

よりよい探究活動のために

# 課題研究通信

Vol.3

巻頭インタビュー

p.2-5

東京大学 大学院 工学系研究科 物理工学専攻 教授

## 齊藤 英治 先生

自然科学の研究をつきつめるために

前編

p.6-9

実践記録

東京学芸大学附属高等学校

前編

p.10-13

体験レポート

グローバル・リンク・シンガポール 2018

p.14

岡本先生に聞いてみよう

p.15

第4回 高校生国際シンポジウム



—— 知が啓く。 ——

啓林館

# 自然科学の研究をつきつめるために (前編)

『課題研究メソッド』を監修いただきました、世界を牽引する物理学者の齊藤英治先生に、インタビューに答えていただきました。ご自身の物理学との出会い、自然科学の魅力、自然科学の研究に必要な構え、中学生や高校生を教える指導者に求められる姿勢などを話してくださいました。



東京大学 大学院 工学系研究科 物理工学専攻 教授

## 齊藤 英治

1971年東京都生まれ。博士(工学)。東京大学大学院工学系研究科修了。慶應義塾大学理工学部物理学科助手などを経て、2009年東北大学金属材料研究所教授。専門は物性物理学。日本学術振興会賞、日本学士院学術奨励賞、日本IBM科学賞(物理学分野)等受賞。2014年より科学技術振興機構「戦略的創造研究推進事業 総括実施型研究(ERATO)」研究総括。

### 物理学との出会い

父の仕事が会社のエンジニアだったこともあり、幼い頃から、最新の家電や計算機など、工学的な興味をそそるようなものに囲まれて育った。今の子どもは家で古いスマートフォンを分解するようなことはしないだろうが、当時は、古くなって使わなくなった機械などを分解して遊んだりしたものだ。

そのように理系のものごとに関心をもっていた中で、本当に物理に魅力を感じるようになったのは、高校卒業後、浪人生として予備校に通っていた頃だった。学校で覚えた公式が、実は高度で美しい論理的な関連性と整合性

をもっていて、自然界のあらゆるものは、元はたった数個の論理から成り立っているということを知った。その整合性、美しさに惹かれたのが、自然科学に関わっていこうと思ったきっかけだ。

### 自然科学、物理学の魅力

高校では、教えることの範囲が定められているため、そのような整合性、美しさを教えるには限界がある。しかし、物理がイキイキとしていて、美しいものだと感じたときから、この学問の魅力にとりつかれた。この世界を成り立たせている論理をノートに書くならば、B5のノート1ページに収まるほど

少ない。論理構造は階層になっていて、人間は階層の下の方のみを直接認識できる。その人間からは普通は見えない、上位の階層にはどのような構造があるのかを解き明かすのが、物理学の面白いところだ。だから、物理で使う公式を「知っている」と、「理解する」のはちがうことなのだ。暗記する形で公式を知っているだけでなく、この世界がどのような仕組みでできていて、どこに原因があり、どこに結果があるかという数構造が、どのように成り立っているのかを理解するのが本当は重要だ。しかし、高校では、とにかく受験に間に合わせるために公式を暗記す

るほうに重点が置かれる。高校で、この「知る」と「理解する」のギャップを埋めるのは難しいが、この数構造を本当に「理解する」ことが、物理学の本当の喜びだ。

### 勉強・研究の欲求を高めるということ

高校時代には趣味の音楽を最大限満喫した。浪人時代に物理学の魅力を知り、大学へ入ると、高校で遊び尽くした反動か学問に没頭し、ほとんど勉強しかなかった。大学に入るまでに、勉強をすることへの強い欲求をもっていたのだ。大学では、図書館へ行けば専門的な本がたくさんある。ありとあらゆるものを読み、講義があれば聴きに行った。東京大学は附属の研究所が多く、どこへ行けばどんな専門家がいるのかがわかりやすかった。その専門家たちが、専門性の高い講義をしている。ほとんどすべての学問的な話題に入っ

ていける入り口がそこにあったのだ。これは、どこの大学でもできることではない。東京大学のよいところは、受講生が少なくても、専門的な講義を開くことができるということだ。

振り返ってみると、大学で勉強を充実させるには、入学前までに勉強に対する欲求を強くもつということが、私にとっては重要だった。自分の場合は、浪人時代の予備校の先生が魅力的な授業で物理の面白さを教えてくれたが、そのような、自分が本当に関心をもてるものを探すには、ほかにも方法がある。そのための第一歩として重要なのは、自分が不思議に思ったことを、問題意識としてどれだけもっていられるかということだ。

何かを不思議に思ったり、問題意識をもったりすることは普段からあっても、すぐに答えを探してしまったり、わからなくて「まあ、いいや」と諦めてしまった

りすることが多い。そのような中で、ずっと、その不思議を抱え続けていられるかどうか、深い探究へとつながっていくのだ。例えば、最近は人工知能が流行して、身近なものになってきているが、人工知能は、自然科学にとっては不思議のかたまりだ。そもそも人間の脳の構造と似たものを作ると、なぜ問題が解決できるのかといったことなどは、長い間、人が抱え続けてきた謎だ。そういった、身近なものも含め、いたるところに問題意識や不思議を抱かせてくれるものはある。こういったもののへの疑問が、次のステップに進むために考えるきっかけ、ひいては日本を成長させるきっかけにもなりうるのだ。疑問を抱き、不思議に出会った生徒がいたら、学校の教員は、それを大切にしてください。



**G 数式や公式は理解したうえで使用する……**

研究を進める中で数式や公式を用いることがある。数学や物理学では特に多いが、その際に注意をすべきことは、**原理や数式、公式は理解したうえで使用する**ということである。その式がどのように導かれたのか、なぜこの状況で使用可能なのかなどを理解せずに使用すると、間違いに気づけなかったり、理解が深くなったりしてしまう(原則として用いている数式は自分で導けるようにしなければならない)。例えば、流水処理に関する課題研究の中で、粒子の沈降について実験をする必要があるとする。粒子の沈降速度を知る必要があるため、以下のようなストークスの式を使用する。

$$v_t = \frac{d^2 (\rho_p - \rho_f) g}{18 \eta} \quad (\text{m/s})$$

$v_t$  : 終端速度(m/s)  
 $d$  : 粒子の直径(m)  
 $\rho_p$  : 粒子の密度(kg/m<sup>3</sup>)  
 $\rho_f$  : 水の密度(kg/m<sup>3</sup>)  
 $g$  : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>)  
 $\eta$  : 流体の粘度(Pa・s)

このような公式を用いる際には、p.58で挙げる点に気をつけ、一つひとつ確認していかなければならない。

- 使われている言葉の意味。
  - ④ 終端速度とは？ 流体の粘度とは？
  - 各物理量の単位とその意味。
  - ④ 粘度がなぜPa・sの単位で表されるのか？
  - 右辺にある各物理量の大小によって、左辺はどのような変化をするのか？
  - ④ 流体の粘度が上がれば、終端速度は小さく(遅く)なる。
  - 終端速度の数値の基準はどのくらいなのか？ どのくらいだと遅いと言えるのか？
  - この公式はどのような条件下で導かれたものなのか？
  - ④ 粒子が球体でないときでも使えるのか？
  - 実際にこの公式を自分で導いてみる。
- これらをおろそかにすると、測定しようとしている現象への理解が深くなり、研究のための実験が「単なる作業」になってしまふ。研究を始める前に上記のことは少なくとも学んでおこう。

『課題研究メソッド』p.57～58





#### 自然科学とアクティブ・ラーニング

今、多くの高校では授業の手法としてアクティブ・ラーニングが取り入れられている。同様に、大学でもアクティブ・ラーニングを取り入れた授業をする取り組みが進んでいる。アクティブ・ラーニングの導入は比較的文科系の科目に多い傾向があるが、東京大学では理系でも、大学1年生向けに、アクティブ・ラーニングの授業が開講されている。そもそも、理系の研究室教育は、本質的にアクティブ・ラーニング的な形式で行われるのが普通だ。その準備として、1年生の間で一度経験を積んでおくという動きになっているのだ。1年間で取り組めるような内容の課題が授業で出され、学生たちは数人でグループを作り、互いに協力し合って、相互作用しながら研究を進める。

高校までの、一般的な勉強のシーンでは、自分の課題は自分一人で成し遂げることが基本になっている。自分で調べ、自分で考えるといったように、個人での取り組みが求められ、それが

評価の対象になる。しかし、大学以降になれば、その形は大きく変わる。実際の理系の研究は、一人で行われることは基本的になく、大抵はグループで行われる。大学の研究者もグループを組むし、わからないことがあればその分野の専門家に話を聞きに行く。つまり、コミュニケーション力が重要なのだ。相互作用しながら専門的な知識をもち寄って研究を進めるには、自分自身も何かについて深掘りができている必要がある。もちろんそれは大学1年生の学生や、高校生には求められないことだが、そのように、一人では解決できない問題に立ち向かっていくことが大切になっていく。

同時に、理系の研究を本格的に行うためには、座学の知識も必要不可欠だ。特に物理学では、アクティブ・ラーニングだけで必要な知識を得ることはできないだろう。科学は長い年月をかけて体系化された学問であり、基本的な理論を知識として知っていなければ、そもそも研究に向かうことができないか

らだ。例えば、電磁力学の基礎法則を知らなければ、電磁力学を使った研究を深めることはできない。その基礎法則は、人間が何百年という時間をかけて見つけた法則であって、それをアクティブ・ラーニングの中で見つけるということはできないだろう。知識は知識として勉強をしたうえで、真理を見つけるための方法論を身につけるようなことを、アクティブ・ラーニングの形式で教えたりしているのだ。

#### 不思議を生徒と一緒に大切に

理系の研究をするような生徒を育てるにあたって、学校の教員に最も求めたいのは、生徒が見つけた不思議が重要なものであると気づかせることだ。そのためには、生徒が疑問を抱き、それについて質問に来たとしても、すぐに答えを与えないことが大切だ。それよりも、一緒に面白がること、一緒に不思議がること、一緒に喜ぶことをしてほしい。大学の研究室では、1つの研究に5年ほどかけることが多い。1つの

疑問を抱き続けること、長い目で課題を解決する喜びに気づくのが重要なのだ。

高校の1クラスのうち、自分で不思議を見つけることができる生徒はせいぜい数人くらいだろう。そのような生徒を見つけて、一緒にそれを大切にしてくれる教員がいるということが、長い目で見て、研究ができるようになる人を育てるために必要だ。そういった不思議をもち続ける姿勢を教え、さらに数学的思考法などの基本的なリテラシーを身につけるなど、基礎を定着させておくことが、高校までの間にできることだ。大学の研究者も、不思議のストックをいつでも抱えているのだから。

現代の社会には失敗が許されないという風潮があり、その中で、大学や仕事を途中で辞めることが問題になっているという報道をよく見る。社会に余裕がないのだ。それは、若者にはきわめてかわいそうなことだと思う。このような社会では、大学へ入るにも、就職に直接つながるような勉強ができることを求めてしまい、結果として、資格につながるような学部・学科が過剰に人気になったりしている。大学での勉強が就職に直結することを期待する学生は、実際に大学に入ると、期待とのギャップで苦勞をする。大学は、必ずしも短期的に、直接的に仕事に結びつくような

ことを教える場所ではないからだ。社会が、若者たちに余裕を作っておけることが必要だと思う。大学だって、通ってみて合わなければ分野を変えてみてもよい。会社も、合わなければ辞めて、別なところへ行けばよい。そういったことを許すような社会になってほしい。

(次号へ続く)

## 齊藤英治先生のお話が聞ける!

### 第4回

## 高校生国際シンポジウム

### 基調講演 決定!

日時: 2019年  
2月8日(金), 9日(土)

場所: サンエールかごしま

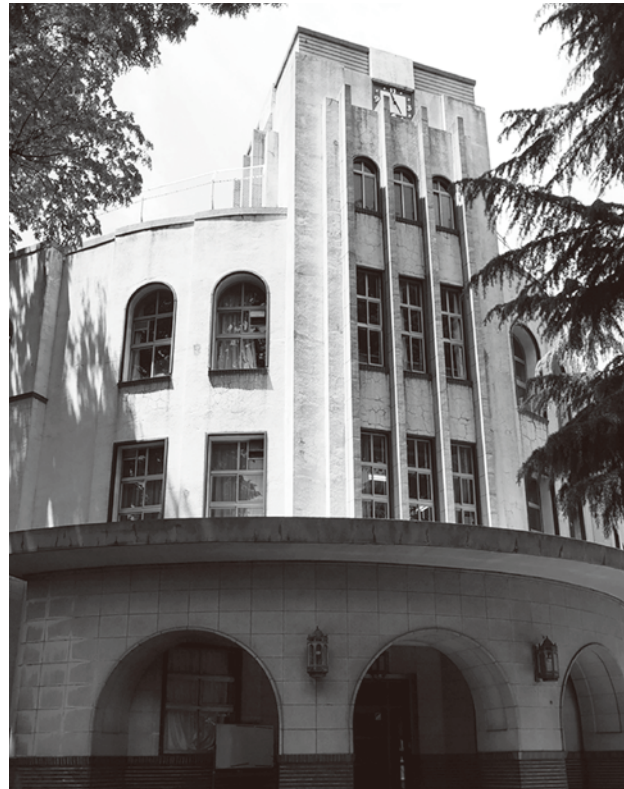


詳細はp.15へ



## 東京学芸大学附属高等学校（前編）

東京学芸大学附属高等学校は授業の一環として、『課題研究メソッド』を用いた課題研究に取り組んでいます。探究学習の授業を準備する先生方の打ち合わせ、そして実際に1年生の教室で行われた授業の様子を取材してきました。今回は、2時間連続授業のうち1時間目の授業の準備と本番の授業の様子をお届けします。



生徒は互いの特性や人格・個性を認め合い、疾風怒濤とも言える3年間の充実した高校生活を過ごします。教育方針は、「清純な気品の高い人間・大樹のように大きく伸びる自主的な人間・世界性の豊かな人間」。

### 「本物教育」の取り組み……

今回、取材をした東京学芸大学附属高等学校は、学習指導要領の改訂や高大接続改革などの教育改革の流れをしっかりとふまえたうえで、さらに学問の本質を学び、実物に触れる教科行事を取り入れた「本物教育」の方針を取っている。平成24年度からSSHの指定校になり、平成26年度からはSGHのアソシエイト校にもなっている。その中で、国際的なリーダーを育てることを目標に、総合的な文理融合型の本物志向の教育を実現するために「SULE (Scientific Universal Logic for Education)」と銘打って、課題研究や国際交流活動等を行っている。

### 探究学習の授業の進め方……

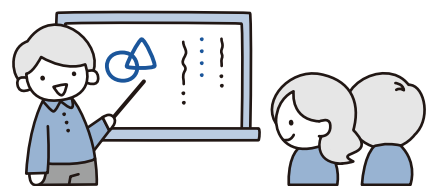
1年生のシラバスでは、『課題研究メソッド』の各章を軸に、全7回の予定で「探究講座」という名前で、探究学習の授業が設定されている。授業は月に1回、土曜日に4時間連続で行われている。4時間のうち、2時間は講演を聴き、2時間は教室での探究の授業といった形だ。

1年生は『課題研究メソッド』を用いて、テーマ設定や探究の手法を学ぶ。多様な分野で活躍する研究者の講演を聴いたり、クラス単位で、探究をするための演習を行ったりする。

1年生のときに自分で設定したテーマに基づいて、2年生では、テーマごと

のグループに分かれて探究が進む。各グループに3、4名の教員がついて指導が行われ、学内外で発表する機会をもつ。

「探究講座」は毎回異なる教員が授業内容を立案し、前もってそれを他の教員に伝えている。各クラスに教える教員も持ち回りで、前回とは異なる教員がクラスを担当する。教員の通常の担当科目もばらけていて、「探究講座」を教えたことがない教員もここに加わる。



### 授業準備の様子……

7月2日の放課後、14名の教員が集まって、「探究講座」の打ち合わせが行われた。授業の本番は、打ち合わせの12日後、7月14日だ。

第4回目となる7月の授業は、「テーマ設定と仮説の立て方」を取り上げるようになっていて、国語科の日渡教諭が授業を立案した。打ち合わせに参加した14名の教員のうち、7名が実際に授業を担当することになる。その7名のうち2名は、今回、初めて「探究講座」を担当する。できるだけ、校内の多くの教員が「探究講座」に関わるように工夫されている。

この日は、授業立案者である日渡教諭を司会者に、打ち合わせが行われ、授業に使う予定のプリントと、日渡教諭が作成した資料が全員に配られた。資料は、授業の目標、生徒に身につけてほしい探究の姿勢、生徒に取り組ませる課題と評価手法、そして詳細な授

業の流れが書かれたもので、それらの資料に加え、適宜スライドを使いながら、授業案が説明された。

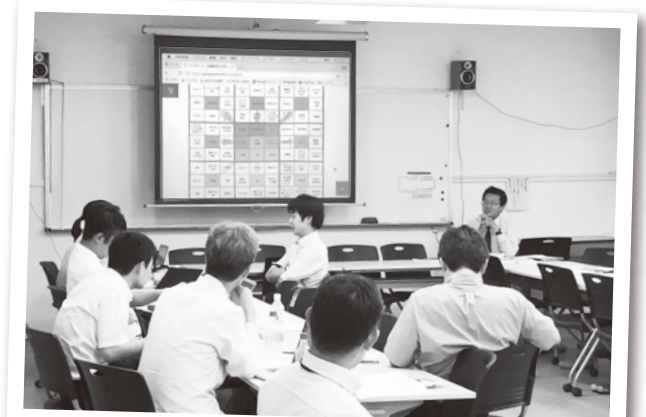
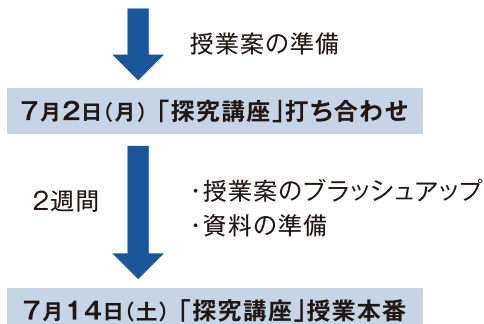
「テーマ設定と仮説の立て方」は、『課題研究メソッド』の第2章にあたる。東京学芸大学附属高等学校では、生徒全員にこのテキストが配られている。テキストに加え、前年度の「探究講座」で使われたプリントを活用して授業をすることが、打ち合わせで共有された。

90分の打ち合わせ時間の中では、授業のプランが伝達されるだけでなく、個人で作業を行ったほうがよいのか、グループ単位で行ったほうがよいのかといったことや、そもそも毎回担当教員を変える必要があるのかといった議論が教員間で活発に交わされた。授業本番までの限られた時間の中で、各教員がしっかり教えらるようになるために準備を進めなければならない。

打ち合わせの中では、今回の授業で使用するマンダラートのフレームワー

クの使い方について多くの意見が交わされた。どのように使うか、授業時間の中で、マスを埋めることを優先すべきなのか、まずはフレームワークに触れて一部でもやってみることが大事なのか、といったことなどについてだ。参加する教員の1人は「この学校の生徒ならば、中心のテーマが与えられれば、何かしら考えて、とりあえずマスをすべて埋めることはできると思う。しかし、それでは本当に発想を広げることにはつながらない。形だけ埋めても仕方ないのではないか」など、生徒の力量を想定しながらの発言をしていた。授業で使うフレームワークの理解をすり合わせるだけでなく、それを実践する生徒がどれだけできるか、どこまでできてほしいかを考えながら、打ち合わせは進められた。

### 「探究講座」授業本番までのスケジュール



### マンダラートについて

マンダラートとは、3マス×3マス(9マス×9マス)の表のようなフレームワークのこと。二刀流選手として有名な大谷翔平選手が高校時代に「目標達成ツール」として使用していた技法としても知られている。

使い方は、まず中心のマスにテーマを書き、中心セルに書いた言葉から連想する言葉を、周りの8マスに書いていく。この方法は、主に、「アイデアを生み出す」ときに用いられる。

例	ボランティア	東京	パラリンピック
	歴史	オリンピック	体験
	交流	平和	建築





#### 探究授業にて……………

今回、1年B組で実際に行われた授業を参観させていただいた。このクラスは43人の生徒がいて、普段は地学を教える齋藤教諭がこの日の「探究講座」を担当した。

授業では、マンダラートのプリント、グループワークをするための付箋に加え、スライドを使用する。テキストを読みながら知識を覚えるための勉強をするというよりは、手を使い、頭を使い、生徒同士で話し合いながら授業を進めるスタイルだ。

授業は、5～6人ずつで机を合わせた形で行われた。このクラスでは、合計8つのグループができた。配布されたプリントに班員の全員の氏名を書き込むところから授業は始まる。入学し

てまだ3か月の生徒たちは、互いの氏名の漢字などを確かめ合いながら氏名を書き込み、それがグループで話し合うための素地を作るアイスブレイクとなっていた。

今回の授業は、研究テーマを設定するにあたって必要となるアイデアの出し方の練習が目標だ。前月の「探究講座」で扱った、仮説の設定や検証、一般化をするための「帰納、演繹、アブダクション（仮説形成）」を振り返りつつ、さらに研究としての流れをさかのぼり、自分でテーマを決められるようになるための授業なのだ。

プリントやテキストといったものは机の中にしまい、齋藤教諭が配布した付箋と筆記用具だけが机の上に並ぶ。8つのグループのうち、4グループには

「環境問題の解決」、別の4グループには「伝統文化の保護」が練習のためのお題として与えられた。

最初のグループワークは、各グループに与えられたテーマについて、解決する方法や関連することを、単語や短文で付箋に次々と書き出すというものだ。

まずは7分間、個人で書き出す作業をする。例えば、「環境問題の解決」に取り組んだ生徒は「二酸化炭素の排出」「森林の保護」といったことを付箋に書き、また「伝統文化の保護」に取り組んだ生徒は「学校での体験学習」「動画などのメディアで紹介」などを付箋に書き込んだ。付箋に書き出すアイデアは、7～8個くらいの生徒から、15個を超える生徒もいた。文の形で書く生徒、単語で書き出す生徒など、付箋に書か

れる分量や内容にもちがいがあった。

その後7分間でグループの仲間と共有し、それぞれの書き出したものを混ぜ、分類していく。付箋の分類は、グループによって、内容をジャンルで分けたり、付箋に書かれたことが環境問題を引き起こす原因なのか、結果なのか、解決の手段なのかといった切り口で分けたりと、方針も様々だ。教室での生徒の様子を、齋藤教諭は机の間を歩きながら観察し、時にアドバイスもする。「机の上に、どう並べるかということも考えながら分類してみるとよい」と教室全体に声をかけると、机の上に付箋を並べ直し、分類軸を整理し直すグループもあった。

付箋を使ったグループワークが終わると、配布したプリントを取り出し、付箋で出したアイデアを基にマンダラートを埋める個人作業へと移る。イメージを広げることに集中したそれまでの作業とはちがい、情報を整理することもテーマ設定には必要であること、そのために使えるツールの1つがマンダラートであることが説明された。

マンダラートは、いちばん中央にあ

る中心のマスには大テーマが入り、その周り8マスには、中テーマが、その外側のマスにはさらに具体的な情報が埋められる。付箋に書き出し、分類したことを参考に、個人でできるだけマンダラートのすべてのマスを埋めるのが、残りの時間の作業だ。

埋めるにあたって、齋藤教諭がアドバイスしたのが、アイデアをただ思いついた順に書いていくだけではなく、「新規性、探究の実現性、興味・関心」の3つの観点を重視するように、ということだ。授業準備の打ち合わせの際にも、生徒はただ関連する情報を埋めるだけならば簡単にできてしまうだろうが、研究のためのテーマを考えるということにあたっては、しっかりと方針を定めておく必要がある、という声が出ていた。こうして、優先して考慮すべき観点が与えられ、生徒たちは81マスを埋めていく。

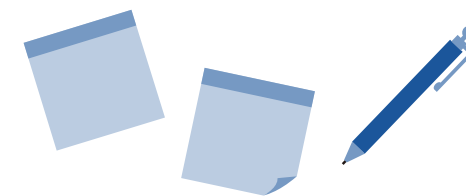
グループワークで付箋の分類をするとき、原因・結果・手段で分類したグループは、マンダラートへの当てはめが難しく、マスを埋めることに苦労していた。一方、ジャンルごとに分類してい

たグループは、各ジャンルを中テーマに置き、情報を整理するという方針で、比較的手早くマスを埋めていた。この段階では齋藤教諭は生徒の個人作業の内容にあまり細かくチェックを入れず、まずは生徒自身に体験させ、考えさせ、工夫を促した。

1時間目の授業終了時刻になっても、生徒たちは夢中になってマスを埋めていた。続く授業では、それを基に、リサーチエスチョンを立てることになっている。休憩時間が10分とられ、その間に水を飲んだりトイレに立ったりする生徒もいたが、黙々とマスを埋める生徒も多く見られた。生徒たちの目は、楽しそうであり、そして真剣だった。

次回は、マンダラートの作業に続く、リサーチエスチョンを設定し、仮説を立てる授業の準備、および授業風景をご紹介します。

（次号へ続く）







## グローバル・リンク・シンガポール 2018

7月21日(土)～23日(月)の3日間にわたり、シンガポールで、アジア太平洋地域の中高生が研究成果を発表する「グローバル・リンク・シンガポール」が開催されました。このたび、啓林館は「グローバル・リンク・シンガポール」に協賛し、取材してきました。



### プログラム概要

#### 1日目: プレプログラム

大学視察, 交流会

#### 2日目: コンテスト

オーラルプレゼン／ポスター発表, 表彰式, 交流会

#### 3日目: スタディツアー

大学特別講義, シンガポール研究施設見学

### アジアの中高生がシンガポールに集結

アジア太平洋地域の各国の中高生が自然科学や国際問題について研究成果を発表する「グローバル・リンク・シンガポール」が今年も開催された。7月21日から23日の間、シンガポール国立大学(NUS)キャンパスにて行われ、第5回となる今回は、**9か国**(日本、シンガポール、タイ、フィリピン、インドネシア、ベトナム、ミャンマー、香港、モンゴル)**45校 250名**を超える中高生が国際舞台に集まった。

発表コンテストには、**社会課題／自然科学**の2つの部門が設定されており、それぞれの分野で、オーラルセッションとポスターセッションが実施された。どのセッショ

ンも英語で行われ、発表のあとには、質疑応答やディスカッションの時間もある。研究自体の質の高さを競うだけでなく、国際的な場で英語を使ってプレゼンテーションをして、異なる国から集まった生徒と意見交換をすることが、コンテストの大きな目的だ。生徒たちによる発表の審査については、専門家による評価以外に、参加者による投票の結果が加味された。

参加者は自分たちの研究成果を英語で発表するだけでなく、生徒同士の国際交流会をしたり、シンガポールの大学でのレクチャーを聴いたり、先端の科学技術研究施設を訪問しての体験型スタディツアーに参加したりと、多様なプログラムを通して見識を深めた。生徒たちはアカデミックな交流だけでなく、ゲームやパフォーマンスなどを通して、文化的な交流も楽しんだ。

日本からは、**26校 160名**を超える公立・私立の学校の生徒が参加した。SGHやSSHに認定された高校や、工業高校に加えて、中学校からの参加もあった。本誌の前号で紹介した、2018年2月に鹿児島で開催された高校生国際シンポジウムで発表をした生徒の参加もあり、国際シンポジウムでの成果や反省が生かされた。

### オーラル発表(自然科学分野)

自然科学分野の研究発表では、中学生、高校生の個人やグループが考えた、科学や技術についてのアイデアが募集された。アイデアの斬新性、独創性、実現可能性に加え、オーラルやポスターといった形式に合わせたプレゼンテーション能力も考慮されて評価がされた。審査員はシンガポール科学技術研究庁の研究者をはじめとする自然科学の専門家だ。

自然科学分野のオーラル発表では、10組の生徒たちが発表を行った。脳波を計測することで個人の認証をする実験をしたチームや、過シュウ酸エステル化学発光(PO-CL)の光度や発光時間を改良する実験を行った生徒、都市の中で養蜂が可能かを実験したチーム、パイナップルの繊維や甲殻類の外殻の活用を検証したチームなどの発表があった。

ベスト・プレゼンテーション賞に選ばれたのは、パイナップルの繊維や甲殻類の外殻の活用を提案した、フィリピンの学校のチームだ。フィリピンでは、パイナップルの葉や、エビ・カニの殻の廃棄が多い。そこで、これらを用いて、環境にも優しいハイドロゲルを作る研究を行い、それが多様な産業にも活用しうるものであるとまとめあげた発表だった。

先進的な研究としてフューチャリスティック賞を受賞したのは、コンピュータのディープラーニングのアルゴリズム

ムを使って脳波を分析し、個人認証に使うことを研究したタイの生徒たちだ。現段階では脳波を読み取る装置に限界があるものの、今後の技術の発展によってさらに改善ができそうだという、将来性が際立つ研究だった。

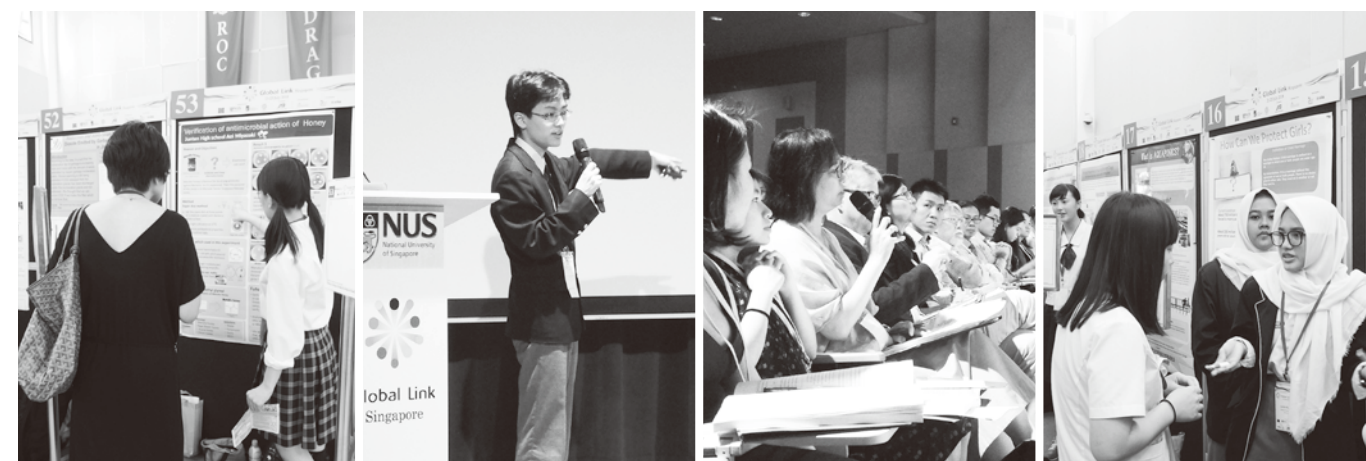
また、イノベーション賞を受賞したのは、立教池袋高等学校の生徒の発表だ。酸化性物質とシュウ酸を化合させることによりおこる過シュウ酸エステル化学発光(PO-CL)は50年以上も前に発見されていたことだが、それを改善して、光の強さや発光する時間を変えるという実験に取り組んだ。

### ポスター発表(自然科学分野)

ポスター発表では、60組の発表があった。人の健康に関する問題への取り組み、森林保護、バイオプラスチックの研究、エネルギー問題、ナノテクノロジーなど、幅広いテーマが並んだ。

第1位に選ばれたのは、シンガポールの生徒が取り組んだ、トーナメントで競う際に、公平で、時間をかけず、効果的に勝者を決めるための最善の方法を探る研究だ。第2位に選ばれたのは、**胆管癌**の細胞株の運動に対する抗がん剤の効果を検証したタイのチームだ。胆管癌はタイの北部での発症率が高いが、そのタイプによってどのように抗がん剤が効くのかを調べ、発表をした。第3位は、蜂蜜の種類ごとの、抗菌作用を研究した順天高等学校の生徒の発表だ。抗菌力が高いと言われ、高価で売られているマヌカハニーの代替品となるような、蜂蜜やほかの食品を探るべく、比較研究をした。

スライドやポスターといった、視覚情報も生かしながらのプレゼンテーションで、実験の際に撮影した写真や、実験結果を記録したグラフなどを効果的に示したチームも多く見られた。







## オーラル発表(社会課題分野)

社会課題分野の研究発表では、中学生、高校生が考えた、社会問題を解決するためのアイデアや意見、提言が募集された。自然科学分野の発表同様に、アイデアの斬新性や独創性、実現可能性、プレゼンテーション能力が審査され、加えて、取り上げた課題を解決するにあたってどれだけ効果的だと考えられるかという観点も審査の項目に加えられている。社会課題分野での審査員はシンガポール国立大学の人類学者や日本研究の専門家をはじめ、学識関係者や環境関係の団体の関係者など、専門家だ。

オーラル発表では、4組の生徒たちが発表を行った。それぞれ、異なる3つの国でのサンゴ礁の保護の施策を比較考察したチーム、高齢化が進む地方の地域における公共交通機関のあるべき姿を考察したチーム、ベトナムの若者が使う電動自転車をもたらし環境への影響を考察したチーム、そして、離島における、地元の資源を使った過疎化対策を考察したチームの発表があった。

ベスト・プレゼンテーション賞に選ばれたのが、ベトナムからの参加で、電動自転車をもたらし環境への影響を発表したチームだ。都市社会での持続可能な発展のテーマの中で、電動自転車は一見すると環境によさそうな移動手段だが、耐用年数の短さなどの問題もある。長期的な観点に立ち、改めて安価な電動自転車の是非やあるべきリサイクルの姿などを考える必要があると発表された。

また、日本の五ヶ瀬中等教育学校から参加した生徒たちが、特別賞を受賞した。高齢化社会における公共交通機関について発表したチームだ。通院や買い物のための移動手段が限られている地域では、バスなどの運行本数も多いわけではない。フィールドに選んだ五ヶ瀬町を運行するローカルバス改善のアイデアを考え、オンデマンドでの運行や、週末にツアーに使うなどが提案された。

## ポスター発表(社会課題分野)

ポスター発表では、37もの発表があった。人口問題、教育、エネルギー問題、環境問題、ソーシャルメディアをめぐる問題、ジェンダー・セクハラ問題、子どもの労働といった幅広いテーマがそれぞれのブースで発表された。

第1位は、香港の生徒たちが発表した、若者の自殺とソーシャルメディアの関係についての研究だ。フェイスブックやInstagramなどの代表的なソーシャルメディアを使い、自殺に関わる言葉を検索したユーザーに対してどのようなコンテンツが表示されるかを実験し、調べたものだった。

第2位に選ばれたのは、佼成学園女子高等学校の生徒による研究だ。多民族が共存するタイにおいて、マイノリティである山岳民族カレン族の言語がどのように扱われているのか、法律と教育の観点から現地調査して発表した。

第3位は、甲南高等学校の生徒による研究だ。少年院にいた少年が保健所に保護された犬をトレーニングすることで、犬の殺処分を減らし、少年の再犯防止を促す千葉県を取り組みを鹿児島県でも取り入れることができるのかを考察し、発表した。

社会課題分野のプレゼンテーションでは、統計情報を用いたり、生徒自ら実施したインタビューを取り入れたり、研究手法を工夫しながら取り組んだことが伝わるグループが多かった。

\*\*\*

自然科学分野、社会課題分野をまたいで、最も評価されたチームは特別に、2019年3月に開催される、つくばScience Edgeへ招待された。対象となったのは、パイナップルの葉と甲殻類の殻の活用を発表したフィリピンのチームだった。彼らには、つくばScience Edgeへの参加権に加え、旅費・宿泊費の一部も贈られた。

最後の全体講評では、生徒たちにとって身近である、ローカルな問題をきっかけに、グローバルな課題へとつ

なげた研究、しっかりと基礎から情報収集、調査をしている研究に、よいものが多かったと語られた。そして、今回のイベントを経て得た知識や経験を、ぜひ様々な人にシェアしてほしいこと、サイエンティストらしく物事を考えられるようになってほしいことが生徒たちに伝えられた。

## 講演

生徒たちがプレゼンを始める前には、シンガポール南洋理工大学助教授の佐藤裕崇氏によるキーノートレクチャーがあった。佐藤氏は、災害に遭った地域でできるだけ短時間に行方不明者を探すための、甲虫に搭載する電気システムを研究している。生き物に電気信号を送って動きをコントロールするという点について倫理的に疑問視する人もいる中で、なぜロボットを作らずに虫を使うのか、どのようにシステムが作られていてどう働くの

か、これまでにどこまでの成果があるのかなどを語った。生徒たちは、自らの発表の前に、「自分の研究を語る」とはどういうことなのかを、プロの研究者によるレクチャーを通して体感した。

また、表彰式の前には、大阪大学名誉教授の河崎善一郎氏によるクロージングレクチャーがあった。河崎氏は「雷博士」としても知られている通り、雷の放電について研究している。河崎氏が本格的に雷の放電について研究するようになったのは、40歳になってからだという。子どもの頃におばあさんから聞いた話や、自然現象を理解することの喜びなどを経たうえで、気象学にも地球物理学にもまたがる大気電気学を専門に選んだ。時おり笑いを交えながら、河崎氏は若い生徒たちに向かって、進路を選ぶのに焦りすぎる必要はない、時には迷ったり苦労したりしながら人生を歩んでほしいというメッセージでレクチャーを結んだ。



## シンガポール国立大学 キャンパスツアー

## 日本とアジアの生徒の交流会

## お問い合わせ

「グローバル・リンク・シンガポール」実行委員会 日本事務局(JTB国際交流センター内)  
<https://www.jtbbwt.com/gsl/>





# 岡本先生に 聞いてみよう

回答者

『課題研究メソッド』著者  
一般社団法人Glocal Academy 代表理事  
物理学博士

岡本 尚也



課題研究を始めるにあたり、生徒がつまずきやすいポイント、その指導法について教えてください。

大学などの研究指導は、基本的に多くて教員1人に対し5～10名程度の少人数です。しかし、高等学校ではその倍以上の人数を教員1人で指導しなければなりません。このように一人ひとり細かく見るのが難しい状況では、自分の学校において生徒がつまずくポイントを校内で共有し、次年度等で対策しておく必要があります。以下、高校生がよくつまずくポイントとその指導方法を解説します。

## ① 言葉の意味や定義が理解できていない

中学生や高校生が課題研究を行ううえで、最も問題となるのが、使用している言葉の意味や定義を理解しないまま使っているという点です。『課題研究メソッド』の中でも示したように、何となくよい感じの「マジックワード」がこの際、多く見られます。例えば、「平和」、「活性化」、「安全」、「よりよい」など、使用してもだれも反対せず、具体性のないマジックワードは便利ですが、そこで多くの場合、思考が止まってしまうため、深い学びになりません。課題研究の中で「活性化」の定義づけをせずに話を進めようと、具体性も定量化もできないため、現状理解と成果評価があいまいになってしまいます。

生徒が提出した文章の中にマジックワードがあった場合、まず、そのマジックワードをほかの言葉に言い換えさせるとよいでしょう。例えば、「〇〇市の活性化」という言葉の場合、「活性化」をちがう言葉に言い換えるよう指導します。生徒によっては、若年層の人口増加だったり、税収の増加や観光客の増加だったりに言い換えると思いますが、このステップを踏むことで論点を絞ることができ、もし一度言い換えてもまだ漠然としている場合は、複数回繰り返すとよいでしょう。これらは生徒間の相互チェックでも可能な方法ですので、是非導入してください。

## 質問募集

課題研究指導で悩んでいることなど、岡本先生に聞いてみたいことを募集します！  
どしどしご応募ください。  
<送付先> kokikaku@shinko-keirin.co.jp 啓林館「課題研究通信」編集部 宛て

## ② 前提の理解の不足

AI、社会保障制度、難民、過疎化、その他自然科学や数学の分野で使われる原理や法則など、課題研究でよく出てくる言葉を、生徒はきちんと理解して使用しているでしょうか？ 例えば、AIの原理がわからないまま、その可能性や危機を論じて、想像上の議論になるか、どこかに書いていることをただまとめるだけになってしまいます。また、自然科学や数学の分野で原理や法則を「天下り的に」使用すると、不正確になることもあるうえ、応用ができません。それ以上に、学びにつなげていない可能性もあります。これらも言葉の意味や定義と同様、研究の序盤で指摘をし、生徒の相互チェックを行う必要があります。

## ③ 英語化することが主眼となってしまう

「行った研究内容を英語で発表する」とアナウンスを行うと、多くの場合「研究内容」よりも「英語」に着目してしまいます。どうしても、英語に対する不安感が大きくなりますが、最初から英語を意識しすぎるあまり、内容が深まらない場面が多く見られます。例えば、先ほどのマジックワードも英語化すると、それっぽく見えてしまい、マジックワードを並べただけの発表になってしまったり、もしくは英語化を考えるあまり、議論が必要以上に簡略化されてしまったりすることがあります。英語力の向上も必要ですが、幸い日本には日本語で書かれた文献も数多く存在しますので、高度な思考や議論、知識・理解を適切な言語で行い、英語化は最後に行ったほうが、深い学びにつながりやすくなります。



一般社団法人

Glocal Academy

Address:

〒890-0023 鹿児島県鹿児島市高麗町9-20  
一般社団法人Glocal Academy

Contact:

http://glocal-academy.or.jp/  
info@glocal-academy.or.jp

## 第4回 高校生国際シンポジウム International Symposium for High School Students

高校生国際シンポジウムは全国で進められている課題研究の発表会および審査会です。

人文社会学の研究から自然科学や数学、ビジネスの分野までの幅広い分野の研究成果をスライド部門またはポスター部門にて発表します。

その他、各界をけん引する方々による基調講演やパネルディスカッション、研修会、参加者対象の交流会など二日間のプログラムで多くの学びの場を提供します。

各部門、分野の最優秀発表者には、シンガポールで行われるGlobal Link Singaporeへの推薦参加資格が与えられるほか、表彰対象者には証明書を発行致します。



## 参加者の声

普段ならば交流のない人達と知り合うきっかけになった、貴重な時間でした。全国から集まった相手と同じ土俵で戦えたことに感謝です。また、普段知り得ないような問題について発表を通して知ることができた、大切な時間でした。(生徒)

大変勉強になりました。課題研究発表への具体的なアドバイスもあり、生徒にも今後の参考になったと思います。(教員)



## 主な審査基準

- ・研究背景、現状の深い理解
  - ・研究の目的、リサーチクエスションの明確さ
  - ・先行研究や先行事例等をもとにした、研究の意義や独自性の提示
  - ・提案が調査や実験等、客観的なデータをもとに行われているか(提案型の場合)
  - ・提案の実現可能性が検討されているか(提案型の場合)
  - ・結果の論理性や客観性、考察の深さ
  - ・引用や参考文献が正しく示され、用いられているか
  - ・プレゼンテーションスキル・コミュニケーション力
- 英語での発表はその英語力に応じて最大5%加点する。  
詳しくは大会公文や課題研究メソッド(啓林館)等をご覧ください。



## スケジュール

【1日目】 2月8日(金)		【2日目】 2月9日(土)	
受付	10:00～10:30	受付	10:00～10:30
開会行事	10:40～11:10	パネルディスカッション	10:30～11:30
基調講演	11:15～11:45	パネリスト、審査員との交流会	11:45～13:15
昼食	11:45～12:45	ゲスト講演	13:30～14:00
研究発表コンテスト	13:00～17:30	表彰式・講評	14:05～15:55
第一部	13:00～14:15	閉会行事	16:00～16:20
第二部	14:30～15:45	スライド発表の部:	
第三部	16:00～17:15	発表時間12分、質疑応答7分 審査記録3分 計22分	
交流会・研修会	18:00～	ポスター発表の部:	
		発表時間7分、質疑応答3分 審査記録3分 計13分	



## お申込み方法について

### ① 参加希望申し込み

平成30年12月1日(土)から平成31年1月7日(月)18:00までに公文別紙2にある研究要綱に研究内容を記入し、PDF形式に変換したうえで大会申し込みWebサイトより提出します。

### ② 書類審査

提出された研究要綱をもとに書類審査を行い、平成31年1月9日(水)に参加資格者を発表します。

### ③ 参加本申し込み

平成31年1月12日(土)までに公文別紙3の内容をWebサイトでデータ入力するとともに、別紙3自体に押印のうえ、上記住所まで郵送し(平成31年1月15日(火)消印有効)本申込を行います。この際に引率教員も同時に申し込みを行って下さい。

### ④ 発表順序・分野発表

発表分野及び発表順序は平成31年1月15日(火)にWebサイトおよびメールにて発表します。

その他、見学のみの申し込みは大会申し込みWebサイトにて、公文は大会Webサイトからダウンロード可能です。

大会Webサイト: <http://glocal-academy.or.jp/>  
ご質問等: [info@glocal-academy.or.jp](mailto:info@glocal-academy.or.jp)



## 過去の入賞者の活躍

過去の表彰対象者が推薦・AO入試にて東京大学、京都大学、大阪大学、九州大学、慶應義塾大学等 多くの大学へ合格

主催: 一般社団法人Glocal Academy  
協賛: 新興出版社啓林館、株式会社JTB、JSコーポレーション、立命館アジア太平洋大学  
後援: 鹿児島県教育委員会(申請中)、鹿児島市教育委員会(申請中)  
会場: サンエールかごしま 鹿児島県鹿児島市荒田1丁目4-1



# これからの社会で役立つ力が身につく

新刊

## 課題研究メソッド Start Book

～探究活動の土台づくりのために～

岡本 尚也 著 96頁／定価 本体1,200円＋税



A4判・カラー刷

- ① 「研究テーマの見つけ方」「問いの立て方」など、課題研究の土台部分をていねいに学べる
- ② 文系・理系の課題研究に対応
- ③ トレーニング編、実践編の2部構成
- ④ 解説＋ワークシートの見開き形式
- ⑤ 「ワークシート記入例集」を用意 ※WEBよりダウンロード(予定)

2019年2月 発刊予定!

※制作中につき、発刊時期・仕様などは変更になる場合があります。

※『課題研究メソッドStart Book』対応 指導用データ集(仮称)も別売予定



A4判・カラー刷

## 課題研究メソッド ～よりよい探究活動のために～

岡本 尚也 著 168頁／定価 本体1,500円＋税

- ① 文系・理系の課題研究に対応
- ② 課題発見～研究発表までの流れを、段階別に解説し、理解を促す構成
- ③ 課題研究に取り組む意義や概要、研究手法を系統的にわかりやすく解説
- ④ 豊富なAppendixや事例、ワークシートで、生徒の理解をサポート



A4判・1色刷

### 『課題研究メソッド』 完全準拠ワークシート集 課題研究ノート

56頁／定価 本体300円＋税

- ① 『課題研究メソッド』に準拠したワークシート集
- ② 課題研究のポートフォリオとして、大学の推薦・AO入試対策に



『課題研究メソッド』の指導をサポートする教師向けデータ集

### 課題研究メソッド 指導用DVD-ROM

定価 本体7,000円＋税

本文データ、シラバス案、指導案、授業用プリント、評価規準、授業用パワーポイント、解説動画などを収録

—— 知が啓く。 ——  
**啓林館**

<http://www.shinko-keirin.co.jp/>

執筆協力: 石澤 麻子

201811

本社 〒543-0052 大阪市天王寺区大道4丁目3番25号

東京支社 〒113-0023 東京都文京区向丘2丁目3番10号

北海道支社 〒060-0062 札幌市中央区南二条西9丁目1番2号 サンケン札幌ビル1階

東海支社 〒460-0002 名古屋市中区丸の内1丁目15番20号 ie丸の内ビルディング1階

広島支社 〒732-0052 広島市東区光町1丁目7番11号 広島C Dビル5階

九州支社 〒810-0022 福岡市中央区薬院1丁目5番6号 ハイビルズビル5階

TEL(06)6779-1531 FAX(06)6779-5011

TEL(03)3814-2151 FAX(03)3814-2159

TEL(011)271-2022 FAX(011)271-2023

TEL(052)231-0125 FAX(052)231-0055

TEL(082)261-7246 FAX(082)261-5400

TEL(092)725-6677 FAX(092)725-6680