

独立行政法人国立高等専門学校機構  
秋田工業高等専門学校  
研 究 紀 要

第 57 号

令和 4 年 2 月

- ロボットコンテストにおけるカメラを使用した自動ロボットの制御技術 .....  
… 田 中 将 樹・山 崎 博 之・小 幡 亮 侑・保 坂 真 志・辻 尚 史・新 井 場 貴 寛 …1
- オンライン方式による小学生向け科学実験の実施 .....  
… 西 野 智 路・小 林 義 和・寺 本 尚 史・横 山 保 夫・榑 秀 次 郎・今 田 良 徳  
・丁 威・中 嶋 龍 一 朗 …7
- 「英語授業」についての一考察 --- 英語による英語授業, 電子黒板による英語読解授業, 大講義室における英語文法  
授業, 英検, 図書館における英語多聴多読図書に関連して ---  
..... 小 林 貢 …13
- 技術研究ノート**  
無終端水路反応槽における亜酸化窒素排出量のシミュレーションに関する基礎的検討 ..... 大 友 渉 平 …22



# ロボットコンテストにおけるカメラを使用した自動ロボットの制御技術

田中将樹・山崎博之・小幡亮侑\*  
保坂真志\*・辻 尚史・新井場貴寛

Camera-based control technology for robot automatization at the Robocon Competition

Masaki TANAKA, Hiroyuki YAMAZAKI, Ryo OBATA\*,  
Masashi HOSAKA\*, Naofumi TSUJI and Takahiro NIIBA

(令和4年2月28日受理)

This report presents an outline and development description for our participant robots at the NHK KOSEN Robocon competition in 2021. Our goal was to develop robots with the ability to determine the position of a ball by camera-based object color recognition. The HSV model was used and the effect that lighting has on ball color recognition was observed. By optimizing the range of image processing parameters, we implemented an image recognition system resistant to the adverse effects originated from lighting.

## 1. はじめに

高専ロボコン（アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト）は、全国から56校61キャンパスの高等専門学校が参加する教育イベントで、1988年から始まり今回第34回を数えた大会である。これまで本校は、第1回大会を除くすべての大会に参加し、10回の全国大会出場を果たしている。最近では、東北地区大会ではベスト4以上や各賞を受賞する結果を残しており、2015年、2017年そしてオンライン形式で行われた2020年に全国大会に出場している[1]。

2021年の高専ロボコンは当初、現地開催の予定で進められていたが、コロナ禍の下で地区大会はオンライン形式、全国大会は国技館での開催となった。11月7日に開催された東北地区大会では2チーム（Aチーム：白熱！クウェペナ、Bチーム：ARA）が出場し、Aチームが優勝し、Bチームがデ

ザイン賞を受賞した。Aチームは11月28日に国技館で開催された全国大会に出場した。全国大会では会場の無線環境やフィールドの照明にロボットの動作やカメラによる画像認識が影響を受けて残念ながら十分なパフォーマンスを発揮することができなかった。

本稿では、今年度のロボットコンテストで製作したロボットのうち、カメラで撮影した画像の色検出を利用したロボットに焦点を当てて画像認識の概要を述べ、実験による検討を加えてまとめた。

## 2. 競技課題の概要

今年の高専ロボコンの競技課題は「超絶機巧(すごロボ)」というテーマで、これまでこだわってきた、あるいは新しく挑戦したい技術を駆使して「すごい！技のロボット」を製作し披露するアイデア対決となった。秋田高専でこれまで製作した「自律化・自動化」ロボットは主にロータリーエンコ

---

\*秋田高専学生

ーダによる位置制御を行ってきた[1], [2]。そこで今年のテーマ設定は新しい技術として、両チームともカメラによる画像認識を使用した自動制御技術に挑戦した。A チームは、2 台のロボットが人間とボール競技をするクウェペナという競技をテーマに、人間が操縦するロボットを自動認識して追従し、キャッチボールする制御技術に挑戦した。一方、B チームは障害馬術と競馬をテーマに、最後の障害として、移動する風船をロボットに搭載したカメラにより目標とするマーカーを認識して自動追尾し、狙い撃つ技術にチャレンジした。

今年度のロボコンの競技課題におけるロボットの主な制限は、1 チームのロボット台数は 3 台まで、ロボット 1 台のサイズは、縦 1 m×横 1 m×高さ 1.2 m 以内、重量 25 kg 以下、コントロール方式を問わずに自発的な動力を持つこと、圧縮空気の使用は 0.75 MPa まで、駆動系および回路制御系電圧は 24 V 以下、1 台当たりの電流値は 30 A 以下であった。図 1 に A チームの全国大会での様子を、図 2 に B チームの東北地区大会での様子を示す。



図 1 A チームのパフォーマンスの様子



図 2 B チームのパフォーマンスの様子

### 3. 自動ロボットの詳細

#### 3.1 自動ロボットの概要

本稿では人間が操縦するロボットを自動で追従し、キャッチボールをする A チームの自動制御ロボットについて紹介する。図 3 にパフォーマンス時の 2 台の自動ロボットと手動ロボットの位置関係を示す。2 台の自動ロボットは手動ロボットを挟んで対向した位置にいて、それぞれ手動ロボットを追いかけるように平行移動する。そして、お互いが手動ロボットを挟んだ位置に来ると手動ロボットの上空を通るようにボールを対向する自動ロボットに向かって投げる。手動ロボットが移動すると追いかけるように 2 台の自動ロボットも移動し、ボールの射出動作を繰り返し行う。

図 4 に自動ロボットの全体写真を示す。自動ロボットは左右への平行移動のみであるため、対角方向にギヤードモーターによる駆動 2 輪と従動 2 輪による 4 輪となっている。また、ロボット前方向に手動ロボットを追跡するためのカメラを取り付けている。カメラは Intel 社製 RealSense デプスカメラ D455 を使用した。デプスカメラはステレオカメラにより深度（距離）情報を取得することができ、対象物である手動ロボットと周囲の背景とを切り離して処理を行うことが可能となる。全国大会ではフィールド外の色情報によりロボットが誤動作するのを防ぐために採用した。図 5 に自動ロボットのボール射出機構の写真を示す。ボールを射出する機構には、定荷重バネによるカタパルト方式を採用した。ボールを射出後すぐにアー

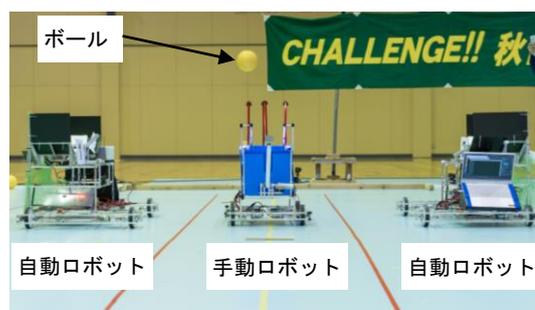


図 3 自動ロボットと手動ロボットの位置

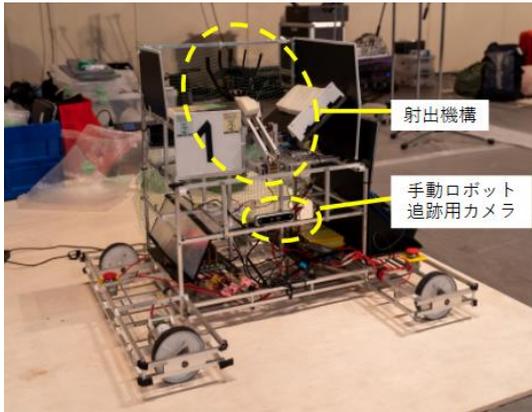


図4 自動ロボットの全体写真

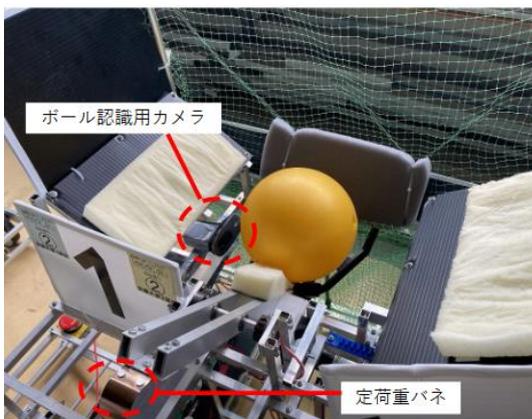


図5 自動ロボットの上側からの写真

ムはワイヤをモータで巻き取ることで、図5の位置に再度セットされボールを受け取るまで待機状態になる。この時、アーム先端部のボールの有無は、ボールの側部に取り付けたカメラにより判断を行った。カメラはロジクール社のHDウェブカメラC270nを使用した。

### 3.2 自動ロボットの画像認識

自動ロボットの画像認識による制御は、2つのカメラの画像から、手動ロボットの位置の識別およびボールの有無の認識により行った。この2つの画像認識の手法は基本的に同一であるため、ここではボールの認識について述べる。

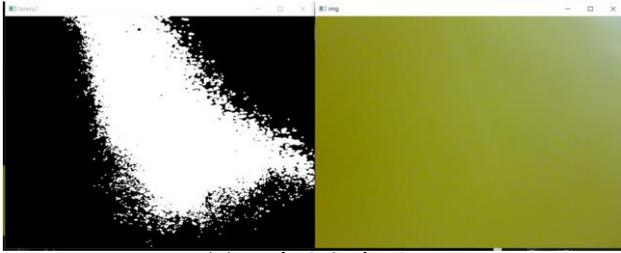
ボールおよび手動ロボットの認識は、カメラで撮影した画像からボールは黄色、手動ロボットは青あるいは緑色の特定色を検出し、それを二値化

する処理をリアルタイムで行った。色検出できた画素の大きさを判別して対象物の有無を判断した。検出する色の範囲はHSV色空間により指定した。HSVは色相(Hue: H値0～360度)、彩度(Saturation: S値0～100%)、明度(Value: V値0～100%)の3つの成分で色を表現しており、コンピュータグラフィックスの分野で用いられている。プログラム言語はC++を、画像処理ライブラリはOpenCV[3]を使用した。

## 4. 実験

東北地区大会ではオンライン形式での開催であったため、本校体育館に競技フィールドを設置した。それ故、フィールドの照明や背景の色についてパフォーマンス前に事前に調整を行うことができた。しかしながら、全国大会では競技フィールドでの調整は前日のテストランのみであるため、会場の照明に対する調整が不十分で、自動ロボットのボール認識が動作しない結果となった。そこで、大会後、周囲の明るさの違いによる色検出への影響について検討を行った。測定はボール認識について、室内の蛍光灯が点灯しているときと消灯させて外光のみとした場合でHSV値の検出範囲を変えて行った。

図6(a), (b)にボールがある時の室内灯あり、室内灯なしの場合の処理前画像(右図)と処理後の画像(左図)を示す。ここで、H値50～80度、S値59～100%、V値59～100%とした。処理後の画像は、HSV値がこれらの範囲内であるときに白で、範囲以外が黒で表されている。室内灯がある場合、ボールの色が検出できている範囲は画像の約半分を占めているが、室内灯がない場合はボールの色が検出されていない。また、図7にボールがない場合の画像を示す。このとき、照明に関わらず色検出はされていない。図6の処理前画像の中央におけるHSV値を取得して比較した図を図8に示す。H値(色相)のおよびV値(明度)



(a) 室内灯あり



(b) 室内灯なし

図6 ボールがある時の画像



(a) 室内灯あり



(b) 室内灯なし

図7 ボールがない時の画像

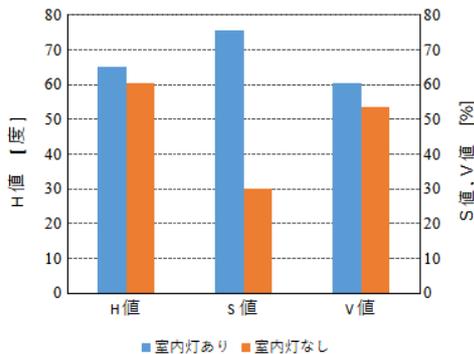
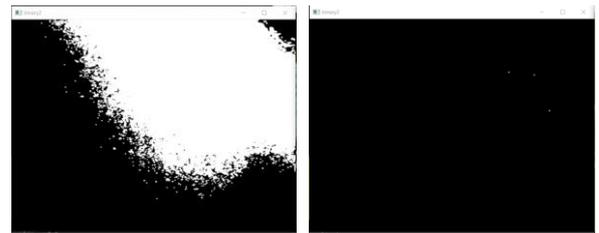


図8 HSV 値に対する照明の影響

は照明がない場合でも減少は比較的小さいが S 値 (彩度) は半分以下に減少している。これより、照明の明暗による色相の変化はほとんどないことがわかる。また、明度の変化に関しては使用したカメラの自動光補正が影響しているものとする。

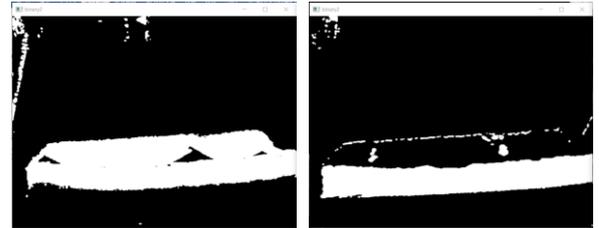
照明の明暗による色相の変化がないことから、S 値および V 値の範囲を広げて画像処理を行った結果を図9~11に示す。それぞれ、S 値を 0 ~ 100 %、V 値を 0 ~ 100 %、S 値と V 値共に 0 ~ 100 % と範囲を変えて色検出を行った。図9より、彩度を考慮しない場合、ボールがない状態でもボール受け取り用のクッションスポンジの色が検出されていることがわかる (図 (c), (d))。図10より明度を考慮しない場合、ボールがある状態で室内灯がない場合でも若干ではあるが色検出がされており (図 (b)), ボールがない状態での色検出は抑えられていることがわかる (図 (c), (d))。これはカメラの自動光補正の効果によるものとする。また、図11より色相のみの範囲指定ではいずれの場合でも色検出され判別ができないことがわかる。

以上より、HSV 値の範囲指定の最適化により照明の影響を考慮せずに対象物の識別を行える可能性があると考えられる。しかしながら、大会会場での



(a) ボールあり/室内灯あり

(b) ボールあり/室内灯なし



(c) ボールなし/室内灯あり

(d) ボールなし/室内灯なし

図9 処理後の画像 (H 値 50 ~ 80 度, S 値 0 ~ 100 %, V 値 59 ~ 100 %)

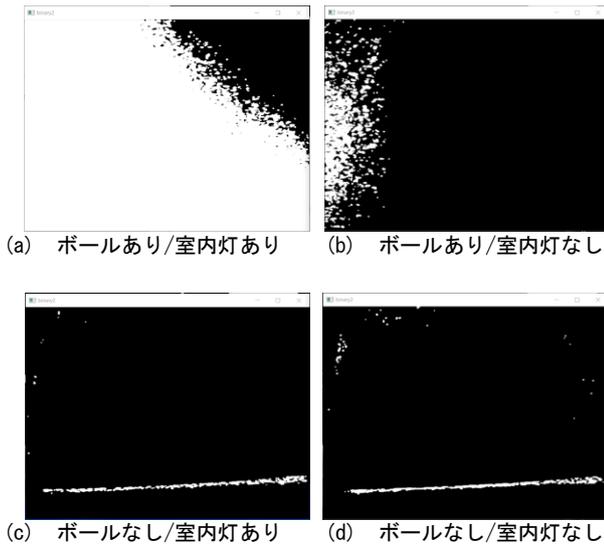


図 10 処理後の画像 (H 値 50 ~ 80 度, S 値 59 ~ 100 %, V 値 0 ~ 100 %)

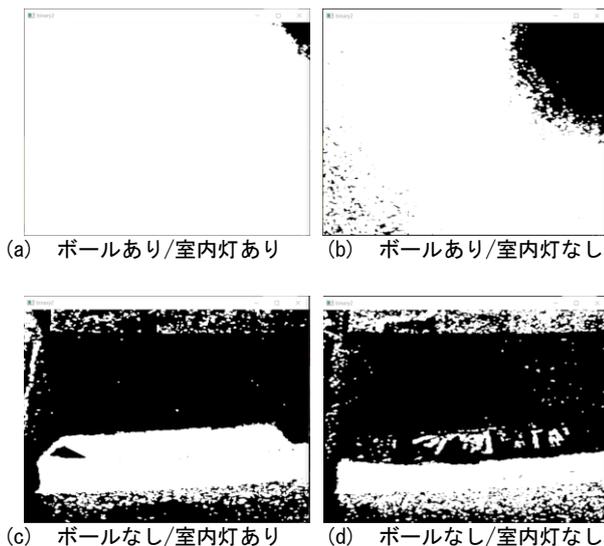


図 11 処理後の画像 (H 値 50 ~ 80 度, S 値 0 ~ 100 %, V 値 0 ~ 100 %)

対応を考慮すると色検出による識別のみでは対処が困難である。この問題を解決する方法として、色検出にマーカー等の識別を追加する、あるいは自発的な光源の利用等が考えられる。

## 5. まとめ

本稿では、高専ロボコンに出場したロボットのうちカメラを利用した自動ロボットの自動制御の機構と色検出の実験結果について報告した。今回採用した対象物の色検出による制御は、競技フィールドの照明等の環境を調整可能なオンライン形式で行われた東北地区大会では有効であった。しかしながら、リアル形式で行われた全国大会では特に照明の影響を受けて、色検出のみによる対象物の識別は困難であった。ロボットの自動化が主流となる今後の競技課題に要求される複雑な制御に対して、今回開発したカメラを用いた検出機構と複数のセンサからの情報を組み合わせる技術の開発が課題である。

## 謝辞

ロボコン活動において、日頃からご協力頂いた本校 物質・生物系 西野智路准教授および土木・建築系 山添誠隆准教授、そしてコロナ禍にも関わらず大会に臨んだロボコンの学生に心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] 田中将樹, 山添誠隆, 西野智路, 保坂真志, 辻尚史, 三浦翔平: ロボットコンテストにおける倒立振り子ロボットの自動制御, 秋田工業高等専門学校研究紀要, 56, pp.1-6, (2021)
- [2] 田中将樹, 西野智路, 中嶋龍一朗, 奈良雄斗, 松橋達也, 保坂真志, 渡部秀崇, 伊藤大地: ロボットコンテストにおける自動ロボットの開発, 秋田工業高等専門学校研究紀要, 54, pp.9-14, (2019)
- [3] OpenCV, <https://opencv.org>



# オンライン方式による小学生向け科学実験の実施

西野 智路・小林 義和・寺本 尚史・横山 保夫  
榑 秀次郎・今田 良徳・丁 威・中嶋 龍一郎

Conducting online scientific experiments for elementary school students

Tomomichi NISHINO, Yoshikazu KOBAYASHI, Naofumi TERAMOTO, Yasuo YOKOYAMA,  
Shujiro SAKAKI, Yoshinori KONDA, Wei Ding, Ryuichiro NAKAJIMA

(令和4年2月10日受理)

Since 2019, a summer science project has been carried out with the aim of raising children's interest in science, which will lead to the development of science and technology in the future. The summer science project has been held online for two years to prevent further spread of COVID-19. The participating elementary school students conducted joint experiments with Kosen students by communicating over the computer screen. In this paper, we introduce the details and effects of the project and analyze the results of the survey. The results show that most of the participants were satisfied with this project.

## 1. はじめに

子どもたちの「理科離れ」が問題になっており、将来の科学技術の発展を担う技術者や科学者をどのように育てていくかが課題とされている。また、国際数学・理科教育動向調査（TIMSS 2019）の調査において、理科の勉強が楽しいと答えた日本の中学生の割合は国際平均の 81%より低い 70%であり、理科を使うことが含まれる職業につきたいと答えた中学生の割合は、日本は国際平均の 57%より大幅に低い 27%にとどまるという結果が出ている[1]。この理由のひとつとして、小中学校における実験・実習の体験不足が挙げられると思われる。そのような状況下において科学の不思議さ・面白さに気付いてもらい、より深い興味や関心を持ってもらうこと、さらには工学系分野を志す動機付けになることを目的として、本校では中学生向けの公開講座を実施している。また、過去には中学生ロボコン[2]、近年では小学生を対象とした科学イベントなども併せて主催している。さらに、2019年度からは系が主体となり、近隣の小学校に通う 3～6 年生を対象とした夏休みの自由研究をサポートする「夏休み自由研

究道場」を始めた。昨年と今年は新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から本校における対面での実施が難しく、オンライン方式で実施することとなった。本報では、小学生向けの科学イベント「夏休み自由研究道場」の概要ならびに昨年度から行っているオンラインシステムを用いた体験実験の実施について、見えてきた問題点と得られた知見について述べる。

## 2. 夏休み自由研究道場とは

夏休み自由研究道場とは、子どもたちが「不思議だな」、「なぜなのかな」と感じるだろう事柄をテーマに取り上げ、そのテーマに関連する実験を小学生と高専生が共同で行うことを通して、実験の進め方やまとめ方までを体験してもらい、自由研究のきっかけを見つけてもらう取り組みである。実験で必要となる器具などは、こちらで準備した実験キットを配布するが、できるだけ身近なものを用いて行えるよう、さらにイベント後は自分たちだけで行えるように内容等を工夫している。これは、子どもたちの理科実験に対する敷居を下げて「好き」をより刺

激したいという狙いからである。

夏休み自由研究道場の実施は、2019年度から始めて今年度で3回目となった。2019年度は小学生が秋田高専に来てもらい対面で実施することができた。しかし、昨年度から新型コロナウイルス感染症対策のため本校に小学生を招いてのイベント実施は難しいと判断し、ビデオ会議システムを用いたオンライン方式によって実施することとした。オンライン方式となり、実験に用いる器具などは実験キットとして事前配布し、ビデオ会議システム Microsoft Teams を用いて2時間の実験時間の中で実験の進め方や得られたデータのまとめ方などの説明をオンライン授業形式で配信することとした。また、今年度からは、これまでの物質・生物系の1系だけの実施から機械系ならびに土木・建築系も加わった3系合同での実施となり、研究テーマならびに対象とする小学校のエリアも増やすことができた。

### 3. 今年度の自由研究テーマ

#### 3.1 暑さ寒さを電気に変えてみよう（物質・生物系）

物質・生物系では、暑さ寒さを電気に変えてみようというテーマで行った。オンライン実験とすることになり、本校で実験を行う場合と比較して、教員やTA（ティーチングアシスタント）学生が参加小学生の十分なサポートができないこと、また廃液処理ができないことを考慮する必要があった。そのため、自由研究のテーマは化学反応を伴う実験内容とせず、熱電変換材料である市販のペルチェ素子を用いた材料特性の測定、考察といった実験内容とし



図1 配布した実験キット（物質・生物系）

た。事前送付した実験キットを図1に示す。キットには、液体を入れられるプラスチックケースにペルチェ素子を張り付けてペルチェ素子の片面を液体で冷却できるようにしたもの、テスター、デジタル温度計、電池、実験テキストである。実験の概要は、初めにペルチェ素子に電池を接続し、電気を流すとペルチェ素子が発熱・吸熱することを測定してペルチェ効果について学習してもらった。次に、ペルチェ素子にテスターを接続し、ペルチェ素子を手で温めると電気を生じること、さらにケースに氷と水を入れて冷却側と加熱側との温度差を大きくすると発電量が増えることを測定してゼーベック効果について調べてもらうことにした。また、オンライン実験時間内では実施しないが、ペルチェ効果において十分な冷却効果を得るためには効果的に廃熱する必要があり、廃熱方法を工夫するとよいこと、ゼーベック効果については氷水に塩などを入れて温度差と起電力の関係を調べるとよいことなど応用展開する内容についても口頭で説明することとした。

#### 3.2 材料の形による強さを科学する（機械系）

機械系では、材料の形による強さを科学するというテーマで、機械の基礎となる実験で簡単にできるものを考えた。一般のコピー用紙を用いて、紙による試験片を用いた引張試験と、紙を丸めて円形断面、三角形断面、四角形断面とした筒形状を用いた座屈試験を実施した。遠隔で同様の実験を小学生にも体験してもらうこととした。引張試験と座屈試験で用いるおもりは、身近にある2Lペットボトルを各自用意してもらい、マジックでメモリをつけて水を入れることで重さをコントロールできるようにした。引張試験については紙にさまざまな切り欠きを入れたものを4種類用意した。座屈試験は先の3種類の筒形状を用い、ペットボトルの重さをだんだんと重くして実験をした。実験の前に、どの形状が一番強いかなど順位付けの予想を行った。最後に残った形状が予想通りだったり、予想と外れたり小学生たちの反応も楽しそうに見受けられた。実験では3名のTA学生（本科4年）の助けを借りながら楽しく実験ができたと考えられる。実験後切り欠き部の応力集中は、カップラーメンのソースなどの袋の開けやすさのための切り欠きに利用されていること、座屈しにくい形状が身の回りの構造物等に多いことなどを説明し、最後に、金属の引張試験のデモンストレーションを行い機械の引張試験につ

いても学習してもらった。

### 3.3 パスタでブリッジ（土木・建築系）

土木・建築系では、身近な軽い材料（パスタ）で強い橋を作る事をテーマとし、最終的に 500 ml ペットボトル（重量 500 g）を載せても壊れない橋を目標に製作を行った。パスタ自体は非常に弱い材料で、数十 g の重りを載せれば簡単に折れてしまうが、パスタ同士を接合し、力学的な視点に基づいた形状となるよう工夫すれば、500 g を超える重さに耐える橋を製作する事が可能である。また身近な材料で家庭でも入手しやすい事、簡単に手で折れるため橋の製作に必要な長さに加工しやすい事などもパスタを材料とした理由である。

事前送付した実験キットは、パスタのほか、パスタ同士を接着するグルーガン、橋の両端を支える支持台、支持台の下に敷き、支点間距離を調整する厚紙シート、重りを入れるタッパー、橋製作時に必要となる見本用紙（計 5 枚）、クッキングペーパー、実験テキストである。このほか、重り材料（お米、水入りペットボトル）、重量を計測する料理用電子はかりの準備を各家庭で事前にお願した。

実習は、TA 学生がカメラの前で作業の見本を示し、その見本通りに小学生に作業をしてもらう形で行った。実習ではまずパスタ 2 本の簡易な橋を製作し、100 g の重りを載せる実験を行った（図 2 参照）。支持台の間隔が広がると弱くなること（支点間距離と耐力の関係）や、橋の端部を手で押さえると強くなること（固定端と自由端の関係）を学習してもらった。

次に、直方体の橋に斜材を入れたトラス構造（三角形形状）を基本とした橋を製作し、500 ml ペットボトルに耐えるかどうかの実験を行った（図 3 参照）。なお橋の長さはパスタの長さを考慮し 24 cm とした。参加小学生全員が実験に成功し、弱い材料からでも工夫次第で強い部材を作れることを体感してもらった。

## 4. 実施準備と配信方法

「夏休み自由研究道場」の概要と申し込み方法などを記載したパンフレットを各系でそれぞれ作成した。また並行して、秋田市教育委員会には後援の依頼をした。例えば物質・生物系のパンフレット（図 4 参照）には、今年度は秋田高専と自宅にある PC

をオンラインで接続して自由研究をオンライン方式で実施すること、参加条件としてパソコンならびに通信環境が必要となること、参加費は無料であるが実験キットを秋田高専まで取りに来てもらうこと、保護者のサポートが必要になることなど、応募にあ

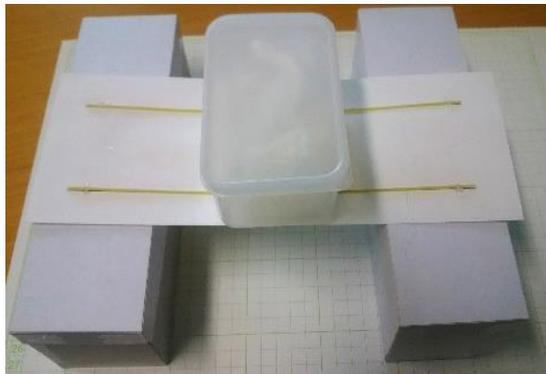


図 2 パスタ 2 本での実験

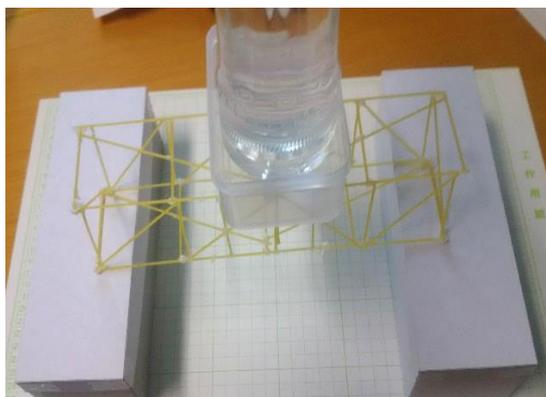


図 3 ペットボトルを載せる実験

第3回 夏休み自由研究道場  
（暑さ寒さを電気に変えてみよう...??）  
高専のカカワ  
みんなの家と秋田高専をPCでつないで遠隔実験だぞ

保護者の方へ（申込には、下記の条件が必要です）

- ・メール受信、音声再生が可能なパソコンあるいはタブレット（PC など）
- ・通信量が無制限のネットワーク環境
- ・Web ブラウザ「Google Chrome」のインストール
- ・PC などを視聴しながらの実験可能な食卓など
- ・保護者のサポート
- ・実験キットの秋田高専での受取り（8/4～6・14～17 時を予定）

日程 2021年 8月 8日（日） 13:00～15:00

内容 温度差で発熱する材料を用いた様々な実験をとおして、夏休みの自由研究を秋田高専の先生と協力して行います。自由研究に必要な実験キットと実験結果をゲットしませんか。

費用 無料（必要な材料はこちらから配布します。）

参加対象 小学3年生から6年生

定員 12名（事前申し込み必要。応募者多数の場合は抽選とさせていただきます。）

申し込み・問合せ先  
秋田工業高等専門学校 物質・生物系（秋田市飯島文京町 1-1）  
電話（担当 西野）、e-Mail: info@akita-nct.ac.jp  
(01772)

主催 秋田工業高等専門学校 物質・生物系 後援 秋田市教育委員会

図 4 パンフレット抜粋（物質・生物系）

たり必要となる条件を記載した。また、パンフレットならびに実験テキストなどは難しい言葉は避け、ふりがなを付けるなど配慮した。作成したパンフレットは、秋田高専近隣に位置する小学校 19 校に協力してもらい、対象としている小学 3～6 年生（土木・建築系は小学 4～6 年生）の約 4,200 人に配布してもらった。今年度から 3 系合同での実施となり、秋田高専近隣の小学校を 3 つのエリアに分けて担当する系を決めて配布した。これにより、実施側としては今後、担当する小学校のエリアを変えていくことで同じ実験内容を複数年で行うことができると考えている。

応募を開始したところ、37 名の定員に対して 18 人からの応募があり、申し込みのあった 18 人全員を受け入れることとした。対面で実施していた 2019 年度は、物質・生物系だけの実施で定員 30 名として 35 名を受け入れており、それと比較すると、コロナウイルス感染症あるいはオンライン方式による実施を懸念したためか、応募者が少なかった。応募した小学生の学年内訳は、3 年生が 2 人、4 年生が 3 人、5 年生が 8 人、6 年生が 5 人であった。そ



図 5 配信の様子（物質・生物系、一部画像処理しています）

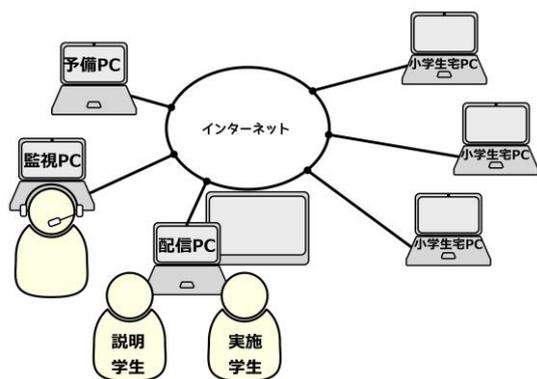


図 6 配信システムの概要

の後、参加者にはメールで接続テストならびに本番の会議の接続先リンクを送り、招待メールのリンク先をクリックすればソフトをインストールしなくてもブラウザ上で参加できるようにした。また、前日あるいは当日に接続テストを実施して、音声や映像が届くことを確認してもらった。接続テストで受信できないなどのトラブルがあった場合に備えて、感染予防対策を施したうえで来校してもらえるように教室等を準備していたが、すべての小学生と問題なく接続できることが接続テストで確認できた。

当日は、TA 学生のうち、先生役の学生が実験内容を口頭で説明して、生徒役の学生が実際に実験を行っていく様子を配信した。生徒役の実験風景も配信することにより、一緒にやっている雰囲気を出せるように工夫した。また、気を付ける点や注目してほしい場面では、矢印や注意マークをつけた指し棒で指し示すようにして、どの部分を注意して視聴すればよいかも分かりやすくなるようにした。当日の様子を図 5 に示す。配信システムの概要を図 6 に示す。使用した機材としては、映像ならびに音声を撮り配信する PC を 1 台、映像ならびに音声途切れることなく配信出来ているかの確認とロビー待機の小学生を承認したり、小学生側の PC の音声操作などを行ったりする PC を 1 台、そしてトラブル対応として予備 PC を 1 台準備することを基本として実施した。

## 5. アンケート結果および考察

本事業の効果やオンライン方式に対する意見など、来年度以降の参考にする資料を得るため、実験終了後にオンライン上で Google Form を用いて無記名によるアンケートを実施した。アンケートの回収数は 15 名で回収率はおよそ 83%であった。アンケート結果を図 7, 8 に示す。以下にいくつかの設問に対する結果と分析内容を示す。設問 3 参加しようと思った理由を教えてください。参加の動機を聞いたところ、夏休みに課せられる自由研究を支援することから参加動機の多くは「自由研究をしたい」あるいは「実験内容に興味を持ったから」に集中するものと予想していたが、実際は「自由研究をしたい」という回答が 13.3%、「実験内容に興味を持ったから」という回答が 25.7%で、それ以外は「家の人に勧められたから」という回答であった。次に、設問 4 参加した感想について教えてください。参

加しての感想を聞いたところ、「とても楽しかった」と「楽しかった」を併せて 93%以上の小学生が楽しかったという回答であった。参加者が活動内容に対して興味を抱いたか、つまり楽しかったと思っただろうかが本事業の成否を判断する一つの指標となることから、多くの参加者が「楽しかった」と回答したことで目的に対して一定の成果が得られていると判断される。設問 5 実験内容は難しかったですか。実験内容の難易度について聞いたところ、「普通であった」と回答したのが 46.0%であったが、「とても簡単」と「簡単であった」を併せて 27.0%、「難しかった」が 27.0%と回答がわかる結果となった。設問 6 実験の進むスピードはどうでしたか。進行について聞いたところ、60.0%の小学生が「ちょうどよかった」と回答したが、25.7%の小学生が「早かった」、そして 6.7%の小学生が「遅かった」と回答した。「早かった」と回答した小学生に学年による偏りは見られなかったが、理解度や実験能力も様々な小学生を相手にしているため、その進行スピードに配慮が足りなかったものと思われる。小学生が感じた実験内容の難易度と実験の進むスピードについてクロス集計の結果を表 1 に示す。ここに示す通り、「難しかった」と感じている小学生の内の半分（2 名）は実験の進むスピードが「早かった」と答えていた。対面での実験では、実験に戸惑ったりする小学生には TA 学生がサポートするなどの対応がとれたが、オンライン方式ではそれが難しかったことが問題点として明らかになった。今後、実験の一部を実験進行の早いグループと遅いグループに分けて対応するなどの検討が必要であると考え。設問 7 オンライン実験をどう感じましたか。オンライン実験方式について聞いてみたところ、45.7%の小学生が家で実験ができたのでよかったと回答し、46.7%の小学生が秋田高専で実験をやりたいかと回答した。機械系では、学校内の設備などを撮影して配信しており、学内設備を含めて雰囲気により伝わるように工夫する必要があるものとする。設問 8 今年度の自由研究をどうしますか。小学校に提出する自由研究について聞いたところ、33.3%の小学生は今回の実験データをまとめたものを学校に提出つもりであり、40.0%の小学生が今回の内容についても一度実験をしてから提出すると回答しており、合わせると 73.3%の小学生が今回の実験内容で自由研究をまとめようと考えていることが分かり、実施した効果があったものとする。また、最後に

参加した感想を聞いたところ、「実験内容をとても分かりやすく説明していただき楽しんで実験ができ

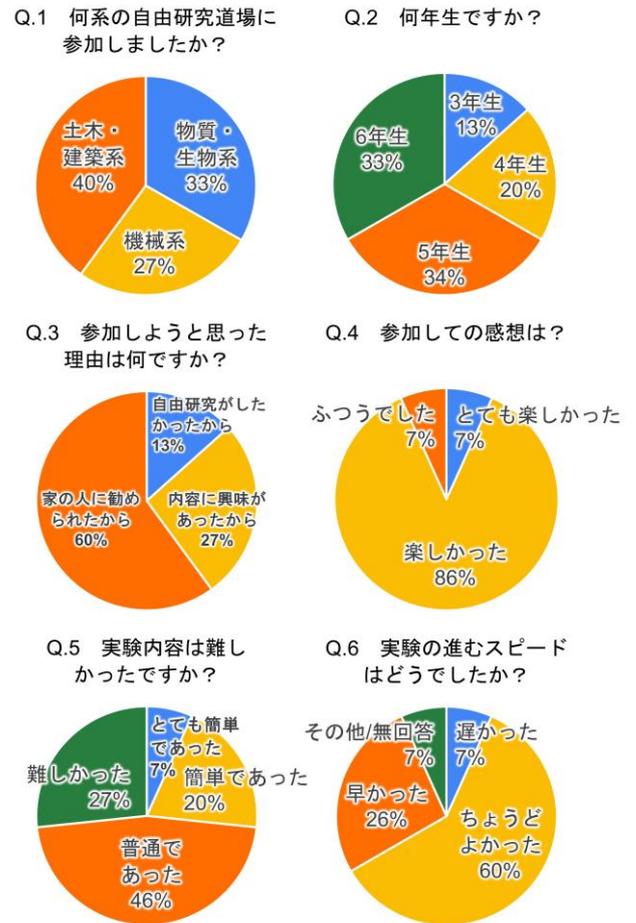


図 7 自由研究道場に関するアンケート結果 (1)

表 1 難易度と実験の進むスピードのクロス集計

	回答者数 (人)			
	実験の進むスピード			
	早かった	ちょうどよかった	遅かった	その他/無回答
とても易しかった	1	0	0	0
易しかった	0	3	0	0
普通であった	1	4	1	1
難しかった	2	2	0	0
とても難しかった	0	0	0	0

Q.7 オンライン実験方式は Q.8 自由研究は、どのようにしようと思っていますか？

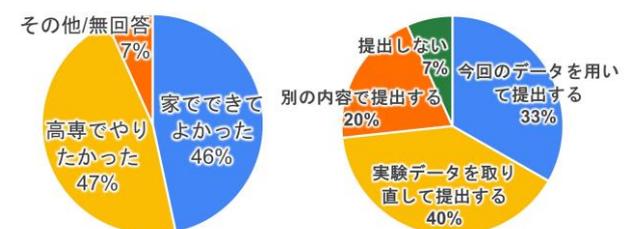


図 8 自由研究道場に関するアンケート結果 (2)

ました。」，「完成した時は華奢だと感じましたが，思ったより重さに耐えられることを知り驚きました。」などの感想が寄せられた。

また，先生役を TA 学生に依頼したことについて，小学生からすると教員より年齢差が少なく親しみやすく，工学系高等教育機関に入学した場合の良きロールモデルとなったようである。また，TA 学生にとっては，普段は教えられる立場から今回は教える立場になり，練習などを通してより分かりやすく説明する工夫をするなど，コミュニケーション能力だけでなく，ロールモデル役として積極性や自主性を育成する経験を積んだようであった。

## 6. おわりに

小学生に実験・実習に興味を持ってもらいたい，また工学系分野を志す動機付けにしてもらいたいという想いから，夏休みに小学校から課される自由研究をサポートする「夏休み自由研究道場」を計画・実施した。第3回目となる今年度は，昨年度に引き続きコロナ禍のためにオンライン方式での実施となったが，必要な材料などを実験キットとして配布し，参加した小学生にはテレビ画面越しに高専学生との共同実験を行ってもらった。さらに，自由研究の進め方やまとめ方などについての学習を通して，「不思議だな」という気持ちが実験を通して「そういうことだったのか」という声になる過程を楽しむことができたようであり，成功裏に終了することができた。ただし，対面では全体の進行状況について目視などによる把握が容易で，必要に応じて TA 学生による補助が行えたのに対して，オンライン方式ではサポートが必要な小学生の把握ならびに個別の具体的な補助を行うことが難しく，アンケート結果などからも改善が求められる点として明らかになった。しかし，少子高齢化の先進県であり，小学校なども広域に分散している秋田県において，オンラインシステムを用いた教育ならびに取り組みは非常に有効であり，オンラインシステムの不得意とする部分を認識した上で上手に活用していくことが望まれると感じた。

また，本事業について新聞記事としても取り上げてもらい，参加した小学生関係者以外にも広報効果があった。

## 謝 辞

本事業の実施に当たり，協力を頂いた野池基義先生，船木憲治先生，佐々木崇紘先生，そして TA 学生の皆さまには，深く感謝いたします。また，本事業は，令和3年度の校長裁量経費による援助を受けて実施されました。ここに記して，感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1] 国立教育政策研究所：IEA 国際数学・理科教育動向調査（TIMSS 2019）のポイント，pp.5-8，<https://www.nier.go.jp/timss/2019/point.pdf>
- [2] Yoshikazu Kobayashi and Tomomichi Nishino, “Engineering Education of Robocon students at a National College of Technology through planning Robot Contests for Junior High Schools”, Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Symposium on Advances in Technology Education 2013, pp. 293-297, 2013

# 「英語授業」についての一考察

— 英語による英語授業、電子黒板による英語読解授業、大講義室における英語文法授業、英検、図書館における英語多聴多読図書に関連して —

小林 貢

## A Study on English Classes concerning to MCC of NIT: English Class in English, English Reading with Electronic Blackboard, English Grammar in the Auditorium, STEP and Extensive English Reading in School Library

Mitsugu Kobayashi

(令和4年2月1日受理)

It should be taken into consideration that English classes concerning to Learner Autonomy and MCC (MODEL CORE CURRICULUM) of NIT play important roles for human resource development of NIT, Akita College.

The purpose of this thesis is to suggest an approach to improve some spontaneous English abilities for our students by applying the teaching method of English Class in English, English reading with electronic blackboard, English Grammar at large classroom, STEP and extensive English reading in school library .

We have been making many attempts to establish students' voluntary English learning and keep them updated the world-wide point of view for engineering design. If they keep studying their specialties autonomously and trying to communicate with foreigners in English, they can contribute to the world as international engineers.

Keywords: English class in English, MCC (MODEL CORE CURRICULUM) of NIT, English reading with electronic blackboard, English grammar in the auditorium, STEP, Extensive English reading in school library

### 1. はじめに

「本校の英語教育について」の特色ある取組として、以下の3点を挙げる。

1. 本校の英語教育においては、英語学習に対するモチベーションを高める手段の一つとして英語に関する資格試験の受験を奨励している。その経過として本校は平成11年度から平成19年度まで、9年連続して実用英語技能検定奨励賞に、平成20年度には優秀団体賞に、平成21年度には優良団体賞に、平成22年度及び平成23年度には奨励賞に、平成25年度においては優良団体賞に、平成26年度は優秀団体賞に選考された。また、平成28年度実用英語技能検定において優秀団体賞(受験率伸長差部門)を受賞した。そして、平成29年度から令和元年度に実用英語技能検定奨励賞を受賞した。令和2年度においては、新型コロナウイルス感染症に関連した対

応として学校申込を中止したため、実用英語技能検定の受賞はなかったが、個人受験による令和2年度英検合格者は、準2級102名、2級2名の合計104名であった。

2. 本校は、TOEIC Test に対して、積極的に授業において取り組んでおり、その成果は、TOEIC スコアにも現れている。過去における TOEIC スコアのついては以下の通りである。平成18年度において専攻科の評価指標である大学院における TOEIC 平均スコア479点を超えた専攻科生は7名おり、最高点は635点であった。平成19年度の大学院における TOEIC 平均スコアの484点を超えた専攻科生は5名おり、最高点は660点であった。平成20年度の大学院における TOEIC 平均スコアの491点を超えた専攻科生は6名おり、最高点は745点であった。平成21年度の大学院における TOEIC 平均スコアの494点を超えた専攻科生は7名おり、最高点は

855 点であった。平成 22 年度の大学院における TOEIC 平均スコアの 507 点を超えた専攻科生は 7 名おり、最高点は 720 点であった。平成 23 年度においては専攻科の評価指標が大学院 4 年の平均スコアに変更となり、平均スコア 593 点を超えた専攻科生は 1 名で、最高点は 620 点であった。平成 24 年度の大学院 4 年平均スコア 614 点を超えた専攻科生は 5 名で、最高点は 700 点であった。平成 25 年度の大学院 4 年平均スコア 594 点を超えた専攻科生は 2 名で、最高点は 615 点であった。平成 26 年度の大学院 4 年平均スコア 605 点を超えた専攻科生は 0 名で、最高点は 570 点であった。平成 27 年度の大学院 4 年平均スコア 587 点を超えた専攻科生は 1 名で、最高点は 640 点であった。平成 28 年度の大学院 4 年平均スコア 622 点を超えた専攻科生は 2 名で、最高点は 640 点であったが、同年度において TOEIC スコアによる学生表彰は廃止された。

平成 29 年度における、本科 4 年の TOEIC 平均スコア 443 点であり、専攻科 1 年の TOEIC 平均スコアは 423 点であった。本校は平成 30 年度“KOSEN4.0 イニシアティブ”に採択された事業における成果指標として「本科 4 年の TOEIC 平均スコアを平成 29 年度の 443 点から毎年 10 点ずつアップし、令和 3 年度には 500 点とする」という目標を掲げて英語教育に取り組んでおり、本科 4 年生の TOEIC 平均スコアは平成 30 年度が 446 点、令和元年度が 457 点、令和 2 年度が 478 点であった。そして、本校の専攻科 1 年の TOEIC 平均スコアは、平成 30 年度は 493.6 点、令和元年度は 516.9 点、令和 2 年度は、550.3 点でした。

3. 平成 21 年度高専改革推進経費採択事業（「国際性の向上に関する改革推進事業」予算配分は 2 年間で 1,940 万円）として、本校の人文科学系（英語）の「国際的な情報発信のための e-learning による人材養成プログラム」が、高専機構から選定された。プログラムの概要は、「e-learning による英語学習に加えて外国人による専門分野に関する講演会により、TOEIC に十分対応できる国際的に活躍できる人材の養成を図る。そして、情報発信の推進のための国際教養大学（以下、AIU）Dr. Kirby Record 先生によるライティングのプログラム『情報発信のための Lesson』の演習を行うことで、学生が国際学会等で専門に関する発表をできるための英語力の素地を養成する。」であった。プロジェクトの成果については、平成 23 年度に高専改革推進経費事例発表会（於：鹿児島大学）において発表し、『文部科

学時報 3 月号』（2012 年 3 月号）に掲載された。

AIU との連携については、平成 26 年度においても継続しており、6 月 23 日に「グローバル人材養成講演会」として AIU Dr. Darren J Ashmore 先生による英語による講演会「人形芝居」を実施した。そして、11 月 19 日には 5 年物質工学科生物コースの「タンパク質工学」において授業担当教員と AIU Dr. Andrew Crofts 先生による DNA の構造と機能についての英語授業を実施した。

平成 27 年度においては、7 月 22 日に「グローバル人材養成講演会」として AIU Dr. Patrick Dougherty 先生による英語による講演会「Describing Japanese Customs in English」を実施した。そして、『グローバル人材養成授業：英語による専門授業「タンパク質工学」』については、平成 27 年度の本科 5 年物質工学科生物コース学生対象の専門授業である「タンパク質工学」において、平成 27 年 11 月 16 日 7, 8 校時 301 教室にて実施した。AIU との連携は、“KOSEN4.0 イニシアティブ”に採択された事業における English Village として継続しており、平成 30 年度および令和元年度においても 40 名を上限として、本科 2 年の志願をした学生が AIU における授業を受けて、英語コミュニケーションの向上を試みている。令和 2 年度においては新型コロナウイルス感染症により中止となった。これらに加えて、英語力向上のために本科 3 年生をシンガポール語学研修に派遣しており（令和 2 年度は中止）、それに関連して、「英語による英語授業」を本科 1 年生および専攻科 1 年生対象として、本校日本人教員が令和 2 年度まで実施した。令和 2 年度後期より、外国人教員 2 名が英語教員として採用されており、「英語による英語授業」を引き続き実施している。令和 3 年度には外国人教員 2 名による遠隔配信教室からの「工学概論英語授業」が、本科 1 年生を対象に大講義室において、サポート教員 1 名を配置することで四則演算について実施された。また、例年、フランス・フィンランドの大学からの学生を受け入れることに加えて、専攻科学生をフランスへの短期留学に派遣しているが、令和 2 年度および 3 年度は中止となった。また、英語が得意ではない学生対象に本科 1 年英語補習を平成 28 年度から実施を継続している。それに加えて、令和元年度後期からは、本科 2 年英語補習および本科 3 年英語補習についても実施を継続して行っている。

上記に加えて、教育能力の向上のために種々の資格（CompTIA CTT+、シニア教育士（工学・技術）、

TKT Module1 Band 4、英語教授法認定資格 CEFR B2 Cambridge English Teacher, Teaching Speaking 等) を取得した教員による、「秋田高専アウトテイングラーニングFD 研修会」(平成 27 年 3 月 19 日(参加 23 名) 実施) 等の FD を定期的 to 実施した。

## 2. 日本人教員による「英語による英語授業」総括

平成 26 年度より令和 2 年度まで小職が実施した「英語による英語授業」には、文章の意味を確認する時には、コミュニケーションがうまくいかなる問題があった。この問題を解決するために、平成 27 年度より令和 2 年度に実施した「英語による英語授業」については、筆者は、本科 1 年通年 英語 I (平成 29 年度より英語 IA) において、週 1 回 2 時間リスニングを担当し、教科書:「スヌーピーと学ぶライティングとリスニング LIFE WITH SNOOPY」南雲堂、単語集:「TOEIC テストにでる順英単語」中経出版(平成 30 年度より、「Data Base 4500 5th Edition」桐原書店)を使用した。「LIFE WITH SNOOPY」は、GRAMMMAR FOR WRITING, SENTENDES FOR WRITING, ENJOY SNOOPY, GRAMMMAR CHECK, WRITING(1)(2), TIPS FOR LISTENING, LISTENING(1)(2), SPEAKING の項目から構成され、文法、作文、リスニング、スピーキングにおいて演習形式で「英語による英語授業」を実施するには特に問題がなく実施できる。ただ、ENJOY SNOOPY における漫画の意味を確認する際においては、コミュニケーションがうまくいかないこともあったので、その後においては、質問をすることでその問題を解決し、「英語による英語授業」の実施を継続した。因みに、平成 27 年度における 1M 英検準 2 級合格学生は 42 名中 3 名、1C 英検準 2 級合格学生は 42 名中 5 名であった。平成 28 年度における 1M 英検準 2 級合格学生は 43 名中 5 名、1C 英検準 2 級合格学生は 40 名中 3 名であった。また、平成 29 年度の第 3 回英検までに英検準 2 級を合格している学生は、1 組は 42 名中 3 名、2 組は 43 名中 5 名、3 組は 42 名中 7 名、4 組は 42 名中 5 名である。平成 30 年度の第 3 回英検までに英検準 2 級を合格している学生は、1 組は 42 名中 2 名、2 組は 41 名中 4 名、4 組は 42 名中 2 名である。令和元年度の第 3 回英検までに英検準 2 級を合格している学生は、1 組は 43 名中 2 名、2 組は 42 名中 1 名、3 組は 42 名中 1 名、4 組は 43 名中 1 名である。令和 2 年度の第 3 回英検までに英検準 2 級を合格している

学生は、1 組は 43 名中 3 名、2 組は 42 名中 2 名、3 組は 42 名中 3 名、4 組は 42 名中 2 名である。

「英語による英語授業」の特色は、英語のみによる授業であることに加えて、教科書の UNIT における Speaking の設問を参考に、内容や表現を変更した設問を出題する Speaking Test を導入することで学生の英語四技能向上へのモチベーションを高めたことが挙げられる。令和元年度および令和 2 年度の Speaking Test の具体的な内容について取り上げる。

令和元年度において、前期中間試験前に実施した Speaking Test の設問は” What club do you belong to in this college? ” で、例えば” I am a pitcher on the baseball team of this college.” と学生が答えた場合は、” When did you begin to play baseball? ” などと会話を続けた。前期期末試験前に実施した Speaking Test の設問は” Where do you like to live, in an city area or a country area? ” で、例えば” I would like to live in a country area.” と学生が答えた場合は、” Why do you want to live there? ” などと会話を続けた。後期中間試験前に実施した Speaking Test の設問は” Can you sleep well? ” で、例えば” Yes. I can.” と学生が答えた場合は、” What kind of dream do you dream? ” などと会話を続けた。後期期末試験前に実施した Speaking Test の設問は” Which do you like better, dogs or cats? ” で、例えば” I like dogs.” と学生が答えた場合は、” Why do you like dogs? ” などと会話を続けた。

令和 2 年度において、前期中間試験前に実施した Speaking Test の設問は” Did you cook dinner? ” で、例えば” Yes. I cooked spaghetti well.” と学生が答えた場合は、” What kind of spaghetti do you like to cook? ” などと会話を続けた。前期期末試験前に実施した Speaking Test の設問は” Is there someone you have special interest now? ” で、例えば” I have special interest about you.” と学生が答えた場合は、” Why are you interested in me? ” などと会話を続けた。後期中間試験前に実施した Speaking Test の設問は” What kind of movie do you like? ” で、例えば” I like to watch ' Demon Slayer'.” と学生が答えた場合は、” Who is your favorite character? ” などと会話を続けた。後期期末試験前に実施した Speaking Test の設問は” Where do you want to go if you could take a long vacation? ” で、例えば” I want to go to America.” と学生が答えた場合は、” Why do you want to go to America? ” などと会話を続けた。アンケートの回答

からも学生たちは英会話を楽しんでおり、学生の英語四技能向上へのモチベーションを高めたと考えられる。

専攻科 1 年後期 応用英語Ⅱにおいて平成 26 年度から令和 2 年度まで小職が実施した「英語による英語授業」には、ルーブリック評価として、到達目標項目 1 としては、「国際的に通用するプレゼンテーション能力を修得するための英語によるコミュニケーションに必要な基本的能力を身につける。」ことを目標とし、到達目標 項目 2 としては、「自分や身近なこと及び自分の専門に関する情報や考えについて、200 語程度の簡単な文章を書くことができることに加えて、自分や身近なこと及び自分の専門に関する情報や考えについて、前もって準備をすれば毎分 120 語程度の速度で約 2 分間の十分な口頭説明ができる。」ことを前提としたプレゼンテーションを実施している。平成 27 年度および 28 年度についても、専攻科生 1 年生が対象であるため、特に大きな問題はなく「英語による英語授業」を実施した。

具体的には、プレゼンテーションの準備として、学生全員には、毎分 120 語程度の速度で約 2 分間の自己紹介を日本語および英語で準備してもらい、発表してもらい、それから、研究内容について毎分 120 語程度の速度で約 2 分間のプレゼンテーションをパワーポイントを含めて日本語および英語で準備してもらい、発表してもらい、つまり、この授業は特別研究発表会の英語プレゼンテーションの準備も兼ねており、英語プレゼンテーションについては、研究に関する Q & A を行うことで、「英語による英語授業」の英語コミュニケーションは、国際学会における Q & A およびスピーキング対策を含めて機能していると考えられる。

### 3. 大講義室における英語ⅡB (英文法) 授業

大講義室において、令和 3 年度は、2 年機械系 (2M43 名) および環境都市系 (2B46 名) の合計 89 名を対象に、教科書「be English Expression I /II Advanced (いっずな書店), be English Expression I /II Advanced Workbook (いっずな書店)」を使用した合同授業を実施している。

英語ⅡB の目標・到達目標は下記の 4 点である。

1. 中学校で既習の文法や構文に加え、高等学校学習指導要領に準じた文法や構文を習得して適切に運用できる。
2. 関係代名詞、関係副詞、比較、仮定法の用法に

ついて理解することができる。

3. 接続詞、接続副詞、複文構造、知覚動詞の表現について理解することができる。

4. 許可や提案を表す表現、存在や変化を表す表現、使役表現、日本語とは違う英語の表現の用法について理解することができる。

大人数の学生を対象として、以下のルーブリック評価項目 1～3 をクリアさせるために、授業においては毎回、予習レポートを提出させ、小テストで理解を確認し、定期試験前にはワークブックの確認を行うことで上記の目標をクリアしている。また、英語ⅡB 前期末再試験合格学生は 2M 2 名および 2B 1 名であった。ちなみに、2021 年度第 1 回英検における 2M の準 2 級受験者は 2 名で、二次試験合格者は 1 名である。2021 年度第 1 回英検における 2B の準 2 級受験者は 1 名で一次試験合格者は 0 名である。2021 年度第 2 回英検における 2M の 2 級受験者は 1 名で、一次試験合格者は 0 名である。2021 年度第 2 回英検における 2B の 2 級受験者は 1 名で一次試験合格者は 0 名である。

### 4. 電子黒板を使用した英語ⅠA (読解) 授業

第一ゼミ室において、令和 3 年度前期は、1 年 2 組 (37 名) および 1 年 4 組 (37 名) の合計 74 名を対象に月曜日 5, 6 時限に授業を行った。また、同様に、1 年 1 組 (38 名で 1 名休学) および 1 年 3 組 (37 名) の合計 74 名を対象に木曜日 5, 6 時限に英語ⅠA (読解) 授業を行った。教科書は「CROWN English Communication I New Edition (三省堂)」で、英語ⅠA の目標・到達目標は下記の 4 点である。

1. 英語の基本的なイントネーションやアクセントを聞き取り、理解し、音読することができる。
2. 中学校で既習の語彙を定着させるとともに、2600 語程度の語彙を低学年において新たに習得できる。
3. 辞書や基本的な英文法の知識に基づいて、英文を自分の力で理解することができる。
4. 簡単な状況について英語で話すことができる。
5. 簡単な状況について英語で書くことができる。

大人数の学生を対象として、以下のルーブリック評価項目 1～3 をクリアさせるために、ゴールデンウィークに予習レポートを提出させた。

1. 英語の基本的なイントネーションやアクセントを正確に聞き取り、理解し、音読することができる。
2. 中学校で既習の語彙を定着させるとともに、2600 語程度の語彙を低学年において新たに習得できる。

3. 辞書や基本的な英文法の知識に基づいて、英文を自分の力で正確に理解することができる。

下記は教科書に基づく、ゴールデンウィーク期間の英語 I A 課題の内容である。

1) 8 頁～9 頁の英文を書く。日本語訳を書く。Q-5～Q-7 に英語で答える。

2) 10 頁の Comprehension の英文を書く。設問に答える。日本語訳を書く。

3) 13 頁の Exercises に答える。①および②は、英文および日本語訳を書く。

表紙には「英語 I A 課題、組、学籍番号、出席番号、氏名」を書いてください。

また、表紙には、上記の 1)～3)の項目ごとに到達度 (A,B,C) を記入してください。

例) 「 1) A 2) B 3) C 」 → 基準は以下の通りです。

1) 8 頁～9 頁の英文を書き、日本語訳を書き、Q-5～Q-7 に英語で答えた → A

8 頁～9 頁の英文を書いたが、日本語訳や Q-5～Q-7 が一部わからない → B

8 頁～9 頁の英文を書いていない。日本語訳や Q-5～Q-7 をやっていない → C

2) 10 頁の Comprehension の英文を書き、設問に答え、日本語訳を書いた → A

10 頁の英文を書いたが、設問や日本語訳が一部わからない → B

10 頁の英文を書いていない。設問や日本語訳をやっていない → C

3) 13 頁の Exercises に答え、①および②の 英文および日本語訳を書いた → A

13 頁の Exercises、①および②の 英文および日本語訳を一部やっていない → B

13 頁の Exercises、①および②の 英文および日本語訳をやっていない → C

レポート用紙 A4 を使用してください。提出日はゴールデンウィーク後の最初の授業。提出後の返却はしません。字が確実に読める濃度であれば、A4 サイズのコピーを提出しても構いません。(ノート等を A4 サイズでコピーしたものの提出可) 以上

全学生が課題を提出した。1 組 37 名の回答数は 1) A32, B5, C0, 2) A26, B11, C0, 3) A28, B8, C1,であった。2 組 37 名の回答数は 1) A32, B5, C0, 2) A24, B13, C0, 3) A26, B11, C0,であった。3 組 37 名の回答数は 1) A33, B4, C0, 2) A25, B11, C1, 3) A26, B10, C1,であった。4 組 37 名の回答数は 1) A35, B2, C0, 2) A32, B4, C1, 3) A30, B6, C1,であった。尚、英語

I A 前期期末再試験合格学生は 1 組 2 名および 3 組 2 名であった。ちなみに、2021 年度第 1 回英検における 1 年生の 2 級二次合格者は 4 組 1 名である。2021 年度第 1 回英検における 1 年生の準 2 級二次合格者は 2 組 2 名、4 組 1 名の合計 3 名である。2021 年度第 2 回英検における 1 組の準 2 級受験者は 1 名で、一次試験合格者は 0 名である。2 組の 2 級受験者は 1 名で一次試験合格者は 0 名である。2 組の準 2 級受験者は 2 名で、一次試験合格者は 1 名、二次試験合格者は 1 名である。3 組の準 2 級受験者は 1 名で、一次試験合格者は 1 名、二次試験合格者は 1 名である。4 組の準 2 級受験者は 0 名である。

第一ゼミ室には 65 型電子黒板 Brain Board セット (メーカー型番 : LCD-E651-T-STP) が設置されている。電子黒板用ペンソフト「PenPlus for NEC」NP-PPN-ED をインストールすることは必要であるが、写真等の教材作成をサポートでき、楽しい授業を演出することができる。また、タッチスクリーンのパソコンを使用することでパソコンに書いて入力した文字を電子黒板に映すこともできる。また、DVD ロムをパソコンに接続することで英文音声を学生に聴かせることもできる。前期においてはプロジェクターが故障していたためスクリーンに映すことはできなかったが、後期においてプロジェクターが使用できるようになった場合にはスクリーンも使用した授業を実施したい。

次に、以下は電子黒板を使用した「英語の歴史」の説明である。



上記は Norman の England 侵攻を表す。

## NORMAN CONQUEST 1066年 COW, OX, CALF → BEEF

上記は、Norman Conquest により、イギリス固有

の英語とフランス語に影響された英語の比較である。学生は英語の歴史および英単語への理解を深めた。

## 5. 図書館における「英語多聴多読図書」の夏季休業課題としての使用

以下は、本校の令和2年度における『図書館だより第59号』の4頁に英語教員として、「英検と算盤と Hamlet」という題名で、英検受験の必要性を教養小説風に論じた筆者のエッセイである。(以下引用)

William Shakespeare の悲劇 HAMLET ACT 3, SCENE 1, LINE 55-59 において、主人公の Hamlet は、"To be, or not to be, that is the question: Whether 'tis nobler in the mind to suffer The slings and arrows of outrageous fortune, Or to take arms against a sea of troubles And by opposing end them."と独白する。Hamlet にとって"To be"とは、「乱暴な運命の矢弾を耐える精神の高貴さ」すなわちエルシノア城で王子としての失意の日々を Ophelia と過ごし、叔父からデンマーク王位を継承することであり、"not to be"とは、「多くの苦難に武器を持って向かい合うことで、それらを終わらせること」すなわち亡き父の亡霊の言葉を信じ、矜持にかけて、父の仇である叔父への復讐を果たすことである。

筆者は、ある事情により「英検1級もしくは英検準1級の資格」が急遽必要となり、CEFR B2に該当する英検準1級を平成30年度第3回英検において取得したが、令和元年度に入り CEFR C1に該当する英検1級を受験するかどうかについて悩んでいた。ある日、研究室にあったソロマット（上級者用算盤）の珠を弾いた瞬間に、響きと香りからプルースト現象（『失われた時を求めて』参照）が起こり、珠算1級に合格した中学1年生、春の日の記憶が鮮明に甦ったことで、"not to be"を選択し、もう一つの1級を終わらせることを決意する。

上記の理由により、筆者は、令和元年度第2回英検において英検1級を受験した。参考にできる教材は、準備時間があまりなかったため多数は紹介できませんが、英検ホームページに掲載されている英検1級過去問3回分を学習するとともに、本校の図書館にある「英検1級総合対策教本 改訂版」(旺文社)を一次試験全体対策として使用した。また、「最短合格! 英検1級 英作文問題完全制覇」(ジャパントイズ)については、Writing が Reading に及ぼす

影響についても確認できた。一次試験の結果スコアは、Reading 644/850, Listening 642/850, Writing 745/850 で、一次スコア 2031/2550 により合格となった。

次に、二次試験（試験会場：仙台）における対策としては、英検ホームページに掲載されている「英検バーチャル二次試験1級」を閲覧した。また、教本（前掲）を演習するとともに、「英検1級 面接大特訓」(J リサーチ出版)を使用した。この本の巻末にある「フラッシュカード」は解答英文が短いで覚えやすく、面接対策に役に立つので暗記をお勧めする。面接においては、スピーチのみならず、Q&Aの重要性についても認識できた。二次試験の結果スコアは、Speaking 610/850 で、英検 CSE スコア 2641/3400 により合格となった。

これについては、これまでに筆者が担当した「英語による英語」授業において、一緒に英語を勉強した学生諸君に感謝の意を表するとともに、今後も尚一層の研鑽に励みたい。

今回の英検1級取得を通して再認識したことは、英語学習の積み重ねの重要性である。筆者は、一昨年度までの3年間、図書館長を拝命し、一昨年度も学生諸君のために、英語多読図書である Cambridge English Readers, Cambridge Experience Readers, Cambridge Discovery Interactive Readers を選定し、配架を行った。次頁に掲載した上記図書は、多岐にわたる内容となっているので、学生諸君が英語学習に活用することで、長期インターンシップを含めた留学、国際学会、英検、TOEIC 等に対応できる「英語4技能」(Listening, Reading, Writing, Speaking) の継続的な能力向上の助けとなることを祈念する。

(以上引用)

また、以下は、本校の令和3年度における『図書館だより第60号』の2頁に寮務主事として、「英語と歴史と Vision」という題名で、英語と歴史による Vision の必要性について論じた筆者のエッセイである。(以下引用)

英国の Stratford-upon-Avon つまり William Shakespeare の故郷にある The Shakespeare Institute に、筆者は2000年11月から2001年8月まで文部省在外研究員として派遣され家族と赴いた。その際に、1823年に出版された THE PLAYS OF WILLIAM SHAKESPEARE VOLUME I ~ VIII のような貴重な資料を日本に持ち帰ったが、その中の一つに、"Vision is the art of seeing things invisible. Jonathan Swift 1667-1745"と書かれた円形の白い文鎮があっ

た。日本語では、「ヴィジョンとは見えないものを見る術である」それでは、『ガリヴァー旅行記』(Gulliver's Travels)の著者ジョナサン・スウィフトが定義する Vision を手に入れるためには、どのような思考プロセスが必要とされているのであろうか。

19 世紀米国の詩人・外交官であったジェームズ・ラッセル・ローウェルは『書物と図書館』(Books and Libraries)の中で、「歴史とは明確にされた経験である」と述べている。「明確にされた経験」について、英国の歴史家エドワード・ギボン『ローマ帝国衰亡史』(The History of the Decline and Fall of the Roman Empire)の中で、"History, which is, indeed, little more than the register of the crimes, follies, and misfortunes of mankind."つまり、「歴史とは人類の犯罪、愚行、災難の記録にすぎない」と記している。そして、古代アテナイの歴史家であるトゥキディデスは「歴史は繰り返す」(英語では、"History repeats itself.")の言葉を残しており、『すばらしい新世界』(Brave New World)の著者オルダス・ハクスリーは「人は歴史の教訓からは多くを学ばず、またそれは歴史の教訓のうちでもっとも重要な点だ」と指摘している。それに対して、プロイセン・ドイツの鉄血宰相オットー・フォン・ビスマルクはフィードバックを付与しうる歴史の役割について「愚者は経験に学び、賢者は歴史に学ぶ」と述べている。

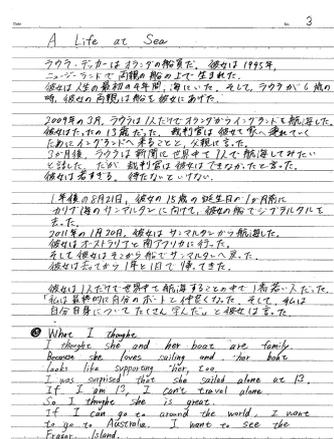
上記に加えて、筆者はある事情により「歴史」について再度学習することが必要となり、2020 年 11 月に実施された「第 39 回歴史能力検定 2 級日本史」の試験を急遽受験することとなった。「2 級日本史」の合格者は高等学校卒業程度認定試験の「日本史 B」の受験が免除になるので、高専 3 年生と同年齢の受験者達と一緒に受験した。業務で忙しかったので、山川出版社の『山川一問一答日本史 第 3 版』に目を通すことのみ集中した。試験内容は古代から現代に渡り、設問数も多かったが、筆記の問題について「木簡」「旗本」の語句や「夢窓疎石」「志賀潔」の人名を漢字で書けたことを糸口に合格した(合格率は 31%)。

それから、ノーベル賞受賞者を多数輩出しているユダヤ人は、タルムード(Talmud)つまり複数のラビたちが口伝律法を体系的に編纂した書物とそれに関する詳細な解説を日々学ぶことで(タルムードには「常に新しいことを学びなさい」との教えがある)、先祖の歴史を俯瞰的に理解しようとしている。これらを踏まえた筆者のアプローチは、通時的および共

時的に詳細な情報収集("God is in the details."「神は細部に宿る」)を「英語と歴史」を通して行い、未来に対応できる想像力つまり Vision を創造することである。

筆者は平成 29 年から令和 2 年にかけて、学生諸君のために「英語多聴多読図書」258 冊を選定し、『図書館だより』(第 56 号～第 59 号)において紹介した。学生諸君が新たに学ぶために同図書を読むことで、Vision を育むための助けとなることを祈念して筆を擱く。(以上引用)

上記に関連して、学生が英検受験へのアプローチおよび Vision を創造するために、筆者は令和 3 年度英語 I A 受講学生および英語 II B 受講学生に「英語多聴多読図書」258 冊を夏季休業の読解課題として使用した。夏季休業終了後に課題を提出した英語 I A 受講学生は、1 組は 37 名中 37 名、2 組は 37 名中 37 名、3 組は 36 名中 36 名、4 組は 36 名中 36 名、2M は 43 名中 39 名、2B 組は 45 名中 45 名だった。以下は提出したレポートの一部と感想である。



## 6. まとめ

これまで述べてきたように、本校においては、英語による英語授業、電子黒板による英語読解授業、大講義室における英語文法授業、英検、図書館における英語多聴多読図書課題を今後も試行錯誤を重ねながらも英語能力向上を目指して、今後も実施可能な英語教育に取り組んでいく予定である。

## 参考文献

独立行政法人 国立高等専門学校機構  
『モデルコアカリキュラム (試案)』  
平成 24 年 3 月 23 日  
独立行政法人国立専門学校機構



# 技術研究ノート

無終端水路反応槽における亜酸化窒素排出量のシミュレーションに関する基礎的検討

秋田工業高等専門学校 技術教育支援センター 技術専門職員 大友 渉 平

# 無終端水路反応槽における亜酸化窒素排出量のシミュレーションに関する基礎的検討

秋田工業高等専門学校 技術教育支援センター  
技術専門職員 大友 渉 平

## 1 はじめに

下水処理場の生物反応槽では、窒素除去の過程で亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) が生成される。 $N_2O$  は温室効果ガスであり、強力なオゾン層破壊物質でもあるため、各処理場において排出量を定量化する必要性が示唆されている[1]。 $N_2O$  排出量は日変動や季節変動をとるため、センサーを用いた連続測定[2]や通年調査[3]による実測が行われている。ただし、これには専用の器具、それを効率的に使用するため知識と技術が必要である[4]。一方で、活性汚泥モデルに代表される水処理シミュレーションは、水処理の予測、プラント設計、運転管理などに活用され[5]、海外では  $N_2O$  排出の定量化を可能とする強力なツールとして、実処理場での適応事例も報告されている[6]。そこで本研究では、 $N_2O$  抑制戦略の構築を見据えた排出量のシミュレーションに関する知見の蓄積を目的とし、我が国で最も多い生物反応槽である無終端水路を対象として基礎的な検討を行った。

## 2 方法

### 2.1 プラントの設定

本研究では、水処理シミュレーションソフトである SUMO ver. 21 (Dynamita 社製) の Sumo 4N をモデルベースとして使用し、無終端水路反応槽で水処理を行う 0 処理センターを想定したプラント設定を行った。基準となる設定には、既往の研究における現場調査データ[2, 3]を使用した。図 1 にモデル上のプラント構成を示す。実反応槽は一つのリアクターで、反時計周りに槽内を活性汚泥混合液が循環しているが、モデルでは 8 つの機械式攪拌リアクターで反応槽を構成した。また、0 処理センターは最初沈殿池を有するが、本モデルでは最初沈殿池以降の水

処理工程を設計した。さらに、本研究における反応速度論定数、化学量論係数および変換係数はデフォルト値を使用した。反応槽内の状態変数初期濃度もデフォルト値を使用し、シミュレーション稼働後、状態変数と流出水質が安定したことを確認してシミュレーションの評価を行った。なお、シミュレーション中の全てのデータは一分間隔で取得した。

### 2.2 攪拌機制御による溶存酸素の設定

攪拌機は 0 処理センターにおける通常の運転方法を想定し、Zone 1 と Zone 4 において 3 時間ごとに交互に稼働させ、交替前に 30 分間の二台停止期間を設けた。その他の Zone は常に攪拌機を停止させた。また、攪拌により反応槽内の溶存酸素 (DO) が増加するが、この濃度は DO point 1 もしくは DO point 2 において制御した。制御値は  $0.59 \text{ mg L}^{-1}$  とし、攪拌地点を最高値とした濃度勾配の形成を確認した (図 2)。これらの設定には、攪拌機のモーター効率を操作変数としたタイマー制御、ワイヤーパワーを操作変数とした P 制御を使用した。

### 2.3 その他の設定

反応槽への流入量、流入ケルダール性窒素濃度、流入 COD 濃度は調査データの平均値を使用し、それ以外の流入水質データはデフォルト値を使用した。流入水温と外気温は  $19.5^\circ \text{C}$  とし、プラント内で変化が生じないように設定した。MLVSS は返送汚泥が流入する Zone 1 において、返送汚泥のポンプ流量を操作変数とした P 制御により  $1,500 \text{ mgVSS L}^{-1}$  とした。また、調査データの返送汚泥量と余剰汚泥量の平均値の合計より、最終沈殿池からの汚泥の排出量を設定した。さらに、攪拌機稼働中の反応槽混合液が循環する流速を  $0.5 \text{ m s}^{-1}$  に、攪拌機停止中は流入水流量と返送汚泥流量の合計値と同程度になる

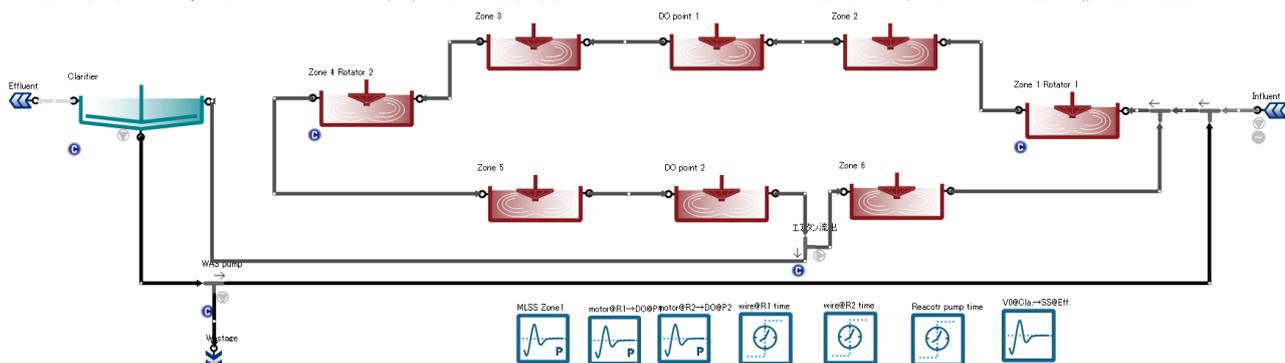


図 1 モデル上のプラント構成

ように DO point 2 と Zone 6 間のポンプ流量の設定とタイマー制御を行った。図 3 は攪拌機稼働中の流量を表すサンキーチャートであり、一般的な無終端水路と同様に、反応槽内の循環流量が他のラインの流量と比較して大きいことが確認された。

### 3 結果と考察

#### 3.1 溶存態 N<sub>2</sub>O 濃度変動

図 4 に溶存態 N<sub>2</sub>O (DN<sub>2</sub>O) 濃度のトレンドグラフを示す。DN<sub>2</sub>O 濃度は攪拌機稼働時に増加し、停止後に一時的なピークを計測した後、すぐに 0 mgN L<sup>-1</sup> 付近まで低下した。また、攪拌状態として Zone 4 が稼働している場合の方が、Zone 1 が稼働している場合よりも最高濃度が低くなった。上記の傾向は既往の調査データと同様であり、プラント設定は良好であったと考えられる。

#### 3.2 水面からの N<sub>2</sub>O のガス化速度

表 1 に本研究および既往研究[3]における、攪拌機稼働中の単位表面積あたりの N<sub>2</sub>O ガス化速度と DN<sub>2</sub>O 過飽和濃度との関係を表す係数を示す。これより、本研究における係数の平均値は 0.097 L m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> もしくは 0.098 L m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> であり、既往研究よりも低い値となった。一方で、攪拌機が停止から稼働に切替わるときに 0.14 L m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> 程度の高い値を示した。ただし、高い値を示す時間はわずかであるため、平均値を基準とし、ガス化速度に関するパラメータを実測値に合わせてキャリブレーションする必要があると考えられる。

### 4 まとめと展望

実無終端水路反応槽を対象とした N<sub>2</sub>O 排出量のシミュレーションについて、攪拌機やポンプ流量などの制御に関する基礎的な検討を行った。今後は、実際の窒素除去量にあわせた反応速度論定数のキャリブレーションを行い、様々な環境条件下でのダイナミックシミュレーションによる N<sub>2</sub>O の発生量推定を行う予定である。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 21H04108 の助成を受けたものです。

#### 【参考文献】

[1] Mannina, G., Rebouças, T. F., Cosenza, A., Chandran, K.: A plant-wide wastewater treatment plant model for carbon and energy footprint: Model application and scenario analysis. *J. Clean*, Vol.217, pp.244-256, 2019.

[2] 大友 渉平, 柴田 悟, 李 玉友, 高階 史章, 宮田 直幸, 増田 周平: 攪拌方法の最適化による無終端水路反応槽における N<sub>2</sub>O 排出抑制戦略—実処理場での連続測定と実証試験—. *土木学会論文集 G (環境)*, 77 巻, 7 号, pp. III\_71-III\_82, 2021.

[3] Otomo, S., Terada, A., Li, Y. Y., Nishitoba, K., Takakai,

F., Okano, K., Miyata, N., Masuda, S.: Long-term assessment of N<sub>2</sub>O emission factor in full-scale oxidation ditch reactor considering spatiotemporal distribution, *J. Water Environ. Technol.*, Vol.19, Issue 3, pp.139-152, 2021.

[4] Rapson, T. D., Dacres H.: Analytical techniques for measuring nitrous oxide. *Trends Analyt. Chem.*, Vol.54, pp.65-74, 2014.

[5] Henze, M., Gujer, W., Mino, T., van Loosdrecht, M.: Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2D, ASM3, *IWA Publishing*, 2000.

[6] Maktabifard, M., Blomberg, K., Zaborowska, E., Mikola, A., Maķinia, J.: Model-based identification of the dominant N<sub>2</sub>O emission pathway in a full-scale activated sludge system. *J. Clean*, Vol.336, 130347, 2022.

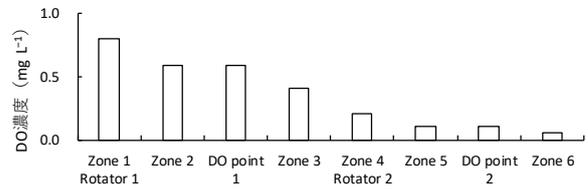


図 2 反応槽の DO 濃度

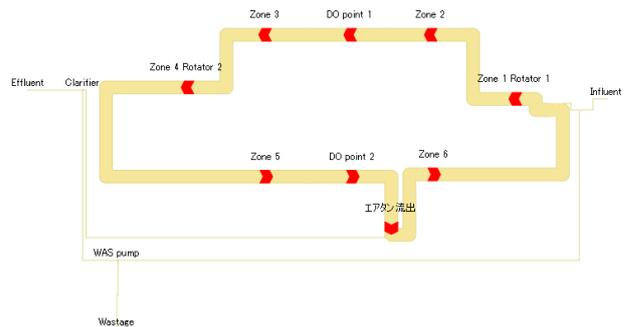


図 3 攪拌機稼働中の流量を表すサンキーチャート

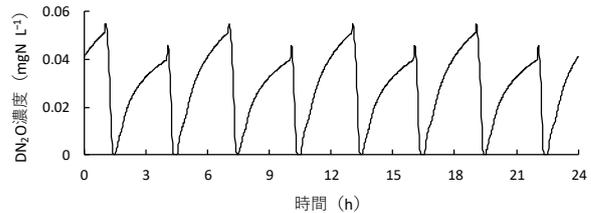


図 4 DO point 2 の DN<sub>2</sub>O 濃度トレンド

表 1 反応槽の N<sub>2</sub>O に関する水面からのガス化速と過飽和濃度の関係を表す係数

	単位表面積あたりの N <sub>2</sub> O ガス化速度 / DN <sub>2</sub> O 過飽和濃度 (L m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )			
	Zone 2	Zone 3	Zone 5	Zone 6
最小値	0.096	0.095	0.096	0.096
最大値	0.141	0.148	0.139	0.147
平均値	0.097	0.097	0.097	0.098
実測値	0.114 <sup>a</sup>			

<sup>a</sup> Otomo *et al.* の実測値を水温 19.5 °C に補正した値

秋田工業高等専門学校  
研究紀要編集ワーキング

図書館長補	菅原英子
機械系	櫻田陽
電気・電子・情報系	菅原英子
物質・生物系	野池基義
土木・建築系	中嶋龍一朗
人文科学系一般教科	ティラビイビフ
自然科学系一般教科	趙明

独立行政法人国立高等専門学校機構

秋田工業高等専門学校  
研究紀要

第57号  
令和4年 2月28日発行

編集兼発行者 秋田工業高等専門学校  
秋田市飯島文京町1番1号  
電話 018-847-6007



RESEARCH REPORTS OF  
NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, AKITA COLLEGE

No. 57

February 2022

Camera-based control technology for robot automatization at the Robocon Competition .....	
··· Masaki TANAKA, Hiroyuki YAMAZAKI, Ryo OBATA, Masashi HOSAKA, Naofumi TSUJI and Takahiro NIIBA,	··· 1
Conducting online scientific experiments for elementary school students .....	
··· Tomomichi NISHINO, Yoshikazu KOBAYASHI, Naofumi TERAMOTO, Yasuo YOKOYAMA, Shujiro SAKAKI, Yoshinori KONDA, Wei Ding, Ryuichiro NAKAJIMA	··· 7
A Study on English Classes concerning to MCC of NIT: English Class in English, English Reading with Electronic Blackboard, English Grammar in the Auditorium, STEP and Extensive English Reading in School Library ..... Mitsugu Kobayashi	··· 11