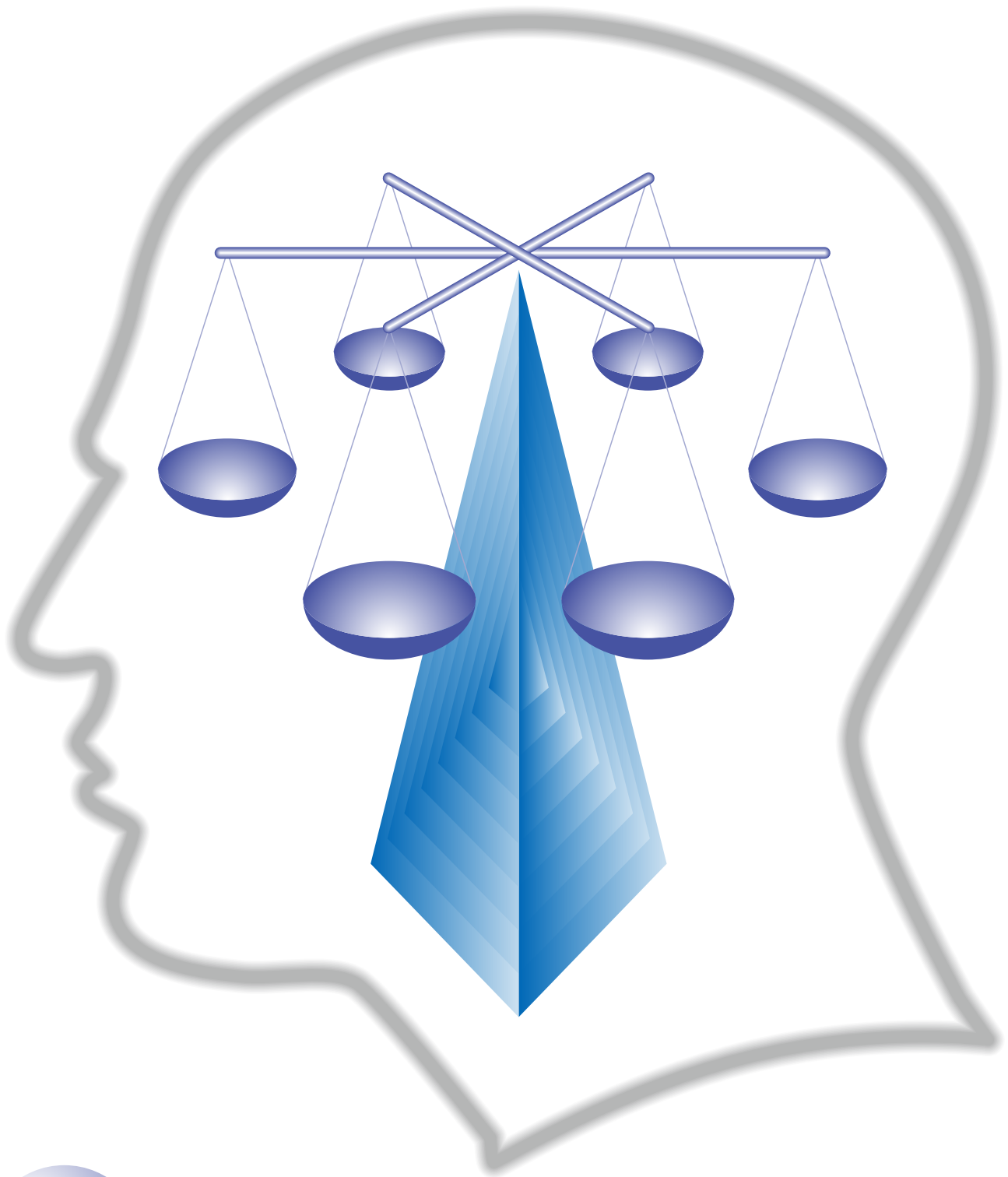


感性福祉研究所年報

東北福祉大学感性福祉研究所



第23号

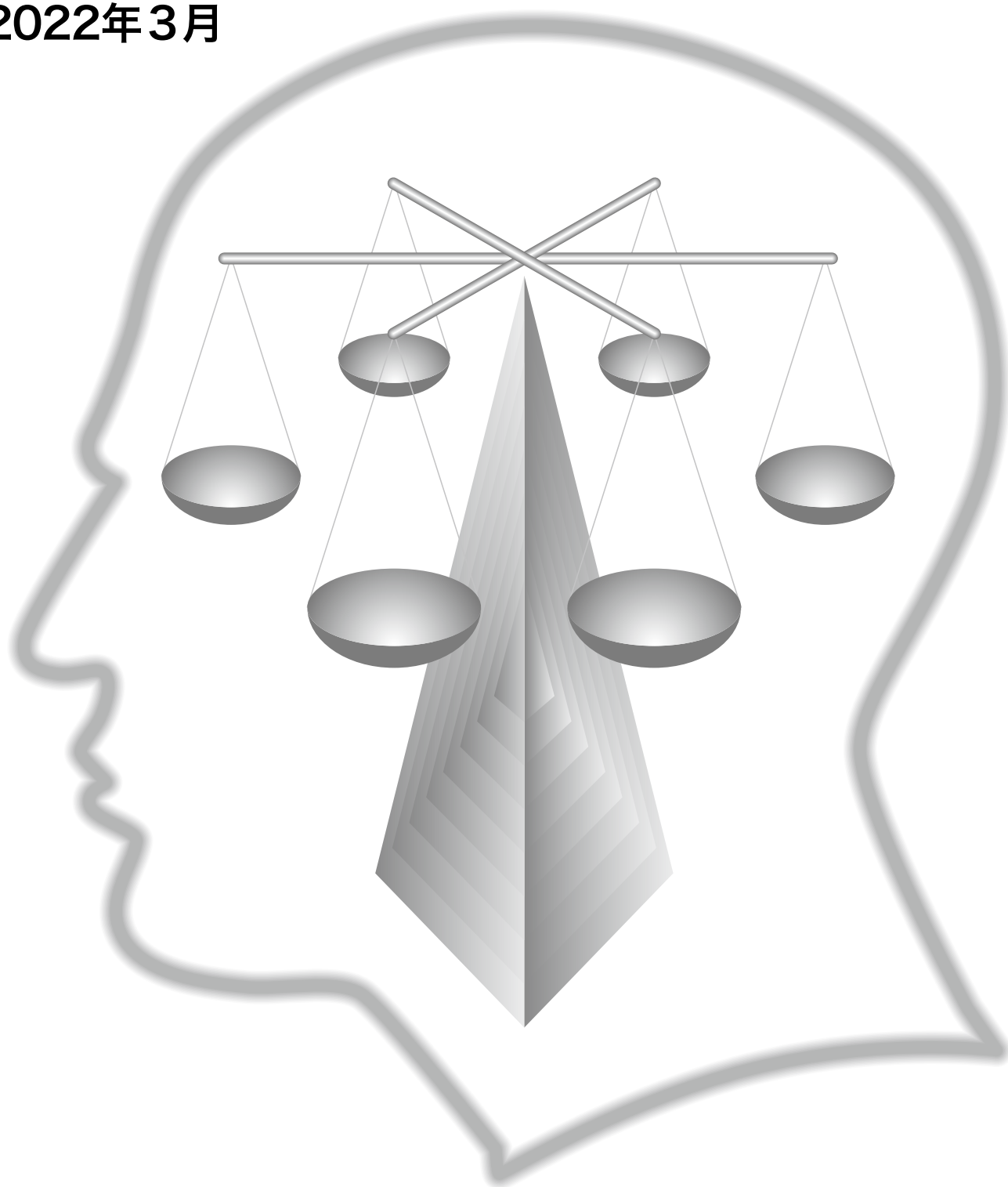
2022年3月

感性福祉研究所年報

東北福祉大学感性福祉研究所

第23号

2022年3月



感性福祉研究所年報第23号

目次● contents

第 I 部 原著論文・研究ノート

Influence of measurement and processing conditions of resting state fMRI on functional connectivity	Yul-Wan Sung and Seiji Ogawa..... 3
An approach for removing artifacts from resting state fMRI signals	Yul-Wan Sung and Seiji Ogawa.....11
障害者の地域生活と地域福祉実践の可能性に関する一研究	都築光一.....21
腰痛刺激時の脳血流反応と性格傾向－腰痛有無での検討－	田邊素子、庭野賀津子.....35
微小変位地形から見た愛子断層の後期更新世以降の断層活動	水本匡起.....43
政治的イデオロギーの個人差と極性化に関する研究動向	吉田綾乃.....53
宮城県で栽培したオリーブの有効成分の基礎研究 －オリーブ葉ポリフェノール含量と水抽出条件の検討－	山口政人、岩田一樹、庭野道夫、礒田博子.....65
わが国における Community-Based Participatory Research に関する研究論文の特徴と課題 －「地域共生社会」の創生に向けた地域住民と大学との協働的实践に向けて－	下山田鮎美、佐藤晃子、渥美綾子.....73
ICT と気象センサを組み合わせた気象情報モニタリング －網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所館内の比較－	岩田一樹、山口政人、庭野道夫.....87
ニューラルネットワークを用いた呼気センサの高精度成分濃度予測 －予測精度の隠れ層数依存性－	岩田一樹、阿部宏之、庭野道夫.....95

災害時におけるサードセクターの役割に関する一考察

東日本大震災での事例をもとに

渡邊 圭、齋藤 渉、阿部裕二…………… 111

第Ⅱ部 研究報告

感性福祉研究所 研究推進事業 学内公募型課題研究

大島 巖…………… 127

大内 誠…………… 128

柴田理瑛…………… 130

高橋俊史…………… 132

感性福祉研究所 研究推進事業 若手スタートアップ研究

梅津雄志…………… 134

第 I 部

原著論文
研究ノート

原 著 論 文

Influence of measurement and processing conditions of resting state fMRI on functional connectivity

Yul-Wan Sung and Seiji Ogawa

Kansei Fukushi Research Institute, Tohoku Fukushi University

Abstract

Resting state functional MRI (rsfMRI) is widely used to examine brain disorders. Various measurement conditions are used for rsfMRI because of the current lack of parameter standardization. Functional connectivity measured by rsfMRI might be used for the diagnosis of brain disorders, such as dementia, autism, depression, and schizophrenia. However, physical and physiological noises affect functional connectivity signals. To remove noises, signal filtering is routinely performed before connectivity analysis. Here, we examined the effects of filtering, particularly of bandwidth, and measurement duration, on connectivity artifacts. We found that filtering bandwidth produced artifactual connectivity, with narrow bandwidths generating more artifacts. Therefore, to reduce connectivity artifacts produced by filtering of rsfMRI signals in the preprocessing procedure, the threshold of correlation values for functional connectivity analysis should be defined according not only to the number of volumes and measurement duration but also to the bandwidth used in preprocessing.

Keywords : Resting state fMRI (rsfMRI), Functional connectivity, Artifacts, Filtering

Introduction

Functional MRI (fMRI) signals obtained without task stimuli have been correlated between left and right motor cortices^{3, 4)}, suggesting that brain functions can be investigated without extrinsic stimulation by fMRI (resting state fMRI [rsfMRI]). Since these first applications, studies examining the neurophysiological characteristics of rsfMRI signals have proved that rsfMRI signals reflect intrinsic brain functions by investing the correlation between brain metabolism changes and rsfMRI signals¹³⁾, between rsfMRI signals originating from spontaneous neuronal activity in attention-related brain areas (Fox 2006), and between electrocorticography signals and rsfMRI signals⁸⁾.

Because rsfMRI signals reflects intrinsic brain functions, many clinical studies on various brain disorders such as dementia, autism spectrum, depression, and schizophrenia, favored rsfMRI as it does not required tasks but is rather an anatomical measurement and is therefore easily applicable to patients. One of the broadly used metrics for rsfMRI is the functional connectivity that is determined by measuring correlations between brain areas. By comparing signals between patient and normal groups, brain areas specifically related to a brain disorder were identified by the connectivity changes among those areas^{1, 10, 11, 12, 15, 16)}.

The rsfMRI signals used for functional connectivity are low frequency components (less than 0.1 Hz). Therefore, a low-pass filter is used in the preprocessing procedure of rsfMRI data^{3, 5, 6, 7)}. In addition, connectivity is affected by physical and physiological noises originating from MRI scanners

and subjects, such as signal drifts and slowly fluctuating signals. Thus, a high-pass filter is needed for the removal of those noises. As a result, a band-pass filter (0.01-0.1Hz) is applied in most cases before functional connectivity analysis.

One disadvantage of using rsfMRI for functional studies is the blindness of the signals compared with those obtained in task-fMRI, which uses a stimulation paradigm allowing to evaluate functional signals based on the stimulation. Functional connectivity derived by correlation calculation might originate from artifacts and the artifactual origin of the signal is impossible to prove. However, the relevance of observed connectivity can be guaranteed by the reproducibility of the measurement. Because various measurement times are used for rsfMRI studies, a study investigated the reproducibility of functional connectivity in relation with measurement duration²⁾. It proposed that the reproducibility is better for longer measurement times (> 5 min) and increases with the measurement duration up to a limit (13 min). However, the study did not identify factors affecting the reproducibility.

Here, we investigated the link between connectivity artifacts and the preprocessing procedure of band-pass filtering, particularly its measurement duration and number of sampling points.

Materials and Methods

A phantom model was used. Because of the abundance of measurement conditions in rsfMRI studies, we fixed MRI measurement parameters according to our previous study¹⁴⁾. MRI measurements were conducted using a 3-Tesla MRI scanner (Skyra-fit; Siemens) with a 20-channel matrix head coil. For fMRI measurements, the following parameters were used: repetition time (TR) = 500 or 1000 ms, echo time = 24 ms, matrix size = 64×64 , in-plane resolution = $3.4 \times 3.4 \text{ mm}^2$, slice thickness = 3.4 mm, and number of volumes = 240, 480, or 960. Several TRs and numbers of volumes were used for comparison. Two experiments were performed at different days. In the first experiment, TR = 1000 ms and number of volumes = 240 or 480 were used as measurement conditions and functional connectivity was evaluated. In the second experiment, TR = 500 ms or number of volumes = 960 were used for comparison.

Results and Discussion

Connectivity maps were made from one sample slice for simplicity. Image and background data from the first experiment were separated. Connectivity maps were made from the image and the background (noise) signals of the sample slice. Figure 1 shows the connectivity maps obtained from rsfMRI signals among voxels in the image and the background without filtering. The image connectivity map shows high correlation among image voxels, whereas there was almost no correlation among background voxels. Figure 2 shows connectivity maps after a high-pass filter (>0.01 Hz). Both connectivity maps were almost identical after high-pass filter. This indicates that the high correlation among image voxels originated from slow signal drifts on the image voxel time courses and supports the validity of using high-pass filter for rsfMRI analysis. To acquire the low frequency components of rsfMRI signals, which mainly contributes to functional connectivity, a low-pass filter (<0.15 Hz, we used a higher cut-off frequency of 0.15 instead of 0.1 without losing generality because broad band signals can be used for other metrics) was applied. The combination of the high-pass and low-pass

filters resulted in a band-pass filter of 0.01-0.15 Hz. Figure 3 shows the connectivity maps. Correlation values in the connectivity maps increased in comparison with the ones of Figure 2. The maximum of the correlation value in the image connectivity maps increased from 0.52 ($p < 0.01$) with the high-pass filter alone to 0.80 ($p < 0.01$) with the band-pass filter although the correlation values were limited to 0.2 for visibility. Similarly, the maximum of the background correlation values increased from 0.30 ($p < 0.01$) with the high-pass filter to 0.60 ($p < 0.01$) with the band-pass filter. This means that filtering of the background and the image produces artifacts. Image voxels were highly correlated because they were contaminated by drift originated from the gradient coil of the scanner in addition to the noises coming from the receiver/transmitter coils that contaminated both image and background voxel signals. We analyzed the image data to evaluate the effects of the band-pass filtering and the measurement parameters, TR and number of volumes. Histograms of image correlation values after band-pass filtering were made to evaluate the distribution of the correlation values. Figure 4 shows the histograms. The voxels with correlation values greater than 0.2 or smaller than -0.2 represented 2.76% of the total image voxels. Figure 5 shows the image connectivity map obtained with a band-pass filtering (0.05-0.15 Hz) narrower than that used in Figure 4. The voxels with correlation values greater than 0.2 or smaller than -0.2 increased to 5.31% of the total image voxels. This indicated that narrowing the filtering bandwidth produced more connectivity artifacts.

To evaluate the effects of the measurement duration, two image data of 240 and 480 volumes were compared after band-pass filtering (0.01-0.15 Hz). The voxels with correlation values greater than 0.2 or smaller than -0.2 represented 10.52% of the total image voxels, indicating that shorter measurement durations produced more connectivity artifacts.

The image data from a second experiment with different measurement parameters (TR = 1 s and number of volumes = 480 or 960 and TR = 500 ms and number of volumes = 960) were analyzed. Figure 7 shows the histograms of correlation values for both image datasets after band-pass filtering (0.01-0.15 Hz). The image voxels with correlation values greater than 0.2 or smaller than -0.2 represented 3.13% of the total voxels for the TR = 1 s and number of volumes = 480 condition (Fig. 7 a), and 0.16% for the TR = 500 ms and number of volumes = 960 condition (Fig. 7 b). This decrease suggested that shorter sampling time for identical measurement durations reduced connectivity artifacts by increasing the number of sampling points.

The image data obtained with TR = 1 s and number of volumes = 960 were also evaluated after band-pass filtering (0.01-0.15 Hz). Figure 8 shows the histogram. The voxels with correlation values greater than 0.2 or smaller than -0.2 decreased from 3.13% (with TR = 1 s and number of volumes = 480) to 0.49 % of the total image voxels. Therefore, faster sampling (shorter TR) for identical numbers of volumes might reduce the amount of artifacts even with short measurement times. This suggests that sampling time contributes more to the reproducibility improvement than does the increase of the measurement duration or the number of volumes under specific measurement conditions.

In conclusion, our data demonstrate that band-pass filtering might generate functional connectivity artifacts and that increasing measurement duration, number of volume, and sampling rate reduces the artifacts. These data are in agreement with a previous study²⁾. Moreover, the threshold of correlation values for functional connectivity analysis should be defined according not only to the number of volumes and measurement duration but also to the bandwidth used in preprocessing.

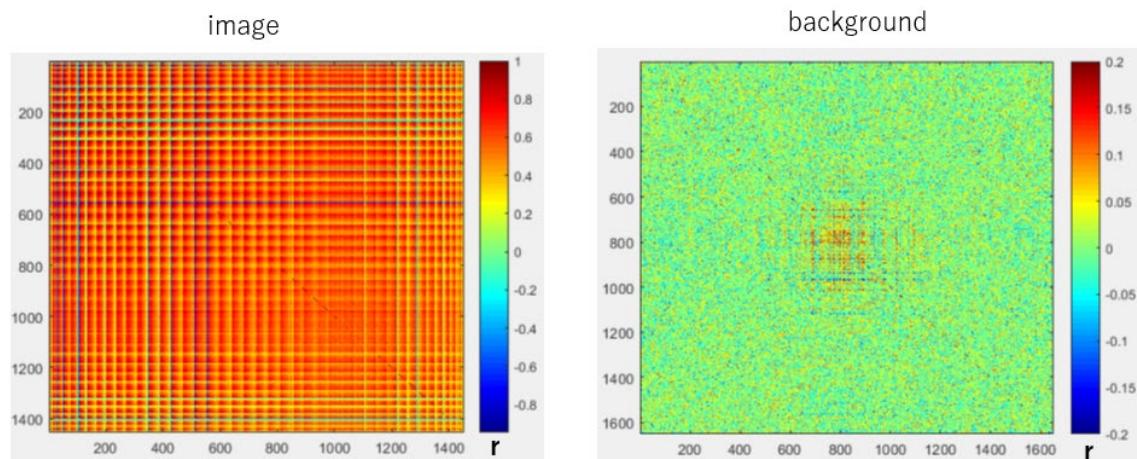


Figure 1. Image and background correlation maps without filtering. The color bars on the right side represents the correlation values r . The numbers on the map axes represents the number of voxels in the image or the background.

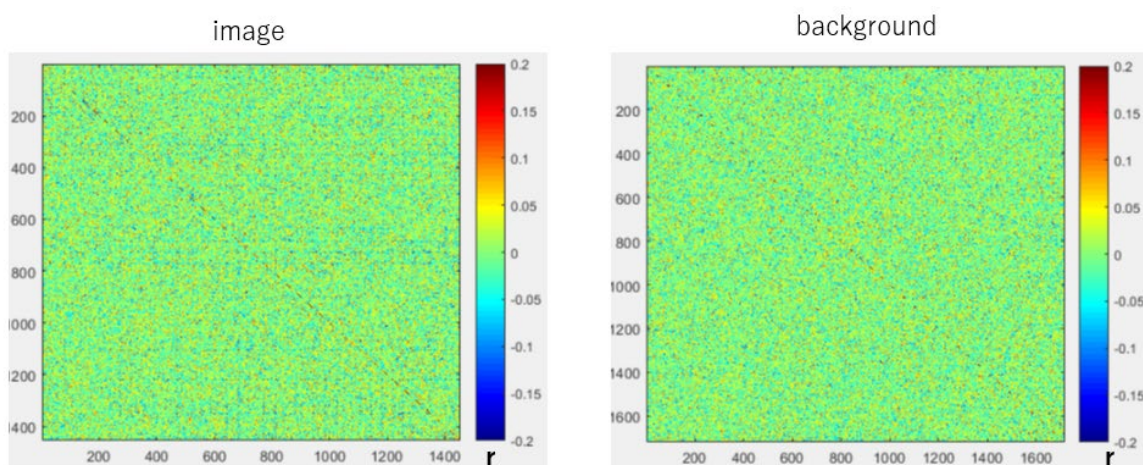


Figure 2. Correlation maps for image and background after **high-pass** filtering. The color bars of the right side represent correlation value r . The numbers on the map axes represent the number of voxels in the image or the background.

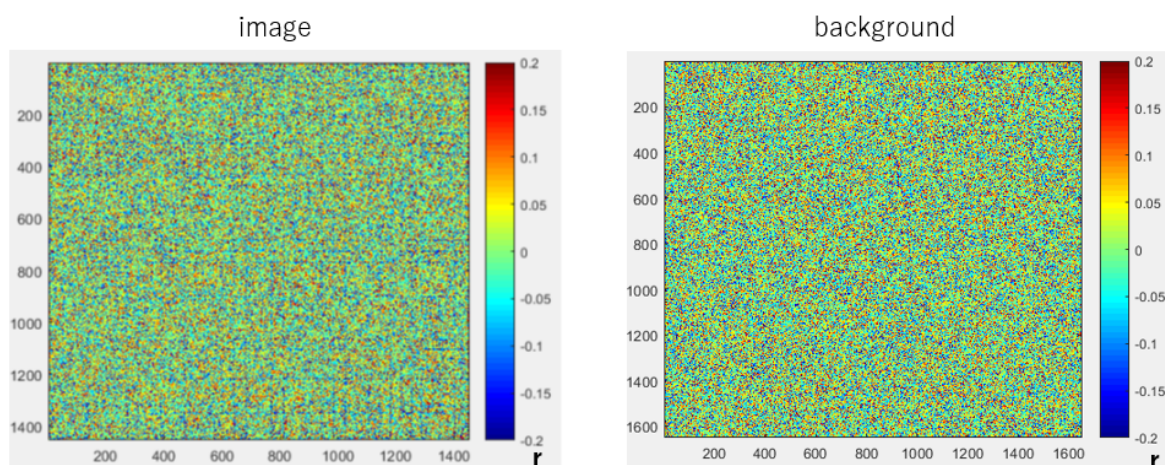


Figure 3. Correlation maps for image and background after **band-pass** filtering. The color bars of the right side represent correlation value r . The numbers on the map axes represent the number of voxels in the image or the background.

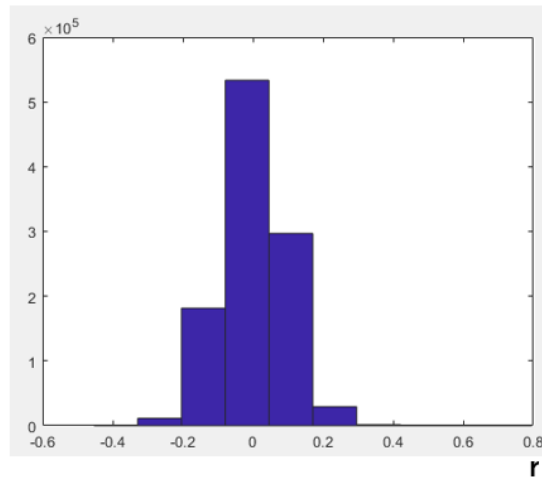


Figure 4. Histogram of correlation values of the image with measurement parameters of TR = 1 s, number of volumes = 480 after band-pass filtering (0.01~0.15 Hz) that corresponds to the connectivity map for the image in Figure 3. Vertical axis stands for number of voxels and horizontal axis stands for correlation value r .

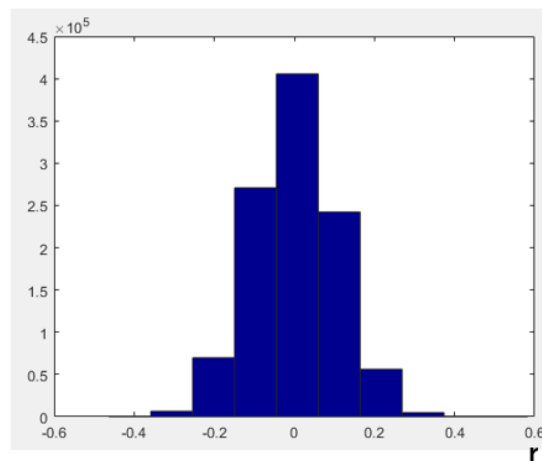


Figure 5. Histogram of correlation values of the image with measurement parameters of TR = 1 s, number of volumes = 480 after band-pass filtering (0.05~0.15 Hz) that corresponds to the connectivity map for the image in Figure 3. Vertical axis stands for number of voxels and horizontal axis stands for correlation value r .

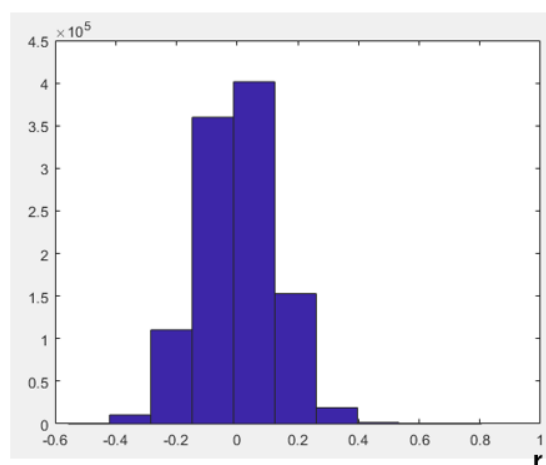


Figure 6. Histogram of correlation values of the image with measurement parameters of TR = 1 s, number of volumes = 240 after band-pass filtering (0.01~0.15 Hz) that corresponds to the connectivity map for the image in Figure 3. Vertical axis stands for number of voxels and horizontal axis stands for correlation value r .

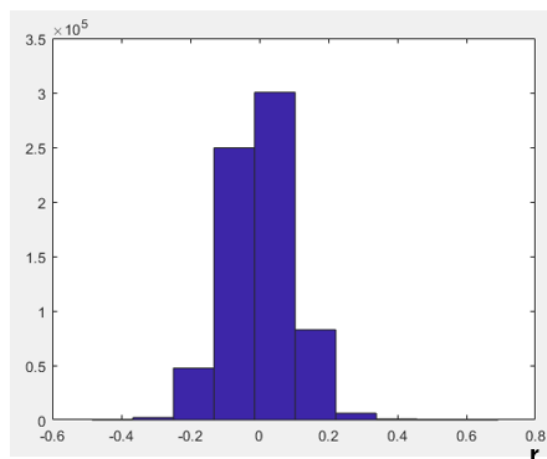


Figure 7 a. Histogram of correlation values of the image with measurement parameters of $TR = 1\text{ s}$, number of volumes = **480** after band-pass filtering after band-pass filtering (0.01~0.15 Hz) that corresponds to the connectivity map for the image in Figure 3. Vertical axis stands for number of voxels and horizontal axis stands for correlation value r .

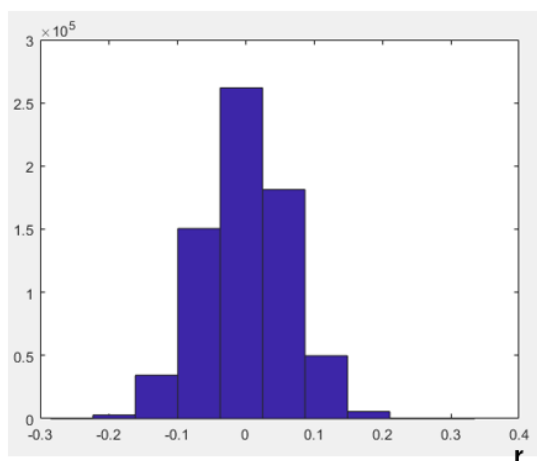


Figure 7 b. Histogram of correlation values of the image with measurement parameters of $TR = 500\text{ms}$, number of volumes = **960** after band-pass filtering after band-pass filtering (0.01~0.15 Hz) that corresponds to the connectivity map for the image in Figure 3. Vertical axis stands for number of voxels and horizontal axis stands for correlation value r .

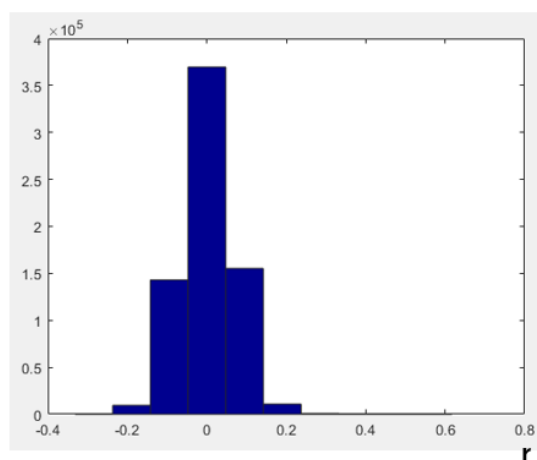


Figure 8. Histogram of correlation values of the image with measurement parameters of $TR = 1\text{ s}$, number of volumes = **960** after band-pass filtering after band-pass filtering (0.01~0.15 Hz) that corresponds to the connectivity map for the image in Figure 3. Vertical axis stands for number of voxels and horizontal axis stands for correlation value r .

Acknowledgement

This study was carried out as a part of the cooperative research project at the Kansei Research Institute of Tohoku Fukushi University, receiving a subsidy of the research facility operation support MEXT, and JSPS KAKENHI Grant Number 21H02800 & 19H00532 & 19H01111.

References

- 1) Anand A, Li Y, Wang Y, Wu J, Gao S, Kalnin A et al. (2005) Activity and connectivity of mood regulating circuit in depression: a functional magnetic resonance study. *Biological Psychiatry* 57: 1079-88.
- 2) Birn RM, Molloy EK, Patriat R, Parker T, Meier TB, Kirk GR, Nair VA, Meyerand ME, Prabhakaran V. (2013) The effect of scan length on the reliability of resting-state fMRI connectivity estimates. *Neuroimage* 83: 550-58.
- 3) Biswal B, Van Kylen J, Hyde JS. (1997) Simultaneous assessment of flow and BOLD signals in resting-state functional connectivity maps. *NMR Biomed.* 1997 Jun-Aug;10 (4-5) : 165-170.
- 4) Biswal B, Yetkin FZ, Haughton VM, Hyde JS. (1995) Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo-planar MRI. *Magn Reson Med* 10: 537-141.
- 5) Damoiseaux JS, Rombouts SA, Barkhof F, Scheltens P, Stam CJ, Smith SM, Beckmann CF. (2006) Consistent resting-state networks across healthy subjects. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 103: 13848-13853
- 6) Fransson P. (2005) Spontaneous low-frequency BOLD signal fluctuations: an fMRI investigation of the resting-state default mode of brain function hypothesis. *Hum. Brain Mapp.* 26: 15-29.
- 7) Fox MD, Corbetta M, Snyder AZ, Vincent JL, Raichle ME. (2006) Spontaneous neuronal activity distinguishes human dorsal and ventral attention systems. *PNAS* 103: 10046-10051.
- 8) He BJ, Snyder AZ, Zempel JM, Smyth MD, Raichle ME. (2008) Electrophysiological correlates of the brain's intrinsic large-scale functional architecture. *Proc Natl Acad Sci USA* 105:16039-44.
- 9) Greicius MD, Flores BH, Menon V, Glover GH, Solvason HB, Kenna H et al. (2007) Resting-State Functional Connectivity in Major Depression: Abnormally Increased Contributions from Subgenual Cingulate Cortex and Thalamus. *Biological Psychiatry*. 62: 429-37.
- 10) Li R, Wu X, Chen K, Fleisher AS, Reiman EM, Yao L. (2013) Alterations of Directional Connectivity among Resting-State Networks in Alzheimer Disease. *AJNR Am J Neuroradiol.* 34: 340-345.
- 11) Liang P, Wang Z, Yang Y, Li K. (2012) Three subsystems of the inferior parietal cortex are differently affected in mild cognitive impairment". *Journal of Alzheimer's Disease* 30: 475-487.
- 12) Müller R-A, Shih P, Keehn B, Deyoe J, Leyden K, Shukla D. (2011) Underconnected but how? A survey of functional connectivity MRI studies in autism spectrum disorders. *Cerebral Cortex* 21: 2233-2243.
- 13) Raichle ME, MacLeod AM, Snyder AZ, Powers WJ, Gusnard DA, Shulman GL. (2001) A default mode of brain function. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 98: 676-682.
- 14) Sung Y, Kawachi Y, Choi U-S, Kang D, Abe C, Otomo Y, Ogawa S. (2018) A Set of Functional Brain Networks for the Comprehensive Evaluation of Human Characteristics. *Front Neurosci.* 2018 Mar 14;12:149.

- 15) Venkataraman A, Whitford TJ, Westin CF, Golland P, Kubicki M. (2012) Whole brain resting state functional connectivity abnormalities in schizophrenia. *Schizophrenia Research* 139: 7-12.
- 16) Vigneshwaran S, Mahanand BS, Suresh S, Sundararajan N. (2017) Identifying differences in brain activities and an accurate detection of autism spectrum disorder using resting state functional-magnetic resonance imaging: A spatial filtering approach. *Medical Image Analysis* 35: 375-389.

原 著 論 文

An approach for removing artifacts from resting state fMRI signals

Yul-Wan Sung and Seiji Ogawa

Kansei Fukushi Research Institute, Tohoku Fukushi University

Abstract

Resting state functional MRI (rsfMRI) is a promising method for investigating brain disorders because it is non-invasive and does not require task performance as in typical task-fMRI studies. Since rsfMRI first description, many studies on brain disorders have demonstrated its potential as a detection or diagnosis tool. However, most conclusions are based on group studies. Their application to individuals requires overcoming some challenges such as reducing physical and physiological noises. Several methods of noise reduction for rsfMRI have already been established but further noise reduction is required for an individual application of rsfMRI. Here we propose a new approach in which we restricted the MRI measurement environment to the MRI scanner and one subject, from which we generated a noise set that was subtracted from rsfMRI data acquired with the same MRI scanner or subject. The present preliminary study examined the validity of the proposed approach using data from a phantom model and a human subject. Noises from rsfMRI data were removed by regression of previously prepared noise signals. The resulting signal presented properties similar to band-pass filtered one, suggesting the efficacy of the approach. In the future, the approach potential will be assessed using with more human subjects.

Keywords : Resting state fMRI (rsfMRI), Regression, Physical noise, Physiological noise, Intrinsic function

Introduction

Task-based functional MRI (tb-fMRI) has been used to map human brain functions. The tb-fMRI signal is measured while tasks related to a specific perception or cognition function are performed. In comparison with tb-fMRI, resting state fMRI (rsfMRI) is easy to apply because no task is executed. The functional relevance of rsfMRI has been proven as it measures intrinsic neuronal activities^{1, 5)}. Thus, rsfMRI has been extensively used to investigate brain disorders, such as Alzheimer's disease (AD)⁶⁻⁸⁾, autism spectrum disorder (ASD)⁹⁻¹¹⁾, and schizophrenia¹²⁻¹⁴⁾.

Most rsfMRI studies of brain disorders compare one or more functional metrics of rsfMRI such as functional connectivity between a group of patients with a group of normal subjects. Many studies have identified biomarkers discriminating the patient group from the normal group even by comparing measurements performed at different locations and with different scanners. Therefore, rsfMRI seems promising for investigating brain disorders.

The final goal of imaging brain disorder with rsfMRI is to detect or diagnose a brain disorder in an individual patient. However, it is challenging to apply data from group studies to individuals in particular because of the physical and physiological noises. Various methods, such as low or high-pass filters and independent component analysis, have been proposed to remove noises. Although those methods are effective, their performance to remove noises is not sufficient for using rsfMRI at the individual level.

In the present study, we attempted to remove noises using a new approach. We hypothesized that a set of physical noises originating from an MRI scanner and a set of physiological noises coming from a subject could be used as the basis of all the noises and could be removed from rsfMRI data. As proof of principle, we examined whether signals of one scan from a phantom model could be used to successfully remove signals in the following scans but also to remove noises from data acquired from a human subject.

Materials and Methods

Measurements of a phantom model and a human subject were performed. The human study was approved by the Institutional Review Board of the Tohoku Fukushi University (RS190607). One healthy volunteer participated in this study. MRI measurements were conducted using a 3-Tesla MRI scanner (Skyra-fit; Siemens) with a 20-channel matrix head coil. For rsfMRI measurements, the following parameters were used: repetition time = 1000 ms, echo time = 24 ms, matrix size = 64×64 , in-plane resolution = 3.4×3.4 mm², slice thickness = 3.4 mm, and number of volumes = 480. During the human rsfMRI scan, the subject was asked to lie on the bed with the eyes open, keeping his mind clear, and gently focusing the eyes on the center of the visual field. The lights in the room were turned off during the MRI scans.

Results and discussion

First, two MRI scan datasets from the phantom model were analyzed. Signals from phantom images were decomposed using the singular value decomposition method (SVD). Each first and second SVD components were derived from two MRI scans. Both components from the first scan were subtracted from the second scan. The subtraction reduced the first component value to almost zero but did not affect much the second component (Fig.1a, b). This suggested that regressing out SVD components of one scan from those of another scan in a one-to-one manner does not reduce much signal. To examine the correlation between both scans, maps of correlation between the SVD components of both scans were generated (Fig. 2). Many SVD components with high correlation values at off-diagonals were found. Because one SVD component of the first scan correlated with several SVD components of the second scan, we regressed out 10 components of the second scan from the first and second components of the first scan (Fig. 3). After regression, only a small amplitude residual signal of the first component was left, but the regression had almost no effect on the second component. Therefore, another regression was performed with more components (100 components). The amplitude of the residual signal from the second component was greatly reduced, by almost 10 times, after regression compared with that of the signal in Figure 3 b (Fig. 4). By regressing out 100 components, slow oscillations were removed from the first and the second components as shown in Figure 4. Therefore, a noise set acquired from a scan can be used as regressor to remove noises from another scan because all signals in the phantom model are noises and the reduction of signal amplitude and slow oscillations indicated that noises were removed. In addition, the reduction of the signals in Figure 4 suggested that MRI signals in both scans contain similar noises.

To apply the approach to the human brain, rsfMRI data were acquired with the same measurement parameters. Because we hypothesized that the physical noises made by the scanner in the phantom

model are the same that those measured with a human subject, the noise set (100 SVD components from the phantom data) was regressed from a time-course rsfMRI dataset acquired from a human subject. Figure 5 shows a human brain image acquired at the same slicing time as that at which the noise set was extracted in the phantom model. The time-course data from a voxel located in the occipital cortex were extracted (Fig. 5). After regressing the noise out, a residual signal of a much smaller amplitude than that from the original signal was left (Fig. 6). The remaining signal contained fewer band frequency components even compared with that of the band-pass filtered signal (0.01-0.15 Hz) (Fig. 6). Signal frequency spectrums, shown in Figure 7, were generated to examine the frequency characteristics of the remaining signals. The noise-depleted signal showed a narrower band than that of the band-pass filtered signal. Although the frequency components in the noise-depleted signal were narrower than those used in most rsfMRI studies, these results indicate that more reliable signals reflecting brain intrinsic functions can be obtained. To investigate functional aspects of the signal, the signal was used as seed to generate a correlation map, shown in Figure 8. The pattern of the correlation map obtained using the noise-regressed signal was similar to the one obtained using the band-pass filtered signal. The hot voxels on the correlation map obtained with the noise-regressed signal were less spread (Fig. 8). This suggested that the noise-regressed signal contained meaningful functional components compatible with those found in the band-passed signal and provided more specific functional information. Future studies including more human subject data and devising more regression models are expected to confirm the results of the present preliminary work.

In conclusion, we showed that noise-free intrinsic functional signals were obtained from rsfMRI data by using previously prepared sets of physical and physiological noises as regressors in conditions where noises are restricted to the scanner and subject environments.

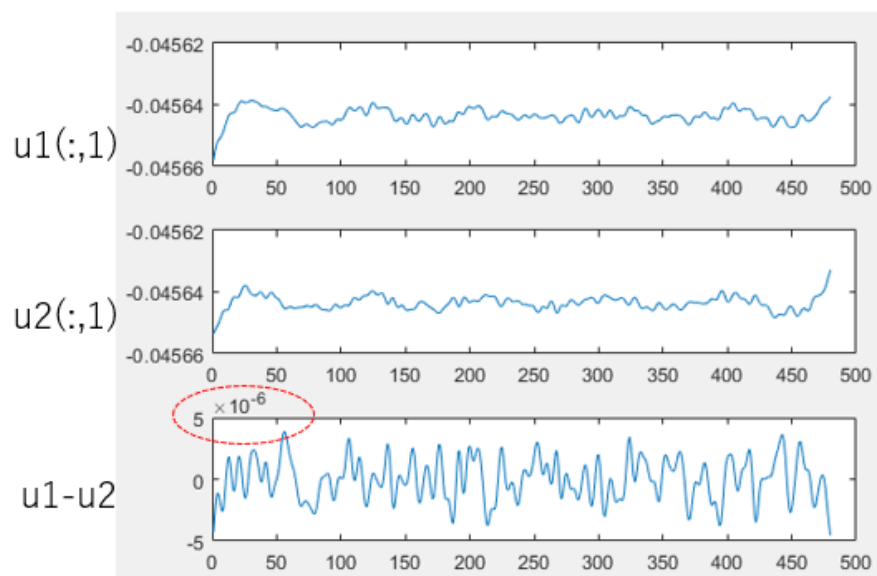


Figure 1 a. First SVD components of the first (top panel) and the second (middle panel) scans. The signal amplitude was very small after subtraction of both components (bottom panel). The horizontal axis represents the time in seconds. The vertical axis represents arbitrary values. The characters $u1(:,1)$ stand for the first SVD component of the first scan and $u2(:,1)$ stands for the first SVD component of the second scan.

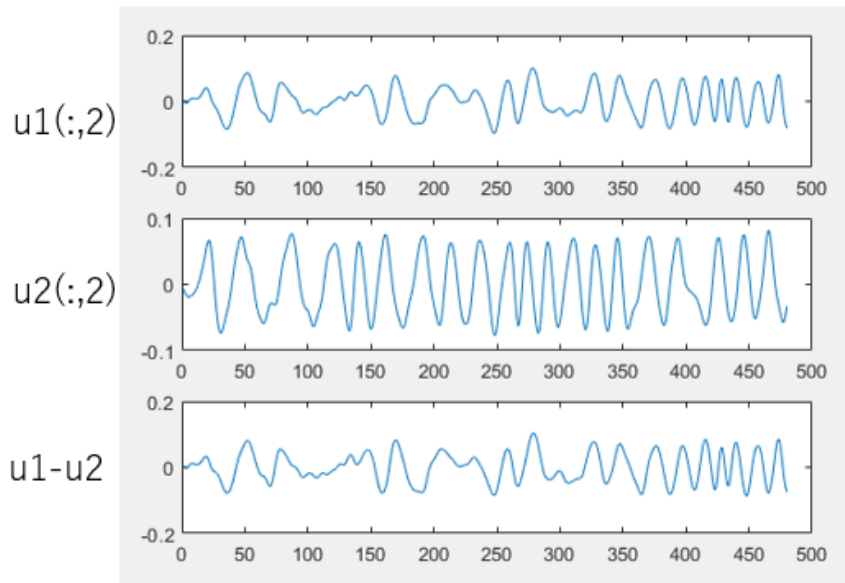


Figure 1 b. Second SVD components of the first scan (top panel) and the second scan (middle panel). The subtraction of the two components leaves a signal with a very small amplitude (bottom panel). The horizontal axis represents time in second. The vertical axis represents arbitrary values. The character $u1(:,2)$ stands for the second SVD component of the first scan, $u2(:,2)$ stands for the second SVD component of the second scan.

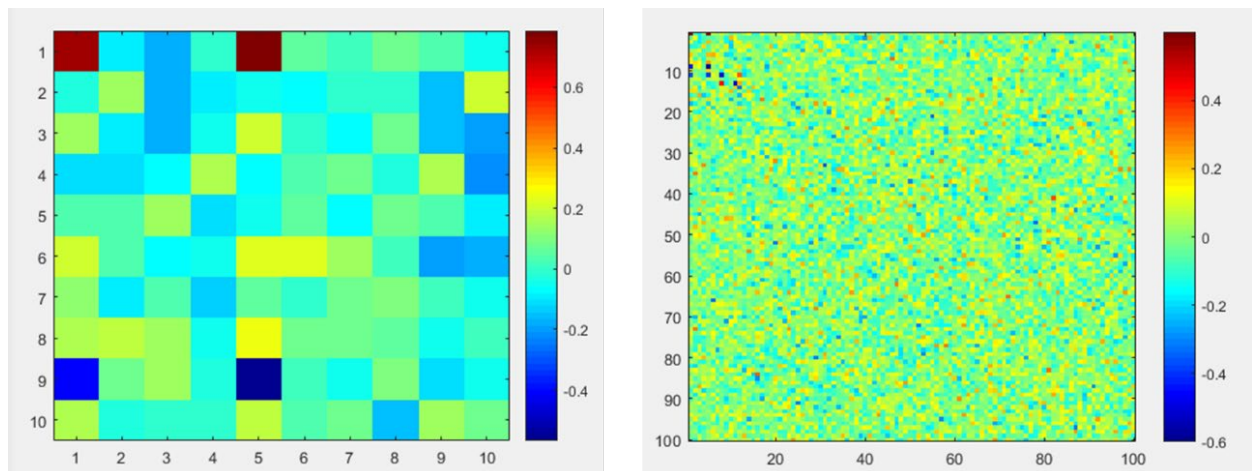


Figure 2. Correlation maps between SVD components from two scans. The left is correlation map for 10 components and the right is correlation map for 100 components.

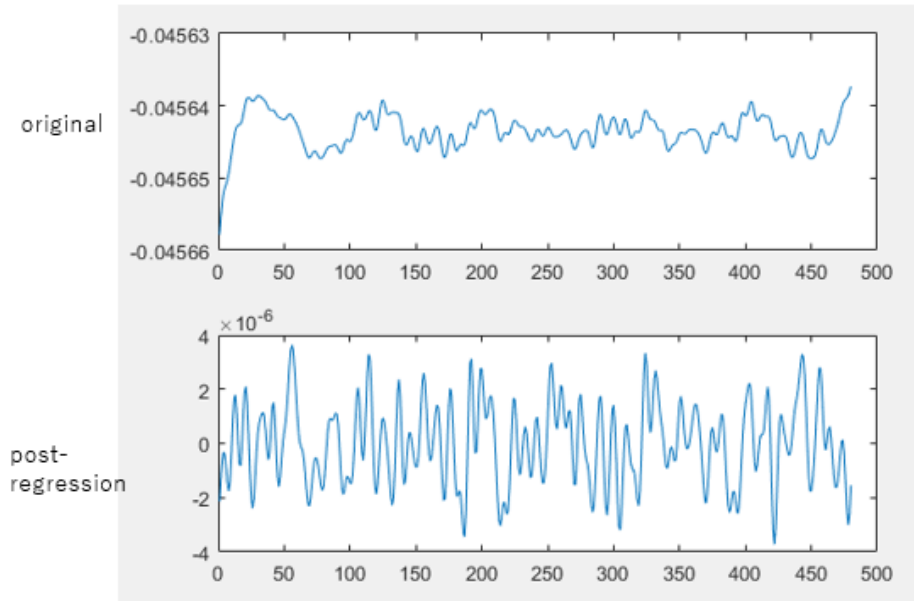


Figure 3 a. First component signal of the first scan (upper panel) and the residual signal after the regression of 10 components in the second scan (bottom panel). Only a small amplitude signal was left after the regression.

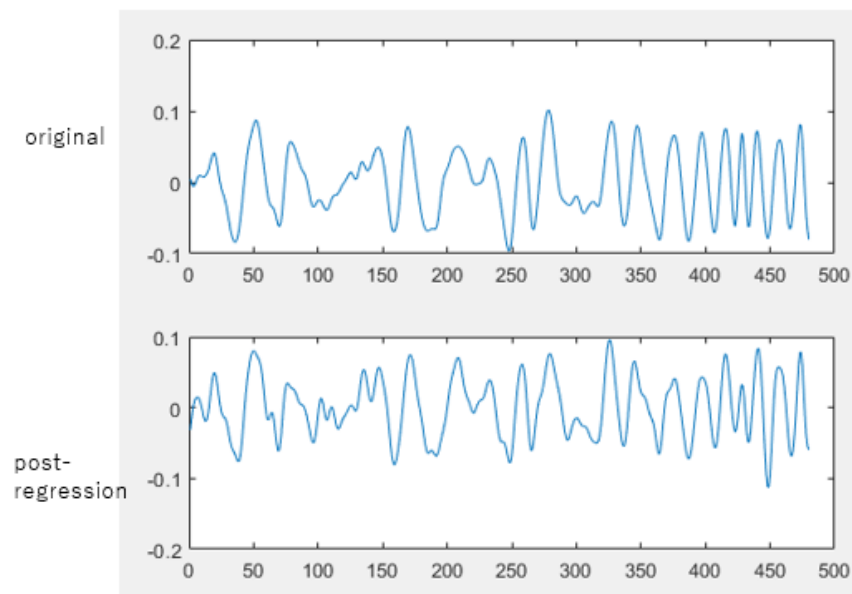


Figure 3 b. Second component of the first scan (upper panel) and the residual signal after the regression of 10 components in the second scan (bottom panel). The residual signal is not much different from the original component.

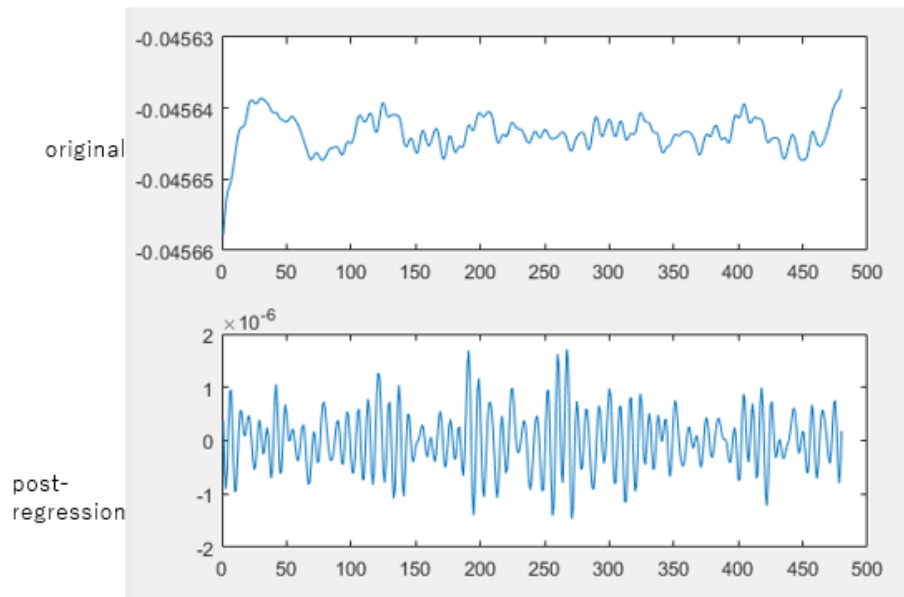


Figure 4 a. First component of the first scan (upper panel) and the residual signal after the regression of 100 components in the second scan (bottom panel). Only a small amplitude signal was left after the regression. The amplitude of the residual signal was a little more reduced and the slow oscillation was much more reduced.

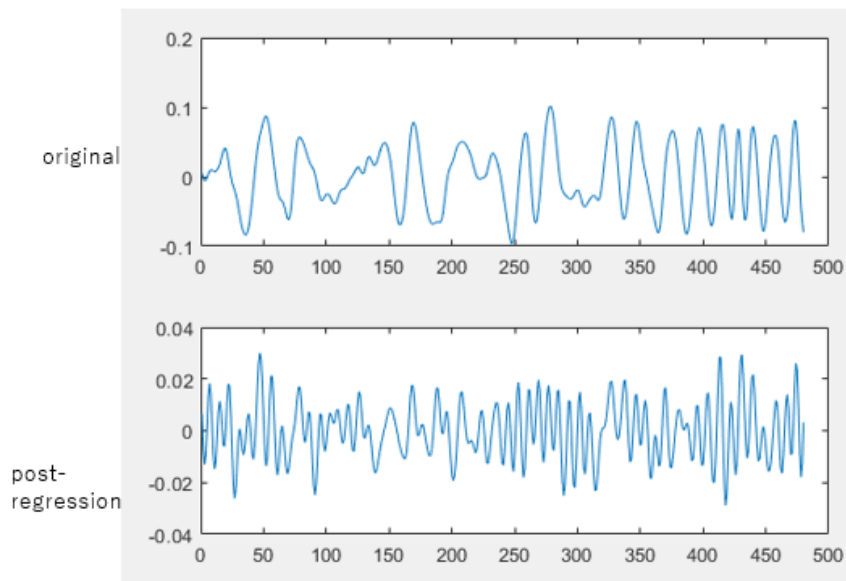


Figure 4 b. Second component of the first scan (upper panel) and the residual signal after the regression of 100 components in the second scan (bottom panel). The amplitude of the residual signal is much reduced in comparison with the regression of 10 components with slow oscillation reduction.

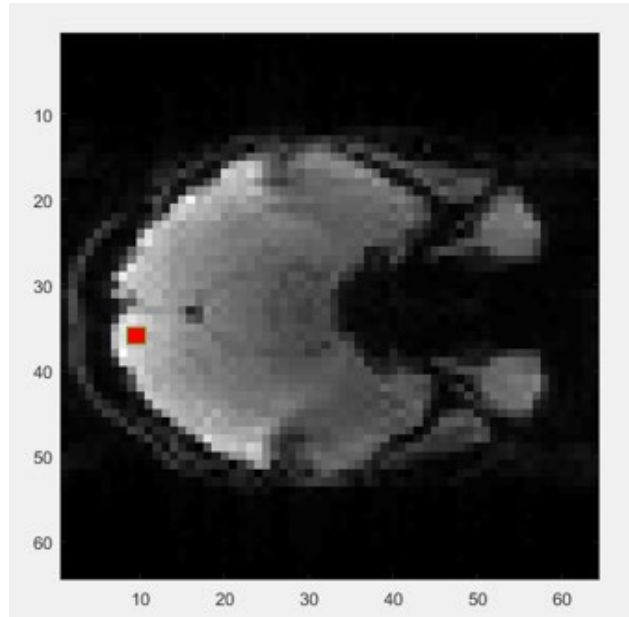


Figure 5. An image slice of the human subject. Time-course was extracted from the small red rectangular. The location is corresponding to the occipital cortex.

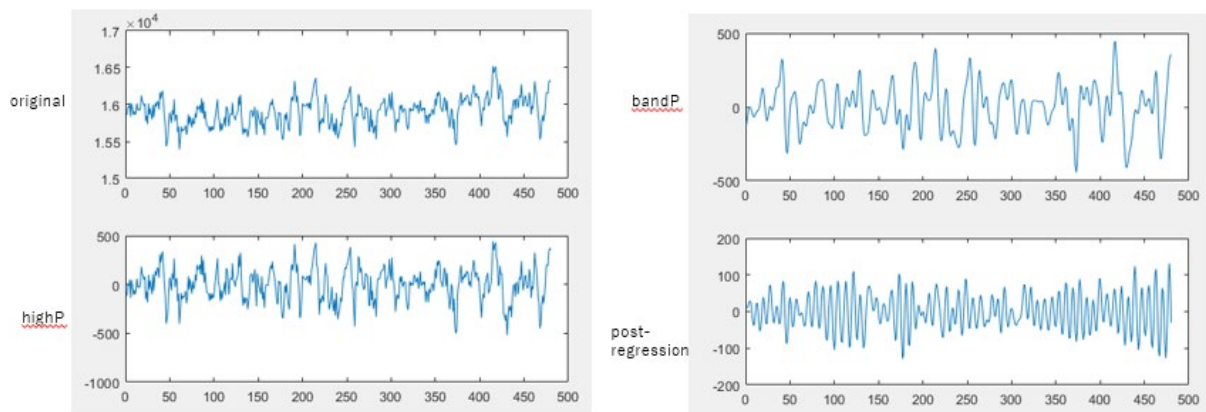


Figure 6. Original (upper-left), high-pass filtered (lower-left), band-pass filtered (upper-right), and noise-regressed (lower-right) signals.

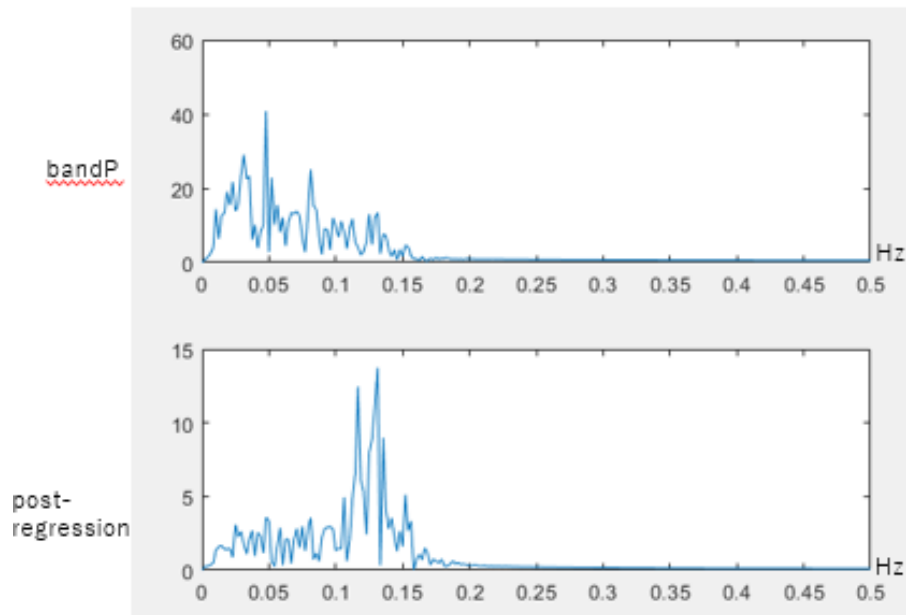


Figure 7. Frequency spectra of band-passed filtered and noise-regressed signals.

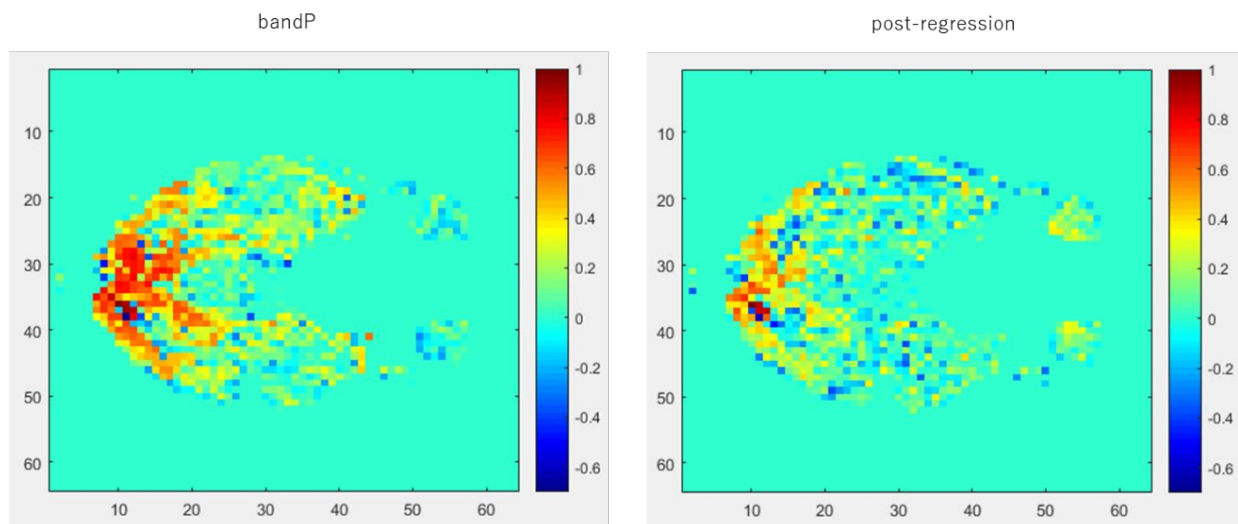


Figure 8. Correlation maps used band-passed signal (left) and noise-regressed signal (right) as the seed. Color bar stands for correlation values.

Acknowledgement

This study was carried out as a part of the cooperative research project at the Kansei Research Institute of Tohoku Fukushi University, receiving a subsidy of the research facility operation support MEXT, and JSPS KAKENHI Grant Number 21H02800 & 19H00532 & 19H01111.

References

- 1) Biswal B, Van Kylen J, Hyde JS. (1997) Simultaneous assessment of flow and BOLD signals in resting-state functional connectivity maps. NMR Biomed. 1997 Jun-Aug;10 (4-5) :165-170.

- 2) Biswal B, Yetkin FZ, Haughton VM, Hyde JS. (1995) Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo-planar MRI. *Magn Reson Med* 10: 537-141.
- 3) Damoiseaux JS, Rombouts SA, Barkhof F, Scheltens P, Stam CJ, Smith SM, Beckmann CF. (2006) Consistent resting-state networks across healthy subjects. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 103: 13848-13853
- 4) Fransson P. (2005) Spontaneous low-frequency BOLD signal fluctuations: an fMRI investigation of the resting-state default mode of brain function hypothesis. *Hum. Brain Mapp.* 26: 15-29.
- 5) Fox MD, Corbetta M, Snyder AZ, Vincent JL, Raichle ME. (2006) Spontaneous neuronal activity distinguishes human dorsal and ventral attention systems. *PNAS* 103: 10046-10051.
- 6) Göttler J, Preibisch C, Riederer I, Pasquini L, Alexopoulos P, Bohn KP, Yakushev I, Beller E, Kaczmarz S, Zimmer C, Grimmer T, Drzezga A, Sorg C. (2018) Reduced blood oxygenation level dependent connectivity is related to hypoperfusion in Alzheimer's disease. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2018 Jan 1 :271678X18759182. doi: 10.1177/0271678X18759182.
- 7) Wang B, Niu Y, Miao L, Cao R, Yan P, Guo H, Li D, Guo Y, Yan T, Wu J, Xiang J, Zhang H. (2018) Decreased Complexity in Alzheimer's Disease: Resting-State fMRI Evidence of Brain Entropy Mapping. *Front Aging Neurosci.* 2017 Nov 20; 9 :378. doi: 10.3389/fnagi.2017.00378.
- 8) Zhang J, Guo Z, Liu X, Jia X, Li J, Li Y, Lv D, Chen W. (2017) Abnormal functional connectivity of the posterior cingulate cortex is associated with depressive symptoms in patients with Alzheimer's disease. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 13, 2589-2598.
- 9) Jack A. (2018) Neuroimaging in neurodevelopmental disorders: focus on resting-state fMRI analysis of intrinsic functional brain connectivity. *Curr Opin Neurol.* doi: 10.1097/WCO.0000000000000536.
- 10) Duan X, Chen H, He C, Long Z, Guo X, Zhou Y, Uddin LQ, Chen H. (2017) Resting-state functional under-connectivity within and between large-scale cortical networks across three low-frequency bands in adolescents with autism. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 79, 434-441.
- 11) Hegarty JP 2nd, Ferguson BJ, Zamzow RM, Rohowetz LJ, Johnson JD, Christ SE, Beversdorf DQ. (2017) Beta-adrenergic antagonism modulates functional connectivity in the default mode network of individuals with and without autism spectrum disorder. *Brain Imaging Behav* 11, 1278-1289.
- 12) Huang H, Shu C, Chen J, Zou J, Chen C, Wu S, Xiao L, Liu Z, Wang H, Zhou Y, Wang G, Jiang T. (2018) Altered corticostriatal pathway in first-episode paranoid schizophrenia: Resting-state functional and causal connectivity analyses. *Psychiatry Res.* 272, 38-45.
- 13) Wang S, Zhan Y, Zhang Y, Lyu L, Lyu H, Wang G, Wu R, Zhao J, Guo W. (2018) Abnormal long- and short-range functional connectivity in adolescent-onset schizophrenia patients: A resting-state fMRI study. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 81, 445-451.
- 14) Sharma A, Kumar A, Singh S, Bhatia T, Beniwal RP, Khushu S, Prasad KM, Deshpande SN. (2018) Altered resting state functional connectivity in early course schizophrenia. *Psychiatry Res.* 271,17-23.

原 著 論 文

障害者の地域生活と地域福祉実践の可能性に関する一研究

都築光一

東北福祉大学

要旨

今日のわが国では、地域共生社会の構築の必要性が称えられ、これまで以上に障害者の地域生活の実現に向けた取組みと、地域福祉の推進が必要とされるようになってきている。しかし現実には、なかなかこれが進んでいない。そこで本稿では、これに具体的な実現の方向性と可能性を探るため、山形県の二つの調査結果を取り上げ、調査主体の了解の基に二次分析を試みた。その分析結果のデータから、可能と思われる要素として地域福祉推進に関しては、あらゆる人々が参加可能となるような条件整備に関するニーズの把握と、これの実現に向けた実践の必要性が確認された。施設利用者の地域移行に関しては、外出と地域住民とのコミュニケーションの必要性が示唆され、そのための支援のあり方や、地域における受け入れのあり方などの必要性が示唆された。こうした結果から具体的な実践課題として、意思決定の内容の検討、地域共生社会の実践手法、障害者も含めた「地域像」の形成、中川地区に代表される成功事例の研修などが考えられた。

キーワード：地域共生社会、地域福祉、地域移行、意思決定支援、中川福祉村

1. 背景

近年は、社会福祉関係法制度の改正が相次いでおり、地方公共団体をはじめ、関係機関は対応に追われている。最近では社会福祉法が改正されたことによって、包括的支援体制の中軸的事業として位置づけられている重層的支援体制の実施に向け地方公共団体は、多忙な業務に負われている。今回の社会福祉法改正は、地域福祉分野において財源保障がなされた点で、歴史的な意義は大きい¹⁾。しかし、法が改正されたとは言っても市町村等地方公共団体や実践現場では、簡単には業務手順等の転換はできない。加えて地域住民にとっては、未だ「我が事」として受け止めているとは思えないばかりでなく、福祉サービスを必要とする地域住民等、いわゆる社会福祉の当事者の場合はなお言えることと思われる。

地域福祉は、本来住民主体が基本であり、加えて福祉サービスを必要とする地域住民等いわゆる当事者が確保される必要がある²⁾。地域福祉に言う「地域住民」の概念には、当事者は当然に含まれるものであり、地域福祉の場合は、当事者を含んでこそ「住民主体」が成立するのである。しかし現実の地域福祉に関する諸活動をみると、地域において展開される地域活動と、施設や事業所が展開している交流活動等に、活動が二分化している側面がある。地域で活動している方々やリーダーは、後継者育成の集団形成を期待する要素もあり、地域の自治会等組織を第一に考え、この組織を母体とした上で話し合いを重ねつつ、具体的な活動を企画し実施している実態がある³⁾。もう一つの活動は、施設に入所している障害者や認知症高齢者などが、「地域生活」を送るという活動である。しかしこの二種の活動は、活動を展開する地域という場において一元化され、「福祉コミュニティ」の構築の実践の必要性が述べられることはあつ

でも、実践されている例は少ない。定例的で日常的かつ継続的に、障害の有無にかかわらずに地域住民や施設に入所している利用者等が交流している実例は、福岡県福岡市の今津福祉村の例や、山形県上山市の中川福祉村などの例があるものの多くはない⁴⁾。しかしそこでの実践は、学ぶべき点が多い。以下の一文は、長く中川地区で生まれ育ち、途中で転居した女性の記録である。本人の了解を得たので掲載する。

…私が在籍していたころ、全校生徒数は250人ほど。学区内に盲学校があり、交流が盛んにおこなわれていた。お互いの学校を訪問したり、一緒に学習したりする機会もあった。中でも点字を教えてもらったことが一番印象に残っている。表を見ながら専用のツールを使って、一文字ずつ打っていく。それを目が見えない友達が指でなぞって名前を読み上げてもらった時何とも言えない嬉しさがあった。初めは目が見えない人との交流に、戸惑いもあった。しかし彼女たちはいたって普通という感じで「目が見えないからと言って、何もできないわけじゃないよ。音を出してもらえばその方向へ歩けるし、勉強したり遊んだりもできるよ」と言った。先生は難しいことを言わず、どうしたら一緒に過ごせるか考えるよう促し、様々な工夫をしていた。交流は小学校1年生から始まったので、今思えば小学校時代に障害がある人がいることが当たり前だった。学校には他にも知的障害を持つ子もいたが、近所だったこともあり放課後はよく公民館などで遊んでいた。付き合いづらさを感じたこともあったが、一緒に遊んだり学んだりすることは普通の事だった。学校以外でも、精神病院で開かれるお祭りには毎年遊びに行っていたし、地区のイベントには、多くの人が参加していた。

私が実際に暮らして感じたことは、住民の理解が進んでいるということだ。いろんな人がいるが、それを受け入れるという雰囲気があったように感じる。特に小学校は地区の人々との交流も大切にされていて、登下校時にすれ違った人とは顔見知りでなくても挨拶をしていた。それが普通だった。私は途中で市内の別の地域へ引っ越したので、転校先の学校での生活に戸惑ったほどである。(以下略)

40年以上の取り組みの歴史があり、訪れた人々が感嘆の声を上げていることや、この地区で成長し、成人になって他の地域に転居した女性が、地域活動において障害者や認知症高齢者に対する対応の考え方について、違和感を持ったというエピソードもあるにもかかわらず、今日でも他の市町村へと広がりを持つことがなく課題とされる。

福祉コミュニティは、岡村(1970)が、社会学のコミュニティ論に対する社会福祉学からのコミュニティ論として提唱して以来、様々な研究者によって議論されてきた。その説明としては、高田⁵⁾が述べた「生活上の不利な条件を持ち、日常生活上の困難を持ち、または持つ恐れのある個人や家族、さらにはこれらの人々の利益に同調し代弁する個人や機関・団体によって、共通の福祉関心を中心として形成された特別なコミュニティ集団」という表現が、実践的な側面も含めて述べられているように思われる。そしてここにいる福祉コミュニティの形成は、絶えず様々な地域福祉活動が住民主体によって取り組まれつつ、発展させていかなければ維持できないものであり、この点で福祉コミュニティは、「静的」にあるのではなく、「動的」に活動していくことにより、地域住民に共有される形で存在するものであると言える。先の中川福祉村の場合、福祉村の活動に支えられ、中川地区内の小単位地域の日常的な活動が、施設や病院・学校などとともに地域活動が展開されている点からもこれは言えることである。近年、地域社会における人々の繋がり希薄化等に対する対応策が求められる中、具体的な実践活動の必要性の高まりを受けて「地域共生社会」として福祉コミュニティの取り組みの一部が政策化された。これはすなわち、「「地域社会」の「連帯と相互扶助」を基礎としたセーフティネット機能が弱まっているからこそ、地域福祉を「政策化」しなければならない⁶⁾」と認識されたことが理由となっている。こうした対応が必要とされるのは、今や都市や農村の区別なく、右田の言うように単なるサービスシステムだけではなく、内発性が伴わなければ「地域福祉」とは言わないことの証左と言える⁷⁾。こうした点から「地域福祉とは、地域住民等が、福祉コミュニティ構築を目指す実践を言う⁸⁾」と定義されるのである。その福祉コミュニティの基

本的な考え方の中には、ソーシャルインクルージョンがあり、実践理念としてのノーマライゼーションがある。これに関し「地域共生社会」を考える際の切り口として認識すべきことを原田⁹⁾は指摘している。こうした点を踏まえて今後は、二種の地域福祉活動が、政策化された地域共生社会の実現への取組みにおいて、どこまで内発性が伴った形で一元化を図ることができるかが問われよう。

ここに言う地域には、柴田の言う「親密圏での日常的な対話と学び合い¹⁰⁾」が得られる範囲をいい、そうした場においてこそ、日本弁護士連合会の宣言の言うように¹¹⁾、意思決定支援に基づく地域生活支援等も、併せて強力に推進される必要がある。「単位の小さいことが、自治の基本」として右田（2005）も指摘しているところであり、地域の人々の生活は、地域の人々が意思決定していくことにほかならない。地域には、様々な人々が生活しており、そのひとり一人の個人と生活が尊重される必要がある。そうした点では、意思決定支援に基づく地域移行の意義として、生活の場は、本人が決めることであるということである。この場合現在の施設においては、ある程度利用者に対して施設における集団生活への適応を強いるものになっていることを理解すべきであろう。それは施設運営のために、利用者に対して施設の運営方針に従わせるものとなっているのである。改めて「人間はどのような人であっても、単に手段として利用されることはできず、常に同時に目的として用いられなければならない¹²⁾」という人間性を尊重する考え方に立ち返る必要がある。しかし現状では、鈴木（2021）の指摘通り意思決定支援も地域生活支援も進んでいないため、具体的な取り組み方として柴田（2021）の指摘するように「他の専門職等と連帯し、行政ともせめぎあいつつ連携することも必要」となろう。

そこでここでは、地域福祉の実践方法の要件としての、住民主体と福祉コミュニティ形成の上で、障害者の地域移行の意義と可能性について検討してみたい。

2. 研究目的

2-1 研究目的

本研究においては、地域福祉推進の上で、障害者の意思決定支援による地域移行の取組みを内包させる可能性について明らかにする。

2-2 研究課題

研究目的を果たすため、以下の研究課題を設定した。

研究課題1「福祉サービスの対象者であっても地域行事に参加すべきだと考えるリーダーのいる地域は、リーダーを含む役職員の多くが同様の考えを持っているため、住民の参加者数が多い。」

設定理由として、福祉サービスの利用者も地域活動に参加すべきであるとの考えを実現するためには、企画段階から参加しやすい条件を整える必要があり、結果的に要介護者や障害者およびその家族も参加できるようにすることから、地域住民全体の中で参加者が多くなると考えられた。

研究課題2「意思決定支援に基づく地域生活に移行した障害者は、QOLが向上し、地域交流ができている。」

地域移行した障害者は、散歩や買い物に外出する機会を持つので、地域の方とのふれあいの機会を持ち、知り合いができることから地域交流ができていると考えられた。

3. 研究方法

山形県上山市において実施した地域役職員に対するインタビュー調査結果と、山形県山形市の社会福祉法人愛泉会における意思決定支援に基づいた地域移行事例調査結果報告書を用いる。上山市の事例を検証するための地域として選定した理由は、先に示す中川福祉村を構成する地区と、それ以外の地区の比較を行うためである。また山形市の愛泉会を選定した理由は、地域移行に積極的に取り組む県庁所在地の法人

の事例だからである。

3-1 上山市において実施した地域役職員に対するインタビュー調査結果報告書は、2018年8月において上山市社会福祉協議会が、地区会長や民生委員および地区の班長を対象に、地域福祉の推進と今後の地域像をテーマに、中川地区を含む18地区75人から、半構造化面接法により実施した調査結果報告書である。本稿においては、この調査の中から現在の地域福祉活動に対する「住民の参加状況」と「今後に向けた地域像」を対象項目とし、その内容として「住民の交流やつながり作り」に関する意識の中に、障害者や認知症高齢者が含まれているかどうかを確認する。そのため、この調査では、「福祉サービス利用者の地区行事への参加の呼びかけ」について重視したインタビューを行い、中川地区とそれ以外の地区の比較を行う。

3-2 山形市の愛泉会が取り組んだ地域移行事例調査結果報告書は、2020年11～12月にかけて、典型例4事例の地域移行前後の成果について、シングルシステムデザイン法にて当該事例の記録および関係職員を対象としたインタビュー結果によってまとめた報告書である。

典型例4事例を選定した理由は、グループホーム入居3年以内か否かと、知的障害以外の障害を重複して有しているかどうかの二点から選定した。また調査事項は、当該事例の行動観察を中心に、主として「人間関係群（施設内・家族）」「生活行動群（衣食住・医療・嗜好・サービス利用）」「社会関係群（余暇・社会関係）」の項目に関し、インタビューを行った。ここでは、インタビュー結果に対する複数の関係職員の協議結果に基づいてなされた、リッカートスケールにて評価した結果を取り扱うこととする。

この二種の報告書から、今後の地域像として障害者の方々との交流や参加のあり方に関する意識について中川地区とそれ以外の地区の比較を行う。また、愛泉会調査に関しては、意思決定支援に基づく地域移行の成果として、どのような点に成果が認められたのか、さらには地域社会との交流等の可能性に関し、報告書から特徴的な行動変容の部分を確認する。

4. 倫理的配慮

本調査においては、東北福祉大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。また、調査を実施した上山市社会福祉協議会および愛泉会には、本論文において調査報告書を用いることに関し、了解を得るとともに、いずれの調査においても、個人が特定されないように加工することを説明し了承を得た。なお本稿において使用する調査結果のデータ等は、それぞれの調査結果報告書に記載されている内容のもののみを用いることとした。

5. 調査結果

二種の調査報告について、グラウンデッドセオリーアプローチにて実施した。作業としてはオープンコーディングを行い、分析ワークシートを作成し、得られた結果に基づいて定義を比較しながら検証した。

5-1 研究課題1「福祉サービスの対象者であっても地域行事に参加すべきだと考えるリーダーのいる地域は、リーダーを含む役職員の多くが同様の考えを持っているため、住民の参加者数が多い。」の検証結果

本稿においては、この上山市において実施した地域役職員に対するインタビュー調査の中から、現在の各地区で実施されている諸活動において、障害者をはじめとする「福祉サービスの対象者の参加状況」と、「今後に向けた地域像」における「住民の交流やつながりづくり」に関する意識の中に、障害者や認知症高齢者がどのように意識されているかについて確認した。確認のための直接の資料は、報告書中、協力していただいた住民に対して報告した「報告会レジュメ集」の中から該当部分を確認しまとめた。この資料

は、全体の内容が要約されており、回答した住民も確認済みだからである。さらに今後の地域像として、障害者や認知症高齢者の方々の「福祉サービス利用者の地区行事への参加の呼びかけ」について重視したインタビューを行い、グラウンデッド・セオリー法にて中川地区とそれ以外の地区にワークシートを区分して比較を行った。

表1および表2は、上山市において実施したインタビュー調査結果である。事項別および地区別にその内容をみてる。

5-1-1 福祉サービス利用者の参加状況（中川地区以外）

表1は、中川地区以外の調査結果を、分析ワークシートにしたものである。

A地区においては、高齢化が進行する中で徐々に地区活動に参加する人が少なくなってきたり、いかに現状維持を図るかに関心が集まっている。現状維持なので、福祉対象者に対して新たな取組みがあるというわけではなかった。B地区は、回答のあった4行政区中1行政区に「老人ホームの参加」が確認された。これは2017年から夏祭りに参加したというものである。それ以外は基本的に「参加するもしないも個人の自由」が基本であることが確認された。

表1 中川地区以外（A地区・B地区）分析ワークシート

福祉サービス利用者の地区行事への参加の呼びかけ（従来参加型）		
概念	福祉サービス利用者の地区行事への参加勧誘	
	A地区	B地区
定義	歩くことが難しい方には参加のための声はかけ、強要はしない。	参加するもしないも個人の自由なので、福祉の対象の方を知ってる人が勧誘して一緒に参加。
バリエーション	・福祉サービス利用者の参加はほとんど無い。 ・高齢者が遠方の会場まで来ることはない。 ・特に会場に来るための支援はしていない。 ・来づらさも有るようで、強要はしない。	・イベントによって参加者はまちまちである。 ・各行事で福祉サービス利用者の参加は、あまりない。 ・一部の地区では老人ホームの参加があるようだ。 ・デイサービスの利用者の参加はほとんどない。
理論メモ	参加勧誘は「声がけ」のみ	参加勧誘は地区としてはせず、知り合い同士の意思による（基本的には任意）。

なお、A地区における今後の地域像は、基本的には現状維持である。安心して暮らせる地域にするために、相互に協力し合うこととしているものの、福祉サービス利用者に対する配慮については、特に考えてはいない。B地区に関しては、地域づくりを進めていこうという役職員が少なからずいることと、介護予防等の取組みから福祉施設との接点ができてきていることが確認された。

5-1-2 福祉サービス利用者の参加状況（中川地区）

表2は、中川地区の調査結果を、分析ワークシートにしたものである。

C地区は、この地域に居住している以上は、地域の行事に参加するのが当たり前という考えが有り、声かけや送迎が当然のこととして行われている。複数の福祉施設も中川福祉村の行事以外の行政区等の行事にも、当然のこととして参加している。C地区に居住している限り「人がいれば行事はなくなる」という回答にある「人」には、福祉サービスの利用者も当然含まれていることが確認された。D地区は、福祉対象者はほぼ特定できており、すべて声がけもしているという回答がよせられた。しかし参加できていない人と、できていない人がいるという状況であった。重度の要介護高齢者や、未婚の方などの参加が見られないということであった。さまざまな参加しやすい条件作りに取り組んでおり、今後更に工夫する予定となっている意識が確認された。

表2 中川地区（C地区・D地区）分析ワークシート

福祉サービス利用者の地区行事への参加の呼びかけ（地域共生社会参加型）		
概念	福祉サービス利用者の地区行事への参加勧誘	
	C地区	D地区
定義	地域行事などで声掛けを行っていくことや、足腰が悪くなった人を車で迎えに行き、参加してもらうこと。	地区行事の際に参加の声かけを行い、車輛の送迎や椅子や机の調整などを行う。
バリエーション	・長年の地域行事での取組みで、福祉サービス利用者に対する理解が深い。 ・地区の行事なので、福祉サービス利用の有無にかかわらず、地区の人々が参加するのは当然のこと ・ほとんどの行事に福祉サービス利用者や施設入所者の参加がある。 ・在宅の重度の要介護者の参加はあまりない。	・地区の行事については、地区の人々全員に必ず声をかけている。 ・参加のための支援方法について確認している。 ・高齢になったため、行事に行けなくなったという方が多い。 ・軽度の障害者や要介護高齢者は参加している。 ・会場は障害者や要介護者が参加しやすいように配慮している。
理論メモ	参加勧誘をし、参加の支援方法を整えて、極力可能な方全員の参加を目指す。	参加勧誘をし、参加の支援方法を整えて、極力可能な方全員の参加を目指す。

C地区に関しては、今後少子高齢化の進行によって、高齢者世帯が増加することを踏まえ、福祉施設も含めて行政区内の関わりをより強化することと、高齢者や障害者に対する理解の持ち方についてより深めていこうという意識が確認された。D地区に関しては、少子高齢化の進行に伴い、安心できる地域づくりのために、今後人々の相互協力や繋がりづくりを進め、そのための担い手づくりに力を入れたいという意識が確認できた。

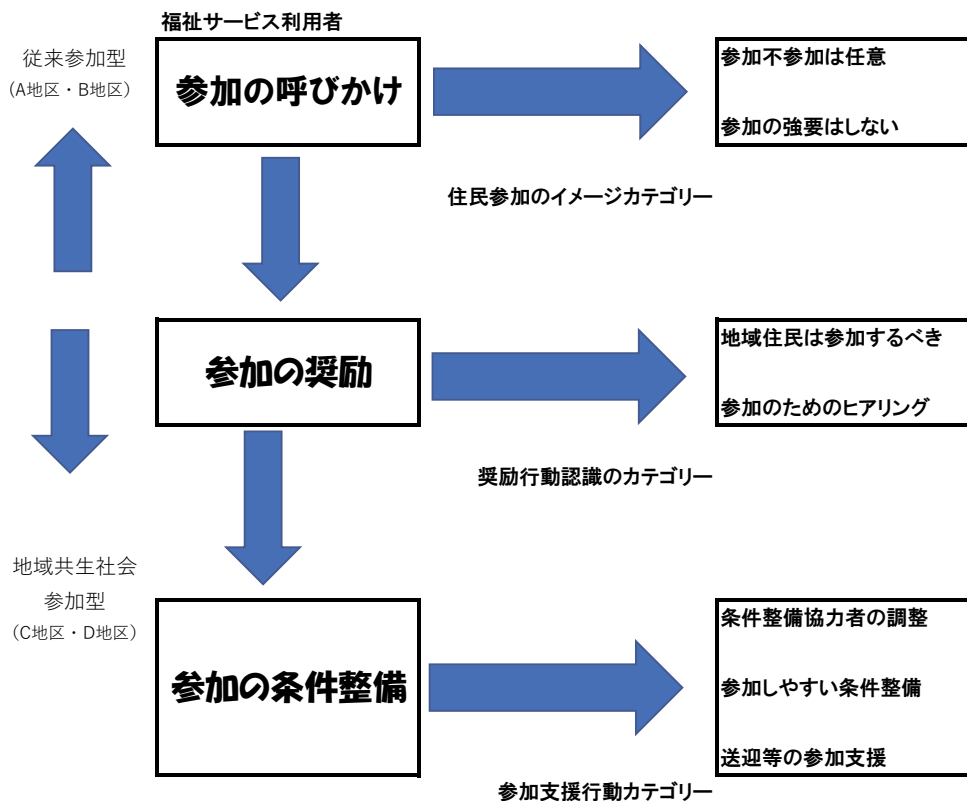


図1 調査結果の概念図

以上の調査結果から中川地域と中川地区以外の地域の回答結果を比較してみると、その結果は表1と表2の分析ワークシートの「定義」において明確となった。その結果をさらに図で表したものが図1 調査結果の概念図である。地域住民への参加の呼びかけは、中川地区もそれ以外の地区も行っていた。「住民参加のイメージカテゴリー」までは、基本的に共通した対応である。しかし次の「参加の奨励」の段階で「奨励行動認識のカテゴリー」に至るかどうかで、「従来参加型」なのか「地域共生社会参加型」なのかに分岐しているとみることができる。「認識」の段階で「地域住民は参加すべき」と考え「参加のためのヒアリング」を行っている。この段階は認識の共有段階といえる。そして更に「参加のためのヒアリング」結果をもとに、「参加の条件整備」を行っており、「参加支援行動カテゴリー」として整理した。これは認識の共有ができたからこそ、ごく普通に行動できていることが、ヒアリング結果から確認できた。

5-2 研究課題2「意思決定支援に基づく地域生活に移行した障害者は、ADLが向上し、地域交流ができている。」の検証結果

山形県山形市の愛泉会が取り組んだ地域移行の成果に関する事例調査は、2020年11～12月にかけ、典型例4事例における地域移行前後の成果について、グループホーム利用者の記録および関係職員を対象としたインタビュー結果をシングルシステムデザイン法にてまとめた報告書である。ここでは、当該事例の行動観察を中心に、主として「人間関係群」「生活行動群」「社会関係群」の項目に関し、関係職員の協議検討結果に基づき、不能から自立までの5段階について評価配点し、リッカートスケールによるポイントにて地域移行前と移行後の効果を確認した。意思決定支援に基づく地域移行の成果として、どのような点に成果が認められたのか、さらには地域社会との交流等の可能性に関し、報告書から特徴的な行動変容の部分を確認した。その中でも地域住民との関わりが、どの程度形成することになったのかに着目することとした。

シングルシステムデザイン法によるリッカートスケールにて評価をまとめた結果、地域移行の前後で、「1」の不能と「5」の自立の方はいなかった。概ね「2」の全介助から「4」の部分介助または見守りまでについて、評価結果を3つの群にまとめたのが、表3である。

表3 地域生活への移行による効果

区分		評価事項		
		(1) 人間関係群	(2) 生活行動群	(3) 社会関係群
A	移行前 (a)	6	11	6
	移行後 (b)	6	13	6
	b-a	0	2	0
B	移行前 (a)	6	12	6
	移行後 (b)	6	15	6
	b-a	0	3	0
C	移行前 (a)	6	11	5
	移行後 (b)	6	14	7
	b-a	0	3	2
D	移行前 (a)	6	10	4
	移行後 (b)	6	13	7
	b-a	0	3	3

※地域移行後において、4人全てから、ADL および情緒的安定性にプラスの効果が認められた。

この結果で確認できることは、「生活行動群」に共通して向上が見られた点である。特に生活行動群の中の「居場所」の項目ですべての回答者に「医療・健康」の項目で、4人中3人の回答者に向上が見られ

たほか、「選択・嗜好」が2人、「サービス利用」が1人に向上が見られた。一方「社会関係群」に関しては、2人に変化が見られなかったものの、残る2人はともに「社会関係」が「全介助」から「部分介助または見守り」程度までの向上した結果が見られた。これに対して「人間関係群」では変化は見られなかった。ただし「介助」の要否という点では変化はなかったものの、本人の「情緒的安定性」および「人間関係の密度の形成」という点では、すべての回答者に向上が確認された。

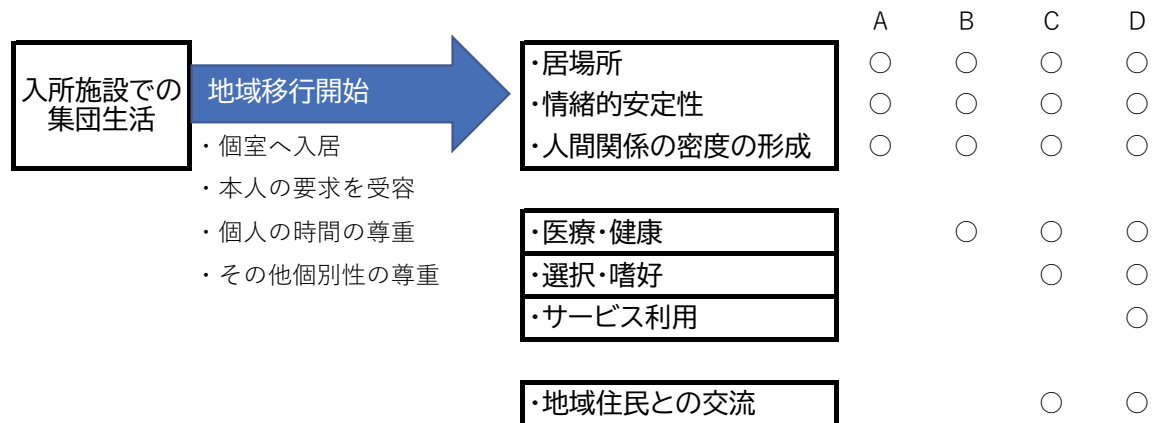


図2 調査の結果図

調査結果を図で示したのが図2である。地域住民との交流に関しては2人が確認され、他の2人は確認できなかった。確認できなかった2人のうち、1人は対外的なコミュニケーションが苦手で、外部の人との交流が難しい人である。ただし買い物で外出はしているので、きっかけや心許せる地域住民の出現を待っている状態である。この方は、意思決定はしているものの、意思表示に向けた支援が必要な人である。もう一人は身体的に外出が困難なため、外出していない人である。本人から「外出できるように健康状態を整えたい」という意向が示されている。今後に向けては、可能性はあると思われる。一方、社会関係が形成できた2人については、いずれも「投票や地域行事に積極的に参加している」人たちである。職員によるコミュニケーションの支援は必要であるものの、年々QOLの向上に伴い職員の負担感は軽減している。

以上、愛泉会の地域移行調査結果によれば、調査対象者のすべての人に情緒的安定性とADLの改善が確認された。一方、地域住民との交流については、4人中2人に交流の事実が確認された。

6. 考察

研究課題毎に考察を加える。

6-1. 研究課題の1は「福祉サービスの対象者であっても地域行事に参加すべきだと考えるリーダーのいる地域は、リーダーを含む役職員の多くが同様の考えを持っているため、住民の参加者数が多い」であった。この研究課題では、住民参加のイメージが、参加行動を促すための認識の持ち方と、具体的な参加支援行動の有無が大きく関わることが示唆された。

この課題については、上山市調査において、AおよびB地域の回答結果とC地域およびD地域の回答結果に大きな違いが認められた。C地域とD地域のリーダーや役職員は、障害者や要介護高齢者であっても、同じ地域に住んでいるので地域活動に参加することは当然と考えており、参加することを前提に行事を企画している。そのため福祉サービス利用者が参加しやすくするための条件整備を行っており、地区

の住民の協力を呼びかけていた。これに加えて地域内の企業に障害者も雇用されている事実があり、その企業も地域行事に参加するなど、地域ぐるみで「福祉コミュニティ」形成に向けた取組みがなされていると考えられた。したがって地域ぐるみの取組みが進んでいるからこそ、冒頭の女性の文書に見られたように、地域住民による障害者等への理解度の違いも目についたと考えられる。C 地域と D 地域は、「中川福祉村」を構成しており、この40年の取組みで全ての世帯が中川福祉村の運営役員を経験している¹³⁾。そのため障害者や要介護高齢者であっても参加しやすい行事の企画手順が、後継役職員に伝えられている。

一方これに対して A 地域や B 地域は、地域行事に障害者や要介護高齢者が参加することは任意としている。これは「地域住民が行事に参加することは、原則として強要できるものではない」ということを基本とするが故である。このため地区内の何らかの事情を有している特定の住民を対象に、参加しやすくするための配慮を行うことを前提とはしていないため、参加しやすい条件の検討はこれまで行われたことはない。しかも地域住民にとって、このような地域行事の進め方の考え方は、それが当然のあり方としていた。したがって今急に検討しようとしても、あるいは誰かに協力をお願いしようとしても、地域住民の中で協議に加わってくれる人を求めること自体難しい。もともと現在の地区の組織や行事等を維持すること自体、人的にも財政的にも精一杯であるので、障害者や要介護高齢者が参加しやすくするための条件の検討という、新たな案件を検討議題として加えることは極めて困難なのである。そのため現状において A 地域や B 地域は、福祉コミュニティ形成に向けた今後の新たな地域像を描くことは難しいと考えられた。

こうした地区別取組みの違いは、住民間で考え方が形成されるというよりは、この地区で暮らしていくならという形で、これまでの役員から新たな役員へ、そして世代間で引き継ぐようにしながら刷り込まれていると考えられる。それは自分たちで現在考案したものではなく、活動やその方法などを「常識」として伝承している部分が大きいと考えられた。

6-2 研究課題2：「意思決定支援に基づく地域生活に移行した障害者は、QOL が向上し、地域交流ができています。」

この課題について ADL および情緒的安定性の向上は、全ての人に確認はでき、一定の QOL の向上があったことは確認された。しかし QOL の向上が即地域交流に繋がったわけではなかった。その点から地域交流を行えるようになるためには、外出や地域の方々とのコミュニケーションが求められるところから、これを可能にする何らかの支援が必要とされることが確認された。

一方近隣の住民は、これまで人々の頭の中に描かれていた自分たちの地区の「住宅地図」には、グループホームだけであった。しかし地域移行した方の中の2人に関しては、交流が進むに従って「グループホームの〇〇さん」に認識が深まってきている。このことから地域生活への移行がなされることとは、地域住民がもつ利用者に対する認識の転換が重要であると思われる。これによって地域住民の持つ障害者に対する偏見の意識を、払拭することに通じる可能性が示唆されたと思われる。これと併せて全てではないにしても、障害者本人が「施設利用者」から解放され、集団生活に適応することを強いられている存在から、自らの意思で生活を組み立てていく地域の住民へと歩んでいく存在であることを、自他共に確認することに通じると思われる。

福祉コミュニティは、施設と地域の双方からの取組みによって形成され得るものであることが、研究課題1と2から示唆された。特に上山市のC地域とD地域の取組みからこれを確認することができた。C地域とD地域のリーダーは、これまでの地域の行事に参加できなかった障害者や要介護高齢者にも参加を呼びかけて、繋がりづくりをしようとしていた。加えてC地域では、地域行事においてのみ交流がある状況なので、より繋がりづくりが進むような取組みに高めていきたいという意向があった。D地域においては、少子高齢化が進行する今だからこそ、障害者や要介護高齢者を含むあらゆる人々が参加できる地域づくりを進めようという意向が確認できる。

一方愛泉会は、法人の基本理念に「障害者の地域生活支援」を明記し、実際に90名弱にも及ぶ地域移行を成し遂げており、中には本人の意向に基づき、グループホームにて終末期ケアを実施した事例があった。また地域移行した方の中には、交流のある地域住民の葬儀に案内状をいただいた方もいた。このことから、「地域生活」を営むことができるようにするためには、日常的に地域住民との交流が欠かせず、そのために外出や共同作業、さらにはコミュニケーションを取ることができるような機会の設定や、支援などが必要となることが確認された。

以上の上山市と愛泉会の調査結果から、福祉コミュニティの構築に向けた実践には、地域における組織による諸活動と併せて、施設の側からの積極的な地域との関わりを持つことができるように本人に支援する取組みの双方が、活動展開の基本方針として必要であるという点について、本研究結果において示唆された。

7. 地域福祉活動「一元化」に向けた今後の課題

今回の調査研究結果から、幾つかの課題が示唆された。

第一に、意思決定支援とは言っても、実は意思を有してはいるものの、意思表示が困難な人が少なくないということである。そのため意思決定支援と意思表示支援を明確に区分して、支援手法の確立を図る必要がある。そもそも意思は、人と人との関係性の中で成立する。したがって「意思表示の困難な重度の障害者」という表現は、周囲の人々の常識による意思確認が困難な状態をいい、一方的に相手に確認しやすい意思表示を促す表現である。まして意思決定支援という表現は、意思を決定すること、あるいはできるように支援しようという点で、意思決定できていないと見做しているのである。しかし意思決定できたとしても、その内容を他者に伝達できない限り、意思疎通はできない。ここは、様々な方法によって本人の意思確認をした上で、本人が伝えたいと考えている人に対して、何らかの支援を受けてメッセージが伝えられる必要がある。この場合、支援が必要な人の中には、我々も含まれる。実際、筆者が調査の場に出向いた際にも、ほとんどベテランの職員によって「通訳」していただいた。こちらのメッセージも、障害者本人に伝えていただいた。本人の意思を尊重するためには、意思決定に向けた支援も必要であると同時に、意思表示支援が本人と意思確認を必要とする側の、双方に必要とされていると考えられた。

第二に、「地域共生社会」の実現が、法的に規定されたものの、わが国において具体的に実践していくための具体的な手段や手法が未確立であるという点がある。現在「地域共生社会」に向けた取組みは、多様である。理由は「地域共生社会」の実像が不明で、手段も方法も定まっていないからである。地域社会には、自宅で引きこもっている人が多数居住していることも事実である。加えて施設で暮している人や、「地域移行」に取り組んで、グループホームで生活している障害者も多数存在していることも事実である。しかし本当に、引きこもりの実態把握や地域移行が進んでいるのであろうか。引きこもり調査に関しては、内閣府が繰り返し調査を実施している¹⁴⁾。ここにいう「引きこもり」とは、狭義の定義では自宅内か買い物程度の外出をいい、広義では趣味活動での外出までを言うこととしている。ここで対象としている引きこもりの人々と、福祉サービスの利用者とりわけ知的障害者の生活状況に、どれほどの違いがあるかを考えた場合、「趣味活動のために外出している」を含む広義の引きこもりの住民の方が、地域社会とのつながりをまだ保持しているという実態を見て取ることができる。一方、知的障害者の地域移行の実績は、極めて少ない¹⁵⁾。地域移行の推進¹⁶⁾を進めていく必要があるとは言われていても、実態としてはあまり進んでいない。こちらも方向性が示されてはいても、手法等が確立されておらず、加えて自立支援報酬支給基準に地域移行実施の有無に違いが無ければ、地域移行へのインセンティブはあまり働かないものと思われる。地域共生社会の形成に向けて社会福祉法が改正された現在、改正された法の趣旨に合致するよう、現状に関して、整合性のとれる内容に調整する必要があると言えよう。

第三に、地域福祉を推進した上での地域共生社会のあり方に関し、地域住民や障害者を含めた当事者間において、「地域像」があまり語られていないことがあげられる。本来は、誰のための地域共生社会なのか、誰によって構築されるべき地域共生社会なのか、について福祉サービスを必要とする地域住民を含む住民主体の形で明確にされる必要がある。障害者を含む福祉の当事者にとっては、本来地域移行を展開する意義の中には、個人が生活する場は本人が決めるべきであるという、人としてはごく当たり前のことを、障害の有無にかかわらず行われるべきであるという点があげられる。施設を利用せざるを得ない当事者にとって施設生活は、施設において既に構築された集団生活への適応という側面がある。施設内の集団生活を送る上においてストレスを抱えると、「問題行動」と呼ばれる激しい反応となる利用者があることは、今回の愛泉会の調査でも確認された。その障害者が、地域生活へ移行することにより、自らの意思によって日常生活を送ることができるようになり、情緒的な側面が安定し、全体として生活行動に向上が見られた点も確認された。そうした点で基本的にひとり一人の生活は、施設の生活であれ地域での生活であれ、本人の意思が尊重されなければならないといえる。その効果は、より望ましい人間関係や社会関係の形成に結びついていることが確認されている。また地域では、老若男女障害の有無にかかわらず、様々な人々が生活している。これを基盤とした福祉コミュニティの形成には、ともに生活する人同士が、互いに支え合い励まし合う関係づくりが基本となる。ここでポイントとなるのは、地域住民と交流が未だ多くない施設利用の障害者や、在宅の「引きこもり」の人々との接点となる交流の機会の設定である。文献や資料では「住民ネットワークづくり」や「アセスメント」を実施して「地域社会のソーシャルサポートの形成とそのネットワークづくり」の必要性が述べられ、事例が紹介されているところである¹⁷⁾。しかし、地域住民や障害者等がともに話し合い、どのような地域社会にするのか、自分たちの地域像を協議する場の支援や設定のための必要な調整等に関しては、ほとんど述べられていない。福祉コミュニティの重要な要件でもあり、法に定める地域福祉の推進において重要な要件は「福祉サービスを必要とする地域住民が、地域社会を構成する一員として日常生活を営む¹⁸⁾」ことなのである。そのための意思決定に対する支援は、成年後見制度があれば良いというものではない¹⁹⁾。課題を早急に解決して人をサービスに適用させること以上に、人が「地域社会を構成する一員として」日常生活を送るために必要な「支援」は何かを考えていく必要がある。そこには、本人の自己決定が尊重されなければならないことを、基本とされる必要がある。改めて様々な取り組みは、すべて人間を目的とするものでなければならず、決して人間を手段として用いるようなことがあってはならないのである。住民主体の地域のしくみを構築するためには、この点が確保される必要がある。阿部は「一人ひとりが選択の上で、目的意識をもって相互的協調と自主的努力を注がなければコミュニティは形成できない。」と述べ、さらに「コミュニティは、地域福祉の根幹をなす理念である。地域福祉を貫く中心の思想は、地域の社会システムや街づくりの方法でなく、コミュニティ形成を目指すところにある²⁰⁾」と述べている。我々が目指すべきコミュニティの姿を、社会福祉の当事者も含めた地域住民によって、描く必要があると思われる。

最後に、中川地区の取組みが40年経過しても、未だに全国に広がりを見せていない理由として、少なくとも以下の三点が考えられる。第一に、中川地区の住民が他の地区に転居して、「転居先の地域の取組みに違和感を感じた」という点に象徴されている。それは中川地区以外の地区では、日常生活上住民の生活感覚に福祉の対象者が含まれておらず、そのため地域組織や行事に反映されていないことに、疑問を感じないことが「常識」となっている点があげられよう。地域福祉活動が二分化している点に疑問を持たないために、福祉サービス利用者に対する配慮の必要性を感じることがないため、取組みが進まないのである。それに伴って第二に、地域の組織形成に、福祉コミュニティ形成を前提としていない点があげられる。地域の組織の構成メンバーに福祉（施設・事業所）関係者が含まれることがほとんどない状況にある。加えて地域の事業は「前例踏襲」が基本で、変更する場合は地区民の同意が条件となり、これに費やす労力は

近年の疲弊した地域社会では想像を絶するものとなっている。このため、地域内の交流活動を展開する企画が進まないのである。中川地区の場合は、昭和50年代に市の自治推進モデル地区に指定されたという要素が加わって、はじめて実現したものである。また第三に、二分化が解消されない地域福祉活動の展開によって、施設で生活している福祉利用者や、在宅の引きこもり住民間における活動の必要性が認識されていないため、住民にとって「我が事」には至っていない点があげられる。荒井は、「「障害者には判断力がない」「障害者とは意思疎通ができない」という偏見が根強くあったのです（現在もまだ存在します）」と述べ、社会に残る差別や偏見の意識が、共生社会の形成の「障害」になっていることを指摘しているほか、廣野の言葉を引用し、「介護システムがある程度確立された現在においても、地域で障害者が困っている場合に「誰か介護者がいるだろう」と市民が無関心であれば、障害者にとって住みよい地域社会は形成されないだろう²¹⁾」と述べ、建物やサービス等社会システムなどの整備をするだけでは差別や偏見はなくなることを述べている。このことから理解を深めるための交流が必要とされるのであり、その実践がひいては「福祉コミュニティ」形成にも繋がることを示唆していると考えられる。

地域社会においては、これら地域福祉の推進に際して葛藤が生じたり、災害の際の復旧復興時の街づくり段階においても、福祉サービスを必要とする住民の声が活かされないばかりか、排除・偏見の意識が潜在化している。被災地の復興には、福祉サービスが必要な地域住民の声を反映させなければ、福祉サービスを必要とする地域住民は安心して生活することはできない。したがってそのための実践と差別・偏見の除去に向けた取り組みが必要となる。こうした葛藤解決の原則は、ソーシャルワークの実践上の原則の一つである。今回の地域共生社会に向けた制度改正に伴い、市町村によって施設や在宅のサービスシステムの整備と併せて何らかの施策が講じられ、中川地区のような取組みが広がることを期待するとともに、地味ながらもソーシャルワークの実践による確実な歩みが望まれる。

結びに

戦後の日本では、経済成長・経済第一主義に適った国民がシチズンシップとされてきた。その結果現代においては、就職できず地方に残された人々や、就職したものの競争に敗れ、傷ついて故郷に戻った多くの人々がふるさと等でひっそりと暮している。また社会福祉サービスの利用者と言われる人々も、自宅または施設等にてひっそりと暮している。この人々は、地域の中では特定の方にしか存在が知られていない。特に福祉施設の利用者は、施設で生活していても、地域の人々には「施設の人」とのみ認識され、引きこもりの対象ともされず、固有名詞では存在が知られることはないのである。

ある地方の地区の集会で自治会の副会長が「我々と繋がっていた人は、亡くなっても人々が集まると思いい出話によって皆の中に蘇る。一方繋がっていない人は、確かにこの地域で暮しているのかもしれないが、我々の中には存在しない人なのだ。もう少し同じ地域で暮している人のことを考え、取組み方を考えていこう」と挨拶をし、制度や役職等の事情からではなく、一般住民として地域づくりのあり方を考えながら、活動を展開することとなった。同じ地域で生活している人を、いわば同胞として繋がりづくりを進めるために取り組もうというエピソードである。その実践は、人を中心とし目的とするものである。

福祉コミュニティは、あらゆる人々を例外なく「同胞」としようとする地域づくりである。その実践は、地域福祉の推進そのものであり、デモクラシーの実践でもある。その目的とされる「人 (hominis)」は「固有で本質的かつ無条件に価値あるもの (the unique intrinsically and unconditionally valuable)²²⁾」を持ったものであるからこそ、目的として広く取り組まなければならない実践である。平等であることと多様性に関することを踏まえつつ、福祉コミュニティの構築に向け hominis との関わりを保ち、二分化されている地域福祉活動を一元化できるように取り組むことが求められており、「＜ひとり＞とふれあい、学習し、理解し、信頼し、それを行動に表し、共に生きようとするのが福祉に働く者の態度²³⁾」の具体的な実践の

あり方として生活するための条件や活動のための条件を整えていく取り組みが必要とされていると思われる。

註

- 1) 社会福祉法第106条の4に、市町村の事業として重層的支援体制が規定され、これを市町村の負担と規定した。その上でこれの財源補償の規定として法第106条の8および106条の9において国および都道府県からの交付金を規定し、法第106条の9および第106条の11において、市町村において特別会計となっている介護保険特別会計から、一般会計への繰り入れの規定がなされた。
- 2) 社会福祉法第4条第2項において「地域福祉の推進」に関する規定がなされ、ここでは「地域住民等」が推進主体であることを明記している。行政の役割は第6条に規定されている。なお、地域福祉における住民の主体性に関しては、岡村重夫（1970）『地域福祉研究』柴田書店、右田紀久恵（2005）『自治型地域福祉論』ミネルヴァ書房、牧里毎治（2007）『地域福祉論』川島書店、などにおいて明らかにされているほか、当事者性についても触れている。
- 3) この点については、筆者が2001年度以降、毎年業務および研究上関わった東北や北関東の市町村の地区等に関する地域調査の全てにおいて、程度の差こそあれ確認された結果である。
- 4) 現在においても継続して取り組まれているのは、山形県上山市の「中川福祉村」の事例があり、取り組みが開始されてから40年になる。子どもの時から特別支援学校の子どものとの交流や、精神病院の患者との交流などを通じて、障害を持つ人々との日常的に交流することによって偏見を無くすようにした。なお、同様の取り組みは、福岡県福岡市西区にある「今津福祉村」の例がある。
- 5) 高田真治（1993）『社会福祉混成構造論』海声社 p. 66-67. 他に「福祉コミュニティ」の研究としては、瓦井昇（2000）『新版福祉コミュニティ形成の研究』や平川毅彦（2004）『「福祉コミュニティ」と地域社会』などもある。
- 6) 神野直彦（2018）「地域福祉の「政策化」の検証－日本型福祉社会論から地域共生社会まで－」『社会福祉研究』第132号 鉄道弘済会 p. 28.
- 7) 右田紀久恵（2005）『自治型地域福祉論』ミネルヴァ書房 p. 17.
- 8) 都築光一（2012）『地域福祉の理論と実際』建帛社 p. 5.
- 9) 原田正樹（2021）「地域共生社会政策と地域福祉研究」『日本の地域福祉』日本地域福祉学会、p. 1
- 10) 柴田謙治（2021）「「連帯と協働の社会形成」と地域福祉、キリスト教社会福祉」『キリスト教社会福祉研究』第53号 p. 25.
- 11) 2015年（平成27年）10月2日「総合的な意思決定支援に関する制度整備を求める宣言」日本弁護士連合会
- 12) カント著／森口美都男・佐藤全弘訳（1979）「人倫の形而上学の基礎付け」『カント』世界の名著39 中央公論社 p. 274. このカントの言葉は、Report of the Working Party on Social Action and Social British Association of Social Workers（1974）においても、基本的な事項であることを、Zofia T. Butrym が指摘している。Zofia T. Butrym（1976）“The Nature of Social Work” The Macmillan press LTD London. P. 14.
- 13) 上山市の地域の役職員は、毎年いずれかの役職員が委嘱替えとなるため、中川地区においても同様となる。
- 14) 内閣府政策統括官（共生社会政策担当）（2019）『生活状況に関する調査報告書』内閣府
- 15) 一般財団法人日本総合研究所（2021）「令和2年度厚生労働省障害者総合福祉推進事業費補助金 「障

害者支援施設における地域移行の実態調査及び意思決定支援の取り組み推進のための調査研究事業報告書」日本総合研究所

- 16) 「障害者自立支援法」を「障害者総合支援法」とする内容を含む「地域社会における共生の実現に向けて新たな障害保健福祉施策を講ずるための関係法律の整備に関する法律案」が2012（平成24）年3月に閣議決定され、同年6月に成立し、2013（平成25）年4月より施行（一部、2014（平成26）年4月施行）された。
- 17) 日本地域福祉研究所監修（2019）『コミュニティソーシャルワークの新たな展開－理論と先進事例－』中央法規 P. 104－105. には、様々な事例を含めて、詳しく内容が紹介されており参考になる。
- 18) 社会福祉法第4条第2項の規定である。
- 19) 日本弁護士会が2015年（平成27年）10月2日付けで発した「総合的な意思決定支援に関する制度整備を求める宣言」に述べられている。
- 20) 阿部志郎（1998）『コミュニティ 講演集3』海声社 p. 174.
- 21) 荒井裕樹（2020）『障害者差別を問い直す』ちくま新書 p. 100.
- 22) Michael Rosen（2012）“Dignity :Its History Meaning” Harvard University press p31. Rosen はここで、カントの「人倫の形而上学の基礎付け」の内容を引用しながら説明している。
- 23) 阿部志郎（1997）『福祉の哲学』誠信書房 p. 5.

原著論文

腰痛刺激時の脳血流反応と性格傾向 －腰痛有無での検討－

田邊素子、庭野賀津子

東北福祉大学

要旨

腰痛の有無による腰痛刺激時の脳血流反応と性格傾向の関連を検討することを目的とした。対象は大学生50名（男女各25名）、腰痛の有無により2群に分けた。腰痛刺激は身体動作場面の提示で Harmful（腰痛に影響する）、Harmless（腰痛に影響しない）の2条件とした。脳血流反応は、fNIRS装置でPFC領域のoxyHb（mM/mm）を計測した。性格傾向は、NEO-PI-Rを用い、N:神経症傾向、E:外向性、O:開放性、A:調和性、C:誠実性の5因子の得点を求めた。oxyHbと性格得点についてSpearmanの相関分析を行った。腰痛有群では、Harmful, HarmlessともA得点、C得点と負の相関がみられ、その部位はDLPFC, FP, OFCの領域であった。腰痛無群ではHarmless条件でFPにN得点と負の相関がみられた。Harmful条件では、腰痛があるものは、性格傾向と関連する脳血流反応がPFCの3領域でみられた。Harmless条件では、腰痛の有無に関わらず性格傾向と関連する脳血流反応がFPでみられた。

キーワード：慢性腰痛、機能的近赤外線分光法（fNIRS）、脳機能活動、ビッグファイブ理論、大学生

1. 背景

2020年、国際疼痛学会（IAPS）は痛みの定義について、「実際の組織損傷もしくは組織損傷が起こりうる状態に付随する、あるいはそれに似た、感覚かつ情動の不快な体験¹⁾」と再定義した。この新しい定義により、痛みは組織の損傷だけではなく、個人的な体験を含めることから、生物学的、心理的、社会的要因によってさまざまな程度で影響を受けるものと捉えることができる。また、IAPSの最新の「痛みの3つの機構分類」²⁾について、日本痛み関連学会連合用語委員会において、①侵害受容性疼痛、②神経障害性疼痛、③痛覚変調性疼痛との日本語訳³⁾が提案された。この中でも特に、痛覚変調性疼痛は、痛みを生じる複雑な状態を表す新しい概念として、今後定着してゆくものと思われる。

腰痛は生涯有病率が高く人生の中で約8割のものが経験するといわれている。腰痛が遷延化する背景には、生物学的要因だけでなく心理社会的要因が影響すると指摘されている。前述の分類による痛覚変調性疼痛は、腰痛が長期化する要因について、急性期以降の心理社会的要因を含めた疼痛過程の複雑な機序を示すものと考えられる。

慢性腰痛者の疼痛時の脳機能は健常者と異なることが知られている。熱刺激による腰痛時には健常者と同様に感覚野、島、視床など感覚に関わる部位が賦活するが、自発痛を感じている時の慢性腰痛者の賦活部位は内側前頭皮質、前部帯状回、扁桃体など情動と関連する部位が賦活される⁴⁾。自発痛を感じている時点では、感覚器に直接的な入力がないにも関わらず対象者が疼痛を感じている状態であり、慢性腰痛者において疼痛に関わる脳機能の特異性を示している。

医療場面では、質問紙で患者の性格傾向を評価するミネソタ多面人格目録（MMPI）や、近年、慢性痛

患者に対し、モーズレイ性格検査 (MPI) や TCI (Temperament and Character Inventory)⁵⁾、NEO-PI-R を使用し性格因子と症状との関係が検討されている。しかし、疼痛とパーソナリティを検討した長期的を対象としたレビュー論文では MMPI は「痛みの性格」を裏付ける証拠がないとされている⁶⁾。

慢性腰痛者の性格的な特徴を MPI にて検討した報告⁷⁾では、神経症傾向や内向性に着眼して、対象者を3つのタイプに分け分析している。神経症傾向や内向性のあるものは、痛みに対する不安や恐怖感が痛みを強くし慢性化する可能性があると考えられている。また集学的リハビリテーションの対応となった慢性腰痛患者グループについて NEO Personality Inventory -Revised (NEO-PI-R) で性格特性を同定した研究では、一般集団に比べ開放性は低く誠実性は高かったと報告されている⁸⁾。NEO-PI-R は、ビッグファイブ理論にもとづく人格テストであり、質問紙で240問の項目に答えた個人の人格特性を、神経症傾向 (N: Neuroticism)、外向性 (E: Extraversion)、開放性 (O: Openness)、調和性 (A: Agreeableness)、誠実性 (C: Conscientiousness) の5つの次元で捉えるものである。学術的にも国内および海外で広く使用されていることから⁹⁾、慢性腰痛の複雑な機序を検討する上で、個人の人格特性をより多数の次元で捉える NEO-PI-R の使用が妥当であると考えられる。疼痛感受性を高める予測因子として、5次元の人格特性の中でどの因子が強く影響するかを明らかにすることは、腰痛の長期化を予防するためのプライマリケアとして有意義である。

また、疼痛時の脳機能計測や、慢性腰痛患者の性格傾向について各々報告されているが、双方に関連させた検討はなされていない。痛みの定義に述べられている疼痛の情動的な側面を検討する上では、個人因子である性格傾向と脳機能計測の双方を組み合わせることで検討することが重要と考える。そこで、本研究の目的は、腰痛症状の有無により、腰痛刺激時の脳血流反応と性格傾向がどのように関連するのかを検討することである。

2. 方法

1) 研究対象者

医療系学科に所属する大学生50名 (内訳: 男女各25名、平均年齢 21.3 ± 0.7 歳) を対象とした。研究参加にあたり、研究内容および研究参加の任意性について十分な説明を行い書面にて参加の同意を得た。本研究は所属施設の研究倫理委員会にて審査され承認 (RS-170201) を得てから実施した。

2) 腰痛症状の評価

腰痛評価は、日本語版 Pain DETECT⁶⁾を使用した。「いま現在のあなたの痛みはどの程度ですか (現在の痛み)」、「過去4週間で最も激しい痛みはどの程度でしたか (過去4週間最大の痛み)」、「過去4週間の痛みの平均レベルはどの程度ですか (過去4週間平均の痛み)」の3項目について、対象者は0 (全くない) - 10 (最大) の11段階の Numerical rating scale (NRS) にて評価した。また、現在の痛み0: 腰痛無群、現在の痛み: 1以上のものを腰痛有群、とし腰痛症状の有無により2群にわけた。

3) 性格傾向の評価

個人因子である性格傾向を評価するため、NEO-PI-R 日本語版⁹⁾を使用した。ビッグファイブ理論にもとづく人格テストであり240項目の質問に0 (全くそうでない) - 4 (非常にそうだ) の5段階で回答し、性格因子を、神経症傾向 (N: Neuroticism)、外向性 (E: Extraversion)、開放性 (O: Openness)、調和性 (A: Agreeableness)、誠実性 (C: Conscientiousness) の5次元でとらえるものである。各次元の得点は0 - 159点の範囲である。神経症傾向は人格尺度で広く浸透している。神経症傾向の高いものは、恐怖や悲しみ、怒り、困惑などを感じやすい。外向性が高いものは活動的で社会的、快活な傾向がある。開放性は積極的な創造性が含まれ、開放性が高いものは知的好奇心が高く生活の経験が豊かである。調和性が高

いものは同情的であり、他者へ援助に熱心で、社会的に好ましいとされる。誠実性の高いものは目的をもち意志が強く、学業や職業の達成と関連するがワーカホリックな一面もある。腰痛症状の長期化を予測因子として、性格傾向の5因子の特徴とともに、先行研究⁸⁾を参考に、ワーカホリックというネガティブ面と関連する誠実性 (C)、慢性腰痛は抑うつと関連する報告もあることから神経症傾向 (N) の2因子を主に着目することとする。

4) 脳血流反応の計測

脳血流反応の計測は、静かな環境の個室で行い、対象者はリクライニング式椅子に安楽な姿勢で座った (Fig.1)。脳血流反応はfNIRS装置 (ETG-4000、日立メディコ) を使用し、前頭部から側頭部にかけ52チャンネル用の計測ホルダーを装着した。計測ホルダーは、最下列のプロローブが国際10-20法の Fp1-Fp2 ライン上に位置するよう配置した。本装置では、酸素化ヘモグロビン濃度変化 (oxyHb)、脱酸素化ヘモグロビン濃度変化 (deoxyHb)、総ヘモグロビン濃度変化 (totalHb) の3項目が計測可能であるが、今回は脳活動と関連がある oxyHb 濃度変化量 ($\text{mM} \cdot \text{mm}$) を測定指標とした。脳血流反応の関心領域を、背外側前頭前皮質 (Dorsolateral prefrontal cortex : DLPFC)、前頭極 (Frontopolar area : FP)、眼窩前頭前皮質 (Orbitofrontal cortex : OFC) の3領域とした。52チャンネル解剖学部位は先行研究¹¹⁾を参考にし、前述の関心領域にかかる19チャンネルを解析の対象とした。

脳血流反応の計測デザインは、レスト30秒、タスク20秒のブロックデザインを使用した¹²⁾。レストは黒地に固視点、タスクとして、腰痛を喚起する日常生活上の身体動作場面を Harmful 条件、腰痛に影響しない身体動作場面を Harmless 条件とし、各々2条件のビデオクリップを使用した。対象者は計測中、前方に設置した液晶モニターを注視するよう教示された。

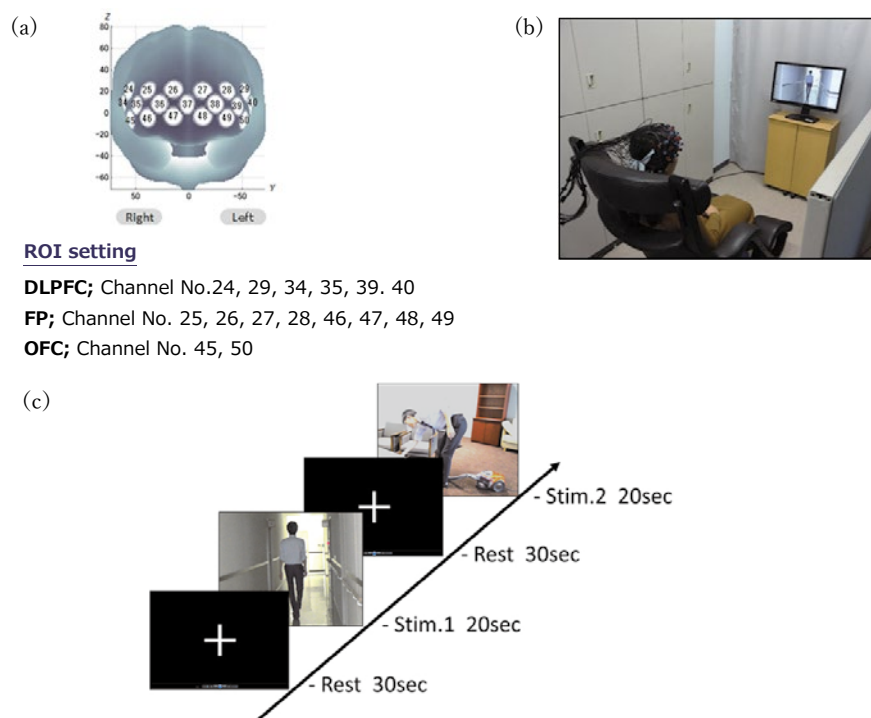


Fig. 1 fNIRS 計測の方法

注) (a) 計測チャンネルと関心領域 (ROI) の設定: 図中の番号は計測チャンネルを示す。各チャンネルの領域は Tsuzuki D, Dan I, et. al. 2007 を参考にした。

(b) 脳血流反応計測の計測場面を示す。腰痛刺激はモニターにて提示した。

(c) 計測デザイン: レスト30sec、タスク 20sec のブロックデザインを示す。

5) 統計解析

腰痛評価および NEO-PI-R の各因子の得点について、平均値（標準偏差）を算出した。fNIRS 装置で計測した oxyHb 値について、NEO-PI-R の各因子の得点と Spearman の相関分析を行った。有意水準 5 % 未満を統計学的有意とした。

3. 結果

1) 腰痛評価

腰痛評価の結果について、腰痛有群では、「現在の痛み」が2.38、「過去 4 週間最大の痛み」が4.29、「過去 4 週間平均の痛み」は2.47であった（Table.1）。

Table 1 腰痛評価の結果

疼痛種別	腰痛有群 (n=24)		腰痛無群 (n=26)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
現在の痛み	2.38	1.28	0	0.0
過去 4 週間 最大の痛み	4.29	1.99	0.92	1.38
過去 4 週間 平均の痛み	2.47	1.37	0.42	0.70

注) 痛みの程度について 0～10までの11段階で評価し、腰痛有無の各グループの平均値を算出した。

2) 性格傾向の得点

性格傾向の 5 次元の得点について、腰痛有群、腰痛無群の得点について平均値（標準偏差）を Table.2 に示す。2 群とも各因子とも、先行研究の日本人大学生の標本集団の平均点と近似した得点であった。

Table 2 NEO-PI-R の記述統計量

Factor	腰痛有群 (n=24)		腰痛無群 (n=26)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
N：神経症傾向	110.0	19.1	111.3	18.7
E：外向性	105.5	23.2	105.7	17.4
O：開放性	115.2	13.4	113.7	16.1
A：調和性	114.1	13.8	112.2	12.7
C：誠実性	92.3	19.0	94.3	18.2

注) NEO-PI-R の 5 つの因子について、腰痛有無の各グループの平均値を算出した。

3) 脳血流反応と性格傾向の相関について

腰痛有群において、Spearman の相関分析の結果、Harmful 条件時、DLPFC、FP、OFC の 3 領域（10 箇所）にて、oxyHb と誠実性（C）得点と有意な負の相関がみられた（ $p < .05$ ）（Fig.2）

また、腰痛有群においては、DLPFC、FP、OFC の各領域（12箇所）にて、oxyHb と誠実性（C）得点と有意な負の相関がみられた（ $p < .05$ ）、また DLPFC、FP、OFC の各領域（8 箇所）にて、oxyHb と調和性（A）得点と有意な負の相関がみられた（ $p < .05$ ）（Fig.3）

腰痛無群では、Harmless 条件時、FP 領域（7 箇所）に oxyHb と神経症傾向得点で有意な負の相関がみられた（ $p < .05$ ）（Fig.4）。

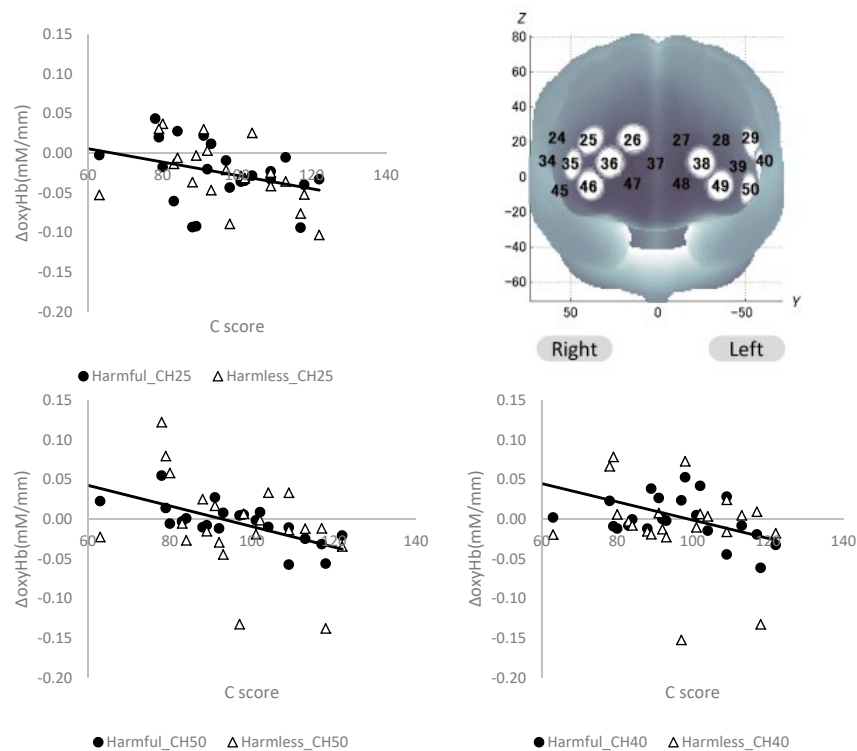


Fig. 2 腰痛有群における脳血流反応と性格傾向：Harmful 条件

注) Harmful 条件時、DLPFC, FP, OFC の領域 (10箇所) にて、oxyHb と誠実性 (C) 得点と有意な負の相関がみられた (CH25: $\rho = -.489$, CH40: $\rho = -.468$, CH50: $\rho = -.765$, $p < .05$)。

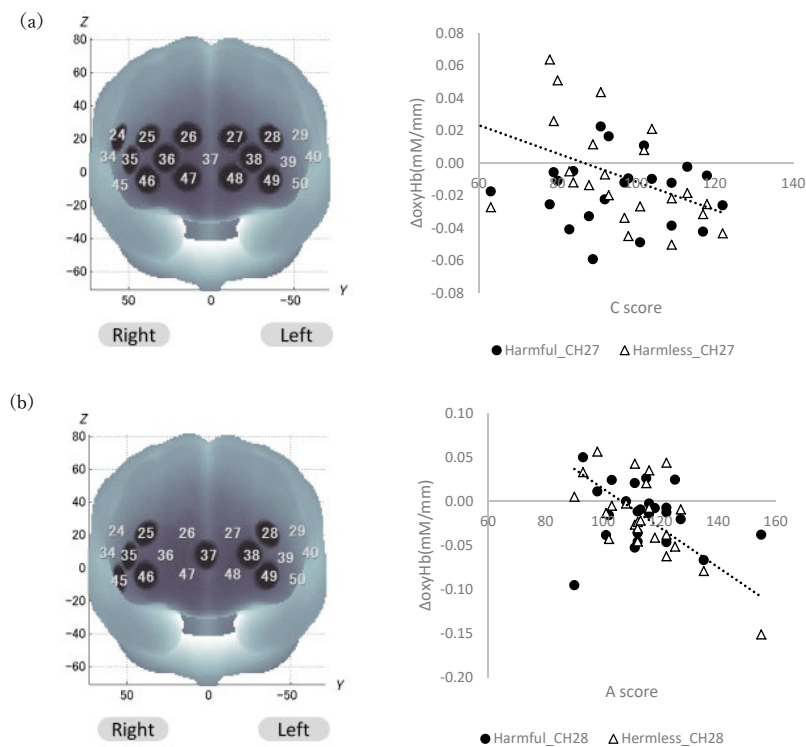


Fig. 3 腰痛有群における脳血流反応と性格傾向：Harmless 条件

注) (a) 腰痛有群において、DLPFC, FP, OFC の各領域 (12箇所) にて、oxyHb と誠実性 (C) 得点と有意な負の相関がみられた ($p < .05$)。図の右はチャンネル27と C 得点の相関 ($\rho = -.418$) を示す。(b) 腰痛有群において、DLPFC, FP, OFC の各領域 (8 箇所) にて、oxyHb と調和性 (A) 得点と有意な負の相関がみられた ($p < .05$)。図の右はチャンネル28と A 得点の相関 ($\rho = -.400$) を示す。

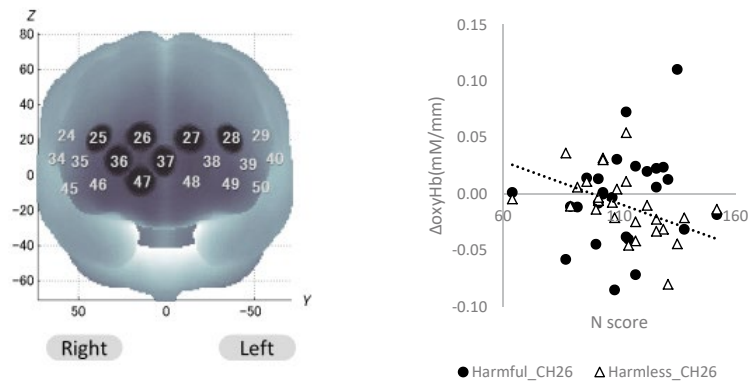


Fig. 4 腰痛無群における脳血流反応と性格傾向：Harmless 条件
 注) Harmless 条件時、腰痛無群では、FP 領域（7 箇所）に oxyHb と神経症傾向得点で有意な負の相関がみられた（CH26: $\rho = -.637$, $p < .05$ ）。

4. 考察

本研究は、腰痛有無により、腰痛刺激時の脳血流反応と性格傾向との関連を検討した研究である。腰痛は、ヒトで有訴率の高い疼痛疾患であるが、痛みの主観的な側面を心理的指標及び脳機能計測で明らかにすることにより慢性腰痛の疼痛機構について脳機能および性格傾向の視点から明らかにすることに意義があると考えられる。

腰痛評価については、腰痛有群において、現在の腰痛が0－10段階のうち平均が2.38であり、腰痛症状としては軽度な集団であると考えられる。腰痛の有病率は中高年以降に増加することや職業性腰痛など就業の影響¹³⁾があることから、就職前であることや若年成人であることが要因と考える。

また性格傾向の5因子の各得点の平均値については、先行研究の大学生集団⁹⁾と近似した値を示していた。今回の対象者集団は一般的な大学生と性格傾向が平均的な集団であると捉えることができる。

脳血流反応と性格傾向の相関では、腰痛有群では、腰痛に影響する Harmful 条件で、誠実性 (C) 得点と DLPFC、FP、OFC の3領域の複数のチャンネルで有意な負の相関がみられた。このことは腰痛者で誠実性傾向のあるものは、有害な刺激に対し脳賦活が活性化していないといえる。誠実性の高さは、学業成就など高い目的意識をもつが、反面、痛みに対し表出しない我慢強い性格ともいえる。有意な負の相関があった脳の部位のうち DLPFC は、情動に関連する扁桃体や帯状回と神経線維連絡があるが、腰痛刺激に対し情動と関連して脳反応が抑制的であった可能性が考えられる。また腰痛有群では、Harmless 条件においても3領域のチャンネルにおいて誠実性および調和性得点と有意な負の相関がみられた。この点については、腰痛のあるものは、誠実性との関係では、日常生活の動作について腰痛に影響する場面で提示した持ち上げ動作や中腰姿勢だけでなく、歩行、階段といった腰痛に一旦影響しない動作場面についても反応を抑える傾向があることを示している。しかし、調和性との相関の解釈とともに、Harmless 条件について今回の大学生集団では結論は出せず、より腰痛症状の重度な対象者でも同様の傾向があるかどうか検討が必要と思われる。

腰痛無群では、Harmless 条件で FP 領域に神経症 (N) 得点と有意な負の関連があった。腰痛症状がないものでは、神経症傾向が高くても、腰痛に影響しない動作場面を無害と捉え、動作への恐怖心や不安などを感ぜず、脳反応が抑えられたのかもしれない。相関がみられた部位は FP 領域であり、高次の認知コントロールを行う部位である。無害な刺激に反応しなかった可能性が考えられる。

今回の結果より、腰痛刺激時の脳血流反応と性格傾向の関連では、誠実性 (C) の性格因子が腰痛症状の長期化の因子の1つである可能性が考えられる。痛みに対する我慢強さが、長期的に腰痛体験の繰り返

しにつながった可能性が考えられる。一方、腰痛症状のあるものの無害な刺激に対する調和性との関連については今後の検討と考える。慢性腰痛と関連のある抑うつと関係の深い性格因子である神経症傾向（N）については、腰痛症状のないものでは、神経症傾向の高さは、腰痛無害な刺激では脳血流反応と関連しないことが示唆された。本研究は腰痛症状が比較的軽症な若年成人での検討であることから、今後腰痛症状がある程度強い集団において、性格傾向と脳血流反応の計測を行うとともに経時的な測定を行うことで、腰痛症状の長期化について因果関係を含めた予後予測因子を検討する必要があると考える。

5. 結語

腰痛に関連する刺激呈示時の脳血流反応と性格傾向の関連を腰痛症状の有無による対象者で検討した。腰痛を持っているものは、特定の性格傾向と脳血流反応が抑制的な関連があることが示唆された。今回の結果は、腰痛症状とその疼痛機構を考えるとときに脳機能的な側面と個人因子である性格傾向の資料として有益となる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費21K11316の助成を受けたものです。

引用文献

- 1) Raja, S.N., et al. "The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises" *Pain*. **161**, 1976-1982. 2020, doi: 10.1097/j.pain.0000000000001939.
- 2) Kosek, E., Cohen, M., Baron, R., et al. "Do we need a third mechanistic descriptor for chronic pain states?" *Pain*. 157,1382-1386, 2016. doi: 10.1097/j.pain.0000000000000507.
- 3) 日本痛み関連学会連合. Nociplastic pain の日本語訳について. <https://upra-jpn.org/archives/432> 2021（閲覧日：2022年2月10日）
- 4) Baliki, M.N., Chialvo, D.R., Geha, P.Y., et al. "Chronic pain and the emotional brain: specific brain activity associated with spontaneous fluctuations of intensity of chronic back pain." *J Neurosci*. **47**, 12165-73, 2006
- 5) 赤瀬川豊、武田龍一郎、長友慶子、他. 「Temperament and Character Inventory (TCI) を用いたうつ病・慢性疼痛併存患者におけるパーソナリティプロフィールの検討」『精神医学』 **55**, 645-651, 2013
- 6) Naylor, B., Boag, S., & Gustin, S. M. "New evidence for a pain personality? A critical review of the last 120 years of pain and personality." *Scandinavian journal of pain*, **17**, 58-67, 2017
- 7) 笠井裕一、荒木健太郎、竹上健次、他. 「慢性腰痛者の性格的特徴」『骨・関節・靱帯』 **16**, 829-834, 2003
- 8) Ibrahim, M. E., Weber, K., Courvoisier, D. S., & Genevay, S. "Big Five Personality Traits and Disabling Chronic Low Back Pain: Association with Fear-Avoidance, Anxious and Depressive Moods." *Journal of pain research*, **13**, 745-754, 2020
- 9) 下仲順子・中里克治・権藤恭之・高山 緑『日本版 NEO-PI-R NEO-FFI 使用マニュアル改訂増補版』東京心理株式会社, 2011
- 10) Matsubayashi, Y., Takeshita, K., Sumitani, M., et al. "Validity and Reliability of the Japanese Version of the painDETECT Questionnaire: A Multicenter Observational Study." *PLoS One*, **8**, e68013, 2013
- 11) Tsuzuki, D., Jurcak, V., Singh, A.K., Okamoto, M., Watanabe, E., Dan, I. "Virtual spatial registration

of stand-alone fNIRS data to MNI space.” *Neuroimage* **34**, 1506-1518, 2007. PMID: 17207638

- 12) 田邊素子、庭野賀津子、佐藤洋介、鈴木堅二. 「腰痛に関連する脳活動と抑うつ傾向との関連」『感性福祉研究所年報』 **19**, 141-147, 2018
- 13) 松平 浩、磯村達也、岡崎裕司、他. 「日本人勤労者を対象とした腰痛疫学研究」『日本職業・災害医学会会誌』 **63**, 329-336, 2015

原著論文

微小変位地形から見た 愛子断層の後期更新世以降の断層活動

水本匡起

東北福祉大学

要旨

活断層の一つとして認定されている宮城県仙台市西部の愛子断層は、既往研究によって中期更新世の活動が示されていたものの、最近の活動については不明であった。今回、愛子断層のトレースに沿って詳細な変動地形学的調査を行った結果、広瀬川右岸の後期更新世（MIS 2）段丘面上に、撓曲をとまなう2.5mの低断層崖が新たに認められた。よって、愛子断層は約2万年前以降に少なくとも1回活動したことが明らかとなり、今後も活動を繰り返す活断層であることがより確実となった。また、中期更新世段丘面から算出される愛子断層の平均変位速度は0.15-0.16m/千年程度であり、後期更新世段丘面から算出される値も0.13m/千年とほぼ等しいことから、愛子断層は後期更新世以降もほぼ同じ平均変位速度で活動している活断層であることが明らかとなった。

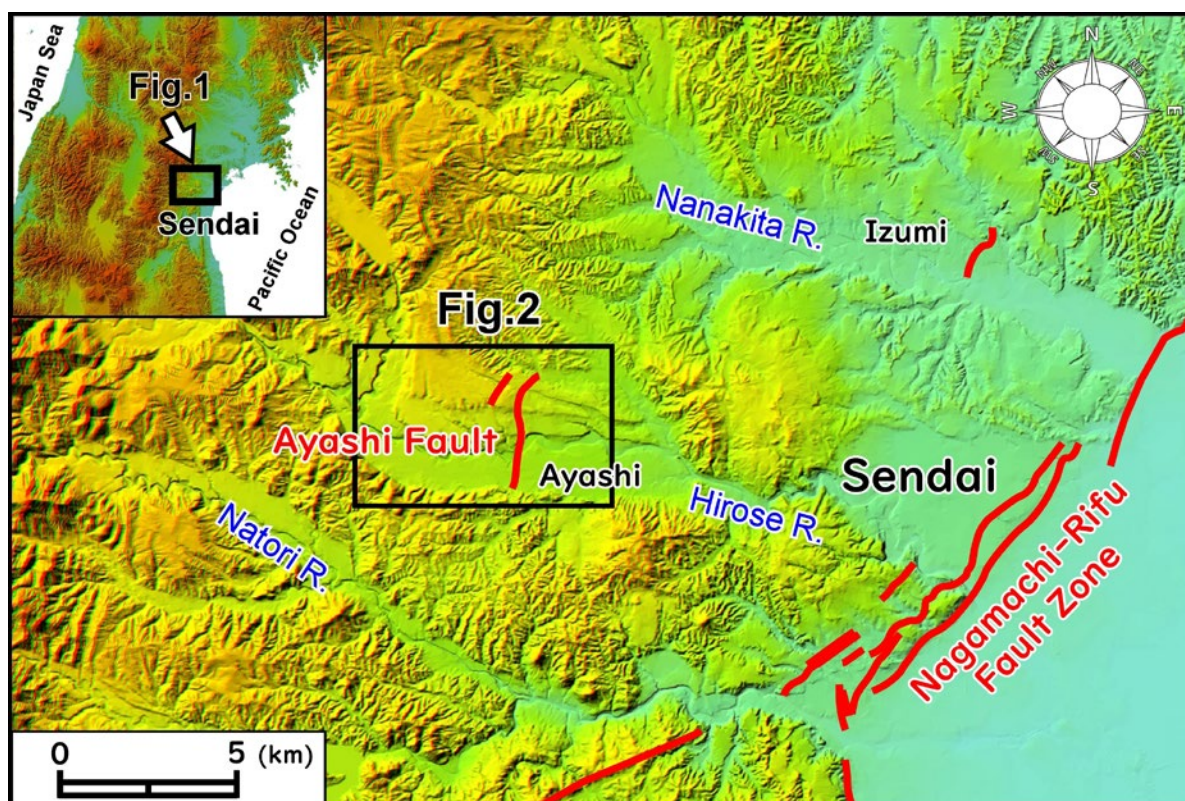
キーワード：愛子断層、活断層、断層変位地形、広瀬川、仙台市

1. はじめに

仙台市西部に位置する愛子断層は、南北走向で2 kmの長さを有する確実度Ⅰの活断層として認定されている（活断層研究会編、1991）¹⁾（第1図）。愛子断層は、広瀬川や大倉川が形成した中期更新世の河成段丘面を大きく変位させていることが報告されており（大内、1973）²⁾、地震防災の観点から見ても、同断層の最近の活動に関する情報は重要である。しかし、後期更新世以降の段丘面には変位が見られないことから、愛子断層の最近の活動時期や活動度に関するデータについては不明な点が多かった。そこで本研究は、愛子断層の最近の活動を示す地形学的な証拠を見出すために、断層沿いの微地形に着目し、空中写真判読と現地調査によって変動地形を詳しく調べた。その結果、従来示されていた愛子断層の南方延長部に位置する後期更新世の段丘面上に、同断層の最新活動にともなう低断層崖を認定することができた。本論では、この低断層崖に関して詳細な報告を行うとともに、愛子断層の後期更新世以降の断層活動時期と平均変位速度について検討する。

2. 方法

宅地開発や圃場整備など、地形の人工改変ができるだけ少ない時代に撮影された1948年米軍および、1960年代、1970年代国土地理院の空中写真を用いて詳細な地形判読を行い、現地での地形調査を行った。地形断面図は、国土地理院の基盤地図情報数値地形モデル5 m メッシュDEM（航空レーザ測量データ）を用いて作成した。



第1図 調査対象位置図

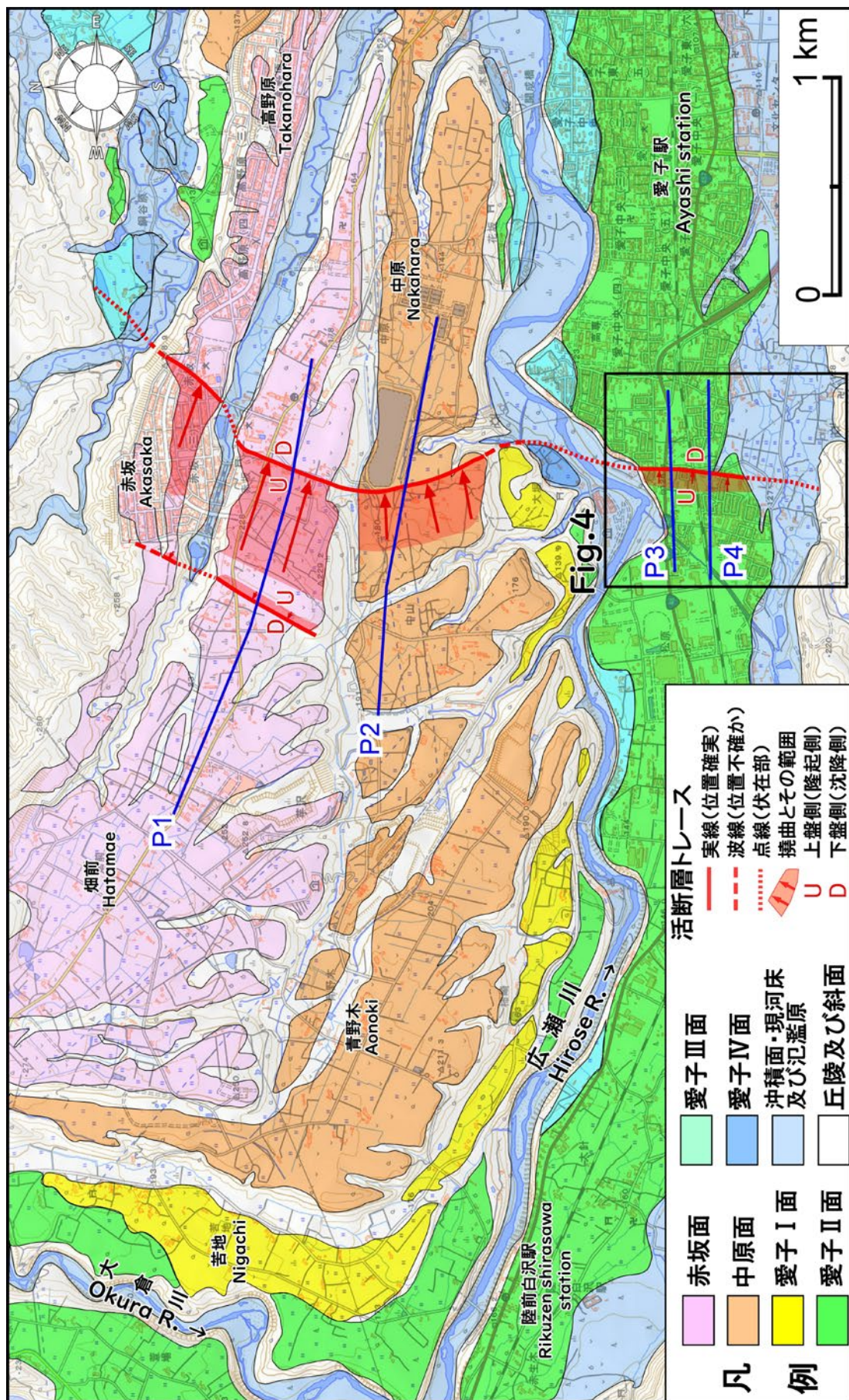
赤色の実線は活断層を示す。基図は国土地理院地図（電子国土 Web）による。

3. 愛子断層周辺に発達する段丘面の分布と年代

愛子断層周辺には、形成時代を異にする複数の段丘面が発達しており、各段丘面は良好な断層変位基準となっている（第2図）。これらの段丘面は、西流する広瀬川と広瀬川支流の大倉川が形成した河成段丘面であり、上位より赤坂面、中原面、愛子Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ面の各面に区分される。

赤坂面は、図の範囲において標高280m から160m の高さに分布し、かなり開析を受けているものの広い堆積面を残している。田山（1933）³⁾、中川ほか（1960）⁴⁾ 小池・町田編（2001）⁵⁾ の赤坂面、大内（1973）²⁾ のⅡ面に相当する。幡谷ほか（2005）⁶⁾ は、下位の中原面の形成年代を MIS 6（13.5万年前）の堆積段丘とし、その後の研究によって赤坂面の形成年代を MIS 8（約25万年前）と推定した（幡谷、2006）⁷⁾。梶原（2019）⁸⁾ は遺跡の発掘調査にともない、赤坂面構成層を詳細に記載している。そして、赤坂段丘を構成する礫層とその上位にのる安達－愛島軽石層（Ac-Md：町田・新井、2003⁹⁾）との間に、中期更新世と判断される厚さ2mの風化粘土層が堆積していると述べている。安達－愛島軽石層の堆積年代は、下岡・長友（2011）¹⁰⁾ によるルミネッセンス年代測定法によって110±12 kaと考えられている。したがって、梶原（2019）⁸⁾ が示した安達－愛島軽石層と赤坂段丘礫層との間に厚さ2mにもおよぶ風化粘土層が堆積している事実を考慮すると、（幡谷、2006）⁷⁾ が考察したように、赤坂面が MIS 6 よりも古い時代に形成された段丘面と考えても矛盾はない。幡谷ほか（2005）⁶⁾ は他のテフラとの層位関係から、安達－愛島軽石層の堆積年代が MIS 6 よりもさらに古くなる可能性も指摘している。よって本研究は、幡谷（2006）⁶⁾ にしたがって赤坂面の形成年代を MIS 8（約25万年前）と考える。

中原面は、田山（1933）³⁾、中川ほか（1960）⁴⁾ の大原面の一部、大内（1973）²⁾ のⅢ面、小池・町田編（2001）⁵⁾ の中原段丘に相当する。やや開析を受けているものの、特に青野木付近から中原付近にかけて広い堆積面を残している。青野木付近の標高は200m 前後、中原付近では標高140m 前後である。



第2図 調査地域の地形区分と愛子断層の位置図

位置は第1図に示す。活断層について、実線は存在が確定で位置も正確に認定できる区間、波線は存在は確定であるが侵食や地形変化により位置がやや不確実な区間、点線は存在は確定であるが伏在しているため地表の変位が不明な区間を表す。UとDはそれぞれ隆起側・低下側を表す。網掛け部は撓曲の範囲を示す。P1～P4は、第3図および第4図に示した地形断面測線の位置を示す。基図には国土院発行縮尺1/25,000地形図(等高線間隔は5m)を使用した。

小池・町田編 (2001)⁵⁾ は、中原面上位のローム層中に蔵王-川崎スコリア (Za-Kw: 板垣ほか、1981¹¹⁾) を見出した。さらに幡谷ほか (2005)⁶⁾ は、段丘礫層上位の地層から Aso-4 起源と推定される角閃石や On-Pm 1 の可能性があるテフラを見出している。そして Aso-4 検出基準より段丘礫層までクラック帯が発達した層厚約 1 m のローム層があること、ローム層最下部には段丘礫層起源と考えられる風化殻を有する花崗岩や安山岩の礫が含まれていることから、中原面の形成年代を MIS 6 (13.5 万年前) の堆積段丘とし、段丘面から求められる本地域の隆起量を矛盾なく説明し得ると結論している。よって本研究は、幡谷ほか (2005)⁶⁾ と同様に中原面の形成年代を MIS 6 (13.5 万年前) と考える。

愛子 I 面と II 面は、田山 (1933)³⁾、中川ほか (1960)⁴⁾ の大原面の一部および愛子面、大内 (1973)²⁾ の IV a および IV b 面、小池・町田編 (2001)⁵⁾ の愛子段丘に相当する。愛子 I 面は、大倉川左岸の苦地付近から広瀬川左岸の愛子付近まで連続して認められ、標高 180 m ~ 140 m 付近に発達する段丘面である。愛子 II 面は、現河床に沿って最も連続性が良く、かつ、ほぼ開析を受けていない段丘面である。広瀬川右岸の陸前白沢付近で約 160 m、下流の愛子付近では約 110 m の標高を有している。大内 (1973)²⁾ は、愛子 I 面、II 面に相当する IV a、IV b 面について、段丘礫層の風化膜の厚さに大きな違いはみられないことから、両面の形成時期に大きな違いは無いと判断している。幡谷ほか (2005)⁶⁾ は、愛子 I 面、II 面に相当する名取川沿いの地形面において、段丘を構成する礫層がほとんど風化していないことを報告している。小池・町田編 (2001)⁵⁾ は、広瀬川上流部作並付近の愛子 I・II 面段丘堆積物から得られた $19,215 \pm 760$ yrBP の年代値 (Omoto, 1976)¹³⁾ に基づいて、愛子 I・II 面を MIS 2 に形成された段丘面としている。幡谷ほか (2005)⁶⁾ も同様の考えに基づいて、愛子 I・II 面を MIS 2 の段丘面と結論しており、段丘面から求められる隆起量の値にも矛盾が無いことを確認している。よって本研究もこれらの先行研究にしたがって、愛子 I・II 面の形成年代を MIS 2 (2 万年前) と考える。

愛子 III、IV 面は、現河床に沿って断片的に分布している。大内 (1973)²⁾ の Va 及び Vb 面に相当する地形面で、現河床との比高も数 m 程度であることから、完新世の段丘面と考えられる。

以上をまとめると、調査地域に分布する地形面は、上位より赤坂面が MIS 8 (約 25 万年前)、中原面が MIS 6 (約 13.5 万年前)、愛子 I、II 面が MIS 2 (約 2 万年前)、愛子 III、IV 面が完新世に形成された河成段丘面と考えられる。

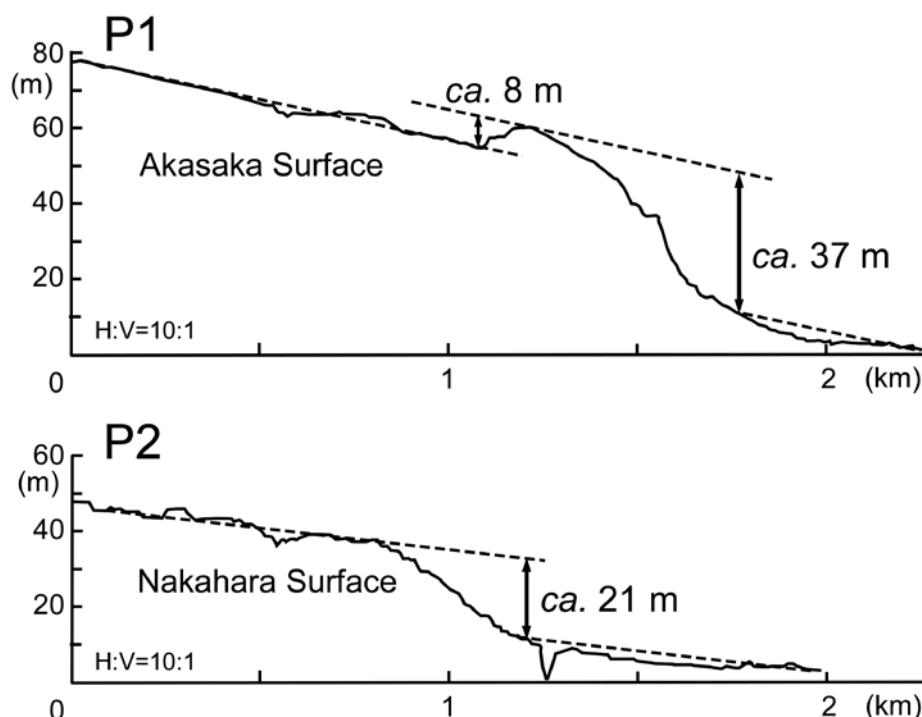
4. 断層変位地形の記載

(1) 愛子断層による中期更新世段丘面の変位

南北走向の愛子断層は、西から東へ向かって緩やかに高度を減じる複数の河成段丘面を変位させている。赤坂面上には、並走する南北走向の 2 本の断層トレースが認められる。後述するように東側の断層トレースは西側のトレースに比べて断層長が長く、かつ変位量も有意に大きいため、愛子断層の地表変位は主に東側の断層トレースに沿って現れているものと判断される。これら中期更新世段丘の変位量については、すでに大内 (1973)²⁾ によって報告されているが、愛子断層による変位地形と変位量を追認するために、国土地理院の 5 m メッシュ DEM (航空レーザー測量) データを用いて地形断面図を作成した (第 3 図)。

地表付近において、愛子断層による明瞭な変位が認められる北端部は赤坂付近である (第 2 図)。1947 年の米軍撮影および 1961 年国土地理院撮影の空中写真では、赤坂面が撓曲変形している様子が観察されるが、現在は住宅地造成にともなう人工改変のために変位地形が失われている。一方、畑前付近から東方へ広がる赤坂面の断層変位地形は、現在も比較的良く保存されている。

国土地理院の 5 m メッシュ DEM (航空レーザー測量) データから作成した断面図を第 3 図の P1 に示す。西から東へ緩やかに高度を減じる赤坂面が、南北方向に延びる 2 つ崖によって変形している様子が確



第3図 愛子断層による赤坂面および中原面の断層変位地形と上下変位量を示す地形断面図
国土地理院の5mメッシュDEM（航空レーザー測量）データから作成。地形断面測線位置は第2図に示す。

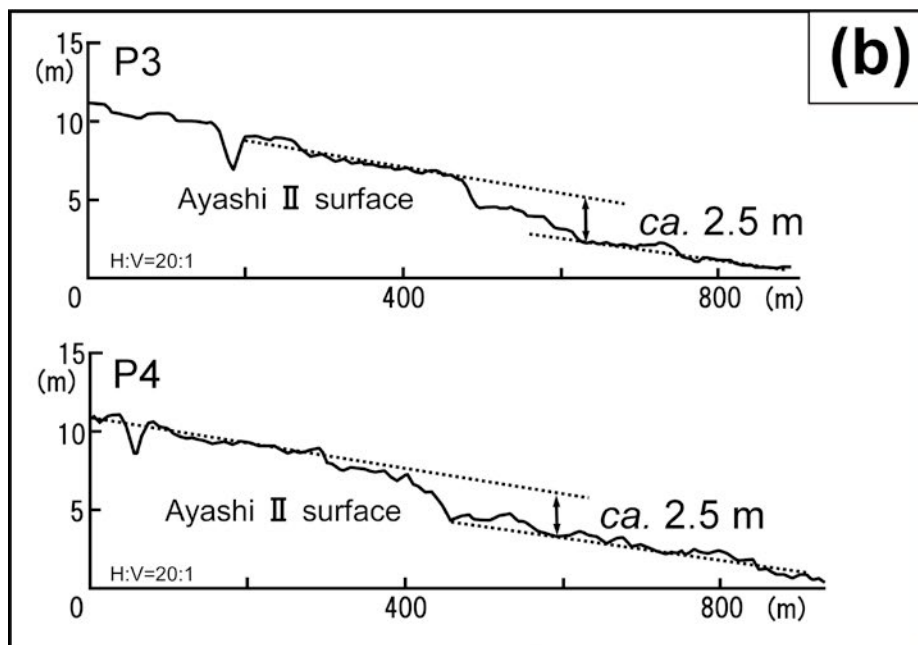
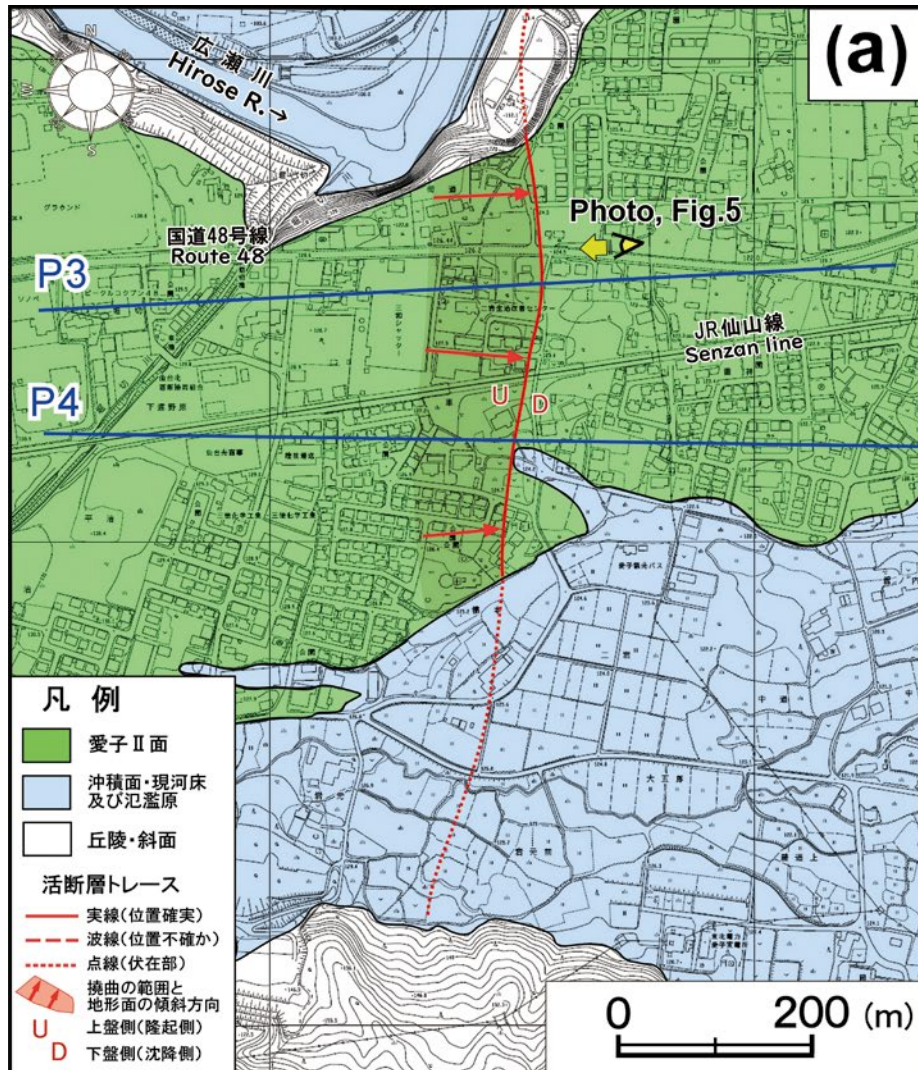
認められる。東側の崖は、東向きに撓曲崖の形態を有していることから、地下の愛子断層本体は西傾斜の逆断層と考えられる。地形断面図より、赤坂面の上下変位量は37mと見積もられる。一方、西側の崖は、東側隆起・西側低下の断層崖であり、上下変位量が8m程度と東側の崖よりも小さい。さらに、この西側の断層崖を生じさせた断層トレースは、東側の断層トレースに比べて断層長も短い。よってこの西側の崖は、愛子断層本体の上盤側に生じた副次的な断層による変形（逆向き低断層崖）と解釈される。

P2は、中原面の断層変位と上下変位量を示す地形断面図である。赤坂面を変形させた断層トレースの南に隣接して、中原面を変形させる東向きに撓曲崖が認定される。上下変位量は21mである。

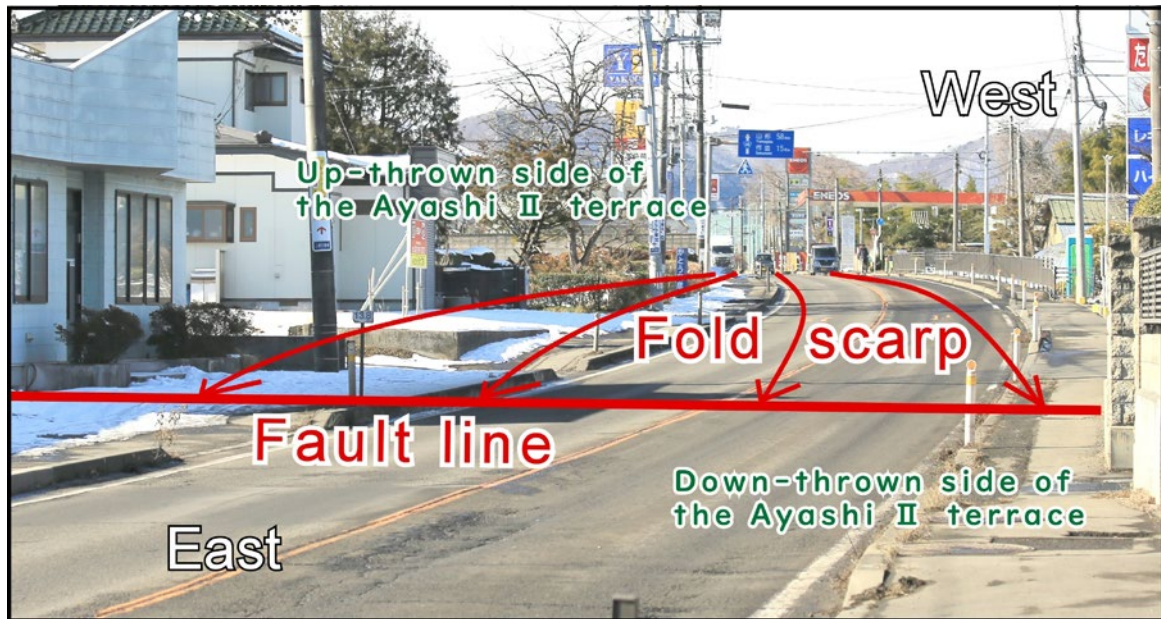
なお、赤坂面上に見られた副次的な断層崖（逆向き低断層崖）の南方延長部は、中原面上に認めることができない。大内（1973）²⁾は、赤坂面および中原面に相当するⅡ面、Ⅲ面の東向き断層崖の上下変位量をそれぞれ約40m、20mと記しており、本研究の値とほぼ同じ値を得ている。

（2）愛子断層による後期更新世段丘面の新期断層変位地形

中原面を変位させた愛子断層の断層トレースは、詳細な断層変動地形判読と現地調査の結果、さらに南へ連続して追跡され、広瀬川右岸の愛子Ⅱ面を変位させている。詳細図を第4図（a）に示す。現河床との比高が20～30mを有する広瀬川右岸の愛子Ⅱ面は、東方へ向かって緩やかに高度を減じているが、図の中央付近に南北約500mに渡って連続する急傾斜帯が愛子Ⅱ面を横切って低崖地形を成している。この低崖は広瀬川や地形面の最大傾斜方向に直交しており、撓みの形態を有していることから、広瀬川によって侵食された崖ではない。また、低崖を挟んだ東西両側の地形面は、広瀬川の現流路と同じ方向へ傾斜しており、傾斜の程度もほぼ等しいことから、低崖を挟んだ両地形面が本来は一続きであったと考えられる。さらにこの低崖は、赤坂面と中原面を変位させた愛子断層のトレース南方延長部に位置し、崖のセンス（西側隆起・東側低下）も等しい。よって、広瀬川右岸において南北方向に約500mにわたって連続的に延びる低崖は、愛子Ⅱ面形成期以降の愛子断層の活動によって生じた低断層崖と判断される（第5図）。



第4図 愛子断層による愛子Ⅱ面の断層変位地形 (a) と上下変位量を示す地形断面図 (b)
 位置は第2図に示す。基図には仙台市発行縮尺1/2,500都市計画基本図(等高線間隔は2m)を使用した。
 P3とP4は国土地理院の5mメッシュDEM(航空レーザー測量)データから作成した。



第5図 広瀬川右岸の後期更新世段丘面上に認められる愛子断層の低断層崖
筆者撮影。写真撮影位置は第4図(a)に示す。

第4図(b)のP3、P4は、愛子Ⅱ面の断層変位地形を示す地形断面図である。P3、P4ともに愛子Ⅱ面の上下変位量は約2.5mである。1961年国土地理院撮影の空中写真では明瞭な撓曲変形が確認できるが、現在は人工改変の影響を受けて撓曲崖の形態がやや不明瞭となっている。

愛子Ⅳ面の南側は、段丘面上を流下する小河川によって地表面付近が侵食されており、沖積面に分類される地形面が発達している。愛子Ⅳ面との比高は最大で2m程度である。Ⅳ面を変位させる低断層崖の南延長部に位置する沖積面には、明瞭な低断層崖は認められない。さらに南方の丘陵地内は複数の地すべりブロックが見られることから、傾斜変換線などの断層変位を示唆するような地形も見られない。

5. 考察

(1) 愛子断層の断層活動時期と平均変位速度について

先行研究において、愛子断層の最近の断層活動に関する情報は、中原面に残された断層変位地形から得られる情報のみであった。先述のように、中原面の形成年代はMIS6(13.5万年前)であり、上下変位量は21mである(第3図、P2)。一般的に日本に分布する活断層において、1回の断層活動に伴う上下変位量は数m程度であり、東北地方に分布する活断層についても同様であることから(Mizumoto, 2006)¹³⁾、中原面の21mの上下変位量は、MIS6以降の愛子断層による複数の活動が累積した結果と考えられる。ただし、後期更新世以降の具体的な活動については不明であったため、これまでは「愛子断層は13.5万年前以降に複数回の活動を行っている断層である」と曖昧な結論にならざるを得なかった。また、愛子断層の位置を記した研究はすでに複数公表されているものの、いずれの研究も「広瀬川右岸の後期更新世段丘面(MIS2:約2万年前)は変位していない」としていた。よって、「愛子断層は、2万年前以降は活動していない可能性がある断層である」と解釈せざるを得なかった。

今回の調査によって、従来指摘されていなかった広瀬川右岸の後期更新世段丘面(MIS2:約2万年前)上に、愛子断層の活動にともなう低断層崖が新たに見いだされたことから、愛子断層が2万年前以降にも活動したことが確実となった。よって、愛子断層は、2万年前以降に少なくとも1回は活動した活断層であることが示された。そして、これら愛子断層の新しい断層変位地形が見出だされたことによって、

断層の長さが従来よりも1 km 程度南に延長され（第2図）、全体として約3 km の長さを有する活断層であることが明らかとなった。

赤坂面・中原面の形成年代と上下変位量から平均変位速度を算出すると、それぞれ0.15m/ 千年、0.16m/ 千年となる。そして、今回新たに得られた後期更新世の地形面（MIS 2: 約2 万年前として計算）から算出される平均変位速度は、0.13m/ 千年となる。よって、愛子断層は少なくとも赤坂面形成時期以降（MIS 8 以降）現在まで、ほぼ同じ平均変位速度で活動を繰り返している活断層であることが明らかとなった。

（2）活断層の長さ地震防災上の留意点について

断層長と変位量の関係式（松田、1975¹⁴；松田ほか、1980¹⁵）を愛子断層に適用すると、仮に2.5m の上下変位量が1 回の断層活動で生じたと考えるならば、断層長が3 km と極めて短い活断層の活動によって生じた地表変位とは考えにくい。よって上下変位量を見る限り、地下を含めた愛子断層の断層長は3 km よりもさらに長い可能性がある。一般的に長さの長い活断層ほどマグニチュードの大きな地震を引き起こすことから、将来起こり得る地震の規模を推定するためにも、活断層の断層長を見積もることは重要である。しかし、今回の調査地域周辺には、第2図に示した以上に愛子断層の延長部と考えられる明瞭な変位地形を認めることができない。

2008年6月14日に奥羽山脈東麓で起きた岩手・宮城内陸地震（M 7.2）では、長さ20km の地表地震断層が出現し、地下の震源断層の長さが30km を超えると推定されている（地震調査研究推進本部地震調査委員会¹⁶）。ただし地表の変位は、ほとんどの区間で数十 cm と小さく断続的であり、明瞭な地表変位が連続的に生じた区間はごくわずかであったことが報告されている（堤ほか、2011¹⁷；遠田ほか（2011¹⁸）など）。鈴木（2010¹⁹）は、岩手・宮城内陸地震が起こる前に断層変位地形が確認できる区間は、不確かな部分も含めてわずか3～4 km であることを指摘しており、地下の断層長に対して地表に明瞭な変位が生じる区間が極端に短い活断層であることを示した。一般的に、地下の震源断層のすべり量が大きな部分（アスペリティ）が位置している場所には、顕著な地表変位が現れることが指摘されている（例えば、Sekigudhi et al., 2000²⁰）。上記の岩手・宮城内陸地震で顕著な地表変位が生じた位置は、震源断層のすべり量が大きかった位置（深畑、2009²¹）と一致する（鈴木、2009²²）。よって、同じ奥羽山脈東縁に位置する愛子断層が、これら岩手・宮城内陸地震を起こした活断層と同様の地表変位パターンを生じる活断層と考えるならば、地表面に明瞭な変位が認められる3 km の区間は、震源断層のすべり量が大きい位置を表している区間であり、実際の地下の震源断層はさらに長い可能性も指摘される。

一方、周辺の地質や重力図（Komazawa and Mishima, 2002²³）との対応を見ると、本断層は10～8 Ma に形成された白沢カルデラ（伊藤ほか、1989²⁴；鈴木ほか、2017²⁵）などの南東部付近に位置している。白沢カルデラの地質が本断層の長さや走向に何らかの影響を及ぼしていると仮定するならば、カルデラの範囲に規制されて地下の断層は北側へ延びている可能性もある。また、反射法地震探査結果より、愛子付近の地震発生層最下部付近には長町－利府断層（第1図）の深部断層面が延びていると解釈されている（Sato, et al., 2002²⁶）。そして、1998年に愛子付近で起きた M5.0 の地震は、長町－利府断層の深部付近で起きた地震と考えられている（Umino, et al., 2002²⁷）。したがって、長町－利府断層の深部断層面が愛子付近の地震発生層最下部にまで延びていると考えるならば、愛子断層は長町－利府断層の上盤側に生じた長さの短い活断層となり、長町－利府断層の活動を視野に入れた調査も必要となる。

以上のことから、愛子断層で将来起こり得る地震の規模を推定するためには、今後、第2図の範囲を超えた愛子断層の延長部においてもさらに詳細な地形・地質調査を行い、周辺の地質や活断層との関連も見据えた地下の断層長を見積もることが重要となる。同時に、2.5m の上下変位量が1 回の断層活動による

ものか、あるいは複数回の断層活動による変位が累積したものなのかについても、掘削調査を含めて明らかにする必要がある。ただし、断層長や起こり得る地震の規模に関わらず、少なくとも今回示した地表面に明瞭な変位が見られる3 kmの区間は、将来の愛子断層の活動によって地表が大きく破壊する区間を表している。したがって、今後は愛子断層の活動にともなう地震被害をできる限り軽減するために、より長期的な視座を持ち、適切な土地利用や防災対策を講じることが何よりも重要な課題となる。

6. まとめと今後の課題

仙台市西部に位置する愛子断層において変動地形学的調査を行った結果、従来指摘されていた断層トレースの南延長部である広瀬川右岸に、後期更新世以降の活動を示す低断層崖が長さ500mに渡って連続していることが認められた。変位を受けている後期更新世の段丘面はおよそ2万年前に形成された段丘面と考えられることから、これまで中期更新世の活動によってその存在が示されていた愛子断層が、2万年前以降に少なくとも1回は活動していることが明らかとなった。また、本研究が示した後期更新世段丘面の変位から算出される平均変位速度は0.13m/千年であり、中期更新世段丘面から得られる平均変位速度(0.15-0.16m/千年)とほぼ等しい。よって愛子断層は、中期更新世以降ほぼ同じ平均変位速度で累積的な地表変位を繰り返す活動を行っており、将来も活動する可能性が高い活断層であることがより確実となった。結果として地表で確認できる愛子断層全体の断層長は従来よりも1 km延びて3 kmとなったが、地下の断層はさらに長く延びている可能性もある。今後は地質や重力などのデータを参照しながら、長町-利府断層との関係も含めて、断層の長さから推定される地震の規模や活動間隔についても調査を進めていくことが重要である。

参考文献

- 1) 活断層研究会編『新編日本の活断層－分布図と資料－』東京大学出版会, 1991
- 2) 大内 定「広瀬川の河岸段丘の変位」『東北地理』25 (2), 84-90, 1973
- 3) 田山利三郎「北上山地の地形学的研究其一 A. 仙台近傍の河岸段丘」『斎藤報念会学報』17, 1-8, 1933
- 4) 中川久夫・小川貞子・鈴木養身「仙台付近の第四系および地形(1)」『第四紀研究』1, 219-227, 1960
- 5) 小池一之・町田 洋編『日本の海成段丘アトラス』東京大学出版会, 2001
- 6) 幡谷竜太・柳田誠・佐藤賢・佐々木俊法「宮城県川崎盆地における海洋酸素同位体ステージ6河成段丘の認定とその意義」『第四紀研究』44 (3), 155-167, 2005
- 7) 幡谷竜太「河成段丘を用いた第四期後期の隆起量評価手法の検討(3)－過去10万年間の隆起量分布により明らかにされる内陸部の地殻運動－」『電力中央研究所研究報告』N05017, 1-21, 2006
- 8) 梶原 洋「宮城県仙台市蒲沢山遺跡について」『第33回東北日本の石器文化を語る会予稿集』69-73, 2019
- 9) 町田 洋・新井房夫『火山灰アトラス〔日本列島とその周辺〕』東京大学出版会, 2003
- 10) 下岡順直・長友恒人「ルミネッセンス法による旧石器遺跡の鍵層となるテフラの年代推定－宮城県南部を例として－」『考古学と自然科学』62, 73-84, 2011
- 11) 板垣直俊・豊島正幸・寺戸恒夫「仙台およびその周辺地域に分布する洪積世末期のスコリア層」『東北地理』33 (1), 48-53, 1981
- 12) Omoto, Kunio "Tohoku University Radiocarbon Measurements III" *Science Reports of the Tohoku University, 7th Series (Geography)*, 26 (1), 135-157, 1976
- 13) Mizumoto Tadaki "Geomorphic evidence of paleo earthquakes during the Holocene on principal

thrust fault zones in the Tohoku District, Northeast Japan" *Science Reports of Tohoku University, 7th Series*, 54 (2/2), 1-69, 2006

- 14) 松田時彦「活断層から発生する地震の規模と周期について」『地震研究所彙報』65, 289-319, 1975
- 15) 松田時彦・山崎晴雄・中田 高・今泉俊文「1896年陸羽地震の地震断層」『地震研究所彙報』55, 795-855, 1980
- 16) 地震調査研究推進本部地震調査委員会『平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震の評価』https://www.jishin.go.jp/main/chousa/08jun_iwate_miyagi2/index.htm (2022年1月28日閲覧)
- 17) 堤 浩之・杉戸信彦・越谷 信・石山達也・今泉俊文・丸島直史・廣内大助「岩手県奥州市・一関市に出現した2008年岩手・宮城内陸地震の地震断層」『地学雑誌』119, 5, 826-840, 2010
- 18) 遠田晋次・丸山正・吉見雅行・金田平太郎・栗田泰夫・吉岡敏和・安藤亮輔「2008年岩手・宮城内陸地震に伴う地表地震断層－震源過程および活断層評価への示唆－」『地震第2輯』62, 4, 153-178, 2010
- 19) 鈴木康弘「2008年岩手・宮城内陸地震と活断層－想定外地震の衝撃－」『E-journal GEO』4 (2), 109-116, 2010
- 20) Sekiguchi, H., K. Irikura and T. Iwata "Fault geometry at the rupture termination of the 1995 Hyogo-ken Nanbu earthquake" *Bulletin of the Seismological Society of America*, 90, 117-133, 2000
- 21) 深畑幸俊「2008年岩手宮城内陸地震による地殻変動と滑り分布インバージョン解析」『京都大学防災研究所年報』52A, 131-137, 2009
- 22) 鈴木康弘「岩手・宮城内陸地震と活断層－「想定外」地震を招いた要因」『科学』79, 2, 206-209, 2009
- 23) Komazawa, M., and Mishina, M. "Caldera structure inferred from gravity anomalies west of Nagamachi-Rifu fault, northeast Japan." *Earth, Planets and Space*, 54, 1049-1053, 2002.
- 24) 伊藤谷生・歌田 実・奥山俊一「東北日本脊梁地域に分布する中新世後期～鮮新世のカルデラ群について」『地質学論集』32, 409-429, 1989
- 25) 鈴木 拓・宇野正起・奥村 聡・山田亮一・土屋範芳「中新世後期白沢カルデラの噴出マグマの分化と現世の地熱流体貯留層」『日本地熱学会誌』39, 1, 25-37, 2017
- 26) Sato, H., Imaizumi, T., Yoshida, T., Ito, H., and Hasegawa, A. "Tectonic evolution and deep to shallow geometry of Nagamachi Rifu active fault system, NE Japan." *Earth, Planets and Space*, 54, 1039-1043, 2002
- 27) Norihito Umino, Tomomi Okada, Akira Hasegawa "Foreshock and aftershock sequence of the 1998 M 5.0 Sendai, northeastern Japan, earthquake and its implications for earthquake nucleation" *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92, 6, 2465-2477, 2002

研究ノート

政治的イデオロギーの個人差と極性化に関する研究動向

吉田綾乃

東北福祉大学

要旨

本稿の目的は、政治的イデオロギーの個人差と極性化に関する研究動向を概観し、極性化を克服するための研究アプローチについて考察することである。始めに、政治的イデオロギーに関する個人差を予測する心理学的理論として、ジョナサン・ハイトが提唱した「道徳基盤理論」と、ジョン・ジョストが提唱した「動機付けられた社会認知仮説」に基づく研究知見を紹介した。また、政治神経科学 / 神経政治学が明らかにした、政治的イデオロギーに関わるパーソナリティ、認知的傾向、生理的傾向、脳機能や脳構造の特徴に関する研究成果について概観した。次に、政治的イデオロギーによる極性化を引き起こす要因として、党派性バイアス、エコーチェンバー、政治的マイクロターゲティング、バックファイア効果、非人間化に着目し、極性化を克服することの困難さについて指摘した。最後に、政治的イデオロギーによる極性化を克服するための研究を行う上で、今後、必要となる視点について論じた。

キーワード：政治的イデオロギー、極性化、道徳基盤理論、動機付けられた社会認知仮説、党派性バイアス

はじめに

政治的イデオロギーの違いは、人々の意見が不一致となり、対立することの主な原因のひとつである。今日、政治的イデオロギーによる社会の分断、すなわち極性化（polarization）が加速しており、その対応が急務であることが指摘されている¹⁾。この問題に取り組むためには、リベラルあるいは保守という政治的イデオロギーに傾倒する個人はどのような心理的特徴が認められるのか、なぜ人はリベラルあるいは保守に傾くのか、また、政治的イデオロギーに基づく極性化を解消することがなぜ困難であるかについて心理学的な理解が不可欠である。これまで、人々の政治的イデオロギーは、家族やコミュニティの態度や信念、メディア接触などの影響を受けていることが示されてきたが、過去25年の間に、心理学、政治学、神経科学を結び付けた学際的研究が展開され、政治的イデオロギーの個人差に神経生物学的メカニズムが媒介していることが明らかになった。本稿では、政治的イデオロギーの個人差に関する心理学理論と神経政治学の研究を概観する。また、政治的イデオロギーによる極性化が生じるメカニズムと、極性化を克服することの困難さを示した研究知見を踏まえ、分断を解消する方法を検討する上で必要な視点について考察を試みる。

1. 政治的イデオロギーの個人差を予測する心理学的理論

1.1 道徳基盤理論（moral foundation theory）

バージニア大学の社会心理学者であるジョナサン・ハイトは、道徳の感情的基礎や文化との関連について研究を行い、人間には5つの根源的な倫理観の要素があると主張する道徳基盤理論を提唱した²⁾³⁾。「傷つけないこと（harm reduction / care）」、「公平性（fairness / justice）」、「内集団への忠誠（loyalty to

one's in-group)」、「権威への敬意 (deference to authority)」、「神聖さ・純粋さ (purity / sanctity)」という5つの道徳基盤は、人類が同じ社会に所属する他者と協力する環境の中で進化適応してきたことにより獲得されたものであり、生得的な人間の特徴を表していると主張されている。また、これらの道徳的な倫理観は人類に共通した普遍性をもつ感覚であり、異なる文化圏における倫理的規範もこれらの概念に帰属すると仮定されている³⁾。

Graham ら⁴⁾ は政治的イデオロギーと道徳基盤の関連を検討した。アメリカ人約2万人を対象に5つの道徳基盤をどの程度重視するかを問い、人々の政治的傾向がリベラル、リバータリアン、宗教的左派、保守の4群に分類できることを報告している。リベラルは、「個人の尊厳 (Harm, Fairness)」得点が高く、「義務などへの拘束 (In-group, Authority, Purity)」得点が著しく高いという、無宗教でリベラルな人に見られる典型的なパターンである。リバータリアンは、個人の自由を最も重視する政治的思想を持つ群であり、個人の自由を最重視するために「義務などへの拘束」得点はリベラル同様に低い。また、自由競争によって生じる経済的格差を肯定するため「個人の尊厳」得点は保守と同等に低いパターンである。宗教的左派は、リバータリアンと反対に全ての項目の得点が高く、個人レベルでも社会レベルでも倫理的責任感を強く感じている群である。保守は、リベラルと反対に「義務などへの拘束」得点が高く、「個人の尊厳」得点が低い群である⁴⁾。なお、各群のサンプルサイズは、リベラルが5,946名、リバータリアンが5,931名、宗教的左派が6,397名、保守が2,688名であった。また、Haidt⁵⁾ は、リベラルが最も重視する価値は、抑圧の犠牲者に対するケアであり、「個人の尊厳」に重きを置いていること、保守は道徳共同体を維持する制度や伝統の保護を最も重視しており、「社会の秩序」や「義務などへの拘束」を重視していると指摘している。

本邦では、村山ら⁶⁾ が、Graham ら⁷⁾ が開発したモラル・ファンデーションズ・クエスチョネア (Moral Foundations Questionnaire; MFQ) の日本語版を作成し、その妥当性と信頼性の検討を行っている。そして、日本でもアメリカと同様に5因子構造が最も高い適合度を示したが、原版ほど5つの道徳的基盤の間に明確な差異が認められないこと、「純粋さ (sanctity)」の項目の信頼性が低いことを見出した。一方で、5因子の上位概念である、「個人の尊厳」と「義務などへの拘束」については、政治的志向との関係性が原版と同様に確認された⁶⁾。これらの道徳基盤は、長期的に自己報告の結果が安定しないこと、政治的イデオロギーのその後の変化を予測できないという課題も指摘されているが⁸⁾、道徳的な態度は、政治的イデオロギーの個人差を予測する説明要因のひとつであると言える。

1.2 政治的イデオロギーに関する動機付けられた社会認知仮説 (the theory of political ideology as motivated social cognition)

システム正当化理論の提唱者としても知られるニューヨーク大学の社会心理学者のジョン・ジョストが2003年に発表した「動機付けられた社会認知としての政治的保守主義 (Political Conservatism as Motivated Social Cognition)」論文を契機に、保守あるいはリベラルに傾倒する人にどのような心理的特徴が認められるのかについて、飛躍的に研究が進んでいる⁹⁾。彼らは12カ国で行われた88件の研究をメタ分析し、「死の不安 death anxiety (加重平均 $r = .50$)」、「システムの不安定性 system instability ($r = .47$)」、「独断主義 - あいまいさの不寛容 dogmatism-intolerance of ambiguity ($r = .34$)」、「順序・構造・閉鎖への欲求 needs for order, structure, and closure ($r = .26$)」、「脅威と損失への恐れ fear of threat and loss ($r = .18$)」が政治的保守主義を強めること、対して、ビッグファイブの「経験への開放性 openness to experience ($r = -.32$)」と「不確実性の許容 uncertainty tolerance ($r = -.27$)」、「統合的複雑性 integrative complexity ($r = -.20$)」、「自尊心 self-esteem ($r = -.09$)」が政治的保守主義を弱めることを明らかにした⁹⁾。

また、環境への不確かさや、近隣国からの軍事威嚇などの生存を脅かすような恐怖を感じることで、それに対処する必要性を感じる個人にとっては、保守的なイデオロギーがより魅力的で心地よく感じること、対して、社会の不確かさや生存を脅かすような恐怖を感じない人はリベラルな思想に共感する傾向があることを示した¹⁰⁾。そして、「不確実性を減らし秩序と閉鎖の感覚を求める認識論的動機 (Epistemic Motivation)」と「脅威や不安を減らし安全と安心の感覚を求める実存的動機 (Existential Motivation)」という2つの動機が社会変化への抵抗と不平等の受容を介して、保守的な政治的イデオロギーを高めることを実証している⁹⁾¹¹⁾。

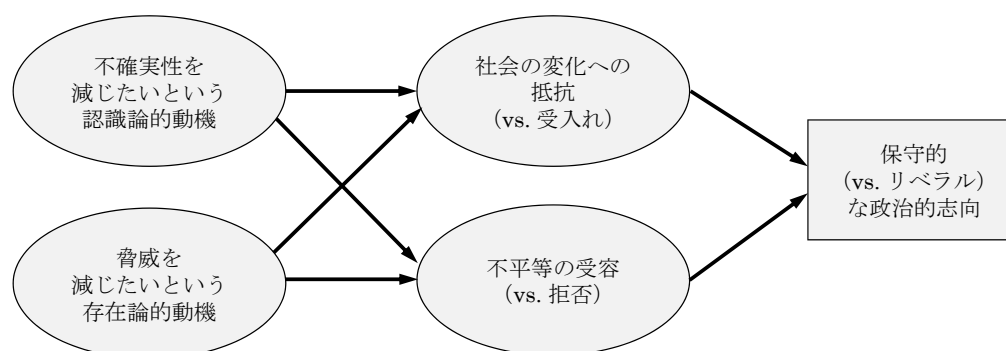


Fig. 1. 動機付けられた社会認知仮説の理論モデル
Jost ら¹¹⁾ より筆者が翻訳

Jost¹²⁾ は、認識論的動機に関する181件の研究（13万人の参加者を含む）と存在論的動機に関する約100件の研究（36万人の参加者を含む）という、2003年よりも豊富なデータベースに基づいて、保守とリベラルの心理的傾向について詳細なメタ分析を行った。そして、「独断主義の尊重 (respect to dogmatism)」、「認知・知覚の硬直性 (cognitive / perceptual rigidity)」、「順序・構造・閉鎖への欲求 (personal needs for order / structure / closure)」、「統合的複雑性 (integrative complexity)」、「曖昧さ・不確実性の許容 (tolerance of ambiguity / uncertainty)」、「認知欲求 (need for cognition)」、「認知的熟慮性 (cognitive reflection)」、「自己欺瞞 (self-deception)」、「脅威に対する主観的知覚 (subjective perceptions of threat)」に関して、政治的イデオロギーによる非対称性が存在することを報告している。さらに、テロ攻撃、政府の警告、人種人口動態の変化など、客観的に脅かされる状況にさらされることは、世論をおだやかにではあるが保守的に変化させる一因となることを明らかにしている。加えて、リベラルよりも保守には、現実を共有したいという願望、グループ内のコンセンサスの認識、集団的自己効力感、社会的ネットワークの均質性、そして自分の政党が政権を握っているときに政府をより信頼する傾向があることを示した。認識論的動機、存在論的動機に加えて、他者との関係を求める動機においても保守とリベラルにはイデオロギーの非対称性があることが確認されたと言える¹²⁾。

2. 政治神経科学 / 神経政治学の貢献

政治的現象を理解するために、認知神経科学の理論とツールを組み込むことの重要性が指摘され¹³⁾、今日では神経政治学 (Neuropolitics)、政治神経科学 (Political neuroscience) と呼ばれる政治学、心理学、認知科学、神経科学など複数の研究領域を融合した新しい学際領域が構築されている。これまでに、人種の偏見や集団間関係、政治的イデオロギー (保守主義 / リベラル) の差異、政治的態度の構造など、様々なトピックに関する研究が行われている。政治神経科学が用いる革新的な方法により、政治的認知、評価、判断や行動に関する生理学的プロセスの理解が進んでいる。

例えば、Oxley ら¹⁴⁾ は、軍の支出や愛国的行動を支持するか、といった質問を用いてリベラルと保守を群分けした。そして、不快画像や、急激な音刺激等に対する無条件反射反応を測定する驚愕反応テストに対する生理的反応を比較した。その結果、リベラルよりも保守が、強い生理的反応を示すことを見出している。また、Carraro ら¹⁵⁾ は、感情的ストループ課題を保守とリベラルに対して実施し、リベラルよりも保守的な者は、否定的、脅迫的な刺激により多くの注意を向ける傾向があることを確認している。Amodio ら¹⁶⁾ は、Go / No-Go 課題を用いた検討を行った。Go / No-Go 課題では、指定された文字が提示された場合にはキーを押す (Go)、あるいはキーを押さない (No-Go) 反応が求められる。Go 刺激が No-Go 刺激よりも多く提示されるため、Go 反応が習慣化される。そのため、「キーを押さない」(No-Go) ためには、習慣的な行動パターンを変える必要があり、コンフリクト・モニタリングが必要となる。政治的イデオロギーを保守であると報告した実験参加者よりも、リベラルと報告した者において課題成績が高く、リベラルは保守よりも No-Go 課題中に前部帯状回 (ACC) が活動し、大きな ERP 反応を示すことが明らかとなった。これらの研究から、保守的な人は身近な政治的脅威に対して敏感であり、環境にある否定的な情報の処理を優先する注意メカニズムを有していること、リベラルな人は状況に応じて柔軟に反応を変えることが可能であり、これらの違いは両者の神経認知機能の差異を反映していると考えられる。

また、カリフォルニア州立大学ロサンゼルス校 (UCLA) 神経内科の教授であるマリオ・フェルナンド・メンデスは、政治的イデオロギーの保守とリベラルの差異について、パーソナリティ、認知、生理学、ニューロイメージングの研究領域において検討された研究のレビューを行っている¹⁷⁾。そして、保守的なイデオロギーには、右前半球ネットワーク (右腹内側前頭前野、扁桃体、島皮質前部、および背外側前頭前野を含む) が関わっているのに対して、リベラルの情報処理と反応バイアスには左半球の前部帯状回 (ACC) と関連していると指摘した¹⁷⁾。右前半球ネットワークは、負の刺激、脅威、嫌悪感に対する感度と反応性を高める方向に情報処理を偏らせるように機能し、それら进行处理する個人にとって新しいまたは異なる環境刺激の否定的側面に注意を高め、維持し、それらの刺激のための記憶の発達を促進する働きを有している¹⁷⁾。情報処理における右前半球ネットワークの活動は、変化に抵抗し、安定を維持し、現状を変えないといった、保守的な思考、感情や行動と関連していると考えられる。政治的イデオロギーはパーソナリティや認知、生理など複雑な基盤から成り立ち、脳の機能や構造の個人差を反映している¹⁷⁾。

さらに、オランダのユトレヒト大学の実験心理学者である金井良太は、道徳的基盤と関連する脳部位の構造的な違いについて VBM 解析により分析を行っている¹⁸⁾。灰白質の局所的な量などを定量化する VBM 解析は、性格などの個人差と脳の構造の個人差の対応関係を見出すことが可能である。Kanai ら¹⁹⁾ は、リベラルであるほど前部帯状回の脳領域が大きく、保守であるほど右扁桃体と島皮質前部の脳領域が大きいことを報告している。金井¹⁸⁾ は、これら 3 カ所の灰白質の量を MRI 画像から抽出することで、個人の政治的イデオロギーをある程度予測できると述べている (p.38)。

近年では、政治的現象と遺伝子の関連も検討されている。例えば、Fowler ら²⁰⁾ は、ロサンゼルス投票者の投票記録と双子の登録を照合して、一卵性双生児と二卵性双生児における政治的行動の遺伝率を検討した。投票行動と関わる 2 つの遺伝子としてセロトニントランスポーター遺伝子と、モノアミンオキシターゼ A 遺伝子の影響を検討し、一卵性双生児の投票行動が二卵性双生児よりも一致しており、投票行動の変動を遺伝子によって説明できる可能性を指摘した。このように、神経政治学という学際領域は、個人の政治的行動や態度をモデル化し、人々の政治的選択を予測する力を劇的に変えようとしている²¹⁾。

Table 1. 政治的イデオロギー（保守主義 / リベラル）に関する研究から示された各領域における特徴

研究領域	高 保守主義	高 リベラル
パーソナリティ	安定；変化への抵抗	新規性
	同調行動	型破りな自己表現
	伝統	新しい経験と感覚
	順序・構造・閉鎖への欲求	柔軟性と変動性
	複雑さを好まない、厳密なカテゴリー化	不確実性と曖昧さに対する寛容さ
	神聖さ	害の最小化
	権威	平等
	誠実さ	共感
	外集団との区別	ユニバーサルコミュニティ
認知	権威の表現	温かさの表現
	ネガティビティバイアス	明確なバイアスを示さない
	脅威や損失に対する高い感受性	習慣的な反応パターンを変えるための手がかりに対する感受性
生理	嫌悪に対する感受性	葛藤と関連する前部帯状皮質の大きな活性化
ニューロイメージング	右扁桃体の大きな活性化	葛藤と関連する前部帯状皮質の大きな活性化
	右扁桃体および他の右前部構造における灰白質量の増加	前部帯状皮質の灰白質の増加

Note. Mendez¹⁷⁾ を基に筆者が翻訳

3. 政治的イデオロギーによる極性化が生じるメカニズム

Gentzkow²²⁾ は、アメリカでは政治的イデオロギーが1994年と比較して2014年にはリベラルと保守の差が広がり、極性化（polarization）していることを指摘した。例えば「ビジネスの政府規制は通常、善よりも害を及ぼす」、「政府はほとんどの場合に無駄で非効率である」という問いに対する共和党員と民主党員の回答は過去10年の間で大きな隔たりが生じ、両党派間の見解の重複は急激に低下している²²⁾。以降では、政治的イデオロギーに基づく極性化に関わる心理的要因とそのメカニズムについて検証した研究の一部を紹介する。

3.1 党派性バイアス（partisan bias）

人々が無意識のうちに自分の政治グループを支持したり、自分のイデオロギーに基づいた信念を好意的に問うかたちで考え行動する一般的な傾向は、党派性バイアス（partisan bias）と呼ばれている²³⁾。例えば、アメリカ人に、「偏った」という言葉が平均的な民主党員と平均的な共和党員をどの程度あらわしているかと尋ねたところ、民主党員であると表明した人々は、民主党員よりも共和党員がかなり偏っていると回答し、共和党員であると回答した人は、共和党員よりも民主党員がかなり偏っていると回答した²³⁾。Ditto ら²³⁾ は、これらの結果を踏まえて、18,000名を超えるサンプルを含む51の実験結果をメタ分析し、リベラルと保守の党派性バイアスの程度に差があるか否かを検討した。そして、全体的な党派性バイアスは $r = .245$ でロバストであること、リベラル（ $r = .235$ ）と保守（ $r = .255$ ）の党派性バイアスは同程度であることを明らかにしている。

党派性バイアスの影響は、偽記憶を取り上げた研究においても確認されている。認知心理学者のエリザベス・ロフタスの研究グループは、自分の政治グループまたは見解をサポートする情報を、それが偽記憶であっても記憶する傾向があることを見出した²⁴⁾。彼らは、偽記憶を扱った研究では最大の5,269人を対象として、3つの真実の政治的出来事と5つの偽造された政治的出来事のうち、ひとつの記憶を想起するように求めた。そして、参加者の約半数が偽造された出来事が起こったと誤って覚えていたこと、27%は偽造された出来事を「ニュースで見たことを覚えている」と回答したことを報告している。保守はバラ

ク・オバマがイランの大統領と握手を交わしているのを見たことを誤って覚えている傾向が高く、リベラルはハリケーン・カトリーナの災害中にジョージ W. ブッシュが野球の有名人と休暇を取っていることを覚えている傾向が高かったことから、政治的イデオロギーの影響が確認されている²⁴⁾。政治的イデオロギーと一致する出来事は、事実ではなかったとしても、信念と一致するために情報処理の流暢さが高く、ソースモニタリングが阻害されるため、容易に記憶に埋め込まれると考えられる。

3.2 政治的な偽ニュースの拡散とエコーチェンバー(Echo Chamber)

ブログなどの新しいメディアを通じて、ニュースを入手している人びとは、従来の情報源よりもそれらが公平で、信頼性が高く、より詳細に伝えていると感じている²⁵⁾。しかしながら、政治的な偽(フェイク)ニュースが世の中を混乱させることは広く知られている²⁶⁾。これまでの研究から、真実よりも偽ニュースが拡散しやすい傾向があることが明らかになっている。例えば、Vosoughi ら²⁷⁾ は、2006年から2017年にかけて Twitter で配信された検証済の真実と偽ニュース記事の拡散を調査した。対象とされたデータは450万回以上300万人によってツイートされた126,000件の記事であり、政治、都市伝説、経済、テロと戦争、科学技術、エンターテインメント、自然災害の7カテゴリに分類されていた。分析の結果、偽ニュースは全カテゴリにおいて真実よりもはるかに速く、広範囲に拡散することが示された。偽ニュースの上位1%は1,000~100,000人に拡散し、真実はほぼ1,000人以上に拡散しないことが示された。また、政治的な偽ニュースは拡散が顕著であること、偽ニュースは「恐れ、嫌悪感、驚き」の返信を促し、真実は「期待、悲しみ、喜び、信頼」の返信を促すことも示されている²⁷⁾。真実よりも偽ニュースは高覚醒、斬新であるために人々に共有され、受信者の感情的反応を引き起こし、その結果として拡散しやすい可能性があると考えられる。

ソーシャルメディアサイトにおいて偽ニュースが拡散する構造的要因のひとつとしてエコーチェンバー(Echo Chamber)の形成が指摘されている。エコーチェンバーとは、SNSで自分と似た価値観や考え方をもつユーザーをフォローした結果、同じようなニュースや情報ばかりが流通する閉じた情報環境を指す²⁶⁾。Jost ら²⁸⁾ は、政治的保守はリベラルよりも、同調行動や伝統の価値を優先すること、志を同じくする人と現実を共有したいと望む傾向があること、グループ内のコンセンサスを誇張すること、類似した暗黙の社会的つながりや情報源の影響を受けること、均質なソーシャルネットワークを維持する傾向があることを明らかにした。このような保守の心理的特徴は、エコーチェンバーを形成しやすい素地があることを示している²⁸⁾。

また、Van Bavel ら²⁹⁾ は、政治的な問題(同性結婚、気候変動、銃規制など)を含むトピックに関するオンラインのやり取りは、同じイデオロギーを持つ人の間で共有される傾向があること、リベラルはソーシャルメディア上で異なるイデオロギーを持つ人々が投稿した情報を共有する傾向が保守よりもやや高いこと、オンライン上で政敵を批判することが政治的イデオロギーの極性を増大させることを明らかにしている。これらの研究から、リベラルよりも保守は、エコーチェンバーを形成することで、保守的な政治的イデオロギーと矛盾する情報にさらされにくくなり、偽ニュースの共有や態度の類似性の高まりが生じ、極性化のリスクが上昇する可能性が考えられる。

3.3 政治的マイクロターゲティング(Political Micro-Targeting : PMT)

IBM は personality Insights (性格分析) という1,200単語以上のテキストがあれば、書き手のパーソナリティ(ビッグファイブ、価値、ニーズ)を推測できるサービスを日本では2020年まで提供していた。この例から推察されるように、SNSを利用するユーザーの、「不確実性」や「脅威」を減じたいという認識論的動機と存在論的動機の強さは、SNSを提供する企業にとっては、容易にアクセス可能かつ操作可能

な情報である。Nail ら³⁰⁾の研究では、アメリカでは、2001年の9.11ワールド・トレードセンター崩壊後、一般の人達の多くが政治的に保守に転向したことを報告している。9.11という視覚的な大惨事が恐怖として認識され、いつまたテロが起こるか分からないという「不確かさ」や「脅威」をアメリカ国民が強く感じたことが原因であると考えられる。そうであれば、認識論的動機と実存的動機が強い人々に対して、テロや戦争の脅威など、自国や自国民が攻撃の対象となるという情報を提示することで、保守化を促すことができる可能性がある。

実際に、神経政治学の知見に基づくソーシャルメディアの政治的利用は、Facebook のデータを使用してトランプ政権の選挙対策本部やブレグジット国民投票などにおいて行われたことがケンブリッジ・アナリティカの元社員であるクリストファー・ワイリーによる内部告発から明らかになっている³¹⁾。例えば、神経質なユーザーには「銃が無ければ強盗に殺される」という恐怖を全面に出すコンテンツ、不安を感じやすいユーザーには「ISIS の脅威」を煽る恐ろしいビジュアルなど、選挙の激戦区において説得可能であると捉えられた Facebook フィードにクリエイターが作成したブログや記事、ビデオや広告を配信し、投票行動への誘導が行われていた³¹⁾。

アメリカの選挙キャンペーンのロビー活動で用いられたこのような手法は、政治的マイクロターゲティング (Political Micro-Targeting : PMT) と呼ばれている。PMT は、2016年の米国大統領選挙、欧州連合からの離脱に関する英国の投票、2017年のヨーロッパでの多数の総選挙の予想外の結果を受けて広く関心を集めるようになった³²⁾。PMT は、人々に関する情報を収集し、その情報を使用してターゲットを絞った政治広告を表示することができる。Zuiderveen Borgesius ら³³⁾によれば、政党は、PMT を通じて、説得する可能性が最も高い個々の有権者を特定するだけでなく、送るメッセージを有権者の特定の利益と脆弱性に一致させることができる。そのため、従来の広告より、有権者に対して高い効果が期待できることから PMT を利用する傾向は加速し、アメリカだけではなく、最近ではヨーロッパ諸国でも関心が高まっているという³³⁾。Bodó ら³²⁾は、PMT が、緊密な社会的統制を必要とするような破壊的な可能性を秘めたツールなのか、未知の能力を備えた「単なる」新しい現象なのか、最終的に政治プロセスに組み込むことができるのかについて、まだほとんどわかっていないと指摘しているが、PMT が政治的態度の極性を引き起こすことを示す研究も報告されている³⁴⁾。

3.4 バックファイア効果 (Backfire Effect)

政治的なニュースは、後日その内容が訂正されることもある。代表的な例がイラクの大量破壊兵器の有无に関するニュースであろう。一度報道されたニュースの内容を正すためには、ニュースの修正が必要になるが、政治的な情報の修正が行われると、かえってその誤解を強めてしまうバックファイア効果が生じることがある。Nyhan ら³⁵⁾は、「2000年代初頭のブッシュ大統領の減税が収入を増やした」、「イラクに大量破壊兵器があった」といった誤解のあるニュース記事の修正情報に対する反応が、実験参加者の政治的イデオロギーによって大きく異なることを見出した。「イラクでは大量破壊兵器は発見されていない」というニュースレポートの修正情報は、イラクを最も重要な問題として選択しなかった保守派の人々の誤解を減らすには効果的であったが、最も強くイラク問題にコミットしていた保守派の人々には、その効果はなく、むしろ誤解が強められたのである³⁵⁾。誤った情報の影響を減らすために、訂正情報を繰り返し提示すると、元の情報も撤回のために繰り返されるために、情報処理の流暢さが高まり、誤解を強めてしまうと考えられる。

3.5 非人間化 (dehumanization)

非人間化とは、他者や他集団の人間的な感情や特性 (人間らしさ) を低く認知することである³⁶⁾。選挙

では、対立候補者を非人間化することもある。Falk ら³⁷⁾ は、2008年アメリカ大統領選挙の数か月前に、候補者に対する有権者の意識を神経画像を用いて検討した。対立候補よりも、自分が支持する候補者について考えている時にはメンタライジングに関わる領域である内側前頭前野（mPFC）が活動することが示されたが、選挙が近づくにつれ、両候補について考える時の mPFC 活動の差が拡大し、対立候補に対する活動が低下することが示された³⁷⁾。このような傾向は、対立候補を“こころがない”存在として非人間化を行った結果として解釈できる。また、政治的集団（保守 / リベラル）を内集団として位置づけており、内集団と外集団が道徳的に大きく異なると見なすほど、政治的外集団に属する人々を非人間化する傾向が高まることも示されている³⁸⁾。自らと相いれない政治的イデオロギーを持つ人物を非人間化することは、彼らへの批判的、攻撃的な行動を許容し、互いに歩み寄らない状況を常態化させる危険性をはらんでいる。非人間化は政治的イデオロギーによる社会の極性を加速させる要因のひとつと考えることが出来る。

4. 極性を克服するための心理学的アプローチ

党派性バイアスの生起や、偽ニュースを信じることは簡易な思考パターンであるヒューリスティックが関与している可能性がある。そのため、これらの修正に関する研究は、しばしば二過程理論（dual process theory）に基づくアプローチが取られている。二過程とは、1980年代以降の認知心理学における自動的（automatic）と統制的（controlled）情報処理過程に関する区分である。人間の行う情報処理には、意識的注意を向けながら遂行される統制的過程と意識的注意を比較的伴わずに遂行される自動的過程の2種類があり、状況に応じていずれかが起動すると仮定する二過程理論は、現在、社会心理学や脳科学などの領域において広く共有されている³⁹⁾⁴⁰⁾。

Pennycook ら⁴¹⁾ は、認知能力を測定する認知反射テスト（Cognitive Reflection Test; CRT）⁴²⁾ の得点が高い者は、自らの政治的イデオロギーと一致するニュースヘッドラインであっても、偽ニュースと真実のニュースを識別できることを見出した。ヘッドラインで示されたストーリーが政治的イデオロギーと一致しているかどうかに関係なく、分析的思考を使用して見出しの妥当性を評価することが可能であるという結果は、偽ニュースを信じることは、イデオロギーに基づく偏見ではなく、ヒューリスティックによって引き起こされている可能性を示唆している⁴¹⁾。このような結果は、統制的過程に支えられた分析的思考を行う動機付けを高めることで、偽ニュースの悪影響を緩和できる可能性を示唆している。

しかしながら、認知能力の高さが、イデオロギーに動機付けられた推論を引き起こすことを明らかにした研究も報告されている。Kahan⁴³⁾ は、保守とリベラルに対して、認知能力を測定する認知反射テスト⁴²⁾ を実施し、認知能力には保守派とリベラルの間に差がないことを確認している。そして、イデオロギーに動機付けられた推論は、ヒューリスティックに基づく推論に過度に依存しておらず、むしろ認知能力が高く、情報処理に優れた者が、イデオロギーに動機付けられた認知を示す傾向が最も高かったことを示した。また、Kahan ら⁴⁴⁾ は、人々の見解の対立が続く理由として、「科学的な理解が出来ないため ‘science comprehension thesis’ (SCT)」という仮説と、「アイデンティティを守るため ‘identity-protective cognition thesis’ (ICT)」という仮説を検証した。経験的データから因果推論を引き出す能力を測定する困難な問題への回答を求めたところ、定量的情報を利用する能力が高い参加者は、データが「新しい皮膚発疹治療の研究結果」として提示された場合、能力が低い者よりも正確に回答した。しかしながら、同じデータがイデオロギーを反映する「銃規制の研究結果」として提示された場合、回答は政治的に二極化され、正確ではなくなった。回答の歪みは、認知能力が高い人において減少せず、むしろ増加したことが示されている。このような結果は、SCT よりも ICT を支持しており、高い定量的推論能力を持つ者は、眼前のデータを自分の政治的イデオロギーと最も一致するように解釈する傾向があることを示唆している。

統制的過程は実行機能（Executive Functions; EFs）が支えており、実行機能の基本的な側面（ワーキ

ングメモリ操作、行動制御、タスク切り替え)が駆動することで、人は自ら行動を状況や目標に合わせて適切に制御することができる⁴⁵⁾。実行機能トレーニングは、学業成績の向上、依存などの健康リスクの低減、対人関係の問題を改善する効果があることが確認されている⁴⁵⁾⁴⁶⁾。しかしながら、政治的イデオロギーや党派性バイアスには、個人のアイデンティティが深く関わっているため²⁹⁾、これらが引き起こす問題の解消は、実行機能を高めるだけでは十分ではない可能性がある。学業や健康問題のように「正しい」とされる自己制御行動が自明ではないためである。

人々はヒューリスティックの結果として政治的イデオロギーと一致する情報を選択するのではなく、自らのアイデンティティを守るために、推論能力を駆使して、政治的イデオロギーと一致する情報を積極的に選択している。そうであれば、トレーニングによって実行機能を高めたとしても、その力を自らとは相いれないイデオロギーを持つ人を排除するために用いる可能性がある。吉田⁴⁷⁾はワーキングメモリキャパシティ高群が低群よりも、感染脅威が高まり、感染回避目標が活性化した場合にはスティグマのある外集団成員を排除することを明らかにした。他者を遠ざけることが適応的な行動である時、優れた実行機能を持つ者ほど排他的な反応を示したのである。そのため、党派性バイアスの解消のためには、トレーニングにより実行機能を高めるとともに、個人が置かれた状況下でどのようなイデオロギーやアイデンティティが活性化されるか、すなわちどのような自己制御目標が喚起されるかに対しても考慮する必要がある。政治的イデオロギーに基づく極性化の解消には、アイデンティティの観点を含めた検討²⁹⁾が強く求められている。

おわりに

政治的イデオロギーの個人差が生じるメカニズムは政治心理学や政治神経科学 / 神経政治学の発展に伴い急速に解明が進んでいる。一方、人々を取り巻くメディアや情報環境の変化により、政治的イデオロギーによる極性化を解消する道は険しいと言わざるを得ない。政治的イデオロギーによる極性化が進むことで、社会関係資本の減少、経済的不平等の拡大、科学への信頼の低下、メディアの状況の細分化など、様々な問題が進むことが懸念される。今後、心理的原則を組み込んだ技術的解決策⁴⁸⁾が益々求められるであろう。克服するための第一歩は、Jost¹²⁾が指摘しているように、「政治的なイデオロギーの違いを軽視しないこと」であろう。人を特定の信念に固執する存在として捉えるのではなく、確実性、安全性、社会的帰属に対する欲求を満たすための認識論的または存在論的動機に基づいて、特定の信念に共鳴している存在として認識すること¹²⁾が必要である。また、Lewandowsky ら⁴⁹⁾は、バックファイヤ効果を抑制し、誤った情報の拡散を防ぐ方法として、「伝えたい事実を強調したシンプルな資料を作ること」、「コンテンツが受け手の世界観や価値観を脅かさないかどうか吟味すること」、「コンテンツを受け手の世界観を肯定する方法で提示すること(リスクや脅威ではなく、機会や潜在的な利益に焦点を当てる)」などを提案している。小さな工夫のように見えるこれらの取り組みが重ねられることで、大きな変化が生じるものと期待する。

謝辞

本稿の一部は、「日本における保守化・右傾化の構造」研究会において発表された。発表の機会を与えていただいた長谷川雄一先生に感謝いたします。本稿の執筆に際して文部科学省科学研究費補助金(基盤C:課題番号20K03312)の助成を受けた。

引用文献

- 1) Westfall, J., Van Boven, L., Chambers, J. R., Judd, C. M. "Perceiving political polarization in the United States: Party identity strength and attitude extremity exacerbate the perceived partisan divide" *Perspectives on Psychological Science*, **10** (2), 145-158, 2015
- 2) Graham, J., Haidt, J., Motyl, M., Meindl, P., Iskiwitch, C., Mooijman, M. "Moral Foundations Theory" *Atlas of Moral Psychology*, 211, 2018
- 3) Haidt, J., Graham, J., Joseph, C. "Above and below left-right: Ideological narratives and moral foundations" *Psychological Inquiry*, **20** (2-3), 110-119, 2009
- 4) Graham, J., Haidt, J., Nosek, B. A. "Liberals and conservatives rely on different sets of moral foundations" *Journal of personality and social psychology*, **96** (5), 1029, 2009
- 5) Haidt, J. "The righteous mind: Why good people are divided by politics and religion" *Vintage*. 2012
(ハイト, J. 高橋洋 (訳)『社会はなぜ左と右にわかれるのか－対立を超えるための道徳心理学』紀伊国屋書店, 2014)
- 6) 村山綾・三浦麻子「日本語版道徳基盤尺度の妥当性の検証－イデオロギーとの関係を通して－」『心理学研究』**90**, 156-166, 2019
- 7) Graham, J., Nosek, B. A., Haidt, J., Iyer, R., Koleva, S., Ditto, P. H. "Mapping the moral domain" *Journal of personality and social psychology*, **101** (2), 366, 2011
- 8) Smith, K. B., Alford, J. R., Hibbing, J. R., Martin, N. G., Hatemi, P. K. "Intuitive ethics and political orientations: Testing moral foundations as a theory of political ideology" *American Journal of Political Science*, **61** (2), 424-437, 2017
- 9) Jost, J. T., Glaser, J., Kruglanski, A. W., Sulloway, F. J. "Political conservatism as motivated social cognition" *Psychological bulletin*, **129** (3), 339, 2003
- 10) Jost, J. T., Amodio, D. M. "Political ideology as motivated social cognition: Behavioral and neuroscientific evidence" *Motivation and Emotion*, **36** (1), 55-64, 2012
- 11) Jost, J. T., Nam, H. H., Amodio, D. M., Van Bavel, J. J. "Political neuroscience: The beginning of a beautiful friendship" *Political Psychology*, **35**, 3-42, 2014, p.17
- 12) Jost, J. T. "Ideological asymmetries and the essence of political psychology" *Political psychology*, **38** (2), 167-208, 2017
- 13) Lieberman, M. D., Schreiber, D., Ochsner, K. N. "Is political cognition like riding a bicycle? How cognitive neuroscience can inform research on political thinking" *Political Psychology*, **24** (4), 681-704, 2003
- 14) Oxley, D. R., Smith, K. B., Alford, J. R., Hibbing, M. V., Miller, J. L., Scalora, M., Hatemi, P., Hibbing, J. R. "Political attitudes vary with physiological traits" *Science*, **321** (5896), 1667-1670, 2008
- 15) Carraro, L., Castelli, L., Macchiella, C. "The automatic conservative: Ideology-based attentional asymmetries in the processing of valenced information" *PLoS One*, **6** (11), e26456, 2011
- 16) Amodio, D. M., Jost, J. T., Master, S. L., Yee, C. M. "Neurocognitive correlates of liberalism and conservatism" *Nature neuroscience*, **10** (10), 1246, 2007
- 17) Mendez, M. F. "A neurology of the conservative-liberal dimension of political ideology" *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, **29** (2), 86-94, 2017, p.87
- 18) 金井良太『脳に刻まれたモラルの起源』岩波書店, 2013
- 19) Kanai, R., Feilden, T., Firth, C., Rees, G. "Political orientations are correlated with brain structure in

- young adults" *Current biology*, **21** (8), 677-680, 2011
- 20) Fowler, J. H., Baker, L. A., Dawes, C. T. "Genetic variation in political participation" *American Political Science Review*, **102** (2), 233-248, 2008
 - 21) Schreiber, D. "Neuropolitics: Twenty years later" *Politics and the Life Sciences*, **36** (2), 114-131, 2017
 - 22) Gentzkow, M. "Polarization in 2016" *Toulouse Network for Information Technology Whitepaper*, 1-23, 2016
 - 23) Ditto, P. H., Liu, B. S., Clark, C. J., Wojcik, S. P., Chen, E. E., Grady, R. H., Gelniker, J. B., Zinger, J. F. "At least bias is bipartisan: A meta-analytic comparison of partisan bias in liberals and conservatives" *Perspectives on Psychological Science*, **14** (2), 273-291, 2019
 - 24) Frenda, S. J., Knowles, E. D., Saletan, W., Loftus, E. F. "False memories of fabricated political events" *Journal of Experimental Social Psychology*, **49** (2), 280-286, 2013
 - 25) Johnson, T. J., Kaye, B. K. "Wag the blog: How reliance on traditional media and the Internet influence credibility perceptions of weblogs among blog users" *Journalism & mass communication quarterly*, **81** (3), 622-642, 2004
 - 26) 笹原和俊「ウェブの功罪」『情報の科学と技術』**70** (6), 309-314, 2020
 - 27) Vosoughi, S., Roy, D., Aral, S. "The spread of true and false news online" *Science*, **359** (6380), 1146-1151, 2018
 - 28) Jost, J. T., van der Linden, S., Panagopoulos, C., Hardin, C. D. "Ideological asymmetries in conformity, desire for shared reality, and the spread of misinformation" *Current opinion in psychology*, **23**, 77-83, 2018
 - 29) Van Bavel, J. J., Pereira, A. "The partisan brain: An identity-based model of political belief" *Trends in cognitive sciences*, **22** (3), 213-224, 2018
 - 30) Nail, P. R., McGregor, I. "Conservative shift among liberals and conservatives following 9/11/01" *Social Justice Research*, **22** (2-3), 231-240, 2009
 - 31) Wylie, C. "Mindf*ck: Inside Cambridge Analytica's Plot to Break the World" *Profile Books*, 2019 (ワイリー, C. 牧野洋 (訳)『マインドハッキングーあなたの感情を支配し行動を操るソーシャルメディア』新潮社, 2020)
 - 32) Bodó, B., Helberger, N., de Vreese, C. H. "Political micro-targeting: a Manchurian candidate or just a dark horse?" *Internet Policy Review*, **6** (4), 1-13, 2017
 - 33) Zuiderveen Borgesius, F., Möller, J., Kruikemeier, S., Ó Fathaigh, R., Irion, K., Dobber, T., Bodó, B., de Vreese, C. H. "Online political microtargeting: promises and threats for democracy" *Utrecht Law Review*, **14** (1), 82-96, 2018
 - 34) Prummer, A. "Micro-targeting and polarization" *Journal of Public Economics*, **188**, 104210, 2020
 - 35) Nyhan, B., Reifler, J. "When corrections fail: The persistence of political misperceptions" *Political Behavior*, **32** (2), 303-330, 2010
 - 36) Haslam, N. "Dehumanization: An integrative review" *Personality and social psychology review*, **10** (3), 252-264, 2006
 - 37) Falk, E. B., Spunt, R. P., Lieberman, M. D. "Ascribing beliefs to ingroup and outgroup political candidates: neural correlates of perspective-taking, issue importance and days until the election" *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **367** (1589), 731-743, 2012

- 38) Pacilli, M. G., Roccato, M., Pagliaro, S., Russo, S. "From political opponents to enemies? The role of perceived moral distance in the animalistic dehumanization of the political outgroup" *Group Processes & Intergroup Relations*, **19** (3), 360-373, 2016
- 39) Evans, J. S. B. "Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition" *Annu. Rev. Psychol.*, **59**, 255-278, 2008
- 40) Kruglanski, A. W., Orehek, E. "Partitioning the domain of social inference: Dual mode and systems models and their alternatives" *Annu. Rev. Psychol.*, **58**, 291-316, 2007
- 41) Pennycook, G., Rand, D. G. "Lazy, not biased: Susceptibility to partisan fake news is better explained by lack of reasoning than by motivated reasoning" *Cognition*, **188**, 39-50, 2019
- 42) Frederick, S. "Cognitive reflection and decision making" *Journal of Economic perspectives*, **19** (4), 25-42, 2005
- 43) Kahan, D. M. "A risky science communication environment for vaccines" *Science*, **342** (6154), 53-54, 2013
- 44) Kahan, D. M., Peters, E., Dawson, E. C., Slovic, P. "Motivated numeracy and enlightened self-government" *Behavioural Public Policy*, **1** (1), 54-86, 2017
- 45) Hofmann, W., Schmeichel, B. J., Baddeley, A. D. "Executive functions and self-regulation" *Trends in cognitive sciences*, **16** (3), 174-180, 2012
- 46) García-Madruga, J. A., Gómez-Veiga, I., Vila, J. Ó. "Executive functions and the improvement of thinking abilities: The intervention in reading comprehension" *Frontiers in psychology*, **7**, 58, 2016
- 47) 吉田綾乃「感染脆弱意識とワーキングメモリキャパシティがステイグマ集団への態度に及ぼす影響」日本社会心理学会第60回大会, 2019
- 48) Lewandowsky, S., Ecker, U. K., Cook, J. "Beyond misinformation: Understanding and coping with the "post-truth" era" *Journal of applied research in memory and cognition*, **6** (4), 353-369, 2017
- 49) Lewandowsky, S., Ecker, U. K., Seifert, C. M., Schwarz, N., Cook, J. "Misinformation and its correction: Continued influence and successful debiasing" *Psychological science in the public interest*, **13** (3), 106-131, 2012

研究ノート

宮城県で栽培したオリーブの有効成分の基礎研究 －オリーブ葉ポリフェノール含量と水抽出条件の検討－

山口政人¹、岩田一樹¹、庭野道夫¹、磯田博子²

¹東北福祉大学 ²筑波大学

要旨

本研究は、2018年に寒冷地宮城県の休耕地に試験栽培したチュニジア産オリーブ Chetoui (シェトウイ)、スペイン産 Arbequina (アルベキナ)、ギリシャ産 Koroneiki (コロネイキ) の葉中ポリフェノールを定量すること、また、オリーブ葉の利活用のための基礎データを得るため、水抽出によるポリフェノールの回収率を調べることを目的とした。オリーブの試験栽培地は、石巻市網地島 (1 地点)、仙台市国見ヶ丘 (2 地点) の 3 地点とし、収穫時期は2021年10月下旬から11月下旬とした。オリーブ葉ポリフェノール含量は 3 種全てにおいて、石巻市網地島で栽培したオリーブ (3 種の平均値 $105.6 \pm 0.13 \text{mgGAE/g-DW}$) が仙台市国見ヶ丘 2 地点 (3 種の平均値 $73.6 \pm 0.15 \text{mgGAE/g-DW}$) に比べて1.4倍多く、有意に高い値を示した。国内外の文献と比較し同程度の定量値であった。オリーブ葉ポリフェノールに着目した場合、石巻市網地島でのオリーブ栽培は適しているものと示唆された。水抽出によるオリーブ葉ポリフェノールの回収率については、水温が高く、滲出時間が長いほど回収率は上がった。室温 ($24 \pm 2^\circ\text{C}$) の水抽出では10分の滲出時間で20.8%、24時間後で57.9% の回収率であったが、100℃ (沸騰水) の場合、10分の滲出時間では73.1%、24時間では78.9% のポリフェノールが回収された。沸騰水を用いることにより、短時間でオリーブ葉中ポリフェノールの抽出が可能であることが分かった。

キーワード: オリーブ葉、寒冷地栽培、ポリフェノール、チュニジア、網地島

1. 緒言

我々は宮城県の地域振興を目的とし、休耕地を活用した寒冷地オリーブ試験栽培を2018年に開始し、今年で3年目を迎えた¹⁾。栽培品種はチュニジア産の Chetoui (シェトウイ)、スペイン産 Arbequina (アルベキナ)、ギリシャ産 Koroneiki (コロネイキ) の 3 品種である。日頃のオリーブ栽培の管理、収穫作業等は網地島の離島振興に従事する NPO 法人ジョイフル網地島の職員や島民が担当している。国内における寒冷地栽培では宮城県が北限と言われており、東日本大震災後、石巻市は網地島を含む 4 地域でオリーブ栽培を開始した。これまで1600本以上が定植され、果実の収穫量は500kg を超えている²⁾。また石巻市は2021年東京オリンピックのチュニジア共和国選手団のホストタウンとして貢献したが、事前合宿を終えた選手団を東京へ送り出す際、網地島で栽培したチュニジア産オリーブ (Chetoui) の枝葉で作った冠を市長が選手達にプレゼントした報道は我々の記憶に新しい³⁾。このオリーブの冠は当 NPO 法人職員や島民が作成し、離島振興のために貢献している。このように石巻市はオリーブ栽培を地域振興の一つの軸として、オリーブオイルの 6 次産業化、オイルの搾り滓や枝葉の成分の活用、オリーブ葉茶の製造、水産養殖業の飼料開発、観光産業の活性化、雇用創出など様々な目的を掲げている⁴⁾。一方、現時点ではオリーブの寒冷地栽培に関する学術的な知見がない。そのため、寒冷地におけるオリーブの生育条件や有効

成分の分析を継続的に実施し、それらの結果を栽培方法の最適化に応用したり、地元宮城の産業振興のための基礎情報の一つとして発信していくことは意義が深いと考える。また、日本におけるチュニジア産 Chetoui の栽培は他に事例がなく、珍しい取り組みと言える。2018年、オリーブの苗木を定植した際、背丈は30cm 程度であったが、現在は樹高が2～3m、樹径が5cm を超える樹も多く見られ、順調に生育している (Fig.1)。

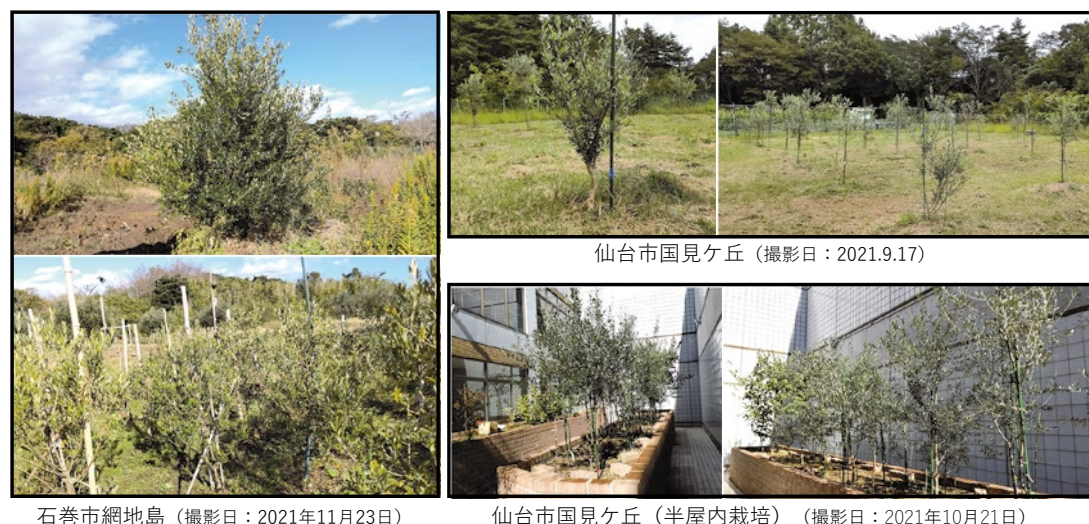


Fig. 1 オリーブの試験栽培の様子

ところで、オリーブが産生するポリフェノールは、抗酸化作用、抗菌作用、抗炎症作用、血糖値上昇抑制作用などの機能が知られていること、チュニジア産オリーブは、ヨーロッパ産オリーブと比べてポリフェノール含量が高いなどの特徴が報告されている⁵⁾。オリーブ葉から抽出したポリフェノールには抗がん作用や抗アレルギー作用など様々な生理活性があることが報告されている⁶⁻¹¹⁾。更にポリフェノールの生理機能を期待したオリーブ葉茶、枝葉の乾燥粉末を材料とした畜産用、養魚用飼料の開発など多面的にオリーブ研究が行なわれており¹²⁻¹³⁾、オリーブは興味が尽きない植物である。

本研究では、寒冷地宮城県で栽培したオリーブの特色を明らかにしていくため、今回2つの実験を実施した。1つ目は、石巻市網地島、仙台市国見ヶ丘において試験栽培し、3年半生育したオリーブ3品種の葉中総ポリフェノールを定量した。抽出方法は、一般的に植物の葉中ポリフェノールの定量に用いられる含水エタノールを用いた抽出法とした¹⁴⁾。尚、寒冷地栽培による影響の有無等について調査するため、オリーブ葉ポリフェノールの定量は継続的に実施していく予定である。2つ目は、水抽出によるオリーブ葉ポリフェノールの回収率を調べた。オリーブ葉においては、食品素材、動物飼料の用途として一般に乾燥粉末が利用されていること、あるいは嗜好飲料としてオリーブ葉エキス、オリーブ葉茶という形態で飲用されていることから、水を溶媒とした抽出法が用いられている。総ポリフェノールの定量分析においては、一般的に含水有機溶剤による抽出法が用いられるが¹⁴⁾、使用目的が食用あるいは飲用の場合には生体に安全な水を用いた抽出法が望ましい。オリーブ葉には水溶性フェノール化合物が多いことから、水抽出によってポリフェノールがどの程度回収されるのか調べる必要がある。またこれらの詳しいデータについては一部報告はあるが少ないのも事実である¹⁵⁾。よってポリフェノール回収試験では水を溶媒として用い、その温度と滲出時間の各条件によって抽出されるオリーブ葉の総ポリフェノールを定量し、回収率を求めた。これらの継続的な研究を通じて、将来的には寒冷地宮城で栽培したオリーブ等から健康機能に寄与する成分を明らかにし、付加価値向上と地域振興に寄与することを目指す。

2. 実験方法

2-1. 試料及び実験方法

試料としたオリーブの葉は、石巻市網地島オリーブ農園（採取日：2021年11月23日）、仙台市国見ヶ丘の本学教育実践農園、並びに感性福祉研究所の中庭花壇（半屋内栽培：周囲がガラスとコンクリート壁に覆われ、屋根が無い場所）（採取日：2021年10月21日）において、試験栽培中のオリーブ3品種（Chetoui、Arbequina、Koroneiki）から、樹勢が良い5本を各品種から選定し、樹1本あたり100枚程度の葉を採取した。

尚、栽培条件を以下に記す。石巻市網地島の休耕地には、オリーブを30本定植（各品種10本ずつ）、仙台市国見ヶ丘の教育実践農園には45本定植（各品種15本ずつ）、仙台市国見ヶ丘感性福祉研究所の中庭花壇には21本定植（各品種7本ずつ）している。3地点に共通して、窒素、リン、カリウムを配合した市販の混合肥料を年1回施肥、灌水はせず自然降雨のみとし、病原菌への抵抗性を維持するため無機性銅水和剤を年1回散布、風通しを良くするため年1回の枝の剪定を実施した。樹勢が良い条件として、樹高が1.5～2m、樹径5～10cm（地上から5cmの高さ）、害虫被害を受けておらず、枝は弾力性に富み、濃い緑色を呈した葉を有する樹とし、各品種5本ずつを選定した。

2-2. 試料の調製

オリーブ葉からの総ポリフェノールの抽出法については既報に従って調製した¹⁶⁾。採取した各品種オリーブの葉から100～200枚程度を蒸留水で洗浄後、乾燥機（Food Dehydrator LT-81）で80℃、2時間乾燥し、粉碎機（Multi Grinder, BioloMix700）で粉末にした。各種オリーブ葉の乾燥粉末1.0gを遠沈管に入れ、70%エタノール10mLを加え、室温（24℃±2℃）、暗所下で3日間振とうした。その後、遠心力5,500×g、10分間遠心分離し、上清を回収後10mLに定容し、ポリフェノール抽出液とした。各種分析実験を実施するまで4℃下で遮光保存した。

2-3. 総ポリフェノール含量の測定

Folin-Ciocalteu法によりオリーブ葉に含まれる総ポリフェノールを定量した¹⁷⁾。抽出液はISO14502-1:2005に基づき、エタノール濃度が20%を超えない範囲で適宜純水を用いて希釈し、全容を1.0mLとし、フェノール試薬（関東化学）5mLを加えた後、5分後に7.5%（W/V）の炭酸ナトリウム溶液4.0mLを加え、室温で60分放置後、分光光度計（Novaspec II Spectrophotometer）により、765nmにおける吸光度を測定した。ブランクは純水とした。検量線は10、20、30、40、50μg/mLに溶解した没食子酸一水和物（FUJIFILM Wako）を用いて作成し、試料中の総ポリフェノール含量を没食子酸相当量（mgGAE/g-DW）として求めた。尚、GAEはGallic acid equivalent、DWはDry weightを示す。

各試験は3回行い、得られたデータは平均値±標準偏差で表した。総ポリフェノール含量の栽培地間での有意差検定には、post-hoc testとしてDunnettの多重比較法により行った。*p<0.05で示した。総ポリフェノール量の計算式は次の通りである。

$$W_t = \frac{(D_{\text{sample}} - D_{\text{intercept}}) \times V_{\text{sample}} \times d}{S_{\text{std}} \times M_{\text{sample}}}$$

W_t：試料中の総ポリフェノール量、D_{sample}：試料溶液の吸光度、D_{intercept}：検量線 Y 軸切片の吸光度、S_{std}：検量線の傾き、M_{sample}：試料量（g）、V_{sample}：試料抽出液量（mL）、d：比色定量した時の試料希釈倍率を表す。

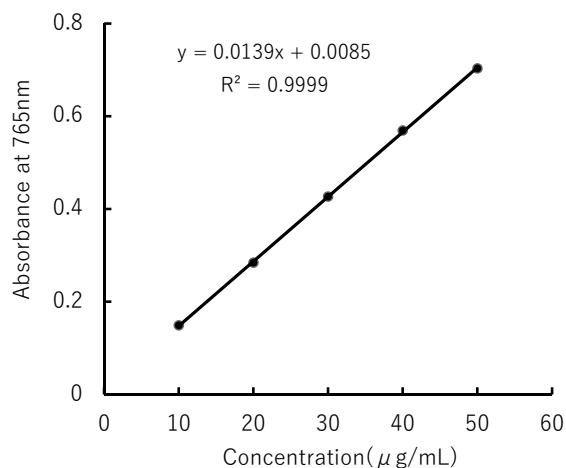


Fig. 2 ポリフェノールの定量に用いた没食子酸の検量線

2-4. 水抽出によるポリフェノールの回収試験

試料は石巻市網地島オリーブの Chetoui の葉を用いた。Chetoui の葉粉末を0.1g 秤量し、容量15mL のコニカルチューブに入れ、これに10mL の各温度に調整した純水を加えて蓋をした。水の温度は、室温（24 ± 2℃）、60℃、80℃、沸騰水（100℃）の4種類とし、滲出時間は、5分、10分、30分、60分、24時間とした。各時間経過後、Folin-Ciocalteu 法によりオリーブ葉粉末に含まれる総ポリフェノールを定量した。回収率は、オリーブ葉粉末を70% エタノール抽出した総ポリフェノール含量を当該試料に含まれる全ポリフェノール含量とし、各水抽出条件で抽出されたポリフェノール含量の割合を算出した。

3. 結果並びに考察

3-1. オリーブ葉抽出物の総ポリフェノール含量

オリーブ葉中の総ポリフェノール含量は、Folin-Ciocalteu 法を用い、Fig.2に示した没食子酸の検量線 ($R^2=0.9999$)、並びに前述した計算式に基づき、乾燥葉 1 g 当たりの重量 (mg) を没食子酸換算 (mgGAE/g-DW) で表し、得られた定量値を Fig.3に示した。オリーブ葉の総ポリフェノール含量は、3種全てにおいて、石巻市網地島で栽培したオリーブが仙台市国見ヶ丘に比べて有意に高い値を示した。即ち、Chetoui においては、石巻網地島 ($111.9 \pm 0.08 \text{mgGAE/g-DW}$) は仙台市国見ヶ丘 ($80.5 \pm 0.14 \sim 82.7 \pm 0.08 \text{mgGAE/g-DW}$) と比較して1.4倍多かった。Arbequina においては、石巻市網地島 ($104.4 \pm 0.08 \text{mgGAE/g-DW}$) は仙台市国見ヶ丘 ($66.0 \pm 0.08 \sim 67.1 \pm 0.14 \text{mgGAE/g-DW}$) と比較して1.6倍多かった。Koroneiki においては、石巻市網地島 ($100.4 \pm 0.08 \text{mgGAE/g-DW}$) は仙台市国見ヶ丘 ($69.8 \pm 0.14 \sim 75.4 \pm 0.08 \text{mgGAE/g-DW}$) と比較して1.4倍多かった。宮城県内の栽培であるが地域によってポリフェノール含量に差異が認められたことについては興味深い。尚、仙台市国見ヶ丘での試験栽培は、露地栽培と半屋内栽培の異なる条件で実施したが、両地点での総ポリフェノール含量に差異はほとんど認められなかった。

ところで我々は、気象条件による寒冷地オリーブ栽培への影響を調査するため、石巻市網地島と仙台市国見ヶ丘の農地に気象観測装置を昨年設置した。気象データの分析の結果、3地点で違いが認められたのは、気温、日照量、風速の3項目であった。特に日照量については、石巻市網地島は仙台市国見ヶ丘よりも2倍以上多く、差異が認められた。植物は太陽光を利用し、光合成によって生命を営むが、永続的に紫外線に暴露されるため、細胞中の DNA やタンパク質は変異を受ける。植物は環境因子からの様々な影響に対抗するため様々な防御物質を産生するが、特にポリフェノールは有害な紫外線から自身の細胞を守る

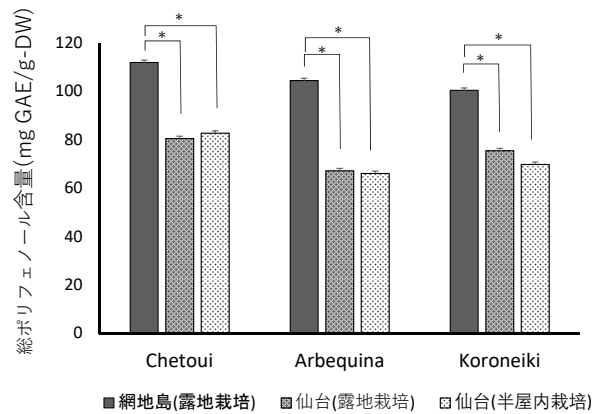


Fig. 3 オリーブ葉抽出物の総ポリフェノール含量

Polyphenol content: mgGAE/g-DW, GAE: Gallic acid equivalent, DW: Dry weight

Data represent the mean of three determination $\pm$ standard deviation

* : $p < 0.05$ at same cultivar

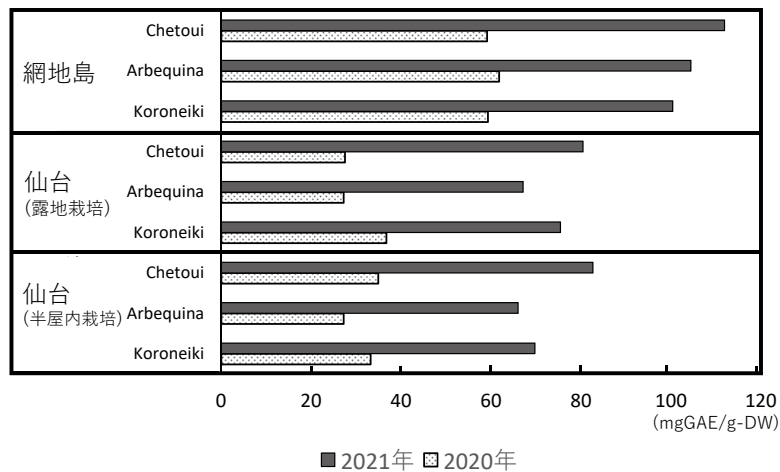


Fig. 4 オリーブ葉抽出物の総ポリフェノール含量 ～昨年との比較～

(棒グラフは平均値を示す)

作用がある。植物の生体防御機構の視点から見ると、石巻市網地島で生育したオリーブの葉中ポリフェノール含量が高い値を示したことについて、日照量の多さが理由の一つと考えられる。気象データに関する詳細な分析については、共著者が同年報で報告するので本稿で述べることは差し控える。

オリーブ葉ポリフェノール含量の定量試験は今回で2回目となる。前回2020年の測定結果では、石巻市網地島の Chetoui が 59.1 ± 0.10 mgGAE/g-DW、Arbequina が 61.8 ± 0.10 mgGAE/g-DW、Koroneiki が 59.3 ± 0.85 mgGAE/g-DW であった¹⁶⁾。今年の定量値と比較すると Chetoui においては1.9倍、Arbequina と Koroneiki においては1.7倍増加した。仙台市国見ヶ丘のオリーブでは、Chetoui においては2.4～2.9倍、Arbequina においては2.5倍、Koroneiki においては2.1倍増加した。仙台市国見ヶ丘で栽培したオリーブのほうが増加の程度が大きい傾向が分かった (Fig.4)。オリーブは樹齢の長い植物であるため、生育期が長期にわたり継続する。例えば、国内には観賞用として海外から運び込まれた樹齢100年以上の樹があるが、イタリアには樹高15m、樹径9mに達するオリーブも存在し、樹齢は1000年以上と言われている¹⁸⁾。我々が定植したオリーブは苗木から換算して樹齢は4年であり、まだ若い樹である。ポリフェノールを始めとした有効成分の含量推移については他にデータがないため、今後も調査を継続していきたい。

国内外で栽培されているオリーブの葉中ポリフェノール含量に関しては幾つかの文献がある。栽培品種は異なるが、大山らは香川県小豆島で栽培したルッカ、ミッション、ネバディロブランコについて、それぞれ82.4mgGAE/g-DW、73.4mgGAE/g-DW、80.2mgGAE/g-DWであったと報告している（文献記載の単位は[gGAE/100g-DW]であるため、ここでは本報の単位表記に換算したものを記述した）。抽出方法はオリーブ葉乾燥粉末を80% エタノールを用いて抽出している¹³⁾。一方、Myriam らはチュニジアで栽培した8品種のオリーブ葉粉末を、我々と同様に70% エタノールを用いて抽出を行い、ポリフェノール含量を調べている。8品種の含量の範囲は73mg～144mgGAE/g-DWであり、Chetouiについては102.32mgGAE/g-DWであったと述べている¹⁹⁾。上述の通り、石巻市網地島で栽培したChetouiを始めとするオリーブ葉ポリフェノール含量は、100.4～111.9mgGAE/g-DWの範囲にあったため、現地チュニジアのものと同程度の定量値であった。オリーブ葉のポリフェノールに着目した場合、石巻市網地島はオリーブの栽培地として好適地である可能性が示唆された。

3-2. 水抽出によるオリーブ葉総ポリフェノールの回収率

Fig.5は、70% エタノール抽出によるオリーブ葉粉末の総ポリフェノール含量を100%とした場合の各水抽出条件における総ポリフェノール含量の回収率を示したグラフである。室温（24±2℃）の水抽出では、10分の滲出時間で20.8%、24時間後で57.9%という回収率であった。一方、100℃（沸騰水）の場合、10分の滲出時間では73.1%、24時間では78.9%のポリフェノールが回収された。沸騰水を用いることにより、比較的に短時間でオリーブ葉中ポリフェノールの抽出が可能であることが分かった。Folin-Ciocalteu 法によるポリフェノールの定量試験で用いた含水エタノールを溶媒とした場合と比べて21.1%の抽出ロスはあるが、例えばオリーブ葉茶を淹れる場合やオリーブ葉エキスの抽出作業など実用性を考慮すると、10分程度の熱湯抽出時間が許容できる範囲と思われる。尚、オリーブ葉中ポリフェノールの主要成分であるオレウロペインやヒドロキシチロソールの回収率、抗酸化活性など特定分子を対象とした性状解析については今後実施していきたい。

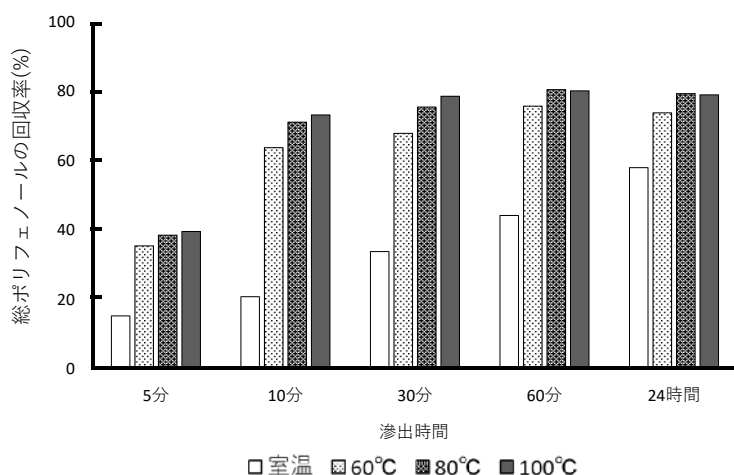


Fig. 5 各水抽出条件におけるオリーブ葉の総ポリフェノール回収率 (%)

結言

宮城県内3地点（石巻市網地島、仙台市国見ヶ丘）で試験栽培している3種オリーブ（Chetoui、Arbequina、Koroneiki）の葉中総ポリフェノール含量と水抽出によるポリフェノールの回収率を調べた。その結果、石巻市網地島で栽培したオリーブは、仙台市国見ヶ丘で栽培したオリーブよりも葉中総ポリフェノール含量が1.4倍高いことが分かった。この理由として、本年報の他頁で報告するが、2地点の気象観測結果の解析によると、石巻市網地島の日照量は仙台市国見ヶ丘と比べて2倍以上多かった。植物ポリフェノールが紫外線から自身の細胞を防御する役割があることを考えると、石巻市網地島の日照量が葉中ポリフェノールの増加に影響している一要因として挙げられる。また文献によると原産地チュニジアで栽培しているChetouiの葉中総ポリフェノール含量は我々の定量値と同程度であった。以上より、オリーブ葉ポリフェノールに着目した場合、石巻市網地島はオリーブ栽培において好適地であると示唆された。また水抽出によるポリフェノールの回収試験では、100℃の沸騰水で10分の滲出時間の場合、73.1%回収できることが分かった。室温による水抽出は適切でないことも分かった。オリーブ葉を用いた飲料や飼料等の製品開発分野において基礎的な知見を得ることができた。将来的には寒冷地でのオリーブ栽培の可能性を高めていくと共に網地島産オリーブの付加価値を高め、離島振興の一助になることを期待する。

謝辞

本研究は、東北福祉大学感性福祉研究所において、文部科学省の研究施設運営支援の助成を得て行なわれました。本研究は、チュニジア種苗会社のMuhammed Gahbi Mahjoub 社長、チュニジア農業大学元学長のHarrabi 教授、石巻市牡鹿総合支所、NPO 法人ジョイフル網地島の阿部孝博代表他事務局の皆様、網地島島民の皆様ほか多くの方の協力の下で行なわれました。ご関係の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 庭野道夫、山口政人、渡邊圭、磯田博子「チュニジア産オリーブ栽培の実践的研究Ⅰ」『感性福祉研究所年報』20, 79-94, 2019
- 2) 宮城県石巻オリーブ記事一覧.「石巻産オリーブを収穫しました」<https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/et-sgsin-ns/201110.html> 東部地方振興事務所 農業農村整備部農村振興班. 2011年
- 3) 河北新報「東京五輪 チュニジア選手団、事前合宿終え選手村へ「ありがとう石巻」」<https://kahoku.news/articles/20210723khn000021.html>、2021年
- 4) 宮城県石巻オリーブ記事一覧.「平成30年産「石巻産オリーブオイル」試食会」<https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/et-sgsin-ns/olive-2018-3.html> 東部地方振興事務所 農業農村整備部農村振興班. 2018年
- 5) JSTNews jst.go.jp/pr/jst-news/backnumber/2010/201011/pdf/2010_11_p14.pdf 1 バックナンバー 11月号 (独) 科学技術振興機構発行, 7 (8), 2010
- 6) Savournin, C., Baghdikian, B., Elias, R., Dargouth-Kesraoui, F., Boukef, K. and Balansard, G. "Rapid high-performance liquid chromatography analysis for the quantitative determination of oleuropein in *Olea europaea* leaves" *Journal of Agricultural Food chemistry* 49, 618-621, 2001
- 7) Gonzales, M., Zarzuelo, A., Gamez, M.J., Utrilla, M.P., Jimenez, J. and Osuna, I. "Hypoglycemic activity of olive leaf" *Planta Med* 58, 513-515, 1992
- 8) Bisignano, G., Tomaino, A., LoCascio, R., Crisafi, G., Ussella, N. and Saija, A. "On the in-vitro antimicrobial activity of oleuropein and hydroxytyrosol" *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 51 (8), 971-974, 1999

- 9) Parida, Y., Junkyu, H. and Hiroko, I. 「オリーブ由来ポリフェノール成分の抗がん・抗アレルギー活性解析」『沙漠研究』 18 (4), 183-187, 2009
- 10) Nakazaki, E., Junkyu, H. and Hiroko, I. 「チュニジア産オリーブ葉抽出物のヒト白血病細胞分化誘導作用」『New Food Industry』 52 (7), 21-27, 2010
- 11) Bouarab, C., Degraeve, P., Ferhout, H., Bouajila, J. and Oulalai, N. “Plant antimicrobial polyphenols as potential natural food preservatives” *Journal of Food Agriculture* 15;99 (4), 1457-1474, 2018
- 12) 大山憲一、大西茂彦、松岡博美、東畑顕、石田典子、小川雅廣「オリーブ葉添加飼料を投与した養殖ブリ筋肉の脂質および呈味評価」『Nippon Shokuhin kagaku Kougaku Kaishi』 64 (10), 507-514, 2017
- 13) 大山憲一、柴崎博行、大西茂彦、柴田英明、小川雅廣「香川県産飼料用オリーブ葉のポリフェノール含量に及ぼす保存方法の影響」『日本水産学会誌』 63 (12), 570-574, 2016
- 14) 津志田藤二郎. ポリフェノールの分析技術. 『食品と開発』 40, 11-13, 2005
- 15) 柴崎博行、藤井浩子、大谷尚美、吉岡尚美「オリーブ葉のポリフェノール回収のための水抽出条件の検討」『香川県産業技術センター 研究報告』 16, 74-76, 2016
- 16) 山口政人、庭野道夫、渡邊圭、磯田博子「宮城県で栽培したチュニジア産オリーブ葉抽出物のポリフェノール含量と抗菌活性」『感性福祉研究所年報』 21, 27-37, 2020
- 17) Folin, O. and Denis, W. “A Colorimetric method for the determination of phenols (and phenolderivatives) in urine” *Journal of biological chemistry* 22, 305-308, 1915
- 18) Giosue Della Porta, Miyuki Yamamoto (翻訳) 『オリーブオイルのすべて』 Babelcube Inc. 2015
- 19) Myriam, B.S., Hafedh, A., and Manef, A. “Study of Phenolic Composition and Biological Activities Assessment of Olive Leaves from different Varieties Grown in Tunisia” *Medicinal chemistry* 2 (5), 107-111, 2012

研究ノート

わが国における Community-Based Participatory Research に関する研究論文の特徴と課題 －「地域共生社会」の創生に向けた地域住民と大学との協働的实践に向けて－

下山田鮎美、佐藤晃子、渥美綾子

東北福祉大学

要旨

本研究の目的は、わが国において展開されている CBPR を用いた実践活動に関する研究論文を比較することにより、それらの特徴と課題を明らかにすることである。そのうえで、CBPR を導入した地域住民、学生及び教員の協働的实践を「地域共生社会」の創生に資するものにするため、さらには研究と実践を統合したものとして展開していくための示唆を得ることとした。

研究デザインは文献研究である。医学中央雑誌 Web 版を用い、「CBPR」をキーワードとして、公表が「2012年から2021年」、国内の「原著論文」及び「解説・総説」という条件を設定のうえ、文献を検索した。そして、抽出された研究論文7件について、目的、対象、方法、結果を抽出し、「CBPR のすすめ方の全体像」の各要素を枠組みとして分類した。

その結果、「健康課題を明確にする」に分類されたものは2件、「計画をつくり実施する、活動を評価し普及する」に分類されたものは2件、「CBPR のすすめ方の全体像」に分類されたものは3件であった。また、原著論文は2件、実践報告等が5件であった。さらに、CBPR で取り上げられていた健康課題を整理した。これを踏まえ、CBPR に関する研究論文の特徴と課題、CBPR の導入による協働的实践が「地域共生社会」の創生に資するようになるための課題について考察した。

キーワード：地域共生社会、Community-Based Participatory Research、協働的实践、公衆衛生看護学教育

I. 緒言

わが国においては、「地域共生社会」、すなわち、「制度・分野ごとの『縦割り』や『支え手』『受け手』という関係を超えて、地域住民や地域の多様な主体が『我が事』として参画し、人と人、人と資源が世代や分野を超えて『丸ごと』つながることで、住民一人ひとりの暮らしと生きがい、地域をともに創っていく社会¹⁾」の実現を基本コンセプトとし、今後の改革が進められようとしている。厚生労働省は、その背景として、「『縦割り』の限界を克服する必要性、『つながり』の再構築の必要性¹⁾」の2点を挙げ、また、なぜ「地域」なのかという点についても、「地域の暮らしにおける安心感と生きがいを生み出す、地域の持つ可能性を拓く、地域の課題に応える、地域を基盤とした包括的支援体制を構築する¹⁾」の4点を挙げ説明している。さらに、改革の骨子として「地域課題の解決力の強化、地域丸ごとのつながりの強化、地域を基盤とする包括的支援の強化、専門人材の機能強化・最大活用¹⁾」を挙げ、改革に当たっては、「国や市町村などによる支援のあり方について、地域における『我が事』・『丸ごと』の主体的な実践が生まれ

やすい環境をつくり、これを促すものへと転換を図っていく¹⁾」ことが示されている。

このような状況において、「公衆衛生の専門職／研究者が地域の人々とどのように関係をつくり、どのように協働して健康な地域づくりを行うのか、その『道しるべ』になる²⁾」と言われる Community-Based Participatory Research（以下「CBPR」とする）に対する関心が高まっている。たとえば日本地域看護学会は、2020年度に「健康で安全な地域社会の構築を目指す実践研究-実践者と研究者の協働手法CBPR-」と題した研究セミナーを開催している³⁾。麻原²⁾によると、このCBPRは、「コミュニティの健康課題を解決し、健康増進し、より良い生活のために、コミュニティ(地域)の人々と専門職のパートナーシップによって行われる研究(取り組み・活動)」とされ、「CBPRにおけるパートナーシップは、これからの保健医療福祉実践の専門職と当事者の協働のあり方を示す新たな協働モデルになり得る」ものであることが示唆されている。このようなCBPRの特徴を踏まえると、先に述べた「地域共生社会」の実現に向け、有用な実践活動及び研究の手法であると考えられる。

さて、本学保健看護学科においては、保健師教育課程を設置し、公衆衛生看護学を教授している。そして、その教育課程においては、保健師の実践において重視されている「地域診断に基づくPDCAサイクルの実施⁴⁾」が展開できるようになるために、「個人・家族・集団・組織を含むコミュニティ(共同体)を地域とし、個人の状況も踏まえつつ地域及び地域を構成する人々の心身の健康並びに疾病・障害の予防、発生、回復及び改善の過程を多角的・系統的かつ予測的に捉えてアセスメントし、顕在・潜在している地域の健康課題を明確にし、解決・改善策を計画・立案・実施・評価する能力を養う⁵⁾」ことに焦点を当て、地域診断及び活動計画の立案演習を継続してきた。この演習は、大学の近隣地域の連合町内会との協働によって展開してきたものである。この地域は、1989年より宅地分譲が開始されて以降、現在に至るまで開発が進められており、連合町内会、地区社会福祉協議会、地区民生委員協議会の連携のもと、まちづくりについての協議が重ねられてきた歴史を有する。そして、本学の演習の受け入れに際しても、地域のリーダー役の住民より、よりよい地域を創っていくために、大学生という第三者の視点から地域の課題を捉えること、それに基づいた地域づくりに対する提案を行うことの意義が幾度も語られている。たとえば、松尾ら⁶⁾は、地域住民と協働した地域看護プログラムの開発の意義と課題について、協力者の健康保持増進活動に取り組む必要性の認識、学生に対する学習支援 competence の強化につながったことを示している。このことを踏まえても、本学の協働による演習は、公衆衛生看護学教育における意義のみならず、地域住民にとっての意義も有することが想定され、地域住民、公衆衛生看護学を学ぶ学生及びそれを教授する教員の協働的实践として地域に根付くことが期待される。また、この演習が、先に示したような「地域共生社会」の創生に資するようになるためには、地域の「地域課題の解決力の強化¹⁾」と学生の「地域診断に基づくPDCAサイクルの実施⁴⁾」に係る能力が養われることも肝要となる。それを念頭に置いたとき、CBPRの「健康課題の解決を主目的としながら、コミュニティのメンバーと関係者がパートナーシップを組み、協働でコミュニティの課題を解決することから、メンバーが互いに学び合い、認識や行動が変化し、コミュニティの課題解決のための力をつけることができることが期待される³⁾」という強みを生かしていくことも有用であろう。

さらに、個々の事例報告による実践知の集積のみならず、大木が示す「研究成果(学術論文)として言語化⁷⁾」、つまり研究手法を用いてCBPRの過程や成果等を検証していくことも必要不可欠と考える。しかし、医学中央雑誌 Web版を用い、過去10年間のCBPRに関する文献を検索したところ、CBPRに関する解説や実践報告は数多く見受けられるものの、協働的实践に関する研究論文は非常に少ない状況であることが推察された。さらにCBPRに関する研究論文の特徴や課題を包括的に捉えた研究は、酒井⁸⁾、麻原⁹⁾、松下ら¹⁰⁾の文献レビューにとどまっており、近年に公表された研究論文に焦点をあてたものは見受けられない。

そこで本研究においては、公衆衛生看護学教育へのCBPRの導入、その実践過程における「研究と実践の統合⁷⁾」を「地域共生社会」の創生に資するものとするための要因を探る第一歩として、CBPRを用いた協働的实践に関する研究論文を比較することにより、それらの特徴と課題を明らかにしていきたい。

II. 目的

本研究においては、わが国において展開されているCBPRを用いた実践活動に関する研究論文を比較することにより、それらの特徴と課題を明らかにする。そのうえで、CBPRを導入した地域住民、公衆衛生看護学を学ぶ学生及びそれを教授する教員の協働的实践を「地域共生社会」の創生に資するものにするため、さらにはそれらを研究と実践を統合したものとして展開していくための示唆を得ることを目的とする。

III. 研究方法

1. 研究デザイン

本研究のデザインは文献研究である。

2. データ収集及び分析方法

まず、医学中央雑誌 Web 版を用い、「CBPR」をキーワードとして、公表が「2012年から2021年」、国内の「原著論文」及び「解説・総説」という条件を設定のうえ、文献を検索した。「原著論文」との条件下で抽出された文献は24件、「解説・総説」との条件下で抽出された文献は39件であった。そして、本研究がわが国におけるCBPRを用いた実践活動に関する研究論文に焦点を当てたものであること、「地域共生社会」の創生を念頭においていること、地域住民との協働という点に着目していることを踏まえ、これらの文献のうち、外国で実施されたもの、外国籍の住民が対象であったもの、個人及び専門家の支援に関するもの、地域住民、専門家及び地域住民の協働によるCBPRであることが不明確であるものを分析から除外した。

分析においては、対象とした研究論文7件について、各論文の本文と要旨を熟読した。そのうえで、目的、対象、方法、結果を抽出、箇条書きにしたうえで、一覧表に整理した。その際、英語で記述された論文については、日本語に翻訳した。つぎに、図1「CBPRのすすめ方の全体像¹¹⁾」の各要素、すなわち「①

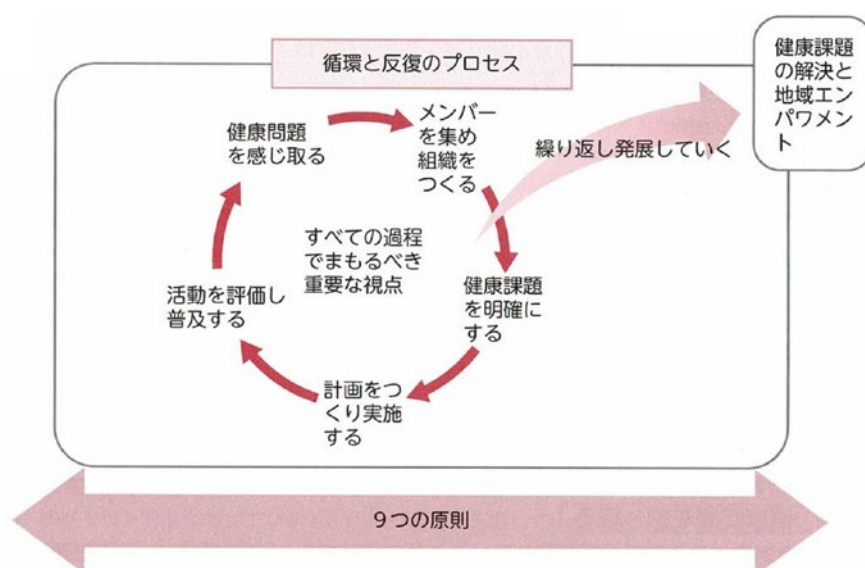


図1 CBPRのすすめ方の全体像¹¹⁾

表1 CBPR のすすめ方¹¹⁾

①健康問題を感じ取る
「ある対象にある健康問題が潜んでいるような気がする」「この問題にいま取り組まなければ、悪化の予想がされる」等の気持ちを大事にして活動の取り組みを認識しよう
②メンバーを集め組織をつくる
賛同してくれる仲間や、いろいろな役割を担ってくれる仲間をつくろう。その仲間とすべての過程をともにしよう
③健康課題を明確にする
いろいろな方法で、漠然と感じているコミュニティの健康問題を明確にしよう。それによって具体案が出やすくなるだろう
④計画をつくり実施する
住民に直接働きかける支援と、環境的基盤の整備により支援する方法など組み合わせで考えよう。セルフケアの力をつけるための工夫や住民が継続できるよう仕組みづくりをしておくことも大事だろう
⑤活動を評価し普及する
活動の振り返りで計画の修正がわかるだけでなく、新たな問題が見つかることもある。繰り返し取り組むことで活動はひろがっていくだろう

健康問題を感じ取る、②メンバーを集め組織をつくる、③健康課題を明確にする、④計画をつくり実施する、⑤活動を評価し普及する¹¹⁾」のいずれかに加え、各要素を包含する「⑥CBPRのすすめ方の全体像¹¹⁾」、を枠組みとして分類した。分類に際しては、表1「CBPRのすすめ方¹¹⁾」の各要素に関する説明文を参考にしつつ、分類の妥当性について研究者間で検討を行った。

IV. 結果

1. 研究論文の分類

分析対象とした研究論文7件について、本文および要旨を踏まえ、目的、対象、方法、結果、を整理し、さらに図1「CBPRのすすめ方の全体像¹¹⁾」における各要素及び表1「CBPRのすすめ方¹¹⁾」の説明文と比較しながら分類した。その結果、「③健康課題を明確にする」という要素に分類されたものは2件、「④計画をつくり実施する、⑤活動を評価し普及する」という要素に着目したものは2件、「⑥CBPRのすすめ方の全体像」に分類されたものは3件であった。また、原著論文は2件、実践報告等が5件であった。

まず、「③健康課題を明確にする」に分類された2件の研究論文について、概要を表2に示す。これらのうち、清野ら¹²⁾の研究論文は、フレイルの予防と軽減を目的とした「大田区元気シニア・プロジェクト」において、大田区に住む高齢者の生活実態を明らかにし、介入の資料とするために実施されたベースライン調査であり、日本の首都圏におけるフレイル予防戦略のプロトタイプを開発することを目的としたものであった。また白谷ら¹³⁾の研究論文は、横浜市立大学が民産官学共創により開発した大都市圏の大規模住宅団地における「まちの保健室」について、住民主体の地域づくりに向けたニーズを記述するとともに、それらに基づき今後の住民主体の地域づくりの理論構築において着眼すべき視点を得ることを目的としたものであった。これらのことを踏まえ、この2件を「③健康課題を明確にする」という要素に該当する研究論文とみなした。

つぎに、「④計画をつくり実施する、⑤活動を評価し普及する」に分類された2件の研究論文について、概要を表3に示す。これらのうち、吉田ら¹⁴⁾の研究論文は、元気な高齢者が認知症高齢者の早期発見、必要時に相談機関につなぐことができるようになるための教育プログラムを実施し、その活動の評価を目的としたものであった。また、高橋ら¹⁵⁾の研究論文は、病や死の問題を知り、考え、話し合うための「学

びのコミュニティ」の必要性を提唱し、その実践としてエンドオブライフに関する市民参加型プログラムを実施し、エンドオブライフケアにとって「学びのコミュニティ」がどのような意味を持つかを検討するもの、つまりその実践の活動の評価を目的としたものであった。これらのことを踏まえ、この2件を「④計画をつくり実施する、⑤活動を評価し普及する」の2つの要素にまたがる研究論文とみなした。

最後に、「⑥CBPRの進め方の全体像」に分類された3件の研究論文について、概要を表4に示す。これらのうち、関永ら¹⁴⁾の研究論文は、集落住民が安心できる暮らしの実現に向けて、基礎調査を土台に村と看護大学教員らで住民活動の支援体制を整備し、地域住民による地域包括ケアシステムの構築を目的としたものであり、その一環として実施された在宅支援村内学習会の過程を記述したものであった。また、福本ら¹⁵⁾の研究論文は、高齢者自身が主体的に健康寿命の延伸ができるような健康な地域づくりの実践過程とその成果を明らかにし、健康な地域づくりの実践過程の要件を検討することを目的としたものであり、ネットワークの構築過程（健康課題の共有・住民組織の誕生・具体的な活動の展開）と活動成果の双方が記述されたものであった。さらに金子ら¹⁶⁾の研究論文は、子育て中の母親の地域内での孤立を避けるためのシステムの必要性とそれに資するソーシャル・キャピタルの醸成を念頭におき、コミュニティ・ミーティング（本文中では「寄り合い」と表記）に向けた準備を行い、4回にわたりミーティングを実施し、その成果として「子育て広場」が誕生したという過程を記述したものであった。これらのことを踏まえ、この3件を「⑥CBPRのすすめ方の全体像」に着目した研究論文とみなした。

2. 研究論文におけるCBPRが着目している健康課題と取り組みについて

つぎに、各CBPRで取り上げられてる健康課題と取り組みについて、本文より抜粋し整理した結果を表5に示す。「認知症」に関するものが3件、「子育て」、「エンドオブライフ」に関するものが各2件、「フレイル」「孤独死」「高齢者虐待」「健康格差」「医療・健康・介護・老後への不安」に関するものが各1件となっていた。

V. 考察

1. CBPRに関する研究論文の特徴と課題

本研究においては、過去10年間ににおけるCBPRに関する研究論文として7件が抽出された。そして本文および要旨を踏まえ、目的、対象、方法、結果、を整理し、さらに、図1「CBPRのすすめ方の全体像¹¹⁾」における各要素及び表1「CBPRのすすめ方¹¹⁾」の説明文と比較しながら分類した。その結果、「③健康課題を明確にする」に分類されたものが2件、「④計画をつくり実施する、⑤活動を評価し普及する」に分類されたものが2件、「⑥CBPRのすすめ方の全体像」に分類されたものが3件であった。つまり、CBPRに関する研究論文は、麻原が「CBPRのすすめ方の全体像¹¹⁾」として示した特定の要素に該当するものとそれらを包含する全体的な過程に該当するものに大別されることが示唆された。これは、松下ら¹⁰⁾の「全体的に、CBPRの実践は数年から数十年かけて行われることが多いため、1つの論文の中でCBPRの全てのプロセスを示すものはほとんどなく、CBPR実践のある一部分を紹介したり、ある一定の進捗状況をまとめたものが多い」という指摘と同様の傾向と考えられ、CBPRに関する研究論文の特徴ともいえる。また大木⁷⁾も、CBPRが「研究者自らがコミュニティに入り込んでいくタイプの研究」であること、「なかなか論文にできない」こと、「PDCAサイクルという循環を繰り返しながら徐々に成果を上げていこう、状況を改善していこうとするので、成果が出てくるまでに時間もかかる」ことを指摘している。今後、CBPRを導入した協働的实践に関する研究を行う際には、CBPRが長期的な取り組みになる可能性が高いことを踏まえることが重要となる。そして、自分たちの取り組みがどの要素に該当するのかを意識しつつ段階を追って研究に取り組むことで、成果や過程の見える化が促され、協働の促進に寄与できるもの

と考える。

つぎに、本研究でとりあげた研究論文の種類を概観すると、実際に原著論文に該当したのは2件のみであり、他の論文は事例報告、報告論文、活動報告等となっていた。本研究においては、医学中央雑誌Web版を用い、「原著論文」あるいは「解説・総説」という条件下で文献を検索した。その結果、抽出された文献の中には、岡村ら¹⁹⁾の東京都下の大規模団地におけるCBPRである「新型コロナウイルス感染症下における大都市の大規模集合住宅に住む高齢者の支援」、井階²⁰⁾の福井県高浜町における、CBPRを意識した地域主体の健康のまちづくりに言及した「住民・行政・医療の協働システムの構築」、加藤ら²¹⁾の、未来を担う学生の「地域の課題解決」への意識向上、その先の専門性を生かした地域貢献へのアクションの創出を導く「地域課題解決型学習による人材育成プログラム」等、CBPRの協働的实践の過程を丁寧に記述した論文も複数含まれていた。これらについては、研究方法の記述が明確でなかったため、本研究の対象からは除外したが、CBPRの先駆的な取り組みであることは明らかであり、学術上の価値も高いと考えられる。たとえば日本健康教育学会²²⁾は、「アクションリサーチに関する論文の書き方ガイドライン」の作成を進めているが、研究論文として公表していく際には、そのようなものに依拠しつつ内容を構成することも重要であろう。また、原著論文として抽出された清野ら¹²⁾の研究論文を手がかりに、医学中央雑誌Web版で「大田区」「フレイル」をキーワードとして検索したところ、同じく清野ら²³⁾によって、先のベースライン調査と2年後の追跡調査データを用いて「大都市在住高齢者のフレイルの認知度とその関連要因」が明らかにされていたり、秦ら²⁴⁾によって、同データを用いて「食品摂取の多様性向上を目的とした10食品群の摂取チェック表『食べばチェック表』の効果に関する検討」が行われていたり、協働的实践にコホート研究と介入研究を組み合わせた先進的な取り組みも行われていることが判明した。近藤²⁵⁾が「JAGES（日本老年学的評価研究）プロジェクト」から得られた知見として、「縦断研究によって社会参加や社会サポート・ネットワークを含むソーシャル・キャピタルなど『健康の社会的決定要因(SDH)』の違いが健康格差の背景にあり」「地域診断をすると地域間に最大6倍もの健康格差がみられ」「『コミュニティに基礎をおく参加型研究』(CBPR)によってソーシャル・キャピタルを育てることは可能で、要介護認定率を半減させ認知機能低下を3割抑制できることなどを実証してきた」などと示しているように、社会疫学の理論と知見を協働的实践や研究に導入していくことも有用であることが示唆される。

最後に、本研究で分析対象とした研究論文に共通する点として、それぞれの地域において、人々のwell-beingを脅かすであろう健康課題が示され、それに対応する協働的实践としてのCBPRに言及されていたことが挙げられる。麻原²⁾は、CBPRが注目される理由として「健康問題をもたらす失業や貧困、ストレスといった社会的決定要因に働きかける必要があり、それには政策や制度、文化など社会に働きかけることが不可欠」であることを示している。地域においてCBPRを導入した協働的实践を行っていく際には、その地域の健康課題の明確化のみならず、その背景にある社会的決定要因にも着目していくことが肝要であろう。本研究の結果において「③健康課題を明確にする」に分類された2件の研究論文においては、地域の健康課題の明確化を目指した取り組みが報告されている。これらの研究論文に示されているように、研究的手法を用いることによって、より地域の健康課題の明確化が促される可能性があることも念頭におく必要がある。

2. CBPRを導入した協働的实践が「地域共生社会」の創生に資するようになるために

つぎに、CBPRの導入による、地域住民、公衆衛生看護学を学ぶ学生及びそれを教授する教員の協働的实践が「地域共生社会」の創生に資するようになるための課題を検討する。

まず、一つ目の課題として、フィールドとなる地域の健康課題を的確にとらえ、それを踏まえた協働的实践にしていく必要性が挙げられる。本研究で着目した研究論文においては、疫学研究¹²⁾、質的記述的研

究¹³⁾、コミュニティ・ミーティングの実施¹⁸⁾を通じて、その地域の健康課題を明らかにする取り組みが見受けられた。これは、地域の健康課題を量的・質的の両側面からとらえる必要性を示唆するものである。また、健康課題をとらえる際には、地域において生活を営む地域住民の直接体験に基づいた主観的情報と大学生や教員といった第三者による客観的情報を併せること、さらには学際的な取り組みにしていくことによってより深いアセスメントが可能になると考えられる。そして、下山田ら²⁶⁾が、エンパワーされたコミュニティの創生過程に関する研究において〈まちの事実が付与される意味世界の共有〉が、コアメンバーらを突き動かす創発的な社会的相互作用を生み出すうえで有用であることを示しているように、先に示したような地域のニーズを共に捉える試みは、この協働的实践の原動力を生み出すこと、それぞれの経験や強みを生かした取り組みとして発展していく可能性を広げるものでもあろう。

つぎに、二つ目の課題として、先にも示したようにCBPRは長期的な取り組みになる可能性が高いことから、CBPRを導入した協働的实践を持続可能なものにしていくための体制づくりと工夫が必要であることが挙げられる。それは、このような取り組みに大学生の参画を得たとしても、大学の教育課程が4年間で編成されていることから、同じ学生が長期的に実践活動に参画するのは困難であることが理由である。また、本学で参画を念頭においている保健師教育課程を履修する学生は、看護師教育課程における科目も併せて履修することが必須という状況がある。たとえば本学においては、履修モデルとして4年間で152単位の修得を推奨しており²⁷⁾、時間的な制約もある状況である。これらを踏まえると、CBPRの協働的实践に学生の参画を可能にし、持続可能なものにしていくためには、CBPRの各要素を踏まえ、住民の生活時間や行動の状況、地域で実践活動を行っている専門家の活動状況を踏まえ、それらに学生及び教員(研究者かつ教育者)が参画可能となる条件を組み合わせるなど、それぞれの強みを生かした相互作用・相互補完の体制づくりが必要と考える。また、異なる学年の学生が共に実践活動に参画したり、保健師教育課程ないしゼミナール活動等にCBPRを位置付ける等、学生が入れ替わったとしても活動自体が引き継がれる仕組みをつくること、より質の高い公衆衛生看護学教育を志向する場合は、学部教育での取り組みを前提とせず、専攻科や大学院に保健師教育課程を設置し、その中で取り組んでいく可能性についての検討も必要である。

最後に、三つ目の課題として、このような協働的实践を、研究と実践を統合したものとするものについても検討が必要である。先にも述べたように、現在の大学における公衆衛生看護学教育において、研究の要素も含めたCBPRを本格導入することには種々の困難が想定される。しかし、看護基礎教育検討会報告書²⁸⁾において、保健師教育に係る保健師助産師看護師学校養成所指定規則の主な改正点として示されている「疫学データ及び保健統計等を用いて地域をアセスメントし、それらの予防や防止に向けた支援を展開する能力の強化」を図るためには、保健師教育課程における科目「疫学」の学修のみならず、たとえば学生の卒業研究や教員自身の研究活動としての取り組みも効果的であると考えられる。その際、先行研究を踏まえると、地域の健康課題について明らかにするもの、CBPRの一環として実施された活動の成果を評価するもの、この実践過程における住民と学生の相互作用や協働の意義を明らかにするもの、CBPRに学生が参画する際の課題を明らかにするもの等、多様なテーマ設定が可能と考えられる。このような取り組みを蓄積することは当該地域におけるCBPRのエビデンスを蓄積することでもあり、さらには、わが国における「地域共生社会」の創生にCBPRを導入する際の知見の集積に寄与することにもつながる。これらのことを踏まえ、研究と実践の統合が実現するための要因を明らかにすることも重要である。

3. 本研究の限界と課題

本研究においては、過去10年間ににおけるCBPRに関する研究論文を対象とし、それらの特徴を見出したうえで、公衆衛生看護学教育にCBPRを導入した協働的实践が「地域共生社会」の創生に資するよう

になるための課題を考察した。本研究の対象とした研究論文は7件と非常に少なかった。しかし、わが国においては、さらに多くの協働的实践が展開され、論文化が試みられていることが推測され、本研究で着目した研究論文は、あくまでその一部と思われる。また、協働的实践の内容や方法の記述は限定されたものであり、文面からCBPRを導入した実践活動の全容を把握することは困難であった。今後は、同様の取り組みを行っている先進事例に着目し、協働的实践の内容、方法及び過程、さらには課題について、より詳細に学ぶことが肝要である。今後は、研究論文以外の媒体も含め情報を収集したり、ヒアリングを行ったりする等によって、より具体的な示唆が得られるよう取り組んでいきたい。

VI. 結語

本研究においては、わが国において展開されているCBPRを用いた実践活動に関する研究論文を比較することにより、それらの特徴と課題を明らかにした。そのうえで、CBPRを導入した地域住民、公衆衛生看護学を学ぶ学生及びそれを教授する教員の協働的实践を「地域共生社会」の創生に資するものにするため、さらにはそれらを研究と実践を統合したものとして展開していくための課題を提示した。

わが国においては、子どもの成長・発達を支えること、その人らしく働くことや生活することと健康を両立させること、健やかな老いを迎えること、そして近年は様々な健康危機に対処していくこと、といった様々な健康課題が地域の中に内在している。「地域共生社会」の実現が喫緊の課題となっているのは、それらに対処していくためには、人と人がつながることが必要とされているからに他ならない。公衆衛生看護学を教授するものとして、また学生と共にそれを学び実践するものとして、地域住民、地域で実践活動を展開している保健師等の専門家、学生、そして他の学問領域の研究者等と協働しながら、それらの課題に対峙し、人々のwell-beingとそれを支える地域の創生に貢献していきたい。

引用文献

- 1) 厚生労働省「我が事・丸ごと」地域共生社会実現本部「『地域共生社会』の実現に向けて（当面の改革工程）」2017
- 2) 麻原きよみ「CBPR とは何か」『地域保健に生かすCBPR－コミュニティ参加型の活動・実践・パートナーシップ』医歯薬出版、1-11、2010
- 3) 2019～2020年度研究活動推進委員会「2020年度第1回日本地域看護学会セミナー 健康で安全な地域社会の構築を目指す実践研究－実践者と研究者の協働手法CBPR－」『日本地域看護学会誌』24(1)、50-62、2021
- 4) 厚生労働省「地域における保健師の保健活動に関する指針」2013
- 5) 厚生労働省「看護師等養成所の運営に関する指導ガイドライン」2021
- 6) 松尾和江、酒井康江、蒲池千草、小林裕美、稲留由紀子、宮地文子、宗像市健康づくり課長、同保健師「本学の地域看護学教育に対する宗像市住民の学習支援 competence に関する研究」『日本赤十字九州国際大学 intramural research report』7、35-42、2009
- 7) 大木秀一、横林賢一「当日講演②社会疫学とCBPR (Community-Based Participatory Research)」『ジェネラリスト教育コンソーシアム』10、21-32、2018
- 8) 酒井昌子、宮崎紀枝、麻原きよみ、鈴木良美、安齋ひとみ、加藤典子、有本梓、大森純子、梅田麻希、小野若菜子、小林麻朝、地域看護CBPR研究会「Community Based Participatory Researchに関する文献レビュー」『看護研究』39(2)、41-54、2006
- 9) 麻原きよみ「日本の地域看護実践に向けたCBPRの適用と課題」『看護研究』39(2)、19-22、2006

- 10) 松下由美子, 平野優子, 安武綾「CBPR 研究の動向と今後の課題」『地域保健に生かす CBPR - コミュニティ参加型の活動・実践・パートナーシップ』, 医歯薬出版, 60-69, 2010
- 11) 麻原きよみ「CBPR の進め方」『地域保健に生かす CBPR- コミュニティ参加型の活動・実践・パートナーシップ』 医歯薬出版, 12-35, 2010
- 12) Seino Satoshi, Kitamura Akihiko, Tomine Yui, Tanaka Izumi, Nishi Mariko, Nonaka Kumiko, Nofuji Yu, Narita Miki, Taniguchi Yu, Yokoyama Yuri, Amano Hidenori, Ikeuchi Tomoko, Fujiwara Yoshinori, Shinkai Shoji “A Community-Wide Intervention Trial for Preventing and Reducing Frailty Among Older Adults Living in Metropolitan Areas: Design and Baseline Survey for a Study Integrating Participatory Action Research With a Cluster Trial”*Journal of Epidemiology* **29** (1-2), 73-81, 2019
- 13) 白谷佳恵, 伊藤絵梨子, 有本梓, 小野田真由美, 田高悦子「都市部住宅団地における地域づくりにむけた理論構築 Community Based Participatory Research による民産官学共創『まちの保健室』」『横浜看護学雑誌』 **14** (1), 27-34, 2021
- 14) 吉田恭子, 渡邊智子「10年後もその先も、住みたいところに住み続ける互助・共助 地域住民の支え合いを活用した支援プログラムの効果と課題」『認知症ケア事例ジャーナル』 **6** (4), 391-398, 2014
- 15) 高橋在也, 岩城典子, 長江弘子, 石丸美奈, 清水直美, 吉本照子「生き方の理解と支えあいのための場の模索－エンドオブライフを考える市民参加型プログラムの事例から－」『生命倫理』, **26** (1), 159-168, 2016
- 16) 関永信子, 久佐賀眞理, 井美代子「過疎地域の地域包括ケアシステムの構築をめざして－住民主体の在宅支援マップ作成までのプロセス－」『藍野学院紀要』 **26**, 71-79, 2014
- 17) 福本久美子, 田中英恵, 佐藤林正, 中川武子, 川俣幹雄, 浅海靖恵, 坂口里美, 玉名市「高齢者の元気づくりネットワークの構築過程とその成果」『九州看護福祉大学紀要』 **16** (1), 51-61, 2016
- 18) 金子仁子, 佐藤美樹, 標美奈子, 三輪眞知子「大学教員が推進役となったコミュニティ・ミーティングによる子育て支援のためのソーシャル・キャピタル醸成に関する報告」『日本公衆衛生看護学会誌』 **6** (2), 168-177, 2017
- 19) 岡村毅, 杉山美香「【新型コロナウイルス感染症の流行と老年精神医学】新型コロナウイルス感染症下における大都市の大規模集合住宅に住む高齢者の支援」『老年精神医学雑誌』 **32** (4), 460-467, 2021
- 20) 井階友貴「【地域包括ケアシステムの構築－総合診療専門医に期待される役割－】住民・行政・医療の協働システムの構築」『医療と社会』 **29** (1), 97-105, 2019
- 21) 加藤重子, 森田克也, 山内京子, 佐々木秀美, 日川幸江, 上西孝明, 杉山祥子, 林君江, 進藤美樹, 久保泰子, 前信由美, 讃井眞理, 上林聡子「地域課題解決型学習による人材育成プログラム」『看護学統合研究』 **18** (1), 20-29, 2016
- 22) 日本健康教育学会「アクションリサーチに関する論文の書き方ガイドライン (案)」(2022年2月6日版)], 2022
- 23) 清野諭, 北村明彦, 遠峰結衣, 田中泉澄, 西真理子, 野藤悠, 横山友里, 野中久美子, 倉岡正高, 天野秀紀, 藤原佳典, 新開省二「大都市在住高齢者のフレイルの認知度とその関連要因」『日本公衆衛生雑誌』 **67** (6), 399-412, 2020
- 24) 秦俊貴, 清野諭, 遠峰結衣, 横山友里, 西真理子, 成田美紀, 日田安寿美, 新開省二, 北村明彦「食品摂取の多様性向上を目的とした10食品群の摂取チェック表『食べばチェック表』の効果に関する検討」『日本公衆衛生雑誌』 **68** (7), 477-492, 2021

- 25) 近藤克則「社会疫学に関連した取り組み・研究と総合診療 社会疫学の総合診療への応用 JAGES（日本老年学的評価研究）プロジェクトからの示唆 JAGES（日本老年学的評価研究）プロジェクトからの示唆」『ジェネラリスト教育コンソーシアム』 **10**, 113-117, 2018
- 26) 下山田鮎美, 吉武清實, 上埜高志「エンパワーされたコミュニティの創生過程に関する研究（第2報）－コアメンバーらを突き動かす創発的な社会的相互作用の過程－」『コミュニティ心理学研究』 **11** (1), 56-75, 2007
- 27) 東北福祉大学「2021学生便覧-履修の手引き－健康科学部令和3年度入学生用」2021
- 28) 厚生労働省「看護基礎教育検討会報告書」2019

表2 研究論文の概要：「③健康課題を明確にする」

論文の種類	原 著	原 著
テーマ	大都市圏在住の高齢者におけるフレイルの予防と減少のための地域社会全体の介入試験 クラスター試験を用いた参加型アクションリサーチを統合した研究についてのデザインとベースライン調査 ¹²⁾	都市部住宅団地における地域づくりにむけた理論構築-Community Based Participatory Researchによる民産官学共創「まちの保健室」- ¹³⁾
著者	清野論ら	白谷佳恵ら
出典	Journal of Epidemiology, 29 (1-2), 73-81, 2019	横浜看護学雑誌, 14 (1), 27-34, 2021
目的	・フレイルを予防する社会的メカニズムの開発とその有効性の検証、他地域に移行するための要件を明らかにする ・日本の大都市圏におけるフレイル予防戦略のプロトタイプを開発する	・民産官学共創による都市部大規模住宅団地における「まちの保健室」について、住民主体の地域づくりにむけたニーズを記述し、理論構築の視点を獲得
方法	○対象地域：大田区 ○研究デザイン： ・大田区元気シニア・プロジェクト ・大田区在住の65歳以上の高齢者に対するクラスター非無作為化比較試験に participatory action research を統合した介入研究 ○研究方法： ・18地区のうち3地区を介入群、残りの15地区を対照群に割り付け、15,500名（介入群8,000名、対照群7,500名）を対象に自記式質問票を郵送 ・アウトカム指標：社会経済的状況、生活習慣、フレイル状態（主要アウトカム ^{※1)} 、身体的・心理社会的変数、食品摂取の多様性（副次的アウトカム ^{※2)} ※1 主要アウトカム項目：チェックリスト15（CL15）得点、フレイル該当率（CL15得点 $\geq$ 4でフレイルと定義） ※2 副次的アウトカム項目：身体活動・身体機能、食品摂取の多様性、心理社会的機能	○対象地域：都市部住宅団地 ○研究デザイン： ・Community Based Participatory Research をもとにした質的記述的研究 ○研究方法： ・民産官学の連携体制のもと開発した5種の活動からなる「まちの保健室」の参加者を対象とし、個別インタビュー、参加観察、フォーカスグループディスカッション、活動記録閲覧 ・データを質的に分析
結果	○11,925名の回答が得られ（回収率76.9%: 介入群76.3%、対照群77.6%）、11,701名について解析 ○平均74.3 $\pm$ 5.5歳、男性48.5% ○研究対象者のベースライン特性： ・対照群の参加者と比較し、介入群の参加者は、独居が少なく、喫煙、膝痛、抑うつ、社会的孤立が少なく、配偶者あり、週1回以上の社会参加をしている人が多く、教育水準、等価所得、DVS ^{※3)} とFFS ^{※4)} のスコアが高値 ※3 DVS：食品摂取多様性得点 ※4 FFS：食品摂取頻度スコア ○多重比較検定の結果： ・フレイル状態とほぼすべての副次的アウトカム指標は、対照群に比べてA地区では有意に悪く、B地区とC地区では良好 ・対照群の参加者と比較して、介入群の参加者は、他の人と一緒に食事をしたり、仕事をしている傾向が強く、近隣住民との交流も多かった。その他の指標では有意差が認められず	○各活動における地域づくりのニーズとして、以下のカテゴリーが抽出 ・前向き子育て講座：【子育てや健康に関する知識の習得】【悩みの軽減と安心感】【子育てを共有しあえる仲間】【生活の中で親子で参加できる身近な場】【地域内での活動範囲の広がり】 ・頭と身体健康チェック講座：【健康的な生活習慣・健康行動への気づき】【フレイル及び認知症の予防に関する知識の習得】【健康に対する不安への対処】【日常生活へ取り入れやすい予防方法】【継続して健康について学び合える場と仲間の獲得】【講座外での交流の広がり】 ・卒煙友の会：【たばこへの依存に気づかされる落ち着いた時間】【自身及び家族の健康や生活の振り返り】【地域社会における喫煙に対する許容意識への気づき】【身近な仲間からの受け入れ】【たばこに変わる楽しみへのアクセス】 ・前向き終活講座：【前向きな終活スタートのきっかけ】【身体機能の衰えの受容と予防】【高齢期特有の疾患の予防と管理】【自分らしく居られる場の希求】【保健医療との付き合い方の模索】【最期に向けたも自宅】 ・総合相談：【健康や生活維持における全般的な不安】【病気や治療に関する理解の助け】【つながりを感じられない地域の中での孤独感】【自身の健康を振り返る機会】

文献12) は英語論文。表中には日本語訳を表記。

表3 研究論文の概要：「④計画をつくり実施する、⑤活動を評価し普及する」

論文の種類	事例報告	報告論文
テーマ	10年後もその先も、住みたいところに住み続ける互助・共助地域住民の支え合いを活用した支援プログラムの効果と課題 ¹⁴⁾	生き方の理解と支えあいのための場の模索－エンドオブライフを考える市民参加型プログラムの事例から－ ¹⁵⁾
著者	吉田恭子ら	高橋在也ら
出典	認知症ケア事例ジャーナル, 6 (4), 391-398, 2014	生命倫理, 26 (1), 159-168, 2016
目的	・高齢化率26.5%のA市において、元気な高齢者が認知症高齢者の早期発見、必要時に相談機関につなぐことができるように、認知症について住民が正しく理解できる教育的な視点を取り入れたプログラム企画実施し、プログラムの実施後、住民の発言の変化からその効果と課題を検討する	・市民参加型プログラムの結果、目標の観点から照らして参加者はどのように変化したか、プログラム内容または場そのものが参加者にとってどう感じられたかを考察し、エンドオブライフケアにとって「学びのコミュニティ」はどのような意味を持つのか、そうしたコミュニティには何が求められているのかを明らかにする
方法	○対象地域：A市 ○対象者：A市において実施された支援プログラムに参加した住民 ○研究方法：支援プログラムを毎回録音撮影	○対象：エンドオブライフに関するプログラム参加者 ○研究方法： ・参加者がどのように変化したか：生き方尺度〈能動的実践的態度〉〈自己の創造・開発〉〈自他共存〉〈こだわりのなさ・執着心のなさ〉〈他者尊重〉の5因子、ソーシャルサポート尺度〈家族のサポート〉〈友人のサポート〉〈大切な人のサポート〉の3因子を使用 ・プログラム内容または場そのものが参加者にとってどう感じられたか：プログラム各回終了後の「振り返りシート」の自由記述を用いて分析
結果	○住民の発言の変化： ・住民の発言が、自身の老いに起因した質問から、他者のかかわりや体験からの疑問、見守り活動を想定した内容に変化し、高齢者の自尊心や子どもの立場等、多様な考えや支援者の擁護策を共有できた	○参加者がどのように変化したか： ・生き方尺度：概ね得点が上昇、得点が減少した項目が4項目「21義務や責任を進んで果たす」「5他人と争うようなことはしたくない」「17何事も自分のことは自分でやる」「18自分のやるべきことは責任をもってやる遂げる」 ・ソーシャルサポート尺度：全項目が上昇 ○振り返りシートのプログラム内容または場が参加者にとってどう感じられたか： ・〈時間をかけて掘り下げたい〉〈グループで話し合うことの難しさ〉〈家族やパートナーは死のことを考えない〉〈そもそもなぜ「話し合う」のか〉

表 4 研究論文の概要：「⑥ CBPR のすすめ方の全体像」

論文の種類	実践報告	その他	活動報告
テーマ	過疎地域の地域包括ケアシステムの構築をめざして -住民主体の在宅支援マップ作成までのプロセス- ¹⁶⁾	高齢者の元気づくりネットワークの構築過程とその成果 ¹⁷⁾	大学教員が推進役となったコミュニティ・ミューニティンクによる子育て支援のためのソーシャル・キャピタル醸成に関する報告 ¹⁸⁾
著者	関永信子ら	福本久美子ら	金子仁子ら
出典	藍野学院紀要, 26, 71-79, 2012	九州看護福祉大学紀要, 16 (1), 51-61, 2016	日本公衆衛生看護学会誌, 6 (2), 168-177, 2017
目的	・集落住民が安心出来る暮らしの実現に向けて、基礎調査を土台に村と看護大学教員らで住民活動の支援体制を整備し、A 村の地域住民による地域包括ケアシステムを構築する	・高齢者自身が主体的に健康寿命の延伸ができるような健康な地域づくりの実践過程とその成果を明らかにし、健康な地域づくりの実践過程の要件を検証する	・大学教員がある地区へコミュニティ・ミューニティンクという手法で住民・行政と協働したアクションリサーチを展開し、コミュニティ・ミューニティンクを行う際の促進要因やコミュニティ・ミューニティンク開催による成果を、ソーシャル・キャピタル醸成の視点から整理する
方法	○対象地域：A 村（人口1,606人） ○対象者：A 村に在住する地域住民、地域推進委員、診療所看護師、民生委員、介護保険事業所介護支援専門員、村会議員など20数名 ○活動の方法： ・計4回の在宅支援村内学習会を実施 ・村の保健師2名、看護大学教員1名、新聞社編集委員1名が『在宅支援マップ』作成から完成までをアドバイザーとして参加 ○研究方法：住民の参与観察で得られた情報、在宅審部会の進捗状況とその内容について分析	○対象地域：玉名市 ○研究方法： ・地域参画型調査方法（CBPR）を活用し、先行研究を基に10項目のアプローチの考え方と方法を研究方法として設定 ・行政が作成している統計資料、学会報告資料や本事業に関する報告書を分析資料とする ・活動経過と成果に関する記述を抽出 ・活動成果については、質的・量的側面から記述	○対象地域：A 地区（人口3,400人） ○対象者：コミュニティ・ミューニティンク参加者 ○研究方法： ・コミュニティ・ミューニティンクという手法を用いて、大学教員、地区住民及び行政職員が協働して行ったアクションリサーチ ・推進役を担った大学教員の立場から、コミュニティ・ミューニティンクの実施までの準備段階のプロセスやコミュニティ・ミューニティンク実施後の地区内の状況観察を記述 ・コミュニティ・ミューニティンク参加者を対象にアンケート調査とインタビュー調査（直後、1年後）を実施
結果	○在宅支援村内学習会： ・第1回：平成23年度の高齢者保健福祉計画目標と取り組みの確認、活動を開始するにあたっての共通理解の特定、在宅支援マップ作成の核となる部分の確認 ・第2回：A 村にある既存の福祉サービスの実際、支援を要する事例の報告、村内の在宅医療の現状確認、A 村独自の在宅サービスの模索 ・第3回・第4回：第1回と第2回目の話し合いの内容を踏まえ、既存の介護保険サービスと今後必要なサービスについてアイデアを出し合った結果、「日常生活援助」「緊急時の対応・往診」「相談相手」「金銭管理」「自宅周辺の困りごと」「役割・地域の行事への参加」「外出支援」「自宅の修繕」「活動支援」「日常生活や住まいなど」に整理。安心して暮らすための在宅支援マップは、複数の窓口と地域包括支援センターが中心となり、1）医療保健サービス、2）介護保険サービス、3）高齢福祉サービス、4）地域福祉サービスに集約	○ネットワークの構築過程： ・①住民と行政とが健康課題を共有することができている話し合いの場を設置し、住民とともに健康課題を明確にすることから始まり、②住民組織「たまな元気会」が誕生した。③住民組織の推進体制が確立し、課題を解決するため、住民組織・大学・行政がパートナーシップにより具体的な活動を行った ○活動成果： ・質的な評価：「たまな元気会」という住民組織が結成され、その組織が主体的な活動を継続し、外部からも評価されている ・量的な評価：高齢者の参加の場の拡大、要介護認定率において、軽度認定者は増加傾向にあるが中重度認定者は横ばい状態、一人当たり後期高齢者医療費は県平均より高いが、対前年度比の平成23・24年度は抑制	○アクションリサーチの経過： ・A 地区でのアクションリサーチの経過について、1～4年目にかけて示した ○寄り合い直後の事後アンケート：回答者8人 ・楽しく参加できた8人、知り合いが増えた5人、メンバーの意見を知ることができた8人、自身の考えが変わった8人 ○寄り合い ^{※1} 直後のインタビュー： ・カテゴリー「参加者の行動に向けた思いの高まり」「寄り合いによる新しい気づき」「寄り合いがきっかけで生まれる絆」が抽出 ○1年後のインタビュー： ・カテゴリー：「寄り合いからもたらされた参加者の気持ちや行動の変化」抽出 ○寄り合い後： ・寄り合い終了後4か月後に、広場実施賛同者により地区公民館を会場にして、子育て広場が月1回開催 ・子どもの登下校時に見守りを始めた人がいた ○新聞の発行 ・研究実施期間を通して大学が研究活動として発行 ※1：コミュニティ・ミューニティンクのことを示す

表5 CBPR で取り上げられている健康課題と取り組み

著者	健康課題	取り組み
清野ら ¹²⁾	フレイル	フレイル予防への地域介入
白谷ら ¹³⁾	子育て不安・悩み、認知症、喫煙、終活、等	まちの保健室の運営
吉田ら ¹⁴⁾	認知症	認知症に関する支援プログラムの開発
高橋ら ¹⁵⁾	エンドオブライフ	エンドオブライフを考える市民参加プログラムの実施
関永ら ¹⁶⁾	医療や健康への不安、介護や老後への不安	地域包括ケアシステムの構築、在宅支援マップの作成
福本ら ¹⁷⁾	孤独死、高齢者虐待、認知症、健康格差	高齢者の元気づくりネットワークの構築
金子ら ¹⁸⁾	子育て不安・孤立	コミュニティ・ミーティング（寄り合い）の実施

研究ノート

ICT と気象センサを組み合わせた気象情報モニタリング ー網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所館内の比較ー

岩田一樹、山口政人、庭野道夫

東北福祉大学

要旨

本稿では宮城県石巻市網地島、仙台市青葉区国見ヶ丘、東北福祉大学感性福祉研究所中庭においてオリーブの成長度合いが異なる理由を気象データ（気温、湿度、日照量、風速）に着眼して検討した結果を報告する。その結果、湿度については細かな違いは見出されたが、全体としては大きな違いはなかった。それに対して、気温、日照量、風速において網地島の値が他の2地点よりも高い値となっていた。気温については平均値において1℃程度網地島の方が高く、同一県内においても大きな違いがあることがわかった。このことから気象データを農作物管理に活用するためには、気象庁からのデータのみでなく、田畑に近い地点での測定が必要であることが示唆された。

キーワード：気象データ、遠隔測定、データ分析、オリーブ

緒言

近年、農業分野において気象データの活用が注目を集めている¹⁾。例えば、気温と降雨量からの害虫発生予測²⁾や、日照量や二酸化炭素量、気温、水量の管理による農産物の生産・品質管理への活用などが期待されている³⁾。また、これらの傾向について別の見方をすると、ビッグデータとして気象データを収集し、それとIT (Information Technology)、IoT (Internet of Things)、機械学習や人工知能技術との組み合わせによって、これまで農業従事者の経験知や暗黙知を頼りに予測、育成管理がなされてきた農業生産について、その知を形式化し、その生産の効率化・普遍化を目指すものとも見て取れる。実際に内閣府はSociety 5.0において、スマート農業として、少子高齢化の中で持続可能な農業を、気象などのデータと人工知能、ロボティクスを組合せて実現しようとしている⁴⁾。

一方、我々のグループは、2018年度から石巻市網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭においてオリーブの実験栽培を行っている。この栽培は、日本におけるオリーブ栽培の北限とされる宮城県において、オリーブの主要な生産地の一つであるチュニジアの原産のオリーブの栽培をするものである⁵⁾。その育成の中で、同時期に植樹したにも関わらず、これら3点での成長は大きく異なっており、網地島、感性福祉研究所中庭、国見ヶ丘の順で生育が良いが、その理由は明らかではない (Fig. 1)。

植物の生育には気温、降水量などの気象条件が影響を与える。したがって、本研究はこれら3地点の気象情報を比較することで、その成長の違いを検討することを目的としている。本研究ではオリーブの成長を対象とするが、気象条件が植物の成長と関連するのはオリーブのみではないため、得られた知見の応用範囲は広く、植物の最適な育成管理を検討する上で必要不可欠なものになると考えられる。なお、網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭には気象庁や気象台の設置する計測器は設置されておらず、また、局所的な気象はそれらが発表するデータは完全には一致しないことがわかっている⁶⁾。そのため、我々は、この

3 点に独自の気象観測装置を設置し、ICT（Information and Communication Technology）を活用して遠隔で気象データを取得した。



Fig. 1 オリーブの生育状況。写真は2022年2月8日に撮影し、左から網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭である。

測定方法

本研究では3台の気象観測装置を石巻市網地島、仙台市国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭に設置し、気象情報の取得を行った⁶⁾。気象測定は約10分毎に行い、記録する項目は測定時刻、気温 [°C]、湿度 [%]、照度 [lux]、風向 [°]、風速 [m/sec]、雨量 [mm] の7種類である。

本報告で用いるデータの取得期間は2022年1月29日～2022年2月3日である。なお、取得データはサーバに転送・保存され、遠隔から確認可能になっている。

測定結果と考察

以下では、取得した気象情報の中から植物の育成と関連が深いと考えられる気温、湿度、日照量、風速についてデータ分析を行った結果を述べる。なお、植物の生育には雨量も重要だと考えられるが、期間内において測定3点で何れも0 mm だったため、本稿では省略する。

Fig. 2 に取得データの例として感性福祉研究所中庭で測定された気温の時間変化を示す。Fig. 2 (a) は横軸を日時、縦軸を気温としたものであり、データ取得期間において1月31日が最も気温が低かったことが見て取れる。なお、仙台市気象台が発表しているこの期間（2022年1月29日～2022年2月3日）の平均気温において最も低かったのは1月31日の0.3°C であることは取得データと整合している⁷⁾。さらに、Fig. 2 (b) は (a) をもとに1時間毎の平均気温を棒グラフで示したものである。最低気温は5～7時の間に観測され、最高気温は13～14時の間に観測されることがわかる。

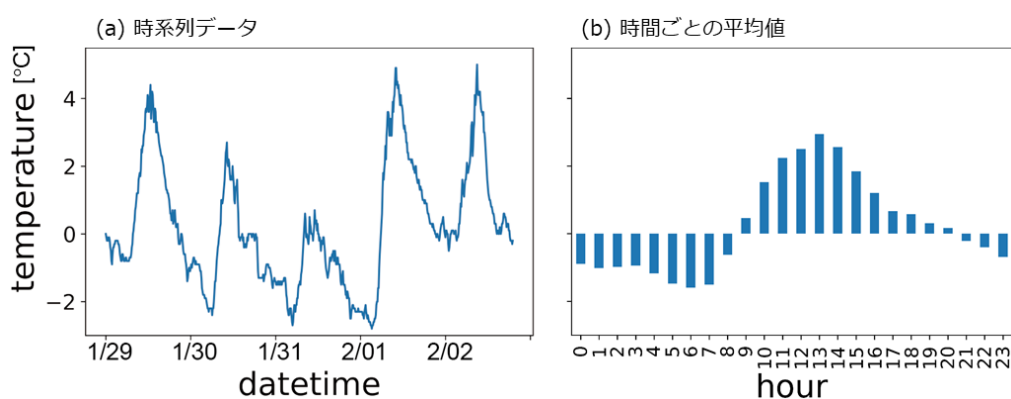


Fig. 2 気温変化。(a) 期間内の時系列データ。(b) 時刻毎のクロス集計の結果。

次に、Table 1～3は上記3点の期間内における、気温、湿度、日照量、風速の主な記述統計量を示したものである。Table 1～3はそれぞれ、網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭のデータである。気温、日照量、風速においては、この3点で大きな違いが見出だせるのに対して、湿度については大きな違いは見られなかった。なお、表内で25%、50%、75%は25%タイル、50%タイル（中央値）、75%タイルを意味している。

これらの気象データを細かく見ていくと、まず、気温については平均値、50%タイル共に網地島では1.7℃を超えるのに対して、国見ヶ丘、および、感性福祉研究所中庭においては1℃を下回っている。さらに、最高気温と最低気温に注目すると、最高気温については3地点とも5℃を超えていて大きな違いがないが、それに対して、最低気温では網地島と感性福祉研究所中庭においては、それぞれ、-2.9、-2.8と違いがないのに対して、国見ヶ丘においては-4.0と大きな違いがある。測定期間が短期間であるため、今後、1年程度の測定は必要だが、国見ヶ丘の寒暖差が大きい可能性がある。寒暖差は糖分解に影響を与え、その差が大きいほど果実は甘くなる⁸⁾。したがって、国見ヶ丘はトマトやスイカなどに適している可能性がある。

日照量については感性福祉研究所中庭のみ25%タイルまでが0である。この理由は、感性福祉研究所中庭は四方を壁に囲まれているため、露地である網地島や国見ヶ丘よりも日差しが入るのは遅く、一方で、日差しが遮られるのも早いと推察される。この点は、後に述べる日照量平均値の時刻変化において顕著に現れている。

風速については網地島の風の強さが目立つ一方、感性福祉研究所中庭においては75%タイルで0.3m/secと殆ど風が吹かないことがわかる。なお、仙台市気象台が発表している測定期間における平均風速は3.0m/sec程度、石巻気象台における平均風速は4.0m/sec程度なのでそれらと比較すると網地島において測定された平均風速2.1m/secはやや小さい値となっている⁷⁾。この違いは、気象台で風速計が設置されている測風塔が周辺の建物からの影響を排除するために52mの高さを有していることに起因するものと考えられる⁹⁾。また、感性福祉研究所中庭において風が弱いのは日照量と同じく、四方が建物に囲まれているのが原因と考えられる。

Table 1 網地島における気象データの記述統計量

	気温 [℃]	湿度 [%]	日照量 [lux]	風速 [m/sec]
平均値	1.75	66	16,295.2	2.1
標準偏差	1.68	7.5	15,799.23	1.45
min	-2.9	53	0.0	0.0
25%	0.5	61	3,296.8	0.7
50%	1.7	66	9,195.5	2.2
75%	3.2	71	30,502.0	3.4
max	5.8	85	53,357.5	5.1

Table 2 国見ヶ丘（露地）における気象データの記述統計量

	気温 [℃]	湿度 [%]	日照量 [lux]	風速 [m/sec]
平均値	0.85	64	11,601.3	0.7
標準偏差	2.27	13.4	11,868.08	0.75
min	-4.0	41	0.0	0.0
25%	-0.8	52	2,579.6	0.1
50%	0.7	66	8,067.4	0.5
75%	2.7	77	16,208.0	1.2
max	5.4	88	46,969.6	3.3

Table 3 感性福祉研究所中庭における気象データの記述統計量

	気温 [°C]	湿度 [%]	日照量 [lux]	風速 [m/sec]
平均値	0.98	60	7,342.1	0.2
標準偏差	1.94	13.3	10,839.73	0.26
min	-2.8	38	0.0	0.0
25%	-0.3	49	0.0	0.0
50%	1.0	61	4,383.9	0.1
75%	2.5	73	9,042.5	0.3
max	5.0	86	59,539.6	1.3

さらに詳しく気象データを分析し、3地点におけるオリーブの生育の違いを検討するために、得られた気象データを時刻でクロス集計し、時刻毎に平均値を算出した。その計算結果を時刻毎にプロットしたものが、Fig. 3～6である。これらの図はそれぞれ横軸に時刻、縦軸にその時刻における情報の平均値である。

Fig. 3は時刻毎の平均気温をプロットしたもので、図内に平均気温、標準偏差（括弧内）、時刻毎の平均の最大値、最小値を示している。(a)～(c)はそれぞれ網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭の結果を示している。どの観測点においても13～14時台で最高気温を記録しており、グラフの概形は似たものになっている。しかし、細かく見ると、プラスの気温になるのが網地島では8時台であるのに対して、国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭では9時を過ぎるまでプラスの気温とならないのが見て取れる。確かに、オリーブはある程度の耐寒性を有しており、-9℃くらいまでは耐えられるとされている^{10)・12)}。しかし、オリーブで著名なチュニジアのチェニスの年間平均気温が18.4℃であり、月間最低気温が10℃を下回らない点を考慮すると¹³⁾、氷点下の気温は好ましくないと推察される。したがって、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭と網地島を比較した際に、成長度合いが大きく異なる理由は気温に起因していると推察される。

また、国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭を比較すると、わずかであるが、中庭の方が平均気温と時刻別の最低気温が高い。その一方で、時刻毎の最高気温では国見ヶ丘の方が高い。この気温の違いについては、露地と建物に囲まれていることによる違いに起因すると推察されるが、そのはっきりとした理由はわかっていない。ただ、網地島との成長の違いが気温に起因しているとすれば、わずかではあるが、この気温の違いを反映して、国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭での育成度合いの違いが生じている可能性がある。この点については、今後も長期的に測定を続けていき、検討をしていく必要がある。

次に、湿度について検討を行う。Fig. 4は気温と同様に時刻毎の湿度平均を示したものである。3地点で何れも、60～80%で、その時刻変化にも大きな違いはない。したがって、3地点でのオリーブの成長の違いは湿度が原因となっていないことが示唆される。

Fig. 5は日照量の時刻変化である。日照量については、明らかに網地島での値が大きく、全時刻で国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭の値の2倍以上の値となっている。植物が成長する上で必要不可欠な日照の違いは成長に影響を与えることは間違いなく、また、日照量は気温との相関性が高く日照量が多いほど気温が高くなる⁷⁾。したがって、網地島のオリーブの生育が他の2箇所よりも良い理由は気温と日照量の違いが大きいと推察されるが、この2つの量は互いに相関しているため、どちらが本質的なのかの断定は困難である。しかし、国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭における測定結果では、全体としては国見ヶ丘の方は日照量が多い。これも中庭が建物に囲まれているのが原因である。この国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭の結果を比較すると、気温が低く日照量の多い露地よりも気温が高く日照量の少ない中庭で、後者の生育の方が良いことから、気温の方が重要である可能性が示唆される。ただし、時刻毎の最大日照量について国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭で殆ど差がない。それどころか、日照量の最大値についてのみ着目すれば、網

地島が53,357lux、国見ヶ丘が46,969.6lux、感性福祉研究所中には59,539.6lux と中庭の値が最も高い。このことから、国見ヶ丘よりも感性福祉研究所中庭の成長が良いのは、トータルの日照量が成長に重要なだけでなく、日照量の最大値も成長に関連する可能性があり、結論を与えるには情報不足である。今後、気温を一定にして日照量を変化させるか、日照量を一定にして温度を変化させる実験などを行うことで、どちらが成長に影響を与えているのかが明らかになると考えられる。

最後に、Fig. 6は風速について、時刻毎の平均値を示したものである。このデータにおいても、網地島において取得しているデータが他の2箇所よりも全時刻で2倍程度以上値が大きく、島地形を反映した結果となっている。風速が与える植物の成長への影響は倒木など物理的なもの、風が強いことによるなど湿度の低下⁷⁾などが考えられる。オリーブは乾燥を好むことから、湿度の低下は成長に関係する可能性はある。しかし、Fig. 4から湿度については3地点で大きな違いが見られないことから、湿度を通した風の影響は考え難い。したがって、現状、風速の影響は、枝を傷つけるなど物理的な影響で、その観点からすると風速は小さいほど芳しいと考えられる。しかし、最も風が強い網地島に育成されているオリーブの成長が最も良い事実から、平均風速2m程度であれば成長には影響しないと考えられる。

また、風速については感性福祉研究所中庭における数値が極端に小さいのは四方が建物に囲まれていることが理由であるが、その中で13~14時台に一日の最大値をとっている。この傾向は網地島、国見ヶ丘の2点でも同様である。このことは、宮城県では13~14時台の風が強いことを示しているが、その様になる理由は明確ではない。本研究におけるデータの取得期間において、偶然そうだった可能性や、季節性の可能性もあることから、昼間に風が強い傾向が事実なのか、データ収集を継続して検討していく。

また、本稿では成長の違いについて気温や湿度などの気象データを中心に検討したが、今後は、成長に作用する他の諸条件（土壌の酸性度、周囲の空気に含まれる塩分濃度、水はけ）などの違いも検討していく予定である。

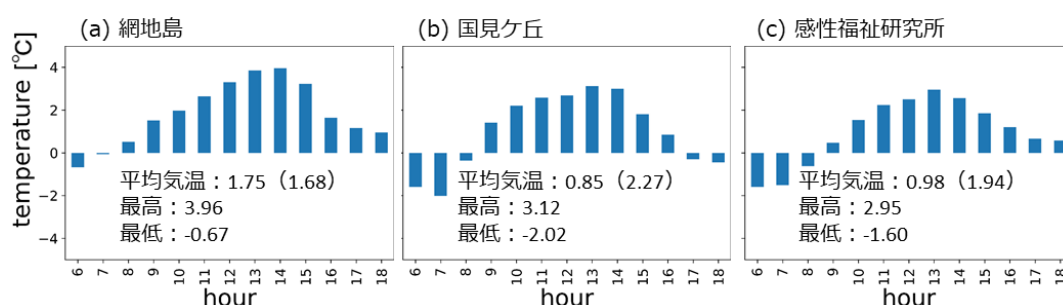


Fig. 3 時刻毎の平均気温。

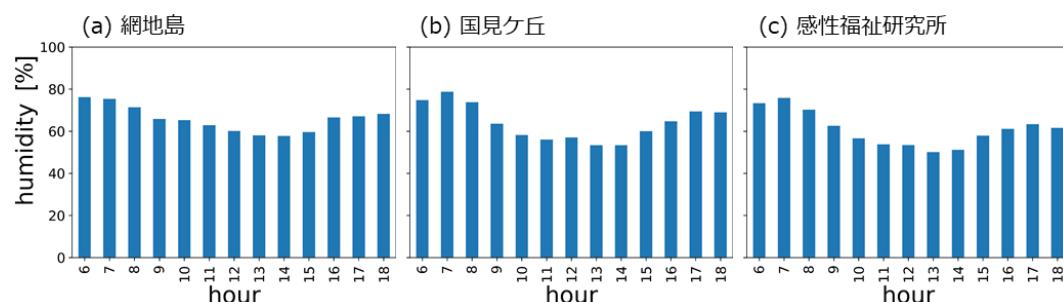


Fig. 4 時刻毎の平均湿度。

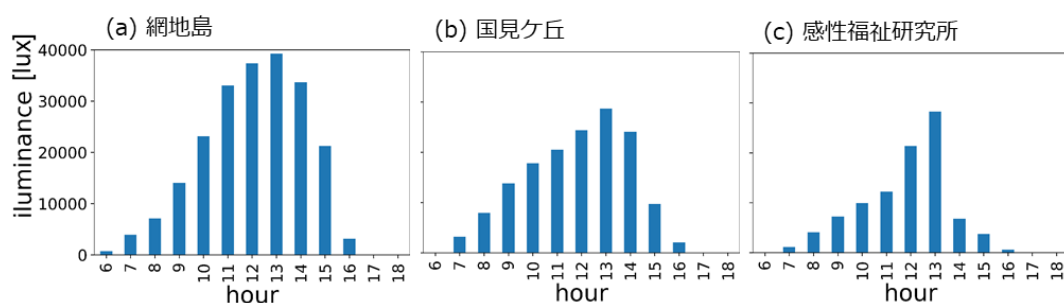


Fig. 5 時刻毎の平均日照量。

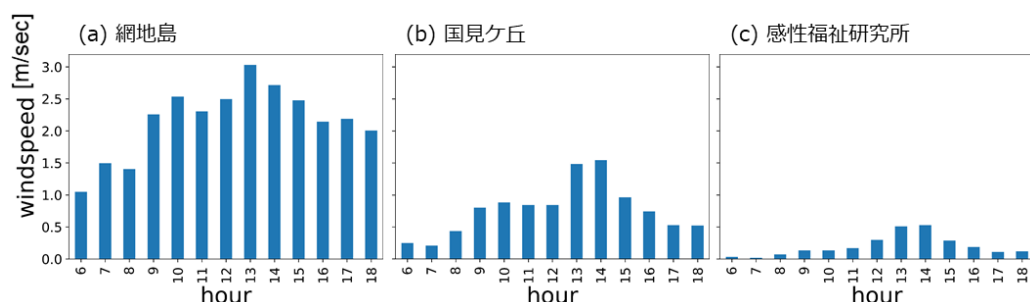


Fig. 6 時刻毎の平均風速。

まとめ

本研究では同時期に植樹した3地点（網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭）のオリーブの成長具合について、その違いを独自に取得した気象データから検討した。気象データの分析の結果、3地点で大きな違いがあったのは気温、日照量、風速の3点で、これらの中で気温と日照量が成長に影響を与えていると推察された。しかし、気温と日照量の間には正の相関性があるため、どちらが理由かは断定できない。また、両方ともが影響している可能性もあり、今後の研究が必要である。さらに、我々のグループでは3地点の葉に含まれるポリフェノールの違いも見出していることから、そのデータと気象データを組合せた分析を行うことで新たな知見が発見されると期待される。

また、本研究を通して同じ宮城県内においても気象条件は違いが生じていることがわかった。したがって、今後、露地における農作物の育成管理を行うためには、気象庁が提供する広域の情報のみでなく、田畑に隣接した地点での情報となると考えられる。

ただし、本稿のみでは本当に気象条件のみが成長に寄与しているかを結論づけることができないので、今後は、成長に作用する他の諸条件（土壌の酸性度、周囲の空気に含まれる塩分濃度、水はけ）などの違いも検討していく必要があり、今後の課題である。

謝辞

本研究は、東北福祉大学感性福祉研究所において、文部科学省の研究施設運営支援の助成を得て行われました。この場で感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 気象庁 | 気象情報を活用して気候の影響を軽減していませんか？
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/>
- 2) 西野実, 『気象データを利用した害虫の発生予測』, 植物防疫, 第73巻第5号, 33, 2019.
- 3) 農業におけるデータの利活用, 内閣官房情報通信技術総合戦略室, 平成28年12月9日.
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/data_ryutsuseibi/detakatsuyo_wg_dai6/siryou3.pdf
- 4) Society 5.0, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/
- 5) 庭野道夫, 山口政人, 渡邊圭, 磯田博子, 『チュニジア産オリーブ栽培の実践的研究 I』, 感性福祉研究所年報, 第20巻, pp.79-94, 2019.
- 6) 岩田一樹, 山口政人, 庭野道夫, 『ICT を活用した気象情報の取得』, 感性福祉研究所年報, 第22巻, pp.93-101, 2021.
- 7) 気象庁 | 各種データ・資料 <http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>
- 8) 日本植物生理学会 | 糖質分解について
https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=2754
- 9) 仙台管区气象台 | 気象測器の紹介
https://www.jma-net.go.jp/sendai/knowledge/sokki/detail_sokki.html
- 10) 『果樹園芸大百科15 常緑特産果樹』, 農文協, 2000年
- 11) B. Diego, N. Ruiz, M. Gomez-del-Campo, “Frost Tolerance of Eight Olive Cultivars”, HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science 40 (3), pp.558-560, 2005.
- 12) E.M. Lodolini, B. Alfei b, A. Santinelli, T. Cioccolanti, S. Polverigiani, and D. Neri, “Frost tolerance of 24 olive cultivars and subsequent vegetative re-sprouting as indication of recovery ability”, 211, (1), Pages pp.152-157, 2016.
- 13) 気象庁 | 地点別平年値データ・グラフ
https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/climatview/graph_mkhtml_nrm.php?n=60715&m=1
- 14) 山口政人, 庭野道夫, 磯田博子, 『宮城県で栽培したチュニジア産オリーブのポリフェノール含量』, 感性福祉研究所年報, 第21巻, pp.69-76, 2021.

研究ノート

ニューラルネットワークを用いた呼気センサの 高精度成分濃度予測 －予測精度の隠れ層数依存性－

岩田一樹¹、阿部宏之²、庭野道夫¹

¹東北福祉大学、²宮城県産業技術総合センター

要旨

本研究では小型呼気センサの実現を目指し、10個の反応特性が異なる酸化チタンナノチューブ薄膜ガスセンサを用いて、その応答から多成分混合ガス（一酸化炭素、ヘリウム、酸素、窒素）内の一酸化炭素と酸素の濃度予測を、機械学習アルゴリズムの一つであるニューラルネットワークを用いて行い、隠れ層数の最適数を検討した。学習の結果、一酸化炭素濃度に対して0.001%p、酸素濃度に対して0.01%pの精度で予測可能なニューラルネットワークモデルを得た。また、その予測精度は5層以上ではほぼ変わらないことが見出されたことから、隠れ層数が5層程度のニューラルネットワークが最適であると考えられる。

キーワード：ニューラルネットワーク、呼気センサ、ガスセンサ、多成分予測

1. 緒言

ニューラルネットワークは機械学習のアルゴリズム（手法）の一つであり、機械学習とは人工知能研究分野の一つで、人が自然に行っている「学習」をコンピュータ上で再現することを目標としている。ニューラルネットワークについては第2節で述べる。機械学習はそのアルゴリズム自身の目覚ましい進歩・洗練化、および、近年の人工知能への期待感と相俟って大きな注目を集めている¹⁾。例えば、現在、多くのモバイルフォンに搭載されている音声認識や画像認識、翻訳機能には機械学習の研究結果が応用されており、未だ完璧とは言えないが、その精度は非常に高いものとなっているのは周知である。また、内閣府が掲げる科学技術政策「Society 5.0」においては、ロボット技術や情報技術と並んで、中心的な役割に位置づけられている情報分析、データ分析に人工知能や機械学習の応用が期待されている²⁾。この流れは、医療や介護福祉の分野にも広がっており、東京大学とIBM社が開発した診断支援システム「Watson」は医師が気づかなかった白血病を見出したことで医療分野における機械学習の有効性を示した³⁾。また、最近では、診断等の医療分野のみでなく、介護福祉分野への応用も検討されている^{4),5)}。これらの具体的な例からは、機械学習が対象とすることの中に人の「わかる」という能力と関連性が高いことが見て取れる。すなわち、音声認識は聴覚、画像認識は視覚と関連性が高いということである。したがって、機械学習が対象とする一領域において、五感をコンピュータで再現しているといえる。

一方、われわれが五感を働かせるのは身の回りのものに興味をひかれるときや危険を察した時であり、それらからの情報獲得によって、その対象についての不確かさを減少させ、明確化したい欲求からである⁶⁾。したがって、高精度で信頼性の高いセンサやシステム開発が必要とされているのは五感の代替となるセンシングを行い、精度の高い正確な情報を獲得することに需要があるからといえる。

本研究が対象とする呼気センサは五感でいえば嗅覚に対応し、匂いの情報を取得するセンサである。嗅

覚、すなわち、匂いを嗅ぎ分ける能力が生きていく上で重要であることは人間のみでなく全ての動物、魚類、昆虫、線虫、植物に至るまでほとんどの生物が嗅覚に相当する機能を有していることから明らかである⁷⁾。具体的な臭気を与える情報の例として、日本臨床歯周病学会は口臭と様々な疾病に関連があることを示しており (Table 1)⁸⁾、人の健康を取り上げただけでも、それがいかに多くの情報を包含しているかわかる。

Table 1 口臭の原因と臭い⁸⁾

原因	臭い
呼吸器系 (肺癌、肺腫瘍)	タンパク質の壊疽臭
消化器系 (胃癌、食道気管)	
耳鼻咽喉系 (扁桃炎、咽頭膿瘍、咽頭癌)	
咽頭、気管支、肺のカンジタ感染	甘いにおい
糖尿病	アセトン臭
肝硬変、肝臓癌	アンモニア臭
トリメチルアミン尿症	魚臭

Table 2 呼気成分と臨床的意義¹¹⁾⁻¹³⁾

分類	呼気成分	臨床的意義
還元性	水素	消化吸収機能、腸内細菌の異常
	メタン	腸内嫌気性菌の異常
	一酸化炭素	慢性気管支炎、酸化ストレス (糖尿病)
	エタノール	飲酒、明日コールド依存症、楽酔度測定
	アセトアルデヒド	肺がん、飲酒代謝物、アルコール中毒、代謝指標
	アセトン	インスリン欠乏症 (糖尿)、肥満、ダイエット
	イソプレネン	コレステロール合成中間体
弱還元性	一酸化窒素	ぜんそく、喫煙、気道感染
アミン系	アンモニア	肝炎、ピロリ菌検査、肝性脳症の簡易スクリーニング

嗅覚のメカニズムは匂いの由来となるガス分子が鼻腔内の嗅粘膜にある粘液に溶解込むことで、電気的な信号が発せられ、その信号が脳に到達することで感覚が生じるためと考えられている⁹⁾。したがって、嗅覚の再現には匂いの由来となるガス分子を高感度で検知・測定可能で信頼性の高いガスセンサが必要となるため、高性能なガスセンサの需要は極めて高い。また、上記の通り生物が生きていくために嗅覚が重要な役割を果たしていることも相俟って、ガスセンサの応用分野は非常に広い。例えば、窒息や爆発の危険性を有する作業現場におけるガス検出・モニタリングは必要不可欠となっている。また、2020年から世界的に流行している新型コロナウイルス感染症であるが、その対策の一つに室内の換気が有効とされており、その換気が十分に行われているかどうかを確認するためのモニタリングに二酸化炭素濃度が利用されている。なお、厚生労働省は良好な換気状態の基準を二酸化炭素濃度1,000ppm以下と定めている¹⁰⁾。

さらに、ガスセンサは本研究で対象とする呼気センサとして、医療健康や介護福祉分野での需要も高い。具体的には、疾病の早期診断のための呼気検査用途として医療健康分野での可能性が示唆され、呼気診断方法とともに数多くの研究が進められている¹¹⁾⁻¹³⁾。Table 2は種々の疾病とそれに関連する呼気のガス成分をまとめている。Table 2から、いかに呼気が健康状態や疾病について有益な情報を提供するか見て取れる。このように健康について重要な情報が取得可能な呼気だが、呼気には数種類の異なるガス分子が包含されることから、その検査用センサに搭載されるガスセンサは複数の異種ガスから、特定のガスを高

感度に、かつ、短時間で検出できることが求められている。

この要求に対して、我々のグループではボトムアッププロセスである局所陽極酸化技術とトップダウンプロセスであるフォトリソグラフィ技術とを組み合わせたハイブリッドプロセスを開発し¹⁴⁾ ナノスケールのチューブが互いに密着した状態で配列制御した酸化チタンナノチューブ薄膜をガラスやシリコンなどの固体基板上に形成することを成功させた¹⁵⁾。この技術をガスセンサへ適用することで、酸化チタンナノチューブ薄膜を検出対象ガスの感ガス部とする超小型（ミクロンサイズ）・広測定範囲（1 ppm～10%）・高感度（最高感度 1 ppm）の水素ガスセンサを実現した¹⁶⁾。しかしながら、呼気検査装置だけではなく、医療健康分野の製品に適用するには、混合ガスである呼気中における特定ガスの検出（ガス選択性）、ガス検出までの時間（応答時間）、並びに、ガス検出後にセンサ出力が検出前まで戻る時間（回復時間）が長いという課題があった。これらの課題に対して、我々は、さらに、原子層堆積（Atomic Layer Deposition；ALD）法を用いてセンシング部である酸化チタンナノチューブ薄膜の表面及び内部に触媒となる白金微粒子を担持し、感度向上、応答時間短縮を実現した^{17) - 20)}。

我々の開発したガスセンサは金属酸化物を感ガス部とした半導体式のガスセンサであり、感ガス部のサイズや形状、さらにはそこに担持する貴金属触媒微粒子の種類や量によってガスに対する反応特性を制御することができる長所がある。その一方、半導体式ガスセンサの検出原理が表面に吸着した酸素による還元性ガス（水素や一酸化炭素など）の酸化に伴う電気抵抗の変化であるため、応答の大小の差はあるが、ほぼすべての還元性ガスに対して応答を示す^{21) 22)}。すなわち、1 個のガスセンサでは複数種類の還元性ガスが混ざった混合ガスに対して、個々の還元性ガスの濃度を選択的に検出することができない。加えて、呼気には酸素が含まれるため、酸化性と還元性のガスが混合する。そのため、センサ表面における酸化還元反応が複雑となる困難さもある。しかし、近年、特性の異なるセンサを複数個使用して同時に測定した混合ガスに対する応答から得たデータに機械学習を適用することで、反応に関して分類を行い、さらに、回帰分析を行うことで混合ガス中の個々のガスの種類や濃度を高感度・高精度に予測する研究成果が報告されている^{23) - 29)}。我々のガスセンサにおいても、同様に、特性の異なる複数個のガスセンサを同一基板上に配置し、それらのガスセンサから得られる混合ガスに対する電流出力を元にニューラルネットワークなどの機械学習を適用することで混合ガス中の個々のガス濃度を予測することが可能と考えられる。

後に述べるように、機械学習を行う際には2つのパラメータが存在する。一つは機械学習アルゴリズム毎に異なるデータからの「学習」を元に最適化されるパラメータである。もう一つは分析者が決めるパラメータで、これはハイパーパラメータと呼ばれる¹⁾。機械学習は人工知能の一分野なので、これを脳に例えると、前者は学習によって変化する脳神経に相当し、後者は学習とは関係なく決まっている脳の大きさや形に相当する。そして、当然のことながら、ハイパーパラメータは予測精度に影響を与える。本稿では、我々の開発した酸化チタンナノチューブ薄膜ガスセンサから得られる混合比率の異なる多成分ガス（一酸化炭素、酸素、窒素、ヘリウム）に対する応答を用いて、それに機械学習であるニューラルネットワークを適用することで、還元性の一酸化炭素と酸化性の酸素について、それらの濃度を同時に予測する。そして、ニューラルネットワークのハイパーパラメータの一つである隠れ層（隠れ層については次節で述べる）の数を変えて濃度予測を行った際の濃度予測精度の変化を報告し、濃度予測に最適な隠れ層について検討する。

上記した通り、我々のガスセンサは感ガス部のサイズや形状と担持する貴金属触媒微粒子の種類や量によって反応特性を制御することができることから、同一基板上に異なる反応特性を有するセンサを配置したアレイ化ガスセンサの生産が可能である。これまで報告されている機械学習を用いたガス濃度予測においては異なる市販のガスセンサを組み合わせているのに対して^{23) - 29)}、本稿においては反応特性の異なる酸化チタンナノチューブ薄膜センサのみから濃度予測している点に違いがあり、応答特性の違いを別セン

サとして扱って機械学習を適用した例は皆無である。我々のセンサは同一基板上に製作可能であることからアレイ化が可能である。それにより、より小型で、かつ、複数気体の濃度予測可能なガスセンサの実現が期待できる。Table 1 や Table 2 から示されるように臭気や呼気には我々の健康状態を教えてくれる様々な情報が含まれており、将来、ガスセンサの十分な小型化が実現し、例えば、モバイルフォンに組み込むことが可能となれば、いつでも自身の健康状態をモニタリング可能となるだけでなく、IoT との組み合わせによって、様々な健康福祉サービスの創出が可能となると考えられる。そして、我々は、それらが健康寿命の延命や介護保険料の低減に寄与することで、より良く、持続可能な福祉社会の実現に貢献すると確信している。

以下、第2節では機械学習とニューラルネットワークについて、第3節では濃度予測に用いるデータ取得の方法について、第4節ではニューラルネットワークによる成分濃度予測方法について、第5節では結果と考察、そして、第6節においてまとめを述べる。

2. 機械学習とニューラルネットワーク

本節では機械学習とニューラルネットワークの概要について述べる。

2-1. 機械学習

機械学習とは「学習」、つまり、何らかの目的を達成するための知識や行動をデータから機械（コンピュータ）に獲得させる手法である。機械学習は教師あり学習と教師なし学習の2つに大別される（この分け方以外に、上記の2つに強化学習を加えて3つ、さらに、半教師あり学習を加えて4つに分けることもある¹⁾）。機械学習において、教師あり学習、教師なし学習問わず、ほとんどのアルゴリズム（手法）は、脳に相当し、データから最適化されるパラメータを有した関数（これをモデルと呼ぶ）を有する。そして、「学習」とはコンピュータに読み込ませたデータ（これを訓練データと呼ぶ）からモデルのパラメータを最適化することを指す。なお、本稿で用いるニューラルネットワークは前者の教師あり学習に属する。

教師あり学習とは目的変数と説明変数の両方を訓練データに含む場合を指す。ここで目的変数とは予測される値のことを指し、後に述べるように、本稿においては一酸化炭素濃度と酸素濃度が該当する。また、説明変数は目的変数を予測するために使われる値のことを指し、本稿においてはガスセンサからの応答出力が該当する。そして、パラメータを最適化することで、説明変数から目的変数を予測可能なモデルを獲得するのが教師あり学習である。具体的には、モデルに説明変数を入力し、出力される値が訓練データの目的変数に近づくようにモデルのパラメータを調整する。この手法は、メールの内容（説明変数）からスパムメールか否かのクラス（目的変数）に分類する場合や、株の売買情報（説明変数）から株価（目的変数）の数値を予測する場合に用いられる。なお、スパムメールか否かのようにクラスに分けるタイプの予測を分類、株価の数値を予測するタイプを回帰と呼ぶ。また、説明変数は特徴量、予測変数、独立変数などと呼ばれることもあり、目的変数は正解データ、応答変数、ターゲット変数、従属変数などと呼ばれることもある。

2-2. ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークは、コンピュータ上において高度な生物の情報処理を実現することを目指し、生物の神経回路網を模倣した人工神経回路のことを指し、1940年代からその研究が開始された^{30)~32)}。本稿で、機械学習のアルゴリズムとしてニューラルネットワークを採用した理由は、教師あり学習において、それが分類、回帰の両方で使用可能であり、かつ、以下で述べる出力層のノード数を変えることで、複数の目的変数に対する予測を同時に行うことが可能であるためである。

ニューラルネットワークは模式的に Fig. 1 のように表されることが多い。Fig. 1 において丸で表現しているものはノード（またはユニット）と呼ばれ、ニューラルネットワークを構成する最小の要素であり、その上にバイアス（ $b^{(x)}_x$ ）と呼ばれるデータから学習されるパラメータを有する。また、線で表現されているものはリンク（またはエッジ、アーク）と呼ばれ、全てのリンクは重み（ $\omega^{(x)}_{xx}$ ）と呼ばれるパラメータを有する。そして、一番左のノードの列を入力層と呼び説明変数はこの層のノードに入力される、また、一番右の列は出力層と呼ばれ、この層から予測結果が出力される。そして、それら以外のノードの列は全て隠れ層と呼ばれる（中間層と呼ばれることもある）。模式図において、隠れ層は1層だが、2層、3層とすることも可能で、複数層の隠れ層を有するニューラルネットワークは、特に、ディープニューラルネットワーク（深層ニューラルネットワーク）と呼ばれることもあるが、この入力層、隠れ層、出力層の連なりがニューラルネットワークにおけるモデルである。

ニューラルネットワークにおいて予測は左から右に計算され、各ノードはそれに連なるノードの値と重みの積にバイアスを加えた値を受け取る。具体例として、Fig. 1 において入力層から隠れ層の各ノードが受け取る値は上から、

$$\begin{aligned} u_1^{(2)} &= \omega_{11}^{(1)} x_1 + \omega_{12}^{(1)} x_2 + b_1^{(2)} \\ u_2^{(2)} &= \omega_{21}^{(1)} x_1 + \omega_{22}^{(1)} x_2 + b_2^{(2)} \\ u_3^{(2)} &= \omega_{31}^{(1)} x_1 + \omega_{32}^{(1)} x_2 + b_3^{(2)} \end{aligned} \quad (1)$$

となる。そして、それらのノードは $z_j = f(u_j^{(2)})$ を次に連なるノードに出力する。ここで、 $f(\)$ は活性化関数であり、シグモイド関数などを用いるが、本稿ではランプ関数（ReLU）を用いる。その上で、さらに出力層は隠れ層から、

$$\begin{aligned} u_1^{(3)} &= \omega_{11}^{(2)} z_1 + \omega_{12}^{(2)} z_2 + \omega_{13}^{(2)} z_3 + b_1^{(3)} \\ u_2^{(3)} &= \omega_{21}^{(2)} z_1 + \omega_{22}^{(2)} z_2 + \omega_{23}^{(2)} z_3 + b_2^{(3)} \end{aligned} \quad (2)$$

の値を受け取る。出力層は隠れ層と同様にこの値を活性化関数に代入し $y_j = g(u_j^{(3)})$ を出力し、それがニューラルネットワークの予測結果となる。関数 $g(\)$ は分類の場合はソフトマックス関数、回帰の場合は $u_j^{(3)}$ をそのまま出力する恒等関数を用いる（すなわち、 $y_j = u_j^{(3)}$ のが一般的である。以上がニューラルネットワークにおける予測の処理であり、この処理を順伝播と呼ぶ。

「学習」は全ての重みとバイアスの値を調整して、この予測値 y_j と入力された説明変数に対応する目的変数 t_j の差が0となるように最適化することに相当する。具体的には、loss（損失）を次式の2乗誤差などで定義し、

$$\text{loss} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m (t_{i,j} - y_{i,j})^2 \quad (3)$$

この loss が最小となるようにパラメータを調整する。ここで、 N は訓練データ数（説明変数と目的変数のセットの数）で、 m は一度に予測する目的変数の数である（Fig. 1 の場合には $m = 2$ である）。式（1）と（2）から $y_{i,j}$ は説明変数の関数であり、具体的な説明変数値を与えると定数となる。また、目的変数は定数である。そのため、式（3）は複数のパラメータである重みとバイアスの関数である。そのため、loss が最小となることは、

$$\begin{aligned}\frac{\partial \text{loss}}{\partial \omega_{ij}^{(l)}} &= 0 \\ \frac{\partial \text{loss}}{\partial b_i^{(l)}} &= 0\end{aligned}\quad (4)$$

を満たすように重みとバイアスを調整することに帰着する。 $\frac{\partial \text{loss}}{\partial \omega_{ij}^{(l)}}$ 、および、 $\frac{\partial \text{loss}}{\partial b_i^{(l)}}$ は loss の値から逆伝播法で求めることが可能なので³³⁾、最も単純には確率的勾配降下法により次式でパラメータを更新する。

$$\begin{aligned}\omega_{ij}^{(l)} &\leftarrow \omega_{ij}^{(l)} - \eta \frac{\partial \text{loss}}{\partial \omega_{ij}^{(l)}} \\ b_i^{(l)} &\leftarrow b_i^{(l)} - \eta \frac{\partial \text{loss}}{\partial b_i^{(l)}}\end{aligned}\quad (5)$$

ここで、 η は学習率と呼ばれ、学習の速度を決めるものである。なお、本稿においては式 (5) に改良を加えた手法である Adaptive moment estimation (Adam) を用いてパラメータの最適化を行う³⁴⁾。以上がニューラルネットワークとそのパラメータの最適化方法の概要であり、重みとバイアスは、説明変数による予測、予測値と目的変数の比較、loss の算出、パラメータの更新を繰り返して最適化される。

一方で、隠れ層の数や各層に含まれるノード数には任意性があり、これら学習過程で変更を受けない変数はハイパーパラメータと呼ばれ、分析者が決定しなければならない。一般的に、最適化するパラメータ数が増えると、モデルは複雑になり、訓練データにより適合 (loss を小さく) することが知られている。例えば、2つしかパラメータを有さない $y=ax+b$ は直線しか表現できないが、3つのパラメータを有する $y=ax^2+bx+c$ はより複雑な曲線を表現可能であるのと同様である。しかし、一方で、「オッカムの剃刀」の名で知られるように¹⁾、不必要にパラメータを増やすと訓練データのみには適合し、それに含まれていないデータに対しての予測精度が低下することが知られている。このように訓練データのみには最適化され、それに含まれないモデルにとって未知データに適合できないことを過学習と呼ぶ。普通、我々が求めるのは訓練データに対してのみ正確な予測をするモデルではなく、訓練データにより学習し、それに含まれていない未知のデータに対しても正確な予測が可能な汎用的なモデルである。そのため、過学習を防ぎながら予測精度を上げるためにハイパーパラメータの調整は重要であり、また同時に、機械学習全般において過学習の有無を確認し、モデルの汎用性の検討を行うことは極めて重要である。そのために、第4節で説明するように、第3節の方法で取得した説明変数と目的変数の組を学習用と評価用に分割し、学習用データで学習を行い、評価用データでテストする。つまり、評価用データは学習に用いず、モデルにとっては未知データとし、過学習の有無と汎用性の確認に用いることになる。

また、ディープニューラルネットワークが登場したことが物語るように、ニューラルネットワークにおいて予測精度には、一つの層に含まれるノード数よりも、隠れ層数の方が影響する³⁵⁾。本稿において、予測精度の隠れ層数依存性を調べるのはこのためで、それにより予測精度が高く、汎用性の高いモデルの獲得を目指している。

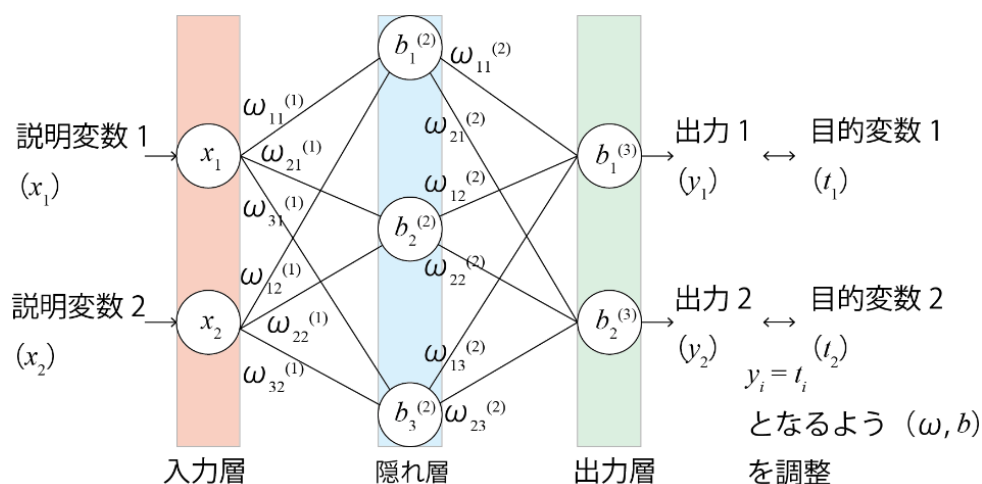


Fig. 1 ニューラルネットワークの模式図。

3. データ取得方法

データは我々が以前に報告している手法で行った²⁰⁾。抵抗値の取得はアジレント社製半導体パラメータアナライザ (4156C) を用いて 1 mV の電圧を印加しながら、混合ガスを曝露した際のガスセンサの出力電流値の変化から測定した。具体的には、密閉容器内を油回転ポンプで 10Pa 程度に真空引きしながら、基板を 300℃ に加熱し、30 分後に真空引きを停止してから密閉容器内に空気を流し、電流値が安定した時間から電流値の記録を開始した。そして、一定の時間が経過した後に、空気から検出対象ガスに切り替えた。さらに一定の時間が経過した後に、検出対象ガスを流す前の出力電流値に戻すための回復ガスとして空気を流した。その際、各ガスの流量は 50 ml/min とした。具体的には、測定開始後、経過時間 100 秒及び 300 秒で空気から検出対象ガスへ切り替える。そして、経過時間 200 秒及び 400 秒で検出対象ガスから空気に切り替え、経過時間 600 秒まで測定を継続した。

一つのセンサにおける抵抗値 (R_0/R_G) と抵抗変化の微分値 ($\frac{d}{dt}(\frac{R_0}{R_G})$) の典型的な応答の様子を Fig. 2 に示す。ここで、 R_0 は空気を暴露した際の抵抗値、 R_G は検出用ガスを暴露した際の抵抗値である。なお、検出対象ガスは市販の 4 種混合ガス (一酸化炭素：0.30%，酸素：20.30%，ヘリウム：10.20%，窒素：69.20%) に空気 (酸素：20.95%，窒素：78.08%，その他：0.97%) を混合して作成した。

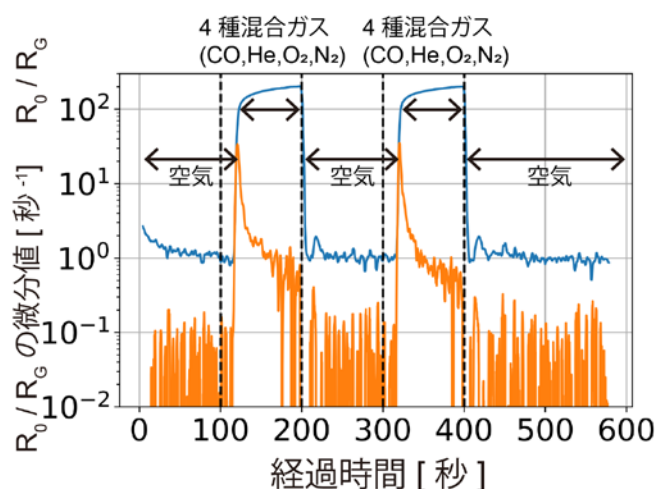


Fig. 2 検出用混合ガスを曝露後の抵抗値と抵抗の微分値変化。曝露した混合ガス濃度は一酸化炭素：0.30%，酸素：20.30%，ヘリウム：10.20%，窒素：69.20% である。縦軸はログスケールである。

また、我々は以前の報告において、検出用ガスの濃度は飽和した R_0/R_G の値のみでなく、暴露してからの $\frac{d}{dt}\left(\frac{R_0}{R_G}\right)$ の最大値に反映されることを示した²⁰⁾。そのため、本稿において、予測に用いる説明変数は $\frac{d}{dt}\left(\frac{R_0}{R_G}\right)$ の最大値を採用する。何故なら、 $\frac{d}{dt}\left(\frac{R_0}{R_G}\right)$ の最大値を説明変数として用いることで、飽和した R_0/R_G を用いるよりも短時間（数秒間）での説明変数の取得を実現し、それにより短時間での濃度予測が可能となるからである。

4. ニューラルネットワークによる成分濃度予測方法

第1節の緒言で述べた通り、我々のガスセンサは感ガス部のサイズや形状と担持する貴金属触媒微粒子の種類や量によって反応特性を制御することが可能である。Fig. 3は我々の作成した10種類のセンサ（センサ1～10）において、検出用混合ガスを暴露した際の応答を、横軸に検出ガス中の一酸化炭素濃度、縦軸に $\frac{d}{dt}\left(\frac{R_0}{R_G}\right)$ の最大値として対数プロットしたものである。なお、呼気検査装置においては一酸化炭素濃度を測定するため、それを想定して、横軸は一酸化炭素濃度としている。Fig. 3から、全てのセンサにおいて一酸化炭素濃度の増加とともに $\frac{d}{dt}\left(\frac{R_0}{R_G}\right)$ の最大値が増加し、検出ガスの違いにセンサが応答しているのが見て取れる。その一方で、一酸化炭素濃度への応答特性はセンサ毎に異なり、比較的直線に近いものや（センサ7、および、センサ8）、二次関数的なもの（センサ1、および、センサ2）など多様である。したがって、我々はこの多様性を異なるセンサとして捉え、10個の説明変数としてニューラルネットワークへの入力に用いる。

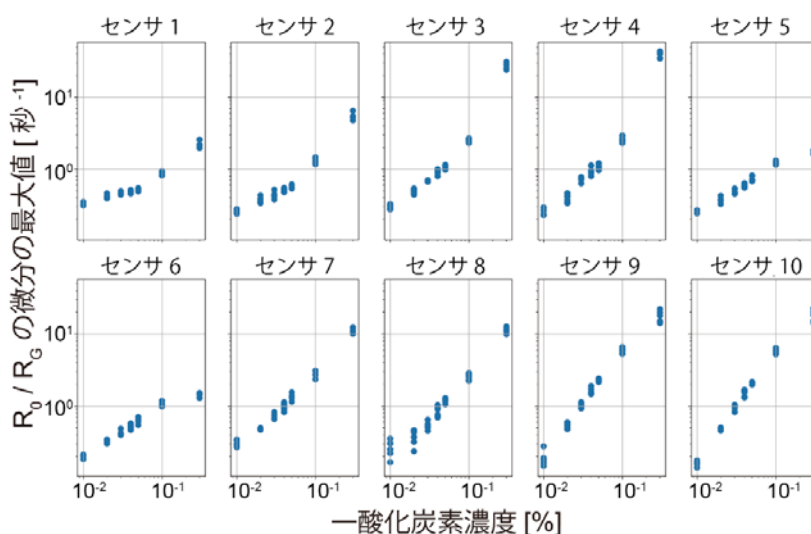


Fig. 3 10種類の酸化チタンナノチューブ薄膜ガスセンサにおける $\frac{d}{dt}\left(\frac{R_0}{R_G}\right)$ 最大値の検出ガス内の一酸化炭素濃度に対する変化。

この10個のセンサにおける $\frac{d}{dt}\left(\frac{R_0}{R_G}\right)$ の最大値の対数を説明変数としてニューラルネットワークの入力層に代入し、次いで、隠れ層を経て、出力層から予測濃度を出力する。なお、緒言で述べた通り半導体式ガスセンサの検出原理から、酸化還元反応に寄与する分子ガスのみ検出が可能であるから、濃度予測するガスは酸化還元への寄与が大きいと想定される酸素と一酸化炭素の二種類に設定した。また、 $\frac{d}{dt}\left(\frac{R_0}{R_G}\right)$ の最大値の対数を説明変数とするのは、ニューラルネットワークへの入力は0～1.0程度の値が適切であるのに対し、我々の酸化チタンナノチューブ薄膜ガスセンサの感度が高すぎるため、 $\frac{d}{dt}\left(\frac{R_0}{R_G}\right)$ の最大値をそのまま用いると1.0を大きく上回ってしまうからである。Fig. 4に濃度予測に用いたニューラルネットワーク構造の内2つを示す。(a)は1層の隠れ層を有するニューラルネットワークで、(b)は5層の隠れ層

を有するニューラルネットワークである。第2節で述べた隠れ層の数を変えるというのは、Fig. 4の様に入力層と出力層の間の層の数を変えることであり、本稿では隠れ層の数が1、3、5、7のニューラルネットワークを構築し検討した。なお、各層のノード数は128で固定している。また、出力層の2つのノードは一酸化炭素濃度と酸素濃度に対応する。予測値と目的変数で与えられる式(4)のlossは、

$$\text{loss} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j \in \{\text{CO}, \text{O}_2\}} (y_{i,j} - t_{i,j})^2 \quad (6)$$

となる。ここで、 N はバッチサイズで、一回の学習に用いるデータ数を意味し、本稿では64である³⁵⁾。

ニューラルネットワークの構築および学習はGoogle社が公開しているディープラーニング用フレームワークTensorflowを用い³⁶⁾、パラメータの更新にはAdamを第一モーメント：0.9、第二モーメント：0.999、 $\varepsilon : 10^{-7}$ で用いた。また、学習の回数は10,000epochsとし、学習結果を安定させるために学習率を0から10,000epochsの間に0.0001から0.0に減少させる学習率減少法を採用した。ここで、1epochとは訓練データの中で学習用のデータを全て1回使ったことに相当し、1つのデータ（説明変数と目的変数の組）について、10,000回使用していることを意味する。

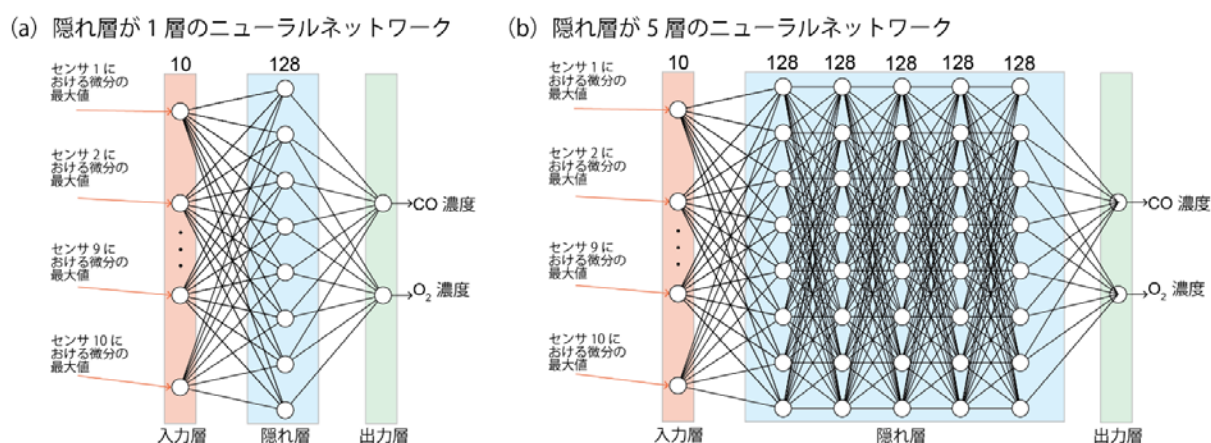


Fig. 4 本稿で用いたニューラルネットワーク構造。

また、第2節で説明した通り、機械学習を分析や予測に用いる場合は過学習と汎用性に注意を払う必要がある。そのため、濃度予測学習用に用意した混合比の異なる7種類の検出用混合ガス (Table 3) に対して、3つの学習用データと評価用データの組合せを作成し、学習・評価した。Table 3において、○がその組合せの学習用データで※が評価データを意味している。例えば、組合せAであれば、混合ガスA、混合ガスB、混合ガスC、混合ガスE、混合ガスGの説明変数と目的変数で学習を行い、混合ガスDと混合ガスFをモデルにとって未知のガスとして説明変数と目的変数を用いて汎用性を確認している。なお、学習データ数と評価データ数は、組合せAと組合せBにおいて128と64、組合せCにおいて96と96である。

Table 3 本研究で用意した検出用混合ガスの濃度

	一酸化炭素	ヘリウム	酸素	窒素	組合せ A	組合せ B	組合せ C
A	0.30%	10.00%	20.00%	69.70%	○	○	○
B	0.10%	3.40%	20.73%	75.12%	○	○	○
C	0.05%	1.70%	20.84%	76.60%	○	※	○
D	0.04%	1.36%	20.86%	76.90%	※	○	※
E	0.03%	1.02%	20.88%	77.20%	○	※	※
F	0.02%	0.68%	20.90%	77.49%	※	○	※
G	0.01%	0.34%	20.93%	77.79%	○	○	○

5. 結果と考察

Fig. 5 から 7 は横軸を学習回数 (epoch)、縦軸を評価データに対する loss とした学習曲線である。Fig. 5 は組合せ A (評価は)、Fig. 6 は組合せ B、Fig. 7 は組合せ C での結果であり、(a) (b) (c) (d) は隠れ層の数が 1、3、5、7 層における学習過程を意味する。なお、隠れ層が 3、5、7 層においては見やすくするために、縦軸を 100 倍、もしくは、10 倍したものを同時にプロットしている。過学習の有無はまず、この学習曲線から確認することができる。何故なら、過学習があった場合、上述のようにモデルは学習データへのみに過度に適合してしまうため、学習データに含まれないデータに対する予測精度は悪化する。そのため、過学習がある場合、評価データに対する loss は学習回数が増加とともに増加していく。しかし、何れにおいても、学習回数の増加とともに評価データの loss も減少して、0 に向かっており、学習曲線からは過学習が生じている様子は見て取れない。したがって、学習曲線の振る舞いからは、本稿で用いたニューラルネットワークモデルにおいて、過学習は生じていないと考えられる。

次に、Fig. 8 は一酸化炭素濃度について、評価データに対して予測された結果を横軸に隠れ層の層数、縦軸を予測値の平均値 (上方図) と絶対平均値誤差 (MAE) (下方図) にプロットしたものである。上方図のエラーバーは予測値の標準偏差を意味している。それぞれ、(a) は組合せ A、(b) は組合せ B、(c) は組合せ C の結果である。なお、上方図の破線は評価データの目的変数 (正解値) を示している。したがって、(a) 組合せ A において 0.04% と 0.02%、(b) 組合せ B において 0.03% と 0.05%、(c) 組合せ C において 0.02%、0.03%、および、0.04% である。MAE の最小値は、組合せ A においては正解値 0.02% に対して 5 層の時に 0.0009%p、正解値 0.04% に対して 5 層の時に 0.0017%p、組合せ B においては正解値 0.03% に対して 5 層の時に 0.0009%p、正解値 0.05% に対して 7 層の時に 0.0018%p、組合せ C においては正解値 0.02% に対して 7 層の時に 0.0014%p、正解値 0.03% に対して 7 層の時に 0.0010%p、正解値 0.04% に対して 5 層の時に 0.0019%p である。一般的に求められる一酸化炭素濃度の予測精度が 0.001% であることから^{11) -13)}、これらの結果は、我々のモデルが 10 個のガスセンサから得られた応答を説明変数として高精度に一酸化炭素濃度の予測を実現していることを意味しており、我々が 10 個の応答性の異なるセンサを別種のセンサとみなしたことが適切であることを示唆している。また、組合せ A の正解値 0.04% を除いて層数が 5 まで MAE は減少し、層数が 5 と 7 では大きな違いは見られず、それにおいては隠れ層が 5 層のニューラルネットワークの方が高い予測精度を有する。上述したようにモデルはパラメータが少ないほど高い汎用性が期待できることから、適切な隠れ層の数は 5 層であることが一酸化炭素濃度の予測結果から考えられる。

Fig. 9 は酸素濃度予測について Fig. 8 と同様のプロットを行ったものである。MAE の最小値は組合せ A においては正解値 20.90% に対して 5 層の時に 0.0073%p、正解値 20.86% に対して 7 層の時に 0.0209%p、組合せ B においては正解値 20.88% に対して 5 層の時に 0.0062%p、正解値 20.84% に対して 5 層の時に 0.0220%p、組合せ C においては正解値 20.90% に対して 7 層の時に 0.0051%p、正解値 20.88% に対して 7 層の時に 0.0083%p、正解値 20.86% に対して 7 層の時に 0.0095%p である。酸素濃度の予測においても一酸化

濃度の予測と同様に予測の精度は5層までの改善は大きい、5層と7層の間での違いは大きくない。したがって、酸素濃度の予測においても隠れ層は5層が適切だと考えられる。

以上の結果から、呼気センサの濃度予測モデルとしてニューラルネットワークを用いる場合、隠れ層の数は5が適切と結論付けられる。

一方、一酸化炭素の予測における MAE と酸素濃度における MAE を比較すると、全体的に一酸化炭素よりも酸素における予測の方が MAE の値が大きい。このことは一酸化炭素濃度よりも酸素濃度の予測の方が困難であることを意味している。その一因は、酸素濃度については20% に対して少数点以下2位でしか変化しておらず、その変化を捉えるのが困難であることが推察される。ただ、本稿の結果のみでは酸素濃度が予測困難な理由が濃度変化の小ささにあるのか、それ以外の理由があるのかは結論付けられない(例えば、ニューラルネットワークが酸素濃度予測をする上で何らかのディスアドバンテージを有している可能性もある)。また、実用的な呼気センサを考えると呼気に含まれる酸素の濃度は16% 程度であるため、大気中の20.93% と比較すると4.0% 程度の変化が想定される。そのため、今後、希釈する混合気体の濃度を変えて、さらに混合比の異なる検査用ガスを用意しての検討が必要になる。

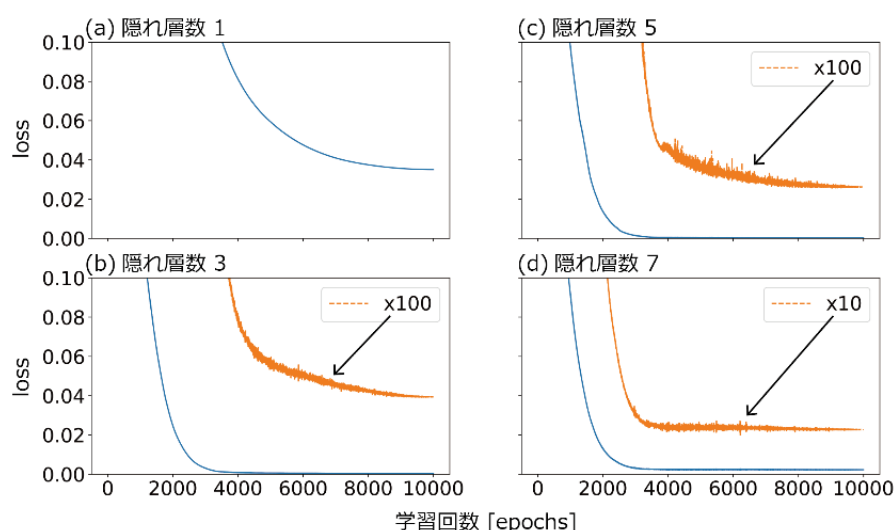


Fig. 5 組合せ A における評価データに対する学習曲線。

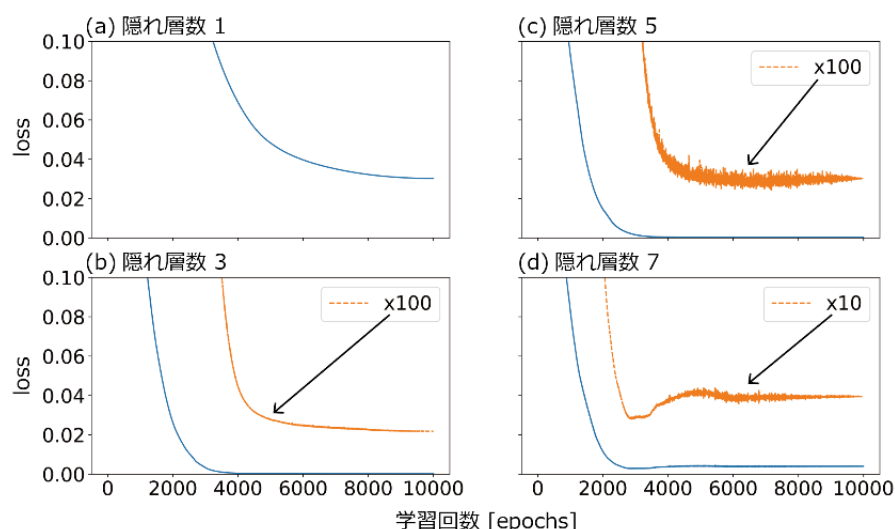


Fig. 6 組合せ B における評価データに対する学習曲線。

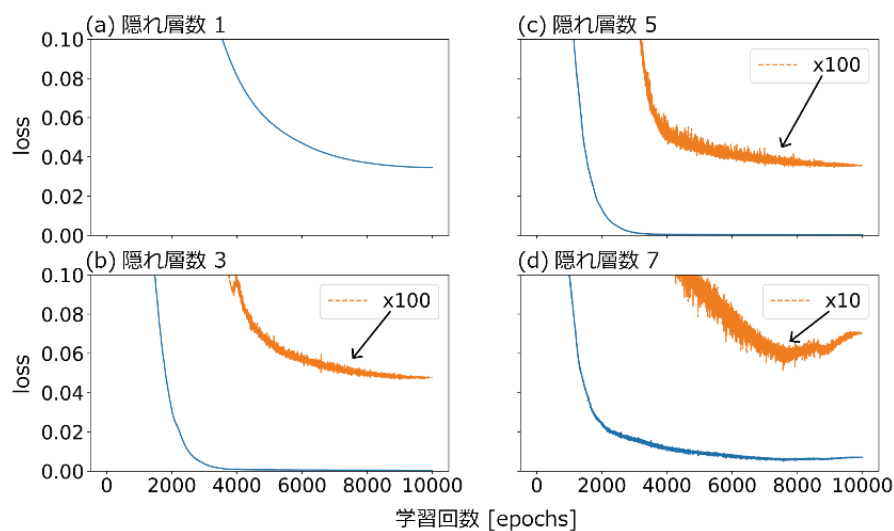


Fig. 7 組合せ C における評価データに対する学習曲線。

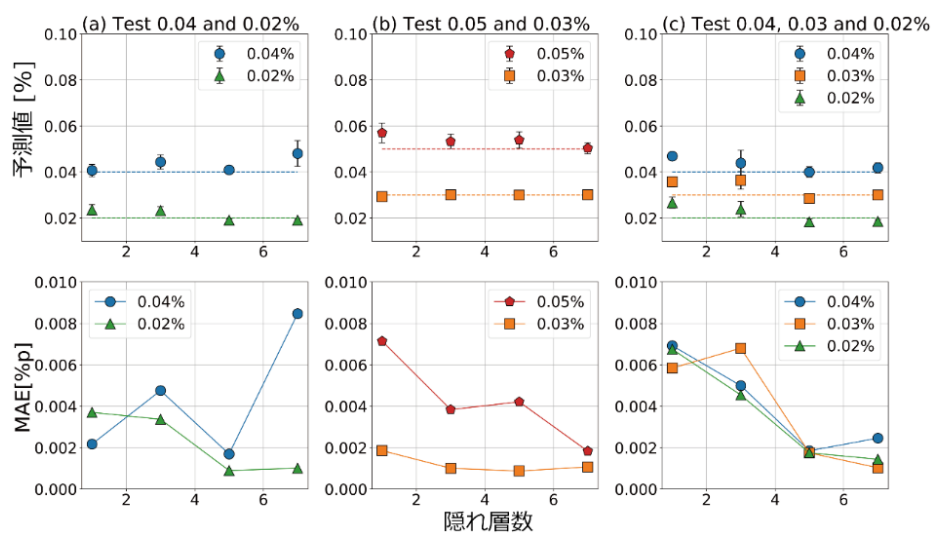


Fig. 8 評価データの一酸化炭素に対する予測結果。

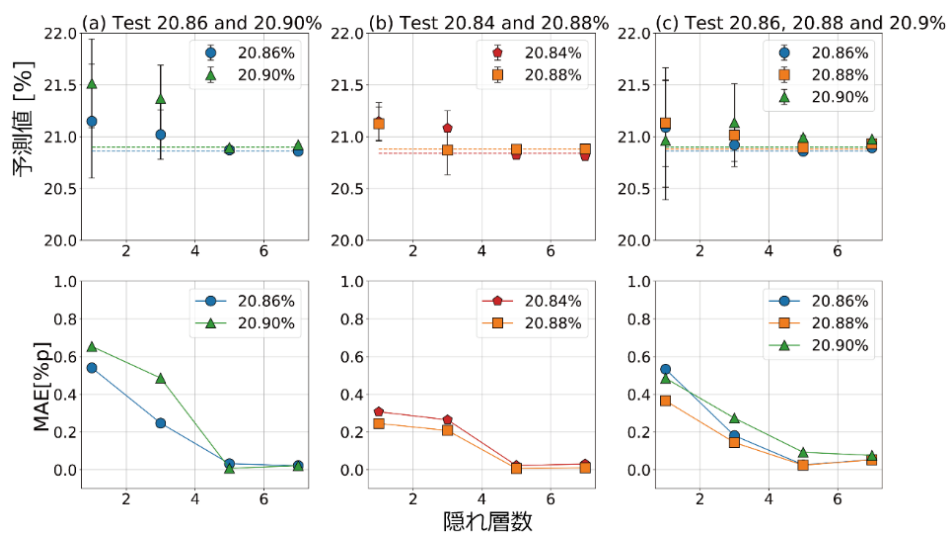


Fig. 9 評価データの酸素に対する予測結果。

6. まとめ

本稿では、我々が開発してきた酸化チタンナノチューブ薄膜ガスセンサを用いた呼気センサの実現を目指し、反応特性の異なるガスセンサを別センサとみなして説明変数を取得し、機械学習アルゴリズムの一つであるニューラルネットワークを用いた回帰による多成分気体のガス濃度予測を行い、モデルのハイパーパラメータである隠れ層の最適化を行った。その結果、反応特性の違いをセンサの違いとみなせることが示唆され、また、予測精度（MAE）からは5層が最適な隠れ層数であることを見出した。

一方、本稿で準備した混合気体（7種類）においては、一酸化炭素濃度に比べて酸素濃度の予測精度が低かった。その理由については未解明であるため、今後の課題として、さらに多様な成分比の混合ガスを準備して研究を行っていく。また、一般的に、訓練データの増加は機械学習の予測精度の向上に寄与するため、混合ガス種の追加は酸素濃度予測に関する課題の解決だけでなく、一酸化炭素濃度の予測精度の向上にも貢献することが期待される。

緒言でも述べた通り、我々が開発してきたガスセンサは特性を制御しアレイ化が可能である極めて大きな長所を有し、それにより、これまでになく小型の呼気センサの実現が期待できる。コロナ禍の中、呼気センサやガスセンサの必要性は今後も増加の一途を辿ると考えられる。

また、Table 1やTable 2に示されているようにガス情報から得られる健康情報は多岐にわたる。そのことを踏まえ、今後、それらの情報を取得可能な小型化された呼気センサを開発し、それらとIoTを組み合わせることで、日々の健康状態のモニタリングが可能となる。そして、その情報を継続的に取得・蓄積することで呼気成分と健康状態のビッグデータが得られ、それらを人工知能により解析・分析することで、疾病の早期発見のみでなく、健康状態の変化や体調の変化が予測可能となり、生活支援や健康促進などの分野において新しいサービスの構築が可能になると期待される。

謝辞

本研究における実験は東北大学電気通信研究所附属ナノ・スピン実験施設及び東北大学マイクロシステム融合研究開発センターで行われました。また、本研究は国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）機能検証フェーズの助成を受けて行われました。

この場をお借りして感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 機械学習については様々な教科書が存在するが、例えば、
C. M. ビショップ, 『パターン認識と機械学習 上・下』, シュプリンガー・ジャパン株式会社, 2007.
Kevin P. Murphy, "Machine Learning: A Probabilistic Perspective", The MIT Press, 2012.
E. Bernard, "Introduction to Machine Learning", Wolfram Media, 2021.
- 2) Society 5.0, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/
- 3) 佐々木永市、内野美佳, 「キーワードから見える世界: 医療 東京大学医科学研究所 これからのがん治療には AI とパソコンが欠かせない」, 海外投資 25周年記念特集, pp.12-15, 2017.
- 4) 本村陽一, 村田知佐恵, 大塚裕子, 大森隆司, 山田徹志, 『保育施設への AI 導入プロジェクトの課題と展望』, 2019年人工知能学会全国大会（第33回）.
- 5) 坂根裕, 「コーチング AI 人工知能を活用したケアの学び」, 福祉介護テクノプラス 11 (9), 14-17, 2018.
- 6) 山崎弘郎, 『センシングの基礎』 (シリーズ現代工学入門), 岩波書店, 2005.

- 7) 東原和成, 「生物がにおいを識別する仕組み」, 化学と生物, 41 (3), 150-156, 2003.
- 8) 日本臨床歯周病学会, <https://www.jacp.net/periodicals/halitosis/>
- 9) 東原和成, 「嗅覚の匂い受容メカニズム」, 日本耳鼻咽喉科学会会報, 118 (8), pp.1072-1075, (2015).
- 10) 厚生労働省, 『冬場における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について』, <https://www.mhlw.go.jp/content/000698866.pdf>
- 11) 野津哲生, 「電子の鼻が社会を変える 五感センサーの最後のフロンティア」, 『日経エレクトロニクス』, No. 6 pp.60-69, 2015.
- 12) 植田秀雄, 小橋恭一, 「においと疾病－生体ガス測定から何が拓けるか」, におい・かおり環境学会誌, Vol. 36, No. 5 pp.270-274, 2005.
- 13) 阿部宏之, 馬騰, 但木大介, 平野愛弓, 木村康男, 庭野道夫, 「酸化チタンナノチューブ型高感度ガスセンサの開発」, 東北福祉大学 感性福祉研究所年報, Vol. 19, pp.67-77, (2018).
- 14) Y. Kimura, K. Itoh, R. Yamagu Coulomb chi, K. Ishibashi, K. Itaya, and M. Niwano, “M. Room temperature observation of a blockade phenomenon in aluminum nanodots fabricated by an electrochemical process”, App. Phys. Lett., Vol. 90, No. 9 pp. 093119-1-093119-3, 2007.
- 15) K. Ishibashi, R. Yamaguchi, Y. Kimura and M. Niwano, “Fabrication of titanium oxide nanotubes by rapid and homogeneous anodization in perchloric acid/ethanol mixture”, J. Electrochem. Soc., Vol. 155, No. 1 pp. K10-K14, 2008.
- 16) Y. Kimura, S. Kimura, R. Kojima, M. Bitoh, M. Abe and M. Niwano, “Micro-scaled hydrogen gas sensors with patterned anodic titanium oxide nanotube film”, Sensors and Actuators B, Vol. 177, pp.1156-1160, 2013.
- 17) 阿部宏之, 馬騰, 但木大介, 平野愛弓, 庭野道夫, 「微細成形技術を用いた機能性素子の開発－酸化チタンナノチューブ型ガスセンサの開発－」, 宮城県産業技術総合センター研究報告, No. 15, pp.7-12, 2017.
- 18) 阿部宏之, 馬騰, 但木大介, 平野愛弓, 庭野道夫, 「金属酸化物多孔質体を応用したガスセンサの開発」, 宮城県産業技術総合センター研究報告, No. 16, pp.13-16, 2019.
- 19) 阿部宏之, 馬騰, 但木大介, 平野愛弓, 木村康男, 庭野道夫: 「白金微粒子を担持した酸化チタンナノチューブ薄膜を用いた高感度ガスセンサの応答特性」, 第36回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 19am3-PS3-51, 2019.
- 20) H. Abe, Y. Kimura, T. Ma, D. Tadaki, A. Hirano-Iwata, and M. Niwano, “Response characteristics of a highly sensitive gas sensor using a titanium oxide nanotube film decorated with platinum nanoparticles”, Sensors and Actuators B, Vol. 321, 128525, 2020.
- 21) 原和裕, 「半導体式ガスセンサおよび接触燃焼式ガスセンサ」, 電気学会論文誌 E (センサ・マイクロマシン部門誌), 135 (8), pp.270-275, 2015.
- 22) 北村雅季, 「酸化物半導体ガスセンサのための材料作製技術: 最近の研究動向」, J. Vac. Soc. Jap., 60 (11), pp.415-420, 2017.
- 23) 鷲尾隆, 「機械学習による先端センシングデバイスの実現」, 日本計算機統計学会 第30回大会要旨集, pp.105-108, 2016.
- 24) G. Imamura, K. Shiba and G. Yoshikawa, “Smell identification of spices using nanomechanical membrane-type surface stress sensors”, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 55, pp. 1102B3-1-5, 2016.
- 25) W. Khalaf, C. Pace and M. Gaudioso, “Gas Detection via Machine Learning”, International Scholarly and Scientific Research & Innovation, Vol. 2, pp.61-65, 2008.

- 26) I. Rodriguez-Lujan, J. Fonollosa, A. Vergara, M. Homer and R. Huerta, "On the calibration of sensor arrays for pattern recognition using the minimal number of experiments", *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, Vol. 130, pp.123, 2014.
- 27) J. R. R. Kumar, R. K. Pandey and B. K. Sarkar, "Pollutant Gases Detection using the Machine learning on Benchmark Research Datasets", *Procedia Computer Science*, Vol. 152, pp.360-366, 2019.
- 28) I. Essiet, Y. Sun and Z. Wang, "Big data analysis for gas sensor using convolutional neural network and ensemble of evolutionary algorithms", *Procedia Manufacturing*, Vol. 35, pp.629-634, 2019.
- 29) J. Thorson, A. Collier-Oxandale and M. Hannigan, "Using A Low-Cost Sensor Array and Machine Learning Techniques to Detect Complex Pollutant Mixtures and Identify Likely Sources", *Sensors*, Vol. 19, pp.3723, 2019.
- 30) W. S. McCulloch and W. Pitts, "A LOGICAL CALCULUS OF THE IDEAS IMMANENT IN NERVOUS ACTIVITY", *Bulletin of Mathematical Biophysics* Vol. 5, No. 4. pp. 115-133, 1943.
- 31) D. Hebb, "Organization of Behavior", Wiley, 1949.
- 32) F. Rosenblatt, "THE PERCEPTRON: A PROBABILISTIC MODEL FOR INFORMATION STORAGE AND ORGANIZATION IN THE BRAIN", *Psychological Review*, Vol. 65, No. 6, pp.386-408, 1958.
- 33) D. E. Rumelhart and J. L. McClelland "Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition", MIT Press, 1986.
- 34) D. P. Kingma and J. Ba, "Adam: A Method for Stochastic Optimization", conference paper at the 3rd International Conference for Learning Representations, San Diego, 2015.
- 35) 岡谷貴之, 『深層学習 改訂2版』, 講談社, 2022.
- 36) Tensorflow, <https://www.tensorflow.org/>

研究ノート

災害時におけるサードセクターの役割に関する一考察 東日本大震災での事例をもとに

渡邊圭¹、齋藤渉²、阿部裕二³

¹東北学院大学、²東北大学大学院、³東北福祉大学

要旨

本稿では、災害時のサードセクターが果たす役割を検討に向け、その復興のグランドプラン『東日本大震災からの復興の基本方針』にて、ボランティアに加え NPO 法人を復興の担い手として位置付けた大規模災害である東日本大震災を対象とし、そこでのボランティアや NPO 法人による活動や実践の整理に取り組んだ。

災害時のボランティア活動については、日本の災害対策上における主体の1つとして明示されているように、被災3県を中心として展開されている。その一方で、東日本大震災の発災を機に、全国各地において「東日本大震災」をその活動目的に位置付ける団体が設立され、被災3県を中心とした非営利活動が展開されてきている。これらの活動の整理より、同じサードセクターに属するが、それぞれが果たす役割には若干の相違がみられており、災害時のボランティア活動は、被災地域における緊急社会システムとしての役割を果たしていると考えられる。一方で、NPO 法人による活動は、その組織のミッションに基づき展開されることから緊急社会システムという代替・補完を越えて地域課題解決までの役割を担う可能性を有していることから、災害対応の前線となる市町村レベルにおいて、行政とサードセクターの関係性を再考する必要があるといえる。

キーワード：東日本大震災、サードセクター、災害救援、災害ボランティア、NPO

1. はじめに

2015年に開催された第3回国連防災会議において採択された『仙台防災枠組2015-2030』では、災害リスクの削減に向けた、市民社会組織（Civil society）、ボランティア（Volunteers）、ボランティア団体とコミュニティ団体（organized voluntary work organizations and community-based organizations）といった地域のステークホルダーの具体的な役割と期待に関する記述がなされている（UNDRR2015：20）¹⁾。

この記述に対して、菅野（2015a）は東日本大震災以前の災害対応における担い手に関しては、行政と個人のボランティアとの連携が中心的なテーマであったとし、サードセクターの組織が災害時に活躍することは自明ではなかったとの指摘したうえで、東日本大震災後には、一転してサードセクターの組織が行政施策上の前提－NPO などが被災者支援や新たな地域づくりの主体として認識される－になっていると指摘²⁾をしている。

この指摘をもとに、日本における災害対応とサードセクターの関係を概観していくと、「ボランティア元年」と称された阪神・淡路大震災において、災害時のボランティア活動が社会的に認知されることとなり、その被災地域において展開された多岐にわたる活動によって、“ボランティア”というものが“新た

な社会の担い手”として社会から好意的に受け付けられることとなった。その後、1997年の日本海において起きたナホトカ号重油流出事故でも多くのボランティアが重油の回収作業に従事している。このような、災害時のボランティア活動によって、自発的かつ営利を目的としない一般市民による“非営利活動”への社会的な関心が高まることとなり、その帰結として、ボランティア団体を含む任意の市民組織が法人格を取得することを可能とする NPO 法³⁾ が1998年に成立・施行されることとなる。同法の施行によって災害時に限らず、多くの市民組織が法人格を取得し、様々な社会課題解決に向けた実践や活動を展開している⁴⁾。2011年の東日本大震災では、「新しい公共」の御旗のもと、内閣官房震災ボランティア連携室が設置されるなど、政府と民間の連携体制構築が推進され、2013年の災害対策基本法改正⁵⁾、行政、社協（災害ボランティアセンター）、ボランティア組織（NPO 含む）の三者連携体制⁶⁾の構築推進、2019年の防災基本計画の改定⁶⁾など、東日本大震災後の災害対策では、行政の側からは積極的な民間組織の連携体制構築が推進されてきている。

しかし、このような災害時の民間支援活動の台頭に対して、仁平（2012）は、1995年の阪神・淡路大震災による民間の台頭に対して、災害という状況において機能不全に陥った行政と活躍する民間という図式を定着させたと指摘し、2011年の東日本大震災においても民間の機能不全の理由を行政が足を引っ張るというような、行政の役割・機能を民間が代替・補完するという関係性の認識がなされていると指摘⁷⁾する。

前述した菅野や仁平の指摘を踏まえると、1995年の阪神・淡路大震災及び2011年の東日本大震災を機に、ボランティア活動を含む災害時のサードセクターに対する社会の“まなざし”が変化しているのではないかと考えることが出来る。1995年の阪神・淡路大震災では、“新たな社会の担い手”としての位置づけがなされているが、2011年の東日本大震災では、災害対応における公民の連携体制構築が課題として認識されるほど、災害やそこからの復興における“課題への対応や解決の担い手”としての位置づけがより強く意識されてきている。東日本大震災においては、国が示した『東日本大震災からの復興の基本方針』においては、ボランティアに加え NPO が復興の担い手として位置付けられるなど、その活動や実践に対する期待が見て取れる。

ここまでの整理より、阪神・淡路大震災と東日本大震災という2つの災害を経て、災害時のサードセクターの位置づけが、個人のボランティアも含む草の根的な市民活動から、国の災害対応、復興施策における主体のひとつとして変化してきていることがわかる。そのため、災害対応におけるサードセクターの位置づけを考える上で東日本大震災が1つの契機となっていると考える事ができるが、菅野（2015b）において、東日本大震災では個人のボランティアに加えサードセクターの組織による様々な活動が着目され、その活動に関する報告等はあるものの、その総体をつかもうとする取り組みは少なく、災害時の実態は不明瞭であると指摘⁸⁾されているように、個々の団体や組織の活動報告等が散見し、災害時のサードセクターの全体像が把握されていないといえる。

そこで、本稿では、災害時のサードセクターの役割を検討していくため、先述したように災害時のサードセクターの役割に大きな変化をもたらしたと考えられる東日本大震災を事例として捉える。

2. 先行研究の検討と分析の視角

まずは、本稿におけるサードセクターの概念定義について確認しておく。まず、サードセクターと他セクターの関係性については、どのような組織が含まれるかは国や論者による相違—宗教団体、協同組合、コミュニティ組織の扱い方—はあるものの、図1のような整理となる。

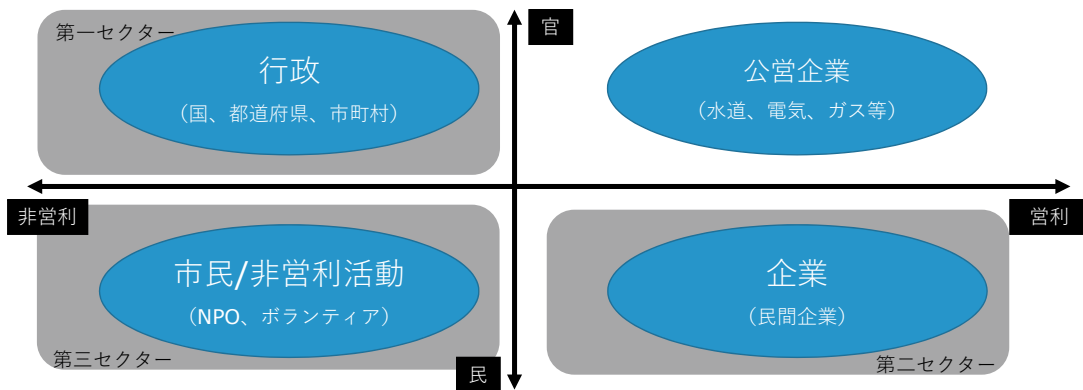


図1 日本におけるセクターの構図 (齋藤作成)

第一セクターは、公的な立場であることから各種公共サービスの提供に役割を担う行政である。第二セクターは、市場における営利活動を行い経済の活性や雇用の創出を担う民間営利企業として位置付けることができる。残る第三セクター(サードセクター)が、多岐にわたる市民活動やボランティア活動、NPO活動などの非営利活動となり、サードセクターを市民活動や非営利活動として確認することができる。なお、図1における公営企業に関して、地方公営企業法では、地方公共団体の経営する企業組織の範囲－水道事業、工業用水道事業、軌道事業、自動車運送事業、鉄道事業、電気事業、ガス事業、病院事業、条例範囲内で定める企業－が定められている。同法の基本原則において、「地方公営企業は、常に企業の経済性を発揮するとともに、その本来の目的である公共の福祉を増進するように運営されなければならない」との述べられているように、地方公共団体が先述する範囲の企業活動を行う(経営すること)によって、地理的・社会的条件等によって民間事業者の参入が見込まれない地域における公共の福祉増進が図られる。

また、サードセクターの概念の整理にあたっては、Pestoff (1998) の福祉トライアングル－「国家(公共市場)」、「市場(民間企業)」、「コミュニティ(世帯・家族)」の関係性－(図2)を援用し、組織間の領域を越えて広がり、国家、市場、コミュニティの領域にまで及ぶものをサードセクター(第3セクター)として規定する方法も有用であると考えられる。

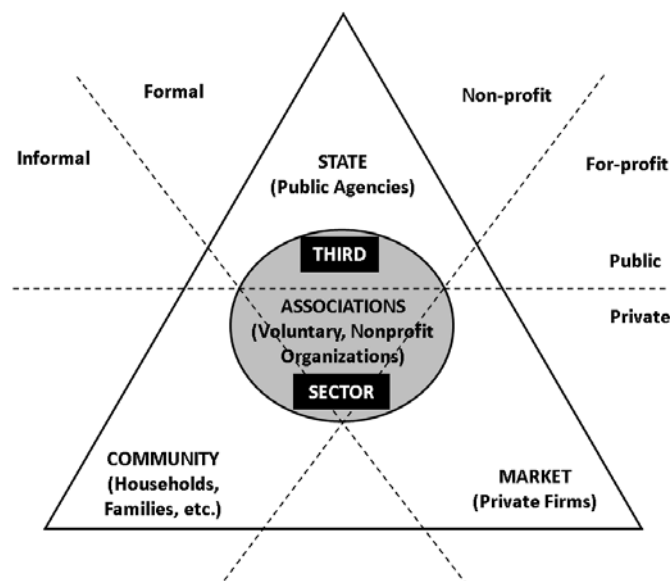


図2 ベストフの福祉トライアングル：Pestoff (1998)⁹⁾

ただし、このペストフによるサードセクターの位置づけに関しては、平常時における各主体間の関係性を規定しているものであるため、本稿において災害対応との関係でみていく場合には、災害社会学にて用いられる「緊急社会システム (emergency social system)」¹⁰⁾ という枠組みも加味して規定していく必要がある。

被災地域内では、既存の諸社会システムの各主体－行政・企業・個人や家族・コミュニティーが災害という外的な衝撃を受けることにより、システム内の自助能力を超える破損・崩壊（システム内だけの緊急対応の限界）が生じ、諸社会システムとして機能不全に陥ってしまう。そこで、既存の諸社会システム外からのフォーマルもしくはインフォーマルにわたる支援や資源が投入されることで、一時的に災害により破損・崩壊した既存の諸社会システムの代替補完の役割・機能を果たす仕組みとして緊急社会システムが立ち上がるとされている。ここでのフォーマルな支援は各種の災害対策法制度に基づく対応であるが、このインフォーマルな支援こそが、1995年以降に着目されることとなる災害時のボランティア活動であり、2011年以降ではそこにNPOなどの非営利組織による活動も位置づけられてきている。先述した、『仙台防災枠組2015-2030』¹¹⁾ においてもサードセクターを構成する組織に対して災害対応や減災 (Risk reduction) に関する計画の策定と実施、国や地方公共団体が策定する計画や実施への協力などという具体的な役割が期待されるなど公式的な観点からの重要性が高まっている。

災害対応と非営利組織の関係を論じた、Benson, Twigg, & Myers (2001) は、非営利組織 (NGO) が自然災害への対応 (減災) や復興プログラムの主体とするには多くの課題－業務上のプレッシャー、人材不足、制度の問題、スタッフへの実践的な指導の欠如など－の克服が必要であると指摘¹¹⁾ している。Bankoff (2009) は、フィリピンにおける国家と非営利組織 (NGO) のそれぞれの災害リスクの認識が異なるとしており、非営利組織 (NGO) は、その組織の理念を通して地域社会に必要とされるサービスに着目していると述べる¹²⁾。これらの諸外国における議論からは、災害時には非営利組織が一定の役割を果たす可能性を有してはいるが、災害対応の主流としての位置づけはしていない。

一方で、アメリカにおける災害時のボランティア活動について紹介した柏木 (2015) は、アメリカにおける災害対応の前提となる考え方として、あくまでも政府機関 (FEMA) は脇役であり、主になるのは組織化されたボランティアである民間非営利組織 (NPO) であって、これら NPO は単独で災害対応を担うのではなく、NPO 間の相互連携や政府機関、企業とのパートナーシップを形成していると述べており、災害ボランティアというもののこのような幅広い枠組みで考える必要性を提起¹³⁾ している。また、柏木は、アメリカの災害時に救援支援を提供している民間非営利 (NPO) 組織の活動について、日常的に地域社会を対象とした諸サービスを提供している組織もその活動を拡大させ、被災地域内の様々なニーズに対応していることを指摘している。

災害対応とサードセクターに関する議論を必ずしも網羅することはできていないが、ここまでの整理より災害時におけるサードセクターの役割を考察するためには、個々の災害を対象として、そこでのボランティア活動と非営利組織 (NPO) の実態を分析していく必要があるといえる。それは、ここまでみてきた諸議論からわかるように、包括的な災害対応システムを設計するにあたって、行政と民間の連携体制の構築は自明のことである。しかし、災害という現象自体、災害社会学者の Quarantelli (2000) の指摘¹⁴⁾ を援用すると一過性の緊急事態とは異なる対応が求められる社会現象として捉える必要があることから、様々な Hazard (災害因) や被災地域の Vulnerability (脆弱性) の影響を受け変化する災害リスクの性質を考慮する必要がある、個々の災害時の実態を個別事例として分析する必要がある。そのうえで、各事例間の共通や相違の比較検討を行うことで包括的な災害対応システムを設計していくことが可能となると考える。

そのため、本稿では、サードセクターによる災害対応について、東日本大震災でのボランティア活動と

非営利組織の実態を整理していくこととする。なお、非営利組織に関しては、内閣府が実施した調査『東日本大震災に係る災害ボランティア活動の実態調査』¹⁵⁾での回答団体の内訳をみていくと、NPO 法人 44.4%（うち認定 NPO 法人が6.9%）、社団法人9.7%、財団法人9.7%、それ以外の任意団体・個人事業主（法人格未取得）29.8%という構成となり、被災地支援を行った非営利組織の多くが NPO 法人であったことから、NPO 法人を対象として分析を行う。

3. 東日本大震災におけるサードセクターの実態

東日本大震災におけるボランティア活動に関して、全国社会福祉協議会が公表している集計資料¹⁶⁾によると、東日本大震災の被災3県（岩手県、宮城県、福島県）の各社会福祉協議会設置の災害ボランティアセンターを通じて活動したボランティア数は、2011年3月～2018年1月の期間において3県合計で1,545,667名に上ったといわれている（表1）。

表1 東日本大震災での災害ボランティア活動者数の推移

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
岩手	320,023	121,618	41,055	29,192	20,165	14,745	8,579	258
宮城	494,015	118,503	60,212	38,972	26,658	15,920	11,784	412
福島	143,792	17,218	16,242	17,060	11,641	9,504	7,762	337
合計	957,830	257,339	117,509	85,224	58,464	40,169	28,125	1,007

出所：全国社会福祉協議会「被災地・災害ボランティア情報東日本大震災10年」
<https://www.saigaivc.com/earthquake/311, 2022/ 2 /10> をもとに渡邊作成

この表からもわかるように、東日本大震災での災害ボランティアについては、発災からの時間経過に伴う被災地域の復旧・復興の進捗状況を受け、その活動者数は年々と減少している。この東日本大震災でのボランティア活動について、1995年の阪神・淡路大震災との比較を行った、三谷は、4つの特徴－（1）ボランティアの参加行動が、被災地の場所、コーディネート機関の態度、発生時期などの要因により左右された可能性がある、（2）平常時には参加が難しい就業者（高時給・長時間労働者）や操業短縮経験者が参加する傾向にあった、（3）震災ボランティア活動の内容が多様化してきていること、（4）震災ボランティア活動はマクロな規模のボランティア人口の拡大にほとんど寄与しない－があると指摘¹⁷⁾する。そのうえで、三谷（2013）は、東日本大震災はボランティアの活動の基盤システムの形成やボランティア論を問い直す契機になると述べているが、東日本大震災でのボランティア活動を受け、災害対策基本法の改正や行政、三者連携の推進など、災害時のボランティアの活動に向けた様々な仕組みづくりが構築されているように災害対応におけるボランティアの重要性が再認識されたのが東日本大震災であったといえる。

一方、東日本大震災における非営利組織の実態はどうだったのであろうか。先述した内閣府の調査結果では、発災直後に被災地支援を開始した団体が19%であり、3日以内に活動を開始した団体数は37.9%というように迅速な支援が展開されていたことが分かる。このような迅速な支援を可能とした背景として、東日本大震災での支援活動を展開した団体の多くは小規模な団体であり、早急な意思決定と行動が可能であったと考えられる。また、災害支援活動の内容は多岐にわたっており、支援内容に関する複数選択回答では、「物資の提供（178団体）」が最多となり、「情報の収集・発信に関する活動」（134 団体）、「物資等の運搬作業（131団体）」、「義捐金の提供・被災地外での募金活動（128団体）」という順での活動内容となっている。他にも、「被災者の医療・衛生に関する活動（49団体）」、「救助に関する活動（27団体）」、「言語に関する活動（20団体）」など専門性を活かした活動が展開されていたことが分かる。

また、日本 NPO 学会（2017）が行った調査『東日本大震災後設立の NPO における活動実態と今後の

展望調査報告書』¹⁸⁾によると東日本大震災でのNPO法人による活動は、震災前に設立されていた既存団体のみが実施したわけではないことが分かる。同調査では、震災後に新規設立された団体（71団体）を中心としており、内訳として、NPO法人51（うち認定NPO法人2団体）、一般社団法人20（うち公益社団法人への移行1団体）となっている。各団体の設立にあたっては、被災地内設立（39法人54.9%）の場合、設立者は被災者としての使命感より地元住民からの共感、人脈を得て法人を設立しており、被災地外設立（19法人26.8%）の場合には、設立者が過去のノウハウや人脈を活用して被災地域へ支援を呼び込んでいる。各法人の活動開始時期をみていくと、緊急期（発災～3か月後）に、3法人（4.2%）、復旧期（4か月～1年）、に19法人（26.8%）、復興期（1年～5年）に47法人（約66.2%）となっており、時間の経過と共に漸増している。また、各法人とも活動開始時期より「被災者支援」や「コミュニティ再興」という大きなミッションをもって活動に従事しているが、時間経過に伴いそのミッションを「困窮者支援」「コミュニティ形成」「人材育成」へというように、震災により顕在化した社会課題に向き合う内容や中長期を見据えた内容に変化させる法人もあったと指摘されている。なお、同報告書の調査団体の主な活動内容については、表2のように整理されており、地域住民や地域課題などの顕在化されたニーズから潜在的なニーズに至るまで柔軟かつきめ細やかな、幅広い活動が展開されてきていたことが見て取れる。

表2 調査団体の主な活動分野における主な活動内容

主な分野	活動内容
緊急支援	避難所運営、物資配給、炊き出し、瓦礫撤去
中間支援	ボランティア・コーディネーション、組織支援
対人支援	乳幼児支援、子ども支援、女性支援、高齢者支援
コミュニティ形成	仮設住宅支援、まちづくり、社会教育、人材育成
事業創出	一次産業、商品開発、雇用創出、ツーリズム
福祉	障がい者、社会困窮者、介護
環境・放射能対策	環境保全、放射能対策

出所：日本NPO学会編『東日本大震災後設立のNPOにおける活動実態と今後の展望』¹⁸⁾ 25頁

ここまで、内閣府及びNPO学会の報告書に基づき、被災地域で活動を行ったNPO法人の実態を見てきたが、内閣府の調査は発災直後の実態、NPO学会の調査では、発災から5年経過時点の実態となっている。では、発災10年が経過した現在はどうのような実態なのであろうか。

本来の復興期間－東日本大震災復興基本法第3条による基本方針¹⁹⁾に基づき発災直後に設定された当初の2011年度から2020年度の期間－が終了し、一応の公式的見解としての“復興”がなされたとされる時期である。しかし、「復興・創生期間」後における東日本大震災からの復興の基本方針（2019年12月）²⁰⁾の閣議決定により復興・創生期間後の方針が示されたことを受けて「復興庁設置法などの一部を改正する法律（2020年3月3日）」が出され、復興庁の10年間延期による新たな復興期間（「第2期復興・創生期間」）²¹⁾が進行しており、被災3県における非営利組織による各種支援活動は継続されていると考えられる。その実態把握のために、内閣府NPOホームページ²²⁾にて検索する事のできるNPO法人情報（NPO法人ポータルサイト）を参照し、活動目的に「東日本大震災」のワードがある団体と主な活動内容に「災害救援」がある団体についてそれぞれ整理すると2021年12月時点で次のような実態であった。

表3 活動目的に「東日本大震災」のワードがある団体

所轄庁	団体数	うち解散した数 (2021. 12時点)	所轄庁	団体数	うち解散した数 (2021. 12時点)
北海道	2		大阪府	3	1
岩手県	28	7	兵庫県	1	
宮城県	20		島根県	1	
福島県	48	4	広島県	1	
秋田県	1		香川県	2	
茨城県	1	1	愛媛県	1	
栃木県	1		宮崎県	1	
埼玉県	6		鹿児島県	1	
千葉県	3		札幌市	3	1
東京都	53	13	仙台市	12	
神奈川県	2		さいたま市	1	
山梨県	1		横浜市	2	
長野県	4		川崎市	1	
愛知県	1		浜松市	1	
三重県	1		大阪市	2	
京都府	1		神戸市	1	

出所：内閣府「NPO ポータルサイト」(<https://www.npo-homepage.go.jp/npoportal/>, 2022/ 2 /10) を参照し齋藤作成

活動目的に「東日本大震災」のワードがある団体は、全国207団体あり、うち発災後に設立された団体が212団体（被災3県内96団体、被災地域外116団体）であるが、年度別に設立件数を整理すると図3にあるように、2012年にピークを迎えその後の設立件数は減少している。一方で、発災前より活動している6団体（所轄：岩手県1団体、埼玉県1団体、東京都3団体（うち、1団体は2020年に認証取消のため解散）、香川県1団体）については、それぞれ2000年以降の設立であるため、震災後に目的の変更・追加をしていると考えられる。なお、2013年度より解散している団体（27団体）もあり、解散理由をみると、「社員総会の決議（18団体）」、「（NPO法）43条に基づく認証の取り消し（8団体）」、「不明（1団体）」となっている。

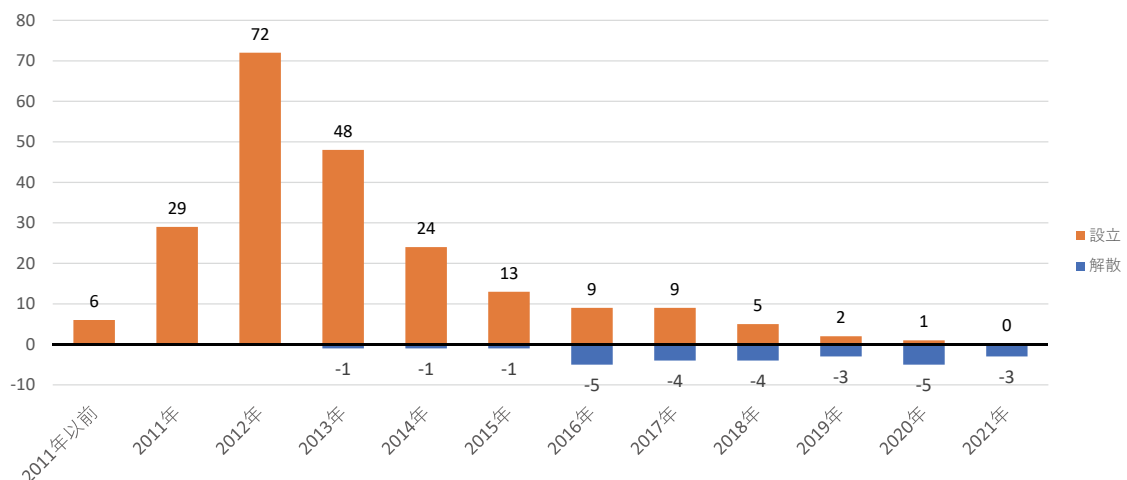


図3 活動目的に「東日本大震災」のワードがある団体の設立件数の推移

出所：内閣府「NPO ポータルサイト」(<https://www.npo-homepage.go.jp/npoportal/>, 2022/ 2 /10) を参照し齋藤作成

ここから、より東日本大震災での実態を明らかにするため、活動目的に「東日本大震災」のワードがある団体について、所轄庁を東日本大震災の被災3県内に限定化した場合、約半数の118団体となり、その内訳では、岩手県38団体、宮城県32団体（仙台市11団体含む）、福島県48団体となっている。各県の設立時期については、表4のとおりに整理されるが、先述の全国的な動向と同様に各県とも2012年度の設立が顕著に多く表れている。一方、2015年より解散をしている団体が11団体あり、その解散理由はすべて「社員総会の決議」となっており、時間経過と共に進行する被災地域の復興状況を受け、活動の収束に至ったのではないかと推測される。

表4 被災3県において活動目的に「東日本大震災」のワードがある団体の設立件数の推移

		2011年 以前	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	合計
岩手	設立	1	4	15	10	1	3	2	2	0	0	0	0	38
	解散	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-3	-2	-7
宮城	設立	0	5	15	4	3	2	0	1	1	1	0	0	32
	解散	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
福島	設立	0	9	9	13	5	3	3	2	4	0	0	0	48
	解散	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	-1	0	-4

出所：内閣府「NPO ポータルサイト」(<https://www.npo-homepage.go.jp/npoportal/>, 2022/2/10) を参照し齋藤作成

この被災3県内に設立されたNPO法人は、いかなる活動目的を有しているのだろうか。同ポータルサイトを使用して、活動目的を整理していくと、多くの団体は、東日本大震災後に設置されていることもあり、被災地域の支援（50団体）や被災された住民への支援（31団体）をあげている。また、高齢者や障害者、子どもなどの災害時要援護者への支援を活動目的としている団体（10団体）、福島県内の原子力災害に伴う避難者への対応や支援（7団体）、風評被害対応（3団体）などがあげられている。なお、被災3県の全団体（118団体；解散した11団体含む）の活動目的にどのような共通性が見られるかを分析するため、KH Coda (Ver.3.Beta.03d) を使用し、共起ネットワーク図（出現パターンの似通った語を線で結んだネットワーク図）を作成した（図4）。分析にあたり、語の取捨選択に関しては、「名詞」、「固有名詞」、「人名」、「地名」に絞り、「事業」、「目的」、「東日本」、「大震災」の用語は除外している。最小出現回数は5に設定している。また、共起関係の絞り込みにおいては、強い関連をみるため Jaccard 係数を0.25としている。

更に、被災3県内の団体の活動傾向を把握していくために、内閣府のポータルサイトにおいて公開されている各団体が定款や設立趣旨書に記載する「主たる活用内容」の情報をもとに、所轄庁である岩手県、宮城県（仙台市含む）、福島県の各被災県と20の活動のクロス集計を行った結果を図5で示す。NPO法人の活動は、NPO法で定められた20分野の非営利活動のいずれかに当てはまる必要があるが、活動の結果として目的に貢献することや、1つの目的で複数の分野に当てはめる事も可能であるため、本稿で取り上げる団体では、その活動内容が最大19となる団体（4団体）も存在している（活動内容が1つの団体も4団体存在している）。

活動内容の傾向をみていくと、3県で見た場合、「まちづくり」を選択が96団体、次いで「子供の健全育成」「連携・助言・援助」が同数で87団体となっている。各県別にみると、岩手県では、「まちづくり（33団体）」「学術・文化・芸術・スポーツ（31団体）」「災害救援（31団体）」となり、宮城県では、「まちづくり（24団体）」「連絡・助言・援助（22団体）」「子供の健全育成（21団体）」、福島県では、「まちづくり（39団体）」「子供の健全育成（37団体）」「連絡・助言・援助（37団体）」の順となっている。各県とも主な

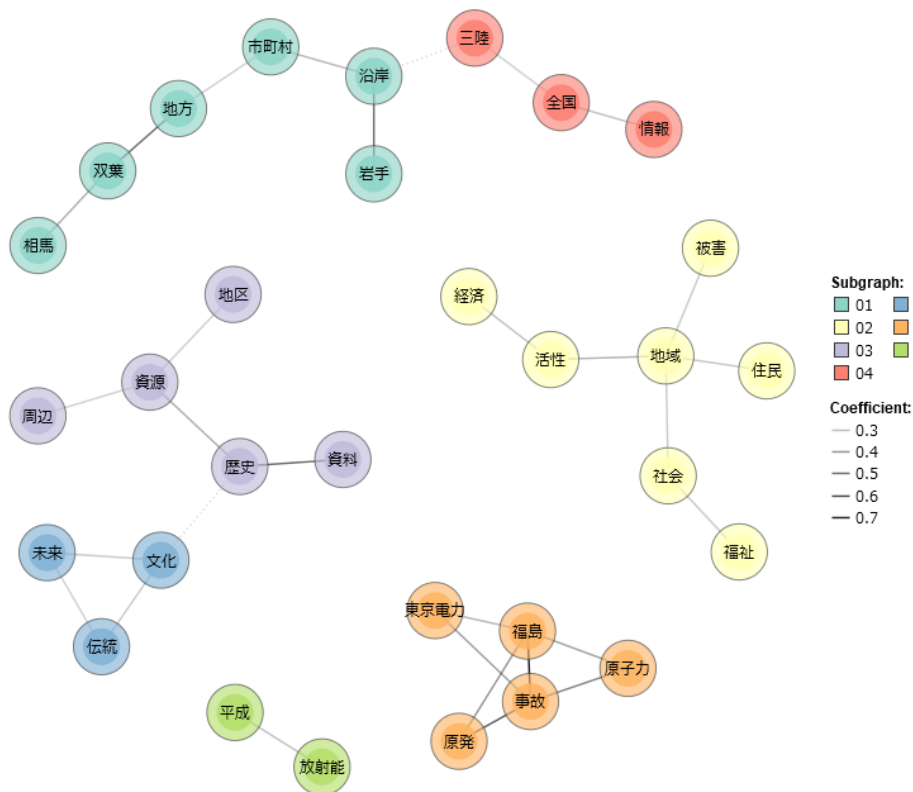


図4 被災3県のNPO法人の活動目的の共起ネットワーク図

出所：内閣府「NPO ポータルサイト」(<https://www.npo-homepage.go.jp/npoportal>, 2022/ 2 /10) の公開データをもとに渡邊作成

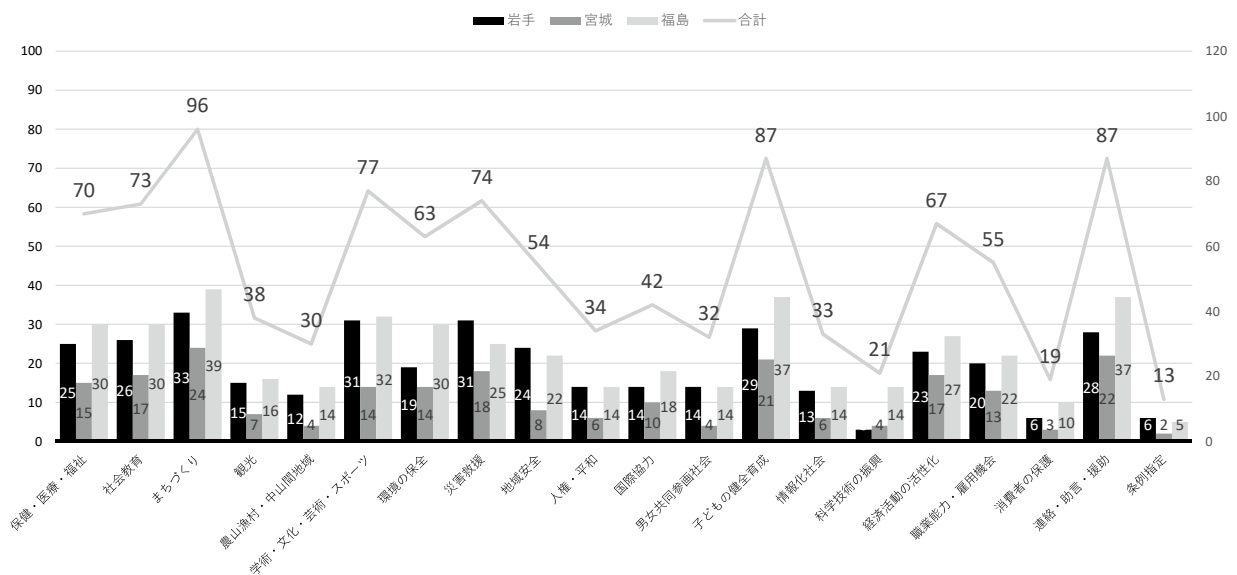


図5 被災3県内の団体の主な活動内容

出所：内閣府「NPO ポータルサイト」(<https://www.npo-homepage.go.jp/npoportal>, 2022/ 2 /10) の公開データをもとに齋藤作成

活動内容として「まちづくり」が選択されていることから、各県のNPO法人の多くは、その活動目的に災害からの復興まちづくりを意識しているのではないかと推察される。

ここまで、内閣府NPOポータルサイトを用いて、東日本大震災後の被災3県のNPO法人の活動について整理してきたが、その目的や主な活動内容からも、被災地域の復興に対して市民活動サイドとして課

題解決に貢献ないし取り組んでいると捉えることができる。そして、そこでの役割は、震災によって生じた諸課題に関して、行政の代替・補完としての役割を担うのではなく、地域の復興に関する課題解決に向けて、それぞれの団体の持つ専門性や資源を活用した現場の実態やニーズに即した課題解決のための主体として位置付けることができるのではないかと考えられる。

4. 災害時におけるサードセクターの役割について

災害時のサードセクターの果たす役割については、既に見てきた災害時のボランティアによる諸活動が国の災害対策関連の法制度や施策に位置付けられていることから、発災後の対応から被災地域の復旧・復興に至るまで多岐にわたる役割を果たすことが確認されている。

ではその役割はどのようなものであるか、本稿で着目した災害時のボランティア活動と NPO 法人による活動をもとに、「緊急社会システム」と「ペストフの福祉トライアングル」の2つの視点からその役割を検討しておくこととする。

まず、災害時のボランティア活動については、前述した仁平の指摘⁷⁾にもあるように、機能不全となった行政に代わって災害対応における不足部分を補うという、まさに緊急社会システムとしての役割である。このことは国の災害対応施策において、災害時のボランティアの環境整備や行政とボランティアの連携体制の構築が推進されていることから、そのような期待が持たれていることが分かる。一方で、ペストフの福祉トライアングルで考えた場合の災害時のボランティア活動についても、各領域の一部の代替・補完としての位置づけになると考えられる。それは、災害時のボランティア活動自体が、今や災害対応や被災地域の復興において欠かせない役割・機能であるといえるが、その活動自体が非常事態という特別な状況下での個人の自発的な善意に依拠するヒューマンサービスであることから、中長期的な継続性を担保できないことや合理的なマネジメントが難しい等の限界があるからである。

では、NPO 法人による活動は、どのような役割を果たすと考えられるのか。東日本大震災以前の災害時においても、民間非営利組織による諸活動がなされていたと考えられるが、日本におけるサードセクターの法人格についての本格的な整備後に東日本大震災が発災したことや、日本の場合、歴史的観点、もしくは政策的観点からも、災害時の“民間支援（法人格を持たない団体等）”はボランティアによる諸活動の方に注目が偏在していることから、災害時の NPO 法人による活動が評価されることとなるのが東日本大震災後であったのではないかと考えられる。国の復興のグランドプランとしての「東日本大震災からの復興の基本方針」にて、被災地復興の担い手として NPO 法人が位置付けられているが、これは、震災以前にだされた「新しい公共」の考え方があったためではないかと推察する。

本稿での東日本大震災における NPO 法人の実態を整理すると、災害時のボランティア活動と同様に NPO 法人は被災地域を対象とした活動を展開しているものの、その活動を規定しているのは個人レベルの意思ではなく、組織としてミッションであることが明らかに異なる点である。加えて、災害時のボランティア活動は個人の能力に依拠することもあり、専門性を有する質的な活動よりもマンパワーのような量的な活動が多くみられることに比して、NPO 法人による活動は、20種類にわたる特定非営利活動という領域に基づく活動であり、領域によっては高い専門性が求められる活動も存在している。そのため、両者は同じサードセクターという領域に位置付けられてはいるものの、NPO 法人は、公助と自助の代替・補完として形成される緊急社会システムという限定的な役割だけに留まらないのではないかと考えることができる。むしろ、災害時の NPO 法人による活動は、ペストフの福祉トライアングルにあるように、各領域を横断する形で、20種の特定非営利活動を基盤として災害時の対応を展開していくものであると考えることができる。そして、人員や活動資金というような組織論的な観点よりその活動を左右する要因はあるにせよ、各団体のミッションに基づき「災害対応～復興支援～平時の地域課題」への対応というようなシームレスな活動を展開

することができるのではないかと考えられる。

上述した、東日本大震災における災害時のボランティア活動、及びNPO法人の活動が果たす災害時の役割の考察からは、災害時のボランティア活動が既に災害対応を担う主体の1つとして位置づけがなされているが、NPO法人などのサードセクターもその担い手になりうる可能性を有していることが分かる。しかしながら、日本の災害対策上では、都道府県レベルでは、2018年の西日本豪雨災害の経験に基づき三者連携体制の構築が進められているものの、市町村レベルにおける行政とサードセクターの関係については、未だ不明瞭であり、今後、各種資源の有無という課題を加味する必要があるにせよ、市町村レベルでの災害対策上の行政とサードセクターの組織の連携体制のあり方を検討していく必要があると考えられる。特に東日本大震災を経験している被災3県においては、未だ復興の途にあることから、そこでのサードセクターの諸組織による対応や功罪についての評価に併せて取り組んでいく必要があるといえる。

5. おわりに

本稿では、東日本大震災を1つの事例として、そこでのサードセクターによる災害対応の実態把握として、災害時のボランティア活動の状況の整理、内閣府のポータルサイトの情報をもとに法人の状況の整理を行った。災害時のボランティア活動については、過去の災害時の経験を活かし、従来の災害時と同様にそれ以上に東北の被災3県を中心として多岐に渡る活動が展開されてきている。一方で、サードセクターの組織であるNPO法人による活動も被災3県を中心として展開され、様々な被災地域内でのニーズに対応している。

しかし、本稿では、東日本大震災におけるサードセクターの実態を分析しているものの、あくまでも報告書やデータベースの整理によるものであり、被災地域の現場にて展開されている具体的活動を分析できてはいない。そのため、被災3県における発災後の実態の輪郭部分しか捉え切れておらず、今後、具体的な実態調査等を通じて、災害時における役割の明確化に取り組んでいく必要があるといえる。加えて、震災後に設立したが、2021年までに解散した法人が一定数存在することからも、なぜ解散に至ったのか、ミッションを果たしたのか、組織上の課題があったのかなどについて明らかにしていくことでより、サードセクターの果たすべき役割が明らかになると考える。

さらに、それ自体をサードセクターに位置づけか否かに関する議論を要するが、非営利型の一般社団法人による被災地域への支援や復興支援の展開²³⁾もなされていることから、災害対応を担ったサードセクター組織の実態把握に向けたリサーチも今後必要となると考えられる。

最後に、我が国における災害時の自発的かつ非営利的な性格を有する市民組織による支援活動は、何もここ数十年来の出来事ではなく、例えば、石井十次が設立した岡山孤児院による災害での貧孤児の収容²⁴⁾や関東大震災での社会事業団体による罹災者支援²⁵⁾等、多くの慈善事業や社会事業としての記録がなされており、サードセクターを民間支援として考えた場合、災害大国である我が国の民間の諸組織が果たしてきた災害対応の経験知が多く蓄積されていると考えられる。そのため、災害時のサードセクターの役割を検討していくためには、歴史的な視点を導入し、戦前から現在までの史的展開の整理、及び各歴史災害時において果たした役割の評価に取り組むことも枢要であると考えられるが、それについては稿を改めたい。

謝辞

本研究は、東北福祉大学感性福祉研究所において文部科学省の研究施設運営支援の助成を受けて実施された「3.11を契機とする地域の健康福祉システムの再構築－「集中復興期間」後の展開－（研究代表者：阿部四郎）」、及び東北学院大学学長研究助成「災害時のボランティア活動者向け教育カリキュラムモデルの開発（研究代表者：泉正樹）」の成果の一部である。

注

- 1) 内閣府ホームページの防災情報のページ (<http://www.bousai.go.jp/>) において、2015年3月14日～18日に開催された第三回国連防災会議の概要 (<http://www.bousai.go.jp/kokusai/kaigi03/index.html>) が掲載されており、成果文章等として、『仙台防災枠組2015-2030: Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030』 (http://www.bousai.go.jp/kokusai/kaigi03/pdf/10sendai_e.pdf) が掲載されている。
- 2) 菅野拓「東日本大震災におけるサードセクターの実像と法人格」『ノンプロフィットレビュー』15 (2), 33-44, 2015a.
- 3) 正式には、特定非営利活動促進法という名称であり、公益法人－社団法人、財団法人など－を規定する民法34条の特別法として、1998年3月に議員立法にて成立、同年12月に施行されている。特定非営利活動を行うことを主たる目的とする団体・組織に対して、所轄庁の認証により、法人格を付与尾するというものである。2002年に改正され、同法で規定する特定非営利活動の分野が12から17に増加されたほか、設立に関する諸手続きが簡略化されている。
- 4) NPO 法の認証を受けた法人数は、1998年度には23団体であったが、2021年12月末時点では、50,860 団体となっており、年々増加傾向にある（内閣府 NPO ホームページ <https://www.npo-homepage.go.jp/about/toukei-info/ninshou-seni>）。
- 5) 東日本大震災を受けた2013年の災害対策基本法の改正では、第5条3として「国及び地方公共団体は、ボランティアによる防災活動が災害時において果たす役割の重要性に鑑み、その自主性を尊重しつつ、ボランティアとの連携に努めなければならない。」というように国及び地方公共団体とボランティアとの連携が追記されている。
- 6) 国が策定している防災基本計画の最終改定（2019年）においても災害対策基本法と同様にボランティアが位置付けられている。同計画第2章11節自発的支援の受け入れとしてボランティアの受け入れ位に関して記述されている。
- 7) 仁平典宏「二つの震災と市民セクターの再編－3.11被災者支援に刻まれた「統治の転換」の影をめぐって」『福祉社会学研究』9, 98-118, 2012.
- 8) 菅野拓「社会問題への対応から見るサードセクターの形態と地域的展開－東日本大震災の復興支援を事例として－」『人文地理』67 (5), 1-24, 2015b.
- 9) Pestoff, V. (1998). Beyond the market and state: social enterprises and civil democracy in a welfare society. Ashgate.
- 10) 「緊急社会システム」については、秋元律郎「都市とコミュニティと防災」安信北夫・三隅二不二・岡部慶三編『自然災害の行動科学』福村出版, 263-273, 1988. や、野田隆『災害と社会システム』恒星社厚生閣, 1997. により、発災後に形成される災害対応に関わる主体の適応過程とされている。
- 11) Benson, C., Twigg, J., and Myers, M., "NGO Initiatives in Risk Reduction: An Overview" *Disasters* 25 (3), 199-215, 2001.
- 12) Bankoff, G., Hilhorst, D. "The Politics of risk in the Philippines: comparing state and NGO perceptions of disaster management" *Disasters* 33 (4), 686-704, 2009. 同論文では、国や国家機関、直接被害を受けた人々、非営利組織、科学者・技術者・専門家、メディアのそれぞれが認識する「災害リスク」には相違があり、それが災害対応における関係者の認識の形成に役立つだけでなく、発災前、発災中、発災後の各フェーズにおける行動に大きな影響を与えると指摘がなされている。
- 13) 柏木宏『災害ボランティアと NPO アメリカ最前線』株式会社マスコミ情報センター, 1995. 同著書では、アメリカの災害対応を担う民間非営利組織の紹介（赤十字、救世軍、メノナイト災害奉仕団）

や非営利組織同士が形成するネットワーク組織である NVOAD (National Voluntary Organizations Active in Disaster) の連携体制の紹介を行っている。

- 14) E.L.Quarantelli, “Emergency, disaster and catastrophes are different phenomena” *University of Delaware Disaster Research Center RRELIMINARY PAPER #304*, 1-5, 2000. ここでは、災害と緊急事態と区別するにあたり、その性質について、突然に開始される事態であり、社会的集合体のルーティーンに深刻な混乱を引き起こし、混乱に対応するために計画外の適応と、社会的空間や時間の中で予期せざる生活体験（生活歴）を強いられ、価値のある社会事象が危機にさらされる事態であると述べている。
- 15) 内閣府により2011年11月30日～12月22日の期間で、東日本大震災に係る活動実績を有する NPO およびボランティア団体を対象について、震災対応団体ネットワーク、狭義回答の登録団体リスト、全国 NPO 登録団体閲覧サービス提供ホームページ等を活用し、対象団体を選定した調査である（回答数 248 団体、回収率 32.2 %）（http://www.bousai.go.jp/shiryou/kyoiku/volunteer/pdf/120625_jittaichousa.pdf）
- 16) 全国社会福祉協議会被災地・災害ボランティア情報東日本大震災10年（<https://www.saigaivc.com/earthquake/311/>）
- 17) 三谷はるよ「ボランティア活動者の動向－阪神・淡路大震災と東日本大震災の比較から－」桜井政成編『東日本大震災と NPO・ボランティア 市民の力はいかにして立ち現れたか』ミネルヴァ書房、69-88, 2013.
- 18) この調査（2015年5月～2016年3月）は、その目的を「東日本大震災に新規に設立された非営利法人の実態、成果と課題を明らかにし、今後の展望について示唆を得ること」とし、岩手、宮城、福島の前被災3県において東日本大震災後に新規に設立された非営利法人（NPO 法人、認定 NPO 法人、一般社団法人、公益社団法人）の中から助成金獲得法人や中間支援組織からの推薦があった法人71法人を対象とした訪問聞き取り調査（平均約2時間/団体）である。調査を実施した NPO 学会では、他にも東日本大震災での NPO やボランティアの活動に関する調査を実施している。日本 NPO 学会編『震災後の寄付・ボランティア等に関する意識調査報告書』日本 NPO 学会、2013（<http://www.janpora.org/shinsaitokubetsuproject/seika/seika1208.pdf>），日本 NPO 学会編（2014a）『震災からの生活復興および民間支援に関する意識調査報告書』日本 NPO 学会、2014a（<http://www.janpora.org/shinsaitokubetsuproject/seika/houkoku140626.pdf>），日本 NPO 学会編『東日本大震災関連災害寄付一覧』日本 NPO 学会、2014b，（<http://www.janpora.org/shinsaitokubetsuproject/seika/saigaikihuitiran.pdf>），日本 NPO 学会編『東日本大震災民間支援ファクトブック』、2015，（http://janpora.org/shinsaitokubetsuproject/seika/seika_fact_150725.pdf）
- 19) 「東日本大震災復興基本方針」は、復興に関する国の基本的な方針であると同時に、被災した地方公共団体による復興計画等の作成に資するための国の復興のための取組みの全体像を明確化したものである。この方針において、10年間（平成23年度～令和2年度）の復興期間が設定されている（<https://www.reconstruction.go.jp/topics/doc/20110729houshin.pdf>）。
- 20) 「「復興創生期間」後における東日本大震災からの復興の基本方針」については、2019年12月にそれまで実施された復興施策の総括と各施策の進捗・成果、今後の課題等を明確化し、復興・創生期間後における復興の基本方針を定めたものである（https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat12/sub-cat12-1/20191220_kihonhoshin.pdf）。
- 21) 「復興庁設置法等の一部を改正する法律」では、復興庁の設置期間が10年延長されたことに加え、岩手と宮城の復興用句が沿岸部地域に移設されたほか、東日本大震災復興特別区域法。福島復興特別措

置法、復興財源確保法・特別会計法など一部改正がなされている。

- 22) 内閣府 NPO ホームページは、NPO 法人制度や手続きの解説、ボランティア団体のイベント情報の提供等を目的として、政策統括官（経済社会システム担当）付参事官（共助社会づくり推進担当）が運営している（<https://www.npo-homepage.go.jp/>）。同ページ内の NPO ポータルサイト（<https://www.npo-homepage.go.jp/npoportal/>）において、名称、所轄庁、代表者氏名、事務所在地、設立認証年、活動分野から監督情報や解散情報に至るまでの情報の閲覧が可能である。
- 23) 2011年4月から2016年1月まで18回にわたり実施された中央共同募金会「災害ボランティア・NPO 活動サポート募金」において中長期活動（300万円上限）・重点活動（1000万円上限）として助成を受けた団体を対象として行われた調査「東日本大震災5年後における支援活動の蓄積と現状に関する調査 中央共同募金会「災害ボランティア・NPO 活動サポート募金」助成団体を対象として 基礎データ報告書（2017年3月）」（[http://www.p.u-tokyo.ac.jp/~nihenori/Report311_Nihei.pdf](http://www.p.u-tokyo.ac.jp/~nihenori/Report311_Nihe.pdf)）において、回答した法人格を有する団体としては、NPO 法人による活動に次いで一般社団法人が多かったと述べられている。内閣府の「東日本大震災に係る災害ボランティア活動の実態調査」でも同様に法人化有している支援団体は、NPO 法人に次いで一般社団法人の順となっている。
- 24) 菊池義昭「岡山孤児院の2つの災害での貧孤児収容とその歴史的役割の概要」『ライフデザイン研究』8, 85-118, 2012。によると濃尾地震（1891年）や東北三県凶作（1908年）で発生した孤児延べ944名を岡山孤児院が収容されたとしている。
- 25) 日野さくら・渡邊圭・岩澤竜司ほか「災害福祉に関する一考察（1）－関東大震災での対応に焦点をあてて－」『東北福祉大学大学院研究論文集総合福祉学研究』11, 11-21, 2014。では、1923年の関東大震災に焦点をあて、大震災善後会の補助を受けて48の社会事業団体が罹災者支援活動に取り組んだと述べている。

第Ⅱ部

研究報告

令和3年度 研究報告

【研究代表者氏名】

大島 巖

【研究分担者氏名】

阿部 一彦、田中 尚、石附 敬、竹之内章代、矢吹 知之、芳賀 恭司、阿部 利江、
岡 正彦、森 明人、大内 誠、岩田 一樹、高橋 俊史、光永 憲香、小野 治子、
伊藤 明海

【研究種目】

学内公募型課題研究（学科横断）

【研究課題名】

支援・予防すべき社会孤立とは何か

【研究目的・目標】

ひきこもり、貧困、自死などを起こす社会的孤立は、こんにち大きな社会課題となっています。本研究は、支援・予防すべき社会的孤立を特定する指標や定義を見つけ出しその社会的孤立を生み出す個人要因・環境／社会要因を明らかにすることを目的としています。

多様な孤立の指標や要因を、本学の3学部7学科の23名の関係教員の参画を得た研究会と共同研究を通じて、多分野融合的に洗い出しを行うことを予定にしています。

本研究の成果をもとに、JST-RISTEX など外部資金の研究に応募し、本研究で特定された社会的孤立の支援・予防や、その支援や施策の評価、社会実装を果たすことを最終的には目指して行きたいと考えています。

なお、支援・予防すべき社会的孤立の特定を目的とする本研究の独自性は、下記の4点に整理しています。

- ①学内3学部7学科の参画を得て、福祉・看護をはじめ多分野融合型研究を行う点。
- ②宮城県社会福祉士会、精神保健福祉士協会、医療ソーシャルワーク協会の現場の職能団体との連携研究を行い、現場の言語的なインタビュー・データを研究代表者の大島の「実践家参画型エンパワメント評価」を用いて、測定に用いる指標を作成する点。
- ③震災とコロナ禍によるコミュニティの崩壊と回復などによる多様な孤立に関する関心や研究成果をもとに、コロナ禍によるつながりの減少や孤立にも焦点を当てる点。
- ④専門分野の文献やインタビュー以外に、孤立を扱ったドラマ・小説・映画・ネット情報の分析を行い、それらのデータを統合して、課題のある孤立に迫ろうとする点、です。

本研究課題採択決定後、複数回の検討会を開催して、本学あるいは関係教員との関係があるいくつかの地域を設定して、共通の研究枠組みを用いた共同研究を実施することも検討しています。

令和3年度 研究報告

【研究代表者氏名】

大内 誠

【研究分担者氏名】

岡 正彦、柴田 理瑛

【研究種目】

学内公募型課題研究（学科横断）

【研究課題名】

バリア検出とナビゲーション機能を搭載した AI 自動運転車いすの研究開発

【研究目的・目標】

(1) 研究目的

近年、MaaS（Mobility as a Service：移動を単なる手段としてではなく、利用者にとって、安全・安心・快適な一元的な移動サービスとして捉える概念）が注目を集め、次世代モビリティとして、自動運転車はもとより、まるでSF映画のような「空飛ぶクルマ」まで実用化の域に達しつつある。一方、福祉分野に目を転じてみると、高齢者や障害者が安全・安心・快適に移動できるモビリティサービスは数が少なく、QOL 向上や社会的自立を促進するためにも新しいモビリティの登場が望まれている。

ところで、近年、機械学習に代表される AI（Artificial Intelligence：人工知能）の認知度が高まり、同時に、実用レベルに近づきつつある。特にカメラから撮影された静止画像や動画像内に存在する物体を識別する研究が盛んに行われ、条件にもよるがほぼ100% 近い認識率を有する AI も登場している。

以上の点から、我々の研究グループでは、次世代モビリティとしての「電動車いす」に着目した。近年、電動車いすは障害者だけでなく、運転免許を返納した高齢者にも使われるようになっており、国内だけでも年間2万台以上販売されている。それに伴って、利用者の運転ミスによる事故も多発し、死亡事故も発生している。そこで、我々は、事故を未然に防いだり、目的地まで安全・安心・快適に移動できたりする自動運転車いすの開発が急務であると考え、開発の中核に最先端の物体識別 AI を活用することにした。

(2) 目標

- a. 第一の目標は、電動車いす専用のセーフティ・サポート機能を開発することである。例えば、人・自転車・看板などのバリアを認識し衝突回避する機能や歩道から逸脱しないで運転できる機能などである。この時、運転そのものは車いす利用者が行う。なお、電動車いすは WHILL 社のモデル CR を利用する。
- b. 自動運転車いすの開発に先だって、日常車いすを利用している者が、路上のどこを見ているか、どこに注意を払っているか、どんな情報を見落としているかなど心理学的な実験を行って検証する。また、試作機開発後も利用者が安心・快適に移動できるどうか心理学的な評価を実施する。
- c. 最終的な目標は、国産 GPS「みちびき（準天頂衛星システム：QZSS）」と地図情報を用いて、目的地まで自動運転（ナビゲーション）可能な（利用者は緊急時以外車いすを操作しない）電動車いす

を開発し、安全性や快適性を心理学的実験により検証する。

(3) 研究経過

現在、カメラの画像内にある様々な物体を認識するための AI を試作中である。この AI を開発するためには、機械学習のための画像が多数必要になるため、実証実験を行う予定の仙台市宮城野区にある「宮城野通り」に出向いて路上の写真を約 1 万枚撮影し、教師あり学習に必要なアノテーション（画像内に映っている物体の位置と名称を登録する作業）を実施した。これらの写真撮影とアノテーション作業は、産業福祉マネジメント学科と情報福祉マネジメント学科の学生に協力してもらった。収集した画像の一部を利用して機械学習を実施した結果、約 8 割の精度で路上の物体を認識できる AI を構築できた。なお、AI の開発に当たっては、コニカミノルタ（株）の協力を得ている。

今後は、写真の枚数をさらに増やしたり、機械学習のためのパラメータを変更したりするなどして、認識率の向上を図りたい。また、電動車いす利用者の視線特性を得るための実験や実際に電動車いすに AI を搭載した上での走行実験などを実施する予定である。

以上

令和3年度 研究報告

【研究代表者氏名】

柴田 理瑛

【研究分担者氏名】

清水 冬樹、岩田 一樹、高木 源、中川 裕美

【研究種目】

学内公募型課題研究（学科横断）

【研究課題名】

望まない孤独の可視化と予測に関する研究—望まない孤独にある若者の早期発見を目指して—

【研究目的・目標】

(1) 研究目的

社会的な孤立や主観的な孤独感は、自殺との関連が示されており、孤立や孤独感への対策は各国で喫緊の課題となっている。特に、日本の若者の54.9%が「一週間の中で一人ぼっちで寂しいと感じたことがある」と報告しており、他国と比較して高い水準となっている。特に、本人が望まない孤独にある場合、精神的健康が悪化することが指摘されており、望まない孤独が高い若者を早期に発見し、支援することが重要となる。

Thomas & Azmitia (2019) は、孤独感を自己の望んだものであるか否かに分類し、それぞれの孤独感を測定する尺度を開発した。その結果、望まない孤独が高い者は社会的な不安や抑うつが高い一方で、望んだ孤独が高い者は幸福感が高いことを示した。日本では、自己が望んだ孤独かを峻別して孤独感を捉える尺度は開発されていない。日本人の望まない孤独を検討するために、Thomas & Azmitia (2019) が開発した、望まない孤独尺度を翻訳し、信頼性および妥当性を検討する必要がある。

また、ソーシャルネットワークサービス（SNS）の代表である Twitter の中には、孤独や孤立をテーマとする多くの投稿がある。このようなテキストデータを自然言語処理の技術を用いて分析することで、望まない孤独を予測できる。このような予測が可能となれば、望まない孤独の可視化や早期介入の一助となりうる。これらから本研究では、望まない孤独尺度日本語版の作成と、Twitter に投稿されるテキストデータから望まない孤独を予測することを目的とする。

(2) 目標

- a. 第一の目標は、望まない孤独尺度（Thomas & Azmitia, 2019）の日本語版を開発することである。日本語版を開発するために、原版著者である Prof. Thomas から日本語版作成の許可を得、確認および調整された翻訳を元に日本語の項目を作成し、調査を行う。日本語版望まない孤独尺度について、収束的妥当性を確認するために、孤独の指標として孤独感尺度短縮版の邦訳版（Igarashi, 2019）、社会不安の指標として社会場面の回顧的な思考尺度（Maeda et al., 2021）、精神的健康の指標として包括的ストレス反応尺度（浅井ら, 2013）、弁別的妥当性を確認するために、幸福感の指標として主観的幸福感尺度（島井ら, 2004）を用いる。これらの尺度から構成される質問紙を用いて、

全国の20代800名を対象とし、Web上で質問紙調査を実施する。

- b. 第二の目標は、Twitterに投稿された文章から望まない孤独を予測するために、Twitterを利用している20代2,000名を対象として、aにおいて開発された望まない孤独尺度の日本語版への回答を求め、Twitterの情報を得るためにTwitterのIDの回答を求める。本研究の調査によって得られたTwitterの文章をBERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) によって数値化し (Devlin et al., 2019)、それを入力値、望まない孤独の得点を出力値として人工知能に学習させることで、Twitterの投稿内容から望まない孤独の予測を試みる。

(3) 参考文献

- 浅井継悟・森川夏乃・平泉拓・宇佐美貴章・若島孔文 (2013). 包括的ストレス反応尺度作成の試み, 東北大学大学院教育学研究科研究年報, 62, 283-302.
- Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In Proceedings of the Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics, 4171-4186.
- Igarashi, T. (2019) Development of the Japanese version of the three-item loneliness scale, BMC Psychology, 7, 20. <https://doi.org/10.1186/s40359-019-0285-0>
- Maeda, S., Sato, T., Kanai, Y., Blackie, R. A., & Kocovski, N. L. (2021). Translation and Validation of the Japanese Version of the Trait and State Post - Event Processing Inventory. Japanese Psychological Research. <https://doi.org/10.1111/jpr.12322>
- 島井哲志・大竹恵子・宇津木成介・池見陽. (2004). 日本版主観的幸福感尺度 (Subjective Happiness Scale: SHS) の信頼性と妥当性の検討. 日本公衆衛生雑誌, 51 (10), 845-853.
- Thomas, V., & Azmitia, M. (2019). Motivation matters: development and validation of the motivation for solitude scale-short form (MSS-SF). Journal of adolescence, 70, 33-42.

令和3年度 研究報告

【研究代表者氏名】

高橋 俊史

【研究分担者氏名】

漆山 純一、岩田 一樹、柳田 恵梨奈

【研究種目】

学内公募型課題研究（学科単位）

【研究課題名】

リモート講義におけるバーチャル教室の有効性の研究

【研究目的・目標】

2020年3月からの2年間、多くの教育機関が新型コロナウイルス感染症感染拡大対策をしながらどのようにして学生に学習機会を提供するかという困難な課題に直面した。この課題に対して多くの教育機関はリモート講義を余儀なくされ、東北福祉大学（以下、「本学」）においても社会状況や履修状況を考慮し、対面講義だけでなくリモート講義（動画オンデマンド型、資料提示型、双方向通信による同時双方向型）を実施した。

リモート講義については、本学にて実施した経験と評価、および、他の教育機関において実施されたりリモート講義の評価を通して、教員と学生双方にとってのメリットとデメリットが浮き彫りとなってきた^{1) 3)}。そのメリットとして学生の立場からは、動画オンデマンド型の講義は都合の良い時間に視聴できること、繰り返しの視聴により復習ができる点があげられる。また、同時双方向型の講義は、規則正しく決まった時間に受講できるため生活リズムが整えやすいことがわかった。加えて、リモート講義に共通するメリットとして移動時間の短縮や移動による疲労、交通費が削減できる点がある⁴⁾。しかし、リモート講義では、学生がそれぞれの場所において、個々の受講となるため友人関係を作る機会を得られず、それによって、講義課題に取り組む際の情報交換ができない、講義への出席意欲の低下などのデメリットがあることがわかった⁴⁾。特に友人数は大学からの離脱意向の有無と関係があることが示唆されており、そのような孤立した状態による大学への不安感は学生の心身の健康状態に影響を与えられとされる。そのため、今後も様々な理由でリモート講義となる可能性や学生ニーズを考慮すると、インターネット上において友人や仲間集団が醸成可能な方法を見出すことは、学生の健康状態の維持や中退率を下げる観点から重要である。

このインターネット上の交流については、国際会議や懇親会などにおいて参加者のアバターが会場を歩き来し、お互いに討論することが可能であるバーチャル会議が取り入れられるなど、インターネット上の新たなサービスが登場している⁵⁾。そして、インターネット上の仮想現実空間（バーチャルリアリティ）を活用して行える交流やその空間などはメタバースと呼ばれ、仮想店舗にて買い物ができるようになるなど注目を集めており、今後さらなる発展が見込まれる分野となっている。

そこで、我々はリモート講義のデメリットの一つである、受講する際の孤独感によって講義への出席意欲が低下する点に焦点をあて、その解決策としてバーチャルリアリティを利用した仮想教室の活用に着目

した。本研究では、実際にバーチャル教室を用いた模擬講義を実施し、その有効性と課題の明確化および検討を行うことを目的とする。また、本学学生の仲間意識を醸成するには、本学の国見キャンパスを対象とした現実に近いオリジナルのバーチャル教室などの仮想環境が影響するののかについても検証を行う。

本研究の成果は、従来のリモート講義のデメリットを解消し、授業満足度の向上を可能とするものであり、本学のみでなく、全国のリモート講義を行う教育機関に対して波及効果があると考えられる。また、本研究は感染症予防のためのみでなく、怪我や病気などの事情で登校が困難な場合や交通手段の都合で遠方からの出席が困難な学生に対しても新たな講義手法の提案であり、より質の高い教育の提供可能とするものである。これによって、本学が取り組むリカレント教育や通信教育等への波及効果が見込める。加えて、バーチャルリアリティ技術はこれからの大きな発展が予想され、今後は、従来から用いられていたゲーム業界のみでなく、医学、製造、サービス、教育など多様な分野で用いられると推察されるバーチャルリアリティ技術を中心とする本研究は本学が推進するデジタルトランスフォーメーションへも寄与できると考えられる。

参考文献

1. 『コロナ対応の現状、課題、今後の方向性について』, 文部科学省
https://www.mext.go.jp/content/20200924-mxt_keikaku-000010097_3.pdf (最終閲覧日: 2022年3月18日)
2. 『遠隔授業に関するアンケート調査の概要』, NII
https://www.nii.ac.jp/event/upload/20200914_Report.pdf (最終閲覧日: 2022年3月18日)
3. 『遠隔授業を準備し、実施する上での注意点』, 筑波大学
<https://www.cc.tsukuba.ac.jp/wp/remote-lecture-knowledge/> (最終閲覧日: 2022年3月18日)
4. 『大学教育センター報』, 第23号, 琉球大学
5. oVice 株式会社「oVice」<https://ovice.in/ja/> (最終閲覧日: 2022年3月18日)

令和3年度 研究報告

【研究者氏名】

梅津 雄志

【研究種目】

若手スタートアップ研究

【研究課題名】

精神科領域の退院支援における医療・福祉機関の間に引き起こる信念対立の構造に関する検討
～精神科病院と相談支援事業所へのインタビュー調査からチーム支援の促進を目指して～

【研究背景および目的】

我が国における精神障害者は、年々増加傾向にあり2017年には400万人を超えた¹⁾。厚生労働省（2017）は「精神障害にも対応した地域包括ケアシステム」の構築を提言し、医療・福祉機関等の重層的な連携による支援体制が求められている²⁾。そうした中、精神科病院と地域の福祉事業所がチームとなり、支援していく取り組みである「統合型プログラム」の必要性が提起されている。「統合型プログラム」は、利用する人が可能な限り早期の退院・地域移行を実現し、安定した地域生活を送れるようになることを目指している³⁾。一方、こうしたチーム支援を阻害する要因として「信念対立」が挙げられる。「信念対立」は「自分が前提とする価値観や世界観、認識論を自覚することなく、絶対視することで起こる根源的な対立」（林2018）とされ、多数の専門職が集まる領域で高頻度に噴出するとされる⁴⁾。さらには、当事者、専門職種間の人間関係悪化に繋がる⁵⁾とも報告されており、医療機関と福祉機関におけるチーム支援を円滑かつ効果的に機能されるために「信念対立」に関する検討ならびにその対応が必要であると考えた。

そのような背景のもと、本研究では、精神科領域における医療機関と福祉機関の退院支援で生じる信念対立」の要因と影響、さらに「信念対立」を超克したチーム支援の促進について探索的に検討した。

【研究経過】

本研究は、東北福祉大学大学院の研究倫理審査委員会の承認を得て研究の実施ならびに分析を行った。

調査対象は、①精神科病院および相談支援事業所に勤務するソーシャルワーカー（以下、SW）②経験年数が3年以上の退院支援における相談援助の経験を有する者③研究の目的や方法等に同意を得た者とした。SWを調査対象とした理由は、医療と福祉の連携を図る調整役を担うことが多いと考えたためである。

サンプリング方法は、関心相関的サンプリングとスノーボールサンプリングを併用した。研究協力者の概要をTable 1に示した。双方の機関より6名ずつの協力者が得られ、男女比は1：2であった。うち筆者と面識があったのは3名であった。

事前に研究協力者に研究の主旨を十分に説明し、同意が得られたSWに対してオンライン会議システム（Zoom）を用いた半構造化インタビューを実施した。また、信念対立に関する事前確認としてインタビュー前に15分程度のアンケート調査（Google フォーム）を実施した。

構造構成的質的研究法をメタ研究法に位置づけ、修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチにて分析を行った。

Table 1. 研究協力者情報

ID	施設	性別	経験年数	施設の種類の種類	資格	インタビューとの面識有無
A	精神科病院	女性	9 年	急性期・慢性期	MHSW	有
B	精神科病院	男性	12年	急性期・慢性期	MHSW	有
C	精神科病院	女性	13年	慢性期	MHSW	無
D	精神科病院	男性	9 年	急性期・慢性期	MHSW	無
E	精神科病院	女性	6 年	慢性期	MHSW	無
F	精神科病院	女性	3 年	急性期・慢性期	MHSW	有
G	相談支援事業所	男性	17年	一般・特定相談	相支員, MHSW	無
H	相談支援事業所	女性	4 年	特定相談	相支員, CP	無
I	相談支援事業所	女性	4 年	一般・特定相談	相支員, MHSW	無
J	相談支援事業所	男性	10年	一般・特定相談	相支員, MHSW, CP	無
K	相談支援事業所	女性	10年	一般・特定相談	相支員, MHSW	無
L	相談支援事業所	女性	8 年	一般・特定相談	相支員, MHSW	無

注) MHSW= 精神保健福祉士 相支員=相談支援専門員 CP= 心理士
資格は、精神科領域関連職種のみ記載。

【研究成果】

分析の結果、概念65個、サブカテゴリー25個、コアカテゴリー 5 個が生成された (Table 2)。医療・福祉機関の退院支援では、少なからず信念対立が生じており、双方に共通した【要因】と各機関特有の【要因】があり、それらが【心理的反応】を引き起こしていた。各機関または各支援者は信念対立が生じた際にいくつかの【対応方法】を取り、その【対応方法】によって【連携への影響】や【対象者への影響】を及ぼすといった一連の流れが起きていた。退院支援における信念対立は、連携や対象者にネガティブな影響をもたらす場合が多かった。一方、適切な対応をすることで、ポジティブな影響をもたらす可能性が示唆された。

信念対立を超克したチーム支援を促進していくために、認識レベルの対応（＜信念対立の一般化＞、＜相対的価値観を持つ＞）と行動レベルの対応＜ディスカッション＞、＜社会化＞）を取ることが望まれ、信念対立を効果的に機能させる一つの方法として「信念対立解明アプローチ」⁵⁾ が考えられた。

精神科領域において医療・福祉機関の退院支援時の信念対立を解明することでチーム支援が促進され、対象者の安定した地域生活の実現につなげる環境をつくることのできる可能性が示唆された。

【謝辞】

本研究は、東北福祉大学感性福祉研究所において、文部科学省の研究施設運営支援の助成により実施した。

【引用文献】

- 1) 林和秀「認知症グループホーム基盤となっている価値観の活用についての考察：構造構成主義の関心相関的観点を以て」『まなびあい』(11), 180-88, 2018

【参考文献】

- 1) 厚生労働省「精神保健医療福祉のデータと政策」 <https://www.mhlw-houkatsucare-ikou.jp/guide/h30-cccsguideline-p1.pdf>, 2018, (閲覧日：2022年1月5日)
- 2) 厚生労働省「精神障害にも対応した地域包括ケアシステムの構築に向けた取り組み」

<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/chiikihoukatsu.html>, 2017, (閲覧日: 2021年12月14日)

- 3) 古屋龍太, 大島巖『精神科病院と地域支援者をつなぐみんなの退院促進プログラム: 実施マニュアル & 戦略ガイドライン』, ミネルヴァ書房, 2021
- 4) 古絵山建吾, 京極真「理論に根ざした実践で生じる信念対立の問題解明—複線径路・等至性モデルを用いて—」『日本臨床作業療法研究』(3), 10-6, 2016
- 5) 京極真『医療関係者のためのトラブル対応術: 信念対立解明アプローチ』, 誠信書房, 2014

Table 2. 分析ワークシート 結果集約

コア カテゴリー	サブ カテゴリー	概念	定義
要因	3 か月の縛り (hp, 相支)	医療の範囲を超えた生活上での障害 (hp)	金銭管理等の日常生活上の問題や個人特性は医療の範囲を超えた生活上の障害である
		Dr 中心のヒエラルキー (hp)	Dr を中心に治療方針等が決まり、医者の意見に重みがある
		双方における目標とする志向の相違 (hp)	病院は症状の安定や再発を防ぐことを目指しており、福祉機関とは志向が異なる
		対象者との関わりの長さ (hp)	対象者と関わっていた時間の長さによる思い
		スピード感の違い (相支)	退院支援を行う上で病院と相談支援事業所ではスピード感が違う
		入院するための条件 (相支)	対象者の性格など病気以外の原因で入院できない
		双方における目標とする志向の相違 (相支)	病院と福祉施設では、目標、目的とする志向が異なる
	グループホーム (hp, 相支)	施設入所による受入れ要件 (hp)	保証人や対象者の背景による受入れ要件がある
		対象者のチャレンジ (hp)	体験外泊等において多少のミスで入居拒否される
		地域生活に戻ることへの心配と不安 (hp)	地域側が長く経過を見ていることにより、過度な心配や不安に陥った状態
		病院での対応方法が通用しない (相支)	病院ではできていた対応方法が地域生活では通用しない
		長期入院者への心配と不安 (相支)	入院が長くなるほど、支援者が過度な心配や不安が生じる
		施設入所の受入れ要件・体制 (相支)	グループホーム等が求める対象者でないと受入れが難しい
		主治医の影響による入居拒否 (相支)	グループホーム側が対象者の主治医を確認すると拒否する
	個別性のない アセスメント (hp, 相支)	個別性のない支援プラン (hp)	対象者のスキルからかけ離れた支援プランと個別性のない支援プランの提示
		個人的価値観によるアセスメント (hp)	実際に会うことなく対象者にする意見をし、評価されること
		支援者の考えを押し付ける (hp)	支援者の考えを対象者に押し付け、プランを決定すること
		個別性のない支援プラン (相支)	退院後の支援がありきたりな支援プランになっている
	精神科医療・ 障害者への 理解不足 (hp)	精神科医療・障害者への理解不足 (hp)	福祉機関に精神科病院や精神障害(者)に詳しい方が少ない現状
		一方向の関わり (相支)	福祉施設の受入れが困難になるため、病院側が全ての情報を開示しない
	一方向の関わり (相支)	一部情報の非開示	事業所からの提案を受け入れてもらえない
		退院後のお任せ感	退院後の福祉サービス利用や生活に関して福祉機関に任される

	支援方法 (相支)	再発しないためのパターンリズム支援	生活リズムや怠業することによる再発を恐れたパターンリズム的な支援
		病院間の支援差	病院によって積極的に協働する所としない所がある
	中間的立場 (hp, 相支)	医療機関と福祉機関との板挟み (hp)	病院スタッフ (Dr, Ns) と福祉機関との板挟みに陥る
		医療機関と福祉機関との板挟み (相支)	病院とグループホームとの板挟みに陥る
	敷居の高さ (相支)	精神科病院に対する敷居の高さ	精神科病院に対する敷居の高さを感じている相談支援専門員がいる
心理的反応	ストレス (hp, 相支)	ストレス (hp, 相支)	退院支援における連携で生じるストレス
	怒り (hp, 相支)	怒り (hp, 相支)	退院支援における連携で生じる怒り
	焦燥感 (hp, 相支)	焦燥感 (hp, 相支)	退院支援における連携で生じる焦燥感
	葛藤や不安 (hp, 相支)	葛藤や不安 (hp, 相支)	退院支援における連携で生じる葛藤や不安
対応方法	信念対立の一般化 (hp, 相支)	信念対立の当然性と必要性 (hp, 相支)	普段信念対立を意識化していない事実とマイナスなものではなくポジティブなものとして捉えようとする
	相対的価値観を持った関わり (hp, 相支)	相互理解可能性を探る (hp)	相手の意見を受け入れながらこちらも意見を伝える
		一歩引いた関わり (hp)	信念対立が生じそうな場合は、一歩引いて様子を見る
		相互理解可能性の検討 (相支)	互いの立場について考え、互いが歩み寄っていく
	ディスカッション (hp, 相支)	第三者へ報連相 (hp)	第三者の意見を聞き、今抱えている感情の妥当性を確認する
		こまめな情報交換 (hp)	こまめに情報交換できる環境を整える
		事前連絡 (hp)	事前に連絡することでスムーズな対応につながる
		こまめな連絡と直接訪問 (相支)	苦手意識がある時は、こまめに連絡、直接訪問する
		継続的な関わり (相支)	継続的に関わり続けることで安心してケースについて検討できるようになる
		第三者へ報連相 (相支)	第三者に報告、連絡、相談をする
	社会化 (hp, 相支)	対象者を社会化 (hp)	信念対立が生じて連携がうまくいかない対象者を協会等で取り上げ、原因を追求していく
		他機関へのアンケート調査 (相支)	医療・福祉機関にアンケート調査を実施する
		自立支援協議会の活用 (相支)	自立支援協議会を通して意見交換等を行い、情報共有する
		研修会の開催 (相支)	精神科病院に対する抵抗感を軽減するために研修会を開催する
	レクチャー (hp)	病院のフォロー体制整備	病院側から何かあればフォローするといった提案をする
		対処方法の提案	対処方法の提案を行う
		折衷案の提示	具合が悪い時等に折衷案を提示する
	妥協・諦め (相支)	一緒に退院支援をすることの諦め	病院と一緒に退院支援を取り組むことへの諦め
		期限を出されることによる妥協	3か月という期限を提示されることで妥協が生じる
連携への影響	チーム連携の促進 (hp, 相支)	信念対立解消による連携の促進 (hp)	信念対立を解消することで連携がスムーズにいく
		信念対立解消による連携の促進 (相支)	信念対立を解消できれば連携促進されていく
	業務的関わり (hp, 相支)	対象者を優先した連携継続 (hp)	信念対立が生じたとしても対象者の思いが優先
		業務的関わり (hp)	積極的に退院支援をやりたいと思えなくなる
		対象者のために連携の継続 (相支)	信念対立が生じたとしても対象者の思いが優先

対象者への 影響	連携への拒否感 (hp, 相支)	関わる回数減少 (hp)	信念対立が生じることで関わる回数が減少する
		福祉施設またはスタッフ個人への拒絶・抵抗感 (hp)	福祉施設またはスタッフ個人への抵抗感が生じる
		対等な意見交換の困難化 (相支)	自分の意見を抑え、対等な意見交換ができなくなる
	利益 (hp, 相支)	利益 (hp, 相支)	信念対立を解明することによって対象者の利益になる
	再入院・退院拒否 (hp, 相支)	退院拒否 (hp)	合わない福祉施設へいくことで再入院時に退院を拒否する
		再入院 (相支)	調整がうまくいかないまま退院したことによる再入院
	精神的問題 (hp, 相支)	不調 (hp)	信念対立が起きることで、対象者の焦りなどが生じ、体調を崩す
		負担 (相支)	信念対立が起きることでの対象者へ負担が生じる
		我慢 (相支)	方向性の違いなどによって対象者に我慢をさせる
	不正確な情報伝達 (hp)	正確な情報伝達ができない (hp)	対象者に正しい情報が伝わらない

本誌「感性福祉研究所年報」は、
URL (<https://www.tfu.ac.jp/research/kanken/report/index.html>) で閲覧いただけます。
また、図表はカラーで掲載しておりますのでご参照ください。

感性福祉研究所年報 第23号

発行年月日 2022年 3 月31日発行

発 行 所 東北福祉大学感性福祉研究所
〒989-3201 仙台市青葉区国見ヶ丘6-149-1
TEL 022-728-6000
TEL 022-233-3111 (東北福祉大学)

発 行 者 東北福祉大学感性福祉研究所
所長 千 葉 公 慈

編 集 東北福祉大学感性福祉研究所年報委員会

製 作 株式会社 ホクトコーポレーション
〒989-3124 仙台市青葉区上愛子字堀切1番13号
TEL 022-391-5661