

福井工業高等専門学校

研 究 紀 要

第 57 卷

BULLETINS OF NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY (KOSEN),
FUKUI COLLEGE NO.57

MARCH 2024

目 次

Adhesion, thermal dismantlement, and re-adhesion using chemical property of disulfide bonds in a methacryl resin-based photo-adhesion system	<u>Masahiro FURUTANI</u> Daichi UCHIDA Keiji WASHIDA	1
ホウ酸バリウム系高屈折率ガラスの光学特性に与える 溶解方法の影響	<u>長谷川 智 晴</u>	7
言語の公共性と異なる概念の枠組み	<u>中谷内 悠</u>	12
Considering the Suitability of Task-Based Language Teaching at the National Institute of Technology	<u>Takuro FUJITA</u>	19
2023 年 5 月 5 日奥能登地震に関する調査報告	<u>吉 田 雅 穂</u> 宮 島 昌 克 西 川 隼 人	27

* 下線は投稿者

CONTENTS

Adhesion, thermal dismantlement, and re-adhesion using chemical property of disulfide bonds in a methacryl resin-based photo-adhesion system	<u>Masahiro FURUTANI</u> Daichi UCHIDA Keiji WASHIDA	1
Influences of the Melting Process on the Optical Properties in High Refractive Index BaO-B ₂ O ₃ -TiO ₂ glasses	<u>Tomoharu HASEGAWA</u> ..	7
Public Nature of Language and Different Conceptual Schemes ...	<u>Yu NAKAYACHI</u>	12
Considering the Suitability of Task-Based Language Teaching at the National Institute of Technology	<u>Takuro FUJITA</u>	19
Research Report on the 5 May 2023 Okunoto Earthquake	<u>Masaho YOSHIDA</u> Masakatsu MIYAJIMA Hayato NISHIKAWA ...	27

*The name of an underline means a contributor.

Adhesion, thermal dismantlement, and re-adhesion using chemical property of disulfide bonds in a methacryl resin-based photo-adhesion system

Masahiro FURUTANI*¹ Daichi UCHIDA* Keiji WASHIDA**

Disulfide bonds are stable at room temperature, while their exchange reactions are caused with mild heating. A methacryl resin-based photo-adhesive material containing disulfide bonds were developed for adhesion between some dissimilar substrates. This material would be also utilized for reuse of the adhesive layers themselves as well as the substrates. A bi-functional methacryl monomer having a disulfide bond was designed and synthesized in a 21% yield. This monomer was used in a radical UV curing system, to obtain *ca.* 6 MPa of shear stress after 1 J/cm² of UV irradiation at a wavelength of 365 nm. It was found that a glass-glass photo-adhesive sample was thermally dismantled at 55°C, while complete cohesive failure was not observed. A preliminary re-adhesion test was then performed with corresponding UV-cured films, suggesting that disulfide bonds would contribute to fuse two films at their interfaces in molecular level.

Keywords : Thermal dismantlement, Re-adhesion, Disulfide bond, Methacryl resin, Photo-adhesion

1. Introduction

Disulfide (SS) bonds are one of dynamic covalent bonds¹ which cause reversible, ionic cleavage reactions, especially at moderate to high pH. A SS bond would be reacted with a mercapto group through thiol-SS bond-exchange reactions, which would be utilized for medical applications.²⁻⁶ Exchange reactions between SS bonds were also applied for self-healable and remoldable materials.⁷ On the other hand, SS bonds are also cleaved in radical processes to form two thiyl radicals, by light,^{8,9} heat,^{9,10} and force.¹¹ The dissociation energy (273 kJ/mol for H₃CS-SCH₃) is smaller than of CC bonds (363 kJ/mol for H₃CH₂C-CH₂CH₃), while it is larger than of OO bonds (167 kJ/mol for H₃CO-OCH₃).¹² This would encourage to introduce SS bonds into bulk materials using at room temperature. For example, a photo-degradable hydrogel material was developed where exchange reactions between thiyl radicals and SS bonds were utilized.¹³

We have proposed some kinds of epoxy resin-based photo-adhesive materials containing SS bonds.^{14,15} The adhesive layers were dismantled with mild heating, probably due to exchange reactions between SS bonds. In this case, it is a merit

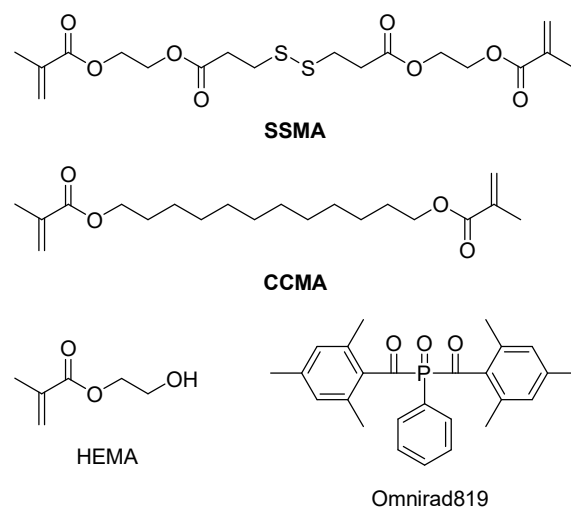


Fig. 1 Chemical structures of methacryl monomers used in this study (**SSMA**, **CCMA**, and **HEMA**), and a radical photo-initiator, **Omnirad819**.

that the adhesive residue on each substrate would be used again for the re-adhesion process,¹⁵ because SS bonds in the residues would be re-bonded at the interface of residues.

In this article, this thermal dismantlable system was applied to methacryl resin-based photo-adhesion system, and a bifunctional methacryl monomer, **SSMA**, was designed and synthesized which had an SS bond (Fig. 1). **CCMA**, another methacryl

*Department of Chemistry and Biology
¹furutani@fukui-nct.ac.jp

**Environment System Engineering Course

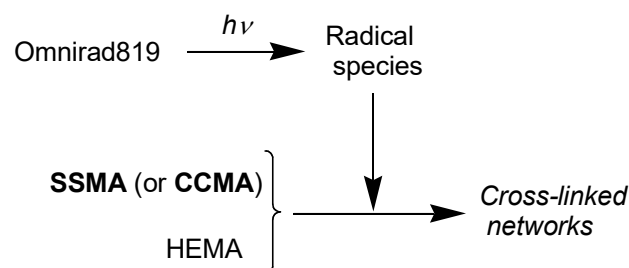
monomer having no SS bonds, was used for control experiments. These monomers were UV-cured with a mono-functional methacryl monomer (HEMA) and a photo-radical initiator (Omnirad819) to fabricate adhesive layers and/or films in radical process (Scheme 1). Roles of SS bonds as the material component were examined in not only adhesion but also thermal dismantlement and re-adhesion.

2. Experimental

2.1 Materials and Equipment

Thionyl chloride, 3,3'-dithiodipropionic acid, 2-hydroxyethyl-methacrylate (HEMA), bis(2,4,6-trimethylbenzoyl)phenylphosphine oxide (Omnirad819), dimethyl formamide (DMF), and 1,12-dodecanediol dimethacrylate (**CCMA**) were purchased from Tokyo Chemical Industry, Co. Ltd. (Tokyo, Japan). Triethylamine and tetrahydrofuran (THF, anhydride) were purchased from Fuji-Film WAKO Pure Chemical Industry, Co., Ltd. (Osaka, Japan). Ethyl acetate, hexane, acetone and chloroform were purchased from Nacalai Tesque, Co. Ltd. (Kyoto, Japan). All chemical reagents were used without further purification. Glass substrate (ASLAB, super white glass, microscope slide, 1.0-1.2 mm in thickness, Glass) was purchased from AS ONE Corporation (Osaka, Japan). Calcium fluoride (CaF₂) substrate was purchased from Pier Optics Co., Ltd. (Gunma, Japan). Copper (Cu) and aluminum (Al) substrates were purchased from HIKARI Co., Ltd. (Osaka, Japan). These substrates were subjected to ultrasonification treatment in acetone and then in chloroform, to remove impurities on the surface.

¹H- and ¹³C-NMR spectra were recorded using a Bruker AVANCEIII 400 MHz. APCI-MS spectral measurements were conducted using an AB Sciex API2000. Methacryl resin films were prepared by a bar-coat method with an applicator SA-201 (4 mil, ca. 101.6 μm, TESTER SANGYO Co., Ltd.). UV irradiation was performed using a 3UVTM-36UVLamp (Analytik Jena Ltd.) with UIT-250/UVD-C365 (Ushio Inc.). FT-IR spectral measurements were performed using a Perkin Elmer Spectrum100. Transparency of the UV-cured film was



Scheme 1 Radical UV curing process consisting of methacryl monomers (**SSMA**, **CCMA**, and HEMA) and a radical photo-initiator, Omnirad819.

evaluated using a Hitachi High-Tech Science UV-Vis spectrometer U-0080D. Pencil-hardness and thermal property were investigated using an MJ-PHT pencil-hardness scratch tester (JIS K5400) and a Rigaku Thermo plus EVO II (TG: TG8120, under air, 10 K/min, DSC: DSC8230, under nitrogen, 5 K/min), respectively. Shear stress of photo-adhesive samples was measured using an A & D force tester (shear rate: 10 mm/min).

2.2 Synthesis of **SSMA**

To 3,3'-dithiodipropionic acid 566 mg (2.69 mmol) were added thionyl chloride (10 mL) and DMF (350 mg), and the mixture was stirred at room temperature for 69 h. After removing unreacted thionyl chloride under reduced pressure, HEMA (1517 mg, 11.7 mmol) and trimethylamine (650 mg, 6.42 mmol) in THF (20 mL) were added to the residue, which was stirred at room temperature for 71 h. After evaporation, the residue was re-solved in ethyl acetate, which was washed with 5 wt% hydrochloric acid, saturated sodium hydrogen carbonate aqueous solution, and brine three times each. The oil layer dried with anhydrous magnesium sulfate was subjected to silica gel column chromatography (ethyl acetate / hexane = 1/2, v/v) to obtain **SSMA** as a pale yellow liquid in a 21% yield. ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) δ : 1.94 (6H, s, -CH₃), 2.76 (4H, m, -S-CH₂CH₂-), 2.92 (4H, m, -S-CH₂CH₂-), 4.3-4.4 (8H, m, -O-CH₂CH₂-O-), 5.60 (2H, s, =CH₂), 6.12 (2H, s, =CH₂). ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 18, 33, 34, 62, 62, 126, 136, 167, 171. APCI-MS (positive, [M+H]⁺) : found 435.2, calcd. 434.58 for C₁₈H₂₆O₈S₂.

2.3 Fabrication of UV-cured films

SSMA (or **CCMA**) and HEMA were mixed in a ratio of 1/1, w/w. Omnirad819 (*ca.* 10 wt% toward monomers) and THF (at least amount) were added, and the resulting mixture was bar-coated on a glass substrate (or a CaF₂ substrate for FT-IR spectral measurement) with an applicator. Under nitrogen atmosphere (except for Entry 6, *see* Table 1), each resin film was UV-irradiated at a wavelength of 365 nm (1.5 mW/cm², 0-1 J/cm²). Fabricated UV-cured films were named as **SS-Film** (or **CC-Film**).

2.4 Photo-adhesion and thermal dismantlement experiments

THF solution prepared in section 2.3 was dropped on a substrate (Glass, Cu, or Al), which was sandwiched with another substrate (Glass). Adhesive area was in the range from 11 to 65 mm². UV irradiation (3.7 mW/cm², 1 J/cm²) was performed at a wavelength of 365 nm from the side of glass substrate. Two or three photo-adhesive samples were prepared for each combination (Glass-Glass, Glass-Cu, and Glass-Al), which were subjected to shear stress measurements. For Glass-Glass photo-adhesive samples, thermal dismantlement test was also conducted. They were heated on a hot-plate until two substrates were separated with a small force.

2.5 Preliminary re-adhesion experiments with UV-cured films

On a hot-plate (60°C), two UV-cured films (**SS-Film** -**SS-Film**, **SS-Film-CC-Film**, and **CC-Film-CC-Film**) were pressed with a weight of 100 g for 5-15 min. Adhesive area was 100 mm². Adhesion state was judged at room temperature for each sample.

3. Results and Discussion

3.1 Fabrication of UV-cured films

Pencil-hardness of **SS-Film** was increased, by increasing irradiation energy from 0 to 1 J/cm² (Entries 1-4, Table 1). Practical pencil-hardness (H) was obtained with 1 J/cm² of irradiation, which was fixed as an experimental condition in this study. After the irradiation, tack of the film surface was

Table 1 Mechanical and thermal properties of UV-cured films, fabricated with **SSMA** (or **CCMA**) and HEMA (1/1, w/w).

Entry	Monomer	Irradiation energy [J/cm ²]	Pencil-hardness	T_{d10} [°C]	T_g (DSC) [°C]
1		0.50	Liq.	-	-
2		0.75	< 6B	-	-
3	SSMA	1.00	H	260	48
4		0.00	Liq.	-	-
5 ^a		1.00	Liq.	-	-
6 ^b		1.00	Liq.	-	-
7	CCMA	1.00	2H	225	71

^aWithout Omnirad819. ^bWithout N₂ replacement.

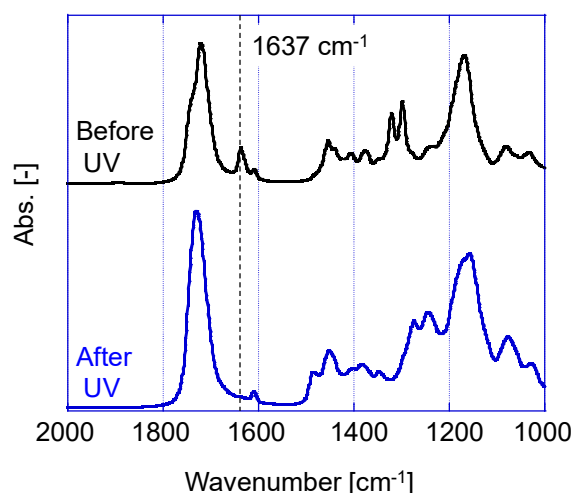


Fig. 2 FT-IR spectral changes of a film containing **SSMA**, HEMA and Omnirad819, during UV irradiation.

disappeared completely. On the other hand, films were not cured without addition of Omnirad819 or displacement with nitrogen (Entries 5, 6). These results indicated that the UV curing was triggered by photo-decomposition reactions of Omnirad819 to generate radical species, as shown in Scheme 1. **CC-Film** was also fabricated with the same experimental conditions (Entry 7). Both pencil-hardness (2H) and glass transition temperature (T_g , 71°C) of **CC-Film** became higher than those of **SS-Film** (H, 48°C). SS bonds in **SS-Film** would increase the free volume in bulk to make the material soft, comparing with -CH₂CH₂- bonds in **CC-Film**. On the other hand, 10% of decomposition temperature (T_{d10}) of **SS-Film** (260°C) became higher than of **CC-Film** (225°C). SS bonds in **SS-Film** could quench thermal decomposition reactions through the bond-exchange reactions with generated radical species.

Fig. 2 shows FT-IR spectra of a film containing **SSMA**,

HEMA and Omnirad819, before and after 1 J/cm² of UV irradiation. A peak at 1637 cm⁻¹ was disappeared after irradiation. This peak was assigned to stretching vibration of C=C bonds, indicating quantitative consumption of methacryloyl groups of **SSMA** and HEMA, to form cross-linked polymer networks. Resulting UV-cured films were transparent, and the transmittance (%T) at a wavelength of 550 nm was 96%, even after the UV irradiation (Fig. 3).

3.2 Photo-adhesion experiments

Photo-adhesion of two substrates was confirmed with mixed materials consisting of **SSMA** (or **CCMA**), HEMA, and Omnirad819 (Table 2). Strong adhesion was observed for Glass-Glass photo-adhesive samples regardless of methacryl monomers, which showed material failure. In the cases of Glass-Cu or Glass-Al samples, the maximum shear stress was increased by using **SSMA** instead of **CCMA**. These results indicate that SS bonds in the adhesive layer would interact with metallic surfaces.¹⁶ Interestingly, there was clear difference of shear stress for Glass-Al samples. Our group reported some kinds of SS bond-containing photo-adhesive materials,^{14,15,17-19} which concentration of SS bond-cross-linking points was below 5 mol% toward mono-functional monomers. In these reports, Glass-Al photo-adhesive samples showed low shear stress (0.3-0.5 MPa), and the effect of SS bonds to Glass-Al adhesion could not be confirmed. On the other hand, the concentration in this study was calculated to 30 mol%. Increasing the SS bond-concentration made adhesive strength stronger, and clarified the role of SS bonds for interaction with Al surface.

3.3 Thermal dismantlement experiments

Thermal dismantlement was tried using Glass-Glass photo-adhesive samples, which it was expected that cohesive failure would be observed after the dismantlement in the case using **SSMA** as a monomer, due to SS bond-exchange reactions at elevated temperature.^{14,15} However, complicated interface fracture was observed, and adhesive residue was remained irregularly on each substrate (Fig. 4). This would be because both interfacial strength and cohesive force were still weak to realize

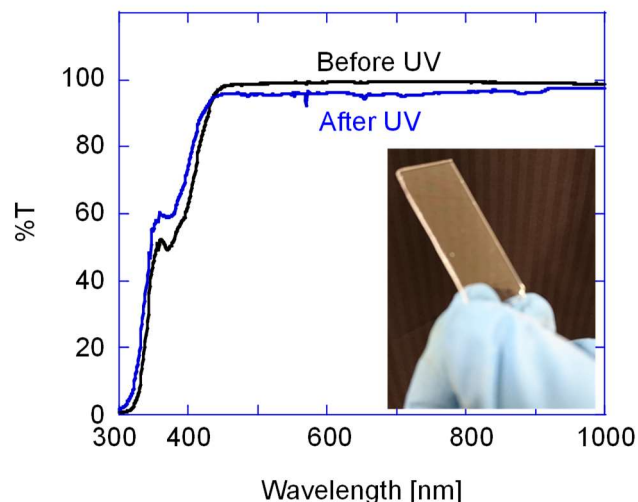


Fig. 3 UV-Vis spectral changes of a film containing **SSMA**, HEMA and Omnirad819, during UV irradiation. Inset: a photo-image of **SS-Film** fabricated on a CaF₂ substrate.

Table 2 Results on photo-adhesion experiments (n = 2, 3). The ratio of **SSMA** (or **CCMA**) / HEMA was 1/1, w/w.

Sample	Max. shear stress [MPa]	
	SSMA /HEMA	CCMA /HEMA
Glass-Glass	(Material failure)	
Glass-Cu	6.11	4.64
Glass-Al	5.63	1.85

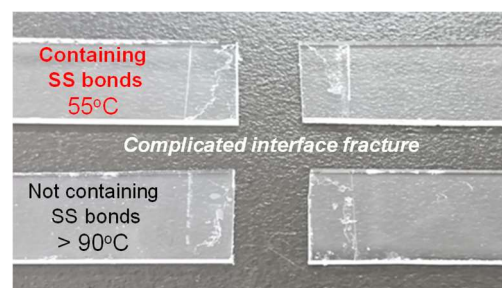


Fig. 4 Observational results on thermal dismantlement experiments of Glass-Glass photo-adhesive samples fabricated with HEMA, Omnirad819, and **SSMA** (upper) or **CCMA** (below). Dismantling temperature was also shown for each sample.

Table 3 Results on preliminary re-adhesion experiments by using **SS-Film** and/or **CC-Film**. The ratio of **SSMA** (or **CCMA**) / HEMA was 1/1, w/w.

Heating time [min]	SS-Film with SS-Film	SS-Film with CC-Film	CC-Film with CC-Film
5	Adhered	Not adhered	Not adhered
10	Adhered	Not adhered	<i>Adhered a little</i>
15	Adhered	Not adhered	<i>Adhered a little</i>

complete cohesive fracture. Dismantling temperature was decreased by using **SSMA** (55°C) instead of **CCMA** (more than

90°C). This result was supported by the T_g result mentioned above.

3.4 Preliminary re-adhesion experiments with UV-cured films

Photo-adhesive samples fabricated with **SSMA** (or **CCMA**) and HEMA (1/1, w/w) did not have complete cohesive fracture as shown in Section 3.3. Therefore, preliminary re-adhesion experiments were conducted with corresponding UV-cured films, **SS-Film** and **CC-Film** (Table 3). Gentle press and heating made two films to fuse, which was clearly observed in case of **SS-Film-SS-Film** samples. At the interface of two films, fusion of cross-linked networks containing SS bonds would be caused through SS bond-exchange reactions^{14,15} (Fig. 5(a)). On the other hand, such exchange reactions were not caused at the interface of **SS-Film-CC-Film** or **CC-Film-CC-Film** samples (Fig. 5(b), (c)). Disappointingly, shear stress of the adhered samples was too weak to be measured.

4. Conclusion

Di-functional methacryl monomer **SSMA** was designed and synthesized for using in radical UV curing. **SSMA** was mixed with HEMA in the ratio of 1/1 (w/w) to fabricate UV-cured films having practical pencil-hardness. The mixture was applied for photo-adhesion of some kinds of substrates. Not only thermal dismantlement but also re-adhesion would be expected with gentle heating. Although further composition adjustment is needed to realize a complete dismantlement-re-adhesion cycle, this material would become a candidate for future reusing system of adhesive materials themselves.

Acknowledgement

MF acknowledged Prof. Eiki Matsui for MS and UV-Vis spectral measurements.

References

1) S.J.Rowan, S.J.Cantrill, G.R.L.Cousins, J.K.M.Sanders and

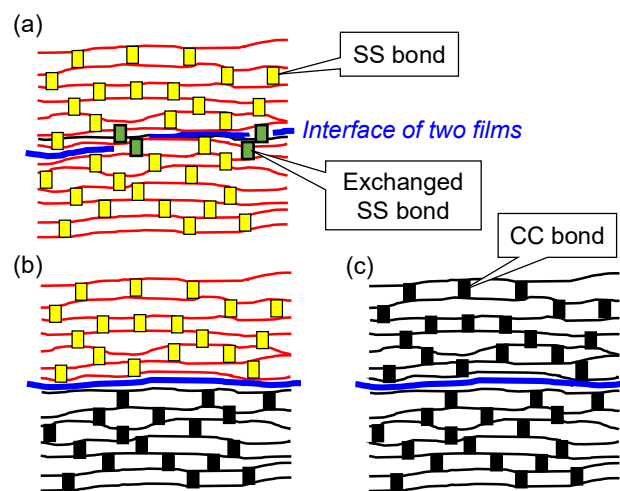


Fig. 5 A consideration on the re-adhesion of (a) **SS-Film-SS-Film**, (b) **SS-Film-CC-Film**, and (c) **CC-Film-CC-Film** samples.

- J.F.Stoddart, *Angew. Chem. Int. Ed.* **41** (2002) 898.
 2) X.Wang, D.Li, F.Yang, H.Shen, Z.Li and D.Wu, *Polym. Chem.* **4** (2013) 4596.
 3) D.Basak, R.Bej and S.Ghosh, *Polym. Chem.* **6** (2015) 6465.
 4) P.Ju, J.Hu, F.Li, Y.Cao, L.Li, D.Shi, Y.Hao, M.Zhang, J.He, and P.Ni, *J. Mater. Chem. B* **6** (2018) 7263.
 5) R.Bej, J.Sarkar, D.Ray, V.K.Aswal and S.Ghosh, *Macromol. Biosci.* **18** (2018) 1800057.
 6) R.Bej and S.Ghosh, *Bioconjug. Chem.* **30** (2019) 101.
 7) Z.Q.Lei, H.P.Xiang, Y.J.Yuan, M.Z.Rong and M.Q.Zhang, *Chem. Mater.* **26** (2014) 2038.
 8) H.Otsuka, S.Nagano, Y.Kobayashi, T.Maeda and A.Takahara, *Chem. Commun.* **46** (2010) 1150.
 9) B.T.Michal, E.J.Spencer and S.J.Rowan, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **8** (2016) 11041.
 10) L.Imbernon, E.K.Oikonomou, S.Norvez and L.Leibler, *Polym. Chem.* **6** (2015) 4271.
 11) Y.Konishi, K.Kadota, Y.Tozuka, A.Shimosaka and Y.Shirakawa, *Power Technol.* **301** (2016) 220.
 12) Y.-R.Luo and J.-P.Cheng (J.R.Rumble edit. in chief), *Section 9, Handbook of Chemistry and Physics, 98th ed.*, CRC Press, Florida (2017), pp. 79-83.
 13) B.D.Fairbanks, S.P.Singh, C.N.Bowman and K.S.Anseth, *Macromolecules* **44** (2011) 2444.

- 14) M.Furutani, A.Kakinuma and K.Arimitsu, *J. Polym. Sci. A: Polym. Chem.* 56 (2018) 237.
- 15) M.Furutani, K.Maeno and A.Tanaka, *J. Photopolym. Sci. Technol.* 34 (2021) 529.
- 16) A.Ulman, *Chem. Rev.* 96 (1996) 1533.
- 17) M.Furutani, K.Nakayama, K.Okuma and K.Arimitsu, *J. Photopolym. Sci. Technol.* 32 (2019) 619.
- 18) M.Furutani, K.Nakayama, K.Okuma and K.Arimitsu, *J. Polym. Res.* 29 (2022) 245.
- 19) M.Furutani and R.Senkyo, *J. Photopolym. Sci. Technol.* 35 (2022) 337.

(Received 7 September 2023)

(Accepted 17 January 2024)

ホウ酸バリウム系高屈折率ガラスの光学特性に与える溶解方法の影響

長谷川 智晴*

Influences of the Melting Process on the Optical Properties in High Refractive Index BaO-B₂O₃-TiO₂ glasses

Tomoharu HASEGAWA

The fundamental optical properties and devitrification process were studied in the glasses of the BaO-B₂O₃-TiO₂ ternary system. The transmittance spectra, refractive index and dispersion show that the glasses have favorable optical properties comparable to the conventional optical glasses. The thermal stability of the glasses was also estimated by the XRD measurements in the glasses heat-treated for the crystallization. The alumina crucible was used to estimate the influence of the alumina contamination in the practical glass fabrication process. It is supposed that the alumina contamination does not induce the obvious degradation of the optical properties and thermal stability in these glasses.

Keywords : glass, optical properties, crystallization, XRD

1. はじめに

ガラスを適当な温度と時間で熱処理すると、ガラス中に微細な結晶が析出する。一般にガラスの結晶化は透明性や機械的強度を劣化させることが多く、避けられる場合が多い。一方、有益な物性を有する結晶が析出する場合には積極的に利用されることもある。たとえば、結晶の負熱膨張係数を利用した耐熱ガラスや、多彩な非線形光学現象を示す非線形結晶を析出させた結晶化ガラスが研究され成果を上げている。

我々は組成柔軟性を有し、物性の調整が容易な多成分系酸化ガラスにおいて、有益な光学特性を持つ光学ガラスに着目して研究を行っている。なかでも良好なガラスを得やすく、低着色で高屈折率が期待できる BaO-B₂O₃-TiO₂ 系ガラスを中心に、熱処理による結晶化の過程を調べてきた。BaO-B₂O₃-TiO₂ 系ガラスの結晶化については多くの報告があるが¹⁻³⁾、成型加工に有益な熱処理時間と結晶化過程に関する研究は少なく、また実用上重要な製造方法との関連について述べられることはほとんどない。我々は既

報において 50BaO-50B₂O₃ ガラスと 48BaO-48B₂O₃-4TiO₂ ガラスの熱処理時間と結晶化の関係を調査し、熱処理によって非線形光学結晶であるβ相 BaB₂O₄ (β-BBO)が析出すること、TiO₂ を添加したガラスの熱的安定性がより高いことを Time-Temperature-Transformation Diagram (TTT 図)によって明らかにした^{4,5)}。

屈折率は光学ガラスで最も重要な指標の一つである。一般的に多成分系酸化ガラスにおいて TiO₂ は高屈折率化に寄与する成分であり、これまでの検討から、高 TiO₂ 含有 BaO-B₂O₃-TiO₂ 系ガラスが高屈折率と良好な熱的安定性を示すことが期待される。また、比較的低温での溶解が可能であることから、安価、簡便な設備で作製可能な実用的ガラスであることも期待できる。

そこで本研究では、アルミナ(Al₂O₃)るつぼ溶解で作製した高 TiO₂ 含有 BaO-B₂O₃-TiO₂ 系ガラスの光学特性と熱的安定性について評価を行った。一般に試験研究用の光学ガラス作製は清浄な白金るつぼで行われることが多い。ガラスの実応用を検討するうえで、アルミナるつぼ溶解による影響を評価することは重要である。

*一般科目教室 hasegawa@fukui-nct.ac.jp

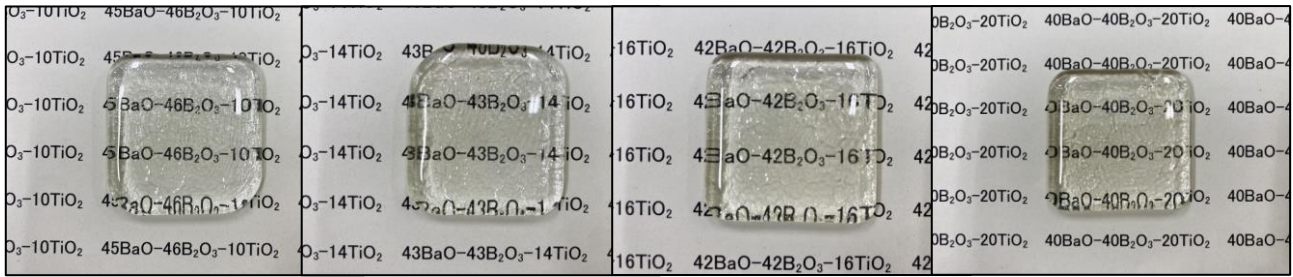


図 1 BaO-B₂O₃-TiO₂ガラスの外観. 左から順に $x = 10, 14, 16, 20$ 組成.

本稿では、 $(50-0.5x)\text{BaO}-(50-0.5x)\text{B}_2\text{O}_3-x\text{TiO}_2$ 組成のガラスを作製し評価を行った結果について報告する($x = 10, 14, 16, 20$. 以下 x でガラスを区別して表記する.). 光学特性として、可視光透過率、屈折率、分散を測定した. 熱的安定性評価は熱処理による結晶化の観察によって行った. また組成分析によりアルミナの混入を評価した.

2. 試料作製と評価結果

2・1 試料作製

本報告における試料作製条件は前報と同様である. 原料として、試薬グレードの無水ホウ酸、炭酸バリウム、および二酸化チタンを用いた. ガラス重量が 20 g となるように原料を秤量し、十分混合したのちアルミナのつぼで溶解した. 溶解条件は空気雰囲気、1100°C、1 時間である. ガラス融液はカーボンモールド上に流し出されガラス化した. 得られたガラスは 550°C で 1 時間保持、その後 1°C/

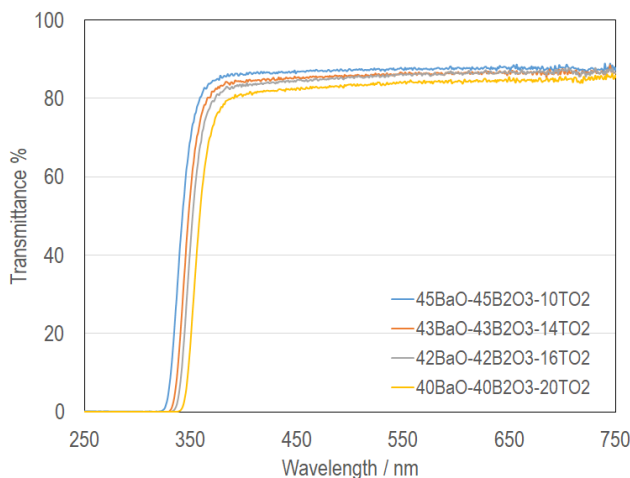


図 2 BaO-B₂O₃-TiO₂ガラスの透過率スペクトル.

分の冷却で熱応力を除去するため徐冷された. 最終的に得られたガラスは気泡を含まず透明であった. 図 1 に本研究で作製されたガラス試料の外観を示す.

2・2 光学特性の評価

透過率、屈折率を測定するサンプルとして、切断加工および研磨された試料(厚さ 1 mm)を作製した. 透過率は島津製 UV-3600i Plus を用いて測定された. 図 2 に得られた透過率スペクトルを示す. いずれのガラスもおよそ 350 nm 付近に吸収端を有し、可視域で高い透過率を示すことが分かる. TiO₂ 含有量の増加に伴い、吸収端は長波長側へ移動し、 $x = 20$ 組成で 400 nm 付近から透過率の低下が見られ、試料には若干の黄色着色が認められた.

屈折率は Woollam 製 M-2000V-Te エリプソメーターによって測定された. 表 1 に d 線(587.6 nm)における屈折率 n_d を示す. あわせて屈折率分散の指標であるアッベ数 v_d も示す. v_d は以下の式で表される.

$$v_d = \frac{n_d - 1}{n_F - n_C} \quad (1)$$

ここで、 n_F 、 n_C はそれぞれ F 線(486. 1nm)、C 線(656. 3 nm)における屈折率である.

表 1 BaO-B₂O₃-TiO₂ガラスの n_d と v_d .

x (TiO ₂)	10	14	16	20
n_d	1.67	1.70	1.71	1.74
v_d	46.6	47.3	44.6	38.9

2・3 熱処理による結晶化

熱的安定性の評価を行うため、熱処理によるガラス結晶化の試験を行った. 切断された小片サンプルをアルミナ皿上に点接触となるように設置し、あらかじめ保温された電

気炉内で所定の時間熱処理した。これまで $a\text{BaO}-b\text{B}_2\text{O}_3-20\text{TiO}_2$ ガラス ($a = 25 - 50$, $b = 55 - 30$) において $620 - 785^\circ\text{C}$ における熱処理結晶化の報告がある^{8, 9)}。また、我々は前報において $x = 4$ 組成の熱処理を最高 650°C で行っている。本研究のガラスは高 TiO_2 含有により熱的安定性の向上が予想されることから、熱処理温度は 700°C とした。熱処理の時間は対数で等間隔に並ぶよう、20 分、1 時間、3 時間、10 時間、30 時間とした。

図 3~6 に各組成における、熱処理サンプルの粉末 X 線回折(XRD)パターンを示す。XRD はリガク製 Ultima IV を用い、 $\text{Cu-K}\alpha$ 線、40 kV、40 mA、スキャン速度 0.1 deg./min. の条件で測定された。いずれのガラスも、1 時間以下の熱処理で結晶の析出は観測されず、ガラス相に特有なハローパターンが観測されガラス状態が維持されていることが分かる。 $x = 10$ 組成以外のガラスは 3 時間熱

処理で結晶の析出を示すピークが XRD に観測され、 $x = 10$ 組成ガラスでは 10 時間熱処理で結晶が析出した。

熱処理によって複数の結晶が析出する場合があります。組成によっては近接した XRD ピークが重なることもあって、一部で正確な同定は困難であるが、 β 相 BaB_2O_4 (β -BBO)、 $\text{BaTi}(\text{BO}_3)_2$ および $\text{Al}_5\text{Ba}_6(\text{BO}_3)$ の析出が確認された。析出結晶相の XRD ピークも図 3~6 に示している(参照した ICDD PDF 番号は β -BBO が No.380722, $\text{BaTi}(\text{BO}_3)_2$ が No.350825, $\text{Al}_5\text{Ba}_6(\text{BO}_3)$ が No.10785478)。

2・4 組成分析

作製された試料のアルミナ混入量をレーザー誘起ブレークダウン分光法(KEYENCE EA-300)によって分析、推定した。その結果を表 2 に示す。いずれのガラスもおよそ 3 - 5 mol% の混入が確認され、無視できない量のアルミ

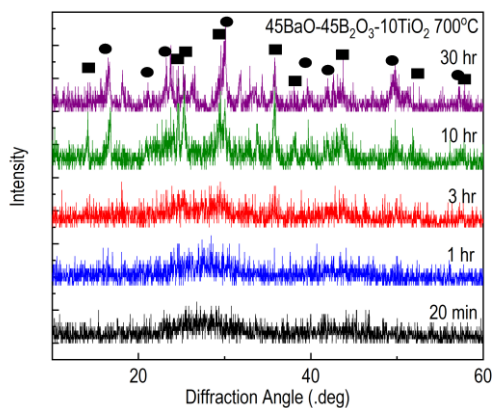


図 3 45BaO-45B₂O₃-10TiO₂ ガラスの XRD パターンと熱処理時間による変化。■β-BBO, ●BaTi(BO₃)₂

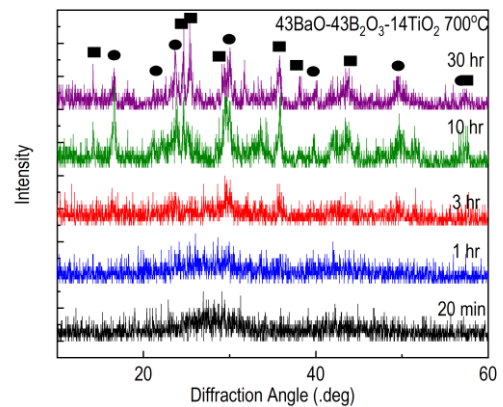


図 4 43BaO-43B₂O₃-14TiO₂ ガラスの XRD パターンと熱処理時間による変化。■β-BBO, ●BaTi(BO₃)₂

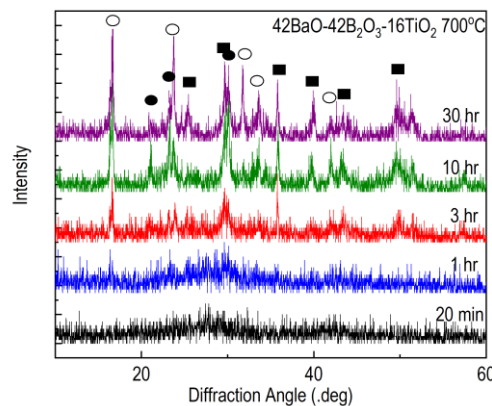


図 5 42BaO-42B₂O₃-16TiO₂ ガラスの XRD パターンと熱処理時間による変化。■β-BBO, ●BaTi(BO₃)₂, ○Al₅Ba₆(BO₃)

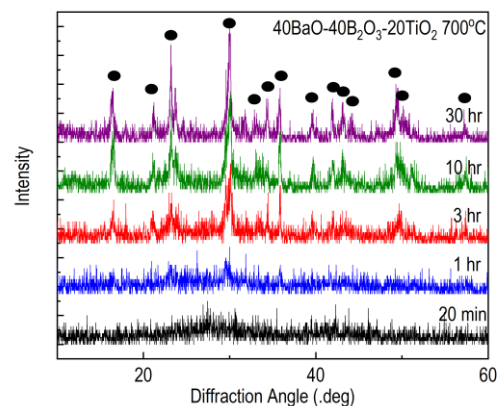


図 6 40BaO-40B₂O₃-20TiO₂ ガラスの XRD パターンと熱処理時間による変化。●BaTi(BO₃)₂

ナが存在することが分かった。

前項で述べた熱処理において、 $x = 16$ 組成のみ $\text{Al}_5\text{Ba}_6(\text{BO}_3)$ の析出が顕著に見られたが、そのほかの組成でも同程度に近づけばアルミナが混入していることがわかる。

表 2 BaO-B₂O₃-TiO₂ガラスの Al₂O₃ 混入量 (mol%)

x (TiO ₂)	10	14	16	20
Al ₂ O ₃	2.8	2.6	3.0	5.1

3. 考察

3・1 透過率・屈折率

BaO と TiO₂ はいずれも高屈折率化に有効な成分であり、表 1 より TiO₂ 含有量が多いガラスでより屈折率が上昇し分散が大きくなる (v_d が小さくなる) ことが分かる。 n_d , v_d は光学ガラスの指標として一般的に用いられるものであり、 $n_d - v_d$ の組み合わせは光学ガラスの特性指標として広く用いられている。本報告のガラスにおける n_d , v_d の値は、おなじくホウ酸塩系ガラスとして知られる LAF 系ガラスと同等であり⁶⁾、光学ガラスとして有用であることがわかる。

アルミナの混入による光学特性への影響が考えられる。本研究と比較しうる例として、たとえば白金るつぼ溶解の 40BaO-40B₂O₃-20TiO₂ ガラスにおいて $n_d = 1.73$ の報告がある⁷⁾。溶解条件が異なるため、厳密な比較は難しいが、この値は本研究における $x = 20$ 組成のものと同ほ等しい。したがってアルミナの混入による大きな光学特性の劣化は無いものと推察される。

3・2 結晶化と熱的安定性

図 3 ~ 6 に示すように析出結晶相と結晶化の進行はガラス組成、熱処理時間によって異なっているが、いずれの組成においても $\text{BaTi}(\text{BO}_3)_2$ の析出が見られた。また、低 TiO₂ 組成では β -BBO の析出が顕著であるが、TiO₂ が増加するにしたがって β -BBO のピークは消失し $x = 20$ 組成では $\text{BaTi}(\text{BO}_3)_2$ のみ確認された。このことは、前報に

において $x = 4$ 組成の熱処理において β -BBO のみが検出されたことと矛盾しない。なお、今回検出された β -BBO と $\text{BaTi}(\text{BO}_3)_2$ はいずれも非線形光学結晶である。

$x = 16$ 組成のみ $\text{Al}_5\text{Ba}_6(\text{BO}_3)$ と思われるピークが顕著に見られた。これはアルミナのつぼ溶解によりアルミナが混入、または熱処理時の接触面からの混入が生じたことが原因だと思われる。 $\text{Al}_5\text{Ba}_6(\text{BO}_3)$ の析出は他 2 種の結晶と同程度の熱処理時間で生じているため、ガラスの熱的安定性に影響は与えないものと考えている (アルミナの混入により結晶化が促進されているとは考えにくい)。他の 3 組成では $\text{Al}_5\text{Ba}_6(\text{BO}_3)$ の析出が顕著ではないがこの理由は不明であり検討を要する。

これまで、 $x\text{BaO}-z\text{B}_2\text{O}_3-20\text{TiO}_2$ ガラス系 ($x = 25 - 50$, $z = 30 - 55$) において、ガラス転移温度が組成によって 500 - 580°C 程度との報告がなされている^{8,9)}。このことから、今回の熱処理温度である 700°C は軟化点に近いと推定される。いずれのガラスにおいても 3 時間程度の熱処理で結晶化が顕著にみられないことから、本ガラス系はこの温度域で良好な成形性を有しているものと推察される。

4. まとめ

冒頭に述べたように BaO-B₂O₃-TiO₂ 系ガラスにおいて、TiO₂ の添加によってガラスの熱的安定性が高まることは既に報告済みである。本研究ではさらに高屈折率化が期待できる高 TiO₂ 含有組成において、安価で実用的なアルミナるつぼ溶解での作成可能性について検討した。その結果、検討したいずれの組成において良好なガラスが得られ、 n_d と v_d は一般的な高屈折率光学ガラスと同様の値であることが分かった。また、ガラス転移点以上である 700°C の熱処理において 3 時間までガラス状態を維持することが分かった。析出結晶相は $x = 10$ 組成で主に β -BBO であったが、TiO₂ 含有量を高めると $\text{BaTi}(\text{BO}_3)_2$ が主になることが分かった。 $x = 16$ 組成においてアルミナの混入によると思われる結晶相が見出されたが、アルミナ混入による著しい光学特性や熱的安定性の劣化は認められなかった。

以上の結果から、本研究で対象とした BaO-B₂O₃-TiO₂ 系ガラスは光学ガラスとして有用であるほか、結晶化によ

る非線形光学結晶析出の母ガラスとしても好ましい性質を有していることが分かった。一方、アルミナの混入量は一定ではない。この混入は不可避免的なものであるが、安定したガラス組成を実現するためには溶解条件とアルミナ混入量の関係を明らかにする必要がある。さらに、製造特性に必要な詳細な熱物性の評価を示差熱分析により行うことや、成型に必要な高温粘性の評価、耐久性試験などが期待される。

謝辞

本研究の一部は大倉和親記念財団研究助成金によって行われた。

参考文献

- 1) P. Pernice, S. Esposito, A. Aronne, Phys. Chem. Glasses, vol.39 (1998) 222-227.
- 2) S. Kosaka, Y. Benino, T. Fujiwara, V. Dimitrov, T. Komatsu, J. Solid State Chem., vol.178 (2005) 2067-2076.
- 3) C. A. C. Feitosa, V. R. Mastelaro, A. R. Zanatta, A. C. Hernandez, E. D. Zanotto, Opt. Matt., vol.28 (2006) 935-943.
- 4) 長谷川 智晴, 福井工業高等専門学校研究紀要 自然科学・工学, 第53号 (2019) 23-28.
- 5) 長谷川 智晴, 福井工業高等専門学校研究紀要 自然科学・工学, 第54号 (2021) 39-42.
- 6) たとえば Schott 社の Abbe' s Diagram を参照 <https://www.schott.com/ja-jp/interactive-abbe-diagram>
- 7) 金, 山根, 窯業協会誌, vol.89 (1981) 352-355.
- 8) A. Bhargava, R. L. Snyder, A. Condrate Sr., Mat. Lett., vol.7 (1988) 185-189.
- 9) A. Bhargava, J. E. Sherby, R. L. Snyder, J. Non-Cryst. Solids vol.102 (1988) 136-142.

(受付日 2023年11月1日)

(受理日 2024年1月17日)

言語の公共性と異なる概念の枠組み

中谷内 悠^{*1}

Public Nature of Language and Different Conceptual Schemes

Yu NAKAYACHI

This paper considers the public nature of language. Should we assume that a speaker's language can be understood by anyone who has sufficient evidence and rationality? Or should we assume that it need not necessarily be understood by everyone, but only by those who share conceptual scheme? This question connects to the question of intelligibility of the idea of different conceptual schemes. And the question of the intelligibility of different conceptual schemes ultimately leads to the question of whether intelligibility requires epistemic conditions. The argument considered in this paper is based on the fact that concepts such as language and truth are theoretical concepts. And it is made clear that, at least in that argument, it does not follow that epistemic conditions are required.

Keywords : philosophy of language, public nature of language, conceptual scheme, Donald Davidson

1. はじめに

言葉には意味があり、例えば「本」という言葉には、それが表す意味があると考えられる。また別の言葉、例えば「ヘッドフォン」という言葉であれば、それは「本」とはまた別のことを意味すると考えられる。では、そもそも、言葉があることを意味するとはどういうことなのか。デイヴィドソンは、次の二つの要求を充たすような理論を与えることが、この問いに対する回答となると考える (Davidson, 1984.p.xv)。要求の一つは、その理論が、話者が実際に使う言葉、そして、使う可能性のある言葉のすべての解釈をあたえるということ。そしてもう一つは、その理論が、話者の振舞いをもとに知ることができるものであるということ。

この論文は後者に関わる。後者のポイントはつまり、ある人が使う言葉、その人の振舞いをもとに他者が理解することができるということにある。というのも、言語というものは、その本性として、ある話者が使う言語が他者によってアクセス可能であるようなものだと考えられるからである (Davidson.2005.p56)。ただし、他者が理解できる、あるいは、他者によってアクセス可能であるというのは、あくまで原理的には可能だということである。つまり、ある話者の言語を解釈するために必要な証拠が十分に与えられており、

なおかつ合理的な人であれば、理解することができる、ということである。

このようにデイヴィドソンは、ある人が使う言語は、原理的にいえば、私たちに理解できるものであると考えた。言い換えるなら、解釈のための十分な証拠が与えられ、なおかつ合理的な人であれば必ず理解できるようなものであると考えた。この論文では、この想定を、言語の公共性に関する広い解釈と呼ぶ。しかしこれは正しい想定だろうか。というのも、もし仮に話者が、解釈者である私たちとは全く異なる概念の枠組みをもっていた場合、話者の言語を解釈することができないように思われるからである (Fodor and Lepore.1994 , Lepore and Ludwig.2005.ch12, García-Carpintero.2012)。このように広い解釈を批判する人たちは、言語の公共性を次のように理解する (Pagin.2013.p.230)。ある話者の言語は、原理的にいえば、その話者と概念の枠組みを共有している解釈者によって理解できるものである。これを言語の公共性に関する狭い解釈と呼ぶことにする。この論文では、異なる概念の枠組みという考えの理解可能性とともに、言語の公共性をどのように理解すべきか、という点について考察する。

*一般科目教室

¹nakayachi@fukui-nct.ac.jp

2. 異なる概念の枠組みと狭い解釈

言語は他者によって理解できるものであるというテーゼは正確には何を意味するべきなのか。デイヴィドソンは、解釈のための十分な証拠が与えられ、なおかつ合理的な人であれば、誰でも理解できる、ということの意味すべきだと考えた。他方で、批判者は、解釈のための十分な証拠が与えられ、なおかつ合理的な人であったとしても、誰でもが理解できるわけではないと考える。というのも、話者の概念の枠組みが、解釈者とは異なるものである場合には、言語の理解は達成できないからである。この節では、この批判的な考えについて整理したいと思う。

ここでいわれる概念の枠組みというのは、概念の集合と考えることができる(Lepore and Ludwig.2005.p306)。そして、ある人がもつ概念の枠組みというのは、その人がもつ概念を過不足なく集めた、概念の集合だと考えられる。そのため、解釈者と話者とで共有しない概念がある場合には、二人の概念の枠組みは異なるといわれることになる。さらに、もっとも極端なケースでいえば、二人に共有する概念が全くない場合には、二人の概念の枠組みは完全に異なるといえる。

さらに概念の枠組みについて論じられる際には、その考えを否定するものも肯定するものも、次のことを前提とする。すなわち、ある人がもつ概念はすべて、その人の言語で表現することができる。そのため、ある二人が同じ概念の枠組みをもつということは、その二人の言語が互いに翻訳可能であることとして理解される(Davidson.1974.p185)。というのも、一方の言葉を、他方の言葉に翻訳できるのは、それらが同じ概念を表すからである。他方で、翻訳不可能な部分があるならば、共有しない概念があるということであり、概念の枠組みが異なるといえる。そして、全体として翻訳ができないのであれば、共有する概念がないということであり、互いの概念の枠組みは完全に異なるといえる。

では、話者の概念の枠組みが解釈者とは異なるものである場合には、言語の理解は達成できない、とはどういうことか。つまり、ここで言おうとしているのは、話者と解釈者の概念の枠組みが異なる場合には、極端なケースでいえば彼らは概念を共有しないのであり、話者が使う言葉に対して解釈者は自身の言語による翻訳を与えることができず、彼

の言葉を理解することができないということである。そして、言語の公共性に関する広い解釈を批判する人たちは、私たちとは異なる概念の枠組みをもつ他者がいる可能性があるとして想定することができる以上、言語の公共性は狭く理解されるべきだと主張するのである。つまり、言語は、十分な証拠が与えられ、なおかつ合理的な人であれば、誰でも解釈できるといったものではなく、概念の枠組みを共有するものどうしのあいだで解釈ができるものだと考えるべきだと主張するのである。

3. 異なる概念の枠組みという考えに 向けられる批判

3・1 批判の概要

言語の公共性を狭く捉えるべきだという主張が意味するのは、つまり、言語というものは、私たちみなに理解できる必要はなく、それを理解できる誰かがいればよいということである。このとき、私たちとは異なる概念の枠組みをもつ他者が存在する可能性が想定されている。そして、その他者の言語は、私たちではなく、自身と概念の枠組みを共有する人間によって理解されるのであり、言語にとって必要な解釈(理解)可能性というのは、私たちによって解釈が可能であるということではなく、その言語を解釈できる人が存在する、という意味での解釈可能性なのではないか、と主張されるのである。

繰り返すが、公共性についての狭い解釈は、私たちとは異なる概念の枠組みをもった他者がいる可能性があるとして想定する。それに対して、公共性を広く解釈するデイヴィドソンは、まさにこの想定を批判する。彼の考えでは、異なる概念の枠組みに関するこの想定は、そもそも意味をなすものではない。ここでポイントとなるのは「他者が私たちとは異なる概念の枠組みをもつ」ことを知るための規準である。この規準を示すことができないのであれば、そもそもその想定は意味をなさない。言い換えると、「他者が私たちとは異なる概念の枠組みをもっている」という考えが意味をなすのであれば、それは私たちが(原理的には)知ることができるのでなければならない。つまり、どのような場合に知ったといえるのかを述べることができなければならない。しかしながら(後ほど詳しく述べるが)それは可能ではない。ゆ

えに、「他者が私たちとは異なる概念の枠組みをもっている」という考えは意味をなさない結論づけられるのである。

3・2 知るための規準を与えることができないことを示す議論

では、どうして「他者が私たちとは異なる概念の枠組みをもっている」と知るための規準を与えることができないのか。そのことを示す議論を見ていこう (Davidson1974, Lepore and Ludwig, 2005. ch18)。

まず、もし仮に他者が私たちとは異なる概念の枠組みをもっているのであれば、その人は私たちの言語には翻訳できない言語を使っていることになる。というのも、概念の枠組みが異なるということは、つまり、私たちとその人のあいだで共有しない概念があるということであり、そして、共有しない概念があるということは、互いの言語の中に翻訳不可能な部分があるということだからである。

そして、私たちには翻訳できない言葉を使うということに加えて、異なる概念の枠組みをもつその人は、翻訳できない言葉で真であることを述べられる人だと理解される。というのも、常に偽であることしか述べる人ができない人という考えは意味をなさないからである。仮に、偽であることしか述べる人がないように見える人に出会うなら、それに対する私たちの反応は、その人が言葉の意味を正しく理解していないとみなすか (つまりその人が正しいことを述べようとしていたと解釈するか)、あるいは、そもそも思考や言語を扱う能力をもつような、合理的な主体ではないと判断するかのどちらかとなるだろう。以上のことを踏まえると、「他者が私たちとは異なる概念の枠組みをもっている」と知ることはできるだろうか、という問いは次のように言い換えられる。他者が私たちには翻訳できない言葉を使って真であることを述べることを、私たちは知ることができるだろうか。

まず、相手の述べる文が真であることを、私たちはどのようにして知ることができるだろうか。文が真であると知るためには、その文の真理条件を知る必要がある。そして、その文の真理条件は、その文の翻訳によって表されるものである。よって、相手の文が真であると知るためには、その文を私たちの言語に翻訳できるのでなければならない。ここからわかることは、相手の述べる文が真であると知りなが

ら、同時に、その文が翻訳不可能だと知る、ということはあるにないということである。よって、他者が私たちには翻訳できない言葉を使って真であることを述べていると、私たちが知るという事態は生じえない。それゆえ、「他者が私たちとは異なる概念の枠組みをもっている」と私たちが知るという事態は生じえないのである。つまり、他者が私たちとは異なる概念の枠組みをもっていると、私たちが知るための規準を与えることはできない。それゆえ、他者が私たちとは異なる概念の枠組みをもっているという考えは意味をなさない、と結論づけられるのである。

3・3 整理と評価

「他者が私たちとは異なる概念の枠組みをもつ」という考えに向けられた批判を、〈存在論的な主張／理解可能性に関する主張／認識論的な条件〉という区別 (Glock, 2007, p393) を使って次のように言い直すことができる。批判の的となるのは存在論的な主張であり、私たちのものとは異なる概念の枠組みがありうるという主張である。デイヴィドソンは、その理解可能性を否定するのであり、私たちのものとは異なる概念の枠組みという考えはそもそも意味をなさないと述べる。つまり、批判の対象となる存在論的な主張は、肯定されるわけでも否定されるわけでもなく、そもそも意味をなさないのである。その際、デイヴィドソンは次の想定をもつ。私たちのものとは異なる概念の枠組みという考えが理解可能であるためには、認識論的な条件が要求される。つまり、相手が私たちとは異なる概念の枠組みをもっていると、私たちが知るための規準を与えることができない。しかしながら、そのような規準を与えることはできない。つまり、認識論的な条件が充たされないので、私たちのものとは異なる概念の枠組みという考えが理解可能ではなく、それゆえ、存在論的な主張も意味をなさないということになる。

以上の議論は、言語の公共性に関する広い解釈／狭い解釈という論点にどのように関連するのか。私たちとは異なる概念の枠組みをもつ集団があり、その集団内で互いに理解し合えるのであれば、その集団は言語をもつといえるのではないか。それゆえ、言語は、私たちに理解できるものである必要はなく、理解できる誰かがいるようなものだと考えるべきではないのか。これが言語の公共性に関する狭い

解釈が意味するところだった。以上の議論で示されたのは、異なる概念の枠組みをもつ集団がいるという考えは、そもそも意味をなさないということである。そのため、私たちに理解することができないが、その集団内で互いに理解し合えるような言語をもつという考え自体がそもそも意味をなさないということになる。

異なる概念の枠組みをもつ集団がいるという考えがそもそも意味をなさないのであれば、狭い解釈は意味をなさないことは確かである。しかし、異なる概念の枠組みの理解可能性を否定する論証には疑わしい部分がある。それは認識論的条件である。どうして理解可能性のために認識論的条件が要求されるのだろうか。つまり、異なる概念の枠組みという考えが理解可能であるために、どうして、そのことを私たちが知るための規準が与えられなければならないのか。この点を次の節で検討する。

4. どうして私たちが知るための規準が必要なのか？

4・1 どうして認識論的条件が要求されるのか？

私たちが異なる概念の枠組みという考えが意味をなすといえるために、どうして「相手が異なる概念枠をもっている」と私たちが知るための証拠が与えられなければならないのか。「異なる概念の枠組みをもっている」という事態が成立するための規準が与えられていなければよいのではないか。

ルポア&ルートヴィヒが指摘するように、私たちが知るための規準が与えられないとしても、成立するための規準を与えることはできる (Lepore and Ludwig, 2005, pp312-313)。つまり、相手の発話が真であるための条件を、その文を私たちの言語に翻訳することができるという想定なしに述べることができる。それは以下ようになる。まず、相手の言語に関する意味論が存在し、デイヴィドソンと同様、それが真理理論的な意味論だと想定しよう。その理論のうちには、発話された文の真理条件を示す文が含まれるが、その真理条件が実際に成立していることが、相手の発話が真であるための条件だといえる。例えば「Snow is white」という文が発せられたとして、その文が実際に真である条件は、その文の真理条件を表す文『「Snow is white」は真である ⇔ 雪が白い』の右側が実際に成立することとなる (記号「⇔」

は前後の命題が必要十分条件の関係にあることを意味する)。いま問題となっているのは、対象言語もメタ言語も私たちの言語には翻訳できない言語である場合なので、「Snow is white」の代わりに「XXX」、「雪が白い」の代わりに「○○○」という、私たちに翻訳できない文を使うとする。この場合、相手の発話「XXX」が真であるための条件は、「XXX」の真理条件を表す文『「XXX」は真である ⇔ ○○○』の右側の「○○○」という事態が実際に成り立っていることである (注1)。

では、以上の事情にもかかわらず、どうして成立するための規準ではなく、知るための規準が必要だと考えられるのだろうか。デイヴィドソン自身はこの点を根拠づける説明を与えていないが、ルポア&ルートヴィヒがそのことを示すための論証を提案している (Lepore and Ludwig, 2005, pp313-314)。

4・2 理論的概念であることに依拠した議論

ルポア&ルートヴィヒによれば、知るための規準が必要であるという考えは、言語という概念や、意味や真理といった、言語に密接に関わる概念の特徴に関するデイヴィドソンの見解から導かれる (Lepore and Ludwig, 2005, pp313-314)。つまり、それらの概念が理論的な概念であるということから導かれる。

理論的な概念とは、それらの概念が適用される時、それが振舞いとしての証拠によって正当化されるような概念のことである (Lepore and Ludwig, 2005, p314)。(注2) これはどういうことか。例を二つ提示しよう。意思決定理論における、信念の度合い・欲求の強さといった概念がその一例である。この場合、行為者の選択行動が、それらの概念を適用するための証拠だと考えられる。より具体的にいえば、ある行為者が傘をもって外出するなどの一連の振舞いをみせ、それらを証拠として、「…は午後から雨が降ることをかなりの度合いで信じている」という概念がその行為者に適用される、と考えられる。

もうひとつの例は、将棋における、王将、桂馬、歩といった概念である。この場合、各駒がどのように振舞うかということが、それらの概念を適用するための証拠だと考えられる。例えば、将棋の初歩的な知識を試すための次のようなクイズがあるとす。各駒にはその駒の名称が書かれておら

ず、回答者はその駒の配置と動き方だけから、各駒の名称を当てなければならないでしょう。当然ながらこのクイズが成立するのは、私たちが駒の配置と動きをもとに、その駒が王将なのか、あるいは桂馬なのか、あるいは別の駒なのかということを知ることができるからである。つまり、私たちは、王将や桂馬や歩といった概念が、駒の振舞いを証拠として適用されるような概念、つまり理論的な概念だと考えているということである。

言語という概念や真理という概念が理論的な概念だとするならば、それらも将棋の駒と同様に、それらが適用されるときには、振舞いとしての証拠によって正当化される。つまり、相手の振舞いが発話（つまり、相手が発しているのは言葉）であり、なおかつそこで述べられていることが真である場合、それらは証拠をもとに、どのように適用されるのか、ということが説明可能だと考えられる。そのため、ある振舞いが発話であり、なおかつそこで述べられていることが真である場合、私たちは証拠となる振舞いをもとに、そのことを知ることができるということになる。この意味で、ある人が言葉を発し、真であることを述べているとするならば、私たちがそのことを知るための規準を与えることができるという。

さて、相手が私たちとは異なる概念の枠組みをもつとき、その人は私たちには翻訳できない言語で真であることを述べる。相手の言葉を翻訳できようができまいが、言語や真理といった概念が理論的な概念であることから帰結するのは、相手が言葉を発していることや、相手の言葉が真であることを私たちが知るための証拠、あるいは知るための規準がなければならないということである。そのため、異なる概念の枠組みについて有意義に語るができることと主張するためには、次のことを説明しなければならないとルポア&ルートヴィヒは述べるのである。すなわち「言語という概念が、私たちの言語に翻訳可能であるということなしに、ある活動に適用されると主張することは、次のことを必要とする。言語という概念が行動的な証拠をもとにどうやって適用されるのかを、私たちの言語に翻訳可能であるということがわかる必要が無い仕方の説明すること」(Lepore and Ludwig, 2005, p314)が必要となる。真理概念についてもルポア&ルートヴィヒは同じことを述べると考えられる。

そして3節で見たように、このような説明を与えること

はできない。デイヴィドソンの論証が示すように、相手の発話が真であると知るためには、その文の真理条件を知る必要があり、そのためには、その文の翻訳を知る必要がある。よって、真理という概念が行動的な証拠をもとにどうやって適用されるのかを、私たちの言語に翻訳可能であるということがわかる必要が無い仕方では説明することはできないのである。ゆえに、異なる概念の枠組みについて有意義に語ることはできないということになる。

5. 理論的な概念であることに依拠した議論の評価

異なる概念の枠組みという考えが理解可能であるためには、そのことを私たちが知るための規準を与えられなければならない。そして、相手が私たちとは異なる概念の枠組みをもつことは、相手が私たちの言語には翻訳できない言葉を使うこととして理解される。そのため、相手が私たちの言語には翻訳できない言葉を使っていると私たちが知るための規準が要求されることになる。

では、どうしてこのような認識論的条件が課されるのか。これに対する回答が、ルポア&ルートヴィヒによる理論的な概念に基づく論証であり、以下のようにまとめることができる。

1. 理論的な概念は、それらが振舞いとしての証拠をもとにどうやって適用されるのかを説明することができるものである。
2. 言語という概念や真理という概念は理論的な概念である。
3. ゆえに、言語という概念や真理という概念が適用されるとき、それらが振舞いとしての証拠をもとにどうやって適用されるのかを説明することができる。
4. ゆえに、ある振舞いが発話であり、なおかつそこで述べられていることが真である場合、私たちは証拠となる振舞いをもとに、そのことを知ることができる。

彼らの主張のポイントは、そもそも相手が言葉を使って

おり、そして、何か正しいこと（真であること）を述べているといえるとき、それは、相手の振舞いをもとにそのようにいうことができる、ということである。つまり、言語や真理という概念の適用は、振舞いとしての証拠によって正当化されるということである。というのも、言語や真理という概念は、まさに今言ったように、その適用が振舞いによって正当化されるような概念、理論的な概念だからである。

そして、振舞いをもとに正当化される以上、それは私たちが知ることができるようなものだと考えられるのである。つまり、異なる概念の枠組みというのは、概念的にいて、私たちに知ることができるものなのである。そのため、その概念の理解可能性に認識論的条件が要求されることになるのである。

最後に、この論証について検討しよう。ここでキーとなるのは、振舞いとしての証拠である。

ルポア&ルートヴィヒの議論は次の違いに依拠している。ある人のやっていることが発話であることや、それが真であること、あるいは、その言葉で意味されていることは、少なくとも直接的に見て取れるようなものではない。それに対して、例えば、右手を挙げることや、りんごを食べるといったその人の振舞いというのは、その場にいれば見て取れるものであり、私たちにアクセス可能だということは明らかかなように思える。つまり、直観的にいえば、前者が私たちにアクセス可能であることに比べると、後者が私たちにアクセス可能であることはよりいっそう自明なことであると想定している。だからこそ、言語（発話）や真理（正しい）という概念の適用が、振舞いによって正当化されるという事実が、それらの概念の適用は、私たちが知ることができるようなものであることを示しているといわれる。しかし、他者の振舞いが私たちにアクセス可能であることはよりいっそう自明なことであるという想定は正しいだろうか。

まず、次のような一般的な懐疑が、振舞いに対しても向けられるのではないだろうか。私たちが理解しようとしている相手は、私たちとは異なる概念の枠組みをもっている可能性があり、相手の言葉や振舞いを必ずしも理解できないのではないだろうか。振舞いとしての証拠は、直接に見てとれるものである以上、私たちからアクセス可能であると直感的には考えられるかもしれない。しかし、証拠の理解の仕方が、相手と私たちとで違っている可能性があるのではな

いか。ここでいう証拠というのは、相手が特定の状況で特定の振舞いをする、というものである。例えば、猫がカーペットのうえで寝ている状況で相手は「〇〇」と発言する。このとき、どういった状況が成立しているのか、そして相手がどうふるまうのかは、見てとることができる。しかしながら、その見てとることができる事柄について、私たちと相手とで理解の仕方が異なっている可能性があるのではないだろうか。私が猫だと理解するものを、相手も猫として理解しているのだろうか。あるいは、相手は私とは違った理解をもつ可能性があるのではないだろうか。

以上のことを考慮するなら、振舞いが直接的に見て取れるものであることは、それが私たちにアクセス可能であることを意味しない。それはたしかに直接的に見て取れるものだが、それが可能なのは概念の枠組みを共有しているものだけだということになる。

ここまでの主張は、言語や真理といった概念が理論的な概念であることを否定しない。あくまで、振舞いによって正当化されるという事実が、私たちにアクセス可能であることを意味しない、ということを目指しているだけである。そして、ここでの検討が正しいとすれば、言語や真理といった概念が理論的な概念であることから、私たちに知ることができるという認識論的条件は帰結しないということである。

6. おわりに

この論文では言語の公共性について考察した。ある話者の言語は、それについて十分な証拠をもち、そして合理性をそなえた人であるならば誰でも理解できるものだと考えるべきなのか。あるいは、必ずしもすべての人が理解できると考える必要はなく、理解できる人が少なくとも存在すれば良いものだと理解されるべきなのか。この問題は、異なる概念の枠組みという考えの理解可能性の問題へと接続する。そして、異なる概念の枠組みの理解可能性の問題は、最終的には、認識論的条件が必要となるのか、という問いに行きついた。この論文で考察したのは、言語や真理といった概念が理論的な概念であることに基づく論証である。そして明らかになったこととしては、少なくともその論証では、認識論的条件が必要とされることを説得的には示せないということである。

参考文献

- 1) Davidson, D. (1974). "On the Very Idea of a Conceptual Scheme," Reprinted in Davidson (1984).
- 2) Davidson, D. (1984). *Inquires Into Truth and Interpretation*. Oxford: Clarendon Press. (邦訳 D. デイヴィッドソン『真理と解釈』, 野本和幸・植木哲也・金子洋之・高橋要訳, 勁草書房, 1991 年)
- 3) Davidson, D. (2005). *Truth and Predication*. Cambridge, Mass.: The Belknap Press of Harvard University Press. (邦訳 D. デイヴィッドソン『真理と述定』, 津留竜馬訳, 春秋社, 2010 年)
- 4) García-Carpintero, M. (2012). Foundational semantics, descriptive theories. *Philosophy Compass* 7: 397 - 409.
- 5) Glock (2007). "Relativism, Commensurability and Translatability". *Ratio*.
- 6) Lepore, E and Ludwig, K. (2005). *Donald Davidson. Meaning, Truth, Language, and Reality*. Oxford: Oxford University Press.
- 7) Pagin, Peter (2013). "Radical Interpretation and the Principle of Charity". In: *A Companion to Donald Davidson*. Ed. by Ernest Lepore; Kirk Ludwig. Oxford: Wiley-Blackwell.

経験的に等価な理論は、同じ事実を述べるものとなる」

(Lepore and Ludwig, 2005. pp314)。ここでの論証に関わるのは、理論的な概念の一つ目の特徴である。

(受付日 2023 年 11 月 2 日)

(受理日 2024 年 1 月 17 日)

注記

注 1) ただし、厳密に言えばこの例は適切ではない。想定としてメタ言語も私たちに翻訳できない言語であるから、「・・・は真である」という言葉が理論に含まれることはないはずである。つまり、厳密に言えば例を書きようがない。しかしながら、知るための規準を与えることができないとしても、成立するための規準を与えることができる、ということを理解するためには、先ほどの説明で十分に役割を果たしていると思われる

注 2) ルポア&ルートヴィヒは理論的な概念のもう一つの特徴を次のように説明する。理論的な「概念の内容は、その概念を適用するための証拠を説明するうえでの役割によって説明しつくされるのだが、その際、すべての証拠に関して

Considering the Suitability of Task-Based Language Teaching at the National Institute of Technology

Takuro FUJITA*¹

This study discusses the applicability of task-based language teaching (TBLT) at the National Institute of Technology (KOSEN). It starts with a brief introduction of TBLT, referring to a definition of task and TBLT, the distinction between TBLT and task-supported language teaching, and the concept of needs analysis. Subsequently, it discusses the suitability of TBLT at KOSEN, emphasizing that TBLT aligns well with English education at KOSEN due to its compatibility with designing a curriculum for engineers and KOSEN students' perceived needs, its minimal influence on entrance examinations, and the fact that it requires no fixed textbooks. Thereafter, it discusses potential issues of introducing TBLT at KOSEN, which encompass limited opportunities for teacher training, a lack of task materials for KOSEN students, and dealing with diverse classroom constraints. Finally, this study suggests the necessity for more research in the context of KOSEN, emphasizing the importance of a systematic evaluation of TBLT at both the classroom and program levels.

Keywords: task-based language teaching, EFL environment, KOSEN

1. Introduction

The applicability of task-based language teaching (TBLT) in the English as a foreign language (EFL) environment has been widely discussed from various perspectives. Researchers have examined the efficacy of TBLT from diverse viewpoints, such as teachers' affective response, learners' perceptions, and language development ¹⁾⁻⁴⁾. The suitability of TBLT in Japan has also been discussed ^{2),5)-7)}. However, few studies have considered the feasibility of TBLT at the National Institute of Technology (KOSEN).

Compared with other educational institutions in Japan, KOSEN has some unique characteristics. First, unlike other educational institutions, KOSEN has a clear mission to foster engineers. Second, although KOSEN is one of the higher education institutions in Japan, its students are younger than those in universities. Students typically enter a regular course in KOSEN at the age of 15 and graduate when they are 20. This means that KOSEN students' ages are generally equivalent to those of high school students and university students in lower grades. Third, KOSEN has its own established curriculum. While educational goals and contents for junior high or high schools are stipulated in

the course of study by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), those for KOSEN are originally stated in the Model Core Curriculum. Owing to this uniqueness, many KOSEN teachers believe that English education that fits the context of KOSEN is essential ⁸⁾.

Based on this background, this study discusses the feasibility of TBLT at KOSEN. It starts with a brief introduction of TBLT, followed by the suitability of TBLT at KOSEN and possible issues for implementing TBLT at KOSEN.

2. Task-Based Language Teaching

In TBLT, a task is considered an activity that requires learners to use language in some way to complete its outcome. Ellis and Shintani ⁹⁾ propose four criteria for an activity to be considered a task. First, the activity's primary focus should be on meaning; that is, the purpose of the activity should be to encode and decode messages. Second, there should be some kind of gap. The activity requires learners to fill the gap by conveying messages or expressing thoughts and opinions. Third, learners should primarily rely on their own linguistic and non-linguistic resources to complete the activity. This means that the language to use is not pre-determined in the activity, so learners will be expected to use

*Course of General Education ¹t-fujita@fukui.kosen-ac.jp

their knowledge and skills to complete it. Fourth, there is a clearly defined non-linguistic outcome. Namely, when learners perform a task, their focus needs to be on achieving the goal. The criteria for a task in Ellis and Shintani⁹⁾ show that it is utilized to provide opportunities to use English for communication and is not aimed at learning a specific linguistic form (e.g., past tense).

A task is considered the basic unit of organization in TBLT and task-based lessons are designed around a task. Various activities are planned to facilitate the implementation of the main task and/or direct learners' attention to a linguistic form. The former includes activating learners' schema or background knowledge and introducing expressions that might be useful for implementing a task. The latter includes providing corrective feedback on the task and opportunities for task repetition. When creating a task-based syllabus, the basic unit is a task, not a grammar structure or textbook topic. This suggests that a task-based syllabus needs to be designed by choosing tasks and sequencing them appropriately according to the class goal.

It is possible that a task can be utilized in different ways. It can be incorporated into a traditional structural syllabus or the last phase of the PPP (presentation, practice, and production) approach, whose aim is to teach target grammatical structures systematically. Such approaches are called task-supported language teaching (TSLT) and are considered different from TBLT as they are underpinned by different rationales^{10,11)}. In TSLT, a task is used to practice using a target grammatical structure accurately. In this case, the structure to use in the task is pre-determined, and learners are required to use it during the task. Thus, they are directed to focus their attention on the target structure. However, in TBLT, learners work on a task to achieve a non-linguistic outcome, and language is used as a tool to achieve the goal. The language to be used is not pre-determined, so learners need to use their own linguistic and non-linguistic resources to achieve the target outcome. Therefore, attention to linguistic form arises incidentally during the task in TBLT. Such an incidental focus on form is considered to promote language acquisition¹²⁾.

Needs analysis is considered a crucial element of TBLT. Long¹¹⁾ argues that TBLT allows learners to provide English courses specifically designed for a particular population of learners, and needs analysis is a starting point to achieve them. He proposes a systematic way of creating a task-based syllabus based on task-based needs analysis. It starts with identifying target tasks (i.e.,

what learners need to be able to do in the new language¹¹⁾). Next, common features of target tasks must be summarized into target task types because, according to Long¹¹⁾, sometimes the list of target tasks will be too long to build a syllabus. Finally, pedagogic tasks, a simpler version of the target tasks¹¹⁾, should be made based on the target task types, and a task-based syllabus should be designed by sequencing and classifying pedagogic tasks.

3. Suitability of TBLT at KOSEN

In this section, I will argue that TBLT is suitable for KOSEN for several reasons, which include its compatibility with designing a curriculum for engineers and KOSEN students' perceived needs in English learning, its minimal influence on entrance examinations, and the fact there are no fixed textbooks. The next section discusses each point in detail.

3.1 Compatibility with Designing a Curriculum for Engineers

TBLT theoretically allows teachers to design a curriculum incorporating the situation that students need to face in their future workplace as engineers. As mentioned above, needs analysis enables teachers to identify target tasks, which subsequently makes it possible to create pedagogic tasks by summarizing the target tasks into target task types. A syllabus suitable for engineers can be constructed by sequencing the pedagogic tasks¹¹⁾. Due to KOSEN's objective of fostering engineers, TBLT aligns with English education in KOSEN, namely, providing a program designed for a particular group of learners.

It is essential to note that while conducting needs analysis is time-consuming, research exploring engineers' needs to use English in their workplaces has shown that they are required to use English in diverse situations. For example, Kaewpet¹³⁾ explored the situations that Thai civil engineering students will face in their future workplaces. Semi-structured interviews were conducted with engineers, engineering teachers, former engineering students, and ESP (English for Specific Purposes) teachers. Their findings revealed 33 situations, including reading manuals, writing English in design drawings, and using technical terms in professional Thai conversations. Fujita¹⁴⁾ also investigated the situations that Japanese KOSEN students may face in their future workplaces. Semi-structured interviews were conducted with engineers, engineering teachers at KOSEN, and KOSEN students in an

advanced course. The results showed 15 target task types and 30 target tasks (e.g., introducing a product, daily conversation, reporting the progress of work, presenting research, reading academic journals, and explaining how to operate equipment).

Some researchers have identified types of situations where KOSEN students use English in their school life. Suzuki ¹⁵⁾, interviewing four engineering teachers, two students in an advanced course, and three graduates, examined in what situations students might need to use English in their classes. She found four target reading tasks (i.e., reading academic articles, textbooks, manuals, and datasheets), two target writing tasks (i.e., writing a title and an abstract, and explaining a chart in a thesis), and two speaking and listening tasks (i.e., presentations, dealing with Q&A sessions). Kashimura et al. ¹⁶⁾ interviewed KOSEN students and graduates who had joined an international internship program and examined their language use during the program. They found that the students needed to employ multiple languages during the programs, which included English, Japanese, and a local language. They also found over 50 target tasks that their participants experienced during the internship, arguing that students experienced a variety of language use at work, during breaks, and outside of work.

These studies are beneficial for KOSEN teachers to identify engineers' target tasks. Utilizing this information, KOSEN teachers can design and implement pedagogic tasks appropriate for students in each department, which will allow their students to learn English while envisioning their future language-use situations.

3.2 Compatibility with Learners' Perceived Needs

The notion of TBLT is compatible with KOSEN students' perceived needs. Research has shown that KOSEN students generally believe English is necessary for their future careers. Targeting first-year to fifth-year students, Sugiura ¹⁷⁾ examined KOSEN students' perceived needs and reported that the most frequently reported reasons for them to study English was for their future jobs, which accounted for 61.2%. Yamamoto et al. ¹⁸⁾ replicated Sugiura's ¹⁷⁾ study and revealed that the most frequently reported reason for studying English was for their future jobs, with approximately half of students learning English for this purpose. Most of KOSEN students' future jobs are related to engineering. The findings from these studies align with the notion of TBLT as it

allows teachers to respond to students' needs by proposing a systematic way to design tasks and syllabi suitable for a particular group of students.

Introducing TBLT is also expected to enhance students' positive attitudes toward English. Previous studies on KOSEN students' motivation have shown that they tend to have extrinsic motivation but lack intrinsic and integrative motivations. Maeda ¹⁹⁾ examined patterns of second-year students' motivation for English based on the framework of self-determination theory ²⁰⁾. His study showed that most of the students had identified regulations, a type of extrinsic motivation that includes "a conscious valuing of a behavioral goal or regulation, an acceptance of the behavior as personally important" (p.17) ²¹⁾. He further explored the patterns of students' motivation and found that the external group (i.e., those with strong identified, introjected, and external regulations) contained the largest number of students, followed by the identified and external regulation group (i.e., those with strong identified and external regulations). Ikeda ²²⁾ explored first-year students' motivation for learning English. Targeting 120 students, her study employed a questionnaire including three open questions about why KOSEN students study English, and the data were analyzed using a text-mining approach. The results showed that the common words the students used in the questions included "*shorai*" (future), "*eigo*" (English), "*hitsuyo*" (necessary), "*gaikoku*" (foreign countries), "*shigoto*" (work), and "*shakai*" (society). However, the words "*tanoshii*" (fun) and "*suki*" (like) were notably absent. Ishikawa ²³⁾ also implemented a survey on English learning targeting 41 third-year students. In her study, many students reported they neither liked nor disliked English, and they spent less time studying English than high school students of the same age. Her study also revealed that students' motivation to study English was highly related to social needs, classes, exams, and graduation, whereas their interest in English was low. These findings indicate that KOSEN students generally believe English is essential for their future but do not enjoy learning English.

However, previous studies implementing a task-based program found that students had positive perceptions of TBLT. Lai et al. ³⁾ implemented a task-based program consisting of eight sessions in Chinese classes at an online high school. One-hour small group synchronous sessions with their instructor were conducted, and students also worked on various asynchronous sessions (e.g., writing a short essay and recording oral responses to

complete a dialogue). They reported that the students showed high enjoyment scores at the end of the semester. Chen ²⁴⁾ conducted a task-based extensive reading program at a university in Taiwan. The students read the self-selected books and worked on various tasks (e.g., making predictions, writing a letter to one character, and creating a different ending). He found that his students felt a sense of achievement and were motivated to read more books. Based on the findings, Chen suggested that the task-based extensive reading program promoted the students' intrinsic motivation and contributed to alleviating their anxiety about reading. Targeting ninth-grade junior high school students in Japan, Kawai ²⁵⁾ implemented eight task-based lessons for eight months. He designed various kinds of tasks (e.g., jigsaw, opinion exchange, and narration tasks) based on a textbook approved by MEXT and found that the lessons significantly promoted the students' positive perceptions of English. The findings of these studies suggest that TBLT is perceived positively by students in diverse EFL contexts. Consequently, it is likely that KOSEN students may also view TBLT favorably and enjoy learning English through TBLT.

3.3 Minimal Influence of Entrance Examinations

Most KOSEN students are not influenced by high-stakes entrance examinations. Junior high and high school students are required to take entrance examinations to enter higher education, which is one of the major concerns of implementing TBLT in the Japanese context. As many high schools and universities require English entrance examinations for prospective students, English is one of their major subjects for them. Many students are aware of English for examinations because they might affect their future success ²⁶⁾. In many cases, English entrance examinations include grammar, vocabulary, reading, writing, and listening, and they test students' accurate use of language ^{5),27)}, which makes students disinclined to focus on English communication ²⁷⁾. However, this situation is not applicable to KOSEN students. Few third-year students, who are usually the equivalent ages of third-year students at high school, take university entrance examinations. This means that KOSEN students are less likely than junior high school and high school students to study English for examinations because the exams might not affect their future success in life and their careers.

3.4 No Fixed Textbooks

English teachers at KOSEN can select textbooks and teaching materials appropriate for TBLT more autonomously than those in other school contexts. Elementary, junior high, and high school teachers need to employ the textbooks approved by the MEXT, but no such rule applies to KOSEN teachers. It is true that many KOSEN teachers use MEXT-approved textbooks for lower-grade students ⁸⁾. However, using such textbooks is not compulsory, and teachers can choose textbooks and supplemental materials freely according to the class goals.

Although I do not intend to criticize the quality of textbooks approved by MEXT, they are not necessarily the best choice for implementing TBLT. Many of them contain target grammatical structures in each section that students must learn ⁵⁾. Also, many of the MEXT-approved textbooks do not include sufficient communication activities that meet the criteria of a task. Fukuta et al. ²⁸⁾ targeted three kinds of textbooks for junior high schools and examined whether communication activities in the textbooks met the task criteria proposed by Ellis and Shintani ⁹⁾. Their study revealed that few activities in the textbooks met all the criteria of a task. Specifically, few activities were designed to get learners to use their own linguistic and non-linguistic resources. Many communication activities in the textbooks required learners to read the dialogues in the textbooks or select or replace particular expressions, which were far from meeting the criteria of a task. Therefore, teachers need to create tasks and independently incorporate them to implement TBLT while using such textbooks ²⁸⁾.

4. Potential Issues for Implementing TBLT at KOSEN

There are several potential issues and concerns about introducing TBLT at KOSEN. These encompass limited opportunities for teacher training, lack of task materials for KOSEN students, and dealing with diverse classroom constraints. The next section discusses each issue in detail.

4.1 Limited Opportunities for Teacher Training

KOSEN teachers have few opportunities to learn teaching methodologies, including TBLT. As teachers at KOSEN, akin to university teachers, do not need to have a teaching license, KOSEN English teachers have often had few opportunities to learn English teaching methodologies compared to elementary, junior high, and

high school teachers. Because of this situation, teachers at KOSEN have limited opportunities to learn about TBLT or tasks, whether in pre-service training or in-service training.

Opportunities to learn TBLT are essential for KOSEN teachers to implement it successfully for several reasons. First, the teacher's role is crucial for implementing TBLT effectively. As Van den Branden ²⁹⁾ highlights, teachers play various roles in TBLT, such as designing tasks and lesson plans, providing models and feedback, eliciting learners' target language, directing students' attention to meaning and form, creating optimal opportunities to develop language skills and linguistic knowledge, and supporting learners individually. This suggests that teachers need considerable expertise ³⁰⁾, and their dedicated contributions are vital for effective implementation of TBLT.

Second, conducting task-based lessons according to the proposed principles of TBLT is not easy for teachers. Ogilvie and Dunn ³¹⁾, for example, found that student-teachers who took teacher education on TBLT showed interest in it but applied few TBLT principles to their teaching practice for several reasons (e.g., epistemological issues, cultural norms, and a lack of support). Research has also shown that even designing a task following the principles of TBLT is difficult for teachers. Erlam ³²⁾ examined how successful teachers who took teacher training on TBLT create tasks that satisfy the four criteria proposed by Ellis and Shintani ⁹⁾ and found that less than half of the teachers could successfully design tasks that met the criteria. Another study found that teachers may lack confidence in implementing TBLT in their teaching practice. Jeon and Hahn ³³⁾ showed that half of the middle and high school teachers in their study reacted negatively to implementing TBLT in their lessons because of the following reasons: a lack of knowledge of TBLT, difficulty in assessing learners' task-based performance, and worries about dealing with learners who are not used to task-based lessons. Targeting private high school teachers in China, Chen and Wright ³⁴⁾ examined what factors affected the adaptation of TBLT in teaching contexts. They reported that although the teachers were provided with strong institutional support for communicative teaching, they were reluctant to introduce TBLT due to their perceived lack of professional development and confidence in the capability of task design and achieving successful task outcomes. All these studies indicate that successful implementation of TBLT is challenging without continuous learning opportunities.

4.2 Lack of Task Materials for KOSEN Students

KOSEN teachers have limited access to teaching materials that are suitable for TBLT. As mentioned above, the educational system at KOSEN has unique characteristics, and KOSEN teachers believe that English education designed specifically for KOSEN is crucial. Nevertheless, the number of English textbooks specifically designed for KOSEN students is minimal. Additionally, although some new materials have been recently published, there are insufficient task materials for Japanese students ³⁵⁾. In such circumstances, finding suitable task materials for KOSEN students is challenging.

The lack of appropriate materials is also a notable concern for implementing TBLT in diverse contexts ³⁶⁾. In fact, Chen and Wright ³⁴⁾ reported that one of the Chinese private high school teachers' concerns about conducting TBLT was the burden of extra work spent designing tasks for students. They needed to design tasks that fit their teaching contexts independently because the textbooks they employed were not task-based. Similarly, Carless ³⁷⁾ found that primary school teachers in Hong Kong struggled with the additional workload of preparing for classes due to a lack of appropriate materials. In Harris ²⁾, TBLT practitioners in various teaching contexts in Japan reported that one of the drawbacks to employing TBLT in their classes was the insufficient amount of appropriate teaching materials and lesson plans for teachers and the time required to prepare them. If teachers implement TBLT without access to appropriate materials, they need to design tasks and consider how to implement them independently. This costs extra time, and teachers feel a psychological burden when forced to design task materials ²⁸⁾.

One possible way to design and share tasks with other teachers efficiently might be to adapt existing tasks to specific teaching contexts. Gurzynski-Weiss and her colleagues have created a website called *The TBLT Language Learning Task Bank* (<https://tblt.indiana.edu/index.html>), and teachers and researchers have uploaded various kinds of tasks there ³⁸⁾. Designing their own teaching materials while referring to the existing tasks uploaded on the website may allow teachers to save time as they can "borrow" the structures or content of existing tasks.

4.3 Dealing with Diverse Classroom Constraints

KOSEN teachers are required to deal with various concerns and constraints when implementing TBLT in their classrooms. Previous research has reported that teachers face various difficulties in implementing TBLT in EFL classrooms^{27),36),39)}. In many cases, the number of instructional hours for English is limited. Additionally, some teachers need to conduct English classes targeted at large groups of students. The mismatch between TBLT and Japanese learning styles is also an issue. While English classes in many Asian countries tend to value group consensus and teacher-centered practices, TBLT emphasizes individuality and students' active participation. This indicates that TBLT practitioners and students do not share the same perspectives on good classroom behavior, which might lead to students experiencing increased anxiety and dissatisfaction^{40),41)}. It has also been reported that some teachers struggle to manage lessons because their students avoid producing target language and employ their L1 excessively, leading to classroom noise^{1),42)}. These constraints hinder the effective implementation of TBLT^{36),39)}.

Many of these constraints are applied to the English learning environment at KOSEN. The class sizes at KOSEN are large, with approximately 40 students in each class. The number of instructional hours is limited as English classes are held only once or twice per week. Most KOSEN students are Japanese and have studied only at Japanese elementary and junior high schools, and are thus used to Japanese learning styles. They may tend to value group consensus and teacher-centered teaching practices. This may lead to the conceptual mismatch between TBLT and their learning styles. It is also possible that KOSEN students may rely on their L1 and avoid producing L2 during lessons. Although it is difficult to deal with some of the above constraints (e.g., class sizes and limited instructional hours), teachers need to address these issues and consider how to manage them effectively.

5. Conclusion

This paper discussed the possibilities and challenges of introducing TBLT at KOSEN. Specifically, it argued that TBLT is a good fit for the English classes at KOSEN as it allows teachers to create a curriculum designed for engineers. TBLT is compatible with KOSEN students' perceived needs and motivational properties. It was reported that many KOSEN students study English for future jobs but do not enjoy learning it. TBLT is

compatible with such KOSEN students' affective responses to English because it theoretically offers a curriculum designed for their future jobs and is expected to enhance positive attitudes toward English classes. KOSEN students are less influenced by high-stakes entrance examinations for universities. KOSEN English teachers are not necessarily required to use textbooks approved by the MEXT, and they can choose teaching materials according to their class goals and situations. This study also presented several potential issues for implementing TBLT at KOSEN: KOSEN teachers lack sufficient opportunities to learn TBLT and other teaching methodologies, and task materials for KOSEN students are limited, so teachers need to design tasks by themselves, which costs extra time and burdens them. Teachers must also deal with various classroom issues such as large class sizes, limited instructional hours, avoidance of English and massive L1 use, and classroom management.

More evidence for successful implementation of TBLT at KOSEN is needed, particularly a systematic evaluation of the effectiveness of TBLT at KOSEN. Evaluations can and should be conducted at both the program and lesson levels. The former includes examining to what extent a TBLT program is successful and at what point a TBLT program needs to be improved, whereas the latter encompasses exploring whether individual tasks or individual lessons work in a particular context^{10),12),43)}. Additionally, for a systematic evaluation, the effectiveness of TBLT must be examined from various perspectives, which include whether students learn a new language or develop language skills through TBLT, whether they perform tasks as teachers intend, and what they perceive about TBLT¹²⁾. Evaluation of TBLT in KOSEN has been rarely conducted from any perspective, and accumulation of systematic evaluation is vital in the future.

Acknowledgment

I am very grateful to Natsuko Shintani for her helpful comments on this article. This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP21K00803.

References

- 1) Carless, D. Issues in teachers' reinterpretation of a task-based innovation in primary schools. *TESOL Quarterly* 38, 639–662 (2004).

- 2) Harris, J. Responding to the critics: Implementation of TBLT in Japan. *Indonesian Journal of Applied Linguistics* 8, 139–148 (2018).
- 3) Lai, C., Zhao, Y. & Wang, J. Task-based language teaching in online ab initio foreign language classrooms. *The Modern Language Journal* 95, 81–103 (2011).
- 4) Yasuda, S. Toward a framework for linking linguistic knowledge and writing expertise: Interplay between SFL-based genre pedagogy and task-based language teaching. *TESOL Quarterly* 51, 576–606 (2017).
- 5) Sato, R. Reconsidering the effectiveness and suitability of PPP and TBLT in the Japanese EFL classroom. *JALT Journal* 32, 189–200 (2010).
- 6) Shintani, N. Task-based language teaching at elementary schools in Japan : Issues and possibilities. *Journal of the Chubu English Language Education Society* 44, 205–210 (2015).
- 7) Sybing, R. A response to criticism of TBLT in Japan's language classrooms. *JALT Journal* 33, 67-69 (2011).
- 8) Kameyama, T. The situation and perspective of English language education at Colleges of Technology. *Journal of JSEE* 58, 28–31 (2010).
- 9) Ellis, R. & Shintani, N. *Exploring language pedagogy through second language acquisition research*. Routledge (2014).
- 10) Ellis, R. *Reflections on task-based language teaching*. Multilingual Matters (2018).
- 11) Long, M. *Second language acquisition and task-based language teaching*. Wiley-Blackwell (2015).
- 12) Ellis, R., Skehan, P., Li, S., Shintani, N. & Lambert, C. *Task-based language teaching –Theory and practice*. Cambridge University Press (2019).
- 13) Kaewpet, C. Communication needs of Thai civil engineering students. *English for Specific Purposes* 28, 266–278 (2009).
- 14) Fujita, T. A needs analysis for constructing a task-syllabus in the National Institute of Technology. *JABAET Journal* 21, 5–33 (2017).
- 15) Suzuki, W. The effects of written languaging on new essay writing: a qualitative analysis.pdf. *Bulletin of Miyagi University of Education* 53, 239–246 (2019).
- 16) Kashimura, M., Nagata, H. & Shirai, Y. The study on overseas internships that Japanese engineering majors participate in. *Research Reports in the Council of College English Teachers* 38, 91–100 (2020).
- 17) Sugiura, R. A study of task-based language teaching at a Technical College –Designing tasks based on learners' needs–. *Research Reports of Ibaraki National College of Technology* 44, 7–16 (2009).
- 18) Yamamoto, T., Iwasaki, Y. & Segawa, N. Needs analysis for task-based language teaching at KOSEN: Replication study of Sugiura (2009). *Research Reports in the Council of College English Teachers* 39, 99–108 (2020).
- 19) Maeda, A. Simultaneous relation of different motivational regulations and its patterns: Based on a survey of Kosen students' motivation toward English language learning. *Research Reports in the Council of College English Teachers* 37, 95–104 (2018).
- 20) Deci, E. L. & Ryan, R. M. *Handbook of self-determination research*. University of Rochester Press (2002).
- 21) Ryan, R. M. & Deci, E. L. An overview of self-determination theory: An organismic-dialectical perspective. in *Handbook of self-determination research* (eds. Deci, E. L. & Ryan, R. M.) 3–36 The University of Rochester Press (2002).
- 22) Ikeda, S. English learning motivation of Maritime Kosen College students. *The Bulletin of National Institute of Technology, Hiroshima College* 44, 19–25 (2022).
- 23) Ishikawa, N. A survey on Kosen students' tendency toward English study. *The Council of College English Teachers Research Reports* 31, 41–50 (2012).
- 24) Chen, I.-C. Incorporating task-based learning in an extensive reading programme. *ELT Journal* 72, 405–414 (2018).
- 25) Kawai, H. Exploring task-based class using a textbook for the high proficiency students in the third graders of junior high school students through a practitioner research. *Journal of the Chubu English Language Education Society* 48, 129–136 (2019).
- 26) Samimy, K. K. & Kobayashi, C. Toward the Development of Intercultural Communicative Competence: Theoretical and Pedagogical Implications for Japanese English Teachers. *JALT Journal* 26, 245–261 (2004).

- 27) Littlewood, W. Communicative and task-based language teaching in East Asian classrooms. *Language Teaching* 40, 243–249 (2007).
- 28) Fukuta, J., Tamura, Y. & Kurita, A. Analysis of oral-communication-oriented activities in junior high school textbooks: Focusing on task criteria proposed by second language research. *JALT Journal* 39, 165–182 (2017).
- 29) Van den Branden, K. The role of teachers in task-based language education. *Annual Review of Applied Linguistics* 36, 164–181 (2016).
- 30) Long, M. In defense of tasks and TBLT: Nonissues and real issues. *Annual Review of Applied Linguistics* 36, 5–33 (2016).
- 31) Ogilvie, G. & Dunn, W. Taking teacher education to task: Exploring the role of teacher education in promoting the utilization of task-based language teaching. *Language Teaching Research* 14, 161–181 (2010).
- 32) Erlam, R. ‘I’m still not sure what a task is’: Teachers designing language tasks. *Language Teaching Research* 20, 279–299 (2016).
- 33) Jeon, I.-J. & Hahn, J.-W. Exploring EFL teachers’ perceptions of Task-based language teaching: A case study of Korean secondary school classroom practice. *Asian EFL Journal* 8, 123–143 (2006).
- 34) Chen, Q. & Wright, C. Contextualization and authenticity in TBLT: Voices from Chinese classrooms. *Language Teaching Research* 21, 517–538 (2017).
- 35) Wicking, P. et al. *Getting things done—Tasks for connecting the classroom with the real world*. Sanshusha (2022).
- 36) Butler, Y. G. The implementation of communicative and task-based language teaching in the Asia-Pacific region. *Annual Review of Applied Linguistics* 31, 36–57 (2011).
- 37) Carless, D. Factors in the implementation of task-based teaching in primary schools. *System* 31, 485–500 (2003).
- 38) Gurzynski-Weiss, L. & IATBLT. The TBLT Language Learning Task Bank. <https://tblt.indiana.edu>.
- 39) Swan, M. Legislation by hypothesis: The case of task-based instruction. *Applied Linguistics* 26, 376–401 (2005).
- 40) Burrows, C. Socio-cultural barriers facing TBL in Japan. *The Language Teacher* 32, 15–19 (2008).
- 41) Wicking, P. TBLT in Japan: Task-based language teaching and its effective implementation in the Japanese university classroom. *OnCUE Journal* 3, 248–258 (2009).
- 42) Carless, D. Implementing task-based learning with young learners. *ELT journal* 56, 389–396 (2002).
- 43) Ellis, R. Macro- and micro-evaluations of task-based teaching. in *Materials development in language teaching* (ed. Tomlinson, B.) 212–235 Cambridge University Press (2011).

(Received 2 November 2023)

(Accepted 17 January 2024)

2023年5月5日奥能登地震に関する調査報告

吉田 雅穂^{*1} 宮島 昌克^{**} 西川 隼人^{***}

Research Report on the 5 May 2023 Okunoto Earthquake

Masaho YOSHIDA, Masakatsu MIYAJIMA and Hayato NISHIKAWA

On 5 May 2023, a magnitude 6.5 earthquake struck the coast of Ishikawa Prefecture, Japan. The earthquake caused 48 human casualties and damage to 1,685 houses. This report presents a summary of the earthquake and geotechnical damage, based on field surveys conducted immediately after the earthquake as well as information collected by local government and the mass media. As a result, the causes of damage to houses and water outages, and the characteristics of the earthquake ground motion are shown. In addition, the outline of damage caused by the ground failure, such as road closures, slope failures, and liquefaction, is clarified.

Keywords : 2023 Okunoto Earthquake, reconnaissance, earthquake motion, geotechnical damage

1. はじめに

2023年5月5日（金）14時42分頃に石川県能登半島沖を震源とするマグニチュード6.5の地震が発生し、石川県珠洲市で最大震度6強を観測し、福井県ではあわら市や坂井市で最大震度4を観測した。この地震によって48人の人的被害と1,685棟の住家被害、断水、斜面崩壊による道路の通行止め等の被害が発生した。本文では、地震翌日に実施した現地調査と石川県危機管理室と報道機関から公表されている情報を基に、地震と被害の概要を報告する。

2. 地震および被害の概要

2・1 地震の概要

今回の地震は、2020年11月頃から継続している群発地震の活動の一環として発生したものであり、これまでに観測した中で最大の震度を観測した。2022年6月19日に発生したマグニチュード5.4、震度6弱の地震がこれまでの最大であったが、今回の地震はマグニチュード6.5、最大震度は珠洲市で観測された6強であり、震源は能登半島沖の海底深さ約12kmの場所であった。また、能登町で震度5強、輪島市で震度5弱を観測した。さらに、この地震の約7時間

後の21時58分にはマグニチュード5.9、震源深さ約14kmの地震が発生し珠洲市で震度5強を観測した。

2・2 被害の概要

石川県危機管理監室¹⁾による、7月3日13時発表の被害等の状況に関する第56報に示されている、人的被害と建物被害の概要を表1に示す。死者1名は、屋根の修理のためにかけた梯子から転落した60代の男性である。住家被害は珠洲市正院に多く見られた。

図1に本文で示す被害の位置を示す。図2に示すように住家被害のほとんどは古い家屋であり、商店などで開口部が大きく壁が少ない家屋が倒壊した。また、図3に示すように納屋や車庫の倒壊も多く見られた。図4は、珠洲市三崎町寺家の須須神社の鳥居の倒壊であり、重量のある石造の鳥居や灯籠、墓石等の倒壊が各所で見られた。その他、崖崩れによる住宅の損壊や、落石や法面崩壊、道路路肩の沈下による、通行止めや車線規制の道路被害が発生した。さらに、港湾地区では液状化現象による被害が発生した。

表2は石川県環境政策部へのヒアリング調査結果をまとめた珠洲市の断水状況である。断水戸数は143戸であり、断水の原因のほとんどが道路橋の添架管からの漏水であった。埋設管ではないため被害個所を容易に見発することが

*環境都市工学科 **ライフライン防災総研 ***福井工業大学 ¹masaho@fukui-nct.ac.jp

表 1 人的被害と建物被害の概要¹⁾

市町名	人的被害(人)				住家被害(棟)				非住家被害(棟)	
	死者	負傷者		小計	全壊	半壊	一部破損	小計	公共建物	その他
		重傷	軽傷							
金沢市							1	1		
輪島市							1	1		
珠洲市	1	2	44	47	38	263	1355	1656		470
能登町			1	1			27	27		1
計	1	2	45	48	38	263	1384	1685		471



図 1 被害の位置



図 2 住宅の全壊(珠洲市宝達町鶴飼, 図 1①)



図 3 倉庫の全壊(珠洲市正院町正院, 図 1②)



図 4 神社の鳥居の倒壊(図 1③)

表 2 断水状況

地域	断水戸数	原因
三崎町細屋	33	三崎町の水管橋の漏水
岩坂町	6	岩坂町の水管橋の漏水
〃	2	配水支管での漏水
三崎町杉山	20	杉山町の水管橋の漏水
三崎町二本松	28	杉山町の水管橋の漏水
正院町平床	18	杉山町の水管橋の漏水
正院町飯塚	23	杉山町の水管橋の漏水
正院町川尻	9	配水支管での漏水
若山町平栗	2	配水支管での漏水
野々江町	2	配水支管での漏水
合計	143	

でき、修繕作業も行いやすかったため、48 時間以内にすべての断水が解消した。

3. 地震動の特徴

3・1 震度と加速度波形

図 5 に最大震度を観測した珠洲市と周辺の地震観測点の震度分布^{2),3)}、図 6 に珠洲市の 4 つの地震観測点の加速度波形を示す。珠洲市には、震度 6 強の K-NET 正院 (ISK002) の他に、震度 6 弱相当の KiK-net 珠洲 (ISKH01)、震度 5 強の気象庁の珠洲市三崎町と K-NET 大谷 (ISK001) の 4 つの地震観測点があり、同じ市内の地震観測点でありながら、震度階級に 2 階級の違いが見られた。

図 6 の加速度波形を見ると、震度 6 強の K-NET 正院 (ISK002) よりも、震度 6 弱相当の KiK-net 珠洲 (ISKH01) の方が加速度の最大振幅が大きくなっている。また、KiK-

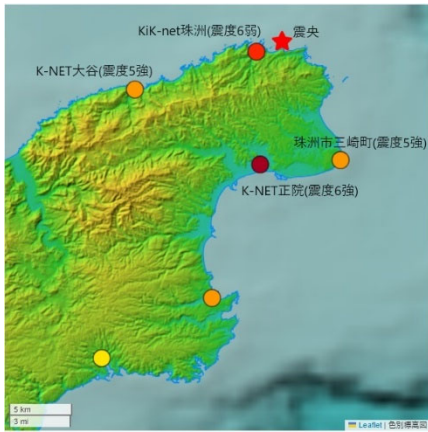
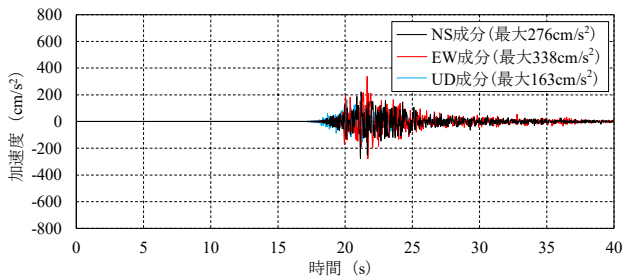
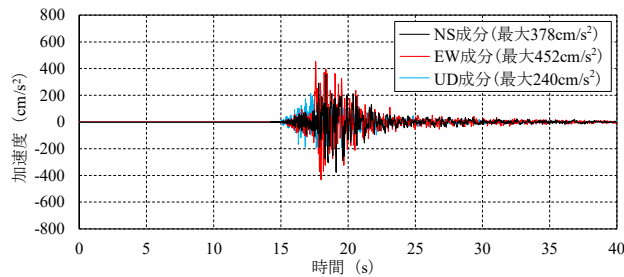


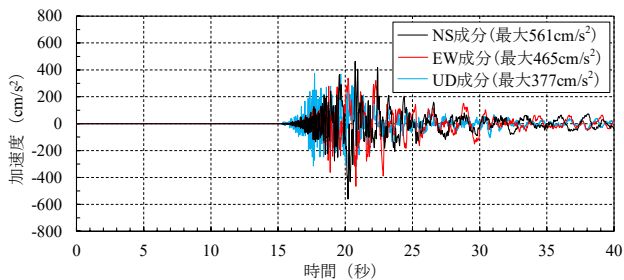
図5 震度分布 (参考文献^{2), 3)}の数値を基に作成)



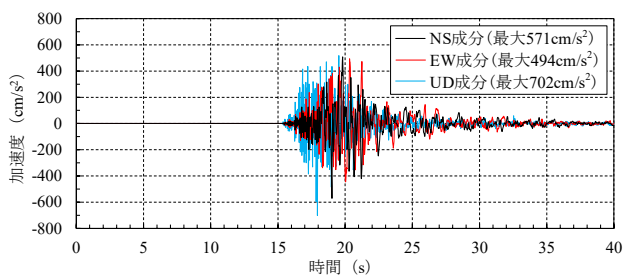
(1) 珠洲市三崎町 (震度5強)



(2) K-NET 大谷 (ISK001, 震度5強)



(3) K-NET 正院 (ISK002, 震度6強)



(4) KIK-net 珠洲 (ISKH01, 震度6弱相当)

図6 加速度波形

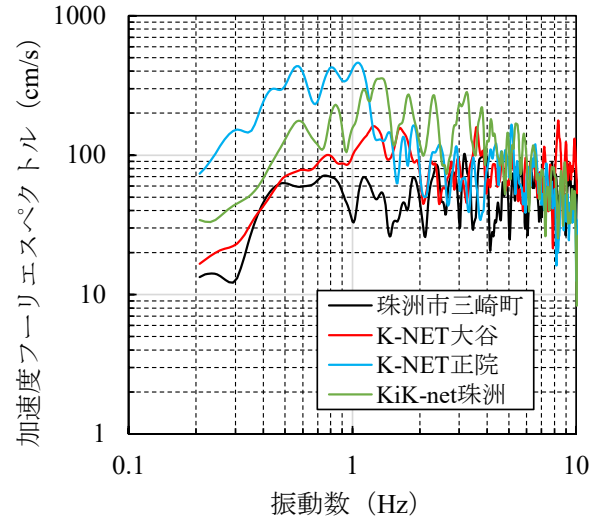


図7 加速度フーリエスペクトル

net 珠洲 (ISKH01) は上下成分の最大振幅が、水平2成分の最大振幅よりも大きくなっている。

3・2 地震動スペクトル

図7に珠洲市の4観測点の加速度フーリエスペクトルを示す。加速度フーリエスペクトルは、S波到達から10秒間を対象に求めたものであり、水平2成分をベクトル合成している。同図を見ると、K-NET 正院では、計測震度の計算に用いるフィルターのピーク振動数0.6 Hz前後で振幅が大きくなっており、この振幅特性が計測震度の値に影響を及ぼした可能性がある。また、この0.6 Hz前後の振動数は、建物の大きな被害に影響を及ぼすことが指摘されている振動数帯(0.5~1 Hz)⁴⁾と一致することから、K-NET 正院のスペクトル特性が、同観測点周辺の建物被害の多さの要因の一つになった可能性が考えられる。

4. 地盤災害の概要

4・1 道路被害

石川県危機管理室¹⁾による地震当日16時発表の被害等の状況に関する第1報によれば、国道249号珠洲市真浦地内で土砂崩れ発生の情報があり、北陸自動車道とのと里山海道の通行には支障なしの報告がなされていた。地震翌日時点で計19箇所の通行止めと片側交互通行が判明したが、通行止めの全箇所迂回路が設けられた。総数としては10路



図8 県管理道路の通行止めの状況

(地理院地図と参考文献¹⁾の図を基に作成)

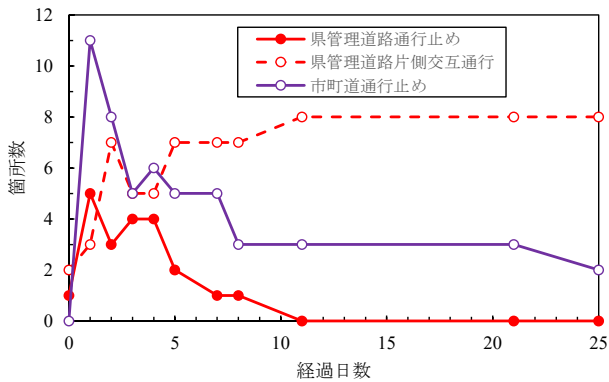


図9 県管理道路と市町道の被害の経日変化

(参考文献¹⁾の数値を基に作成)

線 88 箇所 で法面崩壊や路面段差等の被害が発生した。図 8 に通行止めとなった 5 箇所の県管理道路の被害概要¹⁾を示す。図 9 に県管理道路と市町道の通行止め等の被害箇所数¹⁾の経日変化を示す。多くの通行止め区間が発生したが、全てに迂回路が設けられたため被災地が孤立する事態には至らなかった。

4・2 斜面崩壊

珠洲市正院町岡田では、斜面に隣接する 2 地点の住宅が崖崩れにより被災した。図 10 は住宅の屋根や天井の一部が損傷して半壊となり、住人の 80 歳代女性はドクターヘリで搬送されたが軽傷であった。図 11 も同様の被害であり、住宅は一部損壊であったが人的被害はなかった。両地点とも



図 10 崖崩れによる家屋の半壊 (図 1④)



図 11 崖崩れによる家屋の一部損壊 (図 1④)



図 12 見附島の沿岸側先端の崩壊 (図 1⑤)

に風化した珪藻泥岩⁵⁾からなる斜面であり、予防治山のための山腹工事が行われていた。

珠洲市宝立町鶴飼にある見附島は、能登半島で発生した過去の地震の度に岩肌が崩壊しており、今回の地震でも同様の被害が発生した。図 12 より崩落した土砂が海水面付近



図 13 いいだみなと公園の噴砂 (図 1⑥)



図 15 蛸島漁港の噴砂 (図 1⑦)



図 14 商業施設の周辺地盤の沈下 (図 1⑥)



図 16 正院町正院の噴砂 (図 1②)

に堆積している様子(図中の白色破線箇所)が確認できる。航空レーザー測定の結果⁶⁾によれば、沿岸側の先端部分において約1,000m³の土砂が崩壊した。

4・3 液状化現象

現地調査において3地点で液状化による噴砂(図中の白色破線箇所)を確認した。図13に示す飯田港のいいだみなと公園では、地表面に生じた数メートルの複数の亀裂から暗灰色の噴砂が発生していた。また、図14に示すように、隣接する鉄筋コンクリート造の商業施設の周辺地盤が20cm程度沈下していた。図15に示す蛸島漁港西側の荷上場では、舗装亀裂からの噴砂を確認したが、地盤沈下等の被害は確認できなかった。

珠洲市正院町正院では、図16に示すように、住宅の脇に立つ電信柱の付け根の隙間から発生する噴砂を確認した。同地区は1993年2月7日と2007年3月25日に発生した能登半島地震の時にも液状化による噴砂が確認されている⁷⁾。

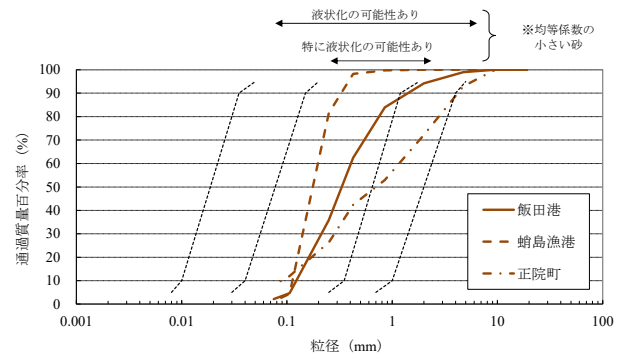


図 17 噴砂の粒径加積曲線

図17に採取した噴砂の粒径加積曲線を示す。同図には港湾の施設の技術状の基準・同解説⁸⁾に示されている、均等係数が3.5未満の砂の液状化の可能性の高い粒径分布の範囲を示した。なお、0.074mm以下の細粒分についての沈降分析は行っていない。全ての噴砂が液状化の可能性ありと判断される粒径の範囲であった。

5. おわりに

本報告では、現地調査と収集資料の分析を基に、2023年奥能登地震の概要と主に地盤災害の調査結果をまとめた。石川県では、1993年能登半島沖地震(M6.6)、2007年能登半島地震(M6.9)、そして今回の2023年奥能登地震(M6.5)と、県内を震源とするマグニチュード6クラスの地震が10数年ごとに発生しており、2018年から続く能登半島の群発地震は今も収まる気配はない。一方、福井県では1948年福井地震(M7.1)から75年が経過し、マグニチュード6クラスの地震は1963年越前岬沖地震(M6.9)以来60年間発生していない。

今世紀前半に発生する可能性が高い南海トラフ地震について、過去の地震統計によれば、その地震前後に日本海側で内陸直下型地震が発生する傾向があると言われている。将来の地震への備えは、過去の地震被害に学ぶことが多いため、今後も地震被害を調査して記録に残すことが重要である。

最後に、本地震でお亡くなりになられた方のご冥福をお祈り申し上げ、被災された皆様に心よりお見舞いを申し上げます。

謝辞

本文の作成に当たっては、気象庁と国立研究開発法人防災科学技術研究所のK-NET、KiK-netの地震観測記録を、震度分布図の作成においては、国土地理院の地理院地図と色別標高図の地理院タイル⁹⁾を、標高図の海域部は海上保安庁海洋情報部の資料を使用した。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 石川県危機管理室, 令和5年奥能登地震による被害等の状況について(第1報~56報), <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/202305jishin-mokutekibetsu.html#higai> (2023年10月30日閲覧)
- 2) 気象庁, 令和5年(2023年)5月5日14時42分能登半島沖の地震, https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/kyoshin/jishin/2305051442_noto/index.html (2023年10月30日閲覧)
- 3) 防災科学技術研究所, 強震観測網(K-NET, KiK-net), <https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/> (2023年10月30日閲覧)
- 4) 境有紀, 神野達夫, 瀨瀬一起, 震度の高低によって地震動の周期帯を変化させた震度算定法の提案, 日本建築学会構造系論文集, 第69巻, 第585号, pp.71-76 (2004)
- 5) 糸野義夫, 能登の丘陵と珪藻泥岩, アーバンクボタ, No.23, pp.36-39 (1984)
- 6) 読売新聞オンライン, <https://www.yomiuri.co.jp/pluralphoto/20230622-OYTNI50093/> (2023年10月30日閲覧)
- 7) 日本建築学会北陸支部, 2007年3月25日能登半島地震の災害調査報告, p.34 (2007)
- 8) 日本港湾協会, 港湾の施設の技術上の基準・同解説(上巻), pp.204 (1989)
- 9) 国土地理院, 地理院タイル一覧, <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html> (2023年10月30日閲覧)

(受付日 2023年11月1日)

(受理日 2024年1月17日)

研究推進委員会

委員長 吉田 雅穂 (環境都市工学科)
委員 村中 貴幸 (機械工学科)
松浦 徹 (電気電子工学科)
小越 咲子 (電子情報工学科)
高山 勝己 (物質工学科)
野々村 善民 (環境都市工学科)
青木 宏樹 (一般科目教室)

福井工業高等専門学校 研究紀要 第57巻

令和6年3月6日 発行

編集兼
発行者

福井工業高等専門学校

福井県鯖江市下司町
TEL (0778)62-1111 (代)
FAX (0778)62-2597