



国立研究開発法人科学技術振興機構協定事業 グローバルサイエンスキャンパス



未来を創る科学技術人材育成プログラム  
～筑波大学GFEST (Global Future Expert in Science & Technology)～

## 成果報告書

平成 26-29 年度

国立大学法人筑波大学



本報告書は、国立研究開発法人科学技術振興機構との実施協定に基づき、筑波大学が実施した平成 26 年度から平成 29 年度のグローバルサイエンスキャンパス未来を創る科学技術人材育成プログラム～筑波大学 GFEST (Global Future Expert in Science & Technology) ～」の成果を取りまとめたものです。

## 目次

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| I. 筑波大学 GFEST について                  | 1  |
| I. 1 筑波大学 GFEST の概要                 | 1  |
| I. 2 筑波大学 GFEST のコースについて            | 2  |
| I. 3 共通プログラムについて                    | 2  |
| I. 4 海外派遣について                       | 3  |
| II. 将来の国際的な科学者たち ～人材育成面での達成成果       | 4  |
| III. 受講生の募集と一次選抜                    | 6  |
| IV. 「将来国際的に活躍しうる傑出した科学者」を育てる教育プログラム | 7  |
| V. 受講生に対する評価手法の開発と実施                | 17 |
| VI. 受講生の活動成果 — 「数値目標」の達成状況          | 22 |
| VII. 効果検証とプログラム等の改善に向けた取組           | 23 |
| VIII. 開発手法や成果の他機関や社会的波及の取組          | 24 |
| IX. グローバルサイエンスキャンパスの実施体制            | 26 |
| X. 支援期間終了後の成果の把握、企画の継続・展開に関する取組状況   | 27 |
| XI. 大学としての事業の評価                     | 28 |
| 資料編                                 |    |
| 1. 育てたい人材像の育成要件と目標水準                |    |
| 2. 募集状況・実績を示す具体医的                   |    |

## I. 筑波大学 GFEST について

### I.1 筑波大学 GFEST の概要

#### GFEST の目指すもの

筑波大学 GFEST では、受講生一人一人の個性を伸ばしつつ、自主的探求能力・学習能力、科学的思考力を向上させ、将来、グローバルに活躍していく科学技術人材を育成することを目指している。

筑波大学は 2008 年に国立研究開発法人科学技術振興機構（以下 JST と略記）「未来の科学者養成講座」に採択されて以来、継続的に自主研究を行っている生徒の個別支援を行っている。また「科学の芽賞」を主催し、国内外で自主研究を行う小中高校生のモチベーションを高めている。これらの経験により、自主研究を行っている生徒には、研究テーマに合わせた専門家の個別支援が有効であることがわかっている。また、筑波大学は 2009 年に国際生物学オリンピックを開催し、日本生物学オリンピックや物理チャレンジを隔年で開催している。これらの知見から、その分野に秀でた生徒たちは、通常の学校の授業内容では飽き足らず高いレベルの科学講義を求めていること、同時に自分の興味のある科学の話を思う存分にできる仲間の存在も渴望しているなどの特性を熟知している。

筑波大学 GFEST では、上記のような生徒の特性を踏まえ、受講生 1 名に対し、チューター教員 1 名とティーチングアシスタント 1 名を専属で配置し、きめ細やかな個別支援を行った。また、2 ヶ月に一回、全受講生を対象とした共通プログラムを開催し、大学教員による最先端科学講義や科学的思考力を養うための講義を行うとともに、横のつながりの醸成を図った。

#### 生徒の目的と資質に合わせたコース設定

科学技術に秀でた生徒には 2 つのタイプがある。1 つは、自分の興味のあることについて研究を深めていくタイプ、もう一つは好きな分野について深く学び、科学技術オリンピックを目指すタイプである。2 つのタイプとも、科学技術への関心が高いことは共通しているが、求めている支援内容は異なる。

自主研究を行う生徒は、それぞれの研究についての専門的なアドバイスや研究のまとめ方などの支援を必要としている。一方、科学技術オリンピックを目指す生徒は、自分自身では行えない実験をすることや自身の興味のある分野についての深い学びを必要としている。そのため筑波大学 GFEST は自主研究を行っている生徒を対象とした「スーパーサイエンスコース (SS コース)」と科学技術オリンピックに挑戦する生徒を対象にした「科学トップリーダーコース (TL コース)」を設けた。

#### 質が高く幅広い分野の科学講義・実習

筑波大学 GFEST では二ヶ月に一度、受講生全員を対象とした共通プログラムを行っている。ノーベル化学賞受賞者の白川英樹名誉教授による化学実習や JAXA での小型実用衛星運営体験などは、受講生の科学への興味・憧れを高めるものとなっている。また、筑波大学芸術系の教員によるサイエンスイラストレーションの講義やプログラミング実習などで、21 世紀の科学技術を支えていく人材に不可欠なスキルの向上を図った。

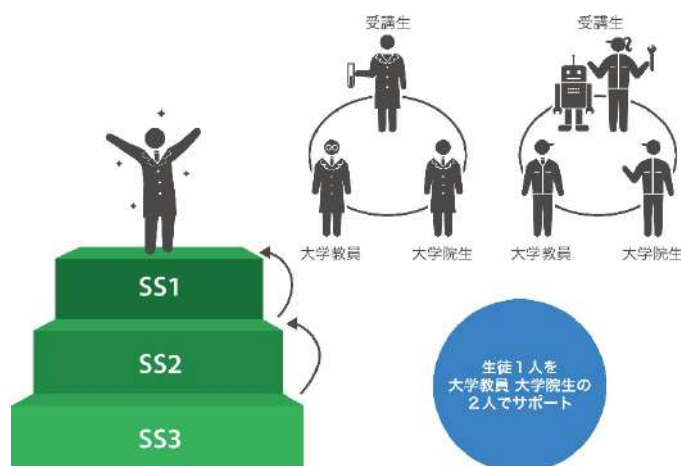
共通プログラム時には筑波大学教員による最先端科学講義も実施し、受講生の視野を広げるとともに、最先端の科学知識や研究方法についての理解を深めることとした。

## I.2 筑波大学 GFEST のコースについて

### スーパーサイエンスコース (SS コース)

SS コースは真に熱意があり、自主的探求能力と科学的思考力を持ち、高度で挑戦的な問題解決をめざす「グローバルな未来の科学者」の育成を目標とした。そのため、すでに研究を行っている生徒を対象とし、その研究実績を該当分野の大学教員が精査し、選抜する（一次選抜）。選抜後、生徒各自の研究テーマに即した筑波大学の教員および大学院生を専属で配置し、主にメーリングリストにより個別研究支援を行った。

SS コースは SS3⇒SS2⇒SS1 と昇格していくリーグ制となっており、選抜された受講生は SS3 生とした。一年後にポスター発表により、半数程度を SS2 生として選抜した（二次選抜）。さらに一年後に SS2 生を口頭発表により選抜し、数名を SS1 生とした（三次選抜）。



### 科学トップリーダーコース (TL コース)

TL コースは、特定科学分野への傑出した理解と興味をもち、その分野における幅広い知識やスキルの習得をし、将来的にその力を活かして、グローバルな視野を持って、様々な分野で活躍して行くリーダーの育成を目標とした。

TL コースは物理、化学、生物、地学・地理、数学、情報、工学の7分野に分けて募集を行い、科学技術オリンピック予選等の実績を考慮し、選抜を行った。

TL コースでは分野毎に大学において実習を行った。所属学校ではできない実験や実習を行うことで、その分野に関する知識とスキルを高めると同時に、大学の研究者等が各分野の最近の進展や最新の研究成果を解説する「特別セミナー」を行った。TL コースにおいても個々の受講生が主体的に学習・探究を進めるためのそれぞれの受講生の興味・関心に合わせたチューター教員とティーチングアシスタントを個別に配属した。



## I.3 共通プログラムについて

グローバルな視野を持つ科学技術人材には、英語力のみならず、論理的に考える力、わかりやすく伝えるスキル等も必要である。そのため「グローバルな視野を持つための基礎」を構築することを目的とした講義・実習を2ヶ月に一回開催した。筑波大学の特色を生かした芸術系の教員によるサイエンスイラストレーションの講義や、筑波研究学園都市の立地と連携関係をサイエンスツアーなどで、21世紀の科学技術を支えていく人材に不可欠なスキルの向上を図った。また「最先端科学講義」として、筑波大学の教員が

最先端の研究について講義する時間も設け、受講生が幅広い科学分野に目を向けるように促した。

#### **I.4 海外派遣について**

大学の研究室に高校生が入って研究を行うことは日本でも難しい。海外の大学において、日本の高校生が研究を行うには、言葉の問題や責任問題などもあることから、非常に実施が難しいのが事実である。そのため、筑波大学の海外協定大学として緊密な連携関係を結んでいるマレーシア日本国際工科院（MJIT）とタスマニア大学において、筑波大学 GFEST の海外研修を実施した。

## II. 将来の国際的な科学者たち ～人材育成面での達成成果

SS コースでは4年間で国際学生科学技術フェア(Intel ISEF)日本代表4名、TL コースでは科学技術オリンピックの国内本選出場者57名という非常に高い成果を上げることができた。JSTの開催する「グローバルサイエンスキャンパス全国受講生研究発表会」においてもGFEST受講生は非常に高い評価を受けた。

### 【SS コース】

国際学生科学技術フェア(Intel ISEF2017)

機械工学分野 2nd Place

国際学生科学技術フェア(Intel ISEF2015)

アメリカ園芸学会賞 3等

国際学生科学技術フェア(Intel ISEF2014)

動物科学分野 2nd Place

高校生科学技術チャレンジ(JSEC2016)

花王賞、審査委員奨励賞

日本代表として1名がIntel ISEF2017派遣

高校生科学技術チャレンジ(JSEC2014)

朝日新聞社賞、審査委員奨励賞

日本代表として2名がIntel ISEF2015派遣

日本学生科学賞中学生の部

内閣総理大臣賞受賞(SS1生)

入選1等(SS3生)

### ■グローバルサイエンスキャンパス全国受講生研究発表会での受賞結果

2017年度(筑波大学受講生3名発表。全発表件数44件。)

【文部科学大臣賞】筑波大学受講生

【科学技術振興機構理事長賞】大阪大学受講生

【審査委員長特別賞】筑波大学受講生、東北大学受講生

2016年度:受講生5名が発表し、全員受賞。(全発表件数53件、優秀賞数16件)

2015年度:受講生4名が発表し、全員受賞。(全発表件数42件、優秀賞数20件)

2014年度:受講生3名が発表し、全員受賞。(全発表件数34件、優秀賞数20件)

【TL コース】

国際情報オリンピック 2018 日本代表 1 名 特別参加選手 2 名

国際地理オリンピック 2015 日本代表・銀メダル 1 名

【本選参加者】

| 分野 | H26 | H27 | H28 | H29            | 合計 |
|----|-----|-----|-----|----------------|----|
| 物理 | 3   | 3   | 2   | <u>2</u> (OB3) | 10 |
| 化学 | 2   | 2   | 2   | <u>1</u>       | 7  |
| 生物 | 5   | 5   | 2   | <u>0</u>       | 12 |
| 地学 | 3   | 1   | 3   | <u>2</u>       | 9  |
| 地理 | 1   | 1   | 1   | <u>2</u>       | 5  |
| 情報 | 1   | 2   | 2   | <u>3</u>       | 8  |
| 数学 | 2   | 1   |     | <u>3</u>       | 6  |
| 計  | 17  | 15  | 12  | 13             | 57 |

また、GFEST 修了生のうち 4 名が海外トップ大学に進学した。(Yale 大学 1 名、Stanford 大学 1 名、Princeton 大学 2 名) 日本の大学進学者のほとんどは理系分野に進んでいるが、サイエンスイラストレーションに興味を持ち芸術系に進んだ修了生、国際関係の学部に進学した修了生もいる。



### Ⅲ. 受講生の募集と一次選抜

#### (1) 受講生募集の方針と選抜基準

SS コースと TL コースについては、大学教員が個別指導を行うことから、厳しく選抜を行った。SS コースにおいては、オリジナルな研究テーマを持ち、一定レベルの研究スキルを持っていることを必須とした。TL コースに関しては、国内科学技術オリンピックでの予選成績が上位 50%以上を基準とした。(資料:選抜時の採点表)

#### (2) 募集・一次選抜の具体的な取組・方法

募集に当たっては、県内高校および筑波大学附属の高校へのチラシの配布を行った。また、茨城県教育委員会と共催で行った「茨城県高校生科学研究発表会」において、全参加者（約 500 名）に対して、GFEST のチラシおよび説明書を配布した上、参加高校の教員を対象にして、GFEST の募集説明を行った。このほか、GFEST のウェブサイトはもちろん筑波大学のウェブサイトでも募集について掲載した。

一次選抜については、応募資料（SS コースは研究実績のわかる資料。TL コースは科学技術オリンピックへの取り組みがわかる資料。2 コース共通として応募動機等を記載する応募申請書。）を各学類の教員が複数名で審査する書類審査とした。SS コースの選抜にあたっては、単に資料をまとめただけのものについては、研究とは認めず、自分なりにテーマをもって、実験・観察を行っている生徒を選抜した。TL コースでは、科学技術オリンピックの国内予選成績を応募時に提出することとした。

#### (3) 選抜結果と選抜した受講生の能力・資質特性

SS コース、TL コースについてはそれぞれのコースにあった生徒を選抜できた。SS コース生は、個性的かつ研究熱心な生徒が多く、TL コースは成績優秀で学校ではリーダーシップを発揮していると考えられる生徒が多く集まった。これは、ISEF に行く生徒と科学オリンピックに生徒の資質特性とも合致していた。

#### IV. 「将来国際的に活躍しうる傑出した科学者」を育てる教育プログラム

##### (1) プログラムの全体像

SS コースについては、科学者を目指す生徒を選抜し、育成することを目的とした。一方、TL コース生については、産官学でグローバルに活躍していくトップ人材を育成することを目的とした。両コースともに、選抜後は、受講生の研究テーマ、学修テーマに合わせて、個別に大学教員と大学院生を配属した。これにより、独りよがりな研究・学修になることなく、学術的に正しい方向に導くことが可能になった。TL コースでは、分野ごとの特別実習も行い、実験スキルの向上・当該分野の深い知識等を身につけるようにした。

筑波大学 GFEST は 500 名以上の高校生に参加する「つくば科学研究コンテスト」を開催してきたが、教科書に載っている実験をなぞっただけのものや、独自のテーマによる研究でもコントロールが適切にとられていないといった研究が多く見られた。日本の高校教員には大学院修了者が少なく、研究経験がない場合がある。そのような教員が、適切に研究指導をできるとは考えにくく、高校教員のための指導で優れた研究を行うには、限界がある。Intel ISEF で入賞する海外の高校生の多くは、専門家の支援の下で研究を進めている。

これらのことを考慮すると、SS コースの個別研究支援は「将来国際的に活躍しうる傑出した科学者」を育てるには、非常に優れたプログラムであり、その結果、JST 全国受講生発表会等でも高く評価される受講生の育成に繋がったと考える。

##### (2) 国際性付与の方針

GFEST 受講生は、海外大学を目指している生徒から、中学一年生で英語の勉強を始めたばかりの生徒まで、英語のレベルが様々ではない。GFEST では、一人一人の英語レベルに合わせたオンライン英語プログラムを用意している。これはベネッセに委託して行っているものであるが、内容については、科学に特化することにしており、科学に関心の高い GFEST 生にとっては英語が苦手であっても取り組みやすいものとなっている。

英語プログラム終了後のアンケートでは「"Academic English in Science and Technology"で科学技術をはじめ理科系諸分野に関する英単語を学ぶことができ、様々な話題に触れることができた。専ら数学や科学技術関連ぐらいにしか興味を向けていないので、それ以外の分野のテーマについて知る機会を持ててとても良かった。」「週一という頻度で、また、普段の学校の英語や英会話の授業とはまた少し違った授業になっているのが、非常に良かった。グローバル化が進む今、自分の学校でも様々な方法で英語を話す力を身につけようとしているが、Skype のレッスンのように長時間海外の人と二人だけで話すことはほぼないので、貴重な体験をさせてもらいとても感謝している。」「一番いいのが、Skype で実際にネイティブスピーカーの人たちと話せることです。また、毎回の講義も科学に絡めてあるので面白いです。」といった意見に見られるように、受講生にとって有意義なものだったことがわかる。

「先生たちが皆優しく丁寧に教えて下さるので、毎回の Skype レッスンには特に、楽しく分かりやすく学ぶ事ができ、結果的にその、全てが英語での会話によって英語力は確実に伸びたと思います。また、予習としてビデオレッスンを受けることによって定着しやすくなっていたと思います。」というように、動画による自主学習の後に、Skype を通して講師とマンツーマンで話すプログラムとなっていたことも、受講生には非常に好評であった。

国際性付与に当たっては、英語を話すことだけではなく、相手にわかりやすく伝えるスキルの向上も大切だと考え、「アカデミックコミュニケーション」についてもオンラインマンツーマン講義を行うとともに、ロジカルシンキングの講義、そして論理性を身につけるためのプログラミング講義・実習を取り入れた。

海外研修は、志望動機書、共通プログラムのレポート、月次報告書及び英語力により志望者の中から選抜を行った。筑波大学の海外連携大学において、研究室で実験を行い、結果をまとめてプレゼンテーションするという高校生にとってはハードルの高い研修であったが、4回の海外研修いずれにおいても、質の高いプレゼンテーションと現地教員・大学院生との質疑応答が行われた。海外研修後のレポートの中の一例を紹介する。

「現在はさまざまな英語教材があるので、日本にいながらアカデミックで実践的な英語を学ぶことも可能ではある。しかし、ただ学ぶのと、現地で実際に使ってみるのとの間では大きなギャップがあると痛感した。「英語を学んだ」ことに満足するのではなく、その先を見据える必要がある。その好例が今回のマレーシア訛りの英語である。マレーシアの人にとっては、私の英語も日本訛りで聞き取りにくかったはずだ。少し考えれば、世界中で話されている英語だからこそ、地域ごとの個性が出てくるとわかるはずだが、日本で見聞きした英語がすべてだと思い込んでいた私は、その個性にとっさに対応できなかった。今後はもっと幅広い視点から英語に向き合っていきたい。

そして、もうひとつ私が見落としていたことがある。科学自体が世界共通の言語だという事実である。英語だけではなく、ときには化学式、写真や図さえも、外国人との交流ツールになり得るのだ。このことに気づいてから、研究室におけるコミュニケーションは円滑に進むようになり、研究員とも交流を深めることができ、科学を通した国際交流の可能性の大きさを実感することとなった。英語というツールにこだわることなく、様々な視点で国際交流を試みる姿勢も大切であろう。」

### (3) 講座の具体的な内容（各講座要素の活動の具体的事例）

共通プログラム時の例をいくつか紹介する。

#### ①サイエンスイラストレーション

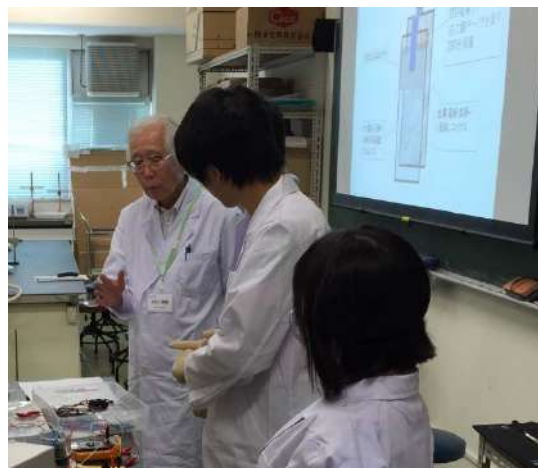
「PowerPoint による理系学生・研究者のためのビジュアルデザイン入門」の著者である筑波大学芸術系の田中佐代子先生に、発表資料（ポスター、スライド）の基本的なデザインの方法を講義いただいた後、事前に渡しておいた GFEST 生の資料を修正したものを提示していただいた。修正前と修正後では明らかに見た目が異なり、同じ内容でも伝わりやすさが全く異なることを実感できる講義となっている。



## ②化学実習「導電性高分子を使った二次電池の作製」

白川英樹先生に講演いただいた後、実際に導電性高分子を合成し、導電性を確かめ、二次電池としての機能を調べる実験を行った。

高校の化学の教科書に載っている白川先生に直接ご指導いただくことは、高校生にとって非常に大きな刺激となる。また実験内容自体も、高校では扱わない内容であるが、中学生高校生でも、工夫しながら進めることのできる内容となっており、楽しそうに実験を行っていた。



## ③最先端科学講義「映像と物質」

マスメディアに頻繁に登場する落合陽一先生の講義はGFEST 生にとって非常に刺激的だったようだ。同窓会でも「GFEST の共通プログラムで落合先生の話聞いてから、著作を全部読むようになった」という声が複数名から出た。受講後のレポートは下記のようなものであった。

「今回、初めて情報分野の最前線の話聞く機会となった。今の私にとっては、専門的なことは分からないが、先生の講義を聞いて、コンピューターやメディアは人間が作り出したものであり、一種の「ネイチャー」とであると言えるのかもしれないと思うようになった。



このように考えると、新しくこの世にはないものを人間が作り出したとしたら、それはある意味「進化」と言えるのではないだろうか。人々は日々、進化していると言える。生物たちは、進化がおきる原因や自分が進化することを決めた要因をわかってから進化しているわけではない。人間もこれと同じであるとする、新しくものを作り出した時に並行してその仕組みや構造の証明をする必要がないのかもしれない。生物学者や地球学者は、進化が起きてから数十万年以上経ってから、その仕組みを解明しようとしている。しかし今もなお、わかっていないことだらけであると言える。今までの技術は、「原因の証明」が追いついていないのかもしれないが、現在、人間はそれを越えようとしているのではないかと先生の講義を聞いて強く思った。生物の進化の解明のように人間の技術の証明も長い年月が必要となるのかもしれない。

だからと言って、技術の証明をする必要がないわけではないはずだ。人間の技術を一種のネイチャーであるとする、今後は自然界のものを解明する「科学」と新しいものを発明する「技術」の二つの側面からサイエンスを展開していくべきではないだろうか。今回の講義は、私にとって今後の科学や技術のあり方について、改めて考える良い機会となったと思う。」

## (4) 一次選抜者の育成状況

TL コースは一次選抜のみであるが、分野ごとの特別実習やメーリングリストでの個別支援を通して、それぞれの学びを深めた。その結果、科学技術オリンピックの国内本選への出場者が計画よりも大幅に多くなった。

SS コースの一次選抜者である SS3 生は、チューター教員、TA の支援の下、それぞれの研究を行い、約半

数が二次選抜を通過した。

#### (5) 二次選抜の実施と二次選抜者の育成状況

二次選抜者である SS2 生は高校生科学技術チャレンジや日本学生科学賞に挑戦する生徒が多い。Intel ISEF はすべて三次選抜を経て SS1 生になった生徒であり、選抜が適切に行われていることがわかる。

#### (6) 海外研修活動とその成果

受講生の中から、希望者を志望動機書、それまでの共通プログラムの出席率、レポート提出率及び英語力により選抜し、海外研修に参加させた。研究室にグループ単位で配属するため、筑波大学と緊密な連携関係のあるマレーシア日本国際工科院 (MJIT) とタスマニア大学での隔年開催とした。

### ■平成 26 年度

平成 26 年度は受講生 16 名を選抜し、マレーシア日本国際工科院 (MJIT) の研究室での研究体験を実施した。1-3 名を各研究室に配属し、MJIT の教員・大学院生の指導の下、研究体験を行うこととした。生命環境系の研究室では、「マレーシアでしかできない研究をさせたい」ということで、フィールドワークを行っていただいた。最終日は、MJIT の教員・大学院生の前で英語でのプレゼンを行った。

帰国後、英語でレポートを書かせるとともに、共通プログラムでグループ毎に MJIT での研究について英語での発表をさせた。

「マレーシア研修では、現地の文化に触れるとともに、海外で科学することそのものを学びました」「海外へ初めて行き、英語を話す、しかも大学で学んでいる方と科学的な話題についてコミュニケーションをとることができたのは、英語で話すときの自信になりました」等の感想文から分かるように、海外の研究室で研究を行ったことは受講生にとって非常に大きな自信になったと同時に、科学への想いを一層強くしたと考えられる。

### 研修目的

自らの研究・学習内容を英語で伝えることを通して、コミュニケーションスキルの向上を図る。また、海外大学の研究室にて教員や大学院生の指導の下、研究体験を行うことにより、科学に対する興味と理解を深化させるとともに、異文化についての理解を深める

### 配属先一覧

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Intelligent Dynamics and Systems Lab                  | 1 名 |
| Engineering Vehicle System Research Lab               | 2 名 |
| Embedded System Research Lab                          | 1 名 |
| Centre for Artificial Intelligence & Robotics (CAIRO) | 3 名 |

|                                                                |                 |
|----------------------------------------------------------------|-----------------|
| Metabolic Engineering and Molecular Biology<br>Research Lab    | 6 名<br>(3 グループ) |
| Center for Lipids Engineering Applied Res Lab<br>(CLEAR) (EGT) | 3 名             |

## スケジュール

|                 |             |                                                                       |
|-----------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 3 月 31 日<br>(火) | 09:00-09:30 | 開講式<br>1. Rubiyah 院長挨拶&MJIT 紹介<br>2. 受講生代表挨拶<br>3. 教員紹介<br>4. 受講生自己紹介 |
|                 | 09:30-16:30 | 各研究室に分かれて活動                                                           |
| 4 月 1 日<br>(水)  | 09:00-16:30 | 各研究室に分かれて活動および発表準備                                                    |
| 4 月 2 日<br>(木)  | 09:00-10:00 | 各研究室にて発表準備                                                            |
|                 | 10:00-11:30 | グループ別発表<br>(各グループプレゼン 10 分程度+Q&A 5 分)                                 |
|                 | 11:30-12:00 | 閉講式<br>1. 小林先生総評<br>2. 指導教員講評<br>3. 受講生代表挨拶<br>4. 記念撮影                |
|                 | 12:00-13:00 | 昼食会 (farewell party)                                                  |
|                 | 13:30-16:00 | 森林研究所(FRIM) 見学                                                        |

## 研修の成果

1-3 名のグループに分けて、研究室に配属し、ほぼ一対一で大学院生から実験指導を受けることとし、流暢であるかどうかに関わらず、英語でコミュニケーションをとらざるを得ない状況とした。結果的に、海外に行くのが初めての生徒を含め、全員が、英語にて発表を行った。このことは、彼らに自信を与えるとともに、英語で話すことへの障壁を取り除くこととなった。

各研究室での研究体験では、一人ひとりが実験を行い、データを分析し、結果をまとめた。工学系の研究室では、音の可視化や、エンジンの燃焼効率の実験を行った。生物系の研究室では、海岸等で土壌を採集し、土壌微生物の同定を行った。また、環境ツーリズムについて現地の公園にてインタビュー調査を行った生徒もいた。化学系の研究室では、ショウガ抽出物が、抽出温度や圧力でどのように変化するかを実験した。

これらの実験・観察は、通常の学校で行う「結果が分かっている」ものではなく、自分たちの得たデータを分析・解析した上で、結果を導かなければならない。この経験により、受講生たちは「研究するとはどういうことなのか」を実感できた。

また、MJIT ははじめマレーシアの大学では女性教員が非常に多い。このことは、特に女子生徒にとって、印象的なことだったようだ。

## ■平成 27 年度

平成 27 年度は、タスマニア大学にて研修を行った。昨年同様、共通プログラムのレポート、月次報告書、海外研修志望書、および英語プログラムの成績により 11 名を選抜した。

タスマニア大学では、それぞれの研究・学習テーマに合わせ、2-4 名のグループに分かれて研修を行った。GFEST プログラムリーダー、コーディネータのほかに工学系の教員 1 名および大学院生 1 名、大学生（GFEST 修了生）1 名の 5 名がそれぞれのラボに付き添った。

### 配属先一覧

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| Dr. Jason Smith, Physical Chemistry     | 3 名 |
| Dr. Greg Jordan, fossils and plants     | 4 名 |
| Dr. Ashley Edwards, lizards and biology | 2 名 |
| Dr. Jason Lavroff, Engineering          | 2 名 |

### スケジュール

|                 |              |                                                                       |
|-----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 3 月 23 日<br>(水) | 18:00-20:00  | タスマニア大学 Prof. Wilson と会食。                                             |
| 3 月 24 日<br>(木) | 9:00 - 22:00 | タスマニア大学の研究室で、グループごとに研究体験。<br>研究結果のとりまとめ。                              |
| 3 月 25 日<br>(金) | 9:00 - 22:00 | フィールドトリップ：<br>Bonorong Wildlife Sanctuary, Mt. Wellington<br>研究発表の準備。 |
| 3 月 26 日<br>(土) | 9:00 - 11:00 | グループごとの研究発表。                                                          |

### 研修の成果

研究体験においては、各ラボで大学院生も加わって指導してくれたため、ほぼ一対一対応となり、昨年同様、流暢であるかどうかに関わらず、英語でコミュニケーションをとらざるを得ない状況であった。研究発表までの時間が短かったのにも関わらず、それぞれのグループの発表は、適切にまとまっていた上、質疑応答も含め、全員が英語で行った。GFEST 生の資質の高さおよびモチベーションの高さを実感した。

タスマニアということで、動植物も日本とは全く異なる。生物系の生徒にとってのみならず、物理系の生徒にとっても、フィールドトリップでの体験は貴重だったようだ。

今回は、SSH の研修にも同行することが多いという添乗員が同行していたが、「これまでであったことないレベルの生徒さんたちであった。研究発表も、SSH 校だと、単なる感想で終わることが多いが、GFEST の生徒さんたちは、自分たちの研究発表を行い、現地の先生の質問にも答えるなど、全く違った。」とのことであった。

## ■平成 28 年度

12 名の受講生を選抜して、平成 26 年度同様、マレーシア日本国際工科院で研修を行った。3 名ずつ 4 つのグループに分かれて実習を行った。

### 配属先一覧

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Shizen Conversion & Separation Technology (SHIZEN) Research Lab           | 3 名 |
| Embedded System (ES) Research Lab                                         | 3 名 |
| Metabolic Engineering and Molecular Biology Research Lab                  | 3 名 |
| Wind Engineering for (Urban Artificial Man-made) Environment Research Lab | 3 名 |

### スケジュール

| 月 日             | 時 間         | 行 程                                                           |
|-----------------|-------------|---------------------------------------------------------------|
| 3 月 20 日<br>(月) | 09:00-09:30 | 開講式<br>1. 院長挨拶&MJIT 紹介<br>2. 受講生代表挨拶<br>3. 教員紹介<br>4. 受講生自己紹介 |
|                 | 09:30-16:30 | 各研究室に分かれて活動                                                   |
|                 | 18:00-      | 夕食@レストラン (学内) Scholars-inn 泊                                  |
| 3 月 21 日<br>(火) | 09:00-15:00 | 各研究室に分かれて活動および発表準備                                            |
|                 | 15:00-17:00 | グループ別発表 (各グループプレゼン 10 分程度+Q&A 5 分)                            |
|                 | 17:00-      | 閉講式<br>1. MJIT 学部長総評<br>2. 指導教員講評<br>3. 受講生代表挨拶<br>記念撮影       |
|                 |             | Farewell Party@レストラン (学内) Scholars-inn 泊                      |
| 3 月 22 日<br>(水) | 09:00-17:00 | フィールドトリップ (セランゴール)                                            |
|                 | 19:00-19:30 | クアラルンプール空港到着                                                  |
|                 | 22:50       | クアラルンプール発 JL724 機中泊                                           |

### 研修の成果

平成 26 年度と同様に、1-3 名のグループに分かれてラボに配属されたので、「全員がそれぞれ、MJIT の教員および大学院生と話さざるをえない」状況となった。英語でのプレゼンテーションの準備はどのグル



ープも苦労したようだが、そのかいあって、非常によくできていた。高校生が英語のプレゼンテーションを準備期間一日で行うというのは、大変だったと思うが、この経験は彼らの自信にもつながったようだ。

## 受講生の声

「まず初めに学生が受けているのと同じ授業を後ろからながめさせてもらいました。GFEST で受けた物理講習よりも何段階か難しい内容で、あとで尋ねてみたところ日本では大学4年でやるかやらないかの内容を大学2年の生徒が学んでいるということで驚きました。

次に僕は教授の部屋や実験室に案内してもらい、少し見学をさせてもらいました。化学工学という分野の研究室だったのですがこの分野がどういったものなのかという説明もしていただき非常に勉強になりました。

そしてスライドで発表をした表面張力の計算についてです。

あのテーマは教授が僕らが事前に送った僕の自己紹介シートをもとに考えてくださったテーマで、これを聞いたときは感動しました。

あとは教授たちに教えてもらいながら計算をしてスライド、発表原稿をまとめました。

丁寧に指導していただいたおかげで僕はしっかり理解しスライドを作ることができました。

肝心の発表ですが教授たちはいい発表だったとほめてくださいましたがもう少しだったと僕は思いました。僕個人の話だとやっぱり英語が弱いところが問題であると思いました。わかりやすい単語が選べなかったり、式や用語の説明ができなかったりしました。教授たちにあんなに協力してもらったのにもったいなく申し訳ないことをしたと思いました。

でも僕は今回自分の研究テーマについて深めることができ、また英語がどれほど大事であることを理解することができました。お世話になった教授や班員などに深く感謝しています。素晴らしい研修をどうもありがとうございました。」



## ■平成 29 年度

11 名の受講生を選抜して、平成 27 年度同様、タスマニア大学で研修を行った。

### 配属先一覧

|                     |     |
|---------------------|-----|
| Physical Chemistry  | 3 名 |
| Biological Sciences | 2 名 |
| Engineering         | 3 名 |
| Computer Gaming     | 3 名 |

### スケジュール

|                 |             |                                                           |
|-----------------|-------------|-----------------------------------------------------------|
| 3 月 23 日<br>(金) | 17:00       | 成田空港集合                                                    |
|                 | 19:20       | 成田空港発 QF-080                                              |
| 3 月 24 日<br>(土) | 08:00       | メルボルン空港着 乗り継ぎ                                             |
|                 | 12:40       | メルボルン空港発 QF-1503                                          |
|                 | 15:00       | ホバート空港着～専用バスで移動                                           |
|                 |             | 夕食@Wrest Point                                            |
| 3 月 25 日<br>(日) | 09:00-17:00 | フィールドトリップ<br>Bonorong Wildlife Sanctuary & Mt. Wellington |
|                 | 17:30-19:45 | 夕食@Wrest Point                                            |
| 3 月 26 日<br>(月) | 09:00-16:00 | タスマニア大学での研修                                               |
|                 | 18:00-19:00 | 夕食@Wrest Point                                            |
| 3 月 27 日<br>(火) | 09:00-10:00 | 研究発表                                                      |
|                 | 10:30-12:00 | タスマニア大学視察                                                 |
|                 | 12:00-13:30 | ランチ&専用バスで移動                                               |
|                 | 13:30-15:00 | Grote Reber Museum                                        |
|                 | 15:00       | 専用バスで空港へ移動                                                |
|                 | 17:15       | ホバート空港発 QF-1508                                           |

### 研修の成果

今回は英語がよくできる受講生が多かったため、「彼らに頼ってしまうことが多いのでは？」と危惧していた。しかしながら、タスマニア大学のスタッフは非常に親しみやすく、受講生たちの英語を聞き取ってくれようとしていた。英語がそれほど得意でない受講生たちも、タスマニア大学の教員や大学院生と積極的にコミュニケーションを取っていた。

### 受講生の声

「One of the most important factors that made my visit enjoyable was that I was able to spend the time with a group of students, that like me, enjoy studying science. It was a

unique experience to stroll the streets of Hobart, cracking jokes about Leibniz numbers, photosynthesis, and a street that smelled suspiciously like hydrogen cyanide. I was also able to listen to students from disciplines that I have not studied in depth, like biology or ICT, allowing me to broaden my perspectives on a number of topics.]

「BONORONG wildlife sanctuary は大変勉強になった。私の学んでいることは情報や工学だが、最近の研究では動物の動きを模したロボットの研究が活発であったり、動物の脳神経や筋肉を使う研究があったりする。このように近年では工学と生物という分野を超える最先端の研究が注目を集めているのだ。加えて私は研究するほどではないが動物がとても好きだ。私が特に興味深いと感じた動物をここでは上げたいと思う。オーストラリアにしかないウオンバットは有袋類である。彼らは穴を掘り生活するため有袋類の中でも珍しく袋が逆に配置されているのだ。驚くべきところはここだけではない。彼は丸い見た目とは裏腹に最高時速 40 km/h で突進してくるのだ。また彼らのお尻のなかには大きい軟骨が入っていて神経が通っておらず、肉食獣に襲われた時も穴からお尻だけを出し住みかを守るらしい。それでもしつこく食らいつく場合はその大きな軟骨を使い肉食獣の頭蓋骨を砕くのだ。一見可愛らしい外見だが、その中に隠された圧倒的な機能性に素直に驚かされた。」

「私は Computer Gaming ラボでのソフトウェア開発に関するプレゼンを行いました。講義もプレゼンも全て英語で行われ、海外で学ぶということの厳しさを実感させられました。また、英語に自信がないと話せなくなってしまいがちですが、何とかしてお互いを理解したいという強い思いを持つことも大事だと気づかされました。」

ほとんど眠らずに一晚でプレゼンの準備をしなければならなかったのは大変でしたが、TA の方から PowerPoint でのスライドの作り方や発表の仕方などを指導していただいたのでとても良い勉強になりました。TA の方には夜遅くまでつき合ってください、感謝しています。」



## V. 受講生に対する評価手法の開発と実施

### (1) 育てたい人材像と育成したい能力・資質に照応した「評価基準」の開発

- ・ SS コースはすでに自主研究の実績のある生徒、TL コースは科学技術オリンピックに挑戦をしている生徒を対象として募集した。
- ・ 一次選抜は書類選抜とし、志望動機書に加えて SS コースの場合は自主研究資料、TL コースについては予選成績を加味して選抜した。

#### ■SS コース書類選抜基準

|      |                                                                        |        |
|------|------------------------------------------------------------------------|--------|
| 研究実績 | 調べ学習にとどまらず、自分で課題を発見し、仮説を立て、それを解決するための実験や観察等を行っているか？（課題発見力、課題設定力、課題解決力） | 10 点   |
| 志望動機 | GFEST に入ってやりたいことが明確か？                                                  | 10 点   |
| 文章力  | 志望動機書等の文章は明解であるか？                                                      | 5 点    |
|      |                                                                        | 計 25 点 |

#### ■TL コース書類選抜基準

|      |                                                                                   |        |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 実績   | 科学技術オリンピックの国内予選成績<br>上位 10%以内 10 点<br>上位 30%以内 7 点<br>上位 50%以内 5 点<br>受験していない 0 点 | 10 点   |
| 志望動機 | GFEST に入ってやりたいことが明確か？                                                             | 10 点   |
| 文章力  | 志望動機書等の文章は明解であるか？                                                                 | 5 点    |
|      |                                                                                   | 計 25 点 |

## ■SS コース評価

未来の科学者の育成を図る SS コースは、昇格審査により研究者としての資質を評価している。SS コースの昇格審査においては、下記の 3 者によるトリプル評価を行った。

- ・ 生徒それぞれを指導している個別チューター教員
- ・ 全体を見ているコーディネータ・サブコーディネータ
- ・ 昇格審査当日の研究発表をみる研究発表審査員

### SSコース：二次選抜（昇格審査）

#### 多面的な観点での判断

チューター教員：専門的な知識、スキル、熱意

+

昇格審査審査員：研究内容、プレゼン能力

+

GFESTコーディネータ：熱意、研究遂行能力

SS2からSS1への昇格の場合、一回の発表のみを見た審査員では、研究の深化がわからない。  
チューター教員のための判断では、相対評価が分からない。

### 昇格発表審査 審査表

| 評価項目                              | 評価内容                                                                                                    |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 研究テーマが自分のものになっているか？            | 研究のきっかけは保護者や教員からの助言であったとしても、それを自分のものとし、自らの考えに基づいて実験・観察しているかどうかを重視し、評価する。                                |
| 2. 実験・観察を科学的に組み立てることができているか？      | 科学的思考力や自分で研究を企画する能力を評価する。                                                                               |
| 3. 自分が行っている実験・観察の意味を理解しているか？      | 仮説を立て、実験・観察を行い、その結果をもとに新たな実験・観察を行っているか、考察はできているかを評価する。                                                  |
| 4. この先どのように実験・観察をしていけばよいかわかっているか？ | これまでの研究結果に基づいて、新たに表出する疑問を見つけ出し、それを解明するために行動をおこし、解決方法を見つけることができる能力があるか。またそのために、問題発見・解決能力と情報収集・解析能力を評価する。 |
| 5. 研究に対する熱意                       | 熱意なくして研究活動を発展・継続していくことはできないことから、自分の行っている研究への熱意を評価する。                                                    |
| 6. 今後の期待度                         | 発表や質疑応答を通してのコミュニケーション能力や科学的思考力から、科学者として伸びていく可能性を評価する。                                                   |

・ 各 5 点 30 点満点

## ■TL コース評価

グローバルリーダーの育成を図る TL コースでは、年に 3 回、大学の研究室での実習を行い、それぞれの受講生の資質をさらに高めている。この際に、教員や TA から直接指導および評価を受けると同時に、レポートを作成させ、評価を行った。

また、月次レポートで毎月、学習の進捗具合を報告し、それについて受講生専属の TA がアドバイスとコメントを行った。

## ■2 コース共通

共通プログラム時に必ずレポートを書かせ、受講生専用システムから提出させることで「ポートフォリオ化」している。自分の提出したレポートの変遷が確認できる。また、レポートは p30 に示した基準で講義を行った教員もしくはその教員の研究室の大学院生が評価する。

月次レポートで毎月、研究の進捗具合を報告し、それについて受講生専属の TA がアドバイスとコメントを行った。

### 月次レポートテンプレート

| GFEST TL コース 月次レポート |       |    |  |
|---------------------|-------|----|--|
| 2017 年 7 月分         |       |    |  |
| 受講生番号               | ex    | 氏名 |  |
| 学校名                 |       | 学年 |  |
| TL コース分野            | 例) 生物 |    |  |

1. GFEST TL コース受講生として、今月、どのような学習を行い、どのようなことを学んだか記載してください。
2. 今月、予定していた目標をどの程度達成できたか記載してください。
3. 今後改善するべき点や問題点があれば記載してください。
4. 来月の学習の目標と計画をできるだけ具体的に記載してください。

### 共通プログラムレポートテンプレート

| 「タイトル・自分なりのタイトルをつけましょう」 |                    |
|-------------------------|--------------------|
| 受講生番号                   | ex                 |
| 氏名                      |                    |
| 学校名                     |                    |
| 学年                      |                    |
| GFEST コース               | 例) 科学トップリーダーコース 生物 |

本文ここから (MS 明朝体 10.5 ポイント)

内容に含めること

- ・講義内容のまとめ (400 字程度)
- ・講義を受講して自分が考えたこと (400-600 字程度)

レポート提出は、皆さんの文章力を鍛える目的もあります。研究者になるにせよならないにせよ、文章を書ける力と言うのは、大学でも社会に出て必須です。文章がうまくなるにはトレーニングが必要であり、GFEST のレポート提出はそのトレーニングの一つです。下手でも構いません。「文章を書く」ことが大切です。

・「講義内容のまとめ」を 400 字程度で書く理由は、「話を自分なりにまとめる力」をつけるためです。講義の中で自分が一番大事だと思った点について、書くのもいいですね。箇条書きはダメ。文脈を作ることが大切!

## (2) 評価の実施結果と課題

### ■SS コース

SS3 生と SS1 生では、研究遂行力、科学的思考力に明らかな違いがある。年齢が上がったということもあるが、発表を繰り返す中で、気づきを得て、自分の研究を深めていくことができるようになり、結果的に研究レベルが上がっていく。これまで ISEF に出場したのはすべて、SS1 生であり、適切に評価が行われていたと考えられる。

### ■TL コース

TL コース生の評価は共通プログラムのレポートおよび最先端研究体験のレポートで行った。



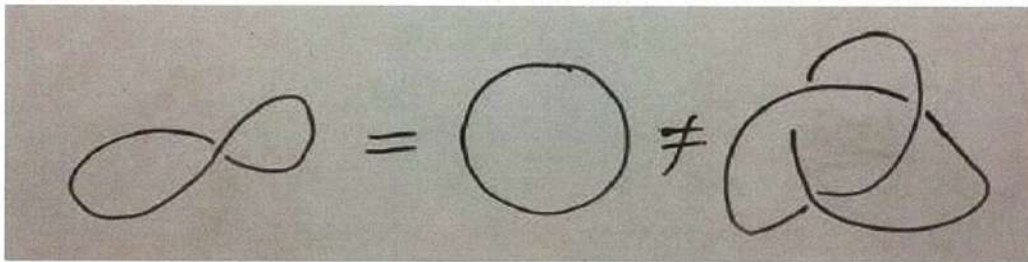
## 結び目理論

<結び目とは>

結び目とは、空間内の一本の紐の両端を繋いで輪にしたもののことである。

<同値な結び目>

二つの結び目が同値であるとは、それらの結び目を切ったりせずに連続的な変形で互に移り合うことである。

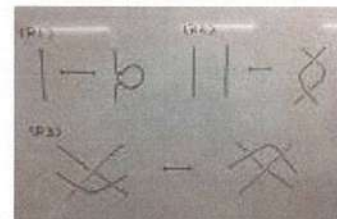


結び目理論では

- ・与えられた二つの結び目が同値か否かを判断する
  - ・与えられた結び目が自明（ほどける）かを判断する
- などを考える。

<定理（ライデマイスター変形）>

二つの結び目が同値であることと、それらの図式が(R1)~(R3)で移り合うことは同値である。（証明が難しいので、今回は認めることにした。）



TL コース生には科学技術オリンピックへの参加を促した。4年間で、予選参加者数 88 名、国内本選参加数 57 名、日本代表 4 名（うち 2 名は日本開催による特別参加）を輩出した。

### ■共通プログラム及び月次レポート

月次レポートおよび全コース共通で行っているレポートについては、「最初は書くのが大変だったが、何度書き続けているうちに、書くということになれてきた」と言う意見が多く、文章力のトレーニングとしても、優れていると考える。

一方で、通常の学校とは違い、レポート提出とその評価については、成績等に関係はないため、受講生にとってフィードバックがどこまで有効なのかと言う疑問は残る。

#### (3) 評価結果に基づく受講生へのフォロー指導

月次レポートについては TA が必ずコメントをした。また共通プログラムのレポートについては、講義を行った教員もしくは教員の研究室所属の大学院生が採点、コメントすることで、受講生に誤解や知識の不足があった場合には、修正した。

B  
天野

「導電性高分子を使った二次電池の作製」

実験中に、この電池の性質を調うことができた。  
その結果、充電と放電の時間がほぼ同じであることがわかった。

|           |  |
|-----------|--|
| 受講生番号     |  |
| 学校名       |  |
| GFEST コース |  |

【目的】

- ・導電性高分子を合成する
- ・合成したポリアニリンの導電性を調べる
- ・二次電池としての機能を知る
- ・二次電池の性能を測定する

200ml

【方法】

1. ITO ガラス板上でアニリンの電気化学重合(負:ニッケル板・正:ITO ガラス板)

200ml のビーカーに電解液(酸性水溶液)100ml を入れ、印加電圧 0~2V の間で周期的に変化させる。重合時間は 5 分程度。5 分後生成したポリアニリンをセロハンテープにはがし取り紙枠にはる。その後、トオル君で通電テストを行う。

2. チタンメッシュ上でアニリンの電気化学重合(負:ニッケル板・正:チタンメッシュ)

印加電圧 2.5V、重合時間 1 分。重合後放電実験、充電実験を行う。

3. 負極を変えて充放電実験

負極をニッケル板から亜鉛板に変えて行う。印加電圧 2V、30 秒とした。

【結果】

ITO ガラス板上でアニリンの電気化学重合を行い、ポリアニリンを生成することはできたが重合時間を間違え 5 分行わなかったためポリアニリンは緑色で薄いものとなってしまった。しかし、トオル君での通電は認められた。

チタンメッシュ上でアニリンの電気化学重合では、充電時間は 30 秒とし、それを 3 回行った。実験回数と放電時間の結果は 1 回目が 7.81 秒、2 回目が 8.41 秒、3 回目が 9.73 秒と実験回数が多くなればなるほど放電時間が長くなることが分かった。

負極を変えての充放電実験では、充電時間が長くなればなるほど放電時間が短くなることが分かった。また、充電中の電流は徐々に減少していた。

【考察】

充電時間を長くしても放電時間が短くなってしまった原因として、3つ挙げられる。1つは、電極板の腐食や破損などの物理的原因、2つはサルフェーションの化学的原因、3つ目は電解液の濃度が低下し、液の比重が低下することだ。サルフェーションは放電したまま放置されたバッテリーに見られる現象なので考えられにくい、他の 2 つが考えられる原因だと考えた。

半角英数字の割合  
字をの割合に半角  
スペースと  
200ml

2V  
など  
全角数字  
の割合  
は  
OK



# VI. 受講生の活動成果 — 「数値目標」の達成状況

|               | 目標（4年間）                        | 実績（H30.3月現在）                                                                 |
|---------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| (1)外国語での研究発表  | 5件                             | 8件                                                                           |
| (2)外国語での論文発表  | 2件                             | 1件                                                                           |
| (3)科学技術コンテスト  | ISEF 予選参加 30 名<br>ISEF 出場者 3 名 | 予選参加者 42 名<br>ISEF 出場者 4 名                                                   |
| (4)科学の甲子園     | 10 件                           | 22 件                                                                         |
| (5)科学技術オリンピック | 国内本選参加者 8 名<br>国際大会参加者 2 名     | 本選参加者 52 名<br>国際情報オリンピック<br>日本代表 1 名<br>特別参加選手 2 名<br>国際地理オリンピック<br>銀メダル 1 名 |

## VII. 効果検証とプログラム等の改善に向けた取組

### (1) 事業の効果検証の方針

コンソーシアムメンバーおよび筑波大学副学長、AC センター長等による評価委員により、事業を評価した。

### (2) 日常的な取組の改善

教員や TA と生徒とのやりとりは全て記録の残るオンラインシステム上で行い、コーディネータが全ての交信に目を通しており、問題がある場合には迅速な対応を行った。

### (3) 修了生との関係性の維持の取組の計画

平成 26 年度の受講生の顔写真と連絡先および一年間の感想を各自が書いた「感想文集」を作成し、配布した。また Facebook に GFEST ページを作成した。平成 28 年 3 月および平成 30 年 3 月の共通プログラム時には、修了生を含んだ交流会を行った。また、GFEST ニュースレターを発行し、修了生にも送付した。

### (4) 修了生の追跡調査による効果検証の計画

平成 29 年 4 月に、アンケートを行った。修了生の大学進学状況は下記の通りである。

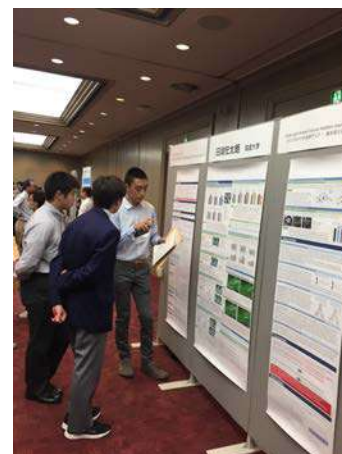
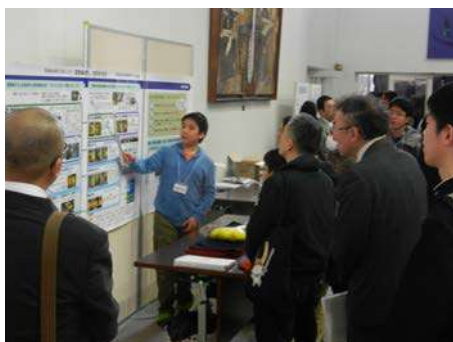
| 分野     | 人数 | 大学                                |
|--------|----|-----------------------------------|
| 生物系    | 10 | 名古屋大学、筑波大学等                       |
| 医学系    | 4  | 東京大学、筑波大学、信州大学等                   |
| 工学系    | 6  | 京都大学、東京工業大学、筑波大学等                 |
| 化学系    | 4  | 北海道大学、山形大学、筑波大学等                  |
| 情報系    | 2  | 筑波大学等                             |
| 物理系    | 1  | 筑波大学                              |
| 地学系    | 2  | 筑波大学                              |
| 理系教養課程 | 8  | 東京大学                              |
| 海外大学   | 4  | Yale、Stanford 各 1 名、Princeton 2 名 |

なお、2017 年度第 7 回サイエンス・インカレ 文部科学大臣賞は 2015 年度 GFEST 修了生・現筑波大学生 物理学類 2 年阿部真生子であった。

## VIII. 開発手法や成果の他機関や社会的波及の取組

文部科学省次世代人材政策検討会議や科学教育学会で、開発手法や成果について発表を行った。また、茨城県教育庁と共催で「茨城県高校生科学研究発表会」を開催し、科学研究を行っている県内の 500 名あまりの高校生が研究発表を行った。この発表会において、SS コース生および修了生が模範発表として、研究発表を行った。

また平成 26 年度および平成 29 年度「グローバルサイエンスキャンパス全国受講生研究発表会」においても、ISEF に出場した GFEST 生が模範発表を行った。



### ■社会的波及について

- ・受講生(SS 1 生増井真那)による単著「世界は変形菌でいっぱいだ」  
(朝日出版社 2017. 11. 17)

### 国際学術論文誌の掲載

Journal of Physics D: Applied Physics 51 (2018) 284001

「Allorecognition behavior of slime mold plasmodium — Physarum rigidum slime sheath-mediated self-extension model (変形菌の変形体の自他認識行動 — イタモジホコリの粘液鞘を介した自己拡張モデル)」

Mana Masui, Shinobu Satoh and Kensuke Seto

増井真那：東京都立小石川中等教育学校、佐藤忍：筑波大学生命

環境系、瀬戸健介：筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所（現・横浜国立大学環境情報研究院）



- つくばの研究機関に配布される冊子等に「筑波大学で行われている高校生のためのプログラムとその成果」について掲載された。
- 一般書籍「食べられる科学実験セクション」（ソフトバンククリエイティブ社）に筑波大学 GFEST での成果を基にした研究のまとめ方が掲載された。



## ■小中学生向けプログラムへの展開

筑波大学は平成 29 年度から始まった JST「ジュニアドクター育成塾」に採択され、「つくば SKIP アカデミー～Science Kids Inspiration Program～」として、小学校 5 年生から中学校 3 年生までの科学に興味を持つ児童。生徒たちの資質の開花を促している。つくば SKIP アカデミーの実習には GFEST 修了生が実習アシスタント（メンター）として数多く加わっている。

GFEST 生の研究の話を「サイエンスカフェ」として聞く機会も設けることで、GFEST 生は小中学生の身近な目標・ロールモデルとなっている。



## IX. グローバルサイエンスキャンパスの実施体制

### (1) コンソーシアムの構築

筑波大学・茨城県教育委員会・茨城大学理学部・筑波研究学園都市交流協議会・つくば市教育委員会・インテル（株）でコンソーシアムを構築した。

コンソーシアムでの連携を生かし、つくば市内の研究所見学やプログラミング実習等を行った。



### (2) 学内の実施体制

GFEST プログラムリーダーは元生命環境学群長であり、副プログラムリーダーは理工学群長であったことから、理系分野すべての教員の協力が得やすかった。

プログラムリーダー、副リーダー、GFEST 事務局の緊密な連携および社会連携課等大学本部の全面的なバックアップのもと、非常にスムーズにプログラムが運営された。

受講生一人ひとりのサポートについては、各学類の協力の下、チューター教員とティーチングアシスタント（TA）を配属し、全体を GFEST 事務局で統括する体制となっており、きめ細かくかつ一体感を持って行うことが可能となった。

### (3) 機動的で安定した実施体制づくりに向けた取組

受講生の個別研究・学習支援は、受講生専用システムで行った。受講生一人ひとりの「コース」を作成し、そのコースに受講生とチューター教員、TA、そしてコーディネータとサブコーディネータが登録する仕組みとした。受講生からの質問やTAの回答はすべてコース内の掲示板で行うこととし、情報共有を行いやすかった。またコーディネータとサブコーディネータが常に内容を共有しているため、問題があった場合に即時対応が可能である。受講生とのやりとりは掲示板に保存されているので、TA等が変更になった場合にも安定した支援が行うことが可能であった。

## **X. 支援期間終了後の成果の把握、企画の継続・展開に関する取組状況**

### **■支援期間終了後の成果の把握**

筑波大学に進学した修了生を中心に、SNS 等で受講生のつながりができている。そのつながりを通して、支援期間終了後の成果の把握も行っている。

### **■企画の継続**

大学の自己財源により、大学教員による個別研究・学習支援を中心としたプログラムを実施する予定である。しかしながら、グローバルサイエンスキャンパス採択時と同じ規模での実施は不可能であり、受講生の人数、受講期間、共通プログラムについては削減せざるを得ない。

### **■企画の展開**

筑波大学は JST ジュニアドクター育成塾に採択されており、小中学生を対象にした理系人材育成プログラム「つくば SKIP アカデミー」を実施している。つくば SKIP アカデミーでは、この4年間の GFEST での知見およびコンソーシアムで構築された協力体制をもとに企画、運営されている。つくばという地域性をいかし、様々な研究機関においての実習を行うことで、小中学生の段階で科学に対する視野を広げるとともに、個別研究支援を行うことで自分で研究をまとめる力を身につけさせるプログラムとなっている。

## XI. 大学としての事業の評価

これまで、GFEST 修了生のうち 18 名が筑波大学に進学している。医学類、生物学類、地球学類といった理系学部のみならず、障害学類、芸術専攻等にも進学している。筑波大学では大学 1 年時から研究室にて研究を行う「先導的研究者体験プログラム」(ARE)を実施しており、GFEST 修了生も選抜されて参加している。前述の通り、平成 30 年度の「サイエンス・インカレ」において、GFEST 修了生で ARE に参加して研究を続けている阿部真生子さんが最優秀賞である文部科学大臣賞を受賞した。また、GFEST 修了生は、筑波大学入学後、「クラス代表」としてクラスの取りまとめをしていることも多く、周囲の学生に非常に良い影響を与えており、本プログラムの実施が社会貢献としての価値のみならず、大学教育に直接、プラスの効果をもたらしたと評価できる。

さらに、GFEST 修了生は口をそろえて「GFEST に入って一番よかったのは一生の仲間と出会えたこと」と言う。海外トップ大学に進学した修了生をはじめ、他大学に進学した修了生も筑波大学に進学した受講生たちと仲が良く、SNS 等で活発な交流が行われている。高校時代に培われたつながりは、今後、社会人になってからも続いていくことであろう。彼らは、このつながりを通じて、未来を創っていくことであろう。グローバルサイエンスキャンパスを実施したことで、「科学に興味を持っている高校生」を「主体的でグローバルな視野を持つ科学技術人材」に育成するのみならず、修了生同士の横のつながり、受講期をまたがった縦のつながり、そして筑波大学教職員・大学院生とのつながりをも醸成することができ、「未来を創っていく」ネットワークを築き上げられたと考えており、長い目で見て本学の教育的・社会的価値を高めることに貢献すると評価できる。

一方で、大学にて高校生の育成事業を行うことの課題も見えてきた。高校生が大学の研究室で研究をした場合の責任問題等はあいまいである。海外研修についても、大学に所属していない高校生を連れて行くことについて、問題が起こった場合に大学としての責任範囲が不明確であり、平成 26 年度に初めて海外研修を行う際には、様々な懸念事項をクリアするための手続きが煩雑であった。また、大学教員への負担も大きい。大学教員が、高校生をサポートすることについては、現時点では、アウトリーチ活動、社会貢献活動に過ぎず、高くは評価されない。

グローバルサイエンスキャンパスの受講生は本学の学生ではないため、大学教員はあくまでも社会貢献活動として、受講生の支援を行っている。このような中で、社会貢献活動として中高生の育成を行っていくことと大学のミッションとのバランスをとることは、困難になっていく恐れがある。筑波大学 GFEST では、GFEST 事務局をおき、専任のコーディネータとサブコーディネータを職員として配置している。受講生の対応やプログラム運営等を教員ではなく、GFEST 事務局で行うことで、教員の負担の軽減を図っている。教員がボランティアベースで運営を行うには、事務作業等の負担が大きすぎるため、専属の職員の配置は不可欠であると考ええる。

大学教員が直接、高校生の育成に係るからこそ、GFEST をはじめ、「グローバルサイエンスキャンパス」は高い成果を生み出していると考えるが、「実施期間終了後は大学がプログラムを実施する」ことは、経費面および教員の本務との兼ね合いといった点で非常に困難である。平成 29 年度「科学技術白書」の第 2 部第 4 章「科学技術イノベーションの基盤的な力の強化」の中で、「科学技術イノベーションを担うのは「人」である。世界中で高度人材の獲得競争が激化する一方、我が国では若年人口の減少が進んでいる。こうした中で、科学技術イノベーション人材の質の向上と能力発揮が一層重要になってきている。」と書かれてい

るように科学技術人材の育成は、我が国にとって喫緊の課題である。諸外国でも、中等教育段階の生徒たちに対する STEM 教育には大きな予算が組まれている。科学技術人材の育成は、国が施策として、大学と協力しつつ進めるべきだと考える。



## <資料編>

### 1. 育てたい人材像の育成要件と目標水準（詳細）

SS コース:オリジナルの研究テーマを科学的思考力と的確な実験スキルそして熱意を持って追求する生徒を育成し、将来的にグローバルに活躍していく科学者とする。

大学教員と大学院生による個別研究支援により、研究遂行力と研究をまとめる力をつけていく。日本学生科学賞や高校生科学技術チャレンジ等のコンテストへの挑戦を促し、ISEF 等の国際科学コンテストにも挑戦させる。

TL コース:興味のある分野についての学びを深めると同時に科学的思考力、コミュニケーション能力の育成をはかり、将来的にグローバルリーダーとして活躍する人材の育成を目指す。科学技術オリンピックに挑戦することで、同じ分野に興味を持つ高いレベルの仲間との交流を深める。切磋琢磨することで、より高いレベルの学びに繋げる。

チャレンジコース:共通プログラムを通して、幅広い科学分野への理解を深め、SS コース生やTL 生と接する中で、自分の資質を見極める。科学の甲子園の予選などで、所属学校の科学企画においてリーダーシップを発揮していくような生徒の育成を図る。

### 2. 募集（応募）状況・実績を示す具体的な資料（学年、性別、地域（県）、学校）

#### ■平成 26 年度（男子 49 名、女子 15 名）

SS コース: 生物 21 名、化学 3 名、地学 3 名、物理 2 名、工学 1 名、数学 1 名  
(計 31 名)

TL コース: 物理 5 名、化学 5 名、生物 13 名、地学&地理 7 名、数学 3 名、情報 2 名、工学 2 名 (計 37 名)

#### 受講生所属学校

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 茨城県立並木中等教育学校 (SSH)    | 6 |
| 筑波大学附属駒場高等学校 (SSH・東京) | 5 |
| 佐野日本大学高等学校 (SSH・栃木)   | 3 |
| 茗溪学園高等学校 (SSH・茨城)     | 3 |
| 茨城県立土浦第一高等学校 (SGH)    | 3 |
| 清真学園高等学校 (SSH・茨城)     | 3 |
| 茨城県立竹園高等学校            | 2 |
| 開成高等学校 (東京)           | 2 |
| 開智高等学校 (埼玉)           | 2 |

複数名の高校のみ抽出

#### ■平成 27 年度（男子 30 名、女子 9 名）

SS コース: 生物 16 名、地学 3 名、物理 2 名、工学 2 名 (計 23 名)

TL コース: 物理 4 名、化学 1 名、生物 4 名、地学&地理 1 名、数学 1 名、情報 1 名、工学 3 名

(計 16 名)

(参考 チャレンジ生

受講生所属学校

|                        |   |
|------------------------|---|
| 筑波大学附属駒場中学校            | 4 |
| 筑波大学附属駒場高等学校 (SSH・東京都) | 3 |
| 茗溪学園高等学校 (SSH・茨城県)     | 3 |
| 水城高等学校 (茨城県)           | 2 |
| 並木中等教育学校 (SSH・茨城県)     | 4 |

複数名の学校のみ抽出

■平成 28 年度 (男子 43 名、女子 5 名)

SS コース:生物 18 名、地学 3 名、物理 3 名、工学 3 名、化学 1 名 (計 28 名)

TL コース:物理 3 名、化学 3 名、地学 2 名、数学 6 名、情報 3 名、工学 3 名 (計 20 名)

受講生所属学校

|                        |   |
|------------------------|---|
| 並木中等教育学校 (SSH・茨城県)     | 9 |
| 筑波大学附属駒場中学校            | 6 |
| 筑波大学附属駒場高等学校 (SSH・東京都) | 5 |
| 開成高等学校                 | 2 |

複数名の学校のみ抽出

■平成 29 年度 (男子 38 名、女子 14 名)

SS コース:生物 16 名、地学 1 名、物理 1 名、工学 3 名、化学 5 名、情報 1 名、数学 3 名 (計 30 名)

TL コース:物理 6 名、化学 3 名、地学 3 名、数学 2 名、情報 2 名、工学 1 名、生物 5 名 (計 22 名)

受講生所属学校

|                        |   |
|------------------------|---|
| 市川学園市川中学校              | 6 |
| 茨城県立水戸第二高等学校           | 5 |
| 並木中等教育学校 (SSH・茨城県)     | 5 |
| 筑波大学附属駒場高等学校 (SSH・東京都) | 4 |
| 筑波大学附属駒場中学校            | 3 |
| 東京都立戸山高等学校             | 3 |
| 渋谷教育学園幕張高等学校           | 2 |
| 茨城高等学校                 | 2 |
| 松本秀峰中等教育学校             | 2 |

複数名の学校のみ抽出

### 3. プログラムの具体的な実施内容・カリキュラム

2014 年度 GFEST 共通プログラム全 6 回（2014 年 9 月～2015 年 8 月）

|                                                                                  |                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>&lt;第 1 回&gt;2014 年 9 月 28 日（日） 筑波大学情報メディアユニオン</b>                            |                                                                             |
| 10:00-10:30                                                                      | GFEST ガイダンス<br>(プログラムリーダー・筑波大学生命環境系 佐藤 忍教授)                                 |
| 10:30-11:45                                                                      | 科学倫理「科学的とはどういうことか」<br>(筑波大学生命環境系 野村港二教授)                                    |
| 12:30-13:45                                                                      | 最先端科学講義「微生物も群れて会話する」<br>(筑波大学生命環境系 野村暢彦教授)                                  |
| 14:00-15:15                                                                      | 英語プログラム説明<br>(株式会社ベネッセコーポレーション)                                             |
| <b>&lt;第 2 回&gt;2014 年 11 月 16 日（日） 筑波大学情報メディアユニオン</b>                           |                                                                             |
| 9:45-11:15                                                                       | 「英語で話そう」<br>(筑波学院大学 ロバート ジュペ教授)                                             |
| 11:30-12:45                                                                      | 「21 世紀型スキルとプログラミングの重要性」<br>(インテル株式会社)                                       |
| 13:30-14:45                                                                      | 最先端科学講義「青色発光ダイオードとはなにか？」<br>(筑波大学数理物質系 山本洋平准教授)                             |
| 15:00-16:00                                                                      | 受講生交流会（自由参加）                                                                |
| <b>&lt;第 3 回&gt;2015 年 1 月 25 日（日） 筑波大学情報メディアユニオン</b>                            |                                                                             |
| 9:45-10:00                                                                       | アイスブレイク<br>(コスモスカフェ)                                                        |
| 10:00-11:15                                                                      | 「サイエンスイラストレーション」<br>(筑波大学芸術系 田中佐代子准教授)                                      |
| 11:45-12:45                                                                      | 藻類バイオマス・エネルギー大規模実証施設の見学<br>(筑波大学生命環境系 鈴木石根教授)                               |
| 13:30-14:45                                                                      | 最先端科学講義「脳の再生」<br>(筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構 坂口昌徳准教授)                                |
| 15:00-16:00                                                                      | 受講生交流会（自由参加）                                                                |
| <b>&lt;白川英樹名誉教授特別化学実習&gt;2015 年 2 月 1 日（日） 筑波大学 3A 棟<br/>「導電性高分子を使った二次電池の作製」</b> |                                                                             |
| 15:00-16:00                                                                      | 特別講演<br>「こうして導電性高分子は発見・開発された<br>～ポリアセチレン研究の 34 年を振り返って～」<br>(筑波大学 白川英樹名誉教授) |
| 11:00-16:00                                                                      | 特別実習<br>「導電性高分子を使った二次電池の作製」                                                 |

|                                                         |                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         | (筑波大学 白川英樹名誉教授<br>筑波大学数理解物質系 木島正志教授、山本洋平准教授、<br>辻村清也准教授)                                                            |
| <b>&lt;第4回&gt;2015年3月22日(日) 受講生研究発表会・JAXAサイエンスツアー</b>   |                                                                                                                     |
| 10:00-12:00                                             | 受講生研究発表会 (於:情報メディアユニオン)                                                                                             |
| 13:00-17:00                                             | JAXAサイエンスツアー<br>「小型実証衛星 SDS-4 運用体験プログラム」<br>① 小型実証衛星 SDS-4 に関する講義<br>② 小型実証衛星 SDS-4 運用体験<br>③ 筑波宇宙センター展示館見学、SDS-4 展 |
| <b>&lt;第5回&gt;2015年5月24日(日) 筑波大学情報メディアユニオン</b>          |                                                                                                                     |
| 9:30-10:00                                              | 英語コミュニケーション<br>(筑波大学留学生)                                                                                            |
| 10:00-11:15                                             | 「論理的思考力」<br>(筑波大学数理解物質系 坂井公准教授)                                                                                     |
| 11:15-12:30                                             | MJIIT 研修成果発表会                                                                                                       |
| 13:30-14:45                                             | 最先端科学講義「睡眠の謎に挑む」<br>(筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構 柳沢正史教授)                                                                      |
| 15:00-16:00                                             | 受講生交流会 (自由参加)                                                                                                       |
| <b>&lt;第6回&gt;2015年7月26日(日) 筑波大学自然系学系 1G 棟、総合研究 A 棟</b> |                                                                                                                     |
| 10:00-12:30                                             | 「岩石と化石から古環境を探る」講義および実習<br>(筑波大学生命環境系 上松佐知子准教授)                                                                      |
| 13:30-14:45                                             | 最先端科学講義「クスリから知る体、見て知る体」<br>(筑波大学医学医療系 三輪佳宏講師)                                                                       |
| 15:00-16:00                                             | 受講生交流会 (自由参加)                                                                                                       |

#### 2015年度 GFEST 共通プログラム (2015年9月～2016年8月)

|                                               |                                                                  |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>&lt;第1回&gt;2015年9月6日(日) 筑波大学情報メディアユニオン</b> |                                                                  |
| 9:30-10:00                                    | オープニング<br>(プログラムリーダー・筑波大学生命環境系 佐藤忍教授)                            |
| 10:00-11:15                                   | 「異文化コミュニケーション」<br>(筑波大学留学生センター 鈴木華子助教)                           |
| 11:20-12:35                                   | 科学倫理「科学的とはどういうことか」<br>(筑波大学教育イニシアティブ機構 野村港二教授)                   |
| 13:30-14:45                                   | 最先端科学講義<br>「トレーニング適応のメカニズムを探る 分子運動生理学は日本を救えるのか？」 (筑波大学体育系 武政徹教授) |
| 14:45-15:00                                   | GFEST 英語プログラム受講説明                                                |

|                                                                                          |                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                          | (株式会社ベネッセコーポレーション)                                                                |
| <b>&lt;白川英樹名誉教授特別化学実習&gt;2015 年 10 月 4 日 (日) 筑波大学 3A 棟</b><br><b>「導電性高分子を使った二次電池の作製」</b> |                                                                                   |
| 10:00-11:00                                                                              | 特別講演<br>「こうして導電性高分子は発見・開発された<br>～ポリアセチレン研究の 34 年を振り返って～」<br>(筑波大学 白川英樹名誉教授)       |
| 11:00-16:00                                                                              | 特別実習<br>「導電性高分子を使った二次電池の作製」<br>(筑波大学 白川英樹名誉教授<br>筑波大学数理物質系 木島正志教授、後藤博正准教授、桑原純平講師) |
| <b>&lt;第 2 回&gt;2015 年 11 月 1 日 (日) 筑波大学情報メディアユニオン</b>                                   |                                                                                   |
| 9:45-10:00                                                                               | 英語ゲーム<br>(筑波大学 留学生センター)                                                           |
| 10:00-11:15                                                                              | 「論じる」ということ<br>(筑波大学人文社会系 島田康行教授)                                                  |
| 11:30-12:45                                                                              | プログラミング実習<br>(筑波大学情報科学類 矢倉大夢氏)                                                    |
| 13:30-14:45                                                                              | 最先端科学講義「映像と物質」<br>(筑波大学図書館情報メディア系 落合陽一助教)                                         |
| 15:00-16:00                                                                              | 受講生交流会                                                                            |
| <b>&lt;第 3 回&gt;2016 年 1 月 10-11 日 筑波大学</b>                                              |                                                                                   |
| <b>1 月 10 日 筑波大学総合研究棟 A107</b>                                                           |                                                                                   |
| 10:00-17:30                                                                              | プログラミング実習<br>(筑波大学情報科学類 矢倉大夢氏)                                                    |
| <b>1 月 11 日 筑波大学 2B 棟 403</b>                                                            |                                                                                   |
| 9:00-12:30                                                                               | ザリガニの解剖<br>(筑波大学生命環境系 丸尾文昭助教)                                                     |
| 13:00-15:00                                                                              | グループ発表                                                                            |
| <b>&lt;第 4 回&gt;2016 年 3 月 13 日 (日) 筑波大学</b>                                             |                                                                                   |
|                                                                                          | SS コース受講生研究発表会                                                                    |
|                                                                                          | 最先端科学講義<br>(筑波大学システム情報系 三谷純教授)                                                    |
| <b>&lt;第 5 回&gt;2016 年 5 月 15 日 (日) 筑波大学総合研究棟 A</b>                                      |                                                                                   |
| 講義「ビジュアルデザインのルールを活用しよう！」(芸術専攻 田中佐代子先生)                                                   |                                                                                   |
| 海外研修発表                                                                                   |                                                                                   |

|                                         |
|-----------------------------------------|
| 最先端科学講義「形態学入門:化石の『形』を考える」(地球学類 上松佐知子先生) |
| 交流会                                     |
| <第6回>2016年7月3日(日) 筑波大学情報メディアユニオン        |
| 昇格審査                                    |
| 最先端科学講義「知覚の拡張」善甫啓一先生(システム情報系)           |
| 交流会                                     |

## 2016年度受講生

|                                                     |                                                                           |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <第1回>2016年9月25日(日) 筑波大学情報メディアユニオン                   |                                                                           |
| オープニング&OBによるGFEST説明                                 |                                                                           |
| 「科学的とは何か」<br>(筑波大学教育イニシアティブ機構教授 野村港二先生)             |                                                                           |
| 最先端科学講義「クスリから知る体、見て知る体」<br>(筑波大学医学医療系講師 三輪佳宏先生)     |                                                                           |
| 英語プログラム説明                                           |                                                                           |
| 交流会                                                 |                                                                           |
| <第2回>2016年11月20日(日) 筑波大学情報メディアユニオン                  |                                                                           |
| 10:00-11:00                                         | 特別講演<br>「こうして導電性高分子は発見・開発された<br>～ポリアセチレン研究の34年を振り返って～」<br>(筑波大学 白川英樹名誉教授) |
| 11:00-16:00                                         | 特別実習<br>「導電性高分子を使った二次電池の作製」<br>(筑波大学 白川英樹名誉教授<br>筑波大学数理物質系 木島正志教授、川島英久助教) |
| <第2回>2016年11月20日(日) 筑波大学情報メディアユニオン                  |                                                                           |
| 講義「ビジュアルデザインのルールを活用しよう！」<br>(芸術専攻 田中佐代子先生)          |                                                                           |
| ライティング講義(人文社会系 島田康行先生)                              |                                                                           |
| 最先端科学講義(生命環境系 丹羽隆介先生)                               |                                                                           |
| 交流会(自由参加)                                           |                                                                           |
| <第3回(冬の実習)>2017年1月8日(日) - 9日(月・祝) 筑波大学              |                                                                           |
| 1月8日(日) 筑波大学3A棟209 / 筑波研修センター                       |                                                                           |
| 筑波大学の学生が中心となって人工衛星の開発をしている「筑波大学『結』プロジェクト」メンバーによる実習。 |                                                                           |

|                                                             |
|-------------------------------------------------------------|
| 電波についての講義の後、人工衛星からの電波受信                                     |
| サイエンスカフェ GFEST 0B2 名                                        |
| 1 月 9 日（月・祝） 筑波大学 3A 棟 209                                  |
| 実習：太陽電池についての説明のあと、それぞれのグループごとに太陽電池の効率についての実験                |
| 昼食&交流会（自由参加）                                                |
| <第 4 回>2017 年 3 月 5 日（日） 筑波大学総合研究棟 A110 / 2B 棟 403          |
| 講義「異文化コミュニケーション」<br>（筑波大学グローバルコミュニケーション教育センター<br>助教 鈴木華子先生） |
| 修了生研究発表                                                     |
| 生物実習「二枚貝の解剖」<br>（筑波大学生命環境系 講師 八畑謙介先生）                       |
| 交流会                                                         |
| <第 5 回>2017 年 6 月 4 日（日） 筑波大学情報メディアユニオン                     |
| 海外研修発表会                                                     |
| SS 1 生発表会                                                   |
| サイエンスツアー：筑波大学計算科学研究センター<br>（筑波大学計算科学研究センター 助教 栢沼愛先生）        |
| 交流会                                                         |
| <第 6 回>2017 年 7 月 23 日（日） 筑波大学総合研究棟 A110                    |
| SS コース昇格審査                                                  |
| サイエンスツアー：藻類バイオマス・エネルギーシステムセンター<br>（筑波大学生命環境系 教授 石田健一郎先生）    |
| 交流会                                                         |

#### 2017 年度 GFEST 共通プログラム（2017 年 6 月～2018 年 3 月）

|                                          |
|------------------------------------------|
| <第 1 回>2017 年 6 月 25 日（日） 筑波大学情報メディアユニオン |
| オープニング GFEST 説明                          |
| 「研究倫理のお話」<br>（つくばインキュベーションラボ 上原健一先生）     |
| 英語プログラム説明                                |
| サイエンスツアー<br>筑波大学国際統合睡眠医学研究所・林悠先生         |

|                                                                                          |                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 交流会                                                                                      |                                                                           |
| <第2回>2017年9月10日(日) 筑波大学総合研究棟A110                                                         |                                                                           |
| 講義「ビジュアルデザインのルールを活用しよう！」<br>(芸術専攻 田中佐代子先生)                                               |                                                                           |
| ライティング講義(人文社会系 田川拓海先生)                                                                   |                                                                           |
| サイエンスツアー<br>産業総合技術研究所・地質標本館 芝原暁彦先生                                                       |                                                                           |
| <第3回>2017年10月29日(日) 筑波大学 3A202                                                           |                                                                           |
| 10:00-11:00                                                                              | 特別講演<br>「こうして導電性高分子は発見・開発された<br>～ポリアセチレン研究の34年を振り返って～」<br>(筑波大学 白川英樹名誉教授) |
| 11:00-16:00                                                                              | 特別実習<br>「導電性高分子を使った二次電池の作製」<br>(筑波大学 白川英樹名誉教授<br>筑波大学数理物質系 木島正志教授、川島英久助教) |
| <第4回(冬の実習)>2018年1月7日(日) - 8日(月・祝) 筑波大学                                                   |                                                                           |
| 1月8日(日) 筑波大学 3A 棟 209 / 筑波研修センター                                                         |                                                                           |
| 筑波大学の学生が中心となって人工衛星の開発をしている「筑波大学『結』プロジェクト」メンバーによる実習。<br>「八木アンテナ」を作成。気象衛星「NOAA19」からの電波を受信。 |                                                                           |
| サイエンスカフェ 現在宇宙開発関連企業勤務井上琴美さん                                                              |                                                                           |
| 1月9日(月・祝)                                                                                |                                                                           |
| サイエンスツアー JAXA                                                                            |                                                                           |
| きぼう管制室等の見学                                                                               |                                                                           |
| <第5回>2018年3月4日(日) 筑波大学                                                                   |                                                                           |
| SS コース生 昇格審査                                                                             |                                                                           |
| 修了生発表                                                                                    |                                                                           |
| 最先端科学講義「理科系の作文技術」を磨きましょう (生命環境系 丹羽隆介先生)                                                  |                                                                           |
| 同窓会                                                                                      |                                                                           |



## ■白川英樹名誉教授特別化学実習

2014 年度から 4 年間毎年、ノーベル化学賞受賞者の白川英樹筑波大学名誉教授による化学実習を開催した。白川先生にご講演いただいたあと、導電性高分子を使った二次電池の作製を行った。白川先生自らご指導いただき、直接話す機会をもてたことは、受講生にとって非常によい刺激となったようである。



## 共通プログラムレポート採点基準

|       |                           |   |
|-------|---------------------------|---|
| 提出期限  | 期限を守っている                  | 5 |
| タイトル  | 適切なタイトルがついている             | 5 |
| 形式    | 形式を守っている                  | 5 |
| 要約部分  | 講義中に解説した重要なキーワードが入っている    | 5 |
|       | 講義内容全体について、内容が適切にまとまっている  | 5 |
| 自分の考え | 自分ならではの視点がある              | 5 |
|       | 事実と意見を分けて考えられている          | 5 |
|       | 論理的な説明がなされている             | 5 |
|       | 読み手にとって議論の流れがわかりやすく書かれている | 5 |
|       | 引用が適切である                  | 5 |

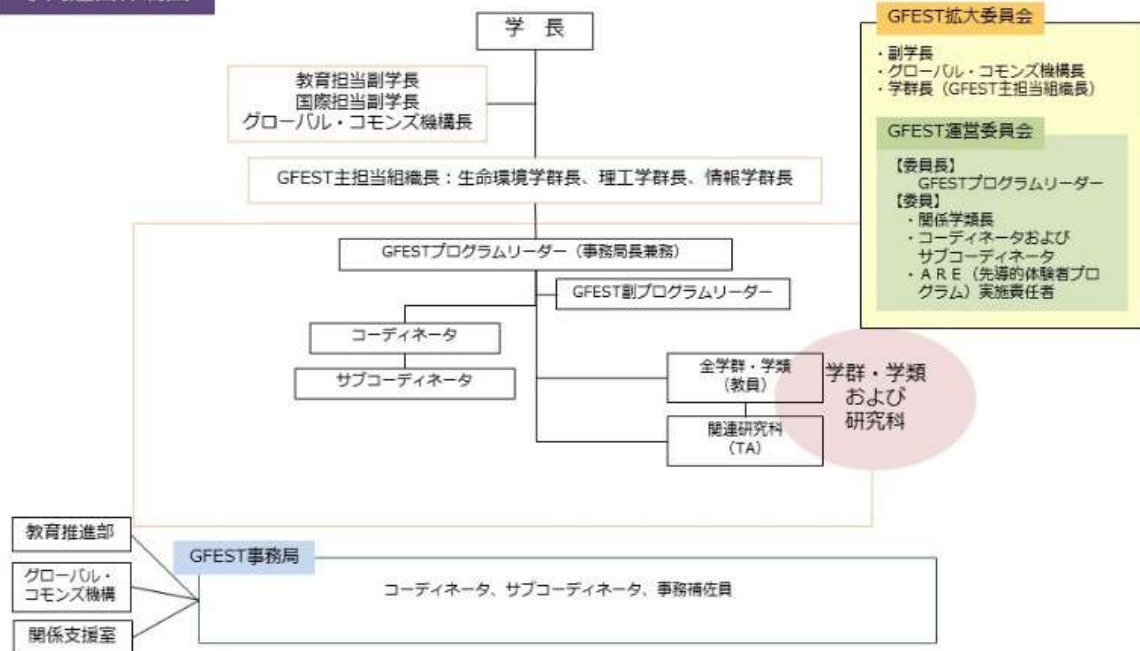
計 50 点

- A 41-50 点
- B 31-40 点
- C 21-30 点
- D 20 点以下

## 6. 実行推進体制図

### 筑波大学GFEST学内運営体制 (Global Future Expert in Science & Technology)

学内運営体制図



7. 人材育成の成果、達成水準を示す具体的資料

海外研修報告レポート

グローバルサイエンスキャンパス全国受講生発表会発表要旨

## ■海外研修報告レポート

平成 26 年度 マレーシア 日本国際工科院

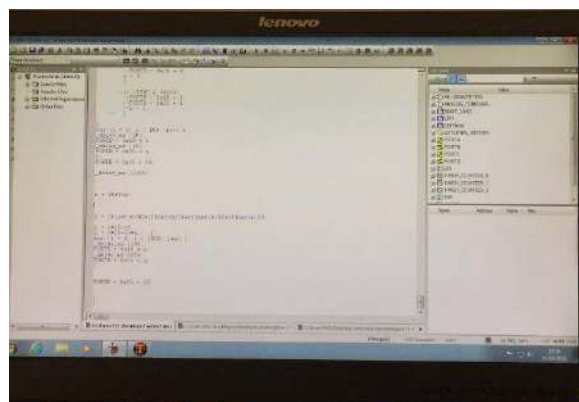
### Malaysia is HOT but COOL!

I would like to write what I learned and what I thought on this study tour to Malaysia. I have three points to write, which are about the university MJIT, Malaysian culture, and English.

Firstly, I would like to explain what kind of lab work I did in three days. The lab I went to was Embedded System Research Lab, where Prof. Dr. Fuminori Kobayashi looked over. Though I was the only one to go to the lab, the professor and the tutor, who was a graduate student at the lab, named Shah, taught and overlooked me really kindly. On the first day, I took a brief lecture from Prof. Kobayashi, which was about how computers worked, how embedded systems worked, and what kind of language “C” was. After that, I practiced some fundamental programs using a device for embedded system. On the second day, I made a program based on my own idea.

Embedded system is a combination of software, such as programs, and hardware, such as the machine that actually does what the program demands. Almost all kinds of electronic devices have embedded system in them. For example, TV has a system that gets signals from a remote controller, and then actually does the demands, such as changing channels or volume. That system is an embedded system. I used C language and the device called AVR micro controller( below, left picture) to get some experience of using embedded system.

When I write a program on PC and send it to AVR, users are able to turn on LED lights or 7 segments display by turning on switches or pressing keypads on AVR. The program that I made on the second day can calculate the percentage of the user getting into universities in the US. Users type scores of GPS, SAT, TOEFL, and activities on keypads, then, the program calculate the average percent of each score and show the result on 7 segments display.



The process of making a program on my own was really difficult, since it was almost my first time to do programming using C language, and I had to concentrate on the program and English at the same time. However, the professor and the tutor taught me anything I wanted to know, and they supported me really kindly, so I could finish my work. I am really thankful to them.

During the stay in Malaysia, I felt culture of it anywhere. The weather, the food, the people, all of them had unique aspects. I thought that food was too spicy and the weather was too hot, but I liked people very much. Students in Malaysia were really kind to me and were friendly. On the first day, my tutor and another student in the lab toured me around the campus and taught me many things about the university, tall buildings in the city, suitable souvenirs and so on. Unlike native English speakers, they naturally talked slowly without much pronunciation problems. Thus I thought that talking with them was really pleasure experience for me.

On the final day, students of GFEST, including me, presented what we did at each lab in English. I noticed that some of them talked in a small voice, without confidence. I think that English is still a very big problem for Japan. While Malaysian people used English when with Japanese, Japanese students often used Japanese each other though Malaysian people were near. I think that we, Japanese can learn from Malaysia, about commingling of different cultures, languages, or people.

In addition, I spoke on behalf of GFEST students at the closing ceremony, and that was an important experience for me. It was my first time to present an English speech in front of such number of people, and my English was yet to improve, so I was a little nervous; however, I think I could talk what I wanted to say, what I truly felt, for a few minutes. Maybe not writing any scripts helped me to do that, but I felt just happy that I could finish my speech. After the ceremony, a professor of MJIT said to me “ your speech was good. Where did you learn English?” I said “ thank you sir. In junior and high school.” He said, “ So you do not have any experience of living abroad? So you must have studied English very hard.” I was really happy to hear that. My speaking ability of English has always been a problem compared to other abilities, such as reading or listening, so I have been putting the best effort to improve my speaking, getting help from global learning center. Thus I felt like “my English really improved!” but during in MJIT, I had difficulty to express my opinions or questions to professors or tutors many times, so I would continue to practice speaking English further.

Finally, I would like to thank all of professors, students, and others who made this camp happen. I spent wonderful time with other friends and Malaysian people. I am sure that this experience will help me to think about my future.

## How can we find effective compounds?

### 1. Purpose

When we try to make a new medicine for a certain disease, we often need to find effective compounds from plants. So this time, we conducted an experiment of extracting compounds from *Correa Alba* and identified what kinds of compounds they are.

### 2. Method

- I. Collect leaves and cut them into powder to make the next procedure easier.
- II. Dissolve the powder in the mixture of water and ethanol by using a coffee maker. We added ethanol, for organic chemicals can easily dissolve in organic solvent.
- III. Remove ethanol by using a special machine presented below in figure 1. We rotate the flask in the hot water to expand the surface of the liquid, which promotes the vaporization of the liquid, and also make the inside of the machine vacuum so the liquids can evaporate at lower temperature.
- IV. Add acetate as organic solvent.
- V. Remove water by separating the organic layer with chemicals from water layer. Also, we use  $MgSO_2$  that causes dehydration reaction.
- VI. Remove acetate by using the machine used in procedure III.
- VII. Use paper chromatography to determine how many compounds the substance we get in the last procedure contains.
- VIII. Use column chromatography to separate compounds according to their speed when going up through silica gel. Separated substances are distributed to different test tubes.
- IX. Conduct paper chromatography for the test tubes and choose interesting tubes in order to do further analysis.
- X. Use machine shown below in figure 2 called NMR to determine the structure of compounds the tubes chosen in the last procedure contain.

### 3. Result

- Paper chromatography in VII (figure 3)
- Paper chromatography in IX (figure 4) (We chose tubes 12-13, 15, 17-19)
- NMR (figure 5)

### 4. Consideration

- There are mainly two kinds of compounds in *Correa Alba*.
- From the analysis of structures, we can conclude that they are compounds called Alosin and Meransin.

### 5. Conclusion

It took us almost a whole day to complete this experiment, and it was not guaranteed that we could get meaningful compounds or rather we could get any compounds through this experiment. Considering

this, I can imagine how difficult it is to make new medicines. However, even though it is difficult, it's not boring but interesting and exciting for me. So, I feel I can endeavor to make new medicines.



Figure 1



Figure 2



Figure 3

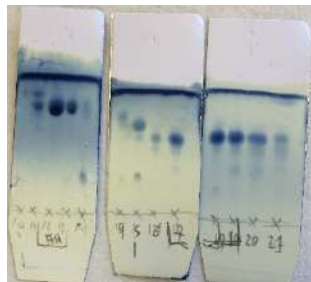


Figure 4

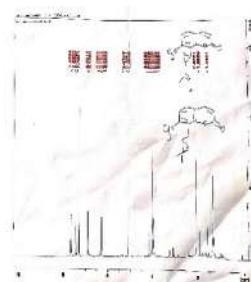


Figure5

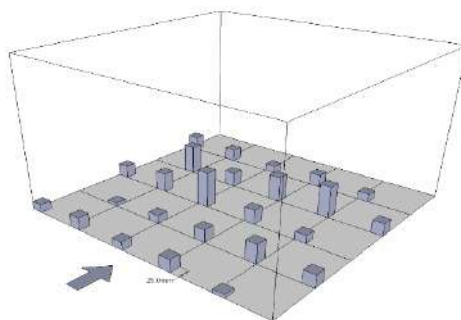
## Training report

Date: 19/Mar/2017~23/Mar/2017

Location: Malaysia-Japan International Institute of Technology (MJIT)

In this training program, I went to Wind Engineering for (Urban, Artificial, Man-made) Environmental Lab (WEE). Over the course of this training, I learned about WEE research topic and Malaysian culture.

At first, I went to WEE laboratory. In the laboratory, super computer has been placed in the dedicated room. Researchers are doing some calculations using that super computer. Our tutors have their own research topics and they taught us about it when we did research presentation each other. Mr.Faiz who is my tutor researching about wind-induced interface effects by numerical simulation. He made urban model and simulate how wind-induced interface effect. In order to make accurate the data, not only simulation data but also wind tunnel experiment and field experiment data.



Left: Simulation room

Right: Mr.Faiz simulation model

After we visited laboratory, we look around MJIT. There was some experimental tools in the campus. Using large area of MJIT, many research are progressing. First, analyzing the wind flow in the campus. They put some anemometer, thermometer and hygrometer. Then, collect the data to analyze the flow in the campus. When analyze the data, considering the effect due to some building. Second, investigating how people feel in some area. This experiment uses the data of people feeling and wind speed, temperature and humidity of the area. Associate these data, we can know the relation between the human feeling and area condition.



Left: Anemometer in the campus

Middle: Experiment tool under sunshade

Right: Experiment tool under sun radiation



We also saw wind tunnel that is for analyzing the flow. These wind tunnels are Eiffel's wind tunnel. This type of wind tunnel inhales wind. Left picture wind tunnel is used for analyzing pressure on the blade using the manometer. Right picture is Flight demonstration wind tunnel. This wind tunnel can reproduce the relationship of the propeller between the wind speed and angle of attack of the airplane. If wind speed is faster, lift force become larger. But angle of attack is bigger, plane will get to stole.



Left: Eiffel's wind tunnel

Right: Flight demonstration tunnel

This is the flight simulator of two engines airplane. All conditions installed to this simulator. So the movement that was mentioned above would be happen. That's why I crashed.



Flight simulator experience

On of the theme that WEE is doing is about air conditionar. Some air conditionar designed for Japan, America where is not hot country. But in Malaysia, it is too hot to use air conditionars in the condition as same as Japan or America. So they make air conditionars and check the best operating conditions.



Air conditionars in the laboratory

While I explore the MJIT, I found that solar panels are using as parking roof. By using solar panels as parking roof, MJIT generates some power.



Solar panels above the parking

I learned not only about WEE research but also Malaysian culture. Malaysia official religion is Islam. So there is a mosque in the MJIT campus. I went there and I saw the inside of the mosque. There were kids and they were learning English using English song. When we enter the mosque, we have to take shoes off. By the way, Muslims praying 5 times a day. Each praying time has own name, Fajr, Zuhr, Asr, Maghrib and Isha. Each praying must be done at decided time. One of the Islam culture is Halal. So there is no food that contains pork.



Mosque in the MJIT campus

Through this MJIT training, I learned not only about Computational Fluid Dynamics but also Malaysian culture.

### **What I Learned at UTAS**

At the University of Tasmania (UTAS), I had the opportunity to attend four different workshops, allowing me to see the research that was taking place in widely varying disciplines. The first workshop was about the biology of plant leaves, observing the veins and using those observations to find out what kind of leaf was being observed. Leaves in strong sunshine tended to have more robust veins, in order to replenish water that is evaporated by sunlight and used in photosynthesis. Leaves from the shade, tended to have finer vein structures. The vein structures observed in these two different types could then be used to evaluate fossilized leaves, where the veins were still visible. By looking at a picture of the veins in a fossilized leaf, we were able to correctly identify it as one that would have been in strong sunlight. This was interesting to me because it was a strong example of the use of inductive reasoning in biology. Since my primary interest is physics, inductive reasoning is an integral part of what I study, and seeing it similarly used in a discipline where observations tend to be more qualitative was a fascinating experience.

Following the biology workshop was the chemistry one, where we learned how an ordinary coffee machine could be used to extract chemicals from plants. After grinding up leaves, mixing in some sand, and putting them into the coffee machine just as one would put in ground up coffee beans, the resulting solution was then processed to remove the chemicals that were of particular interest. This was accomplished by adding a biochemical solvent to the solution, and removing the water solution. Fractional distillation was then used to remove the biochemical solvent, leaving the extract from the plant leaves. Finally, paper chromatography was used to separate the chemicals left over, to demonstrate the type of analysis that can be used in this situation. For researchers, equipment can often be very expensive, and developing methods that use cheaper equipment, like this one is an important field of study. This workshop also allowed me to see different procedures that I studied from a book in real life, and even do some of them, so it was a very good experience.

The third workshop that I was able to attend was with UTAS motorsport, which creates cars that compete in formula SAE. I was able to see the facilities that are

used by the team to develop their cars, and listened to an insightful presentation into the engineering process that goes into each part of the car. There was special emphasis on the constant cycle of designing, building, testing, evaluating, and returning to design again. Of particular interest was the way the team was able to do their car development in stages, starting with a reliable, if slow car, and using that as a base to consistently improve year after year. It was also fascinating how the team used their experience racing gasoline powered cars for the development of their new electric cars.

The final workshop that we attended was about computer games. First, we were able to learn about how computer games could be effectively utilized in real-world situations, by encouraging people to exercise, reminding them to save electricity, or by giving them a way to escape their addiction to nicotine. The presentation was followed by an enjoyable round of a game developed at UTAS called Party Golf, which was used to demonstrate how increasing the configurability of a game could make it a dynamic and enjoyable game that doesn't get old, even if it is a simple concept.

## 変形菌イタモジホコリの変形体における自他認識応答

増井真那（東京都立小石川中等教育学校 4 年）

担当教員：佐藤忍先生（筑波大学）

### 1. 研究の目的と意義

変形菌の変形体の行動について研究を始めて 10 年になる。これまでに、1) 変形体は自他を見分けて行動選択することができ、2) この自他判断には、変形体の体を覆う粘液鞘が関係していることを見出だした。

変形体の個体間の融合に関わる遺伝子が存在するとされているが、その生態上の意味／仕組みは明らかでない（Clark & Haskins 2012）。本研究では、同種異個体間の自他認識力と融合の関係と、その生態上の実態を明らかにすることに取り組んだ。

### 2. 研究の手法

イタモジホコリ *Physarum rigidum* 変形体の同種産地違い 5 株（トトロ、石鎚山、筑波、坂東 1、坂東 2）の総当たり 10 組について、自由に自他認識させる【自由融合実験】、自他認識させず人の手で 2 個体を混ぜる【強制融合実験】、そこでできた統合個体と元の株の間で自他認識をさせる【判別実験】を行った。

### 3. 結果と考察

【自由融合実験】では 10 組中 1 組のみが統合され、安定した自他判断を示した（図 1）。【強制融合実験】では、8 組は自由融合の結果と一致したが、2 組では結果が混在し、体内では不安定な自他判断を示した。統合個体 3 パターンによる【判別実験】の結果、強制融合で得られた統合は見かけ上であることがわかった。この結果から、変形体は体外に加えて体内でも自他認識が可能だが、体外の自他認識が融合開始をより強く制限していると言える。

統合より回避の方が自他認識に時間を要するという傾向からは、変形体は必ずしも回避を優先せず融合機会を探り続けると言える。

相手の細胞膜に接触せず、粘液鞘に反応して行う「非接触型自他認識」は、接触型と比較して、距離と無関係に短時間で自他認識が可能であることから、早期安全に相手进行判断可能な、回避に有利な仕組みであると言える。

変形体が相手と複数部位で同時並行的に自他認識を行う場合、判断結果が不一致となることも多かった。この結果から、変形体の自他判断は分散独立的で、全ての遭遇機会を都度判断し直すことができ、稀少な融合機会獲得に有利な仕組みであると言える。

以上の分析・考察から、変形体の自他認識力は、体内、体外での接触、非接触、分散独立

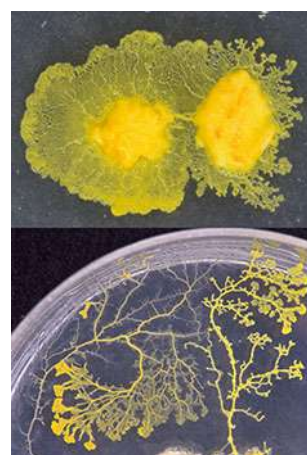


図 1 変形体 2 個体の統合例（上）と回避例（下）

を組み合わせた多重的なものであり、それは「相手の回避」と「融合機会の獲得」の両立を支えている、ユニークで優れた仕組みであると結論できる。

#### 4. 謝辞

筑波大学の佐藤忍先生、出川洋介先生、福井県越前町立福井総合植物園の松本淳先生からご指導をいただきました。ありがとうございました。

#### 5. 主要参考文献

Clark J. & Haskins E. F. 2012. Plasmodial incompatibility in the myxomycetes: a review. *Mycosphere* 3(2), 131-141. <http://dx.doi.org/10.5943/mycosphere/3/2/3>

## Recognition “self” and “non-self” response in the plasmodium of Myxomycetes *Physarum rigidum*

Mana Masui (Tokyo Metropolitan Koishikawa Secondary Education School 10th grade)

Dr. Shinobu Satoh (University of Tsukuba)

### Purpose

I got two discoveries from my previous research. 1) The plasmodium of Myxomycetes can recognize self and non-self. 2) The plasmodial sheath is a signal for allorecognition, because the plasmodium can recognize others by touching it. Two plasmodia can fuse only in the case that they are phenotypically identical for the loci to fuse. However, it has not been fully understood the ability of allorecognition in an ecological viewpoint yet (Clark & Haskins 2012). So, I studied the relationship between allorecognition and fusion.

### Procedure

I did three experiments by using the five geographical isolates of *Physarum rigidum*. The 1st, Free Fusion is letting them freely meet and recognize each other. The 2nd, Forced Fusion is making them forcibly fuse by mixing their cytoplasm. The 3rd, Verification is letting the integrated individuals freely meet and recognize the original isolates.

### Observations/Data/Results

In Free Fusion, the five isolates could stably recognize each other (Fig.1). In Forced Fusion, two combinations made unstable integrations, which proved to be temporary by verification. The results suggest that the plasmodia can recognize others not only by contact at the cell membrane surface (outside) but also by contact between the cytoplasm (inside). But, the allorecognition system at outside restricts the fusion more strongly.

The avoided cases take longer decision-making time than the integrated cases. It suggests that plasmodium is not giving priority to avoidance but exploring opportunity to fuse.

The plasmodia often recognized each other without touching cell membrane (non-contact).

The non-contact cases are faster than the contact cases. It suggests that the plasmodium can avoid others quickly and safely by using the plasmodial sheath.

Two plasmodia often met at plural points simultaneously, and there were many cases of inconsistency of decisions. It suggests that allorecognition behaviors are distributed and independent, and the plasmodium can reconsider every meeting opportunity.

### Conclusions

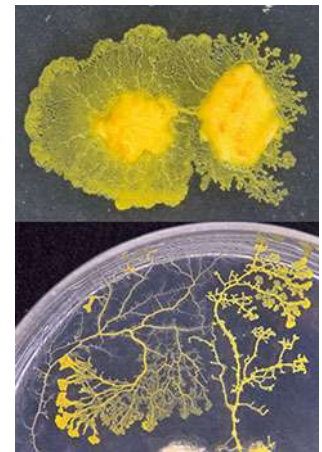


Fig-1. A case of integration (upper) and avoidance (lower).

I conclude that the allorecognition system of the plasmodium is very unique and multiple, which supports balance between avoidance and integration.

#### **Acknowledgement**

I sincerely thank Dr. Shinobu Satoh and Dr. Yosuke Degawa (University of Tsukuba), Dr. Jun Matsumoto (Fukui Botanical Garden).

#### **Bibliography**

Clark J. & Haskins E. F. 2012. Plasmodial incompatibility in the myxomycetes: a review. *Mycosphere* 3(2), 131-141. <http://dx.doi.org/10.5943/mycosphere/3/2/3>



## 擬似微小重力環境がトマトの生活環に及ぼす影響

高瀬 由杏（國學院高等学校 3 学年）

担当教員 横谷（富田）香織先生（筑波大学）

### 6. 研究の目的と意義

人間が宇宙で長期間滞在する為には、その場で食料を確保する事が大きな課題となる。私は地球外環境に住む人々に食料を供給するため、重力が植物に与える影響について研究してきた。それは植物を宇宙環境で種から栽培し、実を収穫し、そこから種を採取する事である。私は自作の 3D クリノスタットで生成された擬似微小重力下でトマトの成長を調べた。

本研究は擬似微小重力環境がトマトの成長に与える影響を明らかにすることを目的とした。この研究の結果は、将来、圏外環境での食物生産に大きく貢献すると考えている。

### 7. 研究の手法

マイクロトム種（TOMJPF1）というトマトを発芽させ、擬似微小重力下（以下  $\mu G$ ）と地上重力環境下（以下 1G）で 4 ヶ月間、成長比較実験を行った。25～28℃に保った温室の中で栽培し、培地には固形培地、照明に LED ライトを使用した。給水は 50ml/日、肥料は 50ml/週与えた。

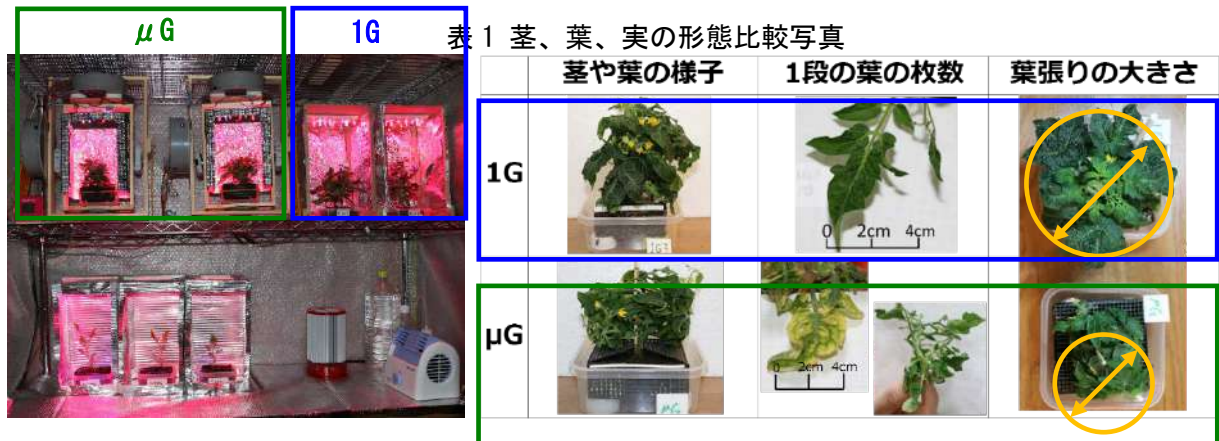


図 1 培養温室

### 8. 結果と考察

- ・成長速度：開花するまで、実が結実するまでの期間は  $\mu G$  が長くかった。
- ・形態： $\mu G$  では茎や葉が捻れるように変形し、葉の水平投影面積が小さくなった。
- ・種：1G では 10 個～25 個の実に種が出来たが、 $\mu G$  では種が出来なかった。
- ・元素分析：細胞壁をつくる為に重要な役割を担うカルシウム量は  $\mu G$  で低く、植物内を容易に移動することのできるカリウム量は高かった。

$\mu G$  では、カルシウム不足により葉や茎が変形し、受光面積や蒸散面積が減少した。

その結果、実や種の成長に十分なエネルギーが得られなかった。

9. 謝辞

筑波大学の富田-横谷香織講師及び星川健准教授、大阪市立大学の保尊隆享教授と曾我康一准教授、名古屋女子大学の片山直美教授、並びに JAXA の矢野幸子博士に丁寧にご指導を頂きました。ご協力していただきました関係者の方々に深く感謝いたします。

10. 参考文献

宇宙における植物の生活環，唐原一・神阪盛一郎（富山大・院・理工）他，Space Utiliz Res, 29（2015）

Life cycles of tomato plants under pseudo-microgravity conditions

Yuan Takase (Kokugakuin High School, Senior)

Dr. Kaori Yokotani

1. Purpose of the study

Securing food is crucial issue for human being's long-term stay in space. Growing plants in microgravity from seeds, harvest fruits and collect seeds. I investigated the growth of tomatoes under pseudo-microgravity generated by myself-made 3D-clinostat. Purpose of this study, to elucidating impact of microgravity on tomato. I expect that this research contributes to food production in out-of-service environment.

2. Method

I raised tomatoes and performed an experiment to compare the growth of the microgravity condition and ground gravity condition for 4 months. I grew it in the greenhouse kept in 25-28 °C. I used the solid medium and LED light for lighting. I watered 50 ml in a day, and gave liquid manure 50 ml in a week.

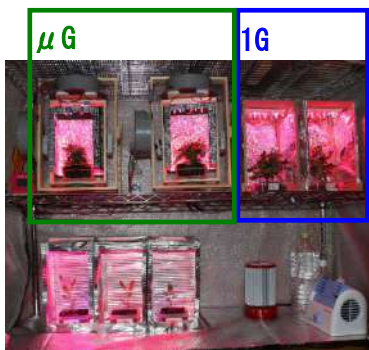


Figure1 Culture greenhouse

|    | leaves | and | number of leaves | size of leaves |
|----|--------|-----|------------------|----------------|
| 1G |        |     |                  |                |
| μG |        |     |                  |                |

Table1 Comparison of plants

3. Result and discussion

Growth rate: It took a long time until the flowering and the bearing of fruit under microgravity conditions.

Morphogenesis: The stems and leaves were deformed, and the area became small.

Seed: I was able to harvest 10 to 25 seeds under ground gravity condition. on the other hand, It was not possible to collect under microgravity conditions.

Ultimate analysis: The amount of calcium plays an important role in creating cell walls was low, but the amount of potassium was high under microgravity conditions.

Leaves and stems deformed for lack of calcium, the light receiving and transpiration area decreased. As a result, the energy that was enough for the growth of a fruit and the seeds was not provided.

#### 4. Acknowledgement

I would like to show my greatest appreciation to Assoc. Prof. Kaori Yokotani who provided helpful comments and suggestions. I also owe a very important debt to Assoc. Prof. Kouichi Soga and Doctor Sachiko Yano who gave me invaluable comments and warm encouragements.

#### 5. References

Life Cycle of Higher Plants, Seiichiro Kamisaka, Space Utiliz Res, 29 (2015).

# ラジエーターの効率分析のための数学的モデルの提案及び応用

ナツプ ダニエル（東京都立国際高等学校 二年）

担当教員（吉田 恭）

## 11. 研究の目的と意義

現在、ラジエーターは多くの場面で活躍している物である。このことから、ラジエーターの効率を少しでも改善することは、世界的に見ると、大きなエネルギーの消費の削減につながると考えられる。これを踏まえ、本研究において、ラジエーターの数学的なモデルを提案し、それを用いて、同じ風量に、より多くの熱量を伝導するラジエーターの開発を試みる。

## 12. 研究の手法

研究を行うにあたり、まず最初に研究の基盤となる基礎的な理論上のラジエーターのモデルを作った。

そのモデルを実世界に適用できるものにするため、図1の実験装置を用いて、実験を行った。実験では正確に風量を調節しながら管の中に空気を吸い込み、その流れと加熱器の間で生じた、定常状態でのラジエーターの羽の温度分布を調べた。



図1： 本研究に用いた実験装置。

## 13. 結果と考察

実験結果より、二点において、理論的なモデルが実験結果と異なる事を発見し、それを考慮した上で修正を加えた結果、実験結果でのモデルによる値と、実測値の平均の誤差が、 $8.3 \pm 1.3\%$  から  $1.7 \pm 1.3\%$  まで低下した。また、この新しいモデルを元に、コンピューターのプログラムを用いて、最大の効率が期待できるラジエーターの羽の形状を利用した際、以前の実験で最も効率が高かったラジエーターの羽に比べ、 $7.2 \pm 1.3\%$ の効率の上昇が確認できた。

この研究の成果として、大幅なラジエーターの効率は確かめることができなかった。しかし、効率の上昇自体は確かめることができ、また、より高度な装置を用いた実験では、更に精密な数学的モデルが開発できるということが、本研究の結果によって明確化された。従って、数学的モデルを用いた効率的なラジエーターの開発が手法として成り立つことの、いわゆるコンセプトの証明にはなったと考えられる。

## 14. 謝辞

本研究は、両親の精神的、経済的、実用的なサポートがなければ、実現することはなかった。また、この研究のために、物理室の使用を許可してくださった学校の先生方にも感謝する。

## 15. 参考文献

16. Hancock, M. J. (2006). Linear Partial Differential Equations. Cambridge:

Massachusetts Institute of Technology.

17. Judge, J., P. J., Ekbote, A., & Dixit, S. (2008). Reducing Data Center Energy Consumption. Chesapeake Bay: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
18. Pang, H. H., & Brace, C. J. (2004). Review of engine cooling technologies for modern engines. Bath: University of Bath.

# Analysis of Radiator Efficiency Through the Development and Utilization of a Mathematical Model

Daniel Knapp (Tokyo Metropolitan Kokusai High School 2<sup>nd</sup> grade)

Teacher (Kyo Yoshida)

## Purpose

Today radiators are a ubiquitous staple of everyday life, used in everything from automobiles to data center cooling systems. Even a small improvement in radiator efficiency could lead to massive energy savings on a worldwide level. Therefore, this investigation presents an approach to radiator optimization utilizing a mathematical model to engineer radiator designs that can dissipate more heat per unit air flow than what current technology offers.

## Procedure

First, a theoretical model of a radiator was developed to serve as a starting point for the investigation.

This model was then modified, based on the experimental apparatus shown in Figure 1. A vacuum-based system was used to modulate air flow past different radiator fin designs being tested.



*Figure 1: The experimental apparatus in use.*

## Observations/Data/Results

Corrections to the theoretical model from effects detected in the experiment led to the average theoretical model to decrease from  $8.3 \pm 1.3\%$  to  $1.7 \pm 1.3\%$ . A computer program was then used to find the optimal radiator fin configuration based on the theoretical model. Radiator fins configured based on this data performed  $7.2 \pm 1.3\%$  better than the best previously tried configuration.

## Conclusion

Although this investigation did not yield significant gains in radiator efficiency, it did show that improvement could be achieved with an approach based on creating a mathematical model for a radiator. Therefore, it can be considered a proof of concept for this method, opening the door for more sophisticated approaches to this problem.

## Acknowledgements

This investigation was made possible by the unwavering emotional, economic, and logistical support of my parents. In addition, I would like to thank my school teachers for allowing me to use the physics laboratory for the purposes of my research.

## Bibliography

Hancock, M. J. (2006). Linear Partial Differential Equations. Cambridge: Massachusetts

Institute of Technology.

- Judge, J., P. J., Ekbote, A., & Dixit, S. (2008). Reducing Data Center Energy Consumption. Chesapeake Bay: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- Pang, H. H., & Brace, C. J. (2004). Review of engine cooling technologies for modern engines. Bath: University of Bath.