

ISSN 0385-6844

有明工業高等専門学校紀要

第 59 号

令和 6 年 2 月

Research Reports
of the
National Institute of Technology, Ariake College
No. 59
February 2024

Published by National Institute of Technology, Ariake College

Omuta, Japan

目 次

課題研究 I 第6テーマの成果報告 ー一般教育科理科選択者の取り組みー	松尾 明 洋 高田 凜太郎 上村 和 奏 後藤 圭 太 古川 実 也 古賀 みのり 入口 綾 香 江口 友 埜 木村 諭 利 建山 元 希 藤木 希 安 山本 菜 月 吉永 葵 一 森田 恵 一	1
市立図書館と連携したイベント「理科読」の6年間の取り組み	竹内 伯 夫 乾 達 一 大石 俊 一	13
鋼の熱処理実験および材料試験における学生の理解度の向上 ー走査型電子顕微鏡を用いた破面観察による教育的効果ー	石橋 大作 南 明 宏 篠崎 烈	17
令和5年度 有明高専2年生におけるシンガポール研修報告	谷口 光 男 鮫島 朋 子 酒井 健 一 竹内 伯 夫 高本 雅 裕 山崎 英 司 村端 啓 介	22
有明高専岱明寮における朝食・夕食摂食率と学業成績の相関について(1)	山崎 英 司 西山 治 利 伊野 拓 一郎	26
「自然」の声を聴け ー英米文学作品における“Nature”をめぐってー(5)	村田 和 穂	30

課題研究 I 第6テーマの成果報告

— 一般教育科理科選択者の取り組み —

松尾 明洋・高田 凜太郎*・上村 和奏*・後藤 圭太*・古川 実也*
古賀 みのり*・入口 綾香*・江口 友埜*・木村 諭利*・建山 元希*
藤木 希安*・山本 菜月*・吉永 葵*・森田 恵一

<令和6年1月9日受理>

Report on the results of theme 6 of Exercises on Engineering I

— Report on the results of students who chose science in the Department of General Education —

MATSUO Akihiro・TAKATA Rintaro・UEMURA Wakana・GOTO Keita・FURUKAWA Miya
KOGA Minori・IRIGUCHI Ayaka・EGUCHI Tomoya・KIMURA Satori・TATEYAMA Motoki
FUJIKI Noa・YAMAMOTO Natsuki・YOSHINAGA Aoi・MORITA Keiichi

Exercises on Engineering I in 2023 was conducted. Students worked individually or in groups to come up with a theme on their own and work on that theme. Some students worked on established experimental methods, while others came up with various ideas and drew conclusions as they proceeded with the experiment. Here, we report on the results of students who worked on the science theme of the Department of General Education.

I はじめに

有明高専では、平成30年度より2年生の前期に課題研究 I を開講している¹⁾。専門コース教員10名、一般教育科教員7名が担当し、令和5年度の一般教育科の理科分野は、教員1名で担当した。例年、第1回の授業で全員に各テーマの紹介を行い、2回目の授業から担当教員の下でいろいろと取り組むことになる。一般教育科理科分野では、「スプラウトを育てるとどのようになるだろうか」、「化学全般の実験」をテーマとして学生を募集した。全員が第一希望ではなかったが理科に興味がある学生が来てくれていると思い、2つのテーマ以外でもいいということで学生自身にテーマを設定させたところ、提供したテーマを選んだ学生はおらず、最終的に6テーマを行うこととなった。結果が分かっているものがほとんどであるが、実験を進めながらいろいろと次の方法を考えたりしながら短い時間内に形があるものができあがったので、記録として残すことにした。また授業でも本格的に実験をやっている学年でもなく、短い時間での実験だったので精度的には不十分ではあるが、以下に学生の報告を記す。

II それぞれのテーマ報告

1. 時計反応 (上村・藤木)

1.1 時計反応について²⁾

ヨウ素酸カリウムと亜硫酸水素ナトリウムの酸化反応を利用したものが良く知られている。ヨウ素酸カリウム水溶液中のヨウ素が還元されヨウ素 I_2 となり、このヨウ素が亜硫酸水素ナトリウム水溶液に溶かしてあるデンプンとヨウ素デンプン反応を起こし、無色透明の水溶液が濃い青紫色に突然変色する反応である。変色するまでの時間は水溶液の濃度に依存しており、濃度を変えることで変色するまでの時間が変わるため、時計反応と呼ばれる。

1.2 実験目的

動画で時計反応の実験を見たことがあり、本当に突然色が変わるのか確認することと、その原理を調べることをこのテーマの目的とした。この反応はヨウ素酸カリウムと亜硫酸ナトリウムとの酸化還元反応を利用し、生じた I_2 とデンプンのヨウ素-デンプン反応で、反応の終点を見極めることがわかった。この実験では、硫酸水素ナトリウムではなく亜硫酸ナトリウムでも同様の現象がみられるとのことで、亜硫酸ナトリウムを用いることにした。

* 有明高専創造工学科学生

1.3 器具・薬品

ビーカー (200 mL, 300 mL, 500 mL), 50 mL メスシリンダー, 温度計, ストップウォッチ, マグネチックスターラー, 洗浄瓶, かくはん子, ガラス棒, かくはん子取り出し棒, 葉さじ, ヨウ素酸カリウム, 亜硫酸ナトリウム, 水溶性デンプン, 1 mol/L 硫酸

1.4 実験方法

(1) A 液の作成

ヨウ素酸カリウム 2.4 g を水 300 mL に溶かした。

(2) B 液の作成

デンプン 1.5 g, 亜硫酸ナトリウム 0.6 g, 1 mol/L 硫酸 5 mL を水に溶かして 500 mL とした。

(3) 反応時間の測定

- ① B 液の濃度は一定, A 液の濃度を変えて測定した。A 液を 200 mL ビーカーに入れ, マグネチックスターラーの上に乗せて, かくはん子を入れ, 攪拌した。
- ② ①で準備した A 液に B 液を混合し, 変色するまでの時間を測定した。
- ③ A 液の濃度を変え, ①, ②の操作を繰り返した。
- ④ A 液の濃度を一定とし, B 液の濃度を変えて, 同様に①～③の操作を繰り返した。

1.5 結果と考察

A 液と水の体積をそれぞれ, V mL, V' mL とする。 $V + V' = 50$ mL とすることで, 濃度の異なる A 液を作り, B 液の体積はすべて 50 mL とすることで, A 液の濃度依存を調べた。その結果を表 1 に示す。反応時間は, 3 回測定した時間の平均値である。

表 1 A 液の濃度依存による反応速度

A 液 (mL)	水 (mL)	B 液 (mL)	反応時間 (秒)
50	0	50	3.68
40	10	50	5.20
30	20	50	7.02
20	30	50	11.75
10	40	50	27.23
5	45	50	84.58

A 液の濃度が減少するにつれて反応時間が長くなっており, A 液の濃度と反応時間はほぼ反比例の関係になった。

同様に, B 液の濃度を変えて測定した結果を表 2 に示す。

A 液の濃度と反応時間がほぼ反比例の関係であったのに対し, B 液の濃度と反応時間は, B 液の濃度の 2 乗とほぼ反比例の関係になった。

A 液も B 液も濃度を同じように変化させて混合したので, 同じような結果になるものと予想していたが, 異なる結果が得られたので, それについて考察

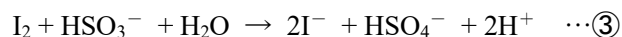
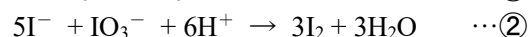
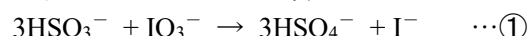
表 2 B 液の濃度依存による反応速度

A 液 (mL)	B 液 (mL)	水 (mL)	反応時間 (秒)
50	50	0	3.68
50	40	10	6.54
50	30	20	10.46
50	20	30	23.04
50	10	40	252.46

してみた。まず, この反応の化学反応式は,



のように表され, この反応は次のような反応が連鎖的に行われていることが分かった³⁾。



ここで, Na_2SO_3 は加水分解によって HSO_3^- を生じる。①式は HSO_3^- (還元剤) と IO_3^- (酸化剤) による酸化還元反応を示している。①で生じた I^- は, IO_3^- により酸化され I_2 となる (②式)。この I_2 は HSO_3^- により還元され I^- に戻る (③式)。 HSO_3^- が消費されてしまうと②式で反応が終わり, ここで生じた I_2 がデンプンとヨウ素デンプン反応を起こし, 無色透明の溶液が, 瞬間的に濃い青色に変化する。

反応速度と濃度の関係は反比例の関係にあるこ

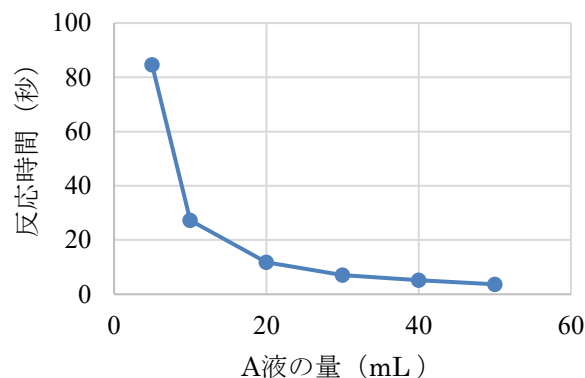


図 1 A 液の量と反応速度の関係

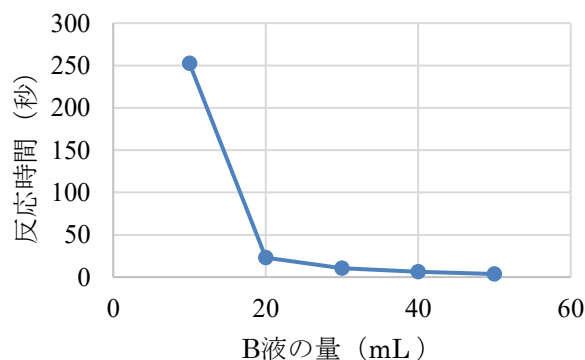


図 2 B 液の量と反応速度の関係

とが分かっている。①式より、 KIO_3 (A液) が少なくなると Na_2SO_3 を酸化するのに時間がかかり、さらに②式より、 I^- を I_2 に変える反応にも時間がかかるようになる。それに対し Na_2SO_3 (B液) が少なくなると、①、③式の反応が遅くなるので、これらが重なり合って、A液を減らしたときに比べてB液を減らした方の反応がさらに時間がかかっていると思われる。化学反応式の係数を見ても、 KIO_3 と Na_2SO_3 の係数の比は2:5なので、反応速度を v 、反応速度定数を k とすると、 $v=k[\text{KIO}_3][\text{Na}_2\text{SO}_3]^2$ になると考えた。

実際に詳しく調べるためには、濃度をきちんと決めた溶液で再現性を確かめ、 $v=k[\text{KIO}_3][\text{Na}_2\text{SO}_3]^2$ になるかどうかの検証が必要である。

2. 薬品・加熱によるアルマイト生成と抵抗値測定 (高田・江口・木村)

2.1 はじめに

アルマイトは、やかん、鍋などの台所用品、アルミサッシのような建材、半導体部品など様々なところに使われており、アルミニウムを陽極で電解処理して人工的に酸化被膜を生成させる表面処理法および生成した酸化被膜のことをいう。

アルミニウムは錆びにくい金属ではあるが、他の金属と同様、自然と酸化し表面に生成した酸化膜は、機械的あるいは化学的な影響で損傷した時には腐食が進む。それに対し、この処理によって作られた酸化膜はアルミニウムの表面を保護するため、アルミニウムが腐食しにくくなったり、傷が付きにくくなったりする。

アルマイト処理にはいくつかの方法があるが、希硫酸やシュウ酸溶液にアルミニウムを電極として電気分解する方法が一般的である。アルマイトは自然にできた酸化膜と比べて耐久性の高い膜であり、絶縁性もあることに我々は興味を持った。そこで、異なる方法で処理したアルミニウム板の抵抗値を測定し、どの方法がアルマイトを効率よく作ることができるか調べることを目的として、実験を進めた。

2.2 準備したもの

100 mL, 200 mLビーカー, スタンド, 直流電源装置, アルミニウム板, 銅板, 0.2 mol/Lの硫酸, 濃硝酸, 紙やすり

2.3 実験方法

実験は次の3方法で行った。

(1) 希硫酸を使った電気分解

200 mLビーカーに0.2 mol/Lの硫酸を入れ、陰極

に銅、陽極にアルミニウムをセットし、12 Vで電流を流した。

(2) 濃硝酸に浸す方法

いわゆる不動態を作る方法で、100 mLビーカーに濃硝酸を入れ、アルミニウムを浸した。

(3) ガスバーナーで加熱する方法

単純に酸化させる方法で、ガスバーナーの炎でアルミニウムを1分加熱後冷却し抵抗値を測定、さらに追加で1分加熱後冷却し抵抗値を測定し、5分まで繰り返した。

それぞれの処理において、電気分解、浸漬時間、加熱時間の違いで、電気抵抗に差が出るか測定した。

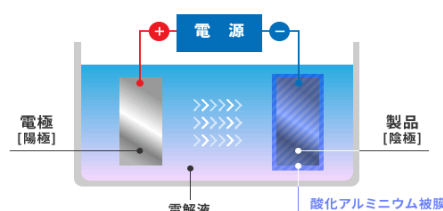


図3 電解によるアルマイト処理⁴⁾



図4 濃硝酸に浸している様子



図5 ガスバーナーで加熱している様子

2.3 結果と考察

硫酸での電気分解、硝酸ともに実験時間が長いほど電気抵抗が大きくなると予想した。硫酸での電気分解および濃硝酸に浸したとき、30分より45分浸した方の抵抗が大きくなったが、抵抗値にばらつきが

多く、正確なデータを得られなかった。

加熱による方法では、ばらつきはあるものの、加熱時間を長くすると抵抗値が大きくなる傾向が得られた。その結果を図 6（時間による抵抗値の変化）に示す。形や大きさの異なるアルミニウム片を使い、14パターン測定を行った。横軸は加熱時間（分）、縦軸は抵抗値（ Ω ）である。図 6 より、全体的に加熱時間が長いほど抵抗値が上がっているのがわかる。

図 7 は、図 6 の抵抗値の平均をとってグラフ化したものである。このグラフからわかるのは、加熱時間が1分から2分の増加より2分から6分の増加が大きいことである。つまりアルマイトを生成する場合、2分以上加熱するほうが効率的との結論に達した。また、2分から6分のグラフを延長すると、原点を通る直線を引くことができ、加熱をしない状態ではアルマイトは生成されていないことを説明できる。しかし、1分から2分の間の線を延長すると、加熱しなくても抵抗値が1 Ω 付近で縦軸と交わるので、加熱前のアルミニウムの表面には、紙やすりで研磨したときの摩擦熱程度ですでにアルマイトが生成されていることが考えられる。

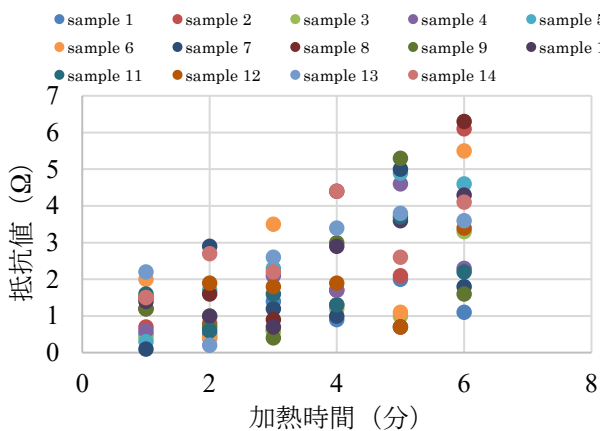


図 6 ガスバーナーでの加熱時間と抵抗値の関係

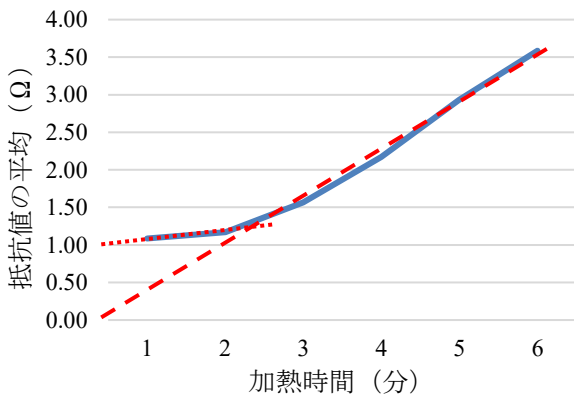


図 7 ガスバーナーでの加熱時間と抵抗値の平均の関係

3. 葉脈標本の作製（後藤・建山）

3.1 葉脈標本とは

葉についている葉肉をアルカリなどで除去し葉脈だけを残した標本のことで、スケルトンリーフとも呼ばれる。葉脈標本を作製するにあたり、どのような葉が標本作製に適しているかを探るために、場所、大きさ、硬さなどが異なる葉を校内で採した。

3.2 準備したもの

1L ビーカー、水酸化ナトリウム、歯ブラシ、ガスバーナー、校内で採取した樹木の葉



図 8 採取した葉の一例（右側からあおぎり、不明、キンモクセイ、ケヤキ、ケヤキ、山芋）

3.2 作製手順

- (1) 1 L ビーカーに濃度が 10 %の水酸化ナトリウム水溶液を約 400 mL 調整し、校内で採取してきた木の葉を浸して、ガスバーナーで 30 分加熱した。
- (2) 加熱をやめ、木の葉をビーカーから取り出し、水槽にためておいた水で冷却、洗浄を行った。洗浄した葉を取り出し、歯ブラシで軽く葉を擦り、葉肉を剥がし取った後、流水で葉肉を洗い流し、葉を乾燥した。

3.3 結果と考察

キンモクセイの葉は硬くてしっかりしているので、きれいな葉脈標本ができるだろうと予想していたが、30 分程度の加熱時間では葉肉がうまく剥がれなかった。一方、柔らかい葉は 30 分程度の加熱でも葉脈が柔らかくなりすぎて、葉脈を残すことができなかった。それに対し、手頃な硬さの葉がうまくできた。

このように、葉脈標本としてうまくできなかったのは硬い葉か柔らかい葉であったので、きれいな標本を作るためには、硬い葉は長く加熱し、柔ら



図 9 キンモクセイの例



図10 不明の葉の例

図11 うまくできた例

かい葉は加熱時間を短くする方がうまくいくだろうと考えた。適切な加熱時間は、葉の種類によって異なるので、加熱時間の設定が課題として残った。

4. バッタの跳躍力 (山本)

4.1 目的

バッタ (トノサマバッタ, キリギリス等) の幼虫の跳躍力を調べ、考察することを目的とした。

4.2 観察に使ったバッタの条件

- (1) バッタ目に分類されている昆虫
- (2) 翅が成長していない幼虫
- (3) 大きさ (上から見て頭部から尻尾の先まで) が 40 mm 以下
- (4) 有明高専の敷地内に生息しているものを条件として調べた。

ここで、幼虫を選んだ理由は、飛距離ではなく跳躍力を調べるためだからである。



図12 トノサマバッタの幼虫

4.3 観察結果と考察

何匹か調べた中で、よく飛んだトノサマバッタベスト3は以下ようになった。

第3位 被検体 G トノサマバッタ 35 mm

跳躍距離 ①43cm ②57cm ③50cm 平均 50cm

第2位 被検体 F トノサマバッタ 29 mm

跳躍距離 ①54cm ②59cm ③45cm 平均 52.6cm

第1位 被検体 H トノサマバッタ 40 mm

跳躍距離 ①60cm ②58cm ③66cm 平均 61.3 cm

表3 大きさの違いによるバッタの跳躍距離

種類 大きさ	~19 mm	20 mm ~29 mm	30 mm ~40 mm
トノサマ バッタ	16 cm	43 cm	50.6 cm
キリギリス	33.8 cm	45 cm	—

表3に、トノサマバッタとキリギリスの大きさの違いによる跳躍距離の平均値を示す。キリギリスの幼虫で 30 mm 以上の大きさのものが見つからなかったが、30 mm 以下の同じぐらいの大きさで比較すると、キリギリスの方がよく飛ぶことが分かった。この跳躍距離の違いは何か、トノサマバッタとキリギリスの違いから、検討してみることにした。

キリギリスとトノサマバッタの見た目の違いは、触覚の長ささと足の長さである。

・触覚の長さ

キリギリスは夜行性であり、周囲の状況を認知するのに視覚より触覚を使うことが多い。

・足の長さ

キリギリスの方が後脚が長い。

見た目の違いでは、トノサマバッタよりもキリギリスの後脚の長さがジャンプに適しており、このことがトノサマバッタよりキリギリスの方がジャンプ力に優れていると考えた。もっとたくさんの個体で調べてみたかったが、梅雨の時期で雨が多く、またバッタを探していた場所の草刈りが行われ、これ以上調べることができなかった。そこで、同じ種類でも色の違うバッタについて調べてみた。図13は、生息環境によるバッタの体色の違いを調べてまとめたものである。

バッタは羽化直後には茶色や黒色の個体種はおらず、数時間後に個体群密度が低い環境下では緑のまま、個体群密度が高い環境下では茶色または黒色に変化する⁹⁾。成長している段階でも個体群密度が高い環境下では茶色・黒色に変化し、個体群密度が低い環境下では緑色に変化する。



図13 生息環境によるバッタの体色の違い

色の異なるバッタの違いは以下のとおりである。
緑色のバッタ【孤独相】

- ・一匹のみで生活
- ・後ろ脚が長い
- ・飛び跳ねて移動

茶色・黒色のバッタ【群生相】

- ・群れで生活
- ・後ろ脚が短い
- ・遠くまで飛んで移動



図14 (a) 孤独相のトノサマバッタ⁶⁾
 (b) 群生相のトノサマバッタ⁶⁾

これらのことから、緑色のバッタは跳躍力を得るために後ろ脚が長くなり、茶色・黒色のバッタは翅を使って遠くまで飛んで移動できるため、後脚が長い必要はないことも分かった。さらに、群生相のバッタは郊外に多く、穀物があるところを集団で移動して回るので、体色が緑色である必要がないことも分かった。

今回調べたバッタはすべて緑色だったので、孤独相の特徴を持っており、草の色に紛れている個体であることも分かった。

4.4 まとめ

キリギリスとトノサマバッタの幼虫では脚の長さがや太さが違うため、キリギリスの跳躍力の方が高いが、生活している場所や周囲の天敵の数で結果は変わるかもしれないことが分かった。昆虫は地球上でもっとも発展している生物であると言われていたので、昆虫の進化はすごいことも感じ取ることができた。

5. アントシアニン ～アサガオの色の变化～ (入口)

5.1 アントシアニンとは

アントシアニンとアサガオの花の関係について調べた。アントシアニンとは、植物が紫外線などの有害な光から身を守るために蓄えられる青紫色の天然色素である。ポリフェノール、植物が持つ苦みや渋みの成分の一種で、紫キャベツ、ナス、紫芋、青系の花やブルーベリーなどに多く含まれている。



図15 同じアサガオの花弁
 (左：先始め、右：咲き終わり)

アントシアニンは液性によって色が変わるので、同じ色のアサガオでも図 15 のように咲き始めと咲き終わりで花の色が異なっているのは、花弁の液性が関係しているのではないかと思い、調べてみた。

5.2 実験内容

- (1) 鉢にアサガオの種を蒔いて、花が咲くまで育てた。
- (2) アントシアニンの含まれている部分(アサガオの花弁、ブルーベリーの皮)をよくつぶした。
- (3) pH (0, 4, 7, 10, 14) の水溶液を調整した。
- (4) (2) で作ったアントシアニンの溶液を試験管にとり、(3) を入れて振り、色を観察した。

5.3 結果と考察

図 15 から、アサガオの同じ花弁でも、咲き始めと咲き終わりでは明らかに色が異なっていることが分かる。

図 16 にブルーベリーの結果、図 17 にアサガオの結果を示す。いずれも左側から順に、pH=0, 4, 7, 10, 14 の水溶液を滴下したものである。



図16 液性によるブルーベリーの色素の色の变化



図17 液性によるアサガオの色素の色の变化

これらから分かるように、ブルーベリーよりもアサガオの方が鮮やかな色の变化を示した。色に違いがあるのは、ブルーベリーとアサガオに含まれるアントシアニンの種類が異なるからである。図 18 に、ブルーベリーに含まれるアントシアニンの組成を示す。ブルーベリーには数種類のアントシアニンが含まれている⁷⁾。それに対し、アサガオのアントシ

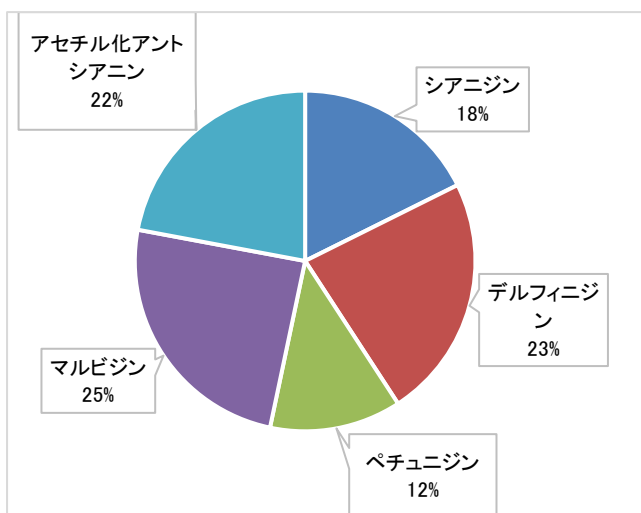


図18 ブルーベリーに含まれるアントシアニンの組成

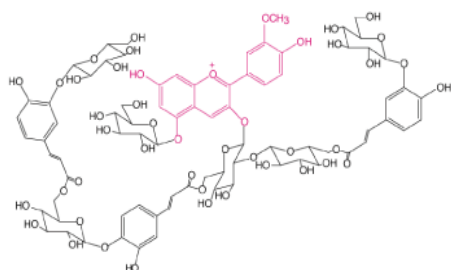


図19 ヘブンリーブルー・アントシアニンの構造⁸⁾

アニンとはヘブンリーブルー・アントシアニンである。ヘブンリーブルー・アントシアニンの構造式を図19に示す⁸⁾。図18から分かるように、ブルーベリーには5種類のアントシアニンが含まれているので、酸性付近において、アサガオと比べ色が鮮やかに変化しなかったと考えた。

図19の赤色で示した部分がアントシアニンの基本構造であり、その周辺に結合している黒い部分が色を特徴づけている。アサガオの花の色は、朝と夕方では色が変わっているものがあるが、青色系の花の方が赤色系の花に比べて、色の変化が分かりやすい。この色の変化は時間によって決まるのではなく、花の咲き始めから咲き終わりになるにつれて、細胞内のpHが下がる現象が起きているため⁸⁾、図15のように咲き始めではアルカリ性色、咲き終わりでは酸性色になる。さらに、アントシアニンを作る遺伝子が一つでも欠損すると白いアサガオになり、白いアサガオは種も白っぽく、茎の色も赤っぽい色でもなく、もともとアントシアニンを持たないので、花卉のpHが変化しても色の変化は見られない。

このように、アサガオの花の色を決めているのはアサガオのアントシアニンを作る遺伝子欠損の有無および細胞内のpHであることも分かった。

6. 光の色と植物の成長の関係 (古川・古賀・吉永)

6.1 目的

植物は生育に特定の波長領域の光を必要としていることはよく知られている。そこで、「植物に当てる光の波長の違いが、植物の生育に影響を与えるのか」、「影響がある場合どのような違いがあるのか」ということを明らかにすることを目的として、実験を行った。

具体的には、様々な色の光の違いが、かいわれ大根の質量、葉・茎の様子等にどのような生育の違いが見られるかという点に着目して実験を進めた。

6.2 分光方法

まず、どのようにして特定の波長領域の光を得るかが問題だったが、同時期に開講されている工学基礎III (Lコース担当)の授業の、人間が認識できる光は物体が吸収する光の補色の光が反射したものであるということを思い出した。図20は12色相環で、対角にある色がそれぞれの補色を表している。このことから、カラーセロハンを用いると、白色光を簡単に分光できると考えた。つまり、セロハンの色が反射される光であり、その補色がセロハンを透過した光ということである。例えば



図20 12色相環

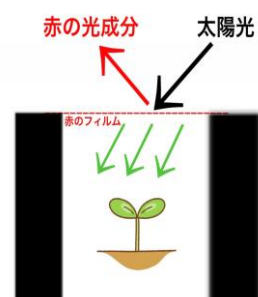


図21 透過光と反射光

図21のように、緑色の光を照射したければ、赤のセロハンを用いるとよいということである。

6.3 実験内容の概略

かいわれ大根を照射する光の条件を変えて育て、生育したかいわれ大根の見た目の違い (葉の色の濃淡)、茎の長さの測定、光合成色素の抽出⁹⁾を行い、比較を行った。

6.4 準備したもの

かいわれ大根の種、プラコップ、脱脂綿、段ボール箱 (A4 コピー用紙用)、カラーセロハン (赤、緑、黄、青)、すり鉢、すりこ木、アセトン、ジエチルエーテル、お茶パック (茶こしフィルター)、試験管、簡易分光計、LED ライト、スマートフォン

6.5 実験内容

6.5.1.1 実験方法 (1 回目)

- (1) 透明のプラコップに、脱脂綿 1 枚をそのまま入れた。
- (2) 脱脂綿が軽く湿る程度の水を入れた。
- (3) 脱脂綿の上に、かいわれ大根の種 0.75 g をまいた。
- (4) 発芽するまで光が当たらない暗い場所に置いた。
- (5) 発芽するまでの間に、段ボール箱を縦・横 21 cm、高さ 27 cm に加工し、6 個用意した。1 個は完全に遮光できるように加工し、残りの 4 個には色の異なる (赤, 青, 緑, 黄) セロハンを貼り、最後の 1 個は白色光照射のため何も貼らなかった。
- (6) (4) のプラコップに (5) で加工した段ボールをかぶせ、上からドラフトチャンバーの蛍光灯 (20 W) の光を終日照射した。
- (7) 1 日ごとに生育の様子を観察した。
- (8) 種まきから約 1 週間後、見た目の違いを比較した。

6.5.1.2 生育の様子 (1 回目)

図 22～図 24 に、発芽後光を照射してからの生育の様子を示す。

図 22 は、左側から赤, 青, 緑, 黄のセロハンの透過光を照射したもの、蛍光灯の光を直接照射したもの、直射日光を照射したもの、遮光したものである。図の説明の色は、セロハンの色を示している。図 22 と図 23 は緑と黄の順が逆転しているが、撮影時の置き間違いで意味はない。



図22 種まきから5日後(蛍光灯下で1日後. 左側から, 赤, 青, 緑, 黄, 蛍光灯(ふた無しの箱), 直射日光(箱無), 遮光)



図23 種まきから7日後(蛍光灯下で3日後. 左側から, 赤, 青, 黄, 緑, 蛍光灯(ふた無しの箱), 直射日光(箱無), 遮光)

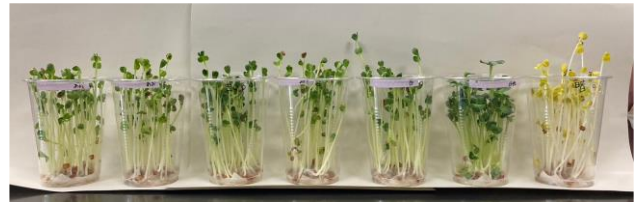


図24 種まきから9日後(蛍光灯下で5日後. 左側から, 赤, 青, 黄, 緑, 蛍光灯(ふた無しの箱), 直射日光(箱無), 遮光)

図 24 から、直射日光に当てたものは背丈が低く、葉の色も濃く、遮光したものは背丈が高く、葉の色が白いことが分かる。他のものについては大きな差はみられないが、青色と緑色のセロハンを透過した光を当てたものの方が、全体的に背丈が高いように見えた。

6.5.1.3 考察 (1 回目)

生育の様子の結果から、次の点の改善が必要であることが分かった。

- (1) 蛍光灯下で実験を行ったこと
→ 蛍光灯では日光に比べて光が弱く、それぞれの生育の差が出にくかった。
- (2) 脱脂綿が薄かったこと
→ 脱脂綿が薄かったため、根が育ちにくかった。
- (3) 水の量が一定でなかったこと
→ 水の量が一定ではなかったため、対照実験になっていなかった可能性がある。
- (4) 段ボールの高さが高かったこと
→ 段ボールが高かったため、箱の中の植物に光が当たりにくかった。

以上の点を踏まえ、直射日光の下で実験を行うことにした。

6.5.2.1 実験方法 (2 回目)

- (1) 透明のプラコップに、2 枚の脱脂綿を 4 等分に裂き入れた。
- (2) 脱脂綿が軽く湿る程度の水を入れた。
- (3) 脱脂綿の上に、かいわれ大根の種 0.75 g をまいた。
- (4) 発芽するまで光が当たらない暗い場所において。
- (5) 段ボールの高さを 15 cm として、(4) のプラコップにかぶせ、日光に当てた。
- (6) 1 日ごとに成長の様子を観察した。
- (7) 種まきから約 1 週間後、見た目の違いを比較した。
- (8) かいわれ大根の葉をすり鉢ですりつぶし、アセトンを加えさらにすりつぶし、お茶パックでろ過した。

(9) (8) のろ液にジエチルエーテルを加え、エーテル層を試験管に移し、LED ライトを当て発色を観察した⁹⁾。

6.5.2.2 生育の様子 (2回目)

1 回目の種まきが 5 月中旬だったのに対し、2 回目は 5 月下旬であったため、気温が高く生育が早かった。種まきから 6 日以降はほとんど様子は変わらなかった。



図25 種まきから5日後(日光下で1日後.左側から, 赤, 青, 黄, 緑, 直射日光(ふた無し), 直射日光(箱無), 遮光)



図26 種まきから7日後(日光下で3日後. 左側から, 赤, 青, 黄, 緑, 直射日光(ふた無し), 直射日光(箱無), 遮光)



図27 種まきから8日後(日光下で4日後. 左側から, 赤, 青, 黄, 緑, 直射日光(ふた無し), 直射日光(箱無), 遮光)

かいわれ大根のクロロフィルの抽出液に LED ライトで光を照射したときの発光の様子を図 28 に示す。写真では遮光したものだけが色が薄く見えるが、直射日光を照射したものが一番発色しており、定性的に、日光>黄>緑>赤>青>遮光の順であった。

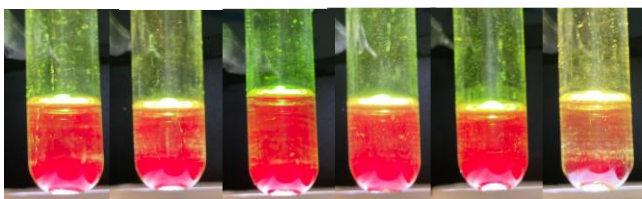


図28 クロロフィル抽出液にLED光を照射した様子. 左側から, 赤, 青, 黄, 緑, 直射日光, 遮光.

6.5.2.3 考察 (2回目)

直射日光を照射したものが生育に必要な全ての波長の光を含んでいるので、葉の色は濃く、茎も太く、どれよりも生育が良かった。一方、遮光したものは光が当たらないので、葉は白く、茎は細長かった。これらのことから、光の波長の違いで、良く生育しているものは直射日光を照射したものに近く、あまり生育できなかったものは遮光したものに近い感じになると考えた。

図 27 より、全体的に背丈の低いものから順に、直射日光>黄>緑>青>赤>遮光、図 28 より発色の良いものから順に、直射日光>黄>緑>赤>青>遮光であり、青色と赤色のセロハンの透過光を照射したものについては順番が逆転しているが、黄色と緑色のセロハンの透過光を照射したものについては同じ結果となった。図 28 の発色は、クロロフィルのアンテナ色素によるものであるので、発色が強いものほど、クロロフィルが葉の中に豊富に存在していることを意味している。

図 29 は、簡易分光器を使って LED ライトの光を直接分光したもの、アセトン、ジエチルエーテルを通して分光したもののスペクトルである。図 30 は、アセトンとエーテルを用いてかいわれ大根の葉から抽出した色素を通した LED ライトのスペクトルである。これから分かるように、図 30 では青色の光が消失していることは、抽出された色素が青色の光を吸収していることを意味する。一方、図 28 で

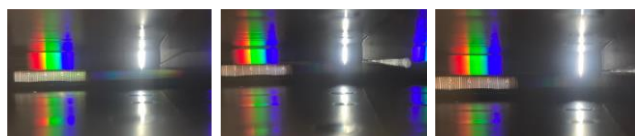


図29 簡易分光器で分光したLEDライトのスペクトル (左側から, ブランク, アセトン, エーテル)

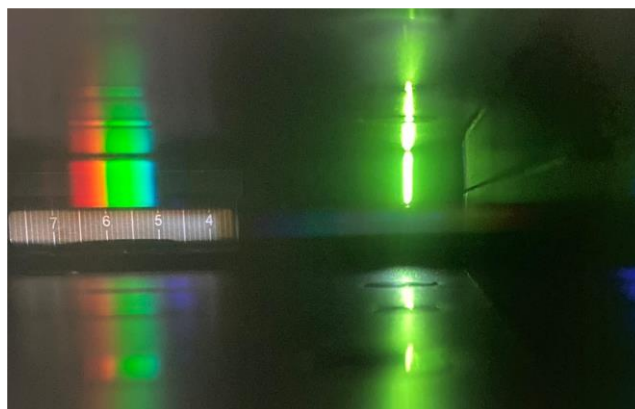


図30 簡易分光器で分光した光合成抽出色素溶液を通したLEDライトのスペクトル

は、LED ライトを照射すると赤色に発光する。これは、アンテナ色素から放出された光である。アンテナ色素は光合成の時に光を集め濃縮し、反応中心の色素に渡す働きをしている¹⁰⁾。この時アンテナ色素は光エネルギーを化学エネルギーに変換しているが、励起状態にあるアンテナ色素が緩和されて基底状態に戻るときに赤色の光を放出しているために、赤く見える。つまり図 28 と図 30 の違いは、発光スペクトルか吸収スペクトルかということである。

最後に、葉の状態、茎の長さについてさらに確認してみることにした。

6.5.3.1 実験方法 (3 回目)

- (1) 実験方法 2 回目と同じ方法で、かいわれ大根を生育させた。
- (2) それぞれの条件で生育させたかいわれ大根の葉の様子を観察した。
- (3) それぞれの条件で生育させたかいわれ大根の茎の長さを比較した。

6.5.3.2 結果と考察

図 31 は、波長の異なる光を照射して生育したかいわれ大根の葉の様子である。写真内の色は、使用したセロハンの色を示す。

葉の大きさ、色の濃さともに、日光>黄>緑>赤>青>暗(遮光)となった。

それに対して茎の長さの平均は、緑:5.02 cm<黄:5.28 cm<赤:5.31 cm<日光:5.36 cm<青:5.79 cm<遮光:6.50 cm となった。

図 32 は、かいわれ大根の葉の断面の顕微鏡写真である。光合成が盛んに行われているほど柵状組織が発達¹¹⁾し、葉も、日光>黄>緑>赤>青>暗(遮光)の順に厚くなると予想したが、日光>暗(遮光)>緑>黄>赤>青の順であった。意外だったのは光を照射していないかいわれ大根の葉が 2 番目に厚かったことである。遮光された葉は緑色ではないので



図31 照射された光の違いによるかいわれ大根の葉の様子。

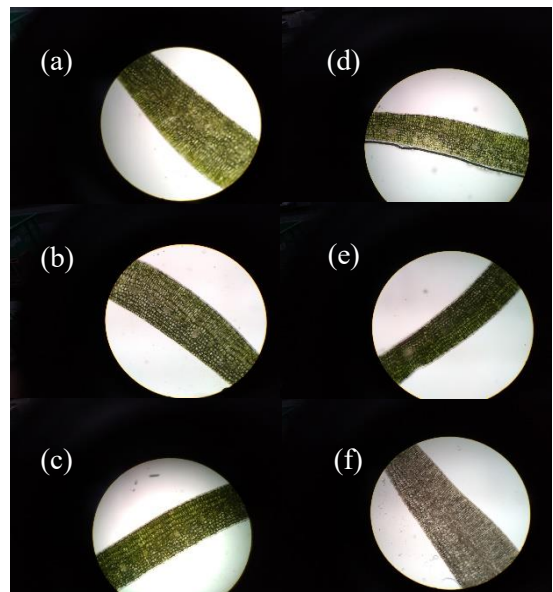


図32 かいわれ大根の葉の断面の顕微鏡写真
 (a)直射日光, (b)緑, (c)黄,
 (d)赤, (e)青, (f)遮光

葉緑体が発達しておらず、他のものと比べて組織もはっきりしていない。また、発芽したばかりの子葉の状態(図 32)からほとんど変わっていないので、数日間光を照射したものとの違いが生じたものと思われる。図 32 の結果としては、今回の一連の観察結果を支持するものであることが言える。

6.5.3.3 まとめ

今回の実験で分かったことをまとめると、次のようになった。

表 4 かいわれ大根の観察結果

実験内容	結果
見た目の違いの比較 (葉の色の濃淡)	日光>黄>緑>赤>青>暗
光合成色素の抽出による光合成色素の量	日光>黄>緑>赤>青>暗
茎の長さ	暗>青>日光>赤>黄>緑
葉の厚さ	日光>暗>緑>黄>赤>青

※色はセロハンの色、日光は直射日光を照射、暗は遮光したものである。直射日光を照射したものと遮光したものを除くと、生育の良かった順に、黄(緑)>緑(黄)>赤>青であることがいえる。このことから、実際に照射されている光の色は、セロハンの色の補色となり、紫>赤>緑>橙の順番で、これらの波長領域の光を使って光合成を行っているとの結論に達した。これらの結果は、種子植物に含まれるクロロフィルaとクロロフィルbの吸収波長と一致¹²⁾したので、セロハンを使った簡単な実験で、光の波長によって植物の生育に違いが出ることを調べることができた。

III アンケート結果

課題研究 I の最後の授業は、台風のためリモートで実施した。対面で成果発表の予定だった資料を共有し、各テーマの発表後、相互評価を行った。設問は、

- (1) 課題の選定はどうでしたか？
- (2) 発表はどうでしたか？
- (3) 資料（パワポ、レジメ等）の作り方はどうでしたか？

とした。結果を図33～図38に示す。

全員が自分たちでテーマを考え、試行錯誤しながら結果を導き結果にたどり着く取り組みだったので、回答の選択肢は、「ふつう」以上とした。お互いで多少の気づきはあるかもしれないが、すべてのテーマにおいて良好な回答が得られた。

課題研究は、自分自身でテーマを考え取り組むという点では、学生実験とも異なり、学生も戸惑いを感じたものと思われるが、自己評価として下記の設問に答えてもらった。

- (1) よく頑張った

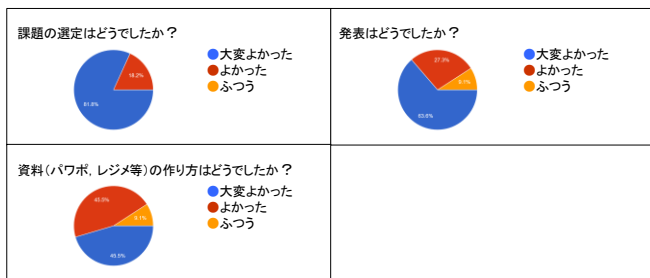


図33 時計反応（上村，藤木）

- (2) あまり頑張らなかった（頑張れなかった）
- (3) 面白かった
- (4) 面白くなかった
- (5) 他の人のテーマが面白そうだった
- (6) もっと調べてみたいことが出て来た
- (7) もう充分である
- (8) その他

結果を図39に示す。ほとんどの学生が、よく頑張った、面白かったと回答しており、他のテーマに興味を示してもっと調べてみたいことが出て来たという気持ちの学生も多かった。

自由記述については、

- ・ 課題研究の授業では、自分たちが疑問に思ったことについて時間が許す限り調査することができる環境だったので、とても充実し楽しい授業でした！
- ・ 今回、課題研究という授業で化学のテーマを自分で考え実際に実験をしたことで、化学を身近に感じられたのでよかったです。

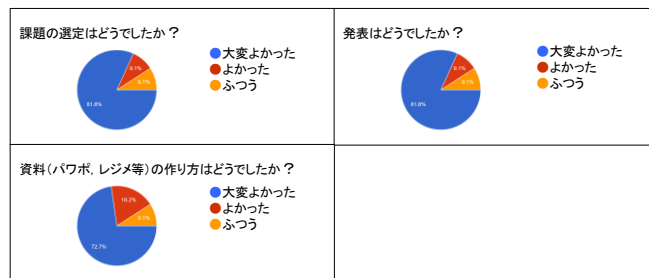


図36 バッタの跳躍力（山本）

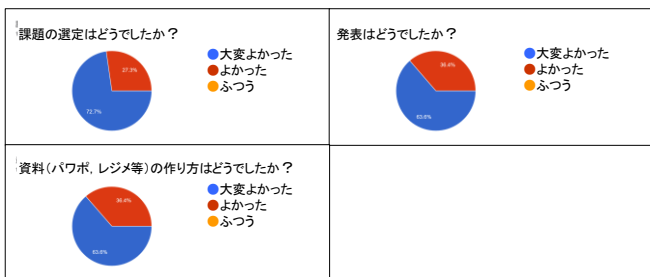


図34 薬品，加熱によるアルマイトの生成と抵抗値測定（高田，江口，木村）

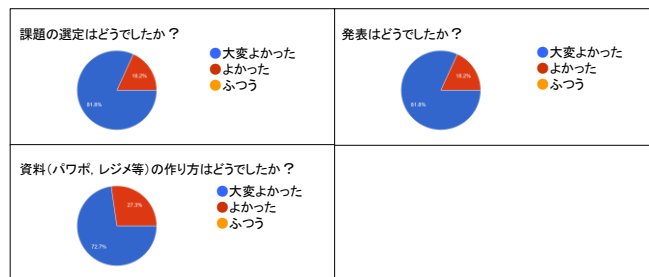


図37 アントシアニン～アサガオの色の変化～（入口）

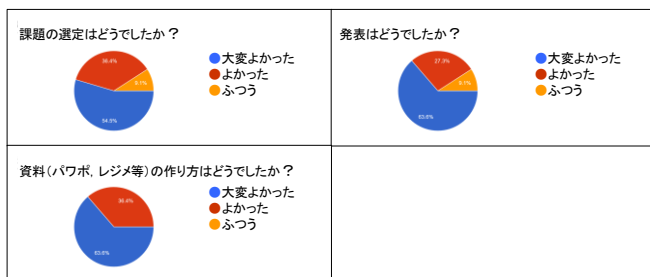


図35 葉脈標本の作製（後藤，建山）

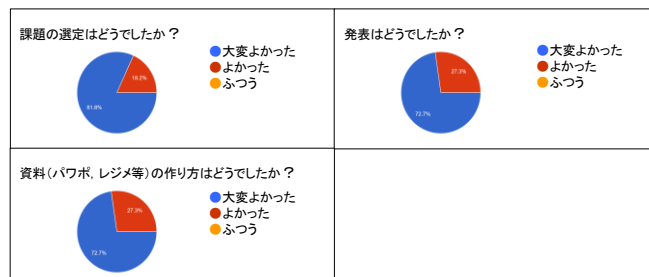


図38 光の色と植物の成長の関係（古賀，古川，吉永）

当てはまるものすべてをチェックしてください。

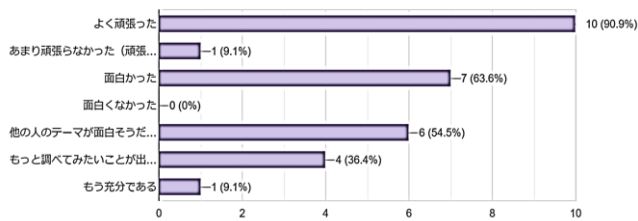


図39 学生の取り組みの様子（自己評価）

- ・バツタの色についてのところで、ザリガニみたいに食べるもので変わるのか気になりました。
- ・自分が調べたい内容について調べ、意欲的に参加することができたのでよかったですと思いました。
- ・前期で時間をかけて一つのテーマを詳しく調べることは今まで出来なかったもので、とても良い経験になりました。かいわれ大根を育てるにあたって、条件を変えたりより成長するためにどうすれば良いか考えたりするのがとても楽しかったです。また、パワポ作りはどうやったら見やすくわかりやすく伝えられるか話し合いながら時間をかけて作ったので、達成感がありました。他の人の発表も分かりやすく、知らないことをたくさん知れてよかったです。

のようにほとんどが良好な意見だった。

今年度、一般教育科理科のテーマには第四希望までいたが（1名は未回答）、全員が化学や生物を得意としているわけでもなく、自分で興味があること、できる範囲のテーマを見つけて、全員が協力し合い率先して実験や観察を行っていた。アサガオとかいわれ大根の実験は毎日の水やり、状況によっては土・日の観察も必要な時もあったが、自主的に登校して授業以外の時間でも頑張っていた。自由記述のアンケートからも、積極的な取り組みがうかがえた。

IV. 最後に

シラバス¹³⁾には、課題研究Ⅰの理想的な到達レベルの目安に、

- ・研究活動に主体的・積極的に取り組める。
- ・教員の助言を受けながら、研究課題に関して思考することができる。
- ・教員の助言を受けながら、取り組みに関する成果をまとめることができる。

と記してある。標準的な到達レベルでは、「教員の指示に従いながら」とあるので、学生の取り組みを見る限り、理想的な到達レベルに達していた。すでに研究がなされ答えが分かっているものでも、学生にとっては未知の世界でもあり、分からないことが出てくると

インターネットを駆使して情報収集を行い、新たな発見に喜びを感じていたようである。

90分、15コマでどの程度のことのできるだろうかと心配していたが、通常の座学では見せない学生の一面を見ることができた半年であった。課題研究を経験の一つとして、今後に役立ててもらいたいものである。

謝辞

これらの実験を進めて行くにあたり、技術部の中島正寛氏にはアルマイトの実験でご協力いただきました。環境生命コースの富永伸明先生、石川元人先生には、かいわれ大根の実験において光の影響や色素抽出についてのアドバイスをいただきました。学生たちの新たなアイデアのきっかけとなりました。ありがとうございました。

参考文献

- 1) 竹内 伯夫 他, 有明工業高等専門学校紀要 2020, 56, 37.
- 2) 基礎実験講座：化学分野 「時計反応」 - 福岡県立鞍手高等学校 <http://kurate.fku.ed.jp/html/2021/09/22/post-6180/> 2023年12月22日閲覧
- 3) 有明高専一般教育科・化学, 一般化学実験手引書 2022, p.29.
- 4) 株式会社三和鍍金, アルマイト処理 | 事業内容 | 各種表面処理, <https://sanwamekki.com/business/alumite/>, 2023年12月26日閲覧
- 5) バツタ専門図鑑, バツタの色の違い！茶色と緑色があるのは？, <https://xn--5ckh2b.biz/archives/104>, 2023年12月26日閲覧
- 6) 東京動物園協会 東京ずーネット, 黒と緑, そして白化型ー3種の色のトノサマバツタ, https://www.tokyo-zoo.net/topic/topics_detail?link_num=25708, 2023年12月26日閲覧
- 7) Oregon Cherry Growers - blog <https://oregoncherry.jp/news/2020/09/anthocyanin-composition-in-various-berries/>, 2023年12月27日閲覧
- 8) 日本植物学会, 【第3回】色違いの花はどうしてできる？ - アサガオの多彩な花色を決める遺伝子- < 一般向け情報, <https://bsj.or.jp/jpn/general/research/03.php>, 2023年12月27日閲覧
- 9) 有明高専 工学基礎Ⅲ (Lコース担当) 授業プリント
- 10) 光合成の教室, <http://www.photosynthesis.jp/shikiso.html>, 2024年1月5日閲覧.
- 11) 嶋田正和 他 監修, 新課程 フォトサイエンス 生物図録, 数研出版株式会社, 2023年1月10日発行, p.68.
- 12) 嶋田正和 他 監修, 新課程 フォトサイエンス 生物図録, 数研出版株式会社, 2023年1月10日発行, p.60-p.61.
- 13) 令和5年度 有明工業高等専門学校シラバス

市立図書館と連携したイベント「理科読」の6年間の取り組み

竹内 伯夫・乾 達*1・大石 俊一*2

(令和6年1月9日受理)

Activity report on the event “Rikadoku” in collaboration with the city library

TAKEUCHI Norio・INUI Tatsushi*1・OISHI Shunichi*2

Ariake Kosen has been holding the event called “Rikadoku” in collaboration with Omuta City Library for six years. After deciding on a theme for the event, we alternate between reading picture books and science experiments. This can be implemented through collaboration and cooperation between local libraries and higher education institutions, and has almost been established as the Omuta model.

1. 背景

有明工業高等専門学校（有明高専）は地元の大牟田市立図書館と協力して、イベント「理科読」の理科実験・工作支援を6年間実施してきた。「理科読」とは主に小学生を対象に、理科実験や工作を交えながら関連する絵本の読み聞かせを行うものであり、全国的に展開されているものではあるが、地元の図書館と教育に理解のある教育機関や科学館との連携・協力があって実施可能となるものである[1-2]。本発表では有明高専が実験・工作で協力してきた理科読の活動を報告する。

2. 実施内容

毎回図書館職員と実施テーマを決めて、原則として年に1~2回開催することになっている。近年は秋の開催が定着しており、関係者で定期的に打ち合わせを行っている。6月頃に開催テーマを決めた後に、関連する絵本と実験・工作内容を吟味する。9月頃に案内チラシ（図1）を作成し、大牟田市内の小学校全児童への配布や大牟田市の広報誌に掲載し、参加者の募集を開始する。申し込みが多い場合は抽選を行って10月頃に参加者が決まる。スタッフ間で実施内容を議論しながらリハーサルを行い、理科読当日を迎えている。

今までの開催テーマ実績と各回の募集人数を表1に示す。テーマは有明高専のスタッフが提供できる内容と参加者のアンケート結果から小学生が興味を持ち

そうな内容を図書館職員と吟味して決定している。なお、平成29年度は初めての試みということもあり、理



(a) 令和4年度 (b) 令和5年度
図1 案内チラシ

表1 理科読の開催テーマ実績

年度	開催テーマ	募集人数
平成29年度	・ワークショップとシンポジウム	30名
平成30年度	・風 ・静電気	30名 30名
令和元年度	・水	30名
令和2年度	・真空と空気	12名
令和3年度	・光	12名
令和4年度	・音	12名
令和5年度	・甘さのひみつ ・プログラミングとAI	20名 20名

*1 大牟田市立図書館

*2 (株)図書館流通センター

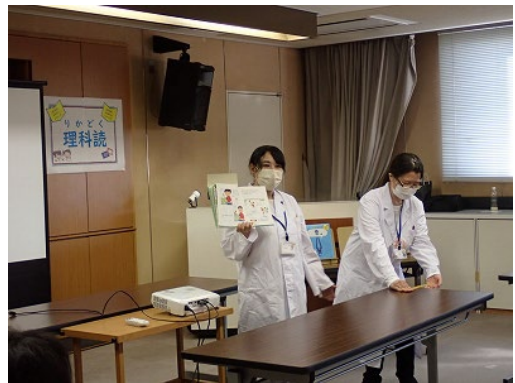
理科読を推進しているNPO法人ガリレオ工房より講師を迎えて実施、平成30年度の春はキックオフとして図書館関係者で実施しており、有明高専は平成30年度の秋からの協力となっている。開催場所は図書館内の集会室で、募集人数は収容人数の関係から各回30名としていたが、コロナ禍は密を避けるために12名に限定して実施した。また、イベント名称は当初から「理科読」としていたが、何を実施するイベントなのか参加者により分かりやすくするために、また、他の科学イベントとのシリーズ化をするために、図書館のアイデアで令和5年度からは「図書館 de サイエンス」という副題を付けるようにした。

理科読当日は事前打ち合わせで制作したストーリー構成(図2)通りに進行し、テーマに沿った「導入」の絵本1冊の読み聞かせ(図3)と関連する理科実験(図4)、次に「展開」として少し詳しい内容の絵本1冊の読み聞かせと工作(図5)や実験(図6)、最後に「まとめ」として発展的な内容の絵本と規模が大きめのワクワクする実験(図7)という、読み聞かせと実験・工作の「導入・展開・まとめ」の3部構成セットを意識して実施した。

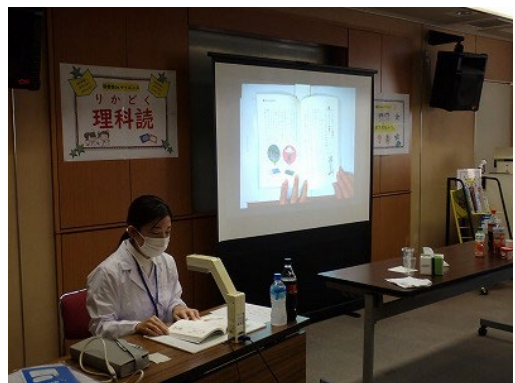
ストーリー構成 <音>(1時間25分) 2022年11月8日修正

区	内容	注意点	演者	
導入	5分 1.あいさつ、紹介	・全員前に出る。紹介後は、各担当机へ	【図書館職員A】	
	2.テーマ「音」を確認 ・テーマの仮説をたてる		【図書館職員A】	
展開	5分 1.読み聞かせ①「みみのはなし」 P1~P7 導入となるもの	★書画カメラ使用 「今回読むのはここまでです。続きはぜひ図書館で借りて読んでみてください。では、次は実験で音について学んでみましょう。」	【図書館職員A】	
	20分 2.実験①「グラスハーブ」 ※中央の机で行う 3.実験②「輪ゴムハーブ」 お土産実験	★各机に材料を人数分配布 作り方・遊び方を説明 ・実験の解説まで 「では、音についてもっとくわしく絵本でみましょう。」	【高専生A】	
	5分 4.読み聞かせ② 「ヘルツが語る音の波」 P4~7、P10~11、P22~25 次の実験につながるもの	★書画カメラ使用 「今回はこの本の一部を読みました。残りもぜひ読んでみてください。では、今度は実験で音について学んでみましょう。」	【図書館職員A】	
15分	5.実験③「音叉」 「オシロスコープ」	★プロジェクター使用 「では次に、本日後の絵本を読んでみましょう。」	【高専教員】	
5分	6.読み聞かせ③「音ってなんだろう」 P4~13、P15~18、P20 発展(全般的にまとめとなるもの)	「こちらの本も今日は一部だけを読みました。続きもぜひ読んでみてください。では、今度は実験で音について学んでみましょう。」	【図書館職員B】	
まとめ	15分	1.実験④「コイル電話」 お土産実験	★各机に材料を人数分配布 作り方・遊び方を説明 「では、今日学んだことをおさらいしてみましょう。」	【高専生B】
	5分	2.今日学んだことのまとめ じゃばらのコイル 風船を使った実験含む		【高専教員】
	10分	3.質疑応答	質問時間	【高専教員】
	4.謝辞・閉会	ブックトーク、ブックリスト紹介 謝辞 全員前に出る アンケートお願い		【図書館職員B】

図2 ストーリー構成(音)



(a) 音



(b) 甘さのひみつ

図3 絵本読み聞かせの様子



(a) 静電気



(b) 甘さのひみつ

図4 導入実験の様子



(a) 音



(c) 水



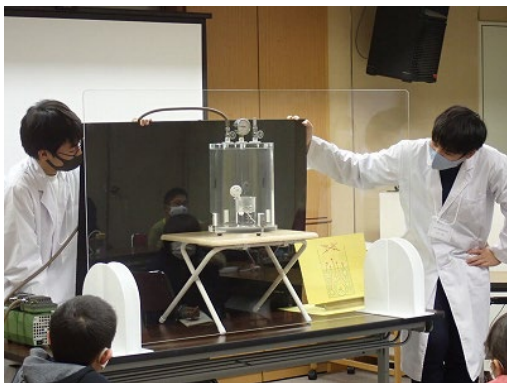
(b) 静電気



(d) 光

図5 工作の様子

図6 展開実験の様子



(a) 真空



図7 まとめの実験の様子 (水)



(b) 光

実験の前後には必ず原理や現象の説明を行い、手書きの説明用資料を作ったり、資料には振り仮名を付けたりするなど小学生低学年の児童にも伝わるように配慮した。工作物は参加者のお土産として持ち帰って自宅でも遊べるような物、また、自宅で同じ物を作るように工夫し、ホームセンターや百円ショップで入手できる安価な物を意識的に選択した。また、絵本の読み聞かせの際は、絵や字が小さい場合等は出版社の許可を得た上で、プロジェクターに投影して誰でもしっかりと絵本の内容が見られるように設定した。実験・

工作の際には、参加者の安全を第一として、どのような方が来られても怪我やアレルギーなどのトラブルが起きないように細心の注意を払った。例えば、ラテックスアレルギーが起きないようにゴムを使用する際には本人及び保護者に確認する、聴覚過敏の方が不安にならないように大きな音が出る時は事前に告知する、参加者がカッターナイフを使用する際はスタッフが必ず側についておく、シャボン玉などを扱う際には保護メガネをかけるなど安全面に配慮した。なお、イベント終了時には各回のテーマに関連する図書一覧表（ブックリスト）を配布し、図書館の利用を推進した。実際に理科読のイベント終了直後にその場で絵本を借りていく児童もおり、興味・関心を持ったらすぐに関連する分野の読書ができる仕組みも確立されている。

3. アンケート結果

参加者を対象に理科読開催直後にその場でアンケートを実施している。毎回回答状況はほぼ同じで概ね好評であるが、小学生低学年から高学年と幅広い年齢層がいる場合、年齢によって満足度が異なる場合が見られ、今後の課題である。アンケート結果の例として令和4年度の「音」と令和5年度の「甘さのひみつ」の満足度（楽しかったか？また来たいと思ったか？）に関する回答（図8）および自由記述の感想を以下に示す。

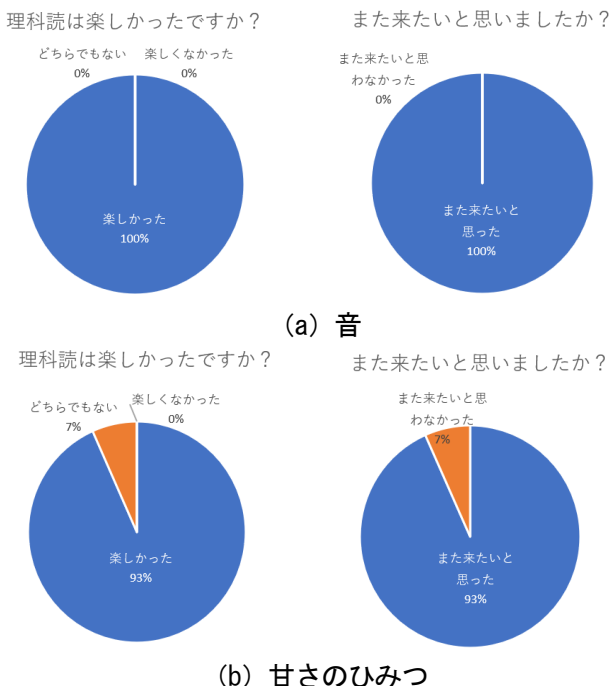


図8 アンケート結果（満足度について）

(a) 音

- ・実験がたくさんあってよかった。
- ・いろいろした。楽しかったです。
- ・物を作ったりするのが、楽しかった。
- ・たのしくてまたいきたい。
- ・たのしかったそしていろいろなことがまなべた。

(b) 甘さのひみつ

- ・コカ・コーラってあんまりとうどがなかった。
- ・あまさをくらべるのがたのしかった。
- ・あまさのひみつが分かってよかった。
- ・もっとはかってみたかった。
- ・しらないこともしらべてできたし、みんなでできたのしかった。
- ・わかりやすかった。
- ・とてもたのしくてまたやりたい。
- ・りかどくをして、いっぱいしれたので、よかった。
- ・あまさをしらべるのがたのしくて、びっくりした。
- ・とうどがしれてよかった。

4. まとめ

有明高専と大牟田市立図書館で連携して実施している理科実験と絵本の読み聞かせを融合させたイベント「理科読」は地域の子どもの理科実験・工作体験と図書館利用促進の大変良い機会となっている。スタッフは白衣を着用し、実験装置は本格的なピーカーやメスシリンダー等を使用し、「理科」の雰囲気を作りながら、実験と読み聞かせを交互に時間をバランスよく配置した「大牟田モデル」がこの6年間でほぼ確立できた。福岡県内では春日市や久留米市など他の地域の同活動にも好影響をもたらしているという報告もある。今後も継続して実施していく予定である。

謝辞

理科読の開催にあたり、大牟田市立図書館及び(株)図書館流通センター職員、地域のボランティア、有明高専の実験補助学生、本校地域教育支援室スタッフ等に大変お世話になった。ここにお礼申し上げる。

参考文献

- [1] 滝川洋二（編）『理科読をはじめよう』岩波書店（2019）。
- [2] 大牟田市教育委員会『大牟田市子ども読書推進計画（第三次）』（2020）。

鋼の熱処理実験および材料試験における学生の理解度の向上 — 走査型電子顕微鏡を用いた破面観察による教育的効果 —

石橋 大作・南 明宏・篠崎 烈

〈令和6年1月4日受理〉

Improvement of deeply understanding of heat treatment and material tests for steel in the engineering experiment for students

-The educational effect of fracture surface observation with scanning electron microscope-

ISHIBASHI Daisaku・MINAMI Akihiro・SHINOZAKI Akira

In the mechanics course of Ariake Kosen, there are engineering experiment themes about the heat treatment for medium carbon steel materials and the observation of metal fracture surfaces by using a scanning electron microscope. Although students understand the heat treatment at classroom lectures, they rarely experience it in real engineering experience. In the observed experiments with scanning electron microscopy, students can observe the fracture surfaces in the tensile tests for materials after heat treatment.

In this paper from these backgrounds, therefore the understanding for heat treatments by experiment of heat treatment temperatures change and tensile tests, the noticing from observing fracture surfaces using a scanning electron microscope are discussed.

1. はじめに

有明工業高等専門学校のメカニクスコース5年次に行う工学実験の中に、中炭素鋼材の熱処理実験と走査型電子顕微鏡（以後SEMとする）による金属の破断面観察や成分分析をテーマにしたものがある。熱処理とは、図1に示すような加熱炉と急冷のための油槽を用いて鋼を熱したり冷やしたりすることで材料の特性を変化させることである。しかし、熱処理を行った鋼材は見た目では、どのような熱処理を行った判別でないために、座学で学ぶ熱処理の知識を実体験として理解するには、引張試験やその後の各熱処理の破断面や破断したパターンなどの観察が必要となる。

本稿では本校メカニクスコースにおける熱処理実験によって熱処理温度や引張試験を実体験し、SEMによる破断面の観察をした学生たちの気づきを記しつつ、授業のあり方などについて報告する。

2. 熱処理と走査型電子顕微鏡実験の内容

2.1 中炭素鋼材の熱処理実験の目的

学生が行う中炭素鋼材の熱処理実験の目的を下記に示す。

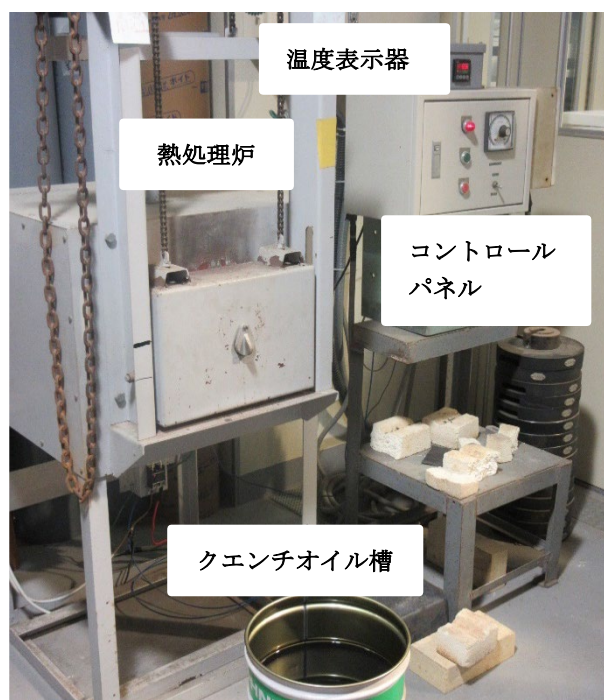


図1 熱処理実験用の熱処理炉
および装置の外観

- 1) 4大熱処理方法の目的や特徴を理解すること
- 2) 焼入れ, 焼戻し, 焼なましの熱処理操作方法を体験し, 処理方法の違いを理解すること
- 3) 上記の2)の熱処理後の組織変化を判断するために材料引張り試験を実施し, 破断荷重, 伸び等を計測・測定して評価すること

引張試験後に破断形状や破面の観察を行うための試験片を製作する。

2.2 SEMによる金属破断面観察の目的

金属材料の破断した後の面には, どのような破壊で破断したかの過程が記録されている. この破断面を観察することにより, 破断機構あるいは破壊の原因に関する貴重な情報を入手することができる. このような金属破断面の情報を入手する時にはSEMを用いて観察することで可能になる. そのため本実験の目的は, 金属材料等の延性, 脆性, 疲労波面を観察し, それぞれの破断面の特徴を把握することである.

2.3 熱処理の方法

熱処理の試験片 (JIS 規格 2号試験片) の材質はS45Cを使用する. 熱処理は, 焼入れ, 焼戻し, 焼なましの3種類を行う.

熱処理 (焼入れ) を行う際は, クエンチオイルを使用する. 焼戻しを行うために焼入れを初めに行う必要があるため試験片の2本を焼入れする. 焼入れを行っている様子を図2に示す. その時の温度は, 840°Cで保持時間は30分間で行う. その時の熱 (処理) サイクルを図3に示す. また, 焼戻しの温度は400°Cと600°Cの2種類で行う. その焼戻し時の温度の違いによる試験片の色の違いを図4に示す. 焼なましは, 840°Cまで加熱し, その後, 30分間保持し熱処理炉の中に入れた状態で常温になるまで徐冷する.

学生は熱処理炉の中が840°Cの時と600°Cの時の温度の違いによって鋼 (試験片) の色が変わることを確認することができた.

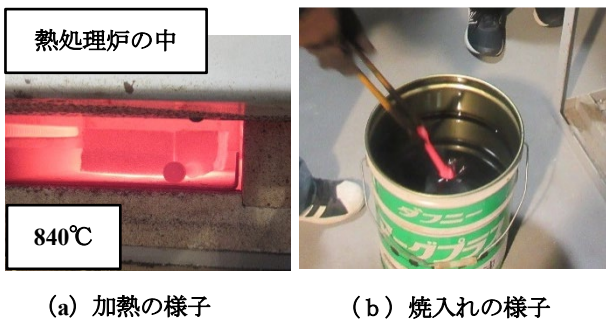


図2 加熱状態の試験片と焼入れ

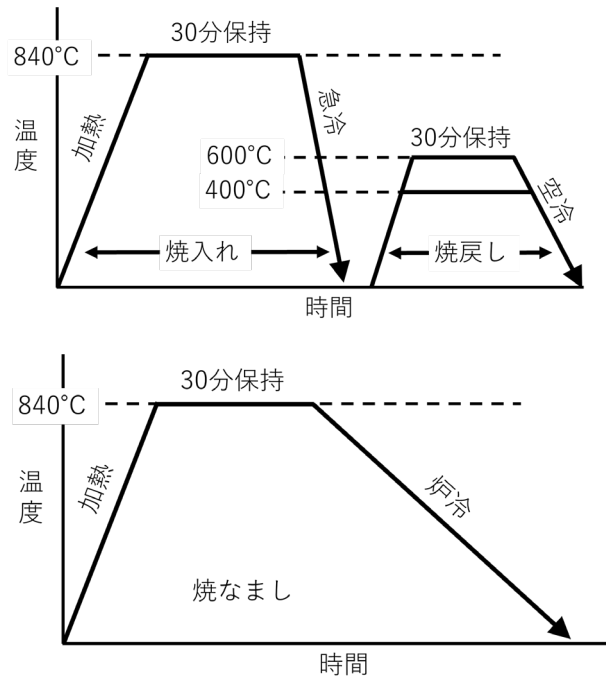


図3 熱 (処理) サイクル図

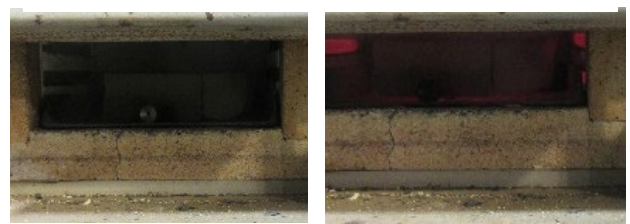


図4 焼戻し時の温度による色の変化

2.4 引張試験

引張試験では, 破断荷重や降伏点荷重から応力測定, また, 伸び測定や絞りの測定も行う. 引張試験の荷重とストロークの関係を図5に示す. 図5のグラフから焼入れされた材料は降伏点が見えなくストロークも短く破断している特徴がある. 焼なましされた材料はストロークが長くなる特徴が確認でき

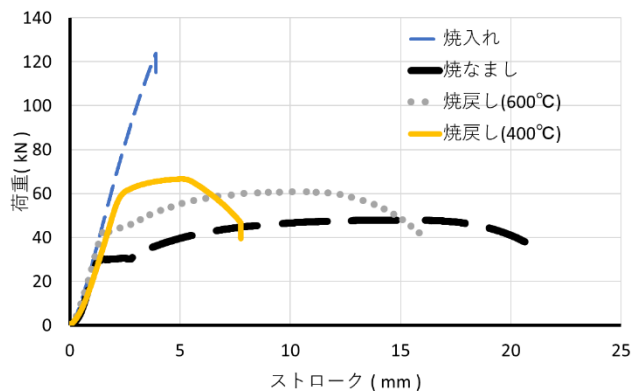


図5 各熱処理の違いに対する引張試験結果の比較

る。焼戻しでは、焼戻し温度の 400°C と 600°C ではストロークの違いがはっきりしていることが確認できる。引張強度が強い熱処理方法は、焼入れ、焼戻し 400°C、焼戻し 600°C、焼なましの順となった。

応力、伸び、絞りの測定結果から焼入れされた材料は伸び、絞りの変化が少ないことを確認することができた。

学生は同じ鋼 (S45C) で熱処理の方法により引張強度や伸び、絞りに違いがあることに気付くことができた。また、同じ焼戻しの熱処理方法であってもその焼戻し温度の違いにより明らかに引張試験の結果に違いを確認することができた。

2.5 破断面観察

引張試験後の破断面の観察を行った。その破断面を図 6 に示す。破断面の特徴を下記に示す。

図 6 (a) 焼入れの破断面は、塑性変形が少なく目視で確認することができるくらいに平らな状態で破断している。これは脆性破壊の影響が大きいことが考えられる。図 6 (b) 焼なましの破断面は絞りが目視で確認することができ、試験片の周囲にはシャーリップが確認することができた。

図 6 (c) 400°C 焼戻しの破断面は、焼なましの破断面の特徴と似ている。

図 6 (d) 600°C 焼戻しの破断面は、他の破断面の表面に見られないシェブロンパターンに似た破断面を確認することができた。

それぞれの破断面に特徴があり、中炭素鋼材がどのような熱処理を行ったか引張試験後の破断面から推測することができる。

学生も破断面を見て特徴があることに気付くことができた。また、焼入れを行った鋼には塑性変形が小さいことに気付き、焼入れ効果を確認することができた。同時に弾性変形や塑性変形があることで破断面に違いが現れることに気付くことができた。

2.6 光学顕微鏡による組織観察

熱処理を行う前の組織と各熱処理を行った後の組織を図 7 に示す。組織観察を行うために金属表面を鏡面に加工を行う。その金属表面を 2.5% 硝酸アルコールに浸して腐食を行った。光学顕微鏡の対物レンズは 50 倍を使用した。熱処理を行うことで金属組織が変態していることが確認できる。熱処理を行う前では、パーライト (黒) とフェライト (白) の組織率がパーライト 6 : フェライト 4 くらいである。また、焼入れ後の組織は全体的にマルテンサイト (黒) 組織に変態

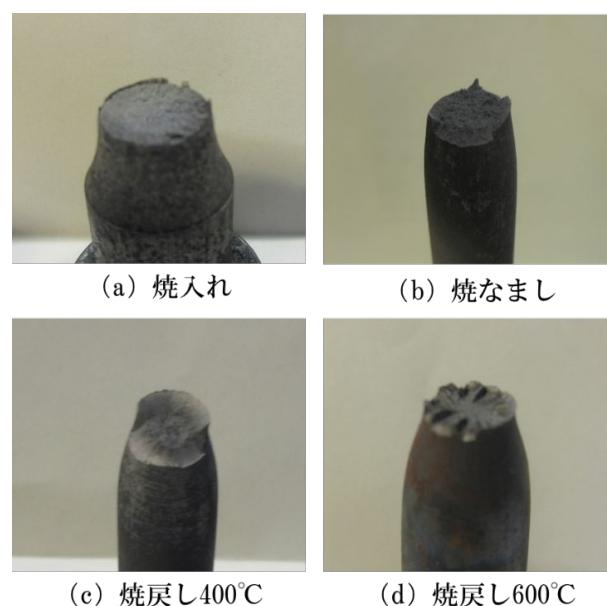


図6 引張試験後の各破断面

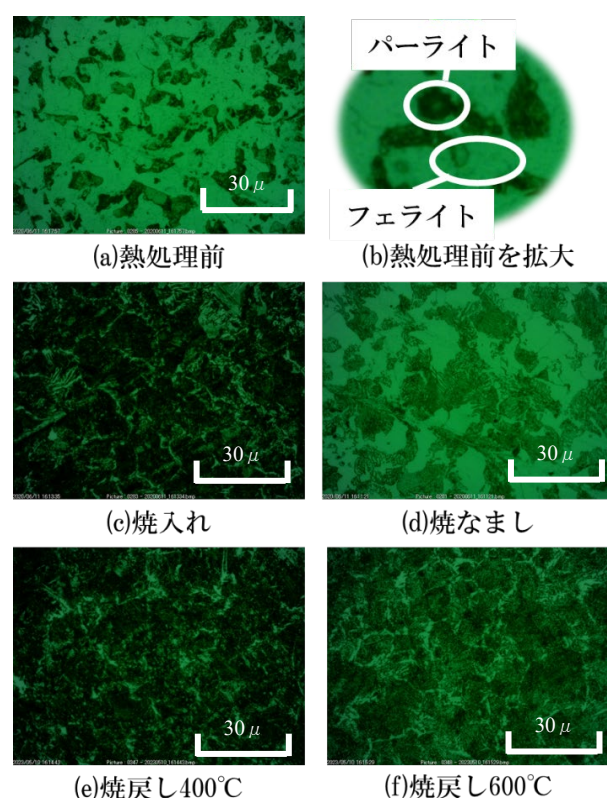


図7 熱処理前と各熱処理後の金属組織

していることがわかる。焼なましの組織は、パーライトの組織に焼戻し 600°C は、セメンタイトが析出した焼戻しソルバイトと呼ばれる組織になっている。焼戻し 400°C は、焼戻しトラスタイトと呼ばれる組織になっている。¹⁾ 学生は目視で確認をすることができないが顕微鏡を用いて観察を行うことで金属組織の違いがあることに気付くことができた。

2.7 SEM 観察用試験片製作

引張試験の破断面をSEMで観察を行うために、引張試験後の試験片をSEMの試料室に入るサイズに手動による切断加工を行った。手動で行う理由として、熱処理の影響を感じることを目的に弓ノコ（人力）で切断加工を行った。その製作を行う前と後の試験片を図8に示す。

焼入れの試験片を製作する時の弓ノコで加工を行う場合は、弓ノコの刃が入らない、刃が滑るような感じがして作業を行うことが大変で困難であることを体験することができた。また、弓ノコで加工を行う場合、学生は、焼なましと焼戻しの比較は同じような感じで加工をすることができ、熱処理の方法の違いで切削加工に違いがあることに気付くことができた。

今回、学生が切断加工をできない試験片とできる試験片の比較をするために、熱処理を行う前と各熱処理を行った後をビッカース硬さ試験で硬さの測定を行った。その結果を図9に示す。硬さを比較すると焼入れを行うことで硬さが大きくなることが確認でき、400 [HV] を超えることで手動による切断が困難になると考えられる。また、焼なましを行った鋼は、熱処理を行う前と比較すると硬さへの影響があまり見られなかった。



図8 引張試験後の試験片とSEM観察用試験片

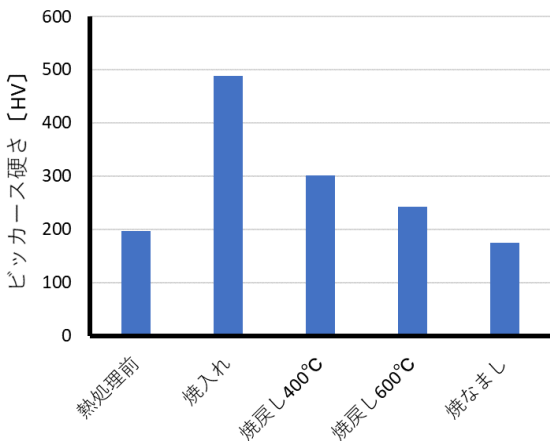


図9 熱処理前と各熱処理後の硬さ測定の結果

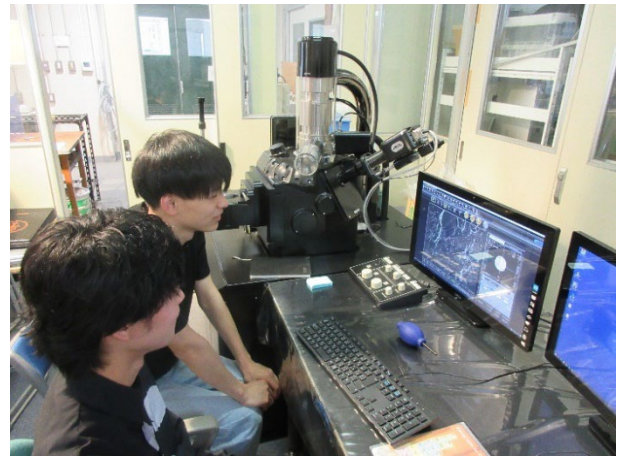


図10 SEMによる破断面の観察の様子

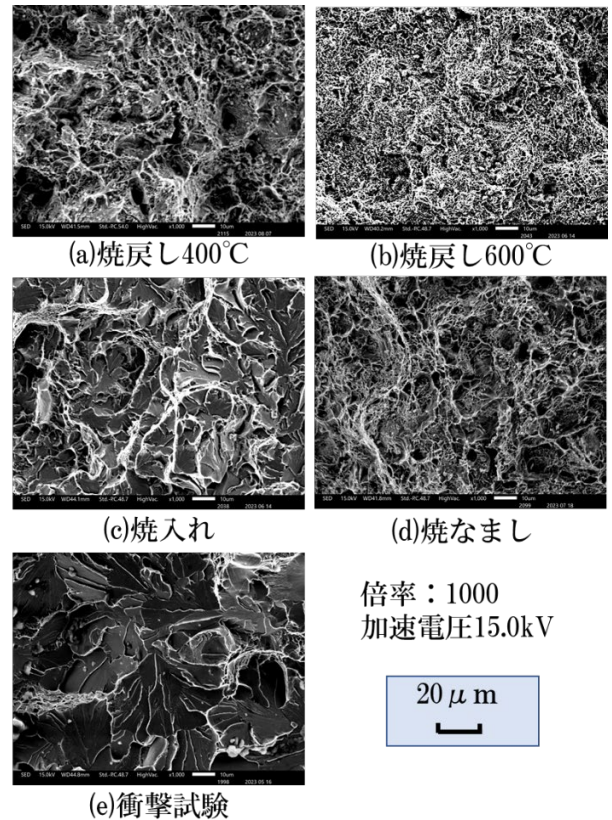


図11 SEMによる破断面観察の写真

2.8 SEMによる破断面の観察

SEMによる破断面の観察を行っている様子を図10に示す。SEMの観察は倍率1000倍で行い、加速電圧は15kVで行った。金属破断面の観察は、各熱処理後の破断面や衝撃破面など行った。そのSEMで観察した写真を図11に示す。

学生は、各熱処理の種類によって破断面が違うことを気づくことができた。また、焼入れにリバーパターン、焼戻しにディンプルパターンが現れることや同じディンプルパターンでも粒の大きさに

違いがあることを確認することができた。学生にとってSEM観察が初めてというものが多く、光学顕微鏡では観察が難しい高倍率1000倍での破断面観察に感動する者が多く見られた。光学顕微鏡で観察することが難しい破断パターンをSEMで、より詳しく観察することができることに学生は気づくことができた。同時にSEMは、試験片を入れる場所が真空にされていることや電気を通さないものの観察が難しいことを学ぶこともできた。

3. 実験後の学生の感想と理解についての考察

3.1 熱処理実験後の感想

熱処理実験後の学生の感想を下記に示す。

- ・4年生までの材料学で習った授業内容を実際に実験することで処理方法がどのような効果があるか理解することができた。
- ・焼入れをすることで材料が硬くなることを弓ノコで切断する時に実感した。
- ・焼入れ、焼戻し、焼なましをやってみて、今まで授業で学んだことがイメージすることができた。
- ・同じ材料でも熱処理条件を変えるだけで破断面や強度など大きく変わることが興味深いと思った。
- ・熱処理によって材料の性質が変化することは知っていたが実際に実験を行って最大荷重、伸び、絞りの結果が想像以上に違いがあり驚いた。
- ・同じ材料でも熱処理によってこれほど性質が変化するなら、機械などをつくる時に材料を検討するだけではなく熱処理を検討するのも良いと思った。
- ・3つの熱処理を体験し同じ材料でも最大荷重がかなり変わることや、伸びない材料や伸びる材料に変化することに驚いた。・試験片にカップ&コーンがきれいに見れてよかった。
- ・炉冷の内容が良く理解できなかったが実験をして理解できた。

3.2 SEMによる金属の破断面観察の感想

SEMによる金属の破断面観察実験後の学生の考察と感想を下記に示す。

- ・倍率 1000 倍というのは初めて見る世界で、想像以上に画面に新鮮に写って驚いた。
- ・SEMを利用して破断面の模様を確認すると熱処理の仕方により形状が大きく違うことがわかった。
- ・各熱処理の違いでディンプルパターンの大きさの違いがあった。
- ・焼入れ、焼戻し、焼なましで大きく違いがわかり面白かった。

・SEMを用いて様々な破面を観察し、その中でも、熱処理の仕方などの違いによって断面の違いが顕著に現れることが分かった。

・疲労破壊したものと衝撃破壊をしたものの内部の破面ではどのような情報が残っているか、どんなパターンがあるか理解できた。

3.3 学生の理解についての考察

工学実験を行うこと（学生が体験すること）で理解度の向上を確認できたことを下記に示す。

- (1) 熱処理を体験することで温度の違いによる中炭素鋼材の色が変化することを学生は実際に確認することができた。
- (2) 引張試験の結果から同じ中炭素鋼材であっても熱処理の方法によって引張強度や伸び、または絞りに違いがあることを確認することができた。
- (3) 実際に弓ノコを使用して試験片の切断をすることで焼入れを行った中炭素鋼材の加工を行うことが大変であることを体験することができた。
- (4) 熱処理の方法によって金属が変態することで設計を行う場合にも熱処理の知識の必要性を再認識することができた。
- (5) 各熱処理を行うことで破断面や実験の結果から特徴があることに気付くことができた。
- (6) 学生は、目視で確認できない金属破断面を倍率 1000 倍で確認することで、各熱処理の仕方や破断方法の違いによって破断面の違いに気づくことができた。

4. おわりに

学生は熱処理実験を体験することにより、熱処理の知識が必要であることを確認することで、より熱処理について理解することの大切さを学ぶことができた。また、各実験を行うことで学生から、座学で学んだことを実験で再度、学び直しをすることやイメージすることができたなどの感想があった。本研究を返して、実験を経験することの大切さを改めて確認することができた。

参考文献

- 1) 荘司郁夫, 小山真司, 井上雅博, 山内啓, 安藤哲也: 機械材料学, 丸善出版株式会社, (2014年)
- 2) 石橋大作, 南明宏, 篠崎烈: 熱処理学生実験による教育的効果, 2023年度精密工学会秋季大会 学術講演会講演論文集, (2023年), E83, pp.412-413

令和5年度 有明高専2年生におけるシンガポール研修報告

谷口 光男・鮫島 朋子・酒井 健・竹内 伯夫・高本 雅裕・

山崎 英司・村端 啓介

〈令和6年1月9日受理〉

Report on second-year students' study tour to Singapore in Ariake Kosen

TANIGUCHI Mitsuo・SAMESHIMA Tomoko・SAKAI Takeshi・TAKEUCHI Norio・
TAKAMOTO Masahiro・YAMASAKI Eiji・MURAHATA Keisuke

Ariake Kosen conducted its first second-year students' study tour to Singapore in 2023. It was a part of the training project for young global engineers. This report aims to organize the problems we faced during the tour, and to lead the project in following years to success through the analysis of questionnaire for the students on the tour.

1. 背景

国立高専機構は、学生をグローバルに活躍できる技術者(「グローバルエンジニア」)として育成するため、学生の国際コミュニケーション力向上や、海外で積極的に活動するマインド等を育成する優れた取組みを重点的に支援する「グローバルエンジニア育成事業」を令和元年度に開始した¹。「グローバルエンジニア育成事業」には2つのプログラム(基礎力養成プログラムおよび高度育成プログラム)があり、有明高専は、「海外研修をスプリングボードにした低学年次におけるグローバルエンジニア養成プログラム」(以下、GEプログラムと略記)として基礎力養成プログラムに応募し採択された。

GEプログラムは、低学年次学生全員の海外研修を軸にして、どのような環境においても、工学と英語という共通言語を武器に行動できるグローバルエンジニアを育成することを目的とする。

具体的には、1年次において、英語多読授業と並行してネイティブスピーカー非常勤講師による少人数制英語コミュニケーション授業を行い、英語への苦手意識の克服と基礎的コミュニケーション能力を育成する。また、研修時の体験を想定した異文化理解のための自立的な学習“StepUp AL”を実施するとともに、学内

“English Lab”を使った英語に親しむ授業時間外のイベントを拡大する。

2年次において、学生全員参加のシンガポール研修を実施し、現地学生との市内探訪等を通じて英語の有用性と異文化を体験し学生の向学心を刺激する。また、後期より外国人教員による「専門基礎演習」を英語で実施する。

3年次において、習熟度別授業や短期留学生・外国人非常勤講師による英語による講演“StepUp Stage”を実施する。また、“English Lab”で協定校とのSkypeによる交流を拡大する。

こうした学年別取組みに加え、学生自身が英語力向上を把握するため各学年でTOEIC Bridge[®] Testsを実施することで、GEプログラムは目的達成を目指している。とりわけ、その中核となるのが2年次におけるシンガポール研修(以下、SG研修と略記)である。

GEプログラムはコロナ禍での事業出発となり、SG研修も中止を余儀なくなされてきたが、事業最終年度である令和5年度に初めてとなるSG研修を実施した。本稿はその覚書である。SG研修の概要と学生による事後アンケートを軸に、次年度以降の課題を抽出することがねらいである。

¹ 国立高専機構ホームページ参照

(https://www.kosen-k.go.jp/about/global/international_exchange/GEprogram.html)。

2. 実施方法

SG 研修3泊5日の主な日程を表1に示す。

1日目は、10:00に福岡空港を出発し15:00にチャンギ国際空港に到着後、バス5台でマーライオン公園を中心に市内観光を行なった²。

2日目は、8:30から4つの観光地（マリーナバラーヂ、国立博物館、国立植物園、ラッフルズ卿）をクラス毎に周遊した。

3日目は、9:00からB&Sプログラムを実施した。これは、各クラス6班に編成したグループ活動で、各班に1名の現地学生（大学生）をガイドとして、事前に計画したさまざまなスポットを学生自身で巡るというものである。

4日目は、9:30からガーデンズバイザベイを見学後、セントーサ島で班別自主研修を行い、20:00からマリーナベイサンズでスペクタクルショーを鑑賞後、チャンギ国際空港に移動し、01:20の便で帰路についた。

5日目は、8:35に福岡空港に到着後、9:30にクラス毎に現地解散し研修を終えた。

研修期間中の食事は、宿泊先のホテルでの朝食を含め、200名以上の団体行動ゆえに、昼食・夕食も「中華料理」レストランでとることになった。ただし、研修3日目の昼食・夕食と4日目の昼食は班別研修のため各自で済ませた。

表1 主な日程

日程	主な内容
Day 1	移動日、市内研修
Day 2	市内研修
Day 3	B&Sプログラム
Day 4	セントーサ島研修、スペクタクルショー
Day 5	移動日



マーライオン公園



ラッフルズ卿 像



ガーデンズバイザベイ



マリーナバラーヂ



B&Sプログラム



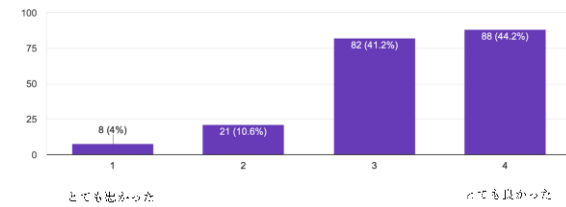
食事の様子

² 航空機手配の都合、福岡空港直行便とは別に、羽田空港経由便のグループがあり、福岡空港直行便の一日前から移動し、マーライオン公園で合流した。

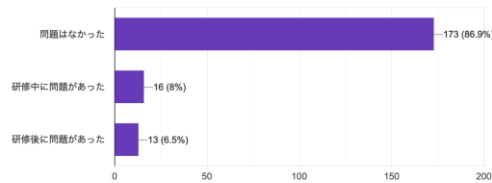
3. 帰国後アンケートの結果

研修終了後に実施した学生アンケートの主な結果を以下に示す。

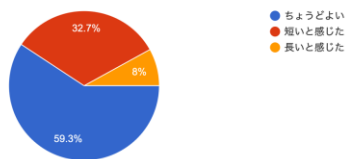
Q1. コース分けを考慮して、実施時期を「夏休み期間 8月末～9月」に設定しました。実施時期は良かったですか？
199件の回答



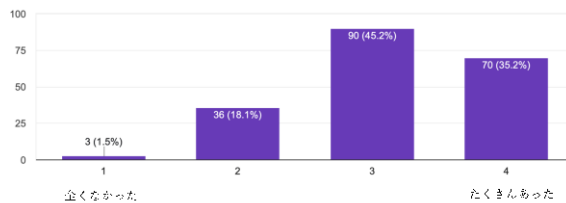
Q2. 研修中および研修後に体調に問題はありましたか。(複数回答可)
199件の回答



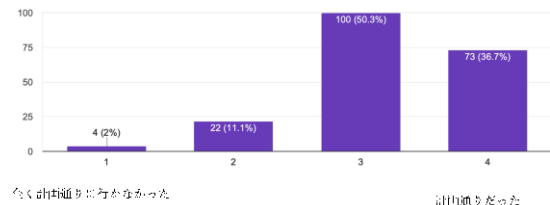
Q3. 研修期間(3泊5日)の長さはどうでしたか。
199件の回答



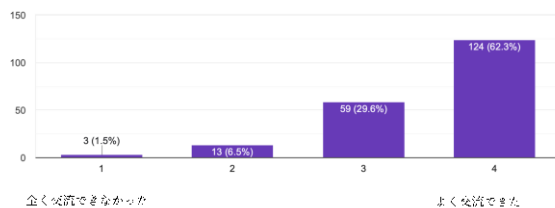
Q4. 自分で英語を使う機会がありましたか。
199件の回答



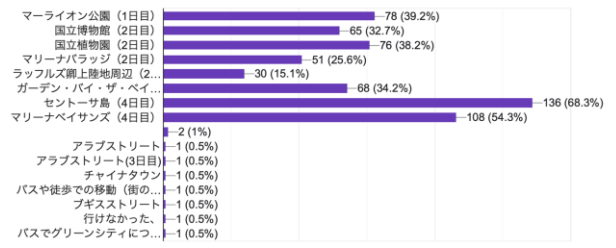
Q5. B&Sプログラムは計画どおりに進められましたか。
199件の回答



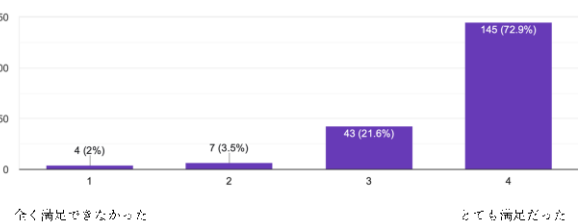
Q6. B&Sプログラムで、現地学生ガイドとの交流はうまくできましたか。
199件の回答



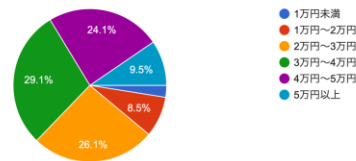
Q7. B&Sプログラム以外の研修で、よかった/今...に立つと思った訪問先はどこですか。(複数回答可)
199件の回答



Q8. 全体として、今回の研修は満足でしたか
199件の回答



Q9. 現地で使った金額は、大体いくらですか。
199件の回答



Q8では、アンケート回答者中 94.5%の学生が「満足」であったということで、初めてのSG研修の目的（「英語の有用性と異文化を体験し学生の向学心を刺激する」）は、ほぼ達成できたといえよう。それは、80.4%の学生が実際に英語を使用し（Q4）、学生ガイドとの交流（英語によるコミュニケーションを含め）も91.9%の学生が「できた」（Q6）と回答していることから伺える。

一方、Q2で、研修中および研修終了後に何らかの体調不良を訴えた学生が14.5%いたことも看過できない。初めての海外研修で、飛行機での移動に加え、熱帯気候での屋外活動も大いに影響を与えたことは容易に想像できる。さらに、現地で感染症（インフルエンザ）に罹患した学生が多数出たこともあり、海外研修の難しさを痛感させられた。

4. まとめと今後の課題

高専は5年間の一貫教育を行う高等教育機関であり、2年生という低学年次にほぼ全員の学生が海外研修を経験できたことは、「グローバルエンジニア」を目指す上で、「英語の有用性と異文化を体験し学生の向学心を刺激する」というGEプログラムの目的達成に向けて、効果が期待できるものであった。今後英語力向上の成果がみられるかは、3年次でのTOEIC Bridge® Tests、4年次でのTOEIC® Testsの結果で検証する必要があるが、SG研修終了時点で「学生の向学心を刺激する」ことはできたようである。学生アンケートの結果から見るとGEプログラムの中核となるSG研修初年度は、成功裏に終了したといえるだろう。

一方で、課題も浮かび上がってきた。その大半は、研修前の事前準備段階についてのものである。

コロナの影響もあり、旅程に関する基本情報が急遽変更になるなど、学生に向けた研修に関する情報発信が遅くなってしまった。それに加え、研修期間が夏休み期間中であったため、学生が抱えがちな出発前のさまざまな不安を解消することが難しかった。引率教員、主に学級担任としては、どこまで学生自身の主体性を重んじて準備させるかも要領をえないところがあった。新年度になった4月から8月末の出発までの期間で、学生にいつ・どのような情報を発信し、どう準備を進めさせるか、全体的な「行程表」を作成・整理していく必要がある。

また、SG研修の旅程も見直す余地がある。6:30の朝食から始まり19:00前後にホテルへ戻るまで、一日の研修内容がタイトな上に、熱帯性気候の中、屋外活動が続くことで、体調不良の学生を誘発したことは容易に想像できる。「せっかくの海外だから」と盛り沢山になりがちだが、学生の健康・体調管理を前提に無理のない旅程を追求するほうが望ましい。

次に、リスク・マネジメントについて。海外研修を実施する上で、国内とは異なるさまざまなリスクを想定しておかなければならない。今回は大きな怪我や事件・事故に巻き込まれるケースはなかったが、感染症に罹患する学生が多数出てしまった。現地での罹患した学生のケアをはじめ、当該学生の保護者への連絡や帰国できない場合の対処など、事前の想定を超える状況に陥ってしまった感は否めない。基本的な「対処マニュアル」を作成し関係教職員間で共有しておくことの必要性を痛感させられた。

さらに今回は、研修引率者のうち1名が体調不良のため直前で不参加となり、1名減での引率体制となった。旅行代理店スタッフの助力があるとはいえ、感染症罹患学生への対応に追われる教職員が出たことを考えると、研修引率者の増員も検討の余地があろう。

その一方で、B&Sプログラムなどの引率教員が帯同しない班行動において、迷子や対人トラブルなどがほとんど見られなかった点については、当初の予想以上であった。シンガポールの治安の良さと地下鉄を始めとする公共交通機関の充実度は他の西洋諸国やアジア諸国よりも優れており、狭い国土とあいまって自由行動を伴う研修を初めて行う学生にとって、比較的安全かつ安価でさまざまな場所に移動できる点が理想的だと感じられた。

その他、入国・出国手続き、パスポートなどの管理、現地での通信手段の確保、学生の健康管理把握、など海外研修に特有の諸問題にどう対応していくか、初年度となった今回の研修で得た知見を共有し、次回以降の研修がさらに実り多きものとなることを期待している。

謝辞

SG研修は本学内の多くの担当教職員の支援を受けて実施された。

引率に同行されたメカニクスコースの原慎真也教授をはじめ、国際交流室の山口英一室長、田端亮副室長、GEプログラムの村岡良紀教授（以上3名は一般教育科所属）、学生課の江崎浩課長、新里雄教務係長、奥菌ひろみ教務係員には多大な支援をいただいた。

さらに、3年生の担任各位と情報共有しながら進められた。ここに感謝の意を表したい。

有明高専岱明寮における朝食・夕食摂食率と 学業成績の相関について(1)

山崎 英司・西山 治利・伊野 拓一郎

<令和6年1月9日受理>

The correlation between feeding rates and academic grades in Taimei Dormitory at National Institute of Technology, Ariake College (1)

YAMASAKI Eiji · NISHIYAMA Harutoshi · INO Takuichiro

This study reports the feeding rates and academic grades of the students in the dormitory at National Institute of Technology, Ariake College have some correlation. The rates of breakfast show strong influence on their grades while that of supper does not. Ironically, some students in the dormitory hesitate to take breakfast as they move up to the upper grade. The examination seasons also seem to affect the feeding rates. In order to make students in the dormitory understand how important taking breakfast is, it is necessary to show them the statistical evidence.

I はじめに

有明高専の岱明寮食堂は令和5年度に基礎から新しく建て直され、近代的な学寮食堂「あらたば」として岱明寮生たちの新たな食事の場となった。岱明寮から離れた場所にある高専キャンパス内で提供される昼食弁当もこの「あらたば」で作られており、250名余りの有明高専寮生を食事面から支えている。朝食は朝の点呼直後から登校までの7:20~8:20の時間帯に提供され、夕食はクラブ活動後でも取れるように18:00~19:35の時間帯に提供されている。だが多くの寮生が規則正しく食事を摂っている一方で、朝食をほぼ摂らない学生や、朝食・夕食を共に摂っていない学生も散見されている。

大学初年次生の生活習慣と取得単位数の関係における研究(木内ら他, 2010)において、様々な生活習慣の中で朝食摂取状況が大学初年次生の取得単位数に有意な差異を生み出す要因の1つであることが報告されている。親元を離れての最初の生活となることがほとんどの高専寮生と、多くが大学寮やアパートなどで一人暮らしを始める大学生との間には「家族と離れた生活環境下で生活リズムの乱れが起きやすい」といった共通点も多い。本調査報告では、大学初年次生と同じような摂食率と学力との相関が有明高専岱明寮生において見られるのかを、様々な摂食率データから確認する。

II 調査方法

有明高専岱明寮「あらたば」では、各寮生が毎日の朝食・夕食を摂食したかどうかを調理業者が個人カードに筆記記録している。(残念ながら昼食弁当のキャンパス

運び上げや昼休みの限られた時間内での学生への弁当配付などの業務の多忙さゆえ、調理業者による昼食配付状況については正確な記録が残されていない) これらの筆記記録をもとに図1のように朝食・夕食の「摂食率」を寮務主事室で算出し、今回の調査報告で使用した。

$$\text{「摂食率(\%)」} = \frac{\left[\begin{array}{c} \text{実際に食事を} \\ \text{摂った回数} \end{array} \right]}{\left[\begin{array}{c} \text{その月の} \\ \text{食事提供数} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{帰省等での} \\ \text{キャンセル回数} \end{array} \right]} \times 100$$

図1 摂食率算出方法

もう一つの必要なデータである学力に関する参照データであるが、大学では取得単位を基にして学生の学力分布を数値化できるが、単位制の大学と異なり学年制を採用している高専ではそれが難しい。そこで本調査報告では有明高専で採用している「有明高専GPA」を学生の学力分布把握のために採用した。「有明高専GPA」では各教科の最終成績(100点満点)を基にして、0~59に「0」、60~69に「3」、70~79に「4」、80~89に「5」、90~100に「6」のGP(成績ポイント)を与え、全ての教科のGPを平均としたものになる。単純な最終成績の平均値と比べると、有明高専GPAは60点未満の不合格教科がある学生に厳しい調整となっているのが特徴である。

本調査報告では月ごとや性別による摂食率の傾向や学年ごとの摂食率平均値の特徴を調査した後に、寮生の摂食率と有明高専GPAとの相関を分析し、摂食率と学力

との間にどの程度の関連が見られるのか調査分析を行った。なお調査に使用したデータは令和5年度4～11月における全寮生のものであるが、自炊を中心としている留学生や、年度途中で自ら退寮を希望した学生、進路変更や寮内ルールの違反により退寮をした学生のデータを除いている。

Ⅲ 分析結果

1. 摂食率の全体分析

表2は寮生全体の各月ごとの摂食率の平均値と、男女別の摂食率平均値の一覧表である。朝食について目につ

表1 令和5年度 岱明寮の各月ごとの摂食率

		全寮生	女子寮生	男子寮生
4月	朝食	66.0	67.0	65.4
	夕食	84.2	79.1	86.9
5月	朝食	69.3	72.9	67.5
	夕食	86.7	81.5	89.5
6月	朝食	68.1	72.4	65.9
	夕食	89.1	85.0	91.3
7月	朝食	65.0	69.5	62.7
	夕食	89.7	86.3	91.5
8月	朝食	61.1	67.5	57.8
	夕食	80.1	70.1	85.3
10月	朝食	68.6	73.2	66.2
	夕食	87.2	83.3	89.2
11月	朝食	61.4	66.1	58.9
	夕食	87.9	85.7	89.1

くのは、摂食率（朝食）がほとんどの月において7割に満たないことである。若者の朝食離れが言われるようになって久しいが、岱明寮においても朝食はかなり摂られていないことがわかる。また前期中間試験が実施された6月こそ他の月と比較して顕著な減少幅は見られなかったが、前期末試験が実施された8月や後期中間試験が実施された11月は他の月と比較すると軒並み5%以上の落ち込みが見られる。このことから定期試験がいつに寮生の朝食摂取状況に影響を及ぼしているのかがわかる。

一方で摂食率（夕食）はほとんどの月において8割以上を維持している。朝食の場合と異なりあまり月ごとの変動も見られないが、8月のみは他の月と比較するとやや摂食率が低下している。8月前半は有明高専では学年末試験から試験返却期間が該当し、8月後半は閉寮となる。よって定期試験を終えて夏休みを迎える直前の寮生

たちの食事を含めた生活リズム全般が乱れやすくなっている可能性がある。

摂食率の男女差については、朝食と夕食で傾向が逆転しているのが特徴的である。元々男女ともに低めの摂食率（朝食）であるが、男子寮生に限るとさらにその傾向が強まり、8月と11月の男子寮生の摂食率（朝食）は6割を割っており、かなりの人数の男子学生が定期試験当日の朝に朝食を抜くような非効率的な行動をしていることがデータから読み取れる。

一方、女子寮生は摂食率（夕食）がいずれの月においても男子寮生のそれよりも約5%低くなっている。さらに理由は不明だが、8月の摂食率（夕食）では男女差が15%まで拡大しているのが際立っている。定期テストのストレスによる食欲減退が女子寮生の方が強いのか、はたまた夏休み前後に乱発されるSNS等でのダイエット特集に強い関心を寄せているのかわからないが、成長期の若者にとって望ましい傾向ではない。

表2はこのような岱明寮生の摂食率と、政府統計ポータルサイトe-Statに掲載されている最新データ「国民健康・栄養調査（令和元年度）」の15-19歳の若者のデータとを比較したものである。上記データには摂食率の項目がなかったため、スナック類・外食などを除いた「家庭食」の数値を採用している。（データ採取の年度

表2 令和元年度 国民健康・栄養調査との比較

摂食率 【朝食】 比較	令和5年度	全寮生	女子寮生	男子寮生
			65.7	69.8
令和元年度		78.3	82.4	74.6
	15-19歳若者全体		15-19歳女性	15-19歳男性
摂食率 【夕食】 比較	令和5年度	全寮生	女子寮生	男子寮生
		86.4	81.6	89.0
令和元年度		91.6	95	88.5
	15-19歳若者全体		15-19歳女性	15-19歳男性

に若干の開きはあるが、コロナ禍で政府統計データの採取が滞っていたため、やむを得ず最新の令和元年度データと比較している）こちらの比較表を見ると、岱明寮生の朝食・夕食の摂食率が同世代の若者たちと比較してかなり見劣りすることがわかる。女子学生に関しては朝食・夕食共に摂食率にかなり開きがあり、同じ高専生であっても自宅から通学している高専生と食事や栄養補給の面

で大きな差が生まれていることが推測される。男子学生については摂食率(夕食)こそ全国平均を上回っているものの、朝食に関しては全国平均を10%余り下回っている。早朝から早起きして遠方から通学している高専生の方が朝食をしっかり摂取し、徒歩10分足らずの通学時間しかない岱明寮生が朝食を食べそびれているというのは痛烈な皮肉でしかない。

2. 学年ごとの摂食率の特性

表3は各学年の摂食率平均の一覧表である。データを見ると男女ともに摂食率(朝食)の減少は1~2年生の間

表3 学年・性別ごとの摂食率平均

	女子寮生		男子寮生	
	朝食	夕食	朝食	夕食
1年生	84.1	90.6	80.9	94.6
2年生	71.8	82.4	53.8	86.1
3年生	68.6	79.5	57.6	88.6
4年生	57.1	74.9	52.4	85.7
5年生	41.9	67.9	64.3	77.5

ですで見られている。女子寮生が徐々に摂食率(朝食)が低下していくのに対して、男子寮生は2年次に大きく50%程度まで低下し、その傾向が上級生に至るまで続く傾向が見られる。

寮の運営に携わる中でいくつかの原因が想起されるがもっとも可能性が高いのが、2年生以上の男子寮生の「点呼後の二度寝の習慣化」ではないかと思われる。宿直業務での朝点呼に参加した際に、1年男子寮生や女子寮生がきちんと制服を着用して朝点呼に参加し点呼後は寮食堂に向かう一方で、2年生以上の男子寮生はそのまま二度寝できるような服装で朝点呼に参加し点呼後は自室内に戻る学生を目にすることが多い。また上級生の指導寮生の指導の下で1年生男子寮生が消灯時間等を遵守する一方で、2年生以上の男子寮生は深夜まで起きているケースも散見されており、彼らの二度寝を誘発している可能性がある。女子寮生もスピードはなだらかではあるが上級生になるにつれて摂食率(朝食)は着実に下がっており、表2の同世代の女性のデータと比較するとかなり下回っている。

一方、摂食率(夕食)は男子寮生に関しては、4年生まで8割中盤を維持しており、概ね良好な数値となっている。もちろんきちんと夕食を摂ることは大切であるが、上級生となり友人と外食したりする機会が増えることを考慮すると十分許容できる数値といえるだろう。女子寮生に関しては3年生以降は8割を割っているが、朝食と

比較するとこちらもまだ許容できる範囲である。岱明寮の女子棟は男子棟と比較すると、冷蔵庫の収納スペース、各ユニットに設けられた補食設備等がかなり優遇されており、本格的な料理は無理でも簡単な軽食程度であれば準備できるようになっている。多忙な朝の時間帯では難しいが、夜の時間帯にそちらで夕食を済ませている女子寮生も多いと推測されるため、彼女たちの摂食率(夕食)に関して過度に心配する必要はないだろう。とはいえ栄養士が管理している食堂の夕食を摂り、必要な栄養素をきちんと摂取してもらうことが望ましいことには変わりはない。

3. 摂食率とGPAの相関

以下の図2は各寮生の摂食率(朝食)とその学生のGPAの散布を示し、各図の下部に相関係数を示したものである。相関係数の算出にはCORREL関数を使用した。この図を見ると、摂食率(朝食)に関しては寮生ごとに大きな

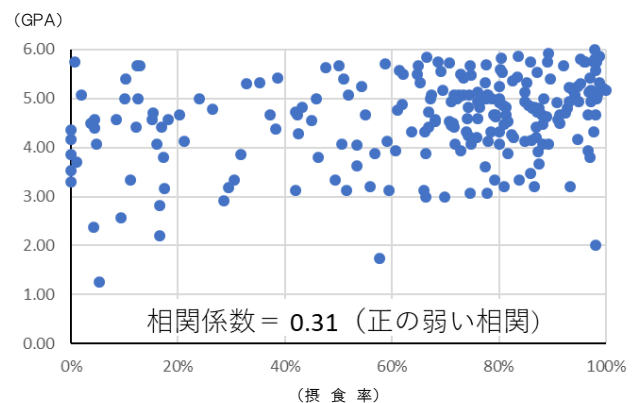


図2 GPAと摂食率【朝食】の散布図及び相関

ばらつきがみられることがわかる。右上の方に摂食率(朝食)が高くGPAも高い寮生が多くいることがわかるが、左上にもそちらの数値が悪くともGPAは高い学生が一定数存在している。ゆえに摂食率(朝食)が即座にGPAの低下につながる恐れはなさそうである。またグラフの下部にいるGPAが3.0を下回る集団を見ると、ごく少数をのぞいて左側に集中している。よって極端に成績の悪い寮生は朝食も抜きがちになっていることがわかる。総じて相関係数は0.31と決して強い相関を示すものにはならなかったが、ある程度の傾向として寮生たちの食育指導に利用可能なデータを採取することができた。

図3は同様に、各寮生の摂食率(夕食)とGPAの散布と相関係数を示したものである。こちらは相関係数が0.03とほぼGPAとの関連を示すことができなかった。夕食に関してはそもそも摂食率が高めで、それは散布図の右側に多くが密集していることからわかる。GPAの高い寮生も低い寮生も夜は等しく空腹を感じて寮食堂で夕食を摂っていることは決して悪いことではない。昨

今の摂食障害に悩む若者たちが少なからずいることに比べると、この結果は望ましい。少数ではあるが摂食率（夕食）が極めて低い学生も散見されるため、このような学生が摂食障害などを抱えていないか見守ることも我々寮管理者として大切だと思われる。

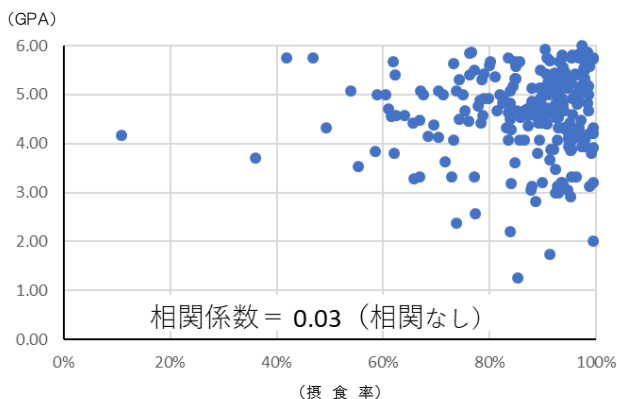


図3 GPAと摂食率【夕食】の散布図及び相関

IV まとめ

有明高専寮務主事室では本年令和5年度より、この摂食率（朝食・夕食）の月ごとの数値を寮生保護者向けの資料に記載しはじめた。これによって寮生の保護者も寮で生活している我が子が、きちんと食事を摂っているかどうか客観的に把握できるようになった。成長期の若者には規則正しい食生活が必須であることから、従来より食事のキャンセルに関しては「帰省」「自宅療養」といったやむを得ない場合に限り受け付けており、寮生自身の個人的な希望により食事提供そのものをキャンセルすることはできない。もちろん寮生が自分の意思で食事を摂らないことに対してはペナルティ等は一切ないが、同時に食事代の返金も認められていない。これまではそういった仕組みの中で保護者の知らないうちに寮生が食事面での不摂生をこじらせてしまう可能性があった。

そこでこの新しい取り組みを始めたわけであるが、担任の先生方からのお話によると保護者からは概ね好評をいただいているようである。一方で寮生からは保護者から叱られたといった話を聞くこともある。我が子の健全な成長を願って支払われたお金が無駄になっているのだから、食費を支払っている保護者が我が子に怒るのは当然である。我々寮務主事室も食育指導等は行っているが、そこに寮生自身のステークホルダーである保護者から直接食事に関する指導を受けることは、健全な食育に必要な不可欠ではないかと考えている。

そんな状況下で行った今回の調査報告で、有明高専岱明寮生の食事状況に関してわかってきたのは以下の点である。

- ・夕食よりも朝食の摂取状況にばらつきがある。
- ・2年生になってから急激に摂食状況が悪化しやすい
- ・朝食摂取状況は女子寮生より男子寮生の方が悪い
- ・岱明寮生の摂食率は同年代の全国平均よりも低い
- ・朝食とGPAの間にはやや相関が見られる

先にも参照した「国民健康・栄養調査（令和元年度）」によると、20～29歳で朝食の欠食率は女性で18.1%、男性で27.9%となり、その後60歳になるまで大きく回復してはいない。これは多くの若者が就職・進学して家庭を離れて一人暮らしをする中で、朝食の習慣を失いそのままずるずると定年退職するまで朝食を食べない習慣が続くことを意味している。岱明寮の寮生たちも在寮中に一度朝食習慣が抜けてしまうと、就職や進学をしてから朝食を食べ始めることはおそろくないであろう。タフなエンジニアとして活躍し続けるには、家庭を離れて入寮したところから、いかにそれまでの朝食習慣を維持できるかが大切だといえる。

今回の調査報告は年度途中ということもあり、学年末総合成績のGPAを用いたり、学生からのアンケートを収集してより精度の高いデータ結果を出すことが叶わなかった。この点を次の調査報告に向けての課題とし、調査を継続していく所存である。

参考文献

- (1) 木内敦詞, 中村友浩, 荒井弘和, 浦井良太, 橋本公雄(2010) 「大学初年次生の生活習慣と取得単位数の関係」『大学体育学』7, 69-76
- (2) 「政府統計の総合窓口(e-Stat)」, 調査項目を調べる一国民健康・栄養調査 / 令和元年国民健康・栄養調査(厚生労働省)「朝、昼、夕別にみた1日の食事状況 - 朝・昼・夕別, 食事状況, 年齢階級別, 人数, 割合 - 総数・男性・女性, 1歳以上」
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/gaiyo/k-eisei.html>

「自然」の声を聴け

—英米文学における“Nature”をめぐって—

(5)

村田和穂

〈令和6年1月9日受理〉

Listen to the Voice of “Nature”

—With Special Reference to “Nature” in English Language Literary Works—
Paper Five

MURATA Kazuho

The fifth essay on “Nature” is concerned with “the Chain of Being,” a hierarchical classification system of the divine order of the universe, based upon Ancient Greek philosophies, subsequently adapted and widely employed by European Christianity. It was dominant and integral in western societies’ ideologies, rules and norms until the late eighteenth century. The specific approach in this essay is drawn from a close reading of two essays (Nos. 111 and 519) in *The Spectator* (1711-12, 1714), a periodical published by Addison and Steele in early eighteenth-century London. The present study aims to observe through the use of the words “Nature” and “Being” how Addison, the author of the two essays, explains the concept of “the Chain of Being” for his readers.

To whom the patriarch of mankind replied,
O favourable spirit, propitious guest,
Well hast thou taught the way that might direct
Our knowledge, and the scale of nature set
From centre to circumference, whereon
In contemplation of created things
By steps we may ascend to God.

(Milton *Paradise Lost* Book V, 506-12)

(彼に対して人類の始祖は答えた、
ああ、親切な精霊、好意的な客人よ
あなたは我々の知識を導く道と、創造された事物を考慮しながら
一歩ずつ我々が神の御許に登っていくことのできる
中心から周辺まで連なる自然の梯子 (階段) を巧みに教えて下さった。) ¹
(ミルトン『失樂園』5巻 506-12行)

I はじめに

今回は、エピグラフに挙げた17世紀を代表する詩人ミルトン (John Milton 1608-1674) による叙事詩『失樂園』(1667) の不思議な一節から始めたい。

これは人類の始祖であるアダムが大天使ラファエルと対話する場面からの引用である。下線部の“scale of nature” (自然の梯子・階段) とは、詩人の想像力から生み出された表現ではなく、18世紀後半までの

¹ 引用箇所における太字および下線はすべて筆者による (ただしイタリック体は原文のまま)。また引用英文につけた日本語訳は全て筆者によるものである。

西洋の知的土壌に深く浸透していた観念または思想を表す慣用句なのである。『オックスフォード英語辞典 (*The Oxford English Dictionary*, online edition)』

(以下OED)はこのコンテキストの“scale”に“A succession or series of steps or degrees; ... esp. a graduated series of beings extending from the lowest forms of existence to the highest (**scale of being(s)**, **scale of creatures**, **scale of existence**, **scale of life**, **scale of nature**, etc.).” (OED s.v. scale, n.³ 5a. 1605-) (一連の梯子もしくは階段; 特に、最も低い実存の形態から最も高い形態まで伸びる等級順の配列)の語義を与え、いくつかの成句(太字箇所)を記載している。「自然の梯子」以外にも「存在の梯子」、「創造物の梯子」、「実在の梯子」、「生命の梯子」というフレーズが同時に使用されていたようで、例えば、下線を引いた「存在の梯子 (scale of being(s))」は「自然の梯子」と同義と見做してよいのだろうか。

ところで、1933年に出版されたラヴジョイ (Arthur O. Lovejoy 1873-1963) の古典的名著 *The Great Chain of Being* (翻訳『存在の大なる連鎖』(ちくま学芸文庫)あり)には、「存在の鎖 (chain of being)」という(「存在の梯子」に似た)句が古代ギリシア哲学者プラトンを淵源とする歴史的背景の中で詳細に考察されている。OEDはこの句を以下のように定義している:

“**chain of being(s)**, (a conception of the universe as) a continuous series or gradation of types of being in order of perfection, stretching from God as the infinite down through a hierarchy of finite beings to nothingness; **the scale of being or nature**” (OED s.v. chain, n. 4a. 1651-) (存在の鎖、完成度の順に、無限者としての神から始まり有限の存在の階級を通して無に至る、存在の種類(型)の連続性もしくは順列(としての宇宙の概念); 存在または自然の梯子)

この定義の下線部に注目すれば、「存在の梯子」あるいは「自然の梯子」は「存在の鎖」と同義(少なくとも言い換え表現)と見做すことができるだろう。さらに、この表記だと「存在の梯子」と「自然の梯子」も(ほぼ)同義と考えてよさそうである。ラヴ

ジョイによると「中世を通じ18世紀後半に至るまで、多くの哲学者、ほとんどの科学者や、実際に、ほとんどの教育を受けた人々が疑問を持たず受け入れることができたのは—「存在の偉大なる鎖」としての宇宙の概念であった (through the Middle Ages and down to the late eighteenth century, many philosophers, most men of science, and indeed, most educated men, were to accept without question—the conception of the universe as a “Great Chain of Being.”) (p. 59) という。

最初に断っておくが、「宇宙の概念」という遠大なテーマは筆者の手に負える問題ではない。この連載してきた論考では常に“Nature”をキー・ワードとして、多種多様な文脈の中でこの語が具体的に何を意味するのかを考えてきたに過ぎない。では、何故ラヴジョイを取り上げたのかといえば、彼のこの著作に多大な影響を与えた文献(の一つ)に『スペクテイター (*The Spectator*)』(1711-12, 1714)が挙げられているからである。『スペクテイター (*The Spectator*)』はアディソン (Joseph Addison 1672-1719) とスティール (Richard Steele 1672-1729) によって18世紀初頭のロンドンで、ある期間ほぼ毎日刊行されていたジャーナル(定期刊行物)である。18世紀英文学を専門とする筆者は学生の頃より『スペクテイター』に親しんできた。² 合計で635号まで続いたナンバー(毎号平均4ページ程のエッセイ)の中で興味深い号、とりわけ“Cheerfulness”(心の快活さ)の重要性を説く381号及び387号、は今も折に触れて読み返している。ラヴジョイが自著で数回言及している具体的なナンバーは519号(1712年10月25日発行)だが、111号(1711年7月7日発行)にも一度だけ触れている。ちなみに執筆者はどちらの号もアディソンである。今回の論考では『スペクテイター』の111号と519号で使用される“Nature”に焦点を当てながら、西洋思想の真髄「存在の鎖」並びに「存在の梯子」についての考察を試みる。

II 『スペクテイター』111号における「自然」³

まず、第111号の“Nature”と“Being”という語に着目して丁寧に読み返してみたい。この号の主題は

² 筆者の学生時代の指導教授であった故・伊藤弘之博士は『スペクテイター』を長きに亘り研究対象とし、1980年に *The Language of The Spectator* (単著)を上梓している。この書は、筆者がスウィフトの『ガリヴァー旅行記』についての修士論文を執筆する際の重要な参考文献であった。また、夏目漱石著『文学評論』(岩波文庫)は漱石の東京大学での18世紀英文学についての講義を纏めたもので、その第3編が「ア

ディソン及びスティールと常識文学」となっており、『スペクテイター』のいくつかの号が詳細に紹介されている。これも当時繰り返し読んだものである。

³ 『スペクテイター』111号のテキストは Donald F. Bond によって編集された *The Spectator*, Volume I (1987 [1965]) を用いている。

アディソンが常々思いを巡らせていたという「靈魂の不滅 (the Immortality of the Soul)」についてである。彼はそれを強く信じているのだが、その根拠として三点の私見を提示するが、最初に「靈魂 (Soul)」の“Nature” が述べられる：

the Nature of the Soul it self, and particularly its Immateriality; which tho' not absolutely necessary to the Eternity of its Duration, has, I think, been evinced to almost a Demonstration. (pp. 456-7) (靈魂自体の自然と、特にその非物質性、それは、決して靈魂持続の永遠性に絶対に必要というわけではないが、ほとんど決定的に明示されてきたと私は考えている)

次に「情熱と心情 (Passions and Sentiments)」(p. 457) が言及される。具体的には、「実存の愛 (its Love of Existence)」と「靈魂消滅の恐怖 (its Horror of Annihilation)」を指し、これらが魂の不滅の証明に繋がるという。最後に、至高の存在としての「神 (God)」の“Nature” が示される：

Nature of the Supreme Being, whose Justice, Goodness, Wisdom and Veracity are all concerned in this great Point. (p. 457) (至高の存在の自然、その正義、善、叡智、真実性は全てこの大事な点 [注：靈魂不滅] に関わっている)

上に挙げた“Nature” (2例) の訳語は統一を図るために敢えて「自然」としたが、「性質」(あるいは「本質」)とした方がわかりやすいだろう。ところで、アディソンが根拠とする上記の意見は一般の読者(特に日本語を母語にする読者)には独断的に思われるかもしれないが、これも西洋の伝統に基づく見解であることを念頭に置くべきである。加えて、アディソンは「靈魂の不滅」についての卓越した意見の一つとして「靈魂の完全な状態への、決してそこにたどり着く見込みはないものの、絶え間のない向上進化 (the perpetual Progress of the Soul to its Perfection, without a Probability of ever arriving at it)」(p.457) に触れながら、このような「靈魂が (中略) ほとんど創り出された途端に無に帰してしまうなんてことがどうして人間の考えに及ぶことが可能だろうか (How can it enter into the Thoughts of Man, that the Soul, ... shall fall away into nothing almost as soon as it is created?)」(p. 457) と疑問を呈している。

アディソンは「動物は短い生命のうち自らの仕事を全うできる (Animals ... can finish their Business in short Life)」(p. 458) として、「蚕は糸を紡いだ後、卵を産み、そして死ぬ (Silk-worm, after having spun her Task, lays her Eggs and dies)」(p. 458) と “Silk-

worm” (蚕) の例を挙げながら、それに比べて人間の一生はいかに不完全かを訴える：

A Man can never have taken in his full measure of Knowledge, has not time to subdue his Passions, establish his Soul in Virtue, and come up to the Perfection of his Nature, before he is hurried off the Stage. Would an infinitely wise Being make such glorious Creatures for so mean a Purpose? Can he delight in the Production of such abortive Intelligence, such short-lived reasonable Beings? (p. 458) (人間は人生という舞台を急いで退場するまでに十分な知識を取り込む(理解する)ことは決してできないし、煩悩を抑制するにも、魂を美徳の中で確立するにも、自らの自然の完成に到達するにも時間がないのだ。無限に賢明な存在 (=「神」)がこれほど意地悪な目的でこのような栄光に満ちた生物を創り出すだろうか? 彼はこのような未熟な知性、このような短命な理性的存在 (=人間)の生産に喜ぶことができるのか?)

まず、下線部の例 “an infinitely wise Being” (無限に賢明な存在) と “short-lived reasonable Beings” (短命な理性的存在) が示すように、ここでも “Being” という語を通して、「神」と「人間」が対比的に描き分けられている。アディソンは、人間は短い生涯で「自らの自然 (his Nature)」、即ち「性質、本性」の完成に達する時間はない、と認めているが、次の段落では、靈魂の「自然」に言及する：

There is not, in my Opinion, a more pleasing and triumphant Consideration in Religion than this of the perpetual Progress which the Soul makes towards the Perfection of its Nature, without ever arriving at a Period in it. (p. 458) (私見では靈魂がその自然の完成に向けて、終点に到達することは決してないにもかかわらず、絶えず向上するという考察よりも愉快で立派なものは信仰においては他にないのです)

「人間の自然」は肉体を伴った「自然」のことだが、ここでの「靈魂の自然」は「肉体」から切り離された、即ち、死後の「自然」のことなので、誰にも判断できないことから、ここから先は “Religion” (信仰) の問題になってくる。「信仰」あるいは「宗教」の本来の存在意義は、死を見据えることで「現在」の自分を顧みて、より良く生きることを説くことある。アディソンも以下の言説で同様のことを考察している：

Methinks this single Consideration, of the Progress of a finite Spirit to Perfection, will be sufficient to extinguish all Envy in inferior Natures, and all

Contempt in superior. (p. 459) (私が思うに、一個の有限な精神の完成への向上という一念はより劣った自然におけるあらゆる妬みとより優れた(自然)におけるあらゆる軽蔑心を消し去るのに十分であるだろう)

最初の下線部 “a finite Spirit” の和訳をとりあえず「一個の有限な精神」としたが、“Spirit” と “Soul” は基本的に同義であるので、ここも「靈魂」としても良いのかもしれない。ただし、[finite + Spirit] というコロケーションには違和感を覚える。この号の主題は「靈魂の不滅 (immortality of Soul)」、即ち [infinite + Soul] (無限な + 靈魂) についてだからだ。当然、“Spirit” も「無限」のはずである。このように考えていくと、アディソンがこのコンテキストで “Spirit” を用いる意図は、死後ではなく、現在生きている人間の魂、即ち、肉体に閉じ込められている期間 (そう！期間限定) の靈魂のことを、“Soul” と区別して、“Spirit” と呼んでいるように筆者には思われる。加えて、「より劣った自然」と「より優れた (自然)」における “Natures” は明らかに「人間性」のようなものを指しているのだから、突き詰めると、ここでの “Natures” を「個々の人間」と解釈すると腑に落ちる。このことから、アディソンは『スペクテイター』の読者に「現在を大切に生き、寛容な心を持つこと」を説いているようだ。

111 号の最後の “Nature” の用例 (2 例) は、上記の引用箇所が続いて、神の使いとして天使、正確には “Cherubim” (智天使ケルビム)、が人間の靈魂に現れるというコンテキストの中で観察される。ここで初めてアディソンは「存在の梯子」に言及する：

It is true, the higher Nature still advances, and by that means preserves his Distance and Superiority in the scale of Being; but he knows how high soever the Station is of which he stands possess'd at present, the inferior Nature will at length mount up to it, and shine forth in the same Degree of Glory. (p. 459) (より高次の自然がなおも前進し、それにより存在の梯子における彼の距離と優位性を維持するのは真である、しかし、彼の立つ位置が現在どんなに高かろうと、それよりも下位の (劣った) 自然がその位置までついに登りつめ、それと同じ程度の栄光の中で輝きを放つことになるのも彼は知っているのだ)

最初の下線部 “the higher Nature” (より高次の [上位に位置する] 自然) とは、以前にも考察したように

「超自然の (supernatural) 事象を指すことから、⁴ ここでは明らかに先述したケルビムのような「天使」を指すと考えられる。それにより、“the inferior Nature” (それよりも下位に位置する [劣った] 自然) が「人間」を指すのは当然の帰結である。「存在の梯子」の最上段の方は天使の居場所なのだが、人間も精進次第でこの位置まで達することが可能であると、アディソンは信じていたようだ。

III 『スペクテイター』519号における「自然」⁵

アディソンは111号の発行から1年3ヶ月ほど経った1712年の10月25日の519号で、再び「存在の梯子」を取り上げる。ここでも、“Nature” と “Being” に注目して読んでみたい。“Nature” の最初の用例は冒頭に出てくる：

THOUGH there is a great deal of Pleasure in contemplating the Material World, by which I mean that System of Bodies into which Nature has so curiously wrought the Mass of dead Matter, with the several Relations which those Bodies bear to one another; there is still, methinks, something more wonderful and surprizing in Contemplations on the World of Life, by which I mean all those Animals with which every Part of the Universe is furnished. (p. 345)

(物質世界を注意深く観察するのは大いなる喜びであるのだが、その世界とは自然が大量の無機物を捏(こ)ねて実に巧妙に作り上げた有形物の体系を意味し、それら形ある物は互いに幾つにも関連している。しかしながら、私が思うに、生命の世界、即ち、この世界の隅々にまで備えられているあらゆる動物のことを意味するが、その世界の観察においては一層不可思議で驚嘆すべきものがある)

ここでの “Nature” は明らかに「造化、創造主」を意味する。また、下線を引いた “dead Matter” (生命のない物質、無機物) と “Life” (命) の対比が見られるように、生物・無生物の観点から物質世界を俯瞰しつつ、動物の世界の方が驚異に満ちていると述べる。アディソンの見解にはこの時代の科学の発達が根本にあり、「一人の人間、あるいは他のいかなる動物の体にも、我々の顕微鏡で発見できない生物が無数にいて、動物達の表面もまた他の動物で覆われており、その動物達も同じように、それらに寄生する他の動物達の本拠なのである (the Body of a Man,

⁴ 拙論「「自然」の声を聴け (1) 序」p. 8 及び脚注 17 参照。

⁵ 『スペクテイター』519号のテキストは Donald F. Bond によ

って編集された *The Spectator*, Volume IV (1987 [1965]) を用いている。

or of any other Animal, in which our Glasses⁶ do not discover Myriads of living Creatures. The Surface of Animals is also covered with other Animals, which are in the same manner the Basis of other Animals that live upon it;」(p. 346) と述べた後、彼は小さな世界からより大きな世界に目を向ける：

if we look into the more bulky Parts of Nature, we see the Seas, Lakes and Rivers teeming with numberless Kinds of living Creatures: (p. 346) (我々が自然のもっと巨大な部分を調べてみるなら、海や湖や川にも無数の種類の生物で溢れているのがわかる)

このコンテキストの“Nature”は生み出す「自然」ではなく、生み出された「自然」、即ち「自然界、大自然」という意味合いを強く帯びる。アディソンは新たな段落で「実存は知覚を授けられた存在のみへの祝福である (Existence is a Blessing to those Beings only which are endowed with Perception,)」(p. 346) と哲学的命題を提示するが、“Existence” (実存) は有形であり、⁷ “Being” (存在) は有形だけでなく無形も包括すると区別することは、次の難解なパラグラフを読み解くヒントになるかもしれない：

Infinite Goodness is of so communicative a Nature, that it seems to delight in the conferring of Existence upon every degree of Perceptive Being. As this is a Speculation, which I have often pursued with great Pleasure to my self, I shall enlarge farther upon it, by considering that Part of the Scale of Beings, which comes within our Knowledge. (p. 347) (無限の善とは非常に伝播する自然のものなので、それ[無限の善]はあらゆる種類の知覚を持った存在に実存を授けることを喜ぶようだ。以上のことは一つの思索であり、これを私自身大きな喜びを持って度々追求してきたのだから、私たちが知るところとなった存在の梯子のその部分を考察することで、さらに詳しく述べてみたい)

最初の一文はそれでもわかりにくい、下線部の「無限の善」はそもそも「神」の属性を指すので、⁸ 従属節 (*that*節) の“it”は「神」と解釈した方が意味が通るかもしれない。続く下線部の“of ... a Nature”は「・・・な性質のもの」と読み換えることができよう。また、この言説は「存在の梯子」についてのアディソンの理解の一部であることが確認できる。

次の段落から、アディソンは「存在の梯子」における「いくつかの生命のある創造物 (some living Creatures)」(p.347) の階層(階級)に触れながら、「無機物のわずか上位に引き揚げられた (raised but just above dead Matter)」とする「貝殻を有する軟体動物の種 (that Species of Shell-fish)」(p.347) を最初の例に取り、続けて「このような動物と紙一重の差しかない他の多くの生物がいて、それらは触覚と味覚以外の感覚を持たない (There are many other Creatures but one Remove from these, which have no other Sense beside that of Feeling and Taste)」(p.347) と述べていく。さらに、この二つの感覚に、さらに聴覚が加わった他の生物、味覚が加わった他の生物、視覚が加わった他の生物もいることに言及した後、「生命の世界が、全ての感覚の完成された生物が形成されるまで、多種多様な種を通して、なんと緩やかな進行で前進するのを観察するのは驚くべきことだ (It is wonderful to observe, by what a gradual Progress the World of Life advances through a prodigious Variety of Species, before a Creature is formed that is compleat in all its Senses,)」(p.347) と感嘆しつつ、以下の文でこの段落を締めめる：

This Progress in Nature is so very gradual, that the most perfect of an inferior Species comes very near to the most imperfect, of that which is immediately above it. (p. 347) (自然におけるこの進行は非常に緩やかなため、より劣った種の最も完成されたものはその真上の位置の種の最も不完全なものに近接することになる) ここでの“Nature”もやはり「生み出された自然」即ち「自然界」のことである。それにしても、「(生命の世界が) ゆるやかな進行で前進する」というアディソンの言説は筆者に「進化論 (evolution theory)」を連想させる。ラヴジョイは「〈自然〉という語を除けば、〈存在の偉大な鎖〉は18世紀の神聖な(尊ばれた)句であり、19世紀後半の〈進化〉という喜ばしい語と幾分類似した役割を果たしている (Next to the word ‘Nature,’ ‘the great Chain of Being’ was the sacred phrase of the eighteenth century, playing a part somewhat analogous to that of the blessed word ‘evolution in the late nineteenth)」(p. 184) と述べているように、「存在の鎖」と「進化」の関係性が指摘されている

⁶ OED が “glass(es)” に “a microscope” (顕微鏡) の意味を認めた最初の用例は 1647 年の文献からである (OED s.v. glass, n.¹ 10c. 1647-).

⁷ OED は “existence” に “The fact, state, or property of existing or having objective reality” (実在している即ち客観的な現実性

(実態) を持っている事実、状態、もしくは特性) という語義 (OED s.v. existence, 1a. a1425-) を与えている。

⁸ 現に、前セクションで扱った 111 号で、アディソンは「神」への言及で “his infinite Goodness, Wisdom and Power” (彼の無限の善、叡智と力) (p. 457) と記述している。

のは興味深い。

次の段落では、「存在の鎖」においては動物の下位に置かれる植物との比較が出てくるが、“Nature”が使用されるのは以下の言説である：

The whole Chasm in Nature, from a Plant to a Man, is filled up with diverse Kinds of Creatures, rising one over another, by such a gentle and easie Ascent, that the little Transitions and Deviations from one Species to another, are almost insensible. (p. 348)

(自然における植物から人間までの完全に深い溝は、非常に緩やかで平坦な勾配により一つずつ上昇していく多種多様な創造物で埋められているので、一つの種から別の種までのわずかな推移と逸脱がほとんど感知されない程である)

植物から人間までの「深い溝 (Chasm)」は「自然界」の目に見える物質的な世界の比較論だが、人間から神への「溝」は目に見えない非物質的な「超自然の (supernatural)」領域になってくる：

If the Scale of Being rises by such a regular Progress, so high as Man, we may by a Parity of Reason suppose that it still proceeds gradually through those Beings which are of a Superior Nature to him, since there is an infinitely greater Space and Room for different Degrees of Perfection, between the Supreme Being and Man, than between Man and the most despicable Insect. (p. 348) (仮に存在の梯子がこのような規則正しい前進で、人間の高さまで上昇するのであれば、私たちは類推によってその梯子は人間より優れた自然である例の存在を通して依然として徐々に進行すると仮定することができる。というのも、至高の存在と人間の間には、人間と最も卑しむべき虫の間よりも、完成度の違いで言えば無限なくらいに広大な隙間があるからだ)

神と人間の「隙間 (Space and Room)」と人間と昆虫のそれとの比較に関しては、アディソン自身の思いつきではなく、イギリスの18世紀の思想に多大な影響をおぼした哲学者ロック (John Locke 1632-1704) の言説に着想を得たことを、彼ははっきりと記している。そして、ロックの主著である *An Essay Concerning Human Understanding* 『人間悟性論』(1690) の3巻6章12節をそのまま引用するのだが、その直前にアディソン自身の興味深い解説が入るのでこれも参考までに挙げておきたい：

notwithstanding there is such infinite room between Man and his Maker for the Creative Power to exert it self in, it is impossible that it should be filled up, since there will be still an infinite Gap or Distance between

the highest created Being, and the Power which produced him. (p. 348) (人間とその創造主の間にはそれを行使する創造の力により無限の隙間があるにも関わらず、その隙間が埋められるなんてことは不可能である、というのも創造された中で最も高い次元の存在と彼[人間]を生み出した力の間には無限の溝あるいは距離が今後もあり続くであろうから)

まず平易な表現で人間と創造主としての神を比較した後に、独特な言い換えが行われている。即ち、下線部の“the highest created Being” (創造された中で最も高い次元の存在) とは「人間」のことを指す。従って、人間より上位に位置すると考えられる「存在」、即ち、天使のような存在は、全て被造物ではないことがわかる。また、「神」が“the Power which produced him” (彼を生み出した力) と「力」そのものに言い換えられているのは非常に示唆的である。

ロックからの引用文の後に、結論ともいべき最後の段落が続くが、それを全文引用する：

In this System of Being, there is no Creature so wonderful in its Nature, and which so much deserves our particular Attention, as Man, who fills up the middle Space between the Animal and Intellectual Nature, the visible and invisible World, and is that Link in the Chain of Beings which has been often termed the *nexus utriusque mundi*. So that he, who in one Respect is associated with Angels and Arch-Angels, may look upon a Being of infinite Perfection as his Father, and the highest Order of Sprits as his Brethren, may in another Respect say to Corruption, *thou art my Father, and to the Worm, thou art my Mother and my Sister.* (p. 349) (存在のこの体系においては、人間ほど、その自然において驚嘆すべき被造物はなく、そのことは私たちの注目に大いに値するものだが、人間は動物的と知性的自然、即ち、可視と不可視の世界の中間を埋めるものであり、しばしばラテン語で〈二つの世界を繋ぐもの〉と称されてきた存在の鎖のその繋ぎ目でもあるのだ。それ故に、人間は、ある点では、天使や大天使を連想させるところがあり、無限で完全な存在を父と、そして最高位の精霊たちを兄弟と見做すこともできれば、また、別の点では、〈腐敗に向かって汝は我が父、蛆虫に向かって汝は我が母で姉妹〉、と言うこともできるのである)

非常に興味深い締め括りの文章である。まず前半の下線部の“the Animal and Intellectual Nature” (動物[肉体]的と知性[精神]的自然) には説明があるだろう。このコンテキストにおける“intellectual”の意味

を正確に掴むには、*OED*の語義 “Apprehended or apprehensible only by the intellect or mind (as opposed to by the senses), non-material, spiritual” (知力または精神によってのみ把握されたまたは把握できる (感覚によってとは対照的に) ; 非物質な、霊的 [精神的] な) (*OED* s.v. intellectual, adj. 1. *Obsolete. a1398-1715*) を参照しなければならない(この語義は現在では「廃れた (obsolete)」とされている)。また、「動物的自然 (界)」と「知性的自然 (界)」は「可視世界」と「不可視世界」に適切に言い換えられている。「その繋ぎ目 (that Link)」の役割を担っているのが人間なのである。また後半の “a Being of infinite Perfection” (無限で完全な存在) は言うまでもなく「神」のことを指し、最後のイタリック体の箇所は旧約聖書の「ヨブ記」の17章14節、〈死〉の描写からの引用である。このように見ていくと、二つの世界の繋ぎ目として存在する人間は死によって肉体は下位の世界へ、同時にその靈魂は上位の世界に向かうことを、アディソンは『スペクテイター』の読者に熱心に解説しているのだ。

IV おわりに：宮沢賢治の「新たな自然」

以上、前回までと同様に “Nature” という語に注意を払いながら、今回は18世紀の定期刊行物『スペクテイター』111号と519号の精読を通して、18世紀までの西洋の思想に多大な影響を及ぼした「存在の梯子」もしくは「存在の鎖」を考察した。「梯子」にせよ「鎖」にせよ、“being” (存在、在るもの) という語自体にこのような歴史的背景および重層的意味があるために、「人間・ヒト」が “human being” (人間の存在) あるいは「神 (God)」が “the Supreme Being” (至高の存在) と称されていることに合点が行く。また、111号の考察で引用した “the perpetual Progress of the Soul to its Perfection, without a Probability of ever arriving at it” (靈魂の完成 [完璧さ] への、決してそこにたどり着く見込みはないものの、絶え間のない向上) (p.457) という当時の知識人の中での共通認識を知るに至り、同時代の作家スウィフト (Jonathan Swift 1667-1745) が *Gulliver's Travels* (『ガリヴァー旅行記』) (1726) に登場させた「フイヌム (Houyhnhnm)」という理想的な動物 (実際は馬) の語源が「自然の完成 (Perfection of Nature)」であったこ

とを思い出した。⁹ 神を頂点に、そこから降りながら順に天使、人間、動物、植物、鉱物等を配置していく不思議な「梯子 (または鎖)」。この明確なヒエラルキーの中で「完璧」なのは神のみ。それを百も承知のスウィフトが神の被造物の一つに過ぎない馬に対して “Perfection” と賛美すること自体が、「存在の梯子」という伝統的な観念に対する挑戦であり、冒瀆であり、そして痛烈な皮肉である。そのため、作品に込められた「風刺」の意図も一層明確になるのだ。

『スペクテイター』に話を戻すと、「存在の梯子」というヒエラルキーの説明で、“superior” (より上位にある、優れた) ならびに “inferior” (より下位にある、劣った) という形容詞が多用され、神の被造物の優劣が議論されることには少々辟易させられたことも正直に告白しておきたい。本文中で引用した519号の “there is an infinitely greater Space and Room for different Degrees of Perfection, between the Supreme Being and Man, than between Man and the most despicable Insect” (至高の存在と人間の間には、人間と最も卑しむべき虫の間よりも、完成度の違いで言えば無限なくらいに広大な隙間がある) の言説について考える際、筆者は「一寸の虫にも五分の魂」という日本語の慣用句を想起した。アディソンは神の偉大さを読者に実感させるために卑近な例に「虫」を取り上げたのだが、日本語には小さな虫に対しても何とも思いやりのある表現があるものだ。いや「虫」だけではなく、「植物」に対する我が国の人々の想いも格別なものがあつた。文学作品を例にとっても、室町時代の世阿弥が書いた能楽作品には植物の精霊が登場し、人間に反省を促す (例: 「西行桜」)。また、宮沢賢治も小動物に限らず植物をも擬人化して数々の童話を生み出した (例: 「若い木霊」)。¹⁰ そんな宮沢賢治について以前から気になっていた「自然」に関する表現がある。それは「生徒諸君に寄せる」という題のメッセージにある。この作品は『宮沢賢治詩集』(新潮文庫)にも収められているので、「詩」に分類しても良いだろう。その詩には、以下のような一節がある：

(前略)

むしろ諸君よ 更にあらたな正しい時代をつくれ
宙宇は絶えずわれらに依って変化する

⁹ 拙論「「自然」の声を聴け (1) 序」 p.3 参照。

¹⁰ このような背景には仏教の「草木国土悉皆成仏 (そうもくこくどしつかいじょうぶつ)」という教えがある。これは「草木や国土のような非情なものも仏性を具有し成仏する」とい

う意味である。「この思想はインドにはなく、6世紀頃、中国仏教のなかに見出されるが、特に日本で流行した」(『ブリタニカ国際大百科事典』より) という指摘は興味深い。

潮汐や風

あらゆる**自然**の力を用ひ尽すことから一足進んで
諸君は**新たな自然**を形成するのに努めねばならぬ
(後略) (p. 285)

引用の4行目の「自然(の力)」の具体例が1行上の「潮汐や風」であることはわかる。それでは、下線部の「新たな自然」とは何であろうか。これは非常に難しい問いのようである。というのも、卓抜な宮沢賢治論『言葉の流星群』の著者で、賢治と彼の作品に深い愛情と理解を示してきた池澤夏樹ですら、この箇所を誤読しているように思われるからだ。池澤は次のように述べる：

(前略) その前提には あらゆる**自然**の力を用ひ尽す
ことから一足進んで／諸君は**新たな自然**を形成するの
に努めねばならぬ という**技術主義的な**考えがある。
人間の足らぬ知恵で作った「新たな**自然**」がいかに貧相
で、現在のわれわれに災厄をもたらしているか、(後略)
(p. 154)

「新たな自然」は潮汐や風とは全く異なるものになるはずだが、少なくとも、池澤の言う「技術主義的な」自然ではない。筆者の解釈では、今回の考察における『スペクテイター』(519号)からの引用に即して言うならば、「新たな自然」とは“the Animal and Intellectual Nature”における後者、「知性的自然 (the Intellectual Nature)」のことである。これは、アディソン自身「不可視の世界 (the invisible World)」と言い換えているように、靈魂の領域、即ち、精神あるいは心の世界を指す。宮沢賢治は「新たな自然(の形成)」というフレーズの中に、生徒たちの「靈魂の向上進化」、わかりやすく言い換えれば、「精神あるいは心の鍛錬と成長」の願いを込めたのではないだろうか。実際、賢治の教えを受けた生徒(根子吉盛)の証言に次のようなものがある：

宮沢先生は、私たち生徒に、一次元から四次元までの話をしてくれたのですよ。一次元はただ真直に進むだけしかない世界。二次元は長さや幅のひろがりがある。三次元は縦、横、高さとなる。四次元は、もう人は飛ぶし、地下も走る、というようなことを話すのですね。(畑山博著『教師 宮沢賢治のしごと』p. 104)

そう、「人は飛ぶし、地下も走る」四次元の「自然」、即ち、形而上の「自然」こそが「新しい自然」になるはずだ。そうでなければ、この後に続く有名なフレーズ「新しい時代のコペルニクスよ／余りに重

苦しい重力の法則から／この銀河系統を解き放て」が意味的に繋がらないのではないか。また、さらに言い換えると、この連載エッセイで何度も繰り返して引用している鈴木大拙の名言“**I am in Nature and Nature is in me**”(自然の中に私がいて、私の中に自然がある)における、¹¹ 後半部分の「私の中の自然 (Nature in me)」、これが「新しい自然」である。生徒たちが、この「自然」の存在に気づき、これを大切に育むことを賢治は切に願っていたのだと筆者は信じたい。今回のアディソンのエッセイを精読したことで、宮沢賢治の「自然」にまで想いを馳せることになった。やはり、英語の“**Nature**”と日本語の「自然」は深い部分で緊密に繋がっている。(つづく)

引用文献

- Bond, Donald F. (1987 [1965]) *The Spectator*, Volumes I-V. Oxford: Clarendon Press.
- Lovejoy, Arthur O. (2001 [1936 and 1964]) *The Great Chain of Being: A Study of the History of an Idea*. Cambridge and London: Harvard University Press.
- Milton, John (2005 [1667]) *Paradise Lost* (with an Introduction by Philip Pullman). Oxford: Oxford University Press.
- 池澤夏樹 (2003)『言葉の流星群』角川書店(初版)。
- 畑山博 (1992)『教師 宮沢賢治のしごと』小学館ライブラリー(初版第1刷)。
- 宮沢賢治 (2018 [1991])『新編 宮沢賢治詩集(天沢退二郎編)』新潮文庫(50刷)。
- 村田和穂 (2020)「自然」の声を聴け—英米文学作品における“**Nature**”をめぐる—(1)序 『有明工業高等専門学校紀要』第55号, pp. 1-15.

¹¹ 拙論「「自然」の声を聴け(1)序」pp. 3-4 参照。鈴木大拙の言葉について、最初の「自然」は物質宇宙(可視世界)

のこと、後の「自然」は精神宇宙(不可視世界)のことを指す、と筆者は理解している。

研究活動概要

本校教員・技術職員の発表した論文・著書及び講演題目等については、researchmapの上で公開していますので、下記 URL にアクセスの上、閲覧願います。

(URL) https://researchmap.jp/researchers?institution_code=6696*

令和5年度 図書館運営室

- 室長 村田和穂（図書館館長／一般教育科）
室員 柳原聖（図書館副館長／人間・福祉工学系）
室員 鷹林将（環境・エネルギー工学系）
室員 鮫島朋子（一般教育科）

有明工業高等専門学校紀要

第59号（2023年度）

令和6年2月5日発行

編集 有明工業高等専門学校図書館運営室

発行 有明工業高等専門学校

〒836-8585 大牟田市東萩尾町150

電話（0944）53-8316

CONTENTS

<p>Report on the results of theme 6 of Exercises on Engineering I</p> <p>— Report on the results of students who chose science in the Department of General Education —</p>	<p>MATSUO Akihiro TAKATA Rintaro UEMURA Wakana GOTO Keita FURUKAWA Miya KOGA Minori IRIGUCHI Ayaka EGUCHI Tomoya KIMURA Satori TATEYAMA Motoki FUJIKI Noa YAMAMOTO Natsuki YOSHINAGA Aoi MORITA Keiichi</p>	<p>..... 1</p>
<p>Activity report on the event “Rikadoku” in collaboration with the city library</p>	<p>TAKEUCHI Norio INUI Tatsushi OISHI Shunichi</p>	<p>..... 13</p>
<p>Improvement of deeply understanding of heat treatment and material tests for steel in</p> <p>the engineering experiment for students</p> <p>— The educational effect of fracture surface observation with scanning electron microscope —</p>	<p>ISHIBASHI Daisaku MINAMI Akihiro SHINOZAKI Akira</p>	<p>..... 17</p>
<p>Report on second-year students’ study tour to Singapore in Ariake Kosen</p>	<p>TANIGUCHI Mitsuo SAMESHIMA Tomoko SAKAI Takeshi TAKEUCHI Norio TAKAMOTO Masahiro YAMASAKI Eiji MURAHATA Keisuke</p>	<p>..... 22</p>
<p>The correlation between feeding rates and academic grades in Taimei Dormitory at</p> <p>National Institute of Technology, Ariake College (1)</p>	<p>YAMASAKI Eiji NISHIYAMA Harutoshi INO Takuichiro</p>	<p>..... 26</p>
<p>Listen to the Voice of “Nature”</p> <p>— With Special Reference to “Nature” in English Language Literary Works — Paper Five</p>	<p>MURATA Kazuho</p>	<p>..... 30</p>