

研 究 紀 要

第 60 号

令和 4 年 3 月

RESEARCH REPORTS
OF
KOBE CITY COLLEGE OF TECHNOLOGY
NO. 60
MARCH, 2022

神戸市立工業高等専門学校

目 次

論 文

- 模型土槽に用いるまさ土とグラスビーズ混合試料の一面せん断試験
野並 賢 1
- オンライン授業におけるペンタブレット導入の教育効果
中川 卓也, 大向 雅人, 津吉 彰 11
- 公共交通機関車両基地の自然災害被災リスク評価と事業継続計画策定に向けた課題抽出
宇野 宏司, 吉間 颯大 17
- 高専教養化学における実験単元での ICT 機器利用の実践と評価
佐藤 洋俊, 福本 晃造, 大塩 愛子 23
- 高専教育における対話型授業の試み — 技術者に求められる多角的視点をめぐって —
松島 恒熙, 高田 峻介, 鯉江 秀行, 今井 洋太 29
- 工業製品における異常検出に関する研究
藤本 健司, 早稲田 一嘉 39
- 多種類のプログラミング言語教育の実施と効果
尾山 匡浩 45

資 料

- Introduction to the Acceptance of International Exchange Student Activities to the Kobe City College of Technology from Foreign Countries
Yutaka TAKASHINA 49
- 産金学官技術フォーラム 30 年の歩み
三宅 修吾, 宮本 猛, 小林 滋, 大淵 真一, 赤対 秀明 55
- 開講科目と卒業生数の変遷から見た機械工学科の設計システムコースとシステム制御コース
小林 洋二 59
- 神戸高専と台湾協定大学との学生交流活動報告
福井 智史 65

CONTENTS

PAPERS

- Direct Shear Test of Mixed Sample of Decomposed Granite Soil and Glass Beads Applying to Laboratory Test
Satoshi NONAMI 1
- Effect of a Pen-Tablet Device in an On-Line Lecture
Takuya NAKAGAWA, Masato OHMUKAI, Akira TSUYOSHI 11
- An Evaluation of Natural Disaster Damage Risk at Public Transportation Depots and Extraction of Issues for Business Continuity Planning
Kohji UNO, Sota YOSHIMA 17
- Application of Experiments with ICT Devices in General Chemistry at College of Technology
Hirotohi SATO, Kozo FUKUMOTO, Aiko OSHIO 23
- Attempt of the Dialogical Class in the Technical College Education — Inquiring the Multidirectional Perspective for Engineers —
Koki MATSUSHIMA, Ryosuke TAKADA, Hideyuki KOIE, Yota IMAI 29
- A Study on Anomaly Detection in Industrial Parts
Kenji FUJIMOTO, Kazuyoshi WASEDA 39
- Implementation and Effects of Various Types of Programming Language Education
Tadahiro OYAMA 45

RESEARCHES AND FINDINGS

- Introduction to the Acceptance of International Exchange Student Activities to the Kobe City College of Technology from Foreign Countries
Yutaka TAKASHINA 49
- The Course of the Technical Forum on the Industrial-Financial-Academic-Governmental Collaboration for Thirty Years
Shugo MIYAKE, Takeshi MIYAMOTO, Shigeru KOBAYASHI,
Shinichi OHFUCHI, Hideaki SHAKUTSUI 55
- Design System Course and System Control Course in Department of Mechanical Engineering Viewed from Changes in Subjects and Number of Graduates
Yohji KOBAYASHI 59
- Report on Student Exchange Activities between Kobe City College of Technology and Partner Universities in Taiwan
Satoshi FUKUI 65

模型土槽に用いるまさ土とガラスビーズ混合試料の 一面せん断試験

野並 賢*

Direct Shear Test of Mixed Sample of Decomposed Granite Soil and Glass Beads Applying to Laboratory Test

Satoshi NONAMI*

ABSTRACT

For evaluating laboratory test, the influence which shear strength characteristic of soil has on an experimental result may be considered. Then, in order to produce arbitrary shear resistance angle, direct shear tests by the specimen which mixed the glass beads with decomposed granite soil was carried out. The influence of the normal stress dependency of shear resistance angle by rigid boundary of the shearing box was corrected. As a result, the proportion of decomposed granite soil and glass beads and shear resistance angle became nonlinear proportionality relation. The cause was explained by the simple particle model.

Keywords : Shear Resistance Angle, Direct Shear Test, Decomposed Granite Soil, Glass Beads, Miniature Ground Model,

1. はじめに

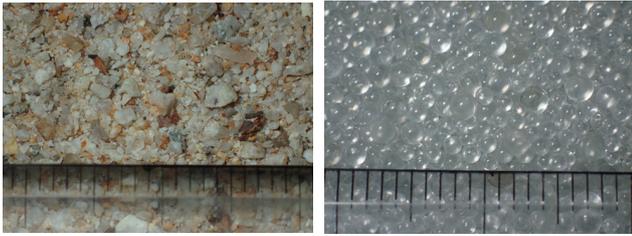
土留め壁などの大型構造物が地盤に与える影響の評価や、改良地盤の挙動解明を行う場合、原位置と同じスケールの実験は非常に困難であるため、縮小模型による検討が一般に行われる。その際、実物と模型の相似比と同じだけ剛性や強度を縮小した模型による実験か、遠心力により土の自重作用を原位置と同じように作用させた遠心模型実験かが選択される。それらの実験では、設計に必要な関係式を求めるために、土のせん断強度が実験結果に与える影響の感度分析を行うことがある。ここで筆者らは、深層混合処理工法を施した改良地盤の沈下量を算出する際に設定する応力分担比の合理的な設定方法を提案するため、重力作用場において室内模型土槽による実験的検討を行っている⁽¹⁾、⁽²⁾。その結果、未改良部の沈下量に盛土材のせん断抵抗角が影響を与えることがわかったため、せん断抵抗角～沈下量関係の把握を目的として、せん断抵抗角が異なる盛土材を用いている。

一方、重力場でいう模型実験では、盛土材の粘着力

の影響が実地盤との相似比に合わせて大きくなるため、これを有する試料を用いると原位置での挙動の再現性が低下する。このため細粒分が少なく、気乾状態の試料を用いて実験を行うことが望ましい。ただし現場で用いられるせん断抵抗角の小さな試料は細粒分含有量が高く、粘着力を有するものが多い。そこで、粒子形状が丸くかみ合わせ効果が小さいガラスビーズ⁽³⁾をせん断抵抗角が小さい試料として用いれば、上記の問題を回避できる。さらに、自然材料とガラスビーズは土粒子比重がほぼ同じであるため、同程度の粒度であればそれらの混合試料は分級が生じにくいという利点がある。したがって、両者の混合割合とせん断抵抗角の間に比例関係が見出されれば、せん断抵抗角を任意に調整した試料が作製できると考えられる。なお筆者は過去に、ガラスビーズを細粒分と見立てて珪砂に混入した試料の三軸圧縮試験を行い、混入量に比例してせん断抵抗角が低下することを確認している⁽⁴⁾。ただし、同程度の粒度を混入した試料を用いてせん断抵抗角の推定方法を検討した試験結果はあまり見られない。

上記を踏まえ本研究は、先述の室内土槽実験に用いるまさ土およびガラスビーズと、それらを任意の割合で混入した試料を用いて一面せん断試験を行った。そ

* 都市工学科 教授



(a)まさ土(FU=0.69) (b)ガラスビーズ(FU=0.97)
写真1 試料の接写写真

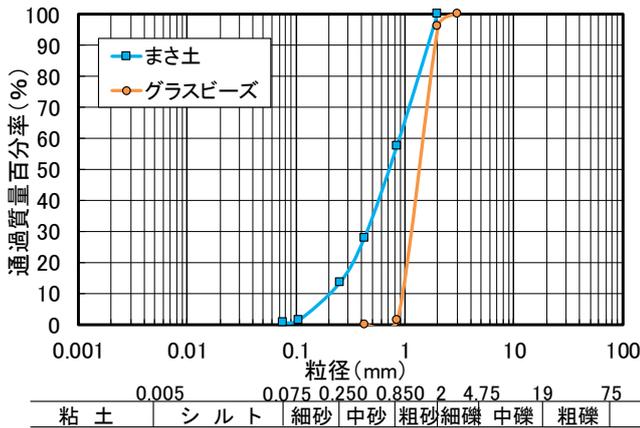


図1 試料の粒径加積曲線

表1 用いた試料の混入割合

試料名	混入割合	
	まさ土	ガラスビーズ
DG100	100%	0%
DG75GB25	75%	25%
DG50GB50	50%	50%
DG25GB75	25%	75%
GB100	0%	100%

の結果に基づき、規定よりも粒径が大きい試料を用いたときのせん断抵抗角補正方法の検討を行った。あわせて、粒子間力が伝達することによって形成される骨格構造の概念に基づき、まさ土とガラスビーズの混入割合とせん断抵抗角の関係に関する考察を行った。

2. 試料および試験方法

まさ土とガラスビーズの近接写真を写真1(a), (b)に、まさ土とガラスビーズのみの試料の粒径加積曲線を図1に示す。まさ土はホームセンターで購入したものを2mmのふるいで通過させており、作業性を考慮して砂ぼこりが飛ばないように試料を水洗いし、細粒分を除いている。写真1より、まさ土粒子は角張っているのに対しガラスビーズ粒子は丸く、粒子形状が全く異なることがわかる。粒子形状の凹凸度合いを示す凹凸係数 $FU^{(5)}$ ($FU=4\pi A/L^2$, A :粒子の投影面積, L :粒子の周長, この値が小さいほど粒子の凹凸度合いが激しくなる)を0.85mm~2mmの粒径の粒子に対して求めると、

まさ土が $FU=0.69$, ガラスビーズが $FU=0.97$ であった。表1には試験に用いた真砂土とガラスビーズ混入試料の仕様を示した。それぞれの試料の混入割合を重量比で25%ずつ変えて、5種類の試料を作製している。なお、試験に供した試料は模型実験用のものを粒度調整せずに用いたため、地盤工学会基準⁽⁶⁾による一面せん断試験の許容粒径(供試体直径6cmのとき最大粒径0.85mm)を上回っている。次章で述べるように、このことがせん断強度を大きくさせることが判明したため、簡易的な補正方法の検討と、定量的な評価方法に関する課題の抽出を行っている。なお、土粒子密度はまさ土が $\rho_s=2.67g/cm^3$, ガラスビーズが $\rho_s=2.50g/cm^3$ と、両者に大きな差はない。

一面せん断試験は気乾状態の試料を用いて定圧条件で行い、せん断速度を0.5mm/minとした。データの取得は0.1s毎に行っている。せん断箱のすき間は地盤工学会基準⁽⁶⁾を参考に0.2mmとし、反力板側のすき間設定用ねじを緩めて垂直応力作用時に上せん断箱を浮かせることで設けた。垂直応力は25, 50, 100, 150kN/m²とし、圧縮過程は全て1段階で作用させた。供試体の密度は室内土槽作製時の検討の結果、気乾状態でも締固め可能な値として、一律で $\rho_d=1.53g/cm^3$ とした。

3. 結果および考察

3.1 せん断変位~せん断応力・垂直変位関係 図2(a)~(e)に、それぞれの試料のせん断変位~せん断応力、垂直変位関係を示した。試料名の最後尾の数字は設定した垂直応力を表している。なお、垂直変位、せん断応力共に微小な凹凸が見られ、せん断応力の最大値の評価やダイレイタンス係数の算出に支障をきたしたため、ステンレス球を用いた試験のと同様、任意のせん断変位における計測値を中心にせん断変位0.13mmの範囲の計測値を合計しその個数で割り戻すことで連続平均を行い、凹凸の補正を行っている。

せん断変位~せん断応力関係について、プロット上の▼印はピーク値を示しており、このときを供試体の破壊としている。↓印は残留強度におけるせん断応力の値を示している。同一の垂直応力で各試料を比較すると、まさ土の混入量が多いほど概ねピーク値は大きくなっている。また、せん断変位が1~2mmでピーク値を迎えており、その後軟化を示している。せん断変位~垂直変位関係は、いずれの試料も破壊時のせん断変位~垂直変位の傾きが概ね最大値となっており、これらの傾向は密な砂が示す挙動と類似している。

また、ガラスビーズのみの試料も含めて、垂直応力が小さくなるといずれも垂直変位の発生量が大きくなる傾向がある。一方ガラスビーズの三軸圧縮試験結果では、ダイレイタンス係数およびせん断抵抗角の拘束圧依存性がないことが確認されており⁽³⁾, 両者の挙動に差が生じる結果となった。これは試験機構の違い

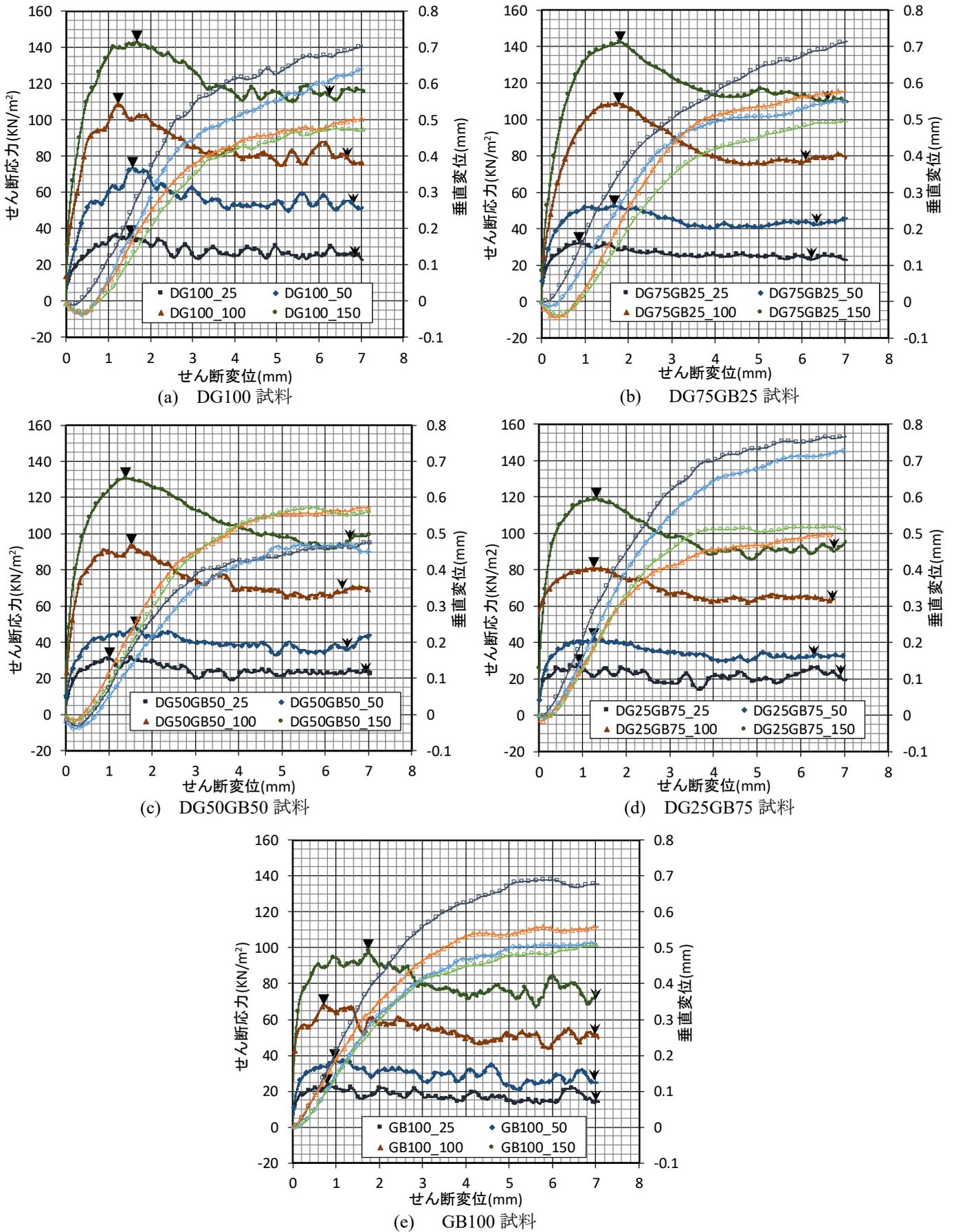


図2 せん断変位～せん断応力・垂直変位関係 (塗りつぶしはせん断応力, 白抜きは垂直変位)

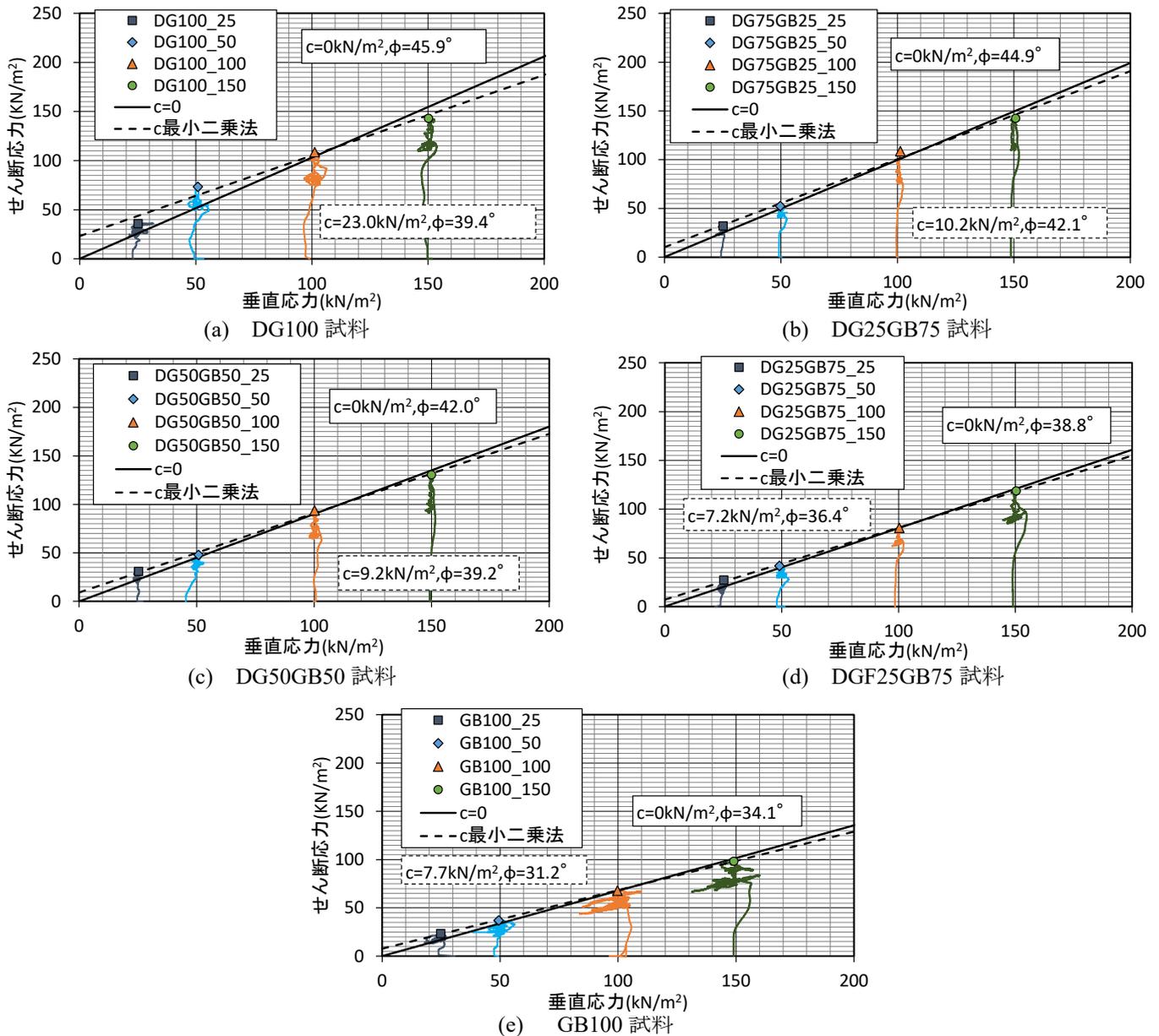


図3 垂直応力～せん断応力の関係 (プロットはピーク強度時)

が影響していることが指摘できる。すなわち、一面せん断試験の供試体は三軸圧縮試験とは異なり側面が剛な境界となっているため、側面付近の粒子が拘束される。その影響は垂直応力に拘らず一定に正のダイレイタンスとなって現れるため、垂直応力の小さな供試体のダイレイタンス発現量が大きくなったと考えられる。

次に、せん断変位 7mm (試験終了時) の垂直変位に着目すると、試料に拘らず 0.45mm～0.75mm の値に収束していることがわかる。これより、側面付近の粒子拘束効果は試料の混入割合によらず、比較的大きな影響を与えているものと考えられる。一面せん断試験によるせん断抵抗角の評価に際しては、粒径が大きいことによる粒子拘束効果を補正することが望ましいため、

次節でその検討を行う。

3.2 破壊時のせん断抵抗角の算出過程の検討 図3(a)～(e)までに、それぞれの試料の垂直応力～せん断応力関係を示した。図中のプロットは破壊時の応力を示している。今回の試料は期間状態で細粒分を含まない試料であり、本質的には粘着力を有さないとみなせる。そこで、 $c=0\text{kN/m}^2$ に固定したときの破壊線を図中の黒実線で示した。黒破線は粘着力を固定しない方法による最小二乗法で得た破壊線である。図3中には両方法でせん断抵抗角を求めた結果を示している。なお、GB100 試料の垂直応力のばらつきが他と比べ大きくなっているが、グラスビーズのような固くて丸い試料に特徴的な現象⁽³⁾と考えられる。これより、 $c=0$ 法で得たせん断抵抗角は、まさ土の混入割合とせん断抵抗角が

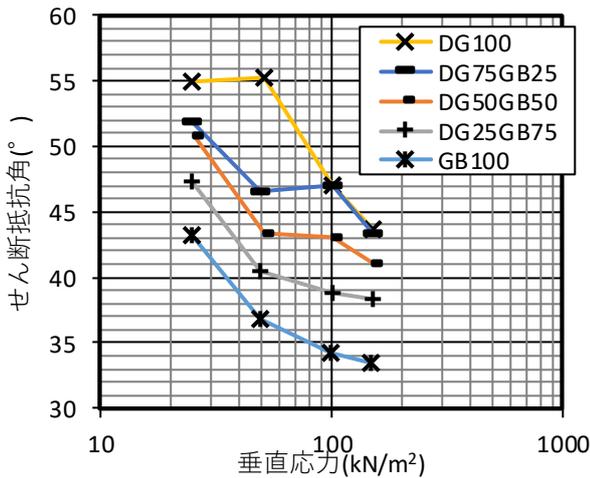


図4 垂直応力～せん断抵抗角の関係 ($c=0\text{kN/m}^2$)

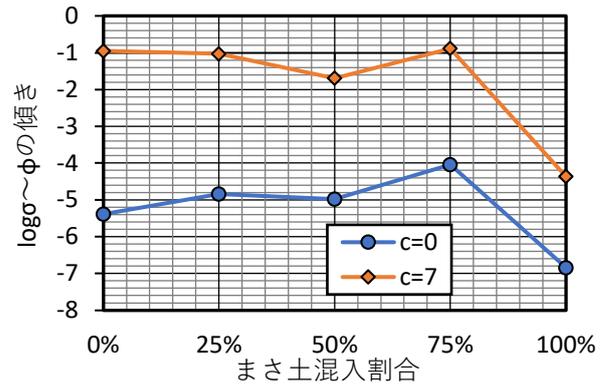


図7 まさ土の混入割合～ $\log \sigma \sim \phi$ の傾きの関係

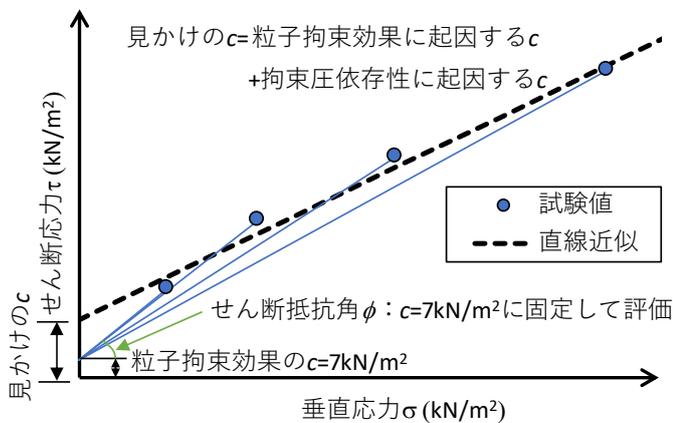


図5 粒子拘束効果の補正方法模式図

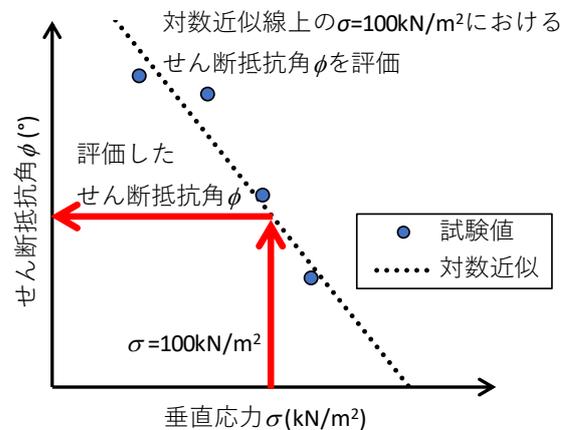


図8 せん断抵抗角の垂直応力依存性模式図

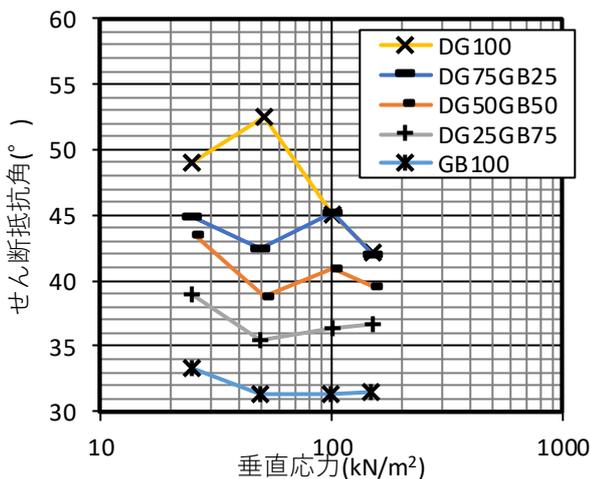


図6 垂直応力～せん断抵抗角の関係 ($c=7\text{kN/m}^2$)

比例関係にあり、試料の混入割合がせん断抵抗角に大きな影響を与えることがわかる。

次に粘着力を固定しない方法のせん断抵抗角は、細粒分を含まない気乾状態の試料であるにもかかわらず、いずれも粘着力が算出されている。特に、三軸圧縮試験ではせん断抵抗角の垂直応力依存性がないグラスビ

ーズのみの試料でも見られるのが興味深い。これは3.1節で述べたように、側面付近の粒子拘束効果によるせん断抵抗力の増加が、見かけの粘着力として現れたためと考えられる。地盤工学会の技術基準⁶⁾でも供試体直径に対して粒径が過大になると、せん断強度がかなり大きくなること示されているが、同様の傾向が確認されたといえる。また、まさ土の混入割合が多くなるにつれて粘着力も大きくなっているが、これは先述の影響に加え、せん断抵抗角の垂直応力依存性の影響によるものと考えられる。この傾向は三軸圧縮試験でも確認される一般的なものであり、そのことを踏まえた粒子拘束効果の補正方法について以下に考察する。

まず、 $c=0\text{kN/m}^2$ として垂直応力毎にせん断抵抗角を求めた結果を図4に示した。これより、グラスビーズのせん断抵抗角の垂直応力依存性が確認できる。そして図5に示す方法で粒子拘束効果による見かけの粘着力を $c=7\text{kN/m}^2$ に固定し、垂直応力毎にせん断抵抗角を求めた結果を図6に示した。これより、図4でみられたグラスビーズのみの試料はほとんど垂直応力依存性がなくなり、三軸圧縮試験の傾向と同様になっている。図7にまさ土混入割合と最小二乗法で求めた垂直応力

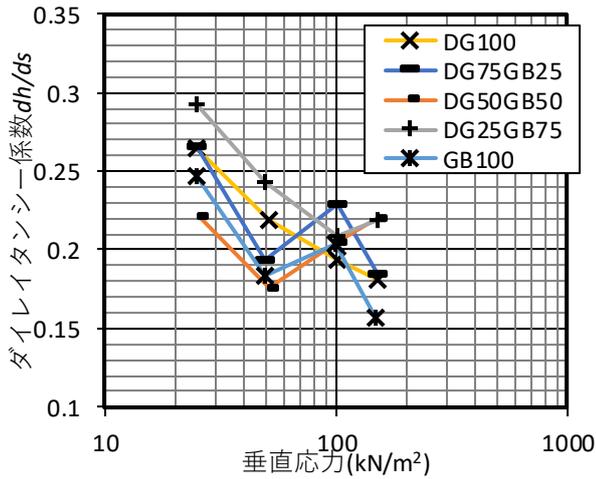


図9 垂直応力～ダイレイタンスー係数の関係

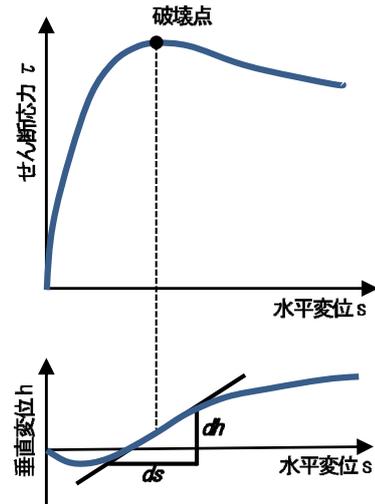


図10 垂直変位増分 dh/ds の模式図

表2 評価したせん断抵抗角 ϕ と粘着力 c

試料名	ピーク強度						残留強度					
	c最小二乗法		c=0法		c=7kN/m ²		c最小二乗法		c=0法		c=5kN/m ²	
	ϕ (°)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	c (kN/m ²)	ϕ (°)	c (kN/m ²)
DG100	39.4	23.0	45.9	0	43.3	7	33.7	12.9	38.1	0	36.4	5
DG75GB25	42.1	10.2	44.9	0	43.3	7	34.4	8.1	37.1	0	35.5	5
DG50GB50	39.2	9.2	42.0	0	40.0	7	30.5	8.6	33.7	0	31.9	5
DG25GB75	36.4	7.2	38.8	0	36.4	7	30.1	5.3	32.2	0	30.2	5
GB100	31.2	7.7	34.1	0	31.5	7	24.8	5.6	27.2	0	25.0	5

の対数 $\log \sigma$ ～せん断抵抗角 ϕ の傾きの関係を示したが、 $c=7\text{kN/m}^2$ とするとグラスビーズのみでは傾きがかなり小さくなること、まさ土の混入割合 75%の試料を除き、まさ土の混入量に比例して概ね傾きが大きくなることが確認できる。これらの結果より、せん断抵抗角における粒子拘束効果の補正は、粘着力 $c=7\text{kN/m}^2$ を見込むことで可能であると考えられる。

なお、まさ土のせん断抵抗角は垂直応力依存性があるため、任意の垂直応力に揃えた値で試料間の比較を行うことが望ましい。そこで図8の方法により $\log \sigma$ ～せん断抵抗角 ϕ の近似線から求まる $\sigma=100\text{kN/m}^2$ における ϕ を評価することとした。

次に、三軸圧縮試験ではせん断抵抗角との相関が確認されている⁽³⁾破壊時のダイレイタンスー係数 dh/ds を図9に示した。算出方法は図10のとおりである。これより本研究の条件においては、全体的な傾向としては垂直応力が大きくなるとダイレイタンスー係数が小さくなる。しかし、せん断抵抗角とは異なりダイレイタンスー係数と混入割合の間に明確な傾向が見られな

かった。この原因について現状では十分な考察を行っておらず、今後の課題としたい。

3.3 残留時のせん断抵抗角の評価 模型土槽による実験では、局所的にせん断面が観察されることがしばしば見られる。この時に土槽試料が発揮するせん断強度は残留状態、すなわちせん断変位が十分に発生してピーク強度を超え、一定値を示す状態になっていると考えられる。そこで本節では、3.2節で整理した強度定数整理方法に従い、残留強度時のせん断抵抗角の評価を行うこととした。図11(a)～(e)までに、残留強度時の応力状態をプロットした垂直応力～せん断応力関係を示した。図3と同様に、黒実線は $c=0\text{kN/m}^2$ に固定した残留強度時の破壊線、黒破線は最小二乗法による破壊線である。後者によるせん断強度定数に着目すると、ピーク強度時の値と比べると小さくなっているものの、グラスビーズだけの試料でも残留強度時において粘着力が発揮されており、せん断箱の剛性による粒子拘束効果が残留時にも影響を与えていることが伺える。そこでグラスビーズのみの試験結果を参考に $c=5\text{kN/m}^2$

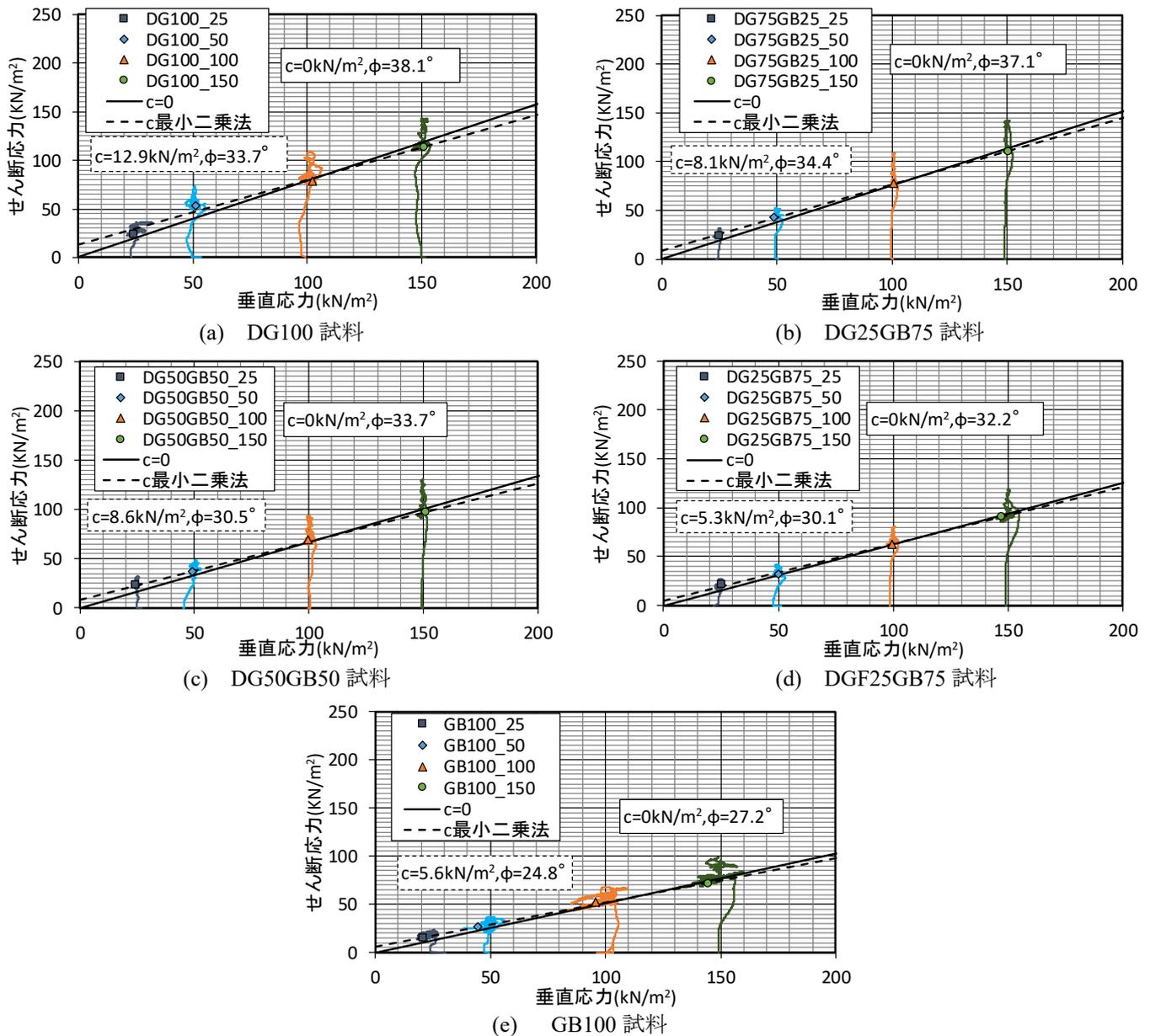


図 11 垂直応力～せん断応力の関係 (プロットは残留強度時)

に固定して最小二乗法によるせん断抵抗角の算出を行った。その結果を表 2 にまとめた。これより、残留強度時の ϕ はピーク強度時よりも $6\sim 8^\circ$ 小さくなっていることがわかる。せん断抵抗角の値は各種構造物の安定性検討結果などに大きな影響を与えるため、N 値などから換算されるせん断抵抗角と実験で用いた試料のせん断抵抗角を比較する場合は、換算式的前提条件(道路土工の一般値は残留強度を用いている)や、実験状況を反映した強度定数を用いることが望ましい。なお、残留強度時のダイレイタンス係数はいずれの試料も 0 に近い値になっており、残留状態に至っていることを確認している。

3.4 試料の混入割合とせん断抵抗角の関係 本節では試料の混入割合とせん断抵抗角の関係について着目す

る。図 12 に試料全体に対するまさ土の混入割合とせん断抵抗角の関係を示した。これより、単独試料のせん断抵抗角を結んだ線よりも試験結果は上方にあり、まさ土を混入するとその割合以上にせん断抵抗角が大きくなっている。この理由について本研究では、粒子間で伝達される粒子間力とせん断強度の関係に着目する。粒状体がせん断強度を発揮するとき、応力を伝える粒子の柱である構造骨格が形成、発達することが知られている^{例え(8)}。これを図化した例として、図 13 に DEM (個別要素法)による二軸圧縮試験シミュレーションの、ピーク強度付近(軸方向ひずみ約 6%)での粒子間力図を示す。この図は応力を伝える粒子の骨格構造を示すものである。これより、粒子間力は最大主応力方向に卓越して発達すること、粒子間力を伝える粒子は

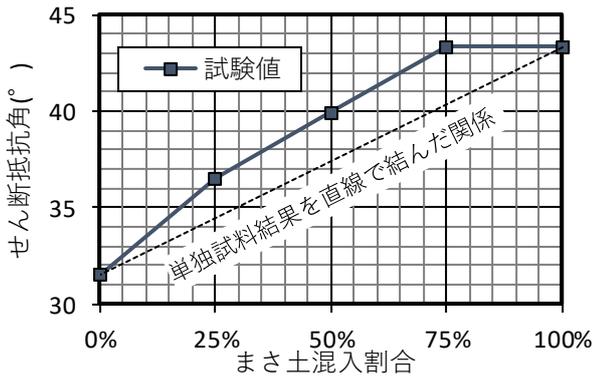


図 12 まさ土の混入割合～せん断抵抗角の関係

粒子数:3000 個
 粒子間力が作用している粒子接点数:5737 点
 最大粒子間力:16.7kN

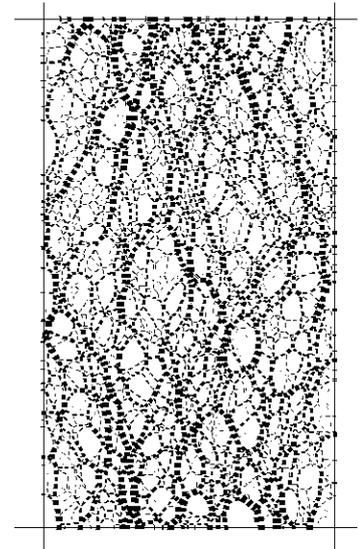


図 13 DEMによる二軸圧縮試験シミュレーションのピーク強度時の構造骨格図⁽⁸⁾

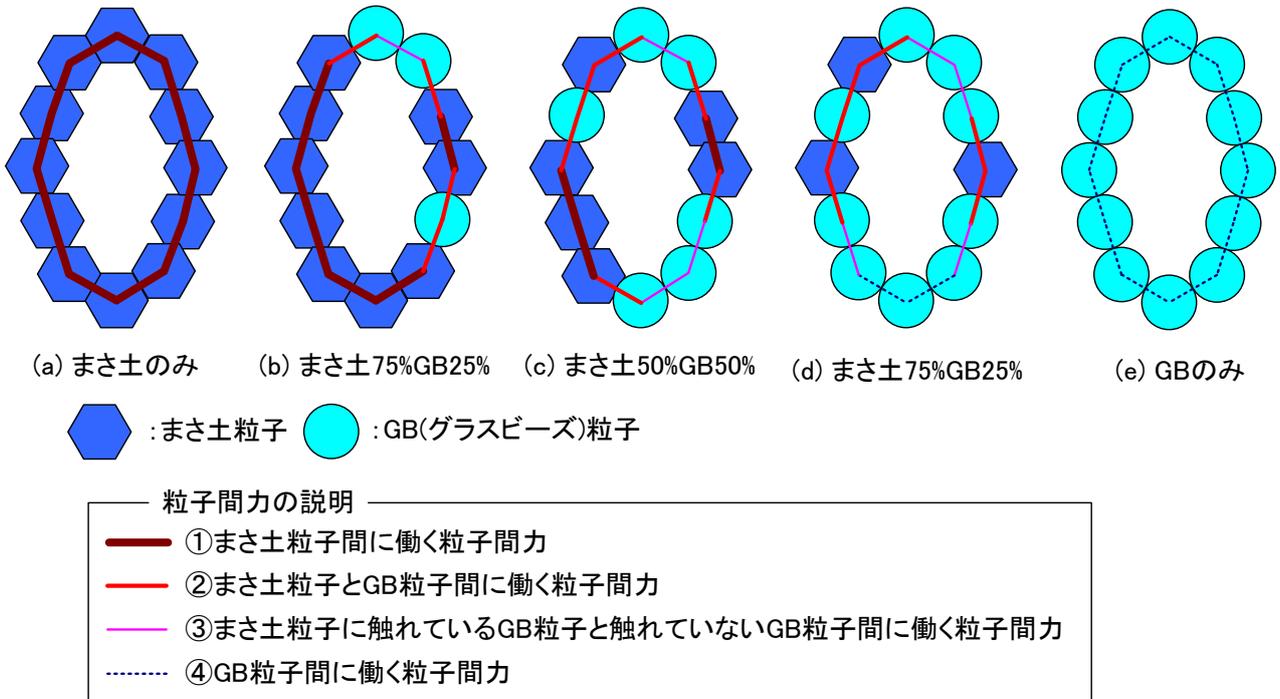


図 14 混入試料の粒子間力模式図

選択的かつ連続的に存在することなどがわかる。この傾向に基づき今回の混入試料の結果を考察すると、まさ土粒子とガラスビーズ粒子が一体となって骨格構造を形成し、粒子間力を伝えていると考えられる。次に、粒子に作用する応力の算出結果より、骨格構造は主に粒子間の回転抵抗の伝達によって発達し、回転抵抗の大きさは粒子形状が複雑であるほど大きいことが確認されている⁽⁸⁾。これより、まさ土粒子間の回転抵抗はガラスビーズ粒子間よりも大きいといえる。さらに両者の傾向から、まさ土粒子が発揮する回転抵抗はグラ

スビーズ粒子同士の粒子間力に波及する可能性が指摘できる。

以上の予備的検討に基づき、図 14 のようなピーク強度時に粒子間力を伝える粒子を表現したモデルを用いて、混入割合とせん断抵抗角の関係を考察する。簡単のため総粒子数は 12 個とし、まさ土粒子とガラスビーズ粒子はそれぞれの試料の混入割合に応じている。図中①のまさ土同士、④のガラスビーズ同士の粒子間力はせん断抵抗角の大きさに比例し、②のまさ土粒子と GB 粒子間に働く粒子間力は、①と④の粒子間力が 2:1

表 3 せん断抵抗角の試験値と推定値一覧

試料名	試験値(°)	推定値(°)
DG100	43.3	43.3
DG75GB25	43.3	41.3
DG50GB50	40.0	39.4
DG25GB75	36.4	36.7
GB100	31.5	31.5

の割合で発揮されるとする。③のまさ土粒子に触れている GB 粒子と触れていない GB 粒子間に働く粒子間力は、①と④の粒子間力が 1:2 の割合で発揮されるとする。そして、粒子間力の合計を接点数で除した値をせん断抵抗角推定値とした。その結果を図 15 および表 3 に示した。これより、推定値はまさ土の混入割合が高い試料で試験値をやや下回るものの、直線関係よりは相関がよくなる結果となった。なお、本検討結果は粒子間力とせん断抵抗角の関係を直感的に設定しており、推定式の提案に至るような精度を有するものではない。しかし、試験値と推定値の傾向が概ね一致したことから、せん断抵抗角が示す傾向の定性的な説明は可能と考えられる。すなわち、まさ土粒子が発揮する回転抵抗がガラスビーズ粒子の回転抵抗を大きくさせ、供試体全体としての粒子間力を大きくする。このことが、単独の試料で得られたせん断抵抗角を混入割合で案分した値より、試験値の方が大きくなった原因と推察される。

4. おわりに

本研究は深層混合処理地盤の沈下量予測手法の検討のため実施する室内土槽実験に用いるまさ土およびガラスビーズと、それらを任意の割合で混入した試料を用いて一面せん断試験を行った結果をまとめたものである。得られた結論は以下のとおりである。

- 1) 今回設定した密度および粒度では、まさ土とガラスビーズの混入割合に拘らずせん断変位～せん断応力および垂直変位の関係は密な砂が示す挙動と類似するものであった。
- 2) 試料の最大粒径が供試体の直径に対する規定値よりも大きいことに起因し、供試体側面の粒子拘束効果が過大に発生し、ダイレイタンスの発生量およびせん断強度の垂直応力依存性が見られた。そこで粒子拘束効果を粘着力成分の増加とみなし、これを考慮したせん断抵抗角の補正を行った。その結果、三軸圧縮試験で見られるせん断抵抗角の拘束圧依存性と同様の傾向となったことから、補正の妥当性を確認した。
- 3) まさ土の混入割合が多いほどピーク強度時および残留強度時のせん断抵抗角は大きくなるが、その

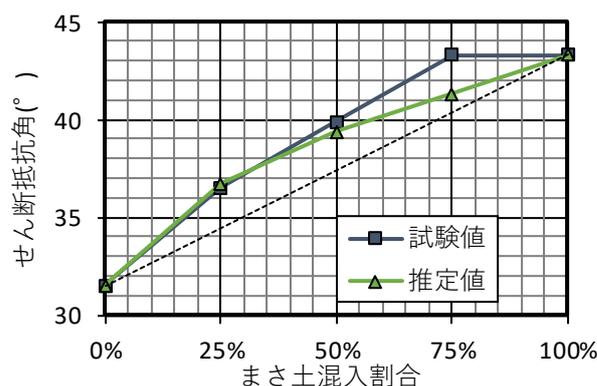


図 15 せん断抵抗角の試験値と推定値の比較

混入割合とせん断抵抗角の関係は、単独の試料で得られたせん断抵抗角を混入割合で案分したのより大きくなった。これはまさ土粒子が発揮する回転抵抗がガラスビーズ粒子の回転抵抗を大きくさせ、供試体全体としての粒子間力が大きくなったためと考えられる。

本研究では、供試体側面が剛な壁であることによる粒子拘束効果がせん断抵抗力を大きくさせる影響の補正方法について検討を行った。その妥当性の検証を行うにあたっては、規定以内の粒径に収まった試料の一面せん断試験結果の比較や、三軸圧縮試験によるせん断抵抗角 ϕ および $\log \sigma \sim \phi$ 関係の傾きとの比較を行うことが望まれる。これらへの取り組みが今後の検討課題であると考えられる。

参考文献

- (1) 野並 賢, 長谷川 愛, 臼田 和希, 加藤 翔也, 眞鍋 達哉, 鳥居 宣之: 深層混合処理工法の沈下特性に与える盛土材と未改良部の剛性の影響, 第 56 回地盤工学研究発表会講演概要集, 12-1-3-03, 2021.
- (2) 野並 賢, 臼田 和希, 長谷川 愛, 加藤 翔也, 眞鍋 達哉, 鳥居 宣之: 室内土槽による深層混合処理工法の応力分担機構に関する実験的検討, 第 56 回地盤工学研究発表会講演概要集, 12-1-3-04, 2021.
- (3) 軽部 大蔵, 野並 賢, 鶴ヶ崎 和博, 山口 充: 相似粒度に調整した粗粒材料の強度特性に及ぼす粒子形状と粒子破碎の影響, 土木学会論文集, Vol.617, III-46, pp.201~211, 1999.
- (4) 野並 賢, 加藤 正司, 柴田 安彦, 吉森 久貴: 粗粒土にガラスビーズを混入した試料のせん断強度特性, 土木学会論文集, Vol.757, III-66, pp.155~166, 2004.
- (5) 吉村 優治, 小川 正二: 砂のような粒状態の粒状体の粒子形状の簡易な定量化方法, 土木学会論文集, No.463, III-22, pp.95-103, 1993.
- (6) 地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説 第 7 編 変

形・強度試験, 第 4 章 土の一面せん断試験,
pp.661-699, 2009.

- (7) 野並 賢, 河原 輝虎, 鳥居 宣之: 供試体作製方法がステンレス球試料の一面せん断強度特性に与える影響, Kansai Geo-Symposium 2020 論文集 ー地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウムー, pp.112~117, 2020.
- (8) 野並 賢, 加藤 正司, 吉村 優治, 前田 健一, 山本 修一: 粒状体の変形・強度特性に与える粒子形状の影響に関する二次元個別要素法による検討, 土木学会論文集, Vol.799, III-72, pp.51~63, 2005.

オンライン授業におけるペンタブレット導入の教育効果

中川 卓也* 大向 雅人** 津吉 彰***

Effect of a Pen-Tablet Device in an On-Line Lecture

Takuya NAKAGAWA* Masato OHMUKAI** Akira TSUYOSHI***

ABSTRACT

The world-wide pandemic corona virus situation in 2020 forced us to introduce on-line education in an interactive way. In this article two kinds of on-line lecture have been performed: a usual lecture with a white board taken in a classroom and a video lecture drawn with a pen-tablet device. A questionnaire investigation showed that a video lecture with a pen-tablet device is recommended by over 80 % of students.

Keywords : on-line education, pen-tablet, questionnaire investigation, pandemic corona virus

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染爆発の影響により2020年4月に緊急事態宣言が発令され、本校においても急遽オンライン授業を行うことを与儀なくされた。急遽オンライン授業開始が決まったため、非常に短い準備期間の中で授業準備を行うこととなった。そのため、教員のコンピュータのスキルレベルによって講義内容に大きな影響を与えた。準備期間もほぼ無い状況下においては仕方が無いとも考えられる。しかし、実際のところ多くの場合において、

- ・オンライン授業で利用するシステムの使い方を教える側が理解することで手一杯であった
- ・授業内容を充実させるための準備にまで手が回らなかった

といった現状が見受けられた。

語学系の科目であれば、口頭での説明もしやすいためテキストを画面に表示し（静止画像で）説明を行えば、わかりやすい授業を提供することができると考えられる。しかし、数学系や専門科目で数式を扱う科目等は説明・解説がしづらいという大きな一面がある。そのため、オンライン授業中、口頭説明だけでは伝えることが難しい箇所において、画面上でリアルタイム

に式の展開・図示を行うことによる補足が必要であると考えられる。また、黒板を使わないと問題解決の過程が視覚に残らない⁽¹⁾、視覚情報の提示が効果的であることは論を俟たない⁽²⁾という研究報告もある。具体的には、数式の展開方法や展開における注意点、提出課題の修正箇所等図示・説明を行うことで講義内容が充実し、対面授業と同レベルの講義が提供できると考え、講義内容の充実をはかるためにペンタブレットを導入し、数式の解説をオンライン画面上で行えば学生の理解度が向上すると考える。

そこで、オンライン授業においてペンタブレットを導入し、それらがどのように影響を及ぼしているか、どのような教育効果が得られるのか検証を試みた。また、ペンタブレット導入による教育効果に関して、学生にアンケート調査を実施し、その報告を行う。

2. ペンタブレットの導入検討について

まず、オンライン授業で使用するソフトウェアについては、

- ・Microsoft365 Teams

を使用した。理由は、

- ・国立高専機構本部が導入・推奨している
- ・双方向授業ができる
- ・録画にも対応している

といったことがあげられる。特に、授業時間に学生自宅の回線トラブルが起こっていた等、何らかの事情で授業に参加できないケースも想定されるため、録画にも対応している点は大きいと考えられる。

* 明石工業高等専門学校 技術教育支援センター
技術専門員

** 明石工業高等専門学校 電気情報工学科 教授

*** 神戸市立工業高等専門学校 電気工学科 教授

次に、オンライン画面上においてリアルタイムで数式を展開し、説明する方法の検討を行う。オンライン画面上で数式を展開する方法としては、

- I：(実物の) ホワイトボード板書講義
- II：書画カメラを用いた板書講義
- III：ペンタブレットを用いた板書講義

が考えられる。

オンライン授業の充実をはかるために機器を導入する場合、専門知識を持たなくても扱えるようにし、素人でも簡単にオンライン授業の拡充ができるシステムの構築を目指す。

また、過去のオンライン授業における使用機器について神奈川大学の講義科目では、“書画カメラを使用しているのは1.3%” “その他の使用機器は5.6% (スキャナー、デジタルペーパー、ペンタブレット、ホワイトボード・マーカー他)”，演習・実技科目では、“書画カメラを使用しているのは1.1%” “その他の使用機器は3.4% (DVD, Zoom用モニタ(拡張用), デジタルペーパー、ペンタブレット他)”^③との報告がある。講義科目のその他の使用機器5.6%の一部に“ペンタブレット”と“ホワイトボード・マーカー”が含まれていること、演習・実技科目のその他の使用機器3.4%の一部に“ペンタブレット”が含まれていることから、ペンタブレットやホワイトボードの実際の導入事例としてはかなり少ないと考えられる。これらの結果を踏まえると、ほとんどのオンライン授業においてホワイトボードやペンタブレット等の機器は導入されていないことが伺える。これらのことから、オンライン画面上においてリアルタイムで数式を展開・説明する方法の導入効果について、何らかの結果が得られると考えられる。

2.1 ホワイトボード板書講義について Webカメラ、もしくはノートパソコンのカメラを(実物の)ホワイトボードに向けて設置し、

- ・対面授業と同じ要領で板書を行う。
- ・テキストを画面共有して説明を行い、数式展開等の補足が必要な場合のみ、ホワイトボードを使って板書を行う

という方法が考えられる。

Teamsの場合、双方向授業では画面が9分割されてしまうため、受講生が見ている画面がどうしても小さくなってしまふ。そのため、教員が板書しても何をしているか分からない状況に陥ってしまうという問題が起こる。ただし、録画した動画を再生すると画面全体で再生できるため、板書内容もきちんと確認できる状態となる。

以上から、録画配信が前提であれば問題無いが、双方向授業には適さないと考えられる。

2.2 書画カメラを用いた板書講義について 書画カメラとは、手元の様子を簡単に撮影できるWebカメラの

ことを指す。書画カメラでA4用紙を映し、それに数式等を書くことで板書の代わりとすることができる。ただ、画像が粗い、教師側では左右反転した小さな画像が表示されモニタしづらい^④といった研究報告もある。書画カメラの導入にあたっては、ノウハウやコツが必要と考えられる。

また、神戸親和女子大学における過去のオンライン授業での使用機器について、“ペンタブレットを使用”は4.9%、“書画カメラを使用”は1.6%^⑤という研究報告もある。ペンタブレットと書画カメラの導入について比較すると、書画カメラよりペンタブレットの方が約2.5倍も導入されていることがわかる。

以上、書画カメラよりタブレットの方が導入されている実績があること、書画カメラの導入はある程度コンピュータ等に精通している人が扱うには問題ないと考えられるが、コンピュータが苦手な人には向かないと考えられることから、簡単に拡充できるシステムに沿わないと考えられる。

2.3 ペンタブレットを用いた板書講義について オンライン授業において、講義資料を画面共有しながら説明を行い、必要に応じて画面共有ファイルにペンタブレットを使って数式の展開や図解、重要事項の補足等をリアルタイムで書き加えるスタイルとなる。この方法が対面授業に一番近く、比較的簡単に導入できる方法と考えられる。

以上、2.1~2.3の検討結果を踏まえると、対面授業に一番近く、比較的簡単に導入できるペンタブレットが良いと考えられる。

3 導入ペンタブレットの機器選定について

ペンタブレットを導入するにあたり、選定の条件は、

- ・専門知識を持たなくても扱えること
- ・素人でも簡単にオンライン授業が行えるシステムの構築ができること
- ・誰でも導入しやすいよう、比較的安価なものとした。

上記条件を考慮し、

- ・XP Pen Deco01 V2

を導入することとした。

導入を決めたポイントは、

- ・ドライバのインストールが不要
(Windows 10(以降Win10とする)標準ドライバで対応可能)
 - ・タブレットの書込み範囲が、画面サイズ(Full HD)に対応している
 - ・電子ペンを充電する必要がない
 - ・比較的安価(5千円程)に導入できる
- といった点である。

Win10の標準ドライバに対応しているので、USBコネクタをPCに接続すれば使える状態となる。つまり、

専用ドライバのインストールや特殊な設定を行わなくても使うことができる。そのため、素人でも簡単に導入できると考えられる。もちろん、専用ドライバをインストールするとより細かな描画が可能となるので、より細かい設定を行って使用することも可能である。

また、ペンタブレットの書き込み範囲が、教員側（配信する側）の PC 画面サイズ（Full HD）と同サイズに対応している。つまり、画面に映し出されている範囲が、タブレットで書き込み可能な範囲となる。そのため、使用する側は特に設定を行わなくても感覚的に使うことができるので、とても使いやすくと考えられる。

他のメーカーにおいては、電子ペン本体を充電する必要があるものが多くある。その場合、授業中にタブレットが使えなくなってしまうよう、前もって電子ペン本体の充電を行う必要がある。今回導入を決めたペンタブレットは、電子ペン本体を充電する必要がないため、授業中に電子ペンの充電が切れて、授業の継続に支障が出るといったトラブルが回避できる。そういった面でも運用もしやすくと考えられる。

ペンタブレット自体は、安ければ 3 千円前後で購入することができる。しかし、価格が安くなると書き込み範囲が狭いなどの制限があり、ペンタブレットを使用するにあたりノウハウやコツが必要と考えられる。今回は、“専門知識を持たなくても扱える”“素人でも簡単にオンライン授業が行えるシステムの構築ができる”ことを踏まえているため、5 千円程のペンタブレット（XP Pen Deco01 V2）の導入とした。また、導入ペンタブレットが 5 千円程でも比較的安価であると考えられる。

4. 板書講義の導入方法

板書講義の導入において、単にペンタブレットを導入しただけでは比較ができないため、第 2 章で検討を行った

I：(実物の) ホワイトボード板書講義

III：ペンタブレットを用いた板書講義

について比較を行うこととする。ただし、Teams でオンライン授業（双方向授業）を行うと画面が 9 分割されて比較できないため、授業内容を録画し、学生が受講する形式とする。

5. 授業アンケートの実施

ペンタブレット導入について“電気回路 I（第 1 学年、後期）”において試みた。なお、この講義を選択したのは、

- 基本的な講義方法・講義内容が基礎的な内容であり、毎年同じ内容の講義が提供できている。
- 学生の基礎知識の差にばらつきがない。電気回路 I は 1 年生（入学直後）において行う講義であるため、学生の基礎知識にはほとんど差がみられない。

そのため、ペンタブレット導入の効果が素直に反映されると考えられる。

という二つの理由が挙げられる

また、アンケートの対象は令和 2 年度の学生とした。今回アンケート調査の対象となった学生は、

- 令和 2 年前期にオンライン授業を経験している
- 多くのオンライン授業において、画面上でリアルタイムに数式の展開を行っていない
- (実物の) ホワイトボードやペンタブレットを使って板書講義を行った場合、また、板書講義をしなかった場合の効果が素直に反映されると考えられる

という三つの理由が挙げられる。

以上を踏まえ、客観的な検討が可能であると考えられるためである。

次に、アンケート内容は

Q1. どちらの動画がわかりやすいですか？

- Δ -Y 変換（ペンタブレット使用）
- Y- Δ 変換（ホワイトボード使用）

Q2. 下記項目に当てはまるものを選択してください。（複数回答可）

- ペンタブレットを使った Δ -Y 変換の方がわかりやすい
- ホワイトボードを使った Y- Δ 変換の方がわかりやすい
- ペンタブレットを使った場合、資料を配布してほしい
- ホワイトボードを使った場合、資料を配布してほしい

Q3. その他、気づいたことなどを自由に記述してください。

とした。

なお、“ Δ -Y 変換”“Y- Δ 変換”とは、三相交流において Y 結線と Δ 結線があり、結線方法を等価回路に変換する方法である。講義内容を“ Δ -Y 変換”“Y- Δ 変換”としたのは、非常に似た内容であるため、ペンタブレットとホワイトボードを導入した板書講義を比較するのに最適だと考えられるためである。

6. アンケート結果と考察

ホワイトボードとペンタブレットを導入した板書講義について、それらが学生に対してどのような効果・影響を及ぼしているかについての検討を行う。

まず、設問 Q1 “どちらの動画がわかりやすいですか？”の問いに関する図を図 1 に示す。

図 1 より、“ Δ -Y 変換（ペンタブレットを使用した方）が良い”は 38 人中 32 人（84.2%），“Y- Δ 変換（ホワイトボードを使用）が良い”は 38 人中 6 人（15.8%）という結果となった。

次に、設問 Q2 “下記項目に当てはまるものを選択してください。（複数回答可）”の問いに関する図を図 2

に示す。

図 2 より，“ペンタブレットを使った Δ - Y 変換の方がわかりやすい”は 38 人中 31 人 (81.6%)，“ホワイトボードを使った Y - Δ 変換の方がわかりやすい”は 38 人中 9 人 (23.7%)，“ペンタブレットを使った場合、資料を配布してほしい”は 38 人中 22 人 (57.9%)，“ホワイトボードを使った場合、資料を配布してほしい”は 38 人中 15 (39.5%) という結果となった。

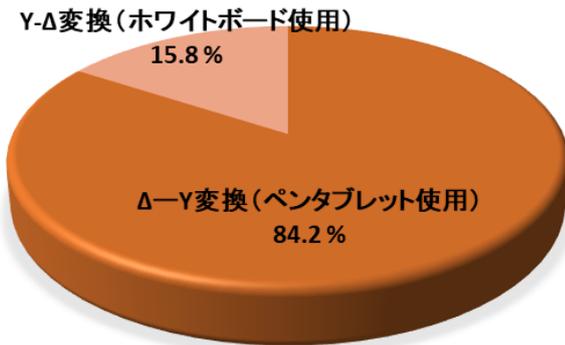


図 1 「Q1: どちらの動画がわかりやすいですか?」に関する回答結果

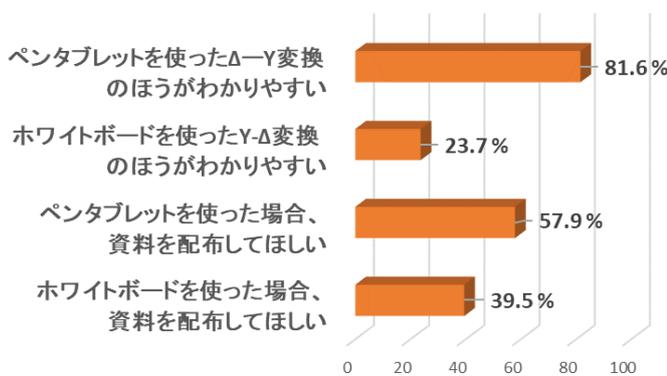


図 2 「Q2: 下記項目に当てはまるものを選択してください。(複数回答可)」に関する回答結果

図 1・図 2 を比較すると，“ペンタブレットを使った方がわかりやすい”，“ホワイトボードを使った方がわかりやすい”の各項目の結果に多少の数値の差がみられる。これは，“設問形式の異なるアンケートに答えた学生の揺らぎ(誤差)ではないかと考えられる。しかし、図 1・図 2 共に

・ペンタブレットを使った方がわかりやすいという結果が 8 割以上となっていることから、ペンタブレットを使用した時の方がわかりやすいと考えられる。

次に参考資料について，“ペンタブレットを使った場合、資料を配布してほしい”が 57.9%，“ホワイトボー

ドを使った場合、資料を配布してほしい”が 39.5%という結果となった。約半数程の学生が資料の配布を希望しているが、板書をノートに書き写す際に、口述と相まって数式の持つ意味・解釈、展開のコツなどを適切な速度で咀嚼されることが、授業の主題の理解へとつながる²⁾という研究報告もあり、今後において資料を配布するのであれば、資料内容をしっかり検討する必要があると考えられる。

最後に、自由記述において、

- ・ペンタブレットを使っている方が物理的に見やすいと感じた
- ・ペンタブレットの方が、書かれたことを見ながら解説を聞けるので、僕でも分かりやすかった

との意見が寄せられ、アンケート結果の、図 1・図 2 と同様にペンタブレットを使用した方が好評価を得ていると考えられる。

また、

- ・ペンタブレットに式を、ホワイトボードで図を使い説明すればわかりやすいと思った
- ・どちらの動画もわかりやすかったです

といった意見もあり、受講する学生的にもペンタブレットやホワイトボードを使った授業は受け入れやすかったと考えられる。

他には、

- ・3 分しかないので(動画の時間が短く)、復習が手軽にできるのが良かったです
- ・(動画時間も)3 分ちょっとの長さで見やすい時間だなと思った

といった少し変わった意見も寄せられた。動画時間が短く、手軽に復習できることが好評価にも繋がっていると考えられる。

以上、これまでの考察をまとめると、

- I) ペンタブレットを使った方がわかりやすい
 - II) 資料を配布するのであれば、資料内容をしっかり検討する必要がある
- ということが考えられる。

7. おわりに

本研究では、(実物の)ホワイトボードを使った場合とペンタブレットを使った場合の授業動画について、比較・検討を行った。8 割以上の学生から“ペンタブレットを使った方がわかりやすい”とのアンケート結果を得た。また自由記述においても“ペンタブレットを使った方がわかりやすい”“ペンタブレットに式を、ホワイトボードで図を使い説明すればわかりやすい”との前向きな意見も得られた。そういった意味でも、ペンタブレットを導入するメリットは非常に大きいと考えられる。

今後、対面授業だけでなくオンライン授業(双方向授業や動画授業)の機会が増々増えていくと想定され

る。多くのオンライン授業においてペンタブレットが導入されることが切に望まれる。

参考文献

- (1) 赤本純基, 眞島良太, 中村純平, 井下裕喜, 広瀬卓也:「オンライン授業についての実践研究」, 北海道教育大学釧路校研究紀要, 第 52 号, pp. 43-51, 2020.12.
- (2) 上田哲史:「黒板に代わるICTツールの一考察」, 徳島大学大学教育研究ジャーナル, 第 14 号, pp. 62-68, 2017.
- (3)「遠隔授業の有効性と課題」に関する調査アンケート: 教員向け 集計結果(学外公開用)」, 神奈川大学 教育支援センター, 2020.9.4.
- (4) 藪 哲郎:「オンライン授業の方法について」, 奈良教育大学 学術リポジトリ 103-6 次世代教員養成センター研究紀要, 第 7 号, pp. 189-195, 2021.3.
- (5) 間淵泰尚, 中植正剛, 酒井 純:「新型コロナ禍で見直す大学の授業の在り方ーオンライン授業に関する教員アンケート結果からー」, 神戸親和女子大学国際教育センター研究紀要, 第 6 号, pp. 19-28, 2020.

公共交通機関車両基地の自然災害被災リスク評価と事業継続計画策定に向けた課題抽出

宇野宏司* 吉間颯大**

An Evaluation of Natural Disaster Damage Risk at Public Transportation Depots and Extraction of Issues for Business Continuity Planning

Kohji UNO* Sota YOSHIMA**

ABSTRACT

In this study, we conducted spatial information analysis and questionnaire surveys of major railway operators all over the country, and conducted examples of efforts by each institution, issues and bottle-necks in formulating disaster prevention and mitigation plans, and past disasters. We grasped the failure and success cases of time. It was clarified that the main bottleneck for promoting disaster countermeasures is securing personnel and countermeasure costs.

Keywords : railroad operator, public transport, depot, business continuity plan, questionnaire survey

1. はじめに

2019年10月の台風19号は、東日本一帯に大規模な浸水被害をもたらした。長野市にある北陸新幹線の車両センターでは、停車していた新幹線の120両が水没する事態となった(写真1)。これにより、同線の一部区間が1週間程度不通となったほか、運転再開後も車両の浸水被害によって、通常の運行ダイヤが確保できず、間引き運転を余儀なくされる事態が長期にわたり続くこととなった。また、福島県郡山市では福島交通のバス操車場に停車していたおよそ90台のバスが水没し、廃車となった⁽²⁾。所有するバスの約6割が被災したため、市内のほぼ全てにあたるおよそ70の路線が運休することとなり、長期にわたり市民生活への影響が広がった。このように公共交通ネットワークの担い手となる車両が同時かつ大量に被災した場合、当該企業の事業継続のみならず、地域の暮らしや経済に与える被害は計り知れないものがある。今後、超高齢社会を迎えるわが国の公共交通の果たす役割はますます大きくなる中、激甚化する自然災害の規模や頻度に応じて公共交通インフラの防災・減災対策のあり方を見直

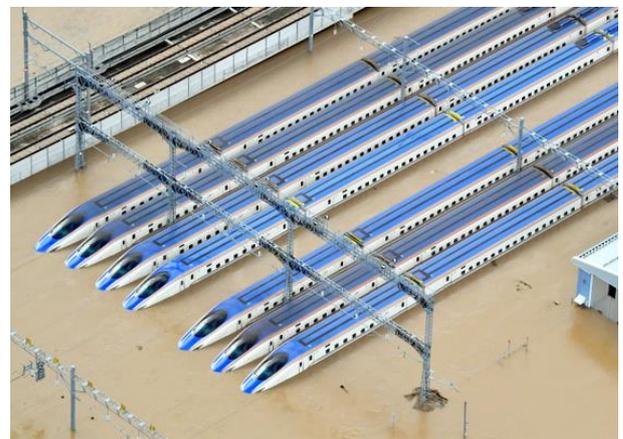


写真1 北陸新幹線の水没現場⁽¹⁾

すことが急務であり、災害に対する脆弱性を克服し持続可能な交通ネットワークの形成を目指す必要がある。

車両基地の自然災害に対する既往対策として、東日本旅客鉄道株式会社では、2019年10月の台風19号による浸水被害を受け、主に同社が保有している新幹線の車両基地を中心に、設備のかさ上げや止水板の設置等のハード対策と予備品の確保や代替設備の活用ソフト対策を行うとしている⁽³⁾。また、西日本旅客鉄道株式会社では、上記のハード対策とソフト対策に加

* 都市工学科 教授

** 都市工学科 令和2年度卒業生

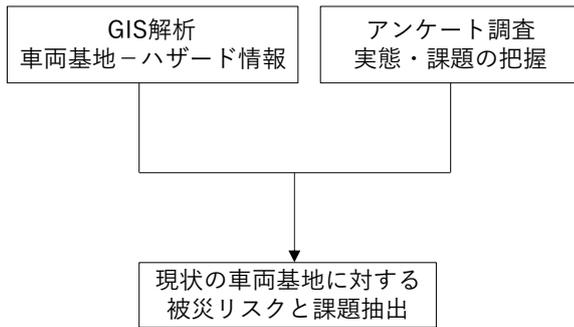


図1 研究フロー

え、車両を浸水しない他の車両留置施設や駅に避難させる車両避難対策等についても具体的に計画するとしている⁽⁴⁾。一方、鉄道の災害リスク評価の研究としては、降水により発生する土砂災害のリスク評価を利用した防災対策の意思決定⁽⁵⁾や自然災害への対策技術⁽⁶⁾に関するものなどが挙げられる。

これまでの自然災害リスク評価の研究は、鉄道沿線斜面や保線に対するものが多く、車両基地に対する自然災害リスク評価や対策について調べた事例は少ない。このことから本研究では、全国各地の主要な公共交通機関（鉄道）の車両基地を対象に、空間情報解析、アンケート調査を実施し、各機関での取組事例、防災・減災計画の策定上の課題等を把握することとした。

2. 研究方法

研究フローを図1に示す。本研究では、全国各地の主要な鉄道事業者が所有する車両基地を対象に、空間情報解析とアンケート調査によって、車両基地の各種自然災害被災リスクや、防災・減災に関する取組事例や課題、関係機関との連携状況等を把握した。以下に空間情報解析とアンケート調査の方法について説明する。

2.1 GISによる鉄道車両基地の被災リスク評価 節 全国の主要な鉄道事業者（140社 422車両基地）を対象に、各社のホームページ等から車両基地の所在地をリスト化した。ジオコーディング⁽⁷⁾により、住所から位置情報（緯度・経度・標高）を取得し、その空間分布特性を把握した（図2）。一方、各種自然災害（洪水浸水・津波浸水・土砂災害）のハザード情報については、国土交通省国土政策局国土情報課が管理している「国土数値情報」で公開されているオープンデータ⁽⁸⁾を用い、これらをGISに表示した。これに上記の車両基地を重ね、各種ハザードマップと重複する車両基地を抽出した。なお、公開中の国土数値情報「津波浸水想定」図は、現在のところ25道府県に限られているため、津波浸水リスクについては、これらの道府県に立地する車両基地のみを対象とした。

2.2 アンケート調査による車両基地の防災減災に対する

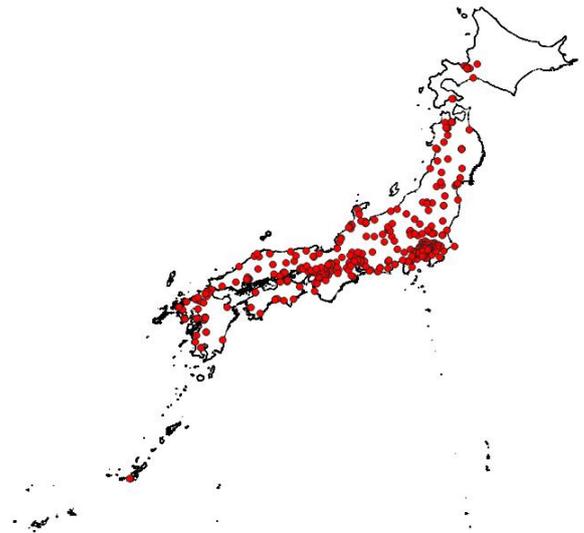


図2 車両基地の空間分布

表1 アンケートの質問項目

分類	質問項目
1.車両基地に関する基本情報	(a) 車両基地の保有数
	(b) 車両の保有台数
	(c) 災害対策に関わる従業員の数
	(d) 車両基地の設備や機能
2.車両基地の被災リスク	(a) 懸念している災害
	(b) 被災履歴
	(c) 災害想定
3.浸水害	(a) 浸水対策の必要性
	(b) 浸水に対する対策や対応
	(c) 浸水対策の基準
	(d) 浸水対策の問題点
4.地震・土砂災害・その他	(a) 災害に対する対策や対応
	(b) 過去の対策や対応
	(c) 災害対策の基準
	(d) 災害対策の問題点
5.災害に対する協力関係	(a) 社内連絡や対応のマニュアル化
	(b) 同業他社との連携
	(c) 行政との連携

取り組み状況の把握 上記の鉄道事業者にアンケート用紙を郵送配付し、各種自然災害に関する鉄道事業者の取り組み状況を明らかにした。アンケートの質問項目は、表1に示すとおり、車両基地に関する基本情報、被災リスク、各種自然災害に対する取り組み状況、関係機関との連携状況について回答を得た。なお、各質問項目では、あらかじめ設定した選択肢のほかに、自由記述欄を設けた。本アンケート調査の有効回答率は約48%（67社/140社）であった。

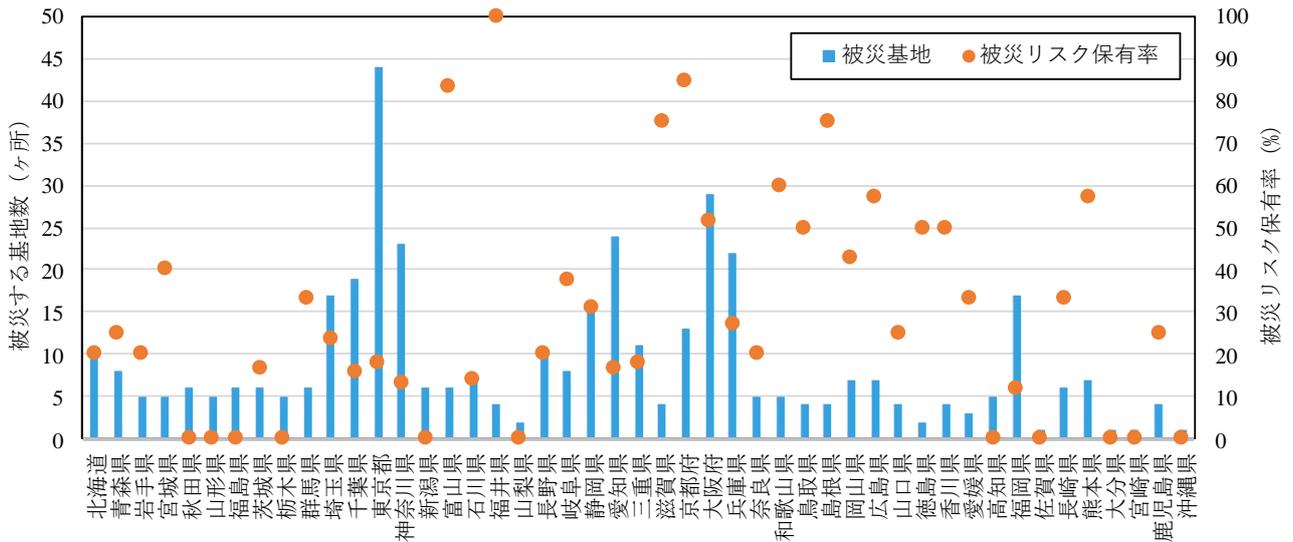


図3 都道府県別の洪水浸水リスク

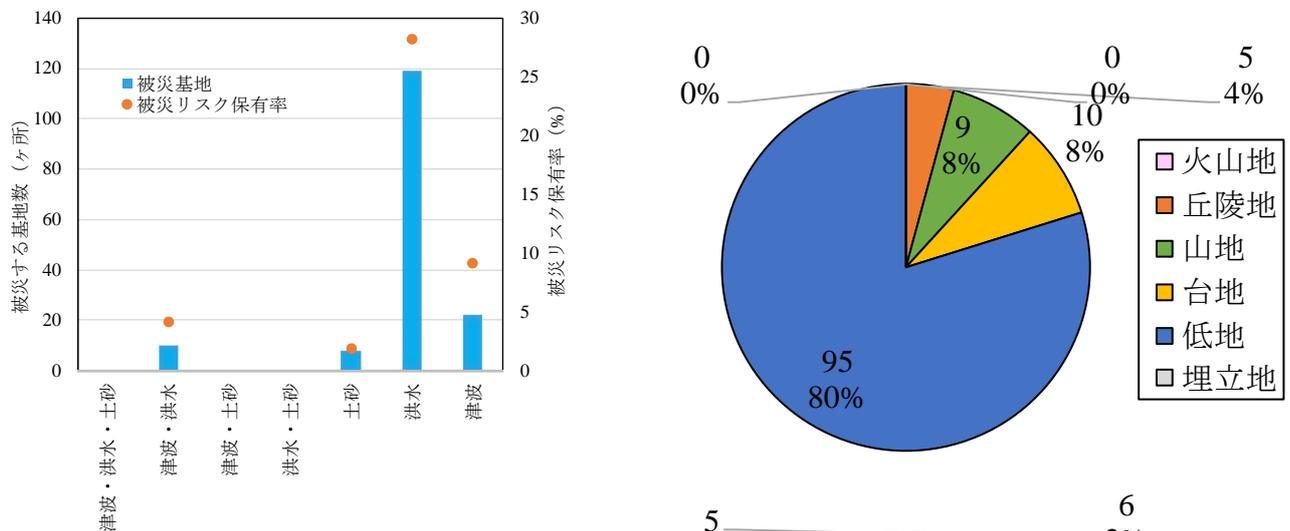


図4 各種自然災害の被災リスク保有率

3. 結果と考察

3.1 GISによる鉄道車両基地の被災リスク評価 図3に都道府県別の洪水浸水に対する被災リスクの保有率を示す。都道府県あたりの平均被災リスク保有率は29.2%であった。福井県では、全ての車両基地が洪水浸水想定区域内に存在していた。なお、一つの鉄道事業者で複数の車両基地が被災リスクを有するのは全国で10社あった。

図4に各種自然災害の被災リスク保有率を示す。本図より、洪水浸水は、津波や土砂災害よりも高い被災リスク保有率となっており、解析対象全体の1/4の車両基地が洪水浸水のリスクを抱えていることがわかった。複合災害のリスクがあるのは「洪水」と「津波」の組み合わせで、全体の3%の基地にその可能性があることがわかった。ハザードマップ上では、土砂災害と浸水害（津波・洪水）の複合災害の可能性は見られ

図5 地形大区分の内訳
(上段：浸水域，下段：非浸水域)

なかった。このような傾向は、広大な敷地を要する車両基地の立地特性と深く関係しているものと考えられる。

図5に地形区分の内訳比較を示す。各セグメント上の数

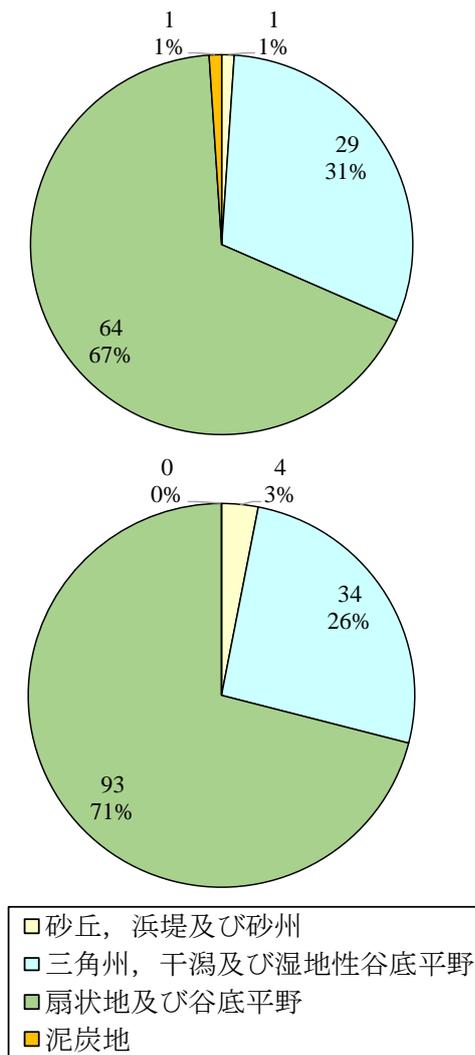


図6 地形大区分（低地）の内訳
（上段：浸水域，下段：非浸水域）

値は上段が回答数，下段が全体に対するパーセンテージを示している（以下の円グラフにおいても同様とする）。浸水域・非浸水域ともに「低地」が占める割合が最も多く，広大な敷地の確保が必要なゆえに平地を中心に展開されてきた鉄道事業の特性が示唆される結果となった。特に浸水域では，「低地」が8割を超える結果となっていた。一方，非浸水域の方は，「台地」や「丘陵地」にある車両基地の割合が浸水域に比べて高くなっていた。

図6に地形大区分（低地）の内訳を示す。浸水域と非浸水域での差はほとんど見られなかった。いずれも多くの車両基地が「扇状地及び谷底平野」に立地している。このような立地条件での浸水対策としては，基地の移転，周辺の浸水対策事業（行政の協力が必要），車両避難計画の策定等が有効である。

3.2 アンケート調査による車両基地の防災減災に対する取り組み状況の把握

図7に車両基地の既往の被災履

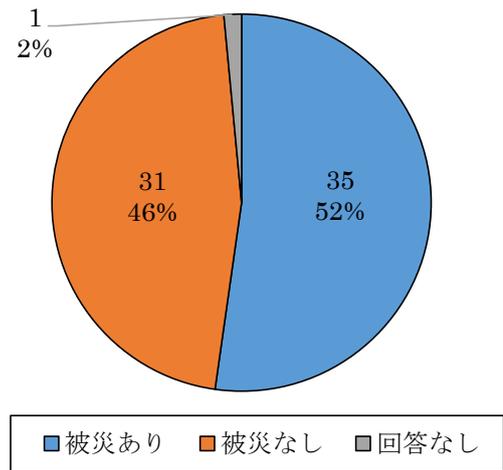


図7 車両基地の被災履歴

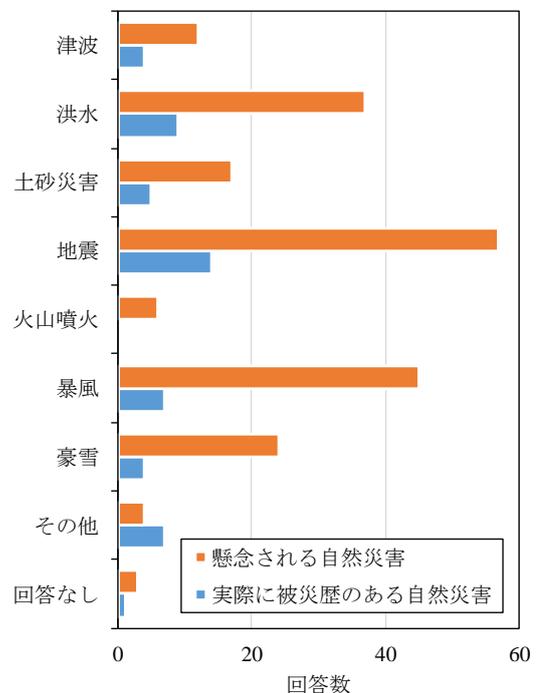


図8 懸念される自然災害と実際に被災歴のある

歴の有無を示す。約半数の車両基地が過去に何らかの自然災害に見舞われていたことがわかる。

図8は各車両基地が懸念する自然災害と実際に被災したことがある自然災害の集計結果を示したものである。いずれも複数回答の集計結果となっている。本図から，懸念される自然災害，実際に被災歴のある自然災害とも，最も多いのは「地震」であった。それに次ぐのは，懸念される自然災害で「暴風」，実際に被災歴のある自然災害で「洪水」となっていた。「暴風」や「洪水」を「風水害」として一括りに捉えれば，車両基地の防災・減災を考える上で優先的に対象とすべき代表的な自然災害は，地震と風水害の二つといえる。今回のアンケート調査では，一般的に自然災害の中で一番発生頻度の高いとされる土砂災害については，地震や

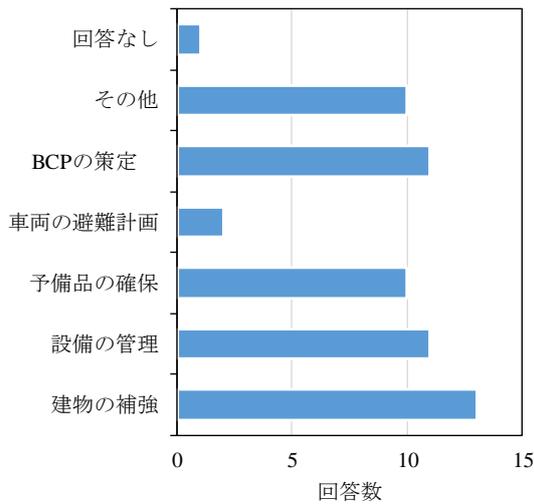


図9 浸水害対策 (複数回答)

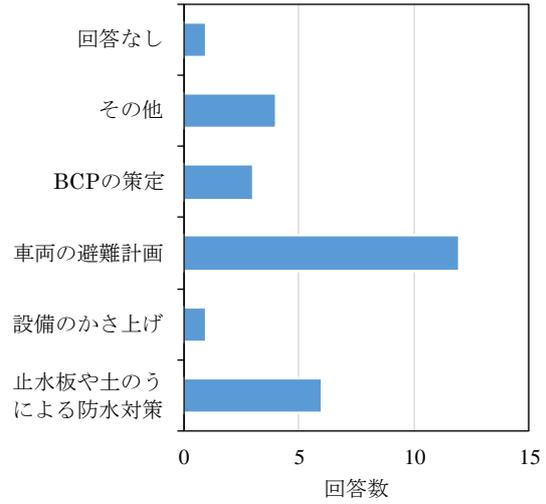


図10 地震・土砂災害・その他の自然災害対策 (複数回答)

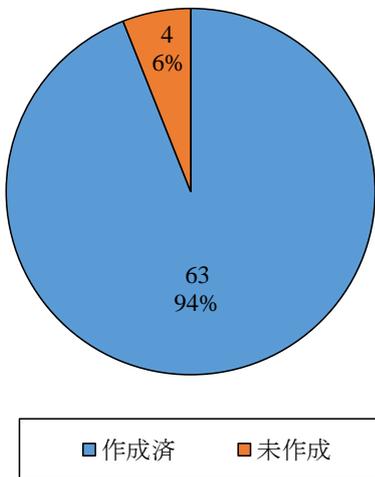


図11 社内災害対応マニュアルの作成状況

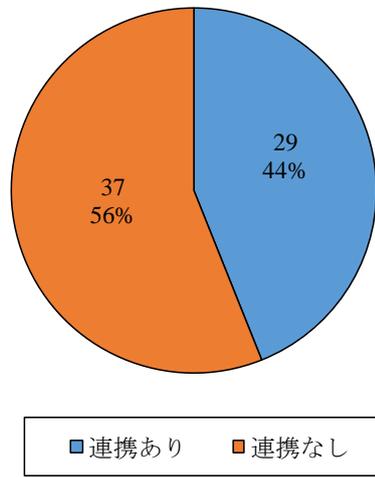


図12 同業他社との連携状況

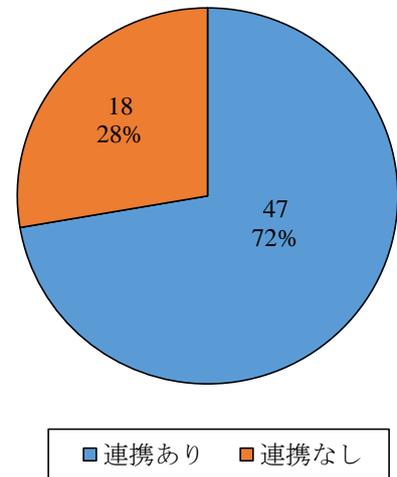


図13 行政との連携状況

風水害に比べて回答数が少なかった。その理由としては、前節の空間情報解析の結果からも明らかなように、鉄道車両基地の多くが広大な低地に立地している場合が多いためであると考えられる。なお、火山災害については、懸念される場所については数か所あるが、これによって実際に被災した車両基地は、今回のアンケート調査の回答では皆無であった。

図9に浸水害対策の具体的事例を示す。最も多いのは「車両の避難計画」であった。一方、地震や土砂災害、風害の対策については、図10に示すとおり「建物の補強」「BCPの策定」「設備の管理」「予備品の確保」などに注力がなされている。浸水害に対するBCP策定は、地震や土砂災害、その他の自然災害のそれに対して、あまり進んでいない。

図11に社内災害対策マニュアルの作成状況を示す。9割を超える鉄道事業者が災害対応マニュアルを作成

し、自社で運用していることがわかった。マニュアルの内容としては、BCP、タイムライン、連絡・通報体制のほか、人命救助や乗客の避難誘導などが挙げられた。

図12に同業他社との連携状況を示す。これが出来ているところは、全体の4割程度にとどまった。連携がなされているところは、相互乗り入れ等を実施している場合が多い傾向が見られた。

図13に行政との連携状況を示す。一方、行政との連携は、7割程度にものぼった。その内容としては、連絡体制の構築、情報提供を掲げるところが多いが、災害時の避難所に関する協定を結んでいるところもあった。

図14に災害対策の問題点に関する内訳を示す。本図は、防災対策上のボトルネックとなる事項に関する自由記述を取りまとめたもので、「人材確保」「予算確保」

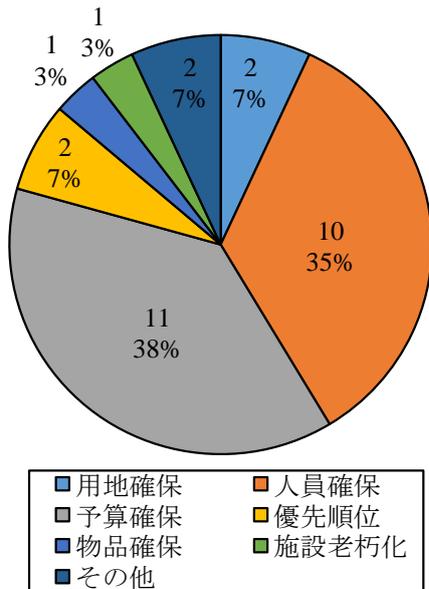


図 14 災害対策の問題点

などの声(自由記述)が多く寄せられる結果となった。これらを確保するためには、各種自然災害の発生予測精度の向上が不可欠である。

4. まとめ

本研究では、全国各地の主要な鉄道事業者を対象に、空間情報解析とアンケート調査によって、各機関での取組事例、防災・減災計画の策定上の課題やボトルネックとなる事項、過去の災害時の失敗・成功事例等を把握した。主要な結論を以下に示す。

空間情報解析の結果、全国 140 社 422 車両基地のうち、約 4 分の 1 が浸水想定区域内に位置していることがわかった。また、アンケート調査の結果からは、約半数の車両基地が過去に何らかの自然災害に見舞われていたことがわかった。多いのは地震で、次いで浸水害であった。さらに、約 6 割の車両基地で浸水対策がとれていないことが明らかにされた。そのボトルネックとなる主な事項は人員と対策費用の確保の 2 点であった。多くの車両基地で独自の対応マニュアルを策定しているが、同業他社や行政との連携はまだ途上の段階にある。

車両基地の防災・減災対策は、各鉄道事業者の資産を守る上で必要不可欠なものであるが、予算的な制約もあり、本線や保線での取り組みに比べて遅れている。また、予見しづらいものへの先行投資は思うように進んでいないのが現状である。投資効果を高めるためには、ハザード情報の予測精度の向上も不可欠である。

謝辞

本研究の一部は 2020 年度大林財団研究助成の支援を

受けて進められました。ここに謝意を表します。また、アンケート調査にご協力いただきました鉄道事業者の皆様にご感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 朝日新聞社：北陸新幹線が 25 日に全線再開 10 編成シートまで浸水,
<https://www.asahi.com/articles/photo/AS20191013001654.html> (最終閲覧日：2021 年 12 月 1 日)
- (2) 日本経済新聞社：福島交通のバス操車場、すり鉢地形で急に浸水 台風 19 号,
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO51390710V21C19A0L01000/> (最終閲覧日：2021 年 12 月 1 日)
- (3) 東日本旅客鉄道株式会社：鉄道施設等の浸水対策について (記者発表資料)
https://www.jreast.co.jp/press/2020/20200527_ho01.pdf (最終閲覧日：2021 年 12 月 1 日)
- (4) 西日本旅客鉄道株式会社：鉄道施設の浸水対策 (記者発表資料)
https://www.westjr.co.jp/press/article/items/200826_00_taisaku.pdf (最終閲覧日：2021 年 12 月 1 日)
- (5) 布川修, 杉山友康, 森泰樹, 畑明仁：鉄道沿線斜面の降水時リスク評価に基づく防災対策の意思決定方法, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol.67, No. 1, pp.160-173, 2011.
- (6) 太田岳洋：鉄道の減災への計測技術の活用, 精密工学会誌, Vol. 80, No.11, pp.990-994, 2011.
- (7) 埼玉大学教育学部人文地理学谷健二研究室：地名・施設名からジオコーディング・地図化,
<https://ktgis.net/gcode/geocoding.html> (最終閲覧日：2021 年 12 月 1 日)
- (8) 国土交通省：国土数値情報ダウンロードサービス,
<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (最終閲覧日：2021 年 12 月 1 日)

高専教養化学における実験単元での ICT 機器利用の実践と効果

佐藤洋俊* 福本晃造** 大塩愛子***

Application of Experiments with ICT Devices in General Chemistry at College of Technology

Hirotoishi SATO* Kozo FUKUMOTO** Aiko OSHIO***

ABSTRACT

ICT devices were utilized for cooperative education in the second-year class of chemistry at college of technology. Students investigated and conducted given two different experiments including organic compounds applying tablet devices. After running experiments, students made slides including videos and photos of experiments. Groups of students made presentation and evaluated mutually. Results of questionnaire indicated that combination of ICT devices and experiments stimulated students' interest in learning chemistry and improved presentation skills effectively.

Keywords : chemical education, tablet device, chemical experiment, active learning

1. はじめに

タブレット端末の教育分野での活用は徐々に広がってきたものの、高校程度の化学での活用報告は少ない。神戸市立高専では、情報端末としてタブレット端末を導入し、用途の一つとして1,2年の化学教育での活用方法を研究し実践してきた。学生による調査と発表を行う授業形式を試み、その学習効果について研究を行ってきた。先の研究では紹介動画を撮影する方法を検討したり⁽¹⁾、異なる内容で口頭発表とビデオ発表を学生に課し、発表方法の違いによる影響を調査したりした⁽²⁾。

本研究では課題実験の遂行とタブレット端末の活用を組み合わせるアクティブラーニングの形式を採った。実験後に動画や写真を含むスライド作成を行った後、相互に発表し評価した。授業後に行ったアンケートでは、化学実験とタブレット端末の活用を組み合わせることにより、興味関心の向上や発表能力の育成などい

くつかの可能性が見出されたので、詳細を報告する。

2. 装置と環境

2.1 タブレット端末 第5世代iPad Wi-Fiモデル20台を準備した。それぞれのタブレット端末に、元素の情報を得るためのアプリ「元素図鑑」、動画編集アプリ「iMovie」、プレゼンテーションアプリ「Keynote」「ロイロノートスクール⁽³⁾」「PowerPoint」「Google Slides」を追加した。ロイロノートスクールはスライド作成や課題提出を行える授業支援クラウドシステムである。アプリの追加・削除を不許可とするなど、iPadに必要な機能制限を設定した。

2.2 実施環境 化学実験室の実験台1つに4名の学生が着席し、1つの班を構成した。10班にそれぞれ2台のタブレット端末を授業時間中に限り貸し出した。

無線アクセスポイントは、フルノシステムズ製ACERA1110を1台設置し、タブレット端末20台が同時接続できるよう管理システムを含めた無線ネットワークを準備した。調査のため学生のスマートフォンを接続することも授業時間中に限って認めた。

参考図書として学生が所有する『フォトサイエンス

* 一般科 教授

** 琉球大学教育学部 准教授

***一般科 准教授

化学図録⁽⁴⁾』, 各班に1冊貸し出した『元素111の新知識⁽⁵⁾』を利用することとした。

3. 方法

2年生3クラス(機械工学科A組およびB組, 電気工学科. 各クラス約40名)を対象とし, 後期の1月中旬に実施した. 90分授業2回で調査と実験とまとめを行い, 次の1回で相互発表を行った。

3.1 実験の実施 有機化合物の終盤の単元であったため「ヨウ素デンプン時計反応」, 「マロウブルーの色の变化」の2テーマを選んだ。

一般的なヨウ素デンプン反応は速やかに呈色するものであるが, その時計反応では酸化還元反応によって呈色に時間差が生じる. 5つの時間差を生み出すことを目標とした。

ハーブティーの一種であるマロウブルーは溶液中での分子構造の変化により様々に色を変える. 液性など諸条件を変化させることにより10色を生み出すことを目標とした。

これらの2テーマの実験を10班に対し5班ずつ割り当て, 異なるテーマ同士の班を相互発表のペアとした. タブレット端末でのインターネット利用や参考図書による調査を行い, それを参考にして各テーマの実験に取り組んだ。

試薬や実験器具はまとめて実験室前方の教卓に準備しておき, 学生が必要なものを適宜持って行く形式とした. 実験中はタブレット端末のカメラで実験写真や動画を撮影した。

3.2 相互発表 実験終了後タブレット端末で写真や動画を含むスライドを作成し, ペアの班に対し約5分の口頭発表を相互に行った. 班員全てが交代で発表を行うこととし, 発表後2分程度の質疑応答の時間を設けた。

発表やスライドのわかりやすさなどを, 班相互と担当教員1名で評価した. 各班A4用紙1枚のまとめを提出させ, 印刷・配付し理解の助けとした。

4. 結果と考察

4.1 授業の様子 学生らは前年度にタブレット端末で元素図鑑のアプリを利用している. また, 多くの学生がスマートフォンを所有しており, 操作性が類似しているためスライド作成など問題なくタブレット端末を操作していた. 写真1,2のように多くの学生は興味を持って積極的に活動していた。

学生は調査活動においてタブレット端末を活用していたが, インターネットの情報通りにすれば良好な実験結果を得られるとは限らないため, 班ごとに試行錯誤しながら, 少しずつ結果を出していった。

写真3に示すように, スライド作成ではプレゼンテーションアプリを活用し, 動画や写真を含めて作成して

いた. タブレット端末のカメラ機能で遊ぶ学生も希に見られたものの, 多くの学生は真剣に取り組んでいた。



写真1 実験と撮影の様子

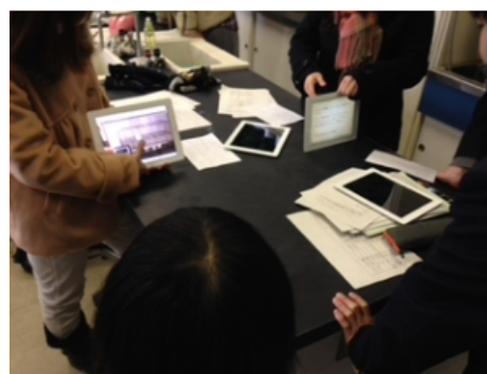


写真2 相互発表の様子



写真3 スライドの例

4.2 アンケートの結果 授業終了後, 学生に対してアンケートを実施した. 表1に結果を示す. 回答数は120であった。

スマートフォンの所有率が高く, 授業で何度かタブレット端末を利用したことがあったため, スムーズに操作できたと回答した学生は68%と高かった. スムーズに操作できなかった学生は前回の2014年(実験を伴わない実践)⁽²⁾における15%から1%以下へと大きく減少した。

「タブレット端末やスマートフォンの所有状況」, 「タブレット端末とPCのどちらが便利か」, 「時間数は十分だったか」などの質問も行っているが, 主な結果を以下にまとめる。

(a)プレゼンテーション能力の育成について
プレゼンテーション能力の育成に役立ったという回答は70%に上り良好なものであった。調査・実験・発表において、同じ班内やペア班とのコミュニケーションが非常に活発であった。2台のタブレット端末を活用し、発表を録画し確認しながらリハーサルを行ったり、発表において実験とスライドを別々に見せたりするなど工夫した班があった。

(b)タブレット端末と実験を併用した授業について
84%の学生が非常に良いと回答し、実験のみの授業で良い、タブレット端末のみの授業で良いと回答した学生はそれぞれ11%、5%と少なかった。実験とタブレット端末利用によって実験台上は雑然となったが、学生はうまく併用し、非常に良好な評価であった。

(c)取り組む姿勢について
87%の学生がしっかり取り組むことができたという回答し高い割合となった。自由度の高い単元ではあったが、班ごとに設定された目標を達成するため、ふざけたり遊んだりする学生はわずかであった。

(d)理解度について
75%の学生が理解できたと回答しているが、相互発表と言う形式のため学習定着の限界が生じている。オンラインでの自主学習や課題提供などのさらなるサポートが必要と考える。

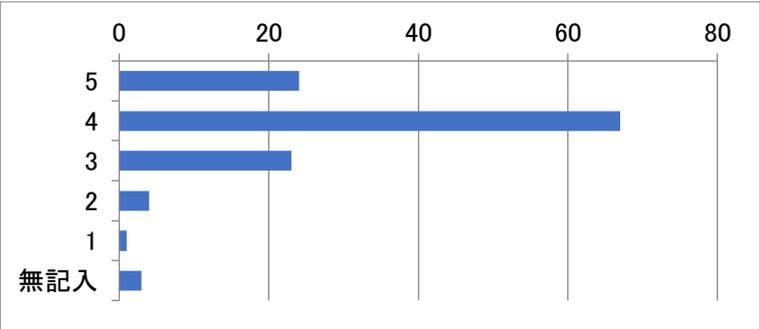
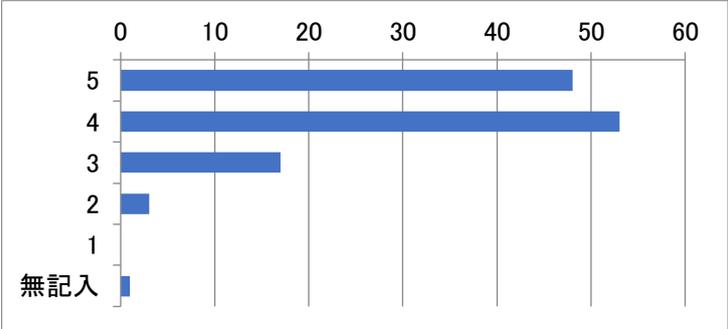
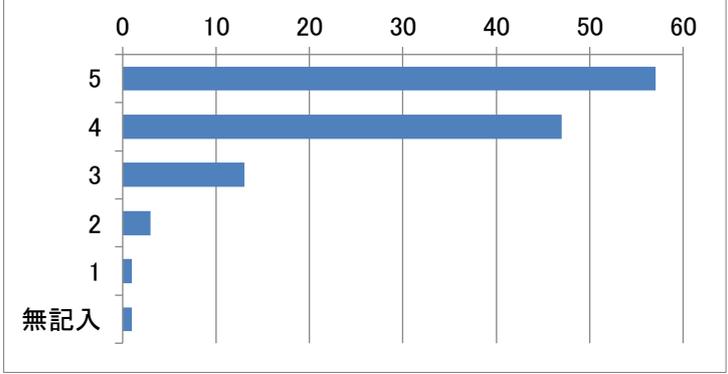
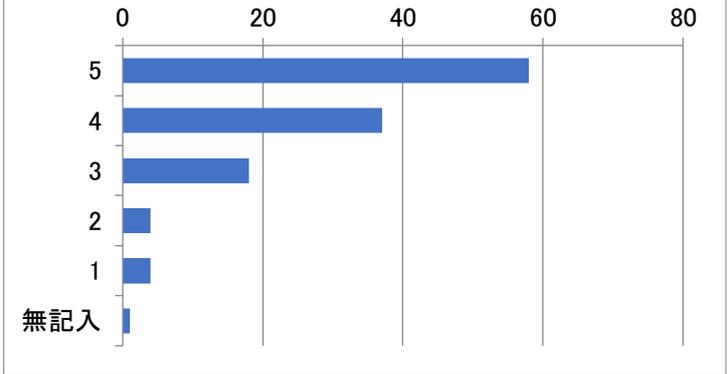
(e)試みへの評価とタブレット端末の活用について
化学の授業へタブレット端末を導入した試みについては80%を超える学生が良いと回答した。他教科での活用も66%の学生が希望していることがわかった。

表1 アンケート結果

(回答番号5:非常にそう思う, 4:そう思う, 3:どちらでもない, 2:そう思わない, 1:全くそう思わない)

質問	回答数 (総回答数 120)														
タブレット端末をスムーズに操作できましたか	<table border="1"> <caption>タブレット端末をスムーズに操作できましたか</caption> <thead> <tr> <th>回答番号</th> <th>回答数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>55</td></tr> <tr><td>4</td><td>38</td></tr> <tr><td>3</td><td>35</td></tr> <tr><td>2</td><td>8</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>無記入</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	回答番号	回答数	5	55	4	38	3	35	2	8	1	2	無記入	2
回答番号	回答数														
5	55														
4	38														
3	35														
2	8														
1	2														
無記入	2														
化学の授業にタブレット端末を導入した試みを良いと思いましたか	<table border="1"> <caption>化学の授業にタブレット端末を導入した試みを良いと思いましたか</caption> <thead> <tr> <th>回答番号</th> <th>回答数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>60</td></tr> <tr><td>4</td><td>40</td></tr> <tr><td>3</td><td>18</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>5</td></tr> <tr><td>無記入</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	回答番号	回答数	5	60	4	40	3	18	2	2	1	5	無記入	2
回答番号	回答数														
5	60														
4	40														
3	18														
2	2														
1	5														
無記入	2														
本授業がプレゼンテーション能力の育成に役立ちましたか	<table border="1"> <caption>本授業がプレゼンテーション能力の育成に役立ちましたか</caption> <thead> <tr> <th>回答番号</th> <th>回答数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>25</td></tr> <tr><td>4</td><td>62</td></tr> <tr><td>3</td><td>32</td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td></tr> <tr><td>1</td><td>5</td></tr> <tr><td>無記入</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>	回答番号	回答数	5	25	4	62	3	32	2	5	1	5	無記入	2
回答番号	回答数														
5	25														
4	62														
3	32														
2	5														
1	5														
無記入	2														

(回答番号 5:非常にそう思う, 4:そう思う, 3:どちらでもない, 2:そう思わない, 1:全くそう思わない)

質問	回答数 (総回答数 120)														
発表内容を理解できましたか	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>回答番号</th> <th>回答数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>無記入</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	回答番号	回答数	5	25	4	55	3	20	2	5	1	2	無記入	3
回答番号	回答数														
5	25														
4	55														
3	20														
2	5														
1	2														
無記入	3														
本授業は楽しめましたか	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>回答番号</th> <th>回答数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>無記入</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	回答番号	回答数	5	50	4	55	3	18	2	5	1	2	無記入	2
回答番号	回答数														
5	50														
4	55														
3	18														
2	5														
1	2														
無記入	2														
タブレット端末活用と実験の両方を行ったことは良かったと思いますか	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>回答番号</th> <th>回答数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>無記入</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	回答番号	回答数	5	58	4	45	3	15	2	5	1	2	無記入	2
回答番号	回答数														
5	58														
4	45														
3	15														
2	5														
1	2														
無記入	2														
これからも機会があれば、タブレット端末を用いた授業を受けたいと思いますか	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>回答番号</th> <th>回答数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>無記入</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	回答番号	回答数	5	60	4	35	3	18	2	5	1	5	無記入	2
回答番号	回答数														
5	60														
4	35														
3	18														
2	5														
1	5														
無記入	2														

5. まとめ

本研究では、タブレット端末の利用に実験を加え、アクティブラーニング形式を取ることによって、学生の興味・関心の喚起とプレゼンテーション能力の育成に大きく寄与することができたとの結果を得た。課題実験を加えることにより、インターネットの情報そのままではうまくいかなかったり、同じ結果が得られなかったり、試行錯誤する場面がいくつも見られ、学生の創意工夫を引き出すことができた。日頃インターネットの情報を鵜呑みにする学生が多く見られるが、それらの情報が正しいとは限らないと言うことを今回の実験により強く印象に残すことができたと考えている。調査とまとめだけの時⁽²⁾よりも、自主学習・アクティブラーニングに応用できる可能性を見出すことができた。

この授業形式を実現するにはどうしてもある程度の時間を要する。必要な授業時間をいかに確保するかは継続的な課題であり、時間を短縮しながら高い効果を得られる内容や実験課題への見直しが今後にも必要になると考えている。

また、成績に加える評価については、相互に行っていることもあり非常に部分的なものとなっている。今後はより詳細に客観的に評価できる仕組みを検討する必要がある。

参考文献

- (1)福本晃造・佐藤洋俊,「化学実験室におけるタブレット端末の導入と無機化学分野での教育活用」,日本高専学会誌,第18巻第3号,pp.25-28,2013
- (2)佐藤洋俊・福本晃造,「タブレット端末による調査・発表の化学教育への活用」,神戸高専研究紀要, No. 52, pp.87-90, 2014
- (3)ロイロノートスクール <https://n.loilo.tv/ja/>
- (4)増田達男編,「フォトサイエンス化学図録」,数研出版
- (5)桜井弘編,「元素 111 の新知識(第2版)」,講談社ブルーバックス, 2010

高専教育における対話型授業の試み

— 技術者に求められる多角的視点をめぐって —

松島恒熙* 高田峻介** 鯉江秀行*** 今井洋太****

Attempt of the Dialogical Class in the Technical College Education

— Inquiring the Multidirectional Perspective for Engineers —

Koki MATSUSHIMA * Ryosuke TAKADA ** Hideyuki KOIE *** Yota IMAI ****

ABSTRACT

The effectiveness of dialogical class in technical college education was examined through our trials at Kobe City College of Technology. First, the theory of philosophical dialogue, which has been attracting attention in recent years, was introduced. Next, the curriculum guidelines and model core curriculum were referred, and their affinity with philosophical dialogue was clarified. Based on these, dialogical classes (Team Teaching class) were held with co-authors. As a result, in all practices, multidirectional perspectives and positive class participation were emerged. Therefore, it is necessary for technical college education to introduce dialogical classes.

Keywords : Dialogical Class / Philosophical Dialogue / Engineering Ethics / Multidirectional Perspective

1. はじめに

技術者を養成する高専教育において、技術者倫理が必須であることは言うまでもない。そしてこの技術者倫理について哲学的に思考しながら多角的視点を養う機会を授業において確保することは、教員の役割の一つである。日本を代表する哲学者、和辻哲郎によれば、そもそも「倫理」とは「人間共同態の存在根柢たる道義を意味する」(p. 17)⁽¹⁾のであり、その人間は「間柄的な存在」(p. 190)である。したがって、「倫理」はすべての人間に関連する事柄であり、学生と教員の両方が当事者であると言える。

また、理系科目が圧倒的に多い高専において文系教員と理系教員が互いの専門を活かしながら連携することも重要な倫理的活動であると考えられる。

本稿では、専門分野の異なる教員同士が連携しながら「哲学対話」を取り入れた対話型授業の実践を報告し、その成果と今後の課題について検討する。

第2章では、神戸高専一般科で人文社会科の倫理を担当する松島が、対話の理論と高専教育の関係について考察・検討する。第3章では、神戸高専電子工学科で情報系の授業を担当する高田が、対話型授業の実践を報告し、その課題を提示する。第4章では、神戸高専一般科で数学科の授業を担当する鯉江が、対話型授業の実践を報告し、その課題を提示する。第5章では、神戸高専都市工学科で土木環境の授業を担当する今井が、対話型授業の実践を報告し、その課題を提示する。そして最後の第6章にて全体を総括し、今後の高専教育における対話型授業の展望を考察したい。

* 一般科(人文社会科) 助教

** 電子工学科 助教

*** 一般科(数学科) 講師

**** 都市工学科 助教

2. 対話と高専教育

技術者養成や「ものづくり」の学校であると言われる高専において、なぜ対話型授業なのだろうか?このような疑問が生じるかもしれない。というのも、「技術」を身につけ、「ものづくり」に特化する上で、他者との共同存在を意識する

機会は少ないように思われるからである。しかしながら、むしろ高専であるからこそ、他者との共同存在を意識した倫理的な対話型授業が必要であることを以下に示していく。

2.1 哲学における技術と人間の関係

ドイツの哲学者ハイデガーは、自身の存在論を、「現存在(Dasein)^(注1)」としての人間分析から出発したことで広く知られているが、現代における他者との共同存在や技術と人間の関係についても深く考察した哲学者である。ハイデガーによれば我々の世界は道具的存在者(Zuhandenes)の有意義な連関として現象しており(vgl. SZ 66-88)^(注2)⁽²⁾、その道具的存在者との交渉によって人間は存在している。そして実は、その道具的存在者を通して他の人間(他者)とも出会うとされるのである。

ハイデガーの例えによれば、職人の仕事において、使用中の道具は誰かによって作られたものであり、製作中の製品も誰かが使うためのものであるという意味で、そこでは他者たちも共に出会われている。また、岸につながれたボートは、向こう岸に渡ろうとする知人を指示し、見知らぬボートであっても、他者たちを指示している(vgl. SZ 117-118)のである。すなわち、我々人間は、根本的に共同存在であり、「ものづくり」の現場においてさえ、その「もの」を通して他者と繋がっているのである。

また、ハイデガーの後期思想では「技術論」が詳細に語られており、技術と人間の関係について深く考察されている。彼によれば、現代技術を支配しているのは「挑発すること(Herausfordern)」(GA7, 15)^(注3)⁽³⁾であり、それは「かり立てる性格」(GA7, 17)を持っており、人間は自然を含めた周りの事物を「開発する、変形する、貯蔵する、分配する、変換する」(GA7, 17)のである。しかし同時にそれは「人間自身が、自然エネルギーをむしり取るようにと、すでに挑発されている」(GA7, 18)ことを意味している、とハイデガーは主張する。つまり人間自身も「人材、人的資源(Menschenmaterial)」(GA7, 18)として技術に支配されているのである。ハイデガーはこの危機的状況を「総かり立て体制(Ge-stell)」(GA7, 20)と呼び、現代人に技術との関係性を問いかけたのである。

このようにハイデガーの思想は、我々人間存在と技術の関係について再度考察するきっかけを与えてくれる^(注4)⁽⁴⁾⁽⁵⁾のであり、技術者教育においても当該技術が人間にどのような影響を及ぼすのか、吟味しなければならないことを示している。

特に応用倫理学においては、技術の発展とともに従来の倫理学では扱いきれない問題を考察する分野が次々と生まれてきている。生命倫理や環境倫理、情報倫理や工学倫理などがそれである。これらはほとんどが、新たな科学技術と人間の関係を哲学的に思考する「技術者倫理」を伴う。

このことは、技術者を養成する「ものづくり」の学校である高専においても、技術と人間の関係を哲学的に思考する機会を提供する必要性を示していると言える。

2.2 哲学対話とは

上記のような倫理的事柄も含め、物事を他者と共に哲学的に思考していく手法として「哲学対話」が注目を集めている。この哲学対話は昨今の学校教育において重視されている「アクティブ・ラーニング」とも親和性が高く全国の学校で導入され始めている^(注5)⁽⁶⁾。

寺田(2021)^(注6)⁽⁷⁾によれば、哲学対話は「ソクラテック・ダイアログ(SD)^(注7)⁽⁸⁾」、「子どもの哲学 Philosophy for Children:P4C^(注8)⁽⁹⁾」、「哲学カフェ^(注9)⁽¹⁰⁾」など、ルーツの違うものが様々に参考・アレンジされながら広がりを見せてきた。それぞれ、発祥地やもとの目的は違うが、共通点は哲学思想などの権威的なものを鵜呑みにするのではなく、身の回りの問題について他者と共にじっくり対話しながら思考を深めていくことである。このような哲学対話を学校において実施する意義について寺田(2021)は「問いを問いあう文化、自分で考え、他の人々とともに考える文化を学校につくる」(p. 257)ことを挙げている。

神戸高専の授業において以上のような哲学対話を取り入れる上で、松島は3つの思考の枠組みを学生に提唱している。それは、問いの対象についてその根本を疑う①「存在論的」思考。問いの対象をどのように把握しているのか着目する②「認識論的」思考。問いの対象のどこに重きを置いているのか吟味する③「価値論的」思考である。「倫理」の授業においては、もちろん哲学者の思想を知識として学ぶのだが、その哲学者が直面した問題を、まさに自分事として身近な事柄と結びつけて思考する活動をしている。この活動の手法として哲学対話を取り入れているのである。

この哲学対話の効用については、もちろん哲学的知識の定着もあるが、それだけでなく対話の過程で互いの意見を交換することによる新たな問いの発見など、学びの深まりがある。この点については、後から述べる「主体的・対話的で深い学び」と強い関連がある。寺田(2021)は学校における哲学対話の効用について以下の3つを提示している。第一に「道徳性の基礎(自他に対する尊敬、他の人の立場に立つこと、非暴力的な問題解決や異質な人々の共存の技法と作法)」(p. 260)の養成、第二に「市民性の基礎(民主的・共同的意志決定や熟議の技法と作法)」(p. 260)の養成、第三に「学力の基礎(自分で考え、かつ他の人々とコミュニケーションをとりつつ共に考えること)」(p. 260)の養成である。

そして細川(2019)⁽¹¹⁾によれば対話とは「人間ならだれにでも日常の生活や仕事に必要な相互関係構築の

ための活動」(pp. 22-23)であり、それが「他者としての異なる価値観を受け止めることと同時に、コミュニティとしての社会の複数性、複雑さをともに引き受ける」(p. 23)ことに繋がるという。つまり哲学対話は、学校教育だけに留まらず、学生の卒業後の「生きる力」をも養成しうるのである。

2.3 高専教育と対話型授業の親和性

哲学対話に大きな教育効果が期待できることが示されたところで、次にそれがどのように高専教育に関連するのか考察していきたい。

周知の通り、高専は高等教育機関として位置づけられているため、中等教育期間である高等学校の学習指導要領に準ずる必要は無いとされるが、同年代の高校生がどのような教育を受けることになっているのか参照することは無意味ではない。ここでは特に高等学校公民科「倫理」の学習指導要領に焦点を当てたい。その『高等学校学習指導要領』^(注10)^(注12)では、「主体的・対話的で深い学びの実現」(p. 19)が目指されており、「創意工夫を生かした特色ある教育活動」(p. 19)のために、授業改善や教員研修が急務となっている。

そのような学びを実現するために公民科では共通の目標として、以下のような文言が明記されている。すなわち「現代の諸課題について、事実を基に概念などを活用して多面的・多角的に考察したり、解決に向けて公正に判断したりする力や、合意形成や社会参画を視野に入れながら構想したことを議論する力を養う」(p. 79)ことである。この目標を達成するために、「倫理」分野では「他者と共によりよく生きる自己の生き方についてより深く思索する力」(p. 84)や「倫理に関する概念や理論などを活用して、論理的に思考し、思索を深め、説明したり対話したりする力」(p. 84)を養う授業が求められている。また、具体的には「自然や科学技術との関わりにおいて、人間としての在り方生き方について見方・考え方を働かせ、他者と対話しながら、現代の諸課題を探究する活動」(p. 85)を実施することが掲げられているのである。

以上のような高等学校学習指導要領に加えて、国立高専機構が提示する『モデルコアカリキュラム』^(注11)⁽¹³⁾を参照し、比較検討したい。モデルコアカリキュラムにおいては、「技術者が分野共通で備えるべき基礎的能力」(p. 4)、「技術者が備えるべき分野別の専門的能力」(p. 4)、「技術者が備えるべき分野横断的能力」(p. 4)の3つが大別されている。哲学や倫理については「技術者が分野共通で備えるべき基礎的能力」の「人文・社会科学」(p. 4)や「技術者倫理」(p. 4)に分類されている。さらに対話については「技術者が備えるべき分野横断的能力」の「コミュニケーションスキル」(p. 4)、「合意形成」(p. 4)、「論理的思考力」(p. 4)に分類されていることが分かる。

また、モデルコアカリキュラムには高等学校学習指導要領との対比表も掲載されており、「これまでの哲学者や先人の考え方を手掛かりにして、自己の生き方および他者と共に生きていくことの重要性について考察できる」(p. 50)ことや「世界の人々が協調し共存できる持続可能な社会の実現について人文・社会科学の観点から展望できる」(p. 50)ことが到達目標として設定されているのは、明らかに高等学校学習指導要領の影響を受けた結果であろう。さらに、このモデルコアカリキュラムでは、「アクティブ・ラーニング」を「主体的・対話的で深い学びをもたらすための教育手法」^(注12)⁽¹⁴⁾として明確に定義しており、高専教育においても「主体的・対話的で深い学び」が求められているのは明らかである。

2.4 神戸高専における位置付け

以上のような教育内容を神戸高専において実現可能にするために、まずは、本校の教育方針およびディプロマ・ポリシーを見ておきたい。その教育方針は「人間性豊かな教育、基礎学力の充実と深い専門性を培う教育、国際性を育む教育」^(注13)⁽¹⁵⁾の3つであり、ここにも技術者は「人材、人的資源」などではなく、尊厳を伴う「人間」であるという強い意志が現れている。

さらにディプロマ・ポリシーでは「(A)工学に関する基礎知識」「(B)コミュニケーションの基礎知識」「(C)複合的な視点で問題を解決する基礎的能力や実践力」「(D)地球的視点と技術者倫理」^(注14)を身につけることが明確に掲げられており、特に「コミュニケーション」「複合的な視点」「地球的視点」「技術者倫理」などは哲学や倫理、対話に関連があるものばかりである。したがって、哲学対話を取り入れた対話型授業の実践は、神戸高専の教育方針やディプロマ・ポリシーと非常に親和性が高いのである。

さらに先ほどのモデルコアカリキュラムの分類を見ると、哲学的・倫理的に対話する能力は、「分野共通で備えるべき基礎的能力」(p. 4)であるとともに「分野横断的能力」(p. 4)として位置づけられていることが明白であり、このことは技術者倫理や地球的視点を養う学びが特定科目の授業だけでなく、様々な授業において意識されるべきことを示している。

そこで第3章以降では倫理や哲学の授業を担当する松島が、異分野の教員と哲学対話のティーム・ティーチング(T・T)を試みた授業実践を報告し、その課題を検討していきたい。

3. 情報教育における多角的視点教育の実践(高田)

現在、高田が担当する電子工学科3年対象の講義「プログラミングII」においてプログラミング言語の書き方や知識以外に、各学生が主体的にアプリケーションやゲーム、Webページの開発に取り組むような応用的かつ実践的な授業を実施している。しかし、時代背景を考えれば「さらに一步踏み込んだ」教育の実践が必要と考えた。そこで本授業にて、教育哲学を専門とする松島と協働し、令和時代のIT系技術者が問われるであろう「情報倫理」について対話形式の教育を実践した。

3.1 背景

昨今、AIやIoTなどの隆盛により、あらゆる分野においてIT系技術者不足が深刻化している。この時代の変化に対応するため、文科省が定める学習指導要領にプログラミング教育が盛り込まれ、小中学校ではすでに授業が始まっており、高校においても来年度より始まろうとしている。その中で高度な専門教育を実践する高専は、これまでよりさらに踏み込んだ教育が求められることは想像に容易い。

電子工学科は本校の中でも特に情報教育に力を入れており、カリキュラム数も最多である。電子工学科では都度、その時代に対応するため座学・実習共に柔軟に変えてきており、2013年に電子工学科を、2015年に電気電子工学専攻を修了したOBの著者(高田)としては、特に実習においてその変化に驚いた。しかし、最新の現場のトレンドへの対応にはまだ不十分な点も多く、これからもさらに、AIやデータサイエンス分野等のカリキュラムの拡充が必要と考えられる。すでに電子工学科では藤本健司氏が、放課後に自主的な勉強会としてAI技術について講義しているなど柔軟かつ意欲的に対応を始めている。

しかし、こういった新しい技術の実装手法や実践例の教育は他の高等学校でも導入されつつあり、手法を学ぶだけでは、今後高専に求められるであろう「さらに一步踏み込んだ」教育には片手落ちに感じられる。そこで本授業にて、新しい技術に必ず伴うであろうリスクや倫理的問題まで踏み込んだ議論を行うことで、目まぐるしく変化する社会情勢に柔軟に対応できる技術者教育を実践した。

3.2 IT系技術者に問われる倫理の事例

これまでにIT系技術者の発明が社会的な問題に発展した事例を紹介する。2002年に金子勇氏によって開発されたP2P型のファイル共有ソフト「Winny」は中央集権的なサーバを必要とせず、利用者間で直接データの共有を行うことができ、匿名性が高いことから広く利用されるようになった。一方、違法なデータのやり取りに利用されることが問題となり、2003年には利用者が逮捕される事例も発生した。本ソフトの問題はメディアにも取り上げられ、開発者である金子勇氏は違法行為を助長する技術者として追及を受け、2004年に

逮捕され、当初は有罪判決が言い渡されたものの、2011年に無罪が確定している。他の例として、匿名掲示板「2ちゃんねる」の開発・運営を行ったひろゆき氏は、掲示板に書きこまれた誹謗中傷や名誉棄損にあたる投稿の管理責任を問われ多数の民事訴訟を起こされている。

3.3 実践内容

本節にてプログラミングIIの授業において実践した情報倫理教育の内容を述べる。

3.3.1 テーマ募集

教員および学生を含む議論の参加者全員の双方向性を確保するために、本実践の趣旨を学生に説明し、学生自身がどのようなテーマについて議論したいか、Google Classroomの質問機能を用いて募集した。収集したテーマ例を表3.1に示す。

表3.1 集まったテーマ例
(A: AIに関するもの、B: それ以外)

(A)	権利 / 社会参画 / 仕事・職業が奪われる / シンギュラリティ / 行動の責任 / 兵器 / AIまかせで人は幸せになれるか / 芸術・音楽 / ターミネーター / 学校教育 / 進化 / 審判
(B)	マイナンバー / 義手・義足 / 電子書籍 / 技術の発展 / 動画投稿サイト / サブカル / 多様化とマイノリティ / スワンプマン / VAR (ビデオ審判) / 高専生の将来

収集されたテーマの多数がAIに関するものであり、その内容としてAIの権利や社会参画、責任に関するものが最も多かった。そのため、一つ目のテーマを「AIを搭載したアンドロイドに人権はあるのか」に設定した。

次に、3.2節に挙げた事例のように、近年議論の対象となり易く、学生自身にとっても身近な議題として「匿名性」を2つ目のテーマに設定した。

3.3.2 テーマI 「AIを搭載したアンドロイドに人権はあるのか」

概要

本テーマは将来起こり得る話として、人間とまったく同じように思考するAIを持つ人型ロボット(アンドロイド)にも人間と同じ権利を与えるべきか、というものである。昨今の映画やアニメーションのテーマとして扱われることも多い。実際に、プログラミングIIの毎授業終了後に収集している授業アンケートにて、「Detroit: Become Human」や「Vivy」といった本テーマに関連する作品について語って欲しいといった要望を受けたこともあるほど、本クラスの学生にとっても最も興味強い話題である。

議論の手順を述べる。本テーマの議論にあたって、まず倫理教員（松島）が哲学的思考の大枠として「存在論」「認識論」「価値論」について説明した。次に、その3つの論的観点なども用いつつ、周囲の学生と議論してもらった上で、匿名のGoogleフォームを用いて意見を投稿してもらった。学生が投稿した意見はGoogleスプレッドシートを用いてクラス全体に公開し、2名の教員も加わりながら哲学対話を実施した。

結果

学生の意見の例を表3.2に示す。投稿された意見(計36件)を集計したところ、人権を認めるが13件、認めないが13件、人権とは別の権利を与えるべきが5件であった。

表3.2 「AIを搭載したアンドロイドに人権はあるのか」に対する意見例

意見のタイプ	意見例
認める派	<ul style="list-style-type: none"> ・人格があるから ・反乱を防ぐため ・用途による
認めない派	<ul style="list-style-type: none"> ・人間が作ったものだから ・反乱を防ぐため ・人間を楽にするためのものだから ・所有者が人権を買ってあげる場合は認める
別の権利派	<ul style="list-style-type: none"> ・人権よりも劣る権利ならあげてもよい(自由権) ・人間と違って修理できるので

3.3.3 テーマII「匿名性」

概要

本テーマは、SNSの普及により匿名で意見を述べるのが身近になり、学生自身もユーザとして利用していることから、その匿名性のメリット・デメリットについて客観的・技術的に議論する機会の提供を目的としている。

議論の手順を述べる。本テーマは既に身近なテーマであることから、まずは説明を行わず、周囲の学生と議論してもらった。その後、問題解決のためにインターネット実名性を導入したが結果的に悪質な書き込みの減少は限定的であるが、それ以上にネット空間における発言量を減少させることになった韓国の例⁽¹⁵⁾を解説し、さらに議論してもらった。その後、匿名のGoogleフォームを用いて意見を投稿してもらった。投稿してもらった意見はGoogleスプレッドシートを用いてクラス全体に公開し、2名の教員も加わりながら哲学対話を実施した。

結果

学生の意見の例を表3.3に示す。

表3.3 「匿名性」に対する意見例

	意見例
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・特定されない ・気軽、意見・本音が言いやすい ・責められることがない ・なんとなく信頼性があるように見える ・適当なことが書ける ・人格に依存せず、純粋に意見 ・周りに配慮しなくてよい ・口論になっても事件に巻き込まれにくい
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・調子に乗る、暴言が簡単に書けてしまう ・責任がない ・嘘・デマが簡単につける ・情報を取る側は自己責任 ・相手の人柄を知らないため、勝手に傷つけることがある ・良いことをしても証拠が残らない ・極端にとられやすい ・人格に依存しないので、誤解される ・信用を得られない

3.4 考察とまとめ

テーマIに関して、もともとAIの発展に対する興味が強いクラスであったが、議論の際はかなり盛り上がっているように見えた。興味深い意見として、認める派/認めない派共にAIの反乱を防ぐためという意見が見られた。両意見共にAIに反乱されたくない点で一致しているが、AIの権利に関して異なっている。このように同じ技術者であっても人によって観点が異なるということを相互に共有できたのは非常に有意義である。

授業後に収集したアンケートでは、倫理とのコラボ授業を楽しむ意見が見られた。さらに授業終了後に、またこのような取り組みを行うか尋ねる学生が居たことから、本授業が学生にとって楽しく取り組めたことが分かる。

本章ではさらに一歩踏み込んだ情報教育のために技術者倫理を組み込んだ対話型授業の実践を行った。このように技術者として、単純なスキルだけではなく、そのスキルを用いてどのように社会を作り変えるかが問われることがある。今回の哲学対話は、自分の価値観の可視化、他者との考えの相違の認識、新たな問いに直面した際の多角的視点を養う一助になったと考える。

4. 数学教育における多角的視点教育の実践(鯉江)

4.1 背景

学習指導要領にあるように、数学の授業では、実際の生活の中での利活用についても学ぶことが求められている。高専においても、特に低学年はそれに倣う必要があると考えており、それを通じて多角的な視点を持った技術者の育成を目指している。

今回、倫理のテーマに「数学的な見方」を導入した授業を実践した。この授業を通して「数学の有用性」「倫理の新たな考え方の可能性」を実感してもらおうというねらいがある。

4.2 実践内容

倫理の授業における2つのテーマ「パスカルの賭け」「人間の定義」に対して、数学的な見方を加えることによって分野横断型の哲学対話を実施した。数学の進度、倫理の授業の有無を考慮し、2年生のクラスを対象に行った。

4.2.1 テーマ1「パスカルの賭け」

導入

導入として、「信じるとはどういうことか?」「何を信じているか?」について記述してもらい、これまでの宗教についての学習を振り返るとともに、信仰について当事者意識を持ってもらった。その後、パスカルの主張を、確認した。

パスカルの主張

神が存在した場合、信じていれば無限の幸福を得られる。信じていなければ無限の苦痛を与えられる。しかし、神が存在しない場合、信じていれば有限の損失があり、信じていなければ有限の利益がある。この前提のもと、パスカルは「神を信じた場合の期待値は ∞ 」「神を信じなかった場合の期待値は $-\infty$ 」であり、信じるべきだと主張している。

表 5.1 期待値の計算

		自身の立場	
		信じる	信じない
神の存在	存在する (確率 a)	無限の幸福 ∞	無限の苦痛 $-\infty$
	存在しない (確率 $1-a$)	有限の損失 $-b$	有限の利益 b
期待値		$\infty \times a + (-b) \times (1-a)$ $= \infty$	$(-\infty) \times a + b \times (1-a)$ $= -\infty$

この主張は「パスカルの賭け」と呼ばれている⁽¹⁶⁾。この主張に対し以下の2つの考察を与え、考え方がどう変わったか議論を行った。

考察1 「サンクトペテルブルクのパラドックス」

次のような問いを考える。

(問い)コインを投げて、裏が連続で出続ける回数に応じて下記の表のように賞金が得られるゲームがある。このゲームの期待値を求めよ。

(解答)このゲームに参加した場合の期待値は

$$\sum_{n=1}^{\infty} 2^n \times \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2} = \infty \quad \text{表 5.2 賞金一覧}$$

となる。

(考察)以上より、期待値の上では参加費がどれだけ高額であったとしても参加すべきである。しかし、例えば参加費が1000万円の場合、24回連続で裏が出続ければ参加者は得しない。24回連続で裏が出ることは、まずあり得ないと思ひ、実際にはほとんどの人が参加しないだろう。これでは実際の確率に関する感覚と無限の期待値に乖離がありパラドックスが生まれる。この意味で、本当に期待値を盲目的に信じていいのだろうか。

コイン	賞金	確率
表	1円	$\frac{1}{2}$
裏表	2円	$\left(\frac{1}{2}\right)^2$
裏裏表	4円	$\left(\frac{1}{2}\right)^3$
⋮	⋮	⋮
裏…裏表	2^n 円	$\left(\frac{1}{2}\right)^{n+1}$

考察2 「 ∞ の扱い」

数学では、 ∞ は通常の数と同様には扱えず、極限を用いて記述する必要がある。例えば、

$$f(x) = x, \quad g(x) = x^2, \quad h(x) = \frac{1}{x^2}$$

に対して、

$$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = \infty, \quad \lim_{x \rightarrow \infty} g(x) = \infty, \quad \lim_{x \rightarrow \infty} h(x) = 0$$

である。それぞれ、 ∞ と0積は以下のようになる：

$$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)g(x) = \lim_{x \rightarrow \infty} x \cdot \frac{1}{x^2} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x} = 0$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} g(x)h(x) = \lim_{x \rightarrow \infty} x^2 \cdot \frac{1}{x^2} = 1$$

上記のように、 ∞ と0の積は非常に注意が必要であり、特に「神が存在する確率」が0に限りなく近い場合については「神を信じた場合の期待値」が ∞ になるとは限らない。

学生の反応

二つの数学的な考察を踏まえた上で、哲学対話を実施し、その中で出てきた意見を記述してもらった。以下に特徴的な記述を抜粋する。

表 3.3 学生の記述例

	記述例
数学に対する記述	<ul style="list-style-type: none"> 信じるために確率を持ち出したのに、その確率でさえ信じられるものか分からなくなってくる。 そもそも確率とは何か? 計算をする前は神を信じた方がいいと思ったが、計算をしてみて、逆に何を信じたらいいいのかわからなくなりました。
倫理に対する記述	<ul style="list-style-type: none"> 最初は神を信じた場合の期待値が∞であることに納得したが、数学的に見ると本当に正しいのか疑問になった。見方を変えるとここまで意見が変わって驚いた。 神の存在を信じなかった場合の無限の苦痛は本当に与えられるのか。信じたところで、本当に無限の幸福が得られるのか。
授業に対する記述	<ul style="list-style-type: none"> 数学と倫理を混ぜるととても面白くなってきた。 このテーマ以外にも、数学的に考えることで色々な説が変わってくるのではないかな。 神は確率という数学的なもので考えていいものなのだろうか。 「神が存在する確率」とは何か分からない。

4.2.2 テーマ2「人間の定義」

倫理の資料集に載っている「人間の定義」について議論を行う授業を実施した。哲学者の考えを鵜呑みにするのではなく、批判的思考力を身につけることが狙いである。その方法として、「必要十分条件」を利用し、数学的な見方の重要性を再認識することも目的としている。授業の冒頭では、導入として数学での必要十分条件について復習を行い、その上で以下の本題に入った。

哲学者の考えた人間の定義

倫理資料集⁽¹⁷⁾の内容をもとに、哲学者たちが考案した人間の定義は、人間であるための「必要だが十分でない」「十分だが必要でない」「必要十分である」「いずれでもない」のどれかを哲学的に考えてもらった。

その際、必要十分条件でないと考える定義については例外となる反例を挙げてもらったようにした。

表 3.4 資料集の抜粋



学生の解答の例

学生の意見で特に多かったものを抜粋する。

表 3.5 十分条件でないと考えたえるもの

定義	反例
ホモ・ファーベル (工作人)	鳥も巣を作り工作をする。
ポリリス的動物	ハチやアリ、イワシなども社会を形成している。
アニマル・シンボリックム (象徴的動物)	他の動物も鳴き声で会話していることが考えられる。
ホモ・ルーデンス (遊戯人)	猫はおもちゃで遊んでいる。

表 3.6 必要条件でないと考えるもの

定義	反例
ホモ・レリギオース (宗教人)	無宗教の人間も存在する。
ホモ・サピエンス (知性人)	赤ちゃんは含まれないのではないかな。
ホモ・エコノミクス (経済人)	ギャンブラーなど、合理的でないお金の使い方をする人。

新たな人間の定義

哲学者が考えた定義とは別に、自分なりの「人間の定義」について哲学対話した。特徴的な意見の例を抜粋する。

表 3.6 学生の記述例

<ul style="list-style-type: none"> 周りの人間や動物から人間を認識されているもの。 人の形をしていて、人として認識されているもの 知性、集団性を持ち合わせたものが人間である。 火を使える 自由が認められる 人間の子である。DNA が人間である。

4.3 まとめ

テーマ1では、パスカルの扱った数式を疑うだけでなく、確率や期待値といった数学の概念についても疑いを持つ学生が現れた。数式やグラフを鵜呑みにせず、懐疑的に、納得するまで考察する良い土台ができた実感している。

テーマ2では学生の様子を見ていて、人間の定義を考えることは非常に難航していたように見えた。これは必要十分条件を考えるという数学的な見方が十分になされているためと考えられる。その中でも、これまでの定義を組み合わせで考える、あるいは、DNA といった現代の科学を引き合いに出していた。このように哲学対話に由来する「批判的思考」から新たな考えを引き出す経験ができた実感している。

今後は筆者自身が手法を学ぶことも含め、アセスメントを取ることが必要である。

5. 土木工学教育における多角的視点教育の実践(今井)

5.1 背景

土木技術者は国土の動態を読み解くだけでなく、人々や地域の思いも汲み取りつつ、国土管理を担う必要がある⁽¹⁸⁾。近年、土木工学において豪雨災害や人口減少をはじめとする様々な課題を踏まえた地域のあり方が議論されており、土木工学教育においては、従来の専門分野に加え、こうした様々な課題へ対応可能な学際的視点の養成も求められている。高専教育においても、こうした背景を踏まえて、多角的な視点を持った技術者の育成に努めていく必要がある。このような背景をもとに本章では、松島らと連携し土木工学教育に関するテーマとして、自然災害や環境保全と地域のあり方との関係性を主題として哲学対話の T・T を試みた事例を紹介する。

5.2.1 授業の構成

本章の内容は、2021年7月8日の専攻科 UNITY 科目「現代思想文化論」の第13回目の授業において実施されたものである。第13回目の授業テーマは「環境倫理」であった。この授業では、本校の専攻科1・2年生のほか、提携している他大学の学部生も参加しており、当日の受講者は合計26人であった。教員による T・T は松島、今井、高田の3人体制で行った。なお、この授業では Zoom を用いたオンライン形式で実施し、授業中の哲学対話は2~4人のグループごとに分けて実施した。

本授業は三部構成で実施した。第一部では、コモنزの悲劇を題材に哲学対話を実施した。第二部では、「環境と暮らし」というテーマで、河川環境における環境保全と災害リスクを題材とした哲学対話を実施した。第三部では、「災害と暮らし」というテーマで、2021年7月3日に静岡県熱海市伊豆山地区で発生した土砂災害を題材として、哲学対話を実施した。なお、この災害は授業の5日前に発生し、学生の中でも比較的認知度が高く、スムーズに対話が進められると考えられたため本授業において取り上げた。ここでは、第三部の「災害と暮らし」をテーマとした哲学対話について報告する。

第三部の冒頭では、熱海市で発生した土砂災害の発生直後の様子の動画を再生し、被害の深刻さについて全員で共有した。そして、今回の土砂災害の概要や、発生した場所の地域特性、当時の段階で検討されていた発生要因について、簡潔に整理した。そして「自然環境と共存するとはどういうことか？」という問いを提示し、哲学対話をグループで実施した(図1)。なお、哲学対話の際には問いに対する意見を考えるとともに、新しい「問い」を考えること(新たな問い)や、条件を加えて「問い」について考えること(場合分け)も推奨した。学生はこれらについて、配布したプリントに自由形式で記述した。

図 5.1 本授業における哲学対話のコンセプト



テーマに関連して提示された「問い」から、「問い」に対する意見、場合分け、新たな「問い」を適宜設定してもらい、テーマに関連する思考を柔軟に発生させる形式である。

5.2.2 「災害と暮らし」を題とした哲学対話

「自然環境と共存するとはどういうことか？」という問いに対する学生の思考の例を表5.1に示す。「問い」に対する意見としては、「自然から得られるメリットとリスクをどれだけ許容できるかどうか」(1-1)、「災害が起こることを前提として暮らしをすること」(1-2)といった意見が見られた。特に、(1-2)の意見については、災害の種類に関する場合分けへと繋がられ、責任論へと派生した議論(2-2)が見られた。さらに、新たな「問い」である、「人間はなぜ責任をなすりつけたがるのか？」(3-1)へと繋がられていた。また、新たな問いとして得られた、「共存できる場所とは？」(3-4)や、

表 5.1 学生の記述例

	記述例
1. 「問い」に対する意見	1. 自然から得られるメリットとリスクをどれだけ許容できるかどうか 2. 災害が起こることを前提とした暮らしをすること 3. 昔から住んでいた場所に住むこと 4. 過去の人の生活のように人の生活と自然のバランスが取れていること
2. 場合分けを伴う意見	1. 自然がもたらす災害を天災と人災に分けて考えた場合: 天災は被害を予想しても想像以上のことが起きる可能性の方が大きい、想定が可能、といった考えが得られた。 2. 災害の原因=災害責任を受けた人々の場合は自業自得、災害の原因≠災害を受けた人々だと問題がある。具体例として、違う地域から業者が来て山の木を伐採した結果、土石流が発生し、住んでいた人々が被害を受けた。
3. 新たな問い	1. 人間はなぜ責任をなすりつけたがるのか？ 2. なぜ原因を無理に探すのだろうか？ 3. 安全対策は安心感を得るためだけに作られるのではないかと？ 4. 共存できる場所とは？ 5. 人の生活と自然のバランスが崩壊しているのではないかと？

「人の生活と自然のバランスが崩壊しているではないか？」(3-5)については、これらの「問い」に対する意見も述べられていた。

5.2.3 哲学対話による多角的視点の養成

哲学対話を実施した結果、新たな「問い」として、「人間はなぜ責任をなすりつけたがるのだろうか」、「なぜ原因を無理に探すのだろうか」などといった「問い」が生まれた(表5.1 3-1、3-2)。このように、環境や防災といった土木工学に留まらない、哲学や心理学の要素も含んだ対話が学生間で行われていた。このようなことから、哲学対話の実施を通して学生は、多角的視点を自ずと身につけていると考えられる。

一般的に、ある地域の災害リスクを考える上では、その地域のみならず、その周辺地域の自然環境や経済活動も含めながら、総合的に読み解く必要がある。哲学対話を実施した結果、場合分けを伴う意見として、「災害の責任を受けた人々が災害の原因を作った人でないなら、問題があると言える」といった意見があった。また、その例として、「違う場所から業者が来て山の木を伐採した結果、土石流が発生して住んでいた人々が被害を受けた」といった意見が挙げられていた。このように、哲学対話の実施をとおして、防災分野における専門的課題についても自発的に気づき、議論を展開していた。

地域の環境保全や災害のあり方を考える土木工学においては、力学等の計算のみならず、地域の歴史や文化、コミュニティの関係性についても理解を深め、その考えを十分に汲み取った上で、課題解決のアプローチやそのプロセスを検討していく技術の養成が必要不可欠である。今回実施した哲学対話では、本章で紹介した例に加え、「問い」に対する意見や、新たな「問い」が多く生まれていた。新たな「問い」の多くは、防災や環境に関するものだけでなく、地域課題や人間の心理、権利、地域コミュニティの関係性など多岐にわたっていた。このようなことから、本授業で実施した手法は多角的視点の養成においても効果があると言えるだろう。

5.2.4 土木工学教育における哲学対話の活用可能性

今回の授業では、土木工学における「災害と暮らし」というテーマを学ぶ上で、哲学対話の導入を試みた。その結果、学生は防災分野における様々専門的課題についても自発的に気づき、議論していた。専門分野における高等教育は、一般的に多くの専門的知識を享受するため、どうしても情報過多になり、一方的な授業展開になりがちである。今回の対話型授業は専門的課題に対して、学生が自発的に気づくことができるといったメリットがあるため、有効であるといえるだろう。また、哲学対話の中で生まれた新たな「問い」は、防災や環境に関するものにとどまらず、多角的視点に基づいたものが多く含まれていた。今後、このような授業アプローチの有効性を検証しつつ、高専教育における哲学対話の活用可能性を検討していく。

6. おわりに

本稿では高専教育における対話型授業の可能性について、その理論と実践報告を通して考察してきた。

その実践においては、普段の講義型授業に比べ、学生の意見が多様になり多角的視点が養われ、より学びが深まったことが示された。そして学生が積極的に授業に参加する姿がすべての実践において見られた。

上記の実践例を見ても明らかなように、電子工学科では情報倫理、都市工学科では環境倫理など、相性の良い分野を扱うことが可能である。さらに、その他の分野についても連携可能性を示すことができたと思われる。例えば今回の数学科との連携は、国立高専機構のモデルコアカリキュラムにおいても推奨されている「分野横断型」学習の一つの試みでもある。それは、内容としては数学的観点から倫理学の議論を考察すること、さらに形式としては共同学習そのものが学生の倫理的な態度を育成することに繋がっている。すなわち、リップマンの言葉を借りるならば、授業において「探求の共同体^{(注15)(9)}」を実現していく試みに他ならない。

また、小林、池田、川尾(2021)⁽¹⁹⁾らも主張するように、「技術者倫理教育は単独の科目のみで実施できるものではなく、技術者教育全体の中に位置づけたカリキュラム設計が必要」(p. 56)であり、哲学や倫理関連の科目だけに偏ることなく、他分野の科目の授業においてもその土台を構築することが求められている。その一つの手法として哲学対話の導入が効果的であることが、本稿では示されたであろう。つまり、技術者倫理の土壌は、普段のあらゆる科目の授業において培われるのである。

さらに、本稿では学習指導要領やモデルコアカリキュラムとともに神戸高専の教育方針やディプロマ・ポリシーを参照してきたが、対話型授業との親和性が高いことは明らかであり、今後のより良い技術者教育において非常に有効であることが示された。

したがって、今回の実践者4人に限らず、対話型授業の積極的な実践は、我が国そして世界で活躍する技術者の養成を担う高専教員において、必要不可欠であろう。その責任は重大である。

謝辞

本稿の執筆においては、高専教育の歴史や高専学会の活動など、貴重な情報について神戸高専機械工学科の赤対秀明氏や一般科人文社会科の町田吉隆氏、一般科数学科の横山卓司氏からご教授いただいた。この場をお借りして、心より感謝申し上げます。

補注

- (注 1)ハイデガーは主著『存在と時間』において、人間存在を「存在への問い」を考察する存在として「現存在(Dasein)」と呼び、現存在の実存論的分析から自身の存在論を出発した。
- (注 2)SZ= Martin Heidegger、*Sein und Zeit*、19 Aufl.、Max Niemeyer Verlag、Tübingen 2006。以降、『存在と時間』からの引用はSZと略記した後にページ数を示す。
- (注 3)GA= Martin Heidegger、Gesamtausgabe、Klostermann、1975-。以降、ハイデガー全集からの引用はGAと略記した後に巻数とページ数を示す。
- (注 4)ハイデガーの技術論の詳細な解説は国分(2019)、森(2020)を参照されたい。
- (注 5)アクティブ・ラーニングと対話の関係については土屋(2019)を参照されたい。
- (注 6)寺田俊郎「序章 教育における哲学対話の発祥と展開」中岡成文監修、寺田俊郎編(2021)『哲学対話と教育』大阪大学出版会
- (注 7)SDはドイツの哲学者、ネルゾンとその弟子たちが始めた哲学教育の手法であり、少人数のグループにおいて進行役と一定のルールのもとで哲学的に対話していく営みである。詳細は中岡、堀江(2017)を参照されたい。
- (注 8)P4Cはアメリカの哲学者、リップマンが子どもの批判的思考力を養うために始めた哲学教育の手法である。詳細はLipman(2003)や、土屋(2019)を参照されたい。
- (注 9)哲学カフェはフランスの哲学者、ソーテがとあるカフェで一般市民たちと哲学的な対話をしていたことから始まったとされている。詳細はソーテ(1996)を参照されたい。
- (注 10)文部科学省(2018)『高等学校学習指導要領』以下、引用する際は頁数を記す。
- (注 11)国立高等専門学校機構(2017)『モデルコアカリキュラム』以下、引用する際はページ数を記す。
- (注 12)国立高専専門学校機構(2019)『モデルコアカリキュラムに基づく高専教育』
- (注 13)『学校案内 2022 神戸市立工業高等専門学校』p. 2 同じ内容は本校HPにも記載されている。<http://www.kobe-kosen.ac.jp/introduction/purpose.html> 最終閲覧 2021/11/30
- (注 14)本校HPを参照。
<http://www.kobe-kosen.ac.jp/introduction/purpose.html> 最終閲覧 2021/11/30
- (注 15)リップマンの重要なキーワードの一つである。ここでいう共同体とは、文化や国家など

で繋がった既存の共同体などではなく、その都度の他者との学びにおいて生じる共同体のことである。

参考文献

- (1)和辻哲郎(2007、初版 1934)『人間の学としての倫理学』岩波書店
- (2)Martin Heidegger、*Sein und Zeit*、19 Aufl.、Max Niemeyer Verlag、Tübingen 2006 (マルティン・ハイデガー著、渡辺二郎・原佑訳(2003)『存在と時間 I・II・III』中央公論新社)
- (3)Martin Heidegger、Gesamtausgabe、Bd. 7: *Vorträge und Aufsätze*、Klostermann、2000 (マルティン・ハイデガー著、森一郎編訳(2019)『技術とは何だろうか』講談社、翻訳の一部が所収されている)
- (4)国分功一郎(2019)『原子力時代における哲学』晶文社
- (5)森一郎(2020)『核時代のテクノロジー論：ハイデガー『技術とは何だろうか』を読み直す』現代書館
- (6)土屋陽介(2019)『僕らの世界を作りかえる哲学の授業』青春出版社
- (7)中岡成文監修、寺田俊郎編(2021)『哲学対話と教育』大阪大学出版会
- (8)中岡成文監修、堀江剛著(2017)『ソクラティック・ダイアログ 対話の哲学に向けて』大阪大学出版会
- (9)Matthew Lipman(2003) *Thinking in Education* (second ed.) Cambridge University Press. (マシュー・リップマン著、河野哲也・土屋陽介・村瀬智之監訳『探求の共同体 考えるための教室』玉川大学出版部)
- (10)マルク・ソーテ著、堀内ゆかり訳(1996)『ソクラテスのカフェ』紀伊國屋書店
- (11)細川英雄(2019)『対話をデザインするー伝わりとはどういうことか』筑摩書房
- (12)文部科学省(2018)『高等学校学習指導要領』
- (13)国立高等専門学校機構(2017)『モデルコアカリキュラム』
- (14)国立高等専門学校機構(2019)『モデルコアカリキュラムに基づく高専教育』
- (15)柳文珠(2013)「韓国におけるインターネット実名制の施行と効果(研究)」、社会情報学会編『社会情報学』2巻、1号、pp.17-29、2013.
- (16)小川仁志(2018)『突然頭が鋭くなる 42 の思考実験、SB クリエイティブ』SB クリエイティブ
- (17)東京法令出版(2021)『アプローチ倫理資料 PLUS』
- (18)関正和(1994)『大地の川』草思社
- (19)小林幸人、池田翼、川尾勇達(2021)「技術者倫理教育における測定・評価の検討」『工学教育』JSEE

工業製品における異常検出に関する研究

藤本 健司* 早稲田 一嘉**

A Study on Anomaly Detection in Industrial Parts

Kenji FUJIMOTO* Kazuyoshi WASEDA**

ABSTRACT

Airplanes and other industrial parts are still visually inspected for appearance. The problem with visual inspection is that it is costly and time-consuming to train technicians. In this research, we propose a new method of photographing parts and an inspection method using deep learning as an alternative to visual inspection.

Keywords : deep learning, appearance inspection, automatic photographing method

1. はじめに

航空機の部品は、自動車が1台当たり約2万~3万個の部品で構成されているのに対し、1機あたり約600万個の部品で構成されている。また、安全性を最優先にするため、すべての部品において認証取得が必要となるなど非常に厳しい品質管理が実施されている。その中でも特に、部品の外観検査については、自動化を行わず、未だに目視による全数検査を行っているケースが多い。目視を行う外観検査では、検査員が検査する部品を手でいろいろな角度に傾け、その部品に照明を当てることで傷の検出を行っている。そのため、1日に作業できる数は限られており、検査員の技量によって、検査部品数や検査結果にばらつきが出るという問題点を抱えている。また、生産量を増やすためには検査員を増員する必要があるが、そのための検査員の育成には、時間とコストが膨大にかかってしまうという問題点がある。

このような目視による外観検査を自動化することは非常に有益であるが、その安全性が保証できないため、現在は、導入されていないケースが多い。しかし、全ての部品から一部の不良部品を検査のラインから省くだけでも検査員に対する負担は大きく減らせると考えられる。

そこで、本研究では、目視に代わる新たな自動撮影手法の提案とその撮影された画像に対して物体検出技

術を用いた異常検知モデルの構築、および、その性能についての検証を行うことを目的とする。なお、本研究では、工業製品上の傷を異常部位と位置付けている。

2. 提案する自動撮影手法

本研究では、2種類の新しい自動撮影手法を提案する。また、今回の実験装置に使用する部品は既製品を使用し、容易に構築できるようにしている。

2.1 3D プロジェクションマッピング照明を用いた自動撮影

目視で部品の傷を検出するには、照明に対して部品の角度を変更しながら、傷が浮かび上がるのかどうかを確認している。本手法では、部品を動かすのではなく、部品を固定して、照明を移動させることで同等の効果が得られるのではないかと考えた。図1に実験装置の概要を示す。



図1 プロジェクションマッピング照明実験装置

* 電子工学科 教授

** 機械工学科 教授

今回の実験装置には、実際の現場で使用されているカメラ(書画カメラ)と照明には液晶ディスプレイを用いた。次に、照明を移動させる方法としては、液晶ディスプレイ上で任意の形の図形(四角形や丸など)を描画させ、その位置を変えて連続的に描画することで実現している(図2参照)。この手法を本研究では、3Dプロジェクションマッピング照明と名付けた。この3Dプロジェクションマッピング照明を用いることで、照明をあらゆる位置から部品に当てることが可能となっている。また、照明の光の形や色についても容易に変更でき、照明の移動方法も容易にプログラミングなどで実装できるという利点がある。

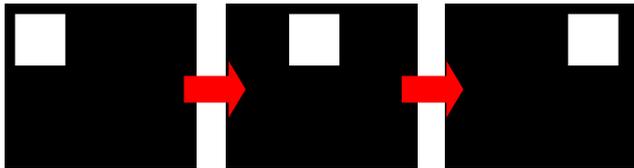


図2 液晶ディスプレイを用いた照明の移動方法

2.2 プロジェクタとマイコンボードを用いた自動撮影 2.1節で提案した手法は、部品を固定し、照明を移動させたが、今回提案する手法は、実際の目視の検査の時と同様に、照明を固定し、部品を傾けつつ、自動撮影を行う方法である。図3に実験装置の概要を示す。

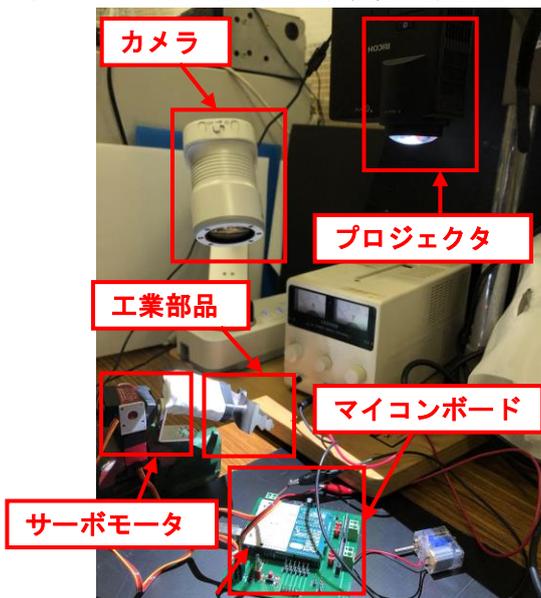


図3 マイコンボードを用いた自動撮影装置

本実験装置では、工業備品をサーボモータに固定し、サーボモータは Arduino を搭載したマイコンボードで制御を行っている。カメラについては、2.1節で使用したのと同じものを使用し、照明には、液晶ディスプレイでは部品全体に光を当てるには照度が足りないため、広い範囲に満遍なく光を当てることができる DLP方式のプロジェクタを使用した。

3. 使用する物体検出技術

現在、画像認識技術として、深層学習の手法の1つである Convolutional Neural Network⁽¹⁾ (以下、CNN) が広く使われている。しかし、この手法を用いて工業部品の傷の検出を正しく行うためには、大量の学習用画像や画像の撮影条件を常に一定に保つ必要がある。そのため、今回は、CNNではなく、このCNNを組み込んだ YOLO⁽²⁾と呼ばれる深層学習モデルによる物体検出技術を用いる。この手法にはいくつものバージョンが存在するが、本研究では、その中でも最新の YOLOv5と呼ばれる手法を利用して、傷の検出を行うことができるモデルを開発する。なお、YOLOを使用して傷検出モデルを作成するためには、事前に図4のように撮影した画像に対して傷の場所を矩形で囲み、その座標と、傷の種類データをテキストデータとして登録するアノテーションという作業を行い、通常の深層学習モデルと同様に学習を行う必要がある。

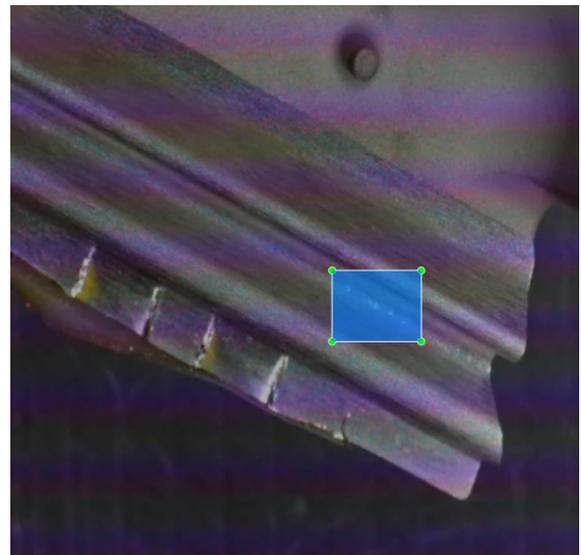


図4 アノテーション (LabelImg ツール使用)

アノテーションによって作成された YOLO用のラベルデータの例を図5に示す。YOLOは、画像データとその画像に対応したラベリングデータを使用して学習を行う。

0 0.722356 0.599760 0.093750 0.045673

図5 ラベルデータの例(アノテーション)

図5において、最初の数値データは、分類に使用したクラスに対応したラベル番号が割り振られており、続く2つの数値は、囲んだ矩形の中心の x 座標と、 y 座標、そして、最後の2つが、囲んだ矩形の幅と高さを表している。また、YOLO形式では、座標の値ではなく、画像の幅と高さを用いて正規化されているため、画像サイズの縦横比を固定して拡大縮小しても検出結

果には影響を及ぼさない。

4. 実験方法

4.1 工業製品の撮影 2.1 節で提案した自動撮影手法（以下、手法 A）と 2.2 節で提案した自動撮影手法（以下、手法 B）を用いて、実際に傷のついていない工業製品（良品）と傷のついていない工業部品（不良品）の撮影を行った。ただし、不良品は良品に比べて発生する数が非常に少ないため、撮影に使用できた部品も少なくなってしまった。また、不良品を提供してもらった時期が異なるため、それぞれの自動撮影手法で撮影した部品は異なる種類となっている。

4.2 物体検出モデルの作成 手法 A と手法 B によって撮影した画像を用いて、傷の場所や種類についてアノテーションを行い、YOLOv5 を用いて物体検出モデルを作成した。

表 1 に、モデルの作成のために使用した画像総数と、学習と検証用の画像枚数を示す。

表 1 撮影手法毎の画像総数、学習・検証用画像枚数

自動撮影手法	画像総数 枚数	学習画像 枚数	検証画像 枚数
手法 A	119 枚	97 枚	22 枚
手法 B	251 枚	193 枚	58 枚

また、今回学習画像枚数が少ないため、学習をスムーズに行うために学習済みのネットワークを用いて、ファインチューニングを行った。使用したモデルの規模は、入力サイズが 640×640 ピクセル、総パラメータ数は約 4650 万となっており、YOLOv5 のモデルとしては中～大規模のモデルとなっている。

5. 実験結果

5.1 手法 A を用いた自動撮影結果 手法 A を用いて撮影した画像の一例を図 6 に示す。

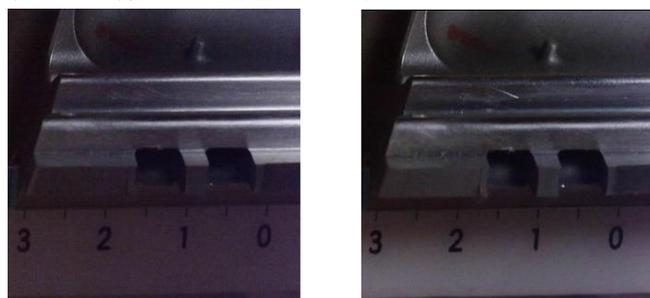


図 6 照明の移動による傷の撮影結果

図 6 より、左側の画像では傷が見難い状態であるのに対し、右側の画像では、傷が浮かび上がっていることが確認できる。このことから、部品を固定し、照明を移動させる手法 A の傷の撮影に対する有効性が確認

できた。

一方で、照明を動かしながら撮影しているため、図 7 の上段の 2 つの画像のように照明が当たっている部分と下段の 2 つの画像のように照明が部品に当たっていないようなケースでは陰影の差が大きくなっていることが確認できた。



図 7 手法 A を用いた撮影画像例

5.2 手法 B を用いた自動撮影結果 手法 B を用いて撮影した画像の一例を図 8 に示す。

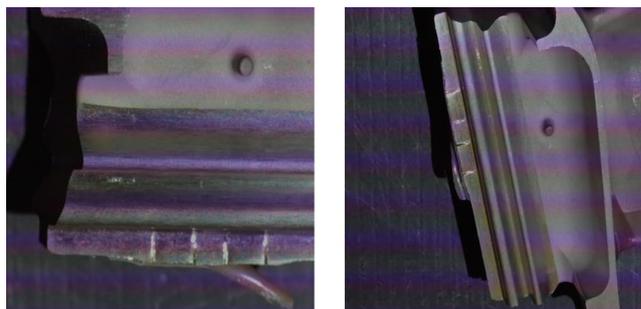


図 8 手法 B を用いた撮影結果の一例

手法 B では、部品全体に偏りなく照明を当てながら、部品の角度をサーボモータにより自動的に変化させているが、この手法においても傷を確認することができた。また、手法 A に比べて、照度が強く、部品に対して平行に当たる光源（DLP 式プロジェクタ）を使用しているため、部品の山と谷になった溝の部分まで鮮明に撮影が可能となっている。その際に、傷の部分については、撮影した画像内に白く浮か上がることが確認できた。

しかし、図 9 に示すように、照度が高いため、手法 A ではほとんど見られなかった白飛びが部品のエッジ

部分や、傷の周辺に見られた。特に、傷の周辺で白飛びした場合には、傷を確認できなくなることが確認できた。

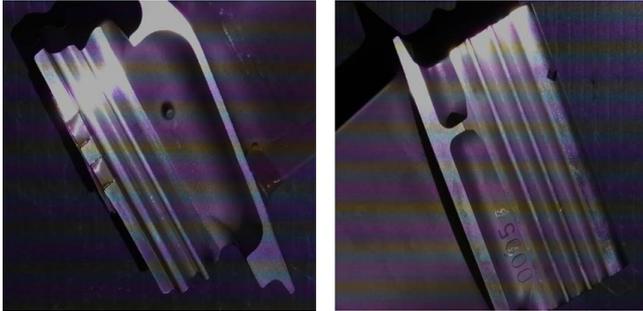


図9 手法 B を用いた撮影結果の一例（白飛び）

5.3 YOLOv5 を用いた傷検出結果(手法 A) 手法 A で撮影した画像 119 枚のうち、学習用画像として 97 枚、残りの 22 枚を学習後のモデルの検証用画像として用いた。学習終了後の傷検出モデルを用いて、傷の検出を行った結果の一例を図 10 に示す。

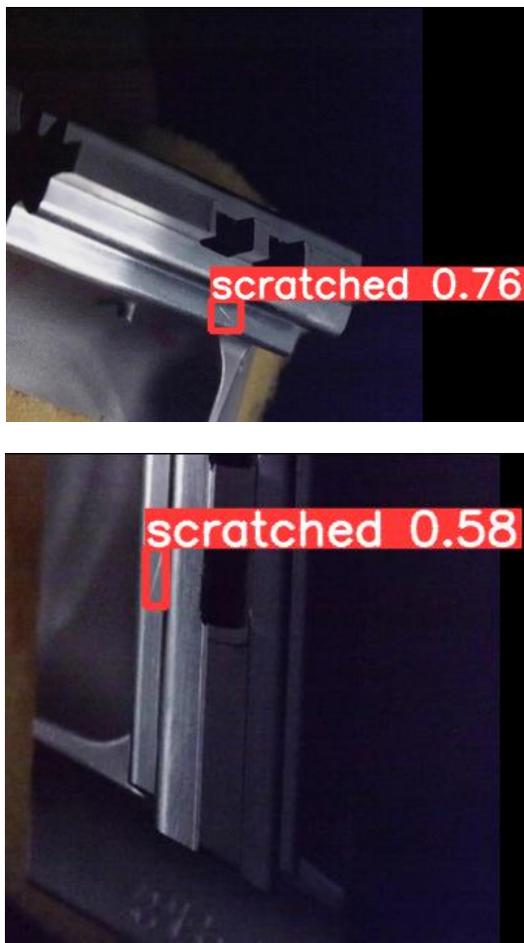


図 10 検出結果の一例 (手法 A)

図 10 より、傷の場所に矩形(ボックス)が表示され、傷が検出できていることが分かる。なお、矩形の上部に Scratched と記載されているのが検出用に使用した

クラスのラベル名で、その横の数値は、矩形で囲んだ部分が正しいラベルのものであることを確率で表しており、0.00~1.00 の範囲の数値を取る。

今回使用した検証用画像 22 枚のうち、検出できなかったのは、3 枚であり、検証画像に対する検出精度は、86.3%となった。本来であれば、検証用以外にもテスト用画像を準備する必要があるが、画像の総数が少なかつたため、手法 A のケースについては、テスト用画像は準備していない。

次に、検出できなかった画像の一例を図 11 に示す。



図 11 傷の検出できなかった画像例

図 11 は照度が低く、目視では傷が浮かび上がっていないように見える。他の検出できないケースについても同様の結果であった。

5.4 YOLOv5 を用いた傷検出結果(手法 B) 手法 B で撮影した画像 251 枚のうち、学習用画像として 193 枚、残りの 58 枚を学習後のモデルの検証用画像として用いた。また、テスト用画像として別途 22 枚を用いて、検出結果を確認した。

学習終了後の傷検出モデルを用いて、傷の検出を行った結果の一例を図 12 に示す。



図 12 検出結果の例 (手法 B)

今回使用した検証用画像 58 枚のうち、検出できなかったのは、16 枚であり、検証画像に対する検出精度は、72.4%となった。また、テスト用画像 22 枚に対して検出できなかった枚数は 6 枚となり、テスト画像に対する検出精度は 72.7%となり、検証結果と差はないことが分かった。

次に検出できなかった画像の例を図 13 に示す。

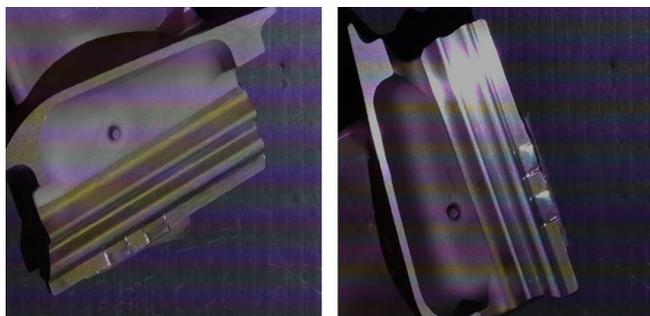


図 13 検出できなかった画像例（手法 B）

図 13 の左側の画像は、目視で確認しても傷が確認できないような画像であり、右側の画像については、手法 B の問題点である白飛びが発生している。今回、傷の検出ができなかった他の画像についても同様の傾向が見られた。

6. まとめ

今回提案した 2 種類の自動撮影手法は、どちらの手法においても工業部品の傷を撮影できることが確認できた。

手法 A については、撮影した画像の照度が全体的に低いという特徴はあるが、傷の検出については照明を移動させることで検査員が部品を照明に対して手で動かし、傷を確認するケースと同等の成果が得られた。

手法 B については、手法 A に比べて撮影した画像の照度が高いといった特徴と、部品全体に照明を当てることができるため、広範囲にわたって一度に傷を検出することができるといった特徴があることが分かった。

また、今回 YOLOv5 を用いて作成した傷検出モデルについては、手法 A については 86.3%、手法 B については、検証用、テスト用画像、共に約 72%といった検出精度結果を得ることができた。

最期に、今回提案したシステムを実際の現場の目視による外観検査と置き換えるには、もう少し高い精度が必要であると考えられる。しかし、現時点のモデルにおいても、検査の上流工程などで使用することで、70~80%程度の不良品をあらかじめ除くことができるため、下流工程の検査員の負担軽減は行えると考えられる。

謝辞

本研究の一部は上村アドバンスド・テクノロジー株式

会社による奨学寄附金の支援を受けて進められました。ここに謝意を表します。

参考文献

- (1) Masakazu Matsugu, Katsuhiko Mori, *et al.*: “Subject independent facial expression recognition with robust face detection using a convolutional neural network”, *Neural Networks*, Vol.16, No.5, pp.555–559, 2013
- (2) Joseph Redmon, Santosh Divvala, *et al.*: “You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection”, *Conference2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Vol.1, pp.779-788, 2016

多種類のプログラミング言語教育の実施と効果

尾山匡浩*

Implementation and Effects of Various Types of Programming Language Education

Tadahiro OYAMA*

ABSTRACT

First-time programmers often stumble over various problems when learning to program. A certain number of people are not good at programming due to these problems. To motivate them and help them overcome their aversion to programming, I have conducted classes using a variety of programming languages. The questionnaire survey results after the class suggested that this class contributed to reducing the students' sense of dislike and dislike of programming and improving their motivation to learn.

Keywords : programming language education, several programming languages, text programming language

1. はじめに

近年プログラミング教育が注目を集めており、2020年度からは小学校でも必修化され、高等学校では2022年度から情報系の科目が新設されるなど、今後ますますプログラミング教育は重要になってくると考えられる。

初学者がプログラミングを学習する際には様々な問題で躓くことが多々あり、これにより苦手意識が芽生え、プログラミングが嫌いになるケースもあると推察される。岡本らは、「写経型学習」による教育が初学者のつまづきを生んでいる原因の1つであると述べている⁽¹⁾⁽²⁾。この「写経型学習」とは、多くのプログラミングの参考書にも採用されている方法で、サンプルプログラムを入力し、それを実行し、結果をコンソール画面(実行画面)で確認しながら学習を進めていく方法である。この教育方法に限らず、初学者に苦手意識を植え付ける要因は様々であると考えられる。

近年では、初学者に対するプログラミング学習方法として、Scratchをはじめとしたビジュアル言語が多く用いられ、micro:bitなどのマイコンボードもビジュアル言語で制御できるようになるなど、その発展は著しい。これらの言語では、一般的にブロックと呼ばれる命令文をGUIで組み合わせることで作成していき、画面上でアニメーションを実現したり、音を出すことができたりと、実行結果の確認方法も多

様でプログラミングの楽しさを植え付けることにも繋がっている。このビジュアル言語は小中学生やプログラミング未経験者に対する導入教育としては非常に有効であると考えられるが、既にテキスト言語について学び、それが原因でプログラミングに苦手意識があるような人に対しては、再度ビジュアル言語を学ぶことがレベルの面でも必ずしも最適とは言い難い。

そこで本研究では、既にプログラミング科目に苦手意識がある学生に対する教育方法の1つとして、多種類のプログラミング言語を用いた方法を提案する。プログラミングを学ぶ人達は、当然ながらそれぞれが興味のある分野が異なっている。そこで、プログラミングを通じてWebページ制作や電子工作、AI、アート、音楽制作、多種多様な分野の作品やシステムを作り出したり、問題を解決できるということを体験することで、その楽しさを感じてもらえるのではないかとというのが、多種類のプログラミング言語を利用する理由である。本研究では、それぞれの分野でよく利用されていると思われる複数のプログラミング言語を選択し、授業で利用することとした。

このような複数種類のプログラミング言語を学ぶ教育方法の実践例はあまり多くない。その中でも、間辺らは「ドリトル」・「JavaScript」・「PHP」の言語を10時間かけて学ぶことで情報システムについて理解を深めようとする取り組みを行っている⁽³⁾。しかしながら、本研究で着目するような多くの分野を横断する言語を使用した授業の実践報告は見られない。

* 電子工学科 准教授

筆者は2019年度から2020年度にかけて、多種類のプログラミング言語をそれぞれ短時間で学ぶ授業を実践した。本稿では、その授業内容と受講後に実施したアンケート結果について報告し、実際に学生がこの授業を通じて苦手意識の克服やプログラミングを学ぶ事のモチベーションアップに繋がったかをアンケート結果から分析する。

2. 授業内容

本研究で対象とする授業は、神戸高専電子工学科3年のプログラミングII(後期15コマ・1コマ当たり90分)である。対象者はおよそ40名前後であり、既にテキスト型プログラミング言語の基本を学んでいるという前提がある。この授業において、小型のコンピュータであるRaspberry Pi(以下、RPI)を導入し、複数のプログラミング言語の紹介と同時にそれを用いた演習に取り組んでもらう。ここで、RPIを利用した理由として、簡易に様々な言語をインストールして試すことができ、電子工作やWebサーバへの適用も簡単で、小型で持ち運びが可能なため開発場所が限定されないということが挙げられる。

本科目で取り組むプログラミングの言語と内容は以下の通りである。なお、授業の最後には、自由課題として自身が最も興味を持った言語などを利用して作品を作ってもらう時間を設けている。

① SonicPiを用いた音楽プログラミング

RPIではリアルタイムに音楽を“プログラミング”できるSonicPiが動作する。SonicPiでは、事前に演奏情報を入力しておくだけではなく、演奏中にリアルタイムに音色や音量の変更が行えるなど、ライブコーディングが実施できるため、これを体験する。

② Mathematicaを用いた数学プログラミング

RPIの標準OSであるRaspbianには高度な数式処理や美しい可視化などが容易に行えるMathematicaが無償で付属している。数学のみならず、その他の講義や実験等で扱う事象の理解にも有用であり、この基本的な使い方を学ぶ。

③ Processingを用いた可視化技術

Processingの基礎を学び、画面上での図形の描画や簡単なアニメーションが作成できることを体験する。

④ Pythonの基礎とライブラリ・電子回路との連携

各分野で幅広く用いられているスクリプト言語であるPythonを紹介し、Python言語の基本とよく利用される各種ライブラリの簡単な利用方法について学ぶ。次にRPIのGPIO端子やブレッドボードを始めとする電子部品を用いて電子回路を作成し、Pythonを通して電子回路を扱えることを実感する。

⑤ PHPなどを用いたWebサーバ構築

RPIは、サーバ等の構築も容易に行えるため、Webサーバ構築を実施する。加えて、特に動的なWebサイトを

を生成するサーバサイドプログラムの作成に有用であるPHP言語を用いて、WebブラウザからRPIのGPIOを制御するシステム等の開発を行う。

⑥ C言語とOpenMPを用いた並列処理

C言語で書いたコードは並列化ライブラリであるOpenMPを用いて極めて簡単に並列化できる。その手法について解説するとともにコンパイルの方法とその効果について確認する。

⑦ 自由課題製作と製作物紹介

興味を持った言語などを利用して各自で自由に製作物(システム)を作る。またこの成果物に関する発表会も実施する。

上述の授業を2019年度、2020年度のそれぞれで実施し、受講後に学生に対して後述するアンケートを実施した。

3. アンケートによる評価

3.1 アンケート項目と実施要領 本授業を受講した3年生の学生を対象としてGoogle Formsを用いてアンケートを実施し、苦手意識の克服やモチベーションアップにつながっているか、その効果について検証した。アンケートの設問は次の(1)~(9)の通りである。なお、設問(1)と(2)における5段階の選択肢は、非常にそう思う(Strongly Agree)、少しそう思う(Agree)、どちらとも言えない(Neutral)、あまりそう思わない(Disagree)、まったくそう思わない(Strongly Disagree)とした。

【設問項目】

- (1) 後期のプログラミングIIの授業を受講する前のことについて(5段階評価)
 - (ア) プログラミングという科目に対する苦手意識がある
 - (イ) プログラミングという科目は嫌いである
- (2) 後期のプログラミングIIの授業を受講した後(現在)のことについて(5段階評価)
 - (ア) プログラミングという科目に対する苦手意識がある
 - (イ) プログラミングという科目は嫌いである
- (3) この授業は、あなたのプログラミングに対するイメージを良くするきっかけになりましたか(なった or 特にならなかった)
- (4) この授業を受けて、あなたは今後自宅などで学校の課題以外でプログラミングに取り組んでみよう(何か作品を作ってみよう)と思うようになりましたか(なった or 特にならなかった or 以前から取り組んでいる)
- (5) この授業の内容で興味深かった(面白かった)言語(ライブラリ・ツール)は何ですか(複数可)
- (6) この科目で今後取り上げたら良いと思う言語(ライブラリやツール)などがあれば記述してください

- (7) この科目を学ぶ中で、受講してよかったと思う項目があればチェックしてください(複数可)
- (8) この科目を学ぶ中で、改善点が必要と思われる項目があればチェック、もしくは記述してください(複数可)
- (9) この授業に対する感想・意見があれば記述してください(自由記述)

3.2 アンケート結果 2019年度は28名、2020年度は32名の学生からアンケートの回答を得た。図1に設問(1)と(2)の(ア)、図2に設問(1)と(2)の(イ)に対するこの授業の受講前と受講後の印象の変化についてのグラフを示す。なお、各図の(a)と(b)は実施年度ごとの結果を表している。

次に表1および表2に設問(3)と(4)の回答を示し、図3に設問(5)で得られた興味深いと感じたプログラミング言語の種類と総数を示す。なおグラフ中の数値は各年度の合計値を表している。

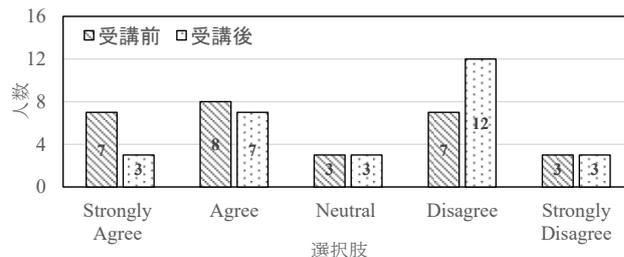
3.3 考察 前節で得られた結果に対して考察を行う。

まず表1に着目すると、各年度ともにおよそ9割の学生がプログラミングに対して持っていた自身のイメージの改善に繋がったと回答しており、本授業の取り組みは受講学生の大半に良い影響を及ぼすことができたと言える。

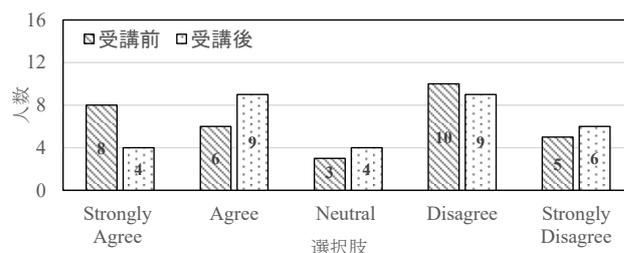
次に図1において、本授業の受講前にプログラミング科目に苦手意識がある学生は2019年度が15名(53.5%)、2020年度が14名(43.6%)存在していたのに対し、受講後はそれぞれ10名(35.7%)、13名(40.6%)と減少していることがわかる。このことから本授業がプログラミング科目の苦手意識を軽減させる効果があったことが示唆される。特に「非常にそう思う」と回答した強い拒否感を持っていると思われる学生数が、半分以上減っていることから一定の効果があったと言えるであろう。

図2に目を向けると、プログラミングに対して嫌いという感情を持っている学生数はそう多くないことが見て取れる。その少数の学生についても、受講後はほとんどの学生のプログラミングに対する嫌悪感を少なくすることができており、本授業の有効性を示すことができたと言える。

表2では、設問(4)に対する回答結果が示されており、既に実施済みの学生を除くと約80%の学生が今後何かしらのプログラム言語を用いて開発を行なっていきたいという前向きな思考に至っており、学生のモチベーションアップにも寄与できている。特に図1および図2からわかるように嫌いではないが苦手意識があるという一定数の学生に対して、今後のものづくりやプログラミング学習へ足を踏み入れる敷居を下げることであったのは、本授業の最大の収穫であったと言える。

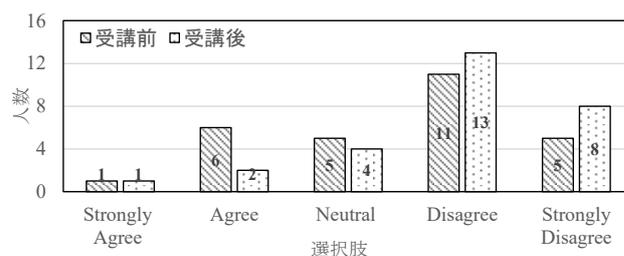


(a) 2019年度

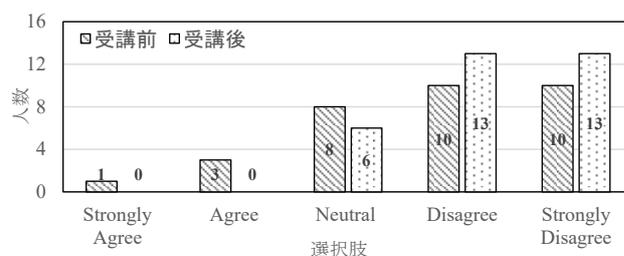


(b) 2020年度

図1 設問(1)と(2)の(ア)に対するアンケート結果



(a) 2019年度



(b) 2020年度

図2 設問(1)と(2)の(イ)に対するアンケート結果

表1 設問(3)に対する回答

	はい	いいえ
2019年度	26	2
2020年度	28	4

表2 設問(4)に対する回答

	はい	いいえ	既に実施済
2019年度	21	5	2
2020年度	21	5	6

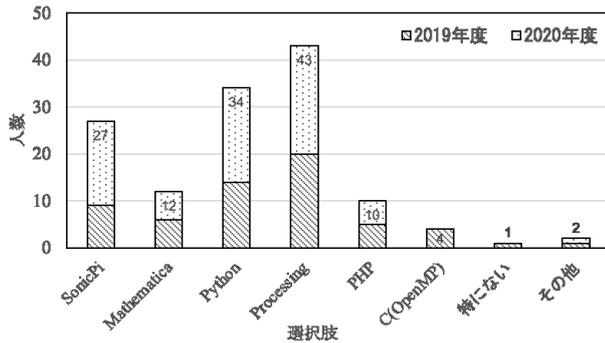


図3 設問(5)に対するアンケート結果

- ① プログラミングに苦手意識があり、いつか本格的に取り組もうと思っていたところ、今回のプログラミング講座でその1歩を踏み出すことが出来た。たくさんの言語を学んでいく中で、プログラミングの概要を大まかに把握出来て、プログラミングに対する考え方が前向きになれたので、本当にありがたいなと思った。
- ② 独学で学んでるので構わないのですが、もう少しC言語を深く教えていただきたかったです。それかC++をかじりたかったです。
- ③ 筆記試験がないというのが非常に良かったと思います。試験があるとそのことばかり考えてしまい、結局試験のための勉強しかしないのに対して、本授業では自分の興味のある言語を進んで勉強することができました。また、自分の作成したものに関して人の前で発表するという機会があったのは非常に良かったと思います。
- ④ Raspberry Piを使った授業は、C言語などの本格的なプログラミング言語を学ぶ前に履修すべきだと思う。プログラミングに対してのイメージをつかみやすくなるからだ。
- ⑤ 実験やこれまでのプログラミングの授業と違いとても楽しかったです。これまでは授業で何のヒントもなく考えろと言われてたり、授業終了15分前にソースコードを見せて終わりの授業もありました。じぶんで創作物を決めれるので特に自由制作が楽しかったです。今までプログラミングを楽しいと思えたことはなかったですが、この授業で初めて、プログラミングがこんな事ができるんだと、良さに気づく事ができました。ありがとうございました。
- ⑥ ラズパイを使って各々が作りたいものを作れる点が良いと感じました。
- ⑦ 全体の授業を通していろいろな言語を学ぶことが出来、自由課題で1からゲームなどを作成するのが楽しかった。

図4 設問(9)で回答された意見の例(自由記述)

その他、図3のグラフが示す通り、興味深かった言語として「Processing」、「Python」、「Sonic Pi」の上位3つが群を抜いて多い。これは、各自が自由課題で好きな作品を制作した際に使用された傾向と一致しており、音やアニメーションなど比較的取り組みやすい分野で

使われていることが人気の要因になったと考えられる。

最後に設問(9)で記述のあった本授業に対する意見を一部抜粋して図4に紹介する。頂いた意見のほとんどが肯定的であり、概ね好評であったと言える。否定的な意見としては、毎回授業時に行わなければならないRaspberry Piの準備や、Raspberry Piの処理能力不足などのトラブルが原因となっているもの、図4にある通り自身の学びたい言語と実際に習った言語の不一致が起因となっている意見が散見された。

4. まとめ

本稿では、プログラミングに苦手意識や嫌悪感を持つ学生に対して、モチベーションアップや苦手意識の克服につなげることを目的に多種類のプログラミング言語を利用した授業の実践例について報告した。受講後のアンケート結果から、本授業が苦手意識や嫌悪感の軽減と学習意欲の向上に寄与していることが示唆された。

2021年度からは担当者が交代したため、本稿で紹介したような形態の授業は実施していないが、今後再度実施する機会があった場合には学ぶ言語の種類や環境も含めて検討していきたい。また、本科目を受講した学生の数年後の状況について、再度のアンケートを行っていきたいと考えている。

謝辞

本研究は2019年度および2020年度に神戸高専電子工学科3年生に在籍した学生のアンケート協力をもとに進められました。協力していただいた学生に謝意を表します。

参考文献

- (1) 岡本雅子：「はじめてのプログラミングとつまずき」、情報処理, Vol.56, No.6, pp.580-583, 2015.
- (2) 岡本雅子, 喜多一：「プログラミングの「写経型学習」における初学者のつまずきの類型化とその考察, 滋賀大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 第22巻, pp.49-53, 2014.
- (3) 間辺広樹, 長島和平, 並木美太郎, 長 慎也, 兼宗進：「高等学校における複数言語によるプログラミング教育の提案」, 情報処理学会論文誌, 教育とコンピュータ (TCE), Vol.3, No.3, pp.29-41, 2017.

Introduction to the Acceptance of International Exchange Student Activities to the Kobe City College of Technology from Foreign Countries

Yutaka TAKASHINA *

1. Introduction

Kobe always creates in us a resplendent, exotic mood reflecting what the cosmopolitan city is. The Kobe City College of Technology (KCCT) is an educational establishment that is appropriate as an international organization and as part of an intelligent city. KCCT's education policy cultivates the engineer who can play an active part in the global community. For this purpose, our college has a responsibility to perform some significant tasks with an international education research organization. Engineer training gives each student personal dreams to have an active lifestyle in the global community.

KCCT's Global Collaboration Research Committee was established in the year 2010 and since then, has carried out activities to accept visitors to our college from foreign countries.

This report introduces one aspect of these international exchange activities.

Our college has accepted many students who visited from foreign countries in the past. Through various efforts, international exchange was cheerfully promoted.

KCCT has interacted with the JENESYS Program (Japan-East Asia Network of Exchange for Students and Youths) of the Ministry of Foreign Affairs to bring more opportunities of international exchange.

Furthermore, our college cooperated with JICE (Japan International Cooperation Center) Kansai branch.

Our college also cooperated with the Kobe YMCA, which was connected to an exchange group with Kobe's sister city of Seattle. This included the Global Teens Leadership Program, with on-site training such as practice with doing experiments, taking classes, and participation in club activities at KCCT. The program filled the day's activities until a homestay host family took the foreign guests home.

It is to bond human beings together with a host family as part of the homestay program process. Through this interchange with foreign students, the essentials of engineer education for the future promote international activity.

This report also shows a variety of exchange cases with various situations regarding the acceptance of international exchange student activities at KCCT from foreign countries. In particular, the author became an active host family participant. From that perspective, the experiences had at KCCT and at home are written down in this report.

2. JENESYS Program

The JENESYS Program is an international exchange student program by Ministry of Foreign Affairs.

"The Great Exchange Plan of the East Asian Young People in the 21st Century" was held in January 2007.

In the second East Asia summit meeting (EAS), Asia was intended to have a strong solidarity through large-scale youth exchange.

Added to the ten ASEAN countries were China, Korea, India, Australia, New Zealand, the United States, and Russia: (joined in 2011), the JENESYS Program was started as an organization which invited several thousand young people to Japan. JENESYS Program's concept was the understanding promotion exchange program to Japan encouraging the growth of a diplomatic base by inviting talented people to Japan from countries such as those in Asian Oceania and North America to embrace our future.



Figure 1. JENESYS Program's farewell party (Japan-East Asia Network of Exchange for Students and Youths)

Figure 1 (JENESYS Program's farewell party) and Figure 2 (JENESYS 2.0 Program's farewell party) show the global members of the JENESYS Program (Japan-East

* Associate Professor at Civil Engineering Department

Asia Network of Exchange for Students and Youths). The human interchange activities' heartwarming members are the origin of various world solutions to the problems of the upcoming era.



Figure 2. JENESYS2.0 Program's farewell party at JICA Kansai (KCCT's Global Collaboration Research Committee plan)

JENESYS Program dispatches many countries' students to our college. As for this program, it has developed continuously in all regions of the world.

Regarding the JENESYS Program acceptance results and the dispatch results of the JENESYS Program, our college was favorably included with pride. As for the members dispatched by the JENESYS program to KCCT, wonderful smiles were seen as shown in figure 3.

The past results of KCCT are shown simply. The main points are listed as follows:

- (1) Reception of 30 Thai students including the Thai student's leader was carried out on November 2, 2017.

The theme of the visiting members to Japan was "Science and Technology". With a laboratory tour of the Mechanical Engineering Department and Applied Chemistry Department, they participated in Kendo Club and the Brass Band Club. Then, an opportunity to experience engineering education and Japanese culture was provided too. After a two-day homestay, the participation of the farewell party was carried out.



Figure 3. A time at the farewell party of JENESYS Program in Noevir Stadium Kobe

Time goes by so quickly for everyone involved, and then the members of the visiting group started the homeward journey being sent off with warm goodbyes.

- (2) JENESYS 2016, a group from Singapore's Ngee Ann Polytechnic, was received with 26 Singaporean students on March 10, 2017.

They visited KCCT's laboratories and Kawasaki Heavy Industries, Ltd. They took the West Kobe plant tour of the Kawasaki Heavy Industries robot business center, joined in KCCT's Kendo club, brass band club, calligraphy, and origami activities. KCCT's students were dispatched in 2016/03/07-03/15 by the Ministry of Foreign Affairs in "JENESYS 2016's program". Using public funding, they sent KCCT's students to Malaysia. In total, 22 people took part in the activities. 13 members were 4th and 5th grade students while 9 members were from KCCT's advanced course studies, equivalent to 3rd & 4th year college students.

- (3) The second group of "JENESYS 2015", was made up of Cambodian high school students, university students, and graduate students, accepted from January 29 to January 31, 2016.

- (4) With JENESYS2.0 on June 20, 2014, from Singapore 27 university students visited our college.

They alternated between graduate research and club activities. It was performed along with a youth exchange program from the North America area, and students from KCCT were dispatched for two weeks in the United States by public funds again. As for that, they were able to receive dispatch by a large amount of public funds, the high percentage of acceptance results are proof that our activity was recognized by the Ministry of Foreign Affairs. As a result, 23 people, KCCT 1st -3rd year selected students were dispatched on a schedule that went from Saturday, January 12th to Sunday, January 25th in 2014.

- (5) 23 university graduate students visited from ASEAN, Oceania: (Australia, New Zealand), India, and East Timor on October 4, 2013.

The theme was Japanese pop culture and we invited students who were interested in this subject, especially animation. There was also the exchange of the Westside High School students from Huston, Texas, American based on the Ministry of Foreign Affairs JENESYS program.

- (6) 21 high school students of the physical sciences were accepted from Indonesia on June 29, 2012.

From Friday, June 29 to Sunday, July 1, they were accepted as homestay students and stayed with the families of our college's students and teachers.

3. Public interest incorporated with YMCA JCCCNC (Japanese Cultural and Community Center of Northern California community) Takahashi Program

One girl came to the author's home from northern California. The northern Californian girl who visited Japan as a part of the Japanese-cultural exchange program spent 4 days of 2013/07/27-31 in the author's home. The program was based on the Kobe YMCA's JCCCNC Takahashi Program. Stories about Japanese-cities, history, and life in northern California were exchanged between the student and the author.

On the last day, international exchange activities were done as would be for parents and children at Kobe City College of Technology. Because it was known in advance, the Global Collaboration Research Committee at the Kobe City College of Technology made good preparations. In terms of content, they focused on both technical lessons and English lessons.

The author's daughter of the same generation took care of her in various ways. It is thought that the growth of the daughter was affected extremely. The author experienced a home with two daughters for a week.

In the case of JENESYS, the opening ceremony was held on Friday evening and the good-bye party was held on Sunday. That was three days. However, with YMCA, she went to other places besides Kobe City College of Technology from the author's home for one week. The author's wife helped see off and welcome back the student at Sannomiya Station. On July 29, 2015, all of the North California Japanese Culture Community Center students visited our college again. Figure 4 shows KCCT members together with JCCCNC (Japanese Cultural and Community Center of Northern California, Takahashi Program) members.



Figure 4. JCCCNC visitors group photo at KCCT



Figure 5. The RoboCup robot introduction and the earnestness for a discussion, the experience was genuine



Figure 6. In group photos, foreign visitors are always enthusiastic.

Figure 5 and Figure 6 show the Kosen RoboCup robots' introduction. The students who visited KCCT were all earnest. And the enthusiastic discussion is appeared in attitude. The scholarship in the pursuit was genuine.

4. Evolution of JENESYS 2.0 PROGRAM

In JAPAN, it was announced that the youth exchange service "JENESYS2.0" would be carried out with a scope of 30,000 people as succession of JENESYS between the Asian Oceania countries, starting on January 18, 2013.

The youth exchange service was carried out with a scope of 5,000. In addition to this, between the North America areas, great evolution was expected. (This North American enterprise is carried out by a program by the name of "KAKEHASHI Project.")

In order to increase confidence in Japan and its economy, it is important to increase foreign visitors.

To that end, the project promoted Japanese brands with strength or charm, including "Cool Japan" and the international exchange activity of our college became more enthusiastic. There are many places of interest in Kobe city. There were various events held at the author's home. Having fireworks are one such event.



Figure 7. The introduction of the sightseeing spots of Kobe and a fireworks display at the author's home

5. Reflections on accepting students as a host family

In our college, the student and the teacher continue activities of homestay with kind hospitality in mind. KCCT is recruiting valuable, talented students and their families and adding them to a registration bank every year. By joining the host family bank, one becomes active in learning the truth of the international exchange.

The author hosted eight foreign exchange students and a leader on five occasions.

The exchange students hosted by the author included two Indonesian girls, twice, one Thai leader, one girl from North California, and two girls from Singapore.

The author keeps in touch via LINE and e-mail. For two or three days during the JENESYS program, “hospitality” was done thorough ongoing preparations from the opening ceremony on Friday to the good-bye party on Sunday. English was not usually used by the author. But he studied hard for many various situations while enjoying the documents of the acceptance scenes in advance.

And then the most appreciated results included yearning for a smile and a valuable time of shared personal feelings.



Figure 8. Two aggressive girls go into the dolphin show at the Suma Aquarium before getting permission

From being distant strangers, the visitors that came to the author’s home grew close to the author immediately. Rather than focusing on responsibility viewpoints, it is important that there is a fine feeling there. As for figure 8, it looks like eye contact was made in the open space of a large aquarium. The author really appreciated that eye contact even at such a distance, and many such memories were made in the few days of shared living.

6. Encounter with Dr. Paul Poramet Charoynoot

It was expected that Mr. Paul Poramet C., leader of the

Thai mission would stay at the author’s home, being that his home was a host family in the KCCT host family bank.

The doctor’s actions and stories were so powerful, and until midnight were displayed business cards on the desk in the living room. Dr. Poramet discussed his thoughts on Japanese SSH (Super Science High Schools) and about the Thai international strategy eagerly. To make the conversation possible, the required tools included a dictionary, paper & pen, and a smartphone. Discussion on religion was interesting, too.

Dr. Poramet worked for Thailand’s Department of Education (MOE: Ministry of Education). From the result of the international exchange with Japan, the author was invited to go to take his Ph.D. at a Thai university. In Dr. Poramet’s unique LINE profile, his credentials were confirmed and they really were excellent. We made a tour of the sake breweries of Nada-Gogo from the morning.



Figure 9. Encounter with Dr. Paul Poramet Charoynoot

Figure 9 is taking a ceremonial photograph inside the sake barrels. And then, we had the windsurfing lesson of my hobby go together in Koshienhama’s beach.



Figure 10. Windsurfing Lesson and a Morning Walk

As shown in Figure 10, there was much appreciation for the windsurfing lesson. Early the next morning, Dr.

Poramet was taken for a walk to Taisanji Temple. After returning home, it was decided to sing the song, “You Raise Me Up” at the farewell party. In the author’s home, a sudden and powerful crash course in voice lessons began in morning without any thought being given about disturbing the neighborhood. That evening at the party the song seemed to be too loud to everyone in the farewell party’s meeting place. But the words of the song still encourage the author to this day. With a genius leader from the Kingdom of Thailand in figure 11, it is really thanks for me to have spent happy days.



Figure 11. Leader of the Visitor head to our college was a genius of the Kingdom of Thailand

7. Importance of the international exchange between each other’s college students

The international exchange at the Kobe City College of Technology began with the presentation of culture and the college life in each other’s countries. Differences in culture are felt and a valuable understanding can be learned simply by attending the experience of the International interchange.



Figure 12. Intro of Muay-Thai: national sport of Thailand

Figure 12 shows the national sport of Thailand with martial arts by Thai students as an introduction to Muay-Thai. An interest in kick boxing was born.

From our college’s students, the introduction of the unique technology of each department can be seen in Figure 13.



Figure 13. Introduction of KCCT’s unique Departments

Figure 14 is an appearance of the interchange activity in the Kobe city college of technology when two girls who came from Singapore were accepted at the author’s home.



Figure 14. Singapore members in various KCCT activities

Kobe Maritime Museum and Kawasaki World was included on the schedule made at the author’s home.

However, the robot business center plant tour was organized by KCCT with Kawasaki Heavy Industries, Ltd. At that time there was a serious concern by the author about having an overlap of the itineraries by KCCT and the private schedule made by the host family. Luckily everything worked out. The stuffed toy Merlion which the author received as a souvenir still hangs from a doorknob in his home.

A neighboring gentleman that lives across the street from the author appeared at KCCT’s Technical Forum that same year. KCCT’s Annual Technical Forum on Industry - Finance - Academia - Government Collaboration is a big event at the college every year. The neighbor participated

in the Forum as a special guest. He worked as a Senior Managing Director at Kawasaki Heavy Industries, Ltd. He talked in a panel keynote speech to a large audience. It was an interesting talk including the construction of the plant and about the laying of the cement.

Even though many exchange students were short term, it was felt that the interchange between students was the most important in various scenes. Faculty are the instructors, only needed to support international exchange. However, the fun and effort of the international exchange could be enjoyed by the faculty almost as much as the students themselves. The significance of learning English is recognized by many students participating in the international exchange activities.



Figure 15. Exchange between students at various events

Figure 14 and figure 15 are scenes at exchange events that KCCT's Global Collaboration Research Center hosted for international exchange activities.

8. Summary

The new global viewpoint of the Kobe City College of Technology is thought to continue to be raised to a great professional standard from now on. In 2010, a great deal of effort was put in with necessity by Professor Dr. Hideaki Shakutsui (Chairman of the Global Collaboration Research Center at the first meeting on April 28th, 2010). Then, with support of many staff, it is thought that the result continues up to the present day. The education of technical colleges in the future must bring up the engineer with the natural and soft feelings related to the global stage. The development of a global sensitivity in all students should be strongly required. It is needed in the near future for an organization to improve more. The challenge to a new way of work-life is near.

Acknowledgments

Finally, the author wishes to express gratitude towards all staff related to this publication. There is appreciation for all future human beings, too. In review of this report, I received the instruction of the teacher, Leah Mabey. Heart-filled thanks for everyone once more.

REFERENCES

- (1) Mark Andrew PILEGGI, " Relationship Between Curriculum and Society: A Brief Overview of Japan's Education System From 1945~2014", Research Report of KOBE CITY COLLEGE of Technology NO.53, pp.37-40, MARCH, 2015.
- (2) Mark Andrew PILEGGI, " Report: Globalization at Kobe city college of Technology 2014-2015, Research Report of KOBE CITY COLLEGE of Technology NO.54, pp.61-64, MARCH, 2016.

産金学官技術フォーラム 30 年の歩み

三宅修吾* 宮本猛* 小林滋** 大淵真一*** 赤対秀明****

The Course of the Technical Forum on the Industrial-Financial-Academic-Governmental Collaboration for Thirty Years

Shugo MIYAKE*, Takeshi MIYAMOTO*, Shigeru KOBAYASHI**, Shinichi OHFUCHI***,
and Hideaki SHAKUTSUI****

ABSTRACT

This paper reviews the technical forum on the industrial-financial-academic-governmental collaboration, which celebrated its 30th anniversary this year, especially the 10 years since 2012. It also outlines the role and expectations of the Kobe City College of Technology in future regional cooperation.

Keywords : industrial-financial-academic-governmental collaboration, technical forum, review

1. はじめに

神戸市立工業高等専門学校（以下、神戸高専）は、1963年（昭和38年）4月、前身である神戸市立六甲工業高等専門学校の設置から数えて、今年で58年目を迎えた。神戸市立の高等教育機関としての役割と期待には、地域産業の発展を担う優秀な技術者の育成が第一義として与えられているが、技術者教育には「産・学」の協働と、これを支援する「官・金」の連携無くして、達成し続けることはできない。

この様な使命感のもと、本校では、1991年（平成3年）6月に、「CADシステムの展示と講演会」を開催した。これが第1回目の「技術フォーラム」となる。その後、1994年を除いて毎年開催され、ついに今年2021年（令和3年）11月に「神戸高専産金学官技術フォーラム」として第30回目を迎えることができた。この技術フォーラムの歴史は、歴代の教職員はもとより、神戸市・神戸市機械金属工業会・神戸市産業振興財団・神戸信用金庫ほか、多くの団体の方々のご協力とご尽力の結晶であることにほかならない。技術フォーラムの開催・運営においては、古くはプロジェクトチームか

ら始まり、その後、研究振興委員会・広報委員会などを経て、2002年（平成14年）からは新設された地域協働研究センターが母体となって推進してきた。

以上の技術フォーラムに関するさまざまな経緯や当時の語り尽くせない苦労話については、既報の資料に預けさせて頂き^{(1),(2)}、本報では、2012年以降に開催された技術フォーラム（表1）について概説する。最後に若干望蜀的ではあるが、筆者らの考えるこれからの地域協働の姿について述べる。

2. 第3代センター長時代

2010年から2015年までの6年間、センター長は機械工学科小林滋教授、産学連携副センター長は電子工学科西敬生准教授、応用化学科根本忠将准教授、機械工学科宮本猛教授であった。

2.1 第21回(2012年) 当時は「神戸高専産学官技術フォーラム」として、メインテーマ「グローバルコミュニケーション～国際性豊かな技術者の育成～」を掲げ、2日に分けて開催された。第1部(2012年10月28日(日)神戸高専専攻科大講義室)では企業発表(講演・ポスターセッション・座談会)を、第2部(2012年11月7日(水)神戸市立地域人材支援センター)では神戸高専・他学校・企業・その他研究機関からの発表と、基調講演・パネルディスカッションが行われた。基調講演は株式会社村元工作所顧問村元二郎氏による「活躍の場を海外に広げよう」であった。パネルディスカッションではコーディネーターとして神戸高専

* 機械工学科 教授

** 機械工学科 技術職員(元機械工学科教授)

*** 応用化学科 教授

**** 機械工学科 特任教授

表1 第21回(2012年)から第30回(2021年)の技術フォーラム一覧

回	開催日／開催場所	メインテーマ
21	2012年10月28(水)／神戸高専専攻科大講義室 2012年11月7(水)／神戸市立地域人材支援センター	グローバルコミュニケーション ～国際性豊かな技術者の育成～
22	2013年11月20(水)／神戸市産業振興センター	災害をのりこえる技術の追求
23	2014年11月12(水)／神戸市産業振興センター	神戸再興～震災から20年、新しいステージへ～
24	2015年11月11(水)／神戸市産業振興センター	技術の継承とイノベーション
25	2016年11月9(水)／神戸市産業振興センター	ロボットとつくる神戸の未来
26	2017年11月8(水)／神戸市産業振興センター	航空機産業創生に向けて～産学連携とエンジニアの育成～
27	2018年11月14(水)／神戸市産業振興センター	持続可能社会を実現する未来のエネルギー
28	2019年11月13(水)／神戸市産業振興センター	ライフイノベーションに向けたものづくり技術からの挑戦
29	2020年11月11(水)／神戸市産業振興センター	緊急事態を生き抜くために～企業に必要なこととは～
30	2021年11月10(水)／神戸市産業振興センター	30年の振り返りと今後の地域協働のあり方

機械工学科小林滋教授、パネリストとして株式会社村元元工作所顧問村元四郎氏、神戸市アジア進出支援センター所長檀特竜王氏、神戸高専電子工学科橋本好幸教授、神戸高専専攻科電気電子工学専攻宇山大貴氏を迎え、メインテーマについて議論した。研究発表では分野別にオーラル・ポスターセッションを開催した。

2.2 第22回(2013年) 「災害をのりこえる技術の追求」というメインテーマで開催した。この年以降、会場は神戸市産業振興センターである。基調講演は国立情報学研究所准教授大向一輝氏による「災害と情報インフラ」であった。パネルディスカッションではコーディネーターとして神戸高専機械工学科小林滋教授、パネリストとして国立情報学研究所准教授大向一輝氏、神戸高専電子工学科橋本好幸教授、神戸高専都市工学科鳥居宣之准教授、神戸高専専攻科都市工学専攻瀬崎瑛氏を迎え、メインテーマについて議論した。

2.3 第23回(2014年) この年より技術フォーラムの名称を「神戸高専産学官金技術フォーラム」に改称した。翌年に阪神・淡路大震災20年目を控えた年であったことから「神戸再興～震災から20年、新しいステージへ」というメインテーマで開催した。基調講演は神戸市産業振興財団理事長・神戸大学名誉教授・摂南大学理工学部長森脇俊道氏による「これからのものづくりと高専への期待」であった。パネルディスカッションでは「連携の実態と今後への期待」をテーマに、コーディネーターとして神戸高専機械工学科赤対秀明教授、パネリストとして株式会社千代田精機代表取締役社長谷口義博氏、株式会社ナカイ代表取締役社長中井健一朗氏、神戸高専機械工学科中辻武教授、神戸高専専攻科電気電子工学専攻高田峻介氏による議論が行われた。

2.4 第24回(2015年) この年より現在まで続く「神戸高専産学官技術フォーラム」の名称に変更された。メインテーマは「技術の継承とイノベーション」。基調講演は兵庫県立大学大学院経営研究科教授佐竹隆幸氏による「モノづくり競争力の原点に立ち返る～カギとなるヒトへの投資～」であった。また、特別講演として元川崎重工業株式会

社常務取締役林敏和氏による「エンジニアリング産業の役割と魅力について」を講演頂いた。パネルディスカッションではモデレーターとして兵庫県立大学大学院経営研究科教授佐竹隆幸氏、パネリストとして元川崎重工業株式会社常務取締役林敏和氏、神戸市産業振興財団参事林純一氏、株式会社千代田精機代表取締役谷口義博氏、神戸信用金庫お客さまサポート部長執行役員大前俊之氏、神戸高専専攻科機械システム工学専攻廣澤謙弥氏を迎え、メインテーマについて議論が行われた。

3. 第4代センター長時代

2016年から2019年までの4年間、センター長は機械工学科宮本猛教授、産学連携副センター長は機械工学科黒住亮太准教授、同科早稲田一嘉准教授、同科三宅修吾准教授であった。

3.1 第25回(2016年) 翌年に始まる神戸高専成長産業技術者教育プログラムを見据えて「ロボットとつくる神戸の未来」をメインテーマに開催した。基調講演は川崎重工業株式会社常務執行役員・精密機械カンパニーロボットビジネスセンター長橋本康彦氏による「川崎重工の目指すロボットビジネスとロボットの進化」であった。パネルディスカッションではモデレーターに兵庫県立大学産学連携・研究推進機構特任教授上田澄廣氏、パネリストに川崎重工業株式会社常務執行役員・精密機械カンパニーロボットビジネスセンター長橋本康彦氏、新産業創造研究機構研究所主席(ロボット・AI 統括)中嶋勝己氏、神戸市機械金属工業会ロボット開発研究会長・株式会社OKAMURA担当部長村田博明氏、神戸信用金庫融資部次長浅郷元方氏、神戸高専電子工学科橋本好幸教授、神戸高専専攻科機械システム工学専攻藤本敏彰氏によるメインテーマの議論が行われた。

3.2 第26回(2017年) この年に本科第3学年在籍者から出願が可能となる神戸高専成長産業技術者教育プログラム(航空宇宙分野・医療福祉分野・ロボット分野)が開設され、技術フォーラムでも「航空機産業創生に向けて～産学連携とエンジニアの育成～」をメインテーマとした。基

調講演は近畿経済産業局産業部製造産業課課長坂本和英氏による「航空機産業の現状と「関西航空機産業プラットフォーム」の取り組みについて」、特別講演は川崎重工業株式会社 ガスタービン・機械カンパニーガスタービンビジネスセンター生産総括部西神製造部西神第一工作課課長松本邦宏氏と株式会社オオナガ代表取締役大長勝氏による「航空機エンジンのものづくり技術とサプライチェーン構築」であった。メインテーマのパネルディスカッションでは、モデレーターに神戸高専副校長電気工学科道平雅一教授、パネリストに近畿経済産業局産業部製造産業課課長坂本和英氏、川崎重工業株式会社 ガスタービン・機械カンパニーガスタービンビジネスセンター生産総括部西神製造部西神第一工作課課長松本邦宏氏、株式会社オオナガ代表取締役大長勝氏、大阪府立大学大学院工学研究科助教南部陽介氏、神戸信用金庫お客さまサポート部長理事大前俊之氏を迎えて議論された。

3.3 第27回(2018年) 2015年9月の国連サミットで採択された持続可能な開発目標(SDGs: Sustainable Development Goals)を受け、国内でも2016年5月にSDGs推進本部が設置された。その後、国内企業や自治体が積極的にSDGsに取り組むこととなり、市民生活へも浸透してきたことを受け、「持続可能社会を実現する未来のエネルギー」をメインテーマに開催した。基調講演は早稲田大学理工学研究所研究員客員教員兼 ICEE 株式会社国際環境エネルギー総合評価研究所代表取締役大野慶祐氏による「ヒートポンプを中核とした次世代省エネルギー技術」であった。メインテーマのパネルディスカッションでは、モデレーターに神戸高専機械工学科赤対秀明教授、パネリストに早稲田大学理工学研究所研究員客員教員兼 ICEE 株式会社国際環境エネルギー総合評価研究所代表取締役大野慶祐氏、株式会社千代田精機部長浪本進一郎氏、神戸信用金庫技術顧問佐野正氏、神戸市環境局環境政策部エネルギー活用担当課長南部法行氏、神戸高専機械工学科橋本英樹准教授、神戸高専機械工学科5年向井騎壮氏を迎え、議論が行われた。

3.4 第28回(2019年) 「ライフイノベーションに向けたものづくり技術からの挑戦」をメインテーマに開催した。基調講演は神戸大学未来医工学研究開発センター教授(兼)大学院工学研究科機械工学専攻向井敏司氏による「医学×工学連携が創生する新しいものづくり」であった。パネルディスカッションはモデレーターに神戸高専電子工学科戸崎哲也教授、パネリストに神戸大学未来医工学研究開発センター教授(兼)大学院工学研究科機械工学専攻向井敏司氏、三田精工株式会社代表取締役本郷伸一氏、神戸信用金庫お客さまサポート部部長執行役員大前俊之氏、神戸市医療・新産業本部医療産業都市部部長三重野雅文氏、神戸高専機械工学科5年松元瑛司氏を迎え、議論が行われた。

4. 第5代センター長時代

2020年からセンター長は機械工学科教授三宅修吾、産学連携副センター長は機械工学科鈴木隆起准教授である。2019年に始まった世界的な新型コロナウイルス感染症拡大のため、国内では2020年3月に政府の対策本部が設置され、人流抑制や感染対策などのまん延防止に対する基本的対処方針が発出された。これに伴い技術フォーラムを始めとするほぼ全ての集団イベントが中止もしくはオンライン開催などへの変更を余儀なくされた。本技術フォーラム開催に関しても多くの議論がなされたが、産金学官連携会議関係者と神戸高専教職員のご理解とご協力により、中止の選択をされることはなかった。

4.1 第29回(2020年) 新型コロナウイルス感染症対策の一貫として、多数の参加者が1か所に集結しない対面・オンライン開催を行った。会場は神戸市産業振興センターと神戸高専本部棟ホールをインターネットでつなぐハイブリッド形式を採用した。企画・運営に関して全く経験値がない状態であったが、多くの方のご支援により、従来と同じ規模での開催を実現できた。メインテーマは自然災害のみならずwith/postコロナの社会活動を想定した「緊急事態を生き抜くために～企業に必要なこととは～」とした。基調講演は香川大学名誉教授・四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構顧問白木渡氏による「緊急事態下での事業継続を考える～事業継続(BC)から事業強靱化(BR)へ～」であった。パネルディスカッションではモデレーターに神戸高専都市工学科鳥居宣之教授、パネリストに香川大学名誉教授・四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構顧問白木渡氏、サーバー技研株式会社 Utility 本部 General Manager 肥田一信氏、神戸信用金庫お客さまサポート部副部長野村友宣氏、神戸市危機管理室総務担当課長末若雅之氏、神戸高専都市工学科宇野宏司教授、神戸高専専攻科都市工学専攻1年齋藤輝氏を迎え、議論した。研究発表は事前に提出された動画を視聴し、YouTubeコメント欄で質疑応答を行うオンデマンド方式で行った。学生発表者と聴講者の議論については、従来の対面型ポスターセッションには及ばなかったものの、動画作成の経験値と発表動画は学生と研究室の財産になったとの声も頂いた。

4.2 第30回(2021年) 1991年の第1回「CADシステムの展示と講演会」開催から30回目を迎える年となり、メインテーマを「30年の振り返りと今後の地域協働のあり方」とした。社会はコロナ禍以前の状況から一変して、出張・外出制限、在宅勤務やリモート会議などが定着化し、多くの業界で景気の落ち込みが顕著となった。このような状況下においても地域との協働による産業発展を目指す駆動力となるのが本技術フォーラムの真価であるという点に立ち戻り、企業の需要や関心技術を抽出した事前アンケートを参考に、本校の研究シーズを紹介するマッチング講演会を企画した。特に要望の多かった4分野について、それぞれ

表2 第30回(2021年)マッチング講演会と記念講演会講演一覧(講演順)

マッチング講演会		
分野	タイトル	講演者
加工技術	びびり振動を考慮した工具経路生成方法の開発	機械工学科 鬼頭亮太 助教
3Dプリンタ・材料	3Dプリンタの現状と神戸高専授業における3Dプリンタの導入	機械工学科 早稲田一嘉 教授
自動化・制御技術	多用途の作業代替を目的とした屋外向け自律移動ロボットの開発	電気工学科 酒井昌彦 准教授
AI・検査・機械学習	機械学習による外観検査・異常検知	電子工学科 尾山匡浩 准教授
30回記念講演会		
学科	タイトル	講演者
応用化学科	応用化学科の産学連携と地域貢献	応用化学科 大淵真一 教授
一般科	地域貢献における一般科の果たした役割	一般科 八百俊介 教授
電子工学科	電子工学科における技術者教育と地域貢献	電子工学科 笠井正三郎 教授
電気工学科	電気工学科の地域協働	電気工学科 津吉彰 教授
都市工学科	都市工学科における地域連携～過去(これまで)・現在(いま)・未来(これから)～	都市工学科 鳥居宣之 教授
機械工学科	機械工学科30年の産学官民連携の変遷と今後	機械工学科 赤対秀明 特任教授

この分野における専門の先生がテーマを絞り込んで講演された。つづけて記念講演会では、各科からの代表教員が学科視点で地域連携・地域貢献について振り返るとともに今後のあり方について提言された。表2にマッチング講演会と記念講演会の講演一覧を示す。

5. これからの地域協働の姿

これまでの30回(31年間)の技術フォーラムの歴史をあらためて俯瞰的に眺めると、その時代背景が色濃く反映されたテーマが的確に掲げられていることがわかる。これは本校の教育・研究活動がいかに地域社会と密接に連携してきたか、そしてその将来をどのように見据えてゆくべきかと言う問いに、真摯に向き合ってきた姿勢である。「工業」と共に暮す我々にとって、今や「ものづくり」という言葉を聞かない日常は考えにくいだが、御存知の通りこの単語は、1999年3月19日に公布された「ものづくり基盤技術振興基本法」により、一般に広く知られることとなった。現在の我々は当たり前のように「ものづくり」を発展させて社会生活を豊かにしたいと考えているが、その「ものづくり」という言葉の歴史は、本技術フォーラムの歴史よりも浅い。つまり本校における神戸市機械金属工業会をはじめとする地域連携活動は、必然的に選択された目標意識のもとで継続されてきた活動であると言える。30回の継続回数もさることながら、これを支えている地域とのつながりに大きな価値がある。

では、これからの地域協働に望まれる姿、あるいはあるべき姿とは、これまでの延長で良いのか?ということを考えてみたい。

これまで掲げてきたメインテーマで議論してきた様々な知恵や技術が、実際に地域社会の発展にどこまで貢献したのか、ということ定量的に知ることは難しい。しかし神戸市を中心とした「ものづくり産業」のどこに本校の技術や教育が役立っているのかを知ることは可能である。これからの技術フォーラムでは、これまでのように、産のニーズと学のシーズを相互に

広く紹介することに加え、「技術のマッチング」を意識した技術フォーラムの企画運営が、より実効ある議論を生み出すのでは、と期待している。このマッチングを実現するためには、産学官が膝を突き合わせ、お互いにもっと深く知ることが重要である。2021年11月に開催した神戸高専企業展示会では、従来の開催方法を一新し、11/8(月)から11/30(火)の期間、日替りで企業の方にご来校頂き、各社30分ほどの時間で学生向けの企業技術紹介を実施して頂いた。その中には企業の持つ独自技術はもちろん、現場が抱える技術的課題や新たな技術のヒントを垣間見ることができた。例えばこの様な場で産・学の化学反応が起これば、協働の姿はこれまでに無い形として生まれるのではないかと、大きな期待を抱いた。コロナ禍では避けるべき「密な距離」が、これからの地域連携には必要不可欠だと結論付けたい。

6. おわりに

本稿では、30回目の技術フォーラムを迎え、最近10年間を中心とした技術フォーラムを概観し、今後の地域連携に求める姿について述べた。今後、技術フォーラムや地域連携活動が埋没費用の誤謬にならず、常に変化に対応できる強靱で柔軟な姿であり続けることを望む。最後に、いささか偏向的な私見が多く感じられた点があればご容赦頂きたい。

謝辞

これまで本校の地域連携活動に関わり支えてこられた全ての方々と関連団体に心から御礼を申し上げます。

参考文献

- (1) 赤対秀明:「産学官技術フォーラム10年の歩み-産学官の協働をめざして-」, 神戸高専研究紀要, 第39号, pp.113-118, 2001.
- (2) 大淵真一:「産学官技術フォーラム20年の歩み」, 神戸高専研究紀要, 第51号, pp.171-174, 2013.

開講科目と卒業生数の変遷から見た機械工学科の 設計システムコースとシステム制御コース

小林洋二*

Design System Course and System Control Course in Department of Mechanical Engineering Viewed from Changes in Subjects and Number of Graduates

Yohji KOBAYASHI*

ABSTRACT

Thirty one years had passed since design system and system control courses of department of mechanical engineering started in 1990. The former course aims to train practical and creative engineers being able to develop and design high performance machines using computer technology, and the latter course aims to train similar engineers being able to solve issues occurring in developing and designing intelligent machines by using technique based on application of electronics, control theory, and systems engineering. In the paper, we briefly review changes in subjects and number of graduates in each course for the last thirty one years.

Keywords : mechanical engineering, design system course, system control course, curriculum, graduate

1. はじめに

本校の機械工学科では 1990(平成 2)年度から設計システムコース(以下では D コース)とシステム制御コース(以下では C コース)のコース制が敷かれ、以後このコース制は 2021 年(令和 3)年 3 月に幕を下ろすまで 31 年間実施されてきた。30 周年記念誌⁽¹⁾によれば、このコース制を開始するにあたっては、1986(昭和 61)年に機械工学科の将来像についての検討が始まり、翌 1987(昭和 62)年にコース制検討中間報告がまとめられ、1988(昭和 63)年には、機械工学科コース制に関する提案をまとめるためにコース名、科目、実験、実習、製図の内容が検討された。1989(昭和 64/平成元)年に入ると、舞子台から学園都市への神戸高専の移転・開校に伴う機械工学科の人事、施設、設備についての改編計画が策定され、1990(平成 2)年の学園都市への移転・開校と同時にこのコース制がスタートした。以後、このコース制は時代の流れや本校を取り巻く環境の変化にあわせて科目の名称や内容をマイナーチェンジしながら、31 年の長きにわたって実施された。本稿ではその 31 年間を開講科目と卒業生数の変遷から簡単に振り返る。

2. コース制のカリキュラム

このコース制では、1 学年 2 クラス 80 名の学生が、1, 2 年次は同じ科目を履修し、3 年次から D, C のコースに分かれて、それぞれのコースの特色をもたせた科目を履修する。両コースのカリキュラムは、いずれももの作りのための基本的な理論を学び、低学年から製図、実習、実験を行うことにより、5 年間の一貫教育の利点を生かして実践的かつ総合的な視野をもつ機械エンジニアを育成することを目指している。1980 年代以降の機械技術の急速な進歩に対応するため、機械工学の細分化された専門分野における能力やスキルを身につけることがこのコース制の目的になっている。

D コースでは、コンピュータを利用して高性能な最新の機械や装置を設計、開発できる独創性あふれた機械エンジニアの養成を目的としている^{(2), (3)}。一方、C コースでは、知能化した機械や装置を開発、設計する過程で発生する多くの問題をエレクトロニクス、制御、システム関連の技術を取り入れて独創的に解決する機械エンジニアの養成をその目的としている^{(2), (3)}。これらの目的を達成するために用意された両コースの開講科目の変遷を表 1 ~ 3 に示す。表 1 は両コースの共通科目の開講学年、単位数、(科目に変更があった場合は)開講開始年度と終了年度を示している。表 2, 3 は

* 機械工学科 教授

それぞれDコースとCコースの必修科目と選択科目の開講学年、単位数、開講開始年度と終了年度を示している。なお、開講開始年度には、コース制がスタートした後にその科目が初めて開講された年度を記載している。(コース制がスタートする以前から開講されていた科目には※印を付している。)科目名の欄に網掛けを付した科目は2020年度までに開講学年、単位数、科目名などが見直された、あるいは廃止された科目である。この表から、共通科目においては37科目中9科目(24%)が見直され、それぞれのコースではDコースの必修科目が12科目中3科目(25%)、選択科目が23科目中16科目(70%)、Cコースの必修科目が15科目中5科目(33%)、選択科目が27科目中20科目(74%)変更されたことがわかる。必修科目については、31年の間に25%の科目が変更された。これは応用数学、材料力学、機械力学のように一つの科目を二つに細分化した、あるいは2002年度の学科のカリキュラム見直しにより、開講学年や単位数を変更したことによる。一方、選択科目については2007(平成19)年に学修単位II(大学単位)が導入され、学外実習を除くすべての選択科目の単位数が1単位から2単位になったため科目変更の比率が高くなっている。また、選択科目の変更については、時代のニーズにあった科目を開講する必要があったこと、担当可能な教員が不在のため、開講を断念せざるを得なかったこと、などいくつかの要因も挙げられる。学修単位IIが導入された2007(平成19)年度以降は、履修すべき選択科目の最低科目数が2科目に減ったため、開講科目は両コースで共通となり、開講科目数も7科目となった。

両コースの実習、製図の内容については、文献(2)、(3)に詳しく述べられているので、ここではコース制の特徴の一つである5学年の実験について述べる。4学年で共通のテーマで実験を行ったあと、5学年ではそれぞれのコースの目的に応じて異なるテーマで実験が実施された。5学年では1994年からDコースにおいて、

- (D1) 材料の疲労に関する実験
- (D2) 熱移動に関する実験
- (D3) 潤滑工学に関する実験
- (D4) 数値計算

の4つのテーマの実験が、また、Cコースにおいて

- (C1) インテリジェントロボット実験
- (C2) 制御工学シミュレーション
- (C3) 応用計測実験
- (C4) 流体計測における信号処理

の4つのテーマの実験がそれぞれ実施された。1996年には(D4)と(C4)を入れ替え、(D4)は数値演算実験に名称変更された。以降、(D1)は材料の強度に関する実験、(C1)はフィードバック制御系の基礎実験、(C2)は倒立振子の安定可制御実験、(C3)はオペアンプ回路実験にそれぞれ名称、内容が変更された。さらに、(C3)には

2014年からシーケンス回路の実験項目が追加された。

3. 卒業者数

コースの第1期生が卒業した1994年度から最後の第27期生が卒業した2020年度までの卒業生の人数とその進路を表4に示す。31年間を通してみた傾向としてDコースの卒業者数は、5年ごとの平均で0.27人ずつ増加し、その合計は1,003人(卒業者全体の51.8%)となった。一方、Cコースの卒業者数は、ほぼ横ばいながら5年ごとの平均で0.05人ずつ増加し、合計933人(同48.2%)となった。両者を年度ごとに比較すると2001年度以降Cコースの卒業者数がDコースを下回るようになり、トータルとしてCコースの卒業生はDコースに比べて70人(3.6%)少なくなっている。この理由は2学年に行うコース分け時の両コースの学生数や成績分布、クラス分け後のクラスの雰囲気、授業科目の難易度、学生と授業科目との相性など様々な要因が絡んでいると思われる。進路の内訳では、就職が年とともにわずかに減少傾向にあり、逆に進学は専攻科の設置などもあって増加の傾向にある。トータルとして就職が1,187人(卒業者全体の61.3%)、進学が670人(同34.6%)、その他が79人(同4.1%)となっている。

4. おわりに

本稿では、開講科目と卒業者数から機械工学科のD、Cコースの31年を簡単に振り返った。残念ながら、筆者はC、Dコース立上げ前の検討時期や両コースの第1期生が1~4学年を過ごした期間に在籍していないため、本稿は記録として不正確かもしれないが、その点はご容赦願いたい。その点はさておいても、第1期生から第27期生までの卒業を見届けることができたことは、筆者にとって幸運であった。ここに、卒業生の皆様の益々のご活躍を期待したい。2022(令和4)年3月には、機械工学科に新しく設置されたロボティクスデザインコース(Rコース)とエネルギーデザインコース(Eコース)の第1期生が本科課程を終えて卒業する。今後も機械工学科の新しいコースが社会のニーズに応え続け、在校生の諸君が生き活きと勉学に励み、機械工学科がますます発展することを心から祈念する。

参考文献

- (1) 前田修一 他：「30周年記念誌 1993」, 神戸高専 創立30周年誌編集委員会, pp.81-93, 1993.
- (2) 辻井弘和 他：「40周年記念誌 2003」, 神戸高専 創立40周年誌編集委員会, pp.71-80, 2003.
- (3) 橋本好幸 他：「50周年記念誌 2013」, 神戸高専 創立50周年記念事業記念誌部会, pp.76-84, 2013.
- (4) 神戸高専：「学生便覧」, 1994-2020.
- (5) 亀山正芳, 溝田幸弘：「声でつながって「イイミミ」50歳」, 神戸新聞社, 2021.

表1 共通必修科目の変遷⁽⁴⁾

	科目名	開講学年(単位数)	開始年度	終了年度	備考
共通必修	応用数学	4(4)	1993	2002	応用数学 I, II に名称変更
	応用数学 I	4(2)	2003	2006	応用数学 IA, IB に名称変更
	応用数学 IA	4(2)	2007		
	応用数学 IB	4(1)	2007		
	応用数学 II	4(2)	2003		
	応用物理	3(1), 4(2)	1992	2002	単位数変更
	応用物理	3(1), 4(1)	2003		
	工業力学	3(2)	1992		
	材料力学	3(2), 4(2)	1992	2006	科目名と単位数変更
	材料力学	3(2)	2007		
	材料力学 I	4(2)	2007		
	材料力学 II	4(1)	2007		
	工業熱力学	4(2), 5(1)	1993		
	流体工学	4(2), 5(1)	1993		
	機械力学	5(1)	1994	2002	機械力学 I, II に名称変更
	機械力学 I	4(1)	2003		
	機械力学 II	4(1)	2003		
	情報基礎	1(2)	2003		全学科の1年生に新規導入
	情報処理	2(2), 5(1)	1992	2002	単位数変更
	情報処理	2(1), 5(1)	2003		
	計測工学	4(2)	1993		
	工業英語	5(2)	1994		
	材料工学	2(2)	1992		
	機械工作法	1(1)	1991	2002	開講学年変更
	機械工作法	2(1)	2003		
	機械工学演習	1(1)	2015		
	機械工学概論	2(1)	2003		
	機械設計	3(2)	1992		
	設計製図	1(2), 2(2), 3(2)	1991		
	工作実習	1(3), 2(3), 3(1)	1991	1994	機械実習へ名称変更
	機械実習	1(3), 2(3), 3(1)	1995		
	創造設計製作	3(1)	1992		
	機械工学実験	4(4), 5(2)	1993		
電気工学	3(2)	2005		2005 から共通必修科目に	
※電子工学	5(2)	2005	2006	電子工学概論へ名称変更	
電子工学概論	5(1)	2007			
卒業研究	5(7)	1994			

表2 設計システムコース(Dコース)の必修科目と選択科目の変遷(4)

	科目名	開講学年(単位数)	開始年度	終了年度	備考
必修	自動制御	5(2)	1994		
	電気工学	3(1), 4(1)	1992	2002	開講学年変更
	電気工学	3(2)	2003	2004	共通必修科目に
	材料工学	3(2)	1992		
	電子工学	5(2)	1994	2004	共通必修科目へ
	加工工学	3(2)	1992		
	生産工学	5(1)	1994		
	工作機械	5(1)	1994		
	応用機械設計	4(2)	1993		
	機構学	3(1)	1992		
	設計製図	4(4), 5(3)	1993	2006	単位数変更
設計製図	4(3), 3(3)	2007			
選択	生物工学	5(1)	1994	1994	削除
	エネルギー変換工学	5(1)	1994	2006	単位数変更
	エネルギー変換工学	5(2)	2007		
	※伝熱工学	5(1)	1994	2006	削除
	精密加工学	5(1)	1994	2006	単位数変更
	精密加工学	5(2)	2007		
	塑性工学	5(1)	1996	2006	削除
	※材料強度学	5(1)	1994	2002	削除
	材料力学特論	5(1)	1994	2006	単位数変更
	材料力学特論	5(2)	2007		
	数値計算法	5(1)	1994	1995	削除
	数値計算法	5(2)	2007		単位数を変更して再開講
	自動設計論	5(1)	1994	2006	削除
	※環境工学	5(1)	1994	2006	単位数変更
	環境工学	5(2)	2007		
	※システム工学	5(1)	1994	2002	線形システム理論に名称変更
	線形システム理論	5(1)	2003	2006	削除
	ロボット工学	5(1)	1994	2006	単位数変更
	ロボット工学	5(2)	2007		
	化学工学概論	5(1)	1994	1995	削除
流体力学	5(1)	1996	2006	削除	
振動工学	5(1)	1995	2006	削除	
学外実習	4(1)	1999			

2007(平成19)年から学修単位Ⅱ(大学単位)が導入された。

2015(平成27)年から選択科目を2単位以上履修するように変更された。

表3 システム制御コース (Cコース) の必修科目と選択科目の変遷 (4)

	科目名	開講学年 (単位数)	開始年度	終了年度	備考
必修	自動制御	4 (2)	1993		
	電気工学	3 (2)	1992	2004	2005 から共通必修科目
	電子工学	4 (2)	1993	2002	開講学年変更
	電子工学	5 (2)	2003	2004	2005 から共通必修科目
	加工工学	3 (1)	1992		
	生産システム	5 (1)	1994		
	システム工学	5 (2)	1994	2002	線形システム理論に名称変更
	線形システム理論	5 (2)	2003		
	情報工学	3 (1), 4 (1)	1992	2006	単位数変更
	情報工学	4 (1)	2007		
	電気・電子回路	5 (2)	1994	2002	開講学年変更
	電気・電子回路	3 (2)	2003		
	制御機器	5 (2)			
	応用計測	5 (1)			
	設計製図	4 (3), 5 (2)			
選択	生物工学	5 (1)	1994	1994	削除
	油空圧工学	5 (1)	1994	1995	削除
	通信工学	5 (1)	1994	1995	削除
	数値計算法	5 (1)	1994	1995	削除
	数値計算法	5 (2)	2007		単位数変更して復活
	精密加工学	5 (1)	1994	2006	単位数変更
	精密加工学	5 (2)	2007		
	※伝熱工学	5 (1)	1994	2006	削除
	※環境工学	5 (1)	1994	2006	単位数変更
	環境工学	5 (2)	2007		
	振動工学特論	5 (1)	1994	1994	振動工学へ名称変更
	振動工学	5 (1)	1995	2006	削除
	統計工学	5 (1)	1994	1995	削除
	図形処理学	5 (1)	1994	1994	
	材料学特論	5 (1)	1994	2002	削除
	材料学特論	5 (1)	2005	2006	2005 再開講, 2007 削除
	ロボット工学	5 (1)	1994	2006	単位数変更
	ロボット工学	5 (2)	2007		
	応用数学特論	5 (1)	1994	1995	削除
	流体力学	5 (1)	1996	2006	削除
	エネルギー変換工学	5 (1)	1994	2006	単位数変更
	エネルギー変換工学	5 (2)	2007		
	塑性工学	5 (1)	1996	2006	削除
	※材料強度学	5 (1)	1994	2002	削除
	材料力学特論	5 (1)	1994	2006	単位数変更
	材料力学特論	5 (2)	2007		
	学外実習	4 (1)	1999		

2007 (平成 19) 年から学修単位 II (大学単位) が導入された.

2015 (平成 27) 年から選択科目を 2 単位以上履修するように変更された.

表4 Dコース/Cコース 卒業生数の推移

年度	卒業生数(人)			卒業生の進路内訳(人)			神戸高専の出来事※1	社会の出来事※2
	Dコース	Cコース	計	就職	進学	その他		
1994(平成 6)	33	29	62	44	14	4	都市工学科に科名変更, 朝日ソーラーカーラリー初参加	関西空港開港, 阪神淡路大震災, 地下鉄サリン事件
1995(平成 7)	37	39	76	58	11	7	NHK 近畿ロボコン神戸開催	神戸ルミナリエ開催
1996(平成 8)	38	31	69	45	20	4		O157 食中毒
1997(平成 9)	32	31	63	42	19	2		須磨児童連続殺傷事件, 消費税 5%
1998(平成 10)	33	35	68	47	20	1	専攻科設置(AED, AC)	長野五輪, 明石海峡大橋顔通, 和歌山毒物カレー事件
1999(平成 11)	32	36	68	38	29	1		日本銀行ゼロ金利政策, 日産とルノー資本提携
2000(平成 12)	28	34	62	37	25	0	専攻科設置(AM, AS)	淡路花博
2001(平成 13)	38	36	74	51	16	7		明石歩道橋事故, 3.11 アメリカ同時多発テロ
2002(平成 14)	35	33	68	42	23	3	NHK 近畿ロボコン神戸開催	サッカーW カップ日韓大会
2003(平成 15)	36	37	73	44	29	0	レスキューロボコン初参加	イラク戦争, 阪神タイガースセ・リーグ優勝
2004(平成 16)	39	33	72	47	24	1		新潟県中越地震
2005(平成 17)	39	36	75	40	34	1	機械工学科 KEMS 取得	尼崎 JR 脱線事故, 阪神タイガースセ・リーグ優勝
2006(平成 18)	40	36	76	41	32	3	JABEE 認定	神戸空港開港
2007(平成 19)	35	30	65	34	29	2	神戸高専 KEMS 取得	日本郵政公社民営化
2008(平成 20)	42	36	78	42	35	1	機関別認証評価	北京五輪
2009(平成 21)	39	33	72	40	29	3	NHK 近畿ロボコン神戸開催	民主党政権発足, 兵庫県西・北部豪雨, 裁判員制度
2010(平成 22)	39	38	77	43	31	3		子ども手当支給, 小惑星探査機はやぶさ帰還
2011(平成 23)	37	38	75	43	31	1		東日本大震災, なでしこジャパン W カップ優勝
2012(平成 24)	38	37	75	47	22	6		山中伸弥教授ノーベル医学生理学賞受賞, ロンドン五輪
2013(平成 25)	39	36	75	52	19	4	創立 50 周年記念式典	アベノミクス始動, 東京五輪開催決定
2014(平成 26)	38	34	72	40	29	3		広島土砂災害, STAP細胞論文捏造事件, 消費税8%
2015(平成 27)	35	35	70	51	17	2		大阪都構想住人投票否決
2016(平成 28)	41	33	74	41	33	0	機関別認証評価, NHK 近畿ロボコン神戸開催	熊本地震, 18 歳選挙権施行
2017(平成 29)	34	36	70	37	31	2	廃炉創造ロボコン初参加	森友, 加計問題
2018(平成 30)	43	38	81	58	20	3	機械工学科新コース制(R,E コース) スタート	西日本豪雨, 平昌五輪
2019(令和 元)	42	28	70	42	21	7		天皇陛下即位, 元号令和, ラグビーW カップ日本大会, 消費税 10%
2020(令和 2)	41	35	76	41	27	8		新型コロナウイルス禍
計	1,003	933	1,936	1,187	670	79		

※1 神戸高専の出来事については文献(1)~(3) から引用した。

※2 社会の出来事についてはその多くを文献(5) から引用した。

神戸高専と台湾協定大学との学生交流活動報告

福井智史*

Report on Student Exchange Activities between Kobe City College of Technology and Partner Universities in Taiwan

Satoshi FUKUI*

ABSTRACT

This is a report on the content of the inter-college research exchange activities conducted by Kobe City College of Technology and Cheng Shiu University of Science and Technology in February 2020, utilizing the JASSO Overseas Study Support Program. Since the JASSO Overseas Study Support Program is limited to student research exchange activities with MOU partner colleges, various restrictions and careful planning and preparation were necessary in order to use the program. However, the participating students' evaluation of the program was very high. In order to develop the internationality of the students of Kobe City College of Technology, it is suggested that it is necessary to conduct collaborative education through research exchange with MOU partner colleges, which is unique of Kobe National College of Technology.

Keywords: inter-college, oversea, exchange-activity, MOU, Cheng-Shiu-University

1. はじめに

神戸市立工業高等専門学校(以下,神戸高専と記す)と正修科技大学は2017年にMOUを締結し,両校の包括的な学校間交流推進に合意した。海外へ学生を派遣するための予算を有しない本校は,独立行政法人日本学生支援機構(以下,JASSOと記す)による海外留学支援制度^①を活用することにより,正修科技大学との学生研究交流を2020年2月に実施した。その経緯と活動内容を報告する。

2. MOU 締結と交流活動の経緯

現在,神戸高専としての国際交流に関する活動は,国際交流委員会を改組して2014年度に開設された国際協働研究センターが担っている。本報で取りあげる学校間MOU(Memorandum of Understanding)は,具体的な契約や協定などを正式に締結する前段階の合意文書として,具体的な活動の内容を決めずに,学生間および教員間の交流,研究および教育の交流を目指して締結されることが多い。神戸高専が現在締結しているMOU締結もこれに倣っており,MOU締結校との具体的な活動内容は,今後の国際協働研究センター

の取組みに掛かっている。表1に神戸高専がこれまでにMOUを締結した海外の大学を示す。

神戸高専におけるこれまでのMOU締結校との交流は,オタゴポリテクニクへの短期留学プログラムの実施と台北城市科技大学への4年生研修旅行での表敬訪問として派遣の実績を重ねてきた。

表1 神戸高専 MOU 締結先 (2021年12月現在)。

提携校(国)	締結年月
台北城市科技大学(台湾)	2013年5月
オタゴポリテクニク (ニュージーランド)	2013年10月
正修科技大学(台湾)	2017年7月
ウイスコンシンスタウトポリテクニク (アメリカ合衆国)	2017年9月
ハナム省職業訓練短期大学(ベトナム)	2019年12月

3. 正修科技大学とのMOU締結と交流

2017年にMOU締結を行った正修科技大学は数多くの大学・高専との学生相互長期派遣や教員相互招聘プログラムの実績を有する大学であったことから,本校に対して語学研修や見学ではなく研究交流の実施を要望して来られた。この要望に応えるために本校国際協働研究センターでは,学生による英語研究発表と研究交流を主目的とする渡航交流プログラムの素案を立案した。しかし英語による研究発表を行える学生や研

*機械工学科 教授,国際協働研究センター

究内容の学生が限定されること、1週間程度の訪台であっても約10万円の費用が必要なこと、本科学外実習のように単位認定制度が確立していないことなどから、参加を希望する学生の確保が望めないと判断し、実際には学生交流を行えない状態で、教員の相互訪問交流のみが毎年続いていた。

4. JASSOの海外留学支援制度

多くの国内大学・高専がMOU締結海外大学との学生交流を実施する際に利用している活動費用支援プログラムが、JASSOによる海外留学支援制度である。この制度を利用するためには、交流プログラムが様々な制約に適合する必要がある。本校が利用した制度の要点を表2に示す。本報はこの支援制度を利用した学生派遣交流活動の報告である。

表2 利用した海外留学支援制度の要点。

制度の名称	海外留学支援制度(協定派遣)
プログラムの申請	在籍校が前年度10月にプログラムを申請
プログラムの選考	JASSOがプログラムを審査、採択校を選考、4月に採択通知
派遣先	MOU締結校およびその周辺地域
派遣期間	現地活動が8日以上1年以内
派遣学生の条件	(1)日本国籍を有する者又は日本への永住が許可されている者 (2)学生交流に関する協定等に基づき、派遣先大学等が受入を許可する者 (3)経済的理由により自費のみでの派遣プログラムへの参加が困難な者(保護者の収入条件審査あり) (4)派遣プログラム参加にあたり、必要な査証を確実に取得し得る者 (5)派遣プログラム終了後、在籍大学等に戻り学業を継続し、在籍大学等の学位を取得する者又は卒業する者 (6)学業成績が優秀で、人物等に優れている者(英語力の条件あり) (7)派遣プログラム参加のために本制度以外の奨学金等を受ける場合、その支給月額合計額が、本制度による奨学金月額を超えない者 (8)外務省の「海外安全ホームページ」上の「レベル2:不要不急の渡航は止めてください。」以上に該当する地域以外に派遣される者
派遣学生	在籍校が対象学生の募集と選考により決定した学校を代表する学生
支援予算	学生1名6万円(台湾の場合)
採択校がJASSOへ提出する書類等(2019年度)	プログラム申請 学校口座情報 中間報告(2回) 派遣申請 奨学金等支給申請 実施報告 留学前・留学後報告書

奨学金等支給報告 在籍確認 最終報告書

5. 正修科技大学他訪問プログラムの概要

本プログラムは正修科技大学との交流を主たる活動目的としている。これに加えて今後の海外交流活動の発展を目指し、MOU締結校である台北城市科技大学、日本の大学との積極的な海外交流を実施している台湾随一の工業系大学である国立台湾科技大学、本校の機械実習工場へも旋盤を納入している(株)滝澤鉄工所台湾支社工場である台湾瀧澤科技股份有限公司への訪問交流を組み入れ、台湾での交流活動日数は8日間とした。本プログラムの行程を表3に示す。

表3 プログラムの行程。

2/10(月)	関西国際空港→桃園国際空港→高雄→正修科技大学(ガイドランス)
2/11(火)	正修科技大学(研究発表、交流行事)
2/12(水)	正修科技大学(学内見学、交流行事)
2/13(木)	高雄市内(正修科技大学の先生の案内で各所視察)
2/14(金)	高雄市内(正修科技大学の学生の案内で各所視察)
2/15(土)	高雄市内、現地学生との休日交流
2/16(日)	高雄→台北
2/17(月)	国立台湾科技大学(研究紹介と懇談)
2/18(火)	台北→桃園→台湾瀧澤科技股份有限公司(見学と懇談)→台北
2/19(水)	台北城市科技大学(研究紹介と懇談)
2/20(木)	台北→桃園国際空港→関西国際空港

本プログラムは神戸高専にとって初の学校代表学生による研究交流プログラムであることから、多くの学生の参加は望めないと判断し、参加学生定員を6名に絞り、対象学生は専攻科生もしくは5年生とした。また参加条件となっている「学業成績が優秀で、人物等に優れている者」の基準を、英語力がTOEIC420点以上、指導教官に英語研究発表の指導を受けることができる者とし、応募者を書類選考した。また、今回については研究発表会を受け入れて頂いた正修科技大学の先生が機械工学分野の先生であったため、学生の研究発表分野を機械工学の諸分野と限定した。

参加学生については、定員6名に対して3名の専攻科機械システム工学専攻1年生が申し込み、その3名が選考され参加者となった。引率は予算申請から取組み機械工学科教員である筆者が担当した。また、JASSOの留学支援制度は教員への支援がないことから、教員1名の引率旅費10万円を国際協働研究セン

ター委員会を通じて依頼し、校長以下の協力の下で学内予算を確保していただき、引率者は渡航行程全般の引率指導と訪問先との調整を行った。

6. 研究発表会の内容

正修科技大学における研究発表交流の様子を報告する。表4に研究発表会のプログラムを示す。神戸高専と正修科技大学から学生が交互に研究発表と討論を行う形式であった⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。実施を予定していた国立台湾科技大学および台北城市科技大学における研究発表会については、渡航中に悪化した COVID-19 の感染状況により中止となり、両大学の教員と懇談する際に本校学生が教員に対して研究内容紹介を短時間に対面で行うのみに留まった。正修科技大学における研究発表会の様子を図1に示す。

表4 研究発表会のプログラム

Academic Workshop Between Departments of Mechanical Engineering of Kobe City College of Technology and Cheng Shiu University Date : 2020.2.11 Place : Cheng Shiu University	
Agenda	
08:30~09:00	Registration (VIP Room)
09:00~10:20	Tour of Cheng Shiu University
10:20~10:30	Registration (ME Department)
10:30~10:50	Mr. Yuki ONO (KCCT) A Study of the Noise Caused by a Combustor ⁽²⁾
10:50~11:10	Mr. Chun-Ying Lin (CSU) Application of Cryogenic Treatment to Enhance Target Accuracy of 410 Stainless Steel Sniper Rifle
11:10~11:30	Mr. Naoki NAKATANI (KCCT) Research on Optimization of Turbine for Wave Power Generation by CFD ⁽³⁾
11:30~13:30	Lunch & Cultural Exchange
13:30~13:50	Mr. Jui-Hsiang Wu (CSU) Application of Cryogenic Treatment to Extend the Life of the TiAlN-Coated Tungsten Carbide Milling Cutter
13:50~14:10	Mr. Itsuki FURUYA (KCCT) Evaluation of the Effect of Lanolin Addition on Rapeseed Oil for Lubrication ⁽⁴⁾
14:10~14:30	Mr. Yi-Chen Huang (CSU) Application of AI Deep Learning Technique to the Measurement of Misaligned Nut
14:30~16:00	Tour to Department of Mechanical Engineering of Cheng Shiu University
16:00~17:00	Discussion of Mutual Collaboration
18:00~	Welcome Banquet



図1 研究発表会の様子

7. 参加学生の声

参加学生が後輩へのメッセージとして残した参加報告を以下で紹介する。参加した3名はそれぞれ語学力、海外渡航経験が全く異なっていたことから、感じたことや視点が全く異なる内容であり、それぞれの内容が非常に興味深いことから、作成した学生の許可を得てここに報告する。

7.1 参加学生の声1 私たちは、2020年2月10日から20日にかけて台湾の高雄と台北に、現地の学生との研究発表による交流や工場見学といった短期留学に参加してきました。ちょうどその時期は、新型コロナウイルスが中国から日本に流れ出したところであり、日本を出発する前日まで中止となる可能性がありました。何とか出発はできたものの、大学は感染対策の一環として早々に休校になっており、現地の学生の皆様とかかわることができたのは正修科技大学のみでした。また台湾は早々から国を挙げて感染対策に取り組んでおり、中国からの路線を全てシャットアウトした結果感染者数を大幅に抑えていました。

コロナウイルス対策のほかにも、台湾の町は日本と比街並みにまとまりがなく、店前の歩道の高さもバラバラであるなど、日本とは大きく異なっていました。また台湾の方々は、日本人と比べて会社への思い入れは少なく、自分が気に入らない場合の退職はよくあることであるようです。また会社の飲み会では家族連れ

で参加することが一般的であることなど、働き方や家族関係における価値観も日本とは大きく異なっていました。

今回、台湾という国に足を踏み入れてその文化を知ることによって、改めて日本の文化とその良さを知ることができました。また、海外に住む人の価値観を知ることによって、自らの価値観を見直すきっかけとなりました。こういった経験は実際に海外に出なければ得られないものであり、ぜひ皆様にも体験していただきたいです。

専攻科機械システム工学専攻1年 古谷一気

7.2 参加学生の声2 私にとっては人生初めての海外経験であり、海外の方と英語を使って研究発表会をさせて頂くことが出来た貴重な機会でした。

渡航の前半は、台湾南部の高雄を拠点としました。まず正修科技大学にて校内施設や設備の見学をさせて頂きました。日本の多くの学校にはあまりないような学生が自主的にものづくりに取り組むことが出来る環境や、授業が用意されており、それを多くの学生が有効活用していたことが印象的でした。その後、台湾の学生の方々と研究発表会となり、私達も専攻科特別研究で取り組んでいる内容を英語で発表しました。初めての英語での発表だったことや、英語の習熟度が低いため、ほとんど原稿を読むだけとなってしまいましたが、その経験が英語の勉強に対するモチベーションになりました。台湾の学生の方々は、とても英語を流暢に使われていたことも刺激となりました。

一通り学内の見学などが終わった後は、高雄市内を現地の学生さんと一緒に回りました。とても優しい方で、台湾ならではのスイーツや食事を紹介してくれたり、おすすめの夜市を回ったりしました。私もいろいろ経験したくなり、台湾式の足つぼマッサージをやってみたり、現地の美容院で台湾人に人気の髪形にしてみたりしました。

後半は台北に移動して、大学で研究発表や学生交流をする予定でしたが、COVID-19の影響でほとんどキャンセルになり、少しの学内見学をさせていただくのみとなりました。しかし、本校にも普通旋盤を納入いただいている瀧澤鉄工の台湾桃園工場の見学についてはさせていただくことができました。日系企業ということもあって、台湾と日本の係わりや考え方の違いなどの話を交えつつ、どのように働いておられるのかをお教えいただき、とても勉強になりました。

昨今は COVID-19 の影響で各国間の係わりを希薄化せざるを得ない状況になってしまっていますが、いつか状況が好転してきた際にはぜひ海外に足を運びたいと思えるようになったのも、今回の渡航のおかげであると思います。多くの人にこのような経験をしてもらえたらと思います。

専攻科機械システム工学専攻1年 中谷 直輝

7.3 参加学生の声3 『国際的に活躍できる』人材を目指して

a. 1年間留学することを決断したキッカケは？

私が初めて海外に渡航したのは本科2年生の春休みに、本校が主催するニュージーランド・オタゴポリテクニクへの短期留学プログラムに参加したことがきっかけでした。初めての海外は、言語だけではなく日本とは全く違う文化など、初めてだらけの事に圧倒された2週間だった印象です。その中で、一番印象的だったことは言葉が通じないということでした。私自身、5歳からECCに通うなど英語はどちらかという得意な科目だったこともあり、単純に言葉が通じない、言いたいことが言い表せないということがとても苦痛でした。その後も様々な国際派遣プログラムへの参加を通して英語を喋れるようになりたい、外国の文化をもっと理解したいと言う思いは強くなり、5年生の卒業時に再びニュージーランドへの1年間の留学を決意しました。

b. ニュージーランドでの留学生活

オタゴポリテクでは計9ヶ月過ごしました。最初の3ヶ月はオタゴポリテクニクの語学センターで英語を勉強しました。語学センターには中華系の方からシリア系難民の方まで多様な国籍の方が在籍しており、国際色豊かな印象でした。残りの6ヶ月はエンジニアリングコースに参加しました。オタゴポリテクニクでのコースが終了した後は現地のCapers Caféと言うパンケーキ屋さんでのアルバイトもしました。勉強以外の時間は、オタゴ短期留学プログラムに参加した際に友人になったニックがよく連れ出してくれたこともあり、たくさんの友人に巡り会うことができました。

c. 留学に行くことで本当に英語を喋れるようになるのか？

NZからの帰国後一番多く受けた質問は『英語喋れるようになったん？』です。答えはYesです。留学後に受験したTOEICでは920点(リスニング満点)、英語の4大スキル、リーディング、リスニング、スピー

キング、ライティングを問われる IELTS では Overall Score 7.5 を獲得することができました。しかし、留学に行ったら全ての人がこのスコアを取得できるとは限りません。私自身、留学中はできるだけ多くの時間を勉強に費やし、自分から積極的に NZ の友人にコミュニケーションを取った結果がこのスコアを取得できる結果に繋がったと考えます。もちろん、留学先の国を観光することも大事ですがそればかりが優先になってしまうとせっかくの自分のスキルを向上できる時間が台無しになってしまいます。実際に、帰国後に多くの留学に行った学生に会いましたが、喋れないまま帰国している人も多いです。

d. 最後に

今の高専のシステム上、長期留学に行くには1年間休学しないといけないなどの弊害もあります。しかし、私は留学に行ったことに後悔したことはなく、自分に大きくプラスになったと常々感じさせられます。確かに言語が習得したことも大きな自分の財産になりましたが、それ以上に同一均質な社会の日本では感じる事ができない文化や人々の多様性に触れることができたこと、また逆に日本を離れることによって当たり前だったことへの気づきなど海外へ実際に行ってみないとできないであろう経験が自分にとっての一番の財産になりました。国際化が進む社会の中でこの経験は自分のキャリアを築く中で大切な役割を果たしてくれると感じています。長期留学に行けなくてもコストも比較的安くすむ短期留学プログラムにたくさん参加したり、このコロナ禍では、オンライン英会話をするなど探してみれば方法はたくさんあると思います。私自身も、今でも毎日オンライン英会話をし、できるだけ留学で得られたものを失わないようにしています。世界で通用するエンジニアになるにはどうすればなれるか、5年間という長い時間の中でやれることはたくさんあると思います。

専攻科機械システム工学専攻1年 大野 裕貴

8. まとめ

神戸高専と正修科技大学が2020年2月に実施した JASSO 海外留学支援制度を活用した学校間研究交流活動の経緯とその内容を報告した。

JASSO 海外留学支援制度は MOU 提携校との学生研究交流活動に限定された制度であるため、これを利用するためには様々な制約と周到な計画準備が必要で

ある。しかし7章に示したように参加学生のプログラムに対する評価は非常に高かった。MOU 締結校との交流活動立ち上げの際に、学生派遣・受入のための十分な予算ファンドを確保できていない神戸高専にとって JASSO 海外留学支援制度は有効な制度である。

一方で、近年の神戸高専には高度な研究内容に取り組み高い語学力を持つ本科学士や専攻科学生は数多く在籍している。JASSO 海外留学支援制度を利用せず本プログラムを利用した場合でも参加学生が得る成果に変わりはないことから、プログラムに参加するメリットを学生と保護者が十分に理解する取り組みを行い、神戸高専らしい MOU 締結校との研究交流を通じた連携教育を行うことが学生の国際性を伸ばす一助になると考える。

謝辞

前例ない学生派遣プログラムの実施に対して、寛大な対応でサポートを頂いた国際協働研究センター並びに関連する校務担当者に対し、ここに改めて謝意を表します。

参考文献

- (1) “海外留学支援制度（協定派遣）”，独立行政法人日本学生支援機構，https://www.jasso.go.jp/ryugaku/scholarship_a/haken/index.html, 2021.
- (2) Yuki Ono, Hideki Hashimoto: “A Study of the Noise Caused by a Combustor” , Proceeding of 2020 Academic Workshop Between Dep. of Mechanical Engineering of Kobe City College of Technology and Cheng Shiu University, pp.1-5, 2020.
- (3) Naoki Nakatani, Taihei Hiraga, Takayuki Suzuki, Hideaki Shakutsui: “Research on Optimization of Turbine for Wave Power Generation by CFD” , Proceeding of 2020 Academic Workshop Between Dep. of Mechanical Engineering of Kobe City College of Technology and Cheng Shiu University, pp.22-28, 2020.
- (4) Itsuki Furuya, Satoshi Fukui, Etsuo Kagiya: “Evaluation of the Effect of Lanolin Addition on Rapeseed Oil for Lubrication” , Proceeding of 2020 Academic Workshop Between Dep. of Mechanical Engineering of Kobe City College of Technology and Cheng Shiu University, pp.45-50, 2020.

神戸高専研究紀要第 60 号 編集委員

横山 卓司 (総合情報センター長)	児玉 宏児 (副センター長)	増田 興司 (副センター長)
木場 隼介 (副センター長)	朝倉 義裕 (機械工学科)	佐藤 徹哉 (電気工学科)
伊原 茂 (都市工学科)	内藤 哲男 (学生係)	清田 実花 (総合情報センター)
中西 厚子 (図書館)		

研 究 紀 要 第 60 号 (非売品)

発 行 日 令和 4 年 3 月 1 日

発 行 者 神戸市立工業高等専門学校
神戸市西区学園東町 8 丁目 3 番地

TEL (078) 795-3311 (代)

FAX (078) 795-3314