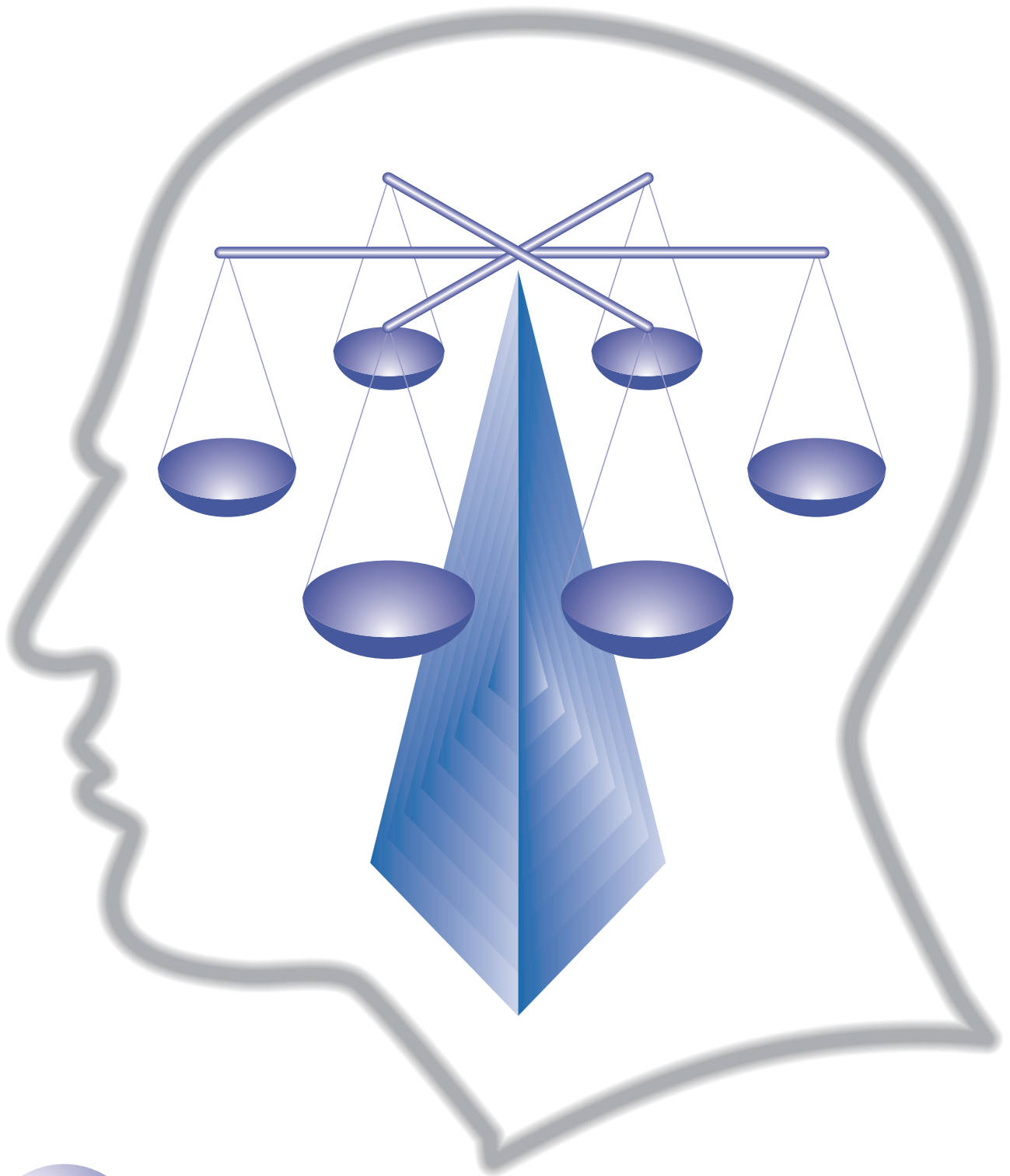


感性福祉研究所年報

東北福祉大学感性福祉研究所



第24号

2023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24号

2023年3月



感性福祉研究所年報第24号

目次● contents

第Ⅰ部 原著論文・研究ノート

- Assessing brain function in self-identified individuals suspected of being on the autism spectrum using fMRI: a case study.”
Yul-Wan Sung, Uk-Su Choi and Seiji Ogawa 3
- 精神科領域での医療および福祉機関における退院支援で生じる信念対立の構造
－精神科病院と相談支援事業所へのインタビューによる実態調査－
梅津雄志、田中 尚 11
- 放射線被ばくの現状と課題 救急災害医療の立場から
船渡忠男、高野拓哉 25
- 消防機関、医療機関に属さない救急救命士有資格者の新たな活用に向けた予備的調査
－救急統計から見た日本における救急事案の現状把握－
福田理絵 33
- ICT による気象情報の農業への活用
－宮城県産オリーブ葉のポリフェノール含量に及ぼす気象条件の影響－
岩田一樹、山口政人 41
- ハザードマップを補完する既存地形情報の活用とその意義について
－仙台市西多賀地域の事例－
水本匡起 51
- 自動運転車いすの障害物検出機能を実現するための
コンピュータビジョン技術に関する研究と実装
大内 誠、岡 正彦、柴田理瑛 67

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	93
柴田理瑛	95
竹之内章代	97
高橋俊史	99
高村元章	103

感性福祉研究所 研究推進事業 若手スタートアップ研究

清水冬樹	107
------------	-----

第 I 部

原著論文 研究ノート

原 著 論 文

Assessing brain function in self-identified individuals suspected of being on the autism spectrum using fMRI: a case study.

Yul-Wan Sung¹⁾, Uk-Su Choi²⁾ and Seiji Ogawa¹⁾

Kansei Fukushi Research Institute, Tohoku Fukushi University, Sendai, Japan
Medical Device Development Center, Daegu-Gyeongbuk Medical Innovation Foundation,
Daegu, Republic of Korea

Abstract

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a widely recognized neurodevelopmental disorder that has gained recognition among both the general public and professional groups such as physicians and researchers. However, with this increasing awareness, some individuals have begun to suspect that they may be autistic based on their own knowledge and understanding. This suspicion can lead to unnecessary anxiety and other difficulties in one's life. A simple objective method of assessment prior to formal diagnosis would be beneficial for those who suspect they may have autism. Thus, we posited that measuring brain function would be a viable candidate for this. As a preliminary study, we evaluated the brain function of an individual who suspected he may be autistic using our developed estimator of human characteristics. Additionally, we also compared this individual to a cohort of typical subjects based on functional networks consisting of previously identified ASD-related brain regions. The individual was determined to be typical by our estimator, however, the comparison with the normal group indicated deviation in brain regions such as the precuneus and ventral prefrontal cortex from the normal group. These results suggest that the individual is considered normal, but some brain functions may deviate from the normal group. Brain function measuring may be a good assessment method for those who suspect they may have autism.

Keywords : Resting state fMRI (rsfMRI), Functional connectivity, Autism spectrum disorder, Self-identified, Estimator

(Introduction)

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental condition^{1, 18)} characterized by a plethora of behavioral deficits, including difficulties with communication^{7,16,22)} and social interactions^{9,11)}, as well as restrictive or repetitive patterns of behavior^{19,20,25)}.

ASD is now recognized as a significant societal problem. Knowledge about ASD has become widely disseminated among the general public as well as among professionals such as physicians and researchers. Alongside this societal trend, some individuals have begun to suspect that they may be autistic based on their own knowledge and understanding.

Similarly, in the case of dementia, another major societal problem, the general public has become quite knowledgeable, and some individuals are now self-assessing their dementia based on their memory in everyday life, a phenomenon known as subjective cognitive impairment. This self-reported experience of memory deterioration or loss is relatively objective and assessable.

However, in the case of ASD, it is less clear what clues an individual may use when he or she reports that he or she is likely autistic. There is no corresponding term to subjective cognitive impairment in the case of ASD. Suspicion that one may be autistic can engender unnecessary anxiety and other obstacles in one's life. An objective method of assessment, prior to professional diagnosis, would benefit those who suspect they may have autism.

In this study, in order to examine the possibility of developing an objective and simple evaluation method, we sought to determine whether there are any differences in the brain of an individual who suspects they may have autism from the brains of other individuals.

In a prior study, we identified functional brain networks by measuring activity at the resting brain using functional magnetic resonance imaging (resting-state fMRI) that reflect human characteristics such as social, cognitive, and emotional quotients, and also developed a machine learning algorithm which can estimate these human characteristics.

We attempted to evaluate the brain function of an individual who suspects he may have autism using this estimator. Additionally, we compared the functional brain connectivity of this individual to that of typical subjects based on brain regions previously identified as being associated with ASD.

(Materials and Methods)

MRI experiments

This study was approved by the Institutional Review Board of Tohoku Fukushi University (RS190607). Twenty-four healthy volunteers, with an average age of 22.8 ± 2.0 , participated in the study. Of these, 12 were male and 12 were female. Twenty-three participants were typical subjects, while one was a self-identified individual suspected of having autism spectrum disorder (ASD). MRI measurements were conducted using a 3-Tesla MRI scanner (Skyra-fit; Siemens) with a 20-channel matrix head coil. Both structural and functional images were acquired. The parameters for structural images were as follows: repetition time of 1900 ms, matrix size of 256×256 , in-plane resolution of $1 \times 1 \text{ mm}^2$, slice thickness of 1 mm, and a total of 192 slices. The imaging orientation was sagittal. For functional images, the following parameters were used: repetition time of 1000 ms, echo time of 24 ms, matrix size of 64×64 , in-plane resolution of $3.4 \times 3.4 \text{ mm}^2$, slice thickness of 3.4 mm, and a total of 480 volumes. During the resting-state fMRI session, subjects were instructed to lie on the bed, keep their eyes open, and avoid thinking about anything in particular while gently focusing their eyes on the center of the visual field. The room lights were turned off during all MRI scans.

The assessment of ASD and functional connectivity was calculated from the resting-state fMRI data.

Data analysis

The resting-state fMRI image data were preprocessed using the DPABI software. The preprocessing steps included slice-scan time correction, 3D motion correction (with a maximum threshold of 1.5 mm and 1.5 degrees), removal of head motion effects using the Friston 24-parameter model, bandpass temporal filtering (between 0.01 and 0.1 Hz), and artifact rejection based on the CSF signals. The two-dimensional functional images were then incorporated into 3D anatomical images and spatially smoothed using a full width at half maximum (FWHM) of 5.0 mm. Correlation was calculated in Matlab (Mathworks Co, Natick, USA) between 17 ASD regions of interest (ROIs) identified in our

previous study.²³⁾ The correlation was compared between the 23 typical subjects and the self-identified individual suspected of having autism spectrum disorder (ASD). The regions identified are listed in Table 1. The assessment of whether the self-identified individual suspected of having autism was conducted using a home-made toolbox, called human characteristics estimator, which was developed using the algorithm for estimating human characteristics reported in a previous study.²⁴⁾

(Results and Discussions)

The values for ASD-related characteristics estimated by the resting state fMRI data of self-identified individuals suspected of having ASD were in the median range of 3 to 5 out of a possible range of 1 to 8, with a minimum estimated value of 1 and a maximum of 8. The ASD-related networks identified were social skills, attention switching, attention to detail, and communication²⁴⁾. This suggests that the individual who self-identifies as having autism may not have the condition. The analysis of connectivity was performed by comparing edges (correlation values between 17 brain regions associated with autism) between the self-identified individuals and 23 normal subjects. It revealed significant differences at 21 out of a total of 136 edges. Three edges had values above the maximum of the normal group (Fig. 1a) and 18 edges had values below the minimum of the normal group (Fig. 1b) (two sample t-test, $p < 0.05$). These results suggest that brain function related to those edges (or brain regions) may be different in the self-identified individual as compared to other normal subjects. The connectivity networks consisting of those edges are shown in Figure 2. The figures show that, among the brain regions that make up the edges showing significant differences, the left medial frontal cortex and the left precuneous cortex are major hubs of the networks in which they are involved.

The precuneous cortex is known to be involved in various functions such as self-consciousness¹⁰⁾, episodic memories related to the self¹⁴⁾, visuospatial processing relate to attention⁴⁾ and executive processing related to response inhibition¹⁵⁾. Previous studies have found the precuneous cortex in relation with ASD. The medial frontal cortex (ventro-medial prefrontal cortex) is also known to be involved various functions such as emotion regulation^{8, 12)} and decision making²⁾. This medial frontal cortex has been found to be associated with ASD in developmental studies and meta-analysis studies^{17, 26)}.

The estimated values reflect sub-parameters of social skills, attention switching, attention to detail, and communication that are associated with autism. Based on this evaluation, the self-identified individuals may be considered normal. Therefore, the ASD-related values estimated by the human characteristic estimator suggest that the self-identified individuals suspected of having autism may not have the condition. However, the comparison of functional connectivity based on brain regions associated with autism suggests that there may be differences in some brain functions when compared to other normal individuals. The connectivity comparison also suggests the possibility of abnormality in some brain functions related to brain regions belonging to the networks such as the precuneous and prefrontal cortices.

Taken together, although this study is a case study of one self-identified individual suspected of having autism and the results are preliminary, it suggests that even a person who is considered normal may have some abnormal brain function locally. The results also suggest that the assessment of autism by the estimator may be improved by including brain regions and their functional networks in future updates.

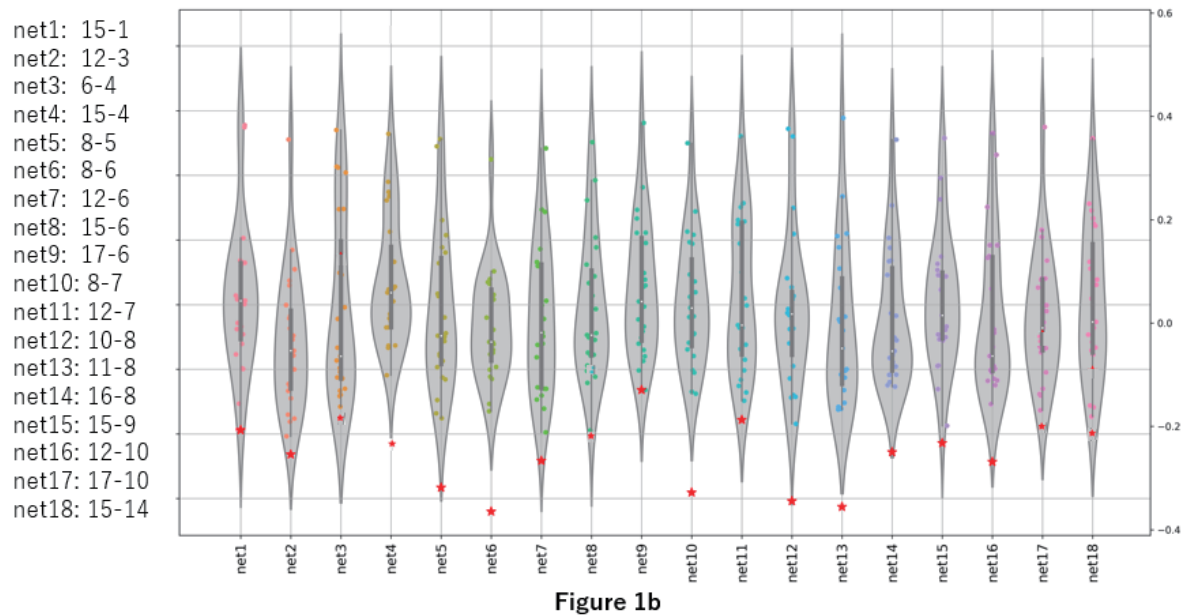
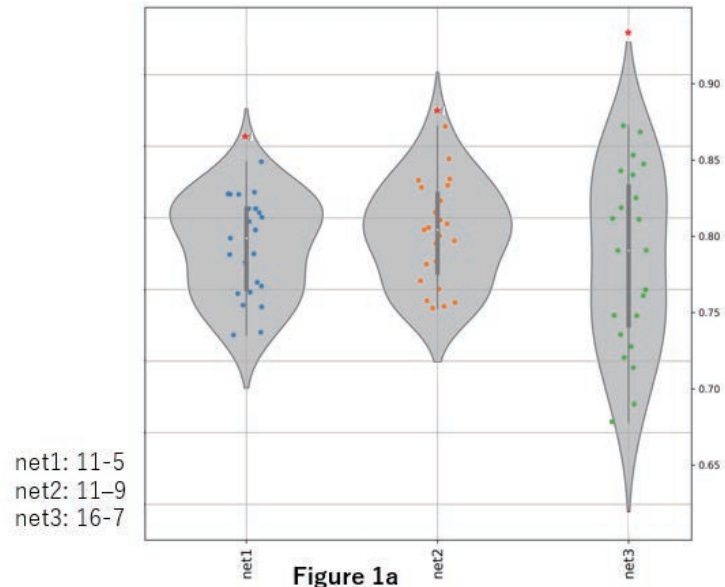


Figure 1. Distribution of edge values (correlation values) of normal group and the self-identified individual suspected of having autism. (a) self-identified individual > maximum of normal group (b) self-identified individual < minimum of normal group. The red stars represent the self-identified individual.



Figure 2a

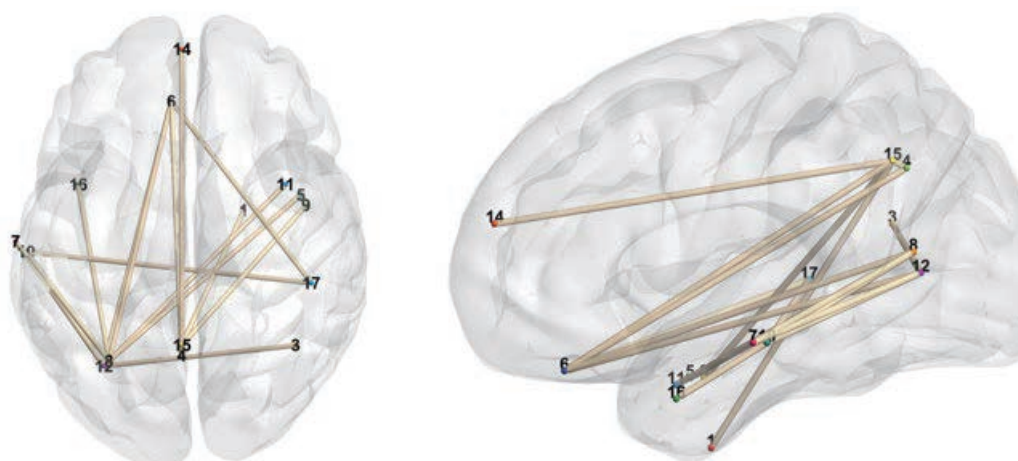


Figure 2b

Figure 2. Networks consisting of the edges of Figure 1. (a) network of Figure 1a (b) network of Figure 1b. Brain regions corresponding to the numbers can be found in Table 1.

Table 1. The brain areas related to ASD identified from Neursynth²³⁾.

	peak_x	peak_y	peak_z	(MNI coordinates)	
1	22	-4	-44	R.Fusiform Gyrus	
2	-4	-6	-34	L. Pituitary	
3	42	-56	20	R. Angular Gyrus	
4	-2	-60	36	L.Precuneous Cortex	
5	44	2	-24	R. Temporal Pole	
6	-6	38	-22	L. Medial Frontal Cortex	
7	-66	-16	-14	L. Middle Temporal Gyrus	
8	-30	-62	12	L. Precuneous Cortex	
9	46	-2	-24	R. Superior Temporal Gyrus	
10	-62	-20	-14	L. Middle Temporal Gyrus	
11	38	6	-26	R. Temporal Pole	
12	-32	-64	6	L. Occipital Cortex	
13	50	-46	-42	R. Cerebellum	
14	-2	58	20	L. Frontal Pole	
15	-2	-56	38	L. Precuneous Cortex	
16	-42	6	-30	L. Temporal Pole	
17	48	-32	4	R. Superior Temporal Gyrus	

Acknowledgement

This study was supported by JSPS KAKENHI Grant Number 19H00532 and 21H02800.

References

- 1) [2] Armstrong NC, Anderson RC, McDermott KW. Reelin: Diverse roles in central nervous system development, health and disease. *Int J Biochem Cell Biol.* 2019; 112:72-75.
- 2) [21] Bechara A, Tranel D, Damasio H. Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain* 2000; 123: 2189–2202.
- 3) [16] Blanken L, Mous S, Ghassabian A, Muetzel R, Schoemaker N, Marroun H, et al. Cortical morphology in 6- to 10-year old children with autistic traits: a population-based neuroimaging study. *Am J Psychiatry* 2015; 172:479-486.
- 4) [13] Cavanna A, Trimble M. The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates. *Brain* 2006; 129: 564–583.
- 5) [15] Cheng W, Rolls ET, Gu H, Zhang J, Feng J. Autism: reduced connectivity between cortical areas involved in face expression, theory of mind, and the sense of self. *Brain* 2015; 138:1382-1393.
- 6) [22] Fellows LK, Farah MJ. The role of ventromedial prefrontal cortex in decision making: judgment under uncertainty or judgment per se?. *Cerebral Cortex* 2007; 17: 2669–2674.
- 7) [4] Gerow S, Hagan-Burke S, Rispoli M, Gregori E, Mason R, Ninci J. A systematic review of

- parent-implemented functional communication training for children with ASD. *Behav Modif.* 2018; 42: 335-363.
- 8) [19] Hänsel A, von Känel R. The ventro-medial prefrontal cortex: a major link between the autonomic nervous system, regulation of emotion, and stress reactivity?. *BioPsychoSocial Medicine* 2008; 2: 21.
 - 9) [7] Jordan R. Social play and autistic spectrum disorders: a perspective on theory, implications and educational approaches. *Autism.* 2003; 7: 347-60.
 - 10) [11] Kjaer TW, Nowak M, Lou HC. Reflective self-awareness and conscious states: PET evidence for a common midline parietofrontal core. *NeuroImage* 2002; 17: 1080-1086.
 - 11) [6] Knott F, Dunlop AW, Mackay T. Living with ASD: how do children and their parents assess their difficulties with social interaction and understanding? *Autism.* 2006;10: 609-17.
 - 12) [20] Koenigs M, Young L, Adolphs R, Tranel D, Cushman F, Hauser M, Damasio A. Damage to the prefrontal cortex increases utilitarian moral judgements. *Nature* 2007; 446: 908-911.
 - 13) [24] Lau WKW, Leung M-K, Zhang R. Hypofunctional connectivity between the posterior cingulate cortex and ventromedial prefrontal cortex in autism: Evidence from coordinate-based imaging meta-analysis. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2020; 103:109986.
 - 14) [12] Lou HC, Luber B, Crupain M, Keenan JP, Nowak M, Kjaer TW, Sackeim HA, Lisanby SH. Parietal cortex and representation of the mental Self. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2004; 101: 6827-6832.
 - 15) [14] Marakshina J, Vartanov A, Buldakova N. Effect of eye dominance on cognitive control". *European Proceedings of Social and Behavioral Sciences. The European Proceedings of Social and Behavioural Sciences* 2018; 49: 402-408.
 - 16) [3] Mitchell S, et al. Early language and communication development of infants later diagnosed with autism spectrum disorder. *J Dev Behav Pediatr.* 2006; 27: S69-78.
 - 17) [23] Murphy CM, Christakou A, Giampietro V, Brammer M, Daly EM, Ecker C, Johnston P et al. Abnormal functional activation and maturation of ventromedial prefrontal cortex and cerebellum during temporal discounting in autism spectrum disorder. *Hum Brain Mapp.* 2017; 38:5343-5355.
 - 18) [1] Park HR, Lee JM, Moon HE, Lee DS, Kim BN, Kim J, Kim DG, Paek SH. A short review on the current understanding of autism spectrum disorders. *Exp Neurobiol.* 2016; 25:1-13.
 - 19) [8] Richler J, Bishop SL, Kleinke JR, Lord C. Restricted and repetitive behaviors in young children with autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord.* 2007; 37: 73-85.
 - 20) [10] Richler J, Huerta M, Bishop SL, Lord C. Developmental trajectories of restricted and repetitive behaviors and interests in children with autism spectrum disorders. *Dev Psychopathol.* 2010; 22: 55-69.
 - 21) [18] Rolls ET, Zhou Y, Cheng W, Gilson M, Deco G, Feng J. Effective connectivity in autism. *Autism Res* 2020; 13:32-44.
 - 22) [5] Salomone E, Settanni M, Ferrara F, Salandin A; CST Italy Team. The Interplay of communication skills, emotional and behavioural problems and parental psychological distress. *J Autism Dev Disord.* 2019 ; 49: 4365-4374.
 - 23) Sung YW, Choi U-S, Ogawa S. Task-related attention effects in the brain regions on autism spectrum disorder. *Annual Reports Kansei Fukushi Res. Inst.* 2020; 9-17.

- 24) Sung YW, Kawachi Y, Choi US, Kang D, Abe C, Otomo Y, Ogawa S. A Set of Functional Brain Networks for the Comprehensive Evaluation of Human Characteristics. *Front Neurosci.* 2018; Mar 14;12:149.
- 25) [9] Watt N, Wetherby AM, Barber A, Morgan L. Repetitive and stereotyped behaviors in children with autism spectrum disorders in the second year of life. *J Autism Dev Disord.* 2008; 38: 1518-33.
- 26.) [17] Yang J, Lee J. Different aberrant mentalizing networks in males and females with autism spectrum disorders: Evidence from resting-state functional magnetic resonance imaging. *Autism* 2018; 22:134-148.

原 著 論 文

精神科領域での医療および福祉機関における 退院支援で生じる信念対立の構造 -精神科病院と相談支援事業所へのインタビューによる実態調査-

梅津雄志、田中尚

東北福祉大学

要旨

今日、精神保健医療福祉領域では「精神障害にも対応した地域包括ケアシステム」の構築を目指し、重層的な機関連携による支援体制の整備が求められている。そのような中、精神科病院と地域事業所がチームとなり、プログラムを実施し、退院促進を支援することが重要とされる。しかし、チームを形成することは容易なことではなく、多様な阻害要因があると想定され、その一つとして「信念対立」が挙げられる。

本研究の目的は、精神科領域の退院支援において医療福祉機関の間で生じる信念対立の構造を明らかにすることである。精神科病院ならびに相談支援事業所に所属するソーシャルワーカーを対象とし、インタビュー調査を実施した。構造構成的質的研究法をメタ研究法とし、事例-コード・マトリックスを用いて分析した。

今回、医療および福祉機関の退院支援において生じる信念対立の要因には【職種の要因】【所属施設的原因】【対人援助職的原因】が確認された。また、その要因により【支援者】が「心理的反応」が生じ、【連携】に対する「拒否感」に至り、最終的には【対象者】への「負担」が起きていることが示唆された。一方で、【思考的】【行動的】に適切な対処を行うことで信念対立の低減および「チーム支援の促進」に至る可能性が示唆された。

キーワード 信念対立、多機関連携、精神科病院、相談支援事業所、構造構成的質的研究法

1. 研究背景

我が国における精神障害者数は、年々増加傾向にあり、2017年には400万人を超えた¹⁾。精神科病院では、平均在院日数は徐々に短縮されるも他国と比較すると高い水準で推移する²⁾。2004年に「精神保健医療福祉の改革ビジョン」の中で「入院医療中心から地域医療中心」³⁾といった基本方針が厚生労働省より示された。また、精神科入院治療では、短期間の入院治療を規定して治療を行う病棟（精神科急性期治療）は増加傾向にあり、精神科病院による新規入院者の「早期退院」が掲げられている⁴⁾。

また2017年に「精神障害にも対応した地域包括ケアシステム」⁵⁾の構築が提言された。「精神障害にも対応した地域包括ケアシステム」とは、「精神障害者が地域の一員として、安心して自分らしい暮らしをすることができるよう、医療、障害福祉・介護、住まい、社会参加（就労）、地域の助け合い、教育が包括的に確保されたシステム」を指す。保健・医療・福祉関係者等による協議の場を通じて、精神科医療機関、その他の医療機関、地域援助事業者、当事者・ピアサポーター、家族、住居支援関係者などとの重層的な連携による支援体制を整備することが求められている。

上記のような新しい政策が実効性を持つためには、具体的かつ効果的な支援プログラム化が求められ、

関係者や各機関が目標を共有していく必要がある。また、精神科病院と地域事業所において「統合型プログラム」の開発が必要とされ、精神科病院と地域事業所がチームとなり、プログラムを実施し、退院促進を支援することが重要とされる⁶⁾。「統合型プログラム」は、精神科病院と地域事業所が相互に連携協働し支援を取り組むことであり、支援ゴールは「プログラムを利用する人の地域生活への希望と動機を高め、可能な限り早期の退院・地域移行を実現し、その後、再発、再入院することなく地域生活の維持・安定をはかり（地域定着）、継続的な支援によって、自立（自律）的な地域生活を実現すること」とされる。今日、医療福祉機関との連携、協働した取り組みは「精神障害にも対応した地域包括ケアシステム」の構築に向けて重要性は高く、双方の連携が効果的に機能することで、精神障害者の安定した地域生活の実現につながる環境をつくることができると考えられる。

チーム支援において協働支援チームを形成していくことが要となるが、それを形成することは容易なことではなく、多様な阻害要因があると想定され、その一つとして「信念対立」が挙げられる。「信念対立」は、2004年に竹田⁷⁾が初めて明確に指摘したことを契機に2005年、西條⁸⁾が構造構成主義を体系化したことで広がりを見せる。構造構成主義は、人間科学における建設的な議論を阻害する対立である「不毛な信念対立」の超克を目指しており、様々な考え方が「信念対立」に陥ることなく諸学を基礎づける学的基礎たることを基本モチーフとしている。京極⁹⁾は「信念対立とは、人々の疑義の余地なき確信が通じない状態で生じる問題であり、疑義の余地なき確信とは、人々によって火を見るよりも明らかな認識/行為である」とし、さらに林¹⁰⁾は「それぞれが、自分が前提としている価値観や世界観、認識論を自覚することなく絶対視することにより起こる根源的な対立」と述べている。

「信念対立」は、多数の専門職が集まる領域で高い頻度で起きる。考え方、感じ方、捉え方が違うために対立が生じることがしばしばあり、そうした立場や価値観の相違から生じる争いや葛藤、ストレスなどが、実践の質の低下を招く。また、当事者、専門職種間の人間関係悪化に繋がりチーム支援が機能しなくなるとも報告されている^{11)~12)}。

先行研究では、医療スタッフと対象者に関する信念対立¹³⁾や薬剤師間の信念対立¹⁴⁾、グループホームの運営における信念対立¹⁰⁾といった医療福祉機関の各々の中で生じている信念対立に関する研究は散見されるが、医療機関と福祉機関の連携、退院支援に関する研究はほとんど行われていない。

今後、精神障害者が地域で安心した生活を実現するためには、医療機関と福祉機関が連携した協働支援チームを形成し、チームで支援していくことが今以上に必要となることが考えられる。そのために精神科領域での医療および福祉機関における退院支援で生じている「信念対立」の構造を探索的に検討することは重要な要素になると考える。

2. 研究目的

本研究の目的は、精神科領域の退院支援において医療および福祉機関の間で生じる信念対立の構造を明らかにすることである。具体的な信念対立の構造について先行研究^{13) 15)}を参考に「要因」「影響」「対処」に分類し、検討する。本研究は、精神科領域における多機関チームの連携促進と支援の質の向上に寄与することができ、その結果として精神障害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ができると考える。

3. 研究方法

1) 研究デザイン

本研究は、探索的な研究であることから構造構成的質的研究法（Structure-Constructive Qualitative Research Method：以下SCQRAM）^{16)~17)}をメタ研究法とした質的研究法を採用した。また、半構造化面

接によるインタビュー調査とし、実施に際しては、インタビューやフォーカスグループに特化した質的研究統合基準チェックリスト（Consolidated criteria for Reporting Qualitative research：COREQ）¹⁸⁾ に準拠した。

【SCQRAM】

SCQRAMは、西條によって体系化された構造構成主義を原理基盤とした質的研究法であり、質的研究に対するメタ研究法として開発された。「関心相関的アプローチ」をメタ方法論とし「関心相関性」といった中核概念を基盤とする。「関心相関性」とは「存在や意味や価値といったものは、すべて身体や欲望、関心、目的といったものと相関的に規定される」ことを示し、SCQRAMにおいて研究法は方法であり、目的を達成するための手段であると考ええる。研究における「関心」とは「研究目的」「リサーチクエスト」を意味しており、SCQRAMは、研究の目的、リサーチクエストに応じて、認識論や方法論を選択できる。そのため、質的研究法を部分的に組み合わせて分析することが可能となる。

SCQRAMにおける飽和は、「構造」が現象をうまく説明でき、目的を達成していれば、役立つ知見となり得るため飽和に至ったと判断できるとしており、「目的相関的飽和」と呼称される。

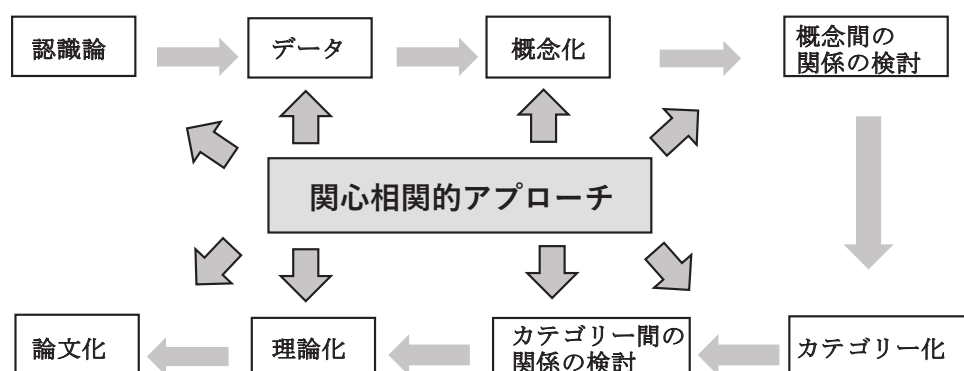


図1 SCQRAMの基本手順

出典：友利ら「作業で創るエビデンス:作業療法士のための研究法の学びかた」2019 P240

2) 用語の定義

信念対立とは医療および福祉機関の双方の間における価値観や立場の相違から生じる問題と定義した。問題とは葛藤や不安、焦燥感、ストレスなど指す。また、退院支援とは退院促進、地域移行に関する医療福祉機関で連携して退院を進める取り組みとした。

3) 対象者

対象者は、精神科病院ならびに相談支援事業所に勤務するソーシャルワーカー（以下、SW）とし、本研究の協力を同意が得られた人とした。狩野¹⁹⁾は、医療と福祉の連携を図る職種としてSWが望ましいとしており、本研究においても医療福祉機関での退院支援を主に行う職種としてSWが適当と考えた。

選定基準は以下の通りである。スノーボールサンプリングを用い、退院支援に取り組むSWから条件を満たす人の紹介を受けた。

「選定基準」

- ①精神科病院ならびに相談支援事業所に勤務する精神保健福祉士および相談支援専門員。
- ②経験年数は3年以上とし、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。

上記の①～③のすべてを満たす者とした。

なお、本研究は、東北福祉大学大学院倫理審査委員会の承認（承認番号：40）を得て実施した。研究参加に際して、対象者に書面にて研究内容の説明および研究参加が任意であることを伝えた後、参加の同意を得た。

4) 実施期間およびデータ収集方法

実施期間は2021年7月から9月とした。研究協力者に同意を得た人に、電子メール（以下、Eメール）で送付した事前アンケートを実施し、回答後、ビデオ会議システム（Zoom）にてインタビューガイドを用いてインタビュー調査を実施した。

事前アンケートは、「信念対立に関する説明」「研究協力者の基本情報」「医療機関と福祉機関における信念対立について」に分類し、記述式および選択式の回答とした。インタビュー当日までに研究協力者へ回答を得た。また、インタビューガイド（表1）を事前に研究協力者へEメールにて送付した。

事前アンケートの結果を参照しながらインタビューガイドを用い、半構造化インタビューを実施した。インタビューの発言や様子は、研究協力者から同意を得た上で録画をした。

インタビューの実施者は、8年間の精神科病院に勤務経験のある研究代表者が担当した。本研究を開始するにあたりインタビュー調査の経験がある精神保健福祉士から話し方や質問の仕方および項目に関する指導を受けた。予備調査によりインタビュー技術の向上を図った上で本研究を開始した。

表1 インタビューガイド

No.	質問内容
質問1	施設の特徴や特色を教えてください。
質問2	（事前アンケート回答より）「退院支援に取り組む上で、難しいと感じる対象者」に関する具体的な理由を教えてください。
質問3	価値観の違いを抱いた具体的な出来事を教えてください。
質問4	質問3によって生じた感情・対処・結果について教えてください。
質問5	立場（役割）の違いを感じた具体的な出来事を教えてください。
質問6	質問5で生じた感情・対処・結果を教えてください。
質問7	信念対立が生じた場合に対象者へどのような影響があったと感じますか。
質問8	信念対立が連携にどのような影響を及ぼしたと感じますか。
質問9	（事前アンケート回答より）信念対立が生じても連携が効果的に機能するためにどのような対応をしましたか。
質問10	信念対立がチーム形成にどのような影響をしていると考えていますか。
質問11	本研究に参加して感じたことや考えたことを教えてください。
質問12	最後にこれだけは伝えたいことがあればお伝えください。

5) 分析方法

インタビュー内容から逐語録を作成し、コーディング作業を行い、分析ワークシートを作成した。分析ワークシートには双方の機関で共通した概念、定義を生成し、バリエーション、理論的メモには各々の機関に分類して生成した。そして概念と概念の関係性からカテゴリーを形成し、カテゴリー間の関係性を検討した上でコアカテゴリーを生成した。

モデル図を作成するにあたり事例-コード・マトリックスを組み合わせることで分析を実施した。事例-コード・マトリックスは事例の特殊性を超えた一般的な法則に加え、事例の個別性を明らかにすることができる²⁰⁾、今回、少数事例から過度な一般化を防ぐことを目的に使用した。得られたカテゴリーと概念を縦軸、事例を横軸としたマトリックスを作成した。

4. 調査結果

本研究には、精神科病院に所属する精神保健福祉士6名（男性：2名、女性：4名）、相談支援事業所に所属する相談支援専門員6名（男性：2名、女性：4名）の合計12名の協力が得られた（表2）。インタビューはインタビューガイドを用い一人に対し、1回実施した。インタビュー時間は最大55分44秒、最小24分21秒であり、全体平均時間は33分27秒であった。

分析ワークシート（表3）をもとに分析した結果、生成された概念は27個、カテゴリーは12個、コアカテゴリーは8個であった。出現頻度の高い（50%以上）カテゴリーは9個であった。カテゴリーと概念、各々の出現頻度を記した（表4）。出現頻度の低い（50%未満）カテゴリーを除いた上でモデル図を生成した（図2）。

以下、本研究の目的ごとに結果の説明を行う。なお、コアカテゴリーは【 】、カテゴリーは《 》、概念は〈 〉、生データは「 」で示す。生データの冒頭に発言者の所属機関を（ ）で記し、精神科病院を（精）、相談支援事業所を（相）とする。

表2 研究協力者一覧
MHSW＝精神保健福祉士 相支員＝相談支援専門員 CP＝心理士 PHN＝保健師
※資格は、精神科領域関連職種のみ記載

ID	施設	性別	経験年数	施設の種類	資格
A	精神科病院	女性	9年	急性期・慢性期	MHSW
B	精神科病院	男性	12年	急性期・慢性期	MHSW
C	精神科病院	女性	13年	慢性期	MHSW
D	精神科病院	男性	9年	急性期・慢性期	MHSW
E	精神科病院	女性	6年	慢性期	MHSW
F	精神科病院	女性	3年	急性期・慢性期	MHSW
G	相談支援事業所	男性	17年	一般・特定相談	相支員, MHSW
H	相談支援事業所	女性	4年	特定相談	相支員, CP
I	相談支援事業所	女性	4年	一般・特定相談	相支員, PHN
J	相談支援事業所	男性	10年	一般・特定相談	相支員, MHSW, CP
K	相談支援事業所	女性	10年	一般・特定相談	相支員, MHSW
L	相談支援事業所	女性	8年	一般・特定相談	相支員, MHSW

1) 退院支援で生じる信念対立の要因

信念対立の要因には【職種の要因】と【所属施設の要因】さらに【対人援助職的要因】といった3個のコアカテゴリーに分類され、【職種の要因】においては《中間的な立場》といった1個のカテゴリーと2個の概念が抽出された。【所属施設の要因】においては《病院のシステム》、《敷居の高さ》といった2個のカテゴリーと4個の概念が抽出された。【対人援助職的要因】においては《アセスメント・支援方法》、《退院先の入居施設》といった2個のカテゴリーと6個の概念から構成された。また、出現頻度の高い（50%以上）カテゴリーは《中間的な立場》、《病院のシステム》、《アセスメント・支援方法》、《退院先の入居施設》であった。

【職種の要因】における《中間的な立場》は「（精）地域で見て欲しいという先生と相談支援専門員と間

の板挟みがありました」「(相) サービスを提供してる方が、あの先生の患者は（入居施設で）見たくない」といった〈医療機関と福祉機関との板挟み〉が認められた。さらに「(精) ドクターの意見を変えられずに退院支援をやや強引に進めてしまうことも救急病棟だとあったりする」「(相) 主治医の圧みたいなのが強く感じるときが私はまれにある」といった〈Dr中心のヒエラルキー〉が確認された。

【所属施設の要因】における〈病院のシステム〉は「(精) 生活上のトラブルなのに医療の問題として入院を勧められたりするけど、それは治療によって解決するものではない」「(相) 医療を中心とした価値観で、その方を見るのか、それとも生活者としての立場で本人を捉えるのかというところでの違いはある」といった〈目標とする志向の相違〉が認められた。また、「(精) 病院から求められる退院支援（3か月以内に退院）をこなすっていうのに意識が行きすぎると地域支援者からの意見が大事なことになるのに、いやそんなことって思うときはあります」「(相) 1か月後に退院になると言われても福祉サービスにも手順があって、すぐには使えない」といった支援の際の〈スピード感の違い〉が確認された。さらに「(相) 病院側としてはお金の問題とか、ベッド数とかもあると思いますが、もっと地域で頑張れないとか、具体的に言えば、3カ月頑張っしてほしいと言われてしまう」と相談支援事業所にのみ〈入院するための条件〉の提示などが認められた。

〈敷居の高さ〉では「(精) 一部の地域支援者のソーシャルワーカーから今までPSのPに抵抗を持ってましたってアンケート回答が多かったです。その時に医療機関に対するソーシャルワーカーへのハードルがあると思いました」「(相) 福祉の相談員さんって直接病院さんと連絡を取り合ったり、ワーカーさんと話をしたりってことを怖がる人が多いです」といった〈精神科病院に対する敷居の高さ〉に関することが認められた。

【対人援助職的要因】における〈アセスメント・支援方法〉では「(精) 相談支援事業所に新規で頼む時ってその人たちって本人に会ってないんです。(中略) 会ってもないのに本当に就労できるのかと言ってくる人が多いです」「(相) 本人の特性とかも考えながらいろいろな選択肢の中で選択していただくともっとご本人さんたちの地域定着がうまくいくのかなっていうところを感じます」といった〈支援者視点のアセスメント〉が認められた。また、「(精) いつの間にか地域と相談支援事業者の方でも話が進んじやって情報共有されてこなかったりしました」「(相) (退院後) 地域の福祉サービスが万能みたいな考えでお任せしますと来られる方もいる」といった〈一方向の関わり〉が認められた。そして「(精) (支援者が) 意見を押し通してしまって患者様に対してここでもいいでしょとか問いかけている場面を目撃したりする」「(相) 退院イコールグループホームみたいなところもあるのでもうちょっと視野を広げて模索してもいいのかな」といった〈個別性のない支援プラン〉が認められた。

〈退院先の入居施設〉では「(精) 過去に精神的な疾患で問題行動があると（入居が）難しいと言われ、受け入れ先を探すことが難しいと思うことはあります」「(相) (入居施設で) 精神の人受け入れられないっていうところが多いです」といった〈受入れ要件〉の困難が認められた。さらに「(精) 地域の方が本人たちを長くみている経過があるので、心配なことも多いと思う」「(相) 長期入院になればなるほど、一人暮らしができる力がもっていたとしても地域の方って受け入れてくれる可能性が低い」といった〈地域生活への心配と不安〉が確認された。そして「(精) その人に合った対処を伝えても、そういう対処はできないですと言われる」「(相) 実際に地域の中に出てくると、やっぱり病院の中ではできても難しいことがある」といった〈対処方法〉を巡っての対立が認められた。

2) 退院支援で生じる信念対立の影響

信念対立を引き起こす要因から退院支援における影響として【支援者】、【連携】そして【対象者】といった3個のコアカテゴリーに分類された。【支援者】には〈心理的反応〉といった1個のカテゴリーと2個の

概念、【連携】には《チーム支援の促進》、《拒否感》といった2個のカテゴリーと4個の概念、そして【対象者】には《負担》といった1個のカテゴリーと2個の概念が抽出された。また、出現頻度の高い(50%以上)カテゴリーは《心理的反応》、《チーム支援の促進》、《拒否感》、《負担》であった。

【支援者】における《心理的反応》は「(精) 患者さんにとっていいことなのかって不安とか葛藤がありました」「(相) (信念対立が生じたら) 怒りもあるかなと思います」といった〈葛藤・不安〉や〈怒り・焦燥感〉が確認された。

【連携】における《チーム支援の促進》は「(精) 信念対立が正直私はマイナスだという認識はあんまりなくて、信念対立があるからこそ連携が図れていく」「(相) いろんな意見とか視点とか、価値観があってそれをうまくことみんなで組み合わせれば良い」といった〈信念対立解明による連携の促進〉の意義が確認された。一方で、《拒否感》としては「(精) 相談支援事業所さんが長く関わっているため、病院側の意見を受け入れてくれないことはあります」「(相) 価値観とか視点がぶつかって対立してしまうことで、連絡が取りにくくなるとか、話し合いの場で対等に意見交換ができなくなる」といった〈意見交換の困難さ〉が認められた。また、「(精) お願いするのをやめようかなと諦めたりとかしてなかなか進まないことがある」「(相) 医療機関との退院支援で考えていくと、諦めている部分もある」といった〈妥協・諦め〉が確認された。さらに「(精) おかしいなと思ったときは(その) 事業所にお問い合わせの回数は減ると思います」「(相) (信念対立が生じた施設に) 一緒にやりませんかっていうのも最近あんまりないかもしれないです」といった〈拒絶・抵抗感〉が抽出された。

【対象者】における《負担》としては「(精) 退院後のことが決まらないことでもやっぱり不調になる人もいたし、患者さん自身も焦りが出たりとか対応しきれなくなるという影響が出たことはありました」「(相) (双方機関で) 方向性が違うことで本人に我慢してもらったり、待ってもらったりしなくてはならない状況になる」といった〈心理的ストレス〉が確認された。他には「(精) どこでもいいならピンキリで(入居施設を) お願いできるんですけど、それだと長く地域で生活することができない可能性が高い」「(相) 医療機関と私たちとで連携して退院支援ができていないケースは退院後の生活状況も再入院しないで地域生活が長くできているかもしれない」といった〈再入院〉の回避に向けての認識などが認められた。

表3 分析ワークシート例

	精神科病院	相談支援事業所
概念	目標とする志向の相違	
定義	病院は病気、症状を、相談支援事業所は生活といった視点が異なる	
バリエーション	- 生活態度が悪いっていうのを指摘されているんですが、正直、医療分野でまかなえるところではないかと思ひまして。(A氏) - 仕事で結婚する恋愛中出産するっていうことについて御病状と関係ないのに良いと悪いかの判断を医療に求めるっていうのが何かちよつと違うかなっていうときがあります。(C氏) - ここまでは地域でこうサポートできるんじゃないかって思うこともあってその辺の話し合いがうまくいっていないというか、わからないのかなっていうのがあったりはしますね。(F氏) 	- 今病院の方もその薬効かない人は入院させないよみたいな感じで地域にいても、これは病気の部分じゃなくて性格の部分でそうなる不具合だから入院しても何にも変わらないから入院させないよとかいったところもあったりして...(G氏) - やっぱり医療機関も治療ですし、メインが治療になりますし、福祉施設はこの地域での生活っていう事業の目的というか、その時やることが違うのでそういった中で立場とか役割の違いっていうのはあるんだなっていうのは感じているっていう感じですね(I氏) - 退院後の生活をこう担っていく方としては病状の安定の他にも少し、本人の見立てと言いますか地域の生活力みたいなのところも一緒に見てもらえたらいいなと思うことは多いです(K氏)
理論的メモ	- 病院としては症状が落ち着いたら退院支援を行っている所が多い。 - 生活に関しては福祉側をお願いしたい。	病気や症状の部分だけではなく、地域生活を送ることを見据えた支援をして欲しい。

3) 退院支援で生じる信念対立の対処

信念対立の対処として【思考面】および【行動面】といった2個のコアカテゴリーに分類され、【思考面】では《相対的価値観》といった1個のカテゴリーと2個の概念が抽出された。また、【行動面】では《意見交換》、《対処方法の提示》といった2個のカテゴリーと5個の概念が抽出された。また、出現頻度の高い(50%以上)カテゴリーは《相対的価値観》、《意見交換》であった。

【思考面】における《相対的価値観》は「(精) 臨床では信念対立が起きるのは当然だと思っていて、信念対立があるからこそ連携が図れて、新たな考えが出てくる」「(相) どうしてそういうふう(対立)になってしまっているのかっていうのが解決すれば、話し合いが良い方向へ進む」といった〈価値観・立場の相違の必然性と意識化〉が確認できた。また、「(精) 福祉機関の意見もうまく取り入れて医療機関も福祉機関とうまく連携してうまく退院調整とかをできるようになればいいなと思いました」「(相) 支援者には、多くの経験を積んできた方と、色々な価値観の方はいるので、話し合いをして、相手の話を聞くことでなるべく理解をしてそれが利用者さんにとって、支援の障害にならないようにしている。中立の立場でいることを考えています」といった〈相互理解可能性の検討〉をしていた。

【行動面】における《意見交換》として「(精) 先輩に相談して、アドバイスをもらっている」「(相)、事業所の仲間と同じ悩みを持っている方に相談する」といった〈第三者への報連相〉や「(精) 福祉施設を理解した上でやらないとですが、対立に至らないように最初から根回しとかも予想できそうならしている」「(相) 少し早めに働きかけて入院中から地域が病棟に入っていくことやワーカーに応じて情報を共有する時間を変えている」といった〈情報共有〉を行っていた。さらに「(精) 1医療機関と1事業所の話にせずに、県士会で取り上げて質の向上を図っている」「(相) 自立支援協議会アンケートをとり、その結果についてみんなで意見交換している」といった〈組織的な関わり〉をしていた。医療機関のみから得られたものとしては《対処方法の提示》であった。具体的には、「(精) 何かあれば病院の方でフォローできますという提案をして調整する」といった〈フォロー体制整備〉や「(精) 折衷案を提案して具体的な案を提示している」といった〈折衷案の提示〉であった。

5. 考察

1) 退院支援で生じる信念対立の要因

本研究における医療および福祉機関の退院支援で生じる信念対立の要因は、SWの職業特性に関する【職種の要因】、医療機関と福祉機関の各々における【所属施設的要因】さらに精神保健医療福祉領域における【対人援助職的要因】がある可能性を示唆した。

【職種の要因】に関しては、SWは、職務遂行上、調整役としての役割を担うことから²¹⁾《中間的立場》になる可能性が高い。医療機関では病院スタッフと福祉機関との調整役、福祉機関では病院やグループホームなどとの調整役を担っている。また、病院は〈Dr中心のヒエラルキー〉といった構造的背景があり、医師の指示の下、医療機関のSWが退院支援を行っている。こうした職務上〈医療機関と福祉機関との板挟み〉になっている状況が信念対立の要因となっていると考えられる。

【所属施設的要因】に関しては、《病院のシステム》において、SWの基本的な考え方は「生活モデル」が中心であるが、それに対し医師や看護師は、対象者を「医学モデル」でとらえる傾向にある²²⁾。医療機関は〈Dr中心のヒエラルキー〉が成り立っており、治療を指向した医学モデルの考え方が強いと想定される。そのため、医療機関のSWは生活モデルを意識しつつも、医療機関に所属することから、医学モデルの考え方も取り入れて支援を検討していることが〈目標とする志向の相違〉を招いていると考えられる。さらに近年、精神科病院による新規入院者の「早期退院」が掲げられ、3か月以内の退院を目指している。そのような制度的・医療経営上の理由が大きく影響して〈スピード感の違い〉や〈入院するための条件〉

表4 事例-コード・マトリックスの結果

	コアカテゴリ	カテゴリ	概念	定義	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	カテゴリ	概念(%)
要因	職種の要因	中間的立場	医療機関と福祉機関との板挟み	スタッフや機関との板挟みになっている	○	○			○	○		○	○			○		58
			Dr中心のヒエラルキー	病院はDr中心の支援であり、相談支援事業所はDrに圧を感じている		○	○	○					○	○		○		50
	所属施設的原因	病院のシステム	目標とする志向の相違	病院は病気、症状を、相談支援事業所は生活といった視点が異なる	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		83
			スピード感の違い	退院支援に対するスピード感が違う	○	○		○	○	○	○	○	○	○			100	67
			入院するための条件	病気以外の原因(対象者の性格、経営的な要因等)で入院できない									○	○		○		25
			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			○	○				○					17	17
	対人援助職的原因	アセスメント・支援方法	支援者視点のアセスメント	対象者視点ではなく、支援者視点のアセスメントをしている		○		○		○								25
			一方向の関わり	片方の機関による関わりとなっている(お任せ感、情報伝達不足等)			○			○	○				○		67	33
			個別性のない支援プラン	支援プランに個別性がなく、支援者の理想プランとなっている			○		○	○	○					○		42
			受入れ要件	対象者の背景(長期入院等)によって受入れが難しい場合がある	○					○		○	○			○		42
影響	支援者	心理的反応	地域生活への心配と不安	対象者が地域生活を送ることへの過度な心配や不安に陥った状態	○	○		○		○		○	○				58	50
			対処方法	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	○					○		○						25
	連携	チーム支援の促進	葛藤・不安	退院支援における連携に対する自分たちへの葛藤や不安		○	○	○	○						○			58
			怒り・焦燥感	退院支援における連携に対する相手側への怒りや焦燥感	○	○	○	○						○	○		83	58
			信念対立説明によるチームが促進	信念対立を説明することでチーム支援が活性化する	○			○	○	○	○				○		50	50
			意見交換の困難さ	自分の意見を控え、対等な意見交換ができなくなる					○	○			○	○	○	○		50
	対象者	拒否感	妥協・諦め	共に連携していくことに対して妥協や諦めが生じている		○				○	○			○	○		83	42
			拒絶・抵抗感	施設またはスタッフ個人への抵抗感が生じている	○			○	○	○					○	○		50
			心理的負担	焦り、我慢等により精神的不調に陥る				○	○	○	○	○	○	○	○	○		42
			再入院	調子を崩し、再入院の可能性が高くなる	○						○			○	○	○	75	58
対処	思考面	相対的価値観	価値観・立場の相違の必然性と意識化	価値観や立場の違いを必然とみなし、意識化をする				○		○					○			33
			相互理解可能性の検討	意見や立場を考え、意見を伝える。また、互いが歩み寄ること	○	○	○		○			○			○		83	58
	行動面	意見交換	第三者への報道相	第三者への報告、意見を聞き、今起きている状況を確認する	○			○	○	○			○			○		50
			情報共有	医療福祉間での情報共有できる環境整備や直接訪問する		○			○	○	○	○	○	○	○	○	83	58
			組織的な関わり	協会や協議会等で、アンケートや意見交換会等を実施する				○			○							25
			フォロー体制整備	フォロー体制の整備を行う	○	○												17
		対処方法の提示	折衷案の提示	具合が悪い時等に折衷案を提示する	○					○							25	17

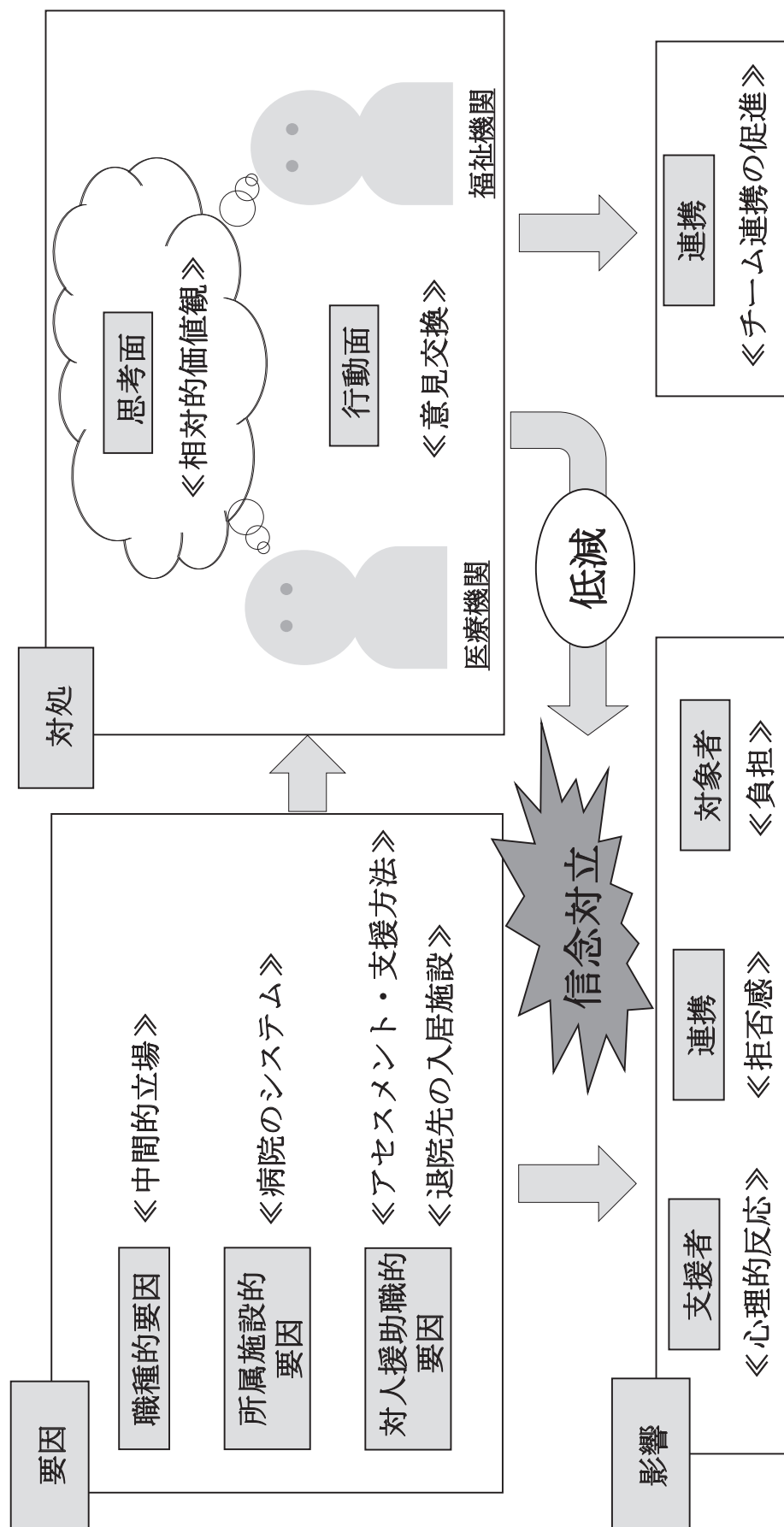


図2 分析結果のモデル図

の提示に至っていると考える。

さらに、少数ではあるが、精神科病院に対する《敷居の高さ》が信念対立の要因になる可能性が語られた。川崎²³⁾は、国家資格と公的資格といった資格の差が影響していることを指摘しており、今回相談支援事業所の研究協力者は精神保健福祉士や心理士といった精神障害者と関わった経験を持つ方がほとんどであった。そのため、精神障害者と関わった経験のない相談支援専門員の中には、精神障害者に対する偏見や知識不足といったことから精神科病院に対して抵抗感を抱き、結果として《敷居の高さ》に至る可能性が推察される。

【対人援助職的要因】に関しては、《アセスメント・支援方法》において、精神保健福祉士は、社会福祉士と比較して人数が限られており²⁴⁾、さらに相談支援専門員においても同様に人数が限られている現状にある²⁵⁾。そのため、支援者一人ひとりが多忙となり時間的制約により対象者個々に対して十分に対応することができず、〈支援者視点のアセスメント〉や〈個別性のない支援プラン〉に至っていることが考えられる。さらに、〈一方向の関わり〉は多忙さに加え〈目標とする志向の相違〉とも相まって十分な話し合いをせず、自身の思考の中で医療機関と福祉機関の役割を分担している可能性が考えられる。そのため、「退院後の生活は福祉機関に任せる」など一線を引いた支援となっていることが信念対立を引き起こしている背景となっているのではないかと考える。

長期入院者の3割は退院後の生活環境が整えば退院できるとされており²⁶⁾、《退院先の入居施設》は退院支援において重要な選択となる場合が多い。しかし、現状としては他の障害者よりも精神障害者は偏見を持たれやすく、精神障害者への理解が進まない現状にあることから精神障害者は入居できないといった〈受入れ要件〉に支援者は葛藤を抱いていると推察する。また、精神科病院から退院した方の3割が退院後6か月以内で再入院する実情がある。入居施設での対応が困難となり入院に至るケースが想定され、同状態の繰り返しを避けたいことから退院に慎重となり、〈地域生活への心配と不安〉に至っていることが想定される。そのような中、退院をして地域生活を送る上で、医療機関から伝えられた〈対処方法〉を試みても地域生活では困難だった場合には、より信念対立を助長している可能性がある。

2) 退院支援で生じる信念対立の影響

前述した要因によって〈葛藤・不安〉〈怒り・焦燥感〉といった感情的な問題が【支援者】に《心理的反応》として生じており、これは先行研究¹⁶⁾と同様の結果であった。そして【支援者】への影響が契機となり、【連携】に影響を及ぼすことが示唆された。信念対立が生じることで支援者が自分の意見を控え、相手施設や事業所またはスタッフとの〈意見交換の困難さ〉が生じ、双方の機関が協力し合うことを〈妥協・諦め〉、さらには連携することへの〈拒絶・抵抗感〉になり《拒否感》へと至っている可能性が推察された。こうした【連携】の影響が最終的には【対象者】に我慢をさせることや焦りを生じさせることで精神的な不調に繋がり（〈心理的ストレス〉）、結果として〈再入院・退院拒否〉といった《負担》が起きることが考えられた。一方で、信念対立を解明した（【対処】）連携を行うことで《チーム支援の促進》に至る可能性が示唆された。

3) 退院支援で生じる信念対立の対処

医療および福祉機関の退院支援における信念対立に対して【思考面】、【行動面】といった対処を行っていた。信念対立を低減させる方法として「相対可能性」と「連携可能性」を検討する必要性が指摘される¹²⁾。

「相対可能性」とは、自分自身の考え方や感じ方はその他大勢の一つに過ぎないと自覚できることであり、「連携可能性」とは、「相対可能性」を前提とし、状況や目的を共有し、協働していくことである。そのため、【思考面】において、SWの価値観や立場の違いは必然であるとみなし、意識化（〈価値観・立場の相

違の必然性と意識化))し、相手の意見や立場を考慮し、意見を伝えること、互いが歩み寄る(〈相互理解可能性の検討〉)といった《相対的価値》を持つことが信念対立に対する対処方法の一つである可能性が示唆された。

【行動面】においては、信念対立を直接引き起こしていない人に〈第三者への報連相〉をすることや、信念対立を直接引き起こしている人・施設との〈情報共有〉すること、そして県士会等へ働きかける〈組織的な関わり〉といった《意見交換》を行っていた。

信念対立は「解決」ではなく、「解明」する必要があるとされる¹¹⁻¹²⁾。「解決」は、信念対立の前提にある自分の考え方、感じ方は考慮せず、妥協点を見いだしていく方法である。そのため、信念対立の根本は明らかになっていないため、同様のケースが再び起きる可能性がある。一方で「解明」とは、信念対立が起きた諸条件を把握し、その諸条件を変えていくことで信念対立が成り立たないようにしていく方法である¹¹⁻¹²⁾。信念対立がなぜ引き起こっているかの根本理由を考慮していくため、類似例が起きた際、対処可能となる。そうしたことから、上記の【行動面】において「解決」ではなく「解明」を意識した対処をすることが望ましいと考える。また、医療機関のみから抽出された《対処方法の提示》は、前述したように信念対立を助長している可能性があるため、対処としては慎重に行う必要があると考える。

上述した【思考面】、【行動面】といった対処を行うことで、《チーム支援の促進》に至る可能性があり、さらには信念対立によって生じる負の影響を低減する可能性も示唆された。

4) 本研究における知見

本研究では精神科領域での退院支援において医療福祉機関の間で生じる信念対立の構造を説明できるモデル図を提示することができ、研究目的に沿ったものとなっていると考えられ、「目的相関の飽和」に至ったと判断した。

本研究における知見は、医療機関と福祉機関での退院支援を実施する際に生じうる信念対立の低減に繋がり、さらには《チーム連携の促進》に至ることが考えられる。

信念対立は自身が当然と考える価値観などを自覚することなく絶対視することにより招く対立であることから普段、意識化されることは少ない。そのため、本研究で得られた信念対立の【要因】と【影響】を日常的に意識し、今の自身の状況などを客観視するといったメタ認知的思考を持つことで絶対的な思考が軽減され、不毛な信念対立は起きにくくなるのではないかと考える。さらに、信念対立に対して適切な対処を行うことで機関間の退院支援では有意義な意見の相違が生まれて《チーム支援の促進》に繋がると考える。

対象者の疾患の特徴や精神科領域の政策上、医療機関と福祉機関の退院支援は必要不可欠な取り組みである。対象者、医療機関、福祉機関の相互の働きかけがなければ、地域で安心した生活を構築することは難しいと考える。そのため、機関間の信念対立が連携、そして対象者の地域生活と回復過程に負の影響を及ぼすことは避けることが望ましい。しかし、信念対立を効果的に機能させることで連携や対象者にとって有益な影響をもたらす可能性が考えられる。そうしたことから、精神科領域における医療機関と福祉機関の退院支援での信念対立を十分に検討していくことの必要性があると考えられる。

6. 研究の限界と今後

本研究では、スノーボールサンプリングに準じた対象者の選定を行ったが、偏ったサンプリングとなった可能性が考えられた。具体的には、今回協力を得たSWが勤務する精神科病院では、3か月を目途に退院支援に取り組んでいる所が大半であったため、長期入院者を多く抱えた精神科病院とは、視点の相違が出た可能性があった。また、今回協力を得た相談支援事業所のSWは、積極的に精神科病院と連携を取

うとしている人、また取れていると考えられる人が多かった。そのため、《敷居の高さ》を感じている相談支援事業所のSWから得られる信念対立の要因や影響は変化する可能性が考えられた。

今後は、精神科病院であれば、退院支援において3か月を目途としない長期入院患者が多い病院、相談支援事業所であれば、精神科病院に敷居の高さを感じている事業所やSWに関する調査が必要である。

また、今回精神科病院と相談支援事業所での退院支援時に生じる信念対立の【要因】と【影響】を明らかにするまでにとどまっている。信念対立が生じる前後で対応方法は異なると想定され、今後具体的な対応を検討していく必要がある。

謝辞

本研究にご協力を頂きました、精神科病院および相談支援事業所のSWの皆様は心より感謝いたします。本研究は、研究代表者が修士論文として提出したものに加筆、修正したものです。また、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るものです。

引用文献

- 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「最近の精神保健医療福祉施策の動向について」(<https://www.mhlw.go.jp/content/12200000/000462293.pdf>, 2018, 閲覧日2022年1月5日)
- 3) 厚生労働省「精神保健医療福祉の改革ビジョン（概要）」(<https://www.mhlw.go.jp/topics/2004/09/dl/tp0902-1a.pdf>, 2004, 閲覧日2021年12月28日)
- 4) 公益財団法人日本精神科病院協会「将来ビジョン戦略会議報告書」(https://www.nisseikyo.or.jp/images/JNews/JNewsFile_N9uzsbGildAZLhHirsq8bY2IJJxj4wRqqjttwhqAx4W2u0d9NSYHnYI8bZSJkINF_4.pdf, 2015, 閲覧日2022年1月11日)
- 5) 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)
- 6) 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
- 7) 竹田青嗣『現象学は「思考の原理」である』, 筑摩書房, 2004
- 8) 西條剛央『構造構成主義とは何か：次世代人間科学の原理』, 北大路書房, 2005
- 9) 京極真『医療関係者のための信念対立解明アプローチ：コミュニケーション・スキル入門』, 誠信書房, 2011
- 10) 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用いて」『まなびあい』(11), 180-88, 2018
- 11) 京極真『医療関係者のための信念対立解明アプローチ：コミュニケーション・スキル入門』, 誠信書房, 2011
- 12) 京極真『信念対立解明アプローチ入門：チーム医療・多職種連携の可能性をひらく』, 中央法規出版, 2012
- 13) 河野崇, 京極真「回復期リハビリテーション病棟に入院する患者が作業療法士に対して抱く信念対立と対処法の構造」『作業療法』34 (5), 530-40, 2015
- 14) 林剛, 館知也, 高岡みらい他「処方提案や疑義紹介におけるチームワーク悪化・ストレス発生に影響する信念対立因子の解明-多変量解析とベイジアンネットワーク解析」『YAKUGAKUZASSHI』140 (9),

1151-64, 2020

- 15) 多田哲也「ハンドセラピーを受ける患者が体験する信念対立」『日本臨床作業療法研究』(4) 31-36, 2017
- 16) 西條剛央『研究の着想からデータ収集, 分析, モデル構築まで』, 新曜社, 2007
- 17) 西條剛央『研究発表から論文執筆, 評価, 新次元の研究法まで』, 新曜社, 2008
- 18) 萱間真美「COREQ 質的研究論文の統合基準チェックリスト」『看護研究』53 (1), 55-58, 2020
- 19) 狩野「精神障害者の地域生活支援におけるクライシス・プランの作成と活用のあり方に関する研究 -精神科病院と相談支援事業所のソーシャルワーカーへのインタビュー調査-」『社会福祉学』60 (1), 47-62, 2019
- 20) 佐藤郁哉「質的データ分析法-原理・方法・実践」新曜社, 2008
- 21) 日本ソーシャルワーカー連盟「ソーシャルワーク専門職のグローバル定義」(http://jfsw.org/definition/global_definition/, 2014, 閲覧日2022年1月10日)
- 22) 岡本一郎, 中田弥生, 小野真由美「座談会多職種・地域連携と地域移行支援の要としての看護師 (特集地域移行支援の要としての看護師)」『精神科看護』42 (8), 4-13, 2015
- 23) 川崎加奈「2025年に対処する医療介護連携の現状と課題-在宅介護の充実に向けて-」『東北福祉大学大学院総合福祉学研究科紀要』15, 1-15, 2017
- 24) (公財) 社会福祉振興・試験センター「資格登録 (社会福祉士・介護福祉士・精神保健福祉士)」(<https://www.sssc.or.jp/touroku/tourokusya.html>, 2021, 閲覧日2022年1月10日)
- 25) 厚生労働省「1事業所あたりの相談支援専門員の人数」(<https://www.mhlw.go.jp/content/12200000/000517392.pdf>, 2018, 閲覧日2022年1月10日)
- 26) 日本能率協会総合研究所「精神障害にも対応した地域包括ケアシステム構築のための手引き (2020年度版)」(<https://www.mhlw-houkatsucare-ikou.jp/guide/r02-cccsguideline-all.pdf>, 2021, 閲覧日2023年1月19日)

研 究 ノ ー ト

放射線被ばくの現状と課題 救急災害医療の立場から

船渡忠男・高野拓哉

東北福祉大学

要旨

わが国における過去の放射線被ばく事故は、当時の救急医療体制が十分整備されておらず、被ばく者に対する初期救急災害医療において多くの問題があった。今回、緊急被ばくについて救急災害医療の視点から、過去のJOC社東海事業所臨界事故および東日本大震災に伴う東京電力福島第一原発事故における急性放射線症候群の事例について着目し検証した。それらの問題点と課題を抽出し、今後の放射線被ばく事故時における緊急救急医療体制のあり方について考察した。とくに、緊急被ばく医療体制のあり方においては、危機管理体制の整備と情報を共有する新しい総合的な体制作りを注視した。すなわち、今後準備とサーベイランス（監視）の2つの戦略を構築していくことが重要であると考えた。

キーワード：放射線被ばく、救急災害医学、急性放射線症候群、JOC臨界事故、福島第一原発事故

はじめに

放射線による人体への影響は、放射線障害として放射線を利用するあらゆる場所で発生する。被ばくは五感で感じられないため、知らずに大線量を浴びる可能性がある。放射線による障害は、被ばく後数時間から数週間に発生する急性障害と、長時間を経て発現する晩発障害とに分類される¹⁾。急性障害のうち急性放射線症候群は、全身が1グレイ（Gy）あるいは1シーベルト（Sv）以上の高線量γ線や中性子線に曝露されると、数時間から数週間後においてさまざまな臓器障害が出現する。被ばくによる急性期死亡のほとんどは急性放射線症候群による。近年、世界的に高線量の緊急被ばく事例は、1986年のアメリカ合衆国ペンシルベニア州スリーマイル島原子力発電所事故（以下スリーマイル島原発事故）と、旧ウクライナ共和国（現ウクライナ）チェルノブイリ原子力発電所事故（以下チェルノブイリ原発事故）である。とくにチェルノブイリ原発事故においては、作業員134人に急性放射線障害が確認され、うち28人が3週間以内に亡くなっている²⁾。わが国においては、初めての臨界事故であるジェー・シー・オー（JCO）社東海事業所臨界事故（以下JCO臨界事故）において、全身に16～20Gy以上の高線量被ばくを受けた3人の作業員に急性放射線症候群が発症した³⁾。福島第一原子力発電所原発事故（以下福島第一原発事故）において、原子炉復旧に従事した作業員は、1Gyを越える高線量被ばくは受けていない²⁾。

一方、放射線被ばく患者が急性放射線症候群として搬送されるのは、救急医療機関である。わが国において、これまで初期救急医療を担う救急救命士が被ばく者を扱う機会は実際稀なため、実践的な経験に乏しい。しかし、これまでの教訓をもとに今後起こりうる原子力事故発生を想定し、初期対応として緊急被ばく救急医療体制の対策を講じる必要があると考える。

今回、本稿はわが国における過去の放射線被ばく事例であるJCO臨界事故および福島第一原発事故における急性放射線症候群の実態を関連文献から分析し、救急災害医療における問題と課題を抽出し、今後の放射線被ばく者対応に活かしていくことを目的とした。

1. 過去の放射線被ばく事例

1) 東海村 JCO 臨界事故

臨界は、1999年9月30日10時35分、茨城県東海村にある核燃料加工施設、JCO社東海事業所転換試験棟において、3人の作業員がバケツでウランを硝酸に溶かした硝酸ウラニル液を沈殿槽に流し込む作業中に発生した³⁾。「臨界」とは核分裂反応が連鎖的に連続する状態のことである。核分裂反応が起こると、大量の中性子線が放出され、人体の中のナトリウムをナトリウム24という放射性物質に変える。臨界によりガス状の放射性物質（ヨウ素）が放出され、空間放射線量（ γ 線）が高度に上昇したと推定される。臨界事故を起こした作業員3人は、16～20Gy以上の高線量被ばくを受けた^{3,4)}。救急車で水戸国立病院に運ばれ一般的な救急処置を受け、その後ヘリコプターで放射線医学研究所（放医研）へと搬送された（⇒表1）⁵⁾。本事故の緊急被ばく医療対象である3人は発熱、熱傷などの症状より急性放射線症候群⁶⁾とされた。この他放射線を浴びた従業員56人は、0.03mGyから最大24.0Gyの被ばくであったが、重症の3人以外急性放射線症候群は発生していない。しかし、施設へ救助に向かい救急処置を行った消防隊員3人は0.5～4.1mGyの被ばくをしたが、防護衣を着用していなかった。現場で作業を行った救急隊員延べ260人において、最大線量は9.4mSvであった。その後、重症の3人以外の作業員および救急隊員に健康上の影響はなかった。

2) 福島第一原発事故

2011年3月11日14時46分、東日本大震災が発生した。これに伴う巨大津波により、福島第一原発事故では、運転中であった1～3号機が停止し、炉心を損傷する事故（炉心融解、メルトダウン）に陥った^{2,7)}。原子炉内水素爆発が3月12日1号機、14日3号機、15日4号機に生じ、放射線が漏出した⁸⁾。11日午後5時19分、冷却水確認のため原子炉に向かった2人の作業員は、この時防護服、防護マスク、線量計を装着していなかった⁹⁾。それ以後の作業は、防護服と防護マスクを装備し線量も測定している。250mSvの高線量を浴びた被ばく者は6名いたが、急性放射線症候群を発症してはいなかった¹⁰⁾。3月12日、1号機原子炉建屋に入室しベント（気体排出）操作を実行した作業員の1人は106.3mSvの急性被ばくをし、吐き気とだるさを訴えたため、一次医療機関に搬送された¹¹⁾。さらに3月24日、靴内浸水をした作業員3人は、福島県立医科大学に緊急搬送された。この3人は治療後、3月25日放医研に移送されたが、皮膚症状等の急性放射線症候群は認められなかった¹²⁾。震災発生後から、全作業員約4万6千人の累積被ばく線量が測定され、そのうち250mSv超が6人、100mSv超が174人であった¹⁰⁾。この事故で被ばくした作業員において、その後放射線による死亡や急性放射線症候群を発症する事例は認められていない¹³⁾。

本災害は、地震、津波そして原発事故による放射線漏出という複合災害であり、発災直後から各医療機関はきわめて混乱した状況にあった。初期および救急医療を行う初期被ばく医療機関に指定されていた5つの医療機関のうち、3ヶ所（双葉厚生病院、福島県立大野病院、今村病院）は半径10km圏内の避難勧告区域となり、その機能を果たせなくなっていた¹⁴⁾。双葉厚生病院は、津波にのまれた低体温症の対応に追われ、重症者は二次医療機関である福島県立医科大学に搬送された（⇒表2）⁹⁾。初期および二次医療機関では、被ばく医療に対する知識がなく、緊急被ばく医療に対する十分な医療資源もなく、必要以上の恐怖心のため、患者受け入れが進まなかった¹⁴⁾。その上12日、突然20km圏内にある医療機関における患者約840人に緊急退避指示が出された。寒冷下での待機や長時間にわたる移送は、高齢者や基礎疾患のある患者に致命的なストレスを与えた。

専門的な診療を行う二次被ばく医療機関である福島県立医科大学は、地震での傷病者対応に忙殺されていた。しかも断水のため手術および透析の制限が余儀なくされた¹⁵⁾。厚生労働省は、全国の災害派遣医療チーム（Disaster Medical Assistance Team, DMAT）の出動を要請し、3月11日から35チーム、約180

人が現地入りし、3日間、救急患者168人の診療にあたった。うち、原発事故において被ばくした受傷者は8人で、いずれも症状は軽度であったが、除染および創部の処置後放医研へと移送となった¹⁶⁾。また、緊急事態応急対策拠点施設（オフサイトセンター、OFC）である福島県原子力災害センター現地対策本部からの医療班は、3月12日、1号機爆発での5人の負傷者、3月14日3号機爆発での11人の負傷者の初期対応にあたった。さらに、3月24日3号機での作業員3人が被ばくを受けた。4月4日からOFC災害医療アドバイザーとして延べ34人が派遣され、福島県立医科大学と現場の医療体制の整備に従事した。

3) 世界における放射線事故

これまでの放射線被ばく事故は、Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) から報告されている¹⁷⁾。有害事象のほとんどが放射線療法と透視撮影の使用による患者への被ばくの報告である。近年、原子力発電所で発生した国際原子力事象評価尺度（International Nuclear Event Scale, INES）¹⁸⁾ レベル5以上の高レベル事例は、スリーマイル島原発事故とチェルノブイリ原発事故である。福島第一原発事故はレベル7である。1979年3月28日が発生したスリーマイル島原発事故¹⁹⁾ はレベル5であり、作業員への放射線被ばくは最大54ミリレムで、被害はごく軽微とされた。1986年4月26日に発生したチェルノブイリ原発事故は人為的なミスが原因とされ、レベル7であり、初期対応にあたった職員および消防士134人が高線量の被ばくにより急性放射線症候群を発症し、うち28人が3ヶ月以内に死亡した²⁰⁾。その後、急性放射線症候群を発症した救急隊員を含む800人以上において、晩発障害である甲状腺癌を発症したとされている（推定）。

2. 考察

緊急被ばく医療のあり方として、だれもが最善の医療を受けられることが原則である。しかし、過去の原発事故事例において、最善な医療を受けられたかは大いに疑問である。とくに、JOC臨界事故においては、患者の治療にあたる医療関係者および搬送に関わる救急救命士および消防隊員は、放射線被ばくに対する十分な知識と準備が必要であった。事業所が事前に近隣の医療機関と連携し、被ばく患者の治療にあたることになっていたが、十分にその役割を果たせていなかった。

放射線による人体への影響について、被ばく医療の特性を十分理解すべきである（⇒表3）²¹⁾。原子力規制委員会は、JOC臨界事故を受け原子力災害対策指針「緊急被ばく医療のあり方について」を提言しており²²⁾、被ばくによる緊急医療をよく理解しておく必要がある（⇒表3）。放射線は目に見えないため、不安や恐怖感があるが、被ばく線量を測定することによって、起こるべき障害を推定することが可能である。被ばく障害には、急性障害と晩発障害があり（⇒図1）^{1, 23)}、事前からの対処が重要であり、準備や訓練を怠らないことが必要である。緊急時には、被害を拡大しないよう、事業所内での飛散防止と、マニュアル通りの医療を実施していくことが肝要である。作業においては、常に危機意識を持つこと、日頃から情報を共有していくことが重要である。

1) JOC臨界事故の課題

事故の直接的原因は、臨界安全形状に設計されていない沈殿槽に、臨界量以上のウランを含む硝酸ウラン溶液を注入した、という危険かつ、ずさんな作業手順にあった²⁴⁾。これに、作業工程上の問題、運搬管理上の問題、技術管理上の問題、経営管理上の問題、許認可上の問題が複合的に重なった。さらに、事故後の対応の不備が被害を拡大した要因と考える。医療上所内には除染施設や医療室が整備されていたにもかかわらず、緊急時にその機能を発揮できなかった^{4,6)}。本事故の問題は、臨界事故により重症被ばく者が発生することを想定していないこと、事前の被ばく対応のマニュアルがなかったこと、関係者の情報共

有がなかったこと、被ばく者搬送の訓練がなされてこなかったこと、近隣の医療機関と事前に被ばくを想定した連携体制がなかったことなどが上げられる（⇒表4）。本来重症の被ばく患者が発生することを想定して、事業者は被ばく患者を独自に治療する体制が義務づけていたはずである。これを整備していなかった事業所および産業医の責任は十分に重いと考える。これを機に、「原子力災害対策措置法」が制定され²⁵⁾、各事業所においてマニュアル作成の整備が徹底されていった。3人の高線量被ばく者への緊急対応として、放医研と東大病院との連携により高度の治療がなされたことは評価に値する⁶⁾。今後とるべき医療対策として高線量被ばく者への対応を考えるきっかけとなった（⇒表5）。

2) 福島第一原発事故の課題

各種の検証が行われる中、いろいろな問題と課題が浮かび上がってきた。これらの中から将来へ引き継がれるべき課題を抽出していくことが重要である。3月14日3号機爆発によって11人が負傷したが、迅速な医療対応は困難を極めた^{14,15,26)}。また、寒冷な気候状況下での除染は、低体温症および感染症の発症リスクを伴った。さらに、長時間かけて大人数を屋外で除染することは極めて困難であった（⇒表6）⁷⁻¹⁰⁾。したがって、複合災害時において被ばく者を迅速に搬送し、三次被ばく医療機関まで情報を共有する救急医療システムの構築が望まれた。

今回、過去の原子力事件事例を分析した結果、救急災害医療の観点から、被ばく事故を防止する「準備」（緊急事態への備え）と、緊急事態に迅速に対応する「対策」（健康監視）マニュアルの実行が最も重要であると考えた。さらに、事故後は、被ばく者、事務所、ならびに消防を含む救急医療関係者との間で「情報」の共有が最優先されるべきであると考えた。そのためにはコミュニケーションの必要性を十分に理解して、放射線防護医療体制を構築することが望まれる。一方、これまでの検証をもとに、2021年10カ国50人の専門家で構成されたSHAMISEN（原子力緊急事態－医療および健康監視の改善）プロジェクトが、チェルノブイリ原発事故と福島第一原発事故から学んだ教訓としての提言がなされた（⇒表7プロジェクト勧告28項目）²⁷⁾。提言の中で、これからの放射線被ばく医療は、放射線被ばくに対する「準備」と、正確な情報に基づく「サーベイランス（監視）」の2つの戦略が重要であるとしている。この2点の重要性は、これまで被災事故の分析から述べてきた主張と合致するものであり、今後の方向性を示唆するものである。本提言は、事故のあらゆる技術的、心理的、社会的、経済的、倫理的側面を考慮し、地域住民の健康と福祉への全体的な持続可能なウェルビーイング well-beingを目指すものである。本研究は、放射線事故の経験を反省と学習に焦点を当て、事故前後の対応として救急医学の課題を評価することを目的とした。SHAMISENプロジェクトの取り組みは、WHOの健康を定義²⁸⁾に基づき、社会的なおよび心理的なウェルビーイング well-beingの安全な状態として被ばく者の健康を考慮している。したがって、本研究の急性期救急医療における平時の「準備」と直後からの「健康監視」は、SHAMISENプロジェクトにおける健康状態の改善に向けた最善の対策であると考えられる。さらに、初期の救急災害医療による対応は、被ばく者だけでなく、初期から被災周辺の地域住民の健康監視に関わることで、被ばく集団の長期追跡と地域住民の長期的支援に向けてのウェルビーイング well-beingを考慮した包括的アプローチに直轄するといえる。28項目一般原則（表7）において全体のウェルビーイング well-beingの目標として、放射線防護の文化を築くことが重要である。

追記：新型コロナウイルス（COVID-19）感染症におけるパンデミックの状況は、SHAMISENプロジェクトで取り上げている課題の提言が参考となるものである。提言を参照にして、エビデンスに基づく管理プログラムによって、今後長期的な対策を講じる必要があると考える。

3. おわりに

以上のことから、これまでの被ばく事故から導かれる今後への課題は、平時における危機管理体制のマニュアルの整備、定期的な訓練の実施による準備、関係部署とのネットワークの構築と定期的なチェック、災害時におけるネットワークによる情報共有の周知徹底であると考えます。今回着目した放射線被ばくは重大事故の事例について、今後もさらにしっかりと検証を重ねていく必要がある。本稿において、過去の放射線被ばく事故から常に緊急被ばく医療体制を見直し、問題点および課題について分析し、事故の再発防止に向けた今後の取り組みを強化していくことが肝要であると考えます。

文 献

- 1) 救急救命士標準テキスト編集委員会『救急救命士標準テキスト改訂第10版』へるす出版、2020
- 2) 磯部智範・清水秀雄・南一幸・鈴木昇一・西谷源展『放射線安全管理学改訂3版』オーム社、2022
- 3) 日本原子力産業協会：JCO臨界事故の概要．(<http://www.jaif.or.jp/ja/news/1999/1207-1.html>．アクセス2022.12.29)
- 4) 住田健二「ウラン燃料加工施設における臨界事故．〔I〕JCO臨界事故の経過と反省」『日本原子力学会誌』42、691-699、2000
- 5) 鈴木元「JCO臨界事故患者の初期治療」『保健物理』35、4－11、2000
- 6) NHK東海村臨界事故取材班『朽ちていった命－被ばく治療83日間の記録』新潮社、2006
- 7) 福島第一原子力発電所1～3号機の事故の経過の概要．東京電力ホールディングス．(https://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/outline/2_1-j.html．アクセス2023.1.12)
- 8) 経済産業省：福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所における平成2・3年東北地方太平洋沖地震により発生した津波の調査結果を踏まえた対応について（指示）．(<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/6086248/www.meti.go.jp/press/2011/04/20110413006/20110413006.pdf>．アクセス2023.1.5)
- 9) NHKメルトダウン取材班『福島第一原発事故の真実』講談社、2022
- 10) 東京電力．福島第一原子力発電所作業者の被ばく線量の評価状況について．2013.2.9．(http://www.tepco.co.jp/cc/press/2013/1225964_5117.html．アクセス2013.1.5)
- 11) 東電福島第一原発作業員の被ばく線量管理と対応と現状．(mhlw.go.jp/topics/2016/01/dl/tp01115-1-1-01-04p.pdf．アクセス2023.1、14)
- 12) 放射線医学総合研究所プレスリリース2011年3月27日．(Qst.go.jp/uploaded/attachment/2110.pdf．アクセス2023．1.14)
- 13) 樫田尚樹、志村勉、寺田宙、山口一郎「東京電力福島第一原子力発電所事故と公衆衛生」『保健医療科学』67、2-10、2018
- 14) 神谷研二、谷川攻一、細井義夫「緊急被ばく医療体制－三次被ばく医療機関の活動を中心に」『医学のあゆみ』239、977-984、2011
- 15) 村上雅洋「東日本大震災・福島第一原発事故と福島県立医科大学」『蘇生』31、82-84、2012
- 16) 日本救急医学会福島原発事故緊急ワーキンググループ「福島第一原発事故復旧作業に対する救急・災害医療支援」『日本救急医学誌』23、116-129、2012
- 17) Coeytaux, K., Bey, E., Christensen, D., Glassman, E. S., Murdock, B., Doucet, C. “Reported radiation overexposure accidents worldwide, 1980-2013: a systematic review” *PLOS ONE* [DOI:10.1371/journal.pone.0118709, 2015
- 18) 阿部清治、八木雅浩「事象の重要性を公衆に伝えてきたINES-20周年となった国際原子力・放射線事

象評価尺度」『日本原子力学会誌』53、344-348、2011

- 19) スリーマイル島原発事故について考える (<http://www.machida2.co.jp/genpatu/threemile.pdf> アクセス2023.1.19)
- 20) 関谷悠以、高村昇、山下俊一「放射線障害のフォローアップ—チェルノブイリ原発事故の経験から福島へ」『安全医学』8、29-42、2012
- 21) 青木芳朗「緊急被ばく医療体制の構築」『医学のあゆみ』239、973-976、2011.
- 22) 原子力規制委員会:原子力災害対策指針. (<https://www.nra.go.jp/data/000024441.pdf> アクセス2023.1.22)
- 23) 樫田尚樹、猪狩和之「放射線業務従事者への健康管理」『保健医療科学』62、182-188、2013
- 24) ウラン加工工場臨界事故委員会報告の概要. (<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/tyoki/siryo/siryo05/siryo52.htm> アクセス2023.1.25) 原子力災害対策特別措置法. (<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=411AC0000000156> アクセス2023.1.22.)
- 26) 谷川攻一：福島原発事故の経験と将来への提言：事故から7年を振り返って. 保健物理. 53:45-46, 2018.
- 27) Ohba, T., Liutsko, L., Schneider, T., Barquinero, J.F., Crouail, P., Fattibene, P., Kesminiene, A., Laurier, D., Sarukhan, A., Skuterud, L., Tanigawa, K., Tomkiv, T., Cardis E. "The SHMISEN project: challenging historical recommendations for preparedness, response and surveillance of health and well-being in case of nuclear accidents: lessons learnt from Chernobyl and Fukushima" *Environment International* 146, 106-200, 2021
- 28) WHO世界保健機構：1948. WHOの健康の定義. (<http://www.who.int/about/definition/en/print.html> アクセス2023.2.11)

症状による分類			しきい線量による分類
人体影響	障害	詳細	
身体的影響	急性障害	紅斑・脱毛・不妊	確定的影響 (しきい値あり)
		胎児の発育障害	
	晩発障害	白内障	確率的影響 (しきい値なし)
遺伝的影響	遺伝的障害	がん・白血病	
		先天異常	

図1. 放射線による人体への影響
文献1、23より改編

表1. JCO臨界事故における救急対応
文献3、4、5、6より作表

1999年9月30日10時35分	ウラン加工施設で3名の作業員（O氏、S氏、Y氏）が硝酸ウラニル溶液を沈殿槽に注入作業中、チェレンコフ光が発生（臨界現象）し被ばくした。臨界（核分裂により中性子線とγ線が放射）事故発生。警報が発生。直ちに部屋から避難退出。O氏（意識消失し20分後に覚醒、その後嘔吐と下痢をくり返す、発熱もあり）とY氏（発熱あり）は除染室に。S氏は手にしびれ感出現。救急車の派遣要請。
10時46分	救急車が到着、除染室に横付けされ、3名はJOC正門に移動し救急処置がなされた。救急隊から千葉県放射線医学総合研究所（放医研）に搬送先を連絡。3名は養生された。O氏、S氏、Y氏の被曝量は、約18Gy（17Sv）、約8Gy（10Sv）、約3Gy（3Sv）を被った。
11時27分	放医研から国立水戸病院に搬送要請。
11時49分	救急車がJCOを出発。
12時7分	国立水戸病院に到着、点滴・検査を実施。O氏は白血球数25,000。
13時16分	ヘリコプターにて（放医研）へ搬送。Y氏は軽い嘔気。
13時25分	千葉市ヘリポートに着地。救急車に移送し、放医研へ転送された。

表2. 福島第一原発事故における医療機関における救急対応
文献9より抜粋

病院名	対応	重篤患者の避難
県立大野	OFCにバス、消防に救急車手配	救急車
双葉厚生	救急処置後、重症者を県立医科大学へ自衛隊ヘリで搬送	自衛隊ヘリ
今村	入院患者を警察に搬送依頼	自衛隊ヘリ

表3. 被ばく医療の特性と対応
文献21を改編

1. 極めて稀少な事例である 日頃からの準備・準備を怠らない
2. 五感で感じるができないため、放射線に対する不安・恐怖感がある 物理学的に測定でき、定期的に測定して日頃から意識する
3. 汚染・被ばくの測定が可能である パッチにより線量測定および環境測定を日常化する
4. 除染する必要がある 除染体制を確立しておく
5. 放射線による人体への影響として被ばく後の急性放射線症候群を理解しておく 緊急医療処置を訓練しておく
6. 被ばく線量による治療方針 現在の医療技術で対処可能である
7. 医療機関との連携・搬送が必要 一次・二次・三次医療体制と打ち合わせ等、連携を強化する
8. 放射線管理が必要 常に監視体制を強化する

表4. JOC 臨界事故における救急医療としての問題点
文献4－6から抜粋

1. 医療体制の不備：処置・搬送先等のマニュアルがなかった
2. 除染室で除染が実施できなかった
3. 産業医や専門家が救急隊や搬送医療機関に説明できていない
4. 事前に医療機関との準備がなされていなかった
5. 作業員は、作業中にフィルムパッチやポケット線量計を着用していなかった

表5. 原子力災害時の医療対策
文献16, 24より抜粋

高線量被ばく患者への対応：人命救助が最優先 1. 緊急医療体制マニュアルを作成し、定期的に訓練を実施する 2. 全国的な緊急被ばく医療体制を構築し、ネットワークを強化する 3. 事故ついて問題点と課題を掘り下げて、情報共有していく
低線量被ばくへの対応：事業所は自治体と連携する 1. 健康管理マニュアルを作成し、健康管理を実施し、自治体と連携していく 2. 健康影響について、正しい知識を共有していく 3. 心のケアを長期的に継続する仕組みを検討・構築し、実施する

表6. 福島第一原発事故における救急医療としての課題
文献20－23から抜粋

1. 発電所内での被ばく軽減と実態把握 入所が困難な場合：迅速な医療対応の構築・除染システムの構築
2. 重症患者や施設高齢者の緊急避難・搬送の生命リスク 低体温症および感染症への対応 三次被ばく医療機関までの連携と情報共有
3. 避難先・仮設住宅における震災関連死 基礎疾患の悪化への対応

表7. SHMISENプロジェクトからの勧告28項目の一般原則の全般
文献27から抜粋

R1. 悪影響よりも多くの利益をもたらすという基本的な倫理原則が、事故管理の中心となるべきである
R2. 健康・医学調査と疫学間の相違を認識する
R3. 人々の全般的な well-being を目標として、健康調査戦略を推進する
R4. 健康調査において、しっかり被災者の自主性と尊厳を尊重する
R5. 疫学調査のために既存の健康モニタリング・システムを評価し、必要に応じて改善する
R6. 状況に応じて、線量測定や個人の被ばくモニタリングを適合させる
R7. 放射線防護の文化を築く

研 究 ノ ー ト

消防機関、医療機関に属さない救急救命士有資格者の 新たな活用に向けた予備的調査 －救急統計から見た日本における救急事案の現状把握－

福田理絵

健康科学部 医療経営管理学科

要旨

救急隊到着前の救急現場での新たな救急救命士の活用方法を見出すために、情報を整理することを目的とした。方法として、総務省消防庁の救急統計から、現場到着に時間を要する救急現場や心肺停止傷病者の要請が多い救急現場の特徴を抽出した。救急要請が最も多いのは住宅であるが、住宅以外では医療機関、老人ホームが多く、救急車到着までに時間を要する場所は、高速道路や森林、ゴルフ場、海、河川等、空港などであった。初診時死亡の傷病者の割合は浴室や海、河川など水に関連する場所と老人ホームなどが高く、重症以上の傷病者は、病院、空港などが高い。一方で軽症の割合は、病院、老人ホームを除く公衆出入場所や道路で高いことがわかった。住宅以外の救急現場ではバイスタンダーとなる人が存在するが、バイスタンダーとなり得る人を救急救命士に置き換えることで、救急隊到着までを繋ぐ役割と救命率の向上に繋がる可能性がある。また救急救命士の新たな活躍の場の可能性として、今後の研究に発展させていく。

キーワード：救急救命士、救急現場、キャリア選択

I. 背景

救急救命士は、平成3年に病院前救護（プレホスピタルケア）を担う医療従事者として、法制化された国家資格である。救急救命士の有資格者は令和4年3月31日現在で66,899名であり¹⁾、令和4年4月1日現在42,495名（63.5%）が消防組織に属している²⁾。その一方で医療機関や教育機関、海上保安庁、自衛隊などに所属し資格を生かし働く者は限定的で、24,000名余りの有資格者の多くは消防退職者をはじめ潜在的に資格を生かせずに企業等で働いている（以下、潜在救急救命士）。大学や専門学校の修了者で国家試験合格者は年間1,500名前後であるが、消防への就職者は700名程度である³⁾。全国の救急隊における救急救命士の運用率は令和4年4月1日現在99.5%²⁾と高く、今後も採用数の大幅な増加は見込めない。救急救命士が医療機関内で資格を生かせるのは救急外来などの入院前に限定されていることから、医療機関での採用数にも限界がある。また、消防を退職した救急救命士が資格や経験を生かした転職の場は、現状では医療機関や教育現場など限られており、救急現場で得た経験やスキルを活かす場が少ない。これらの経験を活かす新たな活躍の場を創出することができれば、救急救命士のキャリア選択の可能性も拡大する。

II. 目的

救急救命士の医療従事者としての役割は、その症状が著しく悪化するおそれがあり、若しくはその生命が危険な状態にある傷病者（以下「重度傷病者」）に対し悪化の防止と生命の危険を回避することを目的として救急救命処置を行うことである。救急救命士が業務を行える場は救急救命士法により限定されてお

り、救急現場から医療機関に入院するまでの間と定められている。救急現場は、怪我人や急病人が生じることが起点となるが、119番通報などにより消防機関が覚知しなければ救急救命士をはじめとする救急隊は動き出さない。救急隊等の現場到着までの間、家族や通報者などのバイスタンダーは救急現場での観察や応急手当を委ねてられている。このバイスタンダーに委ねられてきた救急事故発生から救急隊到着までの時間を、潜在救急救命士を何らかの形で活用することができれば、救命率の向上と共に、潜在救急救命士の資格や経験を生かした新たな活躍の場を創出することが可能になるのではないかと考える。

本研究では、救急隊到着よりも早く潜在救急救命士が救急現場に到着し、観察や応急処置を行い、first responderになることの有効性や必要性を明らかにし、新たな救急救命士の活用方法を見出すことを目的とする。また本著ではこの研究の予備的調査として、既存の救急統計から救急要請の多い場所、心肺停止事案の多く発生する場所、救急隊の接触までに時間を要する場所を具体化し、救急救命士がfirst responderとなり得る場所の具体的調査に向けた情報の整理を行う。

Ⅲ. 方法

総務省消防庁公表の「令和3年版救急・救助の現況」(令和2年中)⁴⁾を参照する。なお、令和2年中はコロナ禍による行動制限下であったことやcovid-19の影響による救急搬送困難事例が多発していたことから、令和元年中の同資料⁵⁾と適時比較する。

Ⅳ. 結果

1. 現場到着所要時間

令和2年中の救急車現場到着平均所要時間(入電から現場に到着するまでに要した時間)は、8.9分(対前年比0.2分増)で年々延長傾向にある(Fig.1)。

事故発生場所別の現場到着所要時間では、官公庁6.2分が最も短い。一方で時間を要しているのは、高速自動車国道17.2分、山・森林・原野・ゴルフ場16.9分、海12.9分、空港12.7分などである。公衆出入場所の現場到着所要時間は平均よりも短い場所が多い中で、旅館・ホテル・宿泊所9.7分、寺・神社・教会9.4分、運動場・競技場10.0分が長くなっている(Table1)。

現場到着所要時間別では、5分以上10分未満が61.3%、10分以上20分未満が31.7%を占め、全体の94.8%は救急車の到着までに5分以上時間を要している(Fig.2)

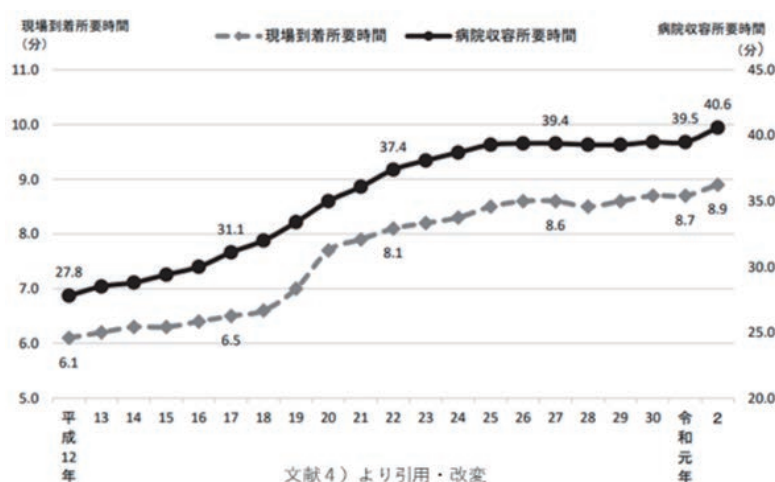


Fig.1. 現場到着所要時間及び病院収容所要時間の推移

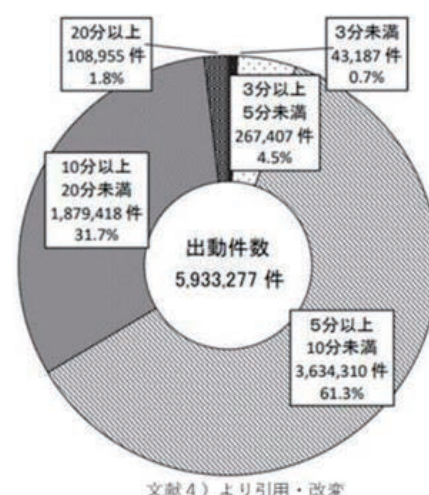


Fig.2. 事故発生場所別の搬送人員構成比

Table 1. 発生場所別傷病程度別搬送人員構成比(現場到着所要時間含む)

	令和2年						現場到着 所要時間
	搬送人員	死亡	重症 (長期入院)	中等症 (入院診療)	軽症 (外来診療)	その他	
(1) 居間・応接室・寝室等の部屋	2,554,592	1.5%	7.6%	45.1%	45.8%	0.0%	9.0
(2) 廊下・玄関等の通路	289,231	1.0%	6.6%	39.7%	52.7%	0.0%	9.0
(3) 階段・踊場	36,353	1.0%	6.8%	38.5%	53.8%	0.0%	8.9
(4) 便所	67,932	3.7%	11.3%	44.3%	40.7%	0.0%	8.9
(5) 浴室・洗面所等	55,488	11.9%	13.6%	35.4%	39.2%	0.0%	8.9
(6) 台所・食堂	44,395	2.8%	11.7%	39.3%	46.2%	0.0%	9.0
(7) エレベーター内	521	1.2%	2.5%	38.0%	58.2%	0.2%	8.3
(8) 屋根・屋上・物干し台・ベランダ・バルコニー等	4,758	3.7%	13.1%	39.8%	43.3%	0.1%	9.5
(9) 庭・テラス(当該建物の敷地内の空地)	71,517	1.5%	10.5%	40.4%	47.6%	0.0%	9.6
(10) その他：上記(1)～(9)に該当しない場所(物置・地下室・車庫)	36,055	3.6%	9.6%	36.8%	50.0%	0.1%	9.1
(1) 劇場・映画館等の観覧場	3,194	2.4%	13.5%	32.9%	51.2%	0.0%	8.1
(2) 公会堂・集会場など会議や社交等の目的で多数の人々が集まる場所	8,302	1.0%	6.7%	31.0%	61.4%	0.0%	8.2
(3) 性風俗関連特殊営業を含む店舗	3,269	0.4%	3.5%	25.9%	70.1%	0.0%	7.8
(4) ダンスホール・ボウリング場・ゲームセンター・パチンコ等の各種遊技場	12,816	1.0%	7.3%	31.8%	59.8%	0.0%	7.9
(5) 待合・料理店・飲食店	56,959	0.3%	3.2%	26.5%	70.0%	0.1%	7.9
(6) デパート・百貨店	28,737	0.4%	3.5%	26.6%	69.4%	0.1%	8.2
(7) マーケット・店舗・展示場等	66,638	0.5%	4.5%	29.1%	65.8%	0.1%	7.8
(8) 旅館・ホテル・宿泊所	26,068	1.4%	5.2%	32.4%	60.9%	0.0%	9.7
(9) 病院：病床数20以上の医療機関	311,623	0.2%	23.1%	70.9%	5.6%	0.2%	7.9
(10) 診療所(医院)：病床数19以下の診療所・医院	182,961	0.3%	11.9%	74.2%	13.5%	0.1%	7.7
(11) 老人ホーム等	419,444	3.3%	13.6%	61.4%	21.7%	0.0%	8.5
(12) 幼稚園・保育園等の保育施設	7,181	0.1%	1.9%	27.7%	70.3%	0.0%	8.1
(13) 官・ろう学校・養護学校	2,119	1.2%	5.9%	38.4%	54.5%	0.0%	9.4
(14) 小・中・高・大学	36,450	0.1%	2.0%	25.8%	72.1%	0.0%	8.6
(15) 各種学校	3,120	0.2%	2.9%	25.4%	71.5%	0.0%	8.7
(16) 図書館・博物館・美術館・郷土館・記念館・画廊等	1,244	0.2%	4.7%	29.6%	65.4%	0.1%	8.7
(17) 公衆浴場・蒸気・熱気浴場	10,293	2.8%	6.6%	28.0%	62.5%	0.0%	8.4
(18) 駅構内：駅舎・ホール・電車内等	43,831	0.3%	2.4%	23.6%	73.7%	0.0%	8.1
(19) 空港	1,466	1.2%	14.7%	41.5%	42.4%	0.1%	12.7
(20) 寺・神社・教会	6,592	1.2%	7.0%	31.1%	60.6%	0.0%	9.4
(21) 映画・テレビスタジオ	115	0.9%	5.2%	27.8%	66.1%	0.0%	7.5
(22) 駐車場・車庫(住宅等の駐車場を除く)	35,745	0.9%	6.0%	30.4%	62.6%	0.1%	8.4
(23) 地下街	822	0.4%	1.8%	23.5%	74.3%	0.0%	7.2
(24) 運動場・競技場	23,120	0.5%	4.9%	29.4%	65.2%	0.0%	10.0
(25) 屋内プール・屋外プール	186	1.1%	12.9%	28.5%	57.5%	0.0%	8.2
(26) 官公庁	30,766	0.4%	4.0%	31.0%	64.5%	0.1%	6.2
(27) その他：上記(1)～(26)に該当しないもの(動物園・遊園地・キャンプ場等)	26,990	0.9%	5.7%	31.2%	62.0%	0.1%	9.5
(1) 工場	18,166	1.0%	8.4%	35.1%	55.5%	0.0%	9.6
(2) 工場以外の屋内作業所	23,979	0.6%	7.0%	34.0%	58.3%	0.0%	8.8
(3) 工場以外の屋外作業所	13,519	1.2%	11.4%	39.9%	47.4%	0.1%	9.9
(4) 建設又は建築の屋内の場所	1,804	1.3%	11.4%	40.9%	46.5%	0.0%	9.4
(5) 建設又は建築の屋外の場所	5,962	1.8%	13.3%	41.3%	43.6%	0.1%	10.0
(6) 各種事業所の事務所	36,871	0.4%	6.1%	32.1%	61.4%	0.0%	8.5
(7) 倉庫(地下倉庫を除く)	2,417	2.1%	8.5%	35.4%	54.0%	0.0%	9.4
(8) その他：上記(1)～(7)に該当しないもの	22,698	1.1%	7.1%	33.0%	58.7%	0.0%	8.6
(1) 一般道路(歩道及び歩道橋等を含む)	440,487	0.5%	4.1%	25.9%	69.3%	0.1%	9.0
(2) 交差点	99,826	0.2%	3.4%	19.3%	77.1%	0.0%	9.0
(3) 自動車専用道路	9,234	0.8%	5.9%	24.9%	68.4%	0.0%	11.9
(4) 高速自動車国道	7,207	0.9%	5.9%	25.3%	67.9%	0.0%	17.2
(5) その他：上記(1)～(4)に該当しないもの	37,237	0.7%	4.4%	25.5%	69.4%	0.0%	8.8
(1) 公園	14,235	0.9%	3.8%	25.6%	69.7%	0.1%	9.4
(2) 広場(公共用)	1,339	0.7%	7.9%	29.4%	62.1%	0.0%	9.6
(3) 河川敷・堤防・更地等の空地	4,749	3.0%	11.7%	36.6%	48.7%	0.0%	10.9
(4) 河川・運河・池・沼・貯水池等	5,289	9.0%	14.5%	35.8%	40.7%	0.1%	11.8
(5) 山・森林・原野・ゴルフ場	8,107	2.7%	12.5%	37.2%	47.4%	0.2%	16.9
(6) 田・畑等の農地	12,622	3.5%	14.4%	40.8%	41.3%	0.1%	11.2
(7) 海	3,581	9.2%	11.4%	31.9%	47.3%	0.2%	12.9
(8) 軌道敷内及び踏切	1,126	8.4%	12.2%	23.4%	56.0%	0.0%	9.7
(9) その他：上記(1)～(8)に該当しないもの(発生場所が不明なものを含む)	12,482	1.9%	10.4%	36.7%	50.9%	0.1%	9.4
合計	5,293,830	1.5%	8.7%	44.3%	45.6%	0.0%	

文献4)より 引用・改変

2. 救急事故発生場所

令和2年において救急事故発生場所で最も多いのは、住宅59.7%である。次いで公衆出入場所の25.5%であるが、その中でも病院・診療所が9.3%と最も多く、老人ホーム7.9%と続く（Table2.）。令和元年においても住宅57.4%、公衆出入場所27.2%のうち病院・診療所が9.3%、老人ホーム7.3%でありコロナ禍前と明らかな差異はない（Table2.）。住宅内の内訳は、居室が48.3%と最も多く、廊下・玄関等5.5%と続き浴室は1.0%にとどまる（令和2年）。令和元年においても居室46.7%、廊下・玄関等5.2%、浴室1.0%と明らかな差異はない（Table2.）。

心肺機能停止傷病者（以降CPA）の事故発生場所は、住宅67.9%、公衆出入場所22.6%の順に多い。公衆出入場所の内訳では、老人ホームが16.4%と最も多く、次いで病院・診療所の1.3%である。救急事故発生場所、CPAの発生場所ともに住宅が最も多いが、高齢者の集まる老人ホームでの救急要請、特にCPAの要請が多くなっている（Table3.）。令和2年中のCPA傷病者の搬送人員は125,928人で、全救急搬送人員5,293,830人中の2.4%に相当する⁴⁾。発生場所別の救急搬送人員中のCPA割合は、住宅浴室内で17.4%、便所が6.3%、台所5.1%と高い。住宅以外では、老人ホームが4.9%と高い。

Table 2. 主な事故発生場所別搬送人員

		令和2年		令和元年	
		搬送人員	構成比	搬送人員	構成比
住宅	1 居室	2,554,592 人	48.3%	2,793,585 人	46.7%
	2 廊下・玄関等	289,231 人	5.5%	308,720 人	5.2%
	3 庭・テラス等	71,517 人	1.4%	72,617 人	1.2%
	4 便所	67,932 人	1.3%	72,471 人	1.2%
	5 浴室	55,488 人	1.0%	57,245 人	1.0%
	6 その他（台所・階段等）	122,082 人	2.3%	129,317 人	2.2%
	計	3,160,842 人	59.7%	3,433,955 人	57.4%
公衆出入場所	1 病院・診療所	494,584 人	9.3%	556,367 人	9.3%
	2 老人ホーム	419,444 人	7.9%	435,467 人	7.3%
	3 マーケット等	66,638 人	1.3%	88,439 人	1.5%
	4 料理店等	56,959 人	1.1%	79,494 人	1.3%
	5 駅構内	43,831 人	0.8%	73,408 人	1.2%
	6 その他（学校・駐車場等）	268,595 人	5.1%	391,433 人	6.5%
	計	1,350,051 人	25.5%	1,624,608 人	27.2%
道路	1 一般道路等	440,487 人	8.3%	513,406 人	8.6%
	2 自動車専用道路	9,234 人	0.2%	11,690 人	0.2%
	3 高速自動車国道	7,207 人	0.1%	10,090 人	0.2%
	4 その他（交差点・横断歩道等）	137,063 人	2.6%	165,166 人	2.8%
	計	593,991 人	11.2%	700,352 人	11.7%

文献4）5）より 引用・改変

Table 3. 主な心肺機能停止の事故発生場所別搬送人員

		令和2年		発生場所別搬送人員中のCPA比
		搬送人員	構成比	
住宅	1 居室	59,497 人	47.2%	2.3%
	2 浴室	9,655 人	7.7%	17.4%
	3 廊下・玄関等	5,040 人	4.0%	1.7%
	4 便所	4,264 人	3.4%	6.3%
	5 台所	2,285 人	1.8%	5.1%
	6 その他（庭・テラス・階段等）	4,712 人	3.7%	3.2%
	計	85,453 人	67.9%	2.7%
公衆出入場所	1 老人ホーム	20,687 人	16.4%	4.9%
	2 病院・診療所等	1,647 人	1.3%	0.3%
	3 マーケット等	827 人	0.7%	1.2%
	4 駐車場等	666 人	0.5%	1.9%
	5 旅館・ホテル等	624 人	0.5%	2.4%
	6 その他（料理店・公衆浴場等）	3,964 人	3.1%	1.3%
	計	28,415 人	22.6%	2.1%
道路	1 一般道路等	4,947 人	3.9%	1.1%
	2 自動車専用道路	120 人	0.1%	1.3%
	3 高速自動車国道	103 人	0.1%	1.4%
	4 その他（交差点・横断歩道等）	775 人	0.6%	0.6%
	計	5,945 人	4.7%	1.0%

文献4より 引用・改変

3. 救急事故発生場所別初診傷病程度

事故発生場所別初診傷病程度について検討する。搬送人員に対する割合で検討するため、発生場所別傷病程度別搬送人員（文献4の別表11）を構成比に変換したTable1.を参照する。全救急搬送人員における初診時「死亡」の割合は、平均1.5%であるに対し、住宅浴室11.9%、海9.2%、河川・運河・池・沼・貯水池等（以降河川等）9.0%と水に関連した場所で高い。その他、軌道敷内及び踏切が8.4%、田畑等の農地3.5%、老人ホーム3.3%が平均の2倍以上である。「重症（3週間以上の入院を要するもの）」の割合は、全体の平均8.7%に対して、病院23.1%、空港14.7%、河川等14.5%、田畑等の農地14.4%と、「死亡」とは異なり病院や空港で高い。

一方で、入院の必要のない「軽症」は45.6%と救急搬送人員の半数弱を占める。「軽症」の割合が少ない場所は医師による診断後の救急要請である病院や診療所を除くと老人ホームが21.7%と低い。一方、病院や診療所、老人ホームを除く公衆出入場所や道路では軽症の割合が高い傾向にある。

救急事故発生場所別の現場到着所要時間と傷病程度との関係を見ていく（Table1.）。現場到着所要時間を要する傾向にあるその他の場所のうち公園と広場以外の場所では、重症以上の割合が全体平均の10.2%（死亡1.5%、重症8.7%）よりも高い。その他の場所以外で現場到着所要時間が長く「重症」以上の割合が高いのは、空港15.9%である。公共交通機関である鉄道の駅構内と比較すると、「死亡」の割合は駅構内が0.3%であるのに対し空港は1.2%、「重症」は2.4%に対し14.7%と空港が高い。

V. 考察

現在の日本の救急需要は、高齢人口の増加や昨今のコロナ禍の医療逼迫もあり増加し、それに伴い救急車の現場到着時間は年々延長している。救急搬送者の中でも入院を必要としない「軽症」は半数弱を占めており、特に一般住宅よりも公衆出入場所や道路などの第三者による救急要請が多い場所で高くなっている。通報者は緊急性や重症度を判断することが難しいため、念のため救急要請するようなケースも考えられるが、緊急度、重症度を判断できる医療従事者等がいれば一般外来での受診へ導くことも可能である。例えば、交通事故現場で警察官が事故処理中に救急要請するケースもあるが、警察官が救急救命士の有資格者であれば緊急性や重症度を判断でき、外来受診へ繋げることができ、緊急性や重症度の低い事案での救急要請を減らすことはできるのではないだろうか。

救急要請（CPA含む）が最も多いのは住宅である。一般の住宅で救急事故が発生した場合、いずれにしても「誰かの助け」を要請しなければならない。警備会社等が提供する高齢者見守りサービス⁶⁾なども存在するが、提供されるサービスとはボタンを押すと警備員等が駆けつけ救急車の必要性の有無を判断し、必要と判断されれば救急要請を行うものである。したがって救急搬送が必要な場合は119番通報を行い救急要請することが最も合理的な方法であると言える。しかし、緊急性の低い軽症例などでは、見守りサービス等の利用により不要な救急要請を減らすことが可能でとなる。セコム株式会社⁷⁾のように、企業が救急救命士所属資格認定を取得し、救護対応可能な救急救命士を運用する企業が増えていけば、救急救命士の活用機会は広がる。

公衆出入場所の中で最も多く全救急搬送者数の9.3%を占める病院や診療所からの転院搬送は、特に緊急性の高い事案を除き、民間の救急搬送事業者の活用も考慮すべきである。民間救急搬送が拡大し一般化すれば転院搬送における救急隊の負担軽減となり、また、これらの担いてとして救急救命士の活用が見いだせる。

救急車の現場到着に時間を要する場所は、高速道路、山林・森林・原野・ゴルフ場、海、空港などであった。多くは市街地や住宅街から離れた場所であり、敷地が広く救急車が救急現場のすぐ近くに停車できない場所も多い。そのため救急隊が現場に到着後すぐに傷病者と接触できない場合があることも考えなくて

はいけない。また、山道や砂場など足場の悪い場所も多く、救急隊の活動に困難が生じる可能性のある場所でもある。救急現場にいる傷病者の情報だけでなく現場までの経路や必要な資器材などの情報は、救急隊の現場活動時間の短縮や速やかな搬送に繋がることから、ここにも救急救命士の活用が考えられる。

救急現場でCPAや初診時重症以上と診断される救急事故発生場所は、住宅浴室や海、河川など水に関連する場所で多く発生していた。老人ホームは基礎疾患や介護を必要とする高齢者が集まる施設であり、救急要請、CPA事案共に多く発生している。

VI. まとめ

住宅を除く救急要請が多い場所のうち、老人ホームや海（夏場の海水浴場）、ゴルフ場、空港などでは、バイスタンダーとなり得る第三者が存在し、これまでも施設や企業で働く介護士や職員がその役割を担ってきた。特にCPA発生の可能性が高い場所では、心肺停止を判断する場面に遭遇する確率が高い。だからこそ、救急隊につなぐ役割を担うバイスタンダーを潜在救急救命士に置き換えることで、迅速な判断と確実な応急手当の実施が可能となり、救命率の向上に結びつき、同時に、潜在救急救命士の新たな活用方法として人材の有効活用が可能となる。

東京国際空港内の救急と空港医療体制に関する研究⁸⁾では、救急隊の現場到着から傷病者接触までの時間がその他の東京消防庁管内全体の活動時間と比較して長く、救急車が傷病者に横付けできずその導線が長くなるためであること、救急隊とバイスタンダーの間に空港内救急救命士のような役割を介入させることが必要だと考察している。この空港の例のようにバイスタンダーと救急隊の間に救急救命士を介在させる必要性は多数存在すると考える。

VII. 今後の展望

救急要請の多い現場、救急隊の到着に時間を要する現場、CPAや重症以上の発生頻度の高い現場を明らかにした。その中でも、水に関連する施設、例として海水浴場、プール、大衆浴場などや、老人ホーム、空港やゴルフ場などにおける救急救命士の活用を考えていく必要がある。プールや海水浴場では比較的若年層が、老人ホームでは基礎疾患を持った高齢者、空港では外国人などそれぞれの場所により傷病者の特性が異なる。そのためそれぞれの場所について実際に働く職員等にアンケートやインタビューを行い、より具体的に救急現場の課題を明らかにしていく必要がある。その上で、救急隊到着前の救急現場における救急救命士の必要性や有用性について明らかにし、新たな活用につなげていきたい。

引用・参考文献

- 1) 一般財団法人日本救急医療財団 <http://qqzaidan.jp/menkyo/>（最終アクセス：2022.12.25）
- 2) 総務省消防庁：令和4年版消防白
https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/r4/items/part2_section5.pdf（最終アクセス：2022.12.25）
- 3) 厚生労働省：第14回救急・災害医療提供体制等の在り方に関する検討会資料
<https://www.mhlw.go.jp/content/10802000/000511793.pdf>（最終アクセス：2022.12.25）
- 4) 総務省消防庁：令和3年版救急救助の現況 Fig.1-p.38, Fig.2-p.39, Table1-p.43,76, Table2-p.33, Table3-p.85
https://www.fdma.go.jp/publication/rescue/items/kkkg_r03_01_kyukyu.pdf（最終アクセス：2022.12.25）
- 5) 総務省消防庁：令和2年版救急救助の現況 Table2-p.33
https://www.fdma.go.jp/publication/rescue/items/kkkg_r02_01_kyukyu.pdf（最終アクセス：2022.12.25）
- 6) 総合警備保障株式会社：「HOME ALSOK みまもりサポート」
<https://www.alsok.co.jp/person/mimamori/service.html>（最終アクセス：2023.1.5）

- 7) セコム株式会社報道資料：「大規模イベントや大型施設での救護体制整備にむけて、日本初、「救急救命士所属施設認定」を取得」 https://www.secom.co.jp/corporate/release/2019/nr_20200117.html（最終アクセス：2023.1.5）
- 8) 一林亮：「東京国際空港利用客の増加に伴う空港医療体制の現状と課題」『日本臨床救急医学会雑誌』22（4），593-601，2019

研 究 ノ ー ト

ICTによる気象情報の農業への活用 ー宮城県産オリーブ葉のポリフェノール含量に及ぼす気象条件の影響ー

岩田一樹、山口政人

東北福祉大学

要旨

本研究では先に報告している石巻市網地島、仙台市国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭において採取されたオリーブ葉ポリフェノールの含量の違いを気候データに着目して検討を行った。具体的には、各気候データを説明変数、オリーブ葉ポリフェノール含量を目的変数として回帰分析を実施し、得られた決定係数を比較した。その結果、ポリフェノール含量には気温が影響することが明らかとなった。

キーワード：オリーブ、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

これまで我々は宮城県の地域振興を目的に、休耕地を活用した寒冷地オリーブ試験栽培を2018年に開始してから4年目を迎えた。栽培しているオリーブの品種はチュニジア産のChetoui（シェトウイ）、スペイン産のArbequina（アルベキナ）、ギリシャ産のKoroneiki（コロネイキ）の3品種である。現在のところ、国内におけるオリーブの寒冷地栽培は宮城県が北限とされ、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。2022年の時点でオリーブの樹は1600本以上を定植し、オリーブ果実の収穫量は500Kgを超えるまでに至っている¹⁾。同市はオリーブ栽培を地域振興の一つの軸に、オリーブオイルの6次産業化、養殖業への飼料開発、観光産業の活性、雇用創出など様々な目標を掲げている^{2,3)}。一方、これまでオリーブの寒冷地栽培を対象とした研究をあまり行われてこなかった。従って、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、あるいは、地域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学術的に意義深い。更に、日本におけるチュニジア産のChetouiの栽培は他に事例がなく、珍しい取り組みである。2018年の定植時、苗木の背丈は30センチメートル程度であったが、現在は樹高が2～3m、樹径が5cmを超える木も多く見られ、順調に生育している（Fig.1）。

オリーブのポリフェノールには抗酸化作用、抗菌作用、抗炎症作用、血糖値上昇抑制作用などの効果が知られている。特に、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おり⁴⁾、オリーブ葉から抽出したポリフェノールから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⁵⁻⁹⁾。更に、最近では、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¹⁰⁻¹¹⁾、多面的なオリーブ研究が実施されており、オリーブは研究対象として大きな可能性を秘めている。我々は、これまで、寒冷地宮城県で栽培したオリーブの特色を明らかにするため、石巻市網地島（露地栽培）、仙台市国見ヶ丘（露地栽培）、感性福祉研究所中庭（半室内栽培）において試験栽培し、4年目を迎えたオリーブ3品種の葉抽出液中の総ポリフェノールを定量した。その結果、石巻市網地島にて栽培したオリーブにおいて、オリーブ葉ポリフェノールの含量が他の2地域と比較して有意に高いことがわかった（Fig.2）¹²⁾。

この測定は継続的に実施しているものであり、寒冷地栽培による影響の有無等を調査することを目的としている。

一方、我々は上記の3地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（照度、気温、湿度など）を取得している。植物の生育と気候条件は密接に関係しているため、これら3地点での気象データとオリーブ葉ポリフェノールの含量を比較することで、ポリフェノールの含量がどの気候条件との関係性が深いのか検討可能と考えられる。また、気候条件が植物の生育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、様々な健康機能に寄与するポリフェノールの含量をコントロール可能とすることで、植物の付加価値向上とそれを生かした地域振興に寄与することが可能と考えられる。

本研究では、石巻市網地島、仙台市国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭に生育するオリーブ葉のポリフェノールの含量の違いを気候条件などから検討することを目的とする。



Fig.1 オリーブの試験栽培の様子。(a) 石巻市網地島（撮影日：2022年9月25日）、
(b) 仙台市国見ヶ丘（撮影日：2022年8月14日）、(c) 感性福祉研究所中庭（撮影日：2023年1月30日）

2. 研究方法

2-1. 試料及び実験方法

試料となるオリーブの葉は、石巻市網地島オリーブ農園（採取日：2021年11月23日）、仙台市国見ヶ丘キャンパスの教育実践農園、並びに、同キャンパス感性福祉研究所の中庭の花壇（半屋内栽培：周囲が白いガラスとコンクリート壁に覆われ、屋根は無い）（採取日：2021年10月21日）において試験栽培中の3品種のオリーブの樹（樹勢が良い各種5本）から葉（Chetoui、Arbequina、Koroneiki）を採取したものとした。石巻市網地島オリーブは2018年5月25日に苗木を植樹、仙台市国見ヶ丘キャンパスのオリーブは2018年8月12日に苗木を植樹し、3度目の越冬を経験し、宮城県の気候に順応してきていると考えられる。

栽培条件は次の通りである。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。施肥の時期においては、市販の混合肥料（窒素：リン：カリウム＝5：5：5）を3月と7月、苦土石灰を2月とした。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。

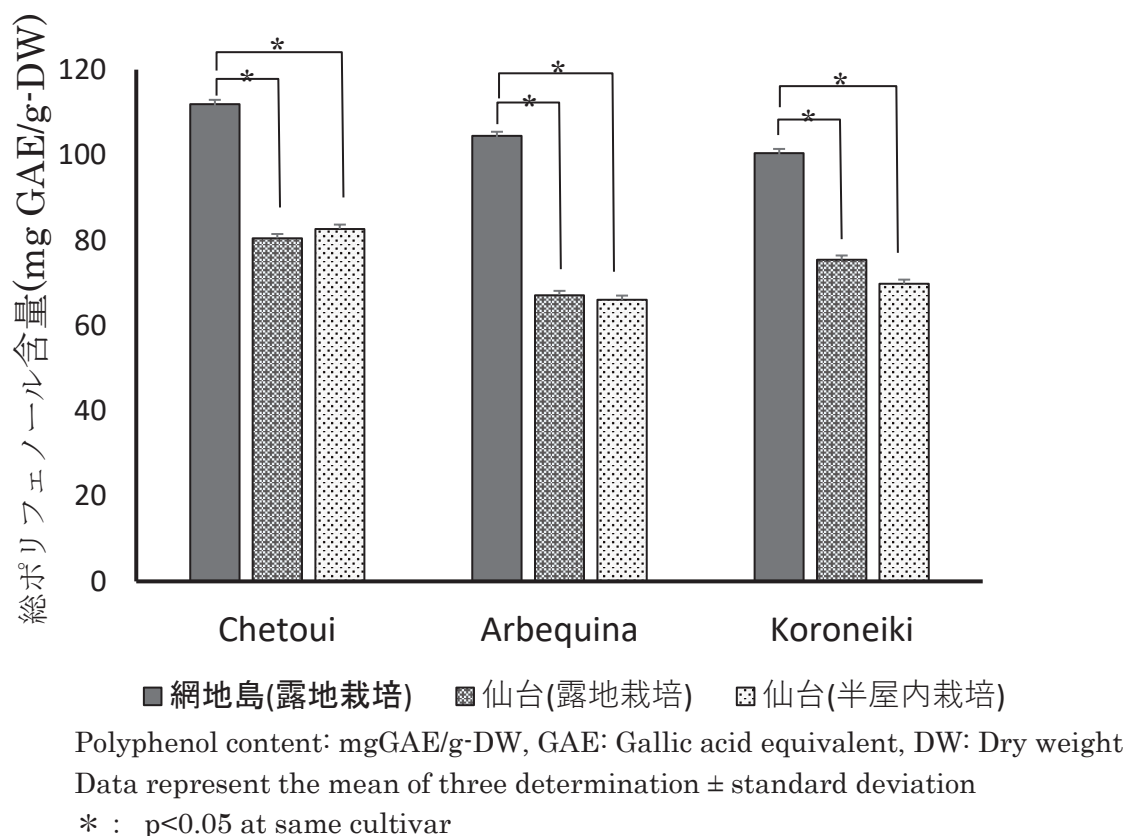


Fig.2 オリーブ葉抽出物の総ポリフェノール含量 (12) Fig.3から引用)

2-2. 試料の調製

採取した各オリーブの葉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）を用いて粉末にした。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、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。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により希釈し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、50 μg/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（mg-GAE/gDW）として求めた¹³⁾。ここで、GAEはGallic acid equivalent、DWはDry weightを示す。総ポリフェノール量の計算式は次の通りである。

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

Wt: 試料中の総ポリフェノール量、Dsample: 試料溶液の吸光度、Dintercept: 検量線Y軸切片の吸光度、Sstd: 検量線の傾き、Msample: 試料量 (g)、Vsample: 試料抽出液量 (mL)、d: 比色定量した時の試料希釈倍率。

2-4. 気象データの測定

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¹³⁻¹⁴⁾。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。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。

2-5. 土壌の簡易分析

各試験栽培地3地点（網地島、仙台市国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭）の土壌を採取し簡易分析を行なった。土壌採取地点は、樹勢が良い樹を5本選定し、それぞれの樹の樹幹先端から30cm程度内側の3箇所について地表の枯葉等を除いて、主要根群域20cm程度までを上下に2等分して採土し、各層ごとに混合した。土壌試料を風乾後2mmの網ふるいに通し、試料瓶に保存した。pHの測定については、ガラス電極法により測定した。即ち、風乾土壌10gに25mLの蒸留水を加え、常温で1時間振り混ぜた後、ろ紙（No.5C, アドバンテック東洋）を用いて濾過し、その濾液をpHメーター（MJ-7200, Sato tech）により測定した。可給態窒素については、80°C・16時間水抽出-COD簡易比色法により測定した¹⁵⁻¹⁶⁾。即ち、風乾土壌3gに50mLの蒸留水を加え、80°Cに加温したウォーターバスの中で16時間静置した後、ろ紙で濾過後、その濾液を5,500×g、20分間遠心分離し、上澄み液を簡易水質測定器パックテストCOD（共立理化学）を用いて測定した。カリウムイオンとリン酸イオンの測定には、風乾土壌4gに10mLの蒸留水を加え、常温で16時間静置した後、ろ紙で濾過し、その濾液を5,500×g、20分間遠心分離した。その上澄み液をイオン電極法によるコンパクトイオンメーター（LAQUAtwinK-11, HORIBA）、並びに吸光度法による低濃度リン酸塩測定器（HI713, HANNA instruments）を用いて、それぞれを測定した¹⁶⁾。硝酸態窒素、カルシウムイオン、マグネシウムイオンの測定については、同様の濾液を用いて、簡易水質測定器パックテスト（共立理化学）により測定した¹⁷⁾。

3. 結果と考察

3-1. オリーブ葉抽出物のポリフェノール含量と気象条件

オリーブ葉中のポリフェノール含量は、Folin-Ciocalteu法を用い、没食子酸の検量線、並びに前述した計算式に基づき、乾燥葉1g当たりの重量 (mg) を没食子酸換算 (mgGAE/gDW) で表し、得られた定量値を測定した (Fig.2)。その結果、オリーブ葉のポリフェノール含量は、3種全てが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。具体的には、Chetouiにおいては、石巻市網地島 (111.9mgGAE/gDW) は仙台市国見ヶ丘 (80.5～82.7mgGAE/g-DW) と比較して約1.4倍多かった。Arbequinaにおいては、石巻市網地島 (104.4mgGAE/g-DW) は仙台市国見ヶ丘 (66.0～67.1mgGAE/g-DW) と比較して約1.6倍多かった。Koroneikiにおいては、石巻市網地島 (100.4mgGAE/gDW) は仙台市国見ヶ丘 (69.8～75.4mgGAE/gDW) と比較して約1.4倍多かった¹²⁾。

このポリフェノール含量の違いを気象データから検討するに当たり、我々は取得している気象データの中から、特に植物の生育と関係が深いと考えられる、照度、温度、湿度に着目した。更に、昼間と夜間が影響している可能性も考えて、1日の平均、昼間の平均、夜間の平均を算出した。ここで、昼間と夜間は気象センサに取り付けられている照度計 (lx) を用いて0lxを超える時間帯を昼間、0lxである時間帯を夜

間とした。加えて、果樹栽培の収穫時期は積算温度を参考にすることがあり、積算された条件も関係する可能性があると考え、照度と温度については後述の期間の積算照度と積算温度についても検討に加えた。尚、積算は「平均値×日数」で算出するが、平均値を取得する際にその日の最大値と最小値を加えて2で除する方法と測定毎の値の総和を測定回数で除する方法があるが、本研究ではより平均値としての精度が高い後者を採用した。また、分析に用いる気象データの期間は、ポリフェノール含量を測定した葉を採集したのが10月～11月であることから、葉の採集前の6月1日～9月30日のものを参照した。

Fig.3～5は、それぞれ、横軸に照度、気温、湿度、縦軸をオリーブ葉のポリフェノール含量としてプロットしたものである。以下、図中の●、◆、▲は、それぞれ、Chetoui、Arbequina、Koroneikiを意味する。照度については1日の平均照度と積算照度ともに同様な傾向が見て取れ、照度が高いほど、ポリフェノール含量が高い (Fig.3)。気温については1日の平均気温、日中の平均気温、夜中の平均気温、積算気温のいずれにおいても気温が低いほどポリフェノール含量が高いことが見て取れる (Fig.4)。最後に、湿度については、一日の平均湿度、昼間の平均湿度、夜間の平均湿度のいずれにおいても湿度が高い方がポリフェノール含量も高い (Fig.5)。

本稿ではデータ点の不足から定量的な議論は困難だが、Fig.3～5から定性的に「日中の平均気温」、「積算気温」、「日中の平均湿度」において、ポリフェノール含量との線形性が高いことが見て取れる。このことは、線形性が高いことが横軸と縦軸との関連性が深いことを示唆することから、気温と湿度がポリフェノール含量に影響する可能性を示唆している。一方、興味深いことに昼間の平均気温とポリフェノール含量との線形性が高いのに対して、夜間の平均気温においては線形性が良くないことが見て取れる。昼間と夜間とを比較すると平均気温で2℃程度の違いがあるので、それが影響している可能性もあるが、昼夜で最も異なるのは照度と考えるのが自然である。しかし、照度とポリフェノール含量の線形性は良くないため、照度は葉のポリフェノール含量を説明していないと判断される。これらの結果から、我々はポリフェノール含量には気温と特定波長の光が関係している可能性を我々は提唱したい。すなわち、植物の成長に不可欠な光合成はポリフェノール含量に影響すると考えられるが、光合成に用いられる光は特定波長のものであるため、その量が3地点で異なるということである。植物の光合成に利用される光の波長の範囲は400nm-700nmであり、その範囲内でも600-700nm (赤) と400-500nm (青) の光の吸収率が高いことが知られている。したがって、この400nm-700nm波長内の分布が島と内陸、壁に囲まれた路地で反射光が主な場所で異なる可能性がある。そして、クロロフィルの吸収率の観点からは600-700nmと500-600nmの量が影響していると推察されるが、このポリフェノール含量と気温、光の関係については、影響を与える光の波長の調査など今後更なる研究、検討が必要である。また、気温は風速と密接に関係している。風速は栽培地の地形に加え、障害となる雑木林や建造物の有無など複数の因子によって影響を受ける。ポリフェノール含量と気温との相関を述べるためには、風速に関する詳細な解析も必要と考えており、これも今後の課題とする。

一方、湿度については、オリーブの原産国であるチュニジアが乾燥している国である点、更に、我々が得ているポリフェノール含量がチュニジアで栽培しているチュニジア原産Chetouiの値と類似していることを合わせて検討すると、湿度と関係があるように見えるのは、気温との相関があることが理由であり、本質的にはポリフェノール含量には気温の影響が主であると推察できるが、この点についても結論を下すには更に検討が必要である。

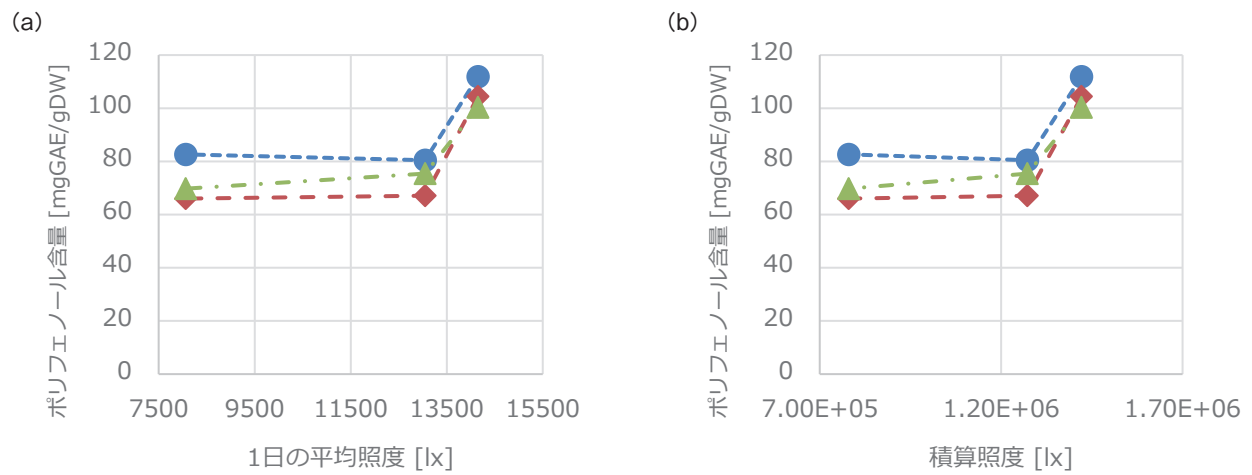


Fig.3 ポリフェノール含量の照度依存性。(a) 1日の平均照度、(b) 積算照度

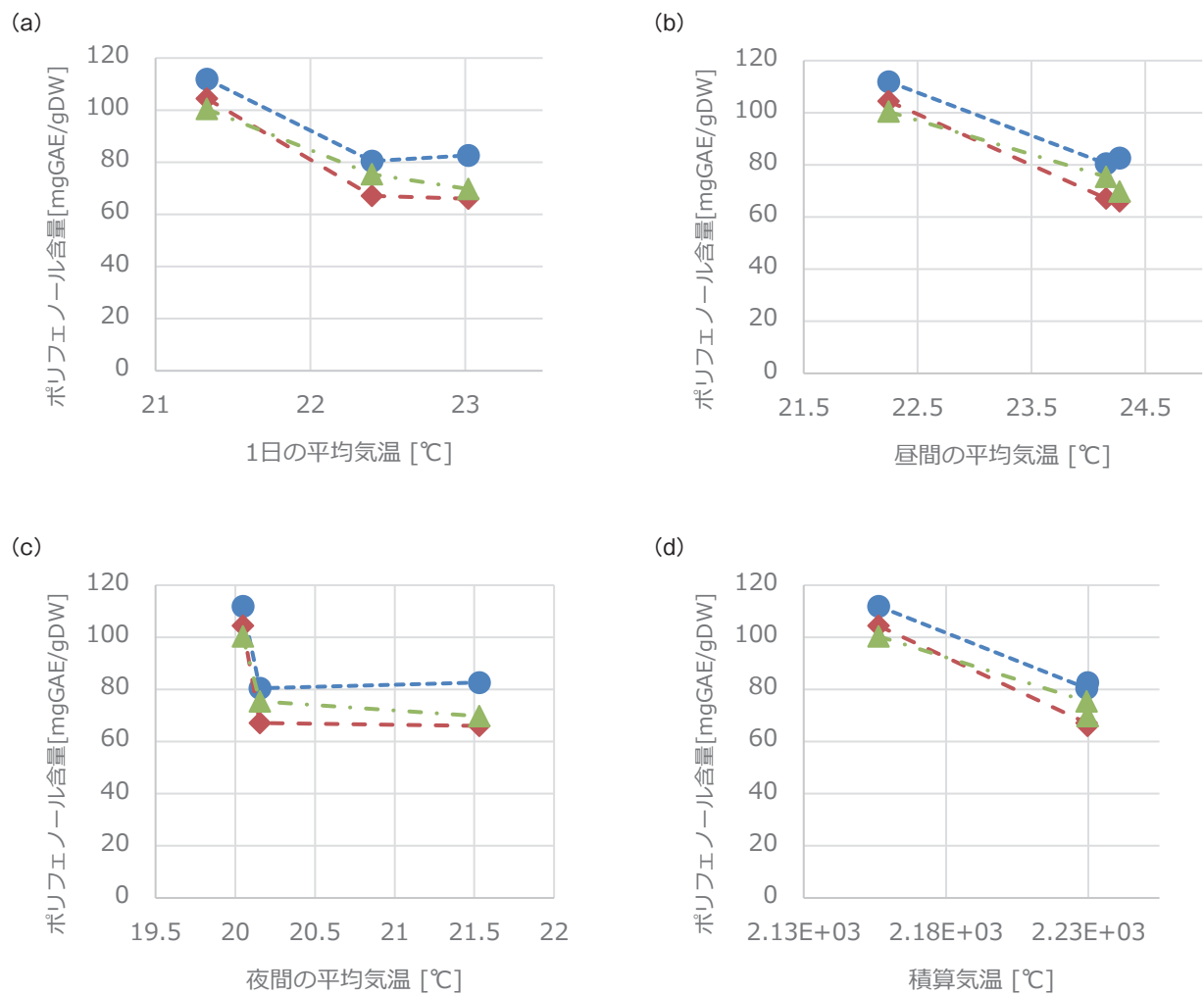


Fig.4 ポリフェノール含量の気温依存性。(a) 1日の平均気温、(b) 昼間の平均気温、(c) 夜間の平均気温、(d) 積算気温

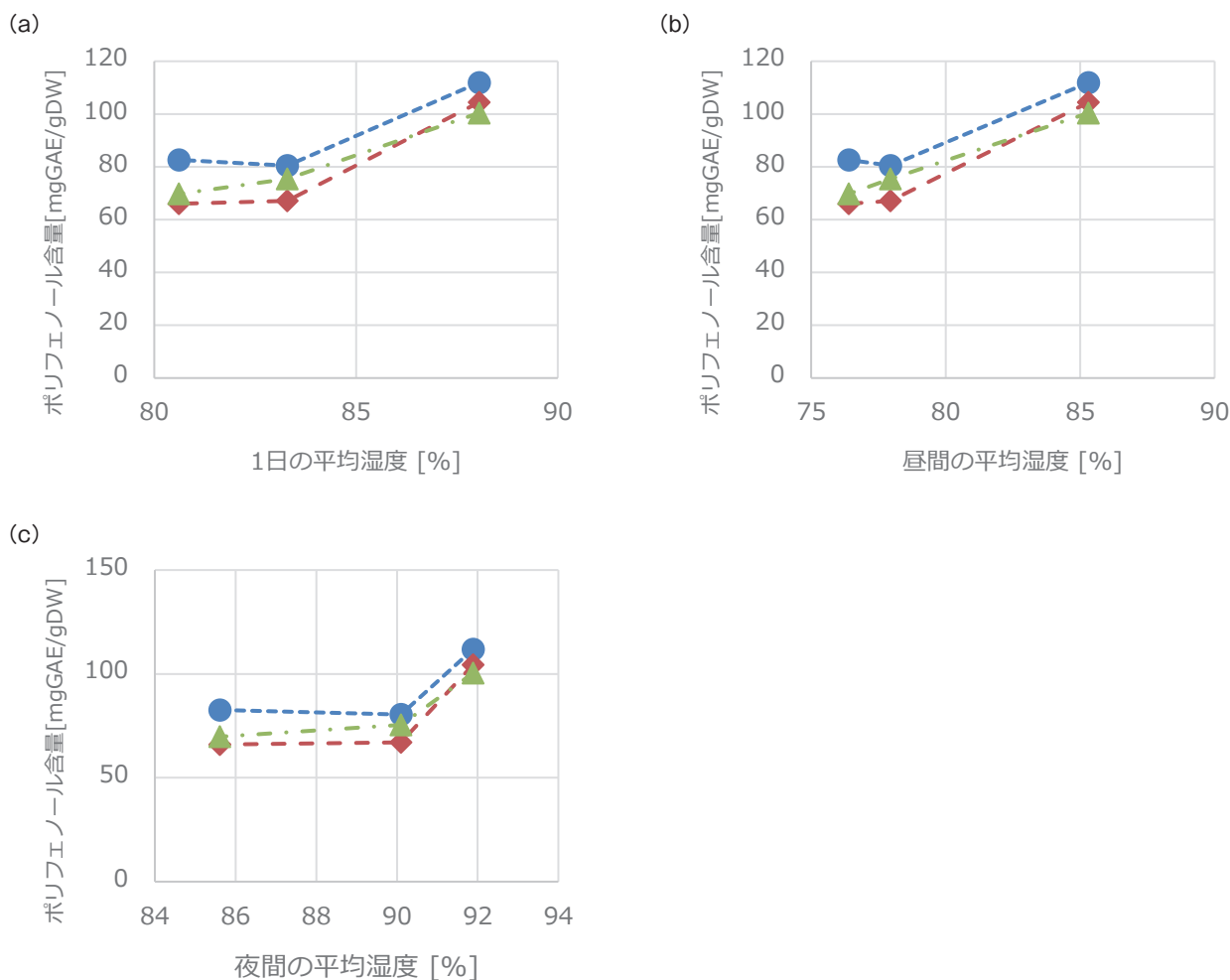


Fig.5 ポリフェノール含量の湿度依存性。(a) 1日の平均湿度、(b) 昼間の平均湿度、(c) 夜間の平均湿度、(d) 積算湿度

3-2. 土壌成分とオリーブ葉抽出物のポリフェノール含量

各試験栽培地における土壌分析の結果を表1に示した。可給態窒素については、石巻市網地島の土壌 (7.4mg/kg) は仙台市国見ヶ丘2地点 (10.4mg/kg, 10.8mg/kg) より低い値を示した。可給態窒素は土に含まれている無機態窒素と土中の有機物が微生物によって無機化されて放出される無機態窒素を合わせたものであり、作物が土から吸収して利用できる窒素である。このうち硝酸態窒素は無機態窒素の一つであるとされており、今すぐに作物が吸収できる窒素が土の中にどれくらい含まれているかを示すものである。その硝酸態窒素も可給態窒素と同様の傾向が見られ、石巻市網地島の土壌 (0.9mg/kg) は仙台市国見ヶ丘2地点 (2.0mg/kg, 2.5mg/kg) より低い値を示した。石巻市網地島のオリーブ葉ポリフェノール含量は仙台市国見ヶ丘の2地点で栽培したオリーブよりも有意に高いことと、土壌中窒素成分との間に関係があるのかも知れない。一方、リン酸については、石巻市網地島 (46.9mg/kg) が仙台市国見ヶ丘2地点 (38.9mg/kg, 33.5mg/kg) と比べて高い値を示した。我々はオリーブの苗木を定植し、4年間同様の施肥を実施してきたものの、上述のように地域間で成分含量に違いが見られたことの原因については、その土地特有の土壌成分や土壌細菌叢、団粒構造、水捌け等の生物学的あるいは物理化学的な性情の違い、加えて降水がもたらす土壌成分の流出などの影響があるのかも知れない。植物の葉におけるポリフェノール含量と土壌成分の関係については、李らが有機肥料と化成肥料の施用が茶ポリフェノールの量に与える影響について調査しており¹⁸⁾、有機肥料と化成肥料とも窒素施肥量の増加に従って茶ポリフェノールのカテキ

ン類の蓄積量が減少する傾向を認めたことを報告している。李らは茶葉の採取時期、施肥量、施肥時期、茶葉ポリフェノールの時期別変動等、詳細な実験条件の下で調査している。また、宛は茶樹におけるリン及びカリの代謝について調べており、土壤中のリンが茶葉の光合成を活性化しポリフェノールの基質である糖の生成を促進することでポリフェノールの合成にはプラスに働くと報告している¹⁹⁾。今回、石巻網地島のオリーブ葉中ポリフェノール含量が仙台市国見ヶ丘2地点で栽培したオリーブに比べて有意に高かったこと、石巻市網地島の土壤の可給態窒素、硝酸態窒素が仙台市国見ヶ丘2地点の土壤に比べて低い値であったこと、一方、リンの含量は多かったことは、李、宛の報告のようにオリーブ葉においても共通した性質があるのかも知れない。しかし、葉の段階的な採取時期の設定、時期別ポリフェノール含量調査等、厳密な実験条件を設定していないため、土壤成分と葉中ポリフェノール含量の関係を述べるにはまだ基礎情報が少ない。これに関しても今後再調査が必要である。

表1 各試験栽培地の土壤の化学的特性

	pH	可給態窒素	硝酸態窒素	リン酸	カリウム	カルシウム	マグネシウム
		(mg/kg)					
石巻市網地島	6.4	7.4	0.9	46.9	22.5	52.5	12.5
仙台市国見ヶ丘	6.5	10.8	2.0	38.9	37.5	67.5	7.5
感性福祉研究所中庭	6.2	10.4	2.5	33.5	17.5	77.5	27.5

pH以外は全て乾燥土壌ベースで換算

結 言

本研究では、宮城県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種のオリーブ(Chetoui、Arbequina、Koroneiki)の葉中ポリフェノール含量の違いの理由を気候に着目して検討した。その結果、ポリフェノール含量の違いには「昼間の平均気温」と「積算気温」が影響を与える可能性が示唆された。また、夜間に比べて昼間の気温の方がポリフェノール含量を良く説明できる一方で、照度による説明が不十分であった結果から特定波長の光がポリフェノール含量に影響する可能性が見出せた。これらの研究を通して、将来的には寒冷地栽培のオリーブの価値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Muhamed 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、網地島島民の皆様等、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) 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
- 2) 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7月23日

- 3) 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
- 4) 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
- 5) 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
- 6) 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
- 7) 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
- 8) 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
- 9) 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
- 10) Bouarab, C., Degraeve, P., Ferhout, H., Bouajila, J. and Oulahai, N. “Plant antimicrobial polyphenols
 as potential natural food preservatives” *Journal of Food Agriculture* 15;99(4), 1457-1474, 2018
- 11) 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
- 12) 山口政人、岩田一樹、庭野道夫、磯田博子、『宮城県で栽培したオリーブの有効成分の基礎研究』感
 性福祉研究所年報, 第23巻, pp.65-72, 2022.
- 12) 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
- 13) 岩田一樹、庭野道夫、山口政人、『ICTを活用した気象情報の取得』, 感性福祉研究所年報, 第21巻,
 pp.93-101, 2021
- 14) 岩田一樹、山口政人、庭野道夫, 「ICTと気象センサを組み合わせた気象情報モニタリング」, 感性福
 祉研究所年報, 第23巻, pp.87-94, 2022
- 15) 上蘭一郎、加藤直人、森泉美穂子, 「日本の畑土壌に対する80℃ 16時間水抽出法による可給態窒素
 簡易評価法の適用性」, *Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition*, 39-43, 2010
- 16) 農研機構, 「簡易測定用試薬と簡易吸光度計を用いた畑土壌分析マニュアル」, 2013
- 17) 松岡憲吾、波田善夫, 「パックテストによる簡易土壌養分分析法」, *Naturalistae*, 12, 33-40, 2008
- 18) 李家華、石黒悦爾、根角厚司、石川大太郎、清水圭一、坂田祐介、橋本文雄「肥料の違いが茶ポリフェ
 ノール類の含量に与える影響」*農業生産技術管理学会誌*, 14(2), 87-92, 2007
- 19) 宛曉春主編「茶樹におけるリンおよびカリの代謝」, 「茶葉生物化学」, 中国農業出版社, 北京,
 ppl51, 2003

研 究 ノ ー ト

ハザードマップを補完する 既存地形情報の活用とその意義について － 仙台市西多賀地域の事例 －

水本匡起

東北福祉大学

要旨

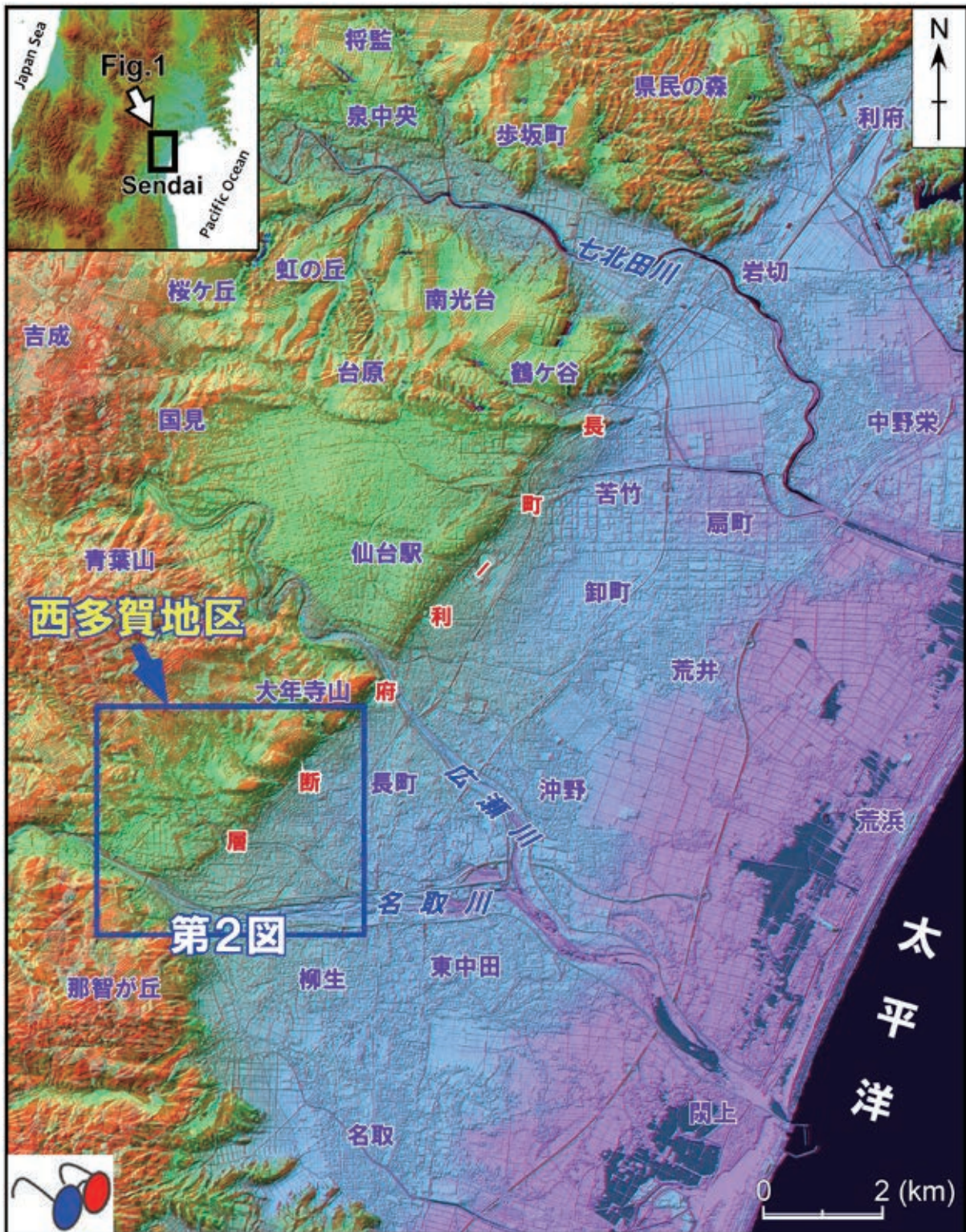
自治体ごとにハザードマップが整備されている現在においても、ハザードマップに災害リスクが図示されていない場所で頻繁に被害が起きている。そこで本研究は、地域に潜在する自然災害リスクを住民が実感的に理解できる手法を検討するために、洪水浸水リスクや地震災害リスクのある宮城県仙台市西多賀地域を研究対象地域とし、住民が容易に入手可能な複数の地形情報を古い時代の空中写真から作成した立体地形画像に重ねて提示する手法を試みた。その結果、ハザードマップの情報はもちろんのこと、ハザードマップに図示されていない自然災害リスクを住民に対して実感的に示すことができることがわかった。さらにこの結果は、既存地形資料を適切に活用することで、専門家や自治体のハザードマップに依存することなく、地域に潜在する自然災害リスクを住民が主体的に捉えることが可能であることを示している。今後はこれらの既存地形情報を住民自らが積極的に活用できる防災教育を繰り返し行い、地形環境の関心を高めることで自然災害への当事者意識を育みながら、自治体ハザードマップに過度に依存しない地域防災を進めていくことが重要である。

キーワード：ハザードマップ、地域防災、地形情報、空中写真、仙台市

1. はじめに

近年は自治体ごとにハザードマップの整備が進み、地図上に様々な自然災害のリスクが示されている。しかし、鈴木編（2015）¹⁾が示しているように、想定されている全ての自然災害がハザードマップに図示されているわけではない。事実として、2019年台風19号で甚大な被害を受けた宮城県丸森町において、町内で亡くなった10人のうち7人は、ハザードマップで自然災害のリスクが想定されていない場所だったことが指摘されている（日本放送協会、2019）²⁾。したがって、自然災害から命を守るためには、ハザードマップに示されている情報はもちろんのこと、マップに示されていないような潜在的な自然災害リスク情報も住民が十分に知っておく必要がある。そして、少なくとも自分が居住する地域に関しては、自然災害リスクの全てを自治体のハザードマップに依存するのではなく、住民自らが主体的に得た正しい知識に基づいて、地域の災害危険度を自分たちで判断できることが重要となる。

村山ほか（2021）³⁾は、地形を把握することによって、その場所の災害リスクが理解できるようになることを指摘した。そして、水本（2022）⁴⁾は、詳細な地形分類図を作成することで、ハザードマップに災害危険性が示されていない地域においても、潜在する自然災害リスクがわかることを実証した。このような詳細地形分類図を用いて地域防災をファシリテートするためには、地形学の高度な専門的知識が必要である（水本、2023）⁵⁾。したがって、さらに手軽に地域の自然災害リスクを理解できるようにするためには、地形分類図に加えて、土地の様子を実感的に捉えることができる陰影起伏図が有効とされている



第1図 仙台市中心部周辺の地形と調査対象位置図

(国土地理院の基盤地図情報数値標高モデル(5mメッシュ)データを用いて地形図を作成し、等高段彩図とアナグリフ立体地形画像を重ね、赤青メガネを用いて地形が立体的に見えるようにしたもの)

(海津、2020)⁶⁾。ただし、地域の地形概観がわかる陰影起伏図は、あくまでも現在の地形から作成された図である。よって、日本各地でみられるように、宅地造成等による大規模な人工改変で原地形が失われた地域では、陰影起伏図や地形分類図を見ても、地域に潜在する自然災害リスクを読み取ることが難しいという問題がある。

このような大規模な宅地造成が行われた地域において、住民が土地の起伏を実感的に捉えることができるようにするためには、陰影起伏図の代わりに、宅地造成前の古い時代に撮影された空中写真のアナグリフ立体地形画像を活用する方法がある。そして、このアナグリフ立体地形画像に新旧の詳細地形図や各種地形情報を重ね合わせて見ることで、地域の潜在的な自然災害リスクを住民の誰もが理解しやすい形で示すことができれば、専門家や自治体ハザードマップに依存することなく、宅地造成による地形の人工改変が行われた地域においても、地域に潜在する自然災害リスクを住民が主体的に考えることができるようになると思われる。

そこで本研究は、大規模宅地造成地の一つである仙台市西多賀地域において、誰もが容易に入手できる各種地形情報とアナグリフ立体地形画像とを適切に重ねて表示することで、ハザードマップの情報はもちろんのこと、ハザードマップを補完する自然災害リスクも住民の誰もが実感的に理解できる形で提供する方法を検討する。そして、これらの方法を具体的に記載することで、身近な地域の地形が示す自然災害リスクに住民が関心を持ち、専門家や自治体ハザードマップに依存することなく、地域防災力向上に資する既存の地形情報を今後住民が積極的に活用できるようになることを目的とする。

2. 研究対象地域の概要と研究方法

西多賀地域は、昭和40年代以降に大規模な宅地造成が実施された住宅地域である。長町－利府断層（中田ほか、1976）⁷⁾を構成する複数の活断層が並走し、形成時代を異にする複数の段丘面を変形させているために（今泉ほか、2008）⁸⁾、地域の北西部は起伏に富む土地となっている（第1図）。各段丘面は開析を受けており、開析谷を形成する複数の小河川が東方へ流下している。そして、大規模な宅地造成によ

第1表 研究対象地域の地域防災を考える際に住民が入手可能な地形情報一覧

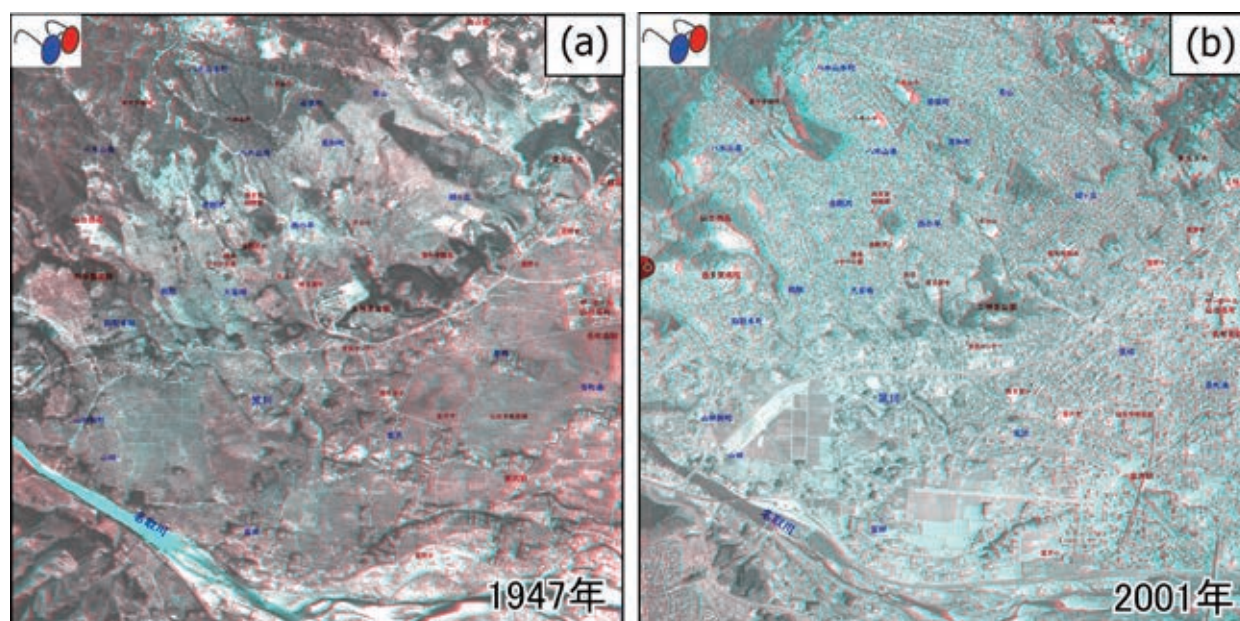
	資料の名称	入手先	ウェブサイトのURL (2023年1月現在)
1	2万5千分の1地形図	国土地理院 「地理院地図」サイト	https://maps.gsi.go.jp/
2	空中写真(宅地造成前に 撮影された古いもの)	地図・空中写真 閲覧サービス	https://mapps.gsi.go.jp/
3	空中写真(現在の様子が わかる新しいもの)	地図・空中写真 閲覧サービス	https://mapps.gsi.go.jp/
4	Googleマップ	Google ウェブサイト	https://www.google.co.jp/maps/
5	仙台市都市計画基本図 (昭和30年代発行 3千分の1地形図)	仙台市都市整備局 都市計画課窓口にて 閲覧申込	無し
6	仙台市都市計画基本図 (平成28年代発行 2千5百分の1地形図)	仙台市都市計画情報 インターネット 提供サービス	http://www.city.sendai.jp/toshi-kekakuchose/kurashi/machi/kaiatsu/toshikekaku/documents/kihonzu_download.pdf
7	仙台市住宅造成 履歴等情報マップ	仙台市都市整備局 開発調整課	http://www.city.sendai.jp/kaihatsuchose-chose/kurashi/anzen/saigaitaisaku/kanren/joho/index.html
8	地形分類図	国土地理院「地理院地図」 サイトトップ＞土地の成り立ち・ 土地利用＞地形分類	https://maps.gsi.go.jp/
9	治水地形分類図	国土地理院「地理院地図」 サイトトップ＞土地の成り立ち・ 土地利用＞治水地形分類図	https://maps.gsi.go.jp/
10	都市圏活断層図	国土地理院「地理院地図」 サイトトップ＞土地の成り立ち・ 土地利用＞活断層図	https://maps.gsi.go.jp/
11	仙台防災ハザードマップ	仙台市危機管理局 減災推進課	https://www.city.sendai.jp/anzenushin/kurashi/anzen/saigaitaisaku/hazardmap.html

り、現在では地域のほとんどで原地形が不明瞭となっている。一方、長町－利府断層の低下側（東側）にあたる地域南東部には、名取川が形成した沖積低地が広がっている。完新世後期に形成された自然堤防や旧河道などの微地形が数多く発達している（松本ほか、2004）⁹⁾。これらの微地形分布から、地域南東部の沖積低地は度重なる巨大洪水によって形成され、今後も同規模以上の洪水が繰り返す可能性が高い地域であることがわかる。

西多賀地域の洪水浸水リスクについて、仙台市（2022）¹⁰⁾の防災ハザードマップによると、地域南東部の低地部分には名取川の氾濫による洪水リスクが示されているが、地域北西部の小河川沿いの洪水リスクは全く示されてない。また、活断層による地震災害リスクを示すハザードマップは、長町－利府断層による地震揺れやすさマップ、地域の危険度マップ、液状化予測マップと3枚の図面が公開されているが（仙台市都市整備局住環境部住環境整備課、2007）¹¹⁾、いずれの図にも活断層の正確な位置や地表破壊によるリスクは示されてない。よって、このような地域では、自治体ハザードマップと陰影起伏図を併用しても、地域に潜在する真の自然災害リスクを住民に示すことはできない。

2022年10月に仙台市太白区西多賀地域において、「地形から見た新しい地域防災のかたち～西多賀の地形を知って命を守る～」という題目の防災講演会を行う機会を得た（仙台市市民センター、2022）¹²⁾。そこで、1947年米軍撮影の空中写真から作成したアナグリフ立体地形画像と、昭和30年代仙台市発行の都市計画基本図を用いて、大規模宅地造成前の同地域の地形について説明を行った。また、講演会終了後にも住民自らが積極的に情報を活用できることを考慮して、一般的に入手可能な複数の地形情報を重ね合わせるにより、ハザードマップには示されない真の自然災害リスクがわかることを説明した。これらの地形情報と入手先等を第1表に示す。

まずは、地域全体の地形がいつ、どのような過程で今の形になったのかということについて、地形発達史観点から丁寧に説明を行った。そして、地域全体をカバーする新旧の空中写真から作成したアナグリフ立体地形画像を比較しながら、大規模な宅地が造成される前の地形を住民に読みとってもらった（第2図）。その際には、仙台市発行の新旧都市計画基本図を併用し、地域の地形環境に対する理解度の向上に努めた。その後、本地域を起伏のある北西部と平坦な南東部とに分け、複数の地形情報を見ながらそれらを組み合



第2図 西多賀地域の地形を示すアナグリフ立体地形画像（赤青メガネを使うと地形が立体的に見える）

(a)：米軍1947年撮影 USA-M201-35,36から作成したアナグリフ立体地形画像

(b)：国土地理院2001年撮影 TO2001-12Y-C5-6, 7から作成したアナグリフ立体地形画像

わせることにより、本地域で将来起こり得る自然災害リスクを住民に考えてもらいながら解説を進めた。本稿で用いた資料は、上記の防災講演会で実際に住民に提示した資料である。以下では、各資料から読み取れる自然災害リスクについて、北西部と南東部に分けて順に記載する。

3. 結果と考察

(1) 西多賀地域北西部の地形情報と自然災害リスクについて

西多賀地域北西部の標高はおよそ20mから100mであり、名取川が形成した段丘面が、長町－利府断層を構成する複数の断層によって複雑に変形している。北側は高位の段丘面が開析されて形成された丘陵である(第3図)。地域北西部は大規模な宅地造成が実施され、現在はほぼ全ての土地が住宅地となっている。第4図は、地域北西部の仙台市防災ハザードマップである。土砂災害に関する警戒区域は、段丘・丘陵地域を造成した後の急傾斜地など、地域北西部全体をほぼ網羅しているように見える。一方で、洪水浸水想定区域は、地図最南東端の低地部にのみに認められ、本地域北西部には洪水による浸水リスクが示されていない。

第3図の地形図が示すように、本地域北西部には段丘や丘陵を刻む複数の沢や小河川が発達している。これらの沢や小河川の中には、谷幅数十mの谷を形成しているものもあり、大雨時にはこれらの谷が水の通り道となる。よって、本地域北西部で洪水浸水リスクの高い場所が、これらの沢や小河川沿いの谷であることは紛れもない事実である。ただし、講演会やワークショップ等の短い時間内において地形図や地形分類図のみを提示しても、これらのリスクを住民に理解してもらうことは難しい。ましてや、現行ハザードマップ(第4図)には、地形を見れば一目瞭然である「沢や小河川の洪水浸水リスク」が全く示されていない。したがって、これらの沢や小河川を含めて、地域に潜在する真の自然災害リスクを知るためには、地表の凹凸からはじまり、沢や小河川沿いに発達する谷の位置、谷幅や谷の深さなど、まずは自分たちの



第3図 西多賀地域北西部の2万5千分の1地形図(国土地理院地形図を使用)



第4図 仙台市防災ハザードマップ(西多賀地域北西部)



第5図 仙台市防災ハザードマップ(第4図)に国土地理院地形分類図を重ねたもの

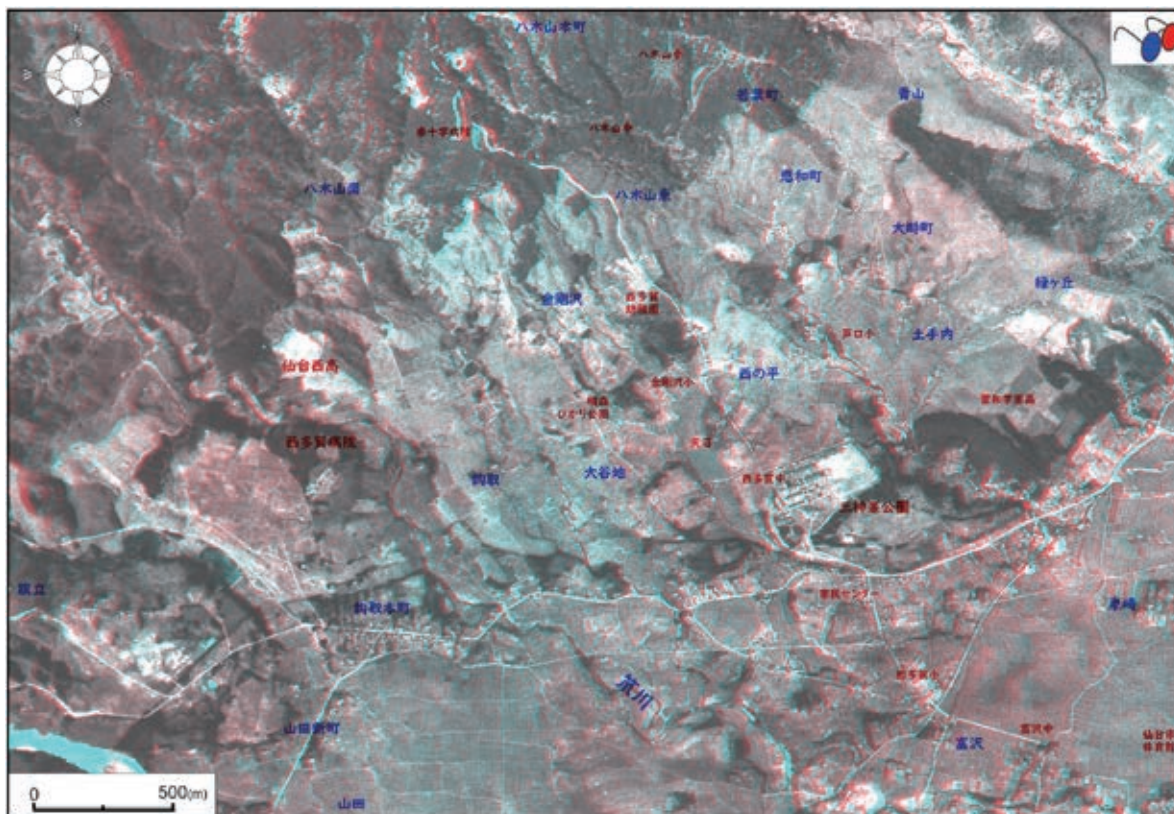
住む地域の地形とその成り立ちを知ることが必要となる。その際には、空中写真のアナグリフ立体地形画像を用いることが極めて有効な手段と考えられる。そして、空中写真のアナグリフ立体地形画像と地形分類図を併用することではじめて、地形分類図の意味もわかるようになる。また、このようにアナグリフによる空中写真の立体画像と地形分類図を併用して地域の地形を見ることは、防災上の危険箇所を確認する

目的のみならず、自分の住む地域を知りたいという純粋な興味を満たすことにもつながっている。すなわち、居住地域の地形を知ることによって日常風景に新たな発見を得ることができ、地域に対する愛着がより強くなり、結果として無理の無い地域防災力の向上につながるという効果も期待できる（水本、2023⁵⁾）。

第5図は、第4図の仙台市防災ハザードマップに、国土地理院が作成した地形分類図を重ねたものである。本地域の地形分類図は、国土地理院（2022）¹³⁾の地理院地図にアクセスすることにより、住民も容易に閲覧可能である。一般的に地形分類図は、本来、各目的に応じた時間・空間的スケールを考慮した地形発達史の結果が示されている図であり、作成には高度な地形学の知識が必要である。今回用いた国土地理院の地形分類図は、住民にも理解しやすい地形区分図として有効な図となっている。この地形分類図を重ねて示すことによって、第3図の地形図ではわかりづらかった小河川による谷の位置も明瞭に追跡できる。そして、ハザードマップに描かれた様々な情報の意味や、ハザードマップには描かれてない災害リスクを理解することができる。

例えば、第4図の中央部に位置する金剛沢小学校は、周囲の指定避難場所と異なり、大雨災害時の指定避難所になっていない。その理由は、ハザードマップ（第4図）を見ても全くわからない。しかし、第5図を見ることによって、「金剛沢小学校は谷底部に位置しているために、大雨災害時の指定避難所として適当ではない」という理由が一目でわかる。このように、住民がハザードマップに積極的に関心を持つためには、すでにハザードマップに描かれている事象に関しても、その理由を一つ一つ確認していく作業も重要である。

第6図は、西多賀地域北西部の地形を示すアナグリフ立体画像である。アナグリフ立体画像の元となる空中写真については、国土地理院のウェブサイトより住民が自由にダウンロードすることができる。また、簡単な手順を踏まえば、ダウンロードした空中写真を用いて、地域の地形がわかるアナグリフ立体地形画像を住民が自ら作ることもできる。これらの画像を通して大規模宅地造成前の地形を詳しく見ることに



第6図 西多賀地域北西部のかつての地形がわかるアナグリフ立体地形画像
(米軍1947年撮影 USA-M201-35,36から作成。赤青メガネを使うと地形が立体的に見える。)

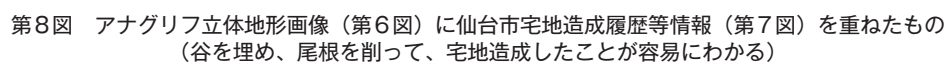
より、段丘面や小河川沿いに発達する谷底部も一目瞭然である。画像を拡大すれば、第5図の地形分類図には示されないような小さな谷も容易に判読することができる。崖や斜面についても、それぞれの高さや角度を実際に目で確認することができるため、土砂災害の危険性がある場所やその理由をより現実的に捉えることができる。そして、地形発達史的な解説を交えながら全体の地形と部分的な地形とを交互に見ることによって、空間的な広がりを持つ地形環境の中で自分の家がどのような地形の上に建っているかということも把握できる。

このような原地形がわかるアナグリフ立体地形画像を用いることによって、既存の地形資料では判別できない自然災害リスクもわかるようになる。例えば、第5図の既存地形分類図では、芦口小学校は段丘面上に立地しているように図示されている。しかし、微地形を判読できるレベルにまで地形判読の解像度を上げて調査すると、芦口小学校は実際には段丘面上に立地しておらず、段丘面が侵食された浅い谷に位置していることがわかる。つまり、芦口小学校は大雨災害時の指定避難所として適当ではない（現行ハザードマップの表現は正しくない）ことは、既存資料のみで判断できず、地形判読の解像度を上げることで初めて指摘される重要な事例である。このような潜在自然災害リスクを全て網羅するためには、さらに次の段階として、防災まち歩きや地域のハザードマップ作りの際に改めて検討していく必要がある。以上のように、現行ハザードマップの問題点を住民と一緒に考えながら、住民が主役となって地域の防災力を上げていくためには、空中写真のアナグリフ立体地形画像に加えて、地形分類図をハザードマップに重ね合わせながら地域の地形を丁寧に見ていくことが重要なプロセスとなる。そして場合によっては、さらに地形判読の解像度を上げて、該当地域の地形やその成り立ちを見ていく必要もある。

次に、大規模な宅地造成が行われた地域において、どのように地形が改変されて現在に至るのか、そのプロセスがわかる図を示す。仙台市都市整備局開発調整課（2013）¹⁴⁾ は、現在の地形図と旧地形図を重ね合わせて、それぞれの標高値を比較して得られた差分（標高差）を着色し、切土と盛土を示した仙台市宅地造成履歴等情報マップを公表している（第7図）。青色は切土部分、赤色は盛土部分を示している。よって、本図を参照することにより、現在は比較的平坦に見える土地が、かつての谷を埋めた場所なのか、あるいは尾根を切った場所なのかということがわかる。次に、土地改変の程度をより実感的に捉えることができるようにするために作成したものが第8図である。第8図は、第7図の宅地造成履歴情報図に造成前の地形がわかる第6図のアナグリフ立体画像を重ねて示したものである。実際には、両図の透過度を変化させた複数の図を示しながら谷や尾根の位置を確認していく。概して宅地造成後の土地の起伏は、大きく見ると宅地造成前の原地形を反映している部分も多いことがわかる。

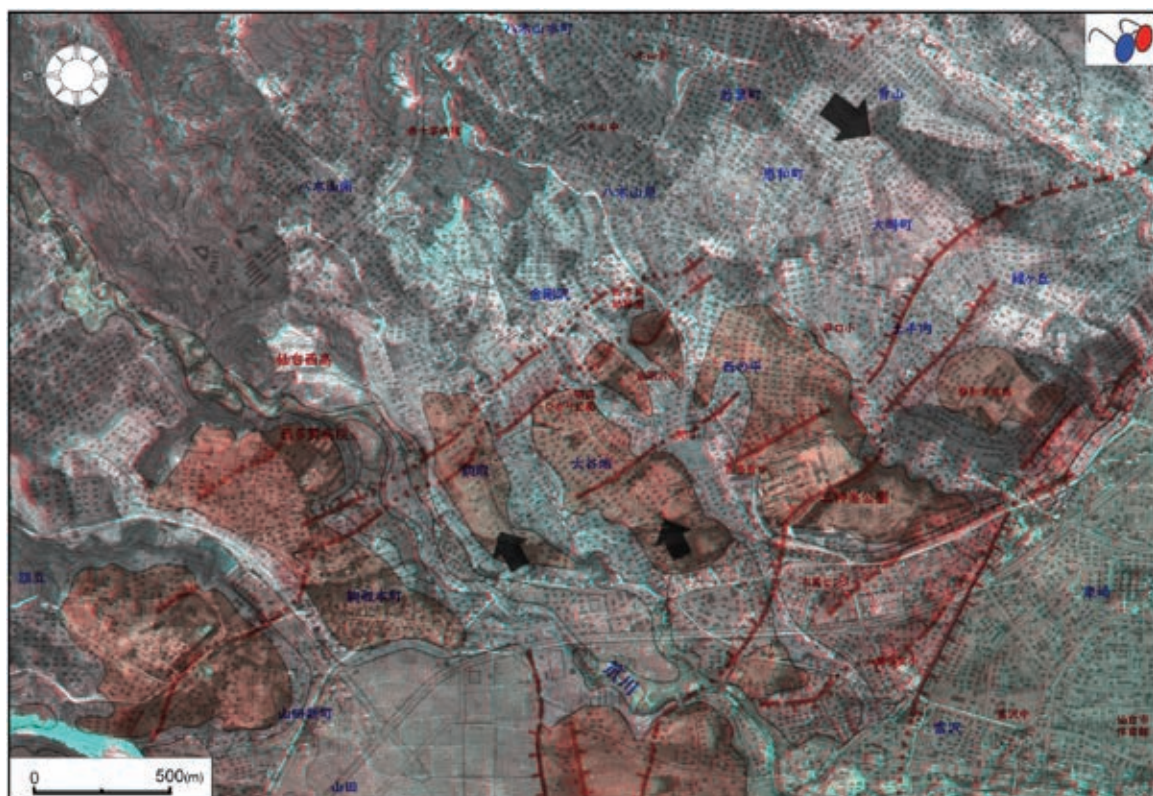
仙台市の宅地造成地において、2011年3月の東日本大震災時に地盤変状や地すべりの変動による被害が大きかったのは、主に盛土部分であることが先行研究で明らかにされている（若井ほか、2012¹⁵⁾；村山、2012¹⁶⁾ など）。したがって、丘陵や段丘など起伏のある場所を造成した場所に住む住民にとって、第7図の宅地造成履歴等情報マップは重要な情報である。ただし、既述のように、第7図は大規模宅地造成の結果を示す図であるため、第7図のみを見て地形改変の程度やプロセスをイメージすることは難しい。よって、自分の住む地域がどのように造成されて今に至るのか、盛土や切土部分はどこかなどをより実感的に捉えてもらうためには、まずは第2図（a）（b）の新旧立体空中写真から作成したアナグリフ立体地形画像を比較しながら見る必要がある。そしてその後、宅地造成前の地形がわかるアナグリフ立体地形画像（第6図）と盛土・切土を示す図（第7図）の2枚を重ねた図（第8図）を示すことが、地形改変の程度やプロセスをイメージする上でも効果的と考えられる。そして、実際に第8図を住民に提示する際には、2枚の図の透過度を変えた図を何枚か準備し、元の地形が見えるように示す方法が有効である。2枚の図にこのような工夫を加えることによって、谷を盛土で埋めたり尾根を切ったりして現在の平坦な土地を確保している事実が、地域の住民にも容易に理解され得ると考えられる。

E5-③



第9図は、本地域の地震災害について考えるために、活断層の位置を示す都市圏活断層図（今泉ほか、2008⁸⁾）を透過させて、基図のアナグリフ立体地形画像が見えるように加工した図である。本地域には、長町－利府断層を構成する北東－南西走向の複数の断層が並走している（第9図）。長町－利府断層の本体は、段丘・丘陵地域と沖積低地を画する最も東のトレースである。これより西側のトレースは、大年寺山断層や鹿落坂断層などとよばれており、全て東西方向の短縮によって長町－利府断層本体の上盤側に生じた短波長の変形である。西落ちの副次的な断層に伴う地塁状の高まりや西方への逆傾斜などが、段丘面に複雑な形状を与えている。つまり、東方へ向かって緩やかに傾斜する段丘面が、段丘面形成後に断層上盤側の複雑な波状変形を受けて、より起伏のある土地となっている。これらの都市圏活断層図は、前述した地理院地図（国土地理院、2022）¹³⁾で手軽に閲覧することができる。

これらの図を踏まえて、本地域に存在する地震災害リスクについて記述する。本地域を横切る長町－利府断層が活動した際には、地面の激しい揺れとともに、断層線に沿って地表破壊や変形が生じる。このような地表破壊や変形が生じる場所が、都市圏活断層図には赤い線（＝断層線）や赤色のゾーン（＝撓曲の範囲）として描かれている。ただし、都市圏活断層図は国土地理院発行2万5千分の1地形図を基図としているため、住宅一軒一軒がわかる解像度で、断層線の詳細な場所を住民が認定することはやや難しい。そもそも、講演会等で都市圏活断層図の存在を示したとしても、一般の人たちにとっては活断層そのものが現実味に乏しく、普段見慣れた日常風景の中に断層崖をはじめとした変動地形を取り入れることは極めて困難であると推察される。したがって、住民の日常風景の中に断層線などを投影して実感的に理解してもらうためには、他の図と同様に、アナグリフ立体地形画像（第6図）と都市圏活断層図を重ねた図（第9図）を提示するのが最も効果的と考えられる。都市計画図と一緒に第9図を見れば、日常的に見ていた崖や坂道が、繰り返す断層活動によってできた変動地形であることも容易に理解される。実際の防災講演会でも同様に、第9図を使うことで、地形からわかる断層崖の位置などを参加者全員が確認することがで



第9図 アナグリフ立体地形画像（第6図）に都市圏活断層図を重ねたもの
（断層の崖を立体的に見ることができる。断層トレースを示した根拠が地形でわかる。）

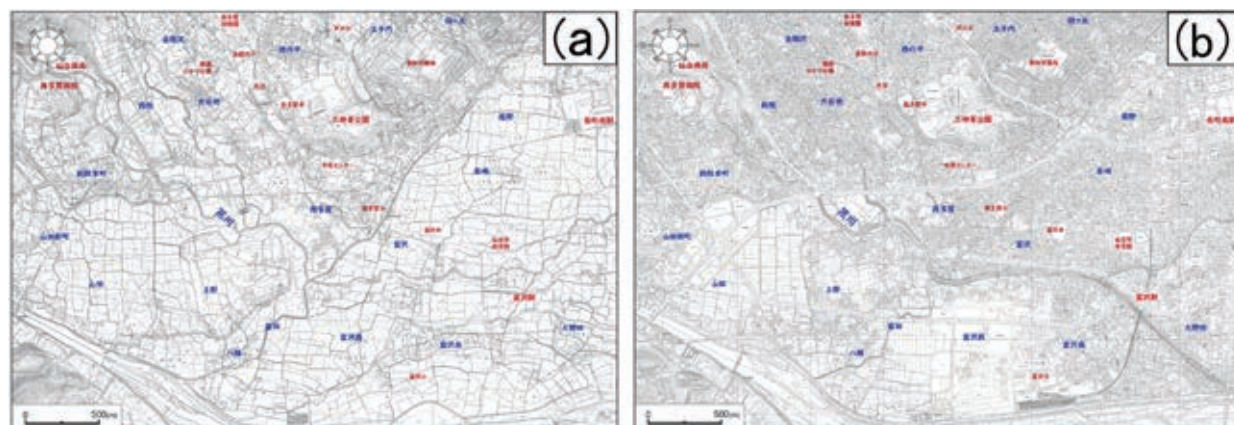
きた。このような取り組みを行うことによって、住民の日常風景の中に、都市圏活断層図に描かれている個々の断層線や断層変位地形がある程度組み込まれたと考えられる。前述のように、これらの変動地形が認められる場所が、断層活動時に地表が破壊したり変形したりする場所となる。よって、活断層や変動地形に関する基本的な知識については、地域の地震防災に関する重要な災害リスク情報として、住民が必ず理解しておかなければならないだろうと思われる。

(2) 西多賀地域南東部の地形情報と自然災害リスクについて

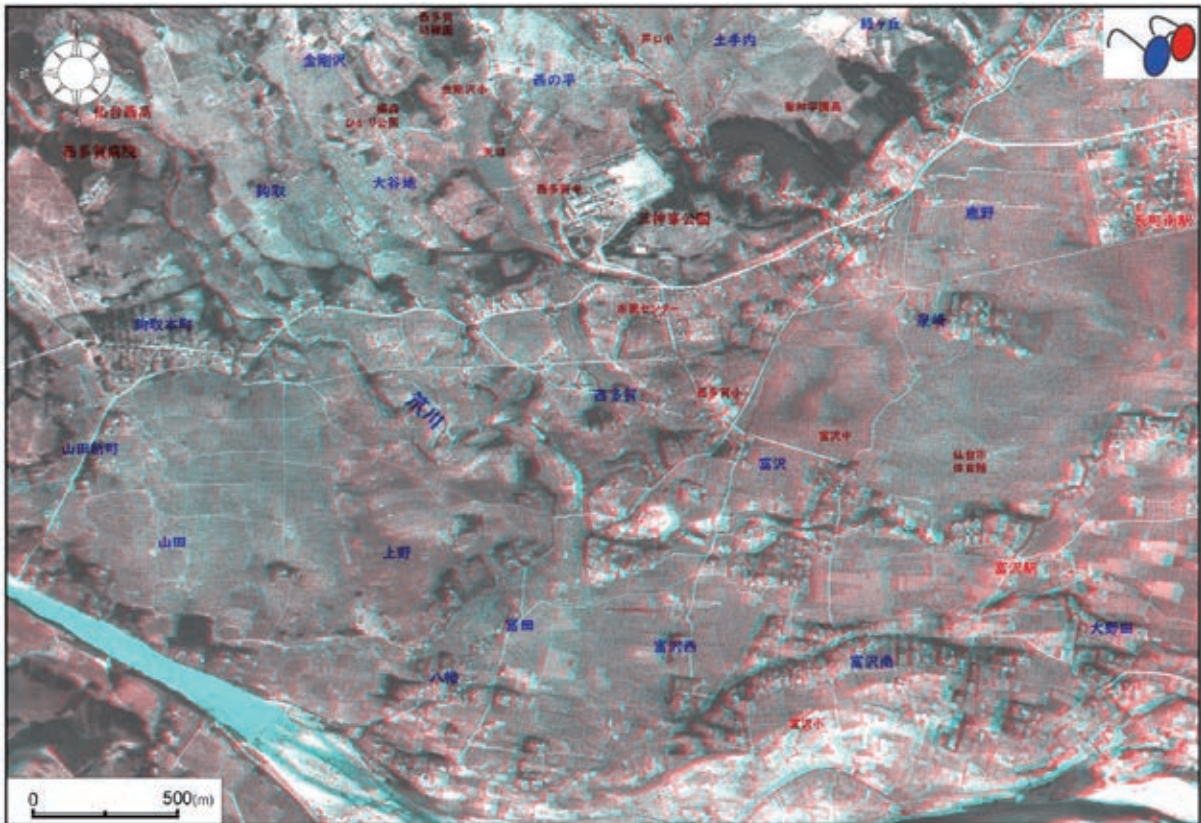
西多賀地域の南東部における自然災害リスクは、主に洪水災害や液状化である。人工改変によって現在は不明瞭となった原地形を知るための材料として、まずは仙台市発行の新旧都市計画基本図を示す（第10図）。第10図（a）は昭和30年代に刊行された都市計画基本図（縮尺3千分の1）、第10図（b）は平成28年に刊行された最新の都市計画基本図（縮尺2千5百分の1）である。先の北西部とは異なり、本地域は平坦な土地であるために、盛土・切土による仙台市宅地造成履歴等情報マップでは、宅地造成による変化を見ることができない。このような場合には、第2図に示した新旧空中写真のほかに、第10図（a）、（b）に示した都市計画基本図などの詳細地形図が、土地の変遷を示すわかりやすい情報として活用できる。第10図（a）、（b）を比べると、昭和30年代には民家がほとんど建っていない名取川左岸の氾濫原が、現在では新しい住宅が密集する場所へと変化していることがわかる。昭和30年代に民家が立地しているのは、沖積低地内の微高地である自然堤防上にほぼ限られる（第10図（a））。

もちろん、地形図を読図しなくても、第11図に示すアナグリフ立体地形画像を見れば土地の変遷を直感的に理解することができる。さらに、本地域の地形環境がわかる地形分類図は、先述のように国土地理院（2022）の地理院地図に収められているため、住民も手軽に利用することができる。第12図に示した治水地形分類図は地形分類図の一種であるが、意図的に旧版の図を用いた。その理由は、第11図の古い時代に撮影された空中写真のアナグリフ立体地形画像で見ることができる微地形にほぼ対応しており、住宅地が広がる前の地形をより理解しやすいためである。平野を構成する微地形のうち、自然堤防は、大規模洪水時に河川が運搬した土砂が堆積した地形である。よって、これら自然堤防の分布から、名取川による洪水堆積物が現在の富沢駅や仙台市体育館付近まで運ばれたことが容易に理解できる。

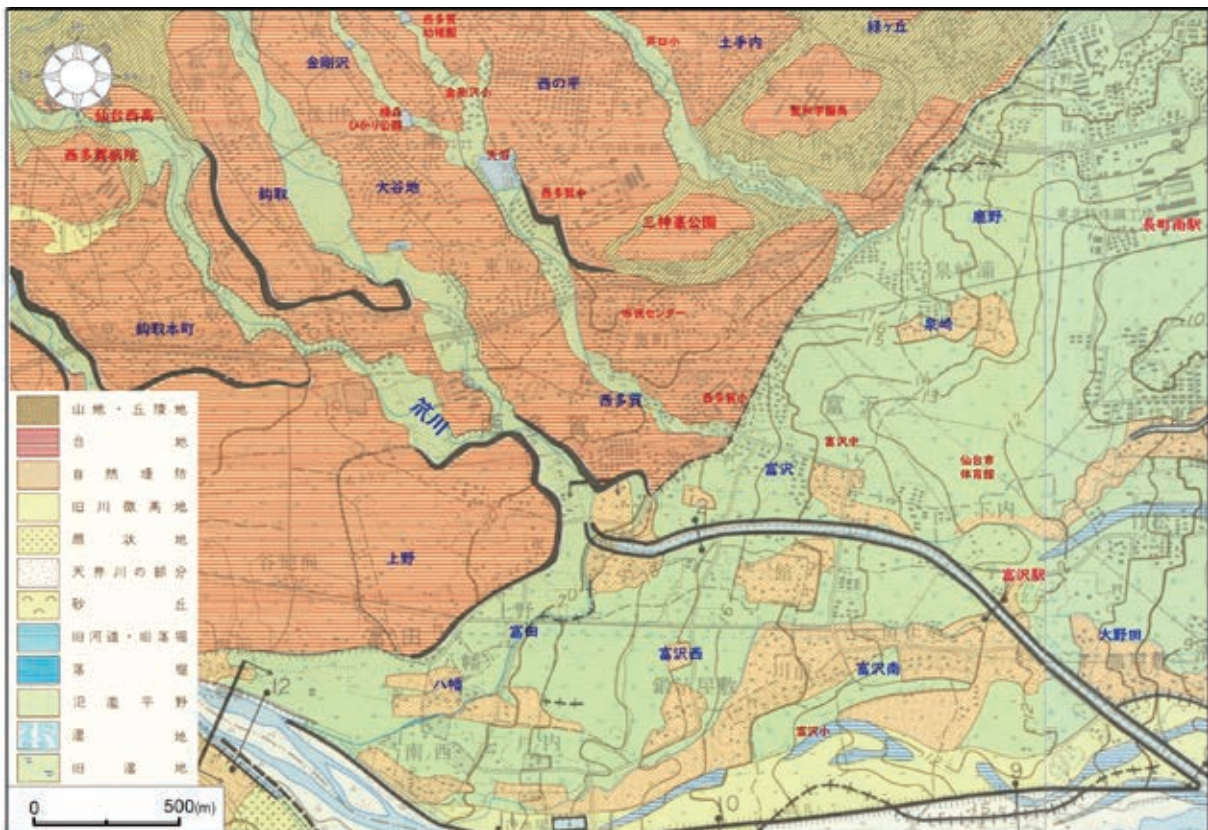
第13図（a）は、西多賀地域南東部の仙台市防災ハザードマップである。名取川左岸の沖積低地は、一見して明らかなように洪水による浸水リスクが高い場所である。この洪水浸水リスクをより実感的に住民理解してもらうためには、ハザードマップのみならず、第11図のアナグリフ立体画像と第12図の治水地形分類図を併用する方法が有効であると考えられる。第13図（b）、（c）は、第13図（a）の仙台市防災ハザード



第10図 西多賀地域南東部詳細地形図
(a)：仙台市都市計画基本図（昭和30年代発行3千分の1）
(b)：仙台市都市計画基本図（平成28年発行2千5百分の1）



第11図 西多賀地域南東部のかつての地形がわかるアナグリフ立体地形画像
(米軍1947年撮影 USA-M201-35,36から作成。赤青メガネを使うと地形が立体的に見える。)

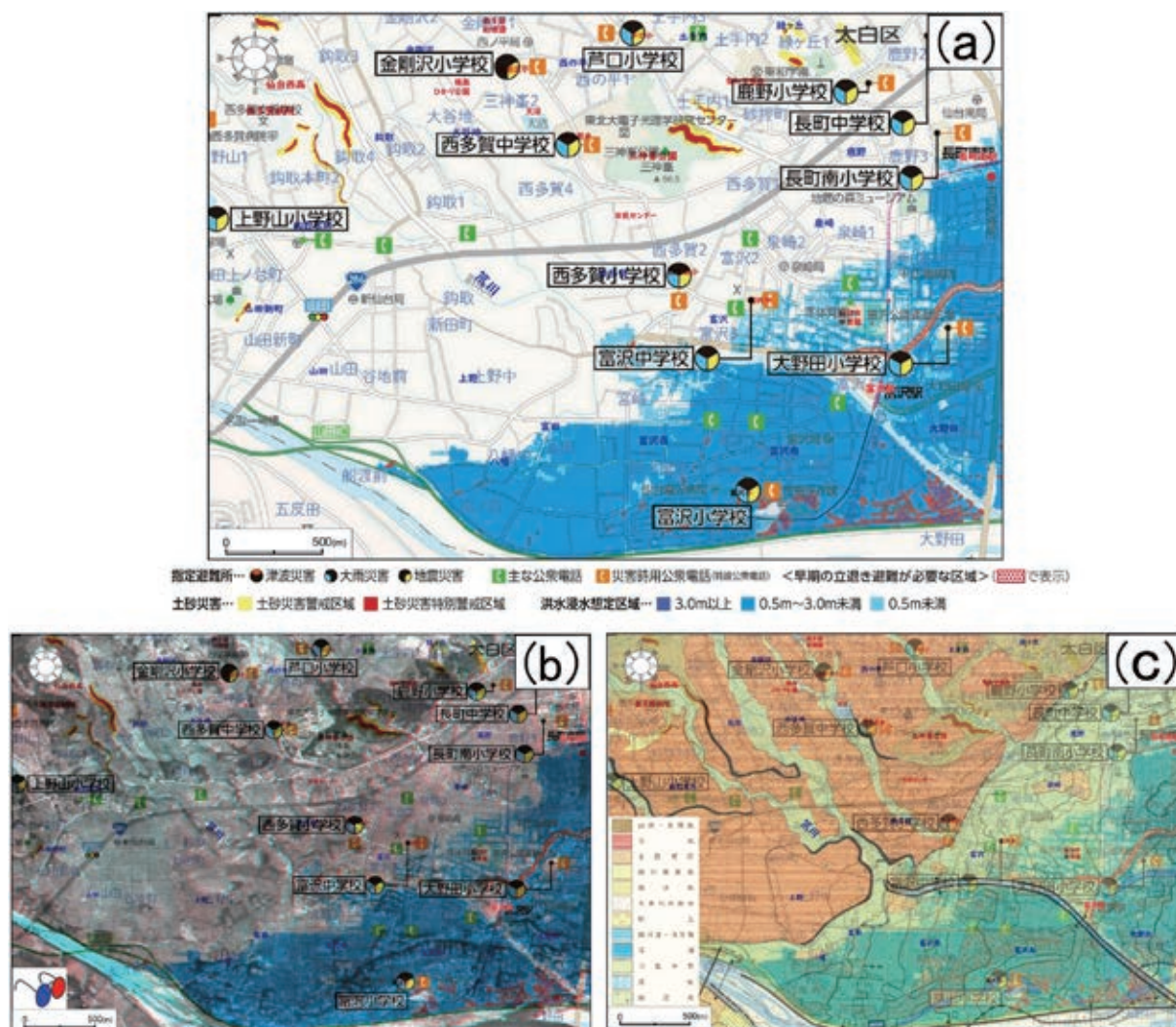


第12図 西多賀地域南東部の国土地理院作成治水地形分類図(旧版)に現在の地名を加筆したもの

ドマップに、第11図のアナグリフ立体画像と第12図の治水地形分類図をそれぞれ重ねて示したものである。このように、リスクを検討した結果のみが示されているハザードマップだけでなく、検討したプロセスや理由にも触れることができる第13図 (b), (c) を示すことにより、洪水による浸水域の広がりにより実感的に捉えることができ、ハザードマップに示されている自然災害リスクを今まで以上に当事者意識を持って見られるようになる。

そもそも地形学の基本的素養を備えていれば、自然堤防の分布を見ることによって、現在の河道から1 km 以上も離れた地域まで大量の土砂が運搬されるような巨大洪水が今後も起こる可能性があることは容易に想像できる。よって、このような平野の微地形とその成り立ちを住民に丁寧に説明することによって、地形の知識を持てば将来の自然災害像もイメージできることを理解してもらうことができると考えられる。そして、現行ハザードマップ (第13図 (a)) に描かれている「なぜ名取川からかなり離れた場所まで洪水浸水エリアが広がっているのか」という理由についても、住民に対して説得力を持って伝えることが可能となる。

古くからこの地に住み、自然の営みを良く知る人たちは、少しでも洪水被害を避けるために自然堤防上に居を構えていた。しかし、近年に名取川左岸の氾濫原に開発された住宅地は、第10図に示すように、自然の営みを無視して明らかに洪水リスクの高い場所に広がっていることがわかる。よって、当然のことながらこの住宅地の住民は、自分たちが住む土地の成り立ちと起こり得る自然災害リスクを十分に知った



第13図 西多賀地域南東部の洪水浸水リスクを示す図
 (a): 仙台市防災ハザードマップ (b): 仙台市防災ハザードマップにアナグリフ立体地形画像 (第11図) を重ねたもの
 (c): 仙台市防災ハザードマップに治水地形分類図 (第12図) を重ねたもの

上でこの地に生活することが求められるが、現行のハザードマップ（第13図（a））を漫然と閲覧するのみでは、自然災害リスクを現実問題として捉えることは難しい。したがって、このような場合には、第13図（b）、（c）に示すように、ハザードマップと実際の地形とを重ね合わせて、ハザードマップの内容を十分に吟味することが必要となる。そして適切な根拠に基づいて、「なぜ自分が住む場所に洪水浸水リスクを示す色が付いているのか、いないのか」（または、色を付けるべきか否か）、その理由を住民が皆で一緒に考える機会を頻繁に設けることが必要であると考えられる。

最後に、既存地形情報を活用することによって、本地域南東部においても現行ハザードマップの問題点を指摘できることを述べる。第10図（a、b）の南端に位置する富沢小学校は、周りより低い土地に位置している。細長く東西方向に延びる土地区画は、緩やかな弧を描いているように見え、富沢南集落をのせる自然堤防も並走して発達している。これらの微地形分布から、富沢小学校は名取川の旧河道に位置することがわかり、洪水リスクや液状化リスクが相対的に高い場所であることが指摘される。したがって、現在の仙台市防災ハザードマップで富沢小学校が大雨災害時の指定避難所になっていることは、憂慮すべき事実として指摘される。

一方、北西部で指摘したように、本地域のハザードマップには、段丘・丘陵を刻む小河川の洪水浸水リスクが全く示されていない。しかし、第12図を用いて段丘と沖積平野の境界付近の地形を良く見ると、例えば、泉崎付近では等高線が明瞭に東へ張り出している。これは、洪水や土石流によって運ばれた土砂が平野部に堆積した扇状地を表している。つまり、泉崎付近に扇状地が発達している事実は、芦口から三神峯公園の北側を流下する小河川が、洪水時に大量の土砂を運搬したことを示しており、同時に、今後も同じような大規模洪水を起こす可能性があることを表している。同様に、天沼から西多賀小学校付近を流下する小河川や策川もそれぞれ扇状地を形成しており、大量の土砂を平野側へ流出していることがわかる。したがって、これらの地形が示す事実に基づいて、本地域のハザードマップは小河川による洪水浸水リスクを考慮した図へと早急に修正すべきことも指摘される。

（3）既存地形情報を活用する意義について

昨今では、自治体のハザードマップが整備されればされるほど、自然の営みに関する知識や自然災害に対する意識が「外部化」され、災害リスクに関する「当事者意識」が薄れつつある問題が各地域で生じている。このような問題を抱えている地域において、本研究が示したように既存の地形資料を住民が自由に活用できれば、ハザードマップに図示されている情報を「我が事」として確認したり、ハザードマップには示されていない事実を住民が「新たに発見」したりすることができる。水本（2023）⁵⁾は、「地形を知ることによって、相対的に自然災害リスクの高い場所が、地域の新たな発見として住民の日常風景や意識に違和感なく取り込まれていく可能性」について言及している。本研究の結果は、自治体ハザードマップに過度に依存することなく、地域防災に役立つ新しい発見を住民が主体的に行う際の重要なプロセスとして捉えることができる。つまり、住民が既存地形資料を活用して、防災に特化することなく地域の地形やその成り立ちを知ることができるようになれば、より多くの住民が地域に関心を持ち、住民が主役となって積極的に地域防災を進めていく重要な足掛かりとなることも期待できる。

ただし、たとえ地域防災に役立つような既存の地形資料が自由に利用できる環境にあっても、地域の地形環境に関してある程度の知識を持ち、かつ、地形からわかる災害リスクについて興味や関心が無ければ、実際に住民が既存地形資料を効果的に活用することは難しいだろうとも考えられる。よって、今後は、個々の地形資料が何を示すのか、そしてそれらを重ねることによって新たに何がわかるのか、といった情報の収集方法や活用方法についての防災教育や講演会などを積極的に実施し、情報活用のためのマニュアルを作ることも必要になるだろう。

4. おわりに

本研究は、住民が積極的に情報活用できることを目的として、誰でも手軽に入手可能な既存の地形情報を用いた。そして、これらの地形情報を古い時代に撮影された空中写真のアナグリフ立体地形画像と重ねて示すことにより、個々の地形情報が持つ意味や意義に加えて、ハザードマップに図示されていない潜在自然災害リスクも実感的に提示できることを明らかにした。本地域南東部に代表されるように、近年開発された住宅地は、自然の営みを良く知る先人たちが選ばなかった災害リスクの高い場所に立地していることが多い。したがって、そのような場所に新しく住み始めた住民にはもちろんのこと、自分が住む地域に起こり得る自然災害の実態とリスクをより多くの住民に認知してもらうためには、本研究が示したように、まずは住民が手軽に見ることができる既存地形情報を活用して、地域の地形環境に興味を持ってもらうことから始めることが重要と考えられる。そして、これらの地形情報を住民が適切に活用できるようになれば、住民間で積極的に自然災害リスク情報を共有でき、将来的には、自治体ハザードマップ情報を補完するレベルの「地域ハザードマップ」を住民が率先して作成することも可能となる。このように、自分たちが得た地形情報を主体的に地域の防災に活かすことが通例となれば、自治体のハザードマップに過度に依存する必要も無くなり、地域に対する新たな視座とともに、自ずとより多くの住民の防災力向上も期待できるだろう。

謝辞

仙台市西多賀市民センター館長の佐藤潤一氏、齋藤千恵氏をはじめとするセンター職員の方々、繁野みど里氏をはじめとする仙台市地域防災リーダー（SBL）西多賀連合の方々、仙台市社会学級研究会西多賀小学校社会学級の坪田由美子氏には、防災講演会の企画・運営にて大変お世話になりました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 鈴木康弘編『防災・減災につなげる ハザードマップの活かし方』岩波書店、246p、2015.
- 2) 日本放送協会「92人の死から見えてきたものは」『災害列島日本 命を守る情報サイト』、2019.
https://www3.nhk.or.jp/news/special/saigai/select-news/20191114_01.html（2023年1月22日閲覧）
- 3) 村山良之・桜井愛子・佐藤 健・北浦早苗・小田隆史・熊谷 誠「地形とハザードマップに関するオンライン教員研修プログラムの開発 ―学校防災の自校化のために―」『季刊地理学』73, 2, 94-107, 2021.
- 4) 水本匡起「洪水ハザードマップにおける地形分類図の意義～仙台市国見・荒巻本沢地域の地形を事例として～」『東北福祉大学研究紀要』46, 85-98, 2022.
- 5) 水本匡起「地域防災力向上を目的とした水害リスク・コミュニケーションの実践的手法～地形発達史の観点を取り入れた防災まち歩き～」『東北福祉大学研究紀要』47, 55-71, 2023.
- 6) 海津正倫「ハザードマップを補う地形分類図と陰影起伏図の活用」『E-journal GEO』15, 2, 221-227, 2020.
- 7) 中田高・大概憲四郎・今泉俊文「仙台平野西縁・長町－利府線に沿う新期地殻変動」『東北地理』28, 2, 111-120, 1976.
- 8) 今泉俊文・佐藤比呂志・澤 祥・宮内崇裕・八木浩司「都市圏活断層図仙台第2版」『国土地理院技術資料』D1-No.502, 2008.
- 9) 松本秀明・野中奈津子・久連山寛子「仙台平野中部、名取川流域に発達する旧河道群の形成年代と沖積平野における河成堆積物の散布状況」『日本地理学会2004年度秋季学術大会発表要旨集』157-157, 2004.

- 10) 仙台市『仙台市防災ハザードマップ』32p, 2022.
- 11) 仙台市都市整備局住環境部住環境整備課『長町－利府断層による地震ハザードマップ』, 2007.
<http://www.city.sendai.jp/kenchikubosai/kurashi/anzen/saigaitaisaku/jishintsunami/taisaku/map/rifudanso.html> (2023年1月22日閲覧)
- 12) 仙台市市民センター「令和4年度 手をつないで考えよう防災・減災, 講演「地形からみた新しい地域防災のかたち～西多賀の地形を知って命を守る～」『太白区西多賀市民センター講座レポート』2022.
<https://www.sendai-shimincenter.jp/taihaku/nishitaga/kouza/report/hmmr2n000006o9y2.html> (2023年1月22日閲覧)
- 13) 国土地理院『地理院地図操作マニュアル』59p, 2022. <http://maps.gsi.go.jp/help/pdf/GSIMaps.pdf> (2023年1月22日閲覧)
- 14) 仙台市都市整備局開発調整課『仙台市宅地造成履歴等情報マップ』2013. <http://www.city.sendai.jp/kaihatsuchose-chose/kurashi/anzen/saigaitaisaku/kanren/joho/chui/index.html> (2023年1月22日閲覧)
- 15) 若井明彦・佐藤真吾・三辻和弥・森 友宏・風間基樹・古関潤一「東北地方太平洋沖地震による被害調査報告：地域別編 宮城県内陸－仙台市内の造成宅地を中心に－」『地盤工学ジャーナル』7, 1, 79-90, 2012.
- 16) 村山良之「丘陵地等の造成地における東日本大震災による被害とハザードマップ」『日本地理学会2012年度春季学術大会発表要旨集』No.100025, 2012.

研 究 ノ ー ト

自動運転車いすの障害物検出機能を実現するための コンピュータビジョン技術に関する研究と実装

大内 誠¹、岡 正彦¹、柴田理瑛¹

¹東北福祉大学

要旨

本報告では、電動車いすの安全性を向上させることを目的に、クルマと同じような安全運転支援システムを実現するための要素技術として、最新のコンピュータビジョンについて調査を行った。その上で、その応用である物体検出機能を実装し、機械学習を行った。その結果、全体のmAP (mean Average Precision) は0.526と低い結果となった。その理由として学習に用いた画像の枚数が不足していたことが考えられるため、今後は枚数と種類を増やす必要がある。次に、単眼カメラによる距離推定機能を実装した。その結果、2m～4mの距離ではほぼ正確に距離推定できたが、それ以外の距離では精度が悪かった。今後は、安全性を確保するためにステレオカメラやLiDAR等のセンサ利用を検討する必要がある。最後に、開発した電動車いすの走行実験を行った。その結果、前方に障害物を検知すると衝突せずに安全に停止することができた一方、処理が追いつかず衝突してしまうこともあった。

キーワード：自動運転、ディープラーニング、物体検出、コンピュータビジョン、深度測定

1. 研究の背景と目的

1. 1 セーフティ・サポートカーについて

近年発売されているクルマのほとんどには安全運転支援システムが搭載されており、交通事故の防止や軽減化に寄与していると言われている。このようなシステムを搭載したクルマは、通称サポカー（セーフティ・サポートカーの略）と呼ばれている。サポカーの特徴として「衝突する前に自動でブレーキをかける」「踏み間違い時の急発進を抑制する」「車線からはみ出さないようにハンドル操作のアシストをする（警報音を鳴らす）」「自動で前照灯を切り替える」などの機能を有しており、経済産業省では、これら4つの機能を搭載したクルマに「サポカーS（ワイド）」という愛称をつけて、自動車メーカー等と共に普及に取り組んでいる¹⁾。

サポカーが、実際に交通事故抑止に寄与したかどうかに関して興味のあるところである。2020年に警察庁が公開した「高齢運転者交通事故防止対策に関する調査研究調査結果²⁾」によると、2017～2018年に登録・届け出されたクルマにおいて、10万台当たりの第1当事者人身事故件数は、全車両が509件であったのに対してサポカーS（ワイド）対象車が297件とサポカーの方が約42%ほど低かった（Table 1）。つまり、安全運転支援システムが搭載されたサポカーは、交通事故を起こしにくいという結果になったのである。なお、ここで言う全車両とは、普通車と軽乗用車のことであり、サポカーS（ワイド）対象車を含んでいる。

Table 1. 登録台数10万台当たりの第1当事者事故件数比較, [2] より引用

	第1当事者 人身事故件数	登録台数	登録台数10万台当たり の第1当事事故件数 (1当事事故件数×10万 ／登録台数)
全車両	524,281	102,962,091	509.20
サポカーS (ワイド)	2,500	841,202	297.19

1. 2 サポカーを実現するためのコンピュータビジョン技術

ここで、サポカーS (ワイド) を実現するための要素技術について着目してみる。

①「衝突する前に自動でブレーキをかける」

クルマの前方にいる歩行者・クルマ・自転車・バイク等を検出し、衝突の可能性がある場合には、運転者に対して警報を鳴らす。さらに衝突の可能性が高い場合には、自動で自車（自分が運転するクルマ）のブレーキを作動させる。

②「踏み間違え時の急発進を抑制する」

クルマのすぐ前方や後方に建物やクルマ等の物体が存在するとき、停止、もしくは低速走行状態にあるクルマのアクセルを踏み込んで急発進させようとする、エンジンの出力を自動的に抑えてスピードが出ないようにする。

③「車線からはみ出さないようにハンドル操作のアシストをする（警報音を鳴らす）」

クルマが走行車線からはみ出しそうになった場合や、はみ出してしまった場合に、運転者に対して警報を鳴らしたり、車線から逸脱しないようにハンドル操作をアシストしたりする。

④「自動で前照灯を切り替える」

対向車の有無を検出して前照灯を自動でハイビームにしたり、ロービームにしたりする。

上記の4つの機能を実現するためにはいずれも、クルマのフロントガラスやリアガラス付近にカメラやレーダを設置し、常に周囲の状況を検出・判断する必要がある。このようにクルマに「目」の役割を持たせるためのAI (Artificial Intelligence: 人工知能) 技術のことを「コンピュータビジョン (computer vision)」と呼ぶ。コンピュータビジョンについては、第3章で詳しく述べる。

1. 3 電動車いすの安全性について

超高齢化社会が進展する中、電動車いすの需要が急激に高まっている。中でも運転免許返納者の増加に伴い、電動車いすの販売台数が増加し、2021年には国内で約1万9千台も販売されている³⁾。また、下肢に障がいのある人にとっても、電動車いすは自立のための重要なアイテムとなっている。一方、警察庁から発表された資料⁴⁾によると、走行中に段差で動けなくなったり、障害物に衝突してしまったり、側溝に転落してしまったりというような事故が年間100件以上発生しており、毎年数名の死傷者も出ている (Table 2)。

Table 2. 当事者別電動車いすの交通事故死傷者数の推移, [4] より引用

※第1当事者：過失（違反）がより重いか又は過失（違反）が同程度の場合にあっては、被害がより小さい方の当事者、第2当事者：過失（違反）がより軽いのか又は過失（違反）が同程度の場合にあっては、被害がより大きい方の当事者

		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	合計
死者数	第1当事者	2	1	0	0	0	3
	第2当事者	5	4	6	6	9	30
	計	7	5	6	6	9	33
負傷者数	第1当事者	5	7	0	3	2	17
	第2当事者	201	179	175	167	142	864
	計	206	186	175	170	144	881

電動車いすの場合、制限速度が時速6kmとなっているため、クルマほど大きな事故になることは少ないが、歩道上を走行するため人と衝突したり接触したりする事故が発生しやすい。このような事故を防ぐためにも、クルマと同じように安全運転支援システムの開発と搭載が急務となっている。

1. 4 研究の目的

前述した通り、電動車いすの需要が急速に高まっている中、衝突事故や転落事故が散見されるようになってきた。中でも高齢ドライバーの運転免許返納率が徐々に高まっていることもあり、今後ますます電動車いすの需要が高まる可能性があり、事故の予防が急務となっている。

そこで、我々は、市販の電動車いすにカメラとAIを搭載し、クルマのサポカーと同じような安全・安心機能を有する電動車いすを開発することにした。将来は、目的地を入力するだけで、屋外や屋内を問わず自動走行し、目的地までナビゲーションしてくれるような高度なAIの開発を目指している。

本論文では、その第一段階として、人間が操作する車いすが障害物等に衝突することを未然に防ぐためのコンピュータビジョンと電動車いす制御機能を試作し、その性能を評価する。

1. 5 過去の研究事例

溝端らは、普段電動車いすを利用している高齢者約1,000名に対して利用に関するアンケートを実施した⁵⁾。その結果、常に歩道を通行すると答えた割合が7割程度であったが、歩道を通らないことがある、または、常に車道を通行すると答えた割合が3割程度であった。歩道を通らないことがある、または、常に車道を通行すると回答した人にその理由を聞いたところ、「歩道が狭い（63%）」「歩車道境界の段差（51%）」「歩道に障害物がある（47%）」と回答した割合が高く、他に「歩行者が多く通りにくい」「自転車がこわい」「電動車いすは車と同じだから」という意見もあった。

佐藤らは、社会的な問題となっている電動車いすの安全を技術的側面から支援することを目的に「障害物・段差危険回避技術」「段差踏破技術」「直進走行技術」「対人衝突回避技術」「対人協調走行技術」等の研究を行い、それぞれ試作機を開発した⁶⁾。中でも障害物・段差危険回避技術開発においては、段差の検出にレーザレンジファインダを用い、5cm以上の下り段差と上り段差を検出し、車いすが段差を回避できるようになった。また、障害物の検出に関しては、全方向ステレオカメラを使用することにより、1秒間に30回の頻度で車いす周囲の環境を三次元的に捉えることができ、時速6kmで前進している車いすにおいて、約5.6cm進むごとに1回の頻度で障害物を検出することができたと報告している。

敷島らは、クルマに搭載した単眼カメラで、動いている障害物を検出するための機械学習システムを提案した⁷⁾。このシステムは、RGB画像と三次元地図から生成した深度マップを入力して、Semantic

SegmentationとDepth Completionを同時に行なうMulti-Taskネットワークとなっている (Fig. 1)。開発したMulti-Taskネットワークを用いて実験を行ったところ、三次元地図上に存在しない動的障害物の検出精度が、既存手法と比べて、IoU (Intersection over Union：物体検出する際にAIの予測と正解がどれくらい重なっているかを表す指標) が1.4points向上することが分かった。

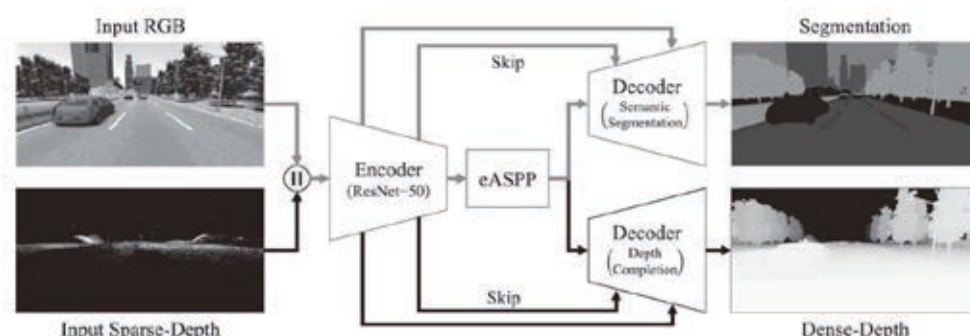


Fig. 1. Semantic SegmentationとDepth Completionを行うMulti-Taskネットワーク [7] より引用

久留米大学では、高齢者が自由に外出できることを目指して、サイバー (AIとIoT) とリアル (介護、モビリティ) を融合したSociety 5.0に基づく「先進高齢者MaaS (Mobility as a Service)」を実現するために「福祉インテリジェントモビリティサービス」を提唱し、パーソナルモビリティ (電動車いすなど) の自動運転技術の開発に取り組んでいる⁸⁾。この自動運転システムは、2D-RiDAR、Intel RealSense、ビーコン、ソナーなどの複数のセンサを組み合わせることにより、限られたエリアに限っては数センチメートルの自己位置推定精度を実現した。また、屋外においては、前述のセンサ類に加え準天頂衛星システム「みちびき」も利用して自動運転を実現している。ただし、環境によっては数十センチメートルレベルの自己位置推定誤差が生じたり、段差や大きな穴を認識できなかったりなどの課題も残されている。

2. 研究の方法

まず始めに、人間が操作する車いすが障害物等に衝突することを未然に防ぐために必要なコンピュータビジョン技術について俯瞰する。次に、さまざまなコンピュータビジョン技術を応用した「物体検出」ならびに「深度測定 (距離測定)」のアルゴリズムについて述べる。得られた知見を元にAIを開発し、市販の電動車いすに実装する。最後に開発物の性能評価実験を行う。

3. コンピュータビジョン

3. 1 代表的なコンピュータビジョン技術

コンピュータビジョンというワードを最初に用いたのはマサチューセッツ工科大学のMarvin Minskyである⁹⁾。彼は、コンピュータにカメラを接続して、カメラによって映し出されたものが何であるかをコンピュータに判断させようと試みたのである。その試みは容易ではなく、その後、多くの研究者たちがさまざまな手法を使ってコンピュータビジョンを実現しようとした。代表的な研究成果をいくつか挙げてみよう。

まず、Vioraらが提案したHaar-like特徴を用いたカスケード顔分類機がある¹⁰⁾。Haar-like特徴とは、顔を構成するパーツの明暗差パターンのことで、Fig. 2のように暗いエリアと明るいエリアが隣接するいくつかのパターンで構成される。鼻のエリアの場合、鼻そのものは突き出ているので明るく、鼻の左側や右側は鼻そのものよりも暗くなる傾向がある。一方、目のエリアの場合、眼窩の周囲は暗く、下まぶたの周囲は明るくなる傾向がある。同時に、左右の眼窩の周囲は暗く、左目と右目の間は明るくなる傾向がある

(Fig. 3)。顔全体を検出するためには、パターンの大きさや画像中の位置を変えながら、明暗差が類似する場所を探索し、評価するための分類機が必要になる。この分類機は、機械学習によって数千～数万種類作成され、これらの分類機が多数決を取ることによって顔全体を検出する。これらの複数の分類機をカスケード分類機と呼ぶ。

なお、Haar-like特徴だけでは顔検出（画像中に顔があるかどうかを判別する）はできるものの、顔識別（だれの顔かを特定する）は容易ではないため後述するニューラルネットワークを利用する。



Fig. 2. Haar-like パターンの例



Fig. 3. 顔の画像から目のエリアを特定した様子, [10] より引用

次に、人の全身画像やクルマなどを検出することができるHOG（Histogram of Oriented Gradients）について述べる。前述したHaar-like特徴を用いたカスケード分類機では、正面を向いた顔の検出精度は比較的高い。なぜならば、人の顔の場合、目や鼻や口近辺の明暗パターンは概ね類似しているからだ。一方、人の体全体を含むような画像の場合、腕や足を上げたり、しゃがんだり、姿勢が変わると身体のパーツごとの明暗パターンや明暗差が大きく変化してしまい、Haar-likeパターンを適用することが困難になる。そこで、Dalalらは、明暗差を特徴量とするのではなく、局所的な画像の勾配（傾き）を求めてヒストグラム化し、正規化したものをHOG特徴量とするアルゴリズムを提案した¹¹⁾。これにより画像の部分ごとの輪郭がわかり、これらを連結すると画像に写っている物体の大まかな形状が分かる。Fig. 4は、女性の右目の、向かって左側ならびにその上側に帽子の縁（縁の角度はおおよそ45度程度であることが見てとれる）が写っており、この縁の勾配と強度をヒストグラム化している¹²⁾。ヒストグラムの横軸にある1, 2, 3...9は勾配の角度を表しており、それぞれ0度、20度、40度...180度となっている。左上とその直下のヒストグラムは両者共横軸の3番目に大きな値が表れているため、その局所画像に含まれる輪郭が40度近辺にあることを表している。実際の例として、著者自身の画像からHOG特徴量を求めて画像の輪郭を求めたものをFig. 5に示す。

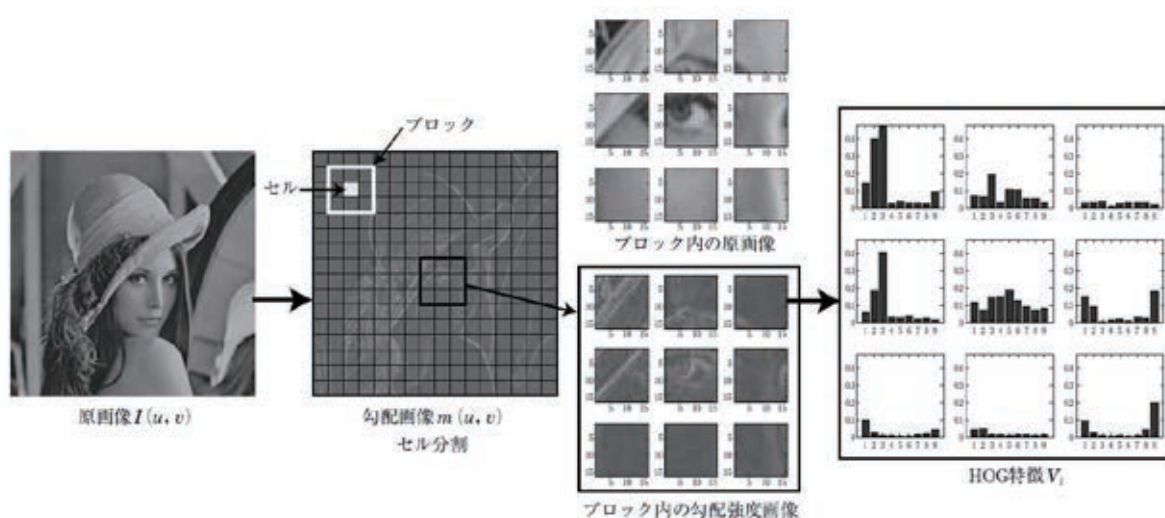


Fig. 4. HOG 特徴量の計算手順, [12] より引用



Fig. 5. 原画像（左）とHOG特徴量を用いて画像の輪郭を抽出した例

次に、コンピュータビジョンの研究として忘れてはならないものに深層学習（ディープラーニング、または、ディープニューラルネットワークとも言う）とConvolutional Neural Network（CNN）がある。

深層学習のベースになっているものをニューラルネットワークと言う。ニューラルネットワークは、人間の脳にある神経細胞、すなわちニューロンとその回路をコンピュータ上のソフトウェアによって模したものである。

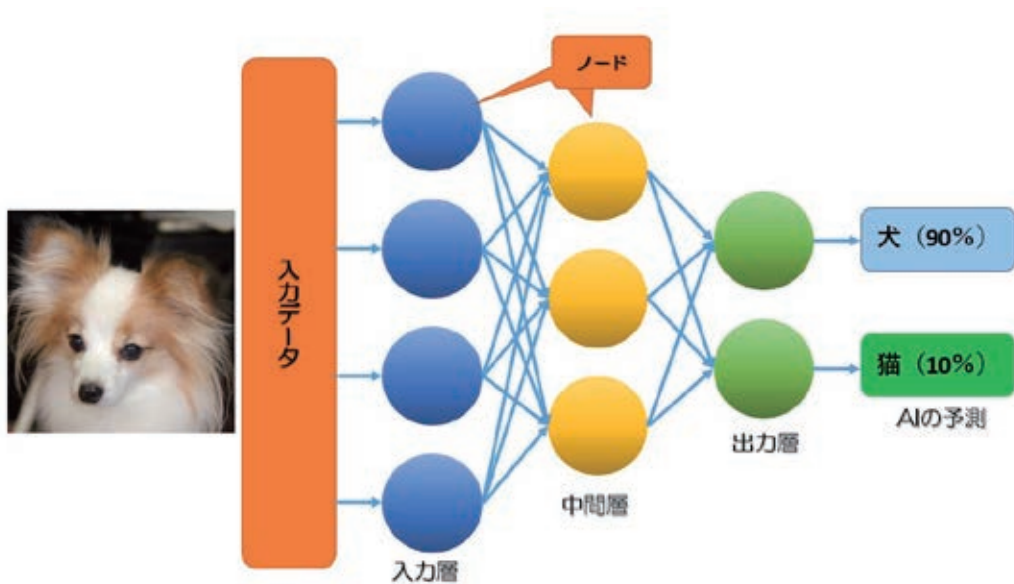


Fig. 6. ニューラルネットワークの概念図

Fig. 6 は、ニューラルネットワークの概念図である。図中のノードは、ニューロンを表す。ノードとノードは線によって連結されている。この線は、人間の神経細胞のシナプス（synapse）に当たり、データを左側（上流という）から右側（下流という）に流す役割を持っている。ノードは入力層、中間層（隠れ層とも言う）、出力層から構成され、出力層から予測結果が出力される。Fig. 6 の場合、犬の画像をニューラルネットワークに入力し、最終的に犬か猫かの予測結果を確率で出力する様子を表している。

ところで、犬の画像はどのようにしてニューラルネットワークに入力するのだろうか。画像は、コンピュータ内に取り込まれるとピクセル（点）の集まりで表現される。モノクロ画像の場合、各ピクセルは輝度の異なる灰色で表現（8ビット表現の場合、256段階）され、各ピクセルの輝度がそれぞれ別々のノードに入力される。一方、カラー画像の場合は、各ピクセルを光の三原色である赤・緑・青（RGB）に分解し、その輝度がノードに入力される。

ここで、ノードの役割について詳しく述べる。Fig. 7は、2つの上流ノードからのデータが下流のノードに流れる様子を示している。上流ノード内のデータを下流に流すとき、線（シナプス）上にある「重みw」の値がデータに乗算される。すなわち、変数wの値はノード内のデータの重要度を表している。すべての上流ノードのデータには、それぞれ別々の重みwの値が乗算され、下流のノードで合算される。その後、さらにバイアスbの値が加算される。バイアスbは、後段の活性化関数の式を調整して、データの出力値（つまりニューロンの発火量）を調整している。活性化関数は、次のノードへ流すデータ量を決める非線形関数である。代表的な活性化関数には、ReLU（Rectified Linear Unit）関数とシグモイド（sigmoid）関数があり、どちらも非線形であるためにニューラルネットワークが複雑な関数を表現できるようになり、さまざまな回帰問題や分類が可能となった。以上の流れを式（1-1）に、ReLU関数を式（1-2）に表す。

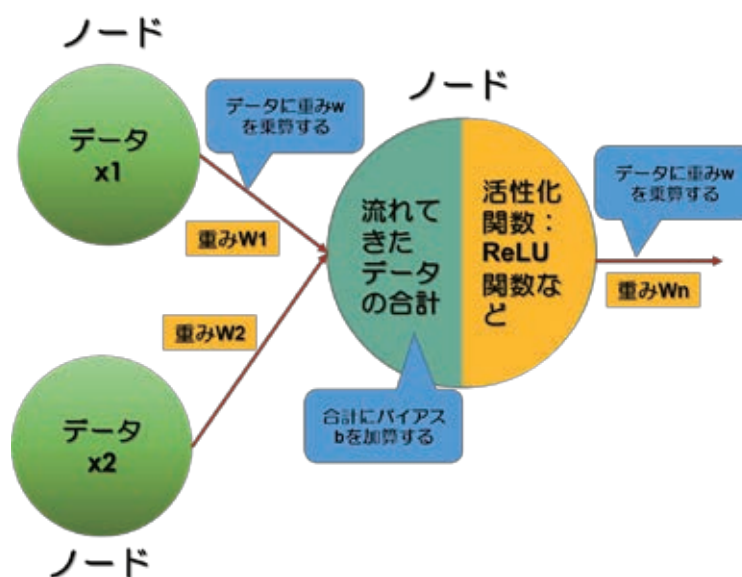


Fig. 7. ニューラルネットワークの基本構

$$a = h(x_1 w_1 + x_2 w_2 + b) \quad (1-1)$$

$$h(y) = \begin{cases} y & (y \geq 0) \\ 0 & (y < 0) \end{cases} \quad (1-2)$$

ここで、再度重みwの役割について考えてみる。前述した犬の画像をニューラルネットワークが犬と認識するためには、犬の特徴をいくつか探し出す必要がある。例えば、口吻、耳、牙、鼻、体軀などである。ニューラルネットワークは、これらの特徴を学習によって検出できるようになり、口吻のデータを流すと発火するエリア、耳のデータを流すと発火するエリア…のように脳の神経回路網と同様にエリアごとに役割分担をして認識する。あるエリアにあるノードが発火するということは、その近辺にあるノードに大きな値のデータが入っており、かつ、重みwの値も大きくなければならない。このとき、入力されるデータの値は、ニューラルネットワーク側では制御できないが、重みwの値はニューラルネットワーク側で制御できる。つまり、口吻の特徴を捉えるエリアには大きな重みwの値が格納されてお

り、実際に口吻のデータがそのエリアを通過すると、そのエリアのノードが発火するようになる。この重み w の初期値は乱数で決められるが、沢山の犬の画像をニューラルネットワークに入力することにより、重み w の値は更新される。この重み w を更新して、犬の各特徴を捉えることができるようにすることを「学習」または「機械学習」と言う。画像認識するためのニューラルネットワークに学習させるためには、大量の画像と正解データを表すラベルデータが必要になる。このような学習を「教師あり学習」と呼ぶ。実際の教師あり学習では、ニューラルネットワークの予測値とラベル（正解データ）を比較し、その差（二乗和誤差やクロスエントロピー誤差などがあり、その総称を損失関数という）をゼロに近づけるように重み w の値を更新する。これを勾配降下法という。勾配降下法は、その名のとおり、損失関数の勾配（傾き）を偏微分によって求め、誤差が小さくなるように重み w の値を更新する。この時、損失関数で求めた誤差を合成関数の連鎖率によって上流の各層に戻しながら勾配を求める方式を「誤差逆伝播法（Backpropagation）」と言う。同様にバイアス b も更新する。旧式のAIでは、検出する特徴を人間がプログラミングしていたが、最新のニューラルネットワークでは、自動で学習できる。「機械学習」と呼ばれるようになったゆえんである。

次に、ディープラーニングについて述べる。前述のニューラルネットワーク内にある中間層（隠れ層）を2層以上の多層にしたものをディープラーニングという（Fig. 8）。

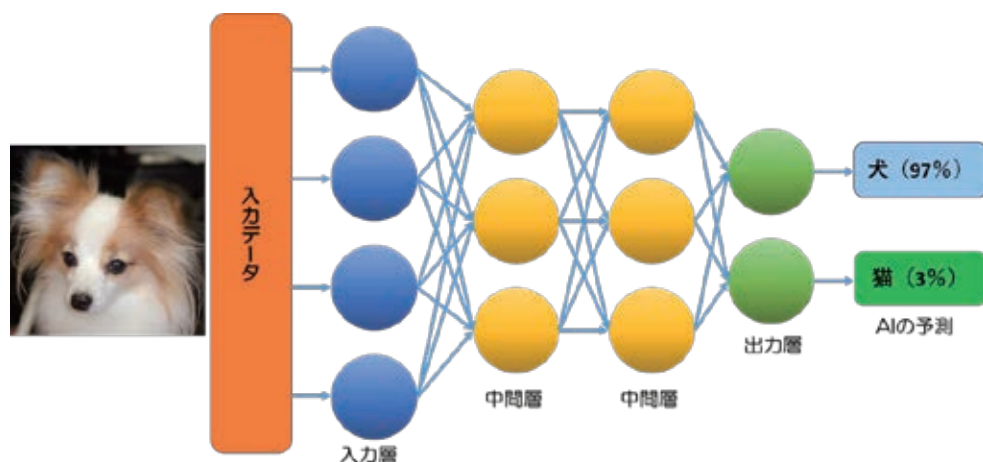


Fig. 8. ディープラーニング（深層学習）の概念図

これにより、色を判定する層、形を判定する層、…などのようにデータに含まれる特徴を各層で自動的に学習・予測できるようになった。また、層を増やしたことでパラメータ（重み w やバイアス b の数）が増えて表現力が増し、複雑な関数を表現できるようになった。現代のAIの性能が飛躍的に向上したのは、このディープラーニングのお陰と言っても過言ではない。なお、中間層の数を増やしすぎると計算コストやメモリー量が膨大になり、実用性が低下する。そのため、中間層を何層にするかや1層のノードの数をいくつにするかなどの「ハイパーパラメータ（人間が決めるパラメータ）」の決定には試行錯誤と経験が必要になる。

ところで、ニューラルネットワークに画像データを入力する際には、各ピクセルの輝度値を入力層の各ノードに入力すると述べた。例えば、横32ピクセル、縦32ピクセルの場合、1024個の直列に並んだノードに入力することとなる。この時、2次元の画像を1次元の入力層に入力することにより、画像内の位置情報が失われてしまう。例えるなら、人間の顔にある2つの目や鼻や口などが一直線に並んでいるようなものだ。そこで、Lecunら¹³⁾は、2次元画像の位置関係を保ったままニューラルネットワークに入力する

「畳み込みニューラルネットワーク（Convolutional Neural Network：以下、CNNと略す）」を考案した。Fig. 9にCNNの概念図を示す。原画像はピクセルごとに輝度値に変換され、2次元のまま「畳み込み層（Convolution Layer）」と「プーリング層（Pooling Layer）」に入力される。「畳み込み層」と「プーリング層」は複数回登場し、画像の特徴を抽出する。その後、1次元の全結合層（通常のニューラルネットワーク）に引き渡され、抽出した特徴を組み合わせることによってカテゴリ分類や予測を行う。

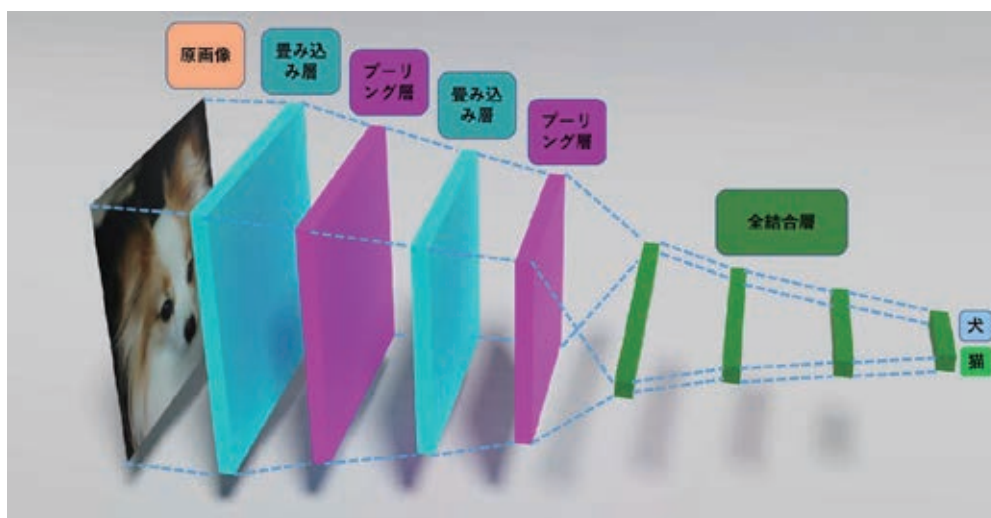


Fig. 9. 畳み込みニューラルネットワークの概念図

畳み込み（convolution）とはどのような処理か、具体的な計算例を示して説明する（Fig.10）。前述したように画像データは2次元の表（行列、テンソルとも言う）の形で入力される。数値は各ピクセルの輝度を表している（カラー画像の場合は、赤緑青ごとの輝度が入力される3枚の表がある）。表の左上にある横3マス×縦3マスの黄色い枠のデータに対して、別の表にあるフィルタ、またはカーネルと呼ばれる横3マス×縦3マスの赤い枠のデータを、それぞれ同じ位置のマス内で乗算した後、すべての乗算結果を合算（これを「積和演算」と言う）し、その値を畳み込み結果を格納する別の表に代入する。続いて、黄色い枠を1マス（ピクセル）分、右にスライド（スライドするマスの数とストライドと言う）した後、上記と同様に乗算し、その総計を結果の表に代入する。黄色い枠が右端まで移動したら1マス分下にスライドし、左端に移動してから上記と同様の計算を行い、黄色い枠が右下に移動するまで同様の計算を行ったら畳み込みが完了する。

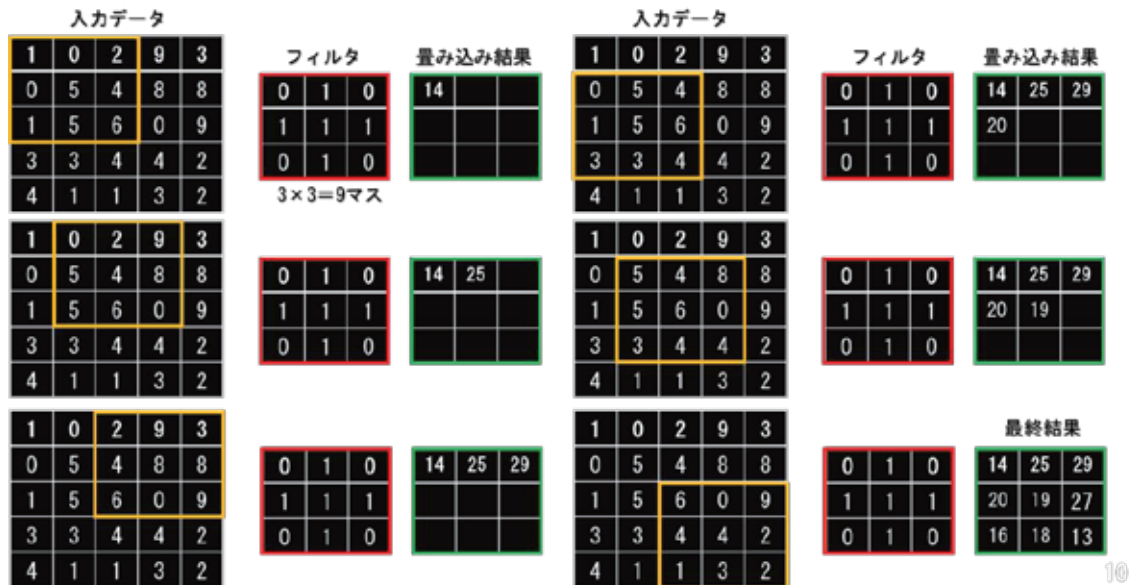


Fig.10. 畳み込みの計算例

この計算により、画像データの特徴を際立たせるのである。ではなぜ畳み込みで特徴が際立つのだろうか。実はフィルタは1種類ではなく32種類や64種類用意する。Fig.10のフィルタの場合、1が十字の形に配置され、それ以外はゼロになっている。そのため、入力された画像の黄色い枠の中にフィルタと同じくらいのサイズで輝度値が高い十字模様が存在すると積和演算の値は大きくなるが、十字模様が存在しなければ値は小さくなる。これは、ベクトルの内積を求めることと等価である。つまり、さまざまな形のフィルタを用意すれば、入力された画像内にフィルタと類似する形状が存在するかどうか分かる。そのため、畳み込みの結果を格納する表はフィルタの数分だけ必要になる。

次に、プーリング層について具体例を示して解説する (Fig.11)。プーリングのアルゴリズムは単純で、横2マス×縦2マス (緑色の枠) の4マスの中で最大の値を、プーリングの結果の表に代入する。これをマックス・プーリング (max pooling) という。最大値を取り出すことにより画像の特徴を際立たせることができ、かつ、画像サイズを小さくできる。なお、平均値を代入するアベレージ・プーリング (average pooling) もある。

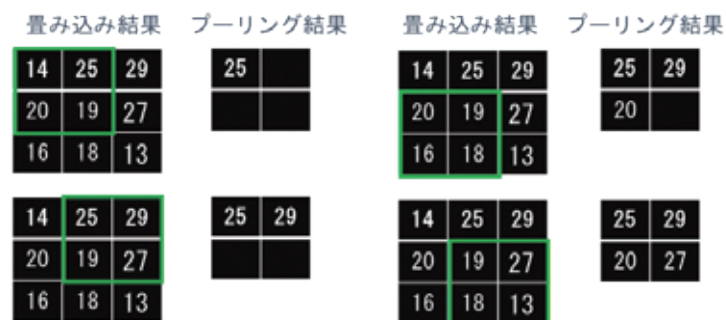


Fig.11. マックス・プーリングの計算例

3. 2 物体検出とは何か

コンピュータビジョンによって、車いす前方に存在する障害物を検出・回避するためには、物体のカテゴリ（種類：人、自転車、看板、クルマなど）のみならず、大きさ、位置、物体までの距離をリアルタイムに検出する必要がある。これらの中で距離を除くカテゴリ、大きさ、位置などを特定することを「物体検出」と言う。これまで物体検出を行うためのアルゴリズムは種々考案されている。例えば、R-CNN¹⁴⁾ (Region Convolutional Neural Network)、YOLO¹⁵⁾ (You Only Look Once)、SSD¹⁶⁾ (Single Shot MultiBox Detector) などである。また、画像の全ピクセルにラベル情報を埋め込み、ピクセル単位に写っている物体の分類を行う技法を「セマンティックセグメンテーション (Semantic Segmentation)」と言い、クルマの自動運転や医療分野での利用が期待されているが、全ピクセルについてディープラーニングするため学習にも推定にも大きなマシンパワーが必要になる。

では、ここで、ニューラルネットワークによる画像分類をベースにした物体検出技法の代表的なアルゴリズムについて解説する。

まず始めに、物体検出を行うAIのほとんどは「教師有り学習」である。教師有り学習とは、機械学習する際に、あらかじめ正解データ（ground truthとも言う）を用意し、ニューラルネットワークの出力層から出力された予測値と正解データを比較して、ほぼ一致するようになるまで重み w とバイアス b の値を勾配降下法で更新する手法である。そのため、物体検出においても、教師データが必要になる。物体検出の目的は、画像中の物体のカテゴリ（種類）、大きさ、位置を見つけ出すことであるため、教師データにもそれらが含まれる必要があり、それらを用意する工程を「アノテーション」と言う。以下にアノテーションツール「LabelImg」を用いた例を示す。



Fig.12. アノテーションツール「LabelImg」を用いてアノテーションを実行している様子（2つのポールをバウンディングボックスで囲み、カテゴリを「pole」としている）

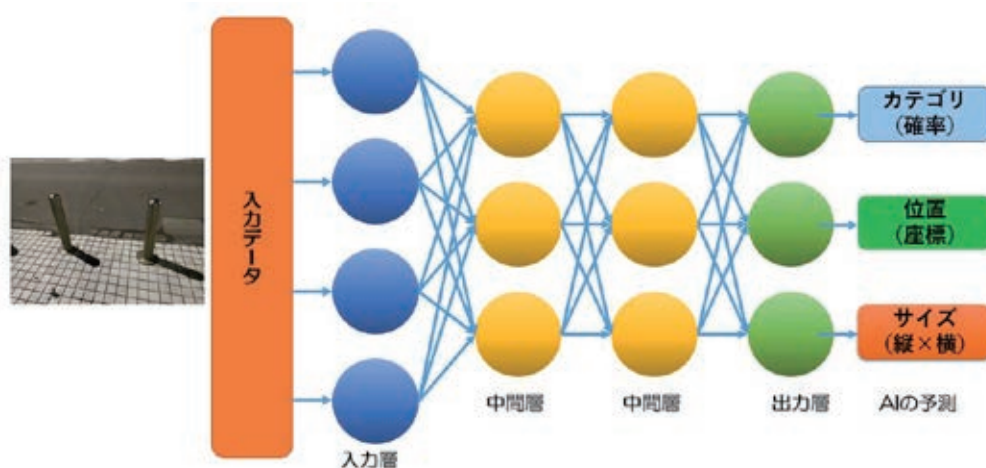


Fig.13. 物体検出ニューラルネットワークの概念図

次に、物体検出のアルゴリズムを説明する。Fig.13のように、入力層に入力するのは画像データである。画像データの各ピクセルは、RGBごとの輝度値に変換され入力層に2次元のまま入力される。ニューラルネットワーク内では、前述した畳み込みが行われ、最終的に出力されるのは、画像内に写っている物体のカテゴリ、位置座標、およびサイズである。

最初に検出するのは、各物体の中心位置である (Fig.14)。この例では、Fig.12のようにボールが2本立っており、畳み込みによって物体を検出した後、その中心位置を図のように (Pole 1 と Pole 2) 表示する。出力層Aには、物体カテゴリ数分の2次元確率マップが用意される。このマップは、例えば横8マス×縦8マスの格子 (グリッド) で構成され、それぞれのマス内のデータは、物体の中心位置が含まれる確率を表している。つまり、横8マス×縦8マスのグリッドの場合、1枚の画像内に存在する最大64個の物体を検出できることになる。出力層Aを含むニューラルネットワークでは、物体の中心位置を含むマスに高い確率が出力されるように機械学習するわけである。

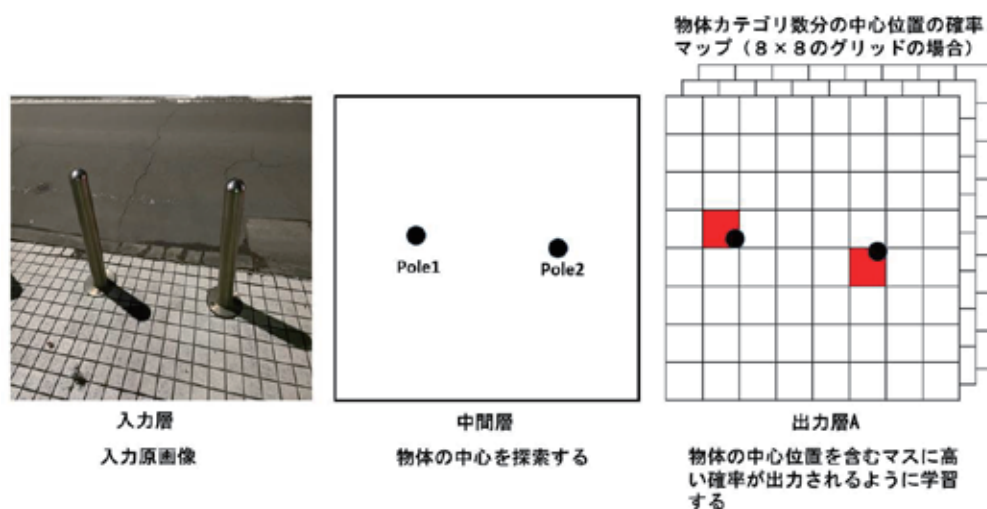


Fig.14. 検出した物体カテゴリとおおよその中心位置を出力する出力層A

このままでは、物体のおおよその位置しか分からないため、次に正確な中心座標を求める必要がある。Fig.15は、検出した物体の中心位置が、そのマスのどこにあるか座標値で表す手順を示している。まず、

Poleの中心が入っているマスの左上の座標を0、右下の座標を1とする。つまり、マス内の横座標と縦座標を0～1に正規化した数値で表現することにより、検出した各物体の正確な中心座標を求めることができる。出力層Bを含むニューラルネットワークでは、アノテーションで示した物体の中心座標とAIが推定した物体の中心座標の差を最小化するように機械学習するわけである。

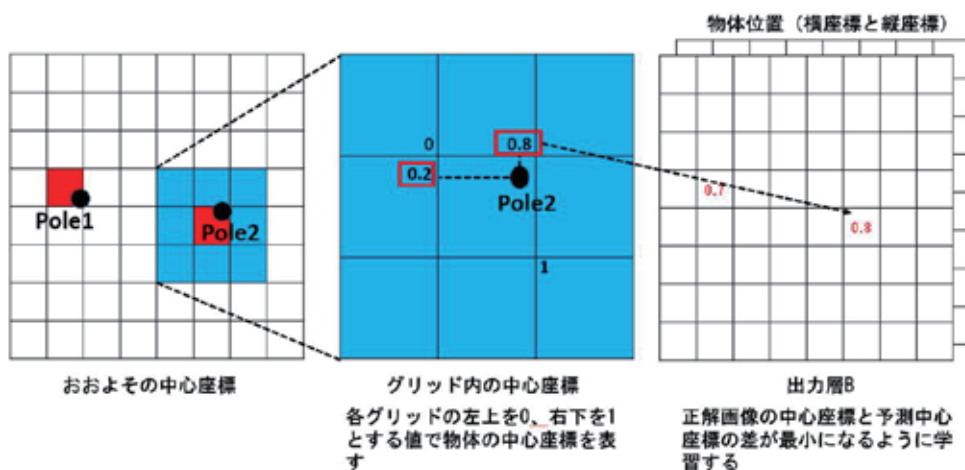


Fig.15. 検出した物体の正確な中心座標を出力する出力層B

最後は、検出物体のサイズ（幅と高さ）を求める（Fig.16）。前述した中心座標と同様に、アノテーション時に物体の幅と高さを指定しており、これが教師データとなる。AIは、その予測値とアノテーションの値の差が最小になるように学習する。なお、サイズは、原画像のサイズを1としたときの相対値で表現する。

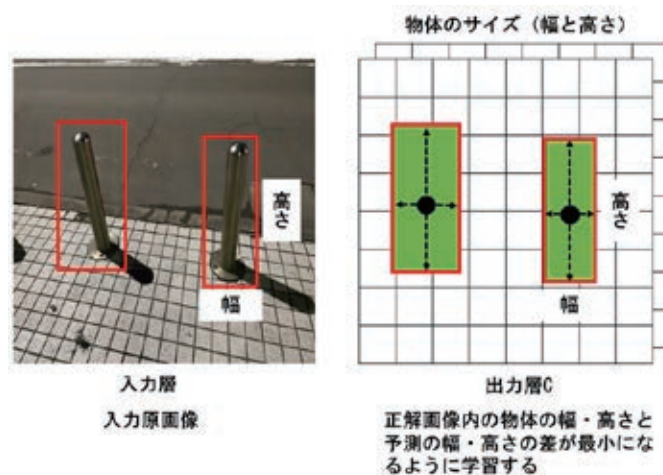


Fig.16. 検出した物体のサイズ（幅と高さ）を出力する出力層C

3. 3. 深度推定とは何か

物体検出により車いす前方に存在する障害物のカテゴリ、位置（距離を含まない）、サイズが判別できるようになった。次は車いすから障害物までの距離を推定する必要がある。これを「深度推定」と言う。

深度推定は、さまざまな技法が考案されているので、簡単に紹介する。

まず、超音波センサやミリ波レーダを用いて深度推定するものがある。超音波は、1秒間に約340m進むので音波を発射し、障害物に反射して戻ってくるまでの時間を計測することにより距離を測定できる。

しかし、超音波の場合、障害物の形状や素材によっては反射しにくく、測定不能となる場合がある。

一方、ミリ波レーダは、周波数帯 30～300GHz の非常に高い周波数の電波を用い、照射してから障害物に電波が反射して戻ってくるまでの時間から距離を測定する。ミリ波レーダは、夜間や天候の悪い日でも安定して距離を測れる反面、小さい物体や段ボール等の検知能力が低下する。

ステレオカメラは、人間の目と同様に 2 つのカメラを用いて「カメラ間距離」「焦点距離」「視差」から距離を計算する。2 つのカメラの光軸を正確に平行にキャリブレーションする必要があるが、それがうまくいけば精度の高い深度測定が可能である。

RiDAR (Light Detection And Ranging) は、レーザ光を周囲に照射し、その反射光を捉えて再構築することにより、距離はもちろんのこと、周囲に存在する物体の形状も正確に捉えることができる。これまでの RiDAR は、レーザ光を照射する部分をモータで 360° 回転させることによりあらゆる角度の障害物を捉えることができたが、最近の RiDAR は Solid State 方式や MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 方式などの、モータを使わないでも 360° レーザ光を照射できるタイプが登場し、故障率が下がった。

最後に、単眼カメラとニューラルネットワークを用いた深度推定について説明する。ステレオカメラと違って単眼カメラはカメラを 1 台しか使わない。人間の場合、片目を閉じて周囲を見ると、距離感が著しく減少するが、単眼カメラでも同様のことが起こる。では、どのようにして深度を推定するのだろうか。この手法では、教師あり学習によって画像と奥行きに対応関係を直接学習する。したがって、学習段階でニューラルネットワークに入力するのは、大量の画像データとそれに対応する距離データであり、画像の撮影時に並行して距離データも収集する必要がある。そのため、先に述べた RiDAR (全方位型) が使われることが多い。学習が完了すると、文字通り単眼カメラで深度推定ができるが、ステレオカメラ、RiDAR、ミリ波レーダ等と比べると距離推定精度が落ちる。しかしながら、カメラが 1 台で済むため安価でシステムがシンプルになるというメリットがある。

4. 障害物検出機能を有する電動車いすの実装

4. 1 開発物の概要

本研究で開発する電動車いすには、次のような機能を実装する。

- ①車いす前方に存在する障害物を検出する。
- ②障害物のカテゴリ (種類)、位置、サイズを特定する。
- ③障害物までの距離を推定する。
- ④車いすが障害物に衝突しそうときは自動で停止する (車いすの運転は人間が行う)。

システムの構成図を Fig.17 に示す。使用した電動車いすは WHILL Model CR、カメラは Logicool C270n、PC は Panasonic Let's Note CF-SZ6 (CPU : Intel Core i7600U, RAM : 16GB) である。

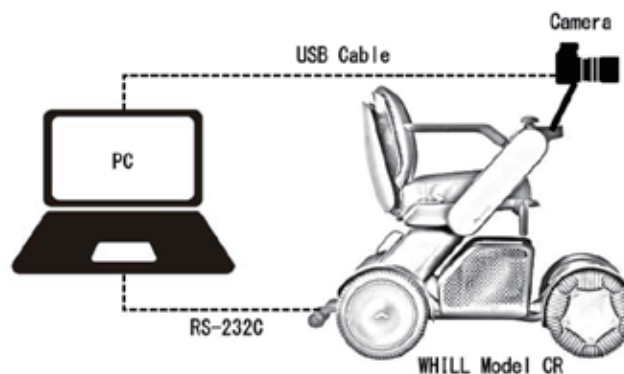


Fig.17. システム構成図

開発に使用したソフトウェアをTable 3に示す。今回の実装では、物体検出アルゴリズムで定評のある「YOLOv5」を採用することにした。また、距離推定（深度推定）については、ステレオカメラ方式、LiDAR方式、単眼カメラと深層学習を利用する方式について検討した結果、物体検出で使用する単眼カメラをそのまま利用でき、コスト的にも安価な「単眼カメラと深層学習を利用する方式」を暫定的に採用することにした。アルゴリズムについては、「MiDAS¹⁷⁾」と「Dense Depth¹⁸⁾」について検討した結果、10mまでの絶対距離が測定可能な「Dense Depth」を採用することにした。

Table 3. 開発に使用したソフトウェア

カテゴリ	開発用ソフトウェア名
OS	Windows10 (22H2)
プログラミング言語	Python Ver.3.8
統合開発環境	Anaconda3 (64bit)
物体検出アルゴリズム	YOLOv5
距離推定アルゴリズム	Dense Depth
電動車いす制御ソフト	pywhill (WHILL Model CR SDK for Python)
アノテーションソフト	LabelImg (Ver.1.8.1)

Fig.18にプログラム・ブロックダイヤグラムを示す。プログラムは、大きく「物体検出と深度推定プロセス」ならびに「車いす制御プロセス」から構成される。物体検出のルーチンも深度推定のルーチンもCPUに対する負荷が極めて大きいため、Pythonのmultiprocessingライブラリを用いて、2つのプロセスを別々のCPUコアに割り振って負荷分散を図った。

物体検出部では、カメラから送られてきた画像の中から車いす前方の物体を検出すると、検出した物体のバウンディングボックスを深度推定部に引き渡す。深度推定部では、各バウンディングボックス内の最も小さい距離（車いすに近い）を計算し、バウンディングボックスが車いすの進行方向に存在する場合は、そのボックスの座標と距離を車いす制御プロセスに引き渡す。

車いす制御部では、車いすの進行方向で、かつ、障害物までの距離が4m以内になったら、車いすの速度を徐々に落とし、2mに達した時点で停止するように制御している。なお、車いす制御用コールバック関数は、車いすに搭載されたジョイスティック、モータ、バッテリーなどの状態情報をリアルタイムに受け取る関数である。

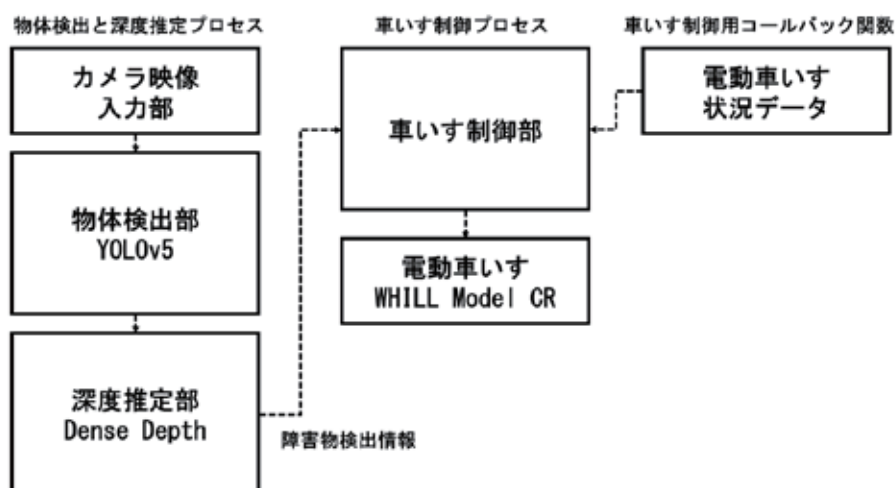


Fig.18. プログラム・ブロックダイアグラム

4. 2 機械学習工程

物体検出を行うYOLOv5を使用する場合、検出させたい画像を事前に収集し、機械学習させる必要がある。本研究では、電動車いすが通行する歩道上にある代表的な障害物として、「ブロック」「ポール」「看板」の写真をそれぞれ200枚ずつ、合計600枚撮影した (fig.19)。その後、フリーのアノテーションツールである「LabelImg」を使ってアノテーションを実施した。次に、YOLOv5の学習プログラムを用いて機械学習させた。その際のハイパーパラメータは、バッチサイズが20、エポック数（学習回数）が300回である。



Fig.19. 機械学習に使用したブロック、ポール、看板の写真の例

以下に機械学習の結果を示す。Fig.20の横軸は学習回数、縦軸は損失関数の値、つまり教師用データ（アノテーションされたデータ）とニューラルネットワークの推測の差を表している。左側の図（train/box_loss）は、教師用データのバウンディングボックスとニューラルネットワークが推測したバウンディングボックスの回帰誤差の推移を表している。簡単に言うと、学習用データのバウンディングボックスと推測されたバウンディングボックスがどれくらい合致しているかを表しており、差が小さいほどよい。次に、ニューラルネットワークが物体検出用グリッドの各セル内に物体が存在するかどうかを表す指標を「確信度」といい、中央の図（train/obj_loss）は、教師用データとの差の推移を表している。右側の図（train/cls_loss）は、推測された物体のカテゴリ（種類）と教師用データとの差の推移を表している。いずれも学習が進むにしたがって差が小さくなっているため、学習が良い方向に進んでいることが分かる。

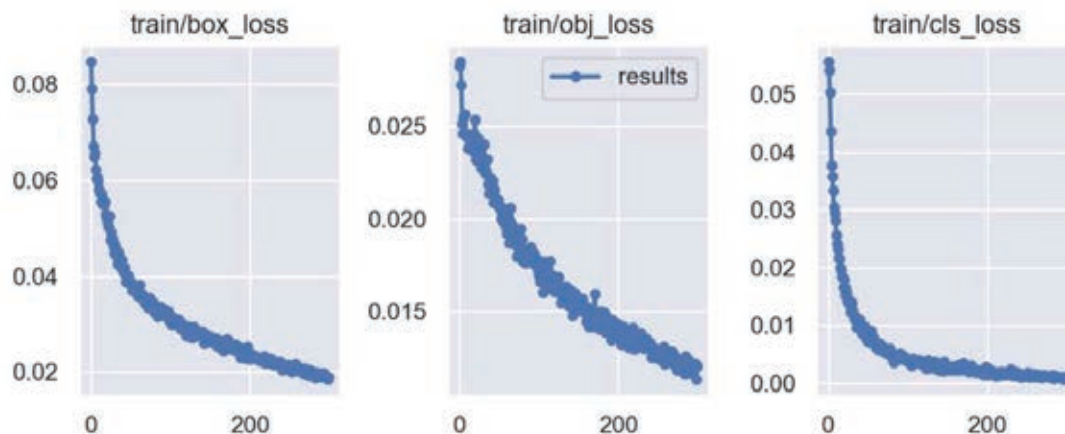


Fig.20. 機械学習時の損失関数値の推移

Fig.21は、適合率（precision）と再現率（recall）を表しており、いずれも学習が進むに従って値が1.0に近づいていることから検出力が高く、間違いを犯しにくい物体検出AIに近づいたことを示している。

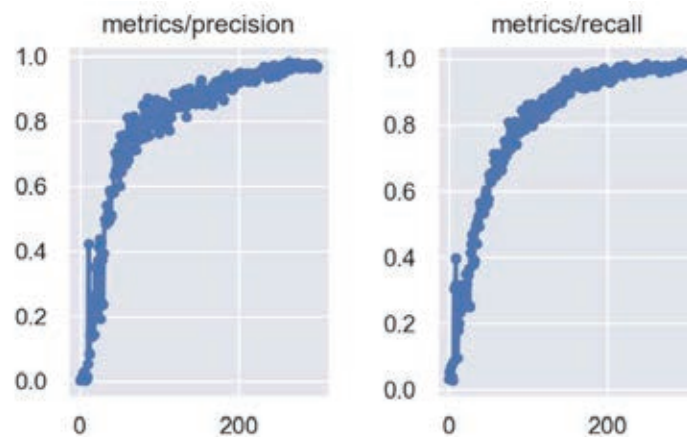


Fig.21. 適合率と再現率の推移

Fig.22は、mAP（mean Average Precision：平均適合率の平均）の推移を表している。mAPは、次のようにして求める。

- ①IoU（Intersection over Union）を求める。IoUは、ニューラルネットワークが検出した物体のバウンディングボックスと正解のバウンディングボックスがどれだけ近いかを表す指標である。Fig.23のようにArea of Intersection（二つのバウンディングボックスが交差した部分の面積）をArea of Union（二つのバウンディングボックスを重ね合わせた全体の面積）で除して求める。IoUが1の場合、二つのバウンディングボックスは完全に一致しており、0の場合、全く一致していないことを表す。通常、IoUが0.5以上であれば検出したバウンディングボックスは正しかった（これをTrue Positiveと言う）と判断し、0.5未満であれば正しくなかった（これをFalse Positiveと言う）と判断する）。

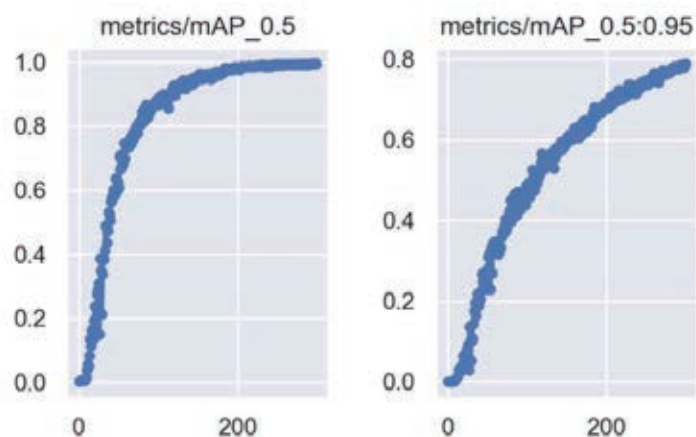


Fig.22. mAP（mean Average Precision：平均適合率の平均）の推移

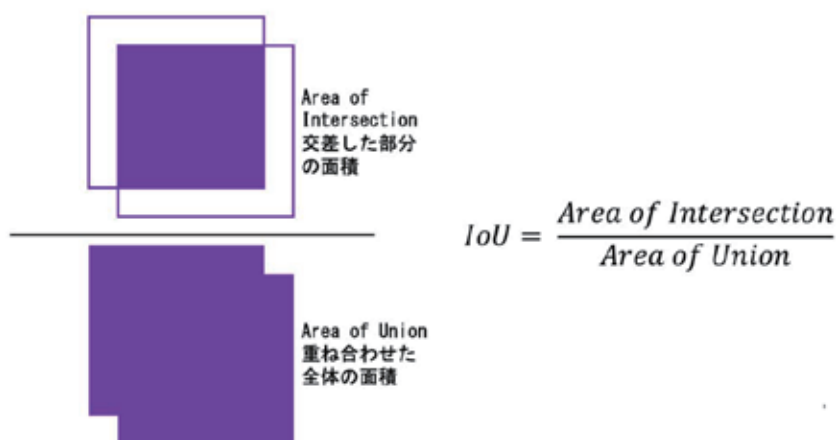


Fig.23. IoU（Intersection over Union）の求め方

- ②該当するバウンディングボックス内にあると予想される物体のクラス（種類）とクラス確率の最大値を抽出する。例えば、猫である確率が0.8、犬である確率が0.2の場合、クラス確率は0.8になる。
- ③物体のクラスごとの信頼度スコアを求める。信頼度スコアは、IoUとクラス確率の積である。
- ④信頼度スコアの高い順にバウンディングボックスの「正解・不正解」「適合率」を列挙する。
- ⑤正解となっている適合率の平均を求める。この値が、AP（Average Precision：平均適合率）である。計算例を以下に示す（Table4）。

Table 4.（例）猫と予測されたバウンディングボックスの検出結果
（この例では、ニューラルネットワークが予想した猫の数は5だが、正解は3ということを表している）

順位	信頼度スコア	正解・不正解	適合率
1位	97	正解	1/1=1
2位	93	正解	2/2=1
3位	90	不正解	2/3=0.667
4位	89	正解	3/4=0.75
5位	85	不正解	3/5=0.6

$$AP = \frac{1 + 1 + 0.75}{3} = 0.917$$

このようにして平均適合率APを求めるわけだが、なぜ順位を付けるのだろうか。これは、正解数が同じであっても信頼度スコアが大きく上位のほうに正解があるほどAPの値を大きくするためである。

このようにして各カテゴリ（例えば、猫、犬、鳥など）ごとのAPを求め、その平均を取ったものがmAP（mean Average Precision：平均適合率の平均）である。Fig.22のmAP_0.5はIoUを0.5に設定した場合の結果を表し、mAP_0.5：0.95はIoUを0.5から0.9まで0.05きざみでmAPを求め、さらにその平均を取ったものである。いずれも学習が進むに従ってmAPが1.0に近づいているため、学習時の精度は比較的良好なことが分かる。

なお、深度推定を行うDense Depthについては、すでに開発者によって機械学習が実施され、学習モデルとソースコードが公開されているため、著者らによる機械学習は実施せず、公開されている学習モデルを使用した。ただし、Dense Depthの出力は、深度画像（距離を輝度で表現したもの）であるため、画像中の各ピクセルの輝度を絶対距離に変換するプログラムを著者らが開発した。

5. 実験

5. 1 物体検出部の性能評価実験

①実験の目的

前章で示した通り、機械学習時における本ニューラルネットワークの精度は悪くない。今度は実際に画像データを入力し、物体検出部のプログラムがどれだけ正確に障害物（ブロック、ポール、看板）を検出しているかどうかを検証する。

②実験の手続き

機械学習時に使用した画像とは別に、ブロックの静止画像108枚、ポール53枚、看板171枚を撮影し、前章で機械学習させたニューラルネットワークに入力し、認識性能を確認する。

③実験結果

Table 5に、適合率、再現率、mAP（IoU=0.5）、mAP（IoU=0.5～0.95）を示す。このようにポールと看板の性能はまずまずだが、ブロックの性能はすべての指標においてあまり良くない。

Table 5. 物体検出部の性能評価実験結果

	適合率	再現率	mAP（IoU=0.5）	mAP（IoU=0.5～0.95）
ブロック	0.434	0.195	0.240	0.087
ポール	0.600	0.819	0.681	0.368
看板	0.701	0.673	0.656	0.305
全体	0.578	0.559	0.526	0.254

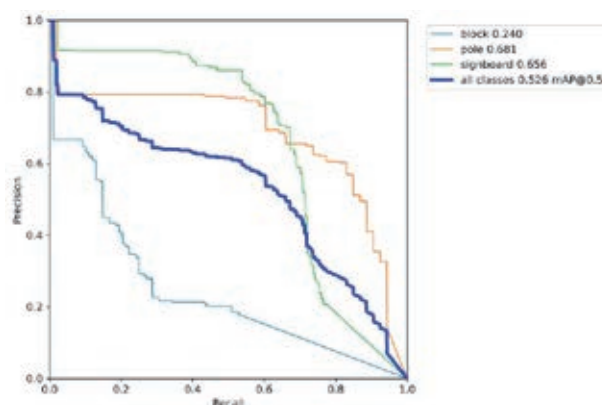


Fig.24. 再現率・適合率曲線

Fig.24は再現率・適合率曲線である。曲線の下側の面積がmAP（平均適合率の平均）になるため、やはりブロックの検出性能が良くないことが分かる。Fig.25は検出した物体をバウンディングボックスで囲み出力した図である。(a)～(c)は概ね正しく検出しているが、(d)のブロックは全く認識していない。また、(e)では、ブロックは認識しているもののポールは認識しておらず、左側のブロック塀も認識していない。同様に(f)では、ポールを看板と誤認識している。

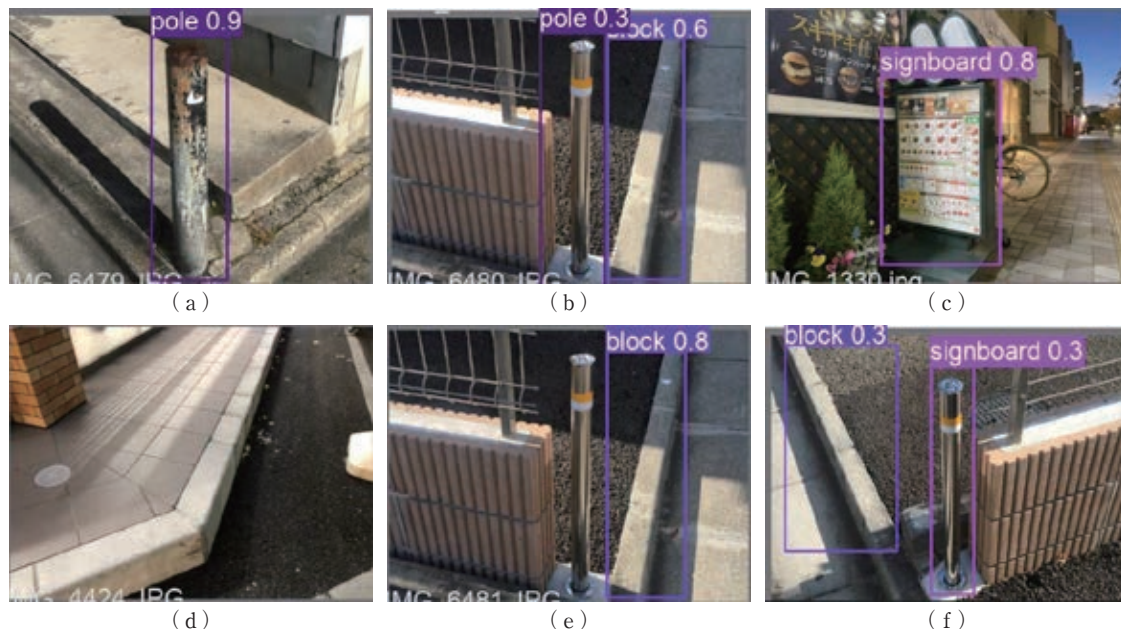


Fig.25. 検出結果をバウンディングボックスで表したもの

④考察

ポールと看板の検出精度は比較的高く、それに対してブロックの検出精度はあまり良くなかった。その理由として考えられるのは、ポールと看板は、地面に対して垂直に立っており、地面と区別しやすかったのに対して、ブロック（特に縁石）は、地面との区別が付きにくかったからだと推測する。これを解決するためには、縁石を撮影する際にさまざまな角度から行うことや、道路や歩道も学習させることにより区別させることが可能と考える。また、学習に使用した画像の枚数が600枚しかなかったことによる学習不足も要因となっているだろう。今後は、学習に使用する画像の枚数を大幅に増やすこと、また、ブロック、ポール、看板だけではなく、電動車いすが路上で遭遇するであろうさまざまな障害物についても学習させる必要がある。

5. 2 深度推定実験

①実験の目的

単眼カメラとDense Depthにより推定した、カメラから障害物までの距離がどれくらい正確なのかを検証する。

②実験の手続き

PCにカメラ（Logicool社 C270n）を接続し、カメラからパイロン（三角コーン）までの距離を1m～10mまで0.5mおきに離していき、YOLOv5でパイロンを検出した後、パイロンを包含するバウンディングボックスをDense Depth側に引き渡す。Dense Depthでは、渡されてきたバウンディングボックス内の深度画像からもっとも短い距離（カメラからパイロンまでのもっとも近い距離）を探索し、絶対距離に

変換して画面に表示する。これを距離ごとに5回繰り返す。

測定は、東北福祉大学2001館4階の廊下で、晴天の日に実施した。

③実験結果

Fig.26に距離別の平均推定距離を示す。エラーバーは、標準誤差である。このように2m～4mでは推定した距離に誤差は少ないが、1mと1.5m、ならびに5m以上で誤差が大きくなっている（グラフでは、4.5m、5.5m…9.5mは省略している）。

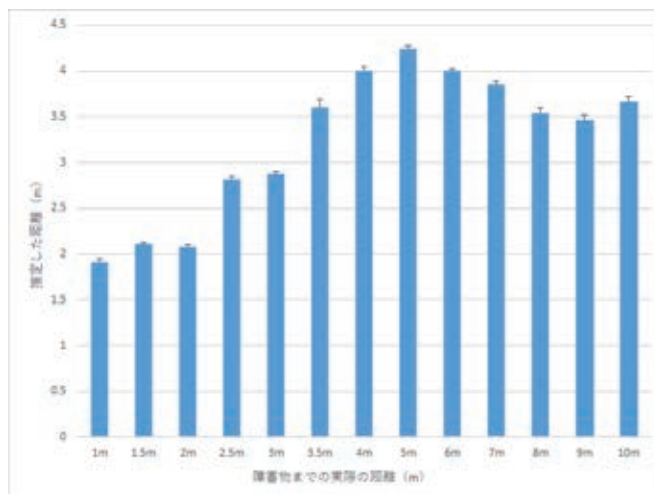


Fig.26. 距離推定実験の結果

④考察

Dense Depthでは、NYU Depth Dataset V2（以下NYU）と呼ばれる、室内の2次元画像に距離データを付加した約5,000枚の画像で機械学習している。NYUはマイクロソフト社のKinectV1を使って画像と深度データを同時に記録している。KinectV1は、基本モードで0.8m～4mまでの深度測定が可能だが、拡張モードにすると10mまでの深度測定が可能である。ただし、拡張モードでの深度精度は、あまりよくないため、4mを超える距離で誤差が検出されたのはそのためだと思われる。

今後は、深層学習と単眼カメラによる深度推定の研究が進み、精度が向上するまでの間、ステレオカメラ方式やLiDARによる距離測定方式を利用することを検討したい。

5. 3 電動車いす走行実験

①実験の目的

本研究では、コンピュータビジョン技術を応用した物体検出と距離推定のアプリケーション・ソフトウェアを開発し、電動車いすに実装した。本実験では、電動車いすの走行中、前方に障害物を検出した際に衝突せずに停止できるかを検証する。また、開発に関して、今後の課題を抽出する。

②実験の手続き

東北福祉大学2001館4階の廊下に「立て看板」を設置し、立て看板の前方5mの位置からまっすぐ立て看板目がけて電動車いすを直進させ、立て看板に衝突せずに停止できるかを検証する。

電動車いすの運転は、実験者が電動車いすに乗ってジョイスティックで行う。運転速度は約3km/hとする。なお、事前にアプリケーションソフトウェアの設定で、障害物から2m以内に車いすが入ったら、車いすは自動停止するように設定し、障害物から停止した電動車いすまでの距離を計測する。計測は10回行う。

③実験結果

実験結果を Table 6 に示す。このように安定しない結果となった。衝突も 10 回中 5 回も発生した。

Table 6. 電動車いすの衝突実験結果（停止した車いすから障害物までの距離） (cm)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
距離	102	衝突	165	310	衝突	衝突	178	衝突	285	衝突

④考察

このような結果となった原因を考察してみる。まず、最大の原因は、障害物の検知から距離測定までのレスポンスタイムが3秒前後もかかったため、車いす制御部に距離データが届いて停止命令を出すまでに時間がかかってしまい、オーバーランして衝突することになってしまったと思われる。また、廊下のタイルをブロックと誤認識したり、壁を看板と誤認識することもあり、物体検出そのものが不安定だったために距離データに影響を与えたものと思われる。加えて、前述の距離推定実験でも述べたとおり、2m 未満や 4m を超えるような距離推定には大幅な誤差を含んでいるも影響を与えていると思われる。

これらを解決する方法としては以下のものが考えられる。

- (1) 物体検出や深度推定のアルゴリズムを見直し、軽量化を図る。
- (2) 深度推定に関しては、ステレオカメラ方式や RiDAR 方式に変更する。
- (3) 高速なハードウェア（CPU やグラフィックボードなど）を導入する。
- (4) 物体検出の精度を上げるために機械学習に利用する画像の枚数を大幅に増やす。また、種類も増やす。

6. まとめ

本研究の到達目標は、電動車いすを安全安心、かつ快適に自動走行させることである。本報告では、その第一弾として、電動車いすの安全性を向上させることを目的に、クルマと同じような安全運転支援システムを開発・実装することにした。そのための要素技術として、最新のコンピュータビジョンのメカニズムについて調査した上で、その応用である物体検出機能を、YOLOv5 をベースにして実装し、機械学習を行った。その結果、ボールの mAP は 0.681、看板の mAP は 0.656 であったのに対して、ブロックの mAP は 0.240 と著しく低い結果となった。その理由として学習に用いた画像の枚数が不足していたことが考えられるため、今後は枚数と種類を増やす必要がある。また、単眼カメラによる距離推定機能を、DenseDepth をベースにして実装した。その結果、2m ～ 4m の距離ではほぼ正確に距離推定できたが、2m 未満や 4m を超える距離では精度が悪かった。単眼カメラによる距離推定は、コスト的にもシステム的にも魅力があるが、安全性を確保するためにはステレオカメラや RiDAR 等のセンサ利用を検討する必要がある。最後に、開発した電動車いすの走行実験を行った。その結果、衝突せずに停止できることもあったが、停止位置が安定しなかったり、オーバーランして衝突してしまうこともあった。今後は、各機能の精度を上げつつ、自動走行機能の開発に着手したい。

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により実施した。また、本研究を推進するに際して、コニカミノルタ株式会社の上田隆司氏、東北福祉大学情報福祉マネジメント学科4年の村上宙君、丸山奏君、庄子命成君にご支援いただいた。

WHILL and the WHILL logo are registered trade marks of WHILL, Inc., used with permission.

参考文献

- 1) 「安全運転サポート車」の普及促進に向けた取組, 経済産業省, https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/sapoca/sapoca.html, 2017
- 2) 「高齢運転者交通事故防止対策に関する調査研究調査結果」, 警察庁, pp.47, 2020
- 3) 「電動車いす国内出荷台数 (電動車いす安全普及協会会員合計)」, 電動車いす安全普及協会, <https://www.den-ankyo.org/society/transition.html>, 2023
- 4) 「電動車いすの交通事故 最近の交通事故の実態」, 警察庁, pp.10, 2017
- 5) 溝端光雄, 北川博巳, 「高齢者のモビリティ確保のための電動車いす利用に関する研究」, 土木計画学研究講演集, 2002
- 6) 佐藤雄隆, 松本治, 後藤茂樹, 本間敬子, 加茂光広, 「障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト統括研究報告書」, 産業技術総合研究所, pp.3-16, 2010
- 7) 敷島惇也, 田崎豪, 「単眼カメラと三次元地図を用いた動的障害物の検出と三次元復元」, 計測自動制御学会論文集 Vol.57 No.1, pp.37-46, 2021
- 8) 「対話型 AI 自動運転車いすを核とした福祉インテリジェントモビリティサービスの開発 ―社会実装に向けた産学官連携体制について―」, 久留米大学研究報告 43 号, pp.2-12, 2021
- 9) Richard Szeliski, “Computer Vision: Algorithms and Applications”, Springer London, pp.11, 2011
- 10) P.Viola and M.Jones, “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features”, CCVPR2001, 2001
- 11) P.Dalal and B.Triggs, “Histograms of Oriented Gradients for Human Detection”, International Conference on Computer Vision & Pattern Recognition, 2, pp.886-893, 2005
- 12) 庄野 逸, 「局所画像特徴量」, 映像情報メディア学会誌 Vol.67, No.3, pp.256～258, 2013
- 13) LeCun, Y.; Boser, B.; Denker, J.S.; Henderson, D.; Howard, R.E.; Hubbard, W.; Jackel, L.D., “Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition”. Neural Computation 1 (4) : 541-551, 1998
- 14) R.Girshick, J.Donahue, T.Darrell and J.Malik, “Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation”, CVPR, 2014
- 15) J.Redmon, S.Divvala, R.Girshick and A.Farhadi, “You Only Look Once : Unified, Real-Time Object Detection”, CVPR, 2016
- 16) W.Liu, D.Anguelov, D.Erhan, C.Szegedy, S.Reed, C.Fu and A.C.Berg, “SSD: Single Shot MultiBox Detect”, ECCV, pp21-37, 2016
- 17) R.Ranftl, K.Lasinger, D.Hafner, K.Schindler and V.Koltun, “Towards Robust Monocular Depth Estimation: Mixing Datasets for Zero-Shot Cross-Dataset Transfer”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2022
- 18) I.Alhashim and P.Wonka, “High Quality Monocular Depth Estimation via Transfer Learning”, arXiv e-prints, 2018

第Ⅱ部

研究報告

令和4年度 研究報告

【研究代表者氏名】

大島 巖

【研究分担者氏名】

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、
渥美 綾子、佐藤 晃子、高田 昭

【研究種目】

公募型課題研究（学科横断）

【研究課題名】

支援・予防すべき社会的孤立とは何か

【研究目的・目標】

引きこもり、貧困、自死などを起こす社会的孤立は大きな社会課題である。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る。そして、以下の4つを本研究の「問い」としている。

- ①東日本大震災の被災者の孤立予防・防止研究から何が言えるのか
- ②支援・予防すべき社会的孤立の状態にある者を特定するための指標や定義は何か
- ③社会的孤立に陥った要因は何か
- ④コロナ禍における支援すべき社会的孤立の指標や要因は何か、東日本大震災被災者の社会的孤立と共通するもの、異なるものはそれぞれ何か

この目的・問いに対し、多様な孤立の指標や要因を本学の3学部7学科の参画を得た調査と研究会を通じて、多分野横断的・融合的に洗い出す。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や予防、そしてその支援や施策の有効性の評価、それを踏まえた効果的な取組みの社会実装を最終目的とする。

【研究経過】

本研究では、①支援現場の調査、②地域現場の調査、③孤独と孤立の概念探索、④言語データ分析、⑤学内研究会を通じた検討、⑥孤立の要因分析、⑦要因ごとの指標化、の7つの方法で研究を進めることを計画しているが、本年度は①と②に関するフィールド調査を実施した。

1. 調査概要

(1) 目的

東日本大震災による被災により住み慣れた地域を離れ災害公営住宅に転居した高齢者と、その支援者を対象とし社会的孤立に焦点をあて、以下を目的とした。

- ①東日本大震災の被災により災害公営住宅に転居した人の語りから、社会的孤立がどのように生まれ、

どのような支援や機会によって解消されるのかを理解することを通じて、予防に向けた取り組みの在り方について示唆を得ること

- ②災害公営住宅を持つ特定地域の支援者を対象に、社会的孤立に対するこれまでの取り組み状況と課題（連携や仕組みづくりなど）について理解することを通じて、地域における予防にむけた取り組みの在り方について示唆をえること

(2) 方法

2022年8月～10月に東北地方A市B区内にある3カ所の災害公営住宅に居住する高齢転居者8名に対する個別インタビュー調査と、同公営住宅を支援対象地区として活動を行っている支援センターの職員1名に対する個別インタビュー、さらに同地区の民生委員、支援センター職員、施設職員、地域包括支援センター職員等の複数の支援者によるフォーカスグループインタビューを実施した。

①災害公営住宅高齢転居者への調査内容

1人2回（各約90分）の個別インタビューを行い、転居から現在までの生活の変化や人との繋がりの変化、これまでの印象に残った思い出、今後の被災者への助言などの質問に対して自由に語っていただいた。また、1回目の語りを基に、調査者がこれまでの生活の変化についてナラティブスロープを作成し、2回目のインタビューで本人に確認していただき、それを基にさらにこれまでの生活について振り返っていただいた。その他、高齢者の社会的孤立スクリーニング尺度（ANS-6）、地域単位の健康関連ソーシャルキャピタル指標、こころの健康チェック表（K6）、高齢者のための包括的環境要因調査票（CEQ）といった複数の尺度を活用し、対象者の社会関係、環境、精神的健康の把握を行った。

②支援者個人への調査内容

1名に対して約90分の個別インタビューを実施した。質問内容は地域での活動内容、震災発生後から現在までのいくつかの段階に分け、それぞれの段階での当該地域に居住する高齢者を取り巻く問題とそれに対する取組み、これまでの実践経験から今後に伝えたい教訓などについて、思いつくことを自由に語っていただいた。

③複数支援者に対する調査内容

5名の支援者に対する約90分のフォーカスグループインタビューを実施した。質問内容は、それぞれの立場での地域での活動内容、現在の地域の課題、震災後から現在までの地域における問題や課題の変化やそれに対する取組みと、その評価。さらに、これまでの経験から今後に伝えたい教訓について、思いつくことを自由に語っていただいた。

なお、調査は東北福祉大学研究倫理委員会の承認を得た上で実施した（RS220604）。

【研究成果】

今年度は、上述した災害公営住宅とそれを取り巻く地域に関係する3種類の調査を実施した。災害公営住宅に転居した被災高齢者の約10年間の生活を振り返る個別インタビューのデータ8件、災害公営住宅を含む地域の被災者を長年支援してきた支援者1名のインタビューデータ、そして当該地域をフィールドに長年支援活動を行ってきた5名の異なる職種によるフォーカスグループインタビューのデータを収集することができた。得られたテキストデータおよび数量データについて、分析を進め、次年度は学会報告及び研究論文として発表する予定である。

令和4年度 研究報告

【研究代表者】

柴田 理瑛

【研究分担者】

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】

一望まない孤独の可視化と予測に関する研究—一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

1) 研究1

社会的な孤立や主観的な孤独感は、自死との関連が示され、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、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である。

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。江村・宮崎 (2021) らが Thomas & Azmitia (2019) の孤独感尺度について日本語版を作成しているが、ストレス反応など問題と判断しうる孤独感の基準値については明らかにされておらず、検討する必要がある。

2) 研究2

新型コロナウイルスが拡大して以降、人と人が出会ったり一緒に過ごすことに対する制限が大きくなることとなった。就労や教育機会においてもその影響は大きく、結果的に生活困窮下におかれる人々が多く出現することとなった。

研究2においては、新型コロナウイルス発生以降仙台市で活動しているフードバンク仙台の食糧支援活動を手がかりに（含むNPO法人POSSE）、支援につながっていく経過を分析しながら、孤立・孤独を人々がどのように経験してきたのかを明らかにしつつ、つながりが有効に機能する福祉社会のあり方の一端を示すことを目的とする。

【研究方法】 RS220507

1) 研究1

調査は東北福祉大学研究倫理委員会の承認を得て（RS220507）2022年6月に実施した。クラウドソーシングのサービスを提供するランサーズを通じて調査協力者を募集した。許諾画面では、本調査の内容及びアンケート用紙の説明を行い、回答者に回答義務がないこと、回答は統計処理されること、個人情報が開

示されないことを説明した。この研究に参加することに同意した人だけがアンケート回答画面に進むことができた。調査協力者は、有職者606名（男性229名、女性377名、平均年齢39.54歳、SD=10.07、年齢範囲21-76歳）であった。

2) 研究2

2022年12月より、フードバンク仙台と共同研究を実施することとなった。具体的には、フードバンク仙台が展開している食糧支援の受付フォームをインテークシートとして捉え、家族構成や就労状況、利用してきた社会資源等を分析しつつ、どのような人々が食糧支援を利用しているのか、あるいはつながってきたのかを明らかにする。特に着目するのは、コロナ以前ではほとんど社会福祉サービス等を利用してこなかった人々が多くいると考えられ、その実態について明らかにする。また、食糧支援を利用している人々へのインタビュー調査を実施する予定である。このインタビュー調査については、すでにフードバンク仙台が実施しており、そこに参画する形で実施となる。次年度実施予定であり、これから倫理審査を受ける予定である。

【成果】

1) 研究1

ROC解析の結果から、高いストレス反応を判定するための「望まない孤独」の基準値は16点が最適であることが示された。これまで、望まない孤独の悪影響について様々な報告があるが、精神的健康が悪い状態の基準値は示されていなかった。本研究のカットオフ値を用いることで、望まない孤独のさらなる検討を進められると考えられる。

2) 研究2

本研究は2023年度より本格的にインテークシートの分析と、利用者調査を行う予定である。

令和4年度 研究報告

【研究代表者氏名】

竹之内章代

【研究分担者氏名】

大島 巖、三浦 剛、芳賀 恭司、阿部 利江、山本美貴子

【研究種目】

(例) 公募型課題研究(学科横断)

【研究課題名】

福祉系大学と関連法人等との連携による力量のある福祉人材育成モデルの開発

【研究目的・目標】

1. 研究の背景

福祉における人材確保は少子化の波をうけ、今後ますます深刻化していくことが予測されている。さらに、福祉特に介護分野における人材の確保及び人員の定着をいかに図るかは業界全体の喫急の課題である。このような社会状況の下、関連法人である(社福)東北福祉会では、数年にわたり人材育成に関する取り組みをシステム化し実践してきた。しかしながら、その実践がどのような成果を得、その後の人材定着やシステム化された教育によりその専門性の向上に貢献したかについては、現在明らかにされていない。

さらに、家族や地域社会が変化し多様化する現在、複雑化する福祉等支援ニーズに向き合う対人援助の専門職は、絶えず新しい知識を身に付け、新しく生じる問題に対応する力量を身に付けることが求められている。本学は東北地方や全国の拠点福祉系大学として、実践現場で活躍する実践家に対して学び直しや生涯学習の機会を体系的に提供するために、グループ関連法人や実習先施設などと連携・協働して、高度福祉等専門職養成に資する共同研究を推進することにより、グループ関連法人や実習先施設の職員の実践力のみならず、実践研究力の向上を実現し、全国的なモデルとしての発信力を強化する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、社会福祉法人等における人材育成のシステム構築及び教育プログラムを明らかにすることにより、高度福祉専門職養成に資することを目的とする。

本研究の独自性は、1. 社会福祉法において未だ人材育成の仕組みとして組織的な体制づくりが十分にない法人が多い中で、優れた人材育成システムを構築しつつある「(社福)東北福祉会の人材育成体制の取り組み(キャリアラダーの仕組み)」についてその取り組みの成果を評価して、より優れた福祉等専門職種の人材育成に資する教育モデルを構築する点、2. 人材育成システムの成果を構成するいくつかの視点に対して、有効に機能したと考えられる取り組みの要素を、「効果的支援要素」の観点から明らかにするとともに、各要素がどのように有機的に機能しているのか、プログラム理論のプロセス理論をもとに作成する点、3. 社会福祉法人と福祉系大学の協働によって、福祉現場と福祉教育の理論と実践の融合がはかられる点があげられる

今年度の計画として、これまで（社福）東北福祉会における人材育成における取組について、プログラム評価の理論と方法論の視点から、改めて体系的に整理するとともに、人材育成システム導入からこれまでにわたる実践の成果を明らかにする。さらに、これらの取組みが年次的にどのような発展の道筋をたどったのかを、記述的に明らかにすることを目的として研究を進めることとした。

以下の方法を用いて研究をすることを計画した。

- 1) これまでの人材育成の取組みに関する記録の整理
- 2) 人材育成に携わった法人職員への聞き取り調査
- 3) 以上のデータの整理から、明らかになった点について、関係者職員へのグループインタビュー
- 4) 好事例をもつ法人等へのヒアリング調査

【研究経過】

今年度計画に沿って、実施してきたこととして、前述の1. これまでの人材育成の取組みに関する記録の整理、および2. 人材育成に携わった法人職員への聞き取り調査、3. 関係職員のグループインタビューについては、対象とした（社福）東北福祉会の各拠点に依頼をし、実施あるいは今年度中の実施を予定している。

【研究成果】

1. これまでの人材育成の取組みに関する記録の整理から明らかになったこと

社会福祉法人東北福祉会においては、これまで人材育成のシステムと人事評価のシステムを連動させて運用してきた。導入当時のシステムについては、これまで様々な法人等で採用されてきた仕組みやそれらの成果のよいところを取り込む形で人材育成並びに評価の仕組みを作ったということであった。少しずつ改訂を行いながら対応してきた経緯はあるが、大きな枠組みの見直しはこれからの課題としていきたいとのことであった。それは例えば、一人ひとりが目標をたて目標管理をしながら進めて行くことに意義を感じつつも、それらの作成には時間がかかり煩雑であることもあり、使い勝手のよい形に整備していく必要性などがあげられていた。

2. 人材育成に携わった法人職員への聞き取り及びグループインタビューから明らかになったこと

インタビュー対象者が、委員会等で中心的に関わってきたメンバーや管理者であり、対象者自身もこの仕組みの中でキャリア形成をしてきた。自らこのシステムで育てられた経験から、研修のあり方、支援担当者の役割、さらにリーダーや指導職としての役割などシステムの流れや全体像を確認することができた。これらの仕組みが、キャリア形成や人材の定着につながったと実感している部分も確認することができた。しかし、現時点で全拠点の聞き取りが終了してないため、成果として全体を反映したものではないことを申し添える。

3. 来年度の計画と進め方

今年度中に拠点のインタビューを終え、内容の分析にできうる限り早く着手する見込みである。さらに、データを加えた分析を実施し、人材育成の成果につながる要素を抽出する予定である。今年度予定としていたが未実施となった人材育成に関するよい実践を行っている法人等への視察訪問を実施してデータを集めていきたい。

また、来年度には量的な調査を実施する予定をしており、そこでの人材育成の仕組みを確認するとともに、それらのよいとされる要素の抽出を行い、分析を試みる。さらに、これらの結果を最終年度の人材育成に資する研修プログラム開発のための基礎としたい。

令和4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（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】

新型コロナウイルス感染症感染拡大防止対策として導入されたリモート講義は、2020年度の授業機会確保のために実施した経験から、大学に関わらず小学校から高校までの教育機関においても新しい授業の形として認知されている。このリモート講義については、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などがメリットとして挙げられるが、デメリットとして、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ている [1]。

そこで、我々はリモート講義を受講する際の孤独感の解消に対し、バーチャル教室を用いること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かについても検証を行い、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ことを目標としている。

【研究経過】

2022年度においては、学生を対象としたバーチャル教室を用いた模擬講義を実施する予定としていた。しかし、実際に既存サービスを利用して模擬講義を計画した際に、孤独感を解消するための対策を含めた講義のあり方の検討が不十分であったため、研究分担者を含めた4名の教員にて方法論の検討を行った。また、現実に近いバーチャル教室についても3号館をベースとした空間の作成を行った [2]。

まず、バーチャル教室での講義を実施するための検討として、学会や大学のオープンキャンパスなどにも活用されている「oVice」というバーチャル空間を提供するサービスを利用した。このサービスの特徴としては、提供されたウェブ上の空間内において自分のアバターを操作し、近くにいる他者と会話やミーティングを行うことや、同じ空間内でも特定の位置にいる参加者だけが視聴できるプレゼンテーションを実施することが可能であることなどから、大学の講義フロアを再現できるのではないかと考察した。

実際の検討時の様子はFig 1の状態となる。提供される空間の基礎となる背景画像とミーティングやプレゼンテーションスペースなどを行うためのツールについては自由にカスタマイズすることが可能である。そのため、講義フロアということを考慮し、既存の教室をテーマとした背景の一部をミーティングなどに

て利用できるスペースを意識した画像に修正を行った。また、実際に講義を行う際に使用するパワーポイントの画面を共有した状態での講義はFig2のような状況となる。教員側としては、モニターを2台設置（1台目：パワーポイント操作用、2台目：oViceの画面確認用）することで受講者の状況を確認しながら講義を実施することも可能である。なお、受講者側としては、画面が共有されても自動で全画面化される設定ではないため、各自で全画面化や大きさの調整を行う必要がある。



Fig.1. 検討時の画面（黒い丸は声もしくは講義の共有画面が届く距離を示す）

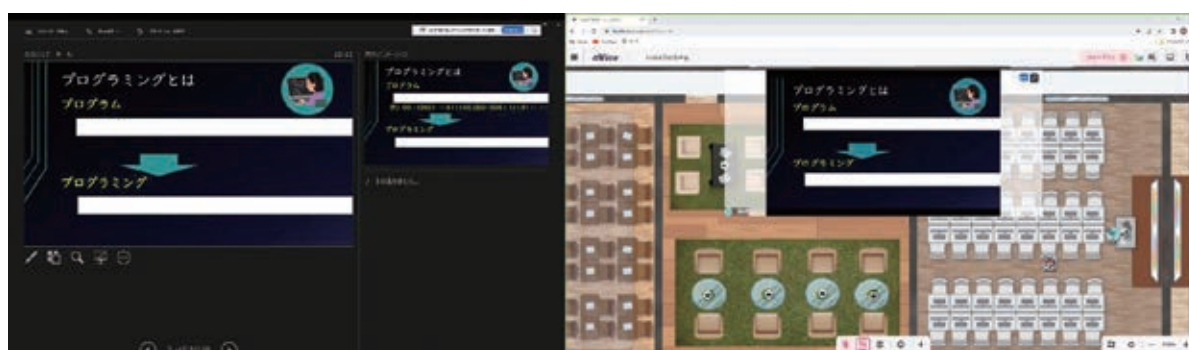


Fig.2. 画面共有の様子（左側：教員画面、右側：受講者の画面）

バーチャル空間を利用した意見として挙げられたことはTableのとおりである。これまでにリモート講義に活用されてきた既存のビデオ会議システムと比較した場合に、声の伝わる範囲や空間内での講義場所への移動、他者の動きの可視化などができたことから、対面により近い形の講義空間を構築することができる点が孤独感の解消や受講意識の高まりにつながると評価した。ただし、バーチャル空間を利用するにあたっては、ビデオ会議システムのようにマイクやカメラのON/OFFの操作が基本となるだけではないため、事前にアバターの移動方法であったり、各コミュニケーションツールの使い方、声の届く範囲の設定などを含めた説明会を行っておくことによって、より抵抗感なく実施することができると考える。また、「oVice」のシステムの中には、様々な背景画像が準備されているだけでなく、オリジナルの画像などを利用することができる。そのため、今回の検討において行ったように背景画像の設定を通して、ここがどのような空間であるのかを意識させることも重要な要素になると考える。

Table. バーチャル教室を利用してのコメント

評価する事項

1. 声の伝わる範囲が決まっているため、テレビ会議システムのように常に全体を意識した発言をしなくても良く、現実世界に近い感覚にて他者と会話することができる
2. バーチャル空間内にて講義を行っている場所に移動し、受講することができるため講義への参加意識が高まるのではないかと
3. 複数の講義を同時に実施することにより、学びの空間ということを表現できる
4. 他の学生の動向を見ることができるため、孤独感が減少するのではないかと
5. グループワークを行うために、別な会議室の設定や画面切替を行わなくても良い
6. 画面の共有はコミュニケーション用のツール上にて右クリックをすることで共有ツールが表示されるなど、思ったより実施しやすい
7. 会議室を設定することにより、学生の受講制限などが検討できる
8. oViceの公式サイトを見ると別空間への接続が可能であるため、大学構内を表現できるのではないかと
9. 講義だけでなく、学生の集いの場として使うことも良いのではないかと

検討が必要な事項など

1. 一見して操作方法を理解するという事は難しいため、事前説明が必要
2. 受講する際の受講のスタイル（空間内の移動やカメラ、マイクの ON/OFF など）の検討が必要
3. 一度設定することで不要になるが、画面レイアウトのカスタマイズに手間がかかる
4. 受講者側の共有画面について、最大化できることを理解していないと、文字が小さいなどの指摘が多数生じる可能性がある
5. バーチャル空間であるという特性を踏まえると、学生のアバターの設定（名前や顔写真など）として実名や自分の顔写真などをどこまで求める必要があるか
6. 100名規模の学生が集まった場合に、設定空間が狭いとアバターで混乱する可能性があるため、適切な広さの設定が必要である

また、現実に近いバーチャル教室の構築については、現在3号館の建物をベースとしたメタバース空間を作成している段階である。作成のために利用しているサービスについては、3D空間という特性を活かし、ヘッドマウントディスプレイを用いることでより没入感の高い形での利用も可能であるが、ノートパソコンやスマートフォンからも3Dゲームの様に参加することもできるものとなっている。

以上のように、2022年度の研究経過としては、バーチャル空間を用いた講義空間の活用方法の検討と構築となっている状況である。そのため、最終年度となる2023年度において、実際に学生を対象として、空間内を移動することや他者を意識することができるバーチャル空間を活用することがリモート講義の孤独感解消につながるのか、また、より現実に近い空間であることにより学習効果が高まるのかについての実証を行う予定である。

参考文献

1. 『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：2023年2月28日)
2. 『活用事例 大学』, oVice, <https://ovice.in/ja/tag/%E5%A4%A7%E5%AD%A6/> (最終閲覧日：2023年2月28日)

令和4年度 研究報告

【研究代表者氏名】

高村 元章

【研究分担者氏名】

荒木 草太、野路 慶明、佐藤 洋介

【研究種目】

学内公募型課題研究（学科単位）

【研究課題名】

脳卒中患者の歩行速度を改善させる関節運動の検討：前向き観察研究

【研究目的・目標】

(1) 研究目的

歩行速度は転倒の有無や日常生活の範囲（地域、近所、屋内）、寿命などの予測因子であり^{1,2)}、様々な報告がされている。そのため、歩行速度は介護予防や地域生活を持続する上で重要な指標である。近年、脳卒中患者の縦断的な歩行速度に着目した研究がいくつか報告され^{3,4)}、歩行速度の改善は、歩行耐久性やバランス機能といった身体機能の改善に寄与することが明らかになっている³⁾。また、歩行速度の改善と歩容の関係性に着目した研究では歩行の対称性と歩行速度の改善率に関連を認めている⁴⁾。しかし、先行研究は歩行速度と歩容の時空間パラメーターを比較したのみで、歩容の運動学である関節運動が歩行速度の改善に縦断的にどのように影響を及ぼしているかは不明である。近年、脳卒中片麻痺者の歩行に対するリハビリテーションでは、歩行中に機能的電気刺激^{5,6)}や外骨格型ロボット^{7,8)}を用いて関節運動をターゲットにアプローチすることが多く、歩行速度に寄与する関節運動の解明が望まれている。本研究の目的は、①縦断的な調査によって脳卒中患者の回復過程において歩行中の関節運動がどのように改善しているのか、②歩行速度の改善率にはどの関節運動が寄与しているのか、を明らかにすることである。

(2) 本研究の目標

- A) 多機関共同研究にて回復期病棟に入院する初発脳卒中患者60名を目標症例数とし、10m歩行開始時と退院時に歩行解析および身体機能の評価を行う（Fig.1）。
- B) 初回評価時と退院時評価の評価項目を比較し、縦断的な変化を検証する。
- C) 歩行速度の改善をアウトカムに関節運動や身体機能を要因として重回帰分析を行い、歩行速度の改善に最も寄与する要因を検証する。
- D) 麻痺の重症度や歩行速度により群分けした重度麻痺群と軽度麻痺群における縦断的な変化および歩行速度に寄与する要因の検討も行う。



Fig. 1. 研究プロトコル

【研究経過】

現在、26名の脳卒中片麻痺者のデータが蓄積され、経過報告を今年度で開催された第20回日本神経理学療法学会学術大会および第26回宮城県理学療法学会学術大会にて発表した。また、第26回宮城県理学療法学会学術大会では学会奨励賞（筆頭演者：荒本草太）を受賞した。一方、新型コロナウイルス感染等の影響により、データの蓄積が行えていない共同研究機関もあり当初の計画よりも進捗が遅れている。そのため、他の回復期病院にも共同研究の参加を依頼している状況である。来年度は、目標症例数の達成およびデータの解析を目標に取り組む（Table. 1）。

Table. 1. 年次計画

研究内容	実施時期			
	R4年度	R5年度		R6年度
	後半	前半	後半	前半
データ収集				
研究施設追加				
データ解析				
論文作成・投稿				

【参考文献】

- 1) Fulk, G.D., He, Y., Boyne, P. and Dunning, K. "Predicting Home and Community Walking Activity Poststroke" *Stroke*, 48 (2), 406-411, 2017
- 2) Stanaway, F. F., Gnjdic, D., Blyth, F.M., Le Couteur, D.G., Naganathan, V., Waite, L., Seibel, M.J., Handelsman, D.J., Sambrook, P.N. and Cumming, R.G. "How fast does the Grim Reaper walk? Receiver operating characteristics curve analysis in healthy men aged 70 and over" *BMJ (Clinical research ed.)*, 343, d7679, 2011
- 3) Norvang, O. P., Askim, T., Egerton, T., Dahl, A. E. and Thingstad, P. "Associations between changes in gait parameters, balance, and walking capacity during the first 3 months after stroke: a prospective observational study" *Physiotherapy theory and practice*, 38 (4), 534-542, 2022
- 4) Chow, J.W. and Stokic, D. S. "Longitudinal Changes in Temporospacial Gait Characteristics during the First Year Post-Stroke" *Brain sciences*, 11 (12), 1648, 2021
- 5) Araki, S., Kawada, M., Miyazaki, T., Nakai, Y., Takeshita, Y., Matsuzawa, Y., Yamaguchi, Y., Ohwatashi, A., Tojo, R., Nakamura, T., Nakatsuji, S. and Kiyama, R. "Effect of Functional Electrical Stimulation of the Gluteus Medius during Gait in Patients following a Stroke" *BioMed research international*, 2020, 8659845, 2020

- 6) Jaqueline da Cunha, M., Rech, K. D., Salazar, A. P. and Pagnussat, A. S. "Functional electrical stimulation of the peroneal nerve improves post-stroke gait speed when combined with physiotherapy. A systematic review and meta-analysis" *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 64 (1), 101388, 2021
- 7) Taki, S., Iwamoto, Y., Imura, T., Mitsutake, T. and Tanaka, R. "Effects of gait training with the Hybrid Assistive Limb on gait ability in stroke patients: A systematic review of randomized controlled trials" *Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 101, 186–192, 2022
- 8) Moucheboeuf, G., Griffier, R., Gasq, D., Glize, B., Bouyer, L., Dehail, P. and Cassoudeulle, H. "Effects of robotic gait training after stroke: A meta-analysis" *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 63 (6), 518–534, 2020

令和4年度 研究報告

【研究者氏名】

清水 冬樹

【研究種目】

若手スタートアップ研究

【研究課題名】

被災地における支援者支援プログラム開発に関する研究
—保育所保育士の業務実態に着目をして—

【研究目的・目標】

東日本大震災から10年以上が経過し、津波被害を大きく受けた宮城県内沿岸部の自治体（例えば、気仙沼市、石巻市、南三陸町、女川町など）では人口流出が著しいことが宮城県震災復興・企画部震災復興政策課（2021）において明らかにされている。特に20～29歳の若者世代が仙台市、あるいは首都圏へ転出をしていることが指摘されている。

若者世代の流出は、宮城県沿岸部の子育て世代の暮らしに大きな影響を与えている。沿岸部のある自治体では、東日本大震災後、産婦人科の病院がなくなり、親たちは出産や検診等のために隣の自治体まで移動しなければならなくなった。また、小児科は週に3日間しか利用できなかったり、保育所の統廃合により、子どもの送迎に片道30～40分かける家庭もいるという。東日本大震災の影響により、若者世代が沿岸部の自治体から流出していった結果、保育所や産婦人科・小児科等、子育てに必要な基本的な社会資源も減少や統廃合などしているというのである。（一般社団法人東日本大震災子ども・若者支援センター2022）。

筆者らが行ってきた調査研究において、沿岸部の自治体に勤務する保健師から、次のことが多く語られてきた。震災から10年以上経過した今もなお、被災した経験との向き合い方に悩む保護者や、検診の場で初めて被災経験を涙ながらに語る保護者がいるとうことであった。

現在沿岸部において、20代半ばで子育てをしている保護者たちは、中高生時代に東日本大震災を経験している世代である。東日本大震災発災後の中生世代の子どもへの支援は、他の世代に比べ圧倒的に少なかったことが明らかにされている（清水 2022）。中にはNPO等市民団体による支援が利用できた子どもがいたものの、ほとんど支えられた経験が得られないまま若者や親になっているものもいた。

この子ども期に支えられた／支えられなかった経験が、現在の子育てにどのような影響を与えているかを明らかにするために、筆者らは2020年末に福島県、宮城県、岩手県沿岸部において、中高生時代に東日本大震災を経験した保護者たちへのアンケート調査を実施した。その結果、①子ども期に被災を経験した若い子育て家庭のひとり親家庭の割合が高いこと、②子ども期の被災経験は、親たちが保育所を利用していたとしても、子育てにおける悩み等打ち明ける相手として保育士を頼らないことに影響を与えていることであった（東洋大学福祉社会開発研究センター2022）。

先に示した保健師の語りは、母親たちが検診にやってきた際に、保健師が母親たちの語りに丁寧に寄り添いながら聞いてきたものである。母親たちがそれまでの困難や苦しみを吐き出す場や人に、検診の場で出会うことができたことはとても重要なことである。

しかし、検診時に母親たちの話を丁寧に聞き取ることは可能であるが、継続的に話を聞いていくことは検診の時間だけでは困難である。また、現在国では新たに子ども・子育て家庭の相談支援を一体的に行う機能を有する「こども家庭支援センター」を各自治体に配置すべく、児童福祉法改正が目指されている。しかし、子どもや子育て家庭の相談の場に足を運ぶ力や支援の場に対する信頼感を育まない限り、いくら相談の場を用意しても、保護者から必要とされる場にはならないと考えられる。

被災地における継続的な支援を展開できる場として、保育所を挙げることができる。0歳児保育を利用するとすれば、最大で6年間子育て家庭は保育所を利用することができる。児童福祉法や保育所保育指針にもあるように、保育所保育士に業務には保護者支援が位置づいており、継続的に話を聞いてもらう経験を積み重ねながら、保護者の支援者や支援機関につながる力を育むことが、保育所には求められる。さらにいえば、沿岸部のような地方であれば、子育て支援に関わる社会資源は保育所や子育て支援センターのみというところも少なくはない。それだけに、地方における保育所の保護者支援は、より重要な役割を担うと考えられる。

とはいえ、東日本大震災から5年経過した頃より、宮城県沿岸部にある保育所の保育士の離職件数は増加してきた。そこで、宮城県保育協議会が一般社団法人東日本大震災子ども・若者支援センター（以下「支援センター」と記す）に、保育士の離職に関する調査を委託し、被災地域である沿岸部の保育所保育士の業務実態に関する調査を実施した。その結果、保育士の業務に対するモチベーションの低下に関わる要因として、震災を起因とした子どもの落ち着きのなさやその対応、保護者との関係構築の難しさ、保育所における保育士の年齢構成や保育士不足、そして保育士自身の被災経験の影響などが挙げられていた。

こうした被災地における保育所保育士の現状を見ると、子どもの保育に手一杯で、保護者支援にまで十分に手が行き届かせられることが困難な状況にあるとも捉えられる。しかし、今後も子ども期に被災経験がある保護者たちが一定程度出現することを踏まえると、親が継続的に利用することができる保育所を拠点とした支援を検討することは、より重要となる。そのためにも、震災から12年が経過し、沿岸部の人口構成や社会資源の統廃合、子どもの数の減少、そして様々な課題に直面をする保護者への支援の実態について、支援を担う保育士の視点から丁寧に現状や課題を把握し、保育士への支援を具体的に示すことが必須となる¹。こうしたことから、本研究では、被災地における保育所保育士の保護者支援における現状と課題について、保育士の語りから明らかにし、保護者への継続的な支援を展開させるために必要な支援者支援の視点とそれを具体化する支援者支援プログラムの基盤を提示することを目的とする。

【研究経過】

本研究は宮城県内の沿岸部に勤務をする保育士を対象としたものである。そのため、東北福祉大学研究倫理委員会において研究倫理審査の申請を行い、承認されたのち研究を具体的に開始した（承認番号RS220603）。

研究協力者については、宮城県保育協議会に対し本研究の計画書等を送り、協力者の紹介を依頼をした。その結果、沿岸部の保育所に勤務する保育士10名の紹介を受けることができた（table 1）。宮城県保育協議会より、調査協力者ならびに勤務先の保育所の連絡先等を受け取り、それぞれの勤務先に連絡を入れ、具体的な調査日程を確定させていった。

調査は2022年12月13日より2023年1月12日の間で実施した。1ヶ所のみ、保育所内で新型コロナウイ

¹ 東日本大震災の関連という枠組みを外したとしても、宮城県の沿岸部における保育士に関する調査等は、ここしばらく行われていない。

ルスのクラスターが発生したため、別日に日程を変更した。すべて調査は対面で実施した。1カ所あたりおおよそ82分程度の時間でお話を伺うことができた。

table1 調査協力者の概要

調査協力者	協力者の年齢層	設置主体種別	役 職	現在の勤務先における勤務年数
A	50代	公	園 長	3年目
B	30代	公	技 術 主 査	4年目
C	30代	公	技 術 主 査	3年目
D	50代	公	副 所 長	4年目
E	30代	公	主任保育士	2年目
F	40代	公	主 幹	1年目
G	50代	私	保 育 士	2年目
H	50代	公	所 長	2年目
I	50代	公	所 長	2年目
J	40代	公	保 育 士	4年目

筆者作成

調査は半構造化面接法を採用した。冒頭に調査の趣旨・目的、倫理的配慮等を説明したのち、調査協力者から同意書のサインをいただいた。また、同時に同意撤回書も切手を貼った封筒とともに調査協力者に渡した。後日、文字起こしをしたものを送付し、発言内容の確認等の協力も依頼をした。文字起こしのためにICレコーダーによる録音の許可についても尋ね、全員から承諾をいただくことができた。

【研究成果】

文字起こしを終え、テキストデータの分析の最中である。おおよそ明らかになってきたことは以下の内容である。

- ・震災から12年が経過しようとする中、若い保護者の被災経験を確認する機会はある一部の例外を除きほとんどない。
- ・一部の例外とは、東日本大震災によって保育中に子どもが死亡した事例がある保育所のみ、現在も保護者の被災体験について把握をしている。
- ・被災経験を確認する機会がない背景には以下の要因が関わっていると考えられる。

直接的な被災を保育士自身が経験していない

職場で震災のことを話し合う場や機会がない

被災当時中心的な役割を担ってきた所長や主任が定年等で退職

若い保護者の被災経験に保育士自身が関心を持つきっかけがない

震災の話題について今もなお保護者・保育者に関わらず触れてよいかどうか迷いがある

結論は、中高生時代に被災をした保護者たちの現状について、保育現場では具体的な事柄について可視化する機会や場がないため、現状把握ができないままとなっているということである。

上記の内容を手掛かりにしながら、今後構築する保育士を対象とした支援者支援プログラムのために、被災経験を含めたアセスメントシートの開発ならびに使い方に関する研修プログラムの開発、保育所におけるアセスメント内容の共有に関するコンサルテーション、保護者に対する話の聞き方に関するロールプレイを取り入れた研修を開発することである。その際、管理職となる保育所長や主任保育士の、東日本大震災の影響を具体的に示しながら、現場における議論等がスムーズに行われる雰囲気づくりが重要となる。

この辺は、調査結果を活用したツールを作り上げる必要があると考えられる。

なお、調査が年末になってしまったこともあり、分析に若干を遅れがあることから、次年度論文を執筆したいと考えている。また、分析方法として震災から今日までの時系列で調査協力者が保護者支援等に関して語っていることから、複数経路・等至性モデル（サトウ2009）を手がかりとした分析を今後検討したいと考えている。

<参考文献>

宮城県震災復興・企画部震災復興政策課（2021）「今後想定される社会の変化と将来人口の見通し」

https://www.pref.miyagi.jp/documents/22619/829869_1.pdf 2022.3.1 アクセス.

一般社団法人東日本大震災子ども・若者支援センター（2022）『大学生による子ども・若者の復興のまちづくり調査研究事業報告書』第22回「子どもの権利条約具現化のための実践」助成事業及び東日本大震災等大規模災害特別助成事業報告書.

清水冬樹（2022）『中高生世代の子どもへの社会福祉支援に関する研究 東日本大震災における子ども参加を手がかりにして』令和3年度東洋大学大学院学位請求論文.

東洋大学福祉社会開発研究センター（2022）『ICTの利用と被災経験が子育てに及ぼす影響に関する調査報告書』東洋大学重点推進研究プログラム「つながりがある社会を支える価値と支援システムに関する研究」報告書.

サトウタツヤ（2009）『TEMではじめる質的研究 時間とプロセスを扱う研究を目指して』誠信書房.

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24号

発行年月日 2023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 ハリウ コミュニケーションズ株式会社
〒984-0011 仙台市若林区六丁の目西町2-12
TEL 022-288-5011

