

大分工業高等専門学校
紀 要

Memoirs of
National Institute of
Technology, Oita College

第 53 号

平成 28 年 11 月

NO. 53

November 2016

大 分 工 業 高 等 専 門 学 校
National Institute of Technology, Oita College

大分工業高等専門学校紀要

Memoirs of National Institute of Technology, Oita College

第 53 号

平成 28 年 11 月

[表紙](#)

[目次](#)

[平成 27 年（2015）10 月～平成 28 年（2016）9 月本校教員による著書、他誌等論文目録](#)

〔研究論文〕

[「アイルランド領主」としてのイングランド王ジョン](#) 1

田中 美穂

一般科文系

[Teaching Noun Clauses and Adverbial Clauses Using the *if*- or *when*-Clause](#) 7

Takayoshi ANAI

Dept. of General Education

[IDEAL PROCESSES FOR STUDYING ABROAD: AN ETHNOGRAPHIC APPROACH](#) 11

Tomek ZIEMBA

Dept. of General Education

[He存在下のプラズマ照射による種子への成長制御](#) 17

二宮 純子¹・平野 瑠唯²・上野 崇寿²

¹一般科理系, ²電気電子工学科

[工業高等専門学校における柔道授業の成果と課題](#) 21

川内谷 一志¹・佐野 博昭²・枝元 香奈子³・岡村 さやか⁴・射手矢 岬⁵

¹一般科理系, ²都市・環境工学科, ³目白大学, ⁴新宿未来造財団, ⁵早稲田大学

[専攻科プロジェクト実験Ⅰにおけるアグリエンジニア導入教育への取り組み](#) 28

菊川 裕規¹・薬師寺 輝敏¹・本田 久平²・嶋田 浩和³・田中 孝典⁴・

岩本 光弘⁵・高倉 慎⁵・佐藤 未都⁵

¹機械工学科, ²電気電子工学科, ³情報工学科, ⁴都市・環境工学科, ⁵技術部

[大分高専サッカー部を取り巻く部活動環境の見直し](#) 42

小山 幸伸¹・清武 博文²・石川 誠司²・プロハースカ ズデネク¹・

古川 隼士³・稲垣 歩⁴・佐藤 希生⁵

¹情報工学科, ²電気電子工学科, ³都市・環境工学科, ⁴機械工学科, ⁵サッカー部外部コーチ

[製鉄所構内に積み付けた大気エージング処理用製鋼スラグの基本的性状・・・・・・・・・・46](#)

麻生 更紗¹・佐野 博昭²・柏原 司³・古川 幹人³・澄川 圭次³・

佐藤 庫一³・中村 貴敏⁴

¹機械・環境システム工学専攻, ²都市・環境工学科, ³新日鐵住金株式会社,

⁴日鉄住金スラグ製品株式会社

[大分工業高等専門学校 都市・環境工学科における防災・減災教育研究の現状と今後の持続的な地域防災・減災教育研究への展望・・・・・・・・・・50](#)

佐野 博昭¹・名木野 晴暢¹・嶋田 浩和²・川内容 一志³・大庭 恵一³

¹都市・環境工学科, ²情報工学科, ³一般科理系

[ものづくり体験講座のためのGPS時計製作教材の開発と新規公開講座実施報告・・・・・・・・・・57](#)

永田 玲央¹・木村 健一¹・山本 佳奈¹・宮崎 健志¹・佐藤 未都¹

¹技術部

〔教育研究報告〕

[我が国農業の将来を高専での工学教育が支える = Future of Japan's Agriculture supported by Engineering Education in KOSEN・・・・・・・・・・63](#)

吉澤 宣之¹・高橋 徹²・松本 佳久³・小西 忠司³・佐藤 秀則⁴・岡 茂八郎⁵・

一宮 一夫⁶・穴井 孝義⁷・佐藤 達郎⁸・古川 明德⁹

¹地域連携交流センター長・一般科理系, ²教務主事・電気電子工学科, ³機械工学科, ⁴電気電子工学科,
⁵情報工学科, ⁶都市・環境工学科, ⁷一般科文系, ⁸一般科理系, ⁹校長

平成27年(2015)10月～平成28年(2016)9月本校教員による著書、他誌等論文目録

論 文 等 題 目	著 者	掲載誌名等 (年. 月)
フッサールの「自然的な生のあり方への帰還」(1926年10月)	堀 栄造	『筑波哲学』24号, pp.1-14 (2016. 3)
ウィリアム・マーシャルとアイルランド: 13世紀初めのイングランド人領主の足跡	田中 美穂	『エール (アイルランド研究)』35号, pp. 58-64 (2016. 3)
中世アイルランド史研究の今	田中 美穂	『歴史と地理 (世界史の研究246号)』691号 (山川出版社), pp. 57-60 (2016. 2)
Fatigue-induced grain growth and formation of slip bands in Cu processed by equal channel angular pressing	M. Goto S. Z. Han T. Yamamoto J.-H. Ahn S. Kim	• M. Baba • J. Kitamura • T. Yakushiji • J. Lee Transaction on Modelling & Simulation, Vol.59, pp. 279-290 (2015)
ワイヤ放電加工したS45C材の疲労強度	薬師寺 輝敏 鳥居 幸代	• 後藤 真宏 材料, Vol.64, No.11, pp.940-945 (2015)
Bending fatigue strength of annealed 0.45% carbon steel specimens finished by cutting and rubbing technique utilizing cemented carbide tip	T. Yakushiji M. Goto	• F. Nakagawa International Journal of Fracture Fatigue & Wear, Vol.4, pp.146-152 (2016.8)
Relationship between grain growth and formation of fracture surface of ultrafine grained Cu in high-cycle fatigue	M. Goto T. Yamamoto K. Kamil T. Yakushiji	• S.Z. Han • J. Kitamura • T. Fujimura Key Engineering Materials, Vol.713, pp.147-150 (2016.9)
Formation mechanism of inclined fatigue-cracks in ultrafine-grained Cu processed by equal channel angular pressing	M. Goto T. Yamamoto J.H. Ahn S.S. Kim	• S.Z. Han • J. Kitamura • T. Yakushiji • J. Lee International Journal of Fatigue, Vol.92, pp.577-587 (2016)
Wavelet Analysis of Vortex Shedding From a Circular Cylinder Supported by End Plates	A. Inagaki H. Yamada	• R. Mizobe International Conference on Advanced Technology in Experimental Mechanics 2015, pp. 272 (2015, 10)
Analytical investigation of optical vortices emitted from a collectively polarized dipole array	M. Asano	• T. Takahashi Optics Express, Vol. 23, No. 21, pp.27998-28011 (2015.10)

論 文 等 題 目	著	者	掲載誌名等 (年. 月)
Space Education Program Using ALOS-2 Earth Observation Data	T. Takahashi T. Fujishima H. Sano M. Yasuda	• T. Usui • M. Ohki • M. Takahashi • H. Kosada	66th International Astronautical Congress 2015, IAC-15.E1.2.9, (2015.10)
Space Education Program with Use of Corner Reflectors Made by Children	T. Takahashi T. Fujishima H. Sano M. Yasuda	• T. Usui • M. Ohki • M. Takahashi • H. Kosada	The 2nd PI Workshop for ALOS-2, Research and Application Program of the Advanced Land Observing Satellite-2 (ALOS-2), S2-3-06 (2015.11)
Education Program Using Earth Observation Data	T. Takahashi T. Fujishima H. Sano	• T. Usui • M. Ohki	The 38th Symposium on Remote Sensing for Environmental Sciences (2016.9)
簡易リフレクターによるALOS-2の教育利用	高橋 徹 藤島 豊久 佐野 博昭	• 臼井 敏夫 • 大木 真人 • 小定 弘和	日本リモートセンシング学会誌, Vol. 36, No. 4, pp. 360-366 (2016.9)
高階SOMを用いた3次元フレームワークの補間像の生成	佐藤 豊	• 木本 智幸	第14回電子情報系高専フォーラム論文集, p. 97-100 (2015.11)
記憶パターン間相関と学習則に構造を持つ連想記憶モデル	竹本 堯令	• 木本 智幸	第14回電子情報系高専フォーラム論文集, pp. 101-104 (2015.11)
反学習によるホップフィールドモデルの混合状態の不安定化-有限個の相関パターンと無限個の無相関パターンを学習した場合-	木本 智幸 上江洌 達也	• 橋本 知奈実	日本物理学会講演概要集, 71巻, 1号, 第71回年次大会, 21pBS-2 (2016.3)
連想記憶型相互作用を有する古典XYモデルの連続解の存在と安定性	吉田 梨紗 木本 智幸	• 上江洌 達也	日本物理学会講演概要集, 71巻1号, 第71回年次大会, 22aBT-12 (2016.3)
ディープラーニングによる地中レーダ物体識別のためのGPUクラスタを用いたFDTD法による学習用レーダ画像生成	園田 潤 昆 太一	• 木本 智幸	電子情報通信学会2016年ソサイエティ大会講演論文集, CS-2-4 (2016.9)
Silver nanoparticles with tunable work function	P. Wang S. Ryuzaki K. Okamoto	• D. Tanaka • S. Araki • K. Tamada	Applied Physics Letters, 107, 151601 (2015.10)

論 文 等 題 目	著	者	掲載誌名等 (年. 月)
Colorimetric detection of an airborne remote photocatalytic reaction using a stratified Ag nanoparticle sheet	R. Degawa D. Tanaka N. Sakai K. Okamoto	• P. Wang • S. Park • T. Tatsuma • K. Tamada	Langmuir, 32, 8154 (2016. 7)
Winnyネットワークにおけるクラスタリングを用いたインデックスポイズニングシステムの実装と評価	油田 健太郎 片山 徹郎 岡崎 直宣	• 山場 久昭 • 朴 美娘	情報処理学会論文誌, Vol. 56, No. 12, pp. 2395-2405 (2015. 12)
Development of a Tool to Keep Consistency between a Model and a Source Code in Software Development Using MDA	Y. Kikkawa Y. Kita K. Aburada	• T. Katayama • H. Yamaba • N. Okazaki	2016 International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB 2016), pp. 340-344 (2016. 1)
Proposal of an Authentication Method using Two Types of Machine Learning and Mouse Operation Trajectory	Y. Kita T. Katayama N. Okazaki	• K. Aburada • M. Park	2016 International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB 2016), pp. 346-349 (2016. 1)
Security Evaluation System for Android Applications Using User's Reviews and Permissions	N. Okazaki K. Aburada	• Y. Kita • M. Park	Journal of Robotics, Networking and Artificial Life, Vol. 2, No. 3, pp. 190-193 (2015. 12)
TFVIS: a Supporting Debugging Tool for Java Programs by Visualizing Data Transitions and Execution Flows	T. Katayama Y. Kita K. Aburada	• H. Nakamura • H. Yamaba • N. Okazaki	Journal of Robotics, Networking and Artificial Life, Vol. 2, No. 3, pp. 177-181 (2015. 12)
Prototype of a Decision Table Generation Tool from the Formal Specification", Journal of Robotics	T. Katayama Y. Kita K. Aburada	• K. Nishikawa • H. Yamaba • N. Okazaki	Journal of Robotics, Networking and Artificial Life, Vol. 2, No. 3, pp. 205-208 (2015. 12)
Evaluation of Hysteresis Loss and Eddy-current Loss in Induction Motor Stator Cores Using the Excitation Inner Core Method	M. Oka	• M. Enokizono	USB Proceedings of ICEM2016, 1688-if-004839 (2016. 9)
励磁用内挿コア法を用いたフレームによる圧縮応力のステータコア鉄損への影響評価	岡 茂八郎 榎園 正人	• 松原 果穂	平成28年産業応用部門大会論文集(USB, 3_13), pp. III 143-III 146 (2016. 8)
The Evaluation of Fatigue Caused by Plane-Bending Stress on Stainless Steel Using the Stacked-Coil Type Magnetic Sensor	M. Oka M. Enokizono	• T. Yakushiji	Combined Abstracts 2016 PDF of QNDE-Georgia (USA), No. 86 (2016. 7)
誘導機のフレームがステータコアの鉄損に与える影響の評価	岡 茂八郎	• 榎園 正人	第28回電磁力関連のダイナミクスシンポジウム講演論文集, pp. 294 -297 (2016. 5)
磁気的手法による鉄系構造材の非破壊片振り引張疲労評価	岡 茂八郎 榎園 正人	• 薬師寺 輝敏	日本AEM学会誌, Vol. 23, No. 4, pp. 654-658 (2015. 12)

論 文 等 題 目	著	者	掲載誌名等（年・月）
ステータ巻線励磁法による誘導機ステータコアのヒステリシス損と渦電流損への外部応力の影響評価	蒔 一磨	・ 岡 茂八郎	平成27年度第14回電子情報系高専フォーラム講演論文集 (CD-ROM), pp. 105-108 (2015. 11)
高効率モータの開発のための応力ベクトル磁気特性とビルディングファクターの検討	岡 茂八郎 榎園 正人	・ 甲斐 祐一郎	第24回MAGDAコンファレンス in Tohoku 電磁現象および電磁力に関するコンファレンス講演論文集, pp. 375-378 (2015. 11)
Evaluation of the Material Degradation of Austenitic Stainless Steel under Pulsating Tension Stress Using Magnetic Methods	M. Oka M. Enokizono	・ T. Yakushiji	Journal of the Japan Society of Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol. 23, No. 3, pp. 458-463 (2015. 10)
堰止め式ダリウス形水車の開水路への設置と流量変動に伴う運転に関する一考察	松下 大介 渡邊 聡	・ 古川 明德	ターボ機械, 43巻, 12号, pp. 721-729 (2015. 12)
Performance Prediction of Darrieus-Type Hydroturbine with Inlet Nozzle Operated in Open Water Channel	K. Nakashima D. Matsushita A. Furukawa	・ S. Watanabe ・ S. Tshuda	Proc. 28th IAHR symposium on Hydraulic Machinery and Systems, Paper No. III.6_5, pp. 1-5 (2016. 7)
Conceptual Proposal on Extra-Low Hydropower Utilization of shallow-Water Flow in Gutter by Handy-Type Darrieus Turbine	A. Furukawa D. Matsushita S. Watanabe	・ W. Iwamoto ・ H. Kikugawa	Proc. 6th Int. Symp. On Energy Challenges & Mechanics, Paper Sec.15-5, pp. 1-9 (2016. 8)

「アイルランド領主」としてのイングランド王ジョン

King John as a lord of Ireland: the significant relationship between John and Ireland.

田中 美穂

Miho TANAKA

一般科文系

Dept. of General Education (Humanities)

King John, the fifth and youngest son of Henry II, lord of Ireland and king of England, duke of Normandy and of Aquitaine, and court of Anjou, died 18/19 October 1216. This year is the anniversary of his death and the international conference, 'King John 1216-2016, 800 years' was held at Dublin Castle, built under John's order.

He is one of the most important figures of the English in Irish history. This paper introduces the programme of the 1st day of the conference and shows how John is regarded as a lord of Ireland among scholars recently.

キーワード：中世アイルランド史，ジョン王，ダブリン城，マグナ・カルタ

はじめに

今年は、イングランド王ジョン（在位1199～1216年）の没後800年の年に当たる。アイルランドでは、これを記念して、「ジョン王 1216～2016年 800年」（King John 1216-2016, 800 years）と題する国際学会がジョン王ゆかりのダブリン城で開催された。開催の趣旨、プログラムや発表者についてはHP上で紹介されている¹⁾。

本稿では、2016年9月8～10日に開催された、この学会の一日目（8日）の様子を紹介しつつ、アイルランド中世史学界において、現在、ジョン王がどのようにとらえられているのか、どう評価されているのかについて論じたい。

まだ王子であった1177年に、ジョンは父のヘンリー2世により「アイルランドの（上級）領主」（Dominus Hiberniae / lord of Ireland）に任命された。1185年と1210年の2回、ジョンはアイルランドに遠征している。アイルランドの植民地統治の根源とも見なされることのあるジョンであるが、その実態はどのようなものであったのだろうか。

1. 学会「ジョン王 800年」の第一日目

アイルランド史において、2016年という年は、何と言っても1916年4月24日の復活祭最初の月曜日（イースター・マンデー）に決行された「イースター蜂起」から100年目の年として重要である。長くブリテンに植民地支配されてきたアイルランドが、独立戦争を経て、アイルランド共和国として独立する契機となった劇的で人々の記憶に深く

刻まれた歴史的イベントである（1922年の独立当初は「アイルランド自由国」であった）。アイルランド国立図書館では、イースター蜂起の主要メンバー7人に焦点を当てた展示が行われていた。これも2016年秋現在HP上で見られる²⁾。

筆者が参加した中世を対象とした学会でも、「イースター蜂起」の記念の年でもあることが、司会者によって言及された。日本でも100周年の記念の年に国際シンポジウムが開催される「イースター蜂起」（日本アイルランド協会2016年度年次大会にて12月10日開催）とは異なり、「ジョン王 800年」はかなり限定的な研究者の集いであった。参加者は50～60人くらいで、そのうち23人が発表者であった。発表者のほとんどはブリテン諸島の大学教員で、ジョン王に関する研究をしてきた研究者、あるいはジョン王が生きていた12～13世紀を専門とする研究者が発表者として集められたようだった。

これまで筆者は、ジョンについて言及することはあっても³⁾、ジョン自身を研究対象として論文を執筆したことはない。ジョンは、父ヘンリー2世とならんで、中世アイルランド史においてきわめて重要なイングランド王である。この学会への参加を機に、少しでもジョンとアイルランドの関係について理解を深めたいと考えた。

「ジョン王 800年」を企画したのは、T・オ・キープとC・ヴィーチのようである⁴⁾。司会を務めたオ・キープは、歴史学というより考古学が専門の研究者で、中世アイルランドの教会建築・美術に関する著書が多数ある。ヴィーチは、アメリカ出身の若手研究者で、ド・レイシー家についての著作を刊行している。ジョンとアイルランドをテ

ーマにしたセッションは第一日目にあったので(二日目以降は、ジョン王と教会・女性・戦争と平和などをテーマに、ジョンをめぐる多岐にわたるセッションが用意されていたが)、その日だけ参加した。

S・チャーチの基調講演、‘John and the Rulership of his Lands’で幕を開け、ヴィーチの発表、‘Ireland and the Angevin Empire’で「セッション1 ジョンとアイルランド」が始まった。上記の二人の研究者を含め、本人の、あるいは他の研究者のこれまでの研究をまとめたような内容の発表が続いたが、N・ヴィンセントとM・T・フラナガンの発表は、それぞれ新しい知見を聴衆に提供してくれる内容の濃いものであった。また、中世ダブリンの研究で数々の業績のあるS・ダフィーは、やはり‘John and Dublin’の題で発表をしていたが、「ヴィクトリア女王はアイルランドに2回来たが、ジョンも2回来ている(ので立派だ)」というようなことを言い、笑いを誘っていたのが印象的だった。

ヴィンセントは、証書(チャーター)のコピーや地図のハンドアウトを用意してくれた。‘John and Ireland before 1199’と題する発表で、マンスター地方ティペラリー州アルドフィナン(Ardfinnan)を中心に、この地に進出したジョン王の戦略について論じていた。

‘Fomenting Factionalism in Angevin Ireland: The Role of John as Lord and King’と題するフラナガンの発表は圧巻であり、できればもっと時間をかけてじっくり拝聴したい内容であった。証書やウィリアム・マーシャル(1219年没)の伝記、年代記史料などを駆使して、1185年のジョンのアイルランド遠征に同行したセオボルド・ウォルター(1206年頃死去)とジョンとの主従関係の変化とセオボルドが所有する土地の変化について明らかにしていた。レンスター地方のミーズ州アルドモークン(Ardmulchan)の土地を中心に上げて、その所有者がセオボルドからレイシー家に移った背景には、セオボルドが1194年にジョンの兄リチャード1世(在位1189～99年)側に付き、王となったジョンによって1199年にランカスター地方やその他の土地を奪われた事実があったことが示唆された。

この学会の研究発表も書籍化されるそうであるが、あまり時間を経ずに刊行されることを願う。2007年にウィリアム・マーシャルがキルケニーで証書を発行した年(1207年)の800年を記念して開催された学会の書籍が、未だに刊行されていないという例がある(2016年11月に刊行予定)。

2. イングランド王としてのジョンの評価

ブリテン諸島の研究者もよく言及しているが、一般にジョン王は歴代イングランド王の中でもとくに人気がない。「最も嫌われている王」「最悪の王」と記されることがさえる。映画では、「冬のライオン」(アンソニー・ハーヴェ

イ監督、1968年)で容姿のさえないわがままな末っ子として、「ロビン・フッド」(リドリー・スコット監督、2010年)でもどうしても愚かで邪悪な王として描かれていた。「ロビン・フッド」伝説では、ジョンは、「善い王」の兄リチャード1世に対して、「駄目な弟」として描かれることが多い。歴代イングランド王に「ジョン」という名の王はただ一人であり、今後も次の「ジョン王」はなかなか出現しそうにない。「国王ジョン2世」の誕生は、「ブリテン共和国」の誕生よりもありそうにないこと」とさえ言われている⁵⁾。

ジョンは、1167年12月24日のクリスマス・イヴに、ヘンリー2世(在位1154～89年)の五男としてオックスフォードで生まれた⁶⁾。母はアリエノール・ダキテーヌ(アキテーヌ女公エレーノア)であり、上に多くの男兄弟がいて相続する土地がないことから、子供時代から「欠地王」(Lackland)というあだ名をつけられていた。上の兄二人が夭折し、三男のリチャードが父の跡を継いだ。「獅子心王」と呼ばれたリチャード1世は、十字軍遠征など軍事に明け暮れ、国王時代にイングランドに滞在することもほとんどなく、わずか10年ほどで統治を終えた。後継者となる子はいなかった。また、後述する四男の兄もすでにこの世にいなかった。こうして「欠地王」ジョンが、イングランド国王の地位を得ることになった。

「イングランド国王」以外にも、ジョンは、「アイルランド領主」「ノルマンディー公」「アキテーヌ公」「アンジュー伯」の称号を持つ。1171年のアイルランド遠征後、父ヘンリーは、末子のジョンの将来のために、ジョンを1177年に「アイルランド領主」とした。1185年には、当時は王子だったジョンがアイルランドを遠征している。兄リチャードが死去した際、ジョンは、ジョンの兄でヘンリー2世の四男であったブルターニュ公ジェフリー(ジョフロワ)(1186年没)の息子アーサー(アルテュール)とイングランド王位を争った。有力な貴顕ウィリアム・マーシャルらがジョンを支持し、ジョンはアーサーを押しつけて王位を獲得した。1203年に死去したブルターニュ公アーサーは、ジョンの指示によって殺害されたと推察されている。

兄リチャードと異なり、ジョンは武勇面で成功を収めることはなかった。1204年以降、ノルマンディーやアンジューなどの領土をフランス王フィリップ2世によって没収された。大陸での領地回復を狙った1214年のブーヴィーヌの戦いでも、フィリップ2世の軍に敗れた⁷⁾。カンタベリー大司教の任命権をめぐるローマ教皇とも対立し、1209年にはインノケンティウス3世によって破門されてしまった。こういったところから、イングランド王としてのジョンの評価は芳しくなく、日本語で「失地王」の汚名も新たに帰せられることになる。

きわめつけは、1215年の「マグナ・カルタ(大憲章)」の調印である。マグナ・カルタは、ジョン王以上に有名で、どの世界史の教科書にも、たとえジョンの名がなくとも、

マグナ・カルタは登場する。ロンドン南西部のラニーミードで、ジョン王に反発する諸侯と都市代表が王に認めさせた大証書である⁸⁾。2015 年 6 月 15 日には、発布から 800 年を記念する式典がラニーミードで開催された。マグナ・カルタは、その記念式典にエリザベス女王やキャメロン首相が参列するほど重要なものであり、2009 年にはユネスコの世界記憶遺産にも登録されている。王権の濫用を阻止するために、諸侯の権利や、都市や教会の自由を国王が認めることが求められた。近現代の人権宣言や世界各国の憲法に、部分的ではあれ、影響を与えたと言われている。ことにブリテンでは、基本的人権と立憲君主政の出発点となった文書として認識されている。

大陸所領の多くを失うことになったジョン王の大陸政策の失敗が、イングランド諸侯の反乱を招いた。そして、世界的に有名なマグナ・カルタが誕生したというわけである。なお、ジョンも、跡を継いだ国王ヘンリー3世も、マグナ・カルタを無視する政策をとり、1225 年の第 3 版で文言が確定するなど、マグナ・カルタ自体がその後も何度も修正・再公布されていくことになる。

3. アイルランド領主としてのジョン

次に、アイルランド領主として、ジョンがどのように評価されているのかについて見ていきたい⁹⁾。

上記のように、1177 年にジョンはアイルランド領主となったが、このとき少年であったジョンは、名ばかりの領主であった。ジョンが、領主としての自分の実力を試されたのが、1185 年春の遠征であった。父ヘンリー2世によって入念に準備されていた遠征であったが、成功したとは言えないものであった。ジョンと父が随行させてくれた有能な家臣たち一行は、4 月 25 日頃にマンスター地方の南部の港ウォーターフォードに上陸し、12 月 17 日までアイルランドに滞在した。マンスターを北上し、ダブリンに長期滞在した。滞在中、すでにアイルランドに入植していたイングランド王の家臣たちにジョンの上級支配権を認めさせ、彼らをイングランド王の支配下に戻すことが目的であった。しかし、当時、入植者たちの指導者であったヒュー・ド・レイシー(1186 年没)らと対立し、自身のアイルランドにおける上級支配権を確立することはできなかった。一方、ジョンによりリムリックに土地を与えられ、その後、コナハト地方にも勢力を伸ばしたウィリアム・ド・バーク(1205 年没)のように、1185 年の遠征の随行者の中には、アイルランドで地位を築いていった者もいる。

ヘンリー2世は、ジョンに再度のアイルランド遠征を勧めたようだが、兄ジェフリーが 1186 年に死去したこともあり、対外政策が変更され、ジョンの王子時代の再度の遠征は取りやめになった。最初の遠征の失敗もあり、ジョンを「アイルランド王」にする計画も頓挫した。結局、テューダー朝のヘンリー8世まで、アイルランドの支配者とし

てのイングランド王の称号は、「アイルランド領主」のままであった。

アイルランドには行くことがなくても、ジョンは、アイルランドでの領主権保持にこだわった。たとえば、レンスター王の孫娘と結婚したウィリアム・マーシャルにレンスターの支配権を譲ろうとしなかった。ウィリアム・マーシャルとジョンは、ジョンがイングランド王になってからも対立と和解をくり返すが、ジョンの死後、わずか 9 歳で即位したジョンの息子のヘンリー3世を摂政として支えたのが、ウィリアム・マーシャルであった¹⁰⁾。

イングランド王に即位してのち、対外政策の行き詰まりから、アイルランドでの領主権を固めたいと考えたジョンは、1210 年 6 月 20 日に再びアイルランド遠征を行なった。今度はウォーターフォード近郊に上陸した。700 隻もの船で赴き、軍勢の中にはフランドル人の傭兵もいたと伝えられる。8 月 25 日までの 9 週間の遠征で、王の意向に従わない上記のヒュー・ド・レイシーの息子で同名のアルスター伯ヒュー・ド・レイシー(1242 年没)をアルスターから、もう一人の息子ウォルター・ド・レイシー(1241 年没)をミーズから追放した。1185 年の遠征よりは成果があったが、ジョン王がアイルランドで、イングランド人とアイルランド人両方の領主たちに対して、堅固な領主権を確立したとはとても言えない状況であった。

アイルランドでの支配権の拡大という面では、成功を収めることができなかったジョンであるが、アイルランド中世史学界における彼の評価はそう悪くはない。1980 年代くらいまで、研究者のジョンへの評価が相当高かったことが紹介されている。例として、ジョンについての著作もあるイングランド中世史を代表する研究者 W・L・ウォレン(Warren)(1994 年没)は「アイルランドでかつてなく成功した上王」と言い、同じくアイルランド中世史の大御所 F・X・マーティン(Martin)(2000 年没)も「イングランドでは最悪の王として描かれるが、逆説的にアイルランドでは最高の王」と評したという¹¹⁾。

「ジョン王 800 年」と題する学会を催したオ・キープらの評価はそこまで高くないが、父のヘンリー2世以上に、アイルランド史においては重要な存在であるという認識では一致しているようである。そういった評価は、この学会での研究者たちの発表を聴いていても伺えた。たとえば、1185 年のジョンのアイルランド遠征に同行したジェラルド・オヴ・ウェールズ(ギラルドゥス・カンブレシス)(1223 年頃没)は、アイルランド人を徹底的に野蛮人として描写しているが、事実と異なる点はすぐさま研究者たちによって否定される。このようにアイルランド人を蔑視する描写が、イングランド王によるアイルランド支配を正当化する手段であったことは自明の理である。そういった側面が考慮されつつも、実務的な面でジョンがアイルランドで果たした役割が評価されているのである。

最近の研究者たちによって、アイルランドへのイングラ

ンドの法律や行政組織の導入、城の建設、硬貨鑄造がジョンの功績として挙げられている¹²⁾。ジョンは、イングランドの財務府、裁判制度、法律をアイルランドにもたらし、総督(justiciar)や裁判官をはじめ、王の臣下の役人をアイルランドに派遣した。ダブリンに「小さなウェストミンスター」を設置し、アイルランドの司法・行政・財政の中心とした。オ・キープとヴィーチは、「こうして、ジョンの統治は、ウェストミンスターに従属したダブリンの植民地化の始まりとなる」と結論づける¹³⁾。

「ジョン王 800 年」の学会が開催されたダブリン城とマンスター地方のリムリック城が、ジョンがアイルランドに建設した城の中でもとくに重要である。1204 年にジョンの命令によって建設されたダブリン城は、その後、イングランドの植民地支配の象徴となっていく。現在の建物のほとんどは 18 世紀以降に建てられたもので、中世の遺構は、1210 年以降に建てられたと推定されるバーミング・タワーと 1226 年に建設されたレコード・タワーのみである。一方のリムリック城は、シャノン川に面し、1200 年頃から建設された中世そのままの城である。「ジョン王の城」と呼ばれ、硬貨鑄造など中世の歴史や生活が再現されており、当時の面影を感じ取ることができる。このように、ジョンの城建設者としての面も評価されている¹⁴⁾。

最後にもう一点、「マグナ・カルタ・ヒベルニアエ」(Magna Carta Hiberniae)について言及したい。いうまでもなく、1215 年に調印されたマグナ・カルタのアイルランド版である。P・クルックスが、2015 年のマグナ・カルタ誕生 800 年目の記念の年に、これについて紹介している¹⁵⁾。それによると、1216 年 11 月 12 日、ジョンの死後、少年王ヘンリー3 世の摂政となったウィリアム・マーシャルによりマグナ・カルタが再発行された。1217 年 2 月 6 日にこれがアイルランドに送られた。このマグナ・カルタ・ヒベルニアエは、少々イングランド版と異なり、ロンドンに相当する都市はダブリンとされ、ダブリンを流れるリフィー川がテムズ川に相当した。アイルランドで自由を保障されたのは、当然、イングランド人であり、現地のアイルランド人の民に対して、イングランド人の入植を定義するものとして機能したようである。このマグナ・カルタ・ヒベルニアエの役割は、1366 年に制定されたキルケニー法によって取って代わられることになる。

イングランドにおいても、行政手腕については評価されることがあるジョン王は、とくにアイルランドでそれを発揮し、以降のアイルランドの歴史に大きな影響を与えたと現在の研究者たちから評価されている。

おわりに

本稿では、「アイルランド領主」としてのジョン王の評価について考察した。ジョンがアイルランド領主となったのは、まだ幼い時で、いわば相続すべき土地を持たない末

子を不憫に思った父ヘンリー2 世からの贈物であった。成長したジョンは、1185 年に最初のアイルランド遠征を実行するものの、現地にすでに土地を得ていたイングランド人の家臣たちを制御することができなかった。そのことが父であるヘンリー2 世を失望させ、ジョンが「アイルランド王」になることはかなわなかった。その後、兄が全員死去し、ジョンに思いがけずイングランド王位がめぐって来た。イングランド王として、ジョンは、フランス王フィリップ2 世と、イングランド王家(アンジュー家)がフランスに持つ所領をめぐる争いをくり返した。これに失敗し、大半の領地を失った後、ジョンは、今度はイングランド王としてアイルランドに再度遠征する。1210 年のことであった。最初の遠征から 25 年が経っていた。一部、ジョンの意向に従わないイングランド人領主を追放したが、アイルランド全土で上級支配権を確立することはなかった。

その一方で、行政・司法・財政面で、ジョンはイングランドの制度や法律をアイルランドに導入した。そのことが現在の中世アイルランド史の研究者たちにも評価されているのである。

(補論)

2016 年 9 月のダブリン滞在中、アイルランドの研究者と話をしている時、次のような話題になった。「アイルランド人に嫌われているイングランド人のトップ 3 は誰か?」。これは、筆者と話をした研究者の主観的な意見ではなく、その研究者が考える客観的な選定である。

第 3 位は、ジョンの父ヘンリー2 世である。1171~72 年に最初にアイルランド遠征を行なったイングランド王である。彼によって、イングランド王によるアイルランド支配の歴史が始まった。

第 2 位は、イングランドで宗教改革を実施したヘンリー8 世(在位 1509~47 年)である。入植したイングランド人が「ゲール化」し、中途半端に終わった中世のアイルランド支配であったが、この王の時代にイングランド王は「アイルランド王」の称号も獲得した。アイルランドの「再植民地化」「徹底したイングランド化」をはかり、反抗する現地の支配者には軍事制圧を行なった。

第 1 位は、ピューリタン革命の立役者のオリヴァー・クロムウェル(1658 年没)である。プロテスタント化した当時のイングランドにとって、カトリック教徒の多いアイルランドは反革命勢力の温床であった。クロムウェルの軍隊は 1649 年 8 月にダブリンに上陸し、翌年 5 月まで、ドロヘダをはじめ、各地で多くのアイルランド人を虐殺した。

他、ウィリアム 3 世(在位 1689~1702 年)(1688 年の名誉革命後、妻のメアリーとともにイングランド国王として迎えられたオレンジ公ウィリアム。1690 年のアイルランドのボイン川の戦いで、カトリック勢力はウィリアム率いるプロテスタント勢力に敗北した。北アイルランドでは、プロテスタントによって彼を称える「オレンジ行進」が毎

年実施されている) やエドモンド・バーク (1797 年没) (18 世紀に活躍した政治思想家。ブリテンのホイッグ党の指導者。フランス革命を厳しく批判したことでも知られる。アイルランド生まれでありながら、アイルランドのブリテン帝国への合同を奨励した) もかなり嫌われているということである。

ジョン王については、それほど嫌われてはいないそうである。この辺り、ヴァイキングの扱いと似ているように感じられた。9 世紀以降、ヴァイキングは確かにアイルランドに侵入し、教会や修道院の宝を奪い、多くの人を殺したが、ダブリン、コーク、リムリックなどの都市を築き、貨幣経済を取り入れ、交易活動を推進し、アイルランドにたくさんの良いものをもたらしてくれた。それゆえ、ダブリンをはじめ、ヴァイキングゆかりの地には、ヴァイキング時代にまつわる観光名所が設置され、アイルランド国立博物館でもこの時代の展示は充実している。ジョン王も、リムリックの「ジョン王の城」が示すように、彼が残したものが観光名所として機能している。破壊するだけではない、アイルランドに良きものをもたらしてくれた侵入者に対しては、アイルランド人の国民感情も違ってくるのかもしれない。

今回、数年ぶりのダブリン訪問であった。ダブリンに滞在する際には、できるだけキルデア通りのアイルランド国立博物館を訪れるようにしている。先史時代から中世にかけての展示を見るためであるが、沼地で見つかった鉄器時代のミイラや 800 年頃の詩編の聖書写本など、新たな考古学的発見があれば、新たな展示がすぐに用意されるので何度でも足を運ばなければならない。

中世史に関しては、2014 年 4 月に始まった展示「クロンターフ 1014 年」(Clontarf 1014: Brian Boru and the Battle for Dublin) を初めて目にした。1014 年の「クロンターフの戦い」は、前述の「ボイン川の戦い」などと並んで、アイルランド史において非常に有名な戦いである。中世のアイルランドの王の中でも、最も成功したといわれるブリアン・ボールヴァ (英語名ブライアン・ボルー) は、マンスター出身でまずマンスター王となり、やがてほぼアイルランド全域を支配するまでの偉大な王となったが、1014 年にダブリン近郊で起こったクロンターフの戦いでヴァイキング軍に敗れて戦死した。しかし、ブリアンの軍はヴァイキングに対して勝利を収め、以後、アイルランドにおけるヴァイキングの勢力は衰退したといわれている。実際には、ブリアン側につくヴァイキングもあり、アイルランド人とヴァイキングが単純に敵味方に分かれて戦ったわけではなかった。この展示には、そういった「神話」を見直すという意図も込められているようだった。2014 年という年は、言うまでもなく、クロンターフの戦いから 1000 年目の記念の年である。2014 年頃に、学会「ジョン王 800 年」の発表者でもある前述のダフィーのものをはじめ、クロンターフの戦いやブリアン・ボールヴァに関する研究書

がいくつか出版されている。

800 年や 1000 年といった記念の年に、その歴史的イベントや遺産に関するシンポジウムや学会が開催され、博物館の展示や学術書の出版もこれと連携して盛り上がっていく、というのがアイルランドでも昨今の流行であろうか。本稿で中心人物として取り上げたジョン王についていえば、死後 700 年目の年には何の祝いもなかった。それどころか、まさにその年、アイルランド共和国の実現を目指し、イースター蜂起を執行したパトリック・ピアースとその仲間たちが「(我々は) 王にも皇帝にも仕えない」と誓ったのだというエピソードが紹介される¹⁶⁾。ピアースらイースター蜂起で戦い、ブリテンによって処刑された人々の宿願は、「王にも皇帝にも支配されない」アイルランド共和国の実現であったのだ。さらに 100 年経過した 2016 年と大きな違いである。

研究の進展や深化によって、また、その時代の成熟度によって、過去の歴史は見直される。800 年や 1000 年の記念の年に、中世の歴史が改めて脚光を浴び、問い直されることは、それなりに意義があることだと言えるだろう。

注

- 1) <http://www.kingjohn800.com/>
- 2) <http://www.nli.ie/1916/>
- 3) 一例として、田中美穂「ルアリー・ウア・コンホヴァルと二人の侵入者たち—中世後期アイルランドの政治的変容に関する一考察—」『メトロポリタン史学』第 9 号、2013 年、113-131 頁。
- 4) Veach, Colin, and O' Keeffe, Tadhg, King John (d. 1216) and the origins of colonial rule in Ireland, *History Ireland*, July/August 2016, pp. 22-25.
- 5) O' Keeffe, Tadhg, and Liddiard, Rob, King John (d. 1216), castle-builder, *Archaeology Ireland*, Summer 2016, p. 32.
- 6) ジョンの生涯については、Gillingham, John, 'John (1167-1216)', in H. C. G. Matthew and B. Harrison (eds.), *Oxford Dictionary of National Biography: in association with the British Academy: from the earliest times to the year 2000* (Oxford: Oxford University Press, 2004), vol. 30, pp. 158-170. ジョン王の時代に関して読める最近の邦文文献は、朝治啓三『シモン・ド・モンフォールの反乱』(京都大学学術出版会、2003 年); エドモンド・キング/吉武憲司(監訳)『中世のイギリス』(慶應義塾大学出版会、2006 年); 朝治啓三他(編著)『中世英仏関係史 1066—1500—ノルマン征服から百年戦争終結まで』(創元社、2012 年); バーバラ・ハーヴェー(編)/鶴島博和(日本語版監修)/吉武憲司(監訳)『オックスフォード ブリテン諸島の歴史 4 12・13 世紀 1066 年—1280 年頃』(慶應義塾大学出版会、2012 年); 有光秀行『中世ブリテン諸島史研究—ネイション意識の諸相—』

(刀水書房, 2013 年).

7) ジョルジュ・デュビー／松村剛訳『ブルーヴィーヌの戦い：中世フランスの事件と伝説』(平凡社, 1992 年).

8) 城戸毅『マグナ・カルタの世紀 中世イギリスの政治と国制 1199-1307』(東京大学出版会, 1980 年); 歴史学研究会(編)『世界史史料 5 ヨーロッパ世界の成立と膨張』(岩波書店, 2007 年), 58-59 頁(執筆: 城戸毅).

9) アイルランド側から見たジョンの生涯については, Gillingham, 'John (1167-1216)', pp. 158-159, 163-164; Beresford, David, 'John(1167-1216)', in J. McGuire and J. Quinn (eds.), *Dictionary of Irish Biography: from the earliest times to the year 2002 (under the auspices of the Royal Irish Academy)* (Cambridge: Cambridge University Press, 2009), vol. 4, pp. 987-988; Frame, Robin, *Colonial Ireland 1169-1369* (Dublin: Four Courts Press, 2012), pp. 62-69; Veach and O' Keeffe, King John (d. 1216) and the origins of colonial rule in Ireland.

10) ウィリアム・マーシャルとジョン王との関係について詳細は, 拙論「ウィリアム・マーシャルとアイルランド—13 世紀初めのイングランド人領主の足跡—」『エール (アイルランド研究)』第 35 号, 2016 年, 58-64 頁.

11) O' Keeffe and Liddiard, King John (d. 1216), castle-builder, p. 32; Veach and O' Keeffe, King John (d. 1216) and the origins of colonial rule in Ireland, p. 22.

12) Beresford, 'John(1167-1216)', p. 988; O' Keeffe and Liddiard, King John (d. 1216), castle-builder; Veach and O' Keeffe, King John (d. 1216) and the origins of colonial rule in Ireland.

13) Veach and O' Keeffe, King John (d. 1216) and the origins of colonial rule in Ireland, pp. 24-25.

14) O' Keeffe and Liddiard, King John (d. 1216), castle-builder.

15) Crooks, Peter, Exporting Magna Carta: exclusionary liberties in Ireland and the world, *History Ireland*, July/August 2015, 14-17.

16) O' Keeffe and Liddiard, King John (d. 1216), castle-builder, p. 35.

(2016.9.30 受付)

Teaching Noun Clauses and Adverbial Clauses Using the *if*- or *when*-Clause

Takayoshi ANAI

Dept. of General Education

Japanese learners of English are said to be relatively familiar with grammar. This is because entrance examinations to universities require a high level of grammatical knowledge. However, there are some typical grammatical errors which the learners continue to make. One of these errors is confusion of the noun clause and the adverbial clause, both of which use the same subordinate conjunction, *if* or *when*. This article attempts to present a rationale for an inductive way of teaching noun clauses and adverbial clauses using subordinate conjunctions “*if*” and “*when*” in a Japanese EFL setting.

Key Words: *grammar, noun clause, adverbial clause, subordinate conjunction, if, when*

1. CONTEXT

The setting for this lesson is National Institute of Technology, Oita College. Students are aged between 15 and 16, and class size is about 40 students. Students' level of English is intermediate. They have studied English as a subject at junior high school for three years (three hours per week on average) prior to entering the college.

After their entrance to the college, students study English grammar in detail. The following are relevant grammatical items students will already know before this lesson: basic word classes (nouns, verbs, adjectives, adverbs, and conjunctions), phrases, five sentence patterns (SV, SVC, SVO, SVOO, and SVOC), transitive and intransitive verbs, relative pronouns, and clauses (noun clauses, adjective clauses, and adverbial clauses).

The sentences which include either the *if*-clause or the *when*-clause have not been presented in the teaching of a noun clause or adverbial clause so as to avoid students' confusion, although they have learned noun and adverbial clauses using other subordinate conjunctions such as *that*, *until*, and *because*.

So far, the students have been involved in a deductive way of grammar teaching in Japanese, so this becomes the first time for them to experience inductive teaching.

2. AIMS OF THE LESSON

At the end of the lesson, students will be better able to:

- Understand how to distinguish between noun and adverbial clauses.
- Understand that in an adverbial clause which refers to future or condition, the present simple is used.
- Write and speak with the correct adverbial clause form when they refer to future or condition.

3. INTENDED OUTCOMES OF THE LESSON

By the end of the lesson, regarding sentences of [the main clause + *if*- (or *when*-) clause], students will be better able to:

- Understand that the *if*- (or *when*-) clause that can be moved to the top of the sentence without making the rest ungrammatical is an adverbial clause.
- Understand that the *if*- (or *when*-) clause that can be deleted out of the sentence without making the rest ungrammatical is an adverbial clause.

- Understand that the *if*-clause where *if* can be replaced by 'whether or not' is a noun clause.
- Understand that the *if*- (or *when*-) clause which is an object of a transitive verb is a noun clause.
- Understand that the *when*-clause where *when* can be interpreted as 'when..., then' is an adverbial clause.
- Understand that in an adverbial clause which refers to future or condition the auxiliary verb *will* is not used.

4. TEACHING PROCEDURE

This inductive way of teaching is to be conducted in the following way.

(1) Review

Confirmation of the three clauses: noun clauses (functions as a noun), adverbial clauses (mainly modifies a verb, adjective, and adverb), and adjective clauses (modifies a noun).

(Noun clause)

I think that it will be fine tomorrow.

(Adverbial clause)

I slept early because I was sleepy.

(Adjective clause)

I saw a man who was wearing a funny hat.

(2) Divide the class into groups of six (G1, G2, G3, etc.). There are six students, S1 to S6, in each group. Give each group two sets of sentences: Set A and Set B.

Set A: Sentences where the *if*-clauses are embedded.

- I'll be happy if you meet me at the airport.
- I don't know if it will rain tomorrow.
- I wonder if he will agree with you.
- Don't worry if I'm late tonight.
- I'll ask her if she will go to the concert tomorrow.
- You will be punished if you do anything wrong.
- I'm not sure if he will come back.
- I won't go out if it rains tomorrow.
- I'm going out now. Can you take a message if anybody phones?

Set B: Sentences where the *when*-clauses are embedded.

- Who cares when she will marry?
- I'll phone you when I get there tomorrow.
- Open your eyes when you are ready.
- We don't know when he will come home.
- I'll ask her when she will leave Tokyo.
- You'll be disappointed when you know your exam results.
- It is difficult to say when the president will arrive here.
- We're going on holiday tomorrow. I will tell you all about it when we come back.
- He looks very different now. You won't recognize him when you see him tomorrow.

(3) Have learners study the sentences in each set, A and B, and divide them into two patterns in each set. Once they have tried, ask each group to divide the sentences again into two patterns by looking at the *if*- (or *when*-) clause.

(4) Have learners underline each *if*- (or *when*-) clause. Have learners try to work out the differences in specific feature between the two patterns.

(5) Ask them what the difference between the two patterns is. Have them realize that one of the patterns does not have *will* in each sentence, and the other has *will*.

(6) Hand each group a different clue card (see below), A to F, and have them tell which clause is a noun clause or an adverbial clause in each group based on the clue card given.

Clue Cards

Note that in the real clue cards answers are not presented.

Clue Card A

An *if*- (or *when*-) clause which can be moved to the top of the sentence without making the rest ungrammatical is (***** Answer: an adverbial) clause.

Clue Card B

An *if*- (or *when*-) clause which can be deleted out of the sentence without making the rest ungrammatical, is (***** Answer: an adverbial) clause.

Clue Card C

An *if*-clause which is an object of a transitive verb is (***** Answer: a noun) clause.

Clue Card D

A *when*-clause which is an object of a transitive verb is (***** Answer: a noun) clause.

Clue Card E

An *if*-clause whose *if* can be replaced by ‘whether or not’ is (***** Answer: a noun) clause.

Clue Card F

A *when*-clause whose *when* can be interpreted as ‘when..., then’ is (***** Answer: an adverbial) clause.

(7) Rearrange groups so that all the S1s of each group can make one new group, S2 another new group, and so on. Then have each student try to teach among the new group in English.

(8) Ask each group to report to the class.

(9) Write on the board the following, and explain the rules:

- I'll ask her if she will come here tomorrow.
- I'll ask her about it if she comes here tomorrow.
- I'll ask her when she will come back.
- I'll ask her about it when she comes back tomorrow.

(10) Have learners understand that a clause which does not use *will* is an adverbial clause.

(11) Have learners understand that in an adverbial clause which refers to future or condition, the present simple is used.

(12) Have students work with discrimination exercises (see the following example).

Example

Q. All the following sentences are about the future. Use *will* / *won't* or the present simple.

1. I will ask the clerk some questions if he (come) back.

2. I wonder if he (go) swimming tomorrow

3. I'm going away for a few days. I'll phone you when I (get) back.

5. RATIONALE

English is taught as a foreign language in Japan. English grammar, therefore, plays an important role for Japanese learners of English to learn how to use the language “accurately, meaningfully, and appropriately¹⁾”. However, there are typical difficulties which the learners tend to experience because of their first language background²⁾. For example, Japanese does not have the same idea of past, present and future tense that English does³⁾, which causes Japanese learners of English to misuse English tense form.

The reason for choosing this particular example is that most Japanese students often tend to misunderstand the distinction between a noun clause and an adverbial clause when both clauses include the *if*- (or *when*-) subordinate conjunction. Also, grammatical questions to test whether applicants can distinguish between these two clauses often appear in university entrance examinations⁴⁾.

Among the three clauses (noun, adjective, and adverbial clauses), the adjective clauses are relatively comprehensible to the Japanese learners of English because they frequently practice the modification of the adjective clause to nouns when they learn relative pronouns. The other two clauses, however, seem to be extremely difficult, from my own teaching experience, especially when students try to distinguish between a noun clause and an adverbial clause, both of which use the same conjunction *if* or *when*. For example, each subordinate clause in the following sentences is an *if*-clause;

- I do not know if it will rain tomorrow.
- I will not go out if it rains tomorrow.

Both *if*-clauses refer to the future; however, the *if*-clause in the second sentence does not use *will* but uses the present simple *rains*. Most English grammar books, furthermore, often state: “In an adverbial clause which refers to future or condition, the present simple is used⁵⁾”. This simple

explanation causes students to become confused and they still wonder why the second *if*-clause does not use *will* despite the fact that it refers to the future.

Consequently, students who become confused with the distinction between the two clauses tend to use *will* even in the adverbial clause, for example: **I will not go out if it will rain tomorrow*. To address this difficulty, I decided to investigate a better way of teaching how to distinguish these clauses so that learners of English will not misuse English tense forms.

Thus, my teaching approach in this lesson is different from the conventional Japanese approach in two respects. Firstly, while the traditional approach attempts to explain the *if*- (or *when*-) noun clause and the *if*- (or *when*-) adverbial clause separately just as English grammar textbooks do, my approach teaches them at the same time, and presents almost all the possible ways of distinguishing these two clauses in one lesson, which has never appeared in grammar textbooks in my opinion. From my approach, learners will easily be able to compare the features of the *if*- (or *when*-) noun clause with those of the *if*- (or *when*-) adverbial clause.

Secondly, while deductive ways of teaching have been dominant in traditional English grammar lessons in Japan, this approach attempts inductive teaching. I believe the inductive approach in this lesson will help learners to be ‘more attentive and more motivated⁶⁾’ when they look at two syntactically similar sentences. Furthermore, engaging in communicative activities through problem-solving tasks and exchanging information in English will better be able to raise students’ consciousness regarding this problematic grammar point.

REFERENCES

- 1) Celce-Murcia, M. & Larsen-Freeman, D: *The grammar book: An ESL/EFL teacher's course* (2nd ed.) USA, Heinle & Heinle, p. 5, 1999.
- 2) Kennedy, G: *Structure and meaning in English: a guide for teachers*, Harlow, Essex: Pearson, p. 4, 2003.
- 3) Chew, J: The Japanese language, Retrieved August 26, 2006, from Home Page of Website:
<http://www.math.toronto.edu/jjchew/japanese/verbs.html>, 2006.
- 4) *e-Learning*: meishisetsu to fukushisetsuchuu no jisei no chigai, Retrieved September 21, 2016, from <http://kou.benesse.co.jp/nigate/english/a13e2201.html>, 2016.
- 5) *Sougou eigo be - Voyage to English Grammar - New Edition*, Tokyo: Iizun-shoten, p.85, 2012.
- 6) Thornbury, S: *How to teach grammar*, Harlow, Essex: Pearson Education, p. 54, 1999.

(Received September 30, 2016)

IDEAL PROCESSES FOR STUDYING ABROAD: AN ETHNOGRAPHIC APPROACH

Tomek ZIEMBA

Dept. of General Education

In recent years, the number of students wanting and going to study abroad has been on the rise. However, there can be a wide range of differences in what the students bring back from their experiences. The purpose of this study is to give an overview and reflect on study abroad initiatives from NIT, Oita College for fourth year internship students going to Singapore Polytechnic. Over three years, various approaches were taken, such as journal writing and pre-departure orientations. An analysis of what helped make the students have a more meaningful study abroad experience will be analyzed. Finally, the results are intended to help enrich the future cohorts from this college, even outside of the internship program.

Keywords : *study abroad, journals, ethnography, internship, reflection*

1. INTRODUCTION

With the next summer Olympic games coming to Tokyo in 2020, Japanese youth have started to realize the importance of being active on an international scale. Many have the intention, if not simply interest, in studying abroad to improve their language skills and be immersed in the culture of another country. Even the Ministry of Education (MEXT) has created a scholarship fund, with the help of several corporations, to encourage studying abroad called Tobitate! Japan.

However, just going overseas for a fixed period of time is not a guarantee of acquiring language skills, deepening cultural understanding, nor ensuring a meaningful experience. These troubles have been a source of concern for Kosen instructors who escort students on overseas internships or other programs. Students often encounter culture shock, or feelings of despair when realizing their actual level of ability in English.

So, what are the proper steps in hopefully guaranteeing a process for a life-changing study abroad experience? This study details a three-year observation period of Japanese student groups in Singapore, detailing the various attempts at improving the program, and the effects of the various interventions on the personal growth of the students participating in this intriguing program.

(1) Oita Kosen internship program in Singapore

The National Institute of Technology, Oita College (henceforth Oita Kosen) has an internship system set in place for all fourth year students. Students can choose a domestic or overseas internship, with often only a handful willing to challenge themselves overseas. The overseas internship program is possible due to cooperative efforts with Singapore Polytechnic (henceforth SP), in which for several years academic exchanges and internships have taken place between both institutions.

(2) Incoming internship program at Oita Kosen

In recent years, a reciprocation of internship activities has begun at Oita Kosen as well, with participants from SP coming in March for a 6-week program. This period is significantly longer than that of Kosen students at SP, and the reasoning is that SP regulations state that internship programs for their students must last at least six weeks in length.

(3) Affiliated faculty and staff

The study was mainly conducted and observed by one English teacher who accompanied the students throughout their internship program, and acted as an interpreter when needed on location. Other Japanese professors and office workers, as well as SP staff worked together for weeks in planning each internship program.

2. REVIEW OF LITERATURE

There are several studies that have been done over the past few decades on the effects of studying abroad, some including specifics on Japanese students. Creamer (2004) did a study about the expectations of female students in overseas programs and found that they brought “cultural baggage” with them overseas, which affected the levels of immersion in their studies abroad. Ogawa (1998) conducted a study, which showed further gender differences, with female students being more open and having higher aspirations as well. Gender differences could lead to a source of concern for Kosen faculty accompanying students regardless of the low number of female students enrolled.

Another study by Lassegard (2013) detailed how there is a decrease of Japanese students going to study abroad since the mid-2000s with the lack of scholarships or supplementary funding available as the main source of hesitation. It is often thought that students are concerned with delaying their graduation or low level of interest to begin with, but financial reasons were found to be the most affecting. The study also detailed that most students felt that they were not prepared enough in their linguistic abilities before going overseas.

Finally, one of the most concerning was from a study by Segawa (1998) about the effects of culture shock on Japanese students going overseas for study abroad programs. It was shown that students who stayed together and had little individual interaction with locals had greater adaptation problems and even lead to internal conflict between members. This is a very important point to consider when taking Kosen students abroad for such programs.

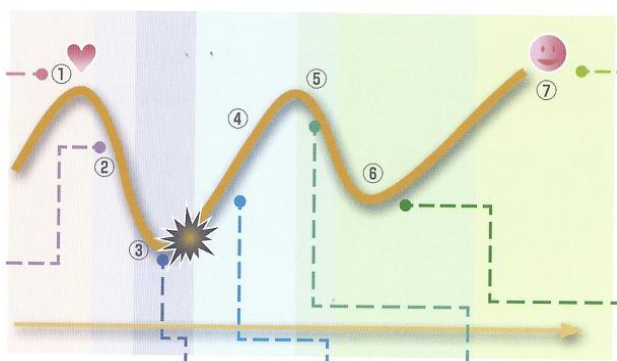


Fig.1 Culture Shock Timeline (emotion over time) taken from the “Overseas Study Program Guidebook” created by Toyama Kosen.

3. ANNUAL PLANS

The observations were taken over a period of three years, with each year having their own varying forms of provisions implemented with each cohort.

(1) First year of research (2013)

For the annual summer internship program, it was the first time the researcher accompanied the students overseas. Senior faculty members also accompanied the students and few new provisions were created throughout the program. The most significant was the addition of daily meetings that would be held each night at a set time (curfew).

(2) Second year of research (2014)

The next year of the internship program began to experiment with further reflective approaches for students to ease the sojourner adaptation process. Students were given journals in which students would recall their day of activities and describe how they changed as individuals and their perspectives of the local culture as well. Journals were conducted entirely in Japanese, for the ease of students to participate in this new form of provision. Also, a pre-departure orientation session with instruction on culture shock and local culture were introduced.

(3) Third year of research (2015)

In the third and final year of the study, faculty agreed to increase the number of pre-departure orientation sessions, in which a guidebook created by staff at Toyama Kosen was used to prepare students for their studies abroad. Journals implemented the previous year were made to be written entirely in English, as well as exit interviews with each student the night before their departure, to reflect upon their experiences over the program.

4. POINTS OF DISCUSSION

(1) Daily Meetings

The idea of daily meetings was inspired by experiences of the researcher from the study abroad plans of a local university, in which each night the students would have to gather for at least ten minutes and reflect on the days activities and discuss how they are feeling in the new culture. These meetings also doubled as a fixed curfew time for students and were followed without complaints.

Although not all students would share the same

amount of personal information, each student was made to say at least one comment. With not all students on the same page, and varying levels of comfort, an unbalance between the spoken reflections of students was seen. This lead to the implementation of journal writing.

(2) Journal Writing

Students were told to keep track of their daily activities in pocket-sized journals that were submitted to the accompanying professors by the end of each daily meeting. It was found that students were able to detail more about their personal feelings and things that were not mentioned previously in meetings on several occasions, which lead to easier group control by accompanying staff.

a) Writing Journals in Japanese

In the second year of the study when journals were implemented, students were allowed to write their journals in their native language. English was considered initially, but postponed to ensure that students would make the most of the journal writing process and be able to reflect more clearly.

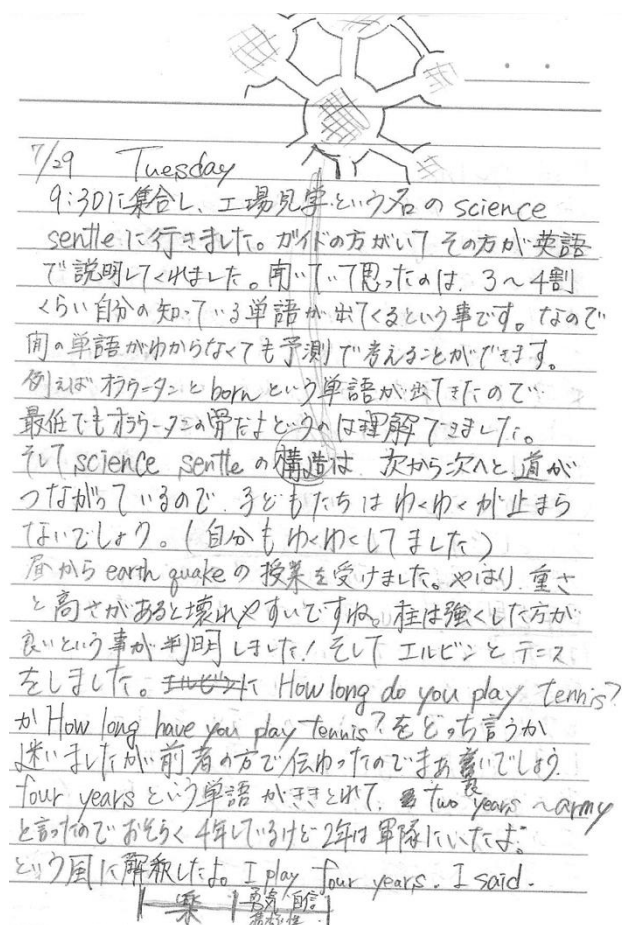


Fig. 2 Journal Entry in Japanese by a student

b) Writing Journals in English

In year three of the study, students were encouraged from the beginning to write their journals in English, and add further explanation in Japanese if absolutely necessary. Grammar and spelling mistakes were corrected, and it was found that over time, students were able to write entirely in English with very little need for corrections. Not only were students able to reflect clearly as in the previous year, but also improve written English.

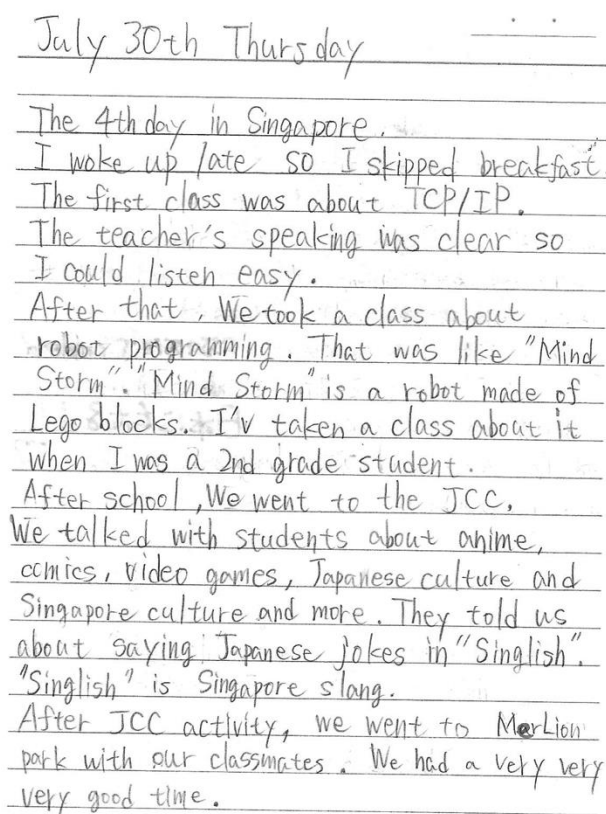


Fig.3 Journal Entry in English by a student

(3) Pre-Departure Orientation

After the success of an initial pre-departure orientation session in the second year of research, the third year lead to a more robust and detailed program, which included dealing with culture shock, introducing students to Singaporean culture and traditions before going overseas, as well as giving the students time to prepare for introductions to be done overseas. In previous years, students would stay up late into the night preparing PowerPoint slides to introduce themselves and their department of study at their welcome ceremonies in Singapore, however it was found that by giving students more time to prepare, students were able to present with greater confidence and develop higher quality

materials. The use of an “Overseas Study Guide Book” was also implemented as a suggestion by a former accompanying professor of the internship program, and students were encouraged to write information and research material in advance of their departure, as shown in Fig.4 below.

はじめに..... 1	第 3 章 海外研修プログラム参加にあたっての事前準備..... 9
第 1 章 なぜ海外研修プログラムに参加するのか？..... 2	出発までの大きな流れ／事前準備 7 ヶ月..... 9
1-1 海外研修プログラムで何を学ぶか？..... 2	2-2 ④ 【コミュニケーション編】事前研究シート～現地（国）について..... 10
コラム1 「海外研修プログラムに行くことで起こる変化・成長」..... 3	2-3 ⑤ 【コミュニケーション編】事前研究シート～受け入れ先について..... 11
2-2 ④ 海外研修プログラムに参加する意味を考えよう！..... 5	3-1 【コミュニケーション編】コミュニケーションの基本..... 12
第 2 章 海外で経験する「学ぶ」「働く」..... 6	2-2 ④ 【これ一冊で自分が強れる】自己紹介シート..... 13
2-1 海外で「学ぶ」意味とは？..... 6	3-2 【生活編】持ち物チェックをしよう..... 14
2-2 海外で「働く経験をする」意味とは？..... 7	第 4 章 海外研修プログラム期間中・終了後の過ごし方..... 15
コラム2 「海外で学ぶ・働くということ」..... 8	4-1 現地での安心・安全な過ごし方のコツ..... 15
	4-2 異文化との出会いからはじまる通訳と成長のプロセス..... 16
	コラム3 「こうすると有意義になった！海外での過ごし方」..... 18
	2-2 ⑤ 帰国後の振り返りシート..... 19
	4-3 今後のキャリア・プランニング..... 20
	2-2 ⑤ 働く目的を考えよう！..... 21
	4-4 海外研修プログラム終了後アンケート..... 22
	さいごに..... 23
	付録 海外研修プログラムの記録..... 24



Fig.4 Table of contents of the “Overseas Study Guide Book” used in pre-departure orientation

The students were intrigued and interested in the contents and filling out the guide book, but it was found that the students were not using it while in Singapore, as some even lost it during their internship. It would be suggested to complete the contents as much as possible pre-departure, and have students finish their final reflections upon return and submit it to supervisory staff upon return.

(4) Final Reflection Journals and Exit Interviews

Students were finally encouraged to reflect once more on their internship programs upon return at the points of one day, one week, and one month after. This final reflection was started in the second year of observation with students writing it directly into their journals and submit them to the accompanying faculty upon return. Like the use of the guide book, some students lost their journals and did not submit final reflections. To counter this, during the third year, an exit interview was set in place where the researcher would conduct one-on-one interviews with the students. General questions such as what were the highs and lows of their internship experience, as well as reflecting on what they had learned and how do the students feel they have grown were also asked. Gradually throughout the exit interview, students began to share thoughts and information that was not previously shared in journal entries or daily meetings, and the planned ten minute time limit per student was over extended to several minutes, some lasting longer than half an

hour. These interviews were not cut short, so that students could have an outlet and speak their minds clearly and fully before returning back to Japan. These interviews lead to students having lower rates of reverse culture shock, which is still a concern.

まとめ
 ・今回、SP校に行ってバディの人達か
 とでも仲良くしてくれました。
 英語が出来るといふのは、もっと
 上手にコミュニケーションがとれて
 楽しいだろうと思った
 授業では高専よりも積極的に
 質問をしている生徒が多いと思った
 ので、もっと頑張らなければならな
 と思った
 インターンシップ志望動機に海外での
 仕事に興味があるためと書いたが、
 実際に行ってみて、世界を舞台に
 いかに人々と関わりながら仕事する
 ことはとてもやりがいがありそうだ
 と感じた。

Fig.5 Reflection journal sample by student

Comments made by students in their exit interviews were recorded and it is hoped that these comments can be used anonymously for future cohorts to go on study abroad internship programs. Some of the things mentioned by students include:

- “I came here confident, but realized how low my actual level of English ability was.”
- “I was not courageous enough throughout the program, and it made me want to change myself as a person.”
- “My listening comprehension in English improved but I still want to have a greater vocabulary so I can communicate better.”
- “I was ashamed of being shy and holding back at several times in the program. Reflecting through journals and daily meetings made me realize what I needed to change about myself and my actions.”

Another addition was that of a scavenger on one free day of the itinerary during the third year of observation. Students were instructed to go across the city to find historical sights and local cuisine. Students found it to be an entertaining learning

experience through fun, but some complained they needed the rest from an already busy itinerary.

5. FUTURE CONSIDERATIONS

(1) Application and Selection Process

The process of selection of students continues to be a problem for the accompanying faculty. Students fill out an application form, which includes a short essay in English to test their English ability. It was found that most students would seek help from their seniors, other English staff or exchange students to have a more native-like written passage.

Also, most applicants were accepted regardless of academic status or record, due to the low number of general applicants. In the third year of observation in particular, TOEIC or TOEIC Bridge scores were set for participation and the number of students who cleared these requirements were extremely low in number. A second application period was implemented, which then accepted any applicant as in previous years. This was especially a concern in the third year due to multiple students who went on the internship returning only to have failed their grade and repeat the year again.

Limiting participation based on high level of English ability is understandable, but not recommended due to the limitations of increase in ability that can be measured. A study by Taguchi (2013) showed that students with previous experience in studying abroad or higher levels of language ability showed lower levels of improvement compared to first-timer participants. Tsuneyoshi (2005) also states that these English based study abroad programs can actually help students gain confidence and ability in their use of the target language. These studies as well as the experiences observed show that limitations based on linguistic ability of participants is not ideal.

(2) Continuation and Regulation of Internship

Due to continuous budget constraints and also manpower of Oita Kosen staff, a fourth year of observation was not possible. With the current status of the internship program in limbo, and recommendations for students to participate in other Kosen-related internship programs, there is a risk of the independent study abroad experience to be replaced by more general programs run nationally. Jackson wrote in their book (2008) that programs should be customized and cater to specific learning needs of students. Does a particular student want to focus on improving their language ability? Or do they want to simply have a new cultural experience?

Maybe they want to learn specific trade skills for their future? Catering to these needs on a national scale can help increase participation and motivation.

6. CONCLUSION

Through a review of literature and over three years of observation with testing various provisions to help increase the personal growth of students, these study abroad opportunities need further refining. Effective pre-departure orientateons can help prepare the students for what is ahead of them and prevent culture shock, journal writing can help give students an outlet to communicate and test their written ability, and exit interviews and reflections can help generalize and lead the students to a holistic interpretation and greater appreciation for the value of their study abroad experience.

Further observation and testing on various provisions should be continued in study to help contribute to a kosen-friendly program, as the environments of the students vary quite differently from regular high school and university programs.

Our Kosen students are expected to become future engineers able to contribute and participate on a global scale – and it is through study abroad programs that they can test their abilities and pave the way to their own unique future upon return from their overseas study abroad sojourn.

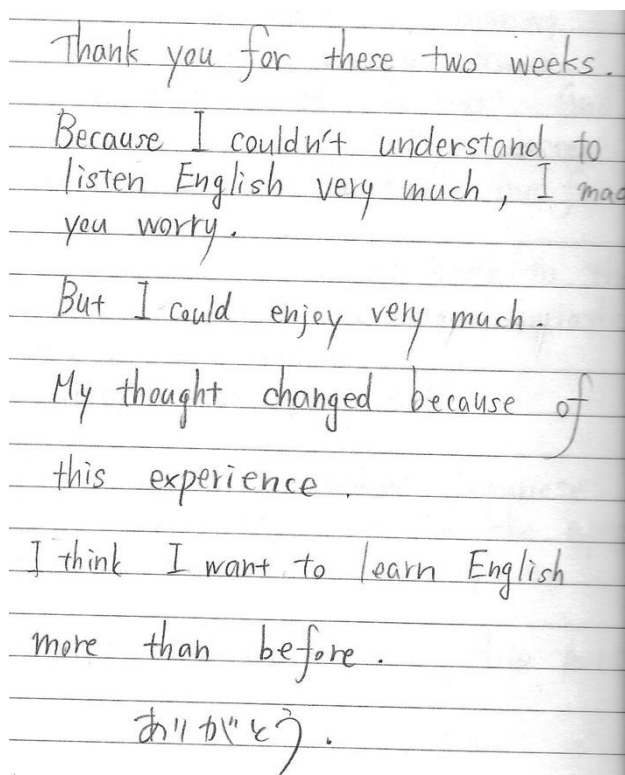


Fig.6 English reflection in a student journal

ACKNOWLEDGMENTS: I would like to thank the staff of Oita Kosen that helped with each internship program, the students that I had the pleasure to work with and let me share their journal reflections over the course of this study, the staff (especially Mrs. Hope Lee Hooi Meng) and students from Singapore Polytechnic, in particular Prof. Siew Lan Ng and Prof. Jiat-Loong Chua from the Department of Mechanical and Aeronautical Engineering, for allowing us to collaborate with them on several occasions, as well as Toyama Kosen for the development of their “Overseas Study Program Guidebook”.

REFERENCES

- 1) Creamer, J. M., (2004), *Facing Japan while living in the United States: The study abroad experiences and expectations of Japanese women* (Doctoral dissertation), University of Illinois at Urbana-Champaign, Proquest Dissertations Publishing.
- 2) Jackson, J., *Studies in Applied Linguistics: Language, Identity and Study Abroad: Sociocultural Perspectives (1)*, Equinox Publishing Limited, October 2008.
- 3) Lassergard, J. P. (2013), Student perspectives on international education: an examination into the decline of Japanese studying abroad, *Asia Pacific Journal of Education*, 33(4), 365-379.
- 4) Ogawa, A., (1998), *A study of Japanese ryugakusei (students abroad) in American universities as agents of Japan's globalization in the twenty-first century* (Doctoral dissertation), University of Cincinnati, Proquest Dissertations Publishing.
- 4) Segawa, M., (1998), *The cultural adaptation of Japanese college students in a study abroad context: an ethnographic study* (Doctoral dissertation), The University of British Columbia, Proquest Dissertations Publishing.
- 5) Taguchi, N., (2013), Production of routines in L2 English: Effect of proficiency and study-abroad experience, *System* 41, 109-121.
- 6) Tsuneyoshi, R., (2005), Internationalization strategies in Japan: The dilemmas and possibilities of study abroad programs using English, *Journal of Research in International Education*, 4(1), 65-86.
- 7) Winkelman, M., (1994) Cultural shock and adaptation, *Journal of Counseling and Development*, 73(2), 121-126.

(Received September 30, 2016)

He存在下のプラズマ照射による種子への成長制御

二宮 純子¹・平野 瑠唯²・上野 崇寿²

¹一般科理系, ²電気電子工学科

古くから農業分野において、植物に電気刺激を与えることで成長促進や収穫量が増産する現象は注目をあつめていた。20世紀には電気栽培の試みがなされ、適度な電界で植物の成長が促進する研究報告がされているが、そのバイオメカニズムについては不明な点が多い。工業分野においては、パルスパワー装置が高性能になり、技術の進歩から医療や環境といった広い分野での応用が期待されている。本研究では、植物の種子にパルスパワーを用いて直接高電圧を印加することで発芽率や成長にどのような影響をあたえるのか調べた。また、ヘリウムガス存在下においてもプラズマを照射しその検討を行った。

キーワード：ヘリウムガス、種子、高電圧印加、プラズマ

1. はじめに

近年、パルスパワー装置の高性能化とともにバイオ応用が注目されている。医療や環境分野では微生物殺菌に関するものが多いが、農業分野では適度な電界によって植物の生長が促進されるといった植物の環境制御に関わる研究報告がなされている¹⁾²⁾。農業分野における高電圧の利用では、培地や大気中への高電圧印加する場合と植物に直接高電圧印加する場合がある。液肥や土壌などの培地に高電圧印加した場合、イオンや化学的活性物質の発生により植物の成長に影響を与えると考えられている²⁾。また、植物の種子や植物の葉に直接印加した場合、流れる電流の大きさによってその効果が異なる。一定電流以上で植物の組織および葉の破損が起こり、負の効果が表れる。しかしながら、適切な条件下では、植物の生長促進や収量増加などの正の効果が表れる。例えば、植物の種子を播種した培地に高電圧を印加した場合、放電時間によって発芽率を抑制または推進する。植物の葉に直接高電圧を暴露した場合、葉先から水分の蒸発が促進され焼損する現象が生じ、葉の形状などに影響を与える¹⁾。しかしながら、植物の発芽・成長への直接電気刺激による制御や育成について、そのメカニズムには不明な点が多く、その解明が期待されている。

これまで、植物の種子への印加について、大気中プラズマ照射の報告³⁾はあるが、ヘリウムなどの希ガスを流した状態で電極間に高電圧を印加し、植物に直接プラズマを照射した研究報告はほとんど見受けられない。そこで本研究では、ヘリウムガスを充てんさせた容器内で種子を直接印加し、ヘリウムガス中のプラズマによる影響について調査した。

2. 実験装置および実験方法

(1) 種子の殺菌と発芽床

試料の抽出、発芽床の準備、播種は独立行政法人林木育種センターのマニュアル⁴⁾に従って発芽実験を行った。供試植物として市販のカイワレ大根の種子を使用した。小さい種子や欠損部分がある種子は取り除いた。また、市販の種子がカビや細菌に汚染されている場合、種子の発芽や生長に影響を与える可能性があるため、種子約 45g を 1.0 %の次亜塩素酸ナトリウム水溶液 100mL で 5 分間浸透滅菌した。その後、脱イオン水で 5 回洗浄し、電気乾燥機 (40℃) で 17 時間乾燥した。

発芽床で使用する器具はオートクレーブ滅菌を行った。滅菌した脱脂綿 (8cm×16cm) を二つ折りにしてシャーレ (直径 9cm) に入れた。滅菌水を 30mL 加えたものを発芽床とした。

(2) 高電圧印可装置とリアクタ

空気中においても高電圧を印可することで気体中の粒子の解離や電離を経て、プラズマは発生するが、ヘリウムガスを用いると見かけ上の電離電圧が低下するため、気中でのプラズマを発生しやすくなる。そこでヘリウムガスを充填させた実験装置の中で種子に高電圧を印加した。

図 1 に印加に使用した実験装置の回路図を示す。直流高電圧電源から電気エネルギーをC₁に移動させ、充電させる。その後、半導体スイッチであるサイリスタ (Westocode, N1718NS180, 定格電流27.2[kA]) がターンオンすると、可飽和インダクタンスであるSIに電圧がかかり、飽和し

次側閉回路に電流が生じる。SIは、半導体スイッチに加わる電圧と電流に位相差をつけることで、サイリスタのターンオン時のアノード導通領域の電流不均一を無くす役割をしている。変圧器の一次側と二次側の巻数比を1:46にすることで一次側電圧に対して二次側電圧が46倍に昇圧され、シャーレに高電圧インパルスが印加される⁶⁾。

コンデンサへの充電電圧 V_{in} を変化させることで、一次側電圧が変化し、所望の電圧を印加することが可能である。

図2に種子への印加実験装置の概略図を示す。電極はプラス側を金属製剣山の電極、マイナス側をアルミ電極板(幅65mm, 厚さ2mm)電極としてその上に金属シャーレを設置した。剣山の先とシャーレ底が8mmの間隔になるように設置し、それぞれの箇所をボルトで固定した。ヘリウムガスはリアクタの右側から流入し、左側にはダクトホースを設置しダクトホース内にはファンをつけておりプラズマ発生時に生じるオゾンを外気へ逃がしている⁷⁾。

ヘリウムガスを用いない場合の出力波形を図3に示す。

図3 (a)は入力電圧 V_{in} が130[V]に対して出力電圧 V_{out} が5.0[kV], 図3 (b)は V_{in} が280[V]に対して V_{out} 10[kV]の出力が確認でき、その昇圧比はそれぞれ38倍, 35倍と巻数比より小さい値となっているが、これは半導体スイッチや磁性体の損失によるものであると考えられる。また、出力が10[kV]のとき、出力電流値には振動波形が見られた。これは、針電極付近の電界集中によるコロナ放電によるものであると考えられ、図4に示すように針電極先端にコロナ放電によるプラズマが形成されていることが確認された。

次にヘリウム雰囲気中での高電圧インパルス印加時の波形を図5示す。図5 (a)は入力電圧 V_{in} 130[V]に対して出力電圧 V_{out} 5.5[kV]出力されており、図5 (b)は V_{in} 440[V]に対して V_{out} 13[kV]の出力となった。特に図5(b)の電流波形において、パルス幅600[ns], 最大値42[A]の電流インパルスが見られる。これはヘリウムを用いることで放電が進展し、電極間を短絡することで電流が増加したものと考えられる。図6に示すように電極間を短絡する放電の様子が確認できた。

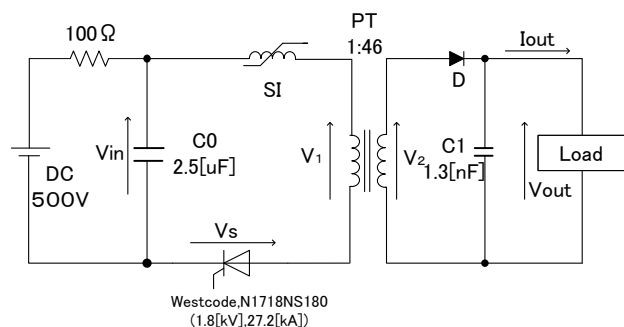


図-1 高電圧発生回路

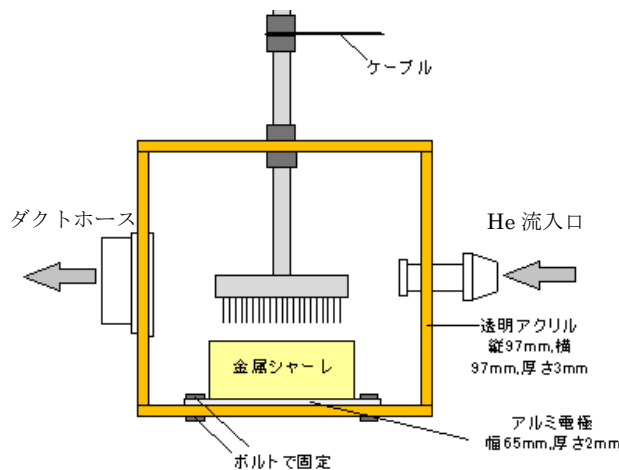
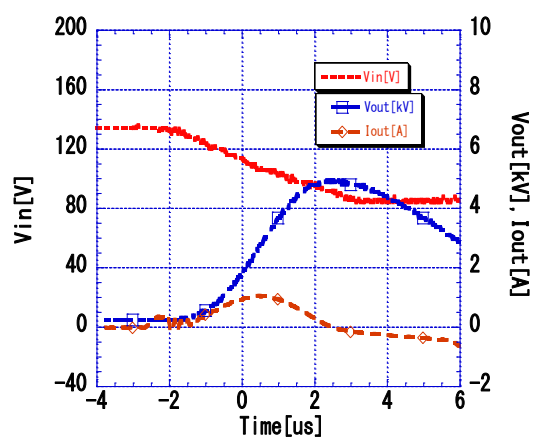
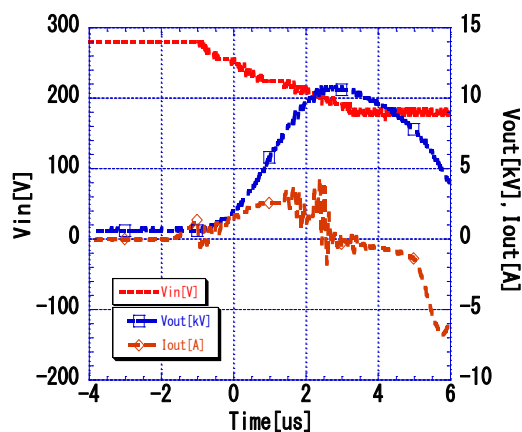


図-2 印加実験装置の概略図



(a) 5[kV]印加時



(b) 10[kV]印加時

図-3 高電圧インパルス印加時の出力波形

(3) 発芽と生育の測定方法

種子同士が接触すると生長の妨げとなるため、間隔を開け、一つの発芽床に種子を25粒ずつ蒔いた。カイワレ大根の種子は暗発芽種子であるため、播種したシャーレは25℃の暗室インキュベータ中に5日間設置し、各条件下における発芽率を求めた。さらに6日目からは、自然光のあたる実験室内で1週間生育した。カイワレ大根の成長量の評価法として、葉・茎・根を切り分け、葉と茎はそれぞれ質量を求め、茎はその長さを測定した。

3. 実験結果および考察

高電圧発生回路を用いて、出力電圧を17kV、その印加時間を5分間及び15分間として種子へインパルス高電圧を加えた。また、ヘリウムガス雰囲気中での印加も行った。この時、流量は20L/min一定とした。

表-1にカイワレ大根の発芽率ならびに成長測定の結果を示す。それぞれの結果について、Controlは高電圧印加していない未処理の種子を示している。Controlの結果を基準1.00とし、他の条件下の結果を比率で求めたものを示した。種子の発芽率は、ヘリウムガスを充填していない条件(大気中)では15分の条件が最も発芽率が高く、Controlの約1.2倍となった。また、ヘリウムガスを充填した条件では発芽率が低く、印加時間が長くなるほど発芽率が低くなった。種子に放電印加を適度な時間暴露すれば発芽が促進されるが、過度な時間暴露すれば発芽が抑制されるという報告がある⁵⁾。今回、大気中と比較するために印加時間を5分に設定したが、ヘリウムガスを充填した場合、プラズマの発生量が大きいため、印加時間をさらに短くして検討する必要があると思われる。

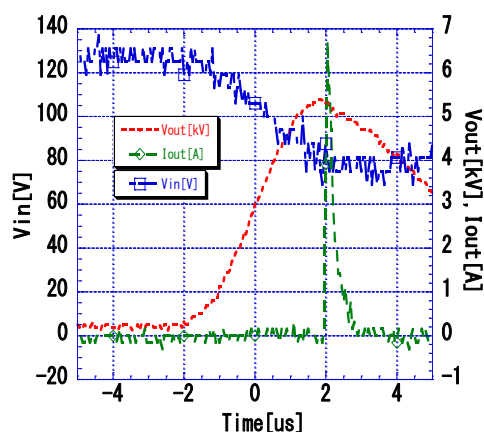
ヘリウムガスを充填し5分印加した種子のうち数個は一部が焦げており、熱的負荷があることを確認した。さらに、焦げた種子を播種したところ、その発芽率は54% (比率0.692) であった。これはヘリウムガスを充填して15min印加した発芽率25% (比率0.321) よりも高かった。また、同条件下の焦げていない種子と焦げた種子の発芽率はほとんど変わらない結果であった。このことから種子の発芽においては熱以外の要因によって影響を受けると考えられる。

水中に高電圧を印可しプラズマを生成した場合、窒素酸化物イオン (NO_2^- , NO_3^- など) が発生し培地に溶け込む。水にプラズマを印加したものと水に硝酸イオンを混ぜたものを植物に与えた際、植物の生長 (乾燥重量) がほぼ等しくなるという研究報告がある⁵⁾。プラズマを印加することで、水中の細菌を減少させるだけでなく、生成した硝酸イオンが植物の発芽や生長を促進させると考えられる。本研究で用いた発芽床は、高電圧を印加しておらず、植物に与えた水は滅菌水であるため、硝酸イオンや細菌の影響をうけにくい環境条件である。大気中で印加した種子の発芽

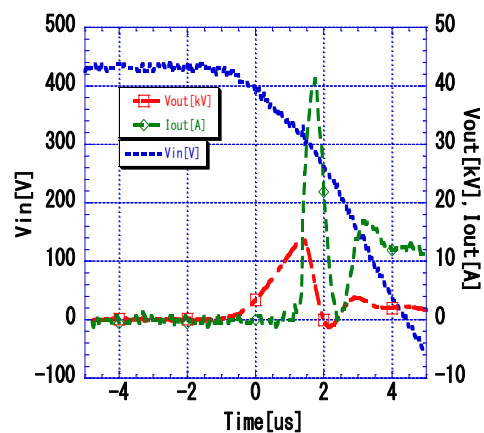


図-4 大気中のプラズマ

(針電極の先端にプラズマが形成されていることが確認できる)



(a) 5.5 [kV] 印加時



(b) 13 [kV] 印加時

図-5 ヘリウム雰囲気中での出力波形



図-6 ヘリウム雰囲気中のプラズマ

表-1 カイワレ大根の発芽率ならびに成長測定結果

印加条件	Control (印加無)	大気中		He 充填	
		5min	15min	5min	15min
発芽率[%]	78	78	90	50	25
比率	1.00(基準)	1.000	1.154	0.641	0.321
葉の質量[g]	0.0494	0.0454	0.0523	0.0521	0.0474
比率	1.00(基準)	0.918	1.059	1.055	0.960
茎の長さ[cm]	5.669	4.911	6.858	5.833	5.083
比率	1.00(基準)	0.866	1.210	1.029	0.897
茎の質量[g]	0.0769	0.0597	0.0923	0.0814	0.0632
比率	1.00(基準)	0.777	1.201	1.059	0.822

率90%(比率1.154)と高いことから、プラズマを印加した種子自身による電気刺激に対する反応であると考えられる。

葉の質量結果では、大気中で15分印加した条件下で質量増加が確認された。また、ヘリウムガス雰囲気中では、印加時間が5分で質量増加の結果を得ることができた。このことから、ヘリウムガス雰囲気中では、短い印加時間において葉の育成・成長促進や植物の収量増加といった正の効果をj得ることができることが示唆された。

茎の長さおよびその質量について、大気中で15分印加したものがControlに対する比率1.201~1.210と増加傾向であった。ヘリウムガス雰囲気中では、5分印加で成長促進し、15分印加で成長阻害が起きていることがわかった。

以上の結果から、ヘリウムガス雰囲気中の5分印加では発芽率が低いものの、葉や茎の成長においては成長促進することから、種子の直接印加が発芽後の植物の成長過程において影響を与えていると考えられる。植物の成長における三大栄養素には窒素N、リンP、カリウムKの3つの要素がある。葉や茎の成長を促すのは窒素であるため、高電圧印加による窒素酸化物発生の現象は植物に対して正の効果であると考えられてきた。しかし今回の実験では、播種する前の種子に印加したのみであるため培地となる発芽床や成長過程で与えた水の条件はControlと同じであるため、高電圧印加による硝酸イオンの影響はない。種子の段階で高電圧印加するだけで、肥料などを添加せずに植物の成長促進することが可能になれば、農業生産分野においてコスト削減・収量増加につなげることができる。

4. おわりに

今回の実験では、高電圧印加による植物の発芽と生育に着目して実験を行った。その印加により発芽率の増加ならびに植物の生長促進が確認できた。今後は、高電圧印加による生長速度の促進や、植物組織におけるカリウムイオン、クロロフィル等の濃度変化についても調査し、印加による影響をカイワレ大根の内外から調べ、電気エネルギーが植物の生長に与える影響を解明していきたい。

植物種子への高電圧印加による生長の促進、植物の生長に適した電圧、印加時間が解明され、実現可能な技術となれば、適用事例も増えてくる。分野を超えた連携、すなわち農業分野に工業の技術力が加わることで植物生産においてより多くの増産が期待される。

参考文献

- 1) 重光司：電界・空気イオン・放電の植物影響，プラズマ・核融合学会誌 第75巻第6号，pp659-665,1999.
- 2) 林信也ら：パルスパワー・プラズマによる農作物の収量改善，J.Plasma Res.Vol90，pp541-546,2014.
- 3) 青木孝志ら：高電圧がひきおこす電氣的環境が植物に与える影響，中部工業大学紀要，1981.
- 4) 独立行政法人林木育種センター：熱帯産等早生樹種の育種マニュアル：個別技術編 1(発芽試験)，林木育種センター，2006.
- 5) 高木浩一：高電圧・プラズマ技術の農業・食品分野への応用，J.HTSJ,Vol.51,No216，pp64-69，2012.
- 6) 関谷僚人：パルス電界印加による植物種子への影響，大分高専電気電子工学科平成23年卒業研究論文，2011.
- 7) 中村昌悟：高電圧インパルスを用いた生体への応用，大分高専電気電子工学科平成25年卒業研究論文，2013.

(2016.9.30 受付)

工業高等専門学校における柔道授業の成果と課題

川内谷 一志¹・佐野 博昭²・枝元 香菜子³・岡村 さやか⁴・射手矢 岬⁵

¹一般科理系, ²都市・環境工学科, ³目白大学, ⁴新宿未来創造財団, ⁵早稲田大学

我が国の固有の文化でもある武道が2012年度から中学校の体育において必修化された。武道を通して伝統文化を理解し、相手を尊重する態度を養うことが期待されている。本研究では、工業高等専門学校(16～20歳)の学生を対象に、柔道授業を通して学ぶことができたことに関するアンケート調査を行った。得られた結果より、柔道授業を経験することで柔道の基本的な考え方や態度、技の習得が期待できること、伝統的な文化に触れ、礼法やルールやマナーについても理解が深まることが明らかになった。一方で、友達との関わりや協調性、自分の役割の遂行、体力の高まりに関する項目で授業成果を感じた学生は少なかったことから、今後の授業改善の際にはこれらを高めていくような指導が求められる。

キーワード：柔道、武道、学び、伝統文化、アンケート調査

1. はじめに

柔道は我が国の固有の文化でもあり、2012年度から中学校の体育において武道が必修化されたことを受け、今では多くの中学生が学校教育の課程で柔道を経験している。中学校学習指導要領保健体育科編¹⁾では、「武道に積極的に取り組むことを通して、武道の伝統的な考え方を理解し、相手を尊重して練習や試合ができるようにすることを重視する」と明記されており、武道を通して伝統文化を理解し、相手を尊重する態度を養うことが期待されている。

実際に中学校における柔道授業では、初めて学習する内容であることを考慮し、まず初めに基本動作や基本の技の習得、伝統的な行動の仕方、礼に代表されるような伝統的な考え方の習得が行われている。ここでの学びは、生涯体育・スポーツとしての興味や関心をもち、日本の運動文化について理解を深めるいい機会となっていると考えられる。

今年の8月に学習指導要領改訂への方向性が発表され、21世紀型学習に向けて「深い学び」、「対話的な学び」、「主体的な学び」の3本柱が示された。これからの学びに向けて、保健体育における武道についても指導体制やプログラムの見直しを図り、より充実したものにしていくことが求められる。

大橋²⁾は、剣道授業を検証し、今までの専門的な技能の習得を中心とした教師指導型の授業から、生徒が楽しみながら武道の特性に気づける授業にしていく必要性を述べている。気づきを通して、武道の伝統的な戦術の特性や共通の動きの特性について学ぶことで、技能習得にも意欲的

に目的意識をもって取り組めるようになると考察している。

このように柔道授業においても現行の柔道授業について見直し、新たな指導法の確立や更なる質の向上、学び合いの場の構築などを図ることが求められる。そのために、柔道授業による学びの成果や課題を把握することは極めて重要である。

これまで柔道に対するイメージについて調査した研究は多くみられる。尾形³⁾は、小学生を対象にアンケート調査を行い、「柔道の授業は楽しかったか」の質問に対して85%の児童が「楽しかった」、「大変楽しかった」と答えたと報告している。また、生田ら⁴⁾は、高校生を対象に全20時間の柔道授業を行い、授業前後にアンケート調査を行った結果、授業を体験して「おもしろさがある」、「心身の鍛錬に効果がある」といった肯定的イメージが増したと報告している。さらに大学生や高等専門学校生を対象にしたアンケート調査でも、授業後に「楽しい」、「面白い」、「親しみやすい」等、柔道に好感を持つ者が増え、「痛い」「怖い」と苦痛因子が低減することが明らかになっている(石川ら⁵⁾、川内谷ら⁶⁾)。しかし、実際の授業の中でどの程度、学習指導要領に即した技能、態度、知識、思考・判断について習得できているかを検証している研究はあまり見られない。

そこで、本研究では、工業高等専門学校(16～20歳)の学生を対象に、柔道授業を通して学ぶことができたことに関するアンケート調査を行い、現在行われている柔道授業での成果と課題を明らかにすることを目的とした。

表1 調査対象者

学 年	学 科				合 計
	機械工学科	電気電子工学科	情報工学科	都市・環境工学科	
1年生	38(0)	39(3)	39(11)	39(15)	155(29)
2年生	43(1)	31(1)	37(6)	38(9)	149(17)
3年生	39(2)	42(1)	45(8)	40(9)	166(20)
4年生	36(0)	33(2)	35(9)	41(6)	145(17)
5年生	27(0)	42(2)	30(9)	33(8)	132(19)
合 計	183(3)	187(9)	186(43)	191(47)	747(102)

()内は女子の人数

表2 柔道の授業内容

学 年	時 間	授 業 内 容
1 年生	1 時間目	オリエンテーション
	2 時間目	礼法, 柔道衣の着方, 受け身 (後ろ受け身と横受け身)
	3 時間目	受身 (前回り受け身), 抑え技 (袈裟固め)
	4 時間目	抑え技 (横四方固め, 上四方固め) / 立ち技 (膝車)
2 年生	5 時間目	抑え技の復習/立技 (大腰, 大外刈り)
	6 時間目	抑え技の自由練習 (1分×3本) / 立技の復習
	7 時間目	抑え技の自由練習/立技の復習
	8 時間目	抑え技の自由練習/立技自由練習 (1分30秒×3本)
3 年生	9 時間目	抑え技の自由練習/立技自由練習 (1分30秒×3本)
	10 時間目	抑え技の自由練習/立技自由練習 (1分30秒×3本)
	11 時間目	抑え技の自由練習/立技自由練習 (1分30秒×3本)

2. 方法

(1) 対象

調査の対象は、工業高等専門学校において柔道の授業を受講した学生747名とした。内訳は男子645名、女子は102名で、各学年の人数は、1年生155名、2年生149名、3年生166名、4年生145名、5年生132名であった。表1に対象者の学科および性別の内訳を示す。

(2) アンケート調査項目と手順

調査項目は、柔道で学べることに関する20項目 (1. 楽しさや喜びを学べた, 2. 伝統的な考え方を理解できた, 3. 基礎的な知識を身につけることができた, 4. 積極的に柔道に取り組む態度が身についた, 5. 日本の伝統文化に触れることができた, 6. 友達と積極的に関わろうとする態度が身についた, 7. 自分の役割を果たそうとする態度が身についた, 8. 礼儀正しさが身についた, 9. 友達との連帯感が高められた, 10. 協調性がとれるようになった, 11. 意思を相手に伝える能力が身についた, 12. ルールやマナーを守る態度が身についた, 13. 友達を尊重することが出来るようになった, 14. 相手を思いやる態度が身についた,

15. 体力を高めることができた, 16. 自分にあった運動を見つけることができた, 17. 自分の健康や友達の安全に配慮できるようになった, 18. 柔道の礼法 (正座, 座礼, 立礼等) が身についた, 19. 柔道の寝技 (袈裟固め, 横四方固め, 上四方固め等) の基礎が理解できた, 20. 柔道の立技 (膝車, 大外刈り, 大腰等) の基礎が理解できたとした。

それぞれの項目について5段階評定尺度 (1. 思う, 2. まあ思う, 3. どちらでもない, 4. あまり思わない, 5. 思わない) で回答を求めた。

表2に、対象者が受講した柔道の授業内容を示す。1コマ90分授業を1～3年生までに合計11コマ実施した。1年生は1～4時間目まで、2年生は5～8時間目まで、3年生は9～11時間目まで授業を実施し、終了後にアンケート調査を行った。4, 5年生は過去の授業をふり返りアンケートに回答してもらった。

(2) 分析方法

アンケートから得られた5段階評定に関して、「5. 思う」と「4. まあ思う」を「肯定的」、「2. あまり思わない」と「1. 思わない」を「否定的」、「3. どちらでもない」はそのまま「どちらでもない」の3段階に変換し、各回答の人数比を算出した。

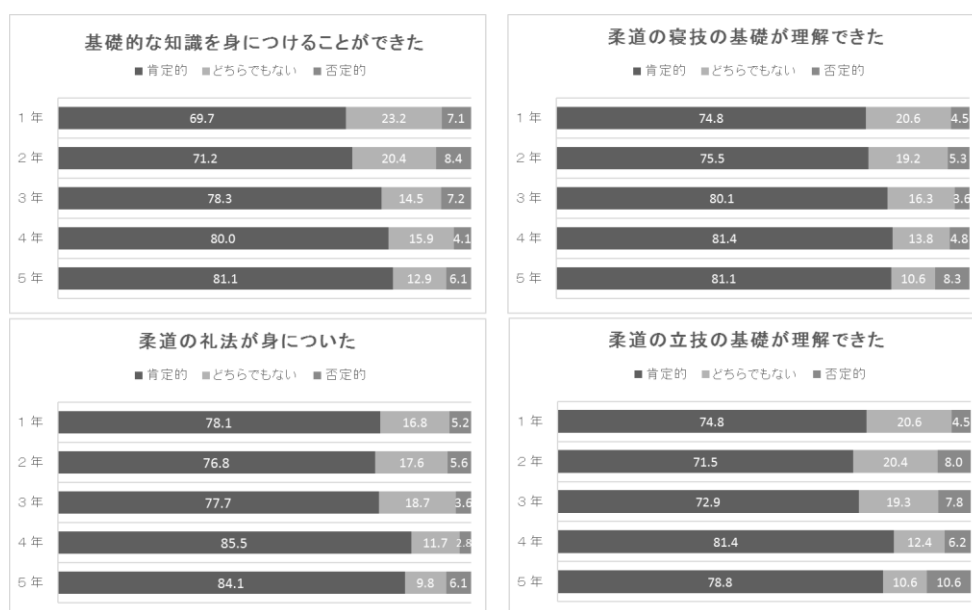


図 1 7 割以上の学生に授業成果が認められた項目

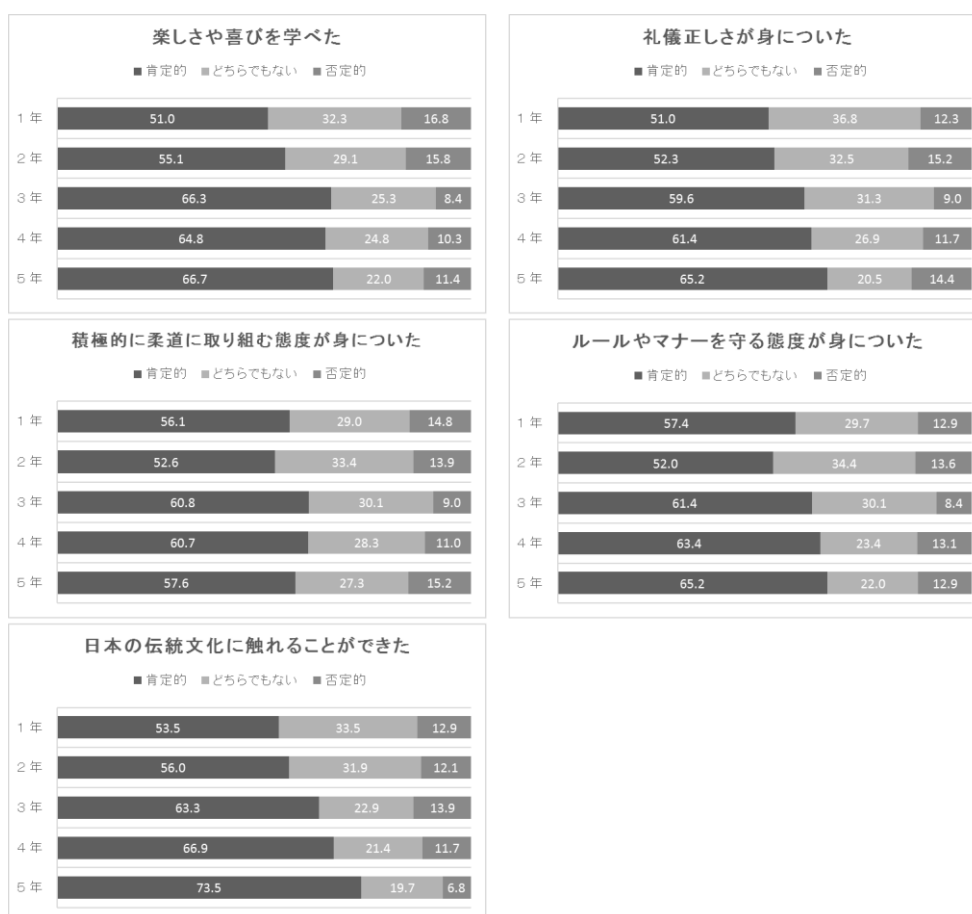


図 2 半数以上の学生に授業成果が認められた項目

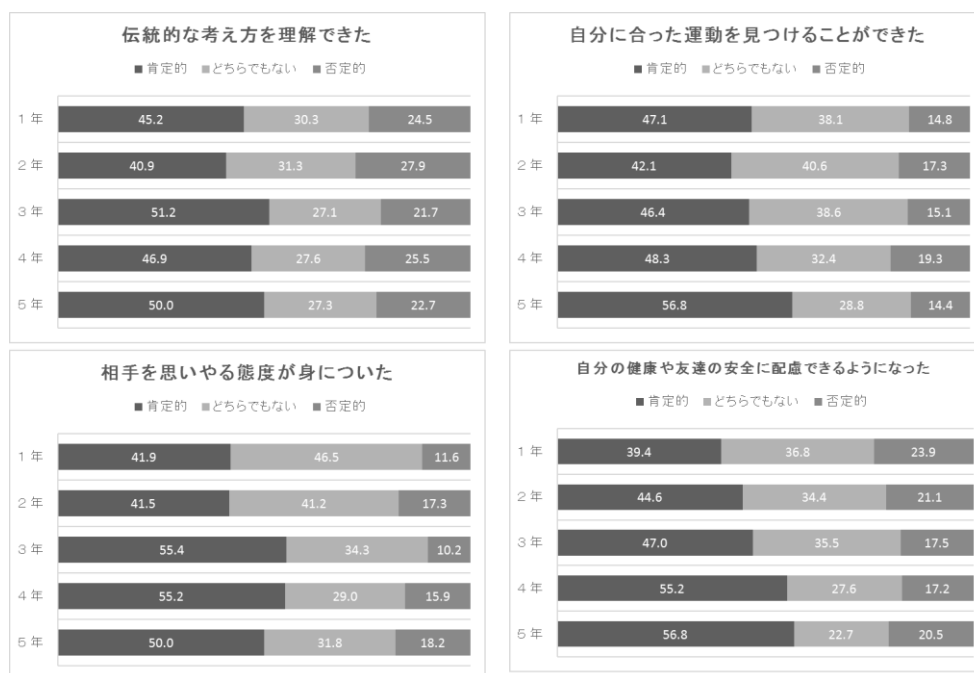


図3 一部の学年において半数以上の学生に授業成果が得られた項目

3. 結果

各調査項目について人数比を算出した結果、柔道を通して学ぶことができたとして「肯定的」な回答が高かった順に4つに分類することができた。その結果を以下に記す。

各学年において肯定的な回答が70%以上得られたのは、「基礎的な知識を身につけることができた」、「柔道の礼法が身についた」、「柔道の寝技の基礎が理解できた」、「柔道の立技の基礎が理解できた」の4項目であった(図1)。

また、70%には満たないものの各学年の半数以上で授業成果が認められたのは、「楽しさや喜びを学べた」、「積極的に柔道に取り組む姿勢が身についた」、「日本の伝統文化に触れることができた」、「礼儀正しさが身についた」、「ルールやマナーを守る態度が身についた」の5項目であった(図2)。

さらに、各学年の40%で「肯定的」との回答があり、学年によって半数以上で成果が認められた項目は、「伝統的な考え方を理解できた」、「相手に思いやる態度が身についた」、「自分に合った運動を見つけることができた」、「自分の健康や友達の安全に配慮できるようになった」の4つであった(図3)。

これら以外の7項目(「友達に積極的に関わろうとする態度が身についた」、「友達を尊重することができるようになった」、「友達と連帯感が高められた」、「協調性がとれるようになった」、「自分の役割を果たそうとする態度が身についた」、「意志を相手に伝える能力が身についた」、「体力を高めることができた」)については、全学年において半数以上の肯定的な回答は認められなかった(図4)。

4. 考察

本研究は、工業高等専門学校を対象にアンケートを行い、柔道授業を通して学ぶことのできる項目について検討した。その結果、「基礎的な知識」や「柔道の礼法」、「柔道の寝技・立ち技の基礎」など柔道授業の中で扱う内容に関しては、全学年で70%以上の学生から理解することができたと「肯定的」な回答が得られた。また、「楽しさや喜び」、「積極的に柔道に取り組む姿勢」、「日本の伝統文化に触れること」、「礼儀正しさ」、「ルールやマナーを守る態度」についても各学年で高い成果を得ることができた。

高等学校学習指導要領保健体育科⁷⁾の中で柔道に関しては、技能、態度、知識、思考・判断について表3のように示されている。

本研究の結果と対応させると、学習指導要領の技能に関する基本動作、楽しさや喜び、態度に関する武道に取り組む姿勢や伝統的な行動を大切にしようとするということについては授業成果が得られたと考えられる。また、「伝統的な考え方の理解」、「相手に思いやる態度の習得」、「自分に合った運動の発見」、「自分の健康や友達の安全への配慮」については、一部の学年で半数以上の回答が得られたことから、対人で行うことへの態度や知識、思考・判断における伝統的な考え方、自己課題、安全への配慮などについても授業成果があったといえる。

生田ら⁴⁾の柔道授業に関する研究では、高校生を対象に柔道の授業を受けて理解したこと、身についたことについて15問の質問をした結果、ほとんどの項目で高い授業理解が認められ、中でも「試合の面白さがわかった」、「寝技が

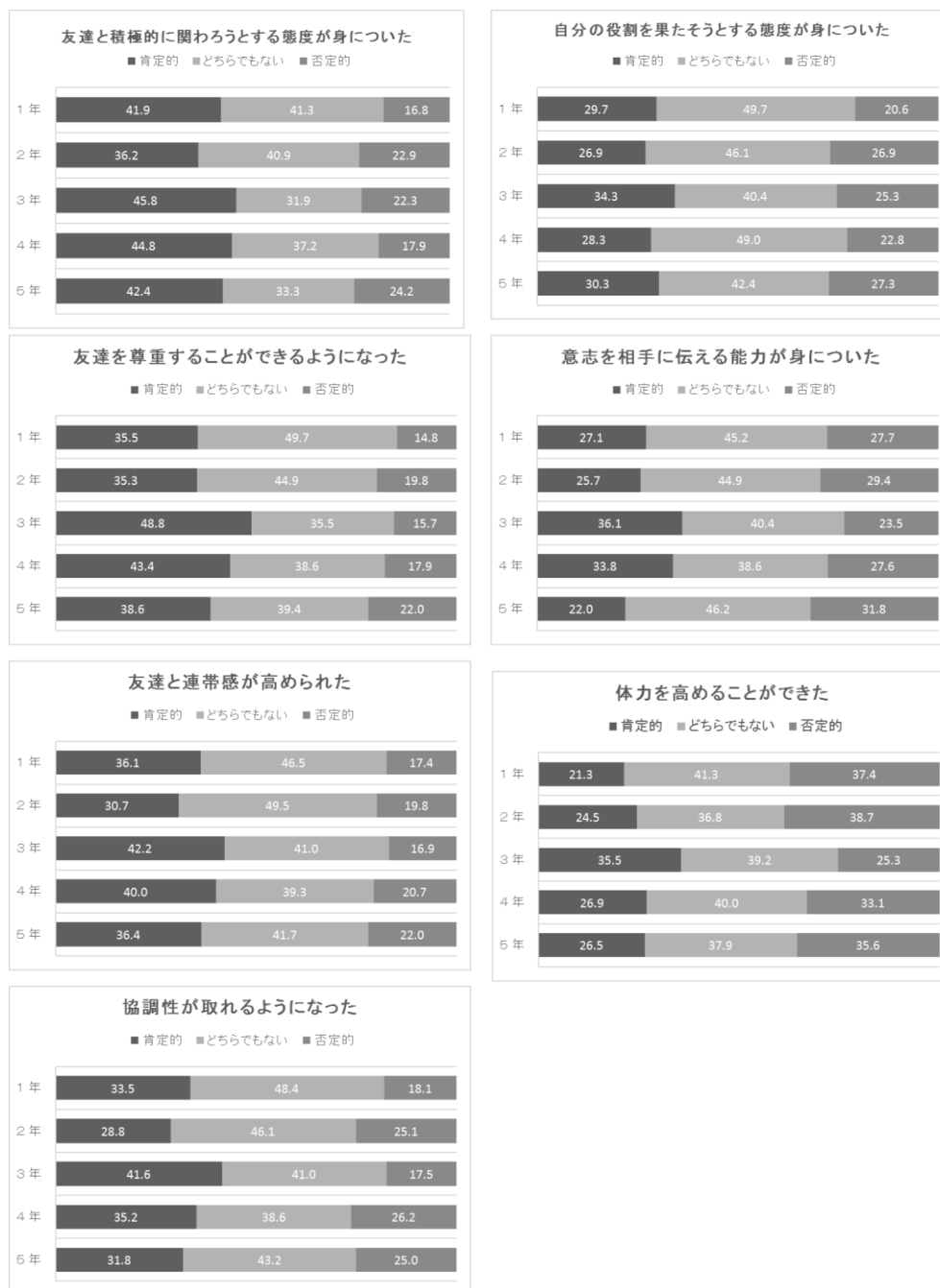


図 4 全体的に授業成果が低かった項目

できるようになった」、「受身ができるようになった」、「自分は授業に積極的に参加した」、「畳の掃除の仕方がわかった」、「柔道のルールがわかった」、「礼儀の大切さがわかった」では特に高値を示したと報告されている。

ゆえに、柔道特有の技能や態度については、段階的な柔道授業を行うことにより高い割合で習得できると考えられる。これに加えて、石川ら⁹⁾は、乱取りが出来るようになり、相手を投げたり、抑えたりするといった柔道の面白さを十分に感じられるような動きを経験できるようになったことによって、肯定的なイメージ変化がもたらされた

ことを報告している。

また、川内谷ら⁹⁾は、柔道授業を通して男女ともに「面白い」、「楽しい」のイメージが向上したことは、基本動作の習得から立技、投技、自由練習へと授業が進み、柔道の楽しさや特性を感じることができるようになったことによると考察している。

これらのことから、柔道授業を通じた技の基本的理解や習得は楽しさ・面白さと結びついており、技能が高まれば柔道の楽しさや積極的に取り組む姿勢、特性の理解も必然的に高まることも推測できる。

表3 学習指導要領での柔道に関する事項

技能	(1)次の運動について、技を高め勝敗を競う楽しさや喜びを味わい、得意技を用いた攻防が展開できるようにする。 ア 柔道では、相手の多様な動きに応じた基本動作から、得意技や連絡技・変化技を用いて、素早く相手を崩して投げたり、抑えたり、返したりするなどの攻防を展開すること。
態度	(2)武道に主体的に取り組むとともに、相手を尊重し、礼法などの伝統的な行動の仕方を大切にしようとする、役割を積極的に引き受け自己の責任を果たそうとすることなどや、健康・安全を確保することができるようにする。
知識、思考・判断	(3)伝統的な考え方、技の名称や見取り稽古、体力の高め方、課題解決の方法、試合の仕方などを理解し、自己や仲間の課題に応じた運動を継続するための取り組み方を工夫できるようにする。

しかし、本研究で「友達に積極的に関わろうとする態度」、「友達を尊重すること」、「友達との連帯感」、「協調性」、「自分の役割を果たそうとする態度」、「意志を相手に伝える能力」、「体力向上」については、全体的に肯定的な回答が少なかった。

指導者としては、柔道を通して交友関係の高まりや「礼」を重んじ、礼儀正しいフェアプレー精神の養成、さらに投げたり投げられたりすることで「人の痛み」の理解や相手をかばう方法、状況に応じた判断力の習得を期待して指導を行っているが、学生の習得状況として「友達との関わりに関する事項」について課題が残る結果となった。

このような結果になった理由として、柔道が球技などのチームスポーツとは異なり個人スポーツであることや対人格闘技であることが挙げられる。チームスポーツの場合は、自分の役割が明確であり、相手とのコミュニケーションをとることで試合における作戦を立てたり、攻防のかけひきを行ったりする。それに比べて柔道は、対人で競うスポーツであり、お互いの身体のすべての部分を直接の用具として、相手を投げたり、抑えたりする（全日本柔道連盟⁸⁾）など基本的には「個」としての対応が求められることが大きく影響していると考察できる。

また、「体力向上」についても、柔道は技の練習や相手との駆け引きがメインであり、陸上競技や球技に比べると息が上がるのが少ないことが推察できる。ゆえに柔道では、体力や相手との関わりよりも、技の習得や伝統的な態度に関する学びの方が、学生にとって実感しやすいことが示唆された。

さらに、課題の1つとして、「日本の伝統文化に触れることができた」に比べて、「伝統的な考え方を理解できた」での肯定的な回答が低値であったことが取り上げられる。柔道授業を通して日本の伝統文化である柔道に触れることができたと感じることができても、それが直接的に伝統的な考え方の理解には繋がっていないことが考えられる。

伝統的な考え方には、様々な礼法や「精力善用」、「自他共栄」といった柔道の精神だけでなく、喜怒哀楽を抑える、試合で勝ってもガッツポーズをしないなどの惻隠の情なども含まれる。『安全で効果的な柔道授業Q&A』（全日本

柔道連盟⁹⁾）では、「柔道の相手は、ともに高めあい自他共栄（他と共に栄える）の理想を目指す仲間と考えられます。その相手との試合では、同好の士を尊重する態度としての正しい礼法が求められ、相手を失意に落とすようなガッツポーズはしてはならないものです。互いに力を出し切ったもの同士、敗者を「いたわり・讃える」姿こそ、柔道の目指すものです。」と記されている。

よって、柔道授業を通して日本文化に触れただけで終わるのではなく、伝統的な考え方の理解にしっかりとリンクする新たなプログラムの構築が今後必要になってくると考えられる。

これからの体育の方向性として、「かかわり、かかわり合い、伝えあい、学び合い、コミュニケーション」などの相互作用を重視していくことが求められている（岡野¹⁰⁾）。次期学習指導要領に向けてプロセス、インタラクション、リフレクションの3つがキーになることも記されている（田村¹¹⁾）。よって柔道授業の中でも、技の習得練習や実践を通して、教え合い・学びあいの機会を今以上に増やし、自分たちの学びを互いに振り返ったり、言葉や文字にして共有したりする活動などを組み込んだ指導プログラムの作成が必要になってくると考えられる。

最後に、本研究で見出された技能・態度に関する授業成果や友達との関わりおよび伝統的な考え方の理解に関する事項での課題が、今後の柔道授業の改善の一助になることを期待する。

5. まとめ

高等専門学生を対象に、柔道で学べることに関する項目について質問紙を用いてアンケート調査を行った。

柔道授業を経験することで、柔道の基本的な考え方や態度、技の習得が期待できる。また、伝統的な文化に触れ、礼法やルールやマナーについても理解が深まることが明らかになった。一方で、友達との関わりや協調性、自分の役割の遂行、体力の高まりに関する項目で授業成果を感じた学生は少なかったことから、今後の授業改善の際にはこれらを高めていくような指導が求められることが明らかになった。

参考文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 保健体育編，東山書房，2008.
- 2) 大橋則子：中学校における武道教育の方向性を探る－武道の特性を生かす剣道授業について－，滋賀大学大学院教育学研究科論文集，17，pp.87-99，2014.
- 3) 尾形敬史：小学校における体育授業への柔道導入の実践研究，講道館柔道科学研究会紀要，12，pp.147-170，2009.
- 4) 生田祐介，村松常司，森 勇二，金子修己，金子恵一，大河内信之：高等学校における柔道授業に関する研究，愛知教育大学保健体育講座研究紀要，28，pp.27-36，2003.
- 5) 石川美久，遠藤知里，小田 梓，坂本道夫，鍋山隆弘，小俣幸嗣：共通体育柔道における大学生の武道に対するイメージ変化，大学体育研究，33，pp.11-20，2011.
- 6) 川内谷一志，佐野博昭，岡村さやか，射手矢岬：授業前後における柔道に対するイメージ変化－工業高等専門学校学生を対象にして－，大分工業高等専門学校紀要，52，pp.1-6，2015.
- 7) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説 保健体育編，東山書房，2009.
- 8) 全日本柔道連盟：「柔道」授業づくり教本 中学校武道必修化のために，全日本柔道連盟，2013.
- 9) 全日本柔道連盟：安全で効果的な柔道授業Q&A，全日本柔道連盟，2013.
- 10) 岡野 昇：「かかわり」を基軸とした体育授業の研究動向，三重大学教育学部紀要，60，pp.197-205，2009.
- 11) 田村 学：学習指導要領改訂の方向性－アクティブ・ラーニングの視点による不断の授業改善－，日本学校教育学会第31回研究大会公開シンポジウム資料，2016. (2016.9.30受付)

専攻科プロジェクト実験Ⅰにおける アグリエンジニアリング導入教育への取り組み

菊川 裕規¹・薬師寺 輝敏¹・本田 久平²・嶋田 浩和³・田中 孝典⁴・横田 恭平⁴

岩本 光弘⁵・高倉 慎⁵・佐藤 未都⁵

¹機械工学科, ²電子電気工学科, ³情報工学科, ⁴都市・環境工学科, ⁵技術部

大分高専では、工業の中核となる各専門学科の技術者を育成しつつ農学の素養も持たせる教育を行う取り組みを始めた。教育カリキュラムへの導入の試金石として、専攻科1年生を対象とした必修科目「プロジェクト実験Ⅰ」において、アグリエンジニアリング導入教育を試みたので報告する。本科目はPBL対応科目として専攻科1年生全学生がグループを作り、互いの専門を生かし、協力しながら与えられた課題に挑む。グループで構想を練った企画を、種々の学問や技術を統合して決められた制約条件の下でのづくりを行う。いわゆるデザイン能力が要求される。毎年、課題は変更されるが、平成27年度はアグリエンジニアリング導入教育の一環として「自動植物栽培システムの製作」を行った。

キーワード：農工連携、アグリエンジニアリング、デザイン能力、PBL、
自動植物栽培システム

1. はじめに

工業高等専門学校は我が国が技術立国として世界に躍進するために必要な第二次産業への人材育成を目的として創設され、工業の中核となる技術者を世に送り出してきた。その後も時代の要請とともに第三、第四及び第五次産業へと技術者を送り出してきたが、残念ながら第一次産業を意識し、それと関わるような教育及び技術者の育成は積極的には行ってこなかった。全国の農業従事者が減少の一途をたどり、各県では農業高校や林業高校がなくなっていくなか、農業の工業技術による支援あるいは新農業の構築が国を挙げての課題の一つとなっている。このような状況を踏まえて、工業の中核となる技術者の養成を掲げる工業高等専門学校において、各専門学科の技術者として育成しつつ農学の素養も持たせる教育を行ってはどうかとの問いかけが大分高専校長から発問され、これを契機に大分高専では「アグリエンジニアリング教育」への取り組みを始めた¹⁾。

大分高専では、専攻科1年生を対象とした必修科目として「プロジェクト実験Ⅰ」を設定している。本科目は本校に専攻科が設置された当初より、PBL対応科目として主に「ものづくり」を課題として取り組んできた。専攻科の学生がグループを作り、互いの専門を生かし、協力しなが

ら与えられた課題に挑む。グループで構想を練った企画を、種々の学問・技術を統合して決められた制約条件の下で「ものづくり」を行う。いわゆるデザイン能力が要求される。作品の製作過程に入っても授業開始後10分程度は教員を含めたグループ討議をする。授業ごとに学生は活動記録を教員に提出して進捗状況を確認することとする。毎年、課題は変更されるが、これまでにロボットハンドの製作、コンクリート製船舶の製作、環境デザインコンテスト応募作品の製作、自動ホワイトボード消し装置の製作、創立50周年記念作品の製作等を課題として与えてきた。本年度はアグリエンジニアリング導入教育の一環として、「自動植物栽培システムの製作」を課題として選定した。これまでの製作物と異なり、生きた植物を対象としたものづくりということで、製作指導する教員側も試行錯誤であったが、農業への素養を持たせる教育への取り組みの試金石として以下に報告する。

2. 授業概要

本校の専攻科には、本科の機械工学科と都市システム工学科(平成23年度より都市・環境工学科に改称)をベースとした「機械・環境システム工学専攻」と電気電子工学科

と制御情報工学科(平成24年度より情報工学科に改称)をベースとした「電気電子情報工学専攻」の2専攻がある。本科と併せたその教育プログラムは、国際的に通用する技術者教育を行っているとして、平成17年度修了生からJABEE認定されている。専攻科では、本校の教育目的である「人間性に溢れ国際感覚を備え、探究心、創造性、表現能力を有する技術者の育成」を基盤に、プロジェクト型の実験、演習、研究活動を通して、さらに高度な専門性を有し、指導力を持った技術者の育成を目指している。プロジェクト型実験の科目として「プロジェクト実験Ⅰ」では、2専攻の学生が混合でチームを組み、それぞれの専門性を活かして作品を製作し、作品発表会とプレゼンテーションを行う。授業の概要は以下のとおりである。

- ・教科目名：プロジェクト実験Ⅰ
- ・対象学生：全専攻1年
- ・担当教職員：教員6名、技術職員3名
- ・達成目標と評価方法：

- (1) 解決すべき問題を認識し、問題解決のためのアイデアをイメージして、その結果を得る方法をデザインし、決められた制約条件の下で期限内に形にすることができる。(製作作品、25% レポート、20%)
- (2) 技術的問題を深く掘り下げる努力をし、技術が複雑なつながりによって成り立っていることを理解し、問題解決を分担化してチームで解決することができる。(活動記録、15%)
- (3) チームで協力して問題を解決するために、問題解決を専門性に沿って分担化し、自らの分担を見定めて行動できる。(自己評価、10% 相互評価、5%)
- (4) 工学の相互関連性を理解し、作品の特徴を効果的にアピールできる。(プレゼンテーション、25%)

・授業項目：

- 1回目 機械実習、電気実習
2 グループに分かれ機械実習と電気実習を行う。
- 2回目 概要説明、アイデア創出
課題を発表し、アイデア創出を行う。
- 3回目 討議
与えられた課題をグループで討議し構想を練る
- 4回目～6回目 設計
設計を行い実現性について検討する。
- 7回目 ポスター製作
アイデアをポスターにまとめる。
- 8回目 アイデア発表
ポスターにてアイデア発表を行う。
- 9回目 討議、設計、作品製作
アイデアを基に作品を製作する。
- 10回目～27回目 設計・製作
設計、製作においては役割分担(班)を決める
アイデア創出：全学生
構造設計製作：都市環境および機械出身者

機構設計製作：機械および都市環境出身者
電気回路設計：電気および制御情報出身者
制御プログラム：制御情報および電気出身者
工程管理：都市環境出身者

28回目 発表準備、最終調整

発表準備と最終調整を行う。

29回目 作品発表会

作品発表会にて作品を展示、公開する。

30回目 プレゼンテーション

アイデア創出過程、工程管理、予算等を発表する。

31回目 アンケート

達成度を自己評価および相互評価する。

・総合評価：達成目標(1)～(4)について活動記録、レポート、製作作品、プレゼンテーション、自己評価、相互評価で評価する。総合評価は、活動記録15点、レポート20点、作品25点、プレゼンテーション25点、自己評価10点、相互評価5点の配点で行う。各個人について欠課一コマ(2時間)に付き3点を減じる。各評価項目点が全て60%以上で、かつ総合評価点が60%以上である場合を合格とする。

3. 課題概要

ものづくりの課題を「自動植物栽培システムの製作」とした。各学生の専門性を発揮した専攻科生らしい実用的な作品の完成を期待して提案した。制約条件や設計仕様は以下のとおりである。

・設計仕様：

- (1) 面積90×90cm以上の食用植物栽培地を有すること。
- (2) 装置全体の大きさは規定しないが、キャスター等を備え居室間の移動が出来ること。
- (3) 植え付けや収穫以外は自動で行うこと。
- (4) 室内栽培で露地ものと同等の成長が期待できること。
- (5) 予算内であれば既製品を部品や制御装置として使用してよいが、高専生らしいアイデアが含まれていること。

・予算：各班が使用できる材料費は送料等を含めて15万円以内とする。時間外労働は活動記録に記録し、時給200円で人件費を計算し材料費と合わせて25万円以内に収める。なお、人件費が製品コストに影響することを学ぶことが目的であるため、時間外労働費は現実には支給されない。

・電源および水源：100Vコンセント1口から電源を取ること。水は数日に一度程度バケツで供給する。

・班分け：全30名(機械工学科出身10名、都市・環境工学科出身8名、電気電子工学科出身8名、制御情報工学科出身4名)をAおよびBの2グループに分け、それぞれ装置を製作する。ただし、それぞれのグループで、3つほどの班を作り仕事を分担すること。

・作品発表会：植物を健全に生育させるための機能について、その数の多さと完成度で評価する。

4. 完成作品

4. 1 Aグループ作品概要

図-1 に作品全体写真を示す。作品のコンセプトは実際の農業用ビニールハウスを模し、工学的な自動制御システムを組み込むことである。栽培植物はレタスを想定しており、レタスの栽培に適した構造を目標とする。構造面では信頼性および経済性の観点から、できるだけシンプルな構造を目指す。また、植物を安定して栽培する機能の実現も目標とする。機能面では計測器による栽培植物周辺の環境情報の取得およびその情報をフィードバックし、栽培植物周辺環境にアプローチする機能の実装を目指す。

栽培植物であるレタスを育てる上で、空調管理と水質管理と光量管理の3つの管理が必要であると考え、構造および機能は主としてこれら3つを実現するものとした。

(1) 構造詳細

1) 外枠

外枠については簡素かつ強度を保つために、アルミニウム製のアングルと角パイプを組み合わせて製作した。トラス構造を採用することで、より強度を高めた。外枠は収穫やメンテナンスの際に邪魔にならないように簡単に外せるようにした。寸法は幅1.4m、奥行1.2m、高さ1.1mである。全体を覆うビニールは農業ハウス用ビニールを使用した。



図-1 Aグループの作品

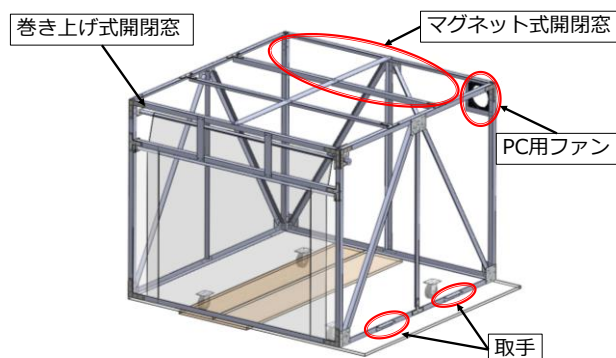


図-2 外枠構造

底板には合板(3枚)を用いて、表面にシリコンラッカースプレーを塗装し、キャスター4個(耐荷重160kg)を下部に設置した。装置全体の総重量は約110kgであり、十分に支持可能であることを確認した。図-2 に製作した外枠の設計図を示す。

2) 温度管理・換気機構

本装置では温度管理・換気をするために、装置外枠に開閉窓を設けた。この窓は温度センサにより自動的にビニールを巻上げることで動作する。巻上げ軸両端にはベアリングを噛ませ、3つの歯車によりモーターに連結する。歯車の土台には廃材の亚克力板を採用し、コスト削減と加工作業の効率化をはかった。また巻上げ軸の他にビニールのガイドとなる棒を2本設け、ビニールがスムーズに巻上がるようにした。開けるときは、モーターの動力をギヤによって伝達し、軸を回転させることによってビニールを巻き取る。軸の幅に変化を持たせることで、ビニールを常に張った状態で巻き取れるよう工夫した。閉めるときは、モーターを逆回転させることで、巻き取ったビニールを緩める。回転軸とビニール下端に取付けたヒモを巻き取ることで、ビニールに張力を与えている。

3) 水の循環経路

水の循環は2つの栽培地用水槽と1つの水質管理用水槽との間で行われる。水質管理用水槽からの栽培地用水槽

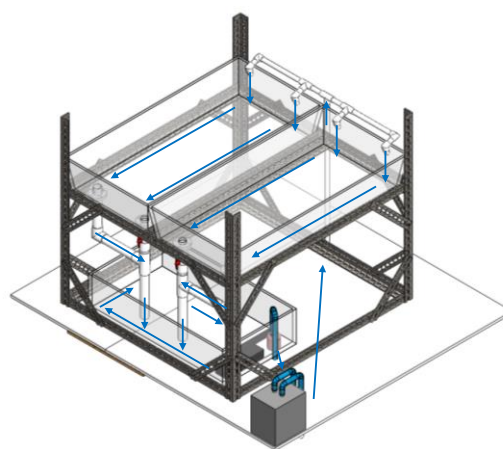


図-3 水の循環経路

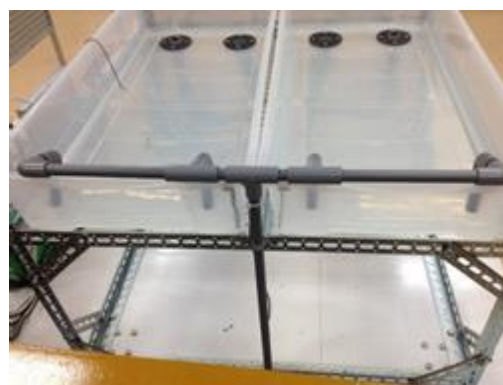


図-4 栽培地用上部水槽

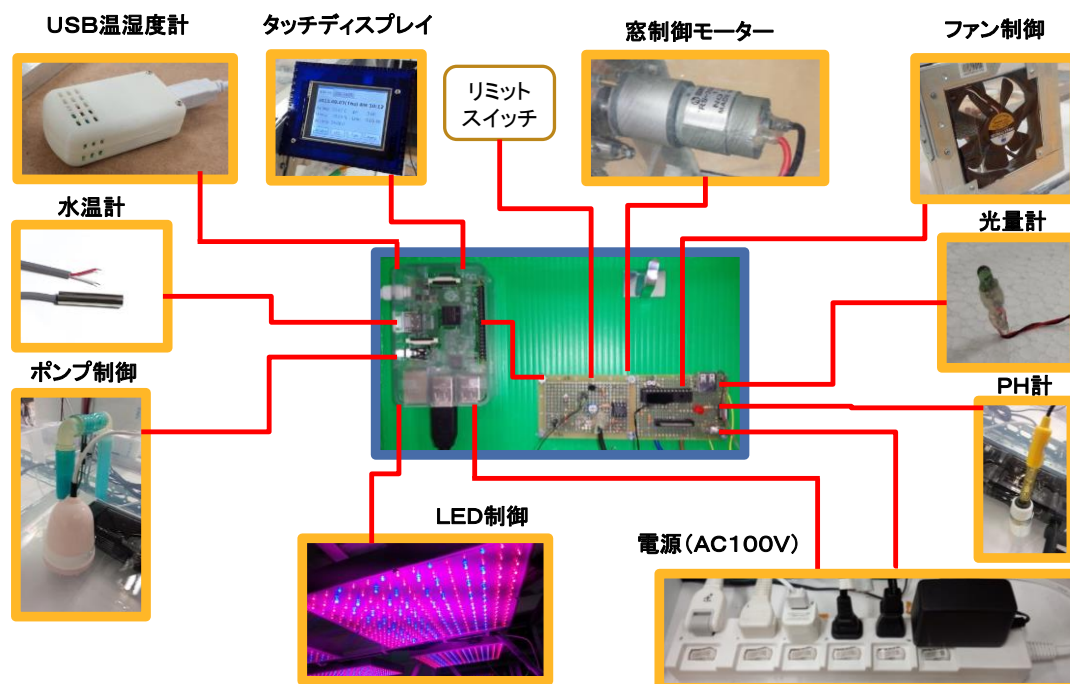


図-5 制御システム構成

への水の汲み上げは、ポンプを使用している。水循環管路の配管は途中でクーラーを経由させる構造で、気密性、デザイン性の観点から底面部分に配管用の通過穴を通る構造となっている。栽培地用水槽では、水槽全体の水質の均一性を高めるため、隅の2か所から導入し流路のよどみ点の影響を少なくするとともに、水深が一定（20mm）になるように、排水管路の突出し高さを固定した。したがって、突き出し高さ以上の水は自動的に排出される。また、この突き出し管路の部品は取り換え可能となっているため、栽培状況に応じて任意の高さ（水深）に再設定することができる。また、バルブを開くことによって水質調整時に栽培地用水槽の栽培液を一旦全て水質管理用水槽へ移すことも可能である。水の総容量は40L（上部の2つの水槽20L、下部の1つの水槽20L）で、水がない状態での水槽の重量は約30kgである。図-3に水の循環経路を、図-4に栽培地用上部水槽を示す。

4) 栽培地

栽培面積は900mm×900mmで、栽培地の苗数は最大42個まで栽培可能である。厚さ12mmの発砲スチロール板に直径20mmの穴を空けており、その場所にウレタンに根を植え付けた植物を栽培することが可能である。

(2) 電気回路および制御システム詳細

1) システム構成

自動制御の中央処理演算装置としてRaspberryPiとPIC回路を使用した。図-5に制御システムの構成を示す。中央に位置するのが回路ボックスで、RaspberryPiとPIC回路が搭載してある。RaspberryPiとPIC回路は回路ボックス内

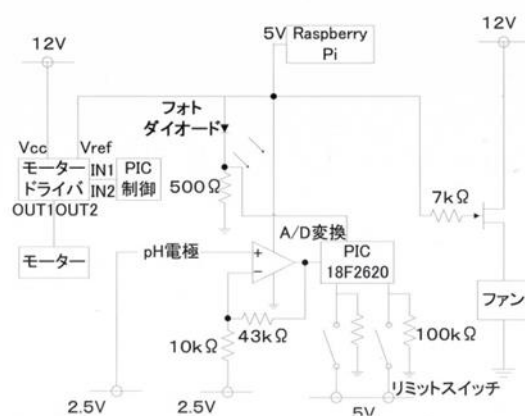


図-6 PIC回路配線図

で通信を行っており、RaspberryPiがPICに対して信号を送り、PICがそれに対する応答を行う形で動作する。また、今回取り付け付けたLEDやpH計等の計器類は全てがRaspberryPiまたはPIC回路につながっており、自動制御を行っている。

2) RaspberryPi プログラム仕様

主要な制御の中央処理演算装置としてRaspberryPiを使用した。ACアダプタ5Vから電源を供給して動作する。タッチディスプレイと接続して直感的操作が行えるほか、PICとUART通信を行い、PICのA/D変換による計測値を受け取ったり、モータードライバICを経由してPICに繋がっているモーターの制御指令を送ったりする。また、USB温湿度計や水温計と繋がっており、ログの取得が自由自在に行え、ファン・LED・ポンプの制御も自在に行うことができる。

RaspberryPi上で動作するGUIプログラムの仕様について以下に示す。プログラムの仕様としては、タッチディスプレイによるGUIの操作、温湿度計、水温計の数値の取得、LED、ポンプ、ファンの制御、PICとのUART通信によるモーターの制御、pH、光量の数値の取得、計器の数値をログとして自動保存、計器の数値によるフィードバック制御である。Gw_gladeを用いてGUIのpythonスクリプトを作成し、そこに制御指令を直接書き加えることで各制御対象の制御を可能としている。

3) PIC回路

PIC回路では、大別して窓の上下動を制御するモーターと計器類の接続およびPICによるA/D変換の制御を行う。RaspberryPiとの通信、リミットスイッチの状態も加味したモーターの制御、pH計測および光量の取得と返送を行うプログラムを作成した。図-6にPIC回路配線図を示す。

4) LEDランプ

植物の光合成促進のために、1枚当たり出力14Wの植物育成用LEDランプを植物の直上に4か所設置する。これらはアルミ各パイプおよびアングルを使用して連結され、植物の成長状況に応じて任意の高さに設置し直すことができる構造となっている。

5) ソリッドステートリレー回路

ソリッドステートリレー回路は交流100Vを直流3.3Vで制御できるリレー回路である。この回路を利用することで既製品の電源周辺にスイッチを取り付ける等の改良を加えることなく制御を行うことができるようにした。

下記に制御する付加機能の一覧を示す。

タッチディスプレイ：

直感的な操作。栽培のノウハウを数値化

開閉窓モーター制御：

ハウス内の空気の循環、温湿度の調整

ファン制御：ハウス内の空気の循環、温湿度の調整

LED制御：人為的な光合成。

ポンプ制御：水の入れ替えによる水質改善

USB温湿度計：気温・湿度の数値化とフィードバック

水温計：水温の数値化

pH計：pHの数値化

光量計：光量の数値化

(3) 生育管理システム

1) 水質維持

水質維持および向上のために栽培液にはpHセンサでの測定値を基に肥料を自動供給するシステムを導入した。肥料にはエコグリラと呼ばれる肥料液を1000倍希釈して用い、pH調節用に濃硫酸を1000倍希釈した調整液を用いた。また、エアレーションおよび肥料の攪拌、液中の異物回収の目的で、水質向上用水槽にポンプを設置し、常時稼働させる。完成後の動作確認により、pH、ECともに目標値の範

囲内に収めることができた。目標値がpH=5～6.5、EC=100mS/m～250mS/mであるのに対して、測定値はpH=6.3、EC=190mS/mであった。pH調整剤によってpHの調整が可能であり、水質をセンサによって管理することが可能であることが確認できた。

2) 水温管理

水温管理の目的で、供給管路の途中に出力70Wのクーラーを、下部水槽に出力150Wのヒーターを搭載して20℃～25℃の間で水温保持をさせている。これらはコントローラを搭載しているため、自動制御される。

3) 室温管理

室温が27℃以上になった場合、外枠の窓開閉装置を起動して正面の窓を開き、装置背面に設置されたファンを回転させることで空気の流れを作り室温を減少させる。温度を検出し、窓の開閉とファンの組合せによってある程度の温度管理が可能であることが確認できた。外形をビニールで覆い、隙間を塞ぐことにより気密性を高められた。ファンと窓の時間制御により、一定時間ごとの換気が可能である。

4) 光量管理

植物育成用LEDを時間制御することで、太陽光無しの下でも栽培環境を実現できた。LED取付高さを変えられるため、育成状況に応じた光量調整が可能である。光センサによる光量の測定が可能であり、栽培の記録が可能となった。

(4) 工程管理

工程について、製品を7月中に完成させ、8月中は動作試験を行う予定だった。しかし実際には、8月下旬に装置が完成し、1週間程度しか動作試験を行えなかった。その主な要因として3つ挙げられる。①部品加工に予定よりも時間がかかった。②水漏れが発生し対策に追われた。③GUIの設定に手間取った。工程が遅れた原因として、工程の見込みが甘かったこと、トラブル発生を予期していなかったことが挙げられる。対応として、トラブル発生点以外で全体を組上げるために必要な作業を早目に発見し、完成まで

表-1 Aグループ製作費支出内訳

	項目	明細	計
ハード班	外枠製作費	¥19,301	¥35,326
	開閉窓製作費	¥3,871	
	フレーム製作費	¥12,154	
水路班	栽培地製作費	¥18,912	¥47,825
	循環装置、その他	¥28,913	
センサ班	電気回路製作費	¥34,276	¥54,385
	センサ、素子購入費	¥20,109	
合計			¥137,536
人件費：時間外活動 169時間×¥200			¥33,800
総額			¥171,336

に必要な作業を明確にし、作業を円滑に進めることによって、動作試験などの時間は少なくなったものの、期限内に製品を完成させることができた。

(5) 製作費

製作費については、購入したが実際には使用しなかった部品がいくつかあった。しかし、廃材も多く活用し、コスト削減を行った結果、予算内に収まった。また、大幅な設計変更や設計ミスもなく、コストの肥大化を防ぐことができた。支出内訳を表-1に示す。

(6) 結果および考察

1) 作品の完成度について

製作当初に考えた構想設計に大きな変更を加えることなく、予定した全ての機能を実現できたという点では、完成度として最低限の評価はできると言える。しかしながら、装置全体においての実証試験を十分にできておらず耐久性の評価ができていないため、その観点から完成度の評価は低いと考えられる。したがって、実証試験を加えることで完成度の向上につながる。また、時間および予算上で余裕があれば追加する予定であった機能もあったため、それらを盛り込めばより完成度は高まると考えられる。詳細部分で考察すると、外枠を外すときに面倒は配線の着け外しを行う仕様となっているため、配線をひとまとめに簡素化するなどの改善が必要である。

2) 工程管理について

製作スケジュールについては、前述のとおり、実際には、外枠の加工作業の遅れ、栽培地の水漏れ発生、GUIアプリ開発の遅れが生じた。それにより大きく工程が遅れた。実作業にかかる時間を実際より少なく見積もっていたためと、トラブル対処の時間を工程で考えていなかったためである。8月になりようやく組立作業が行われた。この時点では組合せや配線の確認しかできなかった。しかし、完成度は低いとはいえ部材を実際に組み合わせることにより、いくつかのトラブル対策を事前に行うことができた。例えば、配管・配線対策である。配線については最後まで障害となったため、先に配線のことを考えて組み立てることは重要であった。また、外枠の取り外し手順についても、組合せの段階で初めて確認できた。各班の作業の間に全体組合せ確認の作業を何度か挟んだことで、完成までに必要な作業を明確にし、その後の作業を円滑に進めることができた。これにより工程遅れは少し改善したが、動作確認テストは1週間ほどしか行えず、大幅な装置改良作業は行えなかった。スケジュールに余裕を持たせ、より早めに作業を行っていればもう少し装置を改良できたと思われる。

3) 各班員の活動状況について

本グループでは栽培地の大気環境および土台構造を製作するハード班、大気環境以外の環境設備を製作する水路班、電子回路製作および制御システム構築を行うセンサ班

の3つの班で分担して取り組んだ。各班には班長を定め、班長を中心に仕事の割り振りを行い、グループ討論の場で相互報告を行い、班員全体で進捗状況および今後の取り組み内容について情報共有できていたと考えられる。取り組み上の反省として、組織的に活動できていたが、一部の班員に製作の負担が集中するなど、活動のばらつきが発生したことがあげられる。

4) 製作費について

本授業の製作費の条件は、物品購入に伴う費用として15万円、時間外活動の人件費の予算として10万円であった。物品購入に伴う費用、時間外活動に伴う費用共に条件内に収まっており、計画的に執行できたと考えられる。製作費については、初期段階で製作に必要な予算を班ごとに分配し、それに合わせた物品発注を行ったため、基本的に予算内に収めることができた。また、製作上で特に大きな構造変更などはしなかったため、それに伴う追加物品が発生せず、製作費の肥大化を防げた。構造上ではできるだけシンプルな構造を採用し、実験室にある物品の再利用を積極的に行ったこともあり、製作費を抑えることができた。制御用電子回路の部分でも初期段階で予算の範囲内で適当な物品選定を行い、大きな仕様変更などが要求されることがなかったため、そのまま予算内に収めることができた。以上のように大きな仕様変更や個別の班での予算節約のおかげで、当初想定した機能を全て搭載したにもかかわらず、予算内に収めることができた。反省点としては、水循環システムにて使用する発注物品が届いてから、より簡素で優れた構造を考えたため、結果的に不必要な部品が発生したことである。また、浄化用水槽として初期は高さ250mm程度のものを購入していたが、栽培用水槽の取付け高さの変更に伴い、高さ150mm程度のものを再度購入した。いずれの物品も高価なものではなかったため、製作費上で大きな負担にはならなかったが、場合によっては大きな損害につながりかねなかった。したがって、改善すべき点として、初期設計の段階で十分に設計を突き詰めて、不必要な物品を購入しないように必要最小限の物品購入で済ませることである。人件費については、時間外活動の累積ではあるが、3つの班で組織的に取り組んだことで、結果的に効率的な作業が実現し、人件費の増加を防ぐことができたと考えられる。反省点として、当初は時間外活動をほとんどせずに授業時間内で完成させる予定であったが、結果的に時間外活動を行ったことである。

(7) Aグループのまとめ

Aグループでは、本授業における製作チームの達成目標として「課題解決に向けて組織的に協力して取り組み、個人の能力を最大限発揮し、専門分野を超えた相互理解を深めること」とした。達成目標に対して、当初予定していたアイデアを実現させることができたことから、ハード班、水路班、センサ班の各班は組織的に協力して取り組んでいる。

たとえられる。また、設計や製作の現場において、ここがそれまで培ってきた技術や知識を活かすだけではなく、ここで調べた新しい知識を取り入れて実習に取り組んでいる様子がうかがえたことから、個人の能力を最大限発揮することができていたと考えられる。また、製作の現場において他班に対する配慮が多く見られたことから、専門分野を超えた相互理解を深めることができたといえる。したがって、今回の授業では達成目標を完遂することができたと思われる。

4. 2 Bグループ作品概要

図-7に作品全体写真を示す。作品のコンセプトは「機能的な水耕栽培システム」である。工学的な応用を考えた際、様々な機能を付加した栽培システムがよいと考え、各班で話し合い、それぞれの目標を掲げ活動に取り組んだ。エコな自動水耕栽培システムの製作を念頭に置き、構造、機構、制御の各方向からどのようにすれば実現できるのかについて案を出し合った。

構造班では、経済性、加工性に優れたプラスチック段ボールと木材を骨組みに使用することでビニールハウスよりも安価で、耐久性、保温性に優れた段ボールハウスを作る。製作方法の情報が多く、屋根を開閉式にするために一般的な家型を採用した。

機構班では、窓・屋根の開閉機構、マイクロバブル、サイフォン管を考案した。窓・屋根の開閉は室内を換気するためである。マイクロバブルは水中に酸素を溶存させ植物の生長を促進させるためである。サイフォン管は2つの水槽間で容易に水を行きわたらせることができる。

制御班は外乱に強く、栽培環境に依存しないシステムであるフィードバック制御を導入することで自動水耕栽培システムを実現することができると考えた。また、外部から栽培状況の確認ができるようにすれば、栽培の負担軽減ができると考えた。

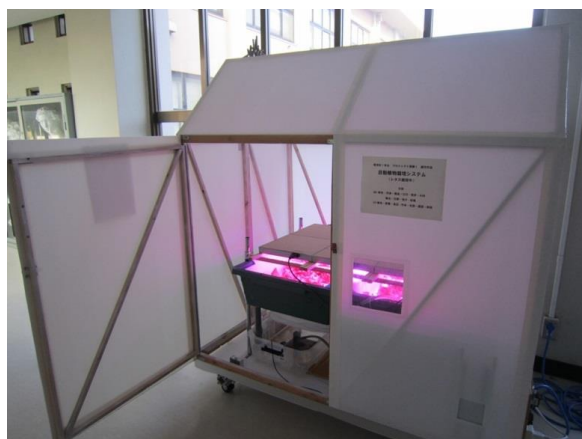


図-7 Bグループの作品

(1) 構造班

コンセプトである機能的なハウス栽培に求めるものとして、構造的強度、耐水性、保温性がある。普通のビニールハウスではコストの問題や、アイデアの弱さから段ボールを用いることにした。一般的な段ボールでは、耐水性が低いいため栽培用のハウスには不適切であった。そこで、段ボールと構造が同じで、耐水性に優れたプラスチック段ボールを用いた。プラスチック段ボールのメリットとしては、既出の強度や耐水性、保温性に加えて、リユース可能な材料であるため環境にやさしいことや、入手が容易であること、ビニールと比べた際の経済性、加工性など様々なメリットがある。プラスチック段ボールだけでは強度面に不安が残る。当初ハニカム構造にする予定だったが、製作時間などに問題が生じたため、木材による補強を行うこととした。その際、情報の多さや窓・屋根の開閉、ドアの取り付けなど、栽培に必要な機能をつけるため、家形の段ボールハウスを採用した。家形のハウスの屋根を開閉することで、暖められた空気が上部から抜け、自然換気を行う。

製作した結果、プラスチック段ボールにより一定の効果は出たが、隙間やプラスチック段ボールの目を埋めていないことから、保温能力を十分に生かせていない面もある。家形ハウスの採用によって、製作開始から加工組立の流れは比較的スムーズであった。また、各班員の活動状況は、遅刻や欠課もなく、班長を中心に班員一人ひとりがスケジュールを常に意識しながら活動できた。

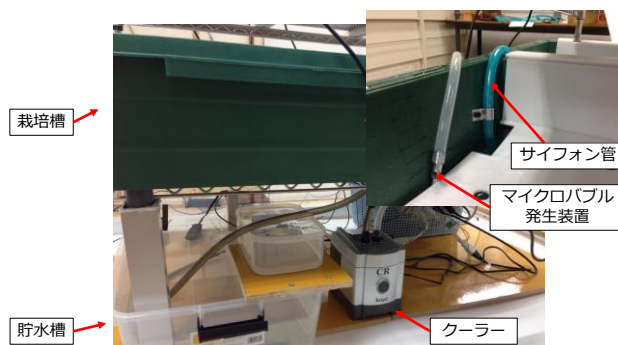


図-8 水路構成

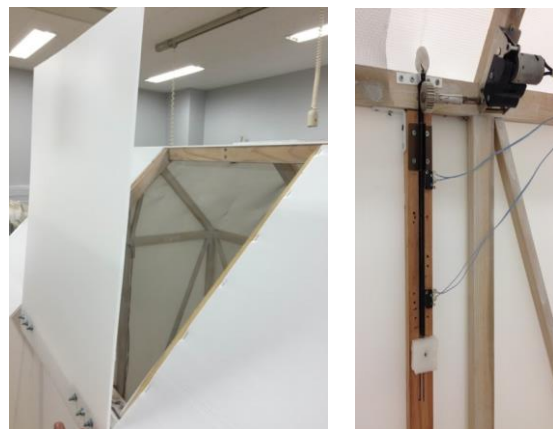


図-9 屋根開閉機構

(2) 機構班

機構班では主に3つのアイデアを考案した。1つ目は栽培を促進する水循環システムを目指して、マイクロバブルを取り入れたこと。2つ目は温度や湿度の調整のため、換気システムを組み込んだこと。3つ目は加工作業の削減と頑丈な水槽支持を果すため、既製品のメタルラックを採用したこと。機構班ではフレーム、水路、窓開閉機構、屋根開閉機構の4つの担当箇所を設け、それぞれ班員を割り当てた。以下に各担当の詳細を示す。

フレームの製作では以下の2点を工夫した。まず、主となるフレームにメタルラックを使用することで加工箇所の削減とLEDライトの取り付けの簡略化をはかった。メタルラックは既製品のためパーツを組み合わせるだけで栽培層を設置する台の作成が可能であり、専用の拡張部品を用いることで、取り付け取り外しが容易なLEDライトを作成することができた。次に、装置全体の支持にキャスターのみならずアジャスタも用いることで装置の固定の強化をはかった。アジャスタはキャスターと比べ地面との接触面積が広く、また、負荷を直線状で支持するため、より安定した固定が可能となった。装置を移動および固定する際はアジャスタ下部のボルトを使って高さが調節できる。

今回製作した水路を図-8に示す。ポンプで汲み上げた貯水槽の水をクーラーで冷却し、マイクロバブル発生装置を通して水に空気を流入させる。次に、1つ目の栽培槽からサイフォン管を通して2つ目の栽培槽へと水が循環し、貯水槽へと戻って来る。また、水循環とは別に、設置した培養液槽によって定期的に培養液を自動で貯水槽に追加する。マイクロバブル発生装置の原理は、流路が狭くなっているところに水が流入すると流速が上昇し負圧が発生する。それにより空気が水に引き込まれて混合し、マイクロバブルが発生する。

窓開閉機構の目的は、ハウス内の換気である。換気することで室温の調整を行い、二酸化炭素を取り入れる役割を

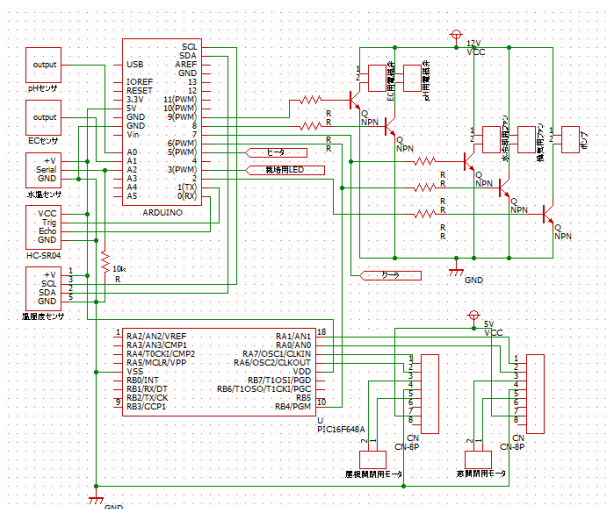


図-10 制御回路

果たす。工夫した点は、ベルト2本を使用して開閉窓の回転を抑え平行を保ったまま上下に開閉窓を移動させることである。

屋根開閉機構の目的は、窓開閉と同様にハウス内の換気である。ハウス内の温度をセンサが検知し、設定温度以上になると屋根が自動開閉して暖められた空気を逃がす仕組みである。屋根開閉機構にはラックアンドピオン機構を用いて、ピニオンに接続された棒で屋根を内側から押し上げる機構である。シンプルな構造とすることで製作時間の短縮と動作の確実性を確保した。また、開放した屋根部分にはゴミや虫の侵入を防ぐために網戸を設置した。廃材を利用して製作したことで、材料費はほぼ0円であった。

図-9に屋根開閉機構の写真を示す。

(3) 制御班

栽培の状況を取得するために、6個のセンサを用いて監視および制御するシステムを構築した。栽培にかかる手間を減らすために、自動制御システムとし、遠隔監視システムを導入することで、現地に行くことなく、いつでも状況確認ができるシステムとした。

用いたセンサは以下のとおりである。水温センサは汎用の温度センサをフィルムケースで防水することにより自作し、既製品よりも安価とした。水位センサは超音波を送受信することにより距離を測定する。水面に反射材を設置することで超音波が水に透過するのを防いでいる。pHセンサとECセンサは市販のものを購入すると非常に高価であり、予算の都合上から購入は難しいと判断した。しかし、調査を続けるうちに安価で自作することが可能であると判明したため本グループでは自作を試みた。pH電極だけは自作することが困難であったため購入したが、回路部分は自作した。

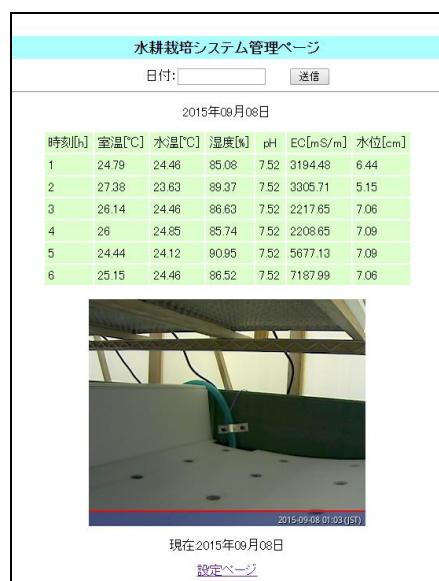


図-11 遠隔監視システム

制御器としてArduinoを導入し、pH・EC・室温・湿度・水温・水位の値をセンサから定期的に取得することにした。さらに取得した値が、設定された閾値を超えた場合に栽培環境を改善するような処理までを自動で行うようにした。pHとECが異常値を出した場合、電磁弁の開閉により竹酢や養液を一定量ずつ投入するよう制御を行う。また、PaspberryPiを使用することで、システムの利用者がネットを介して常時栽培状況を確認できるよう、1時間毎に各種センサの値とカメラで撮影したハウス内の写真データをデータベースに保存し、いつでも参照できるようにした。また、栽培する植物によって栽培環境が変化することが考えられたので、外部からセンサの値の異常を判断する閾値の変更も行えるようにした。回路は基板の設計を行い、メイン回路を一つにまとめ、さらにArduinoの外形との調整も行いシールド状に合わせられるよう工夫をした。図-10に設計した制御回路を、図-11にネットワークを介した遠隔監視システム管理画面を示す。

(4) 工程管理

予定の製作スケジュールに対して1ヶ月の遅れが出た。この原因としては、構造班と機構班との連絡不足により、各々の班のスケジュールに遅れが生じたためである。機構班は既製品を用いて製作を行ったため、製作物のサイズ検討が遅れた。また、屋根の開閉機構に不備があったため、この対策のためにスケジュール調整が発生した。制御班としては、センサ回路の校正に対する見積もりが甘かった点と、他班との連絡不足が製作スケジュールに遅れを生じさせたと考えられる。

(5) 製作費

各班の製作費見積り額と実際の支出額を表-2に示す。構造班では骨組みとして使用したプラスチック段ボールと木材、機構班では水槽やパイプ・フレーム・支柱などの水路や基礎構造に必要な部品、制御班では各種センサや回路部品・栽培用LEDなどが主な支出金額を占める。Bグループ全体としては、当初の見積りどおりの支出額であったと思われる。制御班が見積りより多い支出になっているが、各班が予算削減に努力したために、見積り額程度の支出に抑えることができた。

表-2 Bグループ製作費見積り額と支出額

	見積り額	支出額
構造班	¥20,000	¥19,121
機構班	¥50,000	¥39,278
制御班	¥60,000	¥82,701
栽培費用	¥10,000	¥2,135
合計	¥140,000	¥143,235
残額	¥10,000	¥6,765

(6) 結果および考察

1) 作品の完成度について

構造班としては、耐久性と経済性、保温性に関して満足できる結果となった。反省すべき点は、設計の段階で段ボールの厚さまで考慮した詳細な設計をするべきだったことが挙げられる。

機構班としては、屋根の開閉はラックアンドピニオンで作動し、単純な機構かつ低コストを実現できた。窓の開閉はクローラを利用してスライド式に開閉できるようになっている。システム全体の支持はキャスターとアジャスターが取り付けられており、移動と固定が可能である。2つの水槽はサイフォンの原理を使ってホースを通していただけなので加工が少なく低コストである。安全のため、サイフォン管は2つ設置しており、万一管内に空気が入って水が通らなくなっても水槽の容積が大きいので、水があふれ出ることはない。窓と屋根の開閉機構はハウスに直接取り付けられているので、ハウスの取り外しが容易である。マイクロバブル発生装置はホースの出口先端に取り付けているだけで発生する。しかし反省点としては、本作品に使用したポンプのエネルギー不足のため、マイクロバブル装置の十分な効果を発揮することができなかったことである。また、加工時間の削減を目的として、メインフレームにメタルラックを採用したが、サイズの検討に時間がかかり選定が遅れてしまった。一方で、室温調整のための換気システムは完全自動化に成功した。

制御班としては、当初のアイデアを実現することができたと考えられる。制御器としてArduinoを導入し、pH・EC・室温・湿度・水温・水位の値をセンサから定期的に取得した。さらに取得した値が、設定された閾値を超えた場合に栽培環境を改善するような処理までを自動で行った。pHとECが異常値を出した場合、電磁弁の開閉により竹酢や養液を一定量ずつ投入できるよう制御した。また、PaspberryPiを使用して、ネットを介して常時栽培状況を確認し、1時間毎に各種センサの値とカメラで撮影したハウス内の写真データをデータベースに保存できるようにした。また、外部からセンサの値の異常を判断する閾値の変更を行えるようにした。しかし、今回は学内のネット環境との接続がうまくいかず、ネットを介した監視・制御システムの動作確認を行うことはできなかった。

2) 工程管理について

構造班では、班内のスケジュールに対しては順調だったが、機構班との連携の部分でお互いの日程が合わず、全体の予定も遅れる結果となった。改善すべき点としては、連携を密にして機構班の進捗状況を把握しながら作業を進めるべきであった。機構班では、リーダーが全体的な設計を務め、その設計に基づいて作業員が加工および製作に取り掛かるといったスタイルが主であった。しかし、設計・発注が予定に対して遅れをとった原因は、基礎フレームを既製品の組み合わせで製作しようとしたため、それらの寸

法の兼ね合いを検討するのに時間がかかってしまったことである。制御班では、センサ製作に対する見積りの甘さのために作業に遅れが生じた。また、各班との連絡不足で回路のテストなどが行えないこともあった。

Bグループ全体としては、各班間の連絡不足が原因とみられる遅れが多く発生してしまった。また、作業に対して人員の配分を間違えたために、作業のない班員がいる場合や、人手不足で作業が遅れることもあった。対策としては、活動の定期報告の際に作業の進捗状況をもっと詳しく確認し、そのたびに人員配分の修正を行いながら作業を進めるべきであったと考えられる。

3) 各班員の活動状況について

構造班では遅刻や欠課もなく、班長を中心に班員一人一人がスケジュールを常に意識しながら活動していた。手が空いた時には、他の班の手伝いを積極的に行った。機構班では各人に担当箇所を割り当てた。班員は5人で、それぞれ窓開閉機構、屋根開閉機構、水路、基礎構造に分かれ、リーダーは全体を総括した。設計段階では各自並行して取り組めたが、製作では窓・屋根開閉機構は後工程であったため、その担当の2人は前工程の加工を行った後に製作に取りかかった。制御班ではセンサ自作・回路設計・サーバー構築・全自動制御プログラムの開発に分かれて製作を行った。それぞれの作業を並列で行うことで、常に作業を進められていた。また、誰がどのような作業をしているのかを十分確認しながら作業をし、問題が発生した時には複数人でその解決にあたった。作業に必要な人数を甘く見ていたために、人員不足が見られたが、それぞれが作業に積極的に取り組むことで作業を進めた。Bグループ全体としては、遅刻や欠席も少なく、各班員がそれぞれの仕事に積極的に取り組むことができていたと思われる。

4) 製作費について

構造班では、プラスチック段ボールと木材を使用することで低予算に抑えた。実際に組み立てる中で追加の購入などもあったが、当初の見積りの2万円以内に抑えることができた。機構班では、最初の設計段階で予算が5万円程度となり、全体として15万円を超える可能性があったため、購入費用を抑えるよう再設計を行って4万円程度に抑えた。実際の支出額も4万円程度に収まった。制御班では、LEDや電磁弁など購入ミスがあったが、制御側では概ね予定通りの支出であった。センサ類は既製品を購入せずに自作したため、低予算に抑えることができた。Bグループ全体としては、制御班が当初の見積りよりは支出が多くなってしまったが、各班が予算の削減に努力することで、合計使用金額は概ね見積り金額と同じにすることができた。

(7) Bグループのまとめ

今回は初めての学科共通のプロジェクトであった。作業をする中で最も苦労した点は、各班・学科との連携であった。既に述べたように作業の遅れや機構の不備などは、そ

の多くが連絡不足に起因する。しかし、終盤では班の垣根を越えてみんなで協力し、発表に間に合わせたことで、とても充実した時間を送ることができた。このような協力体制を序盤から発揮できなかった点は、リーダーの人員配分や進捗状況の把握不足に加え、各々の作業を全うするという気持ちも原因の一つであると思われる。以上のような点が分かったことや、作品を作り上げることができたことは、本授業で体験して良かったと思われる点である。

以上、2グループの製作の様子を図-12に示す。

5. 植物栽培実験

授業終了後に完成した作品を用いて実際に植物を栽培して動作確認を行った。Aグループは平成27年9月10日～10月14日にレタスを、平成27年12月2日～平成28年1月22日にレタスおよびホウレンソウの栽培を2回試みた。Bグループは平成27年12月7日～12月4日にレタスの栽培を1回試みた。Aグループ作品での栽培の様子を図-13に、Bグループ作品での栽培の様子を図-14に示す。

標準的に40日で成長する種を用いて栽培実験を行ったが、実際には気温やLED照明の光量の違いによって成長度合いに差が生じて、数10日程度、収穫時期に差が生じた。気温が高いほど、またLED照明を栽培中の植物の葉に近づけることによって光量を上げるほど成長が促進され早めに収穫できた。また、成長するに従って、水の蒸散が活発になり、水槽の水を1週間おき程度で追加しなければならないことがわかった。追加する水量は成長の度合いにもよるが、成長最終段階では20～30L程度の追加が必要であった。収穫期を迎えたレタスは、試食会を開催して校長をはじめ、製作に関わった学生および教職員にて食した。特に味に問題はなく美味しくいただいた。図-15に試食会の様子を示す。

6. 教育効果

授業最終回にPBLによるアグリエンジニアリング導入教育を行った本授業について、どのような感想と意見を持ったかアンケートを実施した。受講者30名の全員が回答しているため回答者数は30名であり、各設問に対して5段階の評価で行った。アンケート結果を図-16に示す。なお、各設問は以下の通りである。

アンケート質問項目

- (1) この授業は効果的な教育方法だと思いますか？
- (2) ものづくりの方法、手順を学べましたか？
- (3) 創作する喜びを体験できましたか？
- (4) 満足感や達成感を得ることができましたか？

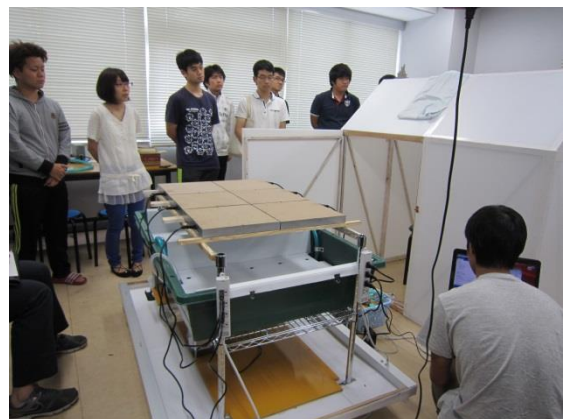
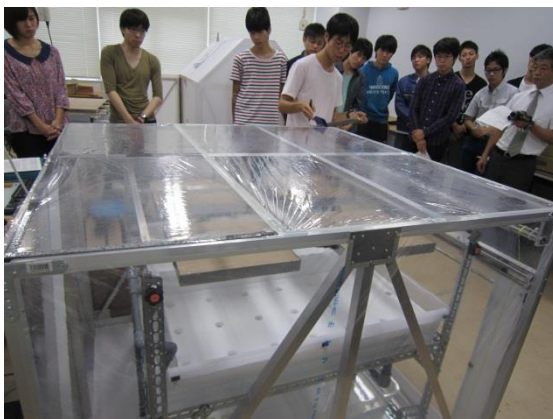
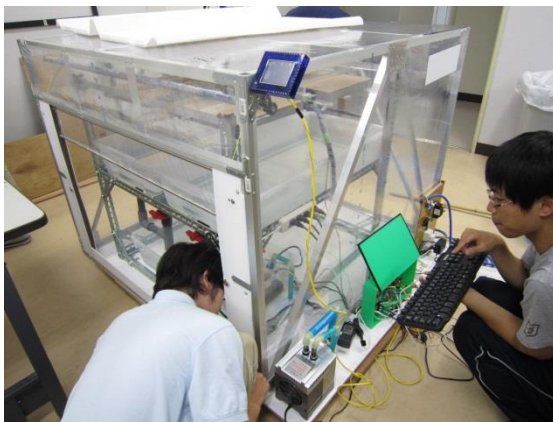
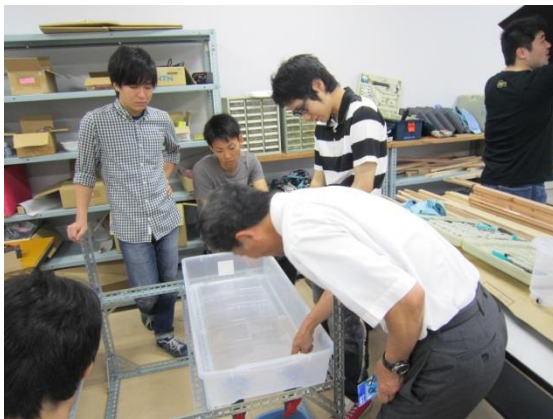


図-12 製作の様子



図-13 Aグループ作品での栽培の様子

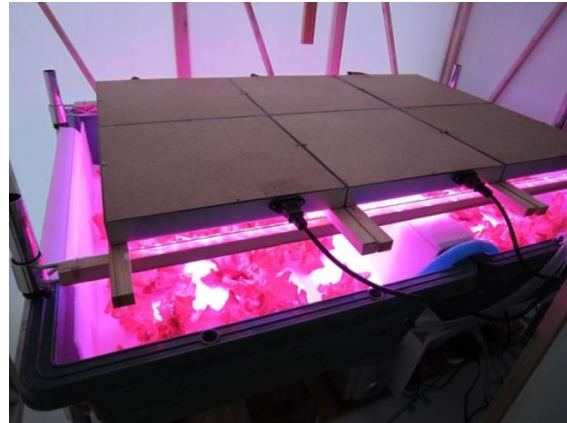
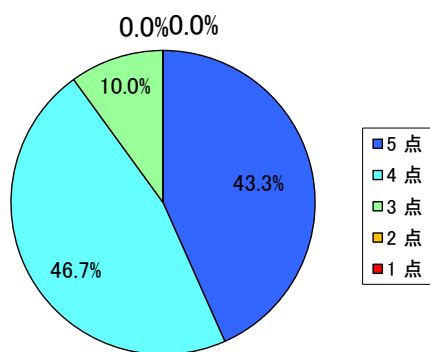


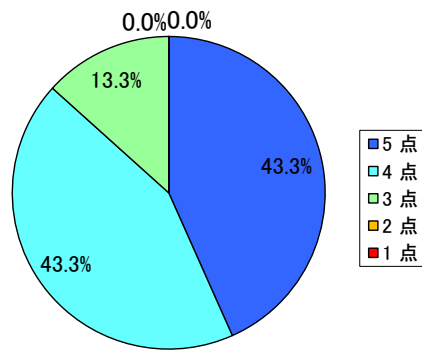
図-14 Bグループ作品での栽培の様子



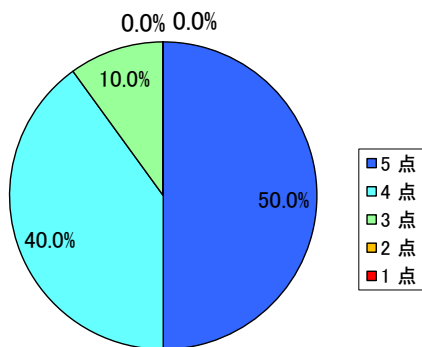
図-15 試食会の様子



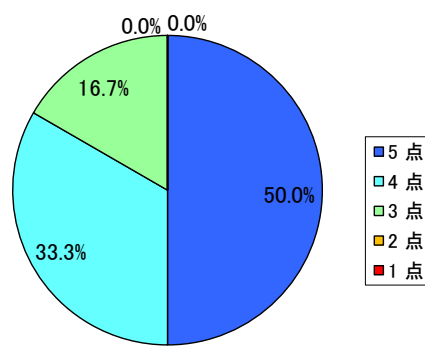
(1)この授業は効果的な教育方法だと思いますか。



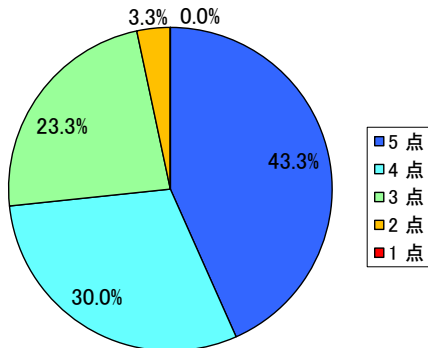
(2)ものづくりの方法、手順を学べましたか。



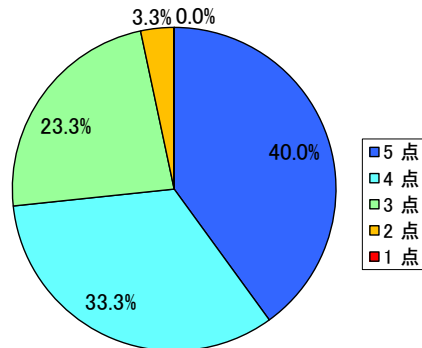
(3)創作する喜びを体験できましたか。



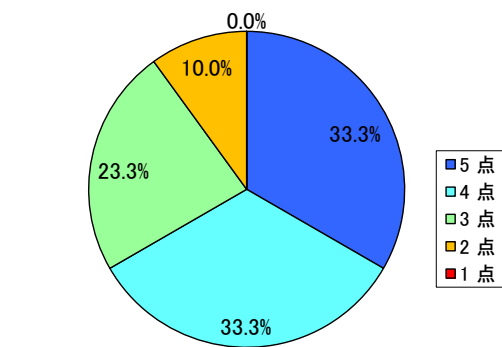
(4)満足感や達成感を得ることができましたか。



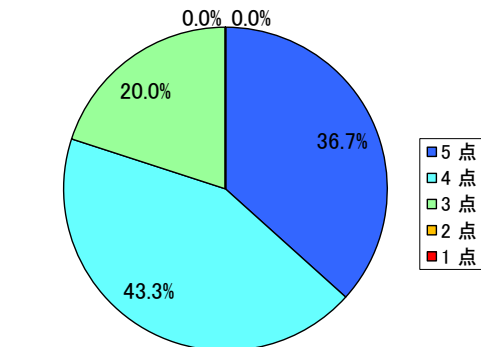
(5)トラブルに対応する能力が身に付きましたか。



(6)協調性を培えたと思いますか。



(7)メンバーとの話し合い(意思疎通)は十分に行われましたか。



(8)自分たちが今まで勉強してきたこととの関連性を見出すことができましたか。

図-16 アンケート結果

- (5) トラブルに対応する能力が身に付きましたか？
- (6) 協調性を培えたと思いますか？
- (7) メンバーとの話し合い(意思疎通)は十分に行われましたか？
- (8) 自分たちが今まで勉強してきたこととの関連性を見出すことができましたか？

また、記述型式のコメント欄には以下のような記述があった。概ね本授業について肯定的な意見が多数を占めており、アグリエンジニアリング導入教育として効果的であったと考えられる。

記述式コメントより抜粋

- ・今回のテーマは非常におもしろかったので、来年以降も続けてほしい。
- ・農業分野を今後もテーマに続けてほしい。
- ・生命のはかなさを感じた。
- ・最も重要なことはデザイン能力だと感じた。
- ・ものが完成したときは感動した。
- ・限られた予算の中で製作することの難しさを感じた。
- ・構想ばかりではなく、実際に製作してみることが重要であると思った。
- ・自分の手を動かして作ることが大切であると思った。
- ・イメージしたものを現実にする技術力が重要と思った。
- ・しっかりと工程管理とチーム一人一人の積極性・協調性が大切であると感じた。
- ・他の担当との連携や意思疎通が重要であると感じた。
- ・個人でやれることには限界があると感じた。
- ・各自のビジョンを明確にしてディスカッションすることが大切だと思った。
- ・計画を立てて物事を進めることの大切さや、計画通りに進まないことを学んだ。・期間内に計画的に製作することの大変さと、メンバーと協力し合うことが大切であると感じた。
- ・実際にものづくりを行ってみると様々な問題が発生し小さなことでも見逃さない注意力が必要だと思った。
- ・ものを使う人の視点に立ち、その理想の実現に向けて計画・製作を行うことが重要であることを学んだ。
- ・別の専門知識を持った人と知識を共有することで、より良いものづくりをすることが可能であると感じた。

一方で今後の改善点として以下のような指摘もあった。これらの意見を踏まえて、今後、授業内容の改善を進めていく予定である。

記述式コメントより抜粋

- ・より良いものを作るためには時間が足りない。
- ・もう少し予算を増やして、クオリティーの高い作品を作りたい。
- ・大人数のグループよりも少人数のグループの方が授業の効果が高いと思う。
- ・少人数で製作した方が一人の役割が大きく、技術も身に付くと思う。
- ・活動的な人とそうでない人がいる中で、同じ班としてグループ評価する制度に不満。
- ・みんなの努力量が同じになるようにすべき。
- ・時間外活動の管理をもう少し強化した方が良いと思う。

7. おわりに

専攻科1年生を対象としたPBL対応科目である「プロジェクト実験Ⅰ」にて、アグリエンジニアリング導入教育の一環として、「自動植物栽培システムの製作」を行った。全専攻の学生が混合でチームを組み、それぞれの専門性を活かして作品を製作した。その結果、以下のような教育効果が得られた。

- (1) 農業分野への工学的応用について理解を深めると共に興味が大きく高まった。
- (2) 完成した作品で実際に植物を栽培することで、生きものを扱うことの難しさや生命のはかなさを学んだ。
- (3) 限られた制約条件の下でもものづくりを行うことの大変さを体験し、デザイン能力が向上した。
- (4) 専門分野の異なる他者と協力することでより良いものづくりが可能となることを学修した。
- (5) グループ学習を行うことで、協調性およびコミュニケーション力の重要性が認識できた。

謝辞: 授業にて課題に取り組んでくれた平成27年度専攻科1年生の学生諸君に謝意を表する。

参考文献

- 1) 吉澤宣之, 高橋徹, ほか19名: 我が国の農業の将来を高専の工学教育で支える, 大分工業高等専門学校紀要, 第52号, pp.1-11, 2015.

(2016.9.30受付)

大分高専サッカー部を取り巻く部活動環境の見直し

小山 幸伸¹, 清武 博文², 石川 誠司²,
プロハースカ ズデネク¹, 古川 隼士³, 稲垣 歩⁴, 佐藤 希生⁵

¹情報工学科, ²電気電子工学科, ³都市・環境工学科, ⁴機械工学科, ⁵サッカー部外部コーチ

大分高専サッカー部を一事例として取り上げ, 学校教育現場における部活動環境の改善提案を示した。部活動時の障害発生の期待値と部員あたりの顧問数を照らし合わせた結果, サッカー部の顧問数が十分でないことが分かった。また, 熱中症を予防するための水の供給量が足りていないことが分かった。平成 23 年に行われた第 2 グラウンド防球ネット取設工事によって改善されたものの, 防球問題が依然として存在することを示し, さらなる対策の必要性和その提案を示唆した。

キーワード: 部活動, サッカー, 顧問, 安全性, グラウンド整備

1 はじめに

図 1 に示したとおり, 大分工業高等専門学校(大分高専)の校舎が建っている西側の敷地から, 4 車線の道路を挟んだ東側に位置する第 2 グラウンドにおいて, 大分高専サッカー部は活動している。サッカーは, 時には頭と頭をぶつけるほど激しい体の接触があるため, 対外試合の引率のみならず, 平日 16 時 30 分から 19 時, 夏季休業時は 9 時 30 分から 12 時に渡る通常練習はもとより, 練習後の体調急変に備えて, 部員らが着替えを済ま

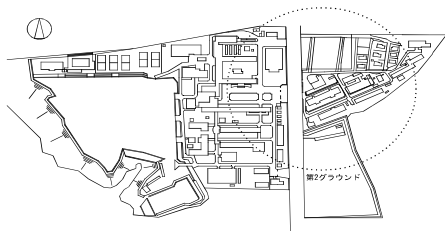


図 1: 大分高専キャンパスマップ。

せて帰路につく練習終了後 30 分頃まで, 顧問は終始学生を見守っている。学生の安全性に配慮した監督体制をとっているため, 顧問が 5 人体制であり, その内 1 名が内地留学のために実質 4 名であった平成 27 年度においては, 学生の安全確保に日々忙殺されていた。しかしながら, 顧問 6 名に加えて外部コーチ 1 名体制となった平成 28 年度においては, 学生の安全確保を行いつつ, 立ち止まって部活動環境を見直すことができた。そこで, 学校教育現場における部活動環境の改善提案の一事例として, 大分高専サッカー部を取り上げ, その問題点を指摘し, いくつかの対策について述べる。

2 学生の安全確保

2.1 部活動時の監督

平成 21 年から 24 年にわたって集計された, 高等学校および高等専門学校における部活動時の障害発生件数を表 1 に示す。なお, 大分高専に設置されている部活動のみを抽出した。10 万人あたりの障害発生件数の上位は, 野球部, ラグビー部, 柔道部, そしてサッカー部と続く。サッカー部における 10 万人あたりの障害の発生件数は, 競技人口がほぼ同等の野球部のその 1/5 程度である。

表 1: 高等学校および高等専門学校における部活動時の障害発生件数¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。

部活動	競技人口 ⁵⁾⁶⁾ (人)	発生件数 (件)	10 万人あたりの 件数(件)
野球部	168,144	180	107.0
ラグビー部	24,990	22	88.0
柔道部	25,217	16	63.4
サッカー部	164,969	39	23.6
バスケットボール部	151,008	23	15.2
バレーボール部	93,763	12	12.8
剣道部	47,153	5	10.6
テニス部	102,089	6	5.9

次に, 表 2 に平成 28 年度における大分高専の運動部員数と顧問数を示す。サッカー部は, 部員数および顧問数ともに最多である。さらに, 表 1, 2 から導出した, 大分高専の運動部における障

害発生期待値と顧問数/部員数を表3に示す。バスケットボール部は、顧問数/部員数が最も少ないものの、障害発生期待値が3番目に低いため、比較的安全であるといえる。サッカー部においては、2番目に障害発生期待値が高いにも関わらず、顧問数/部員数は6番目であるので、顧問の充実が望まれる。なお、この点を補うために、外部コーチを活用する事で対応することも考えられるが、サッカー部の外部コーチは別の仕事を持たれており、残念ながら週末しか対応できないのが実状である。サッカー部は全専門学科から顧問を揃えているため、学業と部活動の両側面から学生を見守れる点において完全であるが、さらに一般教科の顧問がいれば、進路指導や卒研の繁忙期に負荷分散が可能となる。

表2: 平成28年度における大分高専の運動部員数と顧問数。

部活動	部員数(人)	顧問数(人)
野球部	60	5
ラグビー部	16	4
柔道部	8	2
サッカー部	64	6
バスケットボール部	54	3
バレーボール部	29	3
剣道部	18	3
テニス部	40	4

表3: 大分高専の運動部における障害発生期待値と顧問数/部員数。

部活動	障害発生期待値 (件)	顧問数/部員数
野球部	0.064	0.08
ラグビー部	0.014	0.25
柔道部	0.005	0.25
サッカー部	0.015	0.09
バスケットボール部	0.003	0.06
バレーボール部	0.004	0.10
剣道部	0.002	0.17
テニス部	0.002	0.10

2.2 熱中症対策

平成28年8月16日、奈良県生駒市大瀬中学校のハンドボール部の1年生が、35分のランニング後に倒れ、翌日病院で熱中症による腎不全で亡くなる事故があった。本件は中学校における事例であるが、入学当初の高専生においては、中学生の体力と大差はないはずであり、5年生と一緒に練習メニューをこ

なすこともあるため、特に熱中症に注意を要する。

平成28年7月24日に旧臼杵商業において、大分サッカー協会16歳以下リーグ(U-16 OFA)の試合が行われた⁷⁾。臼杵市から30km程離れた大分市の当日の最高気温は32.2℃であった。U-16 OFAにおいては、「健康管理上、給水タイムを設けます。主審は前半・後半それぞれ開始15分を目安に1分間の給水タイムを必ずとってください。」という実施要項が事前に通達されており、試合中の熱中症に対して配慮されていた。しかしながら、どのチームも足をつる選手が複数出たことから分かるように、各チームとも1日2試合行うスケジュールは、再考する余地があり、試合と大会運営全体を通じた熱中症対策を行う必要がある。

次に練習環境に注目する。大分高専サッカー部が通常練習を行っている、第2グラウンド周辺の給水設備は、1.第2グラウンド北のサッカー部部室前に蛇口3つ、2.グラウンドの北西のフェンス前の蛇口1つ、3.北側のサッカーゴール裏の散水栓1つ、の3箇所である。いずれもグラウンドの北側に偏在している。そこで、グラウンド中央部の日除けを完備したベンチに、氷入りのクーラーボックスとウォータージャグをマネージャーが日々用意している。給水によって体温を下げる用途と、患部の冷却のために氷は不可欠であるが、大分高専において氷の供給量は足りておらず、各部活間で取り合いとなっているのが現状である。第2グラウンドから、氷を供給している食堂の建物までの距離は、大分高専の全部活中で最も遠いため、他の部活の後塵を拝し、氷を入手出来ないことが多々あり、サッカー部にとって切実な問題となっている。必ずしもサッカー部のみならず、全運動部に共通するこの安全性の問題を解消するために、十分な量を供給出来る製氷機を第2体育館に増設することが切望される。

2.3 心臓震盪対策

競技中、終始走り続けるサッカーは、心臓を酷使するスポーツである。また、相手の蹴ったボールを胸で止めることもあるため、突発的な心臓震盪の発生を念頭に置く必要がある。これに有効なのが、自動体外式除細動器(AED: Automated External Defibrillator)である。心臓震盪は、目安として3分以内のAEDによる処置が望まれており、想定される救護範囲から1分以内に取り戻れる場所に、AEDが設置されていることが望ましいとされている⁸⁾。小走りした際の移動速度を150m/分と仮定した場合、2分間で往復できる地点までの距離は150mである。既に大分高専に設置されている4つのAEDの内、第2グラウンドから最近接のAEDは、寮に設置されている。この寮に設置されたAEDから半径150mの円を図1に示す。この円は、第2グラウンドの半分近くを覆っており、

AED までの距離は概ね理想的であることが分かる。

次に考慮すべきは、AED を用いた心肺蘇生法である。既に大分高専に何年か勤務している顧問はもちろん、今年度新規に大分高専に着任した 2 名のサッカー部顧問においても、平成 28 年 9 月に大分高専において開催された普通救命講習を受講し、AED の利用を含んだ心肺蘇生法の学習を終えており、不慮の事故に対して備えている。

3 地域住民の安全確保

多くの学生を預かっている大分高専は、学生の安全確保が最重要課題である。他方で、昭和 38 年に開校し、翌年に現在の土地に移転した大分高専は、移転以来、明野地区の地域住民の理解と協力に支えられ、現在に至っているため、地域住民に対する安全確保も疎かには出来ない。

平成 28 年 4 月 30 日、大分高専第 2 グラウンドにおいて行われた、大分高専と大分舞鶴高校の 30 分ハーフの試合において、第 2 グラウンド前の 4 車線の道路にボールが 2 回飛び出した。この時は何も起こらなかったが、

1. ボールと原動機付き自転車が接触して横転する、
2. ボールを避けた車両が、並走していた原動機付き自転車との接触して横転する、
3. 歩道を歩いていた幼児もしくは老人の頭部にボールが直撃し倒れ、地面で頭部を強打する、

などのシナリオも考えられ、サッカー部員、顧問、そして学校が加害者側になりうる。他方で、第 2 グラウンド前の道路を生活道路としている近隣の学生、教職員の家族は、被害者側にもなりうる。また、上記シナリオ中の原動機付き自転車は本校学生となる可能性もあり、学校側はその脅威を排除する必要がある。

ここで、図 2 に現在の防球設備を示す。左側に道路が位置し、その右側に高さ 3m の防球フェンス、さらにその右側に高さ約 9m の防球ネットが設置されている。防球フェンスから防球ネットは、水平方向に約 1m 離れて設置されている。なお、防球ネットは高さ 2m から約 9m まで張られており、地表から高さ 2m までは間隙がある。それ故、間隙の下で球が V 字状に弾み、防球フェンスを越えて道路に飛び出す。また、月数回以上の頻度で、約 9m の防球ネットの上を越えてボールが道路に飛び出すこともある。

防球フェンスと防球ネットの双方の高さを上げることは、上記問題を解決する上で最も有効な手段ではあるが、支柱や基礎工事に関わるため、予算的、工期的に困難が予想される。しかしながら、防球フェンスと防球ネットの間隙をネットで塞ぐ対策であれば、直接 9m の防球ネットを越える球は対処できない



図 2: 防球設備。

が、支柱や基礎工事を考慮しなくて良いため、予算的、工期的に負担が少なく、直ちに着手すべきである。

4 安全性と競技力の向上のためのグラウンド整備

4.1 ピクトグラムを用いた張り紙の設置によるグラウンド整備にかかる行動改善にむけた取り組み

表 1 から類推できるように、野球においては、グラウンド整備不良に起因した、硬球の弾み方の突発的変化は、骨折などの重大事故に直結する。このため、内野の各選手の守備位置周辺は、特に入念に手入れされる。他方で、選手位置がめまぐるしく変わるサッカーにおいて、ペナルティエリア内で手を使うことができるキーパーを除いたサッカーのフィールドプレイヤーは、自分が特に配慮すべき守備位置という意識が、野球選手のそれに比べて低く、結果としてグラウンド整備に対して熱心でないと感じられる。

上述の様に安全性を高める上でも、また競技力を向上させる上でも、競技そのものの練習を繰り返すだけでなく、競技を支えるグラウンド整備が重要である。高学年の学生と比較して競技経験が浅く、身体的にも成長途中である 1 年生は、競技上の主力でないこの時期に、グラウンド整備に代表される、競技を取り巻く一連の雑務を担当する。しかしながら、競技、学校施設、さらには、学生や教職員などの人的資源を俯瞰出来ていないこの時期の学生が、グラウンド整備に代表される、環境整備の意義をとらえた上で、自発的に行動に移すことは難しく、行動をおこすためのきっかけが必要となる。年長者である顧問や高学年による指導が考えられるが、部活動の監督者は日替わりであるし年度毎でも替わるため、一貫した指導は難しい。また高学年の学生においては、高専大会や大学リーグの競技者でもあるため、競技を取り巻く環境を俯瞰し、配慮し続けることは難しい。そこで、持続可能なグラウンド整備の環境実現を狙って下記を試みた。



図 3: 掲示したピクトグラム。

図 3 に、第 2 グラウンド周辺に掲示したピクトグラムの一例を示す。ピクトグラムは、文字の代わりに、視覚的な図を用いて情報伝達を行う。図を用いて情報伝達を行う特性上、特定の言語に制約されずに、直感的に内容伝達が可能である。このため、多種多様な人々が集う、空港や駅などの公共交通機関における案内板として多く利用されている。これらのピクトグラムを用いた掲示によって、指定された場所に、指定された置き方で道具が収納されるように改善された。また、立ち鎌を用いたグラウンド内の草刈りが自発的にされるようになったように、道具の管理が改善したこ

とにより、それらを有効に活用したグラウンド整備が行われるようになった。

4.2 学校行事後の第2グラウンド

図4は平成28年7月に行われた、オープンキャンパス後のグラウンド整備の様子である。第2グラウンドは、例年、オープンキャンパス、後援会総会、保護者会、高専祭の際に駐車場として利用されている。外部業者の車両によってレーキがけん引されたため、コートを中心部は整備されているが、グラウンドの大きさの制約上、長方形のコートの4隅はトラックでは均すことができず、人力で整備する必要がある。グラウンドに駐車する際、グラウンド北西の、図4の手前側を全車両が通るが、ここが上述の車両によるレーキのけん引では均すことができない箇所のひとつである。約1tもの荷重の車両が何十台も通過することによって、グラウンドが締め固められるため、もはや締め固められた箇所を、人力によってレーキで掘り起こすことも、シャベルに足をかけて掘り起こすことも容易でない。このように、現状復帰がなされていないままに、次のイベント時においても繰り返し締め固められる悪循環に陥っている。グラウンド状態の不均質は、技術向上を阻害し、競技性を損ね、選手の安全性を著しく低下させるため、学校側はただちに対応が必要である。また、公式戦の試合会場となることもあるため、対外的にも配慮する必要があることも付け加える。本来であれば、上記イベントの責任者が現状復帰すべきであるが、学生の安全面を預かるという顧問の立場上、出来る範囲での整備を検討した。筆頭著者は、締め固められたグラウンドを掘り返すための準備として、小型車両系建設機械の特別講習を受講し修了した。すなわち、バックホーのレンタル費用が捻出できれば、自ら整地する準備が整っていることを示す。



図4: オープンキャンパス後のグラウンド整備の様子。

4.3 車両を用いたグラウンド整備

大分南高校が試合会場の際には、ナンバープレートが無い自動車が、レーキをけん引してグラウンド整備を行っている。また、旧臼杵商業高校が試合会場の際には、図5のとおり、車両2台体制でグラウンド整備が行われ、1台目の車が同心円状にレーキをかけ、後続の車の荷台に積まれたタンクから水を撒くことによって、砂埃を抑制するという体制が敷かれている。しかもこの一連の作業は、1日に2試合予定されている公式戦の、試合間の僅かな時間に完了する。第2グラウンドは公式戦の会場となるこ

ともあるため、他校で行われている上記の様な取り組みを、本校でも取り入れることを検討する必要がある。



図5: 旧臼杵商業高校グラウンドにおける自動車2台体制によるグラウンド整備。

5. 結論

大分高専サッカー部を一事例として取り上げ、学校教育現場における部活動環境の改善について検討した。サッカー部の顧問数不足、熱中症予防のための氷の供給量不足、防球問題、グラウンド整備問題、が存在することを指摘した。サッカー部員、顧問、施設管理側が協力し、これらの問題解決に向けて具体的に行動を起こすことが重要である。

参考文献

- 1) 学校の管理下の死亡・障害事例と事故防止の留意点 H21, 日本スポーツ振興センター, http://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/kenko/jyouhou/pdf/jirei/H21_02_syogai.pdf
- 2) 学校の管理下の死亡・障害事例と事故防止の留意点 H22, 日本スポーツ振興センター, http://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/kenko/jyouhou/pdf/jirei/jireisyu22_02.pdf
- 3) 学校の管理下の死亡・障害事例と事故防止の留意点 H23, 日本スポーツ振興センター, <http://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/kenko/jyouhou/pdf/jirei/jirei23-3.pdf>
- 4) 学校の管理下の死亡・障害事例と事故防止の留意点 H24, 日本スポーツ振興センター, <http://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/kenko/jyouhou/pdf/jirei/jirei24-3.pdf>
- 5) 平成24年度(公財)全国高等学校体育連盟 加盟状況, <http://www.zen-koutairen.com/pdf/reg-24nen.pdf>
- 6) 部員数統計(硬式), 日本高等学校野球連盟, http://www.jhbf.or.jp/data/statistical/index_koushiki.html
- 7) <http://hs.ofa.or.jp/2016u16-h.pdf>
- 8) <http://aed-info.jp/rental/>

製鉄所構内に積み付けた 大気エージング処理用製鋼スラグの基本的性状

麻生 更紗¹・佐野 博昭²・柏原 司³

古川 幹人³・澄川 圭治³・佐藤 庫一³・中村 貴敏⁴

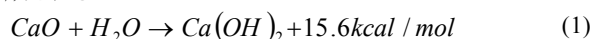
¹機械・環境システム工学専攻, ²都市・環境工学科, ³新日鐵住金株式会社, ⁴日鉄住金スラグ製品株式会社

本研究では、製鉄所構内において積付け開始日の異なる大気エージング処理工程中の7つの製鋼スラグ山から試料を採取し、基本的性状の測定を行った。得られた結果より、大気エージング期間の経過にともなって自然含水比は徐々に増加、土粒子の密度は徐々に減少し、大気エージング処理工程中の製鋼スラグの自然含水比と土粒子の密度との間には相関性の高い直線関係が認められた。また、大気エージング期間の経過にともなうpH、電気伝導率、カルシウムイオン濃度の明確な差は認められないということ、カルシウムイオン濃度と電気伝導率との間には比較的相関性の高い直線関係が認められるということが明らかとなった。

キーワード：大気エージング、製鋼スラグ、基本的性状、pH

1. まえがき

製鉄所より発生する主な副産物として製鋼スラグを挙げることができるが、これには、排出直後、数%の遊離石灰 (f-CaO) が含まれており、水と反応すると2倍の体積膨張が生じるとともに、次式(1)に示すように発熱して水酸化カルシウムCa(OH)₂が生成される¹⁾。



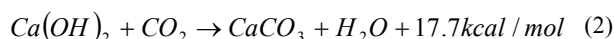
このため、製鋼スラグ中にf-CaOを含んだ状態で路盤材料などに用いると、施工後、膨張によって路面が隆起する恐れがあるため、冷却固化後の製鋼スラグを破砕、ふるい分けした後、製鉄所構内の屋外で一定期間山積みをし、f-CaOを水や空気と反応させ、製鋼スラグを安定化させるエージング処理が行われている²⁾。

写真-1は、2015年1月23日に撮影した新日鐵住金株式会社 大分製鉄所構内における大気エージング処理工程中の製鋼スラグ山の一例を示す。

エージング処理には、降水や散水により水和反応を促進させる「大気エージング法」とより短期間で水和反応を完了させる「促進エージング法」の2つがある³⁾。

エージング処理工程を経た製鋼スラグは、路盤材料などの土木材料として有効に利用されているが、その一方でpH≒12の高アルカリ性を有することから、これを緩和するために、製鋼スラグに二酸化炭素を散布して炭酸化を促進させる「迅速炭酸化処理技術」が検討されている⁴⁾。

ここで、エージング処理工程中(6か月から1年)にf-CaOが水と反応してCa(OH)₂となった後、Ca(OH)₂は大気中の二酸化炭素CO₂(濃度0.03~0.04%)と接触する機会があることより、接触の程度の差は別にして次式(2)に示すような反応を経て炭酸カルシウムCaCO₃が生成¹⁾されている可能性が高いものと推察される。



さらに、式(2)の反応が進行しているとすれば、製鋼スラグのpHが低下していることになる。

先にも述べたように、製鋼スラグの炭酸化処理技術の開発に



写真-1 新日鐵住金株式会社 大分製鉄所構内における大気エージング処理用製鋼スラグ山の一例 (2015年1月23日撮影)

表-1 製鉄所構内における製鋼スラグ山の積付け状況

製鋼スラグ山 No.	積付け開始年月日	積付け終了年月日	平均積付け期間 (日)
1	2014/1/20	2014/2/28	168
2	2014/3/1	2014/3/31	135
3	2014/4/1	2014/4/30	104
4	2014/5/1	2014/5/31	74
5	2014/6/1	2014/6/30	43
6	2014/7/1	2014/7/31	13
			192
7	2014/8/1	2014/8/31	161

* 平均積付け期間において、No.2～7は当該月の15日を、No.1は2月10日を基準。

**平均積付け期間において、No.1～5、No.7の数値およびNo.6の上段の数値は基準日から2014年7月28日までの期間、No.6の下段の数値は基準日から2015年1月23日までの期間。

あたっては、現在、文献4)のように二酸化炭素ガスを用いた「迅速炭酸化処理技術」の開発が行われている。しかしながら、著者らは、現在のエージング処理技術の主流の1つである大気エージングを基本とし、炭酸化反応には大気中に含まれている二酸化炭素CO₂を積極的に用い、できるだけコストのかからない「緩速かつ経済的な炭酸化処理技術」の開発を目指している⁵⁾⁶⁾。

ここで、降水や散水によって水和反応を促進させる「大気エージング法」によるエージング処理工程は、6か月から1年と長期間にわたり製鉄所構内の敷地を占有することになるが、この間の製鋼スラグの性状について詳細に調査した例は見当たらない。

そこで、本研究では、「緩速かつ経済的な炭酸化処理技術」の開発にあたって、まず、製鉄所構内において積付け開始日の異なる大気エージング処理工程中の7つの製鋼スラグ山から試料を採取し、基本的性状の測定を行った。

2. 製鉄所構内に積み付けた大気エージング処理工程中の製鋼スラグの性状調査

表-1は、新日鐵住金株式会社 大分製鉄所構内の製鋼スラグ山の積付け状況を示す。現在、1つの製鋼スラグ山を1ヶ月単位で管理(積付け開始および終了月日を把握)していることから、1山当りの積付け期間(エージング期間)が明確となっている。

試料の採取は、2014年7月28日(対象スラグ山: No.1～6)と2015年1月23日(No.6, 7)に実施した。調査の直前にバックホーにより穴(幅2.3m×高さ2.3m×奥行1.3m)を掘削し、その穴の中から試料を採取した。

試料採取後、直ちに試料を大分工業高等専門学校・地盤環境工学実験室内に運搬し、地盤材料試験の方法として基準化され



図-1 製鉄所構内における大気エージング期間の経過とともに自然含水比 w_n の推移(試料の状態: 有姿(37.5mmふるい通過分))

ている「含水比試験」⁷⁾、「土懸濁液のpH試験方法」(JGS 0211-2009)⁸⁾、「土懸濁液の電気伝導率試験方法」(JGS 0212-2009)⁹⁾に準拠して、含水比 w 、pH(H₂O)、電気伝導率 χ を測定した。

なお、今回、測定対象とした製鋼スラグが有姿(最大粒径37.5mm)であることより、試料の概ねの質量として、含水比 w は1kg、pH(H₂O)と電気伝導率 χ は、500gとして測定を行った。

また、地盤材料試験の方法として基準化されている試験とは別に、エージング処理工程中におけるカルシウムイオンCa²⁺濃度(mg/L)の測定を、「土懸濁液のpH試験方法」⁸⁾と「土懸濁液の電気伝導率試験方法」⁹⁾に追加して行った。

一方、土粒子の密度 ρ_s については、製鋼スラグは最大粒径37.5mmの有姿であることから、水置換法により測定する方法を採用した。

次章では、自然含水比 w_n 、土粒子の密度 ρ_s 、pH(H₂O)、電気伝導率 χ 、カルシウムイオン濃度Ca²⁺の測定結果および各種性状間の関係を示す。

3. 製鉄所構内に積み付けた大気エージング処理工程中の製鋼スラグの各種性状

図-1は、製鉄所構内における大気エージング期間の経過とともに自然含水比 w_n の推移を示す。なお、図中には、併せて、製鋼スラグ山No. (前出表-1参照)を示す。

図より、 w_n は3～8%を推移しており、同じスラグ山においても採取場所によって含水比が異なること、また、日数の経過とともに含水比は徐々に増加する傾向にあることがわかる。とくに、製鋼スラグ山No.6については、2回にわたって調査を行ったわけであるが、13日では2.9～4.8%、192日では10.6%となっており、大気エージング期間の経過とともに含水比が約2.8倍増加していることになる。

エージング開始当初は、散水や降水とともに製鋼スラグ山内部に水が浸透するが、製鋼スラグ中に含まれているf-CaO

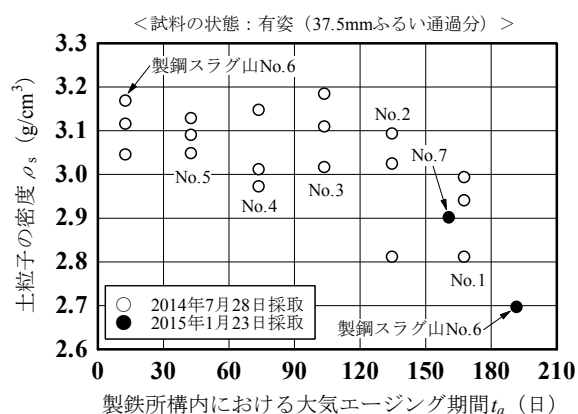


図-2 製鉄所構内における大気エージング期間の経過にともなう土粒子の密度の推移（試料の状態：有姿（37.5mm ふるい通過分））

の水和反応（前出式(1)）により水分が消費されるとともに膨張現象も生じる。しかしながら、期間の経過にともなってこの反応が収束するにつれて、製鋼スラグによる水分の消費が無くなるため、徐々に含水比が高くなったものと推察される。併せて、製鋼スラグの細粒化による影響も原因の1つとして挙げることができる。

図-2は、製鉄所構内における大気エージング期間の経過にともなう土粒子の密度 ρ_s の推移を示す。図より、土粒子の密度は、当初、 3.1g/cm^3 程度であったが、エージング期間の経過にともなって徐々に減少しており、168日時点で概ね 2.9g/cm^3 まで減少していることがわかる。この原因としては、製鋼スラグの細粒化による影響が考えられる。

そこで、先に示した自然含水比と土粒子の密度との関係を検討してみることにした。

図-3は、自然含水比 w_n と土粒子の密度 ρ_s との関係を示す。図より、自然含水比の増加にともなって土粒子の密度は減少しており、両者の間には次式(3)に示すような相関性の高い直線関係が認められる。

$$\rho_s = 3.3650 - 0.066647 w_n \quad (r = 0.908) \quad (3)$$

これより、前出図-1と図-2に認められたエージング期間の経過にともなう自然含水比の増加と土粒子の密度の低下は、大気エージング期間の経過にともなう製鋼スラグの細粒化現象による可能性が高いことが明らかとなった。

図-4は、大気エージング期間の経過にともなう $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ の推移を示す。図より、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ は、概ね12程度を推移しており、エージング期間の経過にともなう明確な差は認められなかった。

図-5は、大気エージング期間の経過にともなう電気伝導率 χ の推移を示す。図より、 χ は、 $200\sim 300\text{mS/m}$ を推移しており、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ と同様に、エージング期間の経過にともなう明確な差は認められなかった。

図-6は、大気エージング期間の経過にともなうカルシウムイオン濃度 Ca^{2+} の推移を示す。図より、カルシウムイオン濃度は、

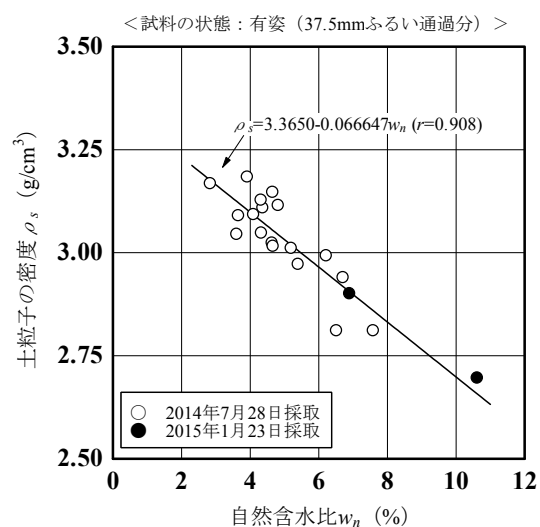


図-3 自然含水比と土粒子の密度との関係（試料の状態：有姿（37.5mm ふるい通過分））

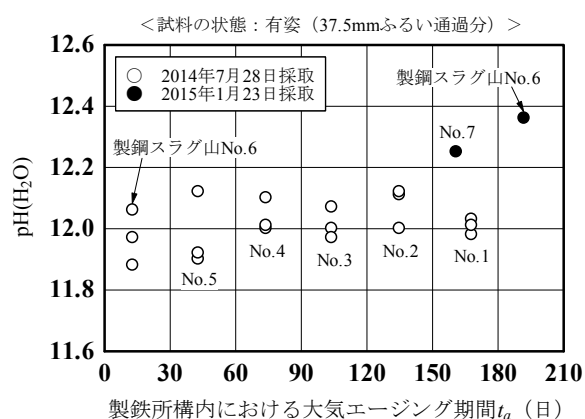


図-4 製鉄所構内における大気エージング期間の経過にともなう $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ の推移（試料の状態：有姿（37.5mm ふるい通過分））

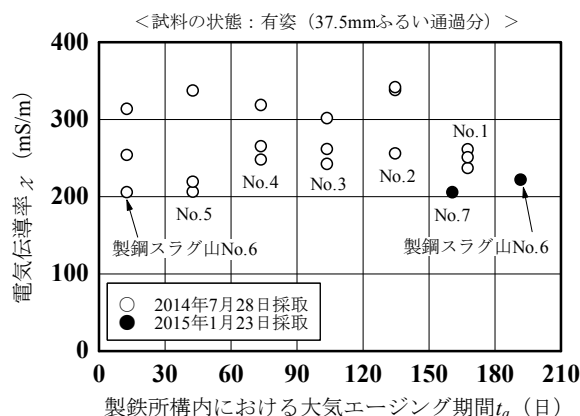


図-5 製鉄所構内における大気エージング期間の経過にともなう電気伝導率の推移（試料の状態：有姿（37.5mm ふるい通過分））

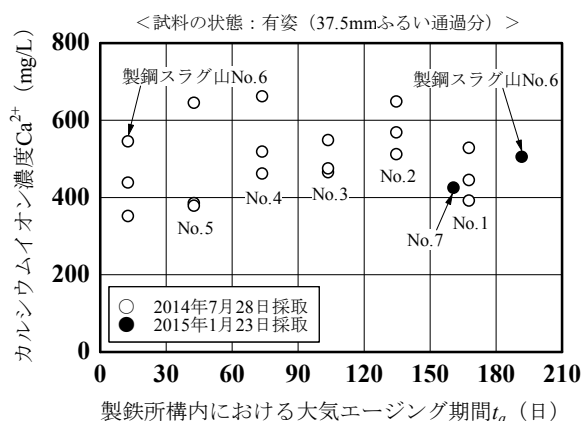


図-6 製鉄所構内における大気エージング期間の経過にともなうカルシウムイオン濃度の推移（試料の状態：有姿（37.5mm ふるい通過分））

350～660mg/Lを推移しており、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 、電気伝導率 χ の推移と同様にエージング期間の経過にともなう明確な差は認められなかった。

図-7は、カルシウムイオン濃度 Ca^{2+} と電気伝導率 χ との関係を示す。図より、カルシウムイオン濃度 Ca^{2+} の増加にともなって電気伝導率は増加しており、両者の間には次式(4)に示すような比較的高い直線関係が認められる。

$$\chi = 0.4478\text{Ca}^{2+} + 42.52 \quad (r = 0.892) \quad (4)$$

以上の $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 、電気伝導率 χ 、カルシウムイオン濃度 Ca^{2+} の結果より、製鉄所構内における大気エージング処理工程中においてエージング期間の経過にともなうそれぞれの推移はほとんど認められないことが明らかとなった。

4. まとめ

本研究では、製鉄所構内に積み付けた大気エージング処理工程中の製鋼スラグの含水比 w_n 、土粒子の密度 ρ_s 、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 、電気伝導率 χ 、カルシウムイオン濃度 Ca^{2+} の測定を行った。

本研究により得られた主要な結果を以下に列挙する。

- (1) 大気エージング期間の経過にともなって自然含水比 w_n は徐々に増加し、土粒子の密度 ρ_s は徐々に減少する。
- (2) 大気エージング処理工程中の製鋼スラグの自然含水比 w_n と土粒子の密度 ρ_s の間には相関性の高い直線関係が認められる。
- (3) 大気エージング期間の経過にともなう $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 、電気伝導率 χ 、カルシウムイオン濃度 Ca^{2+} の明確な差は認められない。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、元・新日鐵住金株式会社 大分製鐵所 金子敏行氏、原 良治氏には貴重なご助言をいただいた。ここに、深甚なる謝意を表する。

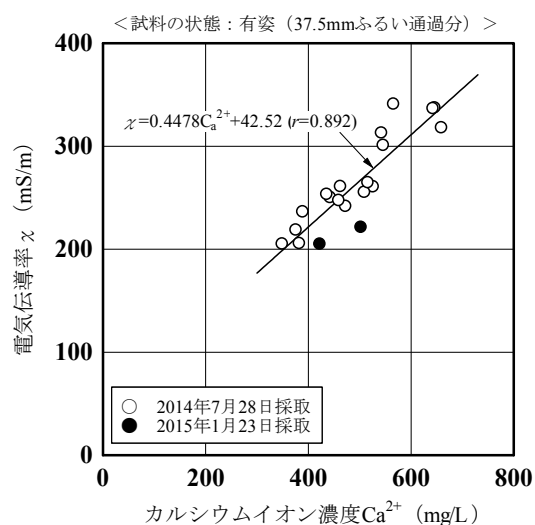


図-7 カルシウムイオン濃度と電気伝導率との関係（試料の状態：有姿（37.5mm ふるい通過分））

参考文献

- 1) 無機マテリアル学会編：セメント・セッコウ・石灰ハンドブック，技報堂出版，1996。
- 2) 鐵鋼スラグ協会・製鋼スラグ共同研究委員会：製鋼スラグ路盤設計施工指針，1985。
- 3) 堀井和弘，堤 直人，北野吉幸，加藤敏朗：製鋼スラグ処理と資源化技術，新日鐵技報，第394号，pp. 125-131，2012。
- 4) 堤 直人，田中 誠，田崎智品，天田克己，久末 治，山本充，山田祐輝，遠藤公一：製鋼スラグの迅速炭酸化処理技術の開発，新日鐵技報，第388号，pp. 99-109，2008。
- 5) 麻生更紗，佐野博昭，山田幹雄，柏原 司，金子敏行，古川幹人，原 良治，澄川圭治，佐藤庫一，中村貴敏：円筒容器を用いた室内通気実験による製鋼スラグの pH 低減効果の確認，平成26年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，III-064，pp. 379-380，2015。
- 6) 麻生更紗，佐野博昭，山田幹雄，北島博文，金子敏行，古川幹人，澄川圭治，佐藤庫一，中村貴敏：円筒容器を用いた室内通気実験による製鋼スラグの炭酸化促進工法の開発に関する基礎的研究，平成27年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，III-057，pp. 385-386，2016。
- 7) (社)地盤工学会 地盤調査法改訂編集委員会編：地盤材料試験の方法と解説—二分冊の1—，「第3編 物理試験 第3章 含水比試験」，pp. 104-114，2009。
- 8) (社)地盤工学会 地盤調査法改訂編集委員会編：地盤材料試験の方法と解説—二分冊の1—，「第4編 化学試験 第2章 土懸濁液の pH 試験方法」，pp. 310-316，2009。
- 9) (社)地盤工学会 地盤調査法改訂編集委員会編：地盤材料試験の方法と解説—二分冊の1—，「第4編 化学試験 第3章 土懸濁液の電気伝導率試験方法」，pp. 317-320，2009。

(2016. 9. 30受付)

大分工業高等専門学校 都市・環境工学科における防災・減災 教育研究の現状と今後の持続的な地域防災・減災教育研究への展望

佐野 博昭¹・名木野 晴暢¹・嶋田 浩和²・川内谷 一志³・大庭 恵一³

¹都市・環境工学科, ²情報工学科, ³一般科理系

近年, 地震, 津波, 台風と豪雨, 火山噴火などの災害と呼ばれる事象が多発している. 大分工業高等専門学校 (以下, 大分高専と略す) は, 大分県内唯一の土木工学系の学科を有する高等教育機関であり, 災害教育を行っている高等教育機関としての期待もさらに高まっているものと予想する. しかしながら, その一方で, このように災害が多発している今, 大分高専の土木工学系の学科として何ができるのか, 何をすべきなのか, 何をしなければならないのかを改めて考え直す時期に来ているのも事実である.

そこで, 本報告では, 大分高専 都市・環境工学科における防災・減災教育研究の現状を整理し, 今後の持続的な地域防災・減災教育研究への展望をまとめてみることにした.

キーワード: 災害, 地震, 地域防災・減災教育研究, 構造物振動台

1. まえがき

2016年4月14日, 16日に発生した熊本地震は記憶に新しいところであるが, さらに, 最近では台風10号が大きな被害をもたらしたことはより鮮明に記憶に残っている. この台風10号は日本の南で複雑な動きをし, 数日間南寄りの進路を通った後, 再び東寄りに進路を変えて北上し, 8月30日18時前に岩手県大船渡市付近に上陸した後, 東北地方を通過し, 日本海で温帯低気圧に変わったものである. この台風による人的被害として死者22名, 行方不明者5名が報告されている¹⁾.

さらに, その後も台風16号が9月17日12時頃非常に強い勢力で沖縄県与那国島付近を北上したのち, 東シナ海を北東に進み, 20日0時過ぎに鹿児島県大隅半島に上陸した. その後もあまり勢力を弱めることなく日本の南海上を東北東進し, 13時半頃に強い勢力で和歌山県田辺市付近に再上陸し, 21時に東海道沖で温帯低気圧となった²⁾.

このように, 近年, 地震, 津波, 台風と豪雨, 火山噴火などの災害と呼ばれる事象が多発している. さらに, 南海トラフの地震として, 静岡県沖で起こる「東海地震」, 愛知県から三重県にかけての「東南海地震」, 和歌山県から高知県にかけての「南海地震」がここ数10年のうちに高い確率で発生するとされている.

大分工業高等専門学校 (以下, 大分高専と略す) は, 大分県内唯一の土木工学系の学科を有する高等教育機関であり, 災害教育を行っている高等教育機関としての期待もさらに高まっているものと予想する.

しかしながら, その一方で, このように災害が多発している今, 大分高専の土木工学系の学科として何ができるのか, 何をすべきなのか, 何をしなければならないのかを改めて考え直す時期に来ているのも事実である.

構造物の老朽化, 公共工事予算の減少, 少子高齢化社会, IT技術やソーシャル・ネットワーク・システム (SNS) の高度化など社会システムが急速に多様化し, さらに災害も多様化している今, 従来型の災害教育では国民の生命・財産を守ることができなくなっているように感じる.

そこで, 本報告では, 大分高専 都市・環境工学科における防災・減災教育研究の現状を整理し, 今後の持続的な地域防災・減災教育研究への展望をまとめてみることにした.

2. 2016年4月14日 (前震), 16日 (本震) に発生した熊本地震の概要および16日 (本震) により生じた別府地域の被害状況の調査結果

(1) 2016年4月14日, 16日に発生した熊本地震の概要³⁾

2016年4月14日21時26分, 熊本県熊本地方にてマグニチュード6.5 (以下, M6.5のように表す) の地震が発生し, 気象庁震度階級の震度7を益城町にて観測した. その後も地震活動は続き, 同日22時7分にはM5.8 (最大震度6弱) を, 日付が変わった4月15日0時3分にはM6.4 (最大震度6強) を観測する地震が発生した. そして, 4月16日1時25分には, 4月14日の地震M6.5を上回るM7.3

の地震が発生し、益城町と西原村にて再び震度7を観測した。

一連の地震活動で震度7を2回観測したのは、観測史上初めてのことである。

さらに、震度1以上を観測した回数は、9月23日15時現在で2112回であり、余震の発生回数は過去最大となっている。

(2) 熊本地震により生じた別府地域の被害状況の調査結果

2016年4月16日1時25分に発生した熊本地震(本震)による大分県別府市内の震度は、別府市鶴見で「6弱」を記録し、屋根瓦の損壊、擁壁の倒壊、臨港地区での液状化による建物損壊や噴砂などの被害が発生した。そこで、2016年5月27日に大分高専 都市・環境工学科5年生4名、専攻科 機械・環境システム工学専攻1年生1名、2年生2名、都市・環境工学科教員2名、合計9名で大分県別府市別府港石垣地区付近の被害状況の調査を行うこととした。

写真-1は、液状化にともなう噴砂の発生状況を示す。調査時点では地震発生後1ヶ月半が経過しているため、必ずしも噴砂発生時の状態が完全に保存されていない可能性があるが、噴砂自体の移動などはしていないことを確認したことから、写真中の砂は地盤中から噴出した砂そのものを示している。

噴砂を手で触った感触としては、粒径が揃った砂であると感じた。そこで、当日、砂試料を採取し、地盤環境工学実験室に持ち帰り、現在、土粒子の密度試験、粒度試験、最小密度・最大密度試験などを行っていることから、噴砂の性状については別の機会に改めて報告するものとする。

今回の熊本地震(本震)により、大分県においても別府市内で液状化が発生するという事態が生じた。先にも述べたように、今後、発生が予想されている「南海トラフ巨大地震」による大分県への被害予測を考慮に入れた場合、「強靱な県づくり」さらに「安全に安心して暮らせる県土の実現」のためには、大分県内で唯一土木工学系の学科を有する高等教育機関である大分高専の果たすべき役割は非常に大きい。

以下では、大分高専がこれまでに行ってきた災害等に関する教育研究および地域貢献の概要を述べるものとする。

3. 大分高専においてこれまでに行ってきた災害等に関する教育研究および地域貢献の概要

(1) 災害等に関する教育

災害等に関する講義として、本科(都市・環境工学科)では、都市・環境工学概論(1年2単位)、建設工学基礎(1年1単位)、土質力学Ⅰ(3年4単位)、土質力学Ⅱ(4年2単位)、構造力学Ⅰ(3年4単位)、構造力学Ⅱ(4年2単位)、振動学(5年1単位)、地盤工学(5年1単位)、防災工学(5年1単位)、専攻科(機械・環境システム工学専攻)では、耐震構造解析学(1年2単位)、環境地盤工学(1年2単位)などが挙げられる。

中でも、「防災工学(5年)」では、災害全般を取り挙



写真-1 熊本地震(本震)による別府観光港の液状化による噴砂の状況(2016年5月27日撮影)

げるとともに、地震災害に関する内容の1つとして、災害対応カードゲーム「クロスロードゲーム」⁴⁾を実施している。これは、ややもすると他人事となりかねない「災害対応」を自らの問題として考える機会を提供するものである。なお、Crossroad(クロスロード)は、神戸市職員の方々を対象としたインタビュー調査をもとに作成されたものである⁴⁾。

内閣府の防災ページ⁵⁾によれば、「クロスロードゲーム」について以下のような紹介(原文のまま引用)がなされている。なお、下線は、著者らの記入によるものである。

【特徴】

1. カードゲームを通じ、参加者は、災害対応を自らの問題としてアクティブに考えることができ、かつ、自分とは異なる意見・価値観の存在への気づきも得ることができる。
2. 防災に関する困難な意志決定状況を素材とすることによって、決定に必要な情報、前提条件についての理解を深めることができる。

【概要】

災害対応カードゲーム教材「クロスロード」は、カードを用いたゲーム形式による防災教育教材である。ゲームの参加者は、カードに書かれた事例を自らの問題として考え、YESかNOかで自分の考えを示すとともに、参加者同士が意見交換を行いながら、ゲームを進めていく。

【目的】

1. 災害対応を自らの問題として考え、また、様々な意見や価値観を参加者同士共有すること。
2. 災害対応においては、必ずしも正解があるとは限らず、また、過去の事例が常に正解でないこともある。ゲームを通じ、それぞれの災害対応の場面で、誰もが誠実に考え対応すること、また、そのためには災害が起こる前から考えておくことが重要であることに気づくことが重要である。

上記のような「クロスロードゲーム」を2015年度の防

災工学 (5 年) の授業の中で実施したところ、ゲーム感覚で授業に臨むことができることより、災害に対する垣根が低くなり、自らの問題としてストレートに受け入れ、その上で自ら考えて発言し、さらに、他の人の意見を素直に聞くという一連の流れをスムーズに行うことができた。

ここで、「自らの問題としてストレートに受け入れ」や「他の人の意見を素直に聞く」と記載したが、これは、内閣府の防災ページ⁵⁾中の下線の部分にある目的を十分に達成できたことになる。

通常の授業の中では、受講者全員が共通の話題で互いに議論することはなかなか困難であるが、ゲームを導入することによってそれが可能であることを実感することができた。

今後は、「クロスロードゲーム」の実施前後にアンケート調査を実施することによって、災害等に対する意識がどのように変化したかを定量的に評価する予定である。また、土木工学系の学科以外の学生に対しての実施も検討している。

この他にも防災ゲームとして「防災トランプ」⁶⁾や「防災カードゲーム」⁷⁾があることから、これらを積極的に組み合わせて、技術者育成のための防災・減災導入教育の一貫として行うことを検討している。さらに、社会人への公開講座としての利用も可能である。

(2) 災害等に関する研究

例えば、都市・環境工学科の地盤環境工学研究室と計算構造力学研究室では、これまでに卒業研究や特別研究で災害等に関する研究に取り組み、文献 8)、9)、10) のような成果を報告している。

現在、一般科理系の教員とともに大分高専が地域の避難所として必要な機能や果たすべき役割について検討を行っており、得られた成果については別の機会に改めて報告するものとする。

(3) 災害等に関する地域貢献

a) オープンキャンパス

地盤環境工学研究室と計算構造力学研究室では、これまでに協働して地震に関連した内容の紹介を行ってきた。具体的には、①「小型容器」を用いた液状化実験、②「エッキー」¹¹⁾を用いた液状化再現実験、③「手回し振動台～電動ぶるる～(応用地震計測(株)製)」と「電気式携帯振動台～ぶるる～(応用地震計測(株)製)」を用いた液状化実験や建物の振動実験、④「紙ぶるる(応用地震計測(株)製)」を用いた建物の振動実験などである。

写真-2 は、2015 年 7 月 4 日「大分高専オープンキャンパス 2015」において来場者による「小型容器」や「エッキー」を用いた液状化実験をしている様子である。

プラスチック製の小型容器に豊浦珪砂を詰めて水を満



写真-2 「小型容器」や「エッキー」を用いた液状化実験の様子 (2015 年 7 月 4 日撮影)



写真-3 「紙ぶるる」を用いて地震に強い建物を作製している様子 (2016 年 7 月 2 日撮影)

たし(飽和させ)、小型振動器により加振して液状化を発生させた。液状化にともなって、砂の上に置いた建物の模型などが沈んでいく様子やマンホールを模擬して砂の中に埋め込んでいたプラスチック製のフィルムケースが浮き上がる様子を観察してもらい、パネルを用いて液状化のメカニズムについて説明を行った。

写真-3 は、2016 年 7 月 2 日「大分高専オープンキャンパス 2016」における中学生の来場者による「紙ぶるる」を用いて地震に強い建物を作製している様子である。

b) 出前講座

計算構造力学研究室では、これまでに前出講座に積極的に参加してきたが、2015 年 9 月 5 日に開催された「平成 27 年科学と遊ぼう! in 坂ノ市中学校」には地盤環境工学研究室と計算構造力学研究室が協働で参加し、「地震に強い家を作ろう!」というテーマのもと、所要時間 80 分で中学生や保護者の方々と一緒に地震について考える機会を持った。

なお、実験補助として、両研究室に所属する本科5年生や専攻科1年生が参加した。

講座の内容としては、まず地震の概要について説明し、それから、「紙ぶるる」の模型作製、実験、最後に、まとめとして、地震は建物だけではなく地盤にも影響を及ぼすことを説明した。

写真-4, 5は、「紙ぶるる」を用いた建物模型の作製とその後の振動実験の様子を示す。

講座終了後のアンケート調査に対して、男性31名(中学2年生13名、中学1年生18名)、女性3名(中学3年生2名、中学1年生1名)から回答があり、「Q1.今回の実験はいかがでしたか」の設問に対して、「とても満足できた32名」、「だいたい満足できた1名」、「普通1名」となり、97%の中学生が満足してくれたことになる。

また、「Q2.今回の講座の感想を書いてください」という設問に対して記入されていた内容を以下に全て記載する。なお、下線は、著者らの記入によるものである。

【アンケート記載内容】

- ・地震から建物を守るのは、建物を強くすることだけでなく、基礎の土などもしっかりしなければいけないと分かりました。ものを作ったりもして楽しかったです。
- ・地震の現象について詳しく知る事ができました。科学に興味をもてました。
- ・地震に強い建物を作るには屋根を無くす方法もあると知ってびっくりしました、外にも色々知れて楽しかったです。
- ・家のさまざまな状況で、揺れ方は全然違うという事がよく分かった。とても面白かった。
- ・地震に強い建物について色々分かった。
- ・屋根のある方が大きくゆれたり筋交いがあるほうが揺れなかったり知らない事をたくさん学べて楽しかった。
- ・とてもいい勉強になりました。土木の道に進みたいと思いました。
- ・今回は、いい勉強になりました。高専に入りたいという思いがいっそう深まりました。
- ・今日はとってもいい体験ができました。楽しかったです。
- ・これから、将来、家を建てる事があれば、役立てていきたいです。
- ・今日は、とても良い勉強になりました。もっとたくさん事を学んでみたいと思いました。
- ・とてもおもしろく勉強になった。家づくりも面白そう。
- ・地震に強い建物とか、あまり考えたことがないので、すごく楽しかったです。
- ・この講座をまたしてみたいくらい面白かったし、屋根があるのとないの違いが分かって良かったです。
- ・とても面白くて、ためになるなと思った。
- ・未来につながるような事で、とても面白かったです。
- ・地震の事や、地震に強い建物の作り方を学びました。



写真-4 平成27年科学と遊ぼう！ in 坂ノ市中学校での取り組みの様子 (2015年9月5日撮影)



写真-5 平成27年科学と遊ぼう！ in 坂ノ市中学校での振動実験の様子 (2015年9月5日撮影)

- ・地震に強い建物が作れたので、嬉しかったです。将来は、屋根が軽い家を建てたいです。
- ・地震に弱い家を1つの工夫によって強くするというのがすごいと思いました。
- ・家は、強度も必要だけど、土も必要なんだなあと思った。
- ・筋交いがあるだけで、揺れ方が違ってびっくりした。
- ・屋根がある方が激しく揺れる事に気付いた。平らな屋根の方が強度があることにも気付いた。
- ・建物がはりによっておおはばに変わって驚いた。
- ・筋交いを使うと、丈夫になる事を初めて知りました。
- ・地震についてよく分かって良かった。これからは今日やったことを生かしたい。
- ・地震に強い建物の性質を知れて良かったです。
- ・地震に強い建物の構造を知れて良い経験になりました。
- ・土木についてや地震について少し興味を持った。
- ・地震に強い建物は、屋根があった方がいいと思っています。

たけど、あった方が揺れたのでびっくりしました。

- ・建物地震に強いことや弱いことで建物に屋根があるとゆれが強くなったりすることを知りました。本当に楽しかったです。
- ・とてもわかりやすく楽しかった。地震に強い建物などを知る事ができて良かった。
- ・地震に強い建物の事がよく分かったので良かったです。ものを作ったりしたので、楽しかったです。
- ・家がどのように揺れないかが分かった。
- ・今日の講座で教えてもらえてうれしかったです。なので、家の人などに教えたいと思いました。

今回の出前講座で地震と建物の関係を楽しく学び、理解してもらうことができたことを実施者としては非常に嬉しく思う反面、地震被害を理解してもらうためにはこのような取り組みが必要であるが、実際にはまだまだ不十分であるという事実を認識する機会となったことより、今後はこのような取り組みを積極的に行っていく必要があることを改めて痛感した次第である。

さらに、下線で示したコメントのように、出前講座で学んだ地震のことを家の人に話すことによって家庭内でも地震災害に対する理解がより一層深まっていくことになり、このような災害関連の情報が子どもから保護者へと広がっていくことが防災・減災教育においてはとても重要なことである。

4. 新たに導入された構造物振動台の概要

前章では、大分高専においてこれまでに行ってきた災害に関する教育研究および地域貢献の概要を述べたわけであるが、今後、土木分野での土構造物や各種構造物に対する地震時の挙動を把握するためには実際の地震を再現することが可能な装置の導入が必要不可欠であると感じていたところである。

このような中、2014 年 3 月に大分高専に構造物振動台が導入されたので、以下にその概要について述べる。

今回、新たに導入された構造物振動台は、水平 2 方向に振動するテーブルに土槽や構造物の模型を固定し、任意の周波数、振幅、加振力で振動を付加し、各種構造物の動的挙動を調査・研究するための装置である。

写真-6 は、構造物振動台一式(マルタニ試工(株)製)の概観を示す。構造物振動台は、(1)振動台、(2)サーボアクチュエーター、(3)検出器、(4)デジタルサーボコントローラー、(5)リモコンボックス、(6)油圧源および(7)実験土槽から構成されている。また、(1)振動台には、後述する模擬地震体験時の安全性確保のために、外周手すりを取り付けることができるようにしている。さらに、振動台に実験土層を固定することができるようになっており、液状化実験の実施も可能である。



写真-6 新たに導入された構造物振動台の概観 (2016 年 9 月 26 日撮影)

以下に、振動台の仕様をまとめる。

- ・構造：加振台直交 2 重構造
- ・寸法：1000×1500mm
- ・振動方向：水平直交 2 方向
- ・周波数：0.01～30Hz
- ・振幅：±100mm
- ・ストローク：200mm
- ・実験土槽：1000×600×850mm (片面は透明アクリル板、50mm 方眼、通水多孔盤式 2 重底盤)

5. 2016 年度オープンキャンパスにおける疑似地震体験コーナーの開設

2016 年 7 月 2 日に「大分高専オープンキャンパス 2016」が開催され、中学生 641 名、一般 974 名、合計 1615 名の方々が来場した。この中で、先に紹介した構造物振動台を PRするとともに、今後発生する可能性の高い「南海地震」に対する関心、さらには、防災・減災意識を持ってもらうために、都市・環境工学科の地盤環境工学研究室と計算構造力学研究室の協働展示として、「地震災害について学んでみませんか?」をテーマとし、「1.構造物振動台を使った地震動を体験してみよう」「2.地震によって発生する津波が遡上する様子を観察してみよう」「3.地震によって発生するがけ崩れや液状化現象を模型を使って再現してみよう」「4.熊本地震により生じた被害状況の写真展示を行います」の 4 つのイベントコーナーを開設した。

以下に、「1.構造物振動台を使った地震動を体験してみよう」のイベントコーナーの概要について報告する。

このイベントでは、前章で述べた構造物振動台を使用し、2016 年 4 月 16 日 1 時 25 分に益城町で観測された地震加速度波形 (KiK-net 益城 KMMH16) の NS 成分と EW 成分を入力した (図-1 参照)。なお、強震動記録は、独

立行政法人 防災科学技術研究所において公開¹²⁾されており、この波形を構造物振動台に入力(X軸,Y軸の2CH)することによって実際の地震波を再現することが可能である。

写真-7は、オープンキャンパス来場者による模擬地震を体験している様子である。体験者は、外周手すりをつかりと握って地震を体感している様子が伺える。

体験後、来場者に感想を聞いたところ、「怖かった」や「地震を考える機会となった」などの意見があった。次年度は、震度階級の表示や体験後にアンケート調査を行い、模擬地震体験による防災・減災意識の変化について調べる予定である。

6. 今後の持続的な地域防災・減災教育研究への展望

大分高専では、「教育」「研究」「地域貢献」の3本柱を掲げており、この3本の柱の中で持続的な地域防災・減災教育研究を行っていく必要がある。

「教育」については、高専入学後の早い段階から、全学科を対象として「防災リテラシー」教育の導入¹³⁾が必要であろう。また、中でも、将来、社会基盤整備の一翼を担う都市・環境工学科の学生を対象に、体系化された防災・減災教育を低学年から継続的に行っていく教育課程を構築する必要がある。

「地域貢献」については、これまで同様にオープンキャンパス、出前講座、公開講座などを積極的に活用するとともに、対象者を中学生に限定することなく、保護者をも含めた社会人対象のイベントを企画することが必要である。中でも、社会人を対象とした「クロスロードゲーム」⁴⁾、「防災トランプ」⁶⁾、「防災カードゲーム」⁷⁾を是非とも実施してみたいところである。

「研究」については、今回導入された構造物振動台の地域防災教育・研究への利活用法として以下のようなものが考えられる。

(1) 土木・建築関連

- ・大分県内の地盤において液状化が発生する可能性の検討
- ・ため池堤体の耐震性能評価
- ・一戸建て住宅を対象とした液状化対策工法の開発
- ・地震時における斜面安定対策工法の開発
- ・地震時における擁壁の安定性の検討
- ・地震に強い構造の検討

(2) 生理学・心理学関連

- ・振動台を用いた擬似地震体験による生理学的・心理学的影響の把握

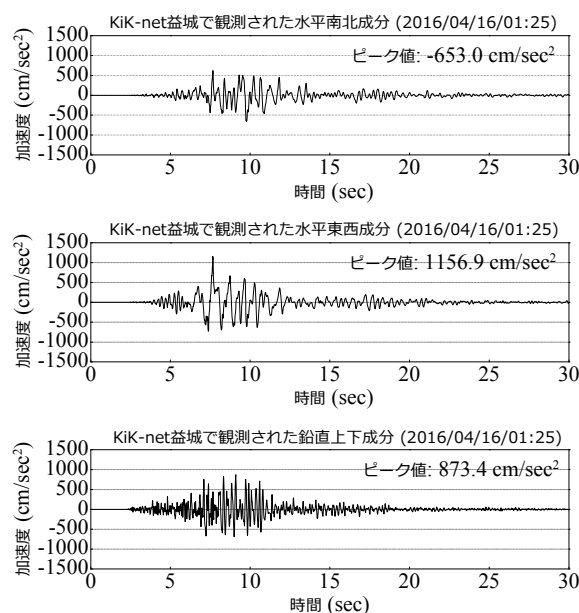


図-1 KiK-net 益城で観測された加速度波形¹²⁾



写真-7 構造物振動台を用いた擬似地震体験の様子 (2016年7月2日撮影)

- ・振動台を用いた擬似地震体験による地震予知情報受信後の生理学的・心理学的影響の推移

(3) 新材料関連

- ・地震が発生しても精密機器（例えば、情報機器）が転倒しない新たなクッション材の開発

(4) その他

- ・振動台を用いた擬似地震体験を基にした最適な地震予知情報メッセージの提案

以上のように、今回導入された構造物振動台を用いた地域防災・減災教育研究への利活用法として無限の可能性を秘めていることがわかる。多くの方々の積極的な利活用を希望するものである。

取組みの一例として、現在、(一社)大分県地質調査業協会・振動台WGとともに、本装置を用いて実際の地震波を入力することにより、大分県内の地盤土の液状化の可能性の評価の検討を行っているところである。

上記の研究テーマ以外にも、現有する機器を用いた台風と豪雨により発生する「地盤災害」や地震により発生する「津波」のシミュレーションなどについても研究を行っている予定である。

現在までのところ、大分高専 都市・環境工学科・佐野博昭, 名木野晴暢, 情報工学科・嶋田浩和, 一般科理系・川内谷一志, 大庭恵一により地域防災・減災教育研究プロジェクトチームを結成し, 教育研究活動を行っており, 今後, 得られた教育研究成果を適宜報告する。

7. まとめ

今回は、主として、地震災害に関連した地域防災・減災教育研究を対象として論じてきたが、この他にも、津波、台風と豪雨、火災、原子力、火山などの災害が挙げられ、防災・減災について語るに枚挙にいとまがない。

ここで、地域防災・減災教育研究について大分高専は大分県内唯一の土木工学系の学科を有する高等教育機関であり、大分高専に寄せる期待、さらには、大分高専が果たす役割は大きいものと改めて痛感している。今後は、積極的に情報を発信していく予定である。

国民の危機意識を高めることが今後の地域防災教育の一環として重要となる。さらに、強靱(レジリエント)な県土づくり、国土づくりに大きく貢献することができる。

最終的には、「人が死なない防災」¹⁴⁾を目指す。

謝辞：本報告をまとめるにあたり、各種データの整理には、大分高専 機械・環境システム工学専攻1年・藤井 楓さん、都市・環境工学科5年・須賀紗代子さんのご協力をいただいた。現地調査においては、大分県別府土木事務所 河港砂防課・広津留慶朗氏(大分高専土木工学科第12回卒業生)にご配慮いただき、明大工業(株)・藤沢正浩氏(大分高専土木工学科第10回卒業生)、吉田修一氏、吉松史徳氏のご指導のもとに調査を行った。また、本報告で紹介した構造物振動台一式は、2013年度補正予算により導入された機器であり、機器の導入に当たり、大分高専 学校長・古川明徳先生をはじめ多くの関係各位にご尽力いただいた。さらに、国立研究開発法人 防災科学技術研究所の強震観測網からのデータを利用させていただいた。ここに、深甚なる謝意を表する。

参考文献

1) 消防庁災害対策本部：平成28年台風第10号による被害

状況等について(第30報), <http://www.fdma.go.jp/bn/%E3%80%90%E7%AC%AC30%E5%A0%B1%E3%80%91%E5%B9%B3%E6%88%9028%E5%B9%B4%E5%8F%B0%E9%A2%A8%E7%AC%AC10%E5%8F%B7%E3%81%AB%E4%BF%82%E3%82%8B%E8%A2%AB%E5%AE%B3%E7%8A%B6%E6%B3%81%E7%AD%89%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%84%E3%81%A6%20.pdf> (2016年9月24日アクセス)。

- 2) 消防庁応急対策室：平成28年台風第16号による被害状況等について(第8報), <http://www.fdma.go.jp/bn/%E3%80%90%E7%AC%AC8%E5%A0%B1%E3%80%91%E5%B9%B3%E6%88%9028%E5%B9%B4%E5%8F%B0%E9%A2%A8%E7%AC%AC16%E5%8F%B7%E3%81%AB%E3%82%88%E3%82%8B%E8%A2%AB%E5%AE%B3%E7%8A%B6%E6%B3%81%E7%AD%89%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%84%E3%81%A6.pdf> (2016年9月24日アクセス)。
- 3) 気象庁：http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/2016_04_14_kumamoto/yoshin.pdf (2016年9月23日アクセス)。
- 4) あなたならどうする?ジレンマ場面で学ぶ災害対応カードゲーム CROSSROAD クロスロード：<http://www.s-coop.net/rune/bousai/crossroad.html> (2016年9月5日アクセス)。
- 5) 内閣府防災情報のページ 災害対応カードゲーム教材「クロスロード」【チームクロスロード】：http://www.bousai.go.jp/kyoiku/keigen/torikumi/kth1900_5.html (2016年9月5日アクセス)。
- 6) 防災トランプ：<http://bousai-trump.jp/> (2016年9月23日アクセス)。
- 7) NPO法人プラス・アーツ：<http://www.plus-arts.net/?p=6687> (2016年9月23日アクセス)。
- 8) 帆玉 豊, 佐野博昭, 藤本修司, 藤沢正浩, 田原隼人, 中井幸洋：液状化ハザードマップ精度の向上を目指して紙媒体により保管されていたボーリングデータを積極的に活用するためのシステム構築, 第21回高専シンポジウムin香川, C-13, 2016。
- 9) 佐野博昭, 川場浩二, 一宮一夫, 矢島寿一, 山田幹雄, 田辺和康：大分県別府市明礬地すべり地のDブロックにおける地下水の性状に関する一考察, 日本地すべり学会誌, Vol.45, No.3, pp.54-61, 2008。
- 10) 佐野博昭, 山田幹雄, 出村禧典：1本のボーリングコアに残された物理・化学的不連続面の痕跡と酸性土の切土法面崩壊との関連性について, 地盤工学ジャーナル, Vol.8, No.2, pp.285-296, 2013。
- 11) 独立行政法人 防災科学技術研究所：感性でとらえる地盤液状化の科学オモチャ エッキー。
- 12) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所：強震観測網(K-NET, KiK-net), <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/> (2016年9月23日アクセス)。
- 13) 太田敏一, 松野 泉：防災リテラシー, 森北出版, 223p, 2016。
- 14) 片田敏孝：人が死なない防災, 集英社新書, 238p, 2012。

(2016.9.30受付)

ものづくり体験講座のためのGPS時計製作教材の開発と 新規公開講座実施報告

永田 玲央¹・木村 健一¹・山本 佳奈¹・宮崎 健志¹・佐藤 未都¹

¹技術部

本校では、小中学校の夏休み期間を中心に様々な公開講座を実施している。その中で、筆者は「ものづくり体験講座」として、情報工学科教員と共同で「ラジオを作ろう」という公開講座を10年以上にわたって実施している。しかし、この「ラジオを作ろう」に必要なパーツが、年々入手困難になってきている。そこで平成27年度から、筆者は新たな「ものづくり体験講座」を実施するための研究を行っており、本紀要でその成果を報告する。

平成28年度は、研究成果をもとに新規に2件の「ものづくり体験講座」を実施したので、この件についても報告する。

キーワード：Arduino, GPS, ものづくり, 公開講座

1. はじめに

現在、筆者は、本校の公開講座として本校情報工学科 岡教授、丸木教授と共同で「ラジオを作ろう」という「ものづくり体験講座」を10年以上実施している。この講座では、理屈以前に「ものづくりの楽しさ」、「科学技術のすばらしさ」を体験することを目的としている。実際、自分で作ったラジオを試聴しているときの受講生は、充実した表情をしており、講座として十分な効果を上げているといえる。しかし、近年ではラジオ製作のためのパーツが入手困難になってきており、この講座がいつまで実施できるかは不透明である。そこで、今後も「ものづくりの楽しさ」、「科学技術のすばらしさ」を体験できるような「ものづくり体験講座」を新たに開講することができないかと考えた。

以上の理由から、本研究では、以下の2点について考察・検討することを目的とした。

I. GPS時計製作教材の開発

II. Iの教材を用いて小中学生向け、一般向け公開講座の開講

GPSは、カーナビゲーションシステムや携帯電話など身の回りの機器に使用されており、非常に身近なものである。このGPSを用いた時計の製作は、「ものづくりの楽しさ」「科学技術のすばらしさ」を体験するのに最適な教材であるといえる。GPS時計を制御するためのマイコンとして、Arduinoを利用した。

一方で、受講生が公開講座を受講するにあたり、その内容だけでなく受講料の額も受講するかどうかを決める重要な判断材料となる。そこで、特に小中学生向けの講座については、なるべく受講料を抑えるように教材の開発を行った。

以上の研究成果をもとに、今年度は新たな「ものづくり体験講座」を2件実施したので、これについても報告する。

2. GPS時計の製作

(1) Arduino

Arduinoは、プロセッサや入出力ポート等が実装されたマイコンボードとその統合開発環境のことである¹⁾。統合

開発環境は無償で提供されており、Arduinoで動作させるプログラムを作成したり、作成したプログラムをマイコンボードに書き込んだり、シリアル通信によってPCとの通信も可能である。Arduinoには、LCDやGPSモジュール用のライブラリ等が充実しており、初心者にも比較的容易にプログラミングが行える。

(2) GPS

本研究で開発する教材では、GPSを利用する。GPS衛星は非常に安定した原子時計を搭載し、高精度の時刻信号を乗せた電波を送信している²⁾。本研究で使用するGPSモジュールは、複数のGPSから受信した時刻信号を利用して時刻や位置情報等を計算し、NMEAフォーマットとして出力する。

(3) ブレッドボードでの試作

まず、Arduinoを用いたGPS時計の回路をブレッドボード上で実現した。その後、GPSモジュールからNMEAフォーマットとして出力される情報を解析して日付・時刻情報を取り出し、LCD上に表示するプログラムを作成した。そのプログラムをArduinoに書き込んで実行している様子が図-1である。ここで製作したGPS時計の材料費は約8,000円である。このため、公開講座受講料は最低でも8,000円となるが、小中学生向けの公開講座の受講料としてはかなり高額である。そこで、小中学生向けの講座で使用するマイコンは、Arduinoの代わりにArduino互換機を製作して使用することとした。

Arduino互換機を用いたGPS時計をブレッドボード上で実現し、動作確認を行っている様子を図-2に示す。Arduino互換機は、GPS時計を動作させるのに必要最低限の機能しか有していない。互換機には、ライタが付属していないので、プログラムを一度書き込むと受講生がプログラムを変更することはできない。しかし、材料費は約4,000円とすることができた。

(4) 基板を用いた製作

次に、ユニバーサル基板、パーツを用いてはんだづけによるGPS時計の製作を行った。図-3に小中学生向け公開講座で製作する基板を、図-4に一般向け公開講座で製作する

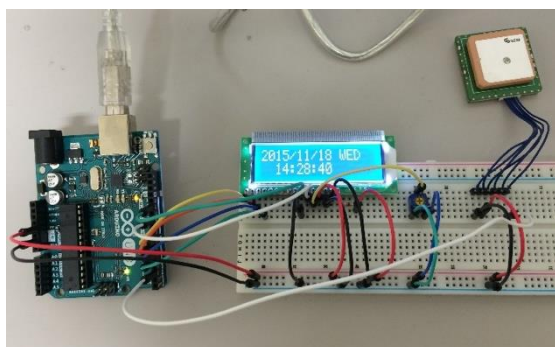


図-1 Arduino を用いた GPS 時計

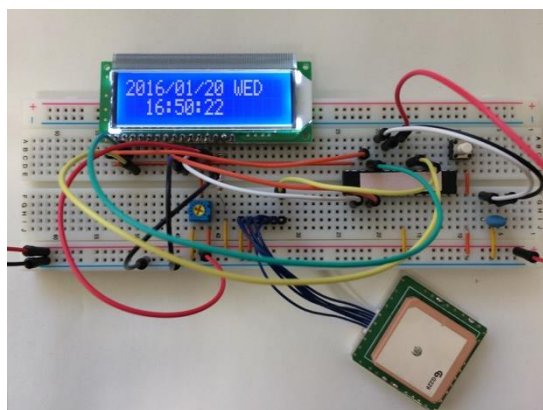


図-2 Arduino 互換機を用いた GPS 時計

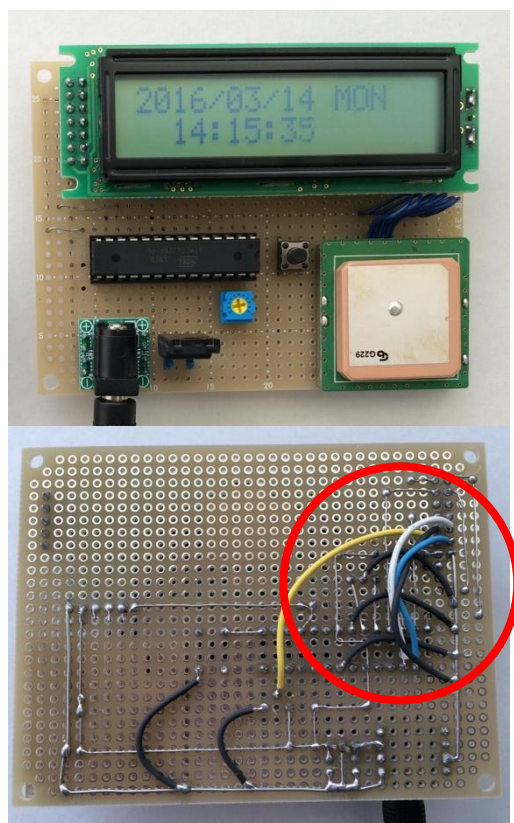


図-3 小中学生向け公開講座で製作する基板
(上：表面 下：裏面)

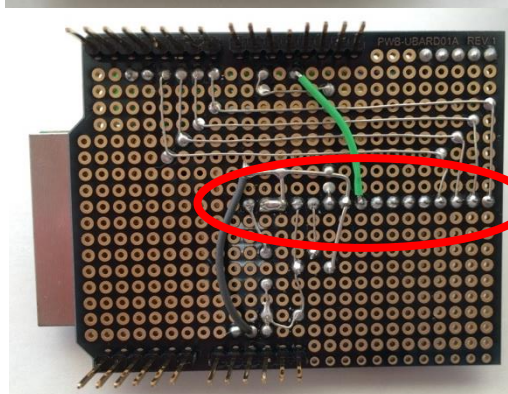


図-4 一般向け公開講座で製作する基板
(上：表面 下：裏面)

基板を示す。どちらの基板もLCD周辺(図中赤丸部分)に配線が集中しており、はんだづけに慣れていない人にとって難易度が高い。

また、小中学生向けの基板では、マイコンもはんだづけするため、より難易度を高めている。

(5) 基板加工機を用いた基板製作

ユニバーサル基板を用いてGPS時計の製作を行う場合、はんだづけだけでなく配線にも気を配る必要がある。これが、難易度を高めている原因の1つだと考えた。そこで、基板加工機を用いて、GPS時計の回路基板を製作することとした。図-5に小中学生向け公開講座の回路基板を、図-6に一般向け公開講座の回路基板を示す。このように、回路基板を製作することで、受講生は配線を気にすることなくはんだづけに集中することができる。さらに、製作の難易度も下がると考えた。

(6) 製作時間の比較

実際に、筆者が2-(4)節の基板と2-(5)節の基板を用いてGPS時計の製作を行い、その製作時間を計った。その結果を表-1に示す。表-1を見ると、基板加工機によって基板を加工したことによって、製作時間が大幅に減少していることがわかる。

表-1 製作時間の比較 (分)

	2-(4)節の基板	2-(5)節の基板
小中学生向け基板	100	60
一般向け基板	90	40

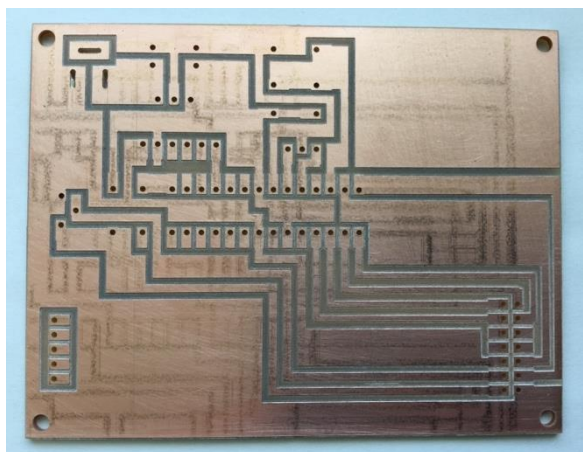


図-5 小中学生向け公開講座の回路基板(裏)



図-6 一般向け公開講座の回路基板(裏)



図-8 GPS時計:機能II



図-9 GPS時計:機能III

(7) GPS時計の機能

本研究で公開講座向けに製作したGPS時計には、以下の3つの機能をもたせた。

- I. 日付・曜日・時刻を表示する(図-7)
- II. 日本標準時と現在地の時刻を表示する(図-8)

III. 現在地の位置情報を表示する(図-9)

機能Iでは、GPS信号から日付と時刻を求めた後、ツェラーの公式を用いて曜日を求めるようにした。

日本標準時は、協定世界時を9時間進めた時刻(東経135度分の時差)と定められている³⁾。現在地の時刻が必ずしも日本標準時と一致するとは限らない。そこで、機能IIとして、位置情報から現在地の時刻を求め、日本標準時とともにLCDに表示するようにした。

機能IIIでは、現在地の位置情報として緯度・経度を表示させるようにした。3つの機能は、図-7の赤丸で示したタクトスイッチを押すたびに切り替わる。

3. 結果

本研究において、GPS時計の製作を行ったところ、Arduinoを用いた場合、Arduino互換機を用いた場合のどちらも製作することができた。実際の製作では、基板加工機を用いて回路基板を製作したことで、GPS時計製作の時間を短縮することができた。また、配線を気にする必要がなくなったため、より容易に製作することが可能となった。

GPS時計の機能としては、ただ日付と時刻を表示するだけでなく、曜日表示させることで、より実用的なものとした。さらに、「現在地の時刻の表示」、「位置情報の表示」の2つの機能を搭載した。

受講料については、一般向け公開講座は8,000円ほどで実施可能である。一方、小中学生向け公開講座の受講料は、Arduino互換機を用いることで、約4,000円で実施可能である。決して安価というわけではないが、それでも一般向け公開講座の受講料よりも低く抑えることができた。

実際の公開講座での製作時間は、ハードウェア製作に約2時間、ソフトウェア作成に4時間程度を見積もっている。一般向けの公開講座では、この時間配分で1~2日ほどの日程で行いたいと考えている。

一方で、小中学生向けの公開講座において、内容的・時間的にソフトウェア作成を行うことは困難である。そこで、小中学生向けの公開講座では、あらかじめソフトウェアをArduino互換機に書き込んでおき、ハードウェア製作のみを行うこととした。そうすることで、受講生の拘束時間を短くでき、公開講座も1日あれば十分に実施できる。

次章以降では、新規に実施した2件の公開講座について報告する。

4. 公開講座の実施

今年度は、前章までの研究成果をもとに、新規に「GPS時計を作ろう」、「大人のためのものづくり講座」という2件の公開講座を実施し



図-11 GPS電波を受信中

た。

(1) GPS時計を作ろう

a) 日程

「GPS 時計を作ろう」は、下記の要領で実施した。本講座の詳細な日程を表-2 に示す。

日時：8 月 23 日 (火) 9:30～15:00

場所：本校電気工作室

定員：15 名

対象：小中学生

受講料：4,100 円 (保険料込)

担当講師：技術職員 5 名

表-2 「GPS 時計を作ろう」日程詳細

9:30～10:00	10:00～14:00	14:00～15:00
イントロダクション パーツの確認	GPS 時計の製作(はんだづけ) 12:00～13:00 は昼休憩	動作確認等

b) 実施概要

本講座は、募集定員を 15 名として募集を行った。受講料は、一般向けの講座に比べて抑えることができた。しかし、それでも本校が実施する他の講座に比べてやや高額だった。そのため、受講生数が定員の半分程度になれば十分だと考えていた。しかし、予想に反して 15 名の応募があり、最終的に受講生数 14 名で講座を実施することができた。

本講座では、ソフトウェア作成の省略、基板加工機による回路基板の製作を行うことで、講座としての難易度を下げた。その効果もあって、終了予定時刻よりも 60 分ほど早く終了することができた。特に、回路基板を製作したことで、受講生のはんだづけのミスを見つけやすく、指導やフォローをスムーズに行うことができた。図-10 に実際の講座風景を示す。このように、受講生を 4 人 1 テーブルとし、4 テーブルを用意した。そして、担当講師が巡回しながら、必要に応じて受講生への指導を行った。

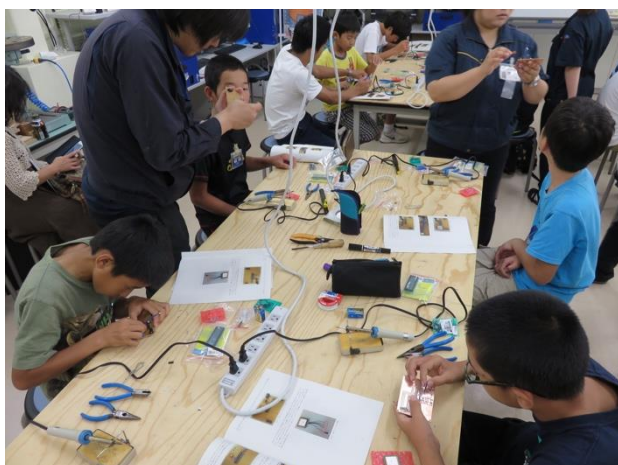


図-10 講座風景

GPS 時計が完成すると、受講生は図-11 に示すように自

分で製作した GPS 時計を屋外に持ち出して、GPS 電波の受信を行った。電波が受信できて日付等が表示されたり、位置情報が表示されたりすると、受講生のからは歓声が上がった。

c) アンケート結果 (抜粋)

本講座終了後、受講生に対して講座に関するアンケートを行った。その中で、満足度に関するアンケートの結果を図-12 に示す。このグラフをみると、約 90%の受講生が本講座に満足していることがわかる。この結果から、本講座は「ものづくりの楽しさ」、「科学技術のすばらしさ」を体験する講座として十分な成果を上げているといえる。

この項目以外にも複数の項目があるが、その中で「来年も大分高専の公開講座に参加したいと思いませんか?」、「大分高専への興味が増しましたか?」という項目がある。これらの項目についても、約 90%の受講生が「参加したい」、「興味が増した」と回答していた。この結果から、本講座が「ものづくりの楽しさを体験する講座」としてだけでなく、本校への興味をもつきっかけとなっていることがわかった。

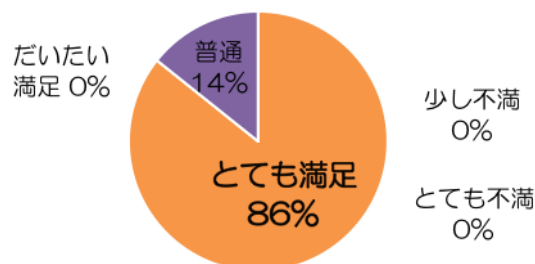


図-12 本講座の満足度

(2) 大人の ためのもの づくり講座

a) 日程

「大人のためのものづくり講座」は、下記の要領で実施した。本講座の詳細な日程を表-3 に示す。

日

時：9 月 5

日 (月) ～9

月 7 日 (水) 18:00～20:00

場所：ホルトホール大分 サテライトキャンパス

定員：15 名

対象：一般

受講料：無料

担当講師：技術職員 5 名



図-13 講座風景 (基板製作)

表-3 「大人のためのものづくり講座」日程詳細

9月5日(月) 18:00~20:00	9月6日(火) 18:00~20:00	9月7日(水) 18:00~20:00
Arduino や GPS の簡単な説明 基板製作(パーツ の確認, はんだづけ)	Arduino IDE の 説明 プログラム作成 (時刻情報取得, LCD表示等)	プログラム作成 および動作確認

b) 実施概要

本講座は、大分県委託事業の1つである「おおいたプロモーションプログラム2016」という支援事業の一環として実施した。

「おおいたプロモーションプログラム2016」とは、大分の「まち」及び「職場」の認知度と特色を強め、それらが持続的に発展する環境をつくる人づくりに関する講座を提供する事業である。この事業では、仕事帰りや休祝日のティータイムに手軽に参加でき、楽しみながら地元と暮らしに関する知識を増やす講座を必要としている。

そこで、本講座では、仕事帰りにもものづくりを楽しみながら、いつもとは違う視点で大分を再認識することを目的とした。

本講座は、前述の事業より予算を獲得して実施することができたため、本来8,000円ほどの受講料を無料とすることができた。一方で、少なくとも本講座の初回は、ホルトホール大分で実施しなければならなかったため、今回は3回ともホルトホール大分で実施することとした。

本講座は、無料ではあるが、前述のとおり開催場所がホルトホール大分であるため、大分駅周辺に職場や住居がない人には参加は難しいと予想でき、受講生数はあまり期待できないと考えていた。最終的に、定員は15名に対し、実際の受講生数は8名であった。

本講座は、3日間コースとして実施した。時間帯は、一般の方が少しでも仕事帰りに受講しやすいように夕方から夜間とした。

まず、初日はArduinoやGPSの説明や活用事例を簡単に紹介し、その後基板製作を行った(図-13)。本講座の基板も基板加工機で製作していたので、受講生は、特に大きな問題もなく製作を行っており、予定していた時間内に終了することができた。

図-14は、2日目のプログラム作成の様子である。2日目は、プログラム作成に必要な環境について説明してから作成に入った。まずは、テキストにあるサンプルプログラムを作成して動作確認をした。次にサンプルプログラムと穴埋め式にしたプログラムを編集することでプログラムの作成を行った。しかし、タイピングに慣れていない受講生

もいたため、思った以上に時間がかかってしまい、予定していた時間内には終了できなかった。

3日目は、プログラム入力効率を上げるために、あらかじめ穴埋め部分以外が入力済みのファイルを受講生に配布した。3つの機能を搭載したプログラムを作成することができなかった受講生もいた。そこで、全受講生に3つの機能を搭載したプログラムファイルを配布して、簡単な説明をして講座を終了した。

c) アンケート結果

本講座でも、講座終了後にアンケートを行った。図-15

に満足度に関するアンケート結果を示す。このグラフをみると、全受講生が本講座に満足していることがわかる。この結果から、本講座も「ものづくりの楽しさ」、「科学技術のすばらしさ」を体験する講座として十分な成果を上げているといえる。



図-14 講座風景(プログラム作成)

このアンケートにも、「来年も大分高専の公開講座に参加したいと思いますか?」、「大分高専への興味が増しましたか?」という項目がある。この項目についても、全受講生が「参加したい」、「興味が増した」と回答していた。

本講座は、今年度は無料で実施することができたが、来年度以降は有料(8,000円程度)となる可能性が高い。この点についてもアンケートを行った。アンケート項目は、「来年から8,000円になるが、この金額について」、「今回の講座は8,000円の価値があるか」の2項目である。アンケートの

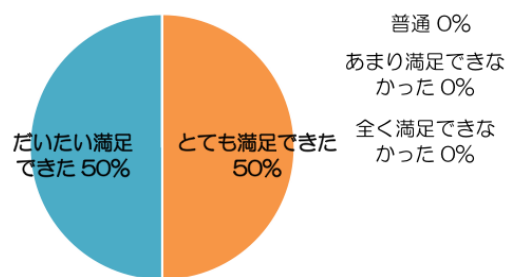


図-15 本講座の満足度

結果、50%の受講生が「高い」と回答していた。一方で、全受講生が「8,000円の価値がある」と回答していた。

4. おわりに

本研究では、平成27年度から、主に「GPS時計製作教材の開発」、「教材を用いた、小中学生向け、一般向け公開講座の開講」の2点について考察・検討を行った。その結果、比較的容易に製作可能な教材を開発することができた。特に、小中学生向けの公開講座は、プログラム開発の省略、

Arduino 互換機の利用によって、受講料と難易度を下げることができた。

この結果をもとに、今年度は新たな「ものづくり体験講座」として、「GPS 時計を作ろう」、「大人のためのものづくり講座」という 2 件の公開講座を実施した。

「GPS 時計を作ろう」では、定員と同じ 15 名の申し込みがあり、最終的に 14 名が受講した。受講生は、非常に楽しそうに製作を行っていた。完成した GPS 時計が電波を受信すると、受講生は満足そうな笑顔を浮かべていた。アンケート結果からも、受講生が高い満足度を得られていることがわかった。さらに、本講座をとおして本校にも興味を持ってもらえたこともわかった。

今後は、この受講生数、満足度をキープするために、新バージョンの GPS 時計を考案して、小中学生に魅力ある公開講座を提供できればと考えている。

「大人のためのものづくり講座」では、定員 15 名に対して 8 名の受講生数となった。3 日間の日程だった本講座は、1 日目の GPS 時計回路製作は非常にスムーズに進行でき、予定時間内に終わることができた。しかし、2 日目以降のプログラム作成では、講師側の認識不足や準備不足で、決してスムーズな進行とはいえなかった。しかし、アンケートでは、受講生が 100% の満足度を得ていることがわかった。

来年度以降、「大人のためのものづくり講座」は有料となる。アンケート結果によると、本講座は、8,000 円の価

値はあるが、8,000 円の受講料自体は高く感じるということがわかった。そのため、今後は来年度以降の受講料について下げることができるのか、または別予算を獲得するのか等、検討する必要がある。

今回、「大人のためのものづくり講座」について、ホームページや新聞による広報を行ったが、申込数は多くなかった。今後は、SNS 等の使用も視野に入れて広報を行なうべきではないかと考えている。

「大人のためのものづくり講座」の進行をスムーズにするためにも、資料やプログラムファイルの準備、講座の時間を増やす等の対策を考える必要がある。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 15H00202 の助成を受けたものです。また、講座の準備や実施において、設備を使用させてくださった電気電子工学科に感謝いたします。

参考文献

- 1) 高本孝頼 (2014) 『みんなの Arduino 入門』リックテレコム。
- 2) 佐田達典 (2008) 『GPS 測量技術』オーム社。
- 3) 国立研究開発法人情報通信研究機構日本標準時グループ, <<http://jjy.nict.go.jp/index.html>> (2016-09-21 参照)

(2016.9.30 受付)

我が国農業の将来を高専での工学教育が支える

— 国立高専の校長・教務主事の先生方にお尋ねしました。そのアンケート結果です。 —

Future of Japan's Agriculture supported by Engineering Education in KOSEN

- Report from Questionnaire on Agri-Engineering Education to College's Leaders -

平成27年度高専改革推進プロジェクト大分高専チーム^{*1}

2015 Innovation Promotion Team in Oita College, NIT

大分高専は「高専教育が我が国の発展に果たしてきたこれまでの役割」と「我が国の将来における繁栄」について熟慮を重ね、「工業高専におけるアグリエンジニアリング教育の導入の必要性」を提案するに至った。この取り組みを、一高専で行ったのでは意味がない。全国の高専が一丸となることによって、その効果は発揮され、我が国の将来を支える人材の育成に繋がるものと信じ、全国高専にアグリエンジニアリング教育導入の風を起こすことを願って、全国 51 の国立高専の校長先生と教務主事の先生方にアグリエンジニアリング教育の導入に関するアンケートを取らせて頂いた。本報では、そのアンケート項目設定の意味、そして集計結果を示し、その結果に対する本校の次なる行動・考えについて述べる。

キーワード：工学，農業，教育，アンケート

Key Words: Engineering, Agriculture, Education, Questionnaire

1. はじめに

高専制度設立 50 年を経過し、これまで、高専の工学教育は工業の発展を支える人材育成に貢献し、製品や技術の開発を通して我が国の繁栄に寄与してきた。創設期では「中堅技術者の育成」であったものが、今日では、高専卒業生の国内外での活躍を受けて「国際通用性とコミュニケーション能力を持った創造的・実践的技術者の育成」と「技術者の育成」の前に数々の修飾詞が付いた教育目的となっている。昨今の高専生に対する 20 倍を超える求人倍率のもと、高い就職率は高専生への期待値であり、高専教育の素晴らしさを示している。その工業・工学も「医工連携」や「農工連携」といった専門分野の連携融合が進み、そのような動向を見据えた高専改革が求められる。著者らは

「高専教育が我が国の発展に果たしてきた役割」と「我が国の将来における繁栄」を考えたとき、「工業高専におけるアグリエンジニアリング教育の導入の必要性」を提案するに至った[文献 1]。この取り組みを、一高専で行ったのでは意味はない。全国の国立高専が一丸となることによって、その効果は発揮され、我が国の将来を支える人材の育成に繋がるものと信じる。そこで、全国高専にアグリエンジニアリング教育導入の風を起こすことを願って、まず第一歩の取り組みとして、51 の国立高専の校長先生と教務主事の先生方に、次のアンケートを取らせて頂いた。アンケートの回答を順に進めるにつれて、私どもが「工業高専におけるアグリエンジニアリング教育の導入が必要である」との考えに至った経緯がご理解頂けるように設問を準備した。34 高専、59 名の先生方からご回答を頂戴したので、ここに集計結果を整理し、報告する。なお、高専の用務に追われるなか、貴重なお時間を割いてご回答頂きま

^{*1} プロジェクトチーム：吉澤宣之(地域連携交流センタ
ー長)、高橋徹(教務主事)、古川明徳(校長)、他 7 名

した校長先生そして教務主事の先生方に、感謝の意を表す。

2. アンケートの設問と回答の集計結果

設問1: 我が国で外貨を稼ぐ産業は、主に、工業そして情報産業ですが、近隣諸国の成長は、我が国の工業や情報産業による外貨稼ぎを脅かしています。そのために、我が国の工学系教育機関は「グローバル化(国際活力)」と「イノベーション(新価値の創出)」を発揮する人材育成に力を入れています。そのような人材育成のもと、工業がいつまでも輸出産業となり得ると思いますか。何かお考えがあればお書き下さい。

回答者数 59名: 「はい」が38名、「いいえ」が18名、「どちらともいえない」は3名

○「はい」と答えた方の意見を抜粋: 資源がない我が国において工業技術力で勝負するしかない。「・・・れば、いつまでも工業が輸出産業に」や「・・・べき」といった期待を込めたい。我が国は技術立国で、常に更なる深化が求められ、それが達成できると信じる。ほか

○「いいえ」と答えた方の意見を抜粋: 「工夫次第で」。「医療や農業などとの異分野融合の形での発展が必要」。ほか

○「どちらともいえない」と答えた方の意見を抜粋: 「工業の人材育成」は引き続き重要。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

企業もグローバル化し、その存続を優先するために国への帰属意識も脆弱化するものと思われる。そのなかで資源に乏しい我が国が存立するには「科学技術立国」を持続せざるを得ない。今後の「工業技術」が果たす役割はこれまでに以上に大きく、国の繁栄への貢献が求められる。それは、これまでの工業製品以上に、医療や農業、そして情報といった異分野を取り込んだ形での発展がますます求められることになる。そのような工学の守備範囲の広がり意識した工学教育の展開が求められる。その一つが農業であると信じる。

設問2: 私どもは、外貨を稼ぐもう一つの輸出産業は「農業」であると信じ、我が国の総力を上げて農工連携による農業の再興を図ることが、我が国の発展を持続させる国家

的緊急課題と考えています。また「地方創生」の観点からも不可欠ではないでしょうか。この考えについてお尋ねします。そして、我が国の農業について考えるところがあればお聞かせ下さい。

回答者数 59名: 「そう思う」が44名、「そうは思わない」が11名、「どちらともいえない」は4名

○「そう思う」と答えた方の意見を抜粋: 農業は外貨獲得より国土・環境保全から重要。農工連携による食料自給率向上の方が大切。食糧の安心安全・高付加価値化と生産性向上に基づく低コスト化。農産物とともに農業技術の輸出が大切。農民も技術者の一員に。輸出産業化と地方創生は分けて対応すべき。ほか

○「そうは思わない」と答えた方の意見を抜粋: 食料自給率向上を含めて多面的な国家戦略・対策が必要。国策と農協のあり方が先決。農業の発展には限界がある。ほか

○「どちらともいえない」と答えた方の意見を抜粋: 工業の参入すべき異分野の一つとして農業がある。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

地球規模での人口増大と環境悪化は世界的食糧欠乏問題を引き起こすとともに、国の存立すらも脅かす問題である。それゆえに工学・工業の異分野との連携において農業は極めて重要と考える。工業技術はこれまで、種苗の操作や農薬や農業機械の開発により農業の発展をもたらした。しかし我が国の農業は後述するように様々な課題が山積み、その解決に「農業の工業化」があることは否定できない。そこで「工業そのものの尚一層の発展」とともに「農工連携の更なる積極的推進による農業の輸出産業化への貢献」こそが、これからの工学教育と研究に求められていると信じる。

設問3: 我が国の農業(図1)はつぎのような課題が山積み、それを解決するために⇒以降に記載のことが言われています。これについてどう思われますか、意見があればお聞かせ下さい。

○「農業従事者が高齢化し、後継者がいない。⇒若者が従事する環境を整備する。」に頂戴した48の意見から抜粋: 高齢者でも農業ができる仕組み(補助ロボット、自動栽培・収穫装置の開発)作りが必要。個人事業を集約し



図1 衰退する農業(NHK 時事公論「農業政策をどうする」から、2013 年 1 月放送)

た企業化。ICT 技術の導入。ほか

○「農業従事者一人当たりの耕作地面積が狭い。⇒ 耕作地集約を図る。」に頂戴した 39 の意見から抜粋： 農地の集約は必要であるものの難しいように思う。環境保全と治水にも配慮すべき。露地栽培から工場に移行が大切。農地の複雑地形にも対応する機械等の開発。ほか

○「農産物の生産に要した費用に比べて価格が低い。⇒ 生産時の低コスト化と生産物の高付加価値化を図る。」に頂戴した 39 の意見から抜粋： 肥料・飼料・燃料の輸入依存から生産コストの低減は難しい。対象が生物ゆえに決して容易ではない。6 次産業化も要検討。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

農業の再興には、いずれも克服すべき課題であり、課題解決に向けた国民の合意にもとづく国の政策実行が第一に必要と考える。その政策に連携したかたちで「農業の工業化」を主体とした農工連携の推進を図りたい。

設問 4：工学系教育機関は、我が国の工業分野への人材育成と供給により、工業の発展に貢献してきました。また、農業大学校や農業高校は農業従事者の育成に、大学の農学部等は農業・生物・地球環境に関する教育研究を行い、我が国の農業の発展に貢献してきたと認識しております。そのうえで、お尋ねします。工学系教育機関の人材育成を通して、農業の発展にも貢献することが可能でしょうか。ご意見をお聞かせ下さい。

回答者数 59 名： 「はい」が 56 名、「いいえ」が 1 名、「どちらともいえない」は 2 名

○「はい」と答えた方の意見を抜粋： 既に農業関連企業で工業技術者が活躍しており、その更なる促進を。6 次産業化にはエンジニアの知識が必要で、その人材育成は不可

欠。農業関連メーカーで活躍する高専 OB の意見を聴くとよい。農業大学校や高校との連携・すみ分けが必要。農業の主たる問題は技術ではなく経済である。ほか

○「いいえ」と答えた方の意見： 同じ農作物を作っていたら負ける。

○「どちらともいえない」と答えた方の意見を抜粋： 工業と農業でのコスト意識の転換が重要。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

これまでの工業・工学教育は「工業の発展が国を支える」との意識背景をもとに実施され、学生は工業系企業に就職していったように思う。その結果、「工業は儲かる産業」に発展していった。この「工業・工学」を「農業・農学」に置き換えて考えても「農業を儲かる産業」にとはならないであろう。「農業を儲かる産業」にするには、これからの工業・工学教育が「農業の工業化によって農業が持続的発展を遂げ、それが工業とともに国を支える」との意識改革が必要と考える。国の豊かな成長は農業と工業の調和した事業展開がもたらすものと信じる。そのようなことに関し意識高いエンジニアを育成したい。

設問 5：我が国の地方創生の意味からも、また近隣諸国の成長に伴う工業国化が農産物の輸入国化となることから、我が国の農業の発展・再興は不可欠と考えます。そのための最も有力な方策は、何と考えますか。私どもは、経済的にも余裕がある工業系企業が「農業生産法人」として参入することしかないと考えていますが、この考えをどう

思われますか。他に農業再興の方策があれば、そのアイデアとともにお考えをお聞かせ下さい。

回答者数 58 名： 「そう思う」が 34 名、「そうは思わない」が 19 名、「どちらともいえない」は 5 名

○「そう思う」と答えた方の意見を抜粋： 農民の理解との調和。企業の参入は工業系に限る必要はない。

○「そうは思わない」と答えた方の意見を抜粋： 収益の見込みがないところに参入はありえない。ビジネスモデルの成功事例を示すことが大切。

○「どちらともいえない」と答えた方の意見を抜粋： 国家レベルでの育成が重要。農政に関する法制度の整理。

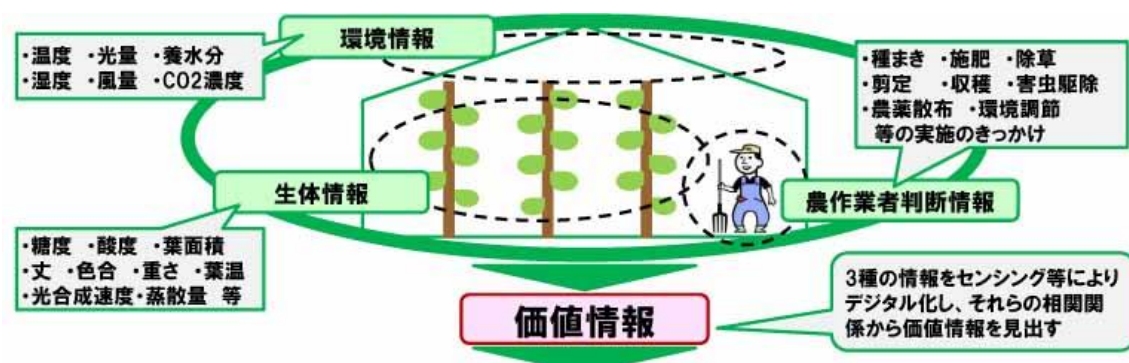


図2 スマートアグリシステムの構築 (経産省 HP から)

【設問・回答に対する次の行動】

理想的な地方創生は、若者が各地域農業への積極的参加によって生まれる。そのためには、農業が工場で働くのと同様に労働と収入が見合い、生計が潤うものであらねばならない。その答えを「農業の工業化による儲かる産業にする」とことと考える。「農業の工業化」には工学・工業技術を持った人材を有している工業系企業の参入が不可欠と考える。農業の現場サイドで直接、改善や改革を行えることが工業化の促進には有効である。

設問 6 : 工業系企業が「農業生産法人」として農業に積極的に参入を促進する方策について、お考えをお持ちでしたら、お示し下さい。

○頂戴した 2 9 の意見から抜粋: 餅屋は餅屋に任せるのが一番、J A の活性化が先決では。農地法の整備や規制の緩和を。特区の活用。参入事業と農業者との有機的連携が必要。工業系企業の参入より集落営農の促進が現実的。国家プロジェクトとしての推進。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

企業が積極的に参入するには儲かるという裏付けが必要で、その実績が出るまでの行政面からの強力な支援や、サクセスストーリーとなるためのシナリオの提示といった動機付けとなる材料が求められる。また農業従事者や農業関連団体との密接な連携も無視できない。農業関係者との情報交換も密接に行い、行政や企業にも働きかけを行いたい。

設問 7 : 我が国の農業の発展は、農業の工業化 (高集約、高効率、高生産、低コスト、高品質) が不可欠と言われています。そのためには、工業系企業の参入とともに、工学的技術や知識の導入 (アグリエンジニアリング) が求めら

れます (図 2)。工学的技術や知識を導入すべき、農業における課題にどんなことがあると思いますか。思いつかれることを列举願います。

○頂戴した 4 9 の意見から抜粋: 生産性向上、品質の向上と効率化、省力化、ビッグデータ解析などで貢献できる。しかしコスト競争力、市場性の確保、農業と工業は別産業であるという意識、生命科学などは、教育上、十分に認識させておく必要がある。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

農作物の品種改良や 6 次産業化に向けた加工製品の考案等は、純粋農学・農業として課題解決を望むが、植え付けから育成・収穫における労働の軽減や環境制御による収穫量の増加など、「植物工場」以外のところでも工業化が望まれている。「植物工場」への工業技術の導入とそれに対応できるアグリエンジニアの育成だけでは、我が国の従来型農業は取り残されるだけで、農業の本質的な改革にはならない。露地や水田栽培に対しても工業技術が積極的に導入される仕組みづくり、また、それを意識した人材育成に貢献できるような工学教育を構築したい。

設問 8 : 農産物の輸出国の第一位がアメリカで第二位がオランダです。そしてアジアでは韓国も農産物輸出国として台頭しています (表 1)。国土が狭いオランダや韓国が農産物輸出国となる理由には、植物工場等に見る農業の工業化と儲かる産品に特化等が考えられます。そこで、オランダや韓国の農産物輸出国の上位にあるのに対し、我が国が「上位の農産物輸出国」になれないとすれば理由として何が考えられますか。また、それを打開する方策としてのお知恵があればお聞かせ下さい。

表1 世界の農産物・農業生産品輸出国
(国連貿易開発会議)

順位	国名	2013 年輸出額(100 万米 \$)
1	アメリカ	141,808 (30.71倍)
2	オランダ	93,321 (20.21倍)
3	ドイツ	83,398 (18.06倍)
4	ブラジル	82,108 (17.78倍)
5	フランス	74,553 (16.14倍)
6	中 國	65,246 (14.13倍)
12	インド	37,429 (8.11倍)
13	インドネシア	31,939 (6.92倍)
16	タ イ	29,368 (6.36倍)
18	マレーシア	25,140 (5.44倍)
21	ベトナム	21,995 (4.76倍)
31	シンガポール	10,140 (2.20倍)
34	香 港	9,392 (2.03倍)
44	韓 国	6,202 (1.34倍)
55	日 本	4,618 (1.00倍)

○頂戴した 47 の意見から抜粋： 国際競争力を持った戦術・戦略が必要。我が国の食糧自給率を上げるべきで「上位の農産物輸出国」になる必要性は低い。オランダの豊かな経済と地域性と我が国との違いを認識すべき。国内市場の死守が大切。農産物輸出時の植物検疫等の課題。どれだけの農作物が植物工場化できるか。個人的農業規模を大規模農業化に、そして低コスト化。産業振興策。農産物の高い生産性より農家を守ることに専念してきた。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

我が国の農業の将来を「輸出産業化」か「食糧自給率向上」かで議論されるが、ここでは前者の「輸出産業化」にこだわりたい。食糧自給率向上も大切であるが、エネルギー資源や一部の農産物の輸入は避けられない現状では、我が国の貿易収支を+にしておくこと、すなわち農産物の輸出で外貨を稼げる事が望まれることである。それには、国の実効ある政策と「農業（生産から輸送販売まで）の工業化」が求められる。これは単に「植物工場」に限ったことではない。高専が「農業の工業化」で貢献できればと願う。

設問 9：農業を儲かる産業にするために、農水省や経産省は、オランダ型植物工場や ICT 農業に関する調査や技術開発に対して、多くの研究機関に資金を投入しています。この成果の普及により、我が国の農業は輸出産業に成長すると思われませんか。そう思わないとすれば何が不足していま

すか。

回答者数 58 名： 「そう思う」が 30 名、「そうは思わない」が 23 名、「どちらともいえない」は 5 名

○「そう思う」と答えた方の意見を抜粋： ただし、現在の研究体制と規模では十分とは思えない。農業の生産性向上だけでなく、日本文化の世界的普及と一体となった輸出農業の振興が必要。ICT 及び工業技術を取り込んだ生産システムの構築。物流、販売システムの構築も大事。農産物や農業技術における我が国の独自性、そして他国を勝る開発。ほか

○「そうは思わない」と答えた方の意見を抜粋： 農業・農地に関する法的規制緩和が先決。コスト競争力の強化が不可欠。研究規模に比べて生産から販売までの幅広い更なる研究課題が山積。ほか

○「どちらともいえない」と答えた方の意見を抜粋： 日本の地形・気候等に応じた独自のアイデアが欲しい。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

国の補助のもと、工業系企業等の植物工場への参入が増えつつあるが、いずれも採算性を見るための試験的参入が現状と判断する。しかし「農業の輸出産業化」には「工業系企業の参入が不可欠（理由は後述）」であり、「農業の工業化」によってそれを実現しなくてはならない。それには、今以上の規模での研究の活性化と人材育成が緊急課題と考える。工業系大学での研究にも積極的に取り組まれる仕組み導入とともに、例えば、全国に 51 ある国立高専各校に植物工場ユニットを配し、高専間で生産性を競い、相乗的に向上させるなどの農業の工業技術化を積極的に提案する。このようにして研究と教育の両面から、高専の力により「農業の工業化」を促進させることを夢見る。

設問 10：私共は、ICT 農業に関する研究成果を農業技術に取り込むだけでは、農業の輸出産業化は難しいのではと考えています。農業に多くの工業系企業が参入し、そこに働くエンジニアこそが、工場現場での製品開発や技術開発と同様に、自ら工学的農業技術を開発していける状態になっておくことが、農業の発展に結びつくものと考え、アグリエンジニアリング教育の必要性を訴えています。この考えをどのように思われますか。

回答者数 58 名： 「そう思う」が 49 名、「そうは思わない」が 5 名、「どちらともいえない」は 4 名



(a) 養液循環システム (b) トマト栽培工場
図3 工業技術に満ち溢れた植物工場(オランダ)

○「そう思う」と答えた方の意見を抜粋： 「工業系企業の農業参入」の促進が必要。工業系企業の進出が自然破壊に繋がらないように。我が国の人口減少による労働力不足解消と生産性向上には農業工業化が不可欠。農業はサイエンスの塊であり、大学等の農と工の両学部連携・共同した研究開発が必要。ほか

○「そうは思わない」と答えた方の意見を抜粋： 工学的農業技術の定義は？工業系企業が農業参入に魅力を感じるか。ほか

○「どちらともいえない」と答えた方の意見を抜粋： 農業は理論ではなく経験や環境が占める割合が大きい統計の世界。アグリエンジニアリング教育の内容が不明。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

私どもは工業高専において実践的技術者の育成を行っており、その就職先のほとんどは工業系企業である。それゆえにアグリエンジニアリングの高専教育への導入は「工業系企業の農業参入」が前提の話である。技術者を多く抱え、しかも資金力豊富な工業系企業の参入こそ「農業の工業化」には不可欠と考える。それには、国などの行政機関の促進策が望まれる。アグリエンジニアリングを学んだ高専生が工業系企業に就職し、その企業のもと技術者が農業に参入することで「農業の工業化(図3)」は促進され、「農業の輸出産業化」が実現される。

設問 11：私共が考える「アグリエンジニアリング教育」は、工業系企業で働くことを基本に、エンジニアリングをしっかりと教え、その上で、農業への参入に対する必要基礎知識を習得させること、であります。この場合、どのような農業的知識が必要と考えますか。思い付くことをお聞かせ下さい。

○頂戴した45の意見から抜粋： 農工を組合せた学科を設置してはいかか。ライフサイエンスや生物の科目は必需。インターンシップ等を通して農業現場を知ることが大

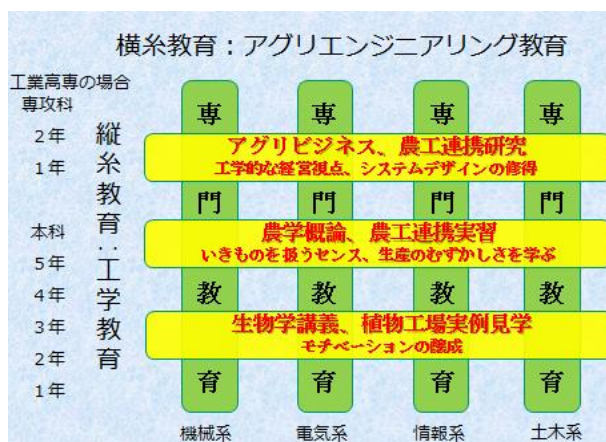


図4 横系としてのアグリエンジニアリング教育

事。農業の基礎として植物の生理から農業関連法規概要、市場経済、統計学は欠かせない。農業生産プロセスを学び、農業を支配する環境パラメータとその制御技術を習得する。何よりも「農業分野への貢献とは何か」を理解させる。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

ご意見としてあった「農工学科の設立」は就職を難しくするために、エンジニアリング教育を縦系の主教育とし、アグリエンジニアリング教育は横系の副教育として行う。決して農業従事者を養成するものではなく「農業の素養を持ったエンジニアの育成」に主体を置き、「何よりも農業分野への貢献」についての理解が大切と考える。限られた授業時間数ゆえに、見学・実験・実習は必須とし、それに「生物(植物の生理・成長)」、「農学概論(生産プロセスと環境制御技術)」、「アグリビジネス(関連法規、市場経済、統計学)」の講義科目を設けることを考えている。

設問 12：私共の調査では、「農業の工業化」に対する工学的知識は、これまでのエンジニアリング教育を習得したエンジニアで十分対応できると判断されました。それゆえに、
〈1〉学生が持つ「農業は3K 産業である」との意識を払しょくし、
〈2〉植物工場に溢れる工業技術を見学・実習させてエンジニアが活かせる職場であることを経験させておくことが、必要との結論に達しました。その上で、農学の知識習得を目指すものは、農学系教育機関に進学すれば、さらに強力なアグリエンジニアに成長するものと思われます。そこで、これまでのエンジニアリング教育を「縦系教育」とし、〈1〉と〈2〉を「横系教育(図4)」としたアグ

リエンジニアリング教育 (AE) の導入を目論んでいます。
これについてご意見を聞かせ下さい。

回答者数 57 名： 「ぜひ実践して欲しい」が 47 名、
「AE として不足を感じる」が 6 名、「どちらともいえない」
は 4 名

○「ぜひ実践して欲しい」と答えた方の意見を抜粋： 高
専教育の新たな分野を開拓するためにも挑戦を。農業の知
識を学んだ学生の専攻科への入学も考えられるのでは。植
物工場に限らず、土壌や植生等の基本知識や露地や水田農
業の実地体験も必要では。農業関連メーカーに就職した高
専 0B の意見を聞いては。農業の工業化の必要性とともに
面白さや敬意を育む教育を。ほか

○「不足を感じる」と答えた方の意見を抜粋： 教育には
限界がある。植物工場だけではなく、3K を受け入れても
見返りがあることを指導すべき。フィジビリティスタディ
が重要。教員 (工学部出身) の農学の勉強が必要。ほか

○「どちらともいえない」と答えた方の意見を抜粋： 農
業全体から見て狭少に過ぎる。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

「ぜひ実践を」との回答には社交辞令も含まれると思う
が、賛同に意を強くして、アグリエンジニアリング教育の
導入を、今のところ次のように考えている。高専本科低学
年、高学年そして専攻科の 3 段階に分け、横系教育として
行う。低学年ではモチベーションの醸成として生物学 (2)
の講義と植物工場の実例見学 (1)、高学年ではいきものを
扱うセンスと生産の難しさを学ぶとして農学概論 (2) の講
義と農工連携実習 (1)、そして専攻科では工学的経営視点
とシステムデザインの修得としてアグリビジネス (2) の講
義と農工連携研究 (2) を構想している。なお () 内は単位数
で、体験を重視しながらも、限られた総時間数ゆえに計
10 単位を考えている。これらの科目設定と内容について
は、農業関係者等の意見を聴きながら修正充実を図る予定
である。将来的には、大学農学部・大学院農学研究科や農
業大学校・高校との進学や入学も検討したい。

設問 13：私共は「我が国の農業を輸出産業にする」た
めには、〈1〉多くの工業系企業が「農業生産法人」として参
入すること、そして〈2〉その工業系企業に働くエンジニア
が「アグリエンジニア教育」を受けていること、が第一で
あると考えています。当然、農業の工業化 (高集約、高効

率、高生産、低コスト、高品質) は、植物工場のハウス栽
培だけではなく、田畑の露地栽培に対しても行わなければ
なりません。そのため、これまで以上に、農学の基礎研究
やバイオエンジニアリングも重要です。また工学的にも、
農作物が多品種ゆえに、個々の作物に対する農作業の工業
化には、個別の対応が求められます。そのための研究や技
術開発に対しても、多くの研究機関で精力的に行われるこ
とが望まれます。そこで、農作業等の工業化に関する課
題・ニーズを農業従事者等から情報収集し、それを幹旋管
理するコーディネータ、そしてその課題を、多くの工業系
教育機関 (工業大学や工業高専) での学生の研究に採用し、
解決に当たるといった仕組み・組織づくりが必要と考えま
す。是非とも、地域に根差した工業系教育機関は、積極的
にこの仕組みを採用して欲しいと思いますし、できれば、
農水省等からの経済的支援があれば、展開力が増すことが
期待できます。このような考えについてご意見をお聞かせ
下さい。

回答者数 57 名： 「取り上げるべき」が 44 名、「そ
うは思わない」が 5 名、「どちらともいえない」は 8 名

○「取り上げるべき」と答えた方の意見を抜粋： 既に、
専攻科の PBL として、また、農業系教員のもとでの卒業
研究や特別研究として行われている。農家との接点が無い
ことから、このような仕組みは面白い。農業の特殊性から、
できれば県単位で情報収集から課題を割り振る司令塔的
な組織構築 (これを高専が担当すべきかは別問題) が望ま
れる。この活動に対して国からの積極的な経済的支援があ
ればよい。ほか

○「そうは思わない」と答えた方の意見を抜粋： 既に農
学部があり農業工学科があるのに、なぜ工業系教育研究機
関が担うのかの明確な説明が必要。工業系機関においての
仕組みづくりは難しいし、農水省等からの支援を得難い。
工業系教育研究機関は、純工業生産に関わる学問研究を進
めることが先決である。ほか

○「どちらともいえない」と答えた方の意見を抜粋： 農
業生産過程の工業化は必要であるが、先人達が既に取り組
んでこられており、特別に取り上げなくても良い。農業に
関わらず実問題を研究活動に結び付けることは大切であ
る。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

工業高専ゆえに工業的課題に取り組むことは重要で、本来そうあるべきと考える。農業におけるこれまでの生産性向上が農業の工場化と品種改良と農薬・肥料の開発によるもので、農学部が果たしてきた役割は大きい。しかしながら、農業が抱える工業的技術課題は山積し、農業の発展を停滞させていることも事実かと思う。今こそ、国をあげて、その技術的課題を解決する仕組みをつくり、そこに工業系の教育研究機関が積極的に参画することが求められていると信じる。工業系教育機関での卒業研究等で実問題を意識した課題展開がどれほどなされているのであろうかと、疑問を感じる事が無いわけではない。教員がどんな研究をしたらよいかと課題に困ったら、この仕組みを利用すればよい。国や県の行政機関並びに農業関連団体・企業と連携により経済的支援が得られるように、活動したい。

設問 14：「我が国の農業を輸出産業にする」ための工学的活動について、お考えをお持ちでしたらお聞かせ下さい。

○頂戴した 33 の意見から抜粋： 農業の将来には技術より、経済や法整備上の問題が先決。これまでも農業技術の蓄積は膨大にある。今は、儲けを出している自動車や情報産業への人材育成に力を注ぐべき。農業は高専での就職や志願者確保にならない。輸出産業化には工学的アプローチが必要。農業は我が国の最重要産業の一つ。工学技術者の参画等により新しい発想の導入が必要。長期的な視点からのアグリエンジニアリング教育の推進が求められる。農業関係者との密接な連携も当然不可欠。「植物工場」の開発に重きを置くべき。アグリビジネスを見据えた農作物の選定や販路等についても議論しておくべき。「植物工場」は期待できないので「水田耕作」等に力を注ぐべき。ほか

【設問・回答に対する次の行動】

国は「日本再興戦略 2014」[2]で「儲かる農業」を唱え、その実現に向けて「ICT 農業」や「スマートアグリ」への研究支援を行っている現状を踏まえると、「農業の工業化」は未だ不十分で、更なる仕組み構築が求められていると判断する。したがって「アグリエンジニアリング教育の導入」と「研究における農業の工学的技術課題の積極的採用」は国の施策に合致したものと言える。工業や情報産業が元気な今こそ、布石を打っておく必要がある。このような活動による就職や志願状況の悪化を心配する向きもあるが、ア

グリエンジニアリング教育は「横系」として行うので、「縦系」の「専門(エンジニアリング)教育」をしっかりと行っておけば、就職等はこれまで通りで問題無く、したがって志願者数の減少も考えられない。アグリエンジニアリング教育の導入においては、単に「植物工場」を対象にすることなく、「水田や露地栽培」さらには「農作物の選定から販売までのアグリビジネス」にも対応できる人材育成を目指す。

3. 総括して

「農業のことは大学農学部や農業大学校・高校に任せておくべき」、「我が国農業の現状は経済や政策上の問題である」という意見から「農工学科を設置してより即戦力となる人材輩出を」という意見まで頂戴した。卒業・修了生の就職先の面倒までケアするという高専が受け入れられている現状では、これまで通り「きちんと工学教育を行い、工業系企業に就職させる」という任務を保持したうえで、頂戴したご意見を参考に、〈1〉横系としてのアグリエンジニアリング教育コースの設置、〈2〉農作業等における「お困りごと」を収集し、本科卒業研究や専攻科特別研究を通して積極的な工業技術の導入、〈3〉植物工場ユニットを導入して、教育研究の両面から関連工学技術の改善開発の 3 面から「農業の工業化による輸出産業化」に貢献したいと考える。

謝辞

平成 27 年度高専改革推進事業の調査研究結果を纏めるにあたり、以下の方々に多大なご協力を頂きましたことを深く感謝いたします。

総務課：安部義博、藤田敏之

図書館長：山田繁伸、図書館長補佐：藤原宏司、

学生課：若林薫

参考文献

- 1) 吉澤宣之、高橋徹、ほか 19 名、我が国の農業の将来を高専の工学教育で支える、大分高専紀要、第 52 号、(2015)、1-11.
- 2) http://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/bukai/H26/pdf/140627_05_04.pdf

編集委員

山田 繁伸（図書館長・一般科文系） 藤原 宏司（図書館長補佐）
前 稔文（教務主事補） 川内谷一志（学生主事補）
二宮 純子（寮務主事補・一般科理系） 稲垣 歩（機械工学科）
田中 大輔（電気電子工学科） 小山 幸伸（情報工学科）
古川 隼士（都市・環境工学科）

平成 28 年 11 月 18 日 発行

発行 〒870-0152 大分県大分市大字牧 1666 番地

独立行政法人 国立高等専門学校機構

大分工業高等専門学校

National Institute of Technology, Oita College

TEL (097) 552-6084 (ダイヤルイン)

FAX (097) 552-6786

本誌に記載の論文は発行者の承諾なくして他に記載することを禁ずる
