

英語が使える科学技術系人材の育成のための行動計画

岡山県立倉敷天城高等学校
2016年（平成28年）6月1日

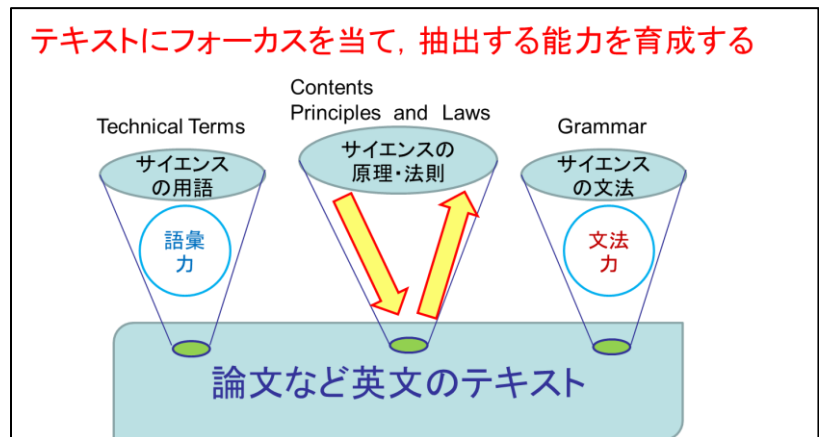
1 育成したい力

平成24年に本校が策定した「英語が使える科学技術系人材の育成のための戦略構想」により、併設中学校及び高等学校における理科の授業や課題研究の中で積極的に英語を活用してコミュニケーションを図っていく実践を積み重ねてきた。

具体的には、本校が提唱している「科学英語読解メソッドP a R e S K（パレスク）」（Paragraph Reading for Science with Key Words）の理念の下、科学に関するテキストなどを使ってサイエンスの原理・法則を理解したり、ディスカッションを行ったりする取組を実施している。P a R e S Kの定義は次のとおりである。

タイトル、図や写真などのキャプションに記載されている専門用語などをキーワードとし、パラグラフごとの大意をつかみながら読み解いていく読解法。

高等学校では、P a R e S Kに加えて、近年英語教育で注目されているF o n F（フォーカス オン フォーム）を参考に本校が考案したF o n S（フォーカス オン サイエンス）の理念を取り入れた授業を実践している。このF o n Sの理念は、次の図に示すように、論文など英文のテキストから、サイエンスの用語、原理・法則、文法（語のつながり）を「抽出する」能力を育成しようとするものである。科学・技術の世界においては、日進月歩で新たな概念や技術が登場しており、それらをいち早く吸収するためには、「英単語や文法をどれだけ知っているか」ということよりも、英文のテキストから新たに用語、原理・法則、文法をどれだけ抽出し、自分のものにできるかが問われることになる。この取り組みを通して、卒業後も将来にわたって必要となる、語彙と文法を「抽出する能力」をも育成したいと考えている。本校高等学校ではP a R e S K with F o n Sの理念に基づく実践を行っている。



これら

これらの取組の成果として、中学生、高校生ともに、コンテストや課題研究発表会において英語でプレゼンテーションを行う機会が増え、英語・内容ともに高い評価を得ている。これまでの指導方法と成果を整理し、本校SSH指定3期目で育成したい三つの資質・能力「インテイク力」「メタ認知力」「コミュニケーション力」に対応する形で、新たに次の三つの力を定め、行動指針を策定する。

- I 必要となるサイエンスの用語・文法（語のつながり）を抽出し、インテイクする力の育成
- II サイエンスに関連した現象や原理・法則などを、2言語で理解することによるメタ認知力の育成
- III サイエンスの世界における英語による双方向のコミュニケーション力の育成

なお、これらの資質・能力（力）の詳細は後述する。

2 三つの力を育成する「場」と行動指針

科学技術の分野で英語を使う場面を想定し、前項で示した三つの力を育成する「場」を次のように Formal situations と Informal situations の二つに整理した。

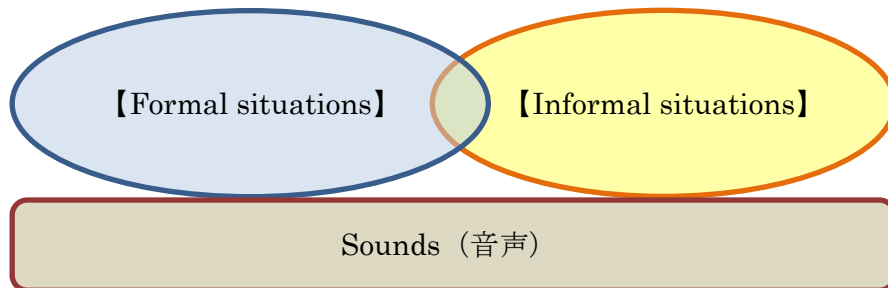
【Formal situations】 (正確さが求められる)

- 1 Writing reports
- 2 Making posters
- 3 Giving presentations

【Informal situations】 (コミュニケーションの積極性が求められる)

- 1 Discussing science topics with others
- 2 Attending science classes
- 3 Performing experiments using English
- 4 Common English phrases used in the science laboratories
- 5 Talking about Japanese history and culture

これらに加え、本校の科学英語の学習の場面においては、Sounds (音声) を重視した指導を行っている。上述の二つの場は重なり合うことも多く、音声指導をも重要な要素とすると、次の図のように概念化できる。



行動指針として次のことを定める。

Formal situations と Informal situations の二つの場の中で、音声をも重視した指導を行い、文化教養としての英語とコミュニケーションのツールとしての英語をバランスよく身に付けさせる。

3 行動計画策定の理念とその歴史的背景

我が国の大学の起源については複雑な変遷を経ているが、理学部は蕃書調所をその起源とし、工学部は明治期にあった工部省の工部大学校をその起源としている。我が国における西洋の理工学受容の歴史にこれらの2系統があることを象徴するように、本校が作成した「物理基礎 英語定義集」の巻頭に、次の記述が見られる¹⁾。

○「Electric Field は「電場」もしくは「電界」と訳されていますが、なぜ2つの訳が出てきたのかについて、理学系の学者は「電場」と訳し、工学系の学者は「電界」と訳したということを経験した人から聞いたことがあります。」

斉藤兆史「教養の力 東大駒場で学ぶこと」(集英社、2013)において、お雇い外国人による明治期の大学での授業が英語で行われており、このことについて夏目漱石が大変屈辱的なことであったと述べていることが紹介されている。周辺諸国が植民地化され、独立国家としてのプライドあるいは、母語を喪失することの恐怖感もあったものと推測できる。明治中期になると日本語で授業が行われるようになったようである。また、ジョン・ミルンをはじめとした外国人教員について、1980年代に「地震学」を受講した当時の学生への聞き取り調査で、「明治以来100年近くも経た当時においても、地震計を開発したジョン・ミルン先生の業績が、地震

学の授業で何度も繰り返して言及されており、驚きであった。」との口述を得ている²⁾。また、天野(2016)によると、合併して大学となる前の「開成学校」と「医学校」は「学制」においては「専門学校」と位置づけられており、「やがて設置されるべき新しい大学で、もっぱら西洋の学問を教授する日本人教師の育成を目的とする、『師範学校』として構想されたのである。」と述べられている³⁾。これらの専門学校を引き継いで明治10年に発足した大学では、わずか32名の教授のうちの23名までが外国人(洋人)で占められており、やがて教授は日本人(邦人)だけになり、日本語での卒業論文も認められることになったということである⁴⁾。

このように、明治期のお雇い外国人の献身的な貢献と、西洋の科学技術を日本語に翻訳して日本語での授業を可能にした当時の日本人の努力があいまって今日の日本の科学技術の礎が築かれたと言っても過言ではないであろう。

しかしながら、明治以来約150年が経過し、グローバル社会を迎えた現在では、逆に日本語ですべてが完結することが足かせになってきている感が否めない。外国で事業を興し、外貨を日本国内に環流するというビジネスモデルが主流となるであろう今後を見据えると、外に向けて発信する力を持つための英語力が欠かせない。本校では、国内外のこのような現状を踏まえ、英語を使う抵抗感を中学校段階からできるだけ小さくするために、平成24年に「英語が使える科学技術系人材の育成のための戦略構想」を策定して以来、実践を積み重ねている。

一方、英語教育においては、明治期から第2次世界大戦までの英語学習について清水(2010)は、「日本人が教える英語の場合の多くは、発音には注意しないで、もっぱらこの読解を中心とし、内容の理解・把握に重点を置く教授法をとった。これを変則英語という。これに対して外国人教師や宣教師が教える場合は、発音会話と反復練習を重視する授業法がとられた。」と述べている。また、「大学や高等学校からお雇い外国人教授の大半が去り、教授用語が英語から日本語に代わって、正則英語から変則英語へと転換したことは、その後の英語教育や学習におおきな変化をもたらした。」と述べている⁵⁾。本校においては、外国人教員による指導(正則英語)と日本人教員による指導(変則英語)がうまくかみあって最大の効果を上げることができるよう、科学英語の実践を行っている。また、教養としての英語(変則英語)、ツール(コミュニケーションの手段)としての英語(正則英語)のどちらも重要であると考え、一方に偏ることなく、バランスのよい指導を心掛けている。

また、戦前の東京高等師範学校(現 筑波大学)において、外国人臨時講義嘱託として教鞭を執ったアルバート・シドニー・ホーンビー(ホーンビー先生)による授業や石橋幸太郎の「新教授法」による授業の様子が古家(2013)により、次のように紹介されている⁶⁾。

○「ホーンビー先生は、廊下側の生徒のいすに腰をおろし、じっと演技を聞きながらメモをとり、実演が終わるたびに立ち上がって批評する。教える自信と実力をつけるのにおおいに役立つ授業であったと思う」(高梨, 1985, p. 148)

○「石橋先生の新教授法にはびっくりした。先生はほとんど日本語を使わず、読本について矢継ぎ早に英語で質問し、生徒はそれに反射的に英語で答えるのであった」(清水貞助, 1980, pp. 146-147)

本校では、英語でのプレゼンテーション練習の際には、右の写真にあるように、複数の外国人教員、日本人教員、生徒が聞き役になり、かつて東京高等師範学校で行われていた模擬授業を発展させた形での練習を実施している。この形態での練習では、サイエンスの内容、文法、発音について複数の教員が相談して助言を与えることができ、効率的であり、効果を上げている。



4 育成したい三つの力について

本校SSH指定3期目で育成したい三つの資質・能力「インテイク力」「メタ認知力」「コミュニケーション力」に対応する形で、科学英語で育成したい三つの力を次のように新たに定め指導を行う。

(1) インテイク力

I 必要となるサイエンスの用語・文法（語のつながり）を抽出し、インテイクする力の育成

科学研究の場面で必要となる用語、原理・法則、文法を英文のテキスト等から抽出し、自分のものにする（インテイクする）ことができる力を育成する。近年、インターネットの普及により、英語の文献にアクセスすることが容易になっている。英語での論文作成の際、必要となる用語やそれに付随する動詞、用法などを検索することが多い。このような場面における経験を通して、インテイク力を育成する。

(2) メタ認知力

II サイエンスに関連した現象や原理・法則などを、2言語で理解することによるメタ認知力の育成

奈良教育大学では「メタ認知」を、「メタ認知の『メタ』とは『高次の』という意味です。つまり、認知(知覚、記憶、学習、言語、思考など)することを、より高い視点から認知するということです。例えば、子どもが問題解決で行き詰まった時(分からなくなった、どうしていいかわからない、解けない時)、『前にやったことはないか?』とモニターなどすることです。」と説明している。(平成22年度奈良教育大学学長裁量経費補助研究成果報告)

佐藤(2009)は「私自身も英語を話すときには人格が変わります。みなさんはどうでしょうか。英語を話すことは、自分の中にもうひとりの自分をつくることであり、その格闘が必要なのです。一人ひとりの中にもうひとつの言語世界をつくっていくことが、子どもたちの経験や日々の経験を豊かにするのだと思います。またそうすることによって、自らの言語文化を相対化することもできるし、批判的になることもできる。そういう、もうひとつの関わりを築く言語世界です。」と述べており、英語教育の目的の一つとして「もうひとつの言語世界を自分の中に築くことが重要なのです。」としている⁷⁾。「もうひとりの自分」「言語文化を相対化する」という語句は、正に「メタ認知力」に関するキーワードと言える。また、国内で唯一「教養学部」が残っている東京大学の藤垣裕子 同学部副学部長は、語学や歴史、古典を学んで知識を蓄積することがそのまま教養につながるわけではないとした上で、「語学教育は『日本語で理解し、説明するときの日本語でのものの見方』と『外国語で理解、説明するときの外国語でのものの見方』の間を往復することを意味する。」としている。さらに、同学部の後期教養教育について「後期教養教育とは枠を越えて複数のコミュニティーを往復する力をつけ、そのことによって自らを相対化する力をつけ、制約から解放されること、ということが出来るだろう。」と述べている⁸⁾。正に「相対化する力」が本校で身に付けさせたいメタ認知力と言える。

また、ラモン・ファーガス(2014)も「As the saying goes, you cannot fully understand one language unless you understand at least two.」と、少なくとも二つの言語で物事を理解しないと、十分な理解は得られないという西洋の格言を紹介している⁹⁾。さらに、本校で理数科1年次生を対象に実施したバイリンガルによる「理数物理」の授業(20回程度)を受講した生徒への質問紙調査(平成24年11月)における自由記述の中で、「現象を日本語で理解して、さらに英語で理解すると、より理解が深まる。」との趣旨の回答があった。これは正にラモン・ファーガスが紹介している前述の格言が実現できている姿であると言える。

このように、本校ではサイエンスに関する原理・法則や現象を日本語と英語の両方で理解し、より一層深い理解を目指すことも目標にし、科学英語の取組を実施している。具体的には、例えば、物理で扱う「仕事と力学的エネルギー保存」について、日本語での説明とともに、英語圏で使われている教科書の次の記述を紹介するなどしている。

The work done by a conservative force such as gravity depends only on the end points of a path, not on the specific path taken between those points.

(University Physics, H. Young and R. Freedman, 13th edition, 2012, Pearson Education, Inc.)

一方、日本の教科書（数研出版「物理基礎」，2013）では保存力（conservative force）の定義を「物体が移動するとき、物体にはたらく力のする仕事が、途中の経路に関係なく始点と終点の位置だけで決まる場合、その力を保存力という。」としている。物理では「された仕事」「した仕事」などという表現をよく使うが、日常生活では「された仕事」という表現はあまり聞かない。英語の「work done」「work do」という表現に触れると、「された」という表現は「受け身」であることが分かり、理解が促進される。また、「始点と終点の位置だけで決まる」という表現について、前述の英語の記述に触れると、始点と終点のみに「依存（depend on）する」ということが分かり、理解が深まる。

本校では、「日本語言語空間」「英語言語空間」という言葉を使っており、二つの言語空間で物事を考えたり表現したりすることで物事を「相対化」することができ、より深い理解につながると考えている。

(3) コミュニケーション力

Ⅲ サイエンスの世界における英語による双方向のコミュニケーション力の育成

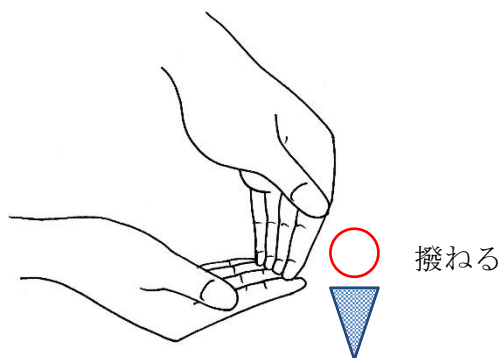
平成26年度に本校が実施した卒業生への追跡調査の結果、平成18年から始めた「米国バースト一校海外短期研修」に参加した卒業生の多くは、企業の国際部門で活躍したり、大学の研究室の留学生の世話役になったりするなど、何らかの形で「国際的に」活躍しているケースが多いことが明らかになっている。このように、これから社会に出て活躍する高校生にとって、その活躍の場が国外であろうと国内であろうと、サイエンスにおいて事実上の「公用語」となっている英語によるディスカッションなど、双方向のコミュニケーション力は欠かせない。このような場面では、特に発音の正確さが重要な要素となる。行動計画では、これまでと同様に様々な場面での「音声重視」の指導を継続・発展させていく。

鳥飼（2016）は、ノーベル賞を受賞した日本人科学者が学会での発表で、「bone」（骨）のつもりで言った英語が「born」と誤解されてしまった体験談を紹介している¹⁰⁾。また、1980年ごろ、有馬朗人 元文部大臣が教鞭を執っていた大学で「物理数学」を受講した当時の学生への聞き取り調査を実施したところ、「君たち、英語の発音には十分気を付けなさい。ある日本人が学会で発表者に対して『そのデータは too long』と言ったつもりが、『too wrong』と誤解されて発表者がカンカンに怒った。」とのエピソードの紹介が当時の授業であったとの口述を得ている¹¹⁾。このように、発音の不正確さから「骨」と言ったつもりが「生まれる」に誤解されたり、「長すぎる」が「大間違い」と誤解されたりすることは致命的なことであると言わざるを得ない。

ディスカッションなどの双方向のコミュニケーションの場面を考え、本校では音声重視の指導を行うことにしている。その補助手段として、日本人のための英語音声指導法 OMEH G Method（オメッグ メソッド：Open of Mouth and Exaggerated Hand Gestures）を提唱している。このメソッドは、次の図に示した一例のように、日本人の苦手とする「Th, R, L, V, F」などの発声の仕方を、右手と左手による大げさなジェスチャーと口の動きをシンクロさせて指導しようとするものである。このように、日本語にない音などを中心に、日本人向けのポイントを押さえた効率的な指導を行うにより、音声面での大きな改善効果があることが確認できている。

Th-Sound

上の歯の先端に軽く舌先を接触させ、その隙間から勢いよく息を出す。舌を噛むほど舌先を前に出さなくてもよい。



なお、このメソッドは、特別支援教育¹²⁾と音楽教育¹³⁾にそのヒントを得ている。特別支援教育や小学校低学年での国語科の指導における「動作化」と言われている大きなジェスチャーを交えた説明や、指揮棒や手の微妙な動きによって音楽表現のニュアンス伝える指揮法を参考にした指導法により、音声面での指導の充実を図ることができると考えている。

- 1) 岡山県立倉敷天城高等学校「物理基礎 英語定義集」(2014)
(http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/SSH_2014/PaReSK/PhysicsDefinitions_2015.pdf)
- 2) 2016年3月に岡山県立倉敷天城高等学校が実施した聞き取り調査による
- 3) 天野郁夫「七帝大物語 第十一話 教授たちの世界(一) -教授への道」
『學士會会報 第916号』p.79 (2016)
- 4) 前掲書 3) p.80
- 5) 清水稔「外来文化の受容の歴史から見た日本の外国語学習と教育について」『佛教大学 文学部論集 第94号』(2010)
- 6) 古家貴雄「戦前の東京高等師範学校における教科教育法(英語教授法)の授業状況について -教授法の担当者と授業内容を中心として-」, 山梨大学教育人間科学部附属教育実践総合センター研究紀要『教育実践学研究 18』(2013)
- 7) 佐藤学「言語リテラシー教育の政策とイデオロギー」, 大津由紀雄 編著『危機に立つ日本の英語教育』p.274 (慶應義塾大学出版会, 2009)
- 8) 藤垣裕子「大人になるためのリベラルアーツ 下」『教育 [学ぶ 磨く 育てる]』
(「日本経済新聞」2016年5月2日付け)
- 9) 前掲書 1)
- 10) 鳥飼玖美子「本物の英語力」(講談社, 2016)
- 11) 2016年3月に岡山県立倉敷天城高等学校が実施した聞き取り調査による
- 12) 岡山県総合教育センター「通常の学級における特別支援教育の観点を取り入れた授業づくりII」(2013)
- 13) 斉藤秀雄「指揮法教程」(音楽之友社, 2010)