

## 特 集

「農工大におけるアクティブ・ラーニングの取り組み」



## 自由テーマ設定型の実験種目の設定とその教育効果

松崎清司, 畠山温, 三沢和彦, 太田寛人, 秋葉圭一郎 (工学部物理システム工学科)

### An Undergraduate Laboratory Experiment without a Manual and its Educational Effects

Seiji Matsuzaki, Atsushi Hatakeyama, Kazuhiko Misawa, Hiroto Ota, Keiichirou Akiba  
(Department of Applied Physics, Faculty of Engineering)

**要約:** 従来の学生実験は、決められた課題を手順書にしたがって処理するものがほとんどであった。この試みでは、器具と器具の使い方を与えて、実験の内容から学生同士が議論して決めていく手法を開発した。教育効果を測るため、アンケート調査を行い、積極的に考えている学生が多いことが分かった。

[**キーワード:** 学生実験, 自由テーマ設定, 熱力学実験, 能動的教育, マニュアルレス]

#### 1 はじめに

物理教育においても、知識伝達型ではなく能動的な授業方法 (アクティブラーニング) が効果的であると認識されるようになった。(エドワード.F.レディッシュ(2012)) 物理システム工学科では、自分でテーマを設定し、それをどのように解決するかを考えさせることに重点をおいた「自由課題実験」コースを、希望する学生に対して実践してきており、その教育効果が高いことを示してきている。(島田紘行(2010), 島田紘行(2011)) 本研究ではその実践を発展させ、すべての学生が受講する通常の学生実験において、実験内容と方法を自分たちで考えさせる種目を導入した。その種目の内容の理解向上はもちろんのこと、物理学の学習に対する学生の基本的姿勢が改善されるなどの教育効果があるかどうかを研究している。(松崎清司(2015))

#### 2 学生実験の年次ごとの位置づけ

学生実験の年次ごとの位置づけは、以下の通りである。2015年度版の工学基礎実験 (物理システム工学科) より抜粋した。

【1年次: 基本の習得】

- (1) 実験内容を理解し、適切に実験を行うことができる。
- (2) 実験データを解析し、結論を導くことができる。

(3) 実験結果について、科学的な考察をすることができる。

(4) 上記のことがらをレポートにまとめることができる。

【2年次: 知識の活用, 応用】

(上記の項目に加え)

(5) これまでの講義で学んだ物理学の知識を実験という現場で活用することができる。

(6) 実験内容を身の回りの現象や技術と関連付けて考えることができる。

(7) 既習分野ではない実験内容でも、自ら勉強し、対応することができる。

【3年次: 総合的理解および表現】

(上記の項目に加え)

(8) これまでの講義や実験で学んだ様々な分野の知識と技術を実験内容の理解、結果の解釈や考察に活用することができる。

(9) 実験結果や考察を論理的に表現することができる。

(10) 実験内容をわかりやすくプレゼンテーションすることができる。

以上、2年の応用の実践、3年の総合的理解を深めるため、自由テーマ設定型実験を導入する。

#### 2.1 自由テーマ設定型の学生実験

自由テーマ設定型の学生実験は、3年6テーマ中、1テーマ、2年6テーマ中1テーマ、計2テーマ設定する。

- 1) 3年 (熱力学実験: スターリングエンジン)

## 2) 2年 (光学)

3年次の熱力学実験は、平成24年度より、準備をはじめ、平成26年度より、導入している。

2年実験の光学については、来年度より実験を開始する予定である。

## 3. 自由テーマ設定型熱力学実験の詳細

3年実験は、4週で1テーマ、年間で6テーマ行い、各テーマ終了後に、レポートを提出する。熱力学実験はその中の1テーマである。学生にとって熱力学は既習である、また、用いる実験装置の動作が直感的に把握しやすい。学生からみてブラックボックスではなく、実験テーマ設定の自由度が高い柔軟な実験システムをスターリングエンジン (NARIKA 製) を改造したハードウェアとグラフィカルな LabVIEW を用いたソフトウェアで構築した。(図1, 図2)



図1 実験装置

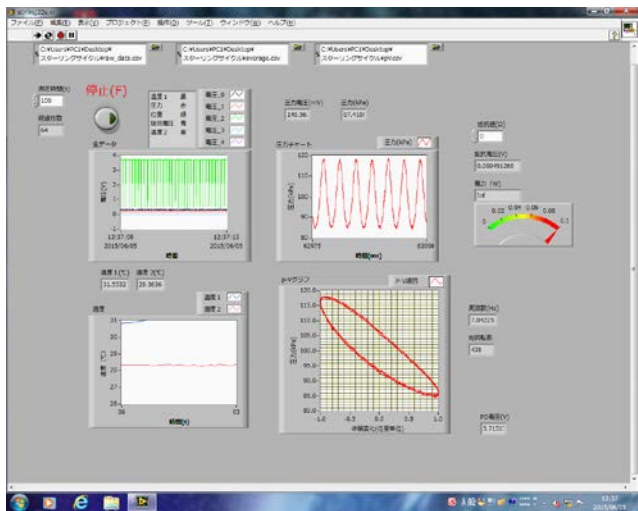


図2 LabVIEW 画面

エンジンの圧力、体積、温度をセンサーを用いて測定する。LabVIEW で構築したプログラムをもちいて、PC 画面

に表示させている。エンジンサイクルは、アルコールランプで温め、実現している。また、エンジンサイクルの出力は、モーターを発電機として用い測定できる。このデモ用スターリングエンジンは、エンジンサイクルのほか、ヒートポンプもデモ実験できる。

以上が、基本の測定である。このテーマでは、学生は、自分で原理、装置の仕様を調べ、目的、実験方法を自分たちで設定する。毎回、実験の最初と最後に発表を行い、教員、TA と議論しながら、考察を深め、実際の研究活動に近い学生実験を体験する。

教育効果は、学生のアンケート回答の評価に基づき測る。

## 3.1. 教授方法

指導の流れを図示する。(写真1)

### 1 日目



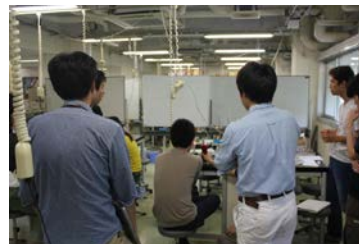
装置の説明



装置の確認



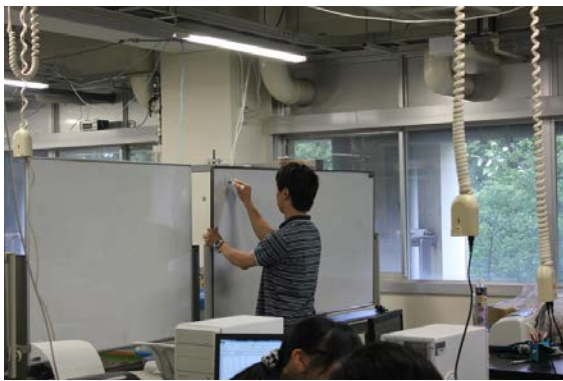
議論討論



2, 3, 4 日目

実践体験として実験サイクルを行う

Plan (検討議論)



Do (実験)



Check (確認)



Analysis (検討議論)



4 日目 最終討論



1 週間後にレポート提出

写真1 指導の流れ

### 3.2. テキスト

物理システム工学実験Ⅲ, IV (H27 年度版), pp37-43, スターリングエンジン抜粋

#### 3 スターリングエンジン

**3.1 目的**  
熱力学の応用として重要なが、エンジンとモーターの2種類の熱機関である。実験では、スターリングサイクル装置を用いたスターリングエンジンのような熱機関とスターリングエンジンの動作原理を学ぶ。また、スターリングエンジンの動作原理を学ぶ。さらに、スターリングエンジンの動作原理を学ぶ。また、スターリングエンジンの動作原理を学ぶ。

**3.2 スターリングエンジンとは**  
スターリングエンジンは、閉鎖した気体を作動媒体とし、加熱することによって動作させる熱機関である。シリンダ内で作動媒体を加熱させるスターリングエンジンのような熱機関とスターリングエンジンの動作原理を学ぶ。また、スターリングエンジンの動作原理を学ぶ。さらに、スターリングエンジンの動作原理を学ぶ。また、スターリングエンジンの動作原理を学ぶ。

**3.3 本単目の実施スタイル**  
この単目には詳細な実験手順書があり、実施者は自分たちで議論しながら、どのように実験をして、どのように観察して、何をどのように観察するか、という一連の実験の過程を進める。また、実験の目的や目的達成のために必要な知識や技術を学ぶ。また、実験の目的や目的達成のために必要な知識や技術を学ぶ。また、実験の目的や目的達成のために必要な知識や技術を学ぶ。

**3.4 各回の実験の流れ**  
1日目: 実験装置の概要について説明する。2日目: 実験装置の概要について説明する。3日目: 実験装置の概要について説明する。4日目: 実験装置の概要について説明する。

**3.5 実験で特に心がけて欲しいこと**  
1) 実験の目的や目的達成のために必要な知識や技術を学ぶ。2) 実験の目的や目的達成のために必要な知識や技術を学ぶ。3) 実験の目的や目的達成のために必要な知識や技術を学ぶ。

(a) 詳細な実験手順書、TAと議論しながら観察を進める。ということがある。また、実験の目的や目的達成のために必要な知識や技術を学ぶ。また、実験の目的や目的達成のために必要な知識や技術を学ぶ。また、実験の目的や目的達成のために必要な知識や技術を学ぶ。



図 3.1: 実験装置の概観図

**3.6 スターリングサイクル装置**

**3.6.1 エンジンとしての動作**  
実験で使う装置は、「スターリングエンジン」と名付けられて市販されている装置にセロファンを張り付けたものである。縦に動くピストンはパワーピストンと呼ばれる。気体の膨張と収縮によって、横に動くガラスのピストンはディスプレイピストンと呼ばれる。気体を高圧部と低圧部に移動させる動きをする。ディスプレイピストンの運動によって気体の体積は変わらないことに注意。パワーピストンディスプレイピストンとディスプレイピストンは同一軸でつながっている。その気体は完全に閉鎖されているが、10 秒程度で循環しているときその時間スケール (ms) で、これはほとんど定常状態である。このピストンを使って直視センサーを動かすことができる。直視センサーを動かすこともできる。直視センサーを動かすこともできる。直視センサーを動かすこともできる。

**3.6.2 ヒートポンプとしての動作**  
この装置は、熱を仕事に変えるエンジンとしてではなく、仕事で熱を移動させるヒートポンプとしても動作させることができる。直視センサーを動かすことによって、熱を移動させることができる。直視センサーを動かすことによって、熱を移動させることができる。直視センサーを動かすことによって、熱を移動させることができる。

**3.6.3 付属品についての補足**  
(1) アルコールランプ: 燃料として使用する。 (2) 直視センサー: 直視センサーを動かす。 (3) 直視センサー: 直視センサーを動かす。 (4) 直視センサー: 直視センサーを動かす。

**3.7 計測用センサー**  
(1) 温度センサー: アルコールランプで加熱されたガラス容器に設置された熱電対 (Pt100) を用いて測定する。 (2) 直視センサー: 直視センサーを動かす。 (3) 直視センサー: 直視センサーを動かす。 (4) 直視センサー: 直視センサーを動かす。

**3.8 データ取得**  
(1) 直視センサー: 直視センサーを動かす。 (2) 直視センサー: 直視センサーを動かす。 (3) 直視センサー: 直視センサーを動かす。 (4) 直視センサー: 直視センサーを動かす。



図3 テキスト抜粋

テキストは、以上のような項目で、簡潔で、装置の使いかた、実施スタイルの説明が大部分である。(図3)

### 3.3. 教育効果 (アンケート結果)

平成26年度、3年実験熱物理学実験に於いて、教育効果を調べるために、簡単なアンケート調査を行った。

前後期、熱力学実験にあたったグループに取ったアンケート結果を示す。

効果あり、2点、ややあり 1点 あまりなし 0点 逆効果 -1点 とした。その総計を示す。

自由テーマ設定型の物理学実験種目の導入効果の研究  
平成26年前期アンケート結果 (母数26)

1. 熱力学あるいは本実験に関連する物理学を理解し使えるようになる。(以下 理解と書く)  
計2.2点
2. 自分で考えながら実験を進める本来の研究手法を学ぶ。(以下 手法と書く)  
計4.4点

平成26年後期アンケート結果(母数23)

1. 熱力学あるいは本実験に関連する物理学を理解し使えるようになる(理解).  
計1.9点
2. 自分で考えながら実験を進める本来の研究手法を学ぶ(手法).  
計3.5点

コメントとして以下のようなものがあがっている

#### A) アンケートコメント

##### 1) 前期

##### 理解 (有効) の場合

- ・自分で原理から考えるので、理解するのに役立ったと思います。
- ・自分で適切なテキストを探して、調べることができました。
- ・テキストをただ見るよりも、理解できるし、自分のやるべきことの見通しが立つ。
- ・自分で考えることは難しいが、その分理解が深くなる。議論することでも理解が深まる。
- ・どのような実験するべきかということを考える過程で主体的に調べられたので、知識の定着度がよかったと思った。
- ・何をしなければならぬのか、自主的に予習ができるのは、良いと思った。
- ・テキストに記載されていないので、自分で調べなければいけない分、知識としても定着しやすい。
- ・考察にいつもの実験より、重点を置くことになった。
- ・自分たち以外の発表から学ぶことが多かった。

##### 理解 (あまり有効でない) の場合

- ・熱力学以外の要因も多いので悩んだ。
- ・テキストに背景知識があったとしても、不足分は自分で調べることになるので、載せない意味はない。
- ・一週目の実験の際に熱力学の法則を確かめるとき、テキストに記述がなく困ってしまった。例、スターリングエンジンの各過程。
- ・基とする知識が何もない。偏った知識、間違った知識で実験を組立そう。
- ・結局どうなのか、中途半端になる。
- ・調べなければ、わからないというデメリットとして、本実験で熱力学の何を理解してほしいのかという点が不明確でした。
- ・原理などわからない状態が長く続いてしまった。
- ・ただ、実験装置だけ与えられると、最終目的が立てずらい。はじめはどこからはじめたらよいのか、少しでもいいのでヒントがほしい。
- ・そもそも熱力学が、理解できていない場合、目的や測定を決めても、間違っただま行ってしまい、間違っただけ理解をするのではないか。

## 手法 (有効) の場合

- ・自分で仮説を立て、実証できる。
- ・本来の研究プロセスを踏襲することができた。
- ・毎回実験前と後で、発表することは、有効だったと思う。理由は、自分たちで考えるという、積極的な姿勢が、少しは身についたと感じるため。
- ・他の実験では、どうしても受け身になりがちだが、この形態だと、積極的に自分から考える機会が得られる。
- ・主体的に実験計画を立てる機会はなかなかないので、とても勉強になりました。
- ・目標の立て方、考察の仕方について、よく考えるきっかけになった。
- ・研究室配属されてからのことを考えると、良い練習の機会になると思った。
- ・テキスト通りというわけに行かず、自分で考えて行うという意味で、本来の研究の手法を体験することができた。
- ・今後、プレゼン等で、どのように発表するかを学べ、また、皆の前で発表することを早いうちに経験することができる。
- ・実験の妥当性、再現性、何を測定して、どう結論するか考えるので、研究というものに少しは触れた。
- ・自分で考え、そのための知識を得ようと思えた。
- ・発表のために自分たちで考えたことだけではなく、説明するためにより理解を深める必要があった。

## 手法 (あまり有効でない) の場合

- ・形態自体は、とてもよかったが、討論するのには向いていない。
- ・スターリングエンジンの構造を知るだけで、2週使ったのがよくなかった。時間が少ないと思った。
- ・4回、全体の方向性が定まらなかった。

## 2) 後期

### 理解 (有効) の場合

- ・原理からきちんと考えることができ、理解を深めることができた。
- ・自分で原理を考えたので、力が付いた。
- ・考える力が付いた。
- ・実験の未知を学べる。
- ・普段は、テキストに示されている公式をただ使うこともあるが、今回は、式の意味を考えるきっかけとなった。
- ・実験内容を考えるには、ある程度の物理学の知識が必

要であった。

- ・実験に取り掛かる前に、深く考えさせられるので良かった。
- ・考えることができる。

### 理解 (あまり有効でない) の場合

- ・そこまで至るのに、必要な時間がなかった。(装置作りにほぼ、終始してしまった。)
- ・結局どのような知識を用いればいいか、わからなかった。
- ・自分で積極的に学習する必要がある。
- ・すべて、1から考えるのには、時間がなかった。
- ・テキストを全く利用しなかった。
- ・ほとんど見なかったのどちらともいえない。
- ・何かテキストのようなものがあればよかったかも。
- ・少しでも、参考になるような情報があればいいと思った。
- ・何もないと本当に何をしたいか、わからなくなった。
- ・もともとの知識の差で個人同士の負担が変わる。

### 手法 (有効) の場合

- ・自分で目的を見つけて、自分で資料を探すという自己学習が身についた。
- ・普段、自分の意見を発表する機会はあまりないため、(実験で) 考えも整理できたので良かった。
- ・モデルを立てるまでが大変だったが、モデルの適応などは、自分たちで考えることができた。
- ・実験の内容を考えた。
- ・力が付いた。
- ・プレゼンを実践できたのでとてもいい体験だった。
- ・結果ありきで考えていた考え方が、自分で考えて進める実験を通して変わったため、とても有効だと感じた。
- ・前回やったこと、本来の目的を含めて、実験を進めることができ、良い経験だったと思う。
- ・自分で考える実験であったので、研究をしている感じはあった。
- ・何パターンか、失敗したときに、考えられるので良かった。
- ・考えられる。

### 手法 (あまり有効でない) の場合

- ・テキストを全く利用しなかった。
- ・自分で進めるので、サポートしてくれるものがほしい。
- ・考える材料が少ないので、各個人で差が生まれる。

## B) コメント（自由表記）

### 1) 前期

・自分は実験中は「スターリングサイクル」は、2点間の温度の違いによって仕事をするものということしかしらなかったが、そのおかげで、熱力学の分野に縛られずに実験できた。

・実験をする時間が少ないので、深い知識を得たり実際に使うことは、できないですが、基本的な知識は、確実につくと思います。

・一人ずつ実験計画書を書いてきて3~4人ごとの班に分け、そのうちの一つをふまえて実験を行うと良い。

・最後まで目標があやふやのままだったりしたので、最初の授業で、いくつかの選択肢を与えてもらったならさらに目的意識をもって実験できたと思います。

・新しい形態で少し大変だったがいい経験になったと思う。これが本来の実験だなと感じた。

・もう少し実験装置についての説明があった方が、より実験に入りやすかったかと思う。主体的に調べることは、とても勉強になりましたが、4回という限られた時間で成果を出すことを考えると、最低限の実験装置の説明の原理などの説明はあった方が効率がいいと思った。

・共同実験者の決め方をもう少し考慮してほしい。

・同じテーマ、例えば熱効率を求める、に対して、それぞれのグループが異なるアプローチで実験できるようにしたりするのもいいかも。

・本実験を行うに当たって、必要になるであろう数表や考え方はある程度解説してほしい。

### 2) 後期

・今回の実験を振り返って、様々な実験をするより、一つの実験に絞ってその結果を精度など考慮して、解析すればよかったと思った。

以上のようなコメントが寄せられた。

アンケート結果を見ると、自分で調査することは、あまり得意でないが、自分で考えて行うことには、積極的な学生が多いことがわかる。

## 4. まとめ

以上のようなアンケート結果より、物理システム工学科の行っている能動的な学生実験の導入は、学生の勉学態度に刺激を与え、自ら考え実験するという、初期の目的を達していると考えられ

る。アンケートでは、物理学の理解に対しての有用性に疑問を持つ学生が多かったため、平成27年度は基礎事項を確実に理解させるために、毎週、課題を課すことを試みている。今後、2年生の実験に導入される光学の実験の指導効果も期待できると考えている。

## 5. 謝辞

この研究は、平成27年度科学研究費助成事業基盤研究(C)一般「自由テーマ設定型の物理学実験種目の導入効果の研究」課題番号(26350187)の予算で行いました。

## 6. 参考文献

エドワード.F.レディッシュ、(2012)「科学をどう教えるか」、日本物理教育学会（監訳）

島田紘行、佐野理、庄司雅彦、仁藤修、三沢和彦、室尾和之、(2011)「学生の思考方法に着目したSAIL「自由課題実験」の新しい指導方針」、大学の物理教育 17(2)、80-83

島田紘行、佐野理、仁藤修、三沢和彦、室尾和之(2010)「東京農工大学SAILプロジェクトにおける「自由課題実験」と「研究室体験配属」の実施」、大学の物理教育 16(2)、112-115

松崎清司、秋葉圭一郎、太田寛人、畠山温、三沢和彦(2015)

「自由テーマ設定型熱力学実験の開発と教育効果」、日本物理教育学会年会、第32回物理教育研究大会発表予稿集、p127 予稿集、p127



## 自然科学におけるアクティブラーニング型授業

佐藤友久（大学教育センター）

### Active-Leaning-Based Instruction in the Natural Science

Tomohisa SATO (The Center for Higher Educational Development)

**要約：**「大学教育再生加速プログラム」の取り組みとして、大学の基礎教育においてアクティブラーニングを取り入れた授業を実施した。自然科学におけるアクティブラーニングを定義し、東京農工大学で実施した授業改革を基礎に、実験・実習を中心においた科学におけるアクティブラーニング型授業を開発・実施した。また、高大接続の取組として、大学で実施したアクティブラーニング型授業を高校生・中学生対象の授業として展開した。

[**キーワード：**アクティブラーニング，実験・実習，高大接続，初年次教育，理科教育，自然科学]

大学での授業改革として実施された SEED モデル（後述）などを基本とし、より学生参加型の要素を取り入れたものである。

#### 1 はじめに

2012年8月（大学教育の質的転換）、2014年12月（高大接続）と中教審答申が発表され、さらに高等学校の次期学習指導要領の検討が行われている。高大接続においては、高校ー大学入試ー大学の一貫した改革が求められており、高校や大学の初年次教育ではアクティブラーニング等を取り入れた授業改革が喫緊の課題になっている。

大学の基礎教育として実施した授業を、高校生・中学校生向けに改善し、高校生、中学生対象のアクティブラーニング型授業としても実施した。

#### 2 東京農工大学での科学の授業改善・改革

東京農工大学では、2014年9月に「大学教育再生加速プログラム テーマⅢ高大接続」の採択を受け、「高大連携によるグローバル科学技術人材育成プログラム：IGS プログラム（IGS：Introduction to Global Science）」の取組を開始した。これは高校教育と大学教育を切れ目なく接続することを目的としており、大学の初年次教育を高校生に提供すると共に、それに合わせて大学の初年次教育の改善・改革を図るものである。

東京農工大学では、各学部・学科と大学教育センターが連携し、大学の授業改革を実施してきた。2007年（平成19年）には、「特色ある大学教育支援プログラム（特色GP）」に採択され、「興味と経験から学びを深化する基礎教育ー4つの段階を踏む教育モデルーSEEDー」（平成19ー21年度）の取組を行った。

このIGSプログラムの取組の一環として、初年次教育にアクティブラーニングを取り入れた授業を実施した。すなわち、毎回の授業に実験・実習を取り入れた、自然科学におけるアクティブラーニング型授業を実施した。この授業は、東京農工

これは、「知識中心の受験勉強」から「思考力中心の専門教育」への学習の転換を図るための新たな授業モデルである。SEEDとは、（S:Study, E:Exerience, E:Envisage, D:Discover）という4つの段階のことで、体験型基礎教育モデルである。このモデルでは、内容を厳選した演習実験や実習・フィールドワークなどで学生の興味を引きつけ、実体験の積み重ねから概念を理解するような教育（授業）プログラムとなっている。

この教育（授業）プログラムを大学での初年次教育に導入し、大学の初年次教育の改善・改革を

図ってきた。さらに、高等学校の理科教員と連携し、この授業モデル（SEED モデル）を基に、高等学校の有機化学分野の授業改善・改革、カリキュラム開発を行った<sup>1)~6)</sup>。

### 3 自然科学の講義における

#### アクティブラーニングの定義

溝上(2014)<sup>7)</sup>は、アクティブラーニングを次のように定義している。

「一方的な知識伝達型講義を聴くという(受動的)学習を乗り越える意味での、あらゆる能動的な学習のこと。能動的な学習には、書く・話す・発表するなどの活動への関与と、そこに生じる認知プロセスの外化を伴う。」

自然科学の授業において、実験や実習は大きな要素であり、上記の定義にこれらの活動を取り込んだものを、自然科学におけるアクティブラーニングの定義としたい。

すなわち、自然科学におけるアクティブラーニングを次のように定義する。

「一方的な知識伝達型講義を聴くという(受動的)学習を乗り越える意味での、あらゆる能動的な学習のこと。能動的な学習には、実験・実習及び書く・話す・発表するなどの活動への関与と、そこに生じる認知プロセスの外化を伴う。」

つまり、科学における能動的な学習は、実験や実習を伴うこと、さらにそこに書く・話す・発表するなどの要素を取り込んだものを自然科学におけるアクティブラーニングとした。

### 4 アクティブラーニング型授業報告

#### 4.1 大学での授業（基礎ゼミとして実施）

基礎ゼミは、1 学年の初年次教育として実施され、受け身型の学習から自学自習の学習への転換を目的としている。

農学部では「農学基礎ゼミ」として、1 年前期の 2 単位科目、1 クラス最大 8 人のゼミ形式で実施されている。0.5 単位は全体共通で実施され、1.5 単位を実験・実習を授業の中心に置いたアクティブラーニング型の授業として実施した。

##### 4.1.1 授業目的

「考える科学実験～科学実験の記述法～」実験を行い、個人で考え、グループで討論し、なぜそ

のような結果になったのかを考え、それを記述し、わかりやすく人に伝えることを目的とする。

#### 4.1.2 授業での評価する能力・観点と到達基準

[評価する能力・観点]

- (1) 科学的な事象への興味、関心、課題意識
- (2) データや情報の評価
- (3) 論理的な考察
- (4) 活動の成果の分かりやすい表現（伝達）

[到達基準]

- (1) 科学的な事象に興味、関心、疑問を持ち、その要因、課題を整理することができる。
- (2) データや情報を、演繹的・帰納的に思考・検証し、客観的・総合的に考察、判断することができる。
- (3) 仮説に対して必要十分な論拠を自主的に準備し、検証する活動から結論の評価ができる。
- (4) 相手が必要としている情報を、文章、図表等を作成し、わかりやすく説明することができる。

#### 4.1.3 受講生及び受講生の状況

- (1) 受講生 農学部 1 学年 男子 3 名、女子 5 名
- (2) 受講の主な理由
  - ・科学的に記述する方法を学びたい
  - ・なぜと考える思考力をつけたい
  - ・科学実験が好き
  - ・広い視野で科学を学びたい
- (3) 高校で全範囲を履修した理科科目
  - ①物理・化学 4 名
  - ②生物・化学 4 名
- (4) 高校で体験した生徒実験の回数

	a	b	C	d	E
物理	0	1	3	3	1
化学	0	1	5	1	1
生物	0	0	3	4	1

a: ほぼ毎時間 b: 週に 1~2 回 c: 月に 1~3 回

d: 数ヶ月に 1~2 回 e: 年に数回以下

- (5) 大学での科学実験をうまくできる自信
  - ①自信がある 1 名
  - ②自信がない 7 名
- (6) 自信がない理由
  - ①なんとなく不安 5 名
  - ②実験経験がほとんどない・不足 4 名

③実験に関する知識が不足している 2名

④実験で失敗した経験がある 1名

⑤器用さに欠ける 1名

高校で体験した生徒実験の回数などは「高等学校理科教員実態調査<sup>8)</sup>」や「分野別融合実験を核とする高大連携<sup>9)</sup>」等の調査とほぼ同じ傾向であり、全体的に実験経験は少ない。そのため、実験を行うことに対して自信がない学生が大半である。

#### 4.1.3 授業内容

下記が授業項目である。すべての授業に、事前課題、事後課題、実験・実習、グループ討論・発表などが含まれている。

##### 【授業のテーマなど】

(1) 燃焼の科学Ⅰ①, ②

(2) 燃焼の科学Ⅱ①, ②

(3) 水の科学Ⅰ・Ⅱ

(4) 電磁波の科学Ⅰ・Ⅱ

(5) においの科学

(6) 低温の科学

(7) その他；研究室における実験ノート作成法、  
ガラス細工

(8) 中間発表、最終発表

各時間の授業内容は、後述の中・高校生の授業展開例とほぼ同様であり、そちらを参照されたい。

学生の能力評価のために中間・最終の全体発表の場を設定した。中間発表の課題は下記のような全員共通のものである。

##### 【中間課題】

地球上の“生物”と“光”（電磁波）の関係について、中・高校生に話をしたい。どのようなことを話しますか。内容にふさわしい題をつけ、話の要旨を書きレポートとして提出せよ。

（中間発表）発表5分 パワーポイント使用

発表は、「課題に対するレポート・論文の提出」、「発表用パワーポイント資料の作成、発表」より成り立っている。中間発表では、対象者を中高校生向けに、最終発表では一般向けに考えて発表することを求めた。また、最終発表会では、パワーポイントの説明と「演示実験」を組み合わせた発表を行うことを求めた。

##### 【最終課題】

「燃焼の科学」、「水の科学」、「電磁波の科学」、「においの科学」、「低温の科学」等の中から、または自分独自のテーマを選び、一般の人にこれらの科学現象について説明する論文を執筆する。

ただし、概念的な説明ではなく、演示実験などを加えた実証的なものとする。

（論文形式）

1. 題 2. 要約 200～300字

3. 本文 (1)はじめに (2)本文 (3)まとめ

(4)参考文献

（最終課題発表）発表10分、質疑5分

パワーポイント使用、演示実験

なお、最終課題発表会は、120分の授業として実施した。また、それぞれの提出論文には、参考文献を記すこととし、文献はインターネットで調べたものでなく（これを上げてよい）、必ず本などを参考文献として挙げるように指導した。

テーマについては、授業に関連したものをほとんどの学生が選択した。しかし、内容についてはそれぞれ独自の内容になっている。また、演示実験についても、大半が授業で行ったものと違う実験を行った。各学生の発表テーマと実施した演示実験は以下のようなものである。

##### 【最終課題の学生の論文テーマと演示実験】

①「光の正体」

（演示実験）磁場、電流と磁場、電磁誘導

②「色を変える物質」

（演示実験）アントシアニンの変色

③「電磁波って何？」

（演示実験）偏光板で万華鏡

④「身の回りに感じる電磁波」

（演示実験）マイクロ波（電子レンジ）

⑤「においによる嗜好性の変化」

（演示実験）嗜好性と嗅覚～食べ物とにおい～

⑥「水～溶媒としての機能～」

（演示実験）飽和食塩水に砂糖を溶かす

⑦「ペットボトルに空を作る～遠い空を身近に感じ、空について考えよう～」

（演示実験）・空の色～水に牛乳を入れる～  
・ペットボトル内に雲をつくる

## ⑧「ガラスの性質」

(演示実験) ソーダガラスが水に溶ける

### 4.2 高等学校での授業(大学模擬講義)

東京都立小石川中等教育学校において、4年・5年(高校1・2年)19名対象に、アクティブラーニング型の自然科学の授業を実施した。

#### 4.2.1 授業概要

次のような授業概要を配布し、参加者を募った。

「にょいの科学～有機化合物の立体構造～」  
なぜ、左手に右手用の手袋をはめられないのだろうか。それは、手袋が右用と左用で異なる構造をしているからである。右手形と左手形がある物質をキラル(chiral)という。キラルな物体は、重ね合わせられない鏡像をもっている。

物体だけでなく、分子にもキラルなものがある。化学的には、この2つの構造をもつ物質を分けることは難しい。しかし、人間はこの2つの構造を“にょい”の違いで見分けることができる。この講義では、実験や物質の“にょい”をかぎながら、有機化合物の立体構造について考えてみたい。

#### 4.2.2 受講生・授業時間

(1)4年6名,5年13名(男12名,女7名)

(2)1班3～4名(4・5年を混在した班編制)

(3)授業時間 90分

#### 4.2.3 アクティブラーニング型授業

【事前課題】次のような事前課題を課した。

##### (1)事前課題1

下記の課題を各班の人に約1分で説明できるように教科書などで調べ、準備しておく。

- ①鏡像異性体・光学異性体とはどのようなものか。
- ②偏光板はどのような役割をしているか。

##### (2)事前課題2

「サリドマイド」という薬について、インターネット等で調べておく。それを基に班で議論する。

- ①薬の問題点を化合物の立体構造から説明せよ。
- ②この薬が最近注目されている。どんな点か。
- ③欧米に比較すると日本の薬の承認スピードは遅くなっている。どのように考えるか。

【授業構成】※活動や実験はすべて班単位で実施。

(1)事前課題1①の班員への1分間説明(2名)

(2)【生徒実験】分子模型セットを使用して、2種類の乳酸(鏡像異性体)を作る。

(3)事前課題1②の班員への説明1分間説明(2名)

(4)【生徒実験】偏光板を用いた実験  
偏光, 偏光板, 旋光性に関する実験説明

#### 【実験】

①偏光の確認 ②レーザー光線と偏光

③高分子延伸フィルムと光学異方性1・2

(5)班ごとに実験内容の確認, 話し合い

(6)にょいの科学

【生徒実験】にょいと食べ物(ジュース)の識別

【生徒実験】光学異性体のにょいによる識別  
メントール, カルボン, リモネン

【生徒実験】光学異性体の旋光性の観察

偏光板を使用して, リモネン, カルボンの旋光性を確認する。

(7)班ごとに実験内容の確認, 話し合い

(8)光学異性体とにょい・旋光性の簡単な説明

(9)課題討論 ※班ごとに実施

①事前課題2の班員への説明。

②他人の意見を聞き, 自分の見解, 主張を述べ, 討論する。

(10)参考資料説明 不斉合成(2001年度ノーベル化学賞:野依良治)

(11)ミニッツレポート作成

[ミニッツレポートの内容]

- ①授業理解度評価5～1,
- ②班での活動の評価,
- ③授業で理解したこと, 理解できなかったこと
- ④授業の感想, 意見, 質問など

【ミニッツレポートでの授業評価】

[授業理解度]

評価	5	4	3	2	1
4年	2人	1人	3人	0	0
5年	5人	5人	3人	0	0

5:よくわかった 4:まあわかった 3:どちらともいえない  
2:わからないところがあった 1:まったくわからなかった

4年(高校1年)は, 化学はほとんど学習しておらず, 理解度がやや低い。5年は一部高校で学習した内容が含まれ, 理解度が高い。

アクティブラーニングを取り入れた授業においても、基礎的な知識や学習をしておくことは重要であり、このような前提があることで、より効果的な授業の実施が可能になる。基本的な知識が不足している場合には、どのような事前課題を与えるかが重要になる。

[班での活動評価（説明、質問、議論など）]

- ・班での協力活動はできた。全員
- ・基礎知識のない人にわかりやすく説明することが難しかったが、自分の理解も深まった。7名
- ・自分と違う意見を知ることができた。5名
- ・事前学習により、理解が深まった。5名
- ・討論により、より深い理解が得られた。4名

[生徒の授業の理解・感想]

- ・「アクティブラーニング」形式の授業は、自分にあっていると感じた。講義から得る知識より、実験などを含めた経験的な知識の方が、スムーズに理解、取得できると感じた。8名
- ・聞くだけの受け身な講義（授業）より、深い理解が得られ充実していた。8名
- ・班の人や先生とのコミュニケーションが取りやすい環境で、理解が深まり、新たな疑問を得ることができた。3名

#### 4.3 中学生対象の授業（EPOCHプログラム）

東京農工大学では、2015年度「次世代科学者育成プログラム」の採択を受け、9月より「未来のスーパー科学者養成 EPOCHプログラム」の取組を開始した。

このプログラムは東京農工大学の科学博物館が中心となり実施している、また、対象生徒は中学1～3年生である。EPOCHとは、説明力 Exposition, 原理原則の理解 Principle, 独創性と創造性 Originality and creativity, 気づきの精神 Conscious attention, 質問力 Habit of Asking question であり、この5つの力を身に付けることを目標にしている。

そのプログラムの一環として、中学生18人を対象としたアクティブラーニング型授業を実施した。次にその授業概要を示す。

##### 4.3.1 授業概要

事前に次のような授業概要を配布した。

##### 「水の科学」

水は、私達の身近にある最もありふれた物質です。私達を含めて、地球上に生息しているほとんどの生物は、水なしでは生きていくことはできません。そのような意味で、私達にとって一番大事な物質かもしれません。

ところで、水については、小学校や中学校でも学習しています。皆さんは“水”をどのような物質と理解していますか。科学の世界から見てみると、水という物質はありふれた物質でしょうか、ユニークな物質でしょうか。

今回は、実験を行いながら、“水”がどのような物質か考えていきましょう。科学は、観察や実験を行って、なぜそのような結果になったかを考えることがだいじです。実験を行い、個人で考え、グループで討論を行い、なぜそのようは結果になるのか考えていきます。また、それを記述し、わかりやすく人に伝えることも学習しましょう。

##### 4.3.2 受講者・授業時間

- (1) 受講者 1年11名、2年4名、3年1名  
(男11、女5)

なお、参加している中学生は、公募により選抜された生徒であり、公立中、公立中高一貫校、私立中、国立中高一貫校の生徒を含む。

- (2) 1班3～4名（学年ごとの班編成）

- (3) 授業時間 60分

##### 4.3.3 ティーチングアシスタント（TA）

農学基礎ゼミを受講した大学1年生3名をTAとして採用し、学習したことを生かす場と考え、中学生の実験のサポートを担当してもらった。

##### 4.3.4 アクティブラーニング型授業

EPOCHプログラムでは、実験を中心とした授業を実施している。実験ノートの書き方は指導されており、全員に共通の実験ノートを配布し、大学の研究室における実験ノートと同様の記録方法が要求されている。以下の授業は、このプログラム中の1回分の授業として実施されたものである。

##### [授業構成]

- (1) 水について知っていることを記入する。
- (2) 記入内容を班員に説明する。
- (3) [生徒実験] 氷の温度測定

- (4) 沸騰の説明文を書き、**班員に説明する**。
- (5) **〔演示実験〕** 減圧沸騰の観察
- (6) 大気圧の説明と空気の成分を**記入する**。
- (7) **〔演示実験〕** 疑似マグデブルグ球
- (8) **〔演示実験〕** 水の沸騰現象の確認と逆流
- (9) 水の沸騰現象のまとめを各自で**記入する**。  
(まとめの観点)・沸点と大気圧の関係  
・沸騰中に生じている泡の正体と確認法。  
・沸騰現象の説明
- (10) **〔演示実験〕** 氷は透明な液体に浮くか
- (11) 湖の魚はなぜ死なないか**各班で討論する**
- (12) **〔演示実験〕** 加熱水蒸気  
・水蒸気でマッチに点火 ・紙を焦がす
- (13) **〔演示実験〕** 金網の茶こしに水をいれると
- (13) **〔生徒実験〕** 水の表面張力  
・水の入のコップをはがきでふたをして逆さまに  
・水の入った試験管を逆さまにしてふたを取る
- (14) **〔演示実験〕** 水の生成  
・活性化した白金に水素ガスを吹き付ける
- (15) **事後課題 (レポート)**

このプログラムでは、事後に下記①・②のような共通の課題提出が求められる。また、その提出物は次の観点で評価される。

<b>E</b> 表現・説明力	<b>P</b> 原理・原則の理解
<b>O</b> 独創性・創造性	<b>C</b> 気づきの精神
5:並はずれて優れている	4:とても優れている
3:優れている	
2:標準的	1:劣っている

①**新用途提案**：「水の科学」での課題

「表面張力を活用した製品探しと、その用途やメカニズムを調べよう」

ほとんどの生徒がインターネットで検索して調べ、半数の8名は調べた内容を自分なりに解釈し、コメントを付けて報告している。大半が中学1年生で基礎知識が乏しく、本などを読んで原理・原則の理解まで踏み込んでいる生徒は1,2名である。

②**自発実験の提案**

8名の生徒が実験の提案をしている。結果が予測されるような提案が多く、創造性・独創性のある提案は少ない。しかし、興味ある提案を行った生徒も1,2名あり、このような生徒には追加実験を行い、継続的な指導をする計画である。

5. **考察**

今回の授業は、本学で実施された SEED モデルを基礎としている。授業に実験・実習を取り込み、それらの内容や結果等について、論理的に思考し、その結果を他者に表現するアクティブラーニング型授業である。課題について、文章を書く、発表や説明をすることで(外化：知識を適用しながら課題を解決<sup>10)</sup>、自分の理解がより深まるなどの感想が多い。

一方、高校生の授業理解度のように、基礎基本の知識習得(内化：課題に必要な知識の習得<sup>10)</sup>)が不十分な場合には教育効果が低くなる。

科学では、基礎・基本知識の習得も重要であり、講義型の授業も必要である。しかし、その授業の中にも演示実験や説明・発表などできるだけアクティブラーニングの要素を取り込んだ授業を行うことによって、学生の理解はより深くなる。

6. **参考文献等**

- 1) 吉田工, 加藤優太, 佐藤友久, 東京都理化教育研究会発表収録, 48, 40-41 (2009)
- 2) 加藤優太, 吉田工, 佐藤友久, 全国理科教育大会研究発表論文集 33, 94-97 (2011)
- 3) 加藤優太, 吉田工, 佐藤友久, 全国理科教育大会研究発表論文集 34, 138-139 (2012)
- 4) 吉田工, 加藤優太, 佐藤友久, 全国理科教育大会研究発表論文集 35, 86-89 (2013)
- 5) 「実験で理解が深まる 高等学校 有機化学実験」 p 1-176 (2014年8月6日発行) SEED 研究グループ(佐藤友久, 吉田工, 加藤優太)
- 6) 国立教育政策研究所, 平成 23 年度プロジェクト研究調査研究報告書(初等中等教育-013)「高大連携を中心とした実験と思考力重視の入試研究」研究代表者 佐藤友久
- 7) 「アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換」溝上慎一(東信堂) p7
- 8) 科学技術振興機構, 国立教育政策研究所, 平成 20 年度高等学校理科教員実態調査 2009
- 9) 佐藤友久, 小笠原誠, 阿部哲也, 大滝証, 前田和之, 下村武史, 稲田全規, 調麻佐志, 重原淳孝, 東京農工大学大学教育ジャーナル, 2011, 7, 19-22
- 10) 「学習サイクル」より (Engetröm, 1994)

## 「高大連携教室」におけるアクティブ・ラーニングの効果

藤井恒人, 佐藤友久, 尾崎宏和, 國見裕久 (大学教育センター)

### The Effectiveness of Active Learning in “Training Program for High School Students for Connecting to University”

Tsunehito FUJII, Tomohisa SATOH, Hirokazu OZAKI and Yasuhisa KUNIMI  
(Center of Higher Educational Development)

**要約:**「高大連携によるグローバル科学技術人材育成プログラム」の中で、高校生向けに「地球の課題を解決しよう」と題した課題解決型授業を行っている。参加する生徒の科学的活動への関心・意欲を醸成する一方で、まだ十分でない能力について気づく機会も提供する。将来、大学に進学し、科学的な活動を持続的に行うために必要な能力を育成するために、アクティブラーニング形式の授業は非常に効果的である。

[キーワード: 高大連携, 高大接続, アクティブ・ラーニング, 課題解決型授業, 多面的評価, 科学技術人材育成]

#### 1 はじめに

東京農工大学では、2014年9月に「大学教育再生加速プログラム テーマⅢ 高大接続」の採択を受け、「高大連携によるグローバル科学技術人材育成プログラム (IGS: Introduction to Global Science)」の取り組みを開始した。このプログラムは高校から大学、そして大学院までの、一貫した科学技術人材育成を目的としている。

高校と大学の接続場面においては、将来、科学技術の世界に進路を目指す高校生のモチベーションを、現行の「大学入学者選抜」(いわゆる「大学入試」)によって分断することなく、持続できる仕組みの構築を目的としている。そのための施策の一つとして「高大連携教室」を開催しており、「地球の課題に挑戦しよう」と題した「課題解決型」の、アクティブ・ラーニングの授業を行っている。本稿では、2015年12月に実施した「高大連携教室」において、筆者が担当したこの授業の学習効果について考察を行った。

#### 2 「高大連携教室」の概要

##### 2.1.1 「高大接続」の課題の認識

「中教審答申(2014)」では、「高大接続」の課題のひとつとして、「現状の高等学校教育、大学入学者選抜は、知

識の暗記・再生に偏りがちで、思考力・判断力・表現力や、主体性を持って多様な人々と協働する態度など、真の『学力』が十分に育成・評価されていない」としている。これは講義主体の一方向型の授業だけでなく、生徒参加型の能動的学習を導入し、入試選抜に多面的な評価を取り入れることを促している。

また、理工系の進路を目指す高校生の、科学への興味、関心、探求のモチベーションなどが大学入試で分断されている現状を改善し、持続できる方法を高校と大学が協働して開発することも期待されている。

##### 2.1.2 「高大連携教室」の位置づけ

上記で述べた「高大接続」の課題を解決するための一つの試みとして、高校2年生を対象に、高校生が身につけるべき、教科学力にとどまらない幅広い資質・能力を養成することを目的として「IGSプログラム」を2015年の春より開講した。

そこで得られた知見は高校教員、大学教員等の関係者で共有し、よりよい高大連携のあり方を検討するための第一歩として位置づけている。

対象を高校2年生に限定したのは、文系、理系の選択がほぼ確定していることと、大学進学により強い意志を持ち、3年次から本格化する受験勉強に臨んでもらうことを意図している。

### 2.1.3 IGS プログラム全体構成

2015年12月のIGSプログラムは、12月26日～28日の2泊3日で表1のような構成で開催した。

表1：全体スケジュール

	内容	場所
<b>第1日 (12月26日)</b>		
①	オリエンテーション	国立オリンピック 記念青少年 総合センター
②	「地球の課題に挑戦しよう」第1回 事前課題の意見交換	
③	「地球の課題に挑戦しよう」第2回 グループ討議・発表準備	
④	物理系実験 「量子力学入門」	
<b>第2日 (12月27日)</b>		
⑤	「Science English」	東京農工大学 農学部 府中キャンパス
⑥	環境化学実験 「プラスチックスプーの海」	
⑦	農工大留学生によるプレゼンテーション	
⑧	農工大留学生との交流	
<b>第3日 (12月28日)</b>		
⑨	「地球の課題に挑戦しよう」第3回 グループ発表	国立オリンピック 記念青少年 総合センター
⑩	講評・まとめ	総合センター

※網ふせした②、③、⑨が筆者が担当した課題解決型のアクティブ・ラーニングの授業

全体を通したテーマとして「環境問題」を取り上げた。「環境問題」を考えるためには、まず起きている現象の把握のために、「生物」「化学」「地学」などの知識が必要になる。またその原因を分析するためには理科全般の見識も身につけておかなければならない。解決の手段を考えるためには「物理」の原理を理解していることが前提になる。このように数学も含めた科学の知識を総動員して検討するのにふさわしいテーマと考えた。

社会科学観的な観点も必要になるが、課題を検討する上で必要になる知識を補足する程度にとどめた。

各個別の授業のつながりは下記ようになる。

④の「物理系実験」では、光スペクトル観察による量子化学の実験を取り上げ、その理論は⑥の「環境化学実験」の微細プラスチック片分析につながる。光の分光実験によりボーアの理論に代表される原子・分子モデルの研究が進み、やがて分析化学に発展することは、高校の

物理、化学の授業で扱われることはほとんどない。高校生にとって、教科学習がどのように実際の研究につながるか、そこで先人がどのような苦勞、発見を繰り返して現在の科学が成立しているかを直接体験することができる。

⑥の「環境化学実験」は身近にある海洋や河川、その周辺の土壌がプラスチックごみによって汚染されている状況を学ぶ。プラスチックごみが人類や、他の生物に対してどのような影響を及ぼしているのかを具体的に知ることができる。

⑤の「Science English」は、「環境問題」に直接触れる内容ではなかったが、科学者、研究者が共同研究を行ったり、議論をする際に、グローバルな視点が必要であり、その共通言語として英語が機能していることを学習した。それを実際に体感できるのが、午後の⑦、⑧の「農工大留学生によるプレゼンテーション」「農工大留学生との交流」である。

今回担当した3名は、下記のテーマでプレゼンテーションを行った。

- ①ベトナムの農業における根粒菌の活用（農薬による汚染を軽減するための技術）
- ②中国の鉄道線路周辺の重金属汚染
- ③ウズベキスタンの水資源管理



図1：中国の重金属汚染について説明する留学生

いずれも出身国における「環境問題」を解決するために、留学して日本の科学技術を学び、研究している内容の発表であった。高校生にとって日本の「環境問題」は普段見聞きするものであるが、海外の課題に接する機会は少ない。科学の研究がグローバルな舞台上でどう役立つかを知る、貴重な時間になった。

このようなプログラムを踏まえ、前後の②、③、⑨で「地球の課題に挑戦しよう」と題し、「環境問題」を解決





図2：留学生との交流の様子

するために科学的な手法を用いてできることを、グループで考える「課題解決型」の授業を実施した。

### 2.1.4 プログラム参加者

- ①受講生：一般募集した高校2年生16名  
(在籍高校の都県：東京都13名，神奈川県1名，千葉県1名，静岡県1名)
- ②ファシリテーター：農工大学部生1名，大学院生5名
- ③農工大留学生：10名(出身国：インドネシア，ウズベキスタン，ガーナ，カンボジア，ケニア，タイ2名，タンザニア，中国，ベトナム)
- ④教員：農工大5名(農学部1名，工学部1名，大学教育センター3名)，東京大学グローバルコミュニケーション研究センター1名
- ⑤職員：大学教育センター1名

## 3 「地球の課題に挑戦しよう」におけるアクティブ・ラーニング(課題解決型授業)

### 3.1.1 事前課題

参加者募集の際に，高校生に事前課題を課した。課題の内容は下記の通りである。

<設問>あなたならどのような科学の知識，技術を利用して，このような課題に取り組みたいと思いますか？

(1) あなたがもっとも注目し，解決したいと考える環境問題は何か。具体的な事例を挙げてください。

(2) その問題の現在の状況や原因を示してください。

(3) あなたは，その問題を解決するためにどのような科学に関する知識，技術などを使って解決の方法を考えたいと思いますか。その方法を，できるだけ具体的な例を示して説明してください。実現可能かどうかは問

いません。

応募要項に原稿用紙を用意し，文章量は約800字とした。事前課題を課した主な理由は2点ある。

1点は選考資料としての位置づけである。今回のような受講者参加型の授業を行う場合，参加する高校生のテーマに関する知識，課題認識，思考力等の差が大きい場合は，生徒同士の議論が噛み合わず，学習効果が低いものになってしまう。特に小規模のグループに分かれて作業をする場合は，個人の能力差の影響が顕著に出てしまい，グループ間の差が開いてしまう可能性が高い。したがって，募集時点で受けているであろう高校教育レベルを想定し，標準的な教科知識を備え，「環境問題」に対して科学的に言及できる力，それを表現できる論理性などの確認を行った。

書類審査の評価観点は次の通りである。

<応募書類の評価の観点>

- ①科学や研究に対する興味
- ②もっとも注目し解決したい環境問題(問題発見力)  
その現状，原因は何か(問題分析力)
- ③どのような科学の知識，技術を使って解決してゆきたいか(問題解決力)
- ※“なりすまし”のない文章を手書きで，字数超過なく書かれているか
- ※課題の見出し，課題解決のための資料や方法での工夫，参考文献の適切性

①～③は3人の教員が5段階で点数化して評価した。また，“※”の観点は特筆すべき項目として設定した。

募集定員30人に対して16名の応募があり，想定した水準を全員がクリアしているものとして，全員を受け入れることにした。

事前課題を課したもう1点の理由は，グループワークを行う際の班分けにおいて，生徒が考える環境課題の近い者同士を集め，議論をより深いものにするためである。

実際の応募書類で書かれていた環境課題は下記に分類された。

<事前課題で課題とした内容>

- ①酸性雨：3名
- ②地球温暖化，温室効果ガス：4名
- ③水質，土質汚染：3名
- ④環境汚染全般：4名
- ⑤生物多様性：2名

グループ分けは各4人の4班に分け，⑤の生物多様性の2人に，その原因となる観点から①，③の2班に分か

れてもらった。

この班分け、事前課題の内容は、担当するファシリテーターに情報を伝え、事前に情報収集等を行ってもらい、プログラム当日に備えてもらった。

### 3.1.2 事前課題のフィードバック

実際に応募してきた事前課題を読み込むと、前述のように関心のあるテーマの集約はある程度できたものの、課題設定が十分でない場合、根拠とする資料が不足している、全体を通して論理が一貫していないなど、補足の学習が必要なものがみられた。

前記の観点を基に、各個人に対してより良い提案にするためのアドバイスを郵送でフィードバックし、開催日当日に修正して持参してもらった。

### 3.1.3 ファシリテーター

4つの高校生のグループには、農工大の学生、院生が1名ずつファシリテーターを担当した。またその4人をサポートする形で、2グループに1名の2名を配置し、合計6名の体制とした。

この学生、院生は、農工大のイノベーション機構が主催する「起業実践イノベーションリーダー育成プログラム (EDGE プログラム)」や「双方向支援型イノベーション実践プログラム」に過去に参加した者である。各プログラムはグループワーク型の活動を主にしており、グループディスカッションや、その検討結果をプレゼンテーションする経験を豊富に持っている。

グループワークに割くことができる時間は合計で6時間30分しかなく、この短時間で成果発表を行うところまで話をまとめるためには、課題解決に向けた提案について議論するだけでなく、タイムマネジメント、作業の役割分担など、グループのマネジメントも重要である。高校生と適度な距離感を保ってサポートにあたる彼らの存在は非常に大きな力となっている。

高校生にとっては教員より年齢的に近く、現役の学生という点でも親近感を感じ、コミュニケーションを取りやすい存在となっている。特に初日は初対面のメンバーが多く、緊張を早く解いてグループ活動を円滑に進める役割を果たしてくれた。また大学受験を間近に控えている彼らにとっては、格好の“メンター”でもあった。

### 3.1.4 「地球の課題に挑戦しよう」第1回

#### レクチャー、グループワーク

授業の1回目はレクチャーと事前課題のグループ内共有を行った。

#### i) レクチャー

「環境問題」を扱うことは事前課題のテーマとしてすでに伝達済みではあるが、改めてテーマの位置づけを説明した。

東京農工大では農学部、工学部とその融合領域の研究として、「環境」を扱う研究室が多い。直接的に環境汚染を調査する研究から、その修復技術を開発する研究や、間接的にかかわる研究まで含めると、かなりの研究分野が関与している。しかし学部名、学科名称等に“環境”の文字が入っている場合は明らかであるが、そうでない場合は「環境問題」との結びつきが認識しにくい研究がほとんどである。具体的に言えば、工学部電気電子工学科の研究室で進めているエアコンのヒートポンプの開発の研究は、省エネルギーを目指したものであり、それは電気の節約につながり、結果として化石燃料の消費削減につながっている。しかし「電気電子工学科」という名称が「環境問題」に深い関与があることは、その事例に気づくまでわかりにくい。まずその関係性を理解してもらうことが授業の第1歩になる。

高校で学習する教科学習が大学入試に必要であり、それが基礎知識となって大学で進める研究に発展し、社会の課題解決につながることを理解することは、学習を進めるための強いモチベーションにつながるはずである。

次に社会的な課題解決を、科学的にアプローチする方法について、基本的な思考過程を解説した。「環境問題」などの社会的な課題は、その原因があり、その原因を詳細に分析することで解決の方法が見いだせる。その方法に対してどのように科学的な知識、技術を使っていくか、その結果としてどのような効果が得られるか、というように思考を論理的に進めていくことを、今回のグループワークを通して身につけることを期待している。またその過程で、根拠を明らかにして、明確な論理を展開することが「科学」であることを理解してもらった。

#### ii) グループワーク

各グループ内で、メンバーごとに事前課題の内容をプレゼンテーションしてもらった。一人の発表時間を2分程度とし、提出課題を解説してもらった。事前課題で検討が十分でなかったところに対してフィードバックしているので、各メンバー、滞りなく説明ができていた。参考にした資料を持参して見せたり、図解して説明する様子も見られた。まだ個人的な活動ではあるが、真剣に取り

組んできた様子がかがえた。

プレゼンテーションの際に、残りの3名のうち2名に「プレゼンテーションの良かったところ、価値を感じたことについてコメントする」「ここを工夫や修正したらもっとよくなる、と思うことについてコメントする」役を決め、その場でフィードバックをしてもらった。こうすることで発表者の発表内容を肯定的に聞くことや、否定的に聞く体験ができる。それは発表内容が理論的な内容になっているかを考えるきっかけになり、また科学的に検討されているかを意識するトレーニングにつながる。

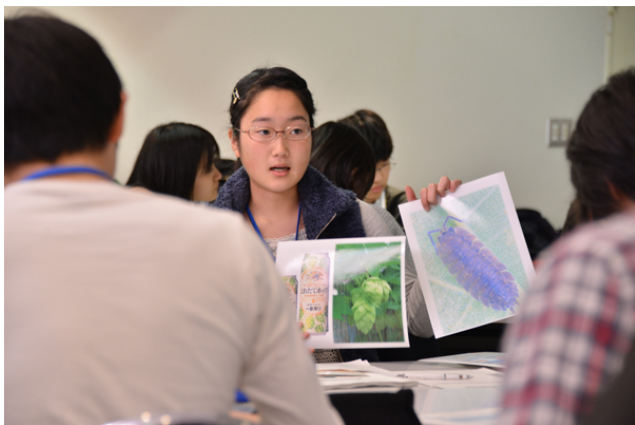


図3：参考資料を持参して説明する生徒

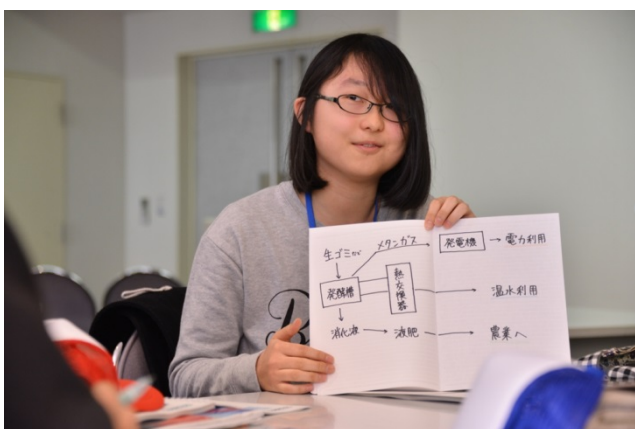


図4：説明用に資料を作成した生徒

### 3.1.5 「地球の課題に挑戦しよう」第2回 レクチャー、グループワーク

第1回の各メンバーの発表を受け、最終日に各グループで発表する、「環境問題」の解決方法について検討を行った。誰か一人の提案をベースに話をまとめてもかまわないし、複数人の提案内容を集約してもかまわないことを説明し、グループ内で議論を開始した。

基本的に作業を進める方法は高校生が考えるが、ファシリテーターが一般的な方法を必要に応じてアドバイスする。課題をいくつかの原因に分析し、それを大きめの

付箋に書き出し、模造紙に付箋を貼りつけながら、書き出した課題を分類する。ある程度分類できたところで、それを解決する方法と結びつけていく作業を行った。いわゆる「ブレイン・ストーミング」と「KJ法」による課題の整理である。



図5：課題を付箋で整理するグループ

課題が整理できたところで、発表する提案に絞る。ここではディスカッションが中心になる。事前課題で情報収集が十分に行えていれば具体的な根拠を示すことができる。また論理的に深く検討していれば説得力も増す。当然のことであるが事前準備がしっかりできていたかどうかで個人差がつくところである。



図6：発表で提案する内容を検討する様子

最後にプレゼンテーションを行う際の留意事項をレクチャーし、発表に使用するポスターの表現で気をつけること、話し方で工夫をすることを解説した。

### 3.1.6 「地球の課題に挑戦しよう」第3回 プレゼンテーションの準備と発表

最終日の午前はプレゼンテーションの準備から始まった。各グループは1、2日目のプログラム終了後も集まり、1~2時間程度の作業をしていた。その仕上げと、発表の予行演習を行った。



図7：発表で寸劇をするグループの予行演習

プレゼンテーションは各グループ5分とした。全グループとも、事前にリハーサルができていたため、制限時間はほぼ守れていた。時間をかけ過ぎず、発表内容を整理して、聞く側の立場にたってプレゼンテーションを行うという注意点が十分に浸透した効果である。



図8：プレゼンテーションのようす

#### 4 高校生の自己評価

参加者には各授業の最後に、5分間ずつ時間を取って、「ミニッツレポート」を記入、提出してもらった。授業の理解度の5段階評価と、授業で学習した内容、感想を20字～30字×10行の自由記述を記入してもらった。その集計は下記の通りである。

表2：授業の理解度

	1. よくわかった	2. まあわかった	3. どちらともいえない	4. わかるところがあった	5. まったくわからなかった
第1回	5	11	0	0	0
第2回	5	9	2	0	0
第3回	12	4	0	0	0

表3：自由記述の主な内容

	自由記述の主な内容
第1回	①多様な意見が聞けた…10人 ②プレゼンテーションの力をつけたい…6人 ③科学への関心を深め、広げたい…4人 ④論理的思考力をつけたい…2人
第2回	①プレゼンテーションでわかりやすい話、表現に留意したい…15人 ②メンバーとの協力…3人
第3回	①科学活動へのモチベーション…7人 ②多様な観点到に気づく…7人 ③達成感が味わえた…5人 ④論理的に思考することの大切さ…2人 ⑤プレゼンテーションの技術向上…2人

第1回のグループ内相互プレゼンテーションでは、事前課題で考えてきた各メンバーの発表を聞き、自分が考えてきた内容以外の、多様な観点到に気づいた生徒が多いことがわかる。またそこで思い通りの説明、表現ができなかった生徒は、プレゼンテーションの技術の向上、論理的に説明する能力も身につけたいと考えていた。

第2回の授業では、第3回でグループプレゼンテーションを行うことを想定し、表現力の習得を期待する者が大部分を占めた。また、他者との関与の中で成果をより良いものにしたいと考える生徒もいた。

第3回のプレゼンテーションの回では、観点到がやや分散する傾向にあった。今後、大学入学も含めた将来の科学的活動に対するモチベーションを感じた生徒、このプログラム全体を通して自分に不足する能力に気づいた者、グループで議論し、プレゼンテーションまでの一連の活動が完了できたことに対する達成感を味わったことなどが挙げられた。

授業の理解度のスコアにおいて第2回がやや低いのは、課題に対する議論、発表方法等に関する検討などで、グループメンバーとの合意形成まで到達できていなかったことがうかがわれる。第3回で理解度が高くなったことは、参加者の多くが、このプログラム全体を通して、な何らかの学習成果を得たことを示していると考えられる。

#### 5 考察

IGSプログラムで提供する「高大連携教室」で行われている「地球の課題を解決しよう」の授業は、課題解決型の学習形態をとる。近年、積極的な導入が期待される

アクティブ・ラーニング型の授業形式で、理系に進路を考える高校生の成長を支援する。本取り組みを通して、高校生が獲得したであろう能力を、参加高校生の「ミッツレポート」の自由記述と合わせて以下に整理する。

#### i) 科学的な事象に対する興味、関心、課題意識

3日間のプログラムを通して「環境問題」をテーマとして扱った。高校生はこれまでに得た、主に理科の知識を使ってその解決課題に取り組んだ。学校で学習した内容が社会の課題解決につながり、そのために科学的活動を行う意義があることを理解した。

➤ 高校生の感想「プラスチックは世界中で需要が高く、その使用を減らすのは困難だと思います。プラスチックの利用を減らすには人々がプラスチックを必要としない社会をつくるほかなく、そのためには新しく“易分解”で高機能の物質を探し続けるほかないのだろうと思います。」

また、「量子力学入門」の実験では、単に教科学習が知識習得だけの目的でなく、その原理を探究することが科学的な活動で、課題を解決していくために重要なプロセスであることを体験できた。

➤ 高校生の感想「実験することは私たちに何か新しいことを教えたり、確実性を与えてくれるからとても大切であること。(まずは実験してみる!)その実験結果をていねいに、かつ客観的(数値化する)に記述し、その事実を組み合わせて法則性を推論することが大事。学校ではあまり実験をしないので、教科書の公式を丸暗記することが多かったのですが、今日のバルマーの公式は自分でグラフを書いたり考えたりしたので、難しい内容でしたがいつもよりは頭の中に残りました。」

#### ii) 科学的で論理的な思考

自ら考える「環境問題」に対する課題解決の提案が、いかに妥当なものかを示し、その有効性を他者に伝えるためには、原因分析から仮説、解決方法、効果を論理的に示すことが必要である。それは科学的で論理的な思考方法を理解し、実際に試行する過程の経験であった。

またグループワークでメンバーに説明する機会、最終的にグループで参加者全体にプレゼンテーションをする機会において、そのプロセスを説明し、説得する機会を体験し、論理的に説明する実践を行った。

➤ 高校生の感想「自分の考えを誰かに伝えるのは難しく、自分の意見に自信を持つことが必要だと感じました。理論的に説明されると、とても分かりやすか

ったので自分もできるようにしたいです。」

#### iii) グローバルな視野と外国語によるコミュニケーションの重要性

留学生から出身国の環境課題に関する説明を受け、メディアを通して入手する情報以上に具体的で、リアルな内容を知ることができた。またそれを解決するために日本で研究する姿勢にふれ、国際的に協力して課題解決にあたる状況も理解することができた。

➤ 高校生の感想「自国のため、地球のために環境問題に取り組もうとする人たちが、なぜ日本を選んでやってきたのかがとても疑問であったが、日本はそのような取り組みを行うのに最適な場であると話をうかがって、自分も日本を拠点にして世界を考えたいと思った」

国境を超えて共同研究をしたり、日本以外の課題を検討するために、コミュニケーションの手段として英語が中心となっていることを理解し、その学習の必要性を感じていた。

➤ 高校生の感想「科学と英語はあまりつながりがないと思っていましたが、自分の発見したことや開発した物などを世界中の人に見てもらう、知ってもらうためにはコミュニケーションがとれる必要があります。会話をするために科学でも英語が必要なのだと思いました。(中略)これからは積極的に英語の学習に取り組んでいきたいと思いました。」

#### iv) 活動の成果を分かりやすく伝える表現力

自分の主張を他者に理解してもらうためには、論点を整理し、効果的な表現方法を用いて説明することが重要であることを学んだ。そのためには周到な準備が必要で、説明のシナリオ、ポスター等での図解などの工夫も必須である。また説明時の姿勢、声の大小、口調にも配慮が必要であることを理解した。

➤ 高校生の感想「●●くんは全て暗記していたこと、●●さんの声量、スピード、演劇部の人々の体全体で表現することを、私もできるように真似していききたいです」

#### v) 他者との協働、多様な価値観への理解

グループ活動を通して、自分以外のメンバーが持つ多様な観点到気づき、そこから新しい知識、考え方などを学んだ。またそれらを統合することで、よりレベル、完成度の高い提案になることを実感し、最終的にひとつの提案に調整してまとめる経験をした。

➤ 高校生の感想「仲間で協力することがどれほど大切

なのか、今回のプレゼンテーションで実感させられました。相手の意見を聞かないで自分の意見をベラベラ述べてもダメだし、逆に自分の意見を相手に何も言わないことも班のメンバーとの団結がなくなってしまうと感じました。このプログラムでは相手のことを考える大切さを学びました。」

## 6 全体を通して

「中教審答申（2014）」では「大学入学者選抜」に思考力・判断力・表現力や、主体性を持って多様な人々と協働する態度などの多面的な評価の導入を期待する。高等学校教育においても、「総合的な学習の時間」の取り組みが始まり、様々な活動が広がっているが、大学側がそれを評価する準備ができているかと言うと、まだ十分ではない。特にそれを理系の進路を目指す高校生対象に限定すると、より整理した議論が必要になる。

IGS プログラムの「高大連携教室」で目指す教育は、そこに参加する高校生の多面的能力を伸ばし、科学的な活動を持続できる強い意欲を醸成することを目標とする。それを実現するために、アクティブラーニングの授業形式は非常に効果的であることが確認できた。

しかし短期間でできることには限界があり、また高校生は所属する高校で受ける教育のほうに重点を置くべきであることは当然である。今後、この成果を高校教員と共有し、より良い形で連携するためにどのような方法が適当かを検討していきたい。

## 6 謝辞

IGS プログラム実施にあたり、物理実験を担当していただいた工学研究院三沢和彦教授、環境化学実験を担当していただいた農学研究院高田秀重教授、Science English を担当していただいた東京大学グローバルコミュニケーションセンター三品由紀子講師に感謝いたします。また、グループワークのファシリテーターを担当してくれた本学学生、青井勇輝さん、高井香織さん、浅川賢史さん、渡辺史さん、藤村将成さん、松下朋永さんに感謝します。留学生との交流に参加していただいた、Anvar Suvanov さん、Atiqotun Fitriyah さん、George Otieno Akoko さん、Harakhun Tanatavikorn さん、Hien Nguyen Phuoc さん、Kamwesige Mujuni Mtembei さん、Kwame Sarpong Appiah さん、Satjapong Meeklai さん、Sao Davy さん、Wang Zhen さんに感謝します。最後に事務を担当していただいた時

岡寛子さん、教育企画課メンバーにも深謝いたします。

## 7 参考文献

中央教育審議会（2014）。「新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた高等学校教育、大学教育、大学入学者選抜の一体的改革について（答申）」

# リーダーに必須の英語コミュニケーション力醸成カリキュラムの構築 —言語教育とアクティブ・ラーニング—

村山眞理 (大学教育センター)

## Designing a Curriculum to Develop English Language Ability for Leaders -Language Education and Active Learning-

Mari MURAYAMA(Center for Higher Educational Development)

**要約：**東京農工大学では理工系グローバルプロフェッショナル育成を目指した「グローバル・アカデミー」を開講した。本講座のカリキュラム・デザインにあたり、グローバル人材に必要な英語コミュニケーション力とは何か、という問いを立て、①グローバル人材の定義、②世界共通語としての英語、③若者のコミュニケーションの特性、という3つの観点から考察した。その結果、アサーション・トレーニングを専門とする実践家との協働によるアサーション・トレーニングと英語によるロールプレイを合体させた新たな教育プログラム-コミュニケーションの方略能力醸成を中心課題とした英語学習プログラム-を考案した。また、実施にあたり、能動的学修活動（アクティブ・ラーニング）を促すカリキュラム・デザインを行った。

**[キーワード：**グローバル・コミュニケーション、アクティブ・ラーニング、コミュニケーション力、アサーション、English as a lingua Franca、グローバル人材]

### 1 はじめに

東京農工大学では理工系グローバルエリートへの育成に注力した「グローバル・プロフェッショナル・プログラム」を構想中（H28年度開講）だが、そのトライアル講座として「グローバル・アカデミー」を平成27年度後期に実施した。本講座は、グローバルにリーダーシップを発揮する人材の育成が目的であり、単なる英語力向上の授業ではない。コミュニケーション力とイノベーション創出に繋がる柔軟かつ創造的な発想をグローバルリーダーに不可欠な資質と位置づけとおり、英語コミュニケーション力はその一環である。

本稿では、①グローバル人材の定義、②世界共通語としての英語、③若者のコミュニケーションの特性、という3つの観点から、グローバルリーダーに必要な英語コミュニケーション力を考察し、若者の現状を踏まえた上で

具体的なゴール設定を試みる。そして、「グローバル・アカデミー」グローバル・コミュニケーション部分（英語によるコミュニケーション力）のカリキュラム・デザインを行うが、さらに、能動的学修活動（アクティブ・ラーニング）の活性化に必要な要素について論じる。最後に、これらの留意点を踏まえて実際に行った授業の一部を紹介する。

### 2 グローバル人材に必須の英語コミュニケーション力とは

グローバル人材に求められるコミュニケーション力を明確にするには、グローバル人材の定義から始めるべきである。現在、グローバル人材育成は新たな大学のミッションとして注目を集めているが、そもそもグローバル人材とはどのような特性を持つ人々で、どのような役割を担い、何を達成することを期待されているのであろうか。前述を受け、目指すべき言語力 (Language Ability) (注1) の特定を行うが、World Englishes, English as a Lingua Franca など「世界共通語としての英語」は欠く

ことのできない視点である。また、対象者の現段階でのコミュニケーション力の指標として、一般的な若者のコミュニケーションの傾向に関する調査を参照し、グローバル人材に求められる英語コミュニケーション力醸成の中心的課題の設定を行う。

## 2.1 グローバル人材とは

グローバル人材育成推進会議（内閣府，2012）は、「情報通信・交通手段の飛躍的な技術革新を背景として、政治・経済・社会等のあらゆる分野で「ヒト」「モノ」「カネ」「情報」が国境を越えて高速移動し、金融や物流の市場のみならず人口・環境・エネルギー・公衆衛生等の諸課題への対応に至るまで、全地球規模で捉えることが不可欠となった状況」をグローバル化と呼び、このような世界の経済・社会の中にあって育成・活用していくべき人材をグローバル人材と定義し、その能力・資質には以下の要素が含まれると述べた。

- 要素Ⅰ：語学力・コミュニケーション能力
- 要素Ⅱ：主体性・積極性，チャレンジ精神，協調性・柔軟性，責任感・使命感
- 要素Ⅲ：異文化に対する理解と日本人としてのアイデンティティー

そして、これらの要素の中でも、比較的容易に計測が可能である要素Ⅰの能力水準の目安を以下のように段階別に表示している。

- ① 海外旅行レベル
- ② 日常生活会話レベル
- ③ 業務上の文書・会話レベル
- ④ 二者間折衝・交渉レベル
- ⑤ 多数者間折衝・交渉レベル

①②③レベルに関しては着実に裾野を広げつつあるが、④⑤レベルの育成が今後の課題であり、このレベルの人材が一定数確保されることが、「国際社会における今後のわが国の経済・社会の発展にとって極めて重要」としている。

## 2.2 世界共通語としての英語

Kachru (1992) は、英語話者を母国語話者 (Inner Circle)、第二言語または公用語として英語を使用する話者 (Outer Circle)、外国語として英語を使用する

話者 (Expanding Circle) の3種類に分類し、母国語話者 (約4億人) よりも第二言語もしくは外国語として使用する人々 (約16億人) の方が遥かに多いことを示した。従って、英語はもはや英語を母国語とする人々の私的財産ではなく、ネイティブスピーカーの話す英語をスタンダード (正しい英語) と見なす必要もない。ノン・ネイティブスピーカーのお国なまりの英語も英語の1つのバリエーションであるという主張を基に、World Englishes の概念を提唱した。

一方、Crystal (1997) は、それぞれの英語があるのは良いが、それでは互いの意思疎通に支障が生じる可能性があるため、English as a Global Language という概念を提起し、公的な場での標準的な英語の使用を主張した。

これらの議論をうけて、Seidlhofer (2011) はグローバル・コミュニティに属する英語非母語話者はどのようにコミュニケーションを成立させているのかに着目し、English as a Lingua Franca—実際にどのような英語が共通語として機能しているか—について研究を開始し、英語の共通語としての機能に焦点があてられるようになった。

## 2.3 若者のコミュニケーションの特性

『平成25年度 我が国と諸外国の若者の意識に関する調査』(内閣府) によると、日本の若者の顕著な特徴は、人間関係に関する自己肯定感が個人の内在的資質 (「明るさ」「やさしさ」「忍耐力」「慎み深さ」「賢さ」「正義感」「決断力」) とは相関しておらず、むしろ他者との関係性を規定する能力、すなわちコミュニケーション力と関連している点にあると言う。コミュニケーション力の中でも、近年、アサーション (注2) の重要性が広く認知されているが、同調査においても「自分の考えをはっきり相手に伝えることができる」という設問と友人関係の心配事との関連を調べている。その結果、「一応は有意な負の関連が見られるものの、その相関度は非常に低い。その能力が不要というわけではないが、おそらくもっと重要なのは、暗黙の裡に場の空気をお互いに読みあって、意見の衝突が起きないように相手の意向をさりげなく察する能力」であると考察している。人間関係の維持に対する社会的圧力のない学生時代の方が、人間関係の自由度が増す分人間関係の破綻へのリスクも増すことになり、自己主張をして衝突を招くよりも衝突を避けるべく行動する方が優先されると言うのだ。



## 2. 4 結論

前述の3つの観点をそれぞれまとめる。

- ① 目指すべきグローバル人材の英語コミュニケーション力は、二者間・多数者間の交渉レベルである。
- ② 「世界共通語としての英語」の前提に立って考えると、英語母語話者の英語をゴールとするのではなく、コミュニケーションの成立要件、すなわち、ある状況においてある行動を達成するために必要な「言語知識と方略能力」(注1)の習得をゴールとした機能重視のカリキュラム・デザインが妥当である。
- ③ 現代の若者は、母国語(日本語)においてもアサーション力が開発されていない。

上記3つのポイントから、グローバル人材の英語コミュニケーション力のゴールは交渉力であり、①対象者の言語知識・方略能力の現レベルと、②達成すべき行動(交渉の内容)を踏まえ、③交渉を成功裡に導く「言語知識と方略能力」(注1)を特定し、④その醸成に寄与するカリキュラムを策定する、という手順で作業を進める。ここで特筆すべきは、現代の若者の傾向として、母国語においてもアサーション力が身に付いておらず、「方略能力」の指導が中心的課題であるということだ。従来の英語の授業でも方略能力を扱かわないわけではない。しかしながら、あくまでも補助的な位置づけである。言語知識と方略能力のバランスをどのようにするかがカリキュラム・デザインのポイントとなるが、従来の英語授業のカリキュラム・デザインには見られない、主従の逆転とも言える多大な力点が方略能力の醸成に置かれるべきと考える。

## 3 英語教育とアクティブ・ラーニング

1970年代以降、科学技術・社会・文化の変動のスピードが加速度的に短縮され、時々刻々と新たな「知」が形成される時代となった。今日では、「そのスピードに学校教育が、カリキュラム、教師のもつ知識など、さまざまな側面においてついていけない。」(溝上, 2007)状況にある。このような社会的背景を受けて、中央教育審議会大学分科会大学教育部会(2012)は、「①予測困難な時代にあって生涯学び続け、主体的に考える力を持つ人材は、受動的学修経験では育成できない、②求められる質の高い学士課程教育とは、教員と学生とが意思疎通を図りつつ、学生同士が切磋琢磨し、相互に刺激を与えながら知的に成長する課題解決型の能動的学修(アクティブ・ラーニング)によって、学生の思考力や表現力

を引き出し、その知性を鍛える双方向の講義、演習、実験、実習や実技等の授業を中心とした教育である」と述べている。このような社会的背景により、近年、アクティブ・ラーニングが注目を集めている。

英語教育の本質的な役割は、英語で意思疎通ができるようにすること、すなわち英語コミュニケーション力の醸成であり、授業では教師と学生、学生と学生が互いに意思疎通をはかり、学生は与えられた課題を解決するアクティビティ(リサーチ、ディスカッション、プレゼンテーション)を主体的に行ってきた。このような意味で英語教育は常にアクティブ・ラーニングを実践してきたと言える。また、英語教授法(TESOL)の分野では、長年に渡り自律型学習者(Autonomous learner)の養成に注力してきた。週2~3時間の授業時間だけでは実践レベルの言語技能習得は困難であり、授業時間外で学習者自身が相当量の時間英語に触れる努力をすることが必要だからである。すなわち、成功する言語学習者に必須の資質は主体的に学ぶ能力であり、中央教育審議会大学分科会大学教育部会の答申にある「生涯学び続け、主体的に考える人材」(2012)と一致する。従って、ここでは英語教授法(TESOL)に関連する理論をベースに、英語教育の中のアクティブ・ラーニングの要素を整理し、カリキュラム・デザインの留意点を論じる。

### 3. 1 英語教育の中のアクティブ・ラーニング

Nunan(1988, 2004)はTask-Based Teaching/Learningを提唱し、学習者の自律性を高めるためには課題の設定が重要であると述べている。良いTask(課題)の条件として、学習者や社会のニーズを反映している、適度な困難さ、答えが1つではない、学習者自身の実体験が反映できる、などが挙げられている。

Csikszentmihalyi(1996)は、1つの活動に没入し、純粋にそれを行うことが楽しく、自然と多くの時間を費やす状態を「Flow」と呼び、課題の難易度と学習者の知識・スキルレベルの差異が適切で、明確な目標があり、達成できる見通しがある課題に取り組んでいる時に起こると述べている。Krashen(1985)も、その言語習得理論-The Input Hypothesis Theory-において同様の差異について言及しており、 $i+1$ 、すなわち学習者の既存の知識(i)の少し上のレベル(+1)に取り組みせると学習者の自律性が高くなり学習効果が上がると述べた。

自律的学習を支える要素は学習者の「やる気」だけでは不十分である。Learning Contractにより自分自身の

ゴールとそのプロセスを宣言させ、定期的な Conference により進捗を確認し個別指導を行うなど、の工夫が必要である。自分自身で学びのゴールを決定し、そのプロセスを管理することは、学習者の自己効力感および創造性を高めるという (Hammond & Collins, 1991)。

また、自律性と学習効果を高めるには Peer Learning が有効であり (Topping, 2001)、グループワークは欠かせない要素である。しかし、従来の学校教育は個別学習主体で、クラスメート (peer) は気付きを共有したり助け合ったりする相手ではなく競争相手であった。単に学生をグループに分けて授業をするだけでは協働関係は生れず、グループ活動の大半を個別学習で過ごすケースも多いと言う (Benett, Desforges, Cockburn and Wilkinson, 1984)。学習の相乗効果を産むようなグループワークの成立には、一定の知識の共有、傾聴、適切かつ明確な目標、平等な参加、自由なコミュニケーションができる雰囲気などが不可欠である (Sowyer, 2009)。Krashen (1985) は、グループ活動時に学習を妨げる働きをするものがあり、それを情意フィルター (Affective Filter) と定義した。情意フィルターとは、不安や緊張など、学習者のネガティブな感情のこと。それらネガティブな感情がフィルターとなり、知識やスキルが吸収できず学習が妨げられるという。情意フィルターは学習者が十分な動機をもち不安がない状態のときにその働きが押さえられる。

### 3.2 カリキュラム・デザインの留意点

以上に基づき、カリキュラム・デザインに必須の要素は以下の5点であると結論する。

1. 課題設定  
⇒既存の知識を出発点にアウトプットできることによる自律的学習の促し。
2. 自律型モデル  
⇒目的達成プロセスの創出と管理、ルールの実用・倫理観の育成
3. グループダイナミクス  
⇒「楽しい」空間の創出による高参加率の確保および情意フィルターの低下
4. グループワーク  
⇒個人によって異なる既存の言語技能を教えあう相乗効果
5. 言語技能学習の効率化

⇒重視すべき言語技能を絞り込んで提供

## 4 カリキュラム・デザイン

最初に、具体的な実施条件、すなわちプログラム全体の目的、時間的制約および対象学生の特性を明らかにする。次に、3.3 カリキュラム・デザインの留意点 で論じたポイントを考慮し、2.4 結論 で述べた手順で、具体的にカリキュラムを策定して行く。

### 4.1 グローバル・アカデミー実施の概要

全学対象 (学部/修士) の後期集中選択科目 (2単位) として実施する。

#### 4.1.1 目的はグローバルリーダーの資質開発

1. はじめに でも述べたように、英語コミュニケーション力の醸成は目的の一部であり、グローバル人材に必須の柔軟かつ創造的な思考の醸成に注力したプログラムである。自身の考えを伝え、効果的なリーダーシップを発揮するための必要条件の1つがコミュニケーション力であり、グローバル・コミュニティでの運用を想定しているため英語によるコミュニケーションが必要となる。英語コミュニケーション力はあくまでもグローバルリーダーの一資質である。

#### 4.1.2 時間的制約-実質授業時間は4コマ

以上の理由から、15 授業時間 (90分×15コマ) の6割 (9コマ) は企業との協働によるプロジェクト型授業に費やされる。グローバル・コミュニケーション部分は残り6コマを割り当てられているが、評価のための面接試験時間等を差し引くと、実質4コマ (360分) となる。自分の意見を効果的に伝え、相手の行動変化を促す方略能力として、プレゼンテーション力とアサーション力の醸成に焦点を絞り、各々2コマ (180分) の授業時間を充てる。

#### 4.1.3 対象学生の特徴

受講生44名は学部1年から修士2年まで幅広く分布し、所属学部・専攻も様々であるが、英語力は比較的高く TOEIC600点台~900点台に分布している。短期語学留学を含めると半数以上の学生が海外経験を有している。

しかしながら、志望動機を述べた小論文、面接での回答から、大多数の対象学生が英語力不足による意思疎通の困難さを感じており、英語によるコミュニケーションに自信がない。グローバル・アカデミーの受講によってコミュニケーション力の向上を図りたいと希望していることが分かった。

## 4.2 授業計画の策定

交渉力の基盤となるアサーション力の醸成を目的とし、2コマ(90分×2)の授業計画を策定する。

### 4.2.1 対象者の言語知識(語彙・文法)

英語母語話者を基準とした洗練された英語を目指すのではなく、アサーティブなコミュニケーション(注2)を行い、相手の行動変化を促すことが目指すべきゴールであるが、本講座の対象者はそのTOEICスコアから、アサーションに必要な最低限の言語知識を既に有していると言える(表1)。

レベル	TOEICスコア	評価(ガイドライン)
A	860～	Non-Nativeとして十分なコミュニケーションができる。
B	730～	どんな状況でも適切なコミュニケーションができる素地を備えている。
C	470～	日常生活のニーズを充足し、限定された範囲内では業務上のコミュニケーションができる。

表1 TOEICスコアとコミュニケーション能力

### 4.2.2 対象者の方略的知識

若者の一般的傾向から考察する限り、アサーション力は日常生活で不必要であり、母国語のコミュニケーションにおいても未開発なエリアである。本講座の対象学生の方略能力のレベルを確定する客観的根拠はないが、TOEICで高得点を達成しているにもかかわらず英語による意思の疎通に困難を感じていることから、方略能力にも問題があることが伺える。コミュニケーション力の不足を感じる原因は、言語知識ではなく方略能力により大きな問題があるのではないかと。以上のことから、対象学生の方略的知識も一般的な若者と同様に非常に乏しいと推察する。

### 4.2.3 達成すべき行動(交渉の内容)

180分という時間的制約を考慮すると、ビジネスなど学生の日常知を超えた状況設定は適切ではない。学生の

日常に起こりうる問題、過去に経験がありそうな問題を含んだ状況、具体的には「待ち合わせにいつも遅刻する友人に遅刻しないよう伝える」「話の長い教授に、話を手短かにして自分の話す時間を多くとって欲しいと伝える」の2つのケースを達成すべき行動とする。

### 4.2.4 交渉の成功に必要な言語知識と方略的知識

前述の通り、方略能力により大きな問題がある。アサーティブ・コミュニケーションとは具体的に何をすることか、それによって何が達成されるのか、などの理論的背景およびケース・スタディ、ロールプレイを通して、アサーティブなコミュニケーションスタイルの習得を目指す。短い時間で効果的に学ぶためには明確な指針が必要であるためDESC法(注3)を活用する。

### 4.2.5 ゴールを達成する授業計画の策定

アサーティブ・トレーニングを主、英語トレーニングを従として、下記の授業計画を策定した(表2)。

時間	内容
9:00-9:40	コミュニケーションの基礎
9:40-10:25	アサーション・トレーニング
10:25-11:50	ケース・スタディ
11:50-12:20	英語による表現トレーニング
12:20-12:30	まとめ

表2 授業スケジュール

前述、3.3カリキュラム・デザインの留意点から、特に1と5、すなわち既存の言語知識を活性化する課題設定を行うこと、重視すべき言語技能を極力絞り込んで提供することの2点を重視した。

その結果、「英語による表現トレーニング」(30分)以外は全て日本語を用い、アサーション・トレーニングの専門家によって実施される。ロールプレイ、ケース・スタディを日本語で行うことで、学生は方略能力の実践訓練に集中することができる。英語のみで行う場合と比べ、教員の指示を正確に理解していないのではないかと、という不安感による情意フィルター(Krashen,1985)が発動しないため、学習効果が高いことが予想される。

次に、英語を使って同じ状況下のロールプレイを行う。使用が推奨される言語知識をロールプレイ前にミニマム

に導入するが、新たな言語知識を与えるというよりは、既存の言語知識の活性化を図ることが目的である。具体的には「依頼の表現」(Can you ~? Could you ~? I would appreciate it very much if ~. など)を与えるが、相手によって使い分けができるよう丁寧さのレベルを3段階に分類して提示することで、学習者に主体的に考える機会を与え、主体性の発動を促す。

以下に日本語のタスクシート(表3)と英語のタスクシート(表4)を示す。

<b>D : Describe 状況や相手の行動を客観的に描写</b>
大切な(相手)さんなので率直に私の気持ちを伝えたいです。 (相手)さんは、待ち合わせに遅刻が多いけど、
<b>E : Explain 自分自身の主観的な気持ちを説明</b>
いつも来るのかな?と不安になるし、待っている時間もったいなく感じます。
<b>S : Specify 具体的、現実的な解決策を提案</b>
<b>C : Choose 選択を促す</b>

表3 日本語ロールプレイトタスクシート1

Case 1  
 ○○ is a member of your study group. (S)he was 15 minutes late for the meeting 4 times in a row and has never been on time. You and other members chat while waiting and you consider this a waste of time. One might think that 15 minutes is not a great deal, but it makes an hour since (s)he was late 4 times. You would like her(him) to come on time and start the meeting as scheduled.

表4 英語による状況設定タスクシート1

英語のタスクシートは、日本語のタスクと同様の状況ではあるが、さらに具体的な状況設定を行ない、英語による展開のヒントと状況の描写に必要な語彙・表現を提示している。DESCの流れに沿って解決策を2つ示し選択を促すが、日本語と同様に解決策は学生自身が考える。表3・表4のタスクは相手が友人なので、カジュアルな依頼表現の使用を想定している。

2番目のケース(表5・表6)は指導教授を対象とし、丁寧な依頼の表現(I would appreciate it very much if ~, Could it be possible ~,など)の使用を促すことを意図している。

<b>D : Describe 状況や相手の行動を客観的に描写</b>
今、先生のご指導のことでとても悩んでおります。ぜひ、先生のご指導を本当に自分のものにしたいため、今日は、その悩みについて聞いていただきたいです。 先生のご指導はいつも的確でわかりやすく勉強になります。ただ、申し上げにくいのですが、先生がお話する時間が多くて、
<b>E : Explain 自分自身の主観的な気持ちを説明</b>
私の考えが伝えきれない時があり、消化不良に陥ることがあります。
<b>S : Specify 具体的、現実的な解決策を提案</b>
<b>C : Choose 選択を促す</b>

表5 日本語ロールプレイトタスクシート2

Case 2  
 You are not doing well in your research. It has not made any progress for a couple of months. Your instructor gave you an advice, but you didn't think it was very helpful. You wonder if (s)he fully understood the goal of your research. Actually, you didn't have enough time to clarify your thoughts because it takes time for you to express yourself in English. Furthermore, you think your instructor took too much time on talking about her(his) own views. You would like her(him) to give you more time to talk and listen to you more carefully.

表6 英語による状況設定タスクシート2

## 5 授業の成果

本授業を実施して、コミュニケーションの方略能力醸成を中心課題とした英語学習プログラムは非常に有望であると感じた。

日本語で講義とロールプレイを実施したため、英語によるロールプレイも非常にスムーズに進行した。このような方略能力を求めるタスクの場合、「どうしたら良いのか分からない」と戸惑う学生が少なからず出るものだが、今回は日本語でコツを掴んだためか、テンポ良く全員の学生がタスクに集中した。そのため、30分という時間を有効に活用することができ、短い時間ながら活発なやり取りが行われた。

日本語使用時には方略能力に集中し、やり方やポイントを把握した上で英語に取り組むため、英語によるロールプレイ時は言語知識の運用のみに集中でき、情意フィルターの発動が抑えられたためではないか。また、最初に日本語で話すことは、良好なグループダイナミクス(楽しい雰囲気)構築にも寄与しているように見受けられる。

学習後のフィードバックでは、「(英語でも) やればできると感じた」「英語の問題ではなく、自分自身のコミュニケーションスタイルの問題点への気づきがあった」など、多くの学生が英語コミュニケーションの不具合が言語知識の不足に起因するものではなく、方略能力の不足、やり遂げようとする意志や自信の欠如にあったことに気付いた。延いては母語における自身のコミュニケーションスタイルの課題にまで考えが及んでいる。

「人間関係に関する自己肯定感がコミュニケーション力と関連」している現代の若者(「平成25年度 我が国と諸外国の若者の意識に関する調査」,2013)にとって、自己肯定感の源であるコミュニケーション力への関心は高いと推察される。そのような意味で、コミュニケーション力の向上を中心課題とした英語学習プログラムは、学生の日常生活におけるニーズとも合致しており、理系・文系などの専門分野、個人の志向を超えた共通の関心に対応した最適なテーマである。

このような理由から、コミュニケーションそのものをテーマとした英語学習プログラムは効果的であると考えられる。

## 6 今後の課題

今回は新プログラムの開発と試行が目的であり、その効果検証を行うには至らなかった。今後の課題は、効果の検証とプログラムの実践事例を重ね、広く運用するシス

テムを考案することである。

「TOEIC のスコアは伸びたが、実際に英語が使えるようになっていない。」という声は、社会人学習者の中からもしばしば上がる。「グローバル・アカデミー」グローバル・コミュニケーション部分における今回の試行的授業は、そのような問題に対する解決策を示唆している。

TOEIC スコアの高さは一定水準以上の言語知識を有することの証明ではあるが、方略能力を保証するものではない。言語力(Language Ability)が言語知識(Language Knowledge)と方略能力(Strategic Competence)から構成される(Bachman & Palmer, 2010) (注1)という考えに基づくと、TOEIC の高得点=高い言語力という構図は成り立たない。

企業のみならず大学においても、近年、リーダーシップ開発、キャリア教育などの名目で、コミュニケーション力の向上を扱う研修が盛んに行われおり、方略能力の重要性は広く認知されている。一方で、TOEIC 対策講座やビジネスコミュニケーション講座など、言語知識の向上を図る研修・授業も盛んに実施されている。それでも、「英語が使えるようにならない」と感じる人々が多いのは、言語知識と方略能力が乖離しており、良い相乗効果を生むシステムが構築されていないからである。

今回、グローバル人材育成の文脈から、対象とする言語知識と方略能力を特定し、2つの要素を一連の流れの中で実施する新たなプログラムを開発し、試行した。この試行的プログラムを体系化し、言語と方略能力の研修を一連の流れでコーディネートした新たなカリキュラム・モデルを策定し、その効果を検証することが今後の課題である。

## 7 注

(1) Language Ability (言語力) (2010) は、Bachman と Palmer によってコミュニケーション力評価の指標として提起された考え方である。それによると、Language Ability (言語力) は Language Knowledge (言語知識) と Strategic Competence (方略能力) から成る。すなわち言語力は言語知識を適切に活用するときに生じると定義した。言語力には、この他に個人の特性、トピックに関する知識、情動、認知方略が含まれる。

(2) アサーションとは、自分の考え・感情を相手に伝える能力を指す。アサーション・トレーニングでは、人々のコミュニケーションスタイルを「ノン・アサーティブ」「アサーティブ」「アグレッシブ」に大きく3分類し、「ア

サーティブ」なコミュニケーションスタイルの習得を目指す。「ノン・アサーティブ」は他者を尊重するあまり自分自身を否定するコミュニケーションスタイル（自分×，他者○）である。「アグレッシブ」は他者を否定して自分の正当性を主張するコミュニケーションスタイル（自分○，他者×）である。そして、「アサーティブ」は自己も他者も尊重し，互いに満足する妥協点を模索するスタイル（自分○，他者○）である（平木，2009）。

(3) DESC 法はアサーティブなコミュニケーションを実現する論理の展開法で，相手に自分の考えを伝えるとき，Describe（価値観・主観を含む言葉を排除し，状況を客観的に描写する），Express（自分の気持ち・主観的見方を伝える），Specify（具体的な解決策を提示する），Choose（代替案を提示し，選択を促す）の順番で話すことを推奨している（平木，2009）。

## 8 参考文献

一般財団法人 国際ビジネスコミュニケーション協会  
「TOEIC スコアとコミュニケーション能力レベルの相関表」

[http://www.toEIC.or.jp/library/toEIC\\_data/toEIC/pdf/data/proficiency.pdf](http://www.toEIC.or.jp/library/toEIC_data/toEIC/pdf/data/proficiency.pdf)

(2016年1月8日最終アクセス)

グローバル人材育成推進会議 (2012) 「グローバル人材戦略」 pp8-10.

中央教育審議会大学分科会大学教育部会，2012，「予測困難な時代において生涯学び続け，主体的に考える力を育成する大学へ」

内閣府 (2013) 「平成 25 年度 我が国と諸外国の若者の意識に関する調査」 pp139-140

平木典子(2009) 「改訂版アサーション・トレーニング -さわやかな〈自己表現〉のために」，金子書房.

溝上慎一，2007，「アクティブラーニング導入の実践的課題」『名古屋高等教育研究』（名古屋大学）7，pp269-287

Bachman, L. & Palmer, A. (2010). *Language assessment in practice: Developing language assessments and justifying their use in real world*. Oxford: Oxford University Press.

Benett, S. N. , Desforjes, C. W. , Cockburn, A. ,& Wilkinson, B. (1984) *The quality of pupil learning experiences*. London: Lawrence Erlbaum.

Csikszentmihalyi, M. (1996) *Creativity: Flow and the*

*Psychology of Discovery and Invention*. New York: Harper Perennial

Crystal, D. (1997) *English as a global language*.

Cambridge: Cambridge University Press

Hammond, M. & Collins, R. (1991). *Self-directed learning. Critical practice*. London: Kogan Page.

Kachru, B. B. (Ed. )(1992) *The other tongue: English Across cultures*. Champaign,IL: University of Illinois Press.

Krashen, S. (1985) *The Input Hypothesis :Issues and Implications*. Longman

Nunan, D. (1988) *Syllabus Design*. Oxford University Press.

Nunan, D. (2004) *Task-Based Language Teaching*. Cambridge: Cambridge University Press

Seidlohofer, B. (2011) *Understanding English as a lingua franca*. Oxford: Oxford University Press.

Sowyer, K. (2008) *Group Genius: The Creative Power of Collaboration*. Basic Books.

Topping, K. J. (2005) *Trends in Peer Learning, Educational Psychology: An international Journal of Experimental Educational Psychology*, 25:6, 631-645.