

Validity and Reliability of the Interaction and Audience Anxiousness Scale in the Japanese SLA Context

by

Larry J. Xethakis* and Michael J. Rupp*

(Received: September 28, 2022, Accepted: December 18, 2022)

Abstract

This measurement study reports on the validity and reliability of Okabayashi and Seiwa's (1991) version of the Interaction and Audience Anxiousness Scale (Leary, 1983) in the second language acquisition context. The target population of this study was Japanese university students. Responses from university students at two universities in western Japan (N = 307) comprised the dataset for this study. Normality of test items was examined, and reliability estimates (Cronbach's alpha) for the two subscales that make up the instrument were calculated. The fit of the two-factor model hypothesized by Okabayashi and Seiwa (1991) was tested using confirmatory factor analysis (CFA), and the results showed good fit for the proposed model. The practical and theoretical implications of these results for future research are discussed.

Key Words : social anxiety, English education, group-work, confirmatory factor analysis

1. Introduction

The social dynamics inherent in the use of group work in the language classroom—the novelty of the activities, the uncertainty of working with unfamiliar partners and the need to express themselves in a foreign language—have the potential to engender feelings of anxiety in learners, much more so than in a more traditional, teacher-centered classroom. Up to now, one of the primary concerns with regards to anxiety in the English as a Foreign Language (EFL) context has been that of foreign language anxiety (FLA; see Horwitz, 2010, for a timeline of research in this area). However, as interaction-centered approaches such as Communicative Language Teaching and Task-Based Language Teaching have taken a larger role in language learning classrooms (Leeming, 2011), increased attention needs to be given to the role that social anxiety plays in student attitudes towards language learning. Both King and Smith (2017) and Zhou (2016) have noted a lack of research into the impact of social anxiety on language learning. However, for research in this area to progress in Japan, there is a need for reliable and valid instruments to measure social anxiety in the language learning context (Xethakis, 2020). This study represents an attempt to address this need by examining the reliability and validity of the Japanese version of the Interaction and Audience Anxiousness Scale (IAS-AAS; Okabayashi & Seiwa, 1991).

2. Literature Review

For the researcher or practitioner interested in social anxiety,

University

there exist a large number of measures, focused on a wide range of aspects that can be subsumed under this overarching construct (see Leary, 1991 or Orsillo, 2002 for summaries and reviews of a number of these measures). Among the more prominent of these is the instrument chosen for inclusion in this study, the Interaction and Audience Anxiousness Scale (IAS-AAS; Leary, 1983). As Nichols and Webster (2015) note, the IAS-AAS “addressed and overcame limitations of the earlier scales, and consequently became a widely adopted measure of social anxiety” (p. 110).

One reason this instrument is particularly useful for the study of social anxiety in the classroom is the fact that it consists of items which are concerned with both contingent and noncontingent situations. Leary and Kowalski (1995) make a distinction between these two classes of social situations that can elicit feelings of unease or distress. The first of these are social situations where an individual's responses depend on, or are contingent upon, the actions of others. Examples of contingent social situations include conversations, interviews, mixing at parties, and interacting in groups—situations similar to the group-work situation in the language classroom. The second category of situations are those where an individual's actions are primarily planned out beforehand, and so their actions are for the most part not contingent upon others' actions. As a result, they vary little in response to the actions of others. Noncontingent situations are exemplified by events such as giving speeches or presentations and performing in front of an audience.

*Associate Professor, Department of Community and Social Studies. Tokai

Both contingent and noncontingent situations occur with regularity in group work contexts in the language classroom, and for this reason, it would be advantageous for any instrument adopted for use in research or practice in this area to contain items or subscales which purport to examine both the contingent and noncontingent situations which might engender feelings of distress in learners who are socially anxious.

As the name implies, the Interaction and Audience Anxiousness Scale, comprises two subscales, one concerned with feelings of unease in contingent social encounters, the Interaction Anxiousness Scale (IAS), and the other, the Audience Anxiousness Scale (AAS), concerned with circumstances that could be considered noncontingent in nature. The IAS-AAS, in its original long-form (Leary, 1983), was initially developed from a pool of 87 items selected on the basis of two criteria: 1) that the situations described in the items were concerned with forms of social interaction, rather than evaluation or the performance of a task; and 2) that the item denoted feelings of anxiety, such as nervousness, worry or discomfort, or its opposite, such as feelings of comfort or relaxation, but at the same time did not portray a behavioral element. This pool of items was piloted with 112 undergraduates, who responded on a 5-point Likert scale indicating the degree to which each of the items was true of them. Items were correlated with their hypothesized category (interaction or audience anxiety), and those with a correlation less than .40 were removed. This resulted in a total of 37 items. These items were given to a second group of university students ($n = 123$), and based on the correlations between items, 10 items were removed, leaving a total of 27 items divided between the two categories of interaction anxiousness, 15 items, and audience anxiousness, 12 items. For this sample, the reliability estimate (Cronbach's alpha) for each scale was .88. This 27-item version was then tested on a third sample of university students ($n = 363$). The items correlated with their respective scales at greater than .50, while the alpha values for each of the scales were .89 (interaction anxiousness) and .91 (audience anxiousness), respectively. In this sample, the degree of correlation between the two scales was found to be .44.

Leary and Kowalski (1993) examined the construct and criterion-related validity of the IAS, using a large pool of data (1,864 respondents) compiled from several separate studies conducted by the authors and concluded that the IAS possessed a high degree of reliability, with Cronbach alpha values between .87 and .89 in the various studies considered. The concurrent validity of the IAS was confirmed in this study

using responses on a large number of instruments, 23 in total, examining a wide range of subjective and behaviorally related aspects, such as self-consciousness, shyness, embarrassability, blushing and body consciousness. Responses on the IAS were found to correlate highly with other scales assessing generalized social anxiety, while they correlated less strongly with measures focused on more specific aspects of the construct. Discriminant validity was also ascertained, and it was determined that the IAS measures a construct other than general anxiety or neuroticism.

While no similar review for the AAS has, to the best knowledge of the authors, been published, the AAS has shown a very high degree of reliability in studies conducted by other authors. Sabini, Siepmann, Stein and Meyerowitz (2000) calculated a reliability estimate (Cronbach's alpha) of .93 for this scale, while in Hazel, McMahon and Schmidt's (2011) study this value was only slightly lower at .91. Moreover, in the study conducted by Sabini and his colleagues, the AAS was found to correlate highly with a scale the authors used to measure respondents' feelings of unease at being the center of attention in a social situation, which suggests a degree of construct validity in the AAS, as well.

Furthermore, while the use of the AAS has been employed primarily in contexts where public performance is a significant factor (e.g., Hazel, et al., 2011; Sabini et al., 2000), the IAS has been used to examine the impact of interactional anxiety on a number of other factors related to working in groups, such as social skills (Miller, 1995), leadership and collaboration (Steed, Slater, Sadagic, Bullock & Tromp, 1999), interpersonal relations (Heerey & Kring, 2007), brainstorming in groups (Camacho & Paulus, 1995), and online social interactions (Tian, 2013).

The IAS-AAS has also been widely used in the Japanese population. Okabayashi and Seiwa (1991) adapted the instrument for use in the Japanese population, and their version of the IAS-AAS (or as it is often referred to in the Japanese literature, the I-AA scale) has been employed in studying the impact of social anxiety on a number of factors related to pair- and group-work in the language classroom, such as, communication in face-to-face and online environments (Nishimura, 2005), performance anxiety (Yoshie & Shigematsu, 2007), and speech anxiety (Matsumoto, 2014).

Okabayashi and Seiwa's version of the IAS-AAS was developed on the basis of an exploratory factor analysis (EFA) conducted on a dataset of responses from university students ($n = 140$), using the 27 items from Leary's (1983) original scale.

The results from the initial varimax rotation indicated a three-factor solution, with items from the AAS subscale loading primarily on the first factor, and those from the IAS subscale loading primarily on the third factor. The second factor comprised six items: four from the IAS and two from the AAS. Of these items, five were considered to express positive feelings towards a situation (these are, interestingly, five of the six reversed scored items on the IAS-AAS), while one item was considered to express a broad general tendency, rather than a more specific feeling of anxiety. For these reasons, the six items were removed from the analysis, and a second EFA was conducted. This resulted in a two-factor structure, similar to that of Leary's (1983) original instrument. In order to shorten and simplify the scale, seven items from each factor were chosen on the basis of factor loading and item content and a third EFA was conducted. This resulted in a 14-item, two-factor, simple structure. The brevity of Okabayashi and Seiwa's version of the IAS-AAS can be seen as a distinct advantage for the use of this instrument in classroom settings.

With the greater use of pair- and group-work in the English language classroom, the greater degree of interpersonal interaction that comes with it, and the strong impact that feelings of social anxiety can have on such interactions, there is a need for evidence-based measurement of learner's social anxiety. The IAS-AAS was chosen as a suitable instrument for use in the Japanese EFL context due to its focus on both contingent as well as noncontingent social situations, evidence of its reliability and validity, as well as the brief nature of the Japanese version and its previous use in the Japanese population. This study, which has undertaken an investigation of the IAS-AAS in the Japanese EFL context, is an incremental step in the establishment of secure empirical foundations for further research in this area.

3. Methodology

3.1 Participants

A total of 345 responses were collected from students enrolled in one public and one private university in western Japan. There were 178 males and 156 females (eleven respondents did not provide a gender) among the respondents, and their ages ranged from 18 to 29, with a median age of 19 years old. Two responses were removed for missing data.. The analysis described below is based on the data from the remaining 343 responses.

Prior to commencing the survey, participants were informed by the administrator of the survey that they were not

required to take part in the survey, and that participation was completely voluntary. Informed consent was obtained by the inclusion of a form at the top of the survey paper asking for participants' informed consent and clearly stating in Japanese that those not wishing to participate could do so merely by leaving the form blank. There was no specified time limit within which participants were expected to complete the survey, however most completed the form within 10 minutes.

3.2 Instrument

As described above, Okabayashi and Seiwa's (1991) version of the IAS-AAS comprises 14 items in total, with the items divided between two subscales. The first of these, the IAS, comprises Items 1-7, while the second subscale, the AAS, comprises Items 8-14. Responses to each of the items are on a 5-point Likert scale, with 1 being semantically anchored to *not at all characteristic of me*, and 5 to *extremely characteristic of me*. As each subscale concerns a specific class of social situation that might trigger anxiety in respondents, i.e., contingent situations in the case of the IAS and noncontingent situations for the AAS, scores for each of the subscales are computed separately, and there is no composite score for the entire instrument.

3.3 Analytical Procedures

Data collected from participants (scores on the IAS-AAS, age, and gender) was entered into a Microsoft Access 2016 database. For the purpose of calculating descriptive statistics and reliability estimates (Cronbach's alpha), the data was imported into IBM/Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software (Version 21). First, means for each item, their standard deviations, and degree of skew and kurtosis were calculated. The univariate normality of the scores was determined following the recommendation of Tabachnick and Fidell (2013), i.e., values > -2 or < 2 for skew and kurtosis. Next, an estimate of reliability, Cronbach's alpha, was calculated for each subscale. Following the recommendations of Fan and Thompson (2001), reliability estimates with confidence intervals (95%) were computed. A value of .70 or greater for the reliability of the scale was adopted (Nunnally and Bernstein, 1994). Finally, confirmatory factor analysis (CFA) was conducted on Okabayashi and Seiwa's (1991) proposed 14-item, two-factor structure for the IAS-AAS. using AMOS (Version 21). Four fit indices—the Tucker-Lewis index (TLI), the comparative fit index (CFI), the root mean square error of approximation (RMSEA), and the standardized root

mean squared residual (SRMSR)—were utilized in conjunction with the chi-square to determine the degree of model fit. Combining results from the four fit indices together with the chi-square is one means to overcome the latter's tendency to over-reject models. Hu and Bentler (1999) have recommended cut-off values for each the four fit indices (TLI and CFI > .95; RMSEA < .06; SRMSR < .08), which are used in conjunction to evaluate the fit of the model, and these values were adopted to evaluate the fit of the hypothesized model for the IAS-AAS.

4. Results

4.1 Descriptive Statistics, Skew and Kurtosis

Descriptive statistics were derived for the 14 items on the IAS-AAS. The descriptive statistics for each item on the IAS scale are presented in Table 1 below. As can be seen in the table, the highest mean among the items was 3.58 for Item 9, while the lowest mean was that for Item 3 with, with a value of 2.25. The standard deviations ranged from 1.097, for Item 3, to 1.410, for Item 14. Values for skew and kurtosis for all items were within the acceptable range of > -2 or < 2 , and thus the scores were determined to possess a sufficient degree of univariate normality for use in factor analysis.

Table 1: Item Means, Standard Deviation, Skew and Kurtosis for the Items on the IAS-AAS

Item	M	SD	Skew	Kurtosis
1	2.98	1.182	.151	-.882
2	2.32	1.140	.549	-.530
3	2.25	1.097	.698	-.185
4	2.65	1.185	.397	-.727
5	2.45	1.156	.479	-.646
6	2.90	1.329	.020	-1.225
7	3.06	1.187	.050	-.961
8	2.85	1.239	.341	-.976
9	3.58	1.172	-.324	-.994
10	2.76	1.298	.309	-1.005
11	2.93	1.218	.169	-.971
12	2.63	1.247	.399	-.866
13	2.96	1.214	.133	-.994
14	3.24	1.410	-.186	-1.281

4.2 Reliability Estimates

The reliability estimates (Cronbach's alpha) and respective

confidence intervals for scores on the two subscales of the IAS-AAS are presented in Table 2. The reliability estimates for the subscales exceed the .70 cut-off value by a fair margin, with even the lower bounds of the 95% confidence intervals above .80. These values are similar to the alpha values for the IAS and AAS reported in other studies. Values for the IAS have been between .81 (Renshaw, 2004) and .89 (Sasaki & Tanno, 2006), with the AAS exhibiting values between .81 (Yoshie & Shigematsu, 2007) and .91 (Sasaki & Tanno, 2006). The results in this study, together with those of past studies, provide a degree of evidence that the subscales of the IAS-AAS exhibit a high degree of reliability.

Table 2: Reliability Estimates, Confidence Intervals for Alpha (95%), Scale Means, and Scale Standard Deviations for Scores on the IAS-AAS

Subscale	Cronbach's alpha	95% Confidence Intervals		Scale Mean	SD for Scale
		Lower Bound	Upper Bound		
IAS	.834	.805	.859	18.62	5.87
AAS	.885	.865	.903	20.94	6.78

4.3 Confirmatory Factor Analysis

A CFA was conducted in order to directly test the two-factor, 14-item structure postulated by Okabayashi and Seiwa (1991). For the purpose of determining the degree of fit between the proposed models and the scores in the data, a selection of goodness-of-fit indices, the RMSEA, the SRMSR, the TLI, and the CFI, were employed in addition to the χ^2 test statistic. In order to ascertain the degree of multivariate non-normality in the data, Mardia's co-efficient was employed.

The model tested possessed 105 distinct sample moments, 29 distinct parameters to be estimated, with 76 degrees of freedom, and thus was overidentified. For this model, the results of the fit indices were as follows (Hu and Bentler's [1999] cut-off values in parentheses): TLI .938 ($> .95$), CFI .949 ($> .95$); RMSEA .063 ($< .06$); SRMSR .0469 ($< .08$). The value for the χ^2 was 180.508 with a probability level of .000. A degree of multivariate non-normality in the data was indicated by the value for Mardia's coefficient for this model, 17.650, which is close to the threshold value of 5.0. Taken in combination, which is the procedure recommended by Hu and Bentler (1999), the values for the goodness-of-fit indices for the model, which border closely on the recommended values, strongly suggest at least an adequate degree of fit between the

underlying structure of the data and the structure specified by the model.

Inspection of the goodness-of-fit indices is the first step in determining the overall, or global, fit of a model. When these indices indicate a sufficient degree of fit between the model and the scores themselves, Brown (2015), Byrne (2016), and Kline (2011) all suggest that the researcher examine the modification indices and standardized residuals in order to determine if specific relationships in the model exhibit signs of misspecification.

The modification indices for the error covariances of this model can be seen in Table 3 below. This table shows only those indices with a value of 10 or greater, as relationships with values less than this are often considered to have little to no effect on the fit of the model (Byrne, 2016). Only three of the covariance modification indices for this model exceed this threshold, and even the largest of these by a mere 1.695. Among the regression weight modification indices, only one value, that between Item 18 and Item 8, produced a value greater than 10, at 11.828. The small magnitude of these indices and their relative dearth suggest that there are few, if any areas of misspecification in the measurement model.

Table 3: Covariance Modification Indices for the IAS-AAS Measurement Model

Covariance			Modification Index
e8	↔	e18	11.695
e7	↔	e16	10.803
e4	↔	e8	10.378

After the inspection of the modification indices was completed, the standardized residuals for this model were examined. In determining the significance of the values for the residuals, an absolute value greater than 1.96 is often adopted as the cut-off for residuals, as this corresponds to a statistically significant z score ($p = .05$), meaning that the unaccounted-for covariance is more than likely not due simply to chance (Brown, 2015). Out of a total of 91 residuals for this model, only four (4.3%) had a value greater than 1.96, with the highest absolute value of these being 2.325 (The complete table of standardized residuals for the model are available from the authors upon request).

The small number of residuals surpassing the cut-off can be interpreted as a further indication that there is not a significant degree of misspecification found in this model. This result, taken together with that for the modification indices, and the

values of the goodness-of-fit indices, strongly suggest that the structure proposed by Okabayashi and Seiwa (1991) for the IAS-AAS fits the actual underlying structure of the scores in the dataset to a sufficient degree.

The implications of the results outlined above in regard to the postulated structures of the IAS-AAS and the use of this instrument in the Japanese EFL context are considered in the Discussion section below.

5. Discussion

Since its development by Leary (1983), the IAS-AAS has been a widely-used instrument for examining subjective affective and cognitive aspects of social anxiety in both Japanese and non-Japanese populations. Despite its popularity in both populations, the hypothesized factor structure of the IAS-AAS had yet to be confirmed. Evidence either for or against the structural validity of the 14-item adapted version developed by Okabayashi and Seiwa (1991) would aid in determining the viability of the IAS-AAS for use in the Japanese EFL context. The availability of an evidence-based measure of social anxiety would enable research in this area to progress with greater confidence in its derived results. The primary purpose of this paper has been to provide such evidence through the use of CFA to directly test the structure postulated by Okabayashi and Seiwa.

The degree of fit displayed by Okabayashi and Seiwa's (1991) version of the IAS-AAS was interpreted to be good on the basis of three sources of evidence: 1) the goodness-of-fit indices; 2) the modification indices for the model; and 3) the standardized residuals for the model.

The goodness-of-fit indices for this version of the IAS-AAS provide global indications of a sufficient degree of fit between the underlying structure of the data and the structure specified by the model. The values for the first of these indices, the TLI and CFI were very close indeed to Hu and Bentler's (1999) recommended values, with the CFI (.949) within a mere .001 of the recommended value (.95), and the TLI (.938) only .012 less than this value. This degree of proximity is of note for two reasons. The first being that both of these indices are approximate fit indices, and thus their values should be interpreted on a continuum (Hu & Bentler, 1999, p. 2). Second, and moreover, as Brown (2015) makes clear, Hu and Bentler (1999) intentionally include the words "close to" in their recommendations for acceptable values for goodness-of-fit indices (e.g., Hu & Bentler, 1999, p. 27). They state that, "it is difficult to designate a specific cutoff value for each fit index

because it does not work equally well with various conditions,” (p.27), and thus values “close to” those of their recommendations, when used in combination with other indices, allow researchers to “have more confidence about the goodness of fit of the model” (p. 28). One example of this interpretation along a continuum can be found in Brown (2015). While clearly stating that values less than .90 for the TLI and the CFI can be interpreted as evidence for the rejection of a model, Brown cites Bentler (1990), who proposes that values of .90 or greater can be interpreted as evidence of good fit. Hair et al. (2014) also suggest that the values of goodness-of-fit indices should not be taken as absolutes, but rather need to be interpreted on the basis of sample size as well as the characteristics of the model in question. In the case of this model, where there are more than 250 respondents and more than 12 observed variables, values for the TLI and CFI above .92 are indicative of good fit following their guidelines (Hair et al., 2014). Finally, as Byrne (2016) points out, when there is a degree of non-normality present in the data, there is a tendency for the values of CFI and TLI to be underestimated. On the basis of the above rationales, the values of the TLI and CFI for the model specifying Okabayashi and Seiwa’s (1991) version of the IAS-AAS, were interpreted as providing evidence of good fit between the model and the empirical structure underlying the scores in this dataset.

The result for the SRMR, which indicates the degree of difference between the correlations in the dataset and those predicted by the model (Kline, 2011), was significantly less than the recommended value, suggesting that there was not a large degree of difference between these two sets of correlations, and this again suggests a good degree of fit between the model and the scores.

The value for the RMSEA could be seen as more problematic, as it surpassed the recommended value of .06, albeit by a mere .003. However, as with the TLI and CFI, this result is very “close to” the value recommended by Hu and Bentler (1999), which suggests that the value for the RMSEA indicates, at least, an acceptable degree of fit. In addition to Hu and Bentler’s recommendations, a value of less than .08 has been postulated to suggest adequate fit (See Browne & Cudeck, 1993), with values between .08 and 1.0 suggesting mediocre fit (See MacCallum et al., 1996). These more relaxed criteria come from more dated sources, but there is currently a pattern in the general literature that below .06 is good and below .08 is adequate. Further evidence for the degree of fit expressed by the RMSEA can be found in the values for the 90% confidence

intervals calculated for this index. In the case of the model tested in this study, the values for lower and upper bounds of the confidence interval were .052 and .075, respectively. A value below .08 for the upper bound of the confidence interval can be interpreted as additional evidence for the degree of fit suggested by the value for the RMSEA (Brown, 2015). Hair et al. (2014) also recommend that for models with larger sample sizes ($n > 250$) and more than 12 indicators, RMSEA values of less than .07, together with a CFI value of .92 or higher suggest a good degree of fit. Thus, the RMSEA value for the model can also be interpreted as suggesting good fit.

It should be noted that the result of the χ^2 test statistic was significant, and this in turn suggests that degree of fit between the scores in the dataset and the postulated model may be “not entirely adequate,” (Byrne, 2011, p.76). There are, however, a number of factors other than the degree of consistency between the covariance structure found in the data and that predicted by the model that can influence the behavior of this statistic, such as the degree of multivariate non-normality (Kline, 2011), the sample size (Hair et al., 2014) and the complexity of the model (Brown, 2015). According to Hair et al. (2014), for a model with between 12 and 30 indicators and a sample size greater than 250, as is the case for the model in question here, significant p-values for χ^2 should be expected, and thus the fit of the model should be interpreted in light of the results of the other indices employed. For this reason, notwithstanding the result of the χ^2 , the values for the goodness-of-fit indices, when taken together, were interpreted as evidence for the conclusion that the model possessed a sufficient degree of fit.

The second and third sources of evidence for this conclusion were the modification indices and standardized residuals, which were utilized to look for indications of localized misspecification in the measurement model. Such misspecification can exist even in models which exhibit good fit according to the values of their goodness-of-fit indices, and thus these values should be examined before making a determination of a model’s fit (Kline, 2011). In the case of this model, the modification indices (exceeding the cut-off value of 10) were few in number (three) and surpassed the cut-off by only small amounts. Byrne (2016) points out that modification indices with small values, such as those for the model in this study, are “of little concern,” (p. 104), and thus these results suggest that the relationships between the scores in the dataset are being reflected in a sufficiently accurate manner by the model. Regarding the standardized residuals, only four exceeded the value of 1.96 that Brown (2015) suggests may

indicate a source of misspecification other than chance, and none surpassed the value to be considered large (2.58). These results can be interpreted as a further indication that the model hypothesized by Okabayashi and Seiwa (1991) is adequately accounting for the covariance between the vast majority of items.

The values of the goodness-of-fit indices, which suggest good overall fit between the scores in the dataset and the structure of the model, together with the lack of misspecification indicated by the modification indices and the values of the standardized residuals can be interpreted as providing strong evidence for the viability of Okabayashi and Seiwa's (1991) version of the IAS-AAS in measuring respondent's subjective feelings of social anxiety in the Japanese EFL context.

This result has both practical and theoretical implications. In terms of practice, the degree of fit, and thus structural validity, exhibited by Okabayashi and Seiwa's (1991) version of the IAS-AAS allows both researchers and classroom teachers to have confidence in the interpretation of scores according to the constructs the respective items are claimed to measure. This is because evidence of good fit in a measurement model provides evidence of the unidimensional nature of the scales that comprise the instrument. Interpretation of scores on an instrument is based upon the assumption of unidimensionality, and thus, evidence of structural validity allows for confidence in the interpretation of scores.

In the theoretical realm, the degree of fit exhibited by this version of the IAS-AAS also provides a degree of evidence for the validity of Leary's distinction between contingent and noncontingent situations as an aspect of social anxiety. A psychological instrument is a systematic representation of the relationships between the underlying construct and the items on the instrument. If these hypothesized relationships are shown to be accurate, within a reasonable measure, this argues for not only the viability of the instrument as a measure of the underlying construct, but also for the plausibility of the underlying theory itself. The results for Okabayashi and Seiwa's (1991) version of the IAS-AAS in this study by no means confirm Leary's hypothesis concerning the division of social situations into contingent and noncontingent classes, as the research design here is not experimental but rather psychometric, however they do suggest that this theoretical, and common-sense, conception may be well-grounded and supported by evidence.

As a matter of further qualification, these results also do not

suggest that the classes of contingent and noncontingent situations are themselves unitary factors that cannot be further subdivided. Conceptually, it is possible to envision that each class of situations could be partitioned into finer distinctions of distinct contingent and noncontingent situations with their own, unique anxiety provoking aspects. Among the subcategories of contingent events, it may be plausible to assume that speaking with members of the opposite sex, may involve different a dynamic and thus likely a different source of anxious thoughts and feelings as opposed to for example, speaking with persons of authority. Similar distinctions could be drawn among the noncontingent situations as well. For example, performing in a play and giving a speech both involve speaking in front of an audience. In the former situation, one is speaking from a script and playing a part, in a way taking on a new identity and even hiding one's true self, whereas the latter situation tends to be more extemporaneous and involves a greater degree of self-presentation, and thus risk to one's self-image. These different aspects might trigger different forms of anxious thoughts and feelings, which while still being subsumed under the larger class of noncontingent situations, might be independent of each other nonetheless.

The exploration of these theoretical and conceptual issues may be aided by the evidence for the structural validity of the IAS-AAS presented in this paper, and thus its theoretical underpinnings as well. The positive results for this instrument represent the substantial contribution of this study to the literature, allowing future research employing this instrument to go forward with greater confidence.

6. Conclusion

This study is, to the best of the authors' knowledge, the first study to utilize confirmatory methods to examine the structural validity of the IAS-AAS as a composite instrument in either the Japanese or the non-Japanese population. For this reason, the good degree of fit displayed by Okabayashi and Seiwa's (1991) 14-items version of the IAS-AAS represents not only a positive finding of this study, but also an incremental step forward to grounding the use of this instrument in both practice and research on an evidence-based foundation. In addition to these findings providing evidence for this version of the IAS-AAS as a viable model for the measurement of social anxiety in the Japanese EFL context, they also provide evidence for the plausibility of Leary's (1983) conception of contingent and noncontingent classes of social situations. It must be remembered, however, that the evidence for an instrument's

validity comes about through a cumulative process of evidence gathering, and thus, this study provides only a single piece of such evidence.

Finally, with regards to the limitations of this study, there are two factors that must be noted. First, the degree of non-normality found in the dataset employed in this study may represent a limit on the generalizability of its results. However, due to a lack of reporting on the degree of normality found in the datasets employed in other studies on the structure of the IAS-AAS, it is difficult to know if the degree of non-normality found in this study is unique to the scores in this dataset, is a characteristic of the Japanese adaptation of the instrument, unique to the Japanese population, or indeed if it is an invariant characteristic of the instrument itself.

The second limitation has to do with the sample investigated in this study, which was not a truly random sample of Japanese university EFL students, but rather a sample of convenience. It must be noted here, however, that this limitation is common to the majority of studies in the literature of this field, as well as research in the social sciences more generally. If researchers were to wait for perfect samples, far less research would be done. One obvious means of overcoming this limitation is repeated sampling of the target population. While it is most likely the case that these further studies will also rely on samples of convenience, the limitations inherent in each of these possible future studies could be overcome through the utilization of meta-analysis as a means to average out the sample specific properties which hamper generalization to the population in the case of each study.

7. References

- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York, NY.: Guilford Press.
- Browne, M. W., & Cudeck, R. (1993). Alternate ways of assessing model fit. In K. A. Bollen & J.S. Long (Eds.), *Testing structural equation models*, (pp. 136-162). Newbury Park, CA: Sage.
- Byrne, B. M. (2016). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming*. New York, NY: Routledge.
- Camacho, L. M., & Paulus, P. B. (1995). The role of social anxiousness in group brainstorming. *Journal of Personality and Social Psychology*, 68(6), 1071-1080.
- Fan, X., & Thompson, B. (2001). Confidence intervals for effect sizes: Confidence intervals about score reliability coefficients, please: An EPM guidelines editorial. *Educational and Psychological Measurement*, 61(4), 517-531.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate data analysis: Pearson new international edition*. Essex, UK: Pearson Education Limited.
- Hazel, M., McMahon, C., & Schmidt, N. (2011). Immediate feedback: A means of reducing distracting filler words during public speeches. *Basic Communication Course Annual*, 23(1), 6-28.
- Heerey, E. A., & Kring, A. M. (2007). Interpersonal consequences of social anxiety. *Journal of Abnormal Psychology*, 116(1), 125-134.
- Horwitz, E. K. (2010). Foreign and second language anxiety. *Language Teaching*, 43, 154-167. <https://doi.org/10.1017/S026144480999036X>
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- King, J., & Smith, L. (2017). Social anxiety and silence in Japan's tertiary foreign language classrooms. In C., Gkonou, M., Daubney & J-M., Dewaele (Eds.), *New insights into language anxiety: Theory, research and educational implications*, (pp. 91-109). Bristol, UK: Multilingual Matters.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). New York: Guilford Press.
- Leary, M. R. (1983). Social anxiousness: The construct and its measurement. *Journal of Personality Assessment*, 47(1), 66-75.
- Leary, M. R., & Kowalski, R. M. (1995). The self-presentation model of social phobia. In R. G. Heimberg (Ed.), *Social phobia: Diagnosis, assessment, and treatment*, (pp. 94-112). New York, NY: Guilford Press.
- Leary, M. R. (1991). Social anxiety, shyness, and related constructs. In J.P. Robinson, P.R. Shaver, & L. W. Wrightsman (Eds.), *Measures of personality and social psychological attitudes: Measures of social psychological attitudes*, (Vol. 1, pp. 161-195). San Diego, CA: Academic Press.
- Leeming, P. (2011). Japanese high school students' use of L1 during pair-work. *International Journal of Applied Linguistics*, 21(3), 360-382.
- MacCallum, R.C., Browne, M.W., & Sugawara, H.M. (1996). Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological Methods*,

- I*(2), 130-149.
- 松本明生 [Matsumoto Akio]. (2014). アクセプタンス自己
教示がスピーチ不安に及ぼす影響 [Effects of
Acceptance-Based Self-Instructions on the Speech Anxiety
of Undergraduate Students]. *教育心理学研究* [Japanese
Journal Of Educational Psychology], 62(1), 38-49.
- Miller, R. S. (1995). On the nature of embarrassability:
Shyness, social evaluation, and social skill. *Journal of
Personality*, 63(2), 315-339.
- Nichols, A. L., & Webster, G. D. (2015). Designing a brief
measure of social anxiety: Psychometric support for a
three-item version of the Interaction Anxiousness Scale
(IAS-3). *Personality and individual Differences*, 81, 207-
212. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.03.013>
- 西村洋一 [Nishimura Youichi]. (2005). コミュニケーショ
ン時の状態不安および不安生起に関連する要因の検
討 [An examination of state communication anxiety,
communication medium, and trait social anxiety]. *パーソ
ナリティ研究* [The Japanese Journal of Personality],
13(2), 183-196.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). The assessment of
reliability. *Psychometric Theory*, 3, 248-292.
- 岡林尚子 [Okabayashi Naoko], & 生和秀敏 [Seiwa
Hidetoshi]. (1992). 対人不安感尺度の信頼性と妥当性
に関する一研究 [A study on the reliability and validity of
Leary's social anxiety scale]. 広島大学総合科学部紀要.
III, 情報行動科学研究 [Memoirs of the Faculty of
Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, III,
Studies in Information and the Behavioral Sciences], 15, 1-
9.
- Orsillo, S. M. (2002). Measures for social phobia. In M. M.
Antony, S. Orsillo, & L. Roemer (Eds.), *Practitioner's
guide to empirically based measures of anxiety*, (pp. 165-
187). Boston, MA: Springer.
- Renshaw, S. L. (2004). Subjective measures of communication
anxiety: An assessment of the reliability and structural
integrity of three scales. 神田外語大学紀要 [The Journal
of Kanda University of International Studies], 16, 35-59.
- Sabini, J., Siepmann, M., Stein, J., & Meyerowitz, M. (2000).
Who is embarrassed by what? *Cognition & Emotion*,
14(2), 213-240.
- Sasaki, J., & Tanno, Y. (2006). Two cognitions observed in
Taijin-kyofusho and social anxiety symptoms.
Psychological reports, 98(2), 395-406.
- Steed, A., Slater, M., Sadagic, A., Bullock, A., & Tromp, J.
(1999, March). Leadership and collaboration in shared
virtual environments. In L. Rosenblum, P. Astheimer, and
D. Teichmann (Eds.), *Proceedings IEEE Virtual Reality*,
(pp. 112-115). Los Alamitos, CA; IEEE.
- 吉江路子 [Yoshie Michiko], & 繁榊算男 [Shigematsu
Kazuo]. (2007). 対人不安傾向と完全主義認知が演奏
状態不安に及ぼす影響 [Effects of Trait Social Anxiety
and Cognitions of Perfectionism on State Music
Performance Anxiety]. *パーソナリティ研究* [The
Japanese Journal of Personality], 15(3), 335-346.
- Tabachnick, B. G., and Fidell, L. S (2013). *Using multivariate
statistics* (6th ed.). Pearson.
- Tian, Q. (2013). Social anxiety, motivation, self-disclosure, and
computer-mediated friendship: A path analysis of the social
interaction in the blogosphere. *Communication Research*,
40(2), 237-260.
- Xethakis, L. (2020) *The Psychometrics of Affective, Cognitive
and Social Factors Impacting Group-Based Learning
Activities* [Unpublished doctoral dissertation]. Kumamoto
University
- 吉江路子 [Yoshie Michiko], & 繁榊算男 [Shigematsu
Kazuo]. (2007). 対人不安傾向と完全主義認知が演奏
状態不安に及ぼす影響 [Effects of Trait Social Anxiety
and Cognitions of Perfectionism on State Music
Performance Anxiety]. *パーソナリティ研究* [The
Japanese Journal of Personality], 15(3), 335-346.
- Zhou, M. (2016). The roles of social anxiety, autonomy, and
learning orientation in second language learning: A
structural equation modeling analysis. *System*, 63, 89-100.
- Appendix: Items on Okabayashi and Seiwa's (1991) version of
the IAS-AAS
- | | Item |
|---|---|
| | 私は知らない人の集まりの中にいると、いつも居心地が悪 |
| 1 | い。 I usually feel uncomfortable when I am in a group of people I
don't know.. |
| | 私は先生や上司と話をしなければならぬと、そのことが負 |
| 2 | 担になる。 I get nervous when I must talk to a teacher or boss. |
| | 私はパーティなどで、しばしば不安になったり不快な気持ち |
| 3 | になったりする。 Parties often make me feel anxious and
uncomfortable. |
| | 私は同性の人でも、あまり親しくない人と話すとき緊張す |
| 4 | る。 I sometimes feel tense when talking to people of my own sex if I
don't know them very well. |
| | 私がもし仕事で人と会わなければならぬとしたら、そのこ |
| 5 | とがかなり気がかりとなる。 I would be nervous if I was being
interviewed for a job. |

- 私はあまり親しくない人に電話をかける時、そのことが苦になる。 I often feel nervous when calling someone I don't know very well on the telephone.
- 私は偉い人に話しかける時、いつも緊張する。 I get nervous when I speak to someone in a position of authority.
- 私は人前で話をしている間中、ずっと緊張している。 I usually get nervous when I speak in front of a group.
- 私は人前に出て行かなければならない時、緊張する方だ。 I tend to experience 'stage fright' when I must appear before a group.
- 私がもし、たくさんの聴衆の前に出て行かなければならないとしたら、考えただけでも恐い。 I would be terrified if I had to appear before a large audience.
- 私は人前で話したり、何かをしなければならぬ時、そわそわして落ち着かなくなる。 I get 'butterflies' in my stomach when I must speak or perform before others.
- カメラで写されることが分かると、緊張してぎこちなくなる。 I would feel awkward and tense if I knew someone was filming me with a movie camera.
- 私は人前で話をする時、自分の考えがまとまらなくなってしまふ。 My thoughts become jumbled when I speak before an audience.
- 私は人前で話すことがこんなに苦にならなければいいのと思う。 I wish I did not get so nervous when I speak in front of a group.

Mediating Interactional and Social-evaluative Anxiety in the English Language Classroom

by

Larry Xethakis^{*1} and David Ostman^{*2}

(Received: September 28, 2022, Accepted: January 4, 2023)

Abstract

Interaction in a foreign language classroom, where learners face socially ambiguous situations and often work with unfamiliar classmates, can be an anxiety-provoking experience for many learners. The primary focus of research on anxiety in the EFL context to date has been on the impact of foreign language anxiety. However, as interaction-centered approaches gain greater prominence, attention should be given to the role that social anxiety plays in student attitudes towards language learning. This study examines the experiences of self-reported socially anxious learners in an interaction-focused, oral communication curriculum. Analysis of qualitative data indicated a number of factors that helped mediate feelings of anxiousness, including affordances provided by the curriculum, improved interpersonal relationships, and transformations in the learners themselves. These results suggest that repeated interaction between learners which is focused on meaningful language use and low-risk self-disclosure can help to build social bonds that ease learners' feelings of social anxiety.

Key Words : social anxiety, English education, interaction, communication, STEM

1. Introduction

Group-based learning approaches (GBLAs) form an essential part of both Communicative Language Teaching and Task-Based Language Teaching, two of the more widely-used communicative methodologies (Leeming, 2011). GBLAs have the potential to bring great benefits to learners; however, these approaches also place cognitive, affective and social demands on learners that are quite different from those encountered in a traditional teacher-centered learning environment (Cantwell & Andrews, 2002). In particular, the social dynamics that come with using GBLAs in the language classroom—the contingent nature of the interactions, the novelty and uncertainty, working with unfamiliar partners, the need to express themselves in a foreign language—can engender feelings of unease or anxiety in learners. Ostman & Xethakis (2021) found that repeated interaction between learners can help reduce the impact of these dynamics and lessen learners' feelings of anxiety. This paper expands on those findings and explores the experiences of a subset of self-reported socially anxious learners from the larger study by examining the factors those learners perceived as helping to ease their feelings of unease.

2. Literature Review

Group work can be considered a contingent social encounter,

University

where learners are often placed into novel and ambiguous situations with unfamiliar classmates who may evaluate their performance negatively. Each of these elements—contingency, novelty, ambiguity, unfamiliarity, and evaluation—can contribute to feelings of social anxiety, that is, feelings of unease engendered by the possibility or occurrence of interpersonal evaluation in social contexts (Leary & Kowalski, 1995).

Interaction between learners in a foreign language classroom is often a highly contingent social situation—that is, a situation where an individual's responses may depend to large extent on the actions of others (e.g., in a conversation, on a date, etc.). Communication in such situations can present significant challenges, and the uncertainty can be difficult for learners to deal with, provoking feelings of anxiety (Zhou, 2016). The fact that learners in a second language (L2) environment must try to express themselves in a language over which they have a lesser degree of control (Kęłowska, 2012) would only seem to exacerbate the anxiety-provoking potential of these situations.

Feelings of anxiousness also arise in novel or ambiguous situations where individuals cannot rely on their own experience to guide their actions (Leary & Kowalski, 1995). Working in groups may be a novel situation for many Japanese English learners (Dykes, 2017), and unless the activities are well-structured, or students are provided with instruction in interactional skills, these situations can create a high degree of ambiguity concerning the appropriate way for learners to act.

^{*1} Associate Professor, Department of Community and Social Studies, Tokai University

^{*2} Associate Professor, Foreign Languages Department, Kumamoto Gakuen

In Japan, the language classroom is a particularly public arena, and thus, group work can be seen as a social performance situation where learners are concerned with making a positive impression on other group members (King & Smith, 2017). While the majority of learners may not exhibit a lack of self-confidence and self-esteem in most group-work situations, such feelings may emerge in a language learning context. These situations could be perceived as the most threatening of all the situations learners might encounter in an educational context. In such a situation, learners who see themselves as having a lesser degree of language ability are the most likely to experience anxiety (Young, 1991). Working in a group in the language learning classroom can thus quite easily become an anxiety-provoking situation, even for those learners who do not normally experience feelings of social anxiety, or concerns over others' evaluations of their actions.

Both King and Smith (2017) and Zhou (2016) have noted a lack of research into the impact of social anxiety on language learning. This study represents an attempt to fill this gap by examining the impact of an interaction-focused, oral communication curriculum on perceptions of social anxiety among Japanese university-level EFL learners. It expands on the findings of Ostman & Xethakis (2021) by addressing the following questions:

- 1) Did learners feel a reduction in feelings of interactional anxiety over the term of the course?
- 2) What aspects of their experience did learners identify as meditating, or helping to ease, their feelings of unease?

3. Methodology

3.1 Participants

The total number of respondents was 810, with 547 males, 215 females and 48 who did not indicate a gender. From this sample, a subset of 385 learners (based on their scores on the two survey instruments, see below) were included in this study (266 males, 105 females and 14 who did not indicate a gender). The participants were all non-English majors enrolled in a year-long compulsory first-year English communication course at a private university in Western Japan, and thus comprised a convenience sample. The course is intensively focused on learner interaction and oral production, with students required to regularly engage in 3- to 5-minute conversations with other learners on a variety of topics throughout the term, in addition to other pair- and group-based speaking activities carried out in each class (See Ostman & Xethakis, 2021, for details).

3.2 Data Collection Procedures

This study adopted an explanatory sequential design (Creswell & Plano-Clark, 2017), where an initial phase of quantitative data collection was followed by the collection of qualitative data for the purpose of providing explanation and depth. The initial phase employed a pretest/posttest design, gathering scores from two social anxiety measures at the beginning and end of the first term of the course (approximately classes 3 and 29), in order to answer the first research question. The Google Forms online platform was employed to collect this data. The first section of the survey form included a description of the purpose of the research and the procedures for obtaining the informed consent of participants, which clearly stated in Japanese that participation in the survey was completely voluntary and those not wishing to participate could simply not complete or submit the form. The second section of the survey asked participants to provide their gender, student number and department. The third and fourth sections consisted of the two measures of social anxiety. The first of these was a shortened-form of the Fear of Negative Evaluation scale (FNE; Watson & Friend, 1969), a widely-used measure of respondents' degree of social evaluative anxiety. The Japanese version used in this study is based on the work of Nihei, et al. (2018) and comprised eight items. The second instrument was the seven-item, Japanese version of the Interaction Anxiety Scale (IAS; Leary, 1983) developed by Okabayashi and Seiwa (1991), which examines feelings of unease in social encounters. Both instruments were scored using a 5-point Likert scale (1 = *not at all characteristic of me*; and 5 = *extremely characteristic of me*). Evidence for the validity for both instruments was reported by Xethakis (2020). In this study, the reliability of both scales, as measured by Cronbach's alpha, was high and comparable for both administrations of the survey: FNE, .894 (pre) and .924 (post); IAS, .883 (pre) and .898 (post).

Following the collection of quantitative data, qualitative data was gathered using the Survey Monkey platform, and collected at the mid-point of the second term of the course (approximately class 46). The first section of this form included an explanation of the research, a consent form, and demographic questions (student number, department, and gender). The second section of this follow-up survey comprised one close-ended question (presented in Japanese), *I feel less anxious talking and interacting with my classmates now than I did at the beginning of the year*, responded to on a six-point Likert-scale (1 = *strongly disagree*; 6 = *strongly agree*). This

was followed with an open-ended question asking students to provide a short reason for their answer. Students were able to respond in Japanese or English.

4. Results

4.1 Quantitative Analysis

In order to more clearly examine the experience of learners with a degree of social anxiety, a median split was performed to divide respondents into two groups, a high- and low-anxiety group. Respondents with a score greater than the median on the pre-test administration of the FNE ($Md = 24$) or the IAS ($Md = 18$) were included in the high-anxiety group ($N = 385$), and the analyses described below are based on this data.

One-sample Kolmogorov-Smirnov tests revealed non-normal distribution in pre-test scores on the FNE ($Z = 1.911$, $p < .05$) and IAS ($Z = 2.585$, $p < .05$). Tests on the post-test scores indicated that distribution was normal on the FNE ($Z = 1.066$, $p = .21$), but non-normal on the IAS ($Z = 1.516$, $p < .05$). As a result, a degree of caution was exercised in the analysis of the scores, and both parametric and non-parametric tests were conducted. As t-tests are relatively tolerant of moderate violations of the assumption of normality (Rosenkrantz, 2008), as is the case here where the Z-values were low (Dewaele & MacIntyre, 2014), and there was no difference in the pattern of results between the two sets of analyses, the parametric results are presented below. The results from the non-parametric analyses are available from the authors.

To answer the first research question concerning the changes in learners' feelings of social anxiety, paired-sample t-tests were conducted on the scores from both instruments. The results from these tests are presented in Table 1. There was a statistically significant decrease in scores on the FNE from the pre-test ($M = 29.42$, $SD = 3.63$) to the post-test ($M = 28.17$, $SD = 5.86$), $t(207) = 3.39$, $p < .001$ (two-tailed). For this measure, the eta-squared statistic ($\eta^2 = .052$) indicated an effect size very close to medium (.06). A slightly larger decrease was found in scores on the IAS from pre-test ($M = 23.85$, $SD = 4.14$) to post-test ($M = 22.25$, $SD = 6.17$), $t(223) = 4.34$, $p < .001$ (two-tailed), which indicated a somewhat larger than medium effect size ($\eta^2 = .078$). These results would seem to provide a degree of evidence for the view that learners' feelings of social anxiety decreased over the term of the course.

The pattern of responses to the close-ended question on the follow-up survey, *I feel less anxious talking and interacting with my classmates now than I did at the beginning of the year*,

would also seem to support this supposition. Responses to this item were analyzed using descriptive statistics. The mean for this question was 4.60 ($SD = 1.21$) on a six-point Likert scale. Moreover, 188 of 309 respondents (60.8%) chose either *agree* (5) or *strongly agree* (6), while only 17 (5.5%) chose *strongly disagree* (1) or *disagree* (2), which would seem to further indicate that a significant majority of learners felt that their feelings of anxiety lessened during the course.

Table 1: Scores on the FNE and IAS: Results from Paired-sample t-tests, with Confidence Intervals and Effect Sizes

	Scale	FNE	IAS
<i>n</i>		208	224
Means	M_1	29.42	23.85
	(SD_1)	(3.63)	(4.14)
	M_2	28.17	22.25
	(SD_2)	(5.86)	(6.17)
Difference	$M_1 - M_2$	1.25	1.60
between	[95% CI]	[0.526, 1.984]	[0.872, 2.324]
Means	<i>t</i>	3.39	4.34
	<i>p</i>	< .001	< .001
Effect size	η^2	0.052	0.078

Note: CI = Confidence interval

4.1 Qualitative Analysis

The qualitative data was coded taking a data-driven coding approach (Gibbs, 2007). The data was coded independently by both authors, with a focus on aspects of the learners' experience that they perceived as helping to lessen their feelings of anxiety. To maximize intra-coder reliability, multiple rounds of coding were undertaken (Revesz, 2012).

Table 2: Primary Categories and Instances of Sub-categories from Learner Responses

Category	Sub-category (number of instances)	Total (322)
Getting used to it	Got used to it – non-specific (40); got used to people (12); got used to class (5); got used to school life (5); time passed (6); unable to acclimatize (2)	70
Becoming able	Becoming able to speak (28); communicating with others (17); unable to speak English (5)	50
Interpersonal relationships	Becoming friends (38); getting to know others (17); talking with many people (7); other (9); unable to speak with others (3)	74

Classroom affordances	Opportunities to speak (47); aspects of the curriculum (31); activities (17); repetition/practice (12); teacher (9); topics (6); other (6)	128
-----------------------	--	-----

A range of factors emerged from participants' responses (see Table 2), with some participants mentioning specific aspects of the curriculum, others mentioning the importance of relationships with classmates or the opportunity to communicate with them, and still others indicating that they just got used to it. Many of the responses touched on two or more categories and thus there was some overlap in the coding of the data. The responses cited below were chosen to illustrate one or more of these categories, and while this cannot be an exhaustive description of the responses due to space restrictions, it provides some insight into the factors underlying the decrease in learners' feelings of anxiety reported above.

4.2 Learner-internal Changes

Learner-internal factors, specifically, those changes learners perceived in themselves over the term of the course, were a prevalent factor emerging from the analysis. These transformations took two primary forms. The first of these was termed getting used to it, and, as the name implies, as learners became accustomed to the course, the people around them, and even university life, this helped lessened their feelings of unease. While many of the respondents were non-specific, saying only, *Because I got used to it* (Respondent #655), others were more explicit, with one describing the enjoyment found in getting used to speaking with classmates, *Because I got used to communicating with my classmates, it became fun* (#481). One learner explicitly tied this feeling of acclimatization with the opportunities to speak with others that the curriculum provided, *I naturally got used to it, because it was a class where I had many opportunities to talk with people* (#411). The chance to speak with others was an important factor in learners becoming used to their situation and will be discussed further below in relation to the affordances provided by the curriculum, but getting used to talking with others was not always enough to alleviate anxiety, *I'm getting used to it little by little as I'm having a conversation, but I'm still a little nervous* (#82). The importance of developing relationships with classmates and getting to know them (two factors discussed further below) as an important part of this acclimatization process was highlighted by this learner, *Probably it is because I've gotten used to class. At the beginning, there were many people who I*

didn't know, but by knowing others the sense of distance between us was lost (#528). As this comment makes clear, the lessening of learners' feelings of anxiety is not necessarily a simple matter, but involves a number of related factors.

A further internal transformation perceived by some learners was that they were becoming able. In some cases, learners saw themselves becoming able to speak in English: *Because I didn't used to be able to speak English very much, but I've become able to speak a little while taking English class* (R29). One reason for this shift in belief may be the emphasis that the curriculum placed on interaction and communication, which in turn influenced students' attempts to speak, as noted by the following respondent: *I began to feel that it was relatively easy to make words into sentences and converse* (R400). Becoming able to talk with one's classmates was also a common observation, as shown in this response: *I gained a lot of experience speaking, so I didn't feel as burdened to talk with others as I did before* (R115). The following response would seem to sum up these internal changes nicely: *Because I became less nervous when I talk to people in English* (R166). Conversely, the lack of a transformation was prominent in those learners who did not feel that their anxiety lessened. For example, the following respondent expressed the belief that he had not improved speaking proficiency: *Because I haven't been able to master English well* (R92). This sentiment was echoed by another respondent who in reporting a minimal lessening of anxiety explained: *Because I can't speak English like everyone else* (R33).

4.3 Interpersonal Relationships

A second aspect of learner experience which seemed to contribute to perceptions of lessened anxiety was external to learners themselves and concerned changes in interpersonal relationships with classmates. One shape that these changes took on was getting to know one's classmates, as seen in the following response: *We were able to get to know each other well by having a conversation in English* (R377). One learner noted that using English helped in this process: *I was able to learn about people I don't usually talk to by speaking in English instead of in Japanese and talking about various topics* (R485). In one case this led to a learner opening up about herself with her classmates: *Through our class, I've begun to understand my classmates' personalities, and talk about my private life* (R606).

In concert with getting to know others, a sense of becoming friends with one's classmates was also a prominent theme, as

put by the following respondent: *When I started school, they were all strangers, so I was anxious, but now I get along well with my classmates* (R473). Another respondent made a clear connection between the amount of interaction, making friends and feelings of lessened anxiety: *By having a lot of conversations with my classmates, I was able to make friends with them* (R261). Finally, one student summed up this aspect succinctly: *Time has deepened our relationships* (R610). However, as with the internal changes mentioned above, those learners who did not feel that they could improve their relationships with their classmates still felt a sense of unease, demonstrated by the following learner: *I'm not good at getting involved with people* (R53).

4.4 Affordances

The third experiential aspect that learners perceived as a factor in helping to reduce their feelings of unease were affordances provided by the curriculum. Some of these were features of the curriculum, such as the pair and group activities—*Because we often talk in group work and pairs* (R408)—or the repeated interaction and conversation that came from changing partners, as indicated in the following response: *Since there are activities to talk in English with other people in every class, even if it is not natural to speak in English, there is no anxiety at all* (R458). More often, however, respondents cited the speaking opportunities and chances to communicate with others that the course provided, with one learner pointing out the difference between her present and previous classroom experiences in helping to reduce her feelings of unease: *Because I've had more opportunities to talk, unlike in high school* (R155). These affordances provided by the course were often cited as the source of the other changes described above. One respondent noted that these opportunities helped them to get used to the class: *I naturally got used to it because it was a class where I had many opportunities to talk with people* (R411). Another linked this to her own sense of becoming able to speak: *I had the opportunity to talk to everyone in the same class and I was able to talk to them* (R650). These opportunities to communicate also played a role in building relationships: *Because we had more opportunities to talk in class and during break time, we naturally came to get along well* (R186).

The responses cited above are representative of the broader range of responses given by learners who reported having a degree of interactional or social evaluative anxiety, and thus, the students' own perceptions would seem to imply that the strong focus on encouraging interaction inherent in the course, rather

than increasing anxiety, afforded them a range of opportunities to overcome their feelings of unease.

5. Discussion

This paper has examined the self-reported experiences of university-level EFL learners in an interaction-focused oral communication course. Content analysis of qualitative data revealed a combination of learner-internal factors (e.g., becoming accustomed to the course environment, or becoming able to speak English) and interpersonal relationships (e.g., making friends, or getting to know classmates), as well as affordances provided by the curriculum (e.g., repeated opportunities to engage in L2 conversation), which helped to lessen learner perceptions of interactional and social-evaluative anxiety.

As noted in the introductory section of this paper, multiple elements inherent in GLBAs have the potential to serve as triggers for learners' feelings of social anxiety—firstly, the novelty, ambiguity and uncertainty inherent in pair- and group-activities; secondly, the requirement to interact and work with unfamiliar classmates; and thirdly, concerns about making a positive impression, particularly when interacting in a foreign language. As this study was exploratory in nature, it did not hypothesize any relationships between these three elements and student experiences in the course. For this reason, the following section will focus on plausible relationships between these elements and the factors that learners credited with helping to mediate their feelings of anxiety.

The first element of novelty, ambiguity and uncertainty would seem to be related to the learner-internal factor *getting used to it*. As learners became accustomed to various features of the course—working with and having to speak English with different partners, while also repeating similar activities a number of times over a series of classes—the degree of novelty inherent in these situations was reduced, concurrently decreasing the extent of ambiguity and uncertainty as well. That is to say, the repetitive nature of the activities helped learners become accustomed to the course and thus helped to reduce their feelings of unease. In this way the affordances provided by the curriculum also seem to have played an important role in reducing the impact of this aspect of interaction in the foreign language classroom. This rationale is quite similar to the one proposed by Dykes (2017) in his longitudinal study on FLA in Japanese university EFL students.

The second anxiety-triggering element—having to interact and work with unfamiliar classmates—would seem to be

related to the factor of interpersonal relationships, as getting to know classmates better and becoming friends with them would, understandably, help to reduce the impact of this element by increasing the sense of familiarity between partners. It should also be noted here that the increased opportunities for communication provided by the course most likely played an important role in creating an atmosphere in which classmates were able to get to know one another, and thus the affordances factor is likely to have played a strong role in reducing this trigger of anxiety as well.

One possible means by which getting to know classmates in an oral communication course could play a role in the reduction of learner anxiety is suggested by Reis et al. (2010). In their study, the effect of sharing stories about positive experiences was examined, and it was found that sharing such information not only increased positive feelings about the experiences themselves, but also that the positive feedback received from listeners promoted “the development of trust and more prosocial orientation towards the other,” (p. 311). While Reis et al. are speaking of sharing of stories of positive experiences, it could be argued that a similar effect also extends to the sharing of more general personal information, as was the case in this study. Sharing such information with partners, and receiving positive responses from them, could act to create a sense of greater familiarity, trust and acceptance. This, in turn, could serve to help lower concerns over interpersonal evaluation or apprehension over making a positive impression, the third anxiety triggering element of group-work in the foreign language classroom. From this perspective, the repeated interactions inherent in the curriculum provided opportunities for learners’ guard to be lowered and to feel a degree of enjoyment, or at least non-apprehension, in talking with others. For this reason, the structure of the curriculum, by providing opportunities for meaningful communication in low-risk activities, would seem to play an important role in reducing the third social evaluative anxiety element as well.

It is interesting to note that the results of this study would seem to provide a degree of evidence for the efficacy of a number of the pedagogical suggestions offered by King and Smith (2017) for reducing social anxiety in the EFL classroom. First and foremost, King and Smith stress the need to increase a sense of positive non-judgmental regard, or acceptance, among learners. Following Dörnyei and Murphey (2003), they suggest that one of the most important means of doing this is to provide opportunities for the genuine sharing of information through self-disclosure activities that are low-risk, for example, those

that take place in a non-public context such as pairs or small groups. King and Smith (2017) further remark that the proximity and contact between learners inherent in these opportunities for meaningful communication in the target language can help to reduce the formation of in-group/out-group distinctions among learners. The oral communication course that is the context of this study seems to have provided the kind of opportunities that King and Smith encourage. Evidence for this supposition can be found in the number of respondents who cited the opportunities for communication provided by the curriculum as the reason for them getting to know others, becoming friends with their classmates, and growing accustomed to speaking English.

6. Conclusion

Being able to communicate in a foreign language is not just a matter of knowledge of language, but also involves strong social and affective dimensions as well (Imai, 2010). The results reported in this paper suggest that a strong focus on learner interaction and oral communication, by providing repeated opportunities for meaningful language use and self-disclosure in low-risk activities, can help alleviate the possible negative effects of these dimensions on learners. While it must be admitted that this study concerns only one group of learners at a single university, the sample size is such that the findings may be more generalizable to other contexts. Furthermore, the study has suggested a number of directions for future research into the mechanisms underlying the alleviation of learner perceptions of social anxiety in the foreign language classroom. One final question that might be asked concerns whether classroom experiences may positively contribute to learner interactions outside of the classroom. Repeated encountering of strangers, getting used to novel situations, and gaining familiarity with strangers to the point where they are perceived as friends, should act as a positive experience which would help to diminish, though by no means completely eliminate, feelings of apprehension in future encounters.

7. References

- Cantwell, R. H., & Andrews, B. (2002). Cognitive and psychological factors underlying secondary school students' feelings towards group work. *Educational Psychology*, 22(1), 75-91. <https://doi.org/10.1080/01443410120101260>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative research*. Prentice Hall.

- Dewaele, J. M., & MacIntyre, P. D. (2014). The two faces of Janus? Anxiety and enjoyment in the foreign language classroom. *Studies in Second Language Learning and Teaching*, 4(2), 237-274. <https://doi.org/10.14746/ssl.2014.4.2.5>
- Dömyei, Z., & Murphey, T. (2003). *Group dynamics in the language classroom*. Cambridge University Press.
- Dykes, R. (2017). The effect of communicative based teaching on foreign language anxiety. *International Education and Exchange Research*, 1, 37-49. Retrieved from: https://www.u-fukui.ac.jp/wp/wp-content/uploads/4_DYKES.pdf
- Gibbs, G. R. (2007). *Analyzing qualitative data*. Sage.
- Imai, Y. (2010). Emotions in SLA: New insights from collaborative learning for an EFL classroom. *The Modern Language Journal*, 94(2), 278-292. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.2010.01021.x>
- Kębłowska, M. (2012). The place of affect in second language acquisition. In M. Pawlak (Ed.), *New perspectives on individual differences in language learning and teaching*, (pp. 157-167). Springer-Verlag.
- King, J., & Smith, L. (2017). Social anxiety and silence in Japan's tertiary foreign language classrooms. In C. Gkonou, M. Daubney, & J.-M. Dewaele (Eds.), *New insights into language anxiety: Theory, research and educational implications* (pp. 92-110). Multilingual Matters.
- Leary, M. R., & Kowalski, R. M. (1995). The self-presentation model of social phobia. In R. G. Heimberg (Ed.), *Social phobia: Diagnosis, assessment, and treatment*, (pp. 94-112). Guilford Press.
- Leeming, P. (2011). Japanese high school students' use of L1 during pair-work. *International Journal of Applied Linguistics*, 21(3), 360-382. <https://doi.org/10.1111/j.1473-4192.2011.00284.x>
- Nihei, M., Arai, H., Maeda, K., Aoki, S., Tsuchiyagaito, A., Iwano, S., Tomioka, N., Okamura, H., Mihara, K., Shiotsuki, K., Horiuchi, S., & Sakano, Y. (2018). Reassessment of factor structure, reliability, and validity of the Short Fear of Negative Evaluation scale for the Japanese. *Anxiety Disorder Research*, 10(1), 54-63.
- Okabayashi, N., & Seiwa, H. (1992). A study on the reliability and validity of Leary's social anxiety scale. *Memoirs of the Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, III, Studies in Information and the Behavioral Sciences*, 15, 1-9. Retrieved from: <https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/files/public/3/30258/20141016174239429547/StudI>
[nfoBehavSci_15_1.pdf](#)
- Ostman, D. & Xethakis, L. (2021). Social Anxiety in Japanese Learners: Implications for English Education. In P. Clements, A. Krause & R. Gentry (Eds.), *JALT2020 Communities of Teachers and Learners*. JALT.
- Reis, H. T., Smith, S. M., Carmichael, C. L., Caprariello, P. A., Tsai, F. F., Rodrigues, A., & Maniaci, M. R. (2010). Are you happy for me? How sharing positive events with others provides personal and interpersonal benefits. *Journal of Personality and Social Psychology*, 99(2), 311-329. <https://doi.org/10.1037/a0018344>
- Revesz, A. (2012). Coding second language data validly and reliably. In A. Mackey, & S. M. Gass (Eds.), *Research methods in second language acquisition: A practical guide* (pp. 203-221). Wiley-Blackwell.
- Rosenkrantz, W. A. (2008). *Introduction to probability and statistics for science, engineering, and finance*. Chapman and Hall/CRC.
- Watson, D., & Friend, R. (1969). Measurement of social-evaluative anxiety. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 33(4), 448-457. <https://doi.org/10.1037/h0027806>
- Young, D. J. (1991). Creating a low-anxiety classroom environment: What does language anxiety research suggest?. *The Modern Language Journal*, 75(4), 426-437. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.1991.tb05378.x>
- Xethakis, L. (2020). *The psychometrics of affective, cognitive and social factors impacting group-based learning activities*. (Unpublished doctoral dissertation). Kumamoto University.
- Zhou, M. (2016). The roles of social anxiety, autonomy, and learning orientation in second language learning: A structural equation modeling analysis. *System*, 63, 89-100. <https://doi.org/10.1016/j.system.2016.09.001>

熊本県南阿蘇村における冬季湛水による地下水涵養量の定量的評価

天野弘基^{*1} 市川勉^{*2}

Quantitative Assessment of Groundwater Recharge Amount by Winter Flooding in Minamiaso Village, Kumamoto Prefecture

by
Hiroki AMANO and Tsutomu ICHIKAWA

(Received: September 30, 2022, Accepted: December 30, 2022)

Abstract

In Minamiaso Village, Kumamoto Prefecture, groundwater volume is conserved by winter flooding of artificial recharge system from late October to late March of the following year. In this study, we investigated the situation of winter flooding in this village and evaluated the groundwater recharge amount due to winter flooding. The number of winter flooding fields was not constant during the period, but peaked from December to February and then decreased. The number of winter flooding fields was significantly higher on the left bank of the Shirakawa River than that on the right bank. The amount of groundwater recharged by winter flooding was estimated to be about 5,200,000 m³, which could be more than the annual domestic water consumption in this village.

Key Words : Groundwater, Artificial recharge, Winter flooding, Minamiaso Village, Kumamoto Prefecture

1. はじめに

1.1 研究の背景 地下水は、世界的に生活用水、農業用水、工業用水、養魚用水等の様々な用途に利用される水資源の一つである。熊本県では、農業用水のほとんどは河川等の表流水を水源としているが、生活用水の8割、工業用水の4割は地下水を水源としている¹⁾。地域によっては、これらの用水のほぼ100%を地下水に依存しているため、地下水は極めて重要な水資源であり、将来にわたり豊かで良質な状態を守っていくために様々な取り組みが実施されている。

地下水の「量」を保全するための取り組みのひとつとして、地下水の人工涵養がある。例えば、大津町から菊陽町に位置する白川中流域では、水田湛水事業として、大豆、にんじん、飼料作物等の作付け前後において、ほ場を湛水することで熊本市等が助成金を交付し、地下水の涵養を促進している²⁾。益城町津森地区、大津町真木地区においては、稲刈りが終わった水田に冬季も水をはる冬季湛水が実施されている³⁾。花尻・市川⁴⁾は、湛水事業により2 m程度地下水位が上昇したこと、Ichikawa et al.⁵⁾は、江津湖の湧出量が回復したことを報告しており、湛水事業の効果は顕著にあらわれている。また、1年ご

とにこれらの湛水事業の実施面積は整理されるとともに、湛水事業により涵養される地下水量が評価されている。

南阿蘇村では他地域と同様に冬季湛水が実施されている⁶⁾。しかし、冬季湛水が地下水位に与える影響や地下水涵養量は評価されていない。また、冬季湛水の実施状況については、白川中流域のように、1日ごとに湛水の有無を確認したデータはなく、例えば10月から3月まで実施といった大まかなデータとなっている。そこで、本研究でははじめに、南阿蘇村の冬季湛水について、現地踏査によりその実施状況を詳細に調査した。次に、得られた実施状況のデータをもとに、地下水涵養量を評価した。最後に、冬季湛水実施時期の地下水位の変化から湛水事業の効果について検討した。なお、本研究で評価した地下水涵養量は、すでに本地域の水収支解析⁷⁾に利用している。

2. 研究対象地と研究方法

2.1 研究対象地 南阿蘇村は、阿蘇カルデラの西部から南部にかけて広がっており、11の大字（下野、立野、河陽、長野、河陰、中松、久石、一関、吉田、白川、両併）により構成されている（図1）。豊富な地下水を有し、数多くの湧水が確認されている。そのため、地下水および湧水を生活用水、農業用水、工業用水に利用している。

^{*1} 文理融合学部 人間情報工学科 特任助教

^{*2} 東海大学 名誉教授

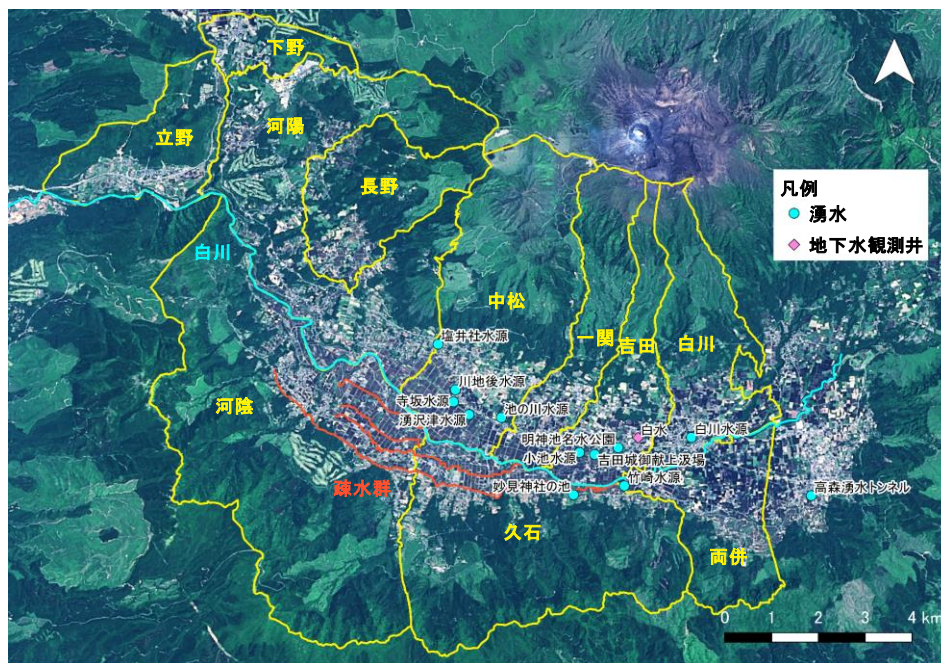


図1 研究対象地域の概要（全国ランドサットモザイク画像[®] 使用）

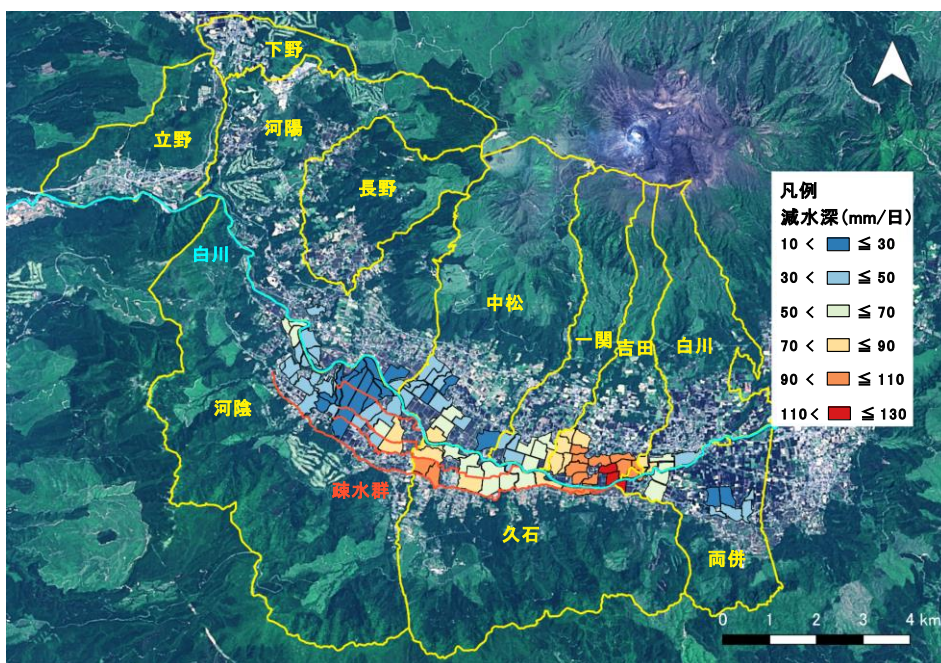


図2 小字ごとの中干前の減水深（全国ランドサットモザイク画像[®] 使用）

数ある湧水の内、図1に示す白川水源は昭和の名水百選、10の湧水（塩井社水源、川地後水源、寺坂水源、湧沢津水源、池の川水源、小池水源、明神池名水公園、吉田城御献上汲場、竹崎水源、妙見神社の池）は南阿蘇村湧水群として平成の名水百選に選定されている。白川の右岸では、南阿蘇村湧水群を含めた湧水が冬季湛水に利用されている。一方、白川の左岸では、上流域は高森湧水トンネルの水が利用され、中・下流域では疎水群により湧

水が集約された白川の水が利用されている。南阿蘇村では、2010年5月より白水地下水観測井（図1）において、地下水位を観測している。

2.2 研究方法 稲の収穫が終わった2020年10月中旬から、2021年の作付準備が始まる3月下旬まで、1～2週に1回の頻度で下野、立野、長野を除く大字のほ場を見て回り、冬季湛水が実施されているほ場の位置を確認し

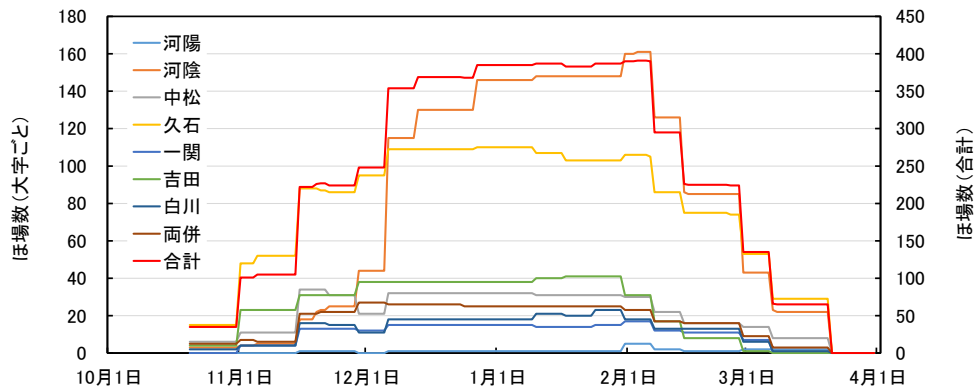


図3 冬季湛水が実施されているほ場数の変化

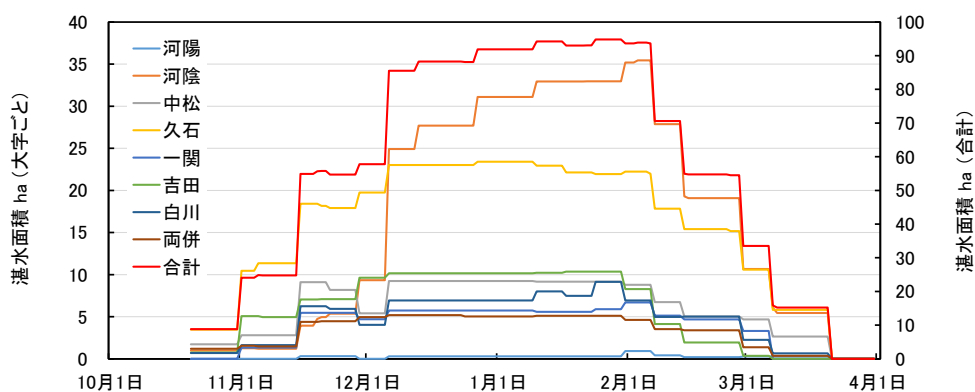


図4 冬季湛水が実施されているほ場面積の変化

た。冬季湛水による1日あたり地下水涵養量($\text{m}^3/\text{日}$)は、減水深($\text{m}/\text{日}$)とほ場面積(m^2)から求めた。各ほ場の面積は、eMAFF 農地ナビ⁹⁾により確認した。冬季湛水が実施されている多くのほ場で代掻きが実施されている様相を呈していたため、中干前の水田の状態と同じであると考え、先行研究¹⁰⁾により整理されている南阿蘇村の小字ごとの中干前の減水深(図2)を利用した。なお、図2は冬季湛水が実施されたほ場が属する小字のみ示している。各ほ場の属する小字は、eMAFF 農地ナビ⁹⁾により確認した。

3. 結果と考察

3.1 冬季湛水の実施状況 冬季湛水が実施されているほ場数は、冬季湛水の始まる10月下旬から12月上旬にかけて徐々に増加し、それに合わせて当然湛水面積も増加している(図3、図4)。その後、2月中旬までわずかな増減をした後、3月下旬に向けて、湛水されているほ場数は徐々に減少している。湛水が同時に実施されているほ場数は最大で391枚あり、面積は最大で約95 haに達している(図3、図4)。立野を除く南阿蘇村の食料用稲およびWCS(Whole Crop Silage)の作付面積は2015年において約1,300 ha¹⁰⁾であるので、冬季湛水はこの内、

最大7.3%のほ場で実施されている。大字ごとに冬季湛水が実施されているほ場数をみると、河陰が最も多く、次いで久石が多く、いずれも最大で100枚を超えるほ場で冬季湛水が実施されている。これらに続くのが吉田や中松であるが、最大のほ場数は、河陰と久石の半分にも満たない。冬季湛水が実施されているほ場数の最も少ないのが河陽であり、その数は最大5枚である。以上のように、大字によって、湛水されているほ場数には数倍の差が認められた。

湛水されているほ場数の多い河陰と久石は、白川の左岸に位置している一方で、湛水されているほ場数の少ないその他の大字は、白川の右岸に位置している(図1)。白川の左岸にある疎水群のうち、白川の水を取水している3つの水路で流量を観測した結果、白川の上流側から順に約103 $\text{m}^3/\text{分}$ 、44 $\text{m}^3/\text{分}$ 、14 $\text{m}^3/\text{分}$ であり、合計で約160 $\text{m}^3/\text{分}$ であった。図1に示す白川の右岸にある湧水の公示湧水量(各湧水の看板に記載されている湧水量)は、白川水源の60 $\text{m}^3/\text{分}$ が最も多く、次いで小池水源の13 $\text{m}^3/\text{分}$ が多い。その他の湧水の湧水量は1~5 $\text{m}^3/\text{分}$ である。そのため、白川の左岸と右岸では、冬季湛水に利用できる水の量が異なる。疎水群は図1からわかるように、広範囲にわたり水を供給することができるが、右岸では湧

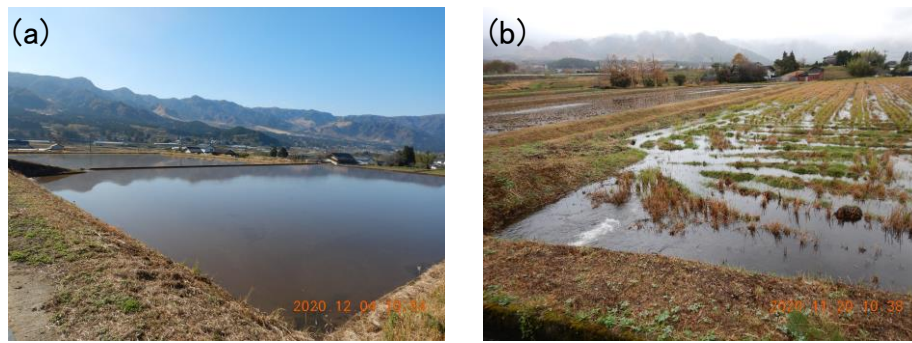


写真1 冬季湛水の実施状況、(a)代掻きが実施されたと考えられるほ場、(b)代掻きが実施されていないほ場

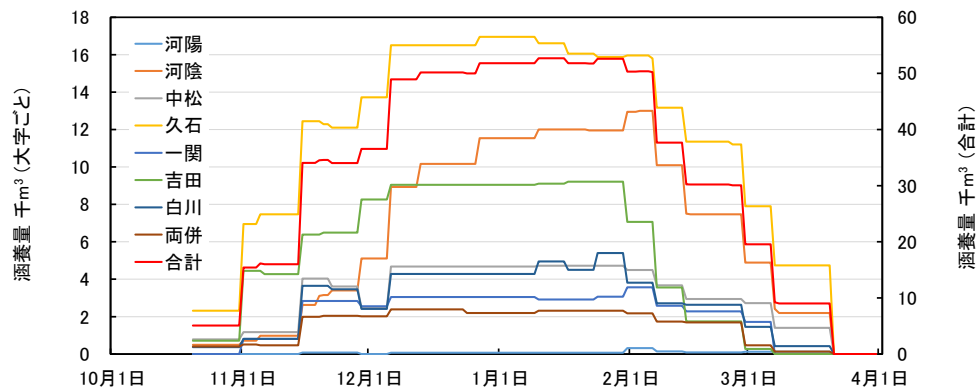


図5 冬季湛水による地下水涵養量の変化

水周辺のほ場に水を供給するように灌漑水路が整備されているため、例えば湧水量の多い白川水源の水が余っているとしても中松のほ場に供給できない。以上のように、白川の左岸と右岸で冬季湛水に利用できる水の量が異なること、各湧水の水を供給できる範囲が限られていることが、大字によって冬季湛水が実施されているほ場数に数倍の差が生じている主な要因と考えられる。ただし、白川の左岸と右岸ともに、全ての水を使い切っているわけではなく、より多くのほ場で冬季湛水が実施可能であるため、農家の意識の差も冬季湛水が実施されているほ場数の差に関係していると考えられる。

冬季湛水が実施されているほ場の様相を写真1に示す。写真1(a)は湛水時に代掻きが実施されたと考えられるほ場であり、写真1(b)は数が少ないものの稲刈り後にそのまま湛水を行っているほ場である。稲刈りにコンバインハーベスター（重機）が使用されるため、ほ場が重機の重みで固められる。そのため写真1(b)のようなほ場では、写真1(a)のほ場に比べ水が浸透しにくいと考えられる。地下水涵養をより促進するために、また、冬季湛水に参加する農家によって取り組み状況に不公平が生じないように、白川中流域の湛水事業のように代掻きを2・3回行うといった規則に従って、冬季湛水を実施することが望ましいと考える。

3.2 冬季湛水による地下水涵養量 地下水涵養量の計算に利用した減水深は中干前の一定の値であるため、1日ごとの地下水涵養量の変化（図5）は、冬季湛水が実施されたほ場面積の変化（図4）と同じような形となった。図5に示した1日ごとの地下水涵養量を累積した結果を図6に示す。合計の累積地下水涵養量は、約5,200千 m^3 となった。これは、2015年における立野を除く南阿蘇村の食料用稲およびWCSの作付期間中の地下水涵養量約81,300千 m^3 ¹⁰⁾の約6.4%に相当する。生活用水使用量について、南阿蘇村に関するデータはないため熊本市を基準に考えると、熊本市における1人1日あたりの生活用水使用量は2021年度において約0.23 m^3 であるため¹¹⁾、1人1年あたりの水使用量は約84 m^3 となる。ゆえに、冬季湛水による地下水涵養量は、約61,900人の年間生活用水使用量に相当する。南阿蘇村の人口は減少傾向にあり、2017年において約10,800人であるため⁶⁾、冬季湛水により南阿蘇村の村民が使用する生活用水は十分賄えていると考えられる。

冬季湛水が実施されている面積は河陰が最も多く、次いで久石が多いが（図4）、累積地下水涵養量をみると、久石が最も多く、次いで河陰が多い（図6）。これは、久石に属する小字の減水深が、河陰に属する小字の減水深よりも大きいためである（図2）。したがって、冬季湛水

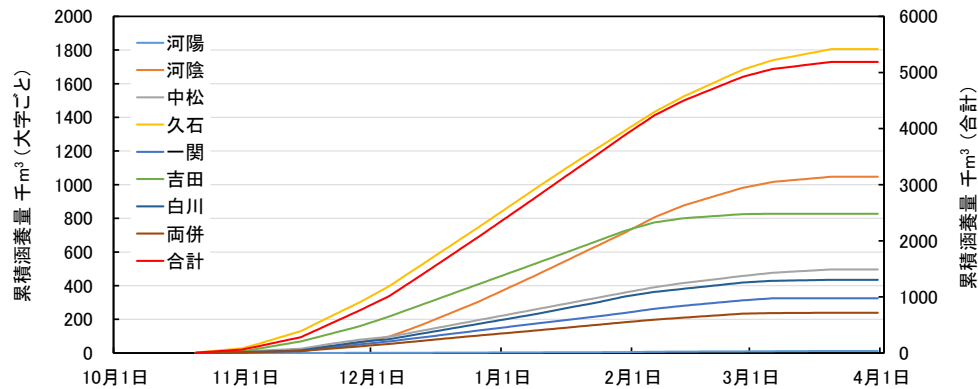


図6 冬季湛水による累積地下水涵養量の変化

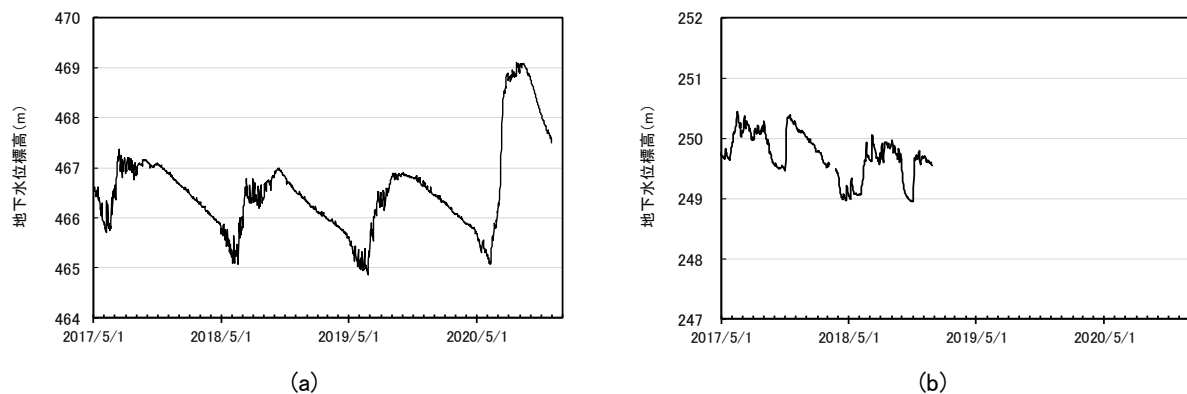


図7 地下水位の変化、(a) 南阿蘇村白水、(b) 大津町真木

による地下水涵養量を増加させるためには、ほ場数を増やすとともに、減水深の大きいほ場で冬季湛水を実施することが効果的であると言える。

3.3 地下水位の変化 図7 (a) に南阿蘇村の白水 (図1) で観測されている地下水位を2017年から示している。南阿蘇村では、湧水や白川の水に加え、地下水を揚水し、食料用稲およびWCS水田の湛水に利用している。この地下水揚水の影響が地下水位の低下として特に代掻き時期の4月から5月に顕著にあらわれている。その後、梅雨や水田による地下水涵養により地下水位が上昇し、乾期および稲刈り後は地下水位が低下していく。10月からの地下水位低下期が季湛水時期の時期であるが、冬季湛水が活発な12月から翌年2月にかけても顕著な地下水位の上昇は認められない。一方、同じく冬季湛水が実施されている大津町真木地区では冬季湛水による顕著な地下水位の上昇が認められる (図7 (b))。これは、白水地下水観測井が、冬季湛水が実施されているほ場が影響を与えている地下水より上流の地下水を観測しているためと考えられる。

4. おわりに

本研究では、南阿蘇村で実施されている冬季湛水とその効果について評価し、以下の結果を得た。

- 1) 冬季湛水は、10月下旬から翌年3月まで同じ規模で実施されているわけではなく、冬季湛水が実施されているほ場数は10月から12月にかけて増加していき、その後12月から2月までわずかな増減をした後、3月下旬まで徐々に減少していく。
- 2) 冬季湛水が実施されるほ場数は、白川の右岸より左岸のほうが多く、冬季湛水に利用できる水の量と灌漑水路の水供給範囲に関係していると考えられる。
- 3) 冬季湛水による地下水涵養量は約5,200 千 m^3 であり、南阿蘇村の村民が使用する年間生活用水は十分賄えていると考えられる。
- 4) 南阿蘇村の白水地下水観測井では、冬季湛水が実施される時期に顕著な地下水位の上昇は認められない。

謝辞：本研究は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (JPMEERF19S20504) により実施した。

参考文献

- 1) 水の戦略会議：水の国くまもと～地下水の恵みあふれる「水の国」を目指して～、40p、2011.
- 2) 熊本市：白川中流域水田を活用した地下水かん養事業、https://www.city.kumamoto.jp/kankyo/hpkiji/pub/Detail.aspx?c_id=5&id=20453 (2022 年 9 月 25 日最終閲覧).
- 3) 熊本県、熊本市、菊池市、宇土市、合志市、大津町、菊陽町、西原村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町：熊本地域地下水保全管理計画に基づく第 3 期行動計画、53p、2019.
- 4) 花尻新也、市川 勉：熊本地域の白川中流域における減反田による湛水事業の地下水位上昇への効果について、東海大学紀要産業工学部 2、pp. 59-66、2009.
- 5) Ichikawa, T. Nakagawa, K. and Berndtsson, R.: Earthquake effects on artificial groundwater recharge efforts in south Japan, *Environmental Earth Sciences*, Vol. 79, 142, 2020.
- 6) 南阿蘇村：第 2 次南阿蘇村総合計画 改訂版、147p、2018.
- 7) 天野弘基、市川 勉、中川 啓：水収支解析による阿蘇南郷谷における熊本地震の影響評価、土木学会論文集 B1 (水工学)、Vol. 77、No. 2、I_133-I_138、2021.
- 8) 国土地理院：全国ランドサットモザイク画像（データソース：Landsat8 画像 (GSI, TSIC, GEO Grid/AIST)、Landsat8 画像 (courtesy of the U.S. Geological Survey)、海底地形 (GEBCO))、<https://cyberjapan.data.gsi.go.jp/xyz/lndst/{z}/{x}/{y}.png>.
- 9) 農 林 水 産 省：eMAFF 農 地 ナ ビ、<https://map.maff.go.jp/> (2022 年 9 月 25 日最終閲覧).
- 10) 市川 勉：熊本平野・阿蘇カルデラの水田による涵養力の評価に関する報告書、105p、2021.
- 11) 熊本市：毎月の 1 人 1 日あたりの生活用水使用量、https://www.city.kumamoto.jp/kankyo/hpkiji/pub/Detail.aspx?c_id=5&id=20478 (2022 年 9 月 25 日最終閲覧).

経頭蓋磁気刺激コイルが誘発する磁気エネルギー分布の評価

戸田逸樹^{*1} 田邊和志^{*1} 佐藤綾^{*2} 鳥居徹也^{*2}

Evaluation of the Magnetic Energy Distribution Generated by the Stimulus Coil of Transcranial Magnetic Stimulation

by
Itsuki TODA^{*1}, Kazushi TANABE^{*1}, Aya SATO^{*2} and Tetsuya TORII^{*2}

(Received: October 17, 2022, Accepted: January 13, 2023)

Abstract

The detailed energy dynamics of transcranial magnetic stimulation on the cerebral cortex remain unclear. Thus, the aim of the present study was to examine the magnetic stimulation resolution of transcranial magnetic stimulation by simple technique. Magnetic energy was assessed using the magnetic flux density, while the stimulation resolution was also evaluated. The magnetic flux density measuring device consisted of a probe and a simple electronic circuit (e.g., integrator and buffer amplifier), and was designed to minimize data measurement variability. The probe consisted of a sensor coil, a twisted pair line, and a lead-out cable. Magnetic stimulation was applied using the Rapid2 stimulator and a figure 8 shaped flat coil (diameter, 70 mm). Ten successive pulses with a pulse-width of 320 μ s and 72% intensity were used for magnetic induction by transcranial magnetic stimulation. The brain model was based on a subject with a scalp to target cerebral cortex distance of 15 mm (i.e., distance from the scalp to the center of the sensor coil). Magnetic flux density was measured within a range of ± 40 mm from the center of the long axis (x axis) on the figure 8 shaped flat coil. The central part of the figure 8 shaped flat coil showed the highest magnetic flux density (approximately 255 mT), while the magnetic flux density of the background noise was approximately 4 mm (i.e., from the center part to within ± 2 mm). By contrast, there was a significant decrease the magnetic flux density between the central coil part and the coil part over -4 mm or 2 mm ($p < .001$). The flux density near the circle center (near ± 40 mm) in the figure eight flat coil is zero in theory. Therefore, a magnetic flux density of approximately 185 mT was detected at the target area where the sensor coil was placed. These data suggest that a simple magnetic flux density measuring device can be used to determine the magnetic stimulus resolution and estimate the flux density of a cerebral cortex target. The magnetic stimulus intensity is a key factor for determining the effects of transcranial magnetic stimulation. Our findings may be useful for setting the stimulus intensity of transcranial magnetic stimulation.

Key Words : Transcranial magnetic stimulation, magnetic flux density, magnetic stimulus resolution, background noise

1. はじめに

経頭蓋磁気刺激 (TMS: Transcranial magnetic stimulation) は、非侵襲的にヒトの脳を刺激することが可能な技術である^{1,2)}。臨床現場では、うつ病やパーキンソン病などの脳疾患および精神障害の治療または症状軽減に有効な治療法として利用されている^{3,4)}。経頭蓋磁気刺激装置の非侵襲的かつ直接的な刺激は、刺激コイル内のワイヤーへ流れる急速な電流に伴う動磁場により実現する⁵⁾。刺激コイル周囲に発生した動磁場は、大脳皮質の神経組織を刺激する渦電流を誘発、磁気刺激効果として神経興奮性に変化をもたらす^{6,7)}。経頭蓋磁気刺激は、非侵襲的・直

接的技術^{1,2)}に加え、脳への限局的^{8,9)}な刺激も可能であるため、臨床応用や脳機能研究の範囲拡大が期待できる。経頭蓋磁気刺激を利用した神経組織の興奮性の変調には、刺激強度、刺激頻度、刺激回数などの刺激パラメータの設定が必要である¹⁰⁾。先行研究の多くは、刺激頻度と皮質興奮性の関係に着目しており、刺激頻度が5 Hz以上の高頻度磁気刺激では皮質興奮性が促進、1 Hz以下の低頻度磁気刺激では抑制することが報告されている^{4,11-13)}。しかしながら、この効果は、刺激強度が運動閾値を上回る強度で刺激された場合であり、運動閾値以下の刺激強度では効果が異なると報告されている¹⁴⁻¹⁶⁾。大脳皮質に影響を与える磁気エネルギーは、距離に依存して変化するため、刺激強度の設定には、頭皮から標的皮質までの距離に応じた調整が求められる^{17,18)}。一般に、経頭蓋磁気刺激装置の刺激強度は、運動閾値が利用されており、第

^{*1} 基盤工学部医療福祉工学科4年生

^{*2} 文理融合学部人間情報工学科准教授

一次運動野への磁気刺激とそれに伴う運動誘発電位によって決定される¹⁹⁾。運動閾値を利用した刺激強度の設定は、第一次運動野以外の皮質に対する磁気刺激であっても適用されている。しかし頭皮から標的皮質までの距離が第一次運動野までの距離と異なる場合は、標的皮質が受ける磁気エネルギーに過剰又は過少が発生する可能性があり、目的の磁気刺激効果が得られないだけでなく副作用を誘発する危険性もある^{4, 10)}。よって経頭蓋磁気刺激を利用する場合、患者等の頭蓋骨の形状や頭皮から皮質までの距離に応じた適切な強度での磁気刺激が必要となる。そのため大脳皮質が磁気刺激によって受けるエネルギーを評価することは非常に重要と思われる。

そこで本研究は、経頭蓋磁気刺激が大脳皮質に与える影響を磁気エネルギーで捉えることを目的とし、簡易計測装置と脳モデルを利用して測定、磁気エネルギーの定量化による経頭蓋磁気刺激装置の刺激能と大脳皮質への影響を評価した。

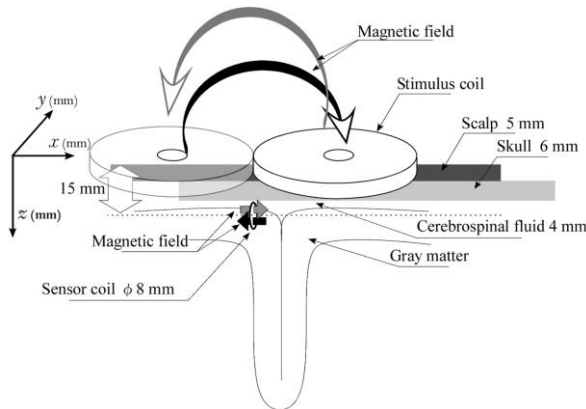


図1 経頭蓋磁気刺激コイルと大脳皮質の関係

頭皮から深さ 15 mm の皮質を標的部位としたときの刺激コイルと皮質の関係性を示す。刺激コイルの長軸を x 軸、短軸を y 軸、頭皮（刺激コイル表面）からの深さを z 軸としている。黒および灰色の矢印は、経頭蓋磁気刺激装置から発生した磁界である。

2. 実験方法

図1は、磁気刺激コイルと標的皮質の位置関係を示している。標的皮質は、頭皮から15 mm（頭皮厚：5 mm、頭蓋骨厚：6 mm、脳脊髄液領域：4 mm）とし、センサコイルの中心部までの距離と一致させた。本研究では、刺激コイルとして8の字型コイル（P/N 4102-00, Magstim Co. Ltd, Whitland, Carmarthenshire, UK）を使用した。図2には、刺激コイルから誘導される磁束密度を計測するためのシステムを示す。頭皮厚および頭蓋骨厚は、厚さ11 mmの亚克力板で代替して刺激コイル上に設置、亚克力板上に磁束密度検出用のセンサコイルを配置した。プローブは、センサコイル（内径8 mm）と燃線（45 mm）、導出ケーブル（4,800 mm）で構成した。プローブには終端抵抗 R_t (75.11 Ω) を接続、抵抗 R (4.22 k Ω) およびコンデンサ C (0.10 μ F) で時定数 (RC) > 経頭蓋磁気刺激パルス幅 (P_w) となる積分回路を構成した。各素子値は、LCRメータ（LCR-9183, Mothertool co., Ltd. Nagano, Japan）で計測（1 kHz）した。プローブで導出された誘導起電力は、積分回路およびバッファアンプに入力され、バッファアンプ (Amp) 出力の平均電圧はデジタルオシロスコープ（DS1054Z, Rigol Technologies Co. Ltd, Suzhou, China）で計測して磁束密度を算出した。磁束 Φ は、プローブのセンサコイル面積 S 、巻数 $n=1$ 、刺激コイルから出力される平均磁束密度を $\bar{B}$ とすると (1) で表される。刺激コイルから誘導される動磁場は、プローブで起電力 e (2) を誘発、誘導起電力 e を積分回路に入力することで (3)、(1) より、平均磁束密度 $\bar{B}$ は (4) で表される。

$$\Phi = n\bar{B}S = \bar{B}S \quad (1)$$

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (2)$$

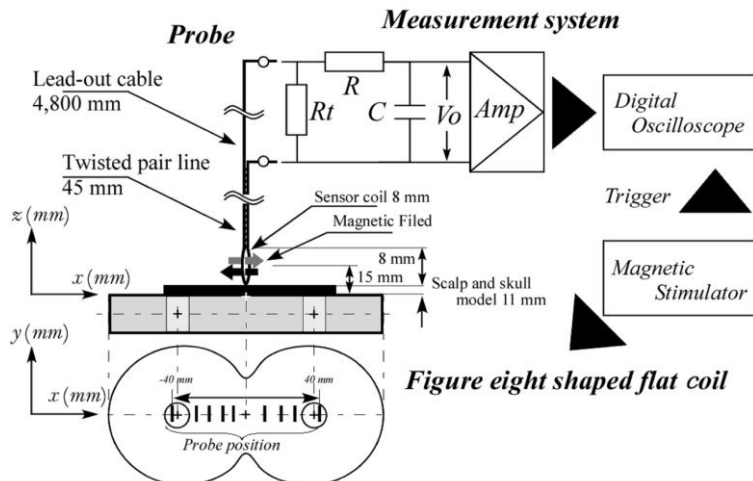


図2 磁束密度計測システム

経頭蓋磁気刺激装置の刺激コイル上に頭皮（5 mm）、頭蓋骨（6 mm）を模擬する亚克力板（11 mm）を設置する。磁束密度を計測するセンサコイルはポリウレタン銅線（外径0.6 mm）を利用した内径8 mm（面積 S : 50 mm²）とした。センサコイル面は磁束と直交するように配置した。図中、センサコイル部分の黒および灰色の矢印は、経頭蓋磁気刺激装置の刺激コイルから発生した磁界である。各測定位置での磁束密度計測は、約 10 秒間隔で 10 回の連続した磁気刺激により行った。

$$\int e dt = -\Phi = -\bar{B}S \quad (3)$$

$$\bar{B} = -\frac{1}{S} \int e dt \quad (4)$$

ここで積分回路の入出力式 (5)、(6) および (4) より、平均磁束密度 $\bar{B}$ は (7) で算出できる²⁰⁾。

$$V_o = \frac{1}{RC} \int e dt \quad (5)$$

$$\int e dt = RC V_o \quad (6)$$

$$\bar{B} \approx -\frac{RC V_o}{S} \quad (7)$$

磁束密度は、刺激コイル長軸上の中心 (0 mm) から ± 40 mm の範囲で計測する。計測間隔は、0 $\sim \pm 5$ mm の範囲で 1 mm、10 ~ 40 mm の範囲で 10 mm とした。磁束密度の計測は、計測位置毎に連続 10 回の磁気刺激を行い記録した。磁気刺激には、Super Rapid Stimulator (Magstim Co., Whitland, Carmarthenshire, UK) を使用した。本装置の出力はバイフェーシック、刺激幅 (P_H) 320 μ s、刺激強度を出力値の 72% とした。この刺激強度は、運動閾値を 60% と仮定し、運動閾値の 120% の強度で刺激することを想定した。計測したデータは、Rstudio (Version 1.4.1103) で解析を行う。

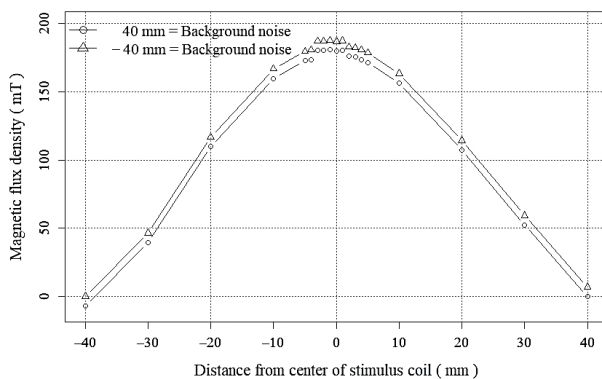


図3 バックグラウンドノイズ除去後の磁束密度分布

計測装置で得られた磁束密度からバックグラウンドノイズを除去した刺激コイル上の磁束密度分布を示す。グラフの「○」は測定位置 40 mm における磁束密度をバックグラウンドノイズとした時の磁束密度分布であり、「△」は測定位置 - 40 mm における磁束密度をバックグラウンドノイズとした時の磁束密度分布である。

3. 実験結果

本研究で使用した 8 の字型フラットコイルは、中心から ± 40 mm の位置における磁束密度が理論上ゼロになる^{21,22,23)}。簡易計測装置で得られた磁束密度は、-40 mm で 67.57 ± 4.04 mT、40 mm で 74.55 ± 2.44 mT ($p = .0003$) が観察された。図 3 の磁束密度分布は、40 mm および -40 mm の各測定位置で得られた磁束密度の平均値をバックグラウンドノイズと仮定してノイズ処理した結果を示す。40 mm の磁束密度の平均値をバックグラウンドノイズとして処理した場合、-40 mm の測定位置でマイナスが発生する。そのため磁束密度平均が最低値を示した -40 mm における磁束密度をバックグラウンドノイズとして解析を行った。最大磁束密度は、刺激コイルの -1 mm の計測位置で 255.23 ± 0.97 mT が得られており、この位置を標的皮質とする。この最大磁束密度からシステム内で発生したバックグラウンドノイズを除去すると標的皮質が受ける磁束密度は 187.66 ± 0.97 mT であった。表 1 には、バックグラウンドノイズを除去した後の ± 10 mm 以下で記録された磁束密度を示す。最大磁束密度が観察された -1 mm の測定位置と比較して、 ± 2 mm の範囲には、磁束密度の変化に有意差は観察されていない。一方、-4 mm および 2 mm の計測位置以降は、磁束密度に有意な減衰が観察された ($p < .001$)。各測定位置における磁束密度の減衰率は、最大磁束密度と比較して、測定位置 ± 5 mm の範囲内で 5% 以下であったが、測定位置が中心から離れるに従い増大した (-10 mm : 11.20%、10 mm :

表1 刺激コイル中心部における磁束密度と減衰率

Position (mm)	Magnetic flux density (mT)	Damping ratio
-10	166.63 ± 0.98 ***	.112
-5	179.53 ± 1.04 ***	.043
-4	180.54 ± 1.10 ***	.038
-3	186.99 ± 1.34 n.s.	.004
-2	187.07 ± 1.04 n.s.	.003
-1	187.66 ± 0.97 —	—
0	186.74 ± 1.38 n.s.	.005
1	187.16 ± 1.34 n.s.	.003
2	182.80 ± 0.62 ***	.026
3	182.30 ± 1.31 ***	.029
4	180.46 ± 1.00 ***	.038
5	178.36 ± 1.20 ***	.050
10	163.28 ± 0.71 ***	.130

n.s.: No significant difference, ***: $p < .001$

12.99%、-20 mm : 37.81%、20 mm : 39.19%、-30 mm : 75.26%、30 mm : 68.38%、-40 mm : 100%、40 mm : 96.28%。また、磁束密度分布の対称性を検証するため、刺激コイルの中心から等距離にある測定位置の磁束密度を比較したところ、 ± 1 mm ($p = .3499$)、 ± 4 mm ($p = .8610$) の磁束密度で有意差は観察されなかったが、 ± 1 mm、 ± 4 mm 以外の位置における磁束密度に有意差が観察された (± 5 mm : $p < .05$ 、その他 : $p < .001$)。

5. 考察

本研究では、簡易測定装置を利用して、経頭蓋磁気刺激装置の刺激コイル上の磁束密度分布を明らかにした。しかしながら、標的皮質が磁気刺激によって受ける影響を検証するためには、センサ部以外のケーブル等で検出される磁束密度をバックグラウンドノイズとして処理する必要があった。バックグラウンドノイズの計測法として、バックグラウンドノイズ専用プローブによる計測²³⁾および磁束密度が理論上ゼロとなる位置の計測^{21, 22, 23)}の2つの方法が考えられる。本研究では、後者を採用して刺激コイル上の磁束密度分布を評価した。その結果、刺激コイルから誘発される最大磁束密度は、-1 mm の位置で計測され、刺激コイルの中心ではなく僅かにずれていた。また、刺激コイル中心から等距離における磁束密度に有意差が確認された。したがって、今回の実験では、左右対称の磁束密度分布が得られなかったことになる。これらの原因として、刺激コイルの構造または刺激コイルが完全に水平ではなく、僅かに傾きが生じた状態で固定されたことが原因と考えられる。次に、本研究で採用した簡易計測装置によって得られる磁束密度は、センサ部で検出される磁束密度とは別に、ケーブル等で検出された磁束密度が重量された。そのため磁束密度平均が最小値で理論上ゼロ T とされる -40 mm における磁束密度の平均値をバックグラウンドノイズと仮定し、簡易計測装置で得られた磁束密度からバックグラウンドノイズ相当を除去した。また標的皮質が受ける磁束密度は、最大磁束密度の計測位置から両側に 2 mm の範囲で磁束密度に有意な変化が観察されなかったため、本研究で使用された経頭蓋磁気刺激装置の磁気刺激分解能は、4 mm 程度であることが示唆された。この刺激分解能は、先行研究で示された 5 mm 分解能とほぼ一致する^{8, 9)}。また、本研究で使用した経頭蓋磁気刺激装置は、4 mm の局所刺激が可能であることが示されたが、標的皮質周辺（標的部位以外）に対しても比較的強い刺激が加えられていると考える。そのため、非標的皮質に対する磁束密度分布の詳細について調査が必要と考えるため、実際の脳皮質形状に

近いモデルを使用して今後検証する。

磁気刺激強度は、経頭蓋磁気刺激の効果を決定する重要な刺激パラメータであり、皮質に対する影響について調査が必要と考えた。そのため本研究では、標的皮質が磁気刺激により受ける磁気エネルギー分布を明らかにし、同時に磁気刺激分解能を示した。この結果、簡易計測装置による磁気エネルギーの計測は、経頭蓋磁気刺激の刺激強度を決定する際にも利用できる可能性を示唆した。

6. 結語

本研究は、経頭蓋磁気刺激装置が刺激コイル上に誘発する磁気エネルギー分布について検討した。解析では、磁気エネルギー計測の際に発生するバックグラウンドノイズを除去、標的皮質が受ける磁気エネルギーや経頭蓋磁気刺激装置が有する磁気刺激分解能を明らかにした。しかしながら、本研究で示した刺激分解能を超える標的皮質以外の標的皮質近傍にも強い磁気エネルギーを加える可能性を示唆した。今後は、刺激コイルの傾きに依存しない計測システムの構築、刺激コイルの種類とそのエネルギー分布、非標的皮質や脳溝に対するエネルギー分布についても詳細に調査する。

7. 引用

- 1) T. Barker, I. L. Feeston, R. Jalinous, P. A. Merton and H. B. Morton, Magnetic Stimulation of the human brain. *Physiological society, proceedings*, 3P, 1985.
- 2) A. T. Barker, R. Jalinous and I. L. Freeston, Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *The Lancet* 1(8437), pp. 1106-1107, 1985.
- 3) M. C. Ridding and J. C. Rothwell, Is there a future for therapeutic use of transcranial magnetic stimulation?. *Nat Rev Neurosci.*, 8(7), pp. 559-567, 2007.
- 4) S. Rossi, M. Hallett, P. M. Rossini, A. Pascual-Leone, et al., Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. *Clin Neurophysiol.* 120(12), pp. 2008-2039, 2009.
- 5) M. Hallett, Transcranial Magnetic Stimulation: A Primer. *Neuron* 55, pp. 187-199, 2007.
- 6) H. Nakamura, H. Kitagawa, Y. Kawaguchi and H. Tsuji, Direct and indirect activation of human corticospinal neurons by transcranial magnetic and electrical stimulation. *Neurosci Lett.* 210(1), pp. 45-48, 1996.
- 7) D. C. W. Klooster, A. J. A. de Louw, A. P. Aldenkamp, R.

- M. H. Besseling, et al., Technical aspects of neurostimulation: Focus on equipment, electric field modeling, and stimulation protocols. *Neurosci Biobehav Rev.* 65, pp.113-141, 2016.
- 8) S. Ueno, T. Matsuda and M. Fujiki, Functional mapping of the human motor cortex obtained by focal and vectorial magnetic stimulation of the brain. *IEEE Transactions on Magnetics* 26(5), pp. 1539-1544, 1990.
 - 9) S. Ueno, T. Matsuda and O. Hiwaki, Localized stimulation of the human brain and spinal cord by a pair of opposing pulsed magnetic fields. *Journal of Applied Physics* 67, pp. 5838, 1990.
 - 10) E. M. Wassermann, Risk and safety of repetitive transcranial magnetic stimulation: report and suggested guidelines from the International Workshop on the Safety of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 108(1), pp. 1-16, 1998.
 - 11) F. Maeda, J. P. Keenan, J. M. Tormos, H. Topka and A. Pascual-Leone, Interindividual variability of the modulatory effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on cortical excitability. *Exp Brain Res.*, 133(4), pp. 425-430, 2000.
 - 12) A. Pascual-Leone, J. Valls-Solé, E. M. Wassermann and M. Hallett, Responses to rapid-rate transcranial magnetic stimulation of the human motor cortex. *Brain*, 117 (Pt 4), pp. 847-858, 1994.
 - 13) N. R. Cooper, P. B. Fitzgerald, R. J. Croft, D. J. Upton, et al., Effects of rTMS on an auditory oddball task: a pilot study of cortical plasticity and the EEG. *Clin EEG Neurosci.* 39(3), pp. 139-143, 2008.
 - 14) N. Lang, J. Harms, T. Weyh, R. N. Lemon, et al., Stimulus intensity and coil characteristics influence the efficacy of rTMS to suppress cortical excitability. *Clin Neurophysiol.* 117(10), pp. 2292-2301, 2006.
 - 15) T. Torii, A. Sato, Y. Nakahara, M. Iwahashi, et al., Frequency-dependent effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on the human brain. *Neuroreport* 23(18), pp. 1065-1070, 2012.
 - 16) T. Torii, A. Sato, M. Iwahashi and K. Iramina, Effects of Sub-Motor-Threshold Transcranial Magnetic Stimulation on Event-Related Potentials and Motor-Evoked Potentials. *Bull. School of Industrial and Welfare Engineering Tokai Univ.* 5, pp. 1-6, 2018.
 - 17) K. A. McConnell, Z. Nahas, A. Shastri, J. P. Lorberbaum, et al., The transcranial magnetic stimulation motor threshold depends on the distance from coil to underlying cortex: a replication in healthy adults comparing two methods of assessing the distance to cortex. *Biol Psychiatry.* 49(5), pp. 454-459, 2001.
 - 18) M. G. Stokes, C. D. Chambers, I. C. Gould, T. R. Henderson, et al., Simple metric for scaling motor threshold based on scalp-cortex distance: application to studies using transcranial magnetic stimulation. *J Neurophysiol.* 94(6), pp. 4520-4527, 2005.
 - 19) P. M. Rossini, D. Burke, R. Chen, L. G. Cohen, et al., Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain, spinal cord, roots and peripheral nerves: Basic principles and procedures for routine clinical and research application. An updated report from an I.F.C.N. Committee. *Clin Neurophysiol.* 26(6), pp. 1071-1107, 2015.
 - 20) 鎗田勝, 生体磁気刺激のためのパルス磁束密度センサ. *医用電子と生体工学* 31(3), pp. 275-281, 1993.
 - 21) R. Jalinous, Guide to magnetic stimulation. *The Mag stim Company Limited, U.K.*, 1998.
 - 22) C. Hovey and R. Jalinous, The guide to magnetic stimulation. *The Mag stim Company Limited, U.K.*, 2006.
 - 23) T. torii, K. Tanabe, I. Toda, H. Sakamoto, et al., Estimating transcranial magnetic stimulus resolution using magnetic flux density. *67th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM 2022 Conference)*, 2022.

大学男子バスケットボール選手の試合における

移動距離及び移動速度が得点に及ぼす影響

—天井カメラ映像によるデータ収集事例—

元 炳善^{*1}, 深江祐一郎^{*2}, 永原 隆^{*3}, 木葉一総^{*3}, 和田智仁^{*4},
塩川勝行^{*5}, 前村かおり^{*6}, 三浦 健^{*3}

Effects of the Distance Moved and the Speed of Movement on Scores in College Men's Basketball Games

—Based on the Analysis of the Data Collected with a Ceiling Camera—

Byungsun Won, Yuichiro Fukae, Ryu Nagahara, Kazufusa Kiba,
Tomohito Wada, Katsuyuki Shiokawa, Kaori Maemura and Ken Miura³⁾

(Received: October 19, 2022, Accepted: January 16, 2023)

Abstract

The purpose of this study was to clarify the effects of moving distance and speed of players on scores in college men's basketball games. The analysis was conducted with the data collected in a match of A District University Men's Basketball First Division League in 2016. In the game, University C (winner of the league and at the national top level) beat University B (second place in the league) with the scores 94-69.

The entire basketball court (28 x 15 m) was photographed using a ceiling camera and analyzed. The images of the peripheral areas were greatly distorted due to the characteristics of the lens. Therefore, in this study, to reduce the errors between the actual coordinates and the calculated coordinate values, the court was divided into eight parts and then the images were analyzed using the two-dimensional DLT method. The results are as follows;

- (1) In spite of the score difference of 25, there was no significant difference in the distances the players of each team moved. Therefore, the distances moved are considered to have little effect on scores.
- (2) Regarding the speed of movement, the higher the rate of "fast movement" (4 m / sec or more), especially 5 m / sec or more, the higher the team's score.
- (3) University B had a high percentage of "slow running" (1.5-4m / sec), while University C had a high percentage of "movement without running" (less than 1.5m / sec) and "fast movement".

From the above, it is suggested that in order for University B to further improve its competitiveness in the future, it will be necessary to add balance to their speed of movement in a game.

Key words: Movement characteristics, Official match, Direct Linear Transformation Method, Distortion

1. 緒言

近年、2次元DLT法を用いて、座標位置データを基にしたゲーム分析が行われており、バスケットボールにおいてもこの方法が普及しつつある(山田ほか, 2015)。バスケットボールにおける移動距離・移動速度について、松本ほか(1998)は、大学男子の練習試合において、ガードポジションの選手とセンターポジションの選手計2名の比較を行い、ガードポジションの選手の方が、移動距離が長かったことを報告している。次に大場ほかは、大学女子(2007)、高校女子(2011)の公式試合において、勝ちチームの攻撃時の平均移動速度が負けチームよりも速いことを示している。また、山田ほか(2015)は、女子のトップレベルの公式試合において、どのポジションの選手も、先行研究(松本ほか, 1998)と比較して、速い速度を保ち長距離移動できることを示しているが、勝ちチームと負けチームの比較はしていなかった。

2015年にB大学体育館の天井にカメラ(以下、天井カメラ)が取り付けられ、筆者らはこれをB大学で開催されるバスケットボールの公式試合中における選手の移動特性の研究に活用できるのではないかと考えた。調査対象であるA地区大学バスケットボール男子1部リーグ戦に属するB大学は、他大学と比較して身長が低い、速攻を主体とした戦術を立てている。そこで、競技レベルが全国トップレベルであり、同じく速攻を主体とする大学との対戦時における移動特性を比較検討することは、今



図1 天井カメラによるバスケットボールコート全面

(28×15m [横×縦])の画像

後のB大学の競技力向上、および速攻に重点を置きたいチームにとって有益であると考えられる。ただし、この天井カメラによるバスケットボールコート全面(28×15m [横×縦])の映像(図1)は、センターラインからゴールへ移動するにつれて小さくなり、本来直線であるサイドラインやエンドラインが大きく歪んだものであった。

そこで本研究では、レンズの歪みによる測定誤差を小さくするための2次元DLT法の活用方法について述べた。次に、速攻を主体とするチーム同士の公式試合を対象として天井カメラからの映像データを採取し、得られた各選手の座標値を基に移動距離と移動速度を解析することによって移動特性を明らかにし、トレーニングへの示唆となる知見を得ることを目的とした。

2. 方法

2.1. 対象

2016年度A地区大学バスケットボール男子1部リーグ戦のB大学会場で2016年9月24日(土)に行われた、B大学(準優勝)対C大学(優勝)(69-94 C大学の勝利)を対象試合とした。分析対象は、この試合に出場した全選手の30名(B大学15名、C大学15名)であった。なお、2016年度において、C大学は、男子ユニバーシアード日本代表候補選手2名を有していた。また、第20回日本男子学生選抜バスケット

*1 文理融合学部地域社会学科・准教授

*2 長崎女子商業高等学校・教諭

*3 鹿屋体育大学 スポーツ・武道実践科学系・准教授

*4 鹿屋体育大学 スポーツ人文・応用社会科学系・教授

*5 鹿屋体育大学 スポーツ・武道実践科学系・講師

*6 鹿屋体育大学 スポーツ・武道実践科学系・助教

トボール大会では A 地区学生選抜メンバーの中心として 5 名が活躍し、A 地区史上初の準優勝に大きく貢献した。このように全国トップレベルの C 大学の試合における選手の移動特性を明らかにすることは、有益であると考えられる。試合時間は、バスケットボール競技における実質のプレータイムである、タイマーが動いている 40 分間とした。対象試合のスタッツを、B 大学は表 1-1、C 大学は表 1-2 にそれぞれ示した。

表 1-1 B 大学のスタッツ

PLAYER	S	PTS	3P		2P		FT		F	REB			TO	AST	STL	BLK	MIN
			M	A	M	A	M	A		OFF	DEF	TOT					
B-1	○	2	0	1	1	1	0	0	1	3	1	4	2	5	2	0	24:26
B-2	○	4	0	0	2	8	0	0	1	0	4	4	1	1	1	0	23:56
B-3	○	2	0	4	1	5	0	0	0	0	2	2	1	4	1	2	29:32
B-4	○	15	3	4	2	8	2	2	3	2	2	4	2	0	4	0	27:46
B-5	○	15	1	4	4	13	4	5	2	3	5	5	1	0	0	0	26:30
B-6		16	2	5	4	7	2	3	3	3	3	6	2	1	0	0	22:40
B-7		0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9:43
B-8		0	0	0	0	1	0	0	4	0	3	3	1	0	0	0	6:53
B-9		8	1	3	1	6	3	3	0	0	0	0	1	0	1	0	11:38
B-10		0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2:19
B-11		1	0	0	0	1	1	2	1	0	1	1	1	0	0	0	3:27
B-12		3	0	2	1	2	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	3:27
B-13		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3:27
B-14		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2:08
B-15		3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2:08
TEAM		67	8	27	15	53	13	16	17	8	18	26	14	8	8	2	200:00

表 1-2 C 大学のスタッツ

PLAYER	S	PTS	3P		2P		FT		F	REB			TO	AST	STL	BLK	MIN
			M	A	M	A	M	A		OFF	DEF	TOT					
C-1	○	6	0	0	3	5	0	1	4	1	2	3	2	7	1	0	28:54
C-2	○	12	2	5	2	5	2	4	1	1	1	2	1	3	2	0	24:43
C-3	○	15	3	7	3	7	0	0	1	4	4	8	1	4	0	0	29:02
C-4	○	1	0	0	0	4	1	2	1	0	4	4	0	4	0	4	20:45
C-5	○	27	1	3	10	14	4	5	0	2	8	10	3	0	1	0	29:14
C-6		14	0	2	7	12	0	0	2	0	6	6	2	2	1	1	21:01
C-7		0	0	1	0	3	0	0	2	0	2	2	1	0	0	0	8:25
C-8		0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	1	0	5:38
C-9		5	1	3	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5:58
C-10		6	0	0	3	3	0	1	0	2	0	2	1	0	0	0	8:30
C-11		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1:51
C-12		5	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	2:57
C-13		3	0	0	0	0	3	4	1	0	2	2	0	1	0	0	5:16
C-14		0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	3:19
C-15		0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	0	2	0	0	3:27
TEAM		94	8	23	30	56	10	29	15	11	36	47	16	24	6	5	200:00

2.2. 研究方法

(1) 撮影方法

B 大学体育館に取り付けられた天井カメラシステム (AXIS Camera Companion) で撮影した。カメラはセンターサークル中心の真上の高さ 13.4m に位置し、バスケットボールコート全体の撮影が可能であった。ただし、撮影された映像は、画角の周縁に近づくほど歪みが大きく

なっており、本来直線であるサイドラインやエンドラインが大きく歪んだものであった (図 1)。

(2) 解析方法

本研究では、当初 30fps であったフレームレートから、デジタイズ時の作業効率の向上を図り、労力を減らしつつ、解析に耐えうる球技「侵入型ゲーム」における最低限のフレームレートとされる 5fps (土岐ほか, 2009) に変換 (減ら) した。

本来ならば選手の位置変化の解析には、映像解析ソフト (Frame DIAS 4, DKH 社製) を使用するが、今回撮影された映像では映像の歪みが大きく、コート全面を対象とした 2 次元 DLT 法では、再投影誤差が非常に大きくなる。そこで、本研究では、Frame DIAS 4 を主に選手の位置座標を得るためのデジタイズに使用した。

2 次元 DLT 法は、平面における 4 個以上の既知のコントロールポイントについて、その実空間座標と計測座標の値を以下の式に代入し、カメラ定数を逆に算出することで、計測範囲内の任意の点の座標の算出を可能にする方法である。

$$U = (A + BX + CY) / (1 + GX + HY)$$

$$V = (D + EX + FY) / (1 + GX + HY)$$

ここで、U、V はビデオ画面 (映像) 上の 2 次元座標、A~H は DLT パラメータと呼ばれる未知数である。

2 次元 DLT 法は、計測平面にカメラの光軸が直交している必要がないため (カメラ配置の自由度が高い)、競技会などの条件における選手の位置など、平面における座標値の取得に便利な方法である。しかし、2 次元 DLT 法では、レンズの歪みは考慮されず、コントロールポイントを基準とした長方形に近似された直交座標系として DLT パラメータが算出される。したが

って、本研究のように映像が大きく歪んでいる場合、コントロールポイントの再投影誤差が大きくなり、正確な座標値を得ることができない。そこで本研究では、実座標と算出した座標値の誤差を小さくするため、コートを8分割し（分割後の分析範囲は、それぞれ $7 \times 7.5\text{m}$ [横×縦]）、それぞれ6個のコントロールポイントを用いて分析を行った（図2）。

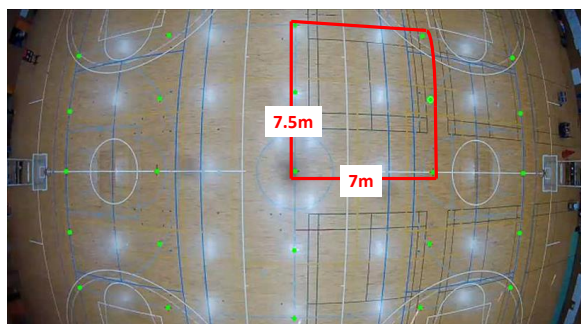


図2 バスケットボールコートを8分割して解析する際の25ポイント ※赤枠は8分割した1区分を示す

この際の再投影誤差は、X座標が平均 0.068m （最大 0.218m ）、Y座標が平均 0.039m （最大 0.135m ）であった。

実際の実座標への換算では、数値解析ソフト（MATLAB, Math Works 社製）を使用し、ビデオ画像上の8分割したコートのどの位置に選手がいるかを判定し、選手がいる位置に従って、用いる DLT パラメータを変更することでレンズの歪みによる測定誤差を小さくした。

以上の過程を経て得られた実座標を基に、分析したフレームレートの5%の遮断周波数である 0.25Hz で平滑化し、選手の移動距離及び移動速度を算出した。

3. 結果および考察

3.1. 移動距離

(1) 移動距離と得点の関係

チーム毎の全出場選手の総移動距離と得点の関係を表2に示した。

1名の選手がフル出場した場合に（総移動距離を5で除す）、約 6.1km 移動していることに

表2 全出場選手の総移動距離と得点の関係

チーム名	B大学		C大学	
	総移動距離	得点	得点	総移動距離
ALL	30,418m	69	94	30,552m
1Q	7,304m	11	20	7,388m
2Q	7,785m	26	21	7,722m
3Q	7,060m	13	28	7,040m
4Q	8,270m	19	25	8,402m

なる。大場ほか（2011）は、高校女子選手が1試合に約 5.5km 、山田ほか（2015）は、女子のトップレベルのガードポジションの選手が約 5.6km 、松本ほか（1998）は、大学男子の練習試合でガードポジションの選手が約 6km 、センターポジションの選手が約 5.3km 移動していたことを示しており、本研究で得られた値は、これらを若干上回る妥当な値であった。

本研究に取り組むに当たり、総移動距離が長い程得点は伸び、より長いチームが試合に勝利をすると予想していた。しかし、表2を見て分かるように、両チームの総得点は25点もの差があるが、総移動距離には、それほど差は見られなかった。C大学の方が 134m 長い距離を走っていたが、これが25点もの差をつけた要因であるとは考えにくい。

また、クォーター（Q）ごとに見てみると、第3Qを除いて、移動距離の長い方が得点は伸びていた。しかし、第3Qにおいては、B大学の方が移動距離は上回っていたものの、C大学の方が得点で大幅に上回っていた。したがって、移動距離は得点には影響を及ぼさないと考えられる。

(2) 選手毎の移動距離と出場時間の関係

本研究では、出場時間（実質のプレータイム）が過半数である20分（1,200秒）を超え、試合に多く絡んだ選手（レギュラー）について検討した。両チームのレギュラー計12名（B大学6名、C大学6名）における出場時間と移動距離を示したのが表3である。なお、両チームともスターティング5の主にマッチアップす

る選手同士を上から順に並べ、6人目の選手は途中から出場した選手であり、ポジションの名称に印をつけて区分した。

表3 両チームのレギュラー選手の出場時間と移動距離

チーム名	ポジション	選手	身長(cm)	時間(sec)	移動距離(m)	1秒当たりの移動距離(m/sec)
B大学	Guard	B-1	175	1,465	3,394	2.3
	Guard	B-2	177	1,402	3,447	2.5
	Forward	B-3	183	1,741	4,228	2.4
	Forward	B-4	181	1,643	4,421	2.7
	Forward	B-5	185	1,583	3,629	2.3
	Guard	B-6	179	1,352	3,642	2.7
	平均		180.0	1,531	3,794	2.5
C大学	Guard	C-1	175	1,726	3,696	2.1
	Guard	C-2	187	1,444	3,677	2.5
	Forward	C-3	188	1,769	4,471	2.5
	Forward	C-4	188	1,231	3,025	2.5
	Forward	C-5	195	1,738	4,518	2.6
	Center	C-6	194	1,206	3,118	2.6
	平均		187.8	1,519	3,751	2.5

移動距離の長い上位5選手の値は、
 C-5 (Forward) : 4,518m (出場約29分)
 C-3 (Forward) : 4,471m (出場約29分)
 B-4 (Forward) : 4,421m (出場約27分)
 B-3 (Forward) : 4,228m (出場約29分)
 C-1 (Guard) : 3,696m (出場約29分)
 であった。先行研究(大場ほか, 2011; 山田ほか, 2015; 松本ほか, 1998)よりも小さい値を示した要因としては、先行研究で扱う選手よりも出場時間が短かったからであると考えられる。先行研究の対象選手は、フル出場(40分)しているケースが多く、これに対して本研究の対象チームはどちらも積極的に速攻を狙うスタイルであったため、交代を繰り返し、ベンチに戻った際に疲労を回復させて再出場へ備えるという戦術を取っていたため、出場時間が抑えられていたと考えられる。

次に、主にマッチアップする選手同士を比較すると、C大学のスターティング5の内4選手の移動距離が、B大学を上回っていた。

1秒当たりの移動距離について見ると、両チームとも2.5m/secと変わらなかった。ポジション別では、Guard、特に両チームのポイントガード(PG)2名の選手(B-1、C-1)が低い値を示した。主にドリブルで移動し、ゲームをコ

ントロール(パスを供給)する役割であることが要因であると考えられる。また、B大学のB-5(Forward)の1秒当たりの移動距離が、同じポジションの他選手と比較して低い値であることが目立った。また、C大学の選手は、PG以外の全員が同様な1秒当たりの移動距離を示していたのに対し、B大学の選手は、選手毎に異なる傾向が見られたものの、大差があるとは言い難い数値であった。

3.2. 移動速度

(1) チーム別の移動速度の区分毎の割合

図3~5に、両チームの出場全選手における、移動速度の区分毎の移動距離の割合を示した。なお、移動速度の分類は山田ほか(2015)を参考に、1.5m/sec未満、1.5~2m/sec、2~3m/sec、3~4m/sec、4~5m/sec、5m/sec以上の5つに分類した。さらに、山田ほか(2015)は“走りのない動き”(1.5m/sec未満)、“緩やかな走り”(1.5~4m/sec)、“激しい動き”(4m/sec以上)に区分しており、これも参考にした。

チーム別の全出場選手の移動速度区分毎の総移動距離の割合を図3に示した。

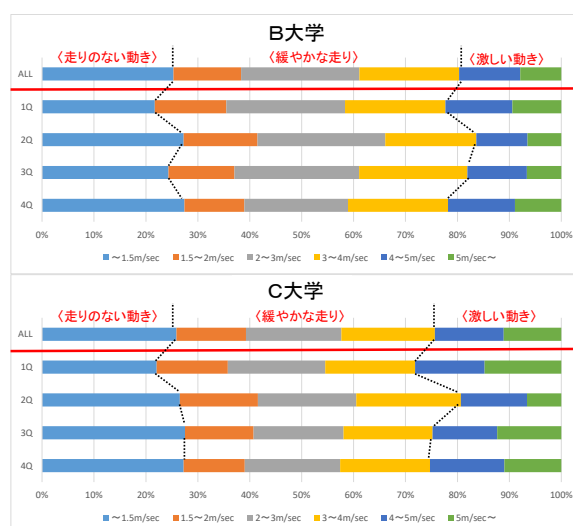


図3 チーム別移動速度区分毎の移動距離の割合

両チームとも“激しい動き”の割合が1Q>4Q>3Q>2Qの順であった。また、“走りのない動

き”については、両チームとも 1Q が他のクォーターよりも低い割合を示していた。両チームとも、1Q は試合の始まりということもあり、積極的に走っている傾向があることが明らかになった。

次に、両チームの移動速度区分毎の総移動距離の割合を比較したものを図 4 に示した。“走りのない動き”の割合は、両チーム間にほとんど違いがなかった。しかし、B 大学は“激しい動き”の割合が C 大学よりも低いことが分かった。したがって、B 大学は、“緩やかな走り”の割合が高いため、“ダラダラ”と走っている選手が多く、また、その距離が長い傾向であるのに対し、C 大学はこの割合が低いため、“メリハリ”をつけた動きができている傾向にあると考えられる。

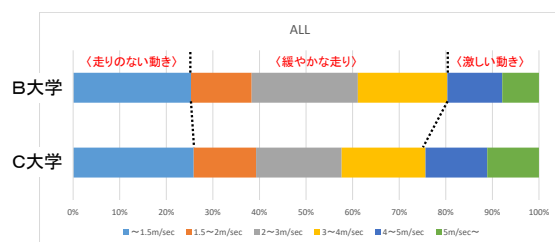


図 4 移動速度区分毎の移動距離の割合比較

最後に、両チームの各クォーターにおける移動速度区分毎割合の比較を図 5 に示した。この結果、特に 5m/sec 以上の割合において、1Q と 3Q に両チーム間で大きな違いが見られた。B 大学の割合が 10%未満であるのに対し、C 大学の割合は 10%を大きく超えた値を示している。これらのクォーターにおける両チームの得点は、1Q (B 大学 11-20 C 大学)、3Q (B 大学 13-28 C 大学) と、B 大学は C 大学に大差をつけられていた。一方、2Q では、両チームとも 5m/sec 以上の割合がほぼ同じであり、得点では、唯一 B 大学が 5 点上回ったクォーター (B 大学 26-21 C 大学) となった。ただし、3Q では、B 大学の選手は前半 (1~2Q) に力を発揮してしまい、3Q で失速する傾向があり、また、C 大学の選手は前半では力を抑えプレーし、3Q に力を発揮

する傾向が見られた。なお、4Q (B 大学 19-25 C 大学) は、3Q までで勝敗がほぼ決着し、両チームともレギュラーをベンチに下げ、ほとんど控えメンバーが疲労のない状態で戦っていたため、どちらも 10%前後の割合を示した。これらのことから、より長く 5m/sec 以上の速度でプレーすることが可能になれば、攻撃面ではノーマークの選手を作り易く、得点力を上げることができると考えられる。一方、守備面では、ハリーバック、すなわち攻守の切り替えで相手チームに速攻をされないように、素早く自陣へ戻ることで失点を減少させることも可能になると考えられる。

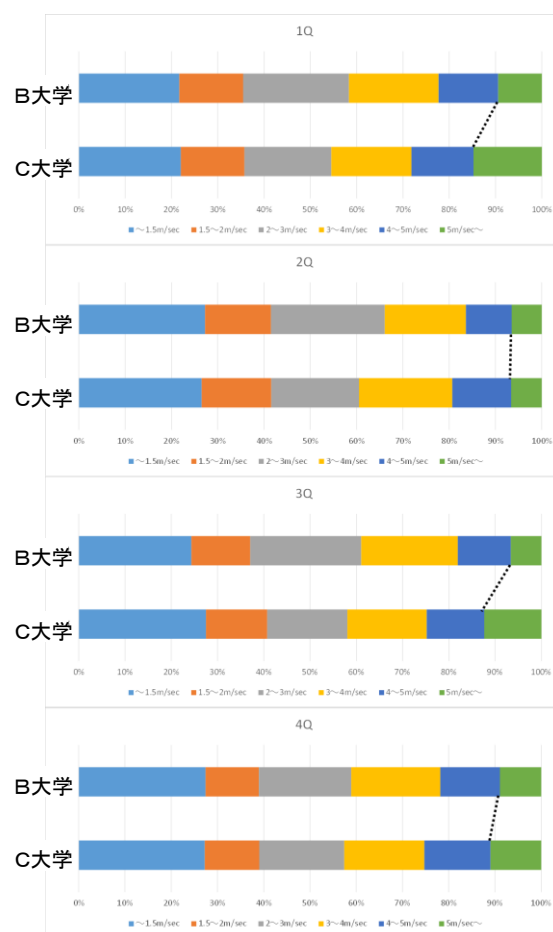


図 5 各クォーターにおける移動速度区分毎の割合比較

(2) 個人別の移動速度の区分毎の割合

図 6 に両チームのレギュラー計 12 名 (B 大

学6名、C大学6名)における、各ポジションの個人別移動速度区分毎の割合の比較を示した。図中の太線より上がB大学の選手で、下がC大学の選手に分けた。図6の分析結果と、表1における個人スタッツとの関係について、B大学とC大学とのレギュラー選手のポジション、および選手間で比較する。

図6-1には、Guardポジションの選手を並べた。比較してみると、C大学のC-2が“激しい動き”(4m/sec以上)の割合が一番多いことが分かる。この選手は、約24.5分の出場時間で12得点を記録した。

一方で、C大学のC-1は、“走りのない動き”(1.5m/sec未満)の割合が最も多い。C-1はこの試合で7アシストを記録しているが、これはこの試合で両チームを通して最も多かった。このことから、周りの選手を活かすため、仲間にパスを供給する役目に回っていたからだと考える。ただし、C-1は対象選手で唯一8m/sec以上の移動速度を記録しており、最も緩急のある(“メリハリ”のある)プレーをしている選手であるとも考えられる。

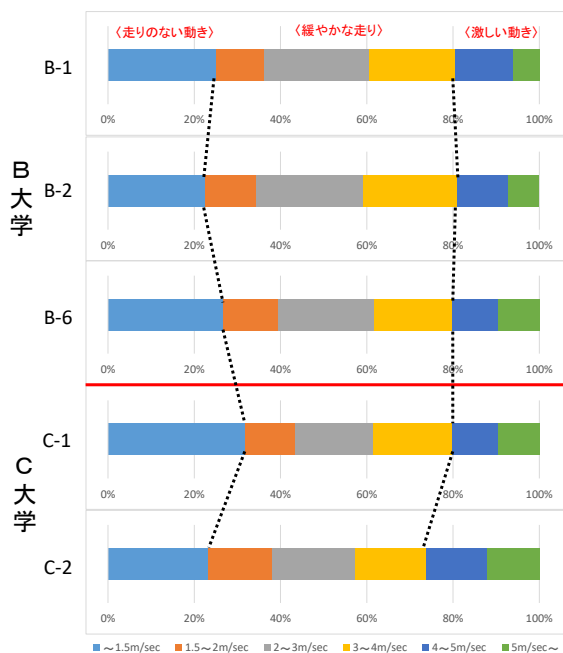


図6-1 Guardポジションの個人別移動速度区分毎の割合比較

次に図6-2には、ForwardとCenterポジションの選手を並べた。比較してみると、C大学のC-5が195cmの長身であるにもかかわらず、“走りのない動き”(1.5m/sec未満)の割合が最も少なく、“激しい動き”(4m/sec以上)の割合が最も多かった。この選手は、約29分の出場時間で27得点、10リバウンドの“ダブルダブル”を記録している。これは、この試合における最多得点、最多リバウンド数であった。

これに対して、C大学のC-5にマッチアップしていたB大学のB-5(185cm)は、“走りのない動き”(1.5m/sec未満)の割合が最も多く、“激しい動き”(4m/sec以上)の割合が最も少なかった。この選手は、約26.5分の出場時間で15得点を記録している。しかし、5ターンオーバーも記録しており、C大学のC-5に“動き負け”をしていることは明らかであった。

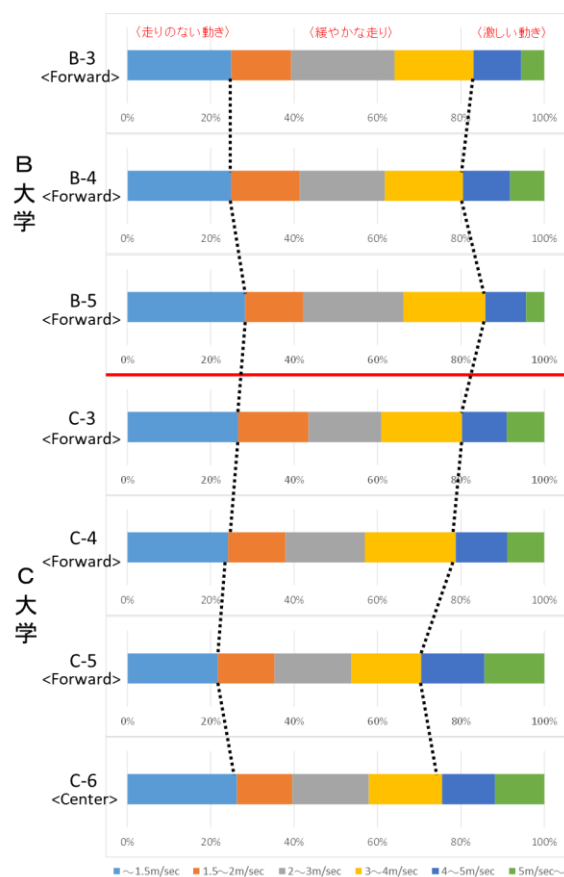


図6-2 Forward・Centerポジションの個人別移動速度区分毎の割合比較

これらのことから、“激しい動き” (4m/sec 以上)、特に 5m/sec 以上の速度でプレーする割合を増やすことができれば、チームの得点を上げることが出来るのではないかと考えられる。また、“緩やかな走り” (1.5~4m/sec) の割合を減らし、“走りのない動き” (1.5m/sec 未満) を織り交ぜて、緩急をつけた“メリハリ”のあるプレーを心掛けて、日々のトレーニングに取り組むことも重要であると考えられる。

4. まとめ

本研究では、2016 年度 A 地区大学バスケットボール男子 1 部リーグ戦における B 大学会場で行われた、B 大学（準優勝）対 C 大学（優勝）(69-94 C 大学の勝利) における選手の移動距離、移動速度に着目し、得点に及ぼす影響について検討した。バスケットボールコート全体 (28×15m) を体育館に取り付けた天井カメラを用いて撮影し、分析を行った。映像は、レンズの特性に起因して周縁部が大きく歪んでいた。そこで本研究では、実座標と算出した座標値の誤差を小さくするため、コートを 8 分割した上で (分割後の分析範囲は、7×7.5m)、2 次元 DLT 法を用いて分析を行った。結果は以下の通りである。

(ア)移動距離については、B 大学と C 大学を比較して、大きく異なる項目が見られなかったにもかかわらず、25 点差がついていた。移動距離は得点には影響を及ぼさないと考えられる。

(イ)移動速度については“激しい動き” (4m/sec 以上)、特に 5m/sec 以上で動く割合が高い程、チームの得点を上げることが出来る傾向があった。また、B 大学は“緩やかな走り” (1.5~4m/sec) の割合が高く、C 大学は低かった (“走りのない動き” (1.5m/sec 未満) と “激しい動き” の割合が高い)

ことから、今後、B 大学が更なる競技力の向上をさせるためには、“メリハリ”をつけた動きも必要であるということが示唆された。

文献

- ・松本浩和, 岩吉浩二, 小野桂市 (1998) 大学バスケットボールゲームおよび練習の運動学的評価と指導への応用. スポーツ方法学研究, 11 : 95-102.
- ・大場 渉, 奥田知靖 (2007) バスケットボールゲームにおける選手及びボールの移動距離と移動速度に関する研究. スポーツ方法学研究, 20 : 71-84.
- ・大場 渉, 奥田知靖, 菅 輝, 塩川満久, 中原 謙 (2011) バスケットボールにおける高校女子選手の移動行動に関するゲームパフォーマンス分析. 沖縄大学人文学部紀要, 13 : 17-27.
- ・土岐純代, 金 銀暎, 桜井伸二 (2009) 球技選手の移動距離算出におけるサンプリング周波数の決定法. 中京大学体育研究所紀要, 23 : 1-9.
- ・山田 洋, 小山孟志, 國友亮祐, 長尾秀行, 三村 舞, 小河原慶太, 陸川 章 (2015) 日本女子トップレベルのバスケットボール選手における試合中の移動距離及び移動速度. 東海大学スポーツ医科学雑誌, 27 : 29-36.

心理臨床領域における社会的公正とアドボカシーの視点 —養成プログラムへの統合を見据えて—

蔵岡智子*¹ 井出智博*² 草野智洋*³ 森川友子*⁴
大賀一樹*⁵ 上野永子*⁶ 吉川麻衣子*⁷

Perspectives on Social Justice and Advocacy in Clinical Psychology —With a View to Integration into Training Program—

by

Tomoko KURAOKA, Tomohiro IDE, Tomohiro KUSANO, Yuko MORIKAWA,
Kazuki TAIGA, Noriko UENO and Maiko YOSHIKAWA

(Received: October 23, 2022, Accepted: January 17, 2023)

Abstract

This paper reviews recent research on social justice and advocacy. While there has been active discussion and practice in the U.S. in recent years, the domestic debate has stalled. The American Counseling Association's (ACA) Advocacy Competencies (AC) and Multicultural and Social Justice Counseling Competencies (MSJCC) were also introduced; the ACA's AC was presented in six domains, and the MSJCC integrated advocacy with a multicultural and social justice perspective. Finally, previous research on training programs was reviewed. In the future, it will be necessary to position the perspectives of social justice and advocacy in the clinical psychology field and incorporate them into training programs.

Key Words : social justice, advocacy, clinical psychologist training courses

1. はじめに

近年、心理臨床の実践において、人権を重視し社会的に公正であることが改めて重視されるようになった。アメリカ心理学会 (APA) では、「人権に関するタスクフォース最終報告書」において“人権を心理学の最前線に”と掲げるなどその動きは明確になっている (APA,

2021)。杉原 (2021b) は、人権の尊重や社会的公正との関連から倫理について触れ、心理臨床家が理論的に「正しい」心理療法や、エビデンスによって「効果的」とされる心理療法を実践する以前に、倫理的で健全な仕方クライアントと関わるのが求められている、と述べ、富樫 (2021) も、心理臨床家自身の差別や偏見による加害者性について自覚的であることの必要性を論じている。そのような中、注目されているのが、すべての人が公平に資源にアクセスできる公正な社会を目指す社会的公正 (social justice) の概念と、それを達成するための行動であるアドボカシー (advocacy) と呼ばれる概念である。Wachtel (2014 杉原監訳 2019) は、循環的心理力動論の立場から社会的な不平等と不公

*¹ 文理融合学部地域社会学科・講師

*² 北海道大学大学院教育学研究院・准教授

*³ 琉球大学人文社会学部人間社会学科・准教授

*⁴ 九州産業大学人間科学部臨床心理学科・教授

*⁵ 東京経済大学・人権コーディネーター

*⁶ 静岡福祉大学子ども学部子ども学科・准教授

*⁷ 沖縄大学人文学部福祉文化学科・教授

正が個人の苦悩の源になっていることに注目する必要性を説くとともに、「心理臨床という領域は、個人の体験についての深く親密な理解をもたらすものであるけれども、だからといって社会全体をより公正でよりよく機能するようにしていく努力と切り離されたものである必要はない」と述べている。

social justice は、「社会正義」もしくは「社会的公正」と訳されることが多い概念である。司法、政治、経済、医療、社会福祉、等の分野では「社会正義」の訳が主流となっているものの、「社会的公正」の訳も散見される。justice が「正義」もしくは「公正」と訳されるためであるが、その語源はラテン語の *jūs* (法、権利) で、規範に従って行われる事や物を表す言葉であり、judge (裁判官)、jury (陪審員) と同様の語源を持つ (梅木, 1990)。つまり、どちらかという法的な公正さといった意味合いに近く、ラテン語の *jūstitia* (ユースティティア: 公正, 正当, 法) は女神として人格化され公正さを表すシンボルとして裁判所などに彫刻が飾られている。一方、日本語の「正義」は元来儒教の用語であり、人として踏み行ふべき正しい道理を意味しており、これを justice の翻訳語として使用すると justice が元来持っていた「裁判」や「公平・平等」という意味がはっきりしなくなってくる (石塚ら, 2013)。さらに social と組み合わせることで、ひとりの個人としての正しい道理といった意味合いよりもより広く公的な意味を含むことから、justice について「正義」よりも「公正」がより翻訳語として適していると捉え、本論では social justice について「社会的公正」の訳語を用いることとする。

アドボカシー (advocacy) は、近年福祉領域を中心に注目されている概念であり、井上 (2013) によると弁護、支持、主張、唱導、支援運動、政策提言などの語義があり、アドボカシーを行う人をアドボケイト (advocate) と呼び、主唱者、擁護者などと訳されるとしている。アドボカシーの日本語訳として「代弁・権利擁護」を用いるとしつつ、ニュアンスの違いもあるため「アドボカシー」とカタカナで表記しており各分野においてもカタカナ表記が定着している (井上, 2013)。

本論では、まず社会的公正とアドボカシーについて近年の研究を概観した上で、米国カウンセリング協会 (以下, ACA) のアドボカシー・コンピテンシー (以下, AC) 及び多文化と社会的公正カウンセリングコンピテンシー (MSJCC) について紹介する。最後に、心理臨床家養成における社会的公正とアドボカシーに関する養成プログラムの必要性について論じる。

2. 心理臨床における社会的公正とアドボカシーの概観

社会的公正について Bell (1997) は、「ニーズを満たすために相互に形成された社会に、すべての集団が完全かつ平等に参加すること」と定義した上で、社会的公正には「資源の分配が公平で、すべてのメンバーが物理的にも精神的にも安全で安心できる社会のビジョンが含まれる」としている。Crethar et al. (2008) は、社会的公正を「すべての人が資源にアクセスする機会を公平に与えられ、自分に影響を与える政策や法律の策定に参加し、最終的には個人のニーズと全体のニーズの調和を具現化する社会的に公正な世界を目指すという目標であり、プロセス」とした。いずれにおいても社会的公正は、すべての人が医療、雇用、最適な精神的健康を得る機会を公平に得られることを指している。

一方、アドボカシーとは、社会的公正を達成するために行われる行動のことで Chang et al. (2010) は、「公正で公平な扱いを保証するために、クライアントやクライアントのシステムに属する人々 (その周囲の人々) と共に、あるいは彼らのために行動すること」とした。Toporek & Liu (2001) は「クライアントの幸福に対する外部および制度的な障壁の除去を促進するために、カウンセリング専門家がとる行動」とした。コミュニティ心理学の分野では、個人に向けてのアドボカシーをケース・アドボカシー、集団に対する差別的 policy や制度に異議をとなすアドボカシーをクラス・アドボカシーと呼ぶことがあり (Lewis & Lewis, 1983)、クラス・アドボカシーに相当するような社会的行動に焦点を当てたアドボカシーを社会的公正アドボカシーとして区別することもある

(Vera & Speight, 2003)。しかしながら、アドボカシーを「エンパワメントから社会的行動までのカウンセリング行動の連続体(Toporek & Liu, 2001)」として捉え、目的のためのミクロからマクロまでのシームレスな行動の連続体と捉えられることが多い。

さて、心理臨床の実践においては、様々な事柄が個人の問題として面接室に持ち込まれるが、それはしばしば社会的・経済的・文化的な問題と密接に関連したものであり、既存の社会構造に根差したものである。しかしながら伝統的な心理学においては環境の影響に比して、内面的な課題を過大に評価し支援につなげる傾向が強い。そのため持ち込まれる問題は常に個人が対処すべきもの、乗り越えるべきものとして扱われることが多々ある。そのような支援の在り方は結果として、既存の社会システムを強化してしまう傾向になり、行き過ぎると Bemak & Chung (2008) がナイス・カウンセラー・シンдрロームと呼んだように現状との調和を維持することに注力し、不公平を強化し対立をさける実践家につながってしまう。Bemak & Chung (2008) は、多くの善意のカウンセラーが、現実的なあらゆる脅威から、既存の社会システムを是正するような社会的公正の仕事を避けており、それが無関心や怒りとなって現れているとした。心理臨床家として経験を積む中で、個人の内面のみを扱うことに限界を感じることも増えてくるかもしれない。しかしながら、クライアントを取り巻く環境やコミュニティの影響を考慮した心理支援について十分な教育を受けていないため、具体的な支援にはつながることが多い。結果として十分な支援につながらず、既存の社会システムに対して葛藤や怒りを抱えてしまう、ということであろう。Shin et al. (2017) は、社会的公正の立場から、心理学の理論、研究、介入は個人の枠組みを超えて、周縁化された人々(マイノリティグループのメンバー)を組織的に不利にし、疎外し続けている社会の構造的・制度的な力を対象とすべきだと強調している。Goodman et al. (2004) は、近隣地域、学校、メディア、文化、宗教的・政治的・社会的制度に根本的な変化が起こらない限り、個人に対する私たちの活動は、せい

ぜい部分的にしか成功しない運命にある、とまで述べている。社会的公正とアドボカシーの視点は、これまで実践においてエンパワメントや環境調整、コミュニティ支援などと呼ばれてきた活動に、社会的公正を目指すという明確な目標と、積極的に関与し行動する姿勢を求めている。また、面接室の中での関わりがあくまでも支援の中心であり、面接室外でのことにはボランティア的に余った時間で取り組む、ということではなく、心理臨床家の倫理的な姿勢として社会的公正を目指し、それを達成するためのアドボカシー行動を仕事の中心に据えようというのである。このように社会的な環境要因や文脈がクライアントに及ぶ影響を重視する考えは決して真新しいものではなく、カウンセリング心理学の創始者とされるフランク・パーソンズやカール・ロジャースは、社会的公正の提唱者やロールモデルとしてよく知られている(Kiselica & Robinson, 2001; Munley et al., 2004)。また、コミュニティ心理学、ナラティブ・セラピー、フェミニストカウンセリングでも強調されてきたことである(Ratts et al., 2018)。

社会的公正は、心理学の第 4 勢力といわれる多文化主義の進化形といわれており、Ratts (2009) は、第 5 勢力であると位置づけている。主に個人に焦点を当てたパラダイムである 3 つの勢力、つまり精神分析(第 1 勢力)、認知行動療法(第 2 勢力)、人間性心理学(第 3 勢力)から、文脈の中の個人に焦点を当てた多文化主義(第 4 勢力)、そしてクライアントを取り巻く社会的環境に注意を払うアプローチである社会的公正(第 5 勢力)へと移行しているというのである(Ratts, 2009)。先に述べたように社会的公正の概念自体は新しいものではなく繰り返し起こってきた波であるとする向きもあるものの(Smith et al., 2009)、これまで多文化主義が唱えてきた人種・民族だけでなく、性的、宗教的、社会経済的、障害といった個々人の持つアイデンティティの交差性(intersectionality)が、メンタルヘルスや健康の格差に重要な影響を与えていることが再認識されたことから社会的公正に対する認識が高まっているのである(Ratts et al., 2016)。

既存の社会構造に目を向けるとマイノリティ・グループに対する多種多様の不平等と不均等が存在する。Meyer (2003) は、マイノリティ・グループが経験する抑圧 (oppression) やスティグマ、メンタルヘルスや健康上のマイナスにつながるプロセスをマイノリティ・ストレスと呼んだ。マイノリティ・グループは、社会的基盤と結びついた支配的な文化、社会構造、規範といった個人を超えた制度、構造からストレスを受けやすいという。社会的公正において重要な概念である抑圧 (oppression) とは、周縁化された人々が社会的に不当な扱いを受けていることを指しており、Hardiman & Jackson (1982) は抑圧について次のように説明している。

抑圧とは、ある社会集団が自分たちの利益のために他の社会集団を利用することである。抑圧は、単純な力や支配の状況とは異なる。それは何よりもまず、イデオロギー的な支配、制度的な支配、支配グループのイデオロギーと文化を被抑圧者に広めることを含む体系的な現象である。抑圧とは、単にある集団が他の集団よりも優位にあることを主張するイデオロギーや信念でもなく、下位の集団のメンバーに対する無差別な差別やハラスメントでもない。抑圧とは、多くの要素が絡み合った支配のシステムである。

個人レベルで経験される抑圧は、マイクロアグレッションと呼ばれることもあり (Pierce, 1970), 個人を取り巻く組織やシステムのレベルでは周縁化された人々に不公平さをもたらす規則、政策、法律、制度の形で現れる (Adams et al., 2007; Young, 2004)。このような抑圧の結果として、多くのコミュニティが苦痛を経験し、メンタルヘル스에悪影響を受けていることが多くの研究において示されている (Gay, Lesbian, Straight Education Network, 2007; Mirowsky & Ross, 2003; Albee & Joffe, 2004; Jacobs, 1994)。

3. 国内における研究動向

次に我が国の心理臨床における社会的公正とアド

ボカシーに関する実践や研究について概観してみたい。社会的公正の概念は、衡平理論、手続き的公正といった社会心理学の分野で検討されてきたものの (田中, 1998; 大淵・菅原, 2000), キャリア・カウンセリングの分野で紹介されるなど (下村, 2020) 心理臨床領域においては限定的であり、社会的公正に関する研究は進んでいない。そのような中、個別カウンセリング、コミュニティ・カウンセリング、異文化カウンセリングを包括したマクロ・カウンセリング (井上, 2004) の視点からアドボカシーの必要性を指摘した井上 (2013) の功績は大きい。井上は、社会変革を「クライアントやクライアント集団に直接影響を与える法的政治的問題に臨床心理士・カウンセラーが積極的に関わること」としたうえで、「アドボカシーはエンパワメントから社会変革への橋渡しの活動である」とする Toporek & Liu (2001) の考えを紹介している。すなわち、法的政治的な問題に立ち向かうとするクライアントをエンパワーすることにとどまらず、カウンセラー自身もそうした問題の解決に積極的に関与することをその専門性に含めて考える視点を強調している。特にクライアントやクライアントが所属する特定の集団が社会的に不利益を被ったり、偏見や差別の状況に置かれたりしている場合、「その QOL を推進する立場にある専門家としての臨床心理士・カウンセラーはその独自の権利擁護＝アドボカシーの課題があるといえよう」と述べているように、心理臨床を権利擁護から捉える視点は本論の議論にも重要な示唆を与えるものである。

では実際に我が国の心理臨床をめぐるアドボカシーの実践や研究としてどのような取り組みが重ねられてきたのだろう。鈴木は先述した井上を含めた共著論文 (2010), あるいは別の単著論文 (2011) において、スクールカウンセラー (以下, SC) におけるアドボカシーについての議論を展開した。それらによると, SC が学校で出会う様々な問題は生徒の個人的な問題に起因するものばかりではなく、貧困や文化的マイノリティなど環境にその問題の原因があることが多く、様々な支援が受けにくい状況にあるために SC には AC が求めら

れるとしている(鈴木他, 2010)。しかし、臨床心理士養成課程では特に社会経済的地位や宗教・霊的アイデンティティ、性同一性といった側面に関連する AC に関する養成にほとんど目が向けられていないという課題も指摘されている(鈴木, 2011)。

また日本コミュニティ心理学会が発行する『コミュニティ心理学研究』は 2020 年に発行された第 24 巻第 1 号において「多文化カウンセリングとコミュニティ心理学の接点」というテーマの特集が生まれ、「近年、文化的に適切な心理援助において、生態学的な視点を踏まえ、コミュニティの状況に沿った形で実践を行うことの重要性が、益々強調されている」(大西, 2020)とその企画趣旨が説明されている。特集は多文化カウンセリングに焦点化したものだが我が国における多文化カウンセリングコンピテンシーに関する議論のように、AC の議論につながる示唆も豊富に含まれている。

しかし、この他により具体的な心理臨床実践や研究報告はあるものの限定的で、「参加者自らが撮影する写真(フォト)とその写真に関する撮影者の語り(ボイス)からなる作品を通して当事者の声を社会に訴え、問題解決のためのアクションを促す参加型アクションリサーチ」であるフォトボイスという手法を用いた武田(2014)の報告や、前掲の井上(2013)に収録された北風(2013)や長坂(2013)などに限られている。

4. 国内における対人援助関連分野におけるアドボカシーの取り組み

次に、我が国における心理臨床領域以外の対人援助関連分野におけるアドボカシーに関連する取り組みに目を向けてみたい。先に述べたように、近年大きな展開を見せている分野として子ども家庭福祉に関連する領域が挙げられる。2022 年 6 月児童福祉法等の一部を改正する法律案が可決され、入所措置や一時保護などの際に児童の意見・意向を聴取するなどの措置を講ずることが明示された。特にその具体的な取り組みとして訪問アドボカシーの取り組みが報告され(三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング, 2021)、意見表明支

援員の育成などの取り組みが各地で行われるようになってきている。従来、社会的養護の領域では子どもの権利条約への批准後、子どもの権利擁護をめぐる様々な取り組みが重ねられてきたが、近年子どもは意見を表明する権利があるとするだけでなく、意見を聞かれる権利を有するとして、より積極的に子どもが意見を表明しやすい環境を整える取り組みが重ねられつつあることがわかる。

ところで、子ども家庭福祉領域でのアドボカシーに関する実践、研究の旗手のひとりである堀(2020)はアドボカシーには 5 種類の担い手があるとし、アドボカシージグソーというものを紹介している。これら異なるアドボカシーの担い手がジグソーパズルのようにスクラムを組むことで支援することにより、子どもの権利が守られることを示した図であるが、これによると第一の担い手である本人が行うセルフアドボカシーの他、親や身近な大人がアドボケイトして支援するインフォーマルアドボカシー、施設や病院の職員、教職員など子どもに関わる仕事に従事している専門職によるフォーマルアドボカシー、同じ属性や背景を持った仲間がアドボケイトするピアアドボカシー、そして利害関係のない第三者が行う独立アドボカシーがあるとされている。

ではわが国では対人援助専門職はどのようなアドボカシーの取り組みを重ねてきたのだろうか。ここでは、我が国におけるアドボカシーに関連する実践や研究が社会福祉領域や医療・看護領域で展開されてきたという岩瀬(2010)の指摘に沿って、主に社会福祉領域や医療・看護領域の対人援助専門職による取り組みを概観してみたい。まず医療・看護の領域に目を向けてみると、日本看護倫理学会は、2016 年に「看護における“アドボカシー”を問う」という大会テーマの下で年次大会を開催している。がん看護専門看護師としてがん患者や家族とのかかわりを重ねてきた田村(2017)はその会長講演の中でそうした患者、家族に関わる看護師として身につける必要があるのは、「単に苦痛を和らげること、治療選択ができることではなく、これから先の人生をがんと共にどう生きていくのかについて考える力」

であり、看護師として「がん患者ががんと共に人生をどう生き抜くかについて自らの力で考え、選び取る力を育む支援に取り組みたいと考えるようになった」と、看護師にとってのアドボカシーの重要性を説いた。また澤田(2020)は、当事者としての自身の経験も踏まえて、精神科医療における服薬におけるアドボカシーとエンパワメントの重要性を指摘した。

一方、社会福祉の領域に目を向けると先述したような子ども家庭福祉の領域の他にも高齢者福祉、障害児者福祉の領域など広く実践や研究の報告を見ることができる。例えば、佐藤(2010)は高齢者の施設入所時にはアカウントビリティとアドボカシーの視点が重要であることを指摘し、平岡(2003)は障害者が自立した生活を送るためにはセルフアドボカシーが重要であると同時にその活動を支える人(ファシリテーター)の存在が重要であることを指摘している。また比嘉(2013)は、スクールソーシャルワーカーの役割としてアドボカシー機能が重要であることを述べたうえで、彼らが壁にぶつかり戸惑いながらもアドボカシー機能を遂行していくプロセスを考察している。このようにそもそも社会的に不利な立場に置かれたり、排除を経験したりしている人たちを対象とすることが多い社会福祉の領域では理念としても、専門職の役割としてもアドボカシーの重要性についての議論が重ねられていることがわかる。

この他、大学への進学を希望する発達障害のある高校生を対象とし、セルフアドボカシーを推進する実践報告(西・鳥居, 2022)や、聴覚障害児のセルフアドボカシー習得をテーマとした研究(木村他, 2020)など、特に障害のある子ども若者を対象とした教育領域における報告も散見される。

以上のように、国内における対人援助分野では家庭福祉、医療、看護領域を中心にアドボカシーの実践・研究が広がりをみせているが、心理臨床領域では井上らの研究グループが国内に紹介して以降、議論は停滞しているといえよう。

5. アドボカシー・コンピテンシー(AC)

一方、米国においては、この20数年で社会的公正とアドボカシーはカウンセリングの指針となる価値観となり、研究、介入、トレーニングにおけるイノベーションを誘発してきた(Baranowski et al., 2016)。Brady-Amoon et al. (2012)によると、カウンセリングの指針を示す公文書において社会的公正とアドボカシーへの関与が明らかにされているものには、アメリカ心理学会における心理学者の倫理原則と行動規範(APA, 2010)、ACAの倫理綱領(ACA, 2005)、プロフェッショナルトレーニングのための実践ガイドライン(CCPTP, ACCTA, & SCP, 2009; Miville et al., 2009)などがある。アメリカにおいて900ものカウンセラー養成プログラムを認定しているカウンセリング関連教育プログラム認定評議会(CACREP)の基準でも多文化と社会的公正のアドボカシーに関する包括的なトレーニングを規定している(Singh et al., 2020)。

その中でもACAでは、1990年代の後半からアドボカシーに重点を置いたタスクフォースに着手し、2003年には6領域43項目のACとして発表している(Leiws et al., 2003)。これが井上らの研究グループが国内に紹介したものである(鈴木ら, 2010)。ACとはカウンセラーがマイクロレベル(クライアント個人)、メゾレベル(学校や企業などの組織)、マクロレベル(社会)の3つのレベルで社会的公正に関与するための包括的な枠組みであり、エンパワメントから社会をよりよくするためのアクション(社会変革)へとつながるカウンセリング行為の連続体である(Toporek & Daniels, 2018)。2003年の発表直後に主な執筆者2名が亡くなり、2009年まで詳細な紹介と説明は行われずに経過したものの、2009年には関連雑誌でACに関する特集が生まれ、その後2018年には改定された(Singh et al., 2020)。改定後、ACAにおけるACは現在6領域59項目となっている。ACAのACの6領域を図1に示す(Toporek & Daniels, 2018)。このモデルでは、先に述べたようにアドボカシーの介入レベルをマイクロレベルであるクライアントからメゾレベルである学校や企業などの組織、マクロレベルである社会とに分けている。そしてそれぞれをクライエ

ントの関与の程度によりクライアントと一緒に行うもの、クライアントのためにカウンセラーが行うもの、と2つに分けている。図1内の点線は、異なる次元や領域が相互に排他的ではないことを示し、アドボカシーは複数のアプローチが取られたときに最も効果的である可能性を示している。以下に各領域について概説する。

① **クライアントのエンパワメント (Client Empowerment)** : クライアントのエンパワメントは、カウンセラーがクライアントと一緒に行うもので、カウンセラーはクライアントが直面する制度上の障害を特定し、それにどのようにアプローチし対処するか学ぶことができるようサポートする。一連の体験についてクライアントの内省的処理を促進することも含まれる。具体的にはクライアントのリソースを特定すること、クライアントに影響を与えている社会的、政治的、経済的、文化的要因を特定すること、セルフ・アドボカシーのスキルについてトレーニングをすることなどである。

② **クライアントのためのアドボカシー (Client Advocacy)** : クライアントのためのアドボカシーは、カウンセラーがクライアントのために行うもので、カウンセラーがクライアントにはアクセスすることが難しい社会資源を利用できるよう制度に直接働きかけるといったことを指す。クライアントに報復の恐れがある時や、コミュニケーションや認知の問題などがある場合にもこの方法が適切である可能性がある。多くの場合、このアドボカシーは、カウンセラー自身の組織や学校内の制度的な問題に取り組むことを含む。

③ **組織との連携 (Community Collaboration)** : 組織との連携では、カウンセラーはクライアント・グループや組織と一緒に、制度的な障害や問題を特定し対処する。カウンセラーの役割は、グループと協力関係を築き、対人関係やコミュニケーションなどに専門的なスキルを提供することであり、グループや組織が問題を検討し、行動方針を決定することを支援する。

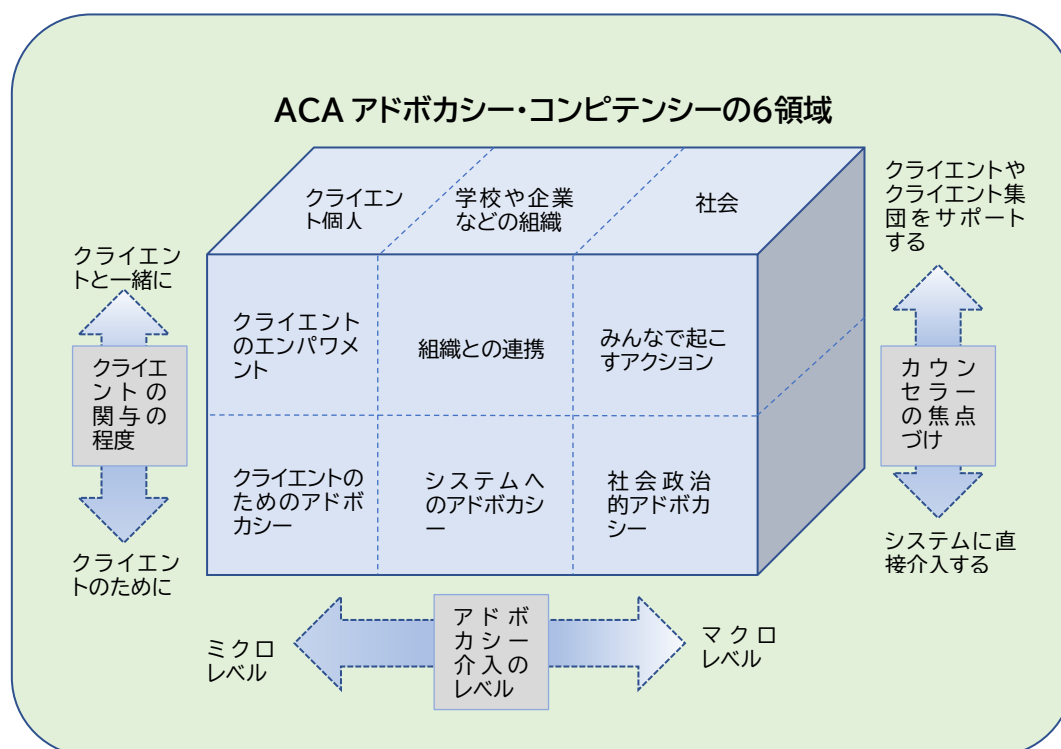


図1 ACA アドボカシー・コンピテンシーの6領域
Toporek&Daniels(2018) 日本語版杉原(2021a)

④システムへのアドボカシー (Systems Advocacy) : システムへのアドボカシーはカウンセラーが学校や企業などの組織やコミュニティの中でそのシステムに働きかけ、クライアントやクライアント・グループのために、アドボカシーを行うことを指す。カウンセラーはクライアントやクライアント・グループの成長を妨げる制度的な要因に気づいたとき、環境を変えて問題を防ぐことができると思うことがよくあるだろう。学校の部活動といった既存のグループがカウンセラーに助けを求めてくることもあれば、カウンセラーがある集団の中で繰り返し起こっているテーマについて気づくこともある。制度的な変化には組織内で抵抗が起こることも多く、データを提供して専門的知識を共有し、ビジョンを示すことも必要となる。

⑤みんなで起こすアクション (Collective Action) : みんなで起こすアクションとは、カウンセラーがグループと一緒に、世間の認識や政策を変えることによって改善できる問題に取り組むアドボカシーを指す。カウンセラーはクライアント・グループの一員として自分の知識とスキルと提供する。これには、問題に対する人々の認識を高めること、立法や政策変更のため意志決定機関に働きかけることなどが含まれる。

⑥社会政治的アドボカシー (Social/Political Advocacy) : カウンセラーがクライアントやクライアント・グループのためにこれまで直面してきた問題に対処するためにより大きな舞台で行うアドボカシーを指す。ある問題に関する報告書を作成したり、公聴会での証言、

問題意識を高めるためのマスメディアへの出演、専門家として代表して発言する、といったことである。

以上、ACA の AC の 6 領域について概説した。Storlie et al. (2019)によると、2004 年から 2016 年の間に、ACA の AC を用いた 280 以上の論文が発表されるなど、米国では活発な議論、実践が行われている。

6. 多文化と社会的公正カウンセリング・コンピテンシー (MSJCC)

図 1 のように ACA では AC を社会的公正を目的として実践される6つの行動領域として示したが、近年アドボカシーを多文化と社会的公正のコンピテンシーの一側面として統合する動きもある。それが多文化と社会的公正カウンセリング・コンピテンシー (MSJCC: Multicultural and Social Justice Counseling Competencies) である (Ratts et al., 2016)。MSJCC は ACA の倫理規定の策定にも貢献した多文化カウンセリング・コンピテンシー (MCC: Multicultural Counseling Competencies) の改訂版である (Singh et al., 2020)。つまり、多文化カウンセリング協会によって 1992 年に策定された MCC が ACA の倫理規定に影響を与え、その後 ACA では AC を発表するに至ったが、多文化主義が唱えてきた人種や民族に限らず、性的、宗教的、社会経済的、障害といった多様なアイデンティティを持った人々への対応が求められるようになったことから、アドボカシーを MSJCC に統合しようというのである。Singh

表 1 MSJCC の 4 つの主要な構成要素

(a) カウンセラーとクライアントの相互作用の4分円
特権的クライアント・特権的カウンセラー
特権的クライアント・周縁化されたカウンセラー
周縁化されたクライアント・特権的カウンセラー
周縁化されたクライアント・周縁化されたカウンセラー
(b) 多文化・社会正義コンピテンシーの発達領域
カウンセラーの自己認識
クライアントの世界観
カウンセリング関係
カウンセリングとアドボカシーのための介入
(c) 各領域内の態度・信念、知識、スキル、行動の発展的なコンピテンシー
(d) カウンセラー・アドボカシー・カウンセリングの生態学的な層
個人内・個人間<ミクロ>、組織・コミュニティ<メゾ>、公共政策・グローバル<マクロ>

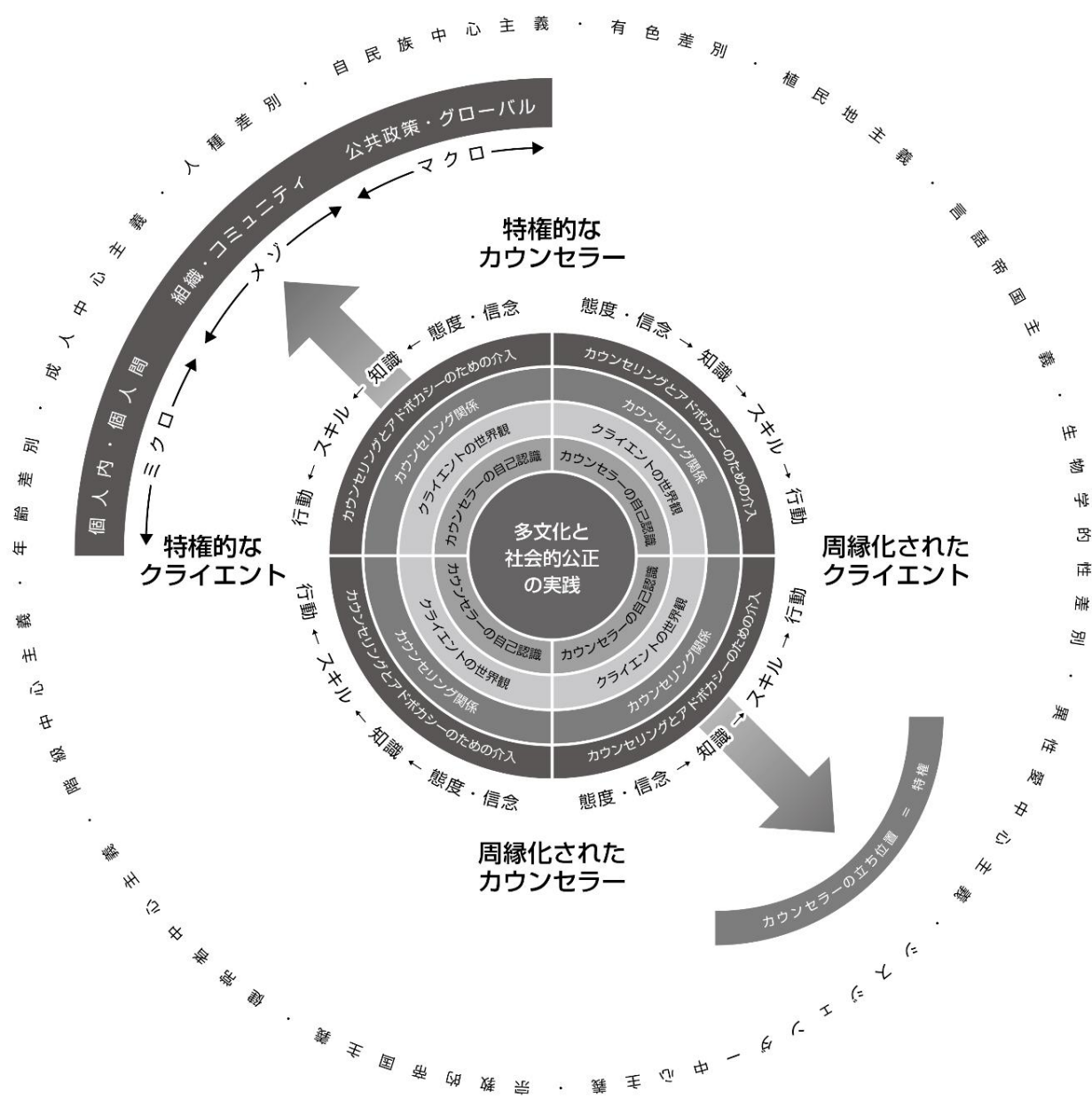


図2 多文化と社会的公正のカounseling・コンピテンシー(MSJCC)

Singh et al.(2020)より改変

et al. (2020) は、MSJCC について公平性と公正を求めるより大きな人権運動の最新版であるとしている。

Ratts et al. (2016) によると MSJCC の主要な構成要素は次の (a) から (d) に示す 4 つである (表 1)。(a) カウンセラーとクライアントの相互作用の 4 分円 (※円を 4 分割した形で示される) (特権的クライアント・特権的カウンセラー, 特権的クライアント・周縁化されたカウンセラー, 周縁化されたクライアント・特権的カウンセラー, 周縁化されたクライアント・周縁化されたカウンセラー), (b) 多文化・社会的公正コンピテンシーの発達領域 (カウンセラーの自己認識, クライアントの世界観, カウンセリング関係, カウンセリングとアドボカシーのための介入) (c) 各領域内の態度・信念, 知識, スキル, 行動の発展的なコンピテンシー, (d) カウンセラー・アドボカシー・カウンセリングの生態学的な層 (個人内・個人間<ミクロ>, 組織・コミュニティ<メゾ>, 公共政策・グローバル<マクロ>)。以上 4 つの構成要素を組み込んだ MSJCC の概念的枠組みを Singh et al. (2020) より図 2 に示し, 各領域について Ratts et al. (2016) より概説する。なお, Ratts et al. (2016) により MSJCC のオリジナル版の概念的枠組みが示されているが, ここではミクロからマクロレベルの介入までが示されている改訂版の Singh et al. (2020) を用いることとする。

(a) カウンセラーとクライアントの相互作用 4 分円:これは, カウンセラーとクライアントの相互作用を表しており, それぞれが特権的であるかもしくは周縁化されているかを示し, 4 つの組み合わせとなる。この組み合わせは, カウンセラーとクライアントの間で権力, 特権, 抑圧がどのように作用するのかを説明するものであり, これらがカウンセリング関係に様々な影響を与えるという前提に立っている。特権とは, 「ある社会集団に属していることで労なくして得ることのできる優位性」(出口, 2017)と定義されている。高学歴であること, 高所得であることや, 健常者であること, 異性愛者であるといったマジョリティとしての特権を持つということは社会的強者であり, その立場や力に無自覚であることにより不公正な社会の再生

産に加担してしまう構図がある。一方で自分自身が周縁化されたマイノリティ性を自覚することもあるだろう。カウンセラーとクライアントが特権的な地位によって社会的な権力と特権を共有する「特権的クライアント-特権的カウンセラー」, クライアントがその地位によってカウンセラーに対して社会的な権力と特権を持つ「特権的クライアント-周縁化されたカウンセラー」, カウンセラーがその地位によってクライアントに対して社会的な権力と特権を持つ「周縁化されたクライアント-特権的カウンセラー」, クライアントとカウンセラーが共に周縁化された「周縁化されたクライアント-周縁化されたカウンセラー」の 4 つである。

MSJCC では, それぞれのアイデンティティは固定しておらず流動的であると捉え, 相互作用はカウンセリング場面の瞬間, 瞬間によって変化し, 同時に複数に属していると認識する可能性もあるとされている。

(b) 多文化・社会的公正コンピテンシーの発達領域:これは, 4 分円に重なる同心円で示されている。まず, 「カウンセラーの自己認識」がもっとも内側に表記され, 多文化・社会的公正の能力はまずもって「カウンセラーの自己認識」からスタートするという信念が表現されている。続いて, 「クライアントの世界観」, 「カウンセリング関係」, 「カウンセリングとアドボカシーのための介入」と計 4 層がある。「カウンセラーの自己認識」が土台となり, 「クライアントの世界観」, 「カウンセリング関係」, 「カウンセリングとアドボカシーのための介入」へとつながっていく。

(c) 各領域内の態度・信念, 知識, スキル, 行動の発展的なコンピテンシー:これは, (b) で述べた発達領域の内, 「カウンセラーの自己認識」, 「クライアントの世界観」, 「カウンセリング関係」の 3 つには, それぞれ「態度と信念(A)」, 「知識(K)」, 「スキル(S)」, 「行動(A)」という発達段階に応じたコンピテンシーが組み込まれていることを示す。4 つ合わせて AKSA コンピテンシーと呼ばれる。多文化・社会的公正の成果を得るには「態度と信念(A)」, 「知識(K)」, 「スキル(S)」のコンピテンシーを運用して, 「行動(A)」につなげることが何より重要である。改定前の MCC においては AKS の 3 つだったが,

カウンセリング介入の最大の影響を生み出すのは「行動(A)」であるとして4つに目に付け加えられた。

(d) カウンセラー・アドボカシー・カウンセリングの生態学的な層:これは、生態学的な視点と、(b)で述べた「カウンセリングとアドボカシーのための介入」と関連して、「カウンセリングとアドボカシーのための介入」が、個人内・個人間<ミクロ>、組織・コミュニティ<メゾ>、公共政策・グローバル<マクロ>のどのレベルで行われているのかを示している。例えばミクロレベルでは、内面化された抑圧がどのように自分自身の行動を助け、あるいは妨げてきたかを振り返るよう促したり、家族や友人がどのようにクライアントの幸福に影響を与えているかを振り返るよう促す。メゾレベルでは、学校や企業といった組織や地域社会の価値観や規範が、どのように幸福に影響を与えるか、それを変えるにはどのような行動が可能なのか、特定の民族性や出身国・地域が、どのように自分の状況に関わり、それを変えるためにどのような行動が可能なのかといった点に介入する。マクロレベルでは、社会の中で関連する制度的政策がどのようなものか、を振り返るよう促す。

全体をみると、図を取り囲むようにはさまざまな差別が列挙されており、MSJCCの実践が公平性と公正を志向しそれらの解決を目指すことが示されている。

以上のようにMSJCCにおいては、アドボカシーが多文化と社会的公正のコンピテンシーの一側面として統合されている。4分円で特権的か周縁化されているか分割した上で、(b)多文化・社会的公正コンピテンシーの発達領域において、そのプロセスを同心円で示し、最終段階として「カウンセリングとアドボカシーのための介入」を掲げている。アドボカシーの介入のレベルをミクロ、メゾ、マクロとしている点はACAのACの6領域(図1)と共通しているといえよう。

7. 社会的公正とアドボカシーの視点を取り入れた心理臨床家養成プログラム

ここまでみてきたように、広がりと発展をみせる社会的

公正とアドボカシーの視点を心理臨床家の養成プログラムに取り入れようとする動きも活発化している(Browne et al., 2020; Burnes&Singh, 2010; Tippa&Mane, 2020)。ここでは、批判的省察(critical reflection)を用いた養成プログラム、グループ活動を取り入れた養成プログラム、サービスラーニングを取り入れた養成プログラムについて紹介しつつMSJCCに沿って整理を試みたい。

MSJCCにおいては、カウンセラー自身が持つ特権的立場もしくは周縁化された立場に意識を向けることが「4分円」に示されており、またカウンセラーの発達、つまり専門家としての成長の土台として「カウンセラーの自己認識」が重要視されている。そのためほとんどの研修モデルでは、学生が自分の社会的立場がどのように権力や無力感を与えているか、特権の階層がどのように形成されているかについての認識を深めるために、批判的省察を取り入れている(Goodman et al., 2018)。批判的省察とは、自身の立場に気づき、経験を振り返ることにより自己認識を深めることを指す。ただでさえ職業的ジレンマを生じやすい社会的公正の視点を養成プログラムで実践していくために、批判的省察によって自分の社会的立場が特権的であることを認識するなど自分の体験を意味づけることが必要である。Toporek & Worthington (2014)は、学生がこれまでの自分自身の経験が感情や考えにどう影響を与えているか振り返る批判的省察のワークを紹介している。学生に「貧困」「無職」「セックスワーカー」「元犯罪者」などの単語をスライドで見せ、それぞれの単語に対するとっさの反応を匿名でカードに書いてもらう。教員はカードを集めてシャッフルし、読み上げる。学生さらにそれに対する反応を書き留め、自分のこれまでの経験が感情や考えにどのように影響を与えているのか仮説を立てるのである。Goodman et al. (2018)は、批判的省察を用いた養成プログラムが学生のACを高めるものとして非常に効果的だとしている。

次に、グループ活動を取り入れた養成プログラムを紹介する。Keum & Miller (2019)は、社会的公正の理念を育むことを目的とする養成プログラムを実施する場合、

学生同士のつながりや親密さが高いと社会的公正規範の認識やアドボカシーへの志向性につながることを報告した。支配的な抑圧のシステムに取り組むことは、疲弊するだけでなく燃え尽きてしまい、家族や友人、同僚から孤立してしまう可能性がある (Kiselica & Robinson, 2001)。社会的公正の信念を共有する仲間との関係を保ち、課題を共有することにより一体感が生まれ行動を促進するということであろう。MSJCC に沿って考えると、グループ活動を取り入れることにより既存の社会システムの変革への志向性が高まり、MSJCC において重視される「行動」につながり、「カウンセリングとアドボカシーのための介入」につながると考えられる。グループ活動として、心理臨床家の養成プログラムに大きな示唆を与えるものとしてインター・グループ・ダイアログ (IGD) がある。IGD とは、多様なグループを超えた関係を築き、自分の社会的アイデンティティや権力に気づき、抑圧のシステムを批判し、社会的公正を推進するスキルを身につける方法として、多くの大学キャンパスで取り入れられているコミュニケーションの促進や対立を調停するツールである (Nadal, 2017)。IGD によって社会的公正に関する知識の増加、他人への共感の増加、視点の取り方や関わり方が増加することを示す実証研究もある (Miles et al., 2015)。

社会的公正とアドボカシーの学習のためサービslラーニングを利用することの利点も指摘されている (Wyatt, 2009)。サービslラーニングでは、学生がボランティアとして地域に根ざした仕事に従事することで、理論と実践を結びつけることができる。Toporek & Worthington (2014) はサービslラーニングを社会的公正の養成プログラムに統合したプロジェクトを紹介している。そのプロジェクトでは、大学院生がホームレスやそれに近い人々にサービスを提供しながらキャリアカウンセリングのスキルを実践する機会を提供し、副次的な目的として、学生の文化的謙虚さ、文化的能力、そしてホームレスやホームレスに近い人々の経験に対する構造的理解を深めると同時に、介入するために必要な知識と技術を見つける。意見や信念、視点が異なる人々の間で交わされる対話は難し

いものになりがちであるため、対話的教育 (Dialogues Pedagogy) の手法を社会的公正教育の中心として提案している。また、サービslラーニングについて Stewart-Sicking et al. (2013) は、コミュニティ・カウンセリング・コースに登録している 76 人のカウンセリング専攻の大学院生を対象に、サービslラーニングのプロセスと効果について、エビデンスのある理論を構築した。そのモデルでは、クライアントとのつながり、圧倒されること、期待を調整すること、そしてカウンセラーとしてのアイデンティティを再構築することの 4 段階のプロセスが紹介されている。Goodman et al. (2018) もサービslラーニングを活用したプログラムにおいて、内的葛藤、アドボカシー関係の構築、アドボケイトアイデンティティの統合といった 3 領域のプロセスをモデルとして提示している。これらのサービslラーニングを活用したプログラムは、組織やコミュニティを対象としており、MSJCC に照らしてみるとメゾレベルの介入であることがわかる。サービslラーニングを取り入れることで、地域社会の価値観を実際に肌で感じ取り、どのような介入が効果的であるのか体験することができる。

8. まとめ

本論では、まず社会的公正とアドボカシーについて近年の研究を概観した。米国では近年活発に議論、実践が行われているものの、国内では家庭福祉領域で取り組みが盛んになっている一方、心理臨床領域においてはアドボカシーについて紹介されたが議論は停滞している。社会的公正については今後の議論が期待されるといったところである。また、ACA の AC 及び MSJCC について紹介した。ACA の AC は 6 領域で示され、MSJCC はアドボカシーを多文化と社会的公正の視点に統合したものであった。米国では AC がカウンセリングの行動指針として明確に示されており、国内においても個人に焦点を当ててきたパラダイムから多文化及び社会的公正への展開が必要ではないかと思われる。その上で、心理臨床家が AC を発揮することが望まれる。これは、社会的な構造からアンフェアな立場に立つクライエ

ントの心理的な苦痛について、社会的、政治的、文化的視点を排して独立した存在として内面のみを扱うということの倫理性を問うことにもつながる。しかしながら、伝統的に個人の内界を扱う向きの強い心理臨床領域においては、実践家も社会的公正とアドボカシーを志向する際多くの葛藤を抱えることになるだろう。それは私たちの専門性ではない、という思いや、面接室の「外」に出る行為にためらう実践家も多いことだろう。社会的公正とアドボカシーの視点を心理臨床領域において位置づけ、養成プログラムに取り入れることも必要となってくる。養成プログラムの先行研究を概観すると、MSJCC でいう「カウンセラーの自己認識」が成長の土台となる重要なポイントであることもわかる。今後、社会的公正とアドボカシーの視点を心理臨床領域に位置付ける際に、実践家が経験する葛藤や躊躇する思いなどに耳を傾けその知見を統合することも必要であろう。また、そのためにも国内に則した尺度の検討も望まれ、家庭福祉、司法、教育、医療といった心理臨床の各分野でも議論・実践が重ねられていくことが期待される。

引用文献

- Adams, M., Bell, L. A., & Griffin, P. (Eds.). (2007). *Teaching for diversity and social justice* (2nd ed.). New York, NY: Routledge.
- Albee, G. W., & Joffe, J. M. (2004). Mental illness is NOT “an illness like any other.” *The Journal of Primary Prevention*, 24, 419–436.
- American Counseling Association. (2005). *ACA Code of Ethics*. Retrieved from: <https://www.counseling.org/resources/aca-code-of-ethics.pdf>
- American Psychological Association. (2010). *Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct: 2010 Amendments*. Retrieved from: <http://www.apa.org/ethics/code/index.aspx?item=7#90>
- American Psychological Association (2021). *Moving Human Rights to the Forefront of Psychology: The Final Report of The APA Task Force on Human Rights*. Retrieved from: <https://www.apa.org/about/policy/report-human-rights.pdf>
- Baranowski, K. A., Bhattacharyya, S., Ameen, E. J., Herbst, R. B., Corrales, C., Cote Gonzalez, L. M., . . . Miville, M. L. (2016). Community and public arena advocacy training challenges, supports, and recommendations in counseling psychology: A participatory qualitative inquiry. *Journal for Social Action in Counseling and Psychology*, 8, 70–97.
- Bell, L. A. (1997). Theoretical foundations for social justice education. In M. Adams, L. A. Bell, & P. Griffin (Eds.), *Teaching for diversity and social justice: A sourcebook* (pp. 3–15). New York, NY: Routledge.
- Bemak, F., & Chung, R. C. (2008). New professional roles and advocacy strategies for school counselors: A multicultural/social justice perspective to move beyond nice counselor syndrome. *Journal of Counseling & Development*, 86, 372–381.
- Brady-Amoon, P., Makhija, N., Dixit, V., & Dator, J. (2012). Social justice: Pushing past boundaries in graduate training. *Journal for Social Action in Counseling and Psychology*, 4(2), 85–98.
- Browne, N., Zlotowitz, S., Alcock, K., & Barker, C. (2020). Practice to policy: Clinical psychologists’ experiences of macrolevel work. *Professional Psychology, Research and Practice. Advance online publication*. <http://dx.doi.org/10.1037/pro0000301>
- Burnes, T. R., & Singh, A. A. (2010). Integrating social justice into the practicum experience for psychologists: Starting earlier. *Journal of Training & Education in Professional Psychology*, 4, 153–162.

- <http://dx.doi.org/10.1037/a0019385>
- Council of Counseling Psychology Training Programs, Association of Counseling Center Training Agencies, & Society of Counseling Psychology. (2009). Counseling psychology model training values statement addressing diversity. *The Counseling Psychologist*, 37, 641-643. doi: 10.1177/0011000009331930
- Chang C., Crethar H., Ratts M. (2010). Social justice: A national imperative for counselor education and supervision, *Counselor Education and Supervision*, 50, 2, 82-87
- Crethar, H. C., Torres Rivera, E., & Nash, S. (2008). In search of common threads: Linking multicultural, feminist, and social justice counseling paradigms. *Journal of Counseling & Development*, 86, 269-278.
- 出口真紀子(監訳). 田辺希久子(訳) (2017) 真のダイバーシティをめざして—特権に無自覚なマジョリティのための社会的公正教育—, 上智大学出版 まえがき Diane J. Goodman (2011). Promoting Diversity and Social Justice: Educating People from Privileged (Second Edition)
- Gay, Lesbian, Straight Education Network. (2007). 2007 National School Climate Survey: Nearly 9 out of 10 LGBT students harassed. Retrieved August 12, 2009, from <http://www.glsen.org/cgi-bin/iowa/all/library/record/2340.html?state=research&type=research>
- Goodman, L. A., Liang, B., Helms, J. E., Latta, R. E., Sparks, E., & Weintraub, S. R. (2004). Training counseling psychologists as social justice agents: Feminist and multicultural principles in action. *The Counseling Psychologist*, 32, 793-837.
- Goodman L.A., Wilson J.M., Helms J.E., Greenstein N., Medzhitova J. (2018) Becoming an Advocate: Processes and Outcomes of a Relationship-Centered Advocacy Training Model, *Counseling Psychologist*, 46, 2, 122-153
- Hardiman, R., & Jackson, B. (1982). Oppression: Conceptual and developmental analysis. In M. Adams, P. Brigham, P. Dalpes, & L. Marchesani (Eds.), Social diversity and social justice—Diversity and oppression: Conceptual frameworks (pp. 1-6). Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- 比嘉昌哉 (2013). スクールソーシャルワーカーのアドボカシー機能遂行のプロセス—子ども支援に焦点を当てて—, 沖縄国際大学人間福祉研究 10(1), 1-18
- 平岡 蕃 (2003). 知的障害のある人たちの自立生活とアドボカシーの展開, 久留米大学文学部紀要. 社会福祉学科編 3, 57-69
- 堀正嗣 (2020). 子どもアドボカシーとは, 世界の児童と母性 88, 7-12
- Jacobs, D. H. (1994). Environmental failure: Oppression is the only cause of psychopathology. *Journal of Mind and Behavior*, 15, 1-18.
- 井上孝代編著 (2004). 共感性を育てるカウンセリングマクロ・カウンセリング実践シリーズ 1, 川島書店
- 井上孝代編著 (2013). 臨床心理士・カウンセラーによるアドボカシー—生徒, エイズ, 吃音・精神障害者, 性的・民族的マイノリティ, レイプ・DV 被害児(者)の声を聴く—, 風間書房
- 石塚正英・柴田隆行監修 (2013). 哲学・思想翻訳語辞典増補版, 論創社
- 岩瀬久子 (2010). DV 被害者に対する民間支援団体のアドボカシー活動—米国の現状と日本の課題—, 奈良女子大学社会学論集 17, 115-132.
- Keum, B.T., Miller, M.J. (2019). Social Justice Interdependence Among Students in Counseling Psychology Training Programs: Group Actor-Partner Interdependence Model of Social Justice Attitudes, Training Program Norms, Advocacy Intentions, and Peer Relationships, *Journal of Counseling Psychology*, <http://dx.doi.org/10.1037/cou0000390>

- 木村淳子, 藤吉昭江, 井手朱里, 西村美紀, 光吉佳奈, 福島邦博(2020). 学童期聴覚障害児におけるセルフアドボカシーの評価と検証, 耳鼻と臨床 66, 6, 222-227
- Kiselica, M.S. & Robinson, M. (2001). Bringing Advocacy Counseling to Life: The History, Issues, and Human Dramas of Social Justice Work in Counseling, *Journal of Counseling&Development*, Fall, 79, 3-13
- 北風菜穂子(2013). レイプ被害者のためのアドボカシー 井上孝代(編)臨床心理士・カウンセラーによるアドボカシー生徒, エイズ, 吃音・精神障害者, 性的・民族的マイノリティ, レイプ・DV 被害児(者)の声を聴くー, 風間書房
- Lewis, J. A., & Lewis, M. D. (1983). Community counseling: A human services approach. New York: Wiley.
- Lewis, J. A., Arnold, M. S., House, R., & Toporek, R. L. (2003). ACA advocacy competencies. Retrieved from:https://www.counseling.org/Resources/Competencies/Advocacy_Competencies.pdf
- Meyer, I. H. (2003). Prejudice, social stress, and mental health in lesbian, gay, and bisexual populations: conceptual issues and research evidence.*Psychological Bulletin*, 129, 674.
- Miles, J. R., Muller, J. T., Arnett, J. I., Bourn, J. R., Johnson, M. C., & Recabarren, D. (2015). Group member affect and session evaluations in intergroup dialogue. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 19, 225-242. <http://dx.doi.org/10.1037/gdn0000032>
- Mirowsky, J., & Ross, C. E. (2003). Social causes of psychological distress (2nd ed.). Edison, NJ: Aldine Transaction.
- 三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング(2021). 令和2年度 子ども・子育て支援推進調査研究事業 子どもの意見表明を中心とした子どもの権利擁護に関する調査 研究 報告 書 (https://www.murc.jp/wp-content/uploads/2021/04/koukai_210426_9.pdf)
- Miville, M. L., Duan, C., Nutt, R. L., Waehler, C. A., Suzuki, L., Pistole, C., ...Corpus, M. (2009). Integrating practice guidelines into professional training: Implications for diversity competence. *The Counseling Psychologist*, 37, 519-563.doi:10.1177/0011000008323651
- Munley, P. H., Duncan, L. E., McDonnell, K. A., & Sauer, E. M. (2004). Counseling psychology in the United States of America. *Counselling Psychology Quarterly*, 17, 247-271. doi:10.1080/09515070412331317602
- Nadal, K.L. (2017) "Let's get in formation": On becoming a psychologist-activist in the 21st century, *American Psychologist*, 72, 9, 935-946
- 長坂晟(2013). 性同一性障害者へのアドボカシー 井上孝代(編)臨床心理士・カウンセラーによるアドボカシー生徒, エイズ, 吃音・精神障害者, 性的・民族的マイノリティ, レイプ・DV 被害児(者)の声を聴くー, 風間書房
- 西あかね・鳥居深雪(2022). 発達障害のある高校生への大学移行支援プログラムの有効性ー生徒のセルフアドボカシーの視点からー, 神戸大学大学院人間発達環境学研究科研究紀要 15(2), 79-90
- 大淵憲一・菅原郁夫監訳(2000). 多元社会における正義と公正, ブレーン出版 Tyler, T.R, Boecmann, R.J, Smith, H.J&Huo, Y.J (1997) Social Justice in a Diverse Society
- 大西晶子(2020). 文化的に適切な心理援助の発展に向けたコミュニティ心理学の貢献可能性, コミュニティ心理学研究 24(1), 1-2
- Pierce, C. (1970). Offensive mechanisms. In F. B. Barbour (Ed.), *The Black seventies* (pp. 265-282). Boston, MA: Porter Sargent.
- Ratts M.J.(2009).Social justice counseling: Toward the

- development of a fifth force among counseling paradigms, *Journal of Humanistic Counseling, Education and Development*, 48, 2, 160-172
- Ratts M.J., Singh A.A., Nassar-Mcmillan S., Butler S.K., McCullough J.R. (2016). Multicultural and Social Justice Counseling Competencies: Guidelines for the Counseling Profession, *Journal of Multicultural Counseling and Development*, 44, 1, 28-48
- Ratts M.J., Greenleaf A.T. (2018). Counselor–Advocate–Scholar Model: Changing the Dominant Discourse in Counseling, *Journal of Multicultural Counseling and Development*, 46, 2, 78-96
- Shin, R. Q., Welch, J. C., Kaya, A. E., Yeung, J. G., Obana, C., Sharma, R., . . . Yee, S. (2017). The intersectionality framework and identity intersections in the Journal of Counseling Psychology and The Counseling Psychologist: A content analysis. *Journal of Counseling Psychology*, 64, 458–474. <http://dx.doi.org/10.1037/cou0000204>
- Singh A.A., Nassar S.C., Arredondo P., Toporek R. (2020). The Past Guides the Future: Implementing the Multicultural and Social Justice Counseling Competencies, *Journal of Counseling and Development*, 98, 3, 238-252
- Smith, S. D., Reynolds, C. A., & Rovnak, A. (2009). A critical analysis of the social advocacy movement in counseling. *Journal of Counseling & Development*, 87, 483–491.
- Stewart-Sicking, J. A., Snodgrass, J. L., Pereira, R., Mutai, W. W., & Crews, R. (2013). A grounded theory investigation into the process and effects of servicelearning in counselor education. *The International Journal of Research on Service-Learning and Community Engagement*, 1, 47–60.
- Storlie, C. A., Woo, H., Fink, M., & Fowler, A. (2019). A content analysis of the domains of advocacy competencies in select counseling journals: 2004–2016. *Journal of Counselor Leadership & Advocacy*, 6, 42–54. doi:10.1080/2326716X.2018.1545613
- 佐藤英晶 (2010) 特別養護老人ホーム入所に関わるアカウンタビリティとアドボカシー, 帯広大谷短期大学紀要 47, 1-10
- 澤田千恵 (2020). 精神科多剤大量処方問題に対して専門職が発揮すべきアドボカシーとエンパワーメント機能 —インタビュー調査にみるその意義と可能性—, 人間と科学 県立広島大学保健福祉学部誌 20(1), 25-34
- 下村英雄 (2020). 社会正義のキャリア支援—個人の支援から個を取り巻く社会に広がる支援へ—, 図書文化社
- 杉原保史 (2021a). 心理臨床における社会正義とアドボカシー—社会政治的・経済的・文化的要因にセンシティブな心理臨床のために—, 日本心理臨床学会第40回大会自主シンポジウム配布資料
- 杉原保史 (2021b). 倫理・社会正義・政治との臨床実践との統合 心理療法統合ハンドブック第14章, 誠信書房
- 鈴木ゆみ, いたうたけひこ, 井上孝代 (2010). 日本におけるスクールカウンセラーのアドボカシーコンピテンスの応用可能性 —日本語版アドボカシーコンピテンセルフ評価検査 (Advocacy Competencies Self-Assessment Survey) の紹介—, マクロ・カウンセリング研究, 9, 30-47
- 鈴木ゆみ (2011). スクールカウンセラーの多文化カウンセリングコンピテンスの獲得に向けて —臨床心理士養成課程の大学院案内とシラバスの分析—, 明治学院大学大学院心理学研究科心理学専攻紀要 16, 31-47.
- 武田丈 (2014). 写真が語る赤い家の真実, 関西学院大学出版
- 田村恵子 (2017). 看護におけるアドボカシーとは—がん看護専門看護師としての挑戦, そして越境—, 日

- 本看護倫理学会誌 9(1), 64-65
- 田中堅一郎編(1998). 社会的公正の心理学—心理学の視点からみた「フェア」と「アンフェア」—, ナカニシヤ出版
- Tippa, N. G., & Mane, S. R. (2020). Perception on field work practicum among the post graduate students at North Karnataka. *Our Heritage*, 68, 22-30.
- 富樫公一(2021). 当事者としての治療者, 岩崎学術出版
- Toporek, R. L., & Liu, W. M. (2001). Advocacy in counseling: Addressing race, class, and gender oppression. In D. B. Pope-Davis & H. L. K. Coleman (Eds.), *The intersection of race, class, and gender in multicultural counseling* (pp. 285-413). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Toporek R.L., Worthington R.L. (2014). Integrating Service Learning and Difficult Dialogues Pedagogy to Advance Social Justice Training Difficult Dialogues Pedagogy, *The Counseling Psychologist*, 42, 7, 919-945
- Toporek, R. L. & Daniels (2018). ACA Advocacy Competencies Endorsed by ACA 2003 (Lewis, Arnold, House & Toporek) and Updated in 2018. Retrieved from: <https://www.counseling.org/docs/default-source/competencies/aca-advocacy-competencies-updated-may-2020.pdf>
- 梅木修(1990). 英語の語源辞典, 大修館書店
- Vera, E. M., & Speight, S. L. (2003). Multicultural competence, social justice, and counseling psychology: Expanding our roles. *The Counseling Psychologist*, 31, 253-272. doi:10.1177/0011000003031003001
- Young, I. (2004). Five faces of oppression. In L. Heldke & P. O'Connor (Eds.), *Oppression, privilege, and resistance: Theoretical perspectives on racism, sexism, and heterosexism* (pp. 37-63). New York, NY: McGraw-Hill.
- Wachtel, P. (2014). *Cyclical psychodynamics and the contextual self: The inner world, the intimate world, and the world of culture and society*. Routledge: Taylor & Francis Group. 杉原保史((監訳)(2019). 統合的心理療法と関係精神分析の接点—循環的心理力動論と文脈的自己—, 金剛出版
- Wyatt, K. A. L. (2009). *The mandate for social justice advocacy in counselor education: Using service learning to train masters' students as social justice advocates* (Unpublished doctoral dissertation). The College of William and Mary, Williamsburg, Virginia.

C.B.マクファースンのロールズ批判に関する考察

小松敏弘*

Consideration about the Rawls criticism by C.B. Macpherson

By

Toshihiro KOMATSU

(Received: October 24, 2022, Accepted: January 3, 2023)

The most left of the Rawls criticism is Crawford Brough Macpherson. Both are advocator of positive state theory. Why does Macpherson criticize Rawls who is the same advocator of positive state theory severely? What are the contents of the criticism? In addition, what is the meaning that it aims at? I want to decide to elucidate above-mentioned some points in this article. In addition, through it, I think that I can explore the figure which should have the modern capitalist society.

Key Words : Macpherson, Rawls, Man, Society, bourgeoisie

1. はじめに

『ロールズ 『正義論』とその批判者たち』のなかで、P・ペティットは、次のように述べている。「リベラル(自由主義者)は、古典的リベラルと現代的リベラルとに区別できる。18世紀から19世紀初頭にかけての古典的リベラルは、国家の唯一の役割は、市民の側の一定の権利、特に人身の自由と私有財産、を保護することにあると主張した。19世紀後半に出現した現代的リベラルは、国家は、たとえ自由権と財産権を多少犠牲にしても、貧困、住宅不足、健康問題、教育問題等の 이슈に対して、関心をもつべきだ、と述べたのである。・・・ここでは自由は、単なる干渉からの自由という消極的な意味以上のものとして理解されたのである。ロールズは明らかに、リベラルであるが、古典的ではなく現代的な型のリベラルである⁽¹⁾。」つまりロールズは、19世紀後半以降に活躍したJ.S. ミルやT.H. グリーンの系譜をひく現代的リベラルであ

り、上記のイシューに対して積極的な国家の干渉を認める積極的自由論者であると解されるということであろうと筆者は考える。20世紀後半に活躍した政治学者、政治思想家にC.B. マクファースンがいる。彼も積極的自由論者である現代的リベラルだと筆者は考えるが、そのリベラルのなかでは最左派に位置する。このマクファースンは、同じ積極的自由論者であるロールズを、痛烈に批判する。なぜ批判するのか、その批判の中身とそれが意図する意味を本稿では解明することにしたと考えている。またそのことを通して、現代資本主義社会のあるべき姿を模索することができればと考える。

2. ロールズに対する批判者たち

上記のように、ロールズを批判する急先鋒には、マクファースンがいる。彼以外の批判者たちにはリバタリアンがいる。ロールズは国家干渉を認める現代的リベラルであるので、ロールズ理論に対する重要な批判は、P・ペティットによれば、「古典的自由主義の陣営から派生している。・・・今日では古典的リベラルは、

* 文理融合学部経営学科教授

リバタリアン(自由尊重主義者)といわれて⁽²⁾」いる。

このリバタリアンの側からの批判としては、R・ノージックの『アナーキー・国家・ユートピア』がある。この著書では、最小国家の正当化を行っている。それを越える拡張国家が正当化しえないことを論じている。拡張国家を正当化すると称する論拠が、実際には破綻することを示している。市民の間に分配的正義を実現・招来する手段としての拡張国家を正当化する主張に対置するため、拡張国家を必要としない正義の理論を展開し、何らかの拡張国家を想定している分配的正義の諸理論を解剖し、批判している。特にジョン・ロールズの強力な理論を批判の中心にすえている⁽³⁾。つまり、拡張的国家を正当化するロールズの正義論に対して、ノージックは最小国家の正当性という観点からの批判を行っているということである。しかし、分配的正義を実現するには、夜警国家のような最小国家では無理があり、やはり何らかの拡張国家が必要ではないかと、筆者は考える。

一方でコミュニタリアニズム(共同体主義)という観点からのロールズのリベラリズムに対する批判がある。その代表的人物は、A・マッキンタイア、C・テイラー、M・ウォルツァー、M. J. サンドルの四者である⁽⁴⁾。ここでは、サンドルの批判をみておこう。サンドルは、『リベラリズムと正義の限界』のなかで、特定のコミュニティに条件づけられない「負荷なき自我」を提唱するロールズに対して、「状況づけられた自我」を主張する。「われわれの一定の役割は、現在のわれわれの人格——ある国の市民としてか、ある運動の成員としてか、ある大義の同志としてか——の一部を構成するものである。しかし、もしも、現在暮らすコミュニティによって、われわれの一部が定義されるとしたら、そのようなコミュニティを特徴づけている企図や目的とも、われわれは絡み合っているはずである。・・・私の人生の物語は、私のアイデンティティが導出されるそのようなコミュニティ——家族であれ、都市であれ、部族であれ国家であれ、政党であれ大義であれ——の物語のなかにつねに埋め込まれている。コミュニタリアンの見解では、このような物語によって、たんに心理学的相違ではなく、道徳的相違がもたらされる。その物語によって、われわれはこの世界に状況づけられ、われわれの生活に道徳的な固有性が与えられる⁽⁵⁾。」このように、コミュニタリアニズムという観点からのロールズのリベラリズム批判であった。但し、両者、特にサンドルとロールズの社会政策に関しては、類似しており、神島裕子氏がいうように、「コミュニタリアン

の議論は・・・福祉政策を否定するものではない⁽⁶⁾。つまり福祉政策の肯定・擁護という点では、ロールズもサンドルも共通しているのである。

3. リベラリズム最左派からの批判

ロールズの正義論は、アメリカのアフーマティブ・アクション政策(積極的格差是正措置)に影響を与え、「アメリカの民主党政権の政策に親和的でリベラルなものであると同時に、ヨーロッパでは社会民主主義と呼ばれる社会主義系の思想の系譜上にもある⁽⁷⁾」とされている。しかしながら、はじめに、においても述べているように、左派からの厳しいロールズ批判があることも事実である。

A・ディクタトロは、「ロールズと左派の批判」の論文のなかで、左派の批判を紹介している。「ロールズは時代錯誤のグラッドストン流のリベラルなのか。ロールズの正義論は階級分裂社会を承認しているのではないのか。ロールズは見かけ上は反対に見えるが、実は不平等主義的功利主義者ではないのか。ロールズの市場の取引の擁護は、分配に関するブルジョア的概念の支持を伴っているのではないのか。ロールズの正義原理はコミュニティの価値とは対立する関係に立っているのではないのか⁽⁸⁾。」このように、ロールズの正義の原理は、資本主義社会の階級対立を是認し、資本主義社会を肯定するものではないのかという左派の批判があることを、ディクタトロは紹介し、その左派の所説の代表的例として、C. B. マクファースンとK. ニールセンの見解の紹介とそれへの批判的検討を行っている。ロールズの正義論は社会主義と両立するし、階級分裂社会を許容するものではないというのが、ディクタトロの見解である⁽⁹⁾。

ディクタトロがいうマクファースンのロールズ批判としては、「人間と社会についてのロールズモデル」等があり⁽¹⁰⁾、ニールセンのロールズ批判としては「階級と正義」がある⁽¹¹⁾。ニールセンの批判を注釈のところだけで簡単に紹介する。それでは、本稿では、左派の代表格であるマクファースンのロールズ批判を丹念に追っていきたいと考えている。

4. C. B. マクファースンのロールズ批判

左派からの批判を除く、これまでのロールズに対する批判者たちの言説からいえることは、ロールズは、国家干渉を認める現代的リベラルであり、拡張的国家論者であ

る。福祉政策を肯定する社会民主主義という広義の社会主義に属するというのである。

しかし一方で、資本主義の不平等を肯定し、社会民主主義の系譜には属しないとみるようなマクファースンのロールズ批判もあることも事実である。この批判は一体どのようなものであり、その批判が正しいのか、またどのような意図をもって、提唱されているのか、をこれからみていきたいと考える。マクファースンは、「人間と社会についてのロールズのモデル」のなかで、ロールズを批判、考察している。

「ロールズの『正義論』の中心的関心は、様々な社会的諸階級の構成員に対する不平等な生活の見込みの正当化を伴っている。この理由は、その不平等が、すべての社会の基本的構造において多分不可避免的であるということであろう⁽¹²⁾。」つまりロールズの正義論は資本主義社会の不平等さを前提とするものと、マクファースンはみている。

続けてマクファースンは言う。「様々な社会的諸階級間の分配的所得について考察してみよう。財産所有民主主義における企業所有者階級の構成員としてスタートした人々は、多分、未熟練労働者階級でスタートした人々よりも、より良き将来の見込みを持っている。このことは、現存する社会的諸不正が除去された時ですら、真実味を帯びているようにみえる。それでは、将来の生活の見込みにおけるこの種の最初の不平等を可能な限り正当化するものは一体何であろうか。ロールズは述べているが、それを正当化するものは、彼の第二の正義原理の重要な部分であり、かつロールズ理論の顕著な新規性であると彼が述べている『格差原理』である。その原理は、よく厚遇されている人々のより高い予期が、社会の最も不遇な人々の予期の改善に資するような仕組みの部分として機能する場合にのみ、正当化されるということである。さらに、社会的経済的不平等は、(a) 最も不遇な人々の最大の便益、および(b) 公正な機会の平等の諸条件のもとで全員に開かれている職務と地位に付随するようにアレンジされるべきである。一般的な正義の概念は、自由と機会を含むすべての基本財に対して適用される格差原理にすぎないのである⁽¹³⁾。」

このように、マクファースンはロールズの正義原理を紹介した後で、これに対する批判、考察を行っている。「将来の生活の見込みにおける不平等に相当する諸階級間の社会的、経済的不平等が、現存の社会的不正が除去された時ですら、不可避免的であり、持続化することさえあることを前提とするなら、ロールズの原理は理に適っているといえる。そこで問題であるのは、これがなぜ前提とされ

るのかということである。階級なき社会は考えられないのか。ということは、所得と権威の様々なレベルの相違が顕著である場合であったとしても、より高い所得と権威のレベルの占有は、他人を搾取する(搾取の厳密な意味では、すなわち自身の利益のために、他人の諸力の一部を自身へ移転させる)結果でもなく手段でもない社会を想定することは不可能なのか。私はそのようには考えない。ロールズはなぜそれを想定することができないのか、すなわち、どの社会、特に自由市場社会における階級分裂が、そのような持続的移転(すなわち、移転とは、階級分裂の手段であり、結果である)に基づいていることを、ロールズは理解していない、そのように考えられる理由を私は知っている。・・・現存する社会的不正を、独占的制限、(教育機会を含む)機会均等の欠如のような現在の現象によるものとして、ロールズは考えることができる。これらのすべては、調整的な福祉国家によって、治療できると考えられている。彼は述べているように、それらが治療されても、能力の自然的相違は残るであろうことは確かである。それは力の移転をを残すことになるだろう。力の移転とは、他人の力の一部を抽出することができることを許容し、市場社会においては必要とし、階級相違をさらに再生産するものである⁽¹⁴⁾。」

以上のように、マクファースンは、ロールズの正義論、格差原理では、階級なき社会を構想していない、と批判している。マルクス主義における搾取、マクファースン独自の表現である「力の移転」の問題を解決していないと異論を展開している。ロールズの理論では、福祉国家の導入による解決を期す積極的国家論の展開であるが、それでも、搾取、力の移転の存在を前提にしたものであると、マクファースンは否定的な評価を行っている。

このように、階級が存在する社会を前提にした正義論を、ロールズは展開しているのではないか、という疑念を、マクファースンは提示し続けることになる。マクファースンによれば、「搾取諸階級が存在しない社会のビジョンは、正義の領域をはるかに越えた妄想であると受け取っていると考えられるかもしれない。ロールズは、彼の正義が階級諸社会にかなり限定されているのではという異議を多分見越しながら、一見すると十分に正しい論を展開している。すなわち、利害対立が存在しない社会は、正義をはるかに越えている。万人が彼らの完全な善を達成することができ、あるいは、対立する諸需要が存在せず、万人の欲求を調和のある活動計画に一緒に適用できるような社会は、ある意味、正義をはるかに越えた社会であるということである。その社会は、権利と正義の原理に訴えることが必要であるようなケースを、排除している。十分な

公正性、すなわち、正義に関する論文は、正義の原理の事例ではないであろう社会を処理するために必要とはされえないということである。そしてロールズは、正義の原理のみが必要とされる状況を提示することにおいて誠実である⁽¹⁵⁾。」このように、ロールズの正義論は、階級社会を前提にしたもので、階級なき社会の構想は、ロールズの正義論の範疇ではない、というマクファースンの見立てである。

ロールズの正義論、格差原理は、資本主義社会の階級社会を前提とするものである。それでは、そのなかのどのような社会において、正義等は実現するとロールズは考えていたのか、マクファースンの分析をみていくことにしたい。

マクファースンによれば、ロールズ理論の不確実性は、より良き社会や社会における人間についてのロールズの問題が、資本主義的市場社会と人間からどれほど導き出されたかに依存する⁽¹⁶⁾。「公正な社会についてのロールズの基準に最もよく合致している社会的、経済的、政治的制度の構造は、彼が『民主主義的平等』と呼んでいるものである。それはある自由主義的社会(『自然的自由』と『自由的平等』の制度)を越えた、それとは異なるものであり、しかし、生産手段は私的に所有されている、あるいはされていないにもかかわらず、経済が大雑把に言えば同様に自由市場制度を前提としているものである。さらに言えば、現代国家における社会的正義を確立するものとして私たちが考えている複雑な諸制度は、以下のものとして設定されている⁽¹⁷⁾。」

ここから、マクファースンはロールズの『正義論 初版』の87頁を引用していく。以下のものとは次のものである。「市場を競争的なものにし、資源を十分に活用し、財産と富(特に生産手段の私的所有が許容されているところでの)を、税の適切な形態などによって、広範囲に分配し、程よい社会的最低限を保障するように、法と政府が実際上行動するように想定せよ。すべての人々のための教育によって保障された公平な機会均等があり、さらに他の平等な諸自由が獲得されることを前提とせよ。そうすれば、結果として発生する所得の分配と将来の見込みのパターンは、格差原理を満たす傾向が強まり・・・厚遇されている人々の便益が全く厚遇されていない人々の条件を改善することになるであろう。あるいは、もし彼らがそうしない場合でも、例えば、適切なレベルでの社会的最低限を設定することによって、彼らはそうするように調整されうる。これらの諸制度が現在存在しても、それらが重大な不正によって満たされることもある。しかし、格差原理が自由の欲求、公平な機会均等と一致して満たされる

ように、基本的なデザインと意図と両立するようにその諸制度を取り扱う方法が多分あるのである⁽¹⁸⁾。」

マクファースンはロールズの以上の引用をした後、次のように言う。「公正な社会のために必要とされる基本的諸制度についてのこれらの記述は、ロールズが差し込んだある条件を除いては、本質的には現在の資本主義的福祉・調整国家の最も進化したバージョンである。その国家は市場の競争を維持するために干渉するが、経済のモーターは、利得のインセンティブによって動かされる企業家である。これは古典的な資本主義的福祉国家である⁽¹⁹⁾。」

このように、ロールズの格差原理を満たすものとして、課税による社会的再分配と社会的最低限の保障を行う資本主義的福祉国家であると、マクファースンは分析している。資本主義国家の一つの形態、種類であることを、ある意味、問題視しているような印象を、マクファースンは与えている。

それでは、さらにマクファースンのロールズ分析を検討していこう。「社会主義制度がロールズの正義の原理の必要条件を満たしうることを示すことは困難ではない。しかし、資本主義市場制度の修正としてではなく、搾取的所有制度によって、そうすることができる。しかし、ロールズは搾取的諸関係を資本主義の固有のものとは認識していない。・・・ごく短い言及の後、諸世代間の正義に関するような他の問題の議論、そのための私的所有モデルに話を戻している。このようにして、ロールズの世界諸モデルについての使用に関する限り、彼は改良された資本主義モデルに主として依存しているが、彼の社会主義モデルが標準的な資本主義の動機のかかなりの要素を具現化しているゆえに、社会主義モデルを許容できる修正物としてみなすこともできる。彼の人間モデルはブルジョアモデルであるので、よく秩序だったあるいは公正な社会についての彼のモデルが一体何であると私たちは言うことができるか。彼の人間モデルの問題に、私たちは戻ろう⁽²⁰⁾。」

搾取的諸関係が資本主義に固有なものとロールズがみしていない点を、マクファースンは批判したいということであろう。つまり、ロールズの正義論、格差原理は、資本主義社会の搾取的諸関係を前提とするものであることを疑問視している。ロールズのいう正義は、社会主義モデルよりも資本主義的福祉国家モデルのほうが、より一層実現できると、彼自身が考えている、そのことをマクファースンは批判したいのであろう。次は、ロールズの世界モデルから人間モデルの話に移行する。

「一見したところ、ロールズの人間モデルは特にブル

ジョアモデルということではない。確かに、理性的個人の極大化である。つまり、彼は所得や富を含む少ない基本財よりもむしろ多くの物を欲している。・・・しかし理性的人間は、ブルジョアジーでは決して持たない目的に対する手段として彼の基本財を最大化させようと欲している。彼はそれらを人生についての彼の計画あるいは善の概念を実現するための手段として、最高度に彼の能力を開発するための手段として欲している。さらに理性的人間はねたみを被ることはない。・・・彼は他の人々が基本的社会財についての大きな目録を持っているという認識、認知によって、意気消沈することはない。あるいは、彼自身と他の人々との差異が、ある限界を越えていない限り、これは真実である。また彼は、現存の不平等が、不正に基づいており、または社会目的を何ら償わないための機会を実施させた結果であることを、信じることはない。そしてロールズのいう人間は、無限の物質的欲求者ではない。・・・ブルジョア的人間とは大違いである。しかし、この理性的人間は結局、物質的利得の動機によって動かされるよう要求されるのである。すなわち、よく秩序だった社会においては・・・物質的手段の分配は、純粋な手続き的正義の理念と一致して、行われるようになっていく。その理念は、公正な諸制度があり、その唯一のモデルはロールズのいう資本主義の改訂版か、資本主義の場合と同じように会社が振る舞うようなロールズのいう社会主義版のいずれかによって成り立つ競争の市場制度であるように、要請するものである。いずれの版においても、分配のみならず多分生産もまた、理性的人間の物質的極大化行為に依存している。このように、ロールズの人間モデルの曖昧さは深刻なものとなっている。彼は二つの相矛盾したモデルを使用しているようである。しかし、実際には矛盾は存在しない。というのはロールズの理性的人間は、彼自身の生活の計画を持ち、善の概念を持った人間で、明らかに非ブルジョアである（そして、T.H. グリーンの道徳的人間とかなり類似していることは注目されるべきことかもしれない）が、ブルジョア的人間の明確な特徴を有している。彼は個人的自由に高い価値を置くが、かつ階級が生活の将来の見込みを決定する避けがたい階級分裂社会をも受容している。確かに、ブルジョア的人間以外に誰も、このような特性を示すことはない⁽²¹⁾。」

このように、ロールズの人間観は非ブルジョア的要素とブルジョア的要素の二面性を持った矛盾に満ちた人間観である。しかし、二面性を有しているということで、マクファースンのロールズ批判は批判一辺倒というわけではないことが示唆される。T.H. グリーンの人間観と類似しているというマクファースンの指摘は、興味深い。

ロールズの人間観と社会観との関係についてであるが、マクファースンは次のように述べている。「同様の曖昧さは、ロールズの公正な社会モデルあるいはよく秩序だった社会モデルに浸透している。その競争的市場への志向性を、私たちは既にみてきたし、様々な個人の目的と計画が稀少な財に対する対立する要求となるという明白な前提に基づくという事例をみてきた。・・・人間は様々な才能と能力を持っているが、その才能と能力の総合性は、一人の人間によっても、一つのグループによっても実現されえないものである。このようにして、私たちは、私たちの発展的な傾向の補完的性質によって利益を得るだけでなく、お互いの活動のなかに喜びを見出すのである。それは、私たちが培うことができなかった私たち自身の一部を他人が生み出しているかのようである。私たちは自身のために営んでいる生き方において、互いをパートナーとして必要としており、他人の成功と喜びは、私たち自身の善にとって必要であり、補完するものでもある。人間は自由で平等な道徳的人物として、その本質を表現する願望を持っている。・・・よく秩序だった社会において、この人間という単体（自我の本質的単体）は、万人にとって同じものである。万人の理性的計画によってもたらされる善の概念は、社会的諸連合体のなかの一つの連合体としてのコミュニティを調整する大きな広範な計画の二次的計画である。・・・社会的諸連合体のなかの一つの連合体としての社会の概念によって示されているように、一つのコミュニティの構成員たちは、互いの本質のなかに参画している。私たちが為したかもしれないが、私たちのために彼らが為した事柄として、他人が為すものを、私たちは評価する。そして私たちが為したものは、彼らのために同様に為されたものである。・・・自我は多くの自我の活動において実現される⁽²²⁾。」

このようにロールズは、人間は道徳的存在であり、個人の能力、才能、生活上の計画は、様々なコミュニティのなかでの活動や他者との交わりのなかで、実現するとしている。このようなロールズの分析に対して、マクファースンは次のように論を展開している。上述の「これらすべては、彼の議論の最初の部分で使用された市場社会についてのモデルとは全く異なることは明らかである。二つのモデルは矛盾していないのか。ロールズは矛盾していないと信じている。というのは、彼の公正な市場制度は、異なった将来の生活の見込みを持った諸階級を維持しながらも、階級的相違を減らし、その意識化を緩和するであろうと彼が信じているからである。⁽²³⁾」

最後に、マクファースンは、ロールズの理論の不十分性を強調しながらも、一方で、ロールズの社会モデル、人間

モデルが誰かのモデルと類似しており、評価に値するものであると述べている。「T.H. グリーンのモデルと、ロールズの調和のとれた社会モデル（及びロールズの理性的な道徳的個人のモデル）との類似性は、驚くべきことではない。というのは、グリーンと同様に、ロールズは調和のとれた道徳的モデルを欲し、しかし一方で、競争的対立のモデルは、少なくともある修正された形態においては、回避しがたいものであることを前提としているからである。各著述家は自由市場的自由 (freedoms) とコミュニティの道徳的諸価値を欲している。しかし、各著述家は、自由市場的諸自由 (freedoms) に固有の搾取的性質を見落としたために、各著述家は、自由市場的自由 (freedoms) とコミュニティの道徳的諸価値との矛盾を見落としたのである。しかし、それでもロールズは、十分な人間存在による調和のとれた社会の特徴を描くことによって、政治理論に新しい貢献をなしたのである。彼の理論が階級と権力の把握において不十分であったとしても、彼の理論は、・・・現在の自由主義理論の熱狂的な功利主義をはるかに越えたところへ、私たちを連れて行ってくれるという実質的なメリットを持っている⁽²⁴⁾。」

5. 考察

(1) 福祉国家、発展的個人主義

ロールズ批判のなかで、リベラリズム最左派からの批判として、マクファースンの批判、主張をこれまでみてきた。ロールズの正義論、格差原理は、資本主義社会の不平等さを前提としており、階級分裂社会を前提としている。マルクス主義における搾取的関係、マクファースン独自の表現である「力の移転」の問題を解決していないと異論を唱えている。階級なき社会を構想するものではないと批判に容赦はない。

ロールズは社会的不正、格差等は、調整的な福祉国家によって、治療できると考えている。ロールズの理論では、福祉国家の導入による解決を期す積極的国家論の展開であるが、それでも、搾取、力の移転の存在を前提にしたものであると、マクファースンは否定的な評価を行っている。

マクファースンは、資本主義を前提とする福祉国家に極めて批判的であるために⁽²⁵⁾、福祉国家を基調とするロールズの格差原理、正義論への評価が低いのであろうと筆者は考える。福祉国家であっても、多少の搾取の緩和、力の移転の緩和が期待でき、かつほどよい社会的ミニマムが保障され、最低限の人々の条件の向上が期待できるのではないかと。マクファースンが期待する完全なもので

はないにしても、マクファースンは福祉国家をもう少し積極的に評価してもよかったのではないかと筆者は考える。

マクファースンは、ロールズ批判の最左派の急先鋒と考えられるが、一方でロールズを評価する側面があることも事実である。ロールズの人間観は、必ずしもブルジョアモデルということではなく、理性的個人の極大化の傾向性を帯びている。自己の能力の最高度の開発に力点を置いていると、マクファースンはみている。ロールズの人間は、無限の物質的欲求者ではない。そういう意味で、ブルジョア的人間とはかなりの違いがあり、マクファースンは、ロールズの人間観を高く評価している、といえる。

しかし、一方で、この理性的人間は結局、物質的利得の動機によって動かされるよう要求され、理性的人間の物質的極大化行為に依存しているとも、マクファースンは分析している。このように、ロールズの人間モデルの曖昧さを、マクファースンは指摘し、二つの相矛盾したモデルのロールズの使用を断罪している。ロールズの人間観は非ブルジョアの要素とブルジョアの要素の二面性を持った矛盾に満ちた人間観である。しかし、二面性を有しているということで、逆にマクファースンのロールズ批判は批判一辺倒というわけではないともいえる。また見方によっては、実際には矛盾は存在しない、ともいえなくはない。というのはロールズの理性的人間は、彼自身の生活の計画を持ち、善の概念を持った人間で、マクファースンが言うように、T. H. グリーンの道徳的人間とかなり類似しているからである。

マクファースンは、西欧の個人主義の伝統には二つの個人主義の伝統があるとみている。一方の伝統が資本主義的民主主義社会において主流であり、支配的な個人主義の伝統であり、他方の伝統が、傍流の伝統であり、望ましい伝統である。マクファースンによれば、西欧自由民主主義における個人主義は単一概念ではなく、人間の本質観という点で、一方の極に、ホッブスからベンサムまでの功利主義的伝統にみられるように、個人を本質的に効用の極大化的消費者とみる見解があり、他方の極には、J. S. ミルとT. H. グリーンから今日までのヒューマニスティックで新理想主義理論にみられるように、個人を本質的にその人間的な諸力ないし潜在的能力の行使者、発展者とみる見解がある。前者は「所有的个人主義」であり、後者は「発展的個人主義」である⁽²⁶⁾。マクファースンはT. H. グリーンにみられる「発展的個人主義」を高く評価している。

それでは、ロールズはどちらの個人主義に位置づけられるのであろうか。マクファースンと同じカナダの政治

学者であったC・ベイは、マクファースンのいう「所有的個人主義」に該当するのは、典型的に、ロックやベンサム著作であり、現在では、ハリエク、バーリン、ロールズの著作にみられると述べている⁽²⁷⁾。

新自由主義者のハリエクが「所有的個人主義」に該当するのは十二分に理解できるが、ロールズを「所有的個人主義」に位置付けているのはさすがに不思議な、ミスマッチな印象を受ける。そのような個人主義の側面とも多少関係があることを見逃さなかったことから、マクファースン自身もロールズには、ブルジョア的要素が根強くあると考えたのかもしれない。しかし、マクファースンは、ロールズの間観はT. H. グリーンの人間観と類似していると明言している以上、むしろ「発展的個人主義」の側に位置付けていたほうが適切だったのではないかと考える。マクファースンのいう「発展的個人主義」の代表的思想家としては、J. S. ミル、T. H. グリーンなどが挙げられるが、ロールズの名称も「発展的個人主義」の系譜に明記しておいたほうが自然だったと、筆者は考える。つまり、マクファースンはロールズ批判の急先鋒ではなく、ロールズ評価の急先鋒だとみなすことができるであろう。

(2) 力の移転、自社株の取得と経営参画

マクファースンがロールズの正義論、格差原理を批判しているのは、マルクス主義でいう搾取的関係、マクファースン独自の表現である「力の移転」の問題を解決していないからである。つまり、ロールズの正義論、格差原理に基づく社会は、階級なき社会を構想するものではないからである。このような問題は資本主義社会、あるいは資本主義的福祉社会に固有に内在する問題であり、解決するのはなかなか容易ではなく、困難を極める、と筆者は考える。

マクファースンの分析によれば、資本主義社会では、「力の移転」が存在する。労働手段の所有者と非所有者が存在する。所有者は少数者で、非所有者は大多数である。労働手段の非所有者は、労働手段への接近ができないために、三つの力が減少する。①非所有者の生産的力の一部が所有者へと移転する。その移転の量は、労働によって付加された価値から支払われた賃金を差し引いた量である。②非所有者がその生産的な潜在的諸力の行使をコントロールできたならば、そのことから彼が得ることができたであろう満足という価値を喪失する。③非所有者の生産的力の減少（生産過程外部での潜在的能力の減少）をもたらす⁽²⁸⁾。

資本主義的民主主義社会では、このような労働手段へ

の接近の欠如が厳然として存在し、社会の大多数を構成する人々の力の減少が継続して発生する。この状況を打破する、何か有効な方法は存在するのだろうか。現実的に可能な処方箋はあるのだろうか。

ノーマン・E・ボウイによれば、利潤分配性の活用が近年試みられてきている。利潤を全員で分かち合う試みである。従業員持ち株制を導入する企業が現れている。従業員に自社株を入手させ、配当金をもらえるようにすることである。例えば、スターバックス社では、勤続10年以上の従業員は、年収の3倍に匹敵する持ち株を入手できることにしている⁽²⁹⁾。このような従業員持ち株制を導入すれば、上記の①の力が移転させられることはなく、つまり剰余価値の取得、搾取がなくなるということであろうと筆者は考える。

従業員の経営権への参画、経営への参加の試みも必要である。しかし、これは資本主義的民主主義社会では、ハードルが高いようにも見える。どの会社も経営権は、経営者のみが通常掌握している。しかし、従業員の経営権への参加がみられる国も現れてきているし、その兆しが見える国もある。ボウイによれば、自分に影響を及ぼすルールや経営方針の策定に参加することは、道徳的である。経営への参画を進め、公式の経営委員会で利潤の分配比率の改善案が検討される。数人の従業員が自発的に集まって現場で行う非公式の会合が多数あることも重要である。以上の方法は、従業員の自律を尊重し、彼らが理性的で創造的な能力を発揮する手助けとなる⁽³⁰⁾。それでは、このボウイがいう理性的で創造的な能力の発揮とは何か、これは積極的自由のことであると筆者は考える。

ボウイによれば、従業員の経営参画は、生産性に対してプラスの効果を与える可能性があり、「人格のうちにある人間性を尊重せよ」というカンティアン（カントの倫理学を信奉する人々）の要求は、自分を統制する規則や経営方針の決定への参加要求である⁽³¹⁾。

資本主義的民主主義社会では、従業員の経営参画、経営参加の試みがあれば、上記の①、②、③の三つの力の向上、改善に資することができるであろうと筆者は考える。

労働手段への接近権とは一体何か。マクファースン自身は労働手段への接近権の明確な方法を一切述べていない。しかし、従業員持ち株制は、一つの有効な方法ではないかと筆者は推察する。またマクファースンは、PL3の導入を述べている⁽³²⁾。Positive Liberty 3の略で、積極的自由3のことである。政治的参加だけでなく経営権への参加を意味している。PL3の導入の重要性をマクファースンは強調しているが、これも、労働手段への接近権の重要な構成要素ではないかと筆者は推察している。

ロールズの正義論、格差原理に、従業員持ち株制、経営参画の試みの概念が挿入されれば、マクファースンのロールズ評価はさらに高いものになったであろうと筆者は考える。

注

- (1) C・クカサス、P・ペティット著、山田八千子・嶋津 格訳『ロールズ『正義論』とその批判者たち』1996年、勁草書房、111-112頁。
- (2) 同書、112頁。
- (3) R・ノージック著、嶋津 格訳『アナーキー・国家・ユートピア』木鐸社、2019年、V頁。
- (4) M. J. サンドル著、菊池理夫訳『リベラリズムと正義の限界』2009年、勁草書房、V頁、270頁。
- (5) 同書、257頁。
- (6) 神島裕子『正義とは何か』中央公論新社、2018年、114頁。
- (7) 同書、44頁。
- (8) A. Diquattro, "Rawls and Left Criticism," *Political Theory*(February 1983), p. 53.
- (9) *Ibid.*, p. 53.
- (10) Macpherson, C.B, "Rawls' s Models of Man and Society," *Philosophy of the Social Sciences* 3(December 1973). Macpherson, "Revisionist Liberalism," in Macpherson, *Democratic Theory*(London: Oxford University Press, 1973).
- (11) K.Nielsen, "Class and Justice," in J. Arthur and W. Shaw, eds., *Justice and Economic Distribution*(Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall, 1978).
- (12) Macpherson, *op. cit.*, "Rawls' s Models of Man and Society," p. 341.
- (13) *Ibid.*, p. 341.
- (14) *Ibid.*, pp. 341-342.
- (15) *Ibid.*, p. 342.
- (16) *Ibid.*, p. 343.
- (17) *Ibid.*, p. 343.
- (18) *Ibid.*, p. 343. ロールズ正義論の邦訳としては、矢島鈞次監訳『正義論』紀伊国屋書店、1979年、川本隆史・福岡 聡・神島裕子訳『正義論 改訂版』紀伊国屋書店、2010年がある。拙論文ではこの翻訳書に基づいてロールズの記述の翻訳はしていない。マクファースンが紹介した『正義論』の原著の87頁の翻訳は上記の二著の翻訳書には存在しない。初版本の原著の87頁に掲載されていたものは、改訂版の原著では削除されているようである。
- (19) Macpherson, *op. cit.*, "Rawls' s Models of Man and Society," p. 343.
- (20) *Ibid.*, p. 345.
- (21) *Ibid.*, pp. 345-346.
- (22) *Ibid.*, p. 346.
- (23) *Ibid.*, p. 346.
- (24) *Ibid.*, pp. 346-347.
- (25) マクファースンの弟子のF・カニンガムも、マクファースンが福祉国家に批判的であったことを認めている。マクファースンの考えに修正が求められるとすれば、「福祉国家を消極的に受け止めていたことぐらいであろう。」F・カニンガム著、中谷義和訳「グローバル化の時代—C. B. マクファースンの民主政理論—」『立命館大学人文科学研究紀要』90号、2008年、30頁。
- (26) Macpherson, "Pluralism, Individualism and Participation," *Economic and Industrial Democracy*, Vol. 1. 1980, pp. 21-22, 25.
- (27) C・ベイ著、内山秀夫・丸山正次訳『解放の政治学』岩波書店、1987年、11-48頁。
- (28) Macpherson, *op. cit.*, *Democratic Theory*, pp. 64-67, 69-70.
- (29) ノーマン・E・ボウイ著、中谷常二・勝西良典監訳『利益につながるビジネス倫理 —カントと経営学の架け橋—』晃陽書房、2009年、73-77頁。
- (30) 同書、77頁。
- (31) 同書、79-80頁参照。
- (32) Macpherson, *op. cit.*, *Democratic Theory*, pp. 108-109.

日本社会におけるイレズミ/タトゥーと雇用、昇進に関する一考察

藤岡美香子*

A Study on Effects of *Irezumi* / Tattoos on Employment and Promotion

in the Japanese Society

by

Mikako FUJIOKA

(Received: October 25, 2022, Accepted: December 19, 2022)

Abstract

Research has been conducted not only on the cultural aspects of *irezumi*/tattoos, but also on the practical aspects of their impact on employment and promotion in Europe and the United States. However, similar academic research has not been conducted in Japan. Therefore, the purpose of this study was to clarify the current situation in Japan regarding the relationships between various types of body decorations, including *irezumi*/tattoos, and employment and promotion in corporate sectors.

First, while the constitutional and legal interpretations of the law state that having *irezumi*/tattoos is a free activity and should not be restricted, private companies have broad discretion in regulating body decorations of staff in the workplace, which may result in a variety of ways in which body decorations are treated in employment and promotion. The results of this survey revealed that about 85% of companies have some kind of restriction on body decorations, and that among several types of body decorations, *irezumi*/tattoos is the most strictly checked, and may have the most negative impact on employment and promotion. The survey also revealed that some companies are currently struggling to deal with the issue of body decorations, between limiting employees' freedom and rights and ensuring companies' images.

In Europe and the United States, tattoos are relatively widely accepted, and some studies have found that they don't have big influences on employment, promotion, or salary. However, this current situation is the result of changes over the past 20 years, and the results of this study indicate the need for longitudinal studies of the treatment of body decorations, particularly *irezumi*/tattoos, in private sectors in Japan.

Key Words: body decorations, *irezumi*/tattoos, employment, promotion, social acceptance

1. はじめに

イレズミ/タトゥーの文化的表象は、時代や地域により異なり、また程度の差はあるもののそれぞれ変化していることはこれまでの研究で明らかになっている。日本社会においても同様に、筆者自身が行った藤岡 (2018) にお

いても、年代によって社会的受容度に差があることが示唆された。また、日本人の若者を対象とした予備的調査においては、イレズミ/タトゥーに対して肯定的な印象や興味を持つ一方で、雇用の場においてイレズミ/タトゥーがどのように評価されるのかが、若者のイレズミ/タトゥー観に影響する要因の1つである可能性を示す結果を得ている。欧米においては、イレズミ/タトゥーが持

*文理融合学部地域社会学科准教授

つ文化的側面だけではなく、採用や昇進への影響という実用的側面からの調査研究が実施されているが、日本においてはこれまでのところ、同様の学術的調査は行われていない。そこで本研究は、イレズミ/タトゥーを含む様々な身体装飾と企業の雇用や昇進の関係について、日本における現状を明らかにするための調査を実施した。

2. 法的位置づけ

近年、グローバル化によりタトゥーを目にする機会が増加している一方で、入浴施設やプールなどの利用制限を中心に、日本国内でのイレズミ/タトゥーの扱いに関するトラブルが発生するなど、イレズミ/タトゥーの社会的受容に関する議論が活発化している。そこでまず、日本において憲法上ないし法律上、イレズミ/タトゥーはどのように規定されているのかを関東弁護士連合会の『平成 26 年度関東弁護士連合会シンポジウム 自己決定権と現代社会 ～イレズミ規制のあり方をめぐって～』に基づいて考察する。

2.1 概論

まず、関東弁護士連合会は「憲法には、イレズミを入れる権利・自由について、直接これを保障することを定めた条項は存在しない」（関東弁護士連合会 2014:136）と明言した上で、イレズミを入れる権利・自由の憲法上の位置づけについて検討している。

個人の人格的生存に不可欠な利益を内容とする権利の総体であるとされる「幸福追求権」から導き出される新しい人権として、プライバシーの権利、日照権、嫌煙権など多数が主張されている。しかし、これらの権利は明確な基準もなく、憲法上の権利として承認されるかどうかは、様々な要素を考慮して慎重に決定すべきとしている。関東弁護士連合会では、この現状に照らし、「イレズミを入れる権利・自由」が「個人の人格的生存に不可欠な利益といえるかどうか」が問題となる」として検討し、「イレズミを入れる主体、イレズミを入れる部位、イレズミを入れることについての地域的特性・伝統等」を個別に検討した上、「成人がイレズミを入れること自体は保障すべきではなかろうか」（関東弁護士連合会 2014:137）としている。

一方、未成年者の「イレズミを入れる権利・自由」に関しては、青少年にイレズミを施す行為等を禁止し、これに違反した者を処罰するという規定のある各都道府県が定める青少年保護（健全）育成条例（都道府県によって名称は異なる）がある。この制約については、「イレズミは、ひとたびこれを入れた場合、後に完全に除去することが困難であり（永続性）、また、イレズミがあることによっ

て事実上、種々の社会的不利益を被る危険がある」（関東弁護士連合会 2014:141）とし、それが憲法上問題ないという判断をしている。

外国人に対しては、同連合会の調査の結果、「イレズミをする自由を制約する法律や、外国人のイレズミをする自由が直接制約されたことが問題となった事例は見受けられなかった」とした上で、文化的・民族的・歴史的にイレズミを有することの多いある特定の外国人が、特に不利益を甘受することになってしまう場合には、「実質的に当該外国人を対象とした人権侵害と言えないか、不合理な差別にあたらないか（平等権侵害）の問題となりうる」（関東弁護士連合会 2014:141-142）と結論している。

以上をふまえた上で、雇用や就学といった具体的場面におけるイレズミを入れる権利・自由の憲法上の位置づけについて、関東弁護士連合会が出した見解を次項以降にまとめる。

2.2 公務員に関して

本研究は、イレズミ/タトゥーを含む様々な身体装飾と日本企業の雇用や昇進の関係について明らかにすることを目的とするものであるが、雇用とイレズミとの関係について、公務員の場合は、以下の理由で「イレズミを入れていることを理由に、種々の資格・立場（例えば、公務員、議員等）の欠格事由にあたることなどは合理的な区別とは言えないと考える」（関東弁護士連合会 2014:140）としている。

国や地方公共団体が、職員の採用試験において、肌にイレズミを入れていることを理由に受験者の採用を拒否することや、イレズミをしていないこと（イレズミを除去すること）を採用の条件にすることは、イレズミの程度・範囲、対象職務の種類・内容等にもよるであろうが、受験者の職業選択の自由との関係で問題になることも考えられる。

（関東弁護士連合会 2014:139）

2.3 民間企業に関して

2.2 で取り上げた公務員の場合と異なり、民間企業における雇用については、団体内部の問題なのか、一般市民法が関係する事案となるのか判断が難しくなるようである。

関東弁護士連合会（2014:144-145）によると、私企業・私的団体が、所属する職員に対して、イレズミを入れていることを理由に不利益を課した場合、一方では、民法の公序良俗の規定等に照らして、「当該私企業・私的団体によって、個人のイレズミを入れる権利・自由が不当に制約さ

れていないかを判断し、不利益処分の内容等によっては、それが無効とされることもありうる」と述べるが、他方では、ある団体の構成員が、当該団体からイレズミをしていることを理由として何らかの不利益を課されたとき、「その不利益の内容が、純粋に団体内部の問題であった場合に司法が介入できるのかどうかは、それぞれの団体の性質や争われている権利の性質等を勘案して個別に検討する必要がある」というのである。

つまり、私企業・私的団体がイレズミを理由にある人物の採用や昇進にマイナスの判断をした場合、その妥当性は各企業・団体に関わる複数の要素を基に判断され、結果は多様になることが予想されるのである。

2.4 スポーツ団体に関して

スポーツ団体のイレズミの扱いについて、関東弁護士連合会は、あるスポーツ団体が、イレズミが外部から見える状態での大会への参加を禁ずる規則を設け、それにより不利益を受けた者がいた場合、それは「団体内部の問題」と言えるが、イレズミが外部から見える状態で大会へ参加したことを理由に、当該団体が除名処分をなし、当該選手が、以後、一切、当該スポーツの大会に参加できないことになれば、それは、「一般市民法秩序と直接関係する問題といえ、司法審査が及ぶべきものと考えられる」と解釈している。(関東弁護士連合会 2014:145)

その上で競技大会におけるイレズミの扱いについて、関東弁護士連合会が各競技団体に問い合わせた結果、最も厳しいアマチュアボクシングから、最も寛容なレスリング等まで様々だが、日本スポーツ界全体としては、主要なスポーツ競技においては、「競技ルールにイレズミに関する規定があるか否かにかかわらず、派手なイレズミを入れて競技大会に出場することは認められないとの共通認識があるように思われる」とまとめている。(関東弁護士連合会 2014:181)

2.5 教育機関に関して

期限までのイレズミ消去を実施しなかったことを理由に専門学校を除籍となったことを不服とし、当該学校を元学生が訴える裁判が平成 25 年にあった。学則・校則について、関東弁護士連合会は過去の判決をもとに、学校は「その設置目的を達成するために必要な事項を学則等により一方的に制定し、これによって在学する学生を規律する包括的権能を有する」とされているが、この包括的権能も「無制限なものではあり得ず…その内容が社会的通念に照らして合理的と認められる範囲においてのみは認められる」と解釈し、「イレズミを入れる権利・自由」を制

約する校則が問題とされた場合、髪型の自由を制約する校則に比して、より「社会通念上不合理なものとはではない」との判断に傾くことが考えられる」としている。(関東弁護士連合会 2014:145)

以上の見解から、イレズミは自由な行為であり、青少年のイレズミ規制を除き裁かれるべきではないという法解釈が可能ではあるが、就業や修学といった場面におけるイレズミ規制については、公務員の場合は、ルールで規定されており一律であり、一般性がある一方、民間企業においては内部事情により決定する広範な裁量が認められると結論されていることがわかった。つまり、民間企業の採用や昇進において、イレズミ/タトゥーがどう扱われているかは多様であることが予想されるが、欧米と異なり、日本ではその現状を把握する調査はこれまで実施されていない。民間企業の現状調査を行うことで、日本の現状が見えてくるのではないだろうかと考え、アンケート調査実施に至った。

3. アンケート調査

3.1 調査の概要

日本国内の民間企業 200 社にアンケートフォーム「身体装飾と雇用、昇進に関するアンケート」への接続 URL を郵送、またはメールで送信し、35 社から回答を得た。

回答企業の業種内訳は、卸売・小売 11 社、製造業 10 社、情報通信 3 社、金融・保険・不動産 2 社、専門・技術サービス 1 社、宿泊・飲食 1 社、その他が 7 社で、創業年数は、10 年未満から 100 年超まであり、70 年～79 年が 7 社で最も多く、50 年～59 年、60 年～69 年がそれぞれ 6 社であった。本社所在地は、東京を含む関東圏が 11 社、関西が 3 社、九州が 17 社、広島 3 社、北海道 1 社、従業員数は、301～999 人が最も多く 16 社、1000 人以上が 11 社で、101～300 人が 6 社、50 人以下と 51～100 人が各 1 社であった。

イレズミ/タトゥーに限定するのではなく、身体装飾の一形態として扱った質問の概要は以下のとおりである。

(実際に使用したアンケートは資料 1 のとおり)

1. 身体装飾 (ピアス、ネイル、イレズミ/タトゥー、染髪、髭、アクセサリなど) について、明文化された服務規程の有無と内容について

2. 身体装飾 (ピアス、ネイル、イレズミ/タトゥー、染髪、髭、アクセサリなど) について、チェックされる項目であるかどうか実情について

3. 採用活動における、応募者の身体装飾の採否決定への影響について

4. 昇進における、社員の身体装飾の影響について

3.2 調査結果

以下が項目ごとの結果である。

3.2.1 サービス規程について

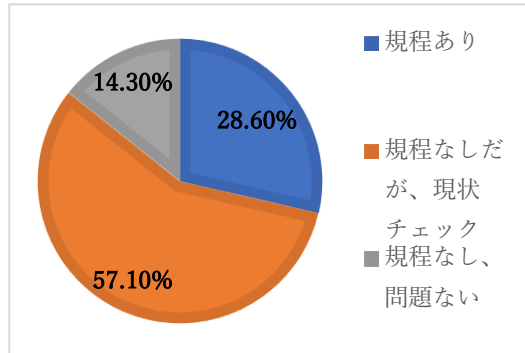


図1 規程の有無

従業員の身体装飾について、規程として明記されているものがあるなしに関わらず、約85%の企業においてチェックされる要素であることがわかる。

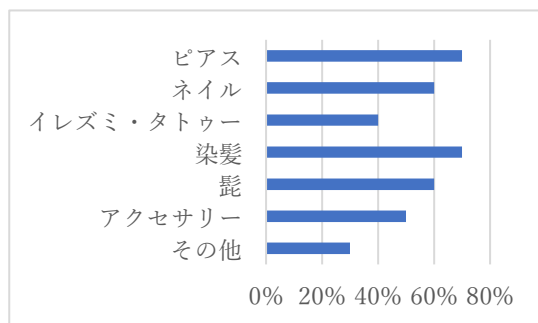


図2 規程にある項目

規程されているのはピアス、染髪が最も多く70%、次いで、ネイル、髭が60%、アクセサリが約半数で、イレズミ/タトゥーについて規程に含まれているのは40%と他の項目に比べると少ない。

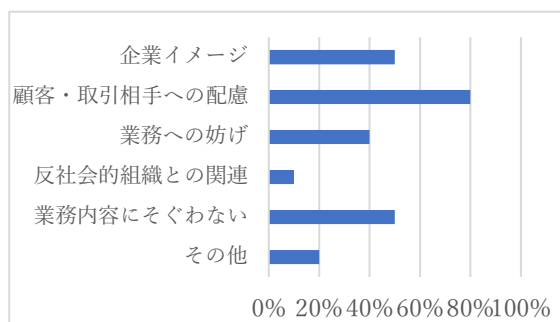


図3 規程がある理由

理由としては「顧客・取引相手への配慮」が最も多く80%、「企業イメージ」「業務内容にそぐわない」という自社イメージとの関わりが50%ずつで、「業務の妨げになる」という実用的な理由を挙げている企業が40%であった。

3.2.2 チェックの実情について

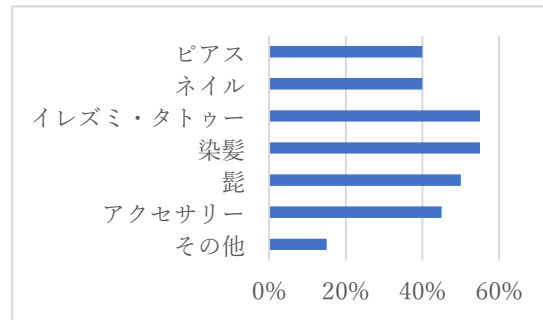


図4 チェックされる項目

明文化された規程はないが実際に企業内でチェックされる項目では、イレズミ/タトゥーと染髪が最も多く55%、次いで髭が50%、アクセサリ、ピアス、ネイルが40～45%であった。規程にある項目と比較すると、イレズミ/タトゥーは、規程にはないが実際には注視されている項目であることがわかる。

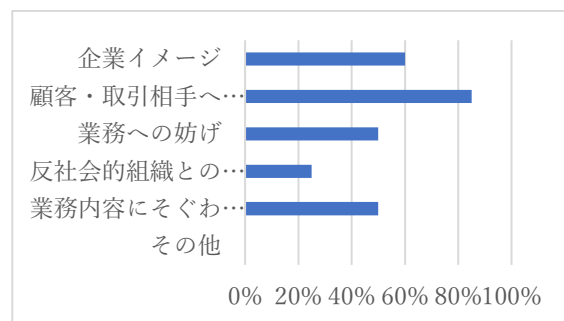


図5 チェックされる理由

チェックされる理由としては「顧客・取引相手への配慮」が最も多く85%、「企業イメージ」「業務内容にそぐわない」という自社イメージとの関わりや「業務の妨げになる」という実用的な理由が50～60%で、規程を設けている理由とほぼ同じ傾向が見られた。

3.2.3 採用への影響について

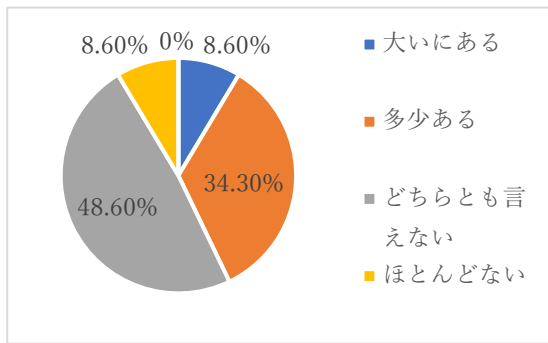


図6 採用への影響

「影響する」と回答したすべての企業において、それは「マイナスの影響」という回答であった。そのうえで採用への影響は、「どちらとも言えない」という回答が最も多く 48.6%で、「大いにある」「多少ある」を合わせた約 43%よりも多く、どの身体装飾が、どのように表現されているのかによって、ケースバイケースで判断されている可能性が示された。

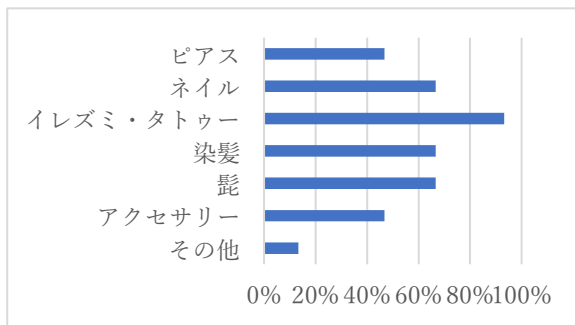


図7 採用に影響する項目

採用に影響する項目としては、イレズミ/タトゥーが最も多く 93%、次いでネイル、染髪、髭がそれぞれ 66.7%、アクセサリ、ピアスが 46.7%であった。イレズミ/タトゥーがある場合、ほぼすべてのケースで採用においてマイナスに働く可能性が示されたと言える。

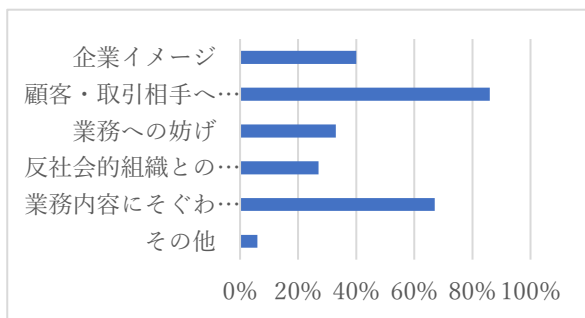


図8 採用に影響する理由

「採用に影響する」と回答した企業の理由としては、「顧客・取引相手への配慮」が最も多く 86.7%、「業務内容にそぐわない」が 66.7%という自社イメージとの関わりや「業務の妨げになる」という実用的な理由が 50~60%で、規程を設けている理由とほぼ同じ傾向が見られた。

3.2.4 昇進への影響について

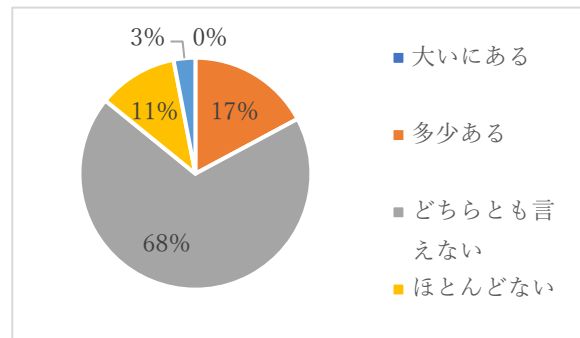


図9 昇進への影響

「影響する」と回答したすべての企業において、それは「マイナスの影響」という回答であった。そのうえで昇進への影響は、「どちらとも言えない」という回答が最も多く 68.6%で、「大いにある」「多少ある」を合わせた 17.1%、「ほとんどない」「まったくない」を合わせた 14.3%よりも多く、昇進における身体装飾の影響は、採用の場面以上にケースバイケースで判断されている可能性が示された。

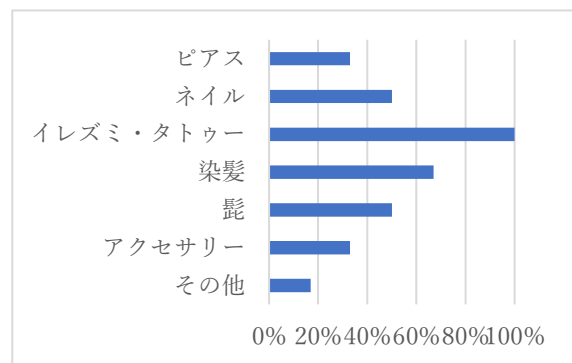


図10 昇進に影響する項目

昇進に影響する項目としては、イレズミ/タトゥーが最も多く、影響があると回答したすべての企業でそうであった。次いで染髪が 66.7%、ネイル、髭がそれぞれ 50%、アクセサリ、ピアスが 33.3%であった。身体装飾が昇進に影響を与える企業においては、イレズミ/タトゥーはマイナスに働く可能性が非常に高いと言える。

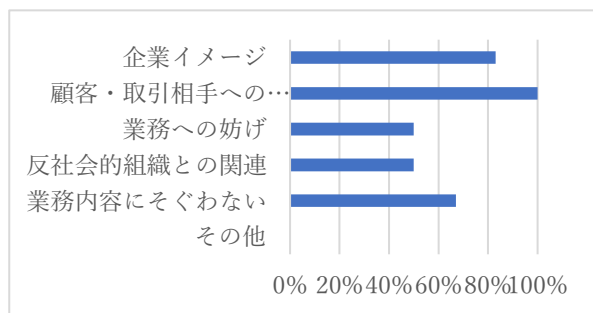


図11 昇進に影響する理由

「昇進に影響する」と回答したすべての企業が「顧客・取引相手への配慮」を理由に挙げており、続いて「企業イメージ」が83.3%、「業務内容にそぐわない」が66.7%、「業務の妨げになる」「反社会的組織との関連」がそれぞれ50%であった。

3.3 考察

前項のアンケート結果から、日本の民間企業における身体装飾の扱いは、以下のようにまとめられるのではないかと考える。

身体装飾に関して服務規程として定めている企業は30%弱であるが、社員の身体装飾をチェックしている企業を合わせると、85%ほどの企業において身体装飾には何らかの制限が設けられている。特に、項目ごとに分析すると、規程で制限されているのは、ピアス、染髪、ネイル、髭、アクセサリが多いのに対し、実際に職場でチェックされる項目であったり、採用や昇進において、最もマイナスの影響を与える項目である可能性があるのはイレズミ/タトゥーのようである。

また、身体装飾の採用や昇進への影響を比較すると、採用時にはマイナスに影響するケースが半数近いのに対し、昇進については採用後の業績等、考慮される要素が多岐にわたるからか、7割近くの企業において、身体装飾が影響するかどうかは「どちらとも言えない」という回答であった。

規程のあるなしにかかわらず、社員の身体装飾をチェックしていたり、採用や昇進でマイナスに働く理由としては、顧客・取引相手への配慮が最も多く、次いで、企業イメージや業務内容との整合性という自社価値を維持するためであることもわかった。

欧米と比較して日本企業においては、雇用が社員と企業の契約として、双方が果たすべき義務を明文化して共通認識として持つという慣習は確立されていないと言えそうである。規程がない中でも、多くの企業において、雇用環境の様々な段階において社員の身体装飾がチェック

されているのが現状のようだ。本アンケートへの回答では、『常識の範囲で』が通じない状況になってきた」「あまり昔ながらのことを言うと若手から倦厭される。時代に応じて徐々に寛容になってきているが、線引きが難しい」「現状を見ながら、徐々に項目を加えている」というコメントがあり、企業が、社員の自由や権利への制限と顧客や取引相手といった社外に対する配慮や自社の企業イメージ確保との間で対応に苦慮している様子も見えており、今後は日本企業においても明文化した規程を設ける必要性が高まる可能性が示唆される結果であると言えるのではないだろうか。

4. 欧米のタトゥーと雇用の関係

日本と比べて、欧米の社会はタトゥーやボディピアスなどの身体装飾への許容度が高い。その背景には、ミレニアル世代の出現に合わせた過去20年間の社会の変化がある。しかし雇用の問題から見ると、タトゥーが職場で全面的に解禁されたわけではなく、業種・年齢・教育など様々なファクターによる許容度の違いがみられ、究極的には各企業の経営者の考え方に左右される。本節では、欧米の就職情報サイトに掲載されたタトゥーと雇用問題に関する以下の5編の記事を通して、欧米社会の現状を考えてみたい。

4.1 Do Tattoos Affect Job Opportunities?

ミレニアル世代（18～29歳）の出現とともに、タトゥーとアメリカの労働市場の関係は過去20年間で大きく変化した。以前は80%の雇用者がタトゥーに否定的な見方をしていたが、アメリカの労働市場におけるタトゥー、雇用、収入の関係を調査した最近の研究結果によると、隠れたタトゥーであれば、多くの場合雇用機会に影響しなくなっており、特に都会ではその傾向が強いことが示されている。また、タトゥーがあることで、就職が難しくなったり、給与が下がるという相関関係も見られなかった。

一方、外から見える場所にあるタトゥーがある場合に就職が難しくなる可能性は依然としてある。比較的受け入れられやすい業種は、IT業界、シェフ、ファッションデザイナー、音楽家、執筆業のように創造性が重視される職業やスキルや専門性の高さが重視される分野で、逆に外から見えるタトゥーが受け入れられにくいのは、公立学校、金融業界、法律関係、軍や警察、医療関係など社会的な評判が重視される職業となっている。ただし、短い袖口からタトゥーを見せる警察官が出てくるなど、近年社会的な受容度が上がる傾向はある。

4.2 *Research reveals how your tattoos affect your chances of getting the job*

北アメリカではタトゥーが日常的なものとなり、以前ほど雇用に影響しなくなったが、まったく問題とならないわけではない。タトゥーと雇用の関係について 300 名の経営者に尋ねた調査によると、14%は「雇用に悪影響」、23%は「雇用に影響なし」、35%が「職種による」、28%が「タトゥーの数や体のどの部分にあるかで異なる」と回答している。つまり、77%の経営者が「タトゥーが雇用に何らかの影響を与える」と考えており、特に、「接客業」や「不快なデザインのタトゥー」は影響があると考え人が多い。また、一般の人々を対象とした他のアンケートにおいても、約半数がタトゥーがある人は不真面目に見えると回答している。

4.3 *Tattoos Hurt Your Chances of Getting a Job*

ピューリサーチセンターの調査によると、18 歳から 29 歳のアメリカ人の 40%近くが少なくとも 1 つのタトゥーをしている。2675 人を対象としたアンケート調査によると、業績評価や昇進、どのような人物であるかを予想する際にその人の外見が影響することが多いという結果が出ている。具体的には、回答者の 76%がタトゥーやボディピアスにより就職機会が失われる可能性がある、42%が外から見えるタトゥーは職場では不適切、55%がボディピアスは不適切と考えている。

全ての年齢層でタトゥーやピアスが就職に影響すると認識されているが、年齢による違いが大きく、高齢になるほどタトゥーやボディピアスに不寛容になり、60 歳以上では 60%以上が不適切だと考えている。また、学歴とタトゥーの受容との関係では、学歴が高いほどタトゥーの許容度は下がる。ボディピアスに関しては、教育レベルによる差はないが、56%が職場では不適切と考えている。業種別では、タトゥーのあるスタッフの割合が最も高いのは農業・牧畜業で 22%、次に観光とレジャーの 20%、芸術、メディア、娯楽関係の 16%、最も低いのが公務員の 8%であった。

求職者側からの意見では、25%近くの回答者が、就職先を考える際に、企業のタトゥーやボディピアスへの姿勢を考慮に入ると述べている。

4.4 *Tattoos at work: Are they still an issue?*

外から見えるタトゥーに対する企業経営者の寛容さは増し、ニュージーランド航空は、社員のボディアートを解禁、ロンドン市警も志願者を増やすために、タトゥー禁止条項を緩和した。しかし、西オーストラリア大学のティミ

ングス教授が指摘しているように、職場が過去 20 年間で変化しつつある一方、派手なボディアートがあると雇用しない企業は今でも多い。重要なのが、タトゥーがある体の部分と顧客の年齢層で、若年層がターゲットの場合は問題視されなくても、年輩の顧客の場合は、タトゥーを隠すようスタッフに要求するケースもある。衣服や外見に関する社内規程があれば、社員はそれに従う必要があり、タトゥーのある人の雇用を守る法律は存在していない。

4.5 *A Tattoo Won't Hurt Your Job Prospects*

マイアミ大学のフレンチ博士の研究チームが、全米で 2000 人以上に調査し、タトゥーがある人となない人の間に雇用や収入の差はなく、タトゥーは雇用に影響しないと結論づけた。以前の調査では、タトゥーのある応募者は、誠実さ、勤勉さ、知性の点で劣るとして、80%の経営者が採用を望まないとしていたが、今回の調査では、アルコール常用者や前科者などでなければ、ボディアートと雇用や収入の間に関連はないという結果となった。

ボディアートは自己表現の一形態として社会での受容度が高まり、アメリカでは 40%の家庭にタトゥーのある人がいると推測されている。この状況下、雇用主はボディアートの有無に関係なく、有能な人を採用する傾向が進み、アメリカ海兵隊でも、顔以外であれば外から見えるタトゥーのある志願者も認めるように規則が改定された。タトゥーのある人の職種にも変化が見られ、2010 年の調査では外から見えるタトゥーはホワイトカラーの仕事では不適切とされていたが、医者、弁護士、会計士でもタトゥーが問題視されなくなってきた。

5. おわりに

本研究は、イレズミ/タトゥーを含む様々な身体装飾と企業の雇用や昇進の関係について、日本における現状を明らかにすることを目的として、(1) 法的位置づけの整理 (2) 日本国内民間企業へのアンケート調査実施 (3) 欧米におけるタトゥーと雇用の関係との比較、という構成で実施した。

憲法上ないし法律上は、イレズミは自由な行為であり、青少年のイレズミ規制を除き裁かれるべきではないという解釈が可能な反面、就業におけるイレズミ規制について、民間企業では内部事情により決定する広範な裁量が認められるという解釈が可能で、民間企業の採用や昇進において、多様なイレズミ/タトゥーの扱いがなされていることが予想できる現状が明らかになった。

日本においてこれまで実施されなかった、その現状把握のためにアンケート調査を実施した結果、身体装飾に

関して服務規程として定めている企業は30%弱であるが、85%ほどの企業が実際は社員の身体装飾に何らかの制限が設けていることが明らかになった。また、身体装飾の中でも、ピアス、染髪、ネイル、髭など他の項目と比較して、イレズミ/タトゥーが、職場で最もチェックされ、採用や昇進において最もマイナスの影響を与える項目である可能性が明らかになった。身体装飾の扱いについて、社員の自由や権利への制限という側面と顧客や取引相手への配慮や自社の企業イメージ確保との間で、対応に苦慮している企業の存在も浮き彫りとなった。

今後の課題としては、本研究で得られた結果は、アンケートの回収率から判断しても、日本企業における現状を示す可能性の1つでしかないと考えている。内部事情に関する事項であることもあり、回答率を上げることは容易ではないが、より正しい現状把握のためには、より多くの民間企業の現状を分析する必要がある。

本調査により、企業が対応に苦慮している現状も見えた。欧米の企業において、タトゥーは比較的広く受容され、研究によっては、雇用や昇進、給与に影響はないという結果が出ているものもあるが、この現状もここ20年ほどの変化の結果であり、以前からずっとそうであったわけではない。日本も変化の途中にあるとも言え、今後長期的に調査を重ね、日本の民間企業におけるイレズミ/タトゥーを中心とする身体装飾の取り扱いの現状を明らかにすることが肝要である。

参考文献

- Baumann, Chris et al. (2016) “Taboo tattoos? A study of the gendered effects of body art on consumers’ attitudes toward visibly tattooed front line staff” *Journal of Retailing and Consumer Services* (29) pp.31-39
- Daniel Thomas “Tattoos at work: Are they still an issue?” <https://www.bbc.com> (参照 2022.9.28)

- French, M. et al. (2018) “Are tattoos associated with employment and wage discrimination? Analyzing the relationships between body art and labor market outcomes” *Human Relations* 72(3)
- French, M. et al. (2018) “A Tattoo Won’t Hurt Your Job Prospects” *Harvard Business Review* 2018 November-December pp.30-31
- Groenerekenkamer “Do Tattoos Affect Job Opportunities?” <https://www.groenerekenkamer.com> (参照 2022.9.28)
- Ruggs, E. & Hebl, M. (2022) “Do employees’ tattoos leave a mark on customers’ reactions to products and organizations?” *Journal of Organizational Behavior* (43) pp.965-982
- salary.com “Tattoos Hurt Your Chances of Getting a Job” <https://www.salary.com> (参照 2022.9.28)
- Timming, Andrew et al. (2017) “Assessing the effects of body art on employment chances” *Human Resource Management* Vol.56, No.1, pp.133-149
- Workopolis “Research reveals how your tattoos affect your chances of getting the job” <https://careers.workopolis.com> (参照 2022.9.28)
- 薄上二郎 (2016) 「欧米におけるタトゥーと雇用管理の考察：日本企業は欧米の実態から何を学ぶか」『異文化経営研究』(13) pp. 1-14
- 関東弁護士連合会 (2014) 『平成 26 年度関東弁護士連合会シンポジウム 自己決定権と現代社会 ～イレズミ規制のあり方をめぐって～』 関東弁護士連合会
- 小山剛・新井誠編 (2020) 『イレズミと法 ―大阪タトゥー裁判から考える』 尚学社
- 藤岡美香子 (2018) 「訪日外国人旅行者の快適な日本体験のための環境整備に関する一考察 ～入れ墨（タトゥー）がある人の公衆浴場利用の視点から～」『東海大学経営学部紀要』第5号 pp. 11-22
- 藤岡美香子 (2022) 「別府の地域研究を通してイレズミの文化的多様性を考える」『東海大学経営学部紀要』第9号 pp. 35-45

☐ 業務内容にそぐわない

☐ その他 ()

☐ 規程もなく、まったく問題・影響なし

2. 貴社の採用活動において、応募者の身体装飾は採否の決定に影響がありますか。

☐ 大いにある → プラスの影響 → 影響する項目は何ですか
 ☐ ピアス ☐ ネイル ☐ イレズミ/タトゥー ☐ 染髪
 ☐ 髭 ☐ アクセサリー ☐ その他 ()
 マイナスの影響 → 影響する項目は何ですか
 ☐ ピアス ☐ ネイル ☐ イレズミ/タトゥー ☐ 染髪
 ☐ 髭 ☐ アクセサリー ☐ その他 ()

☐ 多少ある → プラスの影響 → 影響する項目は何ですか
 ☐ ピアス ☐ ネイル ☐ イレズミ/タトゥー ☐ 染髪
 ☐ 髭 ☐ アクセサリー ☐ その他 ()
 マイナスの影響 → 影響する項目は何ですか
 ☐ ピアス ☐ ネイル ☐ イレズミ/タトゥー ☐ 染髪
 ☐ 髭 ☐ アクセサリー ☐ その他 ()

☐ どちらとも言えない

☐ ほとんどない

☐ まったくない

3. 貴社の昇進において、社員の身体装飾は結果に影響がありますか。

☐ 大いにある → プラスの影響 → 影響する項目は何ですか
 ☐ ピアス ☐ ネイル ☐ イレズミ/タトゥー ☐ 染髪
 ☐ 髭 ☐ アクセサリー ☐ その他 ()
 マイナスの影響 → 影響する項目は何ですか
 ☐ ピアス ☐ ネイル ☐ イレズミ/タトゥー ☐ 染髪
 ☐ 髭 ☐ アクセサリー ☐ その他 ()

☐ 多少ある → プラスの影響 → 影響する項目は何ですか
 ☐ ピアス ☐ ネイル ☐ イレズミ/タトゥー ☐ 染髪
 ☐ 髭 ☐ アクセサリー ☐ その他 ()
 マイナスの影響 → 影響する項目は何ですか
 ☐ ピアス ☐ ネイル ☐ イレズミ/タトゥー ☐ 染髪
 ☐ 髭 ☐ アクセサリー ☐ その他 ()

☐ どちらとも言えない

☐ ほとんどない

☐ まったくない

4. ご意見、お考えをご自由にお聞かせください。

ご協力いただき、誠にありがとうございました。

これまでの臨床実習報告と法改正に伴う臨床実習指導の検討

佐藤綾*¹ 鳥居徹也*¹ 綿引哲夫*² 泉隆*³

Report on the Clinical Practice in the past 7 years and Examination of the Education of the Clinical Practice due to Law Revisions

by

Aya SATO, Tetsuya TORII, Tetsuo WATAHIKI and Takashi IZUMI

(Received: October 25, 2022, Accepted: December 29, 2022)

Abstract

This report examined that the past clinical practice in the department of medical care and welfare engineering and the issues for education in the future. The clinical practice is a subject in which students learn in the hospital the work of the clinical engineers, importance of patient-centered team medical care, and so on. Despite the impact of COVID-19, the clinical practice of the department was not completely canceled due to the support of the hospitals. To improve the content pointed out by educators in the hospitals for intern, we will consider incorporating active learning approaches in the prior education for clinical practice. In the future, we will improve the quality of the clinical practice by deepening cooperation with hospitals.

Key Words : clinical practice, active learning, , law revisions, cooperation with hospitals

1. はじめに

臨床工学技士とは、医師の指示の下に、生命維持管理装置の操作及び保守点検を行うことを業とする医療専門職種である¹⁾。技術革新に伴い高度化された医療機器には、適正使用と安全管理が求められ、工学技術と医学・医療の協働が必須となった。これを機に、臨床工学技士が誕生した（臨床工学技士法公布、1987年6月2日）。両者の協働の場として日本ME学会（現、日本生体医工学会）が1962年に設立され、ME（Medical Engineering）に関わる人材育成が進められた。1981年からは、日本医科器械学会（現、日本医療機器学会）や透析療法合同委員会、他関連学会も加わり、臨床工学技士の発足に尽力された²⁾。

東海大学基盤工学部医療福祉工学科（以下、医療福祉工学科）は、2013年の学部発足時から現在に至るまで臨床工学技士の育成を行っている。2021年度までに142名の臨床工学技士を社会へと送り出した。医療福祉工学科は、臨床工学技士法第14条4号の規定に基づいた大学であり、臨床工学技士の受験資格を得るためには、厚生労働大臣が指定する科目を修めて卒業する必要がある³⁾。その指定科目の一つである臨床実習は、医療機関内で

の臨床工学技士の業務見学、患者を中心としたチーム医療における臨床工学技士の役割やその重要性、医療現場に必要な医学知識や技術、社会人および医療人としての態度などを学ぶ科目である⁴⁾。臨床実習では、他の科目と異なり、臨床現場でしか得られない経験やコミュニケーションの必要性などを学ぶことができる。また、東海大学熊本キャンパスでは、2022年4月の入学生から文理融合学部人間情報工学科で臨床工学技士の育成を始めている。本報告では、医療福祉工学科の開設から今日に至るまでの臨床実習について報告し、文理融合学部人間情報工学科での実施に向けた今後の臨床実習指導の課題を検討する。

2. 医療福祉工学科の臨床実習

2.1 臨床実習と実習施設

臨床実習は、臨床工学技士法第三十六条に基づき、血液浄化装置実習、集中治療室（人工呼吸器実習を行う）及び手術室実習（人工心肺装置実習を行う）、医療機器管理業務実習を含む実施が定められている。表1は、これまで臨床実習が実施された施設の分布を示す。医療福祉工学科では、臨床実習中の学生の体力的、精神的な負担の軽減と学生の出身地への人材の還元という観点から、可能な限り各学生の出身地で臨床実習を実施してきた。実習施設は、臨床工学技士法で指定される全分野の業務

*¹ 文理融合学部人間情報工学科准教授

*² 工学部医工学科教授

*³ 基盤工学部医療福祉工学科教授

表1 臨床実習施設

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
熊本	6	9(1)	8(1)	8(1)	7(1)	6	5
福岡	2	2	1	1			1
鹿児島	1	2	4(1)		3(1)		1
長崎		1	2				
佐賀			1				
宮崎		2(1)				1	
沖縄	2	1	1	2			
関東	5	7	5	2	2	4	2*
東北		2	1				
中部	2			1			1
関西				1			
四国	1				1		
総計	19	26	23	15	13	11	10

「()」内は、血液透析治療を専門に行っている施設、「*」は、新型コロナウイルス感染症の影響により、実習開始前に受入れ中止となった施設である。

を行う施設、または、血液透析治療を専門に行う施設である。後者の場合は、集中治療室および手術室実習を実施する臨床実習施設と組み合わせて実習を行った。

2.2 臨床実習指導

医療福祉工学科では、臨床実習の事前指導と事後指導を実施している。事前指導は、臨床実習オリエンテーションとして、臨床実習の履修希望者全員を対象とした1回と臨床実習の履修者が確定した10月下旬から1月下旬にわたる5回の、計6回開講している。指導内容は、臨床実習に必要な実習マナーや接遇、個人情報保護法と感染症対策（スタンダードプリコーション、各種感染症の予防策など）、個別面談としている。また、臨床実習に必要な基礎知識の定着を図るために各回の指導の度に課題を課し、臨床実習オリエンテーションの最終回には筆記試験を実施している。

事後指導は、2019年度より実施しており、各自の臨床実習の振り返りと情報共有を目的とした。実施内容は、臨床実習に参加した学生（以下、実習生）による臨床実習発表会とグループワークである（2019年度および2021年度実施）。グループワークは、臨床実習で学び得た様々な事柄を実習生全員で共有することを目的に、アクティブラーニングの手法を取り入れた。グループワークでは、実習生を複数のグループに分けて、各実習施設で見学した症例や技術、臨床現場でしか得られない知識、臨床実習中の反省点などを話し合い、最後に各グループによるプレゼンテーションを実施した。なお、グループワークの詳細は、別途報告する予定である。

2.3 臨床実習の評価

各臨床実習施設には、臨床実習施設の臨床実習指導者

（以下、指導者）による実習生の評価を依頼している。評価は、実習中の態度などに関する全般的な項目と実習生が毎日作成するレポートに関して5段階で評価するものである。これまでの臨床実習の評価の平均を表2に示す。全ての年度で共に、全般的な項目では「積極性」と「表現の的確さ・コミュニケーション」、レポート内容では「必要事項の記載」が最も低い評価となった。臨床実習評価表には、意見欄を設けており、指導者からの意見や指摘事項が記載された場合は、事後指導における実習生の個別面談に活用している。

図1に2021年度の臨床実習評価表の一部を示す。2021年度の評価に関しては、2020年度までの全般的な項目とレポートに関する評価に加えて、各分野（手術室業務、血液浄化療法業務、集中治療室業務、心臓デバイス・心臓カテーテル業務、内視鏡および鏡視下手術業務、高気圧酸素業務）での学習の理解度に関する内容を追加した。また、2021年度は、実習生の自己評価を指導者と同様の評価項目で実施した。

表2. 臨床実習の評価の平均

評価項目	2015 n=35	2016 n=36	2017 n=38	2018 n=28	2019 n=25	2020 n=24	2021 n=16	平均
全般項目	①	4.46	4.63	4.41	4.31	4.44	4.73	4.51
	②	4.20	4.41	4.18	4.14	4.21	4.74	4.43
	③	3.89	3.97	3.81	3.84	3.85	4.59	3.97
	④	3.74	3.83	3.75	3.69	3.78	4.38	3.92
	⑤	3.39	3.75	3.45	3.33	3.67	4.06	3.52
	⑥	3.39	3.46	3.58	3.41	3.64	4.08	3.66
	⑦	3.55	3.79	3.80	3.66	3.74	4.13	3.94
レポート	⑧	4.04	4.22	4.09	3.93	4.17	4.54	4.41
	⑨	3.56	3.74	3.63	3.48	3.57	4.17	3.81
	⑩	3.84	4.01	3.91	3.78	3.92	4.46	3.98

- | | |
|-----------|--------------------|
| ① 時間の厳守 | ⑥ 表現の的確さ・コミュニケーション |
| ② 身だしなみ | ⑦ 全体的理解度 |
| ③ 言葉使い・態度 | ⑧ 期限の厳守 |
| ④ 礼節 | ⑨ 必要事項の記載 |
| ⑤ 積極性 | ⑩ 課題の消化 |

評価は、5段階評価とした。評価の平均は、血液浄化装置業務、手術室業務、集中治療室業務、医療機器管理業務の4つの評価値から計算した。

分野	評価内容	評価				
手術室 関連	① 人工心肺装置に関する基礎知識	5	4	3	2	1
	② 人工心肺装置の構成、人工心肺の（略）	5	4	3	2	1
	③ 人工心肺装置の準備（点検含む）（略）	5	4	3	2	1
（中略）						
レポート	① 期限の厳守	5	4	3	2	1
	② 必要な記録がなされているか	5	4	3	2	1
	③ 課題が消化されているか	5	4	3	2	1
臨床実習評価基準 5：非常に良く理解できる、4：良く理解できる、3：理解できる、 2：繰り返し指導すれば理解できる、1：全く理解できない						
ご意見欄						
2021年 月 日 臨床実習指導者：						

図1. 臨床実習評価表（手術室業務の評価表の例）

表3. 新型コロナウイルス感染症の影響下の臨床実習の受入れ状況

年度	臨床実習受入れ	施設数	対 応
2019	受入れ停止 (開始前)	1	同施設または他施設で後日実施
	受入れ停止 (実習中)	2	他施設で不足分を実施
2020	受入れ停止 (開始前)	1	同施設で後日実施
	実習期間の短縮	全	学内で不足分を実施
2021	受入れ停止 (開始前)	2	同施設で後日実施
	受入れ中止 (実習前)	2	他施設で実施

臨床実習の受入れの判断は、各臨床実習施設の申し出によるものである。具体的な対応は、大学と臨床実習施設との話し合いにより決定した。

3. 新型コロナウイルス感染症が臨床実習に与えた影響

2019 年より、新型コロナウイルス感染症（以下、COVID-19）が世界中で蔓延し、現在に至るまでその影響は計り知れないものである。当然ながらその影響は、医療関係職種の教育、特に病院で実施される実習にまで及んでいる。2020 年に文部科学省及び厚生労働省から、COVID-19 の対応により医療機関での実習中止が生じた場合の対応についての事務連絡が通知された⁹⁾。この通知により、医療機関での実施に代わる学内での臨床実習の学修が認められて、単位を修得した者は、従来通り国家試験の受験が可能となった。この状況は、2022 年度まで継続されている。表3には、医療福祉工学科におけるCOVID-19 の影響下の臨床実習の受入れ状況を示す。2020 年度は、COVID-19 の影響が強く出現した年であり、全ての臨床実習施設で臨床実習期間を本来の 24 日間から 19 日間に短縮し、不足分の 5 日分は学内での追加実習に置き換えた。医療福祉工学科では、一部の施設で臨床実習の停止や中止が生じたが、臨床実習を実施できなかった事例はなかった。これは、各臨床実習施設の多大なる協力と支援により実現できたものである。

また、COVID-19 の影響が出始めた 2019 年度より、実習生に対しては、実習開始日の 2 週間前からの体調管理と医療機関が設置されている県内への移動と居住を指導している。さらに、2021 年度からは、実習施設内および実習生周辺における COVID-19 発生時の大学の対応を書面で各臨床実習施設に提示している。

4. 新教育カリキュラムに関する法規等の改正の経緯

2021 年 5 月に公布された「良質かつ適切な医療を効率的に提供する体制の確保を推進するための医療法等の一部を改正する法律」により、臨床工学技士の業務が拡大された⁷⁾⁹⁾。それに伴い、臨床工学技士法第 14 条第 4 号の厚生労働大臣が指定する科目および臨床工学技士の教育カリキュラムの変更が告示（以下、本告示）された¹⁰⁾。¹¹⁾。その中で、臨床実習施設内で学生を指導する臨床実習指導者は、厚生労働省が定める基準を満たす臨床実習

指導者講習会を修了する必要があるとされた¹¹⁾。令和 7 年 4 月 1 日より適用される本告示の内容を満たすため、日本臨床工学技士教育施設協議会と日本臨床工学技士会が協力して、これまでに臨床工学技士を養成する大学または専門学校の臨床実習を受入れていた全国の臨床実習施設に臨床実習指導者講習会への参加協力を依頼している。次に、臨床実習では、臨床工学技士法の改正に伴う追加業務の内容も含み、学内実習での臨床実習前後の技術・知識の到達度評価が必須内容とされる。さらに、臨床実習中後の振り返り等も追加された¹²⁾。事前指導の内容として、接遇や守秘義務、個人情報保護法、スタンダードブリコーション、感染症別の予防策などが挙げられている。

5. 今後の課題

5.1 新教育カリキュラムに向けた臨床実習指導の検討

医療福祉工学科では、これまでも臨床実習に向けた事前および事後指導を実施している。今回の臨床工学技士法の改正に伴う教育カリキュラムの変更により追加された臨床実習前後の指導内容は、医療福祉工学科で従前より実施してきた事前および事後指導を発展させることで十分に対応できるものと考ええる。そこで、医療福祉工学科の実習生のこれまでの臨床実習評価を振り返ると、「積極性」と「表現の的確さ・コミュニケーション」の不足、レポートの「必要事項の記載漏れ」が指摘されている。これまでの事前指導では、臨床実習の目的をはじめ、接遇、実習中の姿勢・態度などの臨床実習に必要なマナー、ハラスメント対応などを、書籍を利用して指導している。臨床実習評価で指摘された内容を改善するためには、事前指導の段階で、実習生に「積極的な学習姿勢」と「発言力」を学ばせる必要があると考える。今後の事前指導では、臨床実習に必要な基礎的技術を実践させて、それに対して実習生自身が考え、行動し、問題点と改善策を見出すこと、さらに、その全容を的確にレポートに記載するまでの一連の流れを指導する必要があると考える。したがって、本指導には、アクティブラーニングを取り入れた形式が適当であると考え、今後の指導法について検討を進めていく。事後指導に関しては、今後もグループワークを継続していく予定である。

新カリキュラムでは、臨床実習中後の振り返りにおいても臨床実習施設との連携と実施が望ましいとされている¹¹⁾。2020 年度以前は、各臨床実習施設の臨床実習指導者を本学に招いて臨床実習報告会を開催していたが、新型コロナウイルス感染症の影響により現在は中止している。2020 年度と 2021 年度は、臨床実習報告会の代わりに、実習生の事後アンケートを基にした臨床実習報告書

を作成して、各臨床実習施設に配布した。さらに、2021年度は、実習生の自己評価の結果を基に、臨床実習指導者による評価と実習生による評価の差を比較した結果を臨床実習報告書に追加した。今後は、臨床実習報告会の再開と事後アンケートおよび実習生の自己評価を併せて実施し、臨床実習施設との情報共有を図ることで臨床実習の質の向上に繋がりたいと考える。

5.2 工学部医工学科との協力体制

医療福祉工学科の事後指導では、アクティブラーニングを取り入れたグループワークによる臨床実習の振り返りを実施しているが、現在は医療福祉工学科内のみで実施している。本学では、工学部医用生体工学科（2022年度より工学部医工学科）でも臨床工学技士の育成を行っている。これまでに、臨床実習施設の確保や事前および事後指導、臨床実習評価などでは、両学科で協力体制を取っているが、両学科の実習生合同の指導は実施していない。今後、事後指導においては、両学科合同でグループワークを実施することで、各実習生が臨床実習で学んだ様々な症例や術式、学習内容などの情報を広く共有できる。さらに、互いの実習生同士が交流を深めることで、臨床工学技士を目指す学生同士が集うことで、国家試験の学習や就職活動に向けた意識の向上につながると考える。今後は、Teamsなどの遠隔ツールを利用した事前指導ならびにグループワークの実施を検討する。

5.3 文理融合学部人間情報工学科の臨床実習

令和7（2025）年度の臨床工学技士国家試験から新カリキュラムに対応した国家試験がスタートする。文理融合学部人間情報工学科（以下、人間情報工学科）の2022年度入学生は、令和7年度（2025年度）の国家試験の受験資格を得るため、在学中に臨床工学技士法の改正により実施される告示研修の受講が必須となる^{11) 13)}。その一方で、人間情報工学科の2022年度入学生が臨床実習を履修する2024年度には、各臨床実習施設では臨床工学技士法の改正により追加された業務の環境・運用ともに整っていると予想される。人間情報工学科では、臨床実習施設とより綿密な情報共有を図り、臨床実習内容のスムーズな移行が実現できるように調整を進める。

6. まとめ

本報告では、基盤工学部医療福祉工学科のこれまでの臨床実習の報告と新カリキュラムの施行に向けた今後の臨床実習指導における検討事項を挙げた。文理融合学部人間情報工学科では、基盤工学部医療福祉工学科の臨床実習を継承しつつ、新カリキュラムに則したより質の高い臨床実習の実施を目指していく。

7. 謝辞

基盤工学部医療福祉工学科の臨床実習を実施するにあたり、東海大学フェニックスカレッジ熊本オフィスならびに臨床実習施設の臨床工学技士の方々には多大なるご厚誼とご指導を賜り、心より感謝申し上げます。

8. 参考文献

- 1) 臨床工学技士法, 昭和六十二年法律第六十号, 第二条第2項
- 2) 臨床工学技士の夜明け-わが国のME・CEの歴史を語る-, 医療機器学, Vol. 88, No. 1, 2018.
- 3) 臨床工学技士法, 昭和六十二年法律第六十号, 第十四条第四号
- 4) 臨床工学技士法第十四条第四号の規定に基づき厚生労働大臣が指定する科目, 昭和六三年厚生省告示九十九号
- 5) 臨床工学技士養成所指導ガイドライン, 医政発0331第31号, 厚生労働省医政局長, 平成27年3月31日
- 6) 新型コロナウイルス感染症の発生に伴う医療関係職種等の各学校、養成所及び養成施設等の対応, 事務連絡, 文部科学省初等中等教育局, 他
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_26728.html
- 7) 良質かつ適切な医療を効率的に提供する体制の確保を推進するための医療法等の一部を改正する法律, 令和三年法律第四九号, 第十一条
- 8) 臨床工学技士法施行令の一部を改正する政令, 令和三年政令第二百三十三号
- 9) 診療放射線技師法施行規則等の一部を改正する省令, 令和三年厚生労働省令第百十九号, 第三条
- 10) 臨床工学技士法第十四条第四号の規定に基づき厚生労働大臣が指定する科目, 令和四年厚生労働省告示第百十三号
- 11) 臨床工学技士学校養成所指定規則の一部を改正する省令の公布について（通知）, 医政発0331第62号, 厚生労働省医政局長, 令和4年3月31日
- 12) 臨床工学技士法第14条4号の規定に基づき厚生労働大臣が指定する科目に関する協議などの事務手続きについて（通知）, 医政発0331第7号, 厚生労働省医政局医事課長, 令和4年3月31日
- 13) 良質かつ適切な医療を効率的に提供する体制の確保を推進するための医療法等の一部を改正する法律, 令和三年法律第四九号, 第十一条, 附則第十五条

血液凝固時における吸光度変化の基礎的検討

坂元英雄^{*1} 中田志保^{*2} 佐藤綾^{*3} 鳥居徹也^{*3}

Fundamental Study of Absorbance Changes During Blood Coagulation

by

Hideo SAKAMOTO, Shiho NAKADA, Aya SATO, Tetsuya TORII

(Received: October 28, 2022, Accepted: January 18, 2023)

Abstract

The purpose of this study is to develop a sensor for early detection of intracircuit coagulation during extracorporeal circulation. The present experiment was conducted to quantitatively analyze blood oxygen saturation, which appears to be one of the parameters that can change during blood coagulation. In order to detect blood coagulation, we analyzed the change in absorbance. In the measurements, the absorbance of blood with high to low oxygen saturation was measured to determine its relationship to oxygen saturation. The absorbance of coagulated blood was also measured. As a result, we were able to grasp the characteristics of absorbance change and oxygen saturation during blood coagulation.

Key Words : Blood coagulation, extracorporeal circulation, absorbance, oxygen saturation, absorbance

1. はじめに

医療機器は、疾患の治療、症状軽減、診断や早期発見に必要不可欠である。近代医療を支える高度化された医療機器を安全かつ有効に使用するためには、トラブル発生防止、発生したトラブルの早期発見が重要である。トラブル発見の遅れや対処の遅れは、患者の状態を悪化させる可能性、重篤な状態へと陥る危険性がある。このような状態を防ぐため、各種センサの研究・開発が行われている¹⁻³⁾。

例えば、体外循環治療において、回路内の血液凝固は、患者の安全性を損なうだけでなく「患者の血液が失われる」、「医療スタッフの負担増加」、「医療費増加」などが誘発される。血液の凝固反応は、非生理的物質との接触によって生じるが、生命維持のために無くてはならない反応でもある。しかし、心臓手術時や血液透析、補助循環、ECMO (Extracorporeal membrane oxygenation) などの体外循環時においては避けなければならない血液の反応である。そのため体外循環回路内で発生する血液凝固は、極めて危険な事象と位置づけられており⁴⁾、回路内での血液凝固の発生を未然に防止しなければならない。体外循環中の血液凝固の発生機序は、非生理的物質との接触で外因系と内因系の凝固系が活性化、カスケード反応により血液凝固が促進される^{5,6)}。そのため抗凝固剤として

ヘパリンが投与されている。しかし、ヘパリンは、生体で代謝されるため、定期的な抗凝固測定 (Activated Clotting Time (ACT) : 活性化凝固時間) が必須となる。一般に、循環回路内で血液の凝固反応が発生すると、短時間に加速して血餅が形成、非常に危険な状態となる。血液凝固が要因と考えられる体外循環治療中の合併症として脳梗塞等の血栓症が挙げられる⁷⁾。人工心肺装置施行中、厳密な ACT コントロールを行っていても、血栓が発生する可能性が報告されており^{8,9)}、血液凝固を完全にコントロールすることは難しいと考えられている。したがって、体外循環回路内での血液凝固発生の有無を可能な限り早期に検出する方法の確立が望まれている。先行研究において、血液凝固過程と電氣的・光学的変化を捉えた報告がある^{10,11)}。しかし血液凝固を早期に発見するための確定的な解析、結論にまでは至っていない。そこで本研究は、体外循環回路内に発生する血液凝固の検出装置の開発を目指し、酸素飽和度ならびに血液凝固時の吸光度の相関を捉える基礎的研究に取り組む。

2. 目的

2.1 血液の酸素化と視覚的变化

血液は凝固により鮮赤色から暗赤色へ視覚的变化(色)が生じる^{12,13)}。血液が凝固した際の血液色の変化は赤血球中のヘモグロビンが関連する。ヘモグロビンは、生体

^{*1} 公立小松大学保健医療学部臨床工学科 講師

^{*2} 公立小松大学保健医療学部臨床工学科 4 年生

^{*3} 文理融合学部人間情報工学科 准教授

内の酸素運搬を担っており、鉄を含むヘム（色素）とタンパク質から構成されている。ヘモグロビン1分子中には、色素に関連するヘムが4個入っている。ヘモグロビンは、酸素と結合する性質を有しており、酸素と結合すると鮮赤色、酸素と結合しない場合は暗赤色になる。図1にヘモグロビンの吸光スペクトルを示す¹⁴⁾。酸素と結合したヘモグロビン（オキシヘモグロビン：酸化ヘモグロビン）の吸光スペクトルは、波長700nm付近（赤色）の吸収が低いため鮮赤色となる。一方、酸素と結合していないヘモグロビン（デオキシヘモグロビン：還元ヘモグロビン）は、波長700nm付近の吸収が高いため暗赤色となる。

2.2 研究の目的

血液の視覚的変化の要因は、血液の酸素化が考えられるが、酸化ヘモグロビンの割合、すなわち酸素飽和度の違いを含めて検討する必要がある。そこで本研究は、異なる酸素飽和度で吸光度スペクトルの分析を行い、酸素飽和度の違いによる吸光度スペクトルの比較と血液凝固時の吸光度スペクトルの関連性について検討した。

3. 実験方法

3.1 酸素飽和度別血液の作成

血液の酸素飽和度を下げるために簡潔な体外循環回路を作成した（図2）。体外循環回路は、血液ポンプと人工肺で構成した。血液ポンプは血液透析装置のローラーポンプを使用した。体外循環回路の血液循環は、ビーカー

内の血液を血液ポンプにて人工肺に送り、ビーカーに戻すよう設計した。酸素飽和度は、人工肺に酸素を吹送す



図2 体外循環回路

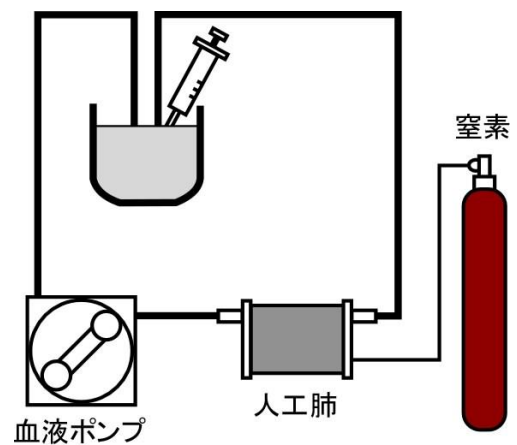


図3 窒素ガス吹送

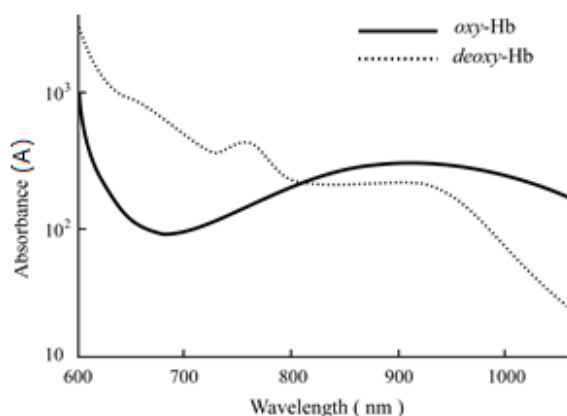


図1 ヘモグロビン吸光スペクトル

グラフは、ヘモグロビンの吸光スペクトルを示しており、実線は酸化ヘモグロビン（オキシドヘモグロビン）、破線は還元ヘモグロビン（デオキシドヘモグロビン）である。

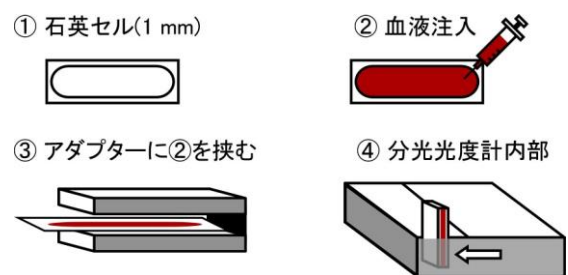


図4 分光光度計測定

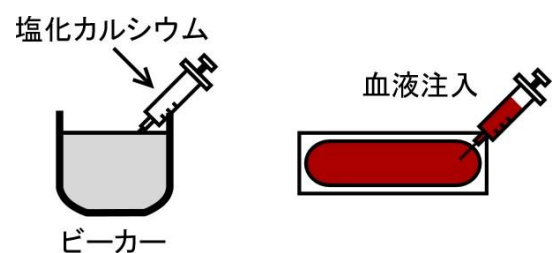


図5 血液の凝固促進

るポートから窒素ガスを吹送することにより、酸素飽和度をおよそ 98%、80%、70%、50%、40%、30%程度に調整した（図 3）。目標とする酸素飽和度に調整した血液はビーカー内に貯めた。なお、酸素飽和度を 98%に調整する場合、最初に血液へ酸素を吹送して酸素飽和度を上昇させてから窒素ガスの吹送を行った。ビーカー内に貯めた血液中に直接ガスを気泡吹送すると、マイクロバブルが発生してしまうため人工肺を利用することで防止した。血液は 200 mL / min で循環させ、窒素ガスは 0.4 L / min で人工肺に吹送した。目標の酸素飽和度を確認するため、適宜、ビーカー内の血液を採取し、血液ガス分析を実施した。

3.2 吸光度測定

吸光度測定は、紫外線分光光度計（UV-1900、SHIMADZU 社製）を利用した。酸素飽和度を調整した測定対象の血液は、光路長 1 mm の石英（組立）セルに空気の混入がないように装填した（図 4）。通常、紫外可視分光光度計で試料を測定する場合、10 mm × 10 mm のセルを使用するが、試料が血液であるため光源が通過せず測定ができない。そのため、光路長 1 mm の石英（組立）セルを使用した。

3.3 凝固血液

血液凝固と吸光度の関係性について比較検討する。凝固させる血液の酸素飽和度は 40%と 70%とした。血液凝固には、200 mL の血液に対して、塩化カルシウム（0.4 mg / mL）0.15 ml を添加、ビーカー内で攪拌後、すぐに血液を石英（組立）セルに注入する（図 5）。吸光度の計測は、ビーカー内の血液が完全に凝固した 1 時間経過後に実施した。

4. 結果

4.1 酸素飽和度別吸光度

血液の酸素飽和度を変えて、吸光度を計測した結果を図 6 ～ 11 に示す。図 6 は、酸素飽和度 98%血液の吸光度スペクトルである。波長 700 nm 付近の吸光度が悪く血液色は鮮赤色であった。曲線形状は、図 1 の酸化ヘモグロビンの吸光度スペクトル様の波形曲線であった。このときの血液データでは、酸素分圧は 378 mmHg、標準的な動脈血酸素分圧 100 mmHg より高値であった。図 7 ～ 11 は、酸素飽和度がそれぞれ、80%、70%、50%、40%、30%のときの吸光度スペクトルである。波長 750 nm 付近に出現した山形状波形は、酸素飽和度の低下に伴い増加が観察された。この曲線形状は、還元ヘモグロビン吸光

度スペクトル様の波形曲線であった。酸素分圧は 35～10 mmHg といずれも低値を示した。図 12 は、ヘモグロビン吸光度スペクトルの等吸収点（800 nm）を基準に正規

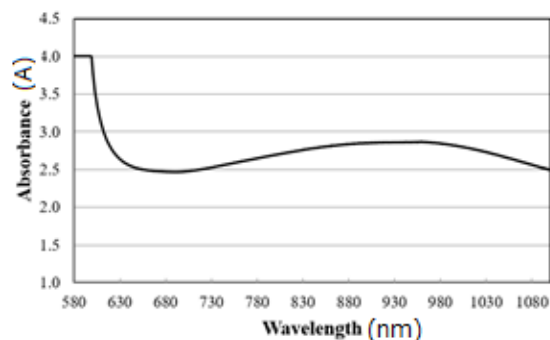


図 6 酸素飽和度 98%

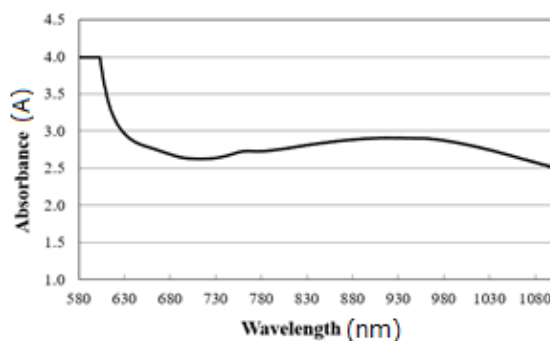


図 7 酸素飽和度 80%

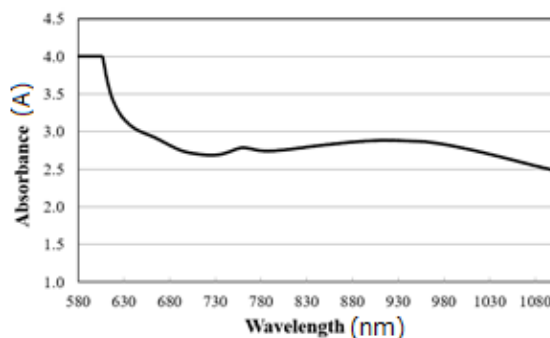


図 8 酸素飽和度 70%

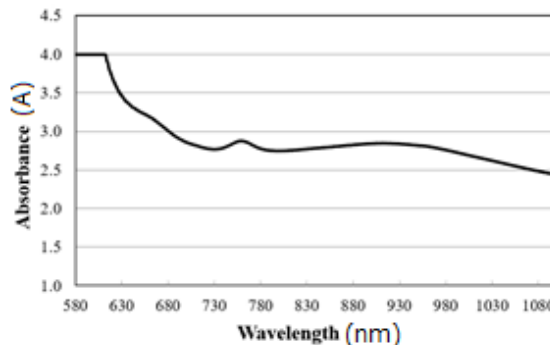


図 9 酸素飽和度 50%

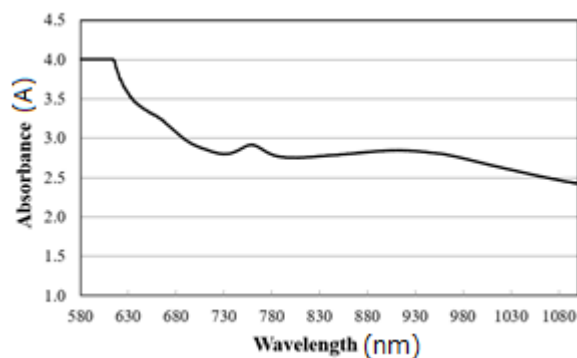


図10 酸素飽和度 40%

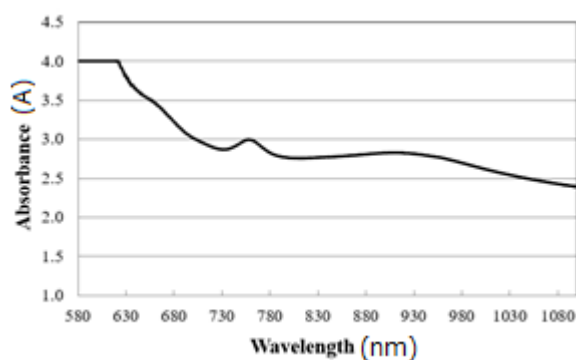


図11 酸素飽和度 30%

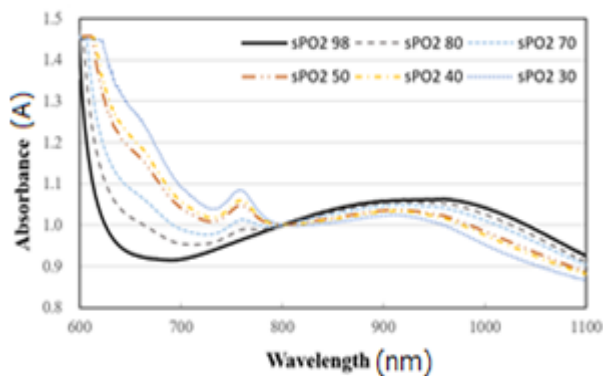


図12 各酸素飽和度別吸光スペクトル

化した結果を示す。600 nm から 780 nm までの等吸収点より短波長では、酸素飽和度の減少に伴い、吸光度の上昇が観察された。また、等吸収点から 1100 nm の長波長の赤外光領域においては酸素飽和度の増加に伴い吸光度の上昇が観察され再現性も確認している。

4.2 凝固後の吸光スペクトル

図13は、酸素飽和度40%および70%の血液を凝固させたときの吸光度スペクトルを示す。今回は低い酸素飽和度30~50%の中間1つと、高い酸素飽和度60~98%の中間1つの測定を行った。実線は凝固前の吸光度を示

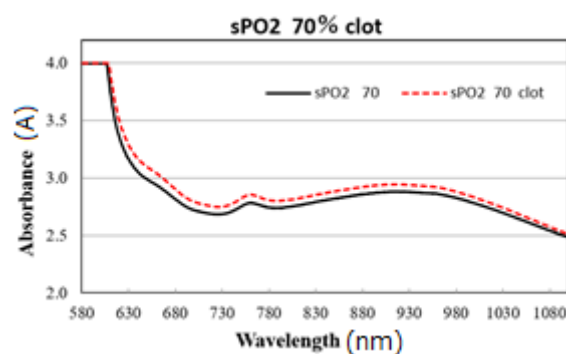
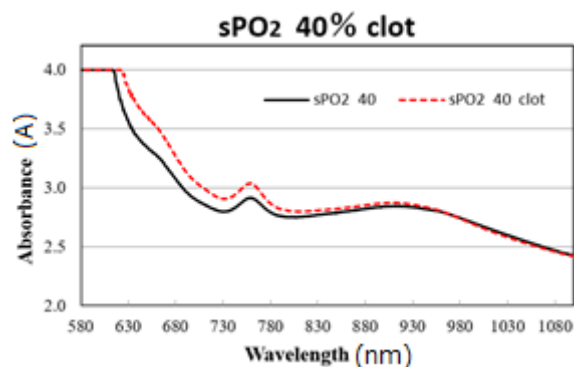


図13 凝固させたときの吸光スペクトル



図14 石英セル内の凝固血液

しており、破線は血液が完全に凝固したときの波形である。石英（組立）セル内の血液は凝固する前の血液より血液が凝固した血液の方が暗赤色であったことが目視により確認できた。また、石英セル内での血液凝固も確認できた（図14）。

5. 考察

本研究では、血液の酸素飽和度と吸光度スペクトルの関係性および血液凝固と吸光度スペクトルの関係性について調査した。酸素飽和度は、血液に窒素ガスを添加す

ることで調整した。その際、血液内には、目視できないマイクロバブルが発生、攪拌されるため吸光度測定値に影響を与える可能性がある。そこで本研究では、酸素飽和度を調整する回路内に人工肺を組み込み、マイクロバブルを抑制することで吸光度計測への影響を低減させた。酸素飽和度を調整した血液で吸光度スペクトルを調査した結果、酸素飽和度 98%の血液における吸光度スペクトルは、酸素分圧が健常者の標準的な動脈血酸素分圧 100 mmHg よりも高値であり、充分な酸素化が行われていることが示された。そのため吸光度スペクトルは酸化ヘモグロビン様波形であったと推察した。一方、酸素飽和度 80~30%の血液と吸光度スペクトルの関係は、酸素分圧がいずれも 35~10 mmHg と低値であるため、吸光度スペクトルは還元ヘモグロビン様波形であったと推察した。また吸光度変化率は、酸素飽和度の減少に伴い、吸光度が上昇するため血液色は、視覚的に暗赤色になることが示唆された。これらのことから血液色は、ヘモグロビンの吸光度スペクトルに関係していると推察した。

血液が凝固したときの吸光度スペクトルは、酸素飽和度 40%および 70%のいずれも還元ヘモグロビン様波形が観察された。この原因として、凝固に伴うヘモグロビンの酸素結合能の低下が考えられる。低酸素化は、赤色光の吸光度が上昇するため、血液の暗赤色化が進むと考えられる。

6. まとめと今後の課題

本研究は、血液の酸素飽和度と吸光度の関係性、および血液凝固と吸光度の関係性について調査した。その結果、酸素飽和度が低くなるにつれて 600 nm から等吸収点 (800 nm) までの吸光度が上昇することが示唆された。血液凝固では、酸素飽和度に依存することなく、600 nm から等吸収点 (800 nm) までは、吸光度が上昇することを明らかにした。この特徴は、体外循環時等の血液凝固を監視装置の開発に活用できると考えられる。

今後の課題として、血液が凝固するまでを経時的に測定することで詳細かつ定量的に解析する。また血液凝固の基となるフィブリン形成についての計測も必要となる。

参考文献

- 1) 山本一郎, 神山剛論, 当麻美樹, 塩野 茂, 嶋岡英樹, "持続血液浄化施行中に生じる回路内凝固について-多施設アンケート調査より-", ICU と CCU, Vol.32 別冊号: S82-S83, 2008.
- 2) 吉井悟, 夏井智子, 星山裕, 浅沼慶彦, 清野耕治 "血液回路内の凝固に対する新しい取り組み" 日本血液浄化技術学会会誌 18(2): 57-59, 2010
- 3) Andrew Davenport, "The coagulation system in the critically ill patient with acute renal failure and the effect on an extracorporeal circuit", Vol.30, No.5, Suppl 4 : S20-S27, 1997.
- 4) 古垣達也, 平松祐司, 茂木芳賢, 鳥羽清志郎, 川上康, 榊原謙 "人工肺流入部圧力上昇のため人工心肺運転中に人工肺または全回路交換を余儀なくされた 3 症例の検討" Jpn J Extra-Corporeal Technology 39 (1): 65-69, 2012
- 5) 坂爪公, 齋木佳克, "人工循環中の出血凝固因子" 人工臓器 45 巻 3 号: 221-224, 2016
- 6) 立原敬一, 石田等, 大塚徹, 諏訪邦夫 "血液浄化療法に用いられる抗凝固薬の種類" 帝京短期大学紀要 16:141-144, 2010
- 7) 山崎雅英 "慢性透析患者におけるダイアライザー内残血と凝固・線溶能の関連" 金沢大学十全医学雑誌 第 101 巻, 第 1 号 : 100-110, 1992
- 8) 戸田久美子, 安野誠, 前田恒, 花田琢磨, 中嶋勉 "活性化凝固時間 (ACT) と回路内血栓の検討" 体外循環技術 Vol.40 No.2 : 175-179, 2013.
- 9) 宗万孝次, 下斗米諒, 天内雅人, 本吉宣也, 南谷克明, 山崎大輔, 与坂定義, 菅原時人, 平田 哲, "血液浄化時における回路内凝固トラブル", 第 19 回北海道臨床工学会抄録集, 52-53, 2008.
- 10) Helen Berney, J.I.O'Riordan, "Impedance Measurement Monitors Blood Coagulation", Analog Dialogu. Vol.42, No.3, S7-S9, 2008.
- 11) 坂元英雄, 土屋浩希, 山内忍, 本橋由香, 佐藤敏夫, 阿岸鉄三 "血液凝固時の色変化測定による回路内凝固の専属的検出方法", 第 60 回日本透析医学会学術大会 (横浜) 2015.
- 12) 山内 要, "透析中・透析後に起こりやすいトラブル 3.ダイアライザ・血液回路の凝血塊", 透析ケア 2008 冬季増刊 : 150-154, 2008
- 13) 太田翔平, 坂元英雄, 山内忍, 本橋由香, 佐藤敏夫, 阿岸鉄三 "カラーセンサによる凝固に伴う回路内血液の黒色化検出の試み", 第 54 回日本人工臓器学会大会 (鳥取) 2016.
- 14) 中島章夫, 氏平政伸編集, "第 6 章 生体の光特性", 臨床工学講座 生体物性・医用材料工学 : 93-118, 2010.

小学校教科科目の好き嫌いに関する研究

- 保育士・幼稚園及び小学校教員養成課程学生を対象として -

田中靖久*

A Study on Likes and Dislikes of Elementary School Subjects

- For students in the nursery teacher, kindergarten and elementary school teacher training programs. -

by

Yasuhisa TANAKA

(Received: October 31, 2022, Accepted: February 15, 2023)

Abstract

This study was conducted on students in the Department of Child Education (elementary teacher training course students) with the purpose of clarifying their "likes and dislikes of subjects in elementary school," "likes and dislikes from the standpoint of teaching," and "likes and dislikes of current subjects. As a result, the following findings were obtained.

The top three favorite subjects in both "when I was teaching," "as a teacher," and "current impression" were practical arts subjects (physical education, music, and arts and crafts), showing the same tendency. In addition, the poor attitudes toward physical education subjects among female students, observed in previous studies, are not found at this university.

Key Words : elementary school teacher training programs teaching methodology

1. 目的

東海大学短期大学部児童教育学科は、小学校教員養成課程であり、小学校教諭2種免許だけでなく、幼稚園教諭2種免許、保育士資格の2免許1資格を取得でき、学生のおよそ9割が2免許1資格を取得して卒業する。当然ながら、免許を取得するために各教科の教科法の単位を取得し、教育実習を行う。多くの生徒ではないが、約1割の学生が、専任や臨時採用、非常勤で小学校の教壇に立つことになる。現場で教鞭を執る教員の苦手意識、不得意教科が、生徒に与える影響は大きいと考えられる。ベネッセ教育総合研究所「第5回学習基本調査報告書」(2015)¹⁾によると、小学生が好きな教科のベスト3は、「図画工作」が83.6%、「体育」が81.6%、「家庭」が79.6%の順で、およそ8割の子どもがこれらの教科を「好き」と回答し、第4位の「音楽」69.7%を加えて上位4教科はいずれも実技系の教科である。これに対して、「好き」と答える割合が少ないワースト3は、「社会」49.6%、「国語」54.7%、「算数」55.6%の順であり、「好き」と答える子どもは5割前後にとどまっている。いずれも非実技系の教科であった。また、好きな教科には性別に大きな差があり、ジェンダー・バイアスが大きいと報告されている。一方、小学校教員養成課程学生を対象とした川田(2018)²⁾によると、女子学生においては男子学生以上に体育指

導に対する苦手意識が強く、不安を有している者も多いため、小学校教員養成課程の体育関連科目において指導・支援を行う必要があることを報告している。ここでもジェンダー・バイアスが大きいことを指摘している。

上述の先行研究から見える小学生の好きな教科嫌い教科の傾向が、本学学生にも当てはまるのか、また「小学校時代の教科に対する好き嫌い」と「教員として教える立場での好き嫌い」に違いが見られるのかは、疑問であり、それらを調査した文献や先行研究は見当たらない。

そこで、本研究では、本学児童教育学科学生（小学校教員養成課程学生）の「小学校時代の教科に対する好き嫌い」と「教員として教える立場での好き嫌い」、「現在の教科に対する印象（好き嫌い）」を明らかにすることを目的とし、以下の仮説を立てて検証した。

1.1 教科に対する好き嫌いは、「小学校時代に教えを受けていた時」（以下「教えを受けていた時」と称する）「教員として教える立場」（以下「教える立場」と称する）「現在の教科に対する印象」（以下「現在の印象」と称する）で同じ傾向を示し、ベネッセの調査(2015)と同様に、実技系教科に対して「好き」と回答する学生が多いが、川田(2018)²⁾の調査同様に、本学は女子学生の割合が多いため、ジェンダーバイアスがあり、体育を嫌いとする学生が多い。

1.2 「音楽自習A・Bの単位取得状態」、「ピアノ、エレクト

* 文理融合学部経営学科准教授

トーン、その他楽器等の外部講師による受講経験の有無」によって、「教える立場」での音楽に対する好き嫌いの評価に差がみられる。

1.3「中学、高校での運動部経験」の有無によって、「教える立場」での体育に対する好き嫌いの評価に差がみられる。

2. 方法

2.1 調査概要

東海大学短期大学部児童教育学科で開講されている小学校教員免許状取得のための必修科目である「初等科教育法（体育科教育法）」を受講する学生 91 名（2 年次生：小学校教育実習経験済み）に対し、授業（2020 年 9 月 1 限目及び 2 限目）にて、アンケート調査を実施した。なお、アンケート調査の実施にあたっては、趣旨及び個人情報の保護について説明を行うとともに、データの使用について同意を得られた者のみを分析対象とした。同意を得られなかった者及び回答に不備のあった者を除き、71 名（男子 3 名、女子 68 名）について、本研究で解析を行った。

2.2 調査内容

2.2.1 アンケートの設問

(1) 属性に関する質問、①音楽関係科目「音楽実習 A・B」の単位取得状況、②ピアノ、エレクトーン、その他楽器等の外部講師による受講経験、③中学、高校での運動部経験 (2) 教科科目に対する好き嫌いに関する質問として、①小学校時代に教えを受けた教科に対する好き嫌いについて②小学校で教える立場としての好き嫌いについて③現在の教科に対する印象（好き嫌い）について

2.2.2 評価対象とした教科

評価する教科（表 1）³⁾は、教科（国語、社会、算数、理科、生活、音楽、図画工作、家庭、体育）の中から、1

表1 小学校各教科等の授業時数

区分	第1学年	第2学年	第3学年	第4学年	第5学年	第6学年	合計
国語	306	315	245	245	175	175	1461
社会			70	90	100	105	365
算数	136	175	175	175	175	175	1011
理科			90	105	105	105	405
生活	102	105					207
音楽	68	70	60	60	50	50	358
図画工作	68	70	60	60	50	50	358
家庭				60	55		115
体育	102	105	105	105	90	90	597
道徳の授業時数	34	35	35	35	35	35	209
外国語活動の授業時数				35	35		70
総合的な学習の時間の授業時数			70	70	70	70	280
特別活動の授業時数	34	35	35	35	35	35	209
総授業時数	850	910	945	980	980	980	5645

学年から 6 学年で実施される科目、国語、算数、音楽、図画工作、体育の 5 科目と総時間数が 350 時間を超える、社会（365 時間）、理科（405 時間）の 2 教科を加えた 7 教科とし、回答形式はカテゴリ尺度による評定法で実施した。家庭と生活は、総時間数が 300 時間を下回ることを、開講期間が 2 年間と短いことを鑑みて、除外した。

3. 結果

3.1 教科間の比較（表 2・図 1, 2）

「教えを受けていた時」と「教える立場」で、教科ごと「非常に好き・好き・どちらとも言えない・嫌い・非常に嫌い」回答結果を表 2（度数・評定平均値）と図 1, 2（割合）に示した。「小学校時代の教科に対する好き嫌い」の評価は、体育、音楽、図画工作、国語、社会、理科、算数の順に高い値を示した。「教員として教える立場」としての評価は、体育、図画工作、音楽、算数、国語、社会、理科の順に高い値を示し、ベネッセの調査（2015）同様、好きな上位 3 教科は、「教えを受けていた時」でも「教える立場」でも、体育、音楽、図画工作の実技系教科が占めた。

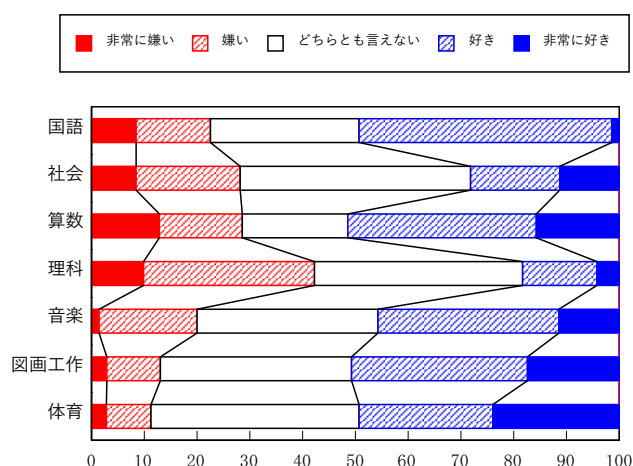


図1. 小学校時代に教えを受けた教科に対する好き嫌いについて

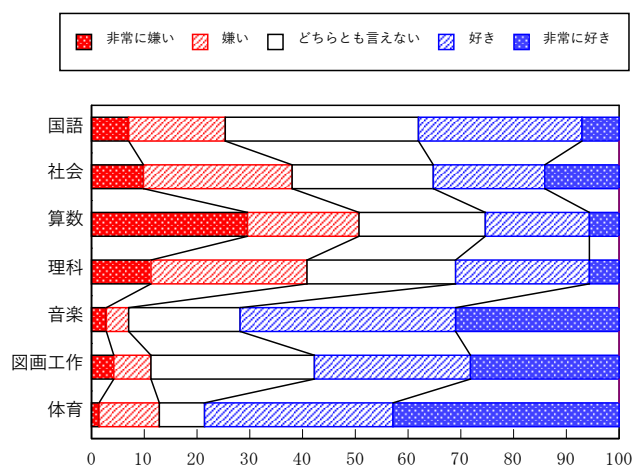


図2. 小学校で教える立場としての好き嫌いについて

表2 アンケートの集計結果及び科目ごとの教えを受けていた時と指導者の立場の比較

		非常に嫌い ①	嫌い ②	どちらとも言えない ③	好き ④	非常に好き ⑤	平均値	標準偏差	P値
国語	生徒として N=71	5	13	26	22	5	3.13	± 1.03	0.5912
	教員として N=71	6	10	20	34	1	3.20	± 0.99	
社会	生徒として N=71	7	20	19	15	10	3.01	± 1.21	0.9038
	教員として N=71	6	14	31	12	8	3.03	± 1.08	
算数	生徒として N=71	21	15	17	14	4	2.51	± 1.26	0.001
	教員として N=70	9	11	14	25	11	3.26	± 1.27	
理科	生徒として N=71	8	21	20	18	4	2.85	± 1.10	0.3051
	教員として N=71	7	23	28	10	3	2.70	± 0.98	
音楽	生徒として N=71	2	3	15	29	22	3.93	± 0.98	0.001
	教員として N=70	1	13	24	24	8	3.36	± 0.96	
図画工作	生徒として N=71	3	5	22	21	20	3.70	± 1.09	0.628
	教員として N=69	2	7	25	23	12	3.52	± 0.99	
体育	生徒として N=70	1	8	6	25	30	4.10	± 1.07	0.002
	教員として N=71	2	6	28	18	17	3.59	± 1.04	

3.2 各教科の比較(表2・図3)

各教科の評定平均値を表2図3に示した。体育、音楽、図画工作、理科は、「教えを受けていた時」の評価が「教える立場」より高い値を示した。国語と算数、社会は、それとは逆に、「教える立場」の方が高い値を示した。統計学的に有意な差が見られたのは、体育 ($P<0.01$) と音楽 ($P<0.001$)、算数 ($P<0.001$) で、体育と音楽は、「教えを受けていた時」の評価が有意に高く、算数は「教える立場」の方が有意に高い値を示した。

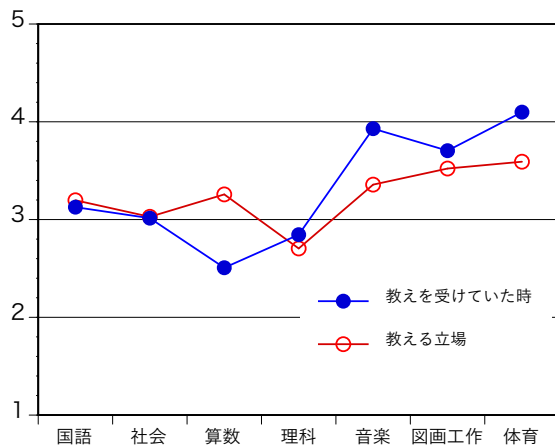


図3. 各教科の比較

3.3 「教員として教える立場」における音楽教科の好き嫌いについて

3.3.1 音楽実習 A・B の単位取得状態 (表3・図4)

保育士・幼稚園及び小学校教員養成課程における音楽関係科目「音楽実習 A」「音楽実習 B」は、歌いながらピアノ伴奏ができるための「弾き歌い」や、「バイエル」

などの教則本を活用し、保育、教育現場で実践活動を行うために、必要な音楽の知識と技能習得を目指す科目であり、必修科目である。本学では、1年時に不合格の場合は、2年時春学期、そして2年時秋学期に再履修することが可能である。「1. 1年時に取得した」「2. 2年時前期に取得した」「3. 現在履修している」の3つのグループに分け、分散分析を用いて検証した。評定平均値の値は、単位取得順に示すものの、統計学的に有意な差は見られなかった。

表3. 教える立場における音楽教科の好き嫌い

	1年時に取得した	2年時前期に取得した	現在取得した
Mean	3.529	3.571	3.167
SD	0.943	1.028	0.834
N	17	21	30
主効果	F=1.471		N.S.

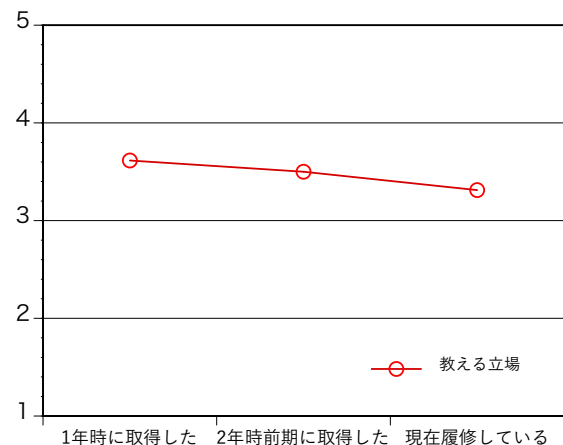


図4. 音楽教科の好き嫌いについて

3.3.2 ピアノ、その他の楽器等の外部講師による受講経験の有無 (表4・図5)

ピアノ、エレクトーン、その他楽器等の外部講師による受講経験の有無によって2群に分け、t検定を用いて検証した。外部講師による受講経験があるグループの評定平均値が高く、統計学的に有意な差($P<0.001$)が見られた。

表4. 教える立場における音楽教科の好き嫌い

	経験あり	経験なし
Mean	3.886	2.844
SD	0.692	0.523
N	35	32
t値	5.447***	
	$P<0.001$	

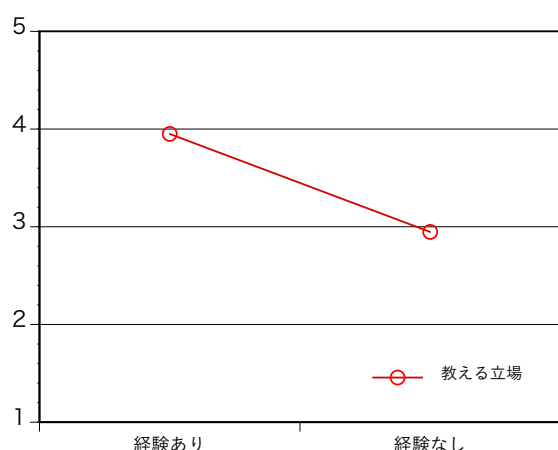


図5. 音楽教科の好き嫌いについて

3.4「教員として教える立場」における体育教科の好き嫌いについて

3.4.1 中学校・高校時代の運動経験の有無 (表5・図6)

中学校・高校時代の運動部経験の有無によって、2つのグループに分け、t検定を用いて検証した。運動部経験がある群の評定平均値が高く、統計学的に有意な差($P<0.001$)が見られた。

表5. 教える立場における体育教科の好き嫌い

	運動部経験あり	運動部経験なし
Mean	3.83	2.733
SD	0.935	1.033
N	53	15
t値	3.92***	
	$P<0.001$	

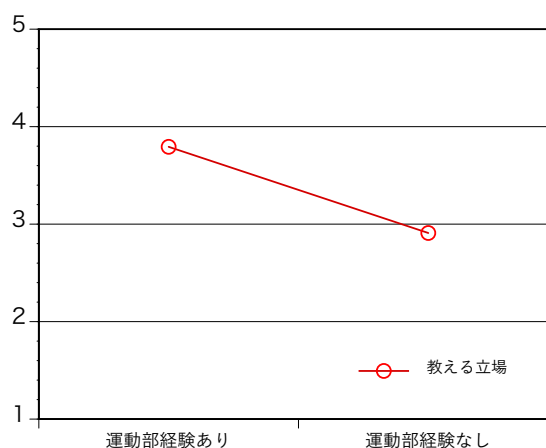


図6. 体育教科の好き嫌いについて

3.5 現在の教科に対する印象 (好き嫌い)

一対比較法 (芳賀の変法) の分析結果 (図7)

「現在の教科に対する印象 (好き嫌い)」について、7教科 (表1) の中から1対1の組み合わせを作り、すべての組み合わせ (21組) において一対比較評価を行なった。評価は、非常に嫌い、嫌い、どちらとも言えない、好き、非常に好きの5段階尺度(-2点、-1点、0点、1点、2点)で評価を依頼した。

教科に対する好き嫌いの評価については、教科の主効果は有意であった。これは好き嫌いの評価に影響を与えたことを示している。また、教科についての平均嗜好度 (図7) は音楽、体育、図画工作、国語、社会、理科、算数の順に高かった。さらには、音楽、体育、図画工作が、国語、社会、理科、算数より高い有意性を示した。

これら有意性の検定は、一対比較法 (芳賀の変法) を用いた上で、分散分析により検証した。有意性は $F=29.780$ $P<0.001$ であった。

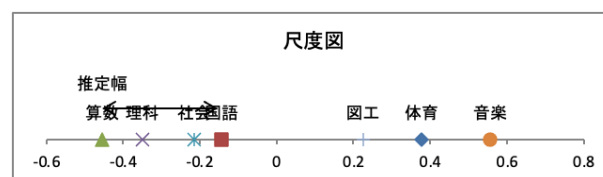


図7. 教科に対する好き嫌いの平均嗜好度

4. 考察

「小学校時代の教科の好き嫌い」「教える立場での好き嫌い」「現在の教科に対する印象 (好き嫌い)」は、好きな教科の順位に多少の違いが見られたが、好きな上位3教科は、体育、音楽、図画工作の実技系教科が占め、ベネッセの調査 (2015) と同じ傾向であった。よって、仮説1.1は支持される結果となった。みんなで「遊び」「楽しみ」「表現する」実技系教科の特性から、このような評

価に至ったのではないかと推察される。しかし、川田(2018)の調査にみられる、体育教科に対する苦手意識、指導に対する苦手意識や不安は、本調査の結果からは読み取ることができなかった。本学学生には、ジェンダーバイアスの影響は少ないと推察され、この点では仮説1.1は棄却された結果となった。

「教えを受けていた時」と「教える立場」で、評価に違いが見られた教科は、体育と音楽、算数で、体育と音楽は、「教えを受けていた時」の評価が統計学的に有意に高く、算数は「教える立場」の方が有意に高い値を示した。教える立場になって初めてわかる、難しさや、教える事の楽しさ、喜びを感じられるようになった結果だと推測できる。

音楽教科の好き嫌いについては、音楽関係教科の取得状況に影響するのではないかと思われたが、統計学的に有意な差が見られず、仮説1.2は棄却された結果となった。しかし、ピアノ、エレクトーン、その他楽器等の外部講師による受講経験の有無によって、統計学的に有意な差がみられ、影響を受けることが明らかになった為、こちらは支持される結果となった。

体育教科の好き嫌いについては、運動部経験の有無によって、統計学的に有意な差がみられた。

この結果から中学校・高校時代の運動部経験の有無によって、体育教科の好き嫌いに影響を及ぼしていると推察でき、よって仮説1.3は支持される結果となった。

5. まとめ

本研究は、児童教育学科学生(小学校教員養成課程学生)を対象として、「小学校時代の教科の好き嫌い」と「教える立場での好き嫌い」、「現在の教科に対する好き嫌い」を明らかにすることを目的とし調査を行った。その結果、以下の知見が得られた。

5.1 「教えを受けていた時」「教える立場」「現在の印象」とともに、好きな教科ベスト3は、体育、音楽、図画工作の実技系教科が占め、同じ傾向であることが明らかになった。また、先行研究で見られる、女子学生の体育教科に対する苦手意識は、本学では見られない。

5.2 体育と音楽、算数で、「教えを受けていた時」と「教える立場」で評価に違いが見られた。体育と音楽は、「教えを受けていた時」の評価が有意に高く、算数は「教える立場」の方が有意に高い値を示した。置かれている立場により、評価が変わる教科がある。

5.3 「教える立場」での音楽教科に対する好き嫌いの評価については、音楽関係科目の単位取得状況により差は見られないが、ピアノ、エレクトーン、その他楽器等の外部講師による受講経験の有無によって、影響を受ける。

5.4 「教える立場」での体育教科に対する好き嫌いの評価については、運動部経験の有無によって、影響を受ける。

引用・参考文献

- 1) ベネッセ教育総合研究所. 「第5回学習基本調査報告書(2015)」. 株)ベネッセホールディングベネッセ教育総合研究所. 2016-1-28. <http://berd.benesse.jp/> (参照 2022-09-01)
- 2) 川田裕樹. 「初等科教育法(体育)」受講者における運動への苦手意識と好意性および体育指導への不安 —男女の差に着目して—. 國學院大學人間開発学研究. 2008. 第9号. p. 24-37
- 3) 小学校学習指導要領 平成21年3月告示. 各教科等の授業時数 学校教育法施行規則別表第1 (第51条関係). 文部科学省. 2009-3.
- 4) バイエル(1954). 『バイエルピアノ教則本』音楽之友社 1954
- 5) 杉村健. 「小学生における各教科のやる気と好き・嫌い」. 奈良教育大学教育研究所紀要. 1993. 第31巻. p. 139-150
- 6) 吉田恵. 「保育士・幼稚園および小学校教員養成課程におけるピアノ指導のあり方に関する研究—「表現」と関連付けることを中心に—」. 立正社会福祉研究. 2018. 第19巻. 105-112
- 7) 塚久雄. 「若者の好きな科目についてのアンケート調査—ファジィ構造モデルによる科目間相互の構造—」. 日本オペレーションズ・リサーチ学会. 1996. 秋季研究発表会抄録集. 144-145
- 8) 玉瀬耕治. 杉村健. 「教科の好き嫌い」と原因帰属, 学習動機の関係」. 奈良教育大学教育研究所紀要. 1985. 第21巻. p. 105-113

小学校教科科目の好き嫌いに関する研究

- 保育士・幼稚園及び小学校教員養成課程学生を対象として -

田中靖久*

A Study on Likes and Dislikes of Elementary School Subjects

- For students in the nursery teacher, kindergarten and elementary school teacher training programs. -

by

Yasuhisa TANAKA

(Received: October 31, 2022, Accepted: February 15, 2023)

Abstract

This study was conducted on students in the Department of Child Education (elementary teacher training course students) with the purpose of clarifying their "likes and dislikes of subjects in elementary school," "likes and dislikes from the standpoint of teaching," and "likes and dislikes of current subjects. As a result, the following findings were obtained.

The top three favorite subjects in both "when I was teaching," "as a teacher," and "current impression" were practical arts subjects (physical education, music, and arts and crafts), showing the same tendency. In addition, the poor attitudes toward physical education subjects among female students, observed in previous studies, are not found at this university.

Key Words : elementary school teacher training programs teaching methodology

1. 目的

東海大学短期大学部児童教育学科は、小学校教員養成課程であり、小学校教諭2種免許だけでなく、幼稚園教諭2種免許、保育士資格の2免許1資格を取得でき、学生のおよそ9割が2免許1資格を取得して卒業する。当然ながら、免許を取得するために各教科の教科法の単位を取得し、教育実習を行う。多くの生徒ではないが、約1割の学生が、専任や臨時採用、非常勤で小学校の教壇に立つことになる。現場で教鞭を執る教員の苦手意識、不得意教科が、生徒に与える影響は大きいと考えられる。ベネッセ教育総合研究所「第5回学習基本調査報告書」(2015)¹⁾によると、小学生が好きな教科のベスト3は、「図画工作」が83.6%、「体育」が81.6%、「家庭」が79.6%の順で、およそ8割の子どもがこれらの教科を「好き」と回答し、第4位の「音楽」69.7%を加えて上位4教科はいずれも実技系の教科である。これに対して、「好き」と答える割合が少ないワースト3は、「社会」49.6%、「国語」54.7%、「算数」55.6%の順であり、「好き」と答える子どもは5割前後にとどまっている。いずれも非実技系の教科であった。また、好きな教科には性別に大きな差があり、ジェンダー・バイアスが大きいと報告されている。一方、小学校教員養成課程学生を対象とした川田(2018)²⁾によると、女子学生においては男子学生以上に体育指

導に対する苦手意識が強く、不安を有している者も多いため、小学校教員養成課程の体育関連科目において指導・支援を行う必要があることを報告している。ここでもジェンダー・バイアスが大きいことを指摘している。

上述の先行研究から見える小学生の好きな教科嫌い教科の傾向が、本学学生にも当てはまるのか、また「小学校時代の教科に対する好き嫌い」と「教員として教える立場での好き嫌い」に違いが見られるのかは、疑問であり、それらを調査した文献や先行研究は見当たらない。

そこで、本研究では、本学児童教育学科学生（小学校教員養成課程学生）の「小学校時代の教科に対する好き嫌い」と「教員として教える立場での好き嫌い」、「現在の教科に対する印象（好き嫌い）」を明らかにすることを目的とし、以下の仮説を立てて検証した。

1.1 教科に対する好き嫌いは、「小学校時代に教えを受けていた時」（以下「教えを受けていた時」と称する）「教員として教える立場」（以下「教える立場」と称する）「現在の教科に対する印象」（以下「現在の印象」と称する）で同じ傾向を示し、ベネッセの調査(2015)と同様に、実技系教科に対して「好き」と回答する学生が多いが、川田(2018)²⁾の調査同様に、本学は女子学生の割合が多いため、ジェンダーバイアスがあり、体育を嫌いとする学生が多い。

1.2 「音楽自習A・Bの単位取得状態」、「ピアノ、エレクト

* 文理融合学部経営学科准教授

トーン、その他楽器等の外部講師による受講経験の有無」によって、「教える立場」での音楽に対する好き嫌いの評価に差がみられる。

1.3「中学、高校での運動部経験」の有無によって、「教える立場」での体育に対する好き嫌いの評価に差がみられる。

2. 方法

2.1 調査概要

東海大学短期大学部児童教育学科で開講されている小学校教員免許状取得のための必修科目である「初等科教育法（体育科教育法）」を受講する学生 91 名（2 年次生：小学校教育実習経験済み）に対し、授業（2020 年 9 月 1 限目及び 2 限目）にて、アンケート調査を実施した。なお、アンケート調査の実施にあたっては、趣旨及び個人情報の保護について説明を行うとともに、データの使用について同意を得られた者のみを分析対象とした。同意を得られなかった者及び回答に不備のあった者を除き、71 名（男子 3 名、女子 68 名）について、本研究で解析を行った。

2.2 調査内容

2.2.1 アンケートの設問

(1) 属性に関する質問、①音楽関係科目「音楽実習 A・B」の単位取得状況、②ピアノ、エレクトーン、その他楽器等の外部講師による受講経験、③中学、高校での運動部経験 (2) 教科科目に対する好き嫌いに関する質問として、①小学校時代に教えを受けた教科に対する好き嫌いについて②小学校で教える立場としての好き嫌いについて③現在の教科に対する印象（好き嫌い）について

2.2.2 評価対象とした教科

評価する教科（表 1）³⁾は、教科（国語、社会、算数、理科、生活、音楽、図画工作、家庭、体育）の中から、1

表1 小学校各教科等の授業時数

区分	第1学年	第2学年	第3学年	第4学年	第5学年	第6学年	合計
国語	306	315	245	245	175	175	1461
社会			70	90	100	105	365
算数	136	175	175	175	175	175	1011
理科			90	105	105	105	405
生活	102	105					207
音楽	68	70	60	60	50	50	358
図画工作	68	70	60	60	50	50	358
家庭				60	55		115
体育	102	105	105	105	90	90	597
道徳の授業時数	34	35	35	35	35	35	209
外国語活動の授業時数				35	35		70
総合的な学習の時間の授業時数			70	70	70	70	280
特別活動の授業時数	34	35	35	35	35	35	209
総授業時数	850	910	945	980	980	980	5645

学年から 6 学年で実施される科目、国語、算数、音楽、図画工作、体育の 5 科目と総時間数が 350 時間を超える、社会（365 時間）、理科（405 時間）の 2 教科を加えた 7 教科とし、回答形式はカテゴリ尺度による評定法で実施した。家庭と生活は、総時間数が 300 時間を下回ることを、開講期間が 2 年間と短いことを鑑みて、除外した。

3. 結果

3.1 教科間の比較（表 2・図 1, 2）

「教えを受けていた時」と「教える立場」で、教科ごと「非常に好き・好き・どちらとも言えない・嫌い・非常に嫌い」回答結果を表 2（度数・評定平均値）と図 1、2（割合）に示した。「小学校時代の教科に対する好き嫌い」の評価は、体育、音楽、図画工作、国語、社会、理科、算数の順に高い値を示した。「教員として教える立場」としての評価は、体育、図画工作、音楽、算数、国語、社会、理科の順に高い値を示し、ベネッセの調査（2015）同様、好きな上位 3 教科は、「教えを受けていた時」でも「教える立場」でも、体育、音楽、図画工作の実技系教科が占めた。

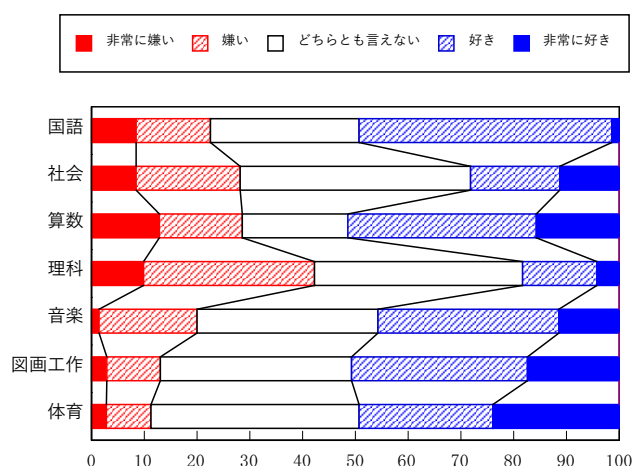


図1. 小学校時代に教えを受けた教科に対する好き嫌いについて

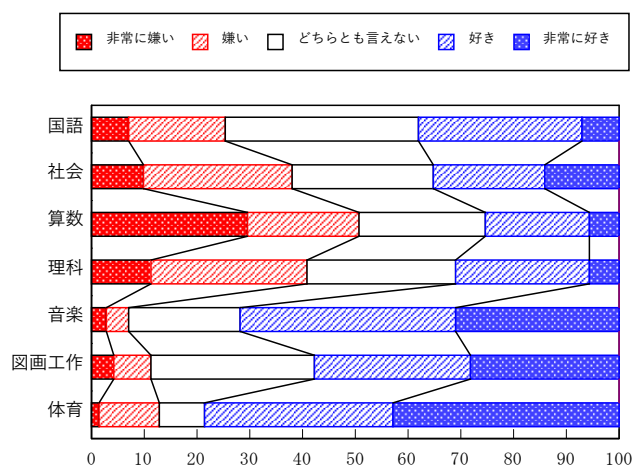


図2. 小学校で教える立場としての好き嫌いについて

表2 アンケートの集計結果及び科目ごとの教えを受けていた時と指導者の立場の比較

		非常に嫌い ①	嫌い ②	どちらとも言えない ③	好き ④	非常に好き ⑤	平均値	標準偏差	P値
国語	生徒として N=71	5	13	26	22	5	3.13	± 1.03	0.5912
	教員として N=71	6	10	20	34	1	3.20	± 0.99	
社会	生徒として N=71	7	20	19	15	10	3.01	± 1.21	0.9038
	教員として N=71	6	14	31	12	8	3.03	± 1.08	
算数	生徒として N=71	21	15	17	14	4	2.51	± 1.26	0.001
	教員として N=70	9	11	14	25	11	3.26	± 1.27	
理科	生徒として N=71	8	21	20	18	4	2.85	± 1.10	0.3051
	教員として N=71	7	23	28	10	3	2.70	± 0.98	
音楽	生徒として N=71	2	3	15	29	22	3.93	± 0.98	0.001
	教員として N=70	1	13	24	24	8	3.36	± 0.96	
図画工作	生徒として N=71	3	5	22	21	20	3.70	± 1.09	0.628
	教員として N=69	2	7	25	23	12	3.52	± 0.99	
体育	生徒として N=70	1	8	6	25	30	4.10	± 1.07	0.002
	教員として N=71	2	6	28	18	17	3.59	± 1.04	

3.2 各教科の比較(表2・図3)

各教科の評定平均値を表2図3に示した。体育、音楽、図画工作、理科は、「教えを受けていた時」の評価が「教える立場」より高い値を示した。国語と算数、社会は、それとは逆に、「教える立場」の方が高い値を示した。統計学的に有意な差が見られたのは、体育 ($P<0.01$) と音楽 ($P<0.001$)、算数 ($P<0.001$) で、体育と音楽は、「教えを受けていた時」の評価が有意に高く、算数は「教える立場」の方が有意に高い値を示した。

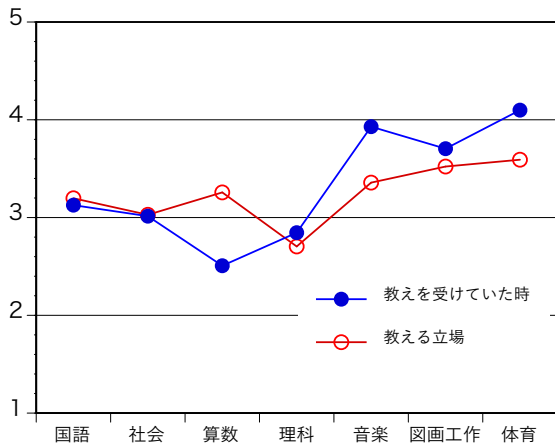


図3. 各教科の比較

3.3 「教員として教える立場」における音楽教科の好き嫌いについて

3.3.1 音楽実習 A・B の単位取得状態 (表3・図4)

保育士・幼稚園及び小学校教員養成課程における音楽関係科目「音楽実習 A」「音楽実習 B」は、歌いながらピアノ伴奏ができるための「弾き歌い」や、「バイエル」

などの教則本を活用し、保育、教育現場で実践活動を行うために、必要な音楽の知識と技能習得を目指す科目であり、必修科目である。本学では、1年時に不合格の場合は、2年時春学期、そして2年時秋学期に再履修することが可能である。「1. 1年時に取得した」「2. 2年時前期に取得した」「3. 現在履修している」の3つのグループに分け、分散分析を用いて検証した。評定平均値の値は、単位取得順に示すものの、統計学的に有意な差は見られなかった。

表3. 教える立場における音楽教科の好き嫌い

	1年時に取得した	2年時前期に取得した	現在取得した
Mean	3.529	3.571	3.167
SD	0.943	1.028	0.834
N	17	21	30
主効果	F=1.471		N.S.

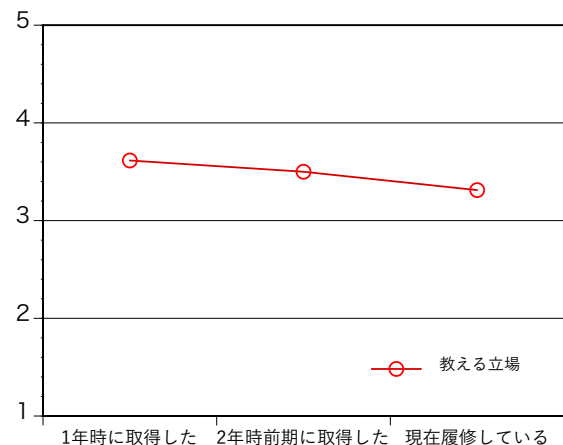


図4. 音楽教科の好き嫌いについて

3.3.2 ピアノ、その他の楽器等の外部講師による受講経験の有無 (表4・図5)

ピアノ、エレクトーン、その他楽器等の外部講師による受講経験の有無によって2群に分け、t検定を用いて検証した。外部講師による受講経験があるグループの評定平均値が高く、統計学的に有意な差($P<0.001$)が見られた。

表4. 教える立場における音楽教科の好き嫌い

	経験あり	経験なし
Mean	3.886	2.844
SD	0.692	0.523
N	35	32
t値	5.447***	
	$P<0.001$	

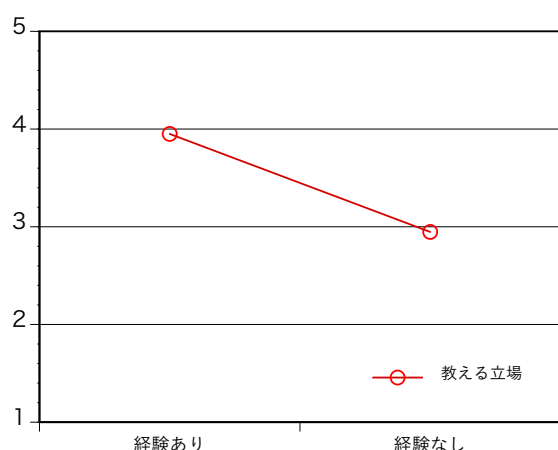


図5. 音楽教科の好き嫌いについて

3.4「教員として教える立場」における体育教科の好き嫌いについて

3.4.1 中学校・高校時代の運動経験の有無 (表5・図6)

中学校・高校時代の運動部経験の有無によって、2つのグループに分け、t検定を用いて検証した。運動部経験がある群の評定平均値が高く、統計学的に有意な差($P<0.001$)が見られた。

表5. 教える立場における体育教科の好き嫌い

	運動部経験あり	運動部経験なし
Mean	3.83	2.733
SD	0.935	1.033
N	53	15
t値	3.92***	
	$P<0.001$	

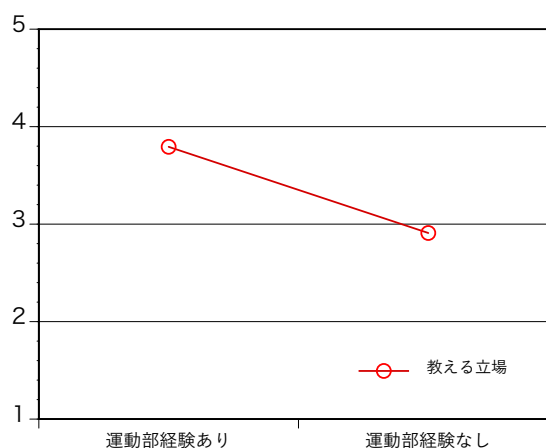


図6. 体育教科の好き嫌いについて

3.5 現在の教科に対する印象 (好き嫌い)

一対比較法 (芳賀の変法) の分析結果 (図7)

「現在の教科に対する印象 (好き嫌い)」について、7教科 (表1) の中から1対1の組み合わせを作り、すべての組み合わせ (21組) において一対比較評価を行なった。評価は、非常に嫌い、嫌い、どちらとも言えない、好き、非常に好きの5段階尺度(-2点、-1点、0点、1点、2点)で評価を依頼した。

教科に対する好き嫌いの評価については、教科の主効果は有意であった。これは好き嫌いの評価に影響を与えたことを示している。また、教科についての平均嗜好度 (図7) は音楽、体育、図画工作、国語、社会、理科、算数の順に高かった。さらには、音楽、体育、図画工作が、国語、社会、理科、算数より高い有意性を示した。

これら有意性の検定は、一対比較法 (芳賀の変法) を用いた上で、分散分析により検証した。有意性は $F=29.780$ $P<0.001$ であった。

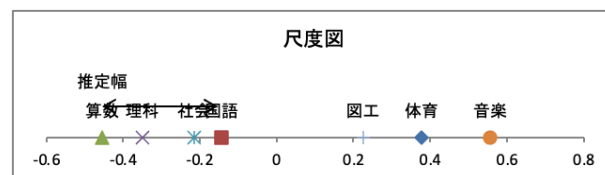


図7. 教科に対する好き嫌いの平均嗜好度

4. 考察

「小学校時代の教科の好き嫌い」「教える立場での好き嫌い」「現在の教科に対する印象 (好き嫌い)」は、好きな教科の順位に多少の違いが見られたが、好きな上位3教科は、体育、音楽、図画工作の実技系教科が占め、ベネッセの調査 (2015) と同じ傾向であった。よって、仮説1.1は支持される結果となった。みんなで「遊び」「楽しみ」「表現する」実技系教科の特性から、このような評

価に至ったのではないかと推察される。しかし、川田(2018)の調査にみられる、体育教科に対する苦手意識、指導に対する苦手意識や不安は、本調査の結果からは読み取ることができなかった。本学学生には、ジェンダーバイアスの影響は少ないと推察され、この点では仮説1.1は棄却された結果となった。

「教えを受けていた時」と「教える立場」で、評価に違いが見られた教科は、体育と音楽、算数で、体育と音楽は、「教えを受けていた時」の評価が統計学的に有意に高く、算数は「教える立場」の方が有意に高い値を示した。教える立場になって初めてわかる、難しさや、教える事の楽しさ、喜びを感じられるようになった結果だと推測できる。

音楽教科の好き嫌いについては、音楽関係教科の取得状況に影響するのではないかと思われたが、統計学的に有意な差が見られず、仮説1.2は棄却された結果となった。しかし、ピアノ、エレクトーン、その他楽器等の外部講師による受講経験の有無によって、統計学的に有意な差がみられ、影響を受けることが明らかになった為、こちらは支持される結果となった。

体育教科の好き嫌いについては、運動部経験の有無によって、統計学的に有意な差がみられた。

この結果から中学校・高校時代の運動部経験の有無によって、体育教科の好き嫌いに影響を及ぼしていると推察でき、よって仮説1.3は支持される結果となった。

5. まとめ

本研究は、児童教育学科学生（小学校教員養成課程学生）を対象として、「小学校時代の教科の好き嫌い」と「教える立場での好き嫌い」、「現在の教科に対する好き嫌い」を明らかにすることを目的とし調査を行った。その結果、以下の知見が得られた。

5.1 「教えを受けていた時」「教える立場」「現在の印象」とともに、好きな教科ベスト3は、体育、音楽、図画工作の実技系教科が占め、同じ傾向であることが明らかになった。また、先行研究で見られる、女子学生の体育教科に対する苦手意識は、本学では見られない。

5.2 体育と音楽、算数で、「教えを受けていた時」と「教える立場」で評価に違いが見られた。体育と音楽は、「教えを受けていた時」の評価が有意に高く、算数は「教える立場」の方が有意に高い値を示した。置かれている立場により、評価が変わる教科がある。

5.3 「教える立場」での音楽教科に対する好き嫌いの評価については、音楽関係科目の単位取得状況により差は見られないが、ピアノ、エレクトーン、その他楽器等の外部講師による受講経験の有無によって、影響を受ける。

5.4 「教える立場」での体育教科に対する好き嫌いの評価については、運動部経験の有無によって、影響を受ける。

引用・参考文献

- 1) ベネッセ教育総合研究所. 「第5回学習基本調査報告書(2015)」. 株)ベネッセホールディングベネッセ教育総合研究所. 2016-1-28. <http://berd.benesse.jp/> (参照 2022-09-01)
- 2) 川田裕樹. 「初等科教育法(体育)」受講者における運動への苦手意識と好意性および体育指導への不安 —男女の差に着目して—. 國學院大學人間開発学研究. 2008. 第9号. p. 24-37
- 3) 小学校学習指導要領 平成21年3月告示. 各教科等の授業時数 学校教育法施行規則別表第1 (第51条関係). 文部科学省. 2009-3.
- 4) バイエル(1954). 『バイエルピアノ教則本』音楽之友社 1954
- 5) 杉村健. 「小学生における各教科のやる気と好き・嫌い」. 奈良教育大学教育研究所紀要. 1993. 第31巻. p. 139-150
- 6) 吉田恵. 「保育士・幼稚園および小学校教員養成課程におけるピアノ指導のあり方に関する研究—「表現」と関連付けることを中心に—」. 立正社会福祉研究. 2018. 第19巻. 105-112
- 7) 塚久雄. 「若者の好きな科目についてのアンケート調査—ファジィ構造モデルによる科目間相互の構造—」. 日本オペレーションズ・リサーチ学会. 1996. 秋季研究発表会抄録集. 144-145
- 8) 玉瀬耕治. 杉村健. 「教科の好き嫌い」と原因帰属, 学習動機の関係」. 奈良教育大学教育研究所紀要. 1985. 第21巻. p. 105-113

中小企業における情報技術投資と組織特性との関係

中原康征*

Relationship between Information Technology Investment and Organizational Characteristics in Small and Medium Enterprises

by

Yasuyuki NAKAHARA

(Received: October 31, 2022, Accepted: March 3, 2023)

Abstract

The role of management in IT investment and its relationship to corporate decision-making mechanisms and rules are discussed. In a business environment with increasing demands for speed of operations, it is crucial for SMEs to enhance their organizational capabilities when making IT investment decisions by institutionalizing and coordinating internal corporate communication and decision-making mechanisms and rules by management. Furthermore, we found that it is important to make IT investment decisions in accordance with organizational capacity.

Key Words: Information Technology Investment; Organizational IQ; Corporate Performance; Management; Small and Medium Enterprises

1. はじめに

本研究の目的は、中小企業が情報技術(Information Technology、以下 IT)への投資を決定する際の経営課題を抽出し、IT投資における経営者の役割および企業意思決定の仕組みやルールとの関連について考察することにある。本研究の背景には、IT投資効果を経済的に測定することの困難さがある。中小企業庁[2013]によれば、IT活用が必要と考えているが、ITを導入していない理由として、53.9%の企業が「導入の効果がわからない、評価できない」と回答している。次いで、45.7%の企業が「コストが負担できない」と回答している。その一方で、IT導入の効果が得られた理由として、「ITの導入の目的・目標が明確だった」、「業務プロセスの見直しを行った」、「システムの仕様を十分検討した」、「現場が積極的にシステムの検討に参加した」、「経営層が陣頭指揮を執った」ことを挙げる事業者が多かった。この結果は、経営層が陣頭指揮を執り、意思決定とコミュニケーションの仕組みを見直すことの重要性を示している。

IT投資効果測定従来の手法は、収益を費用と比較して採算性を計算するという設備投資の意思決定手法がそのまま使われてきた。この費用対収益モデルで使われて

いる財務指標としては、回収期間法、ROI法、NPV法などがあるが、財務指標だけを用いて個別のプロジェクトを評価することは極めて難しいといえるだろう。

数は少ないが組織論からのアプローチでIT投資効果を評価する研究がある。Mendelson and Ziegler[1999]は、組織IQという尺度を用いて組織能力と企業業績との関係を明らかにしている。その特質は、意思決定を能力として捉えた場合、その能力を数値化し、組織の意思決定能力と経営業績との間には正の関係があると明らかにしている点にある。

このような点を踏まえ、本研究では、組織IQの観点から考察していきたい。

2. 先行研究

Mendelson and Ziegler[1999]は、意思決定と企業業績との間には正の関係があることを明らかにしている。彼らは、企業の意思決定を、組織が持つ能力として指標化し、それを組織IQとして表している。

産業研究所[2005]の調査では、組織IQの指標を用いて、日本の大企業の意思決定と業績との関係を明らかにしている。

*文理融合学部経営学科講師

小寺[2008]の調査は、日本の中小企業の意思決定と業績との関係を明らかにしている。さらに、意思決定のスピードに着目しているところが特徴的である。

平野[2008]は、IT 投資と企業業績との関係について組織能力を媒介として明らかにしている。IT 投資と企業業績とは関連があり、組織能力が IT 投資を決定する際に、決定的な影響を与えていると示唆している。組織能力とは、意思決定をコミュニケーションの仕組みやルールと定義したときの、意思決定装置としての組織の性能を組織 IQ という尺度で測ったものである。

これらの先行研究に加えて、経営者の役割を加味したい。中小企業の経営者は、IT 投資と制度的な意思決定システムである組織 IQ との調整を図ることが必要であるように考えられる。図 1 に示すように、経営者は組織 IQ を変革する職能を持っている。また、IT 投資については組織 IQ との交互作用によって企業業績に結びつくことを考慮すれば、IT 投資に直接的、間接的に働き掛ける必要があるだろう。

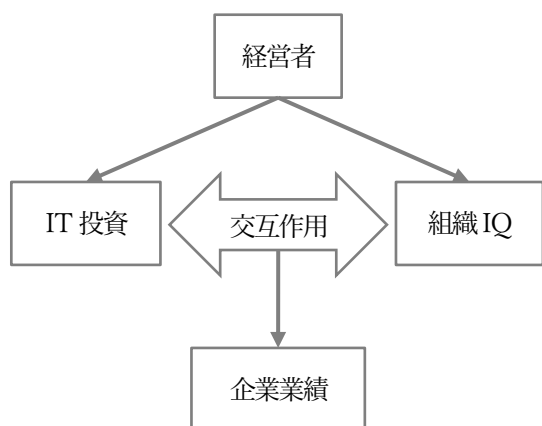


図1 IT 投資、組織 IQ、企業業績との三者の関係に対する経営者からの視点

(出所)平野[2008]に筆者追加作成

3. データ分析

3.1 分析視座

Mendelson and Ziegler [1999]、小寺 [2008]では、組織 IQ を測定する指標として、外部情報認識、内部情報発信、効果的な意思決定、組織フォーカス、継続革新の 5 つを提示している。

①外部情報認識

環境変化をもたらす外部の情報を、早く的確に捉えるための能力。指標例：「顧客の動態」、「技術」、「競争相手の動き」

②内部情報発信

組織内部における知識の共有や学習の能力。指標例：「水平方向(職能横断的、製品チーム間)」、「トップダウン(組織全体の目標と優先順位)」、「ボトムアップ(業務上の課題と機会)」、「学習」

③効果的な意思決定

意思決定の集中度、ヒエラルキーの厚み、情報の分析速度、伝達速度など効果的な意思決定を行うための能力。指標例：「質の高い意思決定」、「迅速な意思決定」、「意思決定に対する情報開示」「時間」「水平」「垂直」

④組織フォーカス

明確な目標や価値に対する増進力を増すための能力。指標例：「評価・報酬」「戦略」「業務」

⑤継続革新

企業の新たな活力や創造性を生み出す能力。指標例：「創造性」「企業家精神」「ベンチャー支援」

以上の各指標例を分析視座に設定し、考察する。

3.2 データセット

分析対象は、「中小企業 IT 経営力大賞の受賞・認定企業」である。「中小企業 IT 経営力大賞」とは、経済産業省が主催する 2007 年度に創設された表彰制度である。優れた IT 経営を実現している中小企業に贈られる賞である。そのため、今回の分析対象となる情報が揃っており、調査対象として妥当であると判断した。一方で、これらのデータセットは限定的であり、IT 活用が先進的だとされている企業となっている点は注意が必要である。表彰されるためには企業のほうから応募しなければならないため、そこでも自己選択が働いている。したがって、これらのデータセットが日本の中小企業全体を代表しているとはいえないことに留意されたい。

データ期間は、2008 年から 2012 年までの 5 年間である。企業数は 498 社、事例数は 588 社である。企業数と事例数のずれは、年度によって重複受賞・認定があるためである。今回の調査では、業種区分、企業規模について、すべての事例内容のデータを用いた。分析方法として計量テキスト分析（共起ネットワーク）を用いた。

表 1 は年度別の受賞・認定事例数であり、毎年ほぼ一

定の企業数が選出されていることがわかる。表 2 は業種区分別企業数であり、製造業が多く選出されている。先行研究では製造業を調査対象としているが、分析視座を考慮すると製造業に限定する必要はないと判断した。表 3 は規模別（人数）企業数を表している。小寺 [2008] は企業規模（人数）を 50~100 名に選定したデータを用いている。本研究では企業規模（人数）による選定は行っていないことに留意されたい。表 4 は規模別（売上）企業数であり、不明が 2 件ある。しかし、不明 2 件について売上の項目以外は情報が揃っているためデータセットに入れている。

表 1 年度別の受賞・認定事例数

	受賞企業	認定企業	計
2008 年	18	132	150
2009 年	18	116	134
2010 年	15	100	115
2011 年	13	86	99
2012 年	19	71	90
計	83	505	588
比率	14.12%	85.88%	100.00%

(出所)筆者作成

表 2 業種区分別企業数

業種区分別	計	比率
建設業	32	6.43%
製造業	205	41.16%
情報通信業	21	4.22%
運輸業	25	5.02%
卸売業	54	10.84%
小売業	47	9.44%
不動産業	5	1.00%
飲食・宿泊業	17	3.41%
サービス業	66	13.25%
その他の業種	26	5.22%
総合計	498	100.00%

(出所)筆者作成

表 3 規模別（人数）企業数

規模別一覧（人数）	計	比率
5 人未満	11	2.21%
5 人以上～10 人未満	19	3.82%
10 人以上～20 人未満	58	11.65%
20 人以上～50 人未満	137	27.51%
50 人以上～100 人未満	110	22.09%
100 人以上～200 人未満	88	17.67%
200 人以上～300 人未満	42	8.43%
300 人以上	33	6.63%
総合計	498	100.00%

(出所)筆者作成

表 4 規模別（売上）企業数

規模別一覧（売上）	計	比率
不明	2	0.40%
5,000 万円未満	11	2.21%
5,000 万円以上～1 億円未満	14	2.81%
1 億円以上～2 億円未満	27	5.42%
2 億円以上～5 億円未満	86	17.27%
5 億円以上～10 億円未満	82	16.47%
10 億円以上～20 億円未満	87	17.47%
20 億円以上～30 億円未満	55	11.04%
30 億円以上	134	26.91%
総合計	498	100.00%

(出所)筆者作成

3.3 共起ネットワーク分析

共起ネットワークとは、テキストの中で使用されている語と語の関係性をネットワークという形で表現したものである。「中小企業 IT 経営力大賞の受賞・認定企業」の事例内容の中で用いられた単語間の関係を意味している。

事例内容の項目は、①「企業プロフィール」、②「導入の背景と目的」、③「IT 化の概要」、④「IT 経営推進における取り組み」、⑤「導入効果」、⑥「今後の展望」、⑦「IT 経営推進を支援した方々」の項目がある。本研究は、分析視座に基づき、②、③、④、⑤、⑥の事例内容の項目について共起ネットワーク分析を行った。

以下では、各事例内容の項目の結果について、図を示し

ながら考察する。図の意味するところは、円の大きさは単語の出現数を表し、線の太さは共起関係の強さを表している。なお、線の長さは意味を持たないことに留意されたい。

4. 分析結果

4.1 「導入の背景と目的」項目

図2「導入の背景と目的」項目のネットワークは「顧客」「管理」「経営」「業務」「必要」「情報」「システム」という単語の出現数が多く共起ネットワークの中心を形成している。

「顧客」と「管理」につながるもう一方のネットワークの中心は「納期」という単語で、「生産」「対応」「製品」「品質」「要求」の単語と繋がりを有している。このことから「納期」の「対応」を意識しているようである。「納期」に合わせたシステム設計が求められている。

次に「競争」という単語を中心とするネットワークは、「激化」「価格」「業界」「市場」「他社」との関連を強く持っている。このことから外部環境要因に合わせたシステム設計が求められている。「売上」「利益」「確保」といった言葉が関連を持っており、IT 投資に利益増大の期待を持っていることが窺える。「コスト」「削減」と「サービス」「提供」の単語はそれぞれ関連を持っているが、具体的な対象は明らかでない。

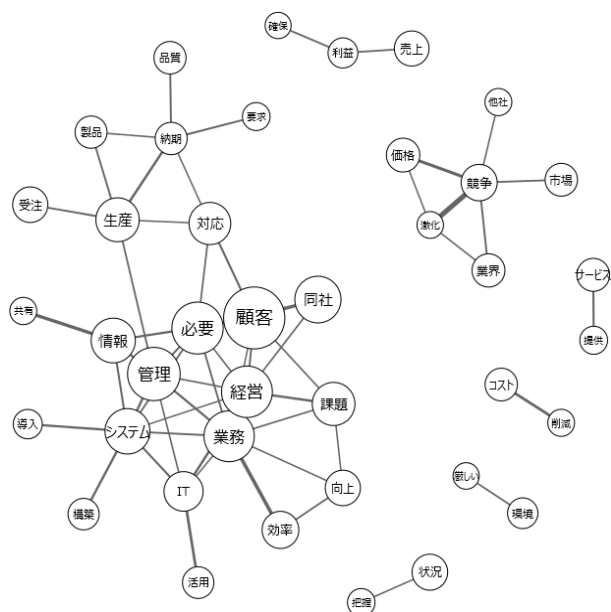


図2 「導入の背景と目的」項目のネットワーク
(出所)筆者作成

4.2 「IT化の概要」項目

図3の「IT化の概要」項目のネットワークは「システム」「管理」「情報」という単語の出現数が多く共起ネットワークを形成している。

「生産」における「工程」「作業」「効率」、また「進捗」「状況」「確認」「状況」「把握」「リアルタイム」などの単語とネットワークが見られる。IT化を進めるにあたって時間的要素を取り入れようとしていることが窺える。

「社員」「社内」「情報」「共有」の一連の単語が確認できる。「情報」「共有」は強いつながりを有し、「情報」は「管理」「顧客」との単語と強い繋がりを有している。

「顧客」という単語を中心とし、「情報」「対応」「活用」「管理」「向上」といった販売、営業面でもITを活用していることが確認できる。

「コスト」「削減」の単語が他の単語とのつながりを持っていないことがわかる。これは何のコスト削減かを強く意識していないでIT化を進めていることが考えられる。

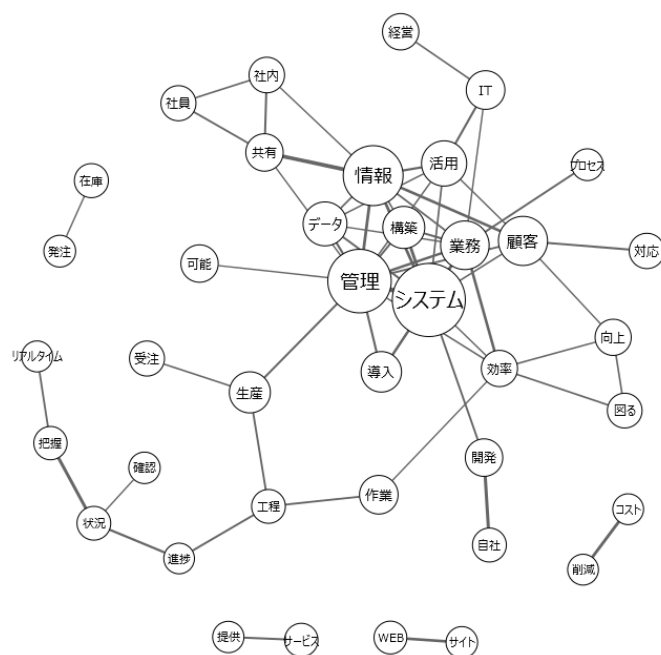


図3 「IT化の概要」項目のネットワーク
(出所)筆者作成

4.3 「IT経営推進における取り組み」項目

図4の「IT経営推進における取り組み」項目のネットワークは「経営」「IT」「システム」という単語の出現数が多く共起ネットワークを形成している。

(出所)筆者作成

図5の「導入効果」項目のネットワークは「顧客」「向上」「管理」「業務」「売上」「年」という単語の出現数が多く共起ネットワークが形成されている。「システム」を「導入」することにより、「業務」「管理」の「効率」が「向上」したことが窺える。また、「社内」で「顧客」「業務」の「情報」を「共有」し、「顧客」「満足」「対応」の「向上」に効果が表れていることがわかる。「作業」の「時間」「削減」や「短縮」に効果が表れている。「作業」「効率」の「向上」も確認できる。「社員」の「意識」「向上」の効果も見取れる。導入効果としてコスト削減、時間短縮よりも「売上」「増加」のほうが出現数が多かった。

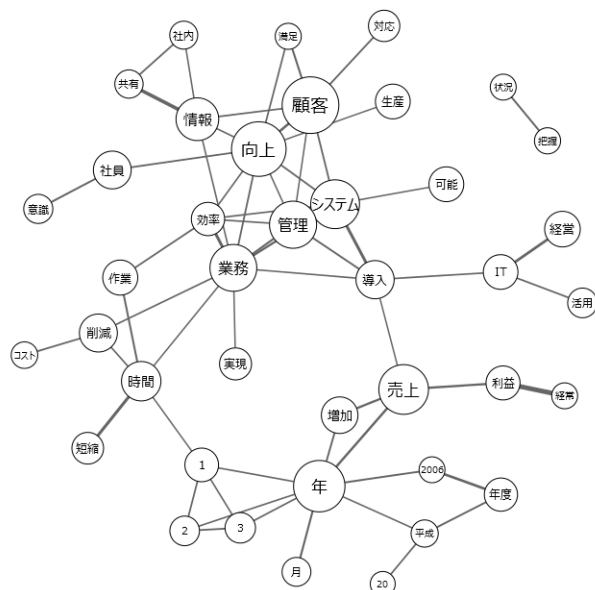
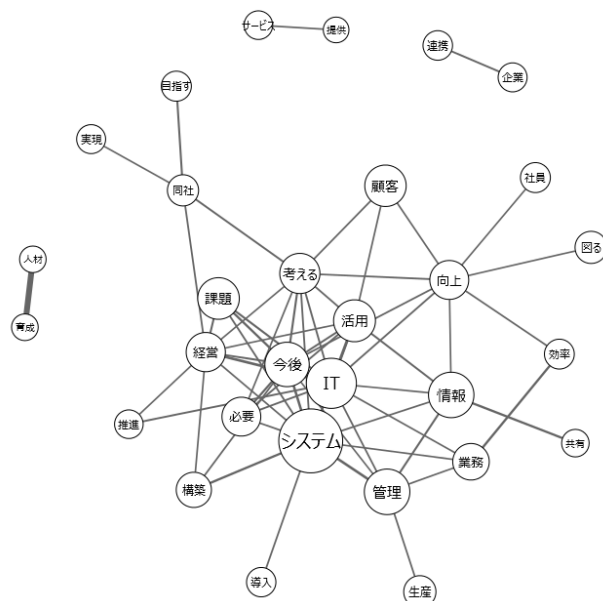


図6の「今後の展望」項目のネットワークは「システム」「管理」「IT」「情報」「今後」という単語の出現数が多く共起ネットワークを形成している。「企業」「連携」と新たな単語が見られる。「人材」「育成」と強い共起ネットワークが見られる。「サービス」「提供」は図2の「導入の背景と目的」項目のネットワークにも見られるが、図6「今後の展望」項目のネットワークにもまた出現している。



5. 考察－発見事実と評価

5.1 経営者と組織特性

分析視座①の外部情報認識（「顧客の動態」、「技術」、「競争相手の動き」）については図 2 に示されているように「顧客」や外部の競争要因の単語、「状況」「把握」といったことを意識していることがわかる。IT を利活用することによって組織 IQ 指標が高くなる単語が含まれている。外部情報認識の「技術」については IT を利活用することそのものが外部情報に対する感覚が高いと考えられる。

分析視座②の内部情報発信（「水平方向（職能横断的、製品チーム間）」、「トップダウン（組織全体の目標と優先順位）」、「ボトムアップ（業務上の課題と機会）」、「学習」）、および分析視座③効果的な意思決定（「質の高い意思決定」、「迅速な意思決定」、「意思決定に対する情報開示」「時間」「水平」「垂直」）については図 3 に示されているように「情報」「共有」など社内の知識流通を促進する手段として IT が利活用されていることがわかる。また、「リアルタイム」「把握」「状況」「確認」「進捗」「工程」「生産」「作業」などの単語が形成されており、知識流通速度を高くするために IT が利活用されていることが確認できた。

図 4 で「社長」が率先して「自ら」「推進」役となっているが、「チーム」「プロジェクト」「リーダー」のネットワークとはつながっていない。

このことは、経営者（社長）が IT 経営を強く押し進めているのだが、プロジェクト推進のリーダーは別にいるということを意味している。すなわち、トップダウン型ではあるが、ある程度の意思決定の分権化の進んだ組織特性であるといえる。

5.2 意思決定

IT を利活用することによって意思決定を効果的に行う環境が整備されている。しかし、IT を利活用することによって情報の共有が促進されても権限を与えなければ意思決定のスピード向上につながらない。したがって、IT を利活用すると同時に組織構造の変革も必要であると考えられる。

中小企業における IT 投資は長期的というよりも短期的な「納期」を中心とした意思決定システムに対する投資を意識していることが確認できた。図 2 と図 3 より、時間軸の捉え方はプロジェクト全体ということよりも、「納期」「進捗」や「顧客」という部分的最適を目標とする IT

利活用にあると考えられる。

分析視座④組織フォーカス（「評価・報酬」「戦略」「業務」）については「業務」「システム」などの単語とネットワークを形成してプロジェクトを中止・変更・新規などの単語が出現しなかった。これは、IT 投資を既存の業務に付け加える形で行われていることを意味すると思われる。

図 6 から「企業」「連携」といった企業外部に対する新たな試みを表す単語を確認することができた。一方で、「人材」「育成」という単語が表しているように内部資源に依存することがわかった。

分析視座⑤継続革新（「創造性」「企業家精神」「ベンチャー支援」）については図 4 から「企画」「段階」、「課題」「解決」、「積極」「参加」、「現場」「改善」などの共起ネットワークが見られる。具体的な制度改革については出現しなかったが、IT を利活用することによって何らかの制度的な変革を行っているかと推察される。

6. おわりに

本研究では、中小企業における IT 投資と意思決定を計量テキスト分析手法を用いて考察した。経営者が直接的・間接的に IT 投資に関係しているとの前提で分析を試みた。その結果、経営者が自ら IT 経営に関与する一方、ある程度分権化も併せ持つ組織特性であろうということが推論できる。さらに、中小企業 IT 経営力大賞の受賞・認定企業は、組織 IQ の観点から分析すると、その組織能力はかなり高いということが言えよう。

IT の利活用と意思決定の仕組みには密接な関係があるようだ。企業の意思決定の仕組みを変革するのは経営者のみが持ち得る職能であり、IT の利活用と同時に意思決定の仕組みを変革する必要がある。その結果、企業業績の改善につながると考えられる。したがって、経営者は組織 IQ 指標を用いて、情報の取り込み方や効果的な意思決定を行うことのできる組織になっているかを判断し、IT との整合性を図りながら投資決定することが必要であろう。

テキストマイニング分析による研究論文はまだ数は少ないが、ただ事例を漠然と眺めるだけでは明確にわからない趨勢などが、計量的に分析することで明らかにできるというメリットがある。計量テキスト分析を正確に期するのであれば、抽出される単語を一つ一つ人力で吟味する必要があるように考えられる。また、年度別の IT 投資の特色など詳細な分析設定を用いて分析したり、もっ

と妥当なコーティングおよび分析をしたりする必要があることは課題として残される。

〈参考文献〉

- [1] 小寺崇之[2008]「中小企業的意思決定」井上善海編『中小企業の成長と戦略』同友館
- [2] 経済産業省[2010]「「IT経営力指標」を用いた企業のIT利活用に関する現状調査報告書」2010年3月
- [3] 産業研究所[2005]『製造産業の組織コーディネーションに関する調査研究』財団法人産業研究所
- [4] 中小企業庁[2013]『中小企業白書 2013 年版』
- [5] 中小企業庁[2008]『中小企業白書 2008 年版』
- [6] 樋口耕一[2004]「テキスト型データの計量的分析—2つのアプローチの峻別と統合—」『理論と方法』(数理学会) 19(1): 101-115
- [7] 平野雅章[2008]「IT投資の収益性に対する組織特性の影響の研究--経済産業省『IT経営百選』の分析」『経営情報学会誌』, Vol.16, No.4, pp.31-49
- [8] Mendelson, H. & Ziegler, J. [1999] Survival of The Smartest, John Wiley & Sons. (校條浩訳『スマートカンパニー』ダイヤモンド社、2000年)
- [9] Schneider, D. [1995] Betriebswirtschaftslehre, Oldenbourg. (深山明訳『企業者職能論』森山書店、2008年)

絶滅危惧種スズメノハコベの培養系統及び組織培養法の確立

馬場知輝^{*1}、的場英行^{*2}

Establishment of culture strains and tissue culture technique of an endangered aquatic plant species, *Microcarpaea minima*

by
Tomoki BABA, Hideyuki MATOBA

(Received: October 31, 2017, Accepted: January 18, 2023)

Abstract

In recent years, due to the changes in lifestyle caused by the pandemic of the coronavirus, needs of aquariums as interior decorations has been increasing. Among the commercially distributed aquatic plants, there are some wetland plants listed as endangered species in Japan. Thus, establishing culture strains of such endangered plants is effective for conservation and useful for the aquarium business. In this study, we focused on an endangered species *Microcarpaea minima* to establish culture strains and tissue culture techniques, for the purpose of commercial usage.

Key words: *Microcarpaea minima*, endangered species, aquarium

1. 緒言

1.1 アクアリウムとは、観賞魚や水草などの水生生物や水生植物を水槽の中で育成する趣味であり、近年ではアクアリウムの世界大会も開かれている。アクアリウムには、観賞魚を入れてふれあいを楽しむ側面と、水草を植えて眺めて楽しむ側面があり、ストレスを緩和する効果が認められている(牧田・合掌 2011, Gassho et al. 2012)。近年新型コロナウイルスの感染拡大によるライフスタイルの変化により、室内で行える趣味としてのアクアリウムの人気上昇し、アクアリウム市場が拡大している。

アクアリウム作製には多種多様な水草が使われており、ものによっては高値で取引されているが、これらアクアリウムに使用される水草の多くは水田雑草などの湿地性植物である。しかし、日本では農薬の散布によりいわゆる水田雑草や湿地性植物は駆逐されつつあり、絶滅危惧に指定されるほど個体数が減少している種もある。

アクアリウム用の水草は主にアクアリウムショップや、ペットコーナーのあるホームセンターなどで水槽の中に入れて売られているが、市販の水草の中にはショップな

どの業者が栽培したり増殖させたりする際に用いられている泥が付いた状態で販売されているものもある。この泥や水草には害虫を駆除するために使用される農薬が付着している可能性があり、流通過程で水草に農薬が付着していると、アクアリウムの水生小動物に影響を与えかねない(轟 2022)。さらに、泥が付着していると景観を損なうばかりか、小型貝類やヒドラ、ヒルなどの有害生物が混入している場合には、その除去には多大な労力が必要となる。しかし、無菌培養されたものであれば、有害生物、小動物の混入のおそれがなく、消費者にとってもメリットは大きい。

そこで本研究では、水草として利用されているスズメノハコベ (*Microcarpaea minima*)、マツバイ (*Eleocharis acicularis*)、ホシクサ (*Eriocaulon cinereum*)、ウリカワ (*Sagittaria pygmaea*)、など 10 数種類の植物を用いて予備的な無菌培養の実験を行い、比較的良好な結果が得られたスズメノハコベを対象とすることにした。

スズメノハコベはゴマノハグサ科スズメノハコベ属の 1 年草で、全体は小さく、茎は匍匐してよく分枝する。インドから東南アジア、オーストラリア、太平洋諸島に広く分布し、日本では本州、四国、九州、沖縄の湿地や水田に生育する。稲刈り後の水田などにも見られるが、農薬の使用によりその生育範囲と個体数は激減し、環境省では絶滅危惧Ⅱ類 (VU)、熊本県では絶滅危惧ⅠB 類

^{*1} 東海大学文理融合学部経営学科研究生

^{*2} 東海大学文理融合学部経営学科准教授

(EN)に指定されている(Tamura et al. 1999, 環境省 2020, 熊本県レッドデータブック 2019)。自生地ではアクアリウム目的かどうかはわからないが、乱獲されていることが確認されている。

本研究では、純粋培養によって園芸ショップで生じる泥による汚染を避けることと、国内系統を用いた無菌培養技術を確立することによって、希少植物の乱獲を抑制することを目的に研究を行った。

2. 材料及び方法

2.1 採取したスズメノハコベの茎の先端1cmを2倍希釈した次亜塩素酸ナトリウム(株式会社大創産業)で10分処理した後、無菌培養に使用した。系統維持のための培地としては、滅菌水400mlに微粉ハイポネックス(株式会社ハイポネックスジャパン)2g、ゲランガム(和光純薬工業株式会社)2g、スクロース(和光純薬工業株式会社)14gを加えたものを、大量増殖の培地としては、滅菌水400mlに微粉ハイポネックス2g、ゲランガム0.2g、スクロース14gを加えたものを用いた。培地はいずれも121℃、20分でオートクレーブ滅菌し、90mlカップに分注した。滅菌した茎の先端を培地上に立てて置き、茎の基部が培地内に入るようにした。その後、蓋をしてパラフィルムで密閉し、植物栽培装置(TGE-5-2L)(エスベックミック株式会社)で30℃、1日15時間照明の条件で培養した。

3. 結果と考察

3.1 予備実験

予備的な実験において、根がある状態で培養した結果、カビなどの雑菌による汚染が見られた。土で育てた植物の根を用いたために、根に付着した土壌菌類がコンタミネーションを起こしたと考えられる。このことを考慮した結果、茎の先端を利用することにし、安定して無菌培養を行うことができた。

3.2 系統維持培地

系統維持のための培地に置床したスズメノハコベ(図1A)は、培養開始から7日～12日(図1B)で発根が確認され、20～25日後に茎、葉が少し伸びたのが確認された(図1C)。40日後以降は生育に大きな変化はなく、安定した状態であった(図1D)。

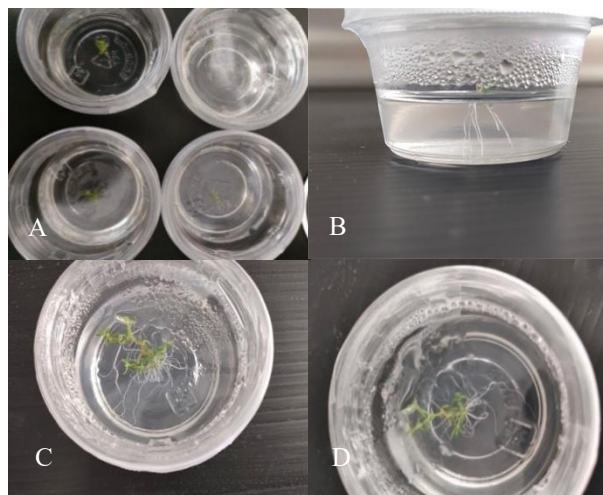


図1 系統維持のための培地1日目(A)、7日～12日(B)、20～25日(C)、40日以降(D)

3.3 大量増殖培地

大量増殖のための培地に置床したスズメノハコベ(図2A)は、培養開始から7～10日(図2B)で発根が確認され茎も伸び始めていた(図2B)、15～16日後には分枝し(図2C)、30日後には植物体が培地全体に広がり、良好な生育状態がみられた(図2D)。

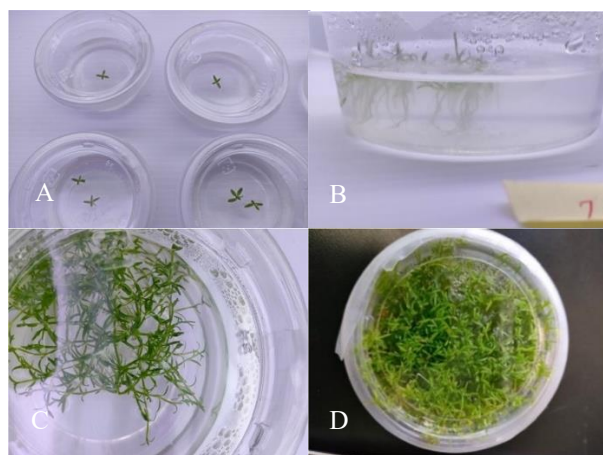


図2 大量増殖のための培地1日目(A)、7～10日(B)、15～16日(C)、30日後(D)

3.4 まとめ

系統維持用の培地には硬めの培地を使用し、その結果、植物体の成長速度が抑制されたものと考えられる。一方、大量増殖用の培地のゲランガムの濃度は、系統維持に用いた培地の1/10であり、生育地の湿地の土壌に類似した硬さの培地であった。その結果、系統維持用の培地に比べて、培地内に根が張りやすく短時間で大量に増殖が可能になったと考えられる。

本研究の結果により、純粋培養によって園芸ショップで生じる泥による汚染を避けることができ、また、培養

系統の確立によって日本国内で希少種となっている植物の乱獲を抑制する効果があると考えられる。

引用文献

牧田真奈、合掌 颯 (2011) アクアリウムによるストレス緩和効果について—注意回復理論に基づいた検討—人間・環境学会 14 (1) :50

Gassho A, Makita M, Yoshida K (2012) The Effect of Aquarium as Restorative Element. Man-Environment Research Association 15 (2) :13-17

轟元気 (2022) 水草 QA100 ～これから水草をはじめたい方に～、エムピー・ジェー。

Tamura K, Takeda Y, Akamatsu H, Hattori T (1999) A New Locality of *Microcarpaea minima* (Kooning) Merrill and its Habitat. *Humans and Nature* 10,61-64

環境省自然環境局野生生物課 (2020) 環境省レッドリスト 2020 の公表について (オンライン, 参照 75)

熊本県希少野生動物検討委員会 (2019) レッドデータブックくまもと 2019-熊本県の絶滅のおそれのある野生動植物-維管束植物・コケ植物、自然保護課、熊本。

ボッチャ競技の体験による身体的および精神的健康への影響

石井十郎^{*1} 土居二人^{*2} 山田佳央^{*3} 浪越一喜^{*4} 青木通^{*5} 釘宮宗大^{*6} 木村達洋^{*7}

Influences of Boccia Experience on Physical and Mental Health

by

Juro Ishii, Kazuto DOI, Yoshio YAMADA, Itsuki NAMIKOSHI
Toru AOKI, Munehiro KUGIMIYA and Tatsuhiro KIMURA

(Received: November 14, 2022, Accepted: February 9, 2023)

Abstract

The purpose of this study was to examine the influences of Boccia experience on health. We used POMS2 for mental health. Spectral analysis of R-R intervals of electrocardiography and muscle hardness meter were adopted for physical health. As results of five experiments with 10 examinees, Boccia experience brought positive influences on health with stability and consistency.

Key Words : Boccia Experience, Health, POMS2, Heart Rate Variability, Muscle Hardness

1. はじめに

2020年に予定されていた「東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会(以下、東京2020)」が、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の世界的流行を受けて2021年へ延期され開催された。このような国際的なスポーツイベントのみならず、国内のスポーツイベントにおいても開催地にもたらす様々な効果が期待されている。

スポーツイベントが開催地にもたらす効果に関しては、国内外で多様な研究報告がなされている。近年では、山口ら(2018)がシステマティックレビューを用いて、これらの研究報告で示された効果を経済効果、社会効果、環境効果に分類した¹⁾。東京2020においても、これらの経済・社会・環境効果を創出することが期待され、オリンピック・レガシーという概念が注目された。間野(2013)は、過去のオリンピックがもたらしたレガシーを整理し、東京2020で目指すべきレガシーの分類(①スポーツ・分野、②人・コミュニティ・文化、③観光、④先進都市モデル、⑤経済・産業、⑥被災地復興)と具体例を示している²⁾。

東京2020の大会期間前後にも経済効果、社会効果、環境効果あるいはオリンピック・レガシーの創出を期待し、様々な取り組みが全国で実施された。また、大会の誘致や実施に対する気運醸成や、パラリンピックの各種目に対する認知度向上などが目的となり、障がい者スポーツやパラリンピック種目のデモンストレーションや体験会が開催されたり、オリンピック・パラリンピック関連の取り組みが各学校に導入されたりした。しかしながら、「スポーツの実施状況等に関する世論調査(スポーツ庁、2022)」では、障がい者スポーツを体験したことのある者が5.7%にとどまっている³⁾。障がい者スポーツ各種目の普及・振興に向けて、どのような効果を生み出しているのかを明確にすることが必要であると考えられる。

本研究で実施したボッチャ競技(以下、ボッチャ)は、的に向けてボールを投球するターゲット型のスポーツである。ターゲット型スポーツには、パラリンピック種目ではアーチェリーがあり、ボッチャと似たスポーツにはフランス発祥のペタンク、氷上で行われるカーリングや体育館などで行われるカローリングなどがある。本研究では、障がい者スポーツと生涯スポーツの点から東京2020でも採用されて普及・振興が進みつつあり、障がいの有無や老若男女に関わらず、共に行うことが容易なボッチャに着目した。このボッチャの効果に関しては、森・佐藤(2020)⁴⁾、洞井ら(2021)⁵⁾、富岡(2021)⁶⁾、齋藤ら(2022)⁷⁾などの教育的成果に関する研究報告がある。

本研究ではボッチャが生み出す効果として、教育的成

^{*1} 文理融合学部経営学科・講師

^{*2} 文理融合学部人間情報工学科・講師

^{*3} 熊本機能病院医療機器安全管理室・室長

^{*4} 帝京大学教育学部・教授

^{*5} 文京学院大学人間学部・准教授

^{*6} 帝京大学医療技術学部・助教

^{*7} 文理融合学部人間情報工学科・准教授

果ではなく、日本社会の健康問題に着目した。健康の概念は、1947年に採択された世界保健機関憲章において「健康とは、病気でないとか、弱っていないということではなく、肉体的にも、精神的にも、そして社会的にも、すべてが満たされた状態(日本 WHO 訳)」と定義されている。近年では、2000年に厚生省が示した「21世紀における国民健康づくり運動(健康日本21)」にはじまり、その後の「健康日本21(第2次、2013～2022年度)」へ引き継がれるなど、日本人が抱える健康問題の解決が社会課題とされる。

そこで、本研究の目的を「身体的健康、精神的健康、社会的健康」の中でも、ボッチャによる身体的及び精神的健康への影響を検証することとした。具体的には、初めてボッチャを体験する大学生に対して、体験前後の Profile of Mood States Second Edition(以下、POMS2)の結果を比較することにより精神的健康度合いの変化を検証し、身体的健康への影響として心電図と筋硬度を計測して結果を比較した。

2. 研究方法

2.1 ボッチャの特徴

ボッチャは、ヨーロッパで生まれた重度脳性麻痺者もしくは同程度の四肢重度障害者(頸髄損傷や筋ジストロフィー症など)のために考案されたスポーツであり、1988年に韓国・ソウルで開催されたパラリンピックから正式種目となった。日本では1996年に初めて千葉ボッチャ選手権大会が国際ルールで開催された後、1997年に日本ボッチャ協会が設立され、選手育成とともに日本各地での普及が進んでいる。ボッチャの国際大会では障がいの種類と程度によりクラス分けがなされ、個人戦や男女混同チームなどで順位が競われているように、性別や障がいの有無、年齢などにとらわれず、共に楽しむことができる種目である(表2-1)。

表2-1 国際大会でのクラス分け

クラス	対象
BC1	・車いす操作不可で四肢・体幹に重度のまひがある選手
BC2	・下肢で車いす操作可能で足蹴りで競技する選手
BC3	・最重度の選手が該当するクラス ・自力による投球ができないため、ランプオペレーターによるサポートにてランプを使用し競技を行う
BC4	・頸髄損傷や筋ジストロフィーなど、BC1、BC2と同等の重度四肢機能障がいのある選手

競技は、12.5メートル×6.0メートルのコートで行われ、選手は2.5メートル×1メートルのスローイングボックス内から投球する(図2-1)。個人戦ではボックス③④、ペア戦ではボックス②～⑤、チーム戦には全てのボックスが使用される。

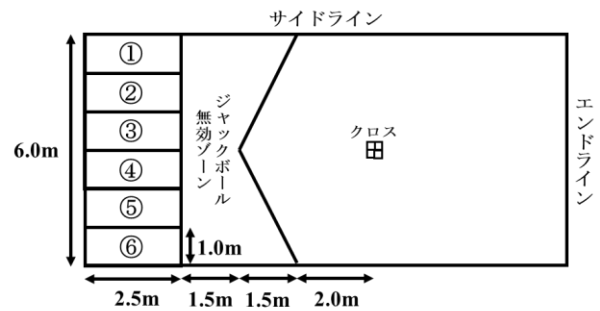


図2-1 ボッチャのコート

競技進行は、白色のジャックボール1つ、赤色と青色のカラーボール各色6つを使用して、次のように進められる。

- ① 先行サイド(赤)がジャックボール(白)をコートに投げ入れる。続けてジャックボールを投げた選手(チーム)が最初のカラーボールを投げる。
- ② 次に相手側(青)がカラーボールを投げる。
- ③ 2球目以降は、ジャックボールより遠い距離にあるカラーボールの側がボールを投げる。
- ④ 両選手(両チーム)が6球すべてのカラーボールを投げ終わった時点で第1エンドが終了し、得点がつけられる。各エンドでの得点の数え方は、ジャックボールに最も近い色の選手(チーム)が、ジャックボールに最も近い位置にある相手のカラーボールよりも内側にある自身のカラーボールの数が得点となる。ジャックボールから両者のカラーボールが同距離にある場合には、各ボールに1点が与えられる。
- ⑤ 第2エンド以降は、第2エンドは青、第3エンドは赤と、交互にジャックボールを投げて、各エンドが開始される。
- ⑥ 個人戦とペア戦は4エンド、チーム戦では6エンドを行い、すべてのエンドを終了した時点での総得点で勝敗を決定する。総得点が同点の場合は、タイブレークを行い、勝敗を決定する。

得点をより多く獲得するために、カーリングのように相手のボールを弾いたりして、優位になるようにボールの位置取りをする。また、的であるジャックボールも弾いて移動させることができるため、戦略に対する思考力が重要となる種目である。さらに、強度の低い運動であることから、競技に集中しやすく(日常の考え事などから解放されやすく)、精神的影響(精神的ストレスの軽減効果など)が想定できる種目である。くわえて、投球する際に、遠近の距離調整やボールに回転を加えるなどの工夫も必要な要素であるため、身体的影響として肩関節

や骨格筋の柔軟性への効果も想定される。

2.2 精神的影響

POMS の開発は、1950 年代からダグラス・M・マックネアとモーリス・ローアによって始まり、主に精神科外来患者を対象として、気分変化の臨床レベルを測定したり、治療における気分障がいの変化をモニターしたりするための尺度として推奨されてきた。Heuchert & McNair(2021)によれば、電子データベース検索では POMS を引用した研究報告は約 4,000 件にのぼり、がん患者の生活の質の測定(420 件)やスポーツ心理学(260 件)、精神薬理学と新薬開発(525 件)、神経心理学(120 件)など、様々な母集団や状況での幅広い分野の研究にも利用されてきた⁸⁾。McNair, Heuchert & Shilony(2003)の報告では、POMS に関わる研究報告は約 60 の分野に分類されることが示された⁹⁾。

本研究で使用した POMS2 は、①新たに標準化を行い、実施者に適正な標準値および心理測定上のデータを提供すること、②ポジティブな気分状態、とりわけ「友好」を尺度化すること、③時代遅れになった項目を刷新すること、④文化的な固有性があり、他の言語では理解されにくい項目を削除すること、⑤POMS の対象年齢を広げ、発達段階を慎重に考慮した項目を含む「青少年用(13～17 歳の青少年対象)」を開発することを目的として改訂された⁸⁾。

その POMS2(成人用、全項目版)の尺度は、表 2-2 の 7 つの因子で構成される。7 因子に関する質問項目に対して 5 件法(0=まったくなかった、1=少しあった、2=まあまああった、3=かなりあった、4=非常に多くあった)で回答を求め、各因子内の回答結果を加算することにより素得点とした。また、TMD 得点(Total Mood Disturbance、総合的気分状態)は、TMD 得点算出式「TMD 得点=(AH+CB+DD+FI+TA)-VA」に基づき算出した。なお、友好 (F) は TMD 得点に加算されず、活気-活力 (VA) は TMD 得点から減算される因子である。

各因子と TMD 得点から適切な解釈を行うために、POMS2 の素得点は標準化得点(T 得点)に換算される。各因子と TMD 得点の T 得点は、平均値が 50、標準偏差が 10 となる得点であり、T 得点が 70 以上は「非常に高い(標準より非常に強く懸念される)」、60～69 は「高い(標準より強く懸念される)」、40～59 は「平均的(平均的なレベルの懸念)」、30～39 は「低い(標準より懸念が少ない)」、30 未満は「非常に低い(標準より懸念が非常に少ない)」と解釈される。

表 2-2 のとおり、各因子を構成する項目数が異なり、

因子毎の最高得点も異なるため、本研究では各被験者の実験前後の比較を、各因子の素得点と TMD 得点を用いて行った。

表 2-2 POMS2 の因子と質問項目数

因子	項目数	最低得点	最高得点
怒り-敵意 (Anger-Hostility ; AH)	11	0	44
混乱-当惑 (Confusion-Bewilderment ; CB)	10	0	40
抑うつ-落込み (Depression-Dejection ; DD)	13	0	52
疲労-無気力 (Fatigue-Inertia ; FI)	6	0	24
緊張-不安 (Tension-Anxiety ; TA)	10	0	40
活気-活力 (Vigor-Activity ; VA)	9	0	36
友好 (Friendliness ; F)	6	0	24
統合的気分状態 (Total Mood Disturbance ; TMD)	59	-36	200

2.3 身体的影響

本研究ではボッチャの身体的影響として自律神経系の評価を行った。自律神経系とは不随意神経系とも呼ばれ、心拍や呼吸、消化、発汗・体温調節、内分泌機能などを制御する神経系である。

さらにその自律神経系は交感神経と副交感神経の 2 つにより構成されている。一般的に交感神経とは興奮状態で優位に活動している神経で、心拍数を増加させたり、血圧を上昇させたりする役割を担っている。また、副交感神経は安静状態で優位に活動している神経で、交感神経とは逆に心拍数の低下や血圧を低くするなどの役割を担っている。

本研究では心電図の心拍変動解析¹⁰⁾(Heart Rate Variability、以下 HRV)を用いることで自律神経系の活動の変化を検討した。ここでは HRV 解析について説明する。心拍は一定間隔で鼓動しているように感じるが、図 2-3-A に示すようにミリ秒(ms)単位で確認すると常に揺らぎが生じている。

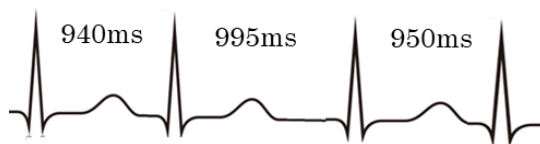


図 2-3-A 心拍揺らぎの模式図

この揺らぎは自律神経系の活動による影響であり、これを解析することで自律神経系の活動状態を推定することが可能である。心電図の最も大きなピークは R 波と呼ばれ、2 拍の R 波の時間を計測したものが R-R 間隔系列であり、この変化を周波数解析することでパワース

ペクトルが算出される。このようにして得られたパワースペクトルから 0.04Hz～0.15Hz を低周波成分(LF)、0.15Hz～0.4Hz を高周波成分(HF)とし、この LF/HF は交感神経の活動指標、HF が副交感神経の活動指標となる。

周波数解析によるパワースペクトルは相対指標であるため、絶対量での評価や個人間の比較は困難で、個人内での測定条件間変動の検討を行った。

また、もう一つの心電図を用いた自律神経系の解析方法として、ポアンカレプロットによる解析も行った。ポアンカレプロットとは i 番目の R-R 間隔と $i+1$ 番目の R-R 間隔を直交軸にプロットする方法である。一般的に安静状態ではこのポアンカレプロットの分散は増大し、ストレス条件下では分散が減少することが知られている。

HRV 解析およびポアンカレプロット解析に用いる心電図は、計測によるストレスがでる限り生じないように図 2-3-B に示すような着衣型ウェアラブルセンサ (Hexoskin 製)を用いて、ボッチャを行う前後で各 10 分間記録した。



図 2-3-B 着衣型ウェアラブルセンサ



図 2-3-C 筋硬度計による測定

さらに、ボッチャは手を前後に振りながら投球するため、その動作により肩こりの軽減につながる事が経験的に知られている。本研究では筋硬度計(佐藤商事社製 T-112DX)を用いることで具体的な肩こりの変化を計測した¹⁾。計測は図 2-3-C に示す僧帽筋上部とし、マークを付すことでボッチャを行う前後で計測位置がずれない

よう注意した。また計測は 3 回行い、その平均値を比較の対象とした。

2.4 実験方法

(a)被験者

過去にボッチャ体験のない健康成人大学生 2 名 5 組で計 10 名を対象とした。ただし、心電図の計測は実験環境の制約により、各組 1 名で計 5 名である。

(b)実施期間

2022 年 10 月 19 日～2022 年 10 月 26 日

(c)施設条件

図 2-4 のように、横幅を公式の 6 メートルから 2.45 メートルに狭めた簡易コートを大学の廊下に設営して実験を実施した。廊下の平坦ではない部分でボールが曲がりやすい点や、公式コートにはない両側の壁にカラーボールがあたった場合も有効とするなどの条件が加わり、戦略の複雑性が高まる状況であった。

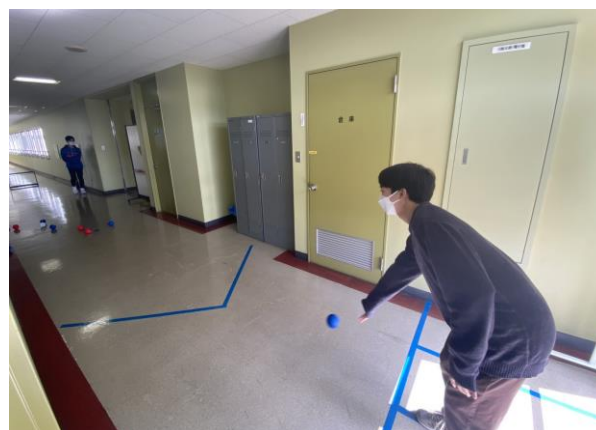


図 2-4 簡易コートを利用した投球の様子

(d)実験プロトコル

実験はボッチャをプレイする前後において、POMS2、HRV 解析およびポアンカレプロット解析用の心電図、筋硬度を測定した。筋硬度は他の動作による影響をできる限り少なくする目的で、ボッチャプレイの直前直後の測定とした。また本研究における心電図計測は精神的な影響を計測するものであり、運動による身体への直接的な影響を軽減する目的で、ボッチャプレイ後 15 分程度経過後に測定を行った。心電図計測中はスマホなどの操作はしないよう指示し、他の要因によるストレスが発生しないよう注意した。しかし、過度な緊張状態を避けるため、友人同士の雑談は許可した。表 2-4 に実験のタイムスケジュールを示した。

表 2-4 実験スケジュール

時間	10分	10分	5分	約20分	5分	10分	10分
計測	POMS2	心電図	筋硬度	ボッチャ	筋硬度	POMS2	心電図

3. 実験結果

3.1 実験 1

(a)試合状況と結果

実験1の被検者A・Bは、同じゼミに所属する4年生・男性・右利きであり、卒業研究をグループで取り組み、日常的に会話をする間柄であった。ゼミ終了直後に実施した実験では、心電図を測定した被検者Aが第2エンド以降に逆転して大差で勝利した(表3-1-A)。実験中は、ボッチャの展開や戦術に関する会話が交わされ、卒業研究やゼミ、大学生活に関する会話はなく、試合展開によって時折大きな声を出しながら、軽い汗を流してボッチャに集中した様子であった。

表3-1-A 試合結果

被検者	第1エンド	第2エンド	第3エンド	第4エンド	合計
A	0	2	3	5	10
B	1	0	0	0	0

(b)POMS2の結果

被検者Aのボッチャ前に測定した「POMS2(1回目)」のT得点の結果は、AH、CB、DDが「平均的」であり、FL、TAが「高い」、VAが「非常に高い」、Fが「高い」、TMDが「平均的」であったが、ボッチャ後にはFL、TAが「平均的」へ変化した。「2回目-1回目」の素得点の変化では、AH、CB、DD、FL、TAという負の気分全てが減少し、VAという正の気分が増加し、Fの減少が見られ、TMDが減少した。

被検者BはAH、CB、DD、FL、TAが「平均的」、VAが「平均的」、Fが「高い」、TMDが「平均的」であったが、AH、CB、FLが「低い」、VAが「高い」、TMDが「低い」へと変化した。素得点の変化では、AH、CB、DD、FL、TAという負の気分全てが減少し、VAという正の気分が増加し、Fに変化は見られず、TMDが減少した。(表3-1-B、表3-1-C)

表3-1-B 被検者AのPOMS2の素得点

	AH: 怒り- 敵意	CB: 混乱- 当惑	DD: 抑うつ- 落込み	FI: 疲労- 無気力	TA: 緊張- 不安	VA: 活気- 活力	F: 友好	TMD: 総合的 気分状態
1回目	11	18	19	17	23	28	18	60
2回目	5	16	6	10	16	35	15	18
「1回目」-「2回目」	-6	-2	-13	-7	-7	7	-3	-42

表3-1-C 被検者BのPOMS2の素得点

	AH: 怒り- 敵意	CB: 混乱- 当惑	DD: 抑うつ- 落込み	FI: 疲労- 無気力	TA: 緊張- 不安	VA: 活気- 活力	F: 友好	TMD: 総合的 気分状態
1回目	7	10	5	3	14	20	16	19
2回目	1	3	1	1	7	24	16	-11
「1回目」-「2回目」	-6	-7	-4	-2	-7	4	0	-30

(c)HRVの結果(HRV 被験者A)

表3-1-Dが被験者AのHRV解析結果である。副交感神経の活動指標であるHFはボッチャ後に低下し、交感神経の活動指標であるLF/HFは増加した。また、図3-1-Aのポアンカレプロットはボッチャ後に標準偏差が減少した。また、プロットはボッチャ後に左下方向に移動しており、心拍数が増加していると認められる。このことからHRV解析と同様に交感神経の活動が亢進したことが分かる。

表3-1-D 被験者AのHRV

	ボッチャ前安静	ボッチャ後安静
HF(副交感神経指標)	835.50	359.84
LF/HF(交感神経指標)	2.79	5.98

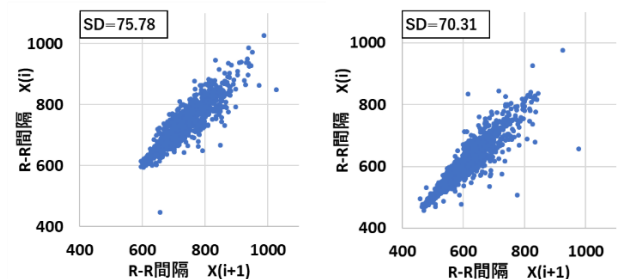


図3-1-A 被験者Aのポアンカレプロットおよび標準偏差

左: ボッチャ前 右: ボッチャ後

(d)筋硬度の結果

表3-1-E、表3-1-Fはそれぞれ被験者AおよびBの僧帽筋上部の筋硬度である。単位は筋硬度計の開発会社である佐藤商事独自のもので、ニュートン(N)に基づくトーン(T)である。両被験者とも投球手である右肩の筋硬度は低下し、左肩の筋硬度はほぼ変化しなかった。

表3-1-E 被験者Aの僧帽筋上部の筋硬度

被検者	ボッチャ前		ボッチャ後		「ボッチャ後」- 「ボッチャ前」	
	右肩	左肩	右肩	左肩	右肩	左肩
A (右利き)	26	25	23	25		
	26	26	22	27		
	27	25	22	25		
平均	26.33	25.33	22.33	25.67	-4.00	0.33

表3-1-F 被験者Bの僧帽筋上部の筋硬度

被検者	ボッチャ前		ボッチャ後		「ボッチャ後」- 「ボッチャ前」	
	右肩	左肩	右肩	左肩	右肩	左肩
B (右利き)	25	23	22	22		
	24	24	21	23		
	24	23	19	22		
平均	24.33	23.33	20.67	22.33	-3.67	-1.00

3.2 実験2

(a)試合状況と結果

実験2の被験者C・Dは、4年生・男性・右利きであった。試合結果は、心電図を測定した被検者Dが第2エンドまでに4点を追う展開になり、第3エンドで1点を返し、最終エンドで4対4に追いついたが、タイブレークの末に被検者Dが敗戦するという一進一退の展開であった(表3-2-A)。実験中は、ボッチャの展開や戦術に関する会話と大学生活に関する会話で盛り上がり、試合展開によって時折大きな声を出しながらボッチャに集中した様子であった。実験は19時頃から開始され、肌寒く感じる日であったが、被検者Dはシャツなどの着用はせずに着衣型ウェアラブルセンサのみを着用して実験に参加したため、汗が冷えてしまう状況であった。

表3-2-A 試合結果

被検者	第1エンド	第2エンド	第3エンド	第4エンド	タイブレーク
C	3	1	0	0	1
D	0	0	1	3	0

(b)POMS2の結果

被検者CはAH、CB、DD、FL、TAが「非常に高い」、VAが「平均的」、Fが「高い」、TMDが「非常に高い」であったが、AH、CB、DD、FL、TAが「平均的」、VAが「高い」、TMDが「平均的」へと変化した。素得点の変化では、AH、CB、DD、FL、TAという負の気分全てが減少し、VAという正の気分が増加し、Fが増加し、TMDが減少した。(表3-2-B、表3-2-C)

表3-2-B 被検者CのPOMS2の素得点

	AH: 怒り- 敵意	CB: 混乱- 当惑	DD: 抑うつ- 落込み	FL: 疲労- 無気力	TA: 緊張- 不安	VA: 活気- 活力	F: 友好	TMD: 総合的 気分状態
1回目	41	38	45	23	36	18	16	165
2回目	9	14	17	4	7	22	17	29
「1回目」-「2回目」	-32	-24	-28	-19	-29	4	1	-136

表3-2-C 被検者DのPOMSの素得点

	AH: 怒り- 敵意	CB: 混乱- 当惑	DD: 抑うつ- 落込み	FL: 疲労- 無気力	TA: 緊張- 不安	VA: 活気- 活力	F: 友好	TMD: 総合的 気分状態
1回目	16	16	22	8	15	30	19	47
2回目	5	9	5	2	5	31	21	-5
「1回目」-「2回目」	-11	-7	-17	-6	-10	1	2	-52

被検者DはAH、CBが「平均的」、DDが「高い」、FL、TAが「平均的」であり、VAが「非常に高い」、Fが「非常に高い」、TMDが「平均的」であった。ボッチャ後にはDDが「平均的」、FL、TAが「低い」、TMDが「低い」へと変化した。素得点の変化では、AH、CB、DD、FL、TAという負の気分全てが減少し、VAという正の気分が増加し、Fが増加、TMDが減少した。

少しした。

(c)HRVの結果(HRV 被験者C)

表3-2-Dが被験者CのHRV解析結果である。副交感神経の活動指標であるHFはボッチャ後に低下し、交感神経の活動指標であるLF/HFは増加した。また、図3-2-Aのポアンカレプロットはボッチャ後に標準偏差が減少した。R-R間隔の最小値は変化を認められなかったが、最大値が減少しており、心拍数が増加していると認められる。

表3-2-D 被験者CのHRV

	ボッチャ前安静	ボッチャ後安静
HF(副交感神経指標)	315.39	191.44
LF/HF(交感神経指標)	4.13	5.20

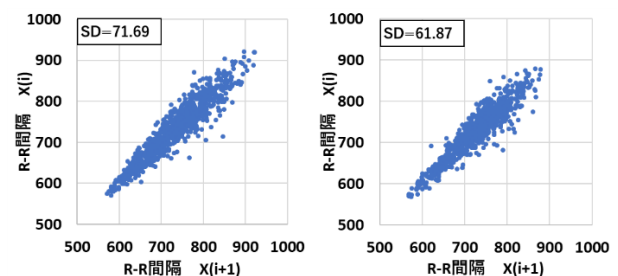


図3-2-A 被験者Cのポアンカレプロットおよび標準偏差

左: ボッチャ前 右: ボッチャ後

(d)筋硬度の結果

表3-2-E、表3-2-Fはそれぞれ被験者C、Dの僧帽筋上部の筋硬度である。被験者Cは右肩の筋硬度は変化せず、左肩の筋硬度は低下した。被験者Dは両肩ともボッチャ後に筋硬度が低下した。

表3-2-E 被験者Cの僧帽筋上部の筋硬度

被検者	ボッチャ前		ボッチャ後		「ボッチャ後」- 「ボッチャ前」	
	右肩	左肩	右肩	左肩	右肩	左肩
C (右利き)	25	25	25	24		
	25	24	25	23		
	25	26	25	24		
平均	25.00	25.00	25.00	23.67	0.00	-1.33

表3-2-F 被験者Dの僧帽筋上部の筋硬度

被検者	ボッチャ前		ボッチャ後		「ボッチャ後」- 「ボッチャ前」	
	右肩	左肩	右肩	左肩	右肩	左肩
D (右利き)	24	22	18	19		
	23	23	20	17		
	22	22	19	19		
平均	23.00	22.33	19.00	18.33	-4.00	-4.00

3.3 実験3

(a)試合状況と結果

実験3の被験者E・Fは、4年生・男性・右利きであった。心電図を測定した被験者Eは第3エンドまで、0-5で劣勢となり、逆転可能な範囲で第4エンドをむかえたが、第4エンドで大量点をとって逆転することができずに敗戦した(表3-3-A)。実験中は両被験者とも初めて行うボッチャを楽しんでいる様子が見られたが、なかなか狙い通りに投球できず悔しがる様子も伺えた。

表3-3-A 試合結果

被験者	第1エンド	第2エンド	第3エンド	第4エンド	合計
E	0	0	0	0	0
F	2	1	2	1	6

(b)POMS2の結果

被験者EはAHが「平均的」、CBが「高い」、DDが「平均的」、FL、TAが「高い」、VAが「高い」、Fが「非常に高い」、TMDが「平均的」であったが、CBが「平均的」、FL、TAが「平均的」、Fが「高い」へと変化した。素得点の変化では、AHという負の気分に増減はなく、CB、DD、FL、TAという負の気分が減少し、VAという正の気分が増加し、Fが減少、TMDが減少した。

被験者FはAH、CB、DD、FLが「平均的」、TAが「非常に高い」、VAが「非常に高い」、Fが「非常に高い」、TMDが「平均的」であったが、TAが「平均的」、Fが「高い」、TMDが「低い」へと変化した。素得点の変化では、AH、CB、DD、FL、TAという負の気分全てが減少し、VAという正の気分が増加し、Fが増加した。AH、CB、DD、FL、TAという負の気分全てが減少し、VAという正の気分が増加し、Fの減少が見られ、TMDが減少した。(表3-3-B、表3-3-C)

表3-3-B 被験者EのPOMS2の素得点

	AH: 怒り- 敵意	CB: 混乱- 当惑	DD: 抑うつ- 落込み	FL: 疲労- 無気力	TA: 緊張- 不安	VA: 活気- 活力	F: 友好	TMD: 総合的 気分状態
1回目	13	24	19	16	24	22	20	74
2回目	13	18	13	13	19	25	17	51
「1回目」-「2回目」	0	-6	-6	-3	-5	3	-3	-23

表3-3-C 被験者FのPOMS2の素得点

	AH: 怒り- 敵意	CB: 混乱- 当惑	DD: 抑うつ- 落込み	FL: 疲労- 無気力	TA: 緊張- 不安	VA: 活気- 活力	F: 友好	TMD: 総合的 気分状態
1回目	5	13	11	6	30	29	20	36
2回目	2	7	2	4	13	31	17	-3
「1回目」-「2回目」	-3	-6	-9	-2	-17	2	-3	-39

(c)HRVの結果(HRV 被験者E)

表3-3-Dが被験者EのHRV解析結果である。副交感神経の活動指標であるHFはボッチャ後に低下し、交感神経の活動指標であるLF/HFは増加した。また、図3-3-Aのポアンカレプロットはボッチャ後に標準偏差が増加し、HRV解析と異なり、副交感神経の活動が亢進した結果となった。一方プロットはボッチャ後に左下方向に移動しており、心拍数は増加していると認められる。

表3-3-D 被験者EのHRV

	ボッチャ前安静	ボッチャ後安静
HF(副交感神経指標)	428.88	334.04
LF/HF(交感神経指標)	1.58	2.07

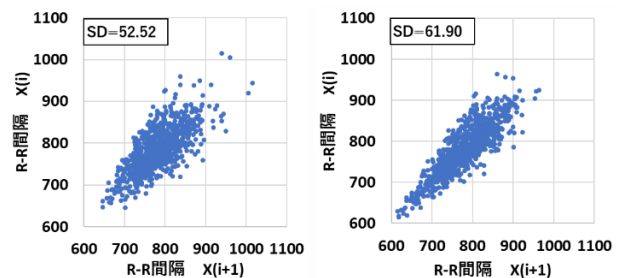


図3-3-A 被験者Eのポアンカレプロットおよび標準偏差

左: ボッチャ前 右: ボッチャ後

(d)筋硬度の結果

表3-3-E、表3-3-Fはそれぞれ被験者E、Fの僧帽筋上部の筋硬度である。被験者Eはボッチャ後に両肩とも筋硬度が低下した。被験者Fボッチャ後に投球手である右肩の筋硬度は低下し、左肩の筋硬度は増加した。

表3-3-E 被験者Eの僧帽筋上部の筋硬度

被験者	ボッチャ前		ボッチャ後		「ボッチャ後」- 「ボッチャ前」	
	右肩	左肩	右肩	左肩	右肩	左肩
E (右利き)	27	38	26	30		
	28	38	25	30		
	28	39	26	30		
平均	27.67	38.33	25.67	30.00	-2.00	-8.33

表3-3-F 被験者Fの僧帽筋上部の筋硬度

被験者	ボッチャ前		ボッチャ後		「ボッチャ後」- 「ボッチャ前」	
	右肩	左肩	右肩	左肩	右肩	左肩
F (右利き)	22	20	22	27		
	23	22	20.5	26		
	25	23	20	25		
平均	23.33	21.67	20.83	26.00	-2.50	4.33

3.4 実験4

(a)試合状況と結果

被検者 G は4年生・男性・右利き、被検者 H は4年生・女性・右利きであった。試合結果は、着衣型ウェアラブルセンサを着用した被検者 G が第1エンドで最高点の6点を取り、第2エンドで被検者 H が1点を得点したが、第3エンドで再び被検者 G が6点を取り、第4エンドでの逆転の望みがなくなった(表3-4-A)。昼休みの時間に実施した実験4では、他の実験とは異なり、被検者 G 自身が他の授業などに配慮をして盛り上がらないように気を付けていたため、他の実験より淡々と試合が進んだ。

表3-4-A 試合結果

被検者	第1エンド	第2エンド	第3エンド	第4エンド	合計
G	6	0	6	1	13
H	0	1	0	0	1

(b)POMS2の結果

被検者 G は全ての因子と TMD が「平均的」であったが、AH が「低い」へと変化した。素得点の変化では、AH、CB が減少し、DD が増加、FL、TA が減少し、VA に変化はなく、F が減少し、TMD が減少した。

被検者 H は AH が「平均的」、CB、DD が「高い」、FL、TA が「平均的」、VA が「平均的」、F が「平均的」、TMD が「平均的」であったが、CB が「平均的」へと変化した。素得点の変化では、AH、CB、DD、FL が減少し、TA という負の気分が増加し、VA という正の気分が増加し、F に変化は見られず、TMD が減少した。(表3-4-B、表3-4-C)

表3-4-B 被検者 G の POMS2 の素得点

	AH: 怒り- 敵意	CB: 混乱- 当惑	DD: 抑うつ- 落込み	FL: 疲労- 無気力	TA: 緊張- 不安	VA: 活気- 活力	F: 友好	TMD: 総合的 気分状態
1回目	2	15	3	10	14	14	12	30
2回目	0	13	5	6	10	14	11	20
「1回目」-「2回目」	-2	-2	2	-4	-4	0	-1	-10

表3-4-C 被検者 H の POMS2 の素得点

	AH: 怒り- 敵意	CB: 混乱- 当惑	DD: 抑うつ- 落込み	FL: 疲労- 無気力	TA: 緊張- 不安	VA: 活気- 活力	F: 友好	TMD: 総合的 気分状態
1回目	4	21	25	12	13	8	8	67
2回目	3	18	23	7	16	16	8	51
「1回目」-「2回目」	-1	-3	-2	-5	3	8	0	-16

他実験の被検者と比較して、被検者 G・H とともに各因子と TMD の素得点の変化量が小さいことは、被検者が盛り上がらないように配慮し、試合が淡々と進んだことや第3エンド時点で一方的な勝敗が決定的になった影響が推察された。

(c)HRVの結果(HRV 被験者 G)

表3-4-D が被験者 G の HRV 解析結果である。副交感神経の活動指標である HF はボッチャ後に増加し、交感神経の活動指標である LF/HF は減少した。また、図3-4-A のポアンカレプロットはボッチャ後に標準偏差が減少し、HRV 解析とは異なり交感神経の活動が亢進した結果となった。一方プロットはボッチャ後に右上方向に移動しており、心拍数は低下したことを示している。

表3-4-D 被験者 G の HRV

	ボッチャ前安静	ボッチャ後安静
HF(副交感神経指標)	844.48	1106.44
LF/HF(交感神経指標)	1.34	0.99

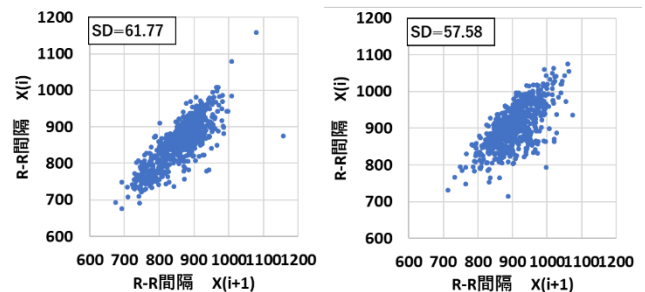


図3-4-A 被験者 G のポアンカレプロットおよび標準偏差

左：ボッチャ前 右：ボッチャ後

(d)筋硬度の結果

表3-4-E、表3-4-F はそれぞれ被験者 G、H の僧帽筋上部の筋硬度である。両被験者ともボッチャ後に両肩の筋硬度が低下した。その減少は投手手である右肩で顕著であった。

表3-4-E 被験者 G の僧帽筋上部の筋硬度

被検者	ボッチャ前		ボッチャ後		「ボッチャ後」- 「ボッチャ前」	
	右肩	左肩	右肩	左肩	右肩	左肩
G (右利き)	25	32	23	30		
	24	31	22	32		
	25	32	23	30		
平均	24.67	31.67	22.67	30.67	-2.00	-1.00

表3-4-F 被験者 H の僧帽筋上部の筋硬度

被検者	ボッチャ前		ボッチャ後		「ボッチャ後」- 「ボッチャ前」	
	右肩	左肩	右肩	左肩	右肩	左肩
H (右利き)	26	33	21	32		
	25	34	21	34		
	25	32	21	32		
平均	25.33	33.00	21.00	32.67	-4.33	-0.33

3.5 実験5

(a)試合状況と結果

実験5の被験者I・Jは、4年生・男性・右利きであった。試合結果は、第1エンドは被験者Jが1点でリードしたが、第2エンドでは心電図を測定した被験者Iが3点取り逆転する展開になった。第3エンドでも被験者Jが2点を取り5対1となったが、まだ逆転勝利を狙える可能性は残っていた。最終第4エンドは被験者Jが1点を取ることはできたが、追いつくことはできず、被験者Iの勝利となった(表3-5-A)。実験中は、ボッチャの展開や戦術に関する会話を行っていたが、被験者Iはそもそも寡黙な性格のため淡々と試合が進んでいた。

表3-5-A 試合結果

被検者	第1エンド	第2エンド	第3エンド	第4エンド	合計
I	0	3	2	0	5
J	1	0	0	1	2

(b)POMS2の結果

被験者IはAHが「低い」、CB、DD、FL、TAが「平均的」、VAが「平均的」、Fが「平均的」、TMDが「平均的」であったが、FLが「低い」へと変化した。素得点の変化では、AHに変化はなく、CB、DD、FL、TAという負の気分が減少し、VAという正の気分が増加し、Fに変化は見られず、TMDが減少した。

被験者JはAHが「平均的」、CB、DDが「高い」、FLが「平均的」、TAが「高い」、VAが「平均的」、Fが「平均的」、TMDが「高い」であったが、CBが「平均的」、TAが「平均的」、TMDが「平均的」へと変化した。素得点の変化では、AHが増加し、CB、DD、FL、TAという負の気分が減少し、VAという正の気分が増加し、Fに変化はなく、TMDが減少した。(表3-5-B、表3-5-C)

表3-5-B 被験者IのPOMS2の素得点

	AH: 怒り- 敵意	CB: 混乱- 当惑	DD: 抑うつ- 落込み	FI: 疲労- 無気力	TA: 緊張- 不安	VA: 活気- 活力	F: 友好	TMD: 総合的 気分状態
1回目	0	14	4	8	7	7	8	26
2回目	0	8	2	2	6	14	8	4
「1回目」-「2回目」	0	-6	-2	-6	-1	7	0	-22

表3-5-C 被験者JのPOMS2の素得点

	AH: 怒り- 敵意	CB: 混乱- 当惑	DD: 抑うつ- 落込み	FI: 疲労- 無気力	TA: 緊張- 不安	VA: 活気- 活力	F: 友好	TMD: 総合的 気分状態
1回目	6	21	30	13	23	11	12	82
2回目	7	17	20	9	15	16	12	52
「1回目」-「2回目」	1	-4	-10	-4	-8	5	0	-30

(c)HRVの結果(HRV 被験者I)

表3-5-Dが被験者IのHRV解析結果である。副交感

神経の活動指標であるHFはボッチャ後に微増し、交感神経の活動指標であるLF/HFも増加した。また、図3-5-Aのポアンカレプロットはボッチャ後に標準偏差が微増し、副交感神経の活動が少しではあるが亢進したことになる。一方プロットはボッチャ後に左下方向に移動しており心拍数が増加している。つまりプロットからは交感神経の活動が亢進したと認められる。

表3-5-D 被験者IのHRV

	ボッチャ前安静	ボッチャ後安静
HF(副交感神経指標)	1185.87	1188.25
LF/HF(交感神経指標)	1.47	1.97

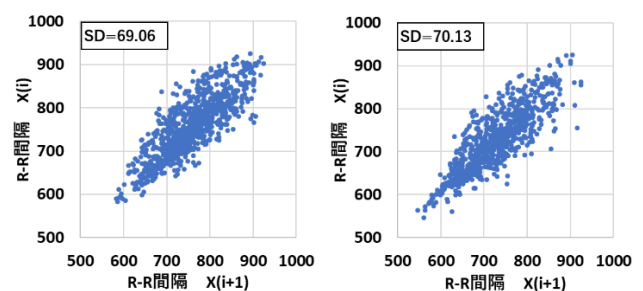


図3-5-A 被験者Iのポアンカレプロットおよび標準偏差

左：ボッチャ前 右：ボッチャ後

(d)筋硬度的結果

表3-5-E、表3-5-Fはそれぞれ被験者I、Jの僧帽筋上部の筋硬度である。被験者Eはボッチャ後に右肩の筋硬度のみ微増したものの、ほぼ変化はなかった。被験者Fボッチャ後に投球手である右肩の筋硬度は低下し、左肩の筋硬度は増加した。

表3-5-E 被験者Iの僧帽筋上部の筋硬度

被検者	ボッチャ前		ボッチャ後		「ボッチャ後」- 「ボッチャ前」	
	右肩	左肩	右肩	左肩	右肩	左肩
I (右利き)	25	26	26	26		
	25	28	26	26		
	24	25	25	27		
平均	24.67	26.33	25.67	26.33	1.00	0.00

表3-5-F 被験者Jの僧帽筋上部の筋硬度

被検者	ボッチャ前		ボッチャ後		「ボッチャ後」- 「ボッチャ前」	
	右肩	左肩	右肩	左肩	右肩	左肩
J (右利き)	27	25	25	32		
	27	25	25	30		
	28	25	26	32		
平均	27.33	25.00	25.33	31.33	-2.00	6.33

4. 考察

本研究では、障がい者スポーツの1つであるボッチャを大学生に体験してもらい、POMS2で精神的健康度合いを検討し、心電図と筋硬度にて身体的健康への影響を計測することで、それぞれの結果を比較した。

4.1 精神的健康への影響(POMS2)

POMS2の各因子とTMDの素得点(10人分)についてボッチャ体験前後の変化を対応のあるt検定を用いて検証した(図4-1)。その結果、「F：友好」以外は、約20分間のボッチャ体験中に有意確率が0.05未満で負の気分が減少し、正の気分が高まったことが精神的影響として確認できた。

実験1～5の結果では、試合展開や試合中の会話内容、あるいはボッチャ競技への集中度合いなどが、被検者の気分に影響を与えていることが推察された。実験4の被検者Gにおいては、「DD：抑うつ-落込み」が増加し、被検者Hは「TA：緊張-不安」が増加していた。この全体傾向とは異なる結果は、実験を昼休みに実施し、被検者G自身が盛り上がらないように他の授業へ配慮して、淡々と試合が進んだことによる影響が考えられ

る。精神的影響の一部の因子については、競技に集中でき、日常の考え事などから解放されやすくする環境の重要性が示唆できよう。また、実験5の被検者Jにおいても、「AH：怒り-敵意」の素得点が1点上昇するという結果が見られた。実験5では、被検者Jが第2エンドで大きく逆転され、第3エンドでも得点差を広げられ、第4エンドで得点したものの、敗戦したという試合展開であった。他の4つの実験にはなかった試合展開であったため、特徴的な試合展開が精神的影響の一部の因子へ影響を与えた可能性が考えられた。

4.2 身体的健康への影響(HRV・ポアンカレプロット)

心電図を計測した5名の被験者において、5名中4名はボッチャ後に副交感神経の活動が低下もしくはほぼ変化がなく、交感神経の活動が亢進する結果となった。

一般的に交感神経は“興奮”に導き、副交感神経は“安静”へと導く神経活動である。本実験ではボッチャをプレイすることによって興奮したと推察される。

また、HRVにおいてLF/HFの上昇は、精神性ストレスの増加と捉えられることもある。スポーツ競技においては“適度な緊張感”が必要とされており¹⁰⁾、本実験で行ったボッチャにおいてもこの緊張感が現れたと考えることができる。このことは前項のPOMS2の結果と比較すると、被験者にとって害となるようなストレスではないことが推察される。ボッチャ後に副交感神経の活動が亢進した1名の被験者については、周囲へ配慮し、盛り上がらないよう留意していたことが反映されたと考えられる。

一方、ポアンカレプロットによる解析は、5名中2名でHRVの結果とは異なる結果となった。これは解析区間の後半にボッチャプレイ前の状態へと回復していく過程が現れている可能性がある。図4-2は被験者Aのボッチャ後安静を5分ずつに区切ったポアンカレプロットである。ボッチャ後の安静前半より安静後半の方が標準偏差の値が大きく、副交感神経の活動がより優位であることが分かる。このことから解析区間の後半が標準偏差

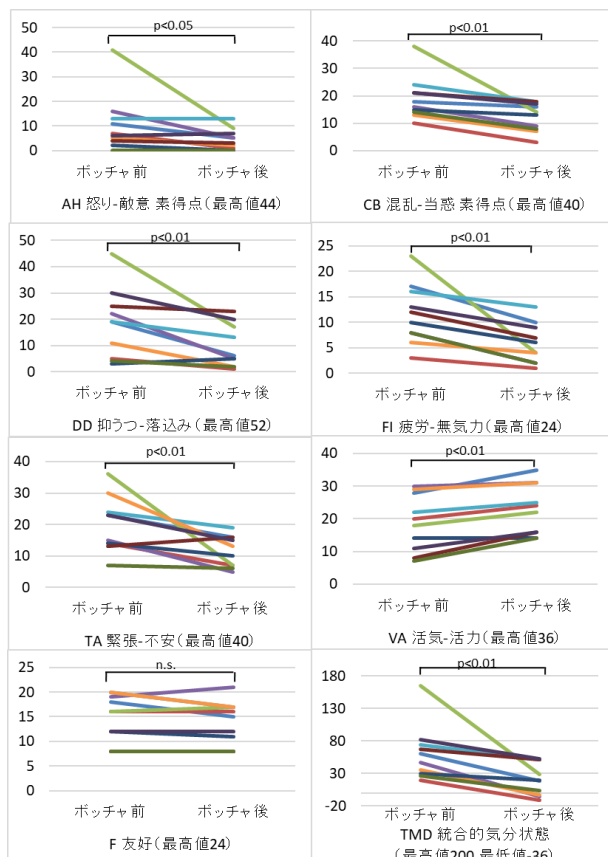


図4-1 POMS2の各因子とTMDの変化

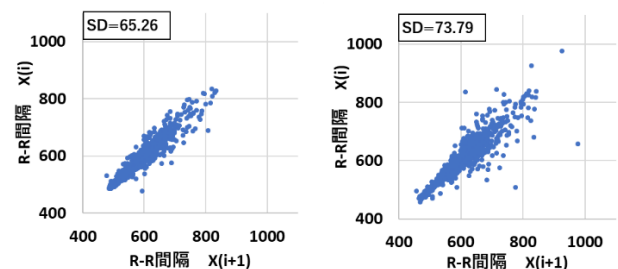


図4-2 被験者Iのポアンカレプロットおよび標準偏差
左：ボッチャ後の安静前半 右：ボッチャ後の安静後半

を大きくすることになった可能性がある。

今後は解析区間を細かくすることで時間経過に伴う自律神経系の評価を行う必要があると考えられた。

4.3 身体的健康への影響(筋硬度)

図4-3は全被験者の僧帽筋上部の筋硬度の変化を対応のあるt検定を用いてまとめたグラフである。ほとんどの被験者において投球する利き手側の筋硬度が減少し、投球動作により肩こり解消に一定の効果($p<0.01$)が認められた。一方、非利き手側はその変化は多様であった。ボッチャ中は投球だけを淡々とする被験者や、投球前に何度も素振りをする被験者、体の力を抜く目的で両肩を回す被験者などがいたため、このような変化になったと考えられる。

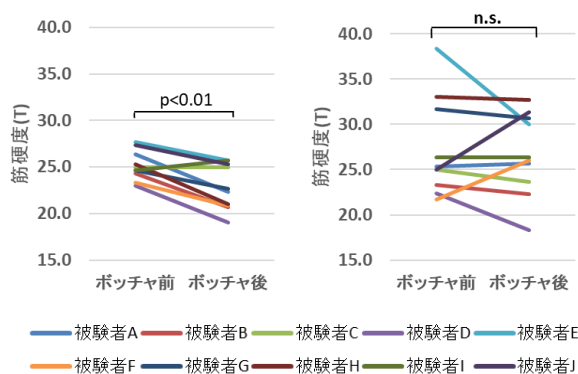


図4-3 全被験者の僧帽筋上部の筋硬度の変化
左：利き手 右：非利き手

5. 終わりに

本研究は、ボッチャが生み出す効果として、先行研究で報告されている教育的成果以外である身体的健康と精神的健康への影響を検証した。ボッチャ体験は、負の気分の低下と正の気分の向上という精神的効果と、僧帽筋上部の柔軟性向上という身体的効果が得られたことが明らかになった。

さらにボッチャの健康効果を確かめるためには、身体的健康および精神的健康に関連する他指標を用いた研究方法も検討する必要がある。また今後は社会的健康に関することも含めて検討したい。今後、ボッチャを含めた障がい者スポーツの普及・振興に向けて、各種目の特徴に応じた多様な効果を検証し、その中でも参加者に安定的に生み出される効果を見つけ出すことが重要である。

最後に本研究の被験者は大学生のみであり、性別、年齢など限定された集団によるバイアスが生じていることを否定できない。本研究の結果を一般化するためにも、更なる詳細な検討が必要となる。

【参考・引用文献】

- 1) 山口志郎・押見大地・福原崇之(2018)スポーツイベントが開催地域にもたらす効果：先行研究の検討、体育学研究第63巻1号 pp.13-32
- 2) 間野義之(2013)オリンピック・レガシー：2020年東京をこう変える！、ポプラ社
- 3) スポーツ庁(2022)スポーツの実施状況等に関する世論調査
- 4) 森英則・佐藤慎二(2020)効果的な交流及び共同学習の在り方についての一考察-招く形態の授業実践を通して-、植草学園短期大学紀要 21pp.71-79
- 5) 富岡宏健(2021)小学校体育科におけるボッチャを導入した学習成果に関する実践報告：持続可能性に着目したパラリンピック教育の教材づくり、アダプテッド・スポーツ科学 19pp.15-24
- 6) 洞井秀之・藤田紀昭・金森克浩(2021)生涯スポーツへの展開を見据えた肢体不自由児の体育指導に関する研究 ～ボッチャの運動習熟と自己効力感の獲得にも注目して～、日本福祉大学スポーツ科学論集 4pp.1-10
- 7) 齋藤まゆみ・澤江幸則・齋藤仁人・松原豊(2022)ボッチャを用いた体験授業が中学生の障害や障害者スポーツ意識に及ぼす影響、筑波大学体育系紀要 45pp.27-33
- 8) Heuchert & McNair, 横山和仁(監訳)(2021)POMS 日本語マニュアル、金子書房
- 9) McNair, D. M., Heuchert, J.W. P. & Shilony, E.(2003)Profile of mood states: bibliography 1964–2002, Multi-Health System Incorporated.
- 10) 井上博(2001)循環器疾患と自律神経機能、第2版。医学書院 pp.71-109
- 11) Yasutami TSUDA, Seiya UCHIDA, Itsuo KURAMOTO, Hisanobu SUGANO & Kazuo NITTA(2005) An Examination for Measuring the Softness of Human Shoulders(1), Journal of International Society of Life Information Science 23-2, pp.332-334
- 12) 新畑茂充・関矢寛史(2001)やさしいメンタルトレーニング―試合で最高の力を発揮するために、黎明書房

長距離レーザビームを用いた光波マイクロホンの開発

佐松崇史*¹ 園田義人*²

Development of Optical Wave Microphone with Long Laser-Beam Sound Antenna

by
Takashi SAMATSU and Yoshito SONODA

(Received: November 14, 2022, Accepted: February 13, 2023)

Abstract

As a novel remote sensing technique, the optical wave microphone with a long laser beam sound antenna is presented. It can directly detect audible sound with a laser beam and has many advantages over ordinary microphones which use a diaphragm and have various drawbacks and restrictions in practical application. Since this optical method can create a sound detection device using a long-range laser beam as a sound sensor, it is expected to be applied to security systems for sound monitoring around buildings, coastlines, and so on. In a previous study, the usefulness of an optical wave microphone using a retroreflector and a short laser beam was confirmed by experiments. In this study, the laser beam antenna length is extended to 8 m, and sound waves are injected at two different locations to clarify the performance of this device. It is confirmed that the sound waves at different position can be exactly detected by the long laser beam antenna and this method is very useful for sound detection in a wide security area.

Key Words : Optical wave microphone, retroreflector, laser, sound wave, security system.

1. はじめに

音検出の代表的な方法であるマイクロホンは1世紀以上の歴史があり高性能化されているが、その動作原理は変わっていない。すなわち、従来のマイクロホンでは振動膜が内蔵されており、振動膜を音により振動させることで電気信号に変換する原理を用いている。センサ部が固体物(電気素子)であるため、マイクロホン本体による音場の乱れ、高周波応答低下、高電圧機器近傍や電磁場環境での使用制限など、様々な制約や欠点を持つ。

一方、本研究グループでは、振動膜などの物体を一切使わず、光で音を直接検出する方法もしくは光の中から音情報を取り出す方法(光学的音響測定法)の一つとして、レンズのフーリエ変換効果を利用した光波マイクロホン⁽¹⁾⁻⁽³⁾の開発研究を進めている⁽⁴⁾⁻⁽⁷⁾。同法は、従来のマイクロホン(電気機械的固体センサ)に比べ多くの利点を有する。特に、この方法は長距離レーザビームを音センサ部とする音検出装置を作成できるため、広領域や大きい建造物周囲の音モニタリングが原理的に可能であり、セキュリティの分野でも非常に有益であると期待される。例えば、長距離伝搬レーザビームを音監視領域に張り巡

らせれば、一般家屋セキュリティの他、重要建造物、原子力発電設備及び海岸線などでの音響セキュリティシステムを構築できる。もし不審者侵入監視システムとしてレーザビームがすでに張り巡らされている重要施設などでは、そのシステムをそのまま音監視システムとしても利用できることになる。

先行研究により補助ミラー付きリトロフレクタを持つ光波マイクロホンの基本特性を確認し、その有効性を示しているが、実際の長距離ビームを用いる際の検出性能の検証まだ行われていない。本研究では長距離レーザビームを用いた光波マイクロホンの実用化を目指し、レーザビームを延長した時の音検出性能の実験的検証を行った。また、受光部に2分割フォトダイオードを用いて位相が反転する2山回折像の分離測定の可能性についても検討した。

2. 光波マイクロホンの原理

光波マイクロホンの原理図を図1に示す。レーザなどの光ビームに音波を入力した際に生じる極微弱回折光を検出し、そこから音信号を取り出す手法である。

左側のレンズで入射するレーザビーム径を調整し、右側のレンズで主に光信号処理や光フーリエ変換を行う。音波がレーザ光と交差したときにドップラー効果により極

*¹ 文理融合学部人間情報工学科教授

*² 東海大学名誉教授

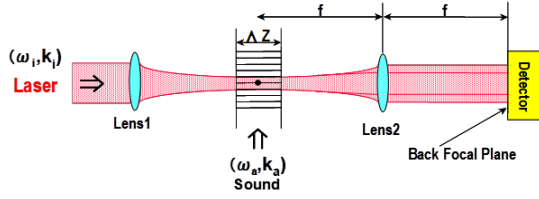


図1 原理図 (理論モデル)

微弱な回折光が発生する。発生した回折光はレーザ光と共にレンズ(焦点距離: f [m])を通過しフォトディテクタによって観測され、電気信号として出力される。

図1のようにレーザ光に対して入射角 90° で音波が交差する場合、観測面における信号強度 I_{ac} [W/m^2] は次式で与えられる。

$$I_{ac} = I_0 \Delta \varphi_0 [\exp\{-(u^2 + (u - \theta)^2)\} + \exp\{-(u^2 + (u + \theta)^2)\}] \sin \omega_a t \quad \dots(1)$$

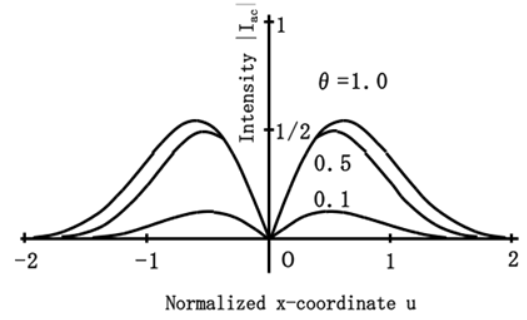
ここで、 $I_0 = (2P_0/\pi w_f^2) \exp(-2(y_f/w_f)^2)$ [W/m^2], $\Delta \varphi_0 = k_i(\mu_0 - 1)\Delta Z \Delta p / \gamma p$, μ_0 : 空気の屈折率, γ : 比熱比, ΔZ : 音の幅, p : 大気圧, Δp : 音圧, k_i : レーザ光の波数, ω_a : 音波の角周波数, P_0 : レーザパワー, $u = x_f/w_f$: 観測面の規格化 x 座標, $\theta = k_a w_0 / 2$: 規格化波数, k_a : 音波の波数, w_0 : レーザスポットサイズ, w_f, x_f, y_f : 観測面におけるビーム半径, x 座標及び y 座標である。

式(1)より、理論上の回折パターンを予測することができる。例として図2に回折パターンの信号強度と位相の空間分布を示す。図2(a)は強度分布、(b)は位相分布である。回折強度分布(a)は左右2つの山形分布からなっているが、位相分布(b)からわかるように両者は位相差が π で反転している。出力された音信号はフォトダイオードを2つのピーク点のどちらかに設置することによって信号を計測することができる。もし、フォトダイオードが2つのピーク点にまたがる場合は、時間的位相差が π の2つの回折光が相互にキャンセルし出力を得ることはできない。

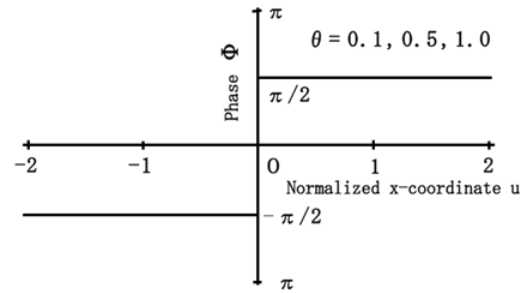
3. 実験装置

3.1 補助ミラー付リトロフレクタを用いた基本光学系

図3は光波マイクロホンの出力レーザビームを反射させるのにリトロフレクタを利用した実験装置である。長距離レーザビームにより音検出を行う場合、回帰反射を用いることができれば光学系の設定が飛躍的に容易になるので、ここではリトロフレクタを採用した。



(a) 回折強度分布



(b) 位相分布

図2 音による回折像の強度分布と位相

ただし、一般のリトロフレクタを用いた場合、反射ビームは送信ビームに対し上下左右方向に反転した状態で回帰する。そのため、送信ビームで発生した2山回折像と反射ビームで発生した2山回折像は観測面で上下左右が逆転した状態で重畳される。すなわち、リトロフレクタによる完全な回帰反射で音検出を行おうとすると、レーザビームの往復過程で発生した2つの回折像同士の打ち消し作用により信号が得られなくなる。そこでリトロフレクタに補助反射ミラーを追加した改造システムを考案し、反射ビームが上下左右の反転が生じない構成とした⁽⁸⁾⁽⁹⁾。

図3で光源には可視光半導体レーザ(波長 635 nm, 定格出力 25 mW)を使用した。レーザビームの半径は 1.5 mm である。光源とビームスプリッタの間に光アイソレータを設置する。光源から出力されたレーザビームは光アイソレータを透過し、ビームスプリッタによりリトロフレクタに伝播する直進ビームと、垂直に曲げられ光吸収体に到達するビームに分割される。

リトロフレクタによって反射されたレーザビームは再度2つに分けられ、光信号処理側とレーザ光源側に分けられる。レーザ光源側に戻ってきたビームは光アイソレータによって光源への侵入を遮断される⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。

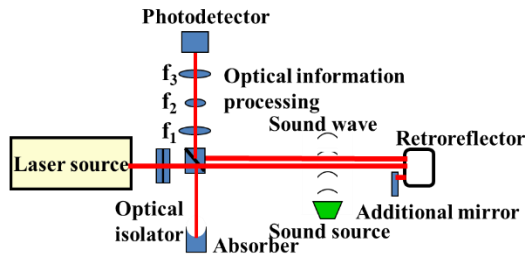


図3 実験装置概要

3.2 長距離レーザビーム実験装置の配置

室内でレーザ光源からおおよそ 8.6 m, 出口ミラーからは 8 m (往復 16 m) を伝搬するビームを設定した。レーザ光源から出たビームは, 2 枚のミラーを経て, 障害物 (大型チャンバー) の裏側に設置した補助ミラー付リトロフレクタにより反射され, 同じ光路を経てレーザ光源側に戻る。戻り光は, ビームスプリッター (図 3 参照) により 90° 光路を変え, 受光光学系 (フーリエ光学系) を経て光検出器 (フォトダイオード) に入射する。音源は周波数が 25 kHz (直径 16.1 mm) の発振器と 40 kHz (直径 18.0 mm) の発振器を 2 箇所配置した。25 kHz 発振素子はレーザ光源から約 400 mm, 40 kHz 発振素子はリトロフレクタから 200 mm (光源から約 8.4 m) の位置に設定した。両素子ともレーザ光軸から約 100 mm 離している。音圧は両周波数とも光軸と発振器の交点で 90 dB とした。

理論的にはレーザビーム中のどの位置で音が入射しても同じ感度で検出され, その検出感度は周波数に比例する。

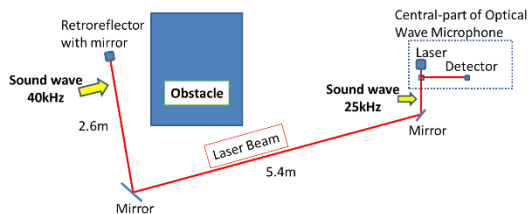


図4 長距離レーザビームの設定

3.3 2分割フォトダイオードを用いた2出力装置の製作

光検出器としては, 図 5 に示す 2 分割フォトダイオードを用いた。これによりレーザ光に音が入射した際に現れる 2 つの位相反転回折像を同時に検出することができる。これは 2 つのマイクと同等の働きを実現しており, 同時に 2 つの音を測定できることから, 音質を向上させる信号処理等への利用が期待できる。

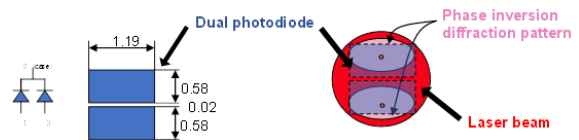


図5 2分割フォトダイオード (レーザビーム径 2 mm)

4. 実験結果と検討

4.1 補助ミラー付リトロフレクタを用いた光波マイクロホンの実験

本測定器の基本性能を確認するために, まず図 3 に示す光路の短い装置で信号検出を行った。本実験では片方の 1 素子だけ用いた。フォトダイオードは回折光パターンのピーク点に設定した。音源は 25 kHz のみで音圧は 90 dB とした。測定した周波数スペクトルを図 6 に示す。25 kHz 付近に信号が現れていることが確認できる。なお 15 kHz あたりに観測されているピーク点は実験室環境のノイズであり, 25 kHz の音波信号とは関連がない。

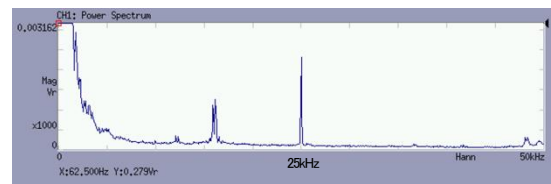


図6 25kHz 音波信号の周波数スペクトル

次に, 検出器の水平走査により, 回折光の空間断面を観測した。測定結果を図 7 に示す。空間断面で 2 つのピーク (2 山分布) が観測されている。これは 2 章で示した理論的予測に一致している。

さらに, 入力信号の音圧を変えて信号強度の変化を測定した。測定結果を図 8 に示す。信号強度は音圧 70–120 dB の間で音圧に線形的に比例している。これにより理論的に予測されるように信号強度は音圧に比例していることが確認できた。

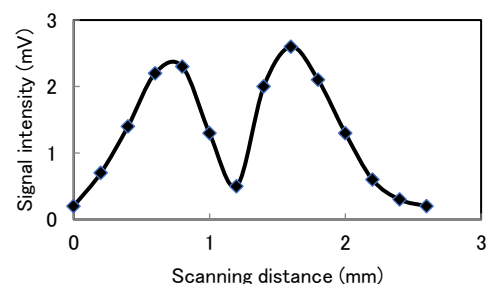


図7 音による回折像の測定結果

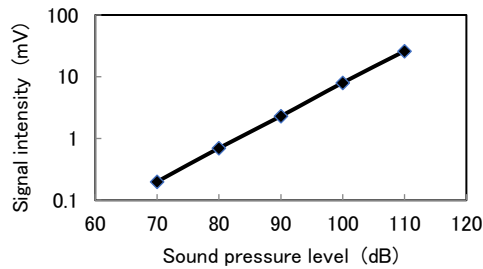


図8 音圧と信号強度との関係（基本構成の場合）

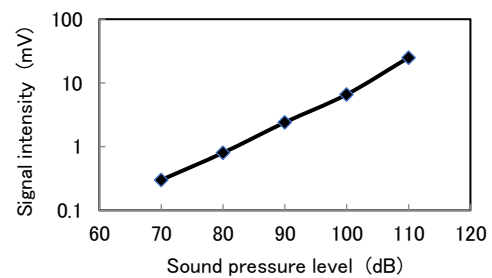


図11 音圧と信号強度の関係

（長距離ビームの場合、25kHz 音波による信号のみ）

4.2 長距離レーザビームを用いた光波マイクロホンの実験

室内で約8 m（往復16 m）を伝搬するレーザビームを設定して4.1と同様に片方の1素子のみを用い実験を実施した。3.2で示したように、周波数が25 kHzと40 kHzの音源をレーザビーム伝搬路の2箇所配置した。いずれも音圧は90 dBとした。25 kHz発振素子はレーザ光源から約400 mm、40 kHz発振素子はリトロフレクタから200 mm（光源から約8.4 m）の位置とした。得られた周波数スペクトルを図9に示す。異なる場所で入射した25 kHzと40 kHzの音波の信号がそれぞれ検出されている。15 kHz周辺のピークは図5で観測されたノイズと同じである。40 kHzでの信号強度が4.5 mVであり、25 kHzの信号強度3.0 mVの1.5倍程度になっている。理論的には信号強度（感度）は音周波数に比例するが、本実験では周波数比は1.6であり、およそ理論的に予測される結果が得られたと考えられる。また、理論的には（理想的機器では）信号強度は入射位置にはほとんど依存しないが、この点も実験的に検証できた。

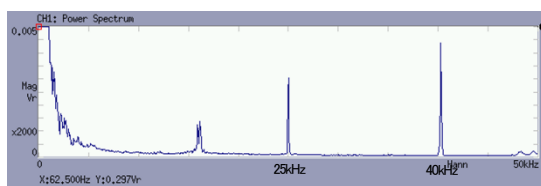


図9 長距離レーザビームによる音検出の周波数スペクトル

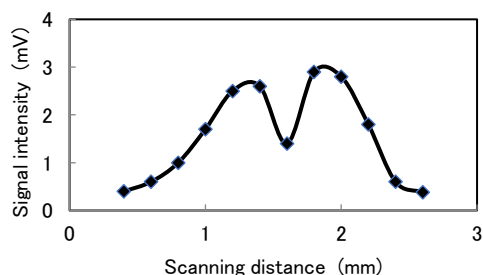


図10 25kHz 音波による光回折像の測定結果

さらに図10は25 kHz 入力的光回折像の測定結果を示す。2山分布は若干だけ左右非対称になっているが、理論的予測とおよそ一致しており、正常な検出が行われていることを確認できる。

図11は25 kHz 音波の音圧を変えて信号強度の変化を測定した結果である。信号強度は音圧70–120 dBの間でおよそ線形に比例しており、音圧と信号強度との関係についても理論的予測値と一致することが確認できる。

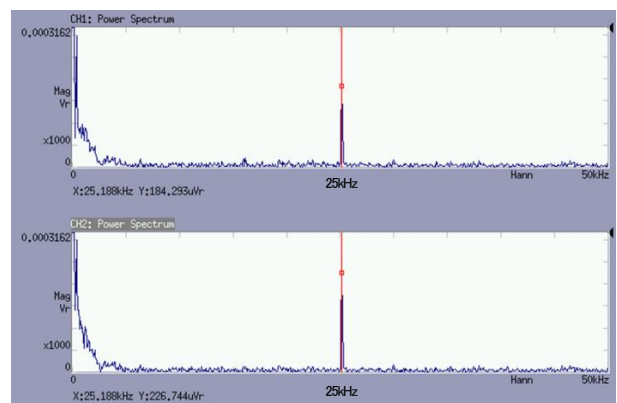


図12 Ch1とCh2の周波数スペクトル

4.3 2分割フォトダイオードによる測定

最後に2分割フォトダイオードを用いて、左右の2山回折像の分離測定を行い、2つの信号間の時間的位相関係を調べた。音波は25 kHzで音圧は90 dBである。観測面でのレーザ直径と2分割ダイオードのサイズが若干異なり、2つの回折像ピーク中心に2分割フォトダイオードを正確に合わせることはできなかったため、2分割フォトダイオードの中心をレーザ光断面の中心に合わせた。図12に2分割フォトダイオードを検出器として使用した場合の周波数スペクトルの測定結果を示す。信号強度は若干の違いがあるが、およそ両信号が分離検出できている。また、オシロスコープによる時間波形観測により、

両信号は位相が反転していることも確認した。すなわち、長距離伝送ビーム方式でも、理論的に予測される位相が反転した2山回折像が正確に得られていると推定される。

以上により、改造リトロフレクタを反射点に用いた長距離レーザビーム方式光波マイクロホンにより、遠く離れた異なる場所を伝搬する音波が正常に同時検出できることが実験的に検証できた。

5. 終わりに

光波マイクロホンで音検出用レーザビームを長距離化した場合の測定性能を調べる実験を行った。その結果、長距離レーザビームへの音の入射位置による感度の低下はなく、周波数特性や音圧特性もおよそ理論的予測と一致することが明らかとなった。長距離化した光波マイクロホンはリモートセンシングやサウンドセキュリティシステムに対して非常に有用な手段になると考えられる。

本研究で考察した長距離レーザビーム方式を含め、光波マイクロホン全体の実用化を考える場合、特に低周波領域のノイズが大きいことが課題である。今後、ノイズ源の特定やハードウェアの改善を行った上で、2分割ダイオードで得られる2chの信号に対して独立成分分析やソフトコンピューティングを利用したノイズ除去法の開発を進める予定である。

参考文献

- 1) 園田義人：解説・光で音を聞く方法～振動板のない光波マイクロホンの開発～，光アライアンス，Vol. 16, No. 7, pp. 32-39, 2005.
- 2) Y. Sonoda and M. Akazaki, Measurement of low-frequency ultrasonic waves by laser light diffraction, Japan J Appl. Phys., 33(5B), pp. 3110-3114, 1994.
- 3) Y. Sonoda, Direct detection of acoustic waves by laser light diffraction and proposals of the optophone, Proc. of the 16th Int. Cong. on Acoust. and the 135th Meet. of Acoust. Soc. America, Vol. 1, pp. 427-428, 1996.
- 4) Y. Sonoda, Investigation of optical system for direct detection of audio-wave by optical Fourier transform, J Acoust. Soc. of Japan, 62, pp. 571-579, 2006 (in Japanese).
- 5) T. Samatsu, K. Honda, Y. Nakazono and Y. Sonoda, Influence of air flow background noise to sound measurement in jet with optical wave microphone, ICIC Express Letters, Vol. 6, No. 3, pp. 803-809, 2012.
- 6) T. Samatsu, Y. Sonoda, R. Ide, T. Ikegami, F. Mitsugi and T. Nakamiya, Application of optical wave microphone to measurement of sound field emitted from parametric speaker, ICIC Express Letters, Vol. 7, No. 3 (A), pp. 699-704, 2013.
- 7) Y. Saigusa, T. Samatsu, Y. Ohuchi, T. Nakamiya and Y. Sonoda, Feasibility Study on Optical Wave Microphone Using Incoherent Light Source, ICIC Express Letters, Vol. 9, No. 2(B), pp. 95-100, 2018.
- 8) Y. Hayashida, T. Samatsu, Y. Saigusa and Y. Sonoda, Development of optical wave microphone with retroreflector for remote sensing and sound security system, ICIC Express Letters, Part B: Applications, Vol. 10, No. 3, pp. 267-274, 2019.
- 9) Y. Hayashida, T. Samatsu and Y. Sonoda, Sound detection limit in optical wave microphone system with long laser beam transmission and improvement of signal to noise ratio, ICIC Express Letters, Part B: Applications, Vol. 11, No. 2, 2020.
- 10) D. E. Evans, M. von Hellermann and E. Holzhauer, Fourier optics approach to far forward scattering and related refractive index phenomena in laboratory plasmas, Plasma Phys. Vol. 24, No. 7, pp. 819-834, 1982.
- 11) Y. Sonoda, Y. Suetsugu, K. Muraoka and M. Akazaki, Applications of the Fraunhofer diffraction method for plasma wave measurements, Plasma Phys. Vol. 25, No. 10, pp. 1113-1132, 1983.

Note on Joint Probability Density Function of Ordered Statistics

by
Tsunehisa IMADA*

(Received: October 31, 2022, Accepted: November 14, 2022)

Abstract

In this study, we discuss the joint probability distribution function of the ordered statistics of plural statistics. Specifically, we give the explicit formula of the joint probability distribution function of two statistics in the ordered statistics in two cases. First case is when plural statistics are independent and distributions of them are different. Second case is when they are dependent and the probability distribution of each statistic is given by a specified form.

Key Words : Independent variables, Joint distribution, Transform of variables

1. Introduction

Arranging statistics $X_1, X_2, \dots, X_K$ in order of a size of value, assume

$$X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(K)}.$$

$X_{(1)}, X_{(2)}, \dots, X_{(K)}$ are called the ordered statistics of $X_1, X_2, \dots, X_K$. Let $f(x_1, x_2, \dots, x_K)$ be the joint probability density function of $X_1, X_2, \dots, X_K$. The joint probability density function of $X_{(1)}, X_{(2)}, \dots, X_{(K)}$ is given by

$$\begin{aligned} & \frac{\partial^K}{\partial x_{(1)} \dots \partial x_{(K)}} P(X_{(1)} \leq x_{(1)}, \dots, X_{(K)} \leq x_{(K)}) \\ &= \sum_{(q_1, \dots, q_K)} \frac{\partial^K}{\partial x_{(1)} \dots \partial x_{(K)}} P(X_1 \leq x_{(q_1)}, \dots, X_K \leq x_{(q_K)}) \\ &= \sum_{(q_1, \dots, q_K)} f(x_{(q_1)}, \dots, x_{(q_K)}). \end{aligned}$$

Here the summation is taken for all sorts of permutations $(q_1, \dots, q_K)$ of $(1, 2, \dots, K)$. However, the joint probability density function of $X_{(l)}$ and $X_{(m)}$ ($1 \leq l < m \leq K$) is given only when $X_1, X_2, \dots, X_K$ are independent and each of $X_1, X_2, \dots, X_K$ is distributed according to a same probability distribution. It is not given in general cases. In this study, we give the explicit formula of the joint probability density function of $X_{(l)}$ and $X_{(m)}$ in two cases. First case is when plural statistics are independent and distributions of them are different. Second case is when they are dependent and the probability distribution of each statistic is given by a specified form.

2. Joint probability density function of $X_{(l)}$ and $X_{(m)}$ ($1 \leq l < m \leq K$)

We determine the joint probability density function $h_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)})$ of $X_{(l)}$ and $X_{(m)}$ for $l < m \leq K$. Then

$$\begin{aligned} & h_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)}) \\ &= \frac{\partial^2}{\partial x_{(l)} \partial x_{(m)}} P(X_{(l)} \leq x_{(l)}, X_{(m)} \leq x_{(m)}) \end{aligned}$$

Assume $dx_{(l)} \neq 0, dx_{(m)} \neq 0$. Letting

$$\begin{aligned} & G_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)}) \\ &= P(X_{(l)} \leq x_{(l)} + dx_{(l)}, X_{(m)} \leq x_{(m)}) \\ &\quad - P(X_{(l)} \leq x_{(l)}, X_{(m)} \leq x_{(m)}), \end{aligned}$$

we obtain

$$\begin{aligned} & h_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)}) \\ &= \lim_{dx_{(l)} \rightarrow 0, dx_{(m)} \rightarrow 0} \frac{G_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)} + dx_{(m)}) - G_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)})}{dx_{(l)} dx_{(m)}}. \quad (2.1) \end{aligned}$$

However, it is difficult to formulate (2.1) in general situations.

2.1. Case when $X_1, X_2, \dots, X_K$ are independent

Assume that $X_1, X_2, \dots, X_K$ are independent. $F_k(x_k)$ and $f_k(x_k)$ denote the distribution function and the density function of X_k respectively. Assume $dx_{(l)} > 0, dx_{(m)} > 0$. Then

$$\begin{aligned} & G_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)} + dx_{(m)}) - G_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)}) \\ &= P(x_{(l)} \leq X_{(l)} \leq x_{(l)} + dx_{(l)}, \\ &\quad x_{(m)} \leq X_{(m)} \leq x_{(m)} + dx_{(m)}) \\ &= P(X_{(1)} \leq x_{(l)}, \dots, X_{(l-1)} \leq x_{(l)}, \\ &\quad x_{(l)} \leq X_{(l)} \leq x_{(l)} + dx_{(l)}, x_{(l)} + dx_{(l)} \leq X_{(l+1)} \leq x_{(m)}, \\ &\quad \dots, x_{(l)} + dx_{(l)} \leq X_{(m-1)} \leq x_{(m)}, \leq \\ &\quad x_{(m)} \leq X_{(m)} \leq x_{(m)} + dx_{(m)}, x_{(m)} + dx_{(m)} \leq X_{(m+1)}, \\ &\quad \dots, x_{(m)} + dx_{(m)} \leq X_{(K)}) \end{aligned}$$

* Department of Human Information Engineering, Tokai University, Professor

$$\begin{aligned}
 &= \sum_{(q_1, \dots, q_{l-1}), q_l, (q_{l+1}, \dots, q_{m-1}), q_m, (q_{m+1}, \dots, K)} \\
 &\quad \times P(X_{q_1} \leq x_{(l)}, \dots, X_{q_{l-1}} \leq x_{(l)}, \\
 &\quad x_{(l)} \leq X_{q_l} \leq x_{(l)} + dx_{(l)}, x_{(l)} + dx_{(l)} \leq X_{q_{l+1}} \leq x_{(m)}, \\
 &\quad \dots, x_{(l)} + dx_{(l)} \leq X_{q_{m-1}} \leq x_{(m)}, \\
 &\quad x_{(m)} \leq X_{q_m} \leq x_{(m)} + dx_{(m)}, x_{(m)} + dx_{(m)} \leq X_{q_{m+1}}, \\
 &\quad \dots, x_{(m)} + dx_{(m)} \leq X_K) \\
 &= \sum_{(q_1, \dots, q_{l-1}), q_l, (q_{l+1}, \dots, q_{m-1}), q_m, (q_{m+1}, \dots, K)} \\
 &\quad \times \prod_{k=q_1}^{q_{l-1}} P(X_k \leq x_{(l)}) P(x_{(l)} \leq X_{q_l} \leq x_{(l)} + dx_{(l)}) \\
 &\quad \times \prod_{k=q_{l+1}}^{q_{m-1}} P(x_{(l)} + dx_{(l)} \leq X_k \leq x_{(m)}) \\
 &\quad \times P(x_{(m)} \leq X_{q_m} \leq x_{(m)} + dx_{(m)}) \\
 &\quad \times \prod_{k=q_{m+1}}^{q_K} P(x_{(m)} + dx_{(m)} \leq X_k) \\
 &= \sum_{(q_1, \dots, q_{l-1}), q_l, (q_{l+1}, \dots, q_{m-1}), q_m, (q_{m+1}, \dots, K)} \\
 &\quad \times \prod_{k=q_1}^{q_{l-1}} F_k(x_{(l)}) \{F_{q_l}(x_{(l)} + dx_{(l)}) - F_{q_l}(x_{(l)})\} \\
 &\quad \times \prod_{k=q_{l+1}}^{q_{m-1}} \{F_k(x_{(m)}) - F_k(x_{(l)} + dx_{(l)})\} \\
 &\quad \times \{F_{q_m}(x_{(m)} + dx_{(m)}) - F_{q_l}(x_{(m)})\} \\
 &\quad \times \prod_{k=q_{m+1}}^{q_K} \{1 - F_k(x_{(m)} + dx_{(m)})\}
 \end{aligned}$$

Here the summation is taken for all sorts of decompositions

$(q_1, \dots, q_{l-1}), q_l, (q_{l+1}, \dots, q_{m-1}), q_m, (q_{m+1}, \dots, K)$
of $(1, 2, \dots, K)$.

Therefore, we obtain

$$\begin{aligned}
 &\lim_{dx_{(l)} \rightarrow +0, dx_{(m)} \rightarrow +0} \\
 &\quad \times \frac{G_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)} + dx_{(m)}) - G_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)})}{dx_{(l)} dx_{(m)}} \\
 &= \sum_{(q_1, \dots, q_{l-1}), q_l, (q_{l+1}, \dots, q_{m-1}), q_m, (q_{m+1}, \dots, K)} \\
 &\quad \times \prod_{k=q_1}^{q_{l-1}} F_k(x_{(l)}) \prod_{k=q_{l+1}}^{q_{m-1}} \{F_k(x_{(m)}) - F_k(x_{(l)})\}
 \end{aligned}$$

$$\times \prod_{k=q_{m+1}}^{q_K} \{1 - F_k(x_{(m)})\} f_{q_l}(x_{(l)}) f_{q_m}(x_{(m)}).$$

The above derivation is similar when

$$dx_{(l)} > 0, dx_{(m)} < 0,$$

$$dx_{(l)} < 0, dx_{(m)} > 0$$

or

$$dx_{(l)} < 0, dx_{(m)} < 0.$$

Therefore, we obtain

$$\begin{aligned}
 &h_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)}) \\
 &= \sum_{(q_1, \dots, q_{l-1}), q_l, (q_{l+1}, \dots, q_{m-1}), q_m, (q_{m+1}, \dots, K)} \\
 &\quad \times \prod_{k=q_1}^{q_{l-1}} F_k(x_{(l)}) \prod_{k=q_{l+1}}^{q_{m-1}} \{F_k(x_{(m)}) - F_k(x_{(l)})\} \\
 &\quad \times \prod_{k=q_{m+1}}^{q_K} \{1 - F_k(x_{(m)})\} f_{q_l}(x_{(l)}) f_{q_m}(x_{(m)}).
 \end{aligned}$$

Assume each of $X_1, X_2, \dots, X_K$ is distributed according to a same probability distribution. $F(x)$ and $f(x)$ denote the common distribution function and the common density function of $X_1, X_2, \dots, X_K$ respectively. Then, we obtain

$$\begin{aligned}
 &h_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)}) \\
 &= \frac{K!}{(l-1)! (m-l-1)! (K-m)!} F(x_{(l)})^{l-1} \\
 &\quad \times \{F(x_{(m)}) - F(x_{(l)})\}^{m-l-1} \{1 - F(x_{(m)})\}^{K-m} \\
 &\quad \times f(x_{(l)}) f(x_{(m)}). \quad (2.2)
 \end{aligned}$$

(2.2) is well known formula.

2.2. Certain case under the assumption that $X_1, X_2, \dots, X_K$ are dependent

Assume $X_1, X_2, \dots, X_K$ are dependent. However, X_k is expressed by

$$X_k = \frac{X_k^*}{s}$$

for $k = 1, 2, \dots, K$. Here $X_1^*, X_2^*, \dots, X_K^*$ are independent. $F_k(x_k)$ and $f_k(x_k)$ denote the distribution function and the density function of X_k^* respectively. $g(s)$ ($-\infty < s < \infty$) denotes the density function of s . Assume $dx_{(l)} > 0, dx_{(m)} > 0$. By a similar derivation, we obtain

$$\begin{aligned}
 &G_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)} + dx_{(m)}) - G_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)}) \\
 &= \sum_{(q_1, \dots, q_{l-1}), q_l, (q_{l+1}, \dots, q_{m-1}), q_m, (q_{m+1}, \dots, K)} \\
 &\quad \times P(X_{q_1}^* \leq x_{(l)} s, \dots, X_{q_{l-1}}^* \leq x_{(l)} s,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& x_{(l)}s \leq X_{q_l}^* \leq x_{(l)}s + sdx_{(l)}, \\
& x_{(l)}s + sdx_{(l)} \leq X_{q_{l+1}}^* \leq x_{(m)}s, \\
& \dots, x_{(l)}s + sdx_{(l)} \leq X_{q_{m-1}}^* \leq x_{(m)}s, \\
& x_{(m)}s \leq X_{q_m}^* \leq x_{(m)}s + sdx_{(m)}, \\
& x_{(m)}s + sdx_{(m)} \leq X_{q_{m+1}}^*, \dots, x_{(m)}s + sdx_{(m)} \leq X_K^* \\
& = \sum_{(q_1, \dots, q_{l-1}), q_l, (q_{l+1}, \dots, q_{m-1}), q_m, (q_{m+1}, \dots, K)} \\
& \times \int_{-\infty}^{\infty} \prod_{k=q_1}^{q_{l-1}} F_k(x_{(l)}s) \{F_{q_l}(x_{(l)}s + sdx_{(l)}) - F_{q_l}(x_{(l)}s)\} \\
& \times \prod_{k=q_{l+1}}^{q_{m-1}} \{F_k(x_{(m)}s) - F_k(x_{(l)}s + sdx_{(l)})\} \\
& \times \{F_{q_m}(x_{(m)}s + sdx_{(m)}) - F_{q_l}(x_{(m)}s)\} \\
& \times \prod_{k=q_{m+1}}^{q_K} \{1 - F_k(x_{(m)}s + sdx_{(m)})\} g(s) ds
\end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned}
& h_{(l),(m)}(x_{(l)}, x_{(m)}) \\
& = \sum_{(q_1, \dots, q_{l-1}), q_l, (q_{l+1}, \dots, q_{m-1}), q_m, (q_{m+1}, \dots, K)} \int_{-\infty}^{\infty} \prod_{k=q_1}^{q_{l-1}} F_k(x_{(l)}s) \\
& \times \prod_{k=q_{l+1}}^{q_{m-1}} \{F_k(x_{(m)}s) - F_k(x_{(l)}s)\} \\
& \times \prod_{k=q_{m+1}}^{q_K} \{1 - F_k(x_{(m)}s)\} f_{q_l}(x_{(l)}s) f_{q_m}(x_{(m)}s) \\
& \times s^2 g(s) ds.
\end{aligned}$$

3. Practical case

Assume there are K normal populations $N(\mu_1, \sigma^2)$, $N(\mu_2, \sigma^2), \dots, N(\mu_K, \sigma^2)$. Let $X_{k1}, X_{k2}, \dots, X_{kn_k}$ be a sample from $N(\mu_k, \sigma^2)$ for $k = 1, 2, \dots, K$. Let

$$\bar{X}_k = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} X_{ki} \quad (k = 1, 2, \dots, K), \quad N = \sum_{k=1}^K n_k,$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{\nu} \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{n_k} (X_{ki} - \bar{X}_k)^2}$$

where $\nu = N - K$. Furthermore, let

$$Z_k = \frac{\sqrt{N} \bar{X}_k}{s}$$

for $k = 1, 2, \dots, K$. $Z_1, Z_2, \dots, Z_K$ are dependent. Assume $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_K = 0$. $(Z_1, Z_2, \dots, Z_K)'$ is distributed according to K -variate t -distribution with K degrees of freedom and covariance matrix

$$\Lambda = \text{diag}\left(\frac{N}{n_1}, \frac{N}{n_2}, \dots, \frac{N}{n_K}\right)$$

Arranging $Z_1, Z_2, \dots, Z_K$ in order of a size of value, assume

$$Z_{(1)} \leq Z_{(2)} \leq \dots \leq Z_{(K)}. \quad (3.1)$$

Under the assumption that $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_K$, we determine the joint probability density function. We determine the joint probability density function $h_{(l),(m)}(z_{(l)}, z_{(m)})$ of $Z_{(l)}$ and $Z_{(m)}$ for $l < m \leq K$. Letting

$$Z_k^* = \frac{\sqrt{N} \bar{X}_k}{\sigma}$$

and

$$s^* = \frac{s}{\sigma},$$

we obtain

$$Z_k = \frac{Z_k^*}{s^*}$$

for $k = 1, 2, \dots, K$. Here Z_k^* is distributed according to $N(0, N/n_k)$ for $k = 1, 2, \dots, K$ and the probability density function of s^* is given by

$$g(s^*) = \frac{\nu^{\frac{\nu}{2}}}{2^{\frac{\nu-2}{2}} \Gamma(\frac{\nu}{2})} s^{*\nu-1} \exp\left[-\frac{\nu s^{*2}}{2}\right].$$

$F_k(z_k^*)$ and $f_k(z_k^*)$ denote the distribution function and the density function of Z_k^* respectively. The joint probability density function of $Z_{(l)}$ and $Z_{(m)}$ for $1 \leq l < m \leq K$ is given by

$$\begin{aligned}
& h_{(l),(m)}(z_{(l)}, z_{(m)}) \\
& = \sum_{(q_1, \dots, q_{l-1}), q_l, (q_{l+1}, \dots, q_{m-1}), q_m, (q_{m+1}, \dots, K)} \int_{-\infty}^{\infty} \prod_{k=q_1}^{q_{l-1}} F_k(z_{(l)}s) \\
& \times \prod_{k=q_{l+1}}^{q_{m-1}} \{F_k(z_{(m)}s) - F_k(z_{(l)}s)\} \\
& \times \prod_{k=q_{m+1}}^{q_K} \{1 - F_k(z_{(m)}s)\} f_{q_l}(z_{(l)}s) f_{q_m}(z_{(m)}s) \\
& \times s^2 g(s) ds.
\end{aligned}$$

Letting

$$S_{(l),(m)} = Z_{(m)} - Z_{(l)},$$

the probability density function of $S_{(l),(m)}$ is given by

$$f_{(l),(m)}(s_{(l),(m)})$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} h_{(l),(m)}(z_{(l)}, s_{(l),(m)} + z_{(l)}) dz_{(l)}.$$

Assume $\mu_{(1)}, \mu_{(2)}, \dots, \mu_{(K)}$ corresponds to (3.1). We set up a null hypothesis H_0 and its alternative hypothesis H_1 as

$$H_0: \mu_{(l)} = \mu_{(m)} \text{ vs. } H_1: \mu_{(l)} < \mu_{(m)}.$$

We determine c so that

$$P(S_{(l),(m)} > c) = \alpha$$

for a specified significance level α . $P(\cdot)$ means the probability measure under the assumption that $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_K$. If $S_{(l),(m)} > c$, we reject H_0 and $\mu_{(l)} < \mu_{(m)}$ is detected.

4. Further discussion

In this study, we discussed the joint probability distribution function of the ordered statistics of plural statistics. We want to apply our results to various cases. For example, Imada (2022) constructed stepwise procedures for comparing sizes of $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_K$ based on Imada (2020)'s single step procedure. When there are several treatments evaluated by normal response for a certain disease, we can clarify specific relations regarding the superiority and the inferiority among them by Imada (2022)'s procedures. Imada (2022) proposed Tukey-Welsh's step down procedure (cf. Tukey (1953) and Welsch (1972)) and the closed testing procedure called Ryan-Einot-Gabriel-Welsch's procedure (cf. Marcus et al. (1976), Ryan (1960), Einot and Gabriel (1975) and Welsch (1977)) for it. We want to construct more powerful stepwise procedures for comparing sizes of normal means using the joint distribution of ordered statistics based on Imada (2020)'s single step procedure in the future.

References

- [1] Einot, I. and Gabriel, K. R. (1975). A study of the powers of several methods of multiple comparisons. *Journal of the American Statistical Association*, **70**, 574-583.
- [2] Imada, T. (2020). Multiple comparison procedures for finding non-maximum normal means. *Communications in Statistics-Theory and Method*, **49**, Issue 16, 4073-4090.
- [3] Imada, T. (2022). Stepwise multiple comparison procedures for comparing sizes of normal means. *Bulletin of Informatics and Cybernetics*, **54**, 1-10.
- [4] Marcus, R., Peritz, E. and Gabriel, K. R. (1976). On closed testing procedures with special reference to ordered analysis of variance. *Biometrika*, **63** (3), 655-660.
- [5] Ryan, T. A. (1960). Significance tests for multiple comparison of proportions, variances, and other statistics. *Psychological Bulletin*, **57**, 318-328.
- [6] Tukey, J. W. (1953). The problem of multiple comparisons. Unpublished manuscript, Princeton University.
- [7] Welsch, R. E. (1977). Stepwise multiple comparison procedures. *Journal of the American Statistical Association*, **72**, 566-575.
- [8] Welsch, R. E. (1972). A modification of the Newman-Keuls procedure for multiple comparisons. Working Paper 612-672, Sloan School of Management, M.I.T., Boston, MA.

Relationships between Readiness Potential and NIRS signals evoked by the voluntary hand movement

by

Puwadej LEELASIRI*¹, Fumitaka AKI*², Tatsuhiro KIMURA*³,
Samuel NDAYIZEYE*², Hiroshi OHSHIMA*² and Kiyoyuki YAMAZAKI*²

(Received: October 31, 2022, Accepted: November 14, 2022)

Abstract

The purpose of this study is to determine the relationship between readiness potential (RP) on Electroencephalogram (EEG) and cerebral blood flow on Near-infrared spectroscopy (NIRS) during a hand movement. The data was analyzed separately by 2 analysis modules on EEG and 3 analysis modules on NIRS to find the most accurate module and study about how a brain works when planning to move phase to the movement of both hands. As result, the RP is observed on the EEG, but laterality index (LI) is not much observed because the noise from NIRS interferes. However, the EEG is still accurate by calculating the mean of the data several times. On the other hand, some analysis modules of NIRS indicates LI at higher percentages on some sensors. As a result, the EEG is not very accurate due to electromagnetic noise, but NIRS still can work. After all, NIRS is non reliable sign that changes in cerebral blood flow are caused by a hand movement, such as a RP, and it is impossible to determine whether the changes in cerebral blood flow are caused by hand movement or by external factors that not are not related to a hand movement. For this reason, the NIRS is hard to use to control machine without another trigger. Additionally, both EEG and NIRS can indicate a change when planning for the hand movement in frontal area of the brain.

Key words: EEG, NIRS, BMI, Readiness potential, CNN

1. Introduction

Before human movement, neural signals are generated in supplementary and pre-supplementary motor areas, the pre-motor cortex and primary motor cortex are activated after prefrontal cortex generate a signal to prepare and planning to movement.

In 1946 H. H. Kornhuber and L. Deecke's study [1.] showed that the brain activity called Readiness potential is onset from 1000ms to 1500ms before the movement.

In the human hand movement, the brain is activated in a opposite side of the hand movement because a path of nerve between brain and hand is crossing in medulla oblongata, hence a peak on an EEG and NIRS should appear on a opposite side of a hand movement in split-brain situation. However, in an able-bodied person, signals are able to pass from corpus callosum to the opposite hemisphere to support each other.

In 1988. Bozinovski, Brain machine interface (BMI) study [2.], the EEG alpha waves used to start/stop control of a microrobot. BMI is an interface that encodes/decodes a signal to exchange data between brain and computer. A signal from the brain can be read by using EEG, NIRS, fMRI, etc.

Many of BMI research is not only intended to support people with disabilities but also supporting an able-bodied individual. This is not only used to move the robot arm or a machine, but also BMI can be used to support humans in the virtual world as a new communication channel. However, a signal from the brain is very sensitive to noise signal. Additionally, the signal can vary among different individuals. The noise could be from the heartbeat, the resistance from the skin or skeleton, or from electronic equipment.

In this research, we focus on improving the BMI by combining the EEG and NIRS and study about Interrelationships, Advantages and Disadvantages when the hand is squeezed.

2. Methodology

Nine right-handed, healthy volunteers between the ages of 20 and 30 were used as the volunteer participants for this study. None of the subjects had experience on BCI training. A sampling frequency of the EEG is onset on 250Hz, the EEG was recorded from 7 electrodes by international 10-20 system that set a system reference at Cz and record a signal from F3, F4, Fcz, C3, C4, P3, P4 and take the reference at A1, A2 and ground which is the cervical spine area.

*¹ Student, Department of Biomedical Engineering, Graduate School of Engineering, Tokai University

*² Assistant Professor, Department of Biomedical Engineering, School of Engineering, Tokai University

*³ Associate Professor, Department of Human Information Engineering, School of Humanities and Science, Tokai University

*⁴ Professor, Department of Biomedical Engineering, School of Engineering, Tokai University

NIRS(HOT-2000) can be recorded wirelessly by setting 2 sensors one on the left and the other on the right of the forehead in a 1cm and 3cm depth and setting a sampling frequency at 10Hz. HOT-2000 cannot measure at motor cortex directly. To solve the problem, we considered a path of the brain activity when the participants is planning to move and at the point, we measure the HOT-2000 at the forehead. EEG and NIRS were measured at the same time.

participants are seated comfortably. The stopwatch was used as a stimulus. The participants take a rest from digit one to digit five as it appears on the stopwatch and squeeze from digit six to digit zero. Squeezing points can be freely decided by the subjects during the period 1-5 (Stopwatch count from 1-5). Left-hand and right-hand experiments were done separately.

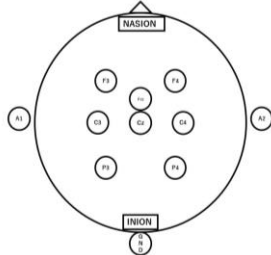


Fig.1 EEG measurement site

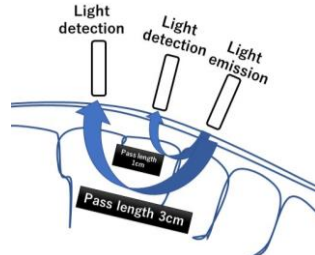


Fig.2 Schematic illustration of the NIRS sensors



Fig.3 procedure

3. Analysis

3.1. EEG data analysis

As shown on fig.4, the Readiness Potential is the result of the arithmetic mean of the 50 measurements made between -1000ms and 0ms. The obtained Readiness Potential was utilized to come up with what module could be utilized to determine the laterality index. However, in this study, we attempted determine the laterality Index from the obtained results without using the arithmetic mean.

In this research 2 modules were done to analyze the EEG data. First, laterality index was analyzed by using the data taken from 900 squeezes from participants both hands. The obtained data was utilized to find an area under RP curve between -1000ms and 0ms without arithmetic mean. Next, we determine the increase of RP by calculating an increase between -1000ms and 0ms from the trigger. An increase every 100ms added to an increase from -1000ms to 0ms on the left hemisphere was compared with opposite similar data taken from the right hemisphere in order to determine a LI.

3.1. NIRS data analysis

NIRS data were filtered to cut high frequency noise. As shown on fig.5, the cerebral blood flow is the result of the arithmetic mean of the 50 measurements made between -

2000ms and 1000ms. The obtained cerebral blood flow was utilized to come up with what module could be utilized to determine the LI. In this study, we utilized 3 modules to analyze the NIRS data. Firstly, in order to predict the hand movement based on the side of the brain hemisphere's prefrontal cortex with high blood flow, the data at every 100ms, 300ms, 700ms and 2100ms between -2100ms and 0ms were averaged for accuracy purposes. Secondly, determining the LI by finding maximum cerebral blood flow between 2100ms and 0ms on both cerebral hemispheres' prefrontal cortex. Finally, the raw data was converted to a color chart in order to train the CNN model. The training data uses 30 epochs to train and find a prediction rate in each sensor's testing data.

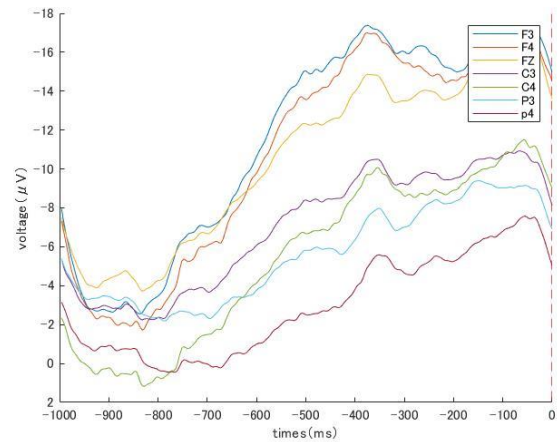


Fig. 4 Readiness potential

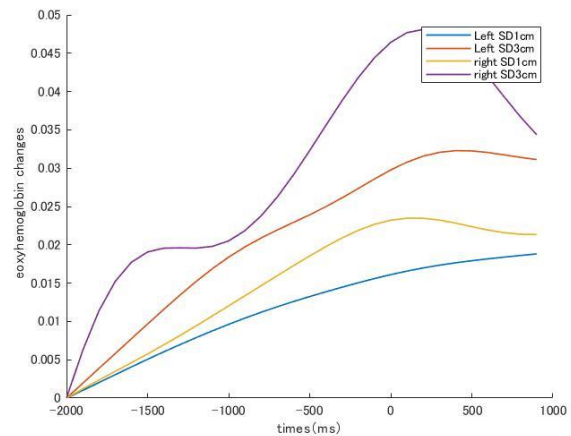


Fig.5 oxyhemoglobin changes

4. Result

By arithmetic mean, a change in both NIRS and EEG can be observed (Fig.2, Fig.3). Nevertheless, in the brainwave, RP is observed late on some participants. Since all the data for analysis in each algorithm were utilized, even if the RP is observed late there is less negative effect to the overall results.

4.1. EEG

4.1.1. Area under the RP curve module

432 data of right-hand movement, 43.1% data from frontal area, 50.2% data from central area, 48.7% data from posterior area is appeared in LI. On the other hand, A data from left-hand movement, 54.2% data from frontal area, 56.9% data from central area, 48.7% data in posterior area is appeared in LI. Table 1 shows that the data in left hand movement is more accurate than those of the right-hand movement and Central area is observed the most accurate in both hand movements.

Table.1 a result of area under the RP curve

Frontal		Central		Posterior	
L	R	L	R	L	R
54.20%	43.10%	56.90%	50.20%	52.40%	48.70%

4.1.2. increases of RP module

450 squeezes of right-hand, 50.7% data from frontal area, 56% data from central area, 46.2% data from posterior area appears in LI. On the other hand, the data from left-hand movement, 55.1% data from frontal area, 50% data from central area, 51.6% data in posterior area are observed in LI. Frontal lobe is observed the most accurate in left hand movement. The central area, on the other hand, is more accurate for right hand movement. Fig.3 and 4 show that the increasing rate decreases after 800ms - 900ms.

Table.2 a result of increase module

Frontal		Central		posterior	
L	R	L	R	L	R
55.10%	50.70%	50	56	51.60%	46.20%

4.2. NIRS

4.2.1. Average module

From 4 of average modules (table 3, 1cm depth on both left and right sensor. The three averaged data is the most accurate in both hand movement. However, on right hand movement, 1cm depth of non-averaged module is the most accurate with 74.7% results. In the three averaged data module, some subjects were found to be more than 90% accurate. However, some of the subjects have a very low accuracy rate, yet that accuracy rate is similarly low in another module. In all modules, right hand movements are more accurate than left hand movements, and 1cm depth is more accurate in both hands than 3cm depth.

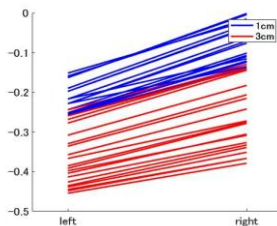


Fig.6. no averaged data

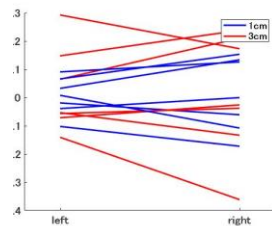


Fig.7. 3 averaged data

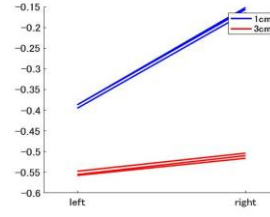


Fig.8.7 averaged data

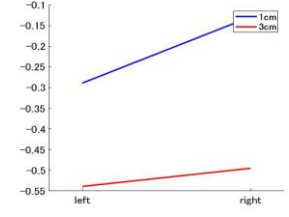


Fig.9. 21 averaged

Table.3 a result of average module

	no averaged		n=3		n=7		n=21	
	1cm	3cm	1cm	3cm	1cm	3cm	1cm	3cm
Left	38%	42%	58%	33%	52%	51%	50%	61%
Right	75%	46%	66%	54%	56%	51%	59%	42%

4.2.2. A comparison of Maximum value in opposite cerebral module

From table.4 the maximum blood flow in 1cm depth appears more on LI than 3cm depth. On the other hand, the squeezed left-hand appears more on LI in both 1cm and 3cm depths. 3cm depth-squeezed left-hand appears least on the LI.

Table.4. a result of a comparison of maximum value in opposite

	1cm pass	3cm pass
Left	55.6%	40.7%
Right	69.6%	66.9%

4.2.3. CNN module

A left-right prediction on the testing data in 1cm depth of left forehead sensor is 97.7 % accurate. However, 1cm of right forehead sensor and 3cm in both sides have a poor prediction rate in the same data pre-processing process. On the other hand, a right sensor in 3cm depth has the lowest prediction rate.

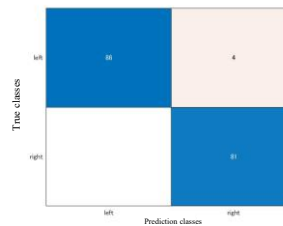


Fig.10. left sensor 1cm depth

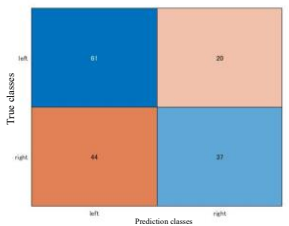


Fig.11. left sensor 1cm depth

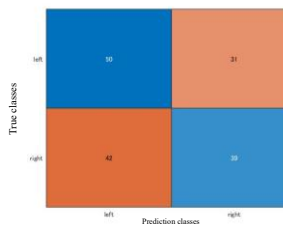


Fig.12. right sensor 1cm depth

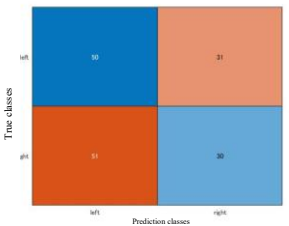


Fig.13. right sensor 1cm depth

Table.5 a result on CNN module

left sensor 1cm	right sensor 1cm	left sensor 3cm	right sensor 3cm
97.70%	60.40%	60.50%	49.40%

Considering the depth of the sensors on both hemisphere's frontal cortex, the 1cm depth sensor on the left hemisphere is more accurate than the 3cm depth sensor on all of the modules. Considering all the 3 modules, CNN's 1cm depth sensor on the left hemisphere is the most accurate. However, since CNN is slightly different from other modules due to its focus on deep learning, the remaining two modules are to be highly considered in this study. As a result, the averaging focused module was found to be the most accurate especially on the three averaged data

5. Discussion

As result, LI rarely appears on the EEG. It can be considered that this is due to the noise interference from NIRS as it is electric equipment and was being used at the same time with EEG. Therefore, the ground EEG electrode at forehead of the participants was placed to the cervical spine at the back of the head as the NIRS is installed at the forehead. The ground electrode at back of the neck is hard to set and may not produce as good results as placing the ground at the forehead. In addition, the electromagnetic noise from NIRS device can easily interfere with brain waves. Due to the noise from NIRS, an analysis in EEG by Fast Fourier Transform (FFT) is not appropriate in this system, but the accuracy of the data may be improved by using an electrode that can reduce noise from electrical equipment. However, an analysis by calculating an increase of RP is more accurate in EEG module and even more accurate by calculating mean data several times.

On NIRS result, calculating the average for several times is more accurate because there are many data for comparisons. Even if noise interferes with some parts of the raw data, by selecting the higher side, if the noise interference is less than 51% of the length of the data, a prediction in this module can ignore the noise-interfered data. The three averaged data produces more accurate results, because by calculating the mean the noise will be neutralized. Without calculating the mean the noise would lead to prediction error. Non averaged data would be accurate in a low-noise environment. On the other hand, the frequently averaged module would be more accurate in cases where noise interferes.

Considering the 21 averaged data module and a module that compares the max value of both cerebral hemispheres, the Max value in both cerebral hemispheres is more accurate. Fig.5 shows that the data closer to 0s (squeezing time) is higher than those far left of 0s. Once all data has been averaged, data that is unrelated to the task is included

in the result, but finding a maximum value has little effect on noise.

An analysis on the left sensor at 1cm depth by CNN is highly accurate because the changes in oxyhemoglobin when the right and left hands move are very different. As a result, a deep learning mode can detect the difference and predict the correct response. The right sensor and 3cm depth sensor on each side have poor prediction rates because on the right sensor, due to the influence of the dominant hand, the left brain supports the right brain even when the left hand is moved. As a result, the oxyhemoglobin changes when the right and left hands move are not significantly different on both train data and test data. As a result, the changes on cerebral blood flow when the right and left hands move are not very different on both training and testing data in the deep learning process and cannot predict in the positive. Similarly, a hand movement signal is generated on the surface of the motor cortex, and 3cm depth detects not only a signal on the surface but also a signal beneath the surface. As a result, many signals that do not generate a hand movement are detected and cause a prediction error. Similarly, the result of another module is low as a result of this.

Simultaneously, cerebral blood flow and EEG showed signs that changed when planning to movement in the frontal region, that the frontal lobe is active when the subjects planning to move.

According to the results, LI is more visible with NIRS, but unlike EEG, there is no reliable sign that changes in cerebral blood flow are caused by a hand movement, such as an RP, and it is impossible to determine whether the changes in cerebral blood flow are caused by hand movement or by external factors unrelated to a hand movement; as a result, an NIRS is difficult to use to control a machine without another trigger. For example, use RP to activate NIRS in interface.

In conclusion, in this study, LI is observed with NIRS, However, the LI does not appear much with EEG. It can be considered that the accuracy improvement for EEG and NIRS is possible by changing the length of the filter, upgrading a tool, or measuring EEG and NIRS separately.

7. References

1. Hans H. Kornhuber, Luder Deecke, Pflugers Archfur die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere, June 1965
2. Stevo Bozinovski, Mihail Sestakov et al. IEEE Engineering in medicine and Biology Society 10th annual interanitional conference 1988/11, 1515
3. Sung Ho Jang, Woo Hyuk Jang et al. Journal of NeuroEngeneering and Rehabilitation 2014, 11:29
4. Ierie Morash, Ou Bai et al. Clinical Neurophysiology 119 (2008) 2570-2578
5. Han-Gue Jo, Thilo Hinterberger et al. Exp Brain Res (2013) 231:495-500
6. ROLAND, B. LARSEN et al. Journal of Neurophysiology Vol.43, No.1, January 1980.

7. Valerie Morash, Ou Bai et al. Clinical Neurophysiology 119 (2008) 2570-2578
8. Jaeyoung Shin Alexander von Luhann al et. IEEE Transactions on Neural system and Rehabilitation Engineering, Vol.25, No. 10, October 2017
9. G.Pfurtscheller, Ch. Neuper al et. Electroencephalography and clinical Neurophysiology 103 (1997) 642-651
10. Umesawa, Akio Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology Vol,9, No.01, 1991. 43-45
11. Horoshi Shibasaki, Fumio Shima al et. J.Neurol.219, 15-25
12. Han-Gue Jo, Marc Wittmann al et. Frontiers in Human Neuroscience, June 2014, Volume8, Article 421
13. J.A. Pineda, B.Z. Allison and A. Vankov IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, Vol. 8, No.2, June 2000
14. M.Krauledat, G.Dornhege al et. Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS San Francisco, CA, USA, September 1-5, 2004
15. Luder Deeke, Peter Scheid al et. Exp. Brain Res. 7, 158-168 (1969)
16. Christoph Drenckhahn, Stefan P. Koch al et. Epilepsy & Behavior 49 (2015) 118 – 125
17. Michala Balconi, Livia Cortesi, Davide Crivelli Neuroscience Letters 684 (2017) 59-65
18. Shimpei KITAYAMA, Minoru SASAKI al et. JSEM, vol. 22, No.2, 244-249 (2014)

顔表情変化が事象関連電位に及ぼす影響

夏 苗^{*1}, 安藝史崇^{*2}, 木村達洋^{*3}, 山崎清之^{*4}

Effects of Facial Expression Change on Event-Related Potentials (ERPs)

by

Miao XIA, Fumitaka AKI, Tatsuhiro KIMURA and Kiyoyuki YAMAZAKI

(Received: October 31, 2022, Accepted: November 14, 2022)

Abstract

To study the effects of changes in facial expression on N170, the authors conducted experiments using three types of photos as stimuli: angry, neutral, and smile faces. We investigated the relationship between the change in the face image displayed sequentially from the previous image and N170. As a result, the amplitude of N170 tended to increase with changes in facial expressions. The method proposed here is effective when objective assessment of the recognition process of facial expression changes.

Key Words: Cognitive function, Event Related Potentials, N170, Facial Expression, EEG

1. はじめに

事象関連電位 (Event-Related Potentials : ERPs) は、一般に感覚刺激による脳波上の誘発成分であり、比較的高次の認知機能と関連する成分を指すことが多い。ERPsのうち顔画像を刺激として提示した場合に特異的に観察されるものとして、N170がよく知られている。これは顔画像の提示により、刺激提示後170ms程度の潜時で脳波上に観察される陰性変動である[2]。N170の多くの研究により、顔以外でも自動車や家具、文字列などのさまざまな刺激が顔を連想させれば誘発されることが分かっているが、顔写真が最も大きな電位を誘発させる。

Herrmann[1]は顔の認知に関して、刺激後100ms程度の早い段階での処理の存在を指摘している。

ヒトは社会的動物であり、他者の顔をいち早く認識する必要から、脳内の認知過程に顔の処理がモジュール化された可能性があるが、詳細は不明である。相貌失認のような顔に特異的な症状を有する疾患も存在し、顔認知モジュールとの関連性が盛んに論じられている。ヒトの顔の表情は情動表現として強い印象を与える。

Sprengelmeyer et al [3]は情動を表出する表情の強さを変数として、ERPsとの関連性について検討し、感情の強さによってN170振幅が増大することを報告している。三好ら[2]の動的変化を刺激としてERPsを測定し、感情のERPsに及ぼす影響を検討している。しかし、この方法は誘発刺激の持続時間が長く、刺激の

ON、OFF両方のタイミングが誘発刺激となり得ることや、遷移前の画像と遷移後の画像の両方の反応波形が混在してコンタミネーションが生じる可能性がある。

そこで本研究では、3種類の表情の顔画像を経時的に提示していき、1つ前の刺激からの表情の変化を遷移量として、これとN170との関連性を検討することとした。

2. 実験方法

表情とその変化の効果についてERPsを用いて検討するために表情の遷移量をTable.1のように整理した。

Table. 1 感情の強さの遷移パターン

遷移量	1	2	3
+2	C → A		
+1	C → B	B → A	
0	C → C	A → A	B → B
-1	A → B	B → C	
-2	A → C		

脳波は静電シールドルーム内で、サンプリング周波数を250Hzで記録した。脳波電極装着部位は佐藤らの研究

*1 東海大学大学院工学研究科医用生体工学専攻 修士2年生

*2 東海大学工学部医工学科 助教

*3 東海大学文理融合学部人間情報工学科 准教授

*4 東海大学工学部医工学科 教授

[4]を参考に国際 10-20 法に基づいて、視覚野のほか、扁桃体やミラーニューロン等の活動を考慮して側頭回下縁、下前頭回付近が考えられる。電極はFig. 1 に示すように F7、F8、F3、F4、C3、C4、O1、O2 そして基準として Cz と耳朶電極 A1、A2 を使用した。

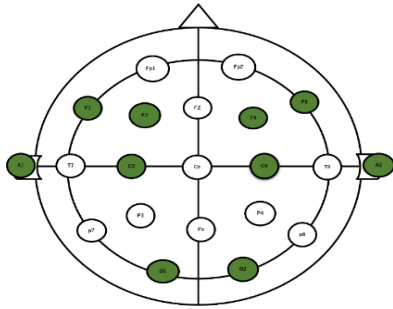


Fig. 1 測定に用いた電極位置

刺激は(A)笑顔、(B) 特別な感情を意識しないニュートラルな顔画像、(C) 怒りの顔画像の3種類を用い、PCディスプレイ上に提示した。これら3種の顔画像をランダムな順序で1.5秒の間隔で提示して、加算平均法により誘発電位波形を得た。被験者は健常大学生男女合わせて約18名である。顔画像は Sprengelmeyer らの研究方法 [3] を参考として髪型を除去して顔領域のみとした。

感情の強さを、笑顔を+1、ニュートラルを0、怒りを-1として得点化した(Fig. 2)。刺激画像は刺激間隔を1.5秒とし、150回提示した。

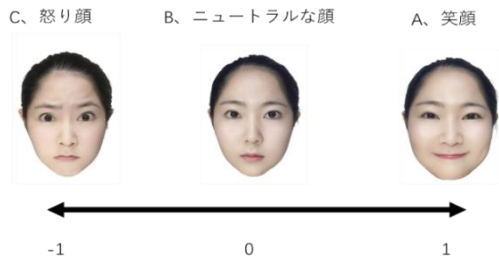


Fig. 2 感情の強さ

3. 結果と考察

これらの各遷移パターンで選択的に加算平均処理と移動平均処理を行った。Fig. 3 に被験者18名のERPsの総平均波形を示す。矢印はERPsの顔特異成分N170を示している。各刺激により得られたN170の振幅と潜時はTable. 2 に示した。これらの結果から、ニュートラルな顔と怒り顔刺激から誘発したN170振幅は大きく、笑顔の画像で最も小さかった。N170成分のピーク潜時はニュートラルな顔が最も短く、笑顔と怒り顔はほぼ同様の潜時で出現した。左脳に置いているO1のデータを見るとN170の潜時はほぼ変化なく、右脳のデータはネガティブな表情がより迅速にN170を誘発できると考えられる。

Table. 3 は被験者Kにおける電極O1、O2（紡錘状回近傍）での平均振幅をまとめた。Fig. 5 は表情変化に対す

るN170の振幅の波形を示している。刺激は変化なしの場合でN170の振幅はニュートラルな顔から誘発したN170の振幅とほぼ同じである。刺激に遷移量1の変化がある場合に振幅が増大した。刺激がさらに変化するとN170の振幅は比較的にながかった。

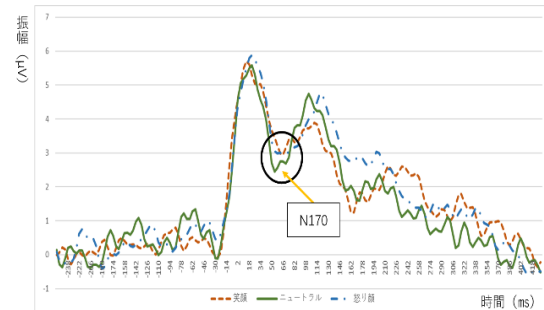


Fig. 3 総平均波形 (O1)

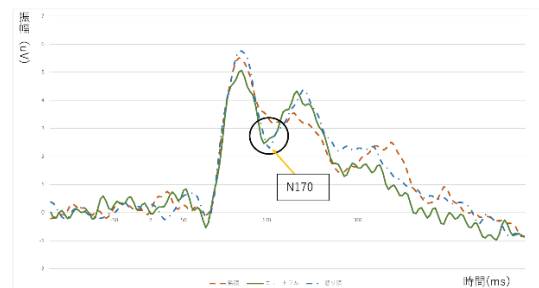


Fig. 4 総平均波形 (O2)

Table. 2 各表情刺激によるN170の振幅と潜時

	O1		O2	
	振幅(uV)	潜時(ms)	振幅(uV)	潜時(ms)
笑顔	1.84	178	1.28	182
ニュートラル顔	2.47	182	2.75	174
怒り顔	2.36	178	2.20	166

また、左脳のデータから遷移量が大きいほど振幅が小さくなる傾向を示した。しかし右脳からの振幅変化は不規則であった。

N170成分にみられる傾向は、特定の感情表現を含む画像刺激は注意機能を喚起して、脳内処理を促進している可能性が考えられる。

N170は顔刺激後約170msの時、ピークになった陰性波であるが、今回の実験結果から得られるN170の振幅は後期陽性成分の影響で、波形は正方向に二峰型の形態となっている。これからもN170を分析する新しい方法を検討しなければならないと考える。

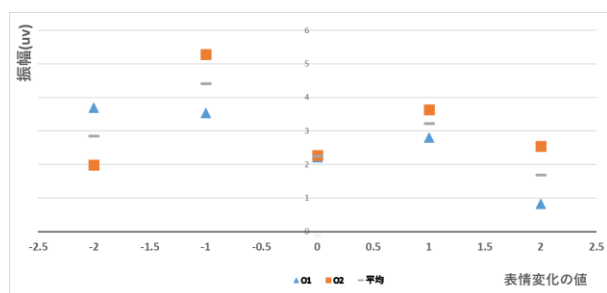


Fig. 5 Kの表情変化に対する振幅の波形

Table.3 表情変化に対する振幅(μV)の例(被験者K)

表情遷移量	01	02	平均
-2	3.69	1.98	2.84
-1	3.53	5.30	4.42
0	2.22	2.27	2.24
1	2.81	3.64	3.22
2	0.83	2.55	1.69

4. 今後の展望

ERPs の N170 以外では P100、P300 などの成分に着目し、表情の遷移の方向や遷移量との関連性について検討して、ネガティブ方向(A→C)及びポジティブ方向(C→A)への遷移に異なる結果が得られるかについても分析する予定である。

上記の項目について、被験者の表情に対する主観的なアンケートを利用することで、ERPs 成分と表情変化に関する顔認識の過程を詳細に研究できると考えられる。

5. 参考文献

- [1] M.J.Herrmann *et al.* "Early stages (P100) of face perception in humans as measured with event-related potentials (ERPs)" *Journal of Neural Transmission* Printed in Austria, (2005) 112:1073-1081
- [2] 三好道子ら、「表情変化知覚に関する心理生理学的研究」, 北海道大学大学院教育学研究科紀要 2006-06-30, 98, 1-35
- [3] Reiner Sprengelmeyer *et al.* "Event related potentials and the perception of intensity in facial expressions" *Neuropsychologia* 44(2006), 2899-2906
- [4] 佐藤弥「表情認知の心理・神経メカニズム」, 高次脳機能研究第 39 巻第 3 号, 70-78
- [5] 朱敏 等【首发与复发抑郁症患者治疗前后情绪面孔加工的 N170 对比研究】*中国山西医科大学学报* 2019 年第 50 卷第二期