

## AP の教科書で科学を学ぶ

茗溪学園中学校高等学校 小笹哲夫, 新谷浩章, 田代淳一, 中村泰輔

### 1. はじめに

本校は平成 24～26 年度の 3 年間、「大学・地域と連携して育成する小学生・中学生・高校生の英語を交えた科学コミュニケーション力 ～ジュニアインターナショナルサイエンスキャンプと AP サイエンスを通して～」という研究課題でコア SSH(地域の核拠点形成)に採択され、研究開発を行ってきた<sup>1)</sup>。

このうち、「AP サイエンス」というプログラムは、発展的な内容の数学や理科の内容に関心・意欲のある高校生に対して、米国 AP プログラムの一部を指導することで、英語で科学を学び、表現する力をより効果的に養成することを目的としている。

本稿では、3 年間にわたり実践してきた AP サイエンスの取り組みについて紹介する。

### 2. AP(Advanced Placement)について

AP とは、Advanced Placement の略であり、米国 College Board<sup>2)</sup> が運営している高校生向けの教育プログラムである。大学教養課程レベルの授業および試験(AP examination)を高校生に提供し、授業の成績や試験結果が大学入学時の可否の判定材料や入学後の単位として認定されるというものである。大学教養課程レベルの内容ということで、日本の高校では学習しない内容が含まれる。しかし、AP 試験は基本事項の理解を問うものであり、難問奇問は存在しない。AP 試験では単元の原理や原則さえ理解できていれば十分であり、現実世界の複雑な条件に合わせて原理を応用するのは社会に出た時点で良いという米国の考え方が AP 試験の問題を分析していると見えてくる。

### 3. 実施内容

#### ◆実施規模

コア SSH では、他の SSH 指定校と連携して活動を行う。平成 26 年度に本校主催の AP サイエンスのプログラムに参加した連携校は、茨城県内の SSH 指定校 5 校(県立日立第一高等学校、県立水戸

第二高等学校、県立並木中等教育学校、県立竹園高等学校、県立竜ヶ崎第一高等学校)およびつくばインターナショナルスクールである(表 1)。さらに、本プログラムは筑波大学の協力のもとで行われた。

表 1 受講生徒数と参加高校数の推移(平成 25 年度および 26 年度は複数科目を受講した生徒も含む延べ人数)

	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度
AP Calculus	26 名	18 名	25 名
AP Chemistry	9 名	11 名	15 名
AP Biology	未開講	12 名	24 名
AP Physics	未開講	9 名	20 名
参加高校数	4 校	3 校	7 校

#### ◆参加者

主に高校 1、2 年生を対象とした。年度によっては中学校 3 年生の参加もあった。ここで、図 1～3 に初回の学習会で実施したアンケートの結果を示す。

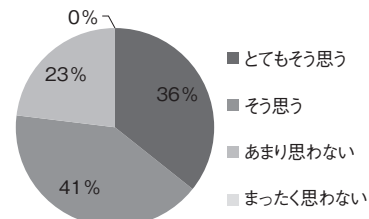


図 1 事前アンケート「AP テストを受験してみたいと思うか?」の質問に対する回答(回答数 39)

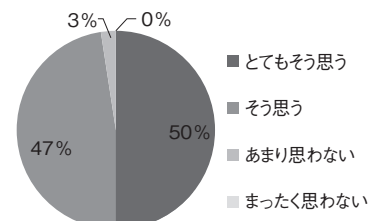


図 2 事前アンケート「米国の高校のハイレベルな科学の内容を理解できるようになりたいか?」の質問に対する回答(回答数 39)

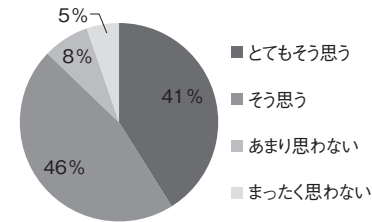


図 3 事前アンケート「米国や海外の大学で学ぶことに興味があるか?」の質問に対する回答(回答数 39)

これらのアンケートの結果から分かるように、AP 試験を受験する目的で本プログラムへの参加を決めた生徒もいるが、むしろ、海外で学ぶことに興味があったり、日本では学習しない海外のカリキュラムの内容やハイレベルな科学の内容に魅力を感じ受講を決めた生徒が多いことが窺える。

#### ◆実施内容

##### ①開講科目

初年度は AP Chemistry と AP Calculus の 2 科目の開講とし、どちらか一方の科目を受講する形式をとった。2 年次からは、新たに AP Biology と AP Physics の 2 科目を加えて計 4 科目の開講とした。午前は AP Calculus と AP Biology、午後には AP Chemistry と AP Physics を設置し 1 日で最大 2 科目を受講できるようにした。その結果、平成 26 年度は 1 科目のみ受講する生徒が 30 名、2 科目受講する生徒が 28 名となり、学習の機会を広げることができた。

##### ②講義の担当講師とテーマ

筑波大学の教員を講師として迎え、AP の学習項目のうち日本の高校では学習しない内容について 80 分間の講義を行っていただいた。その後、茗溪学園の教員が 90 分間の問題演習を担当した(図 4)。いずれの学習会においても、日本語で学習しながら



図 4 筑波大学の教員による AP Biology の講義(左)と高校教員による AP Chemistry の問題演習(右)の様子。

らも英語で記述された試験問題に解答していく方法をとった。このような形式で、前述の 4 科目について 1 日につき 1 テーマを設定して年 5 回の学習会(すべて日曜日)を実施した。

平成 26 年度の学習会における各科目の講義のテーマは、表 2 の通りである。教科書的な内容にとどまらず、大学の研究室で行われている最先端の研究について触れられることもあった。このことは、参加生徒が科学技術に一層興味をもつきっかけとなったようである(図 6)。

表 2 各科目の実施内容(平成 26 年度)

科目名	テーマ
AP Calculus	いろいろな関数と微分入門
	微分の計算規則
	積分の導入と計算規則
	微分・積分の応用
AP Chemistry	積分の発展と微分方程式
	オービタルとエネルギー準位
	混成軌道と共有結合、錯イオン
	エントロピーとエンタルピー
AP Biology	核化学
	酸化還元電位
	遺伝
	細胞
	発生
AP Physics	進化
	植物
	統計力学
	流体力学
	物性物理
相対性理論	
素粒子	

さらに、年度末最後の学習会(第 6 回)では、AP Calculus と AP Physics の内容を題材としてグラフ電卓の使用方法を学んだ。

#### ◆学習会以外の実施内容

各科目の内容を学ぶ学習会以外にも以下のようなイベントを実施した。

##### ①海外進学講演会(年度始め)

海外子女教育情報センター INFOE 代表の松本輝彦氏による「日本の高校生も AP を!」という講演会を実施した。主な内容は以下の通りである。

(i)「学習は自分でテキストを読むことで進めるべきものである」

日本の教育では、学習は教師が授業で指導するというスタイルをとり、基本的

には学習者が勝手に自学自習を進めることは前提とされていない。米国では、誰でも学びたい生徒は自学自習することが当然とされ、そのための環境(インターネット授業も含めて)が整っている。米国との学習に対する考え方の違いを感じさせる内容であった。

#### (ii)「理解でき意欲もある生徒にはどんどん先に進むことを容認する」

米国では、その科目を理解できて意欲もある生徒に対しては年齢や教育課程に関わりなく先取りをさせていく。「能力のある生徒には能力に応じて高い内容を与えることが“平等”である」という考え方である。

#### ②留学体験講演会(年度始め)

大学在学中にフランスへの留学経験がある本校の卒業生による「フランスへの留学体験、海外の大学で学ぶということ」という講演会を行った。留学をした動機や留学先での生活、現在の仕事などについての話を行った。

後述する生徒の感想から分かるように、年度始めにこれらの AP についての説明会や海外進学についての講演会を実施したことで、しっかりと目的意識を持ち1年間を通して前向きに学習を進めることができたようである。また、海外進学を含めて海外に視野を広げる良い機会になったようである。

#### ③親睦行事の実施(年度始め)

1年間 AP 学習会に参加する生徒どうしの交流を図るために、第1回学習会の前日に筑波研修センターで親睦行事(宿泊研修)を行った。

#### ④ AP 試験説明会(年度終わり)

5月に実施される AP 試験の受験を希望する生徒に対して説明会を行った。そして、受験生徒の Pre-Registration の記入は4月に行った。

#### ◆使用テキスト

日本の教科書とは違い欧米の教科書は非常に分厚い。分厚い理由は、学習とは生徒が自分で読解することで進めるべきものだと考えるためである。そのため、読めば分かるように記述されており、必然的に分厚くなる。参加高校生に一人一冊の教科書を貸

与し、年間を通して各自で自習できる体制を整えた。

## 4. 成果

### ◆ AP 試験受験による効果の測定

本校は、AP 試験のテストセンターとして認可されている。そこで、平成25年度に AP 学習会を受講した生徒のうちの希望者6名が、翌平成26年の5月に AP 試験を受験し、これまでの学習の成果を測定した。その際の受験結果を以下の表3に示す。なお、成績は5段階で、3以上が合格(5 = extremely well qualified, 4 = well qualified, 3 = qualified, 2 = possibly qualified, 1 = no recommendation)である。合格した場合、米国大学に入学した際は当該科目の単位が認定されることがある。

表3 AP 試験受験者の成績。学年は AP 学習会受講時(平成25年度)。

	受験科目	結果
高校2年生男子 A	Calculus AB	5で合格
	Physics B	4で合格
高校2年生男子 B	Calculus AB	4で合格
	Physics B	4で合格
高校2年生男子 C	Calculus AB	4で合格
	Physics B	4で合格
高校2年生男子 D	Calculus AB	4で合格
高校2年生女子 E	Calculus AB	4で合格
高校2年生男子 F	Calculus AB	不合格

受験者6名のうち、5名が3以上の成績を取ることができた。さらに、そのうち3名の生徒が2科目に合格することができ、日本の高校生でもハイレベルな AP 試験に通用することが分かった。

### ◆事後アンケートの結果

年度末最後の学習会の際に参加高校生を対象にアンケートを実施した(図5, 6)。

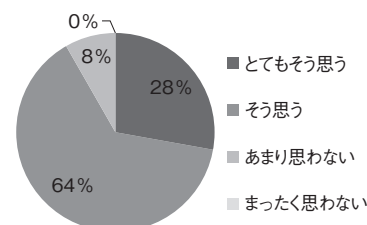


図5 事後アンケート「数学や理科の学習の励みになる、あるいは励みになったか?」の質問に対する回答(回答数33)

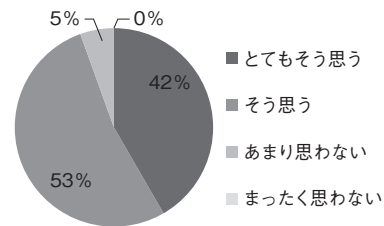


図6 事後アンケート「科学技術についてより関心が深まったり、意欲が高まったりしたか?」の質問に対する回答(回答数33)

これらのアンケートの結果から、高度な理数学習に関心を持つ高校生が AP の内容を学習することで、日本の高校の学習では得ることの難しい深い知識を得ることができ、これが大変良い刺激となり、日々の学習にも良い影響を与えたことが窺える。

### ◆受講生徒の感想

受講生徒の感想としては、以下のようなものがあつた(自由記述より抜粋)。

・「筑波大学の教員による講義で分かったこと、感じたことは何ですか?」

先取り学習ができて楽しかった。たまに難しかったが内容はどれも面白かった。/先生方の研究していることが今勉強していることの延長だということ。

・「高校教員による問題演習で分かったこと、感じたことは何ですか?」

講義を聴いて内容を分かったつもりでも、実際に問題を解くとすると、まだまだ理解が足りていないこと。/予習が大切(英単語、専門用語)。

・「海外進学講演会を聞き、どのようなことを感じましたか?また、どのような意味がありましたか?」

海外への関心がより高まり、勉強をしようという意欲もさらに高まった。/日本以外で教育を受ける選択肢が示されたこと。

・「親睦行事(宿泊研修)は異なる学校間の生徒の親睦を深めるのに有効でしたか?」

あのイベントのおかげで親睦を深めることができたと思う。もしなければ、名前も知らず終わっていたかもしれないと思った。

・「AP サイエンスを受講して良かった点は何ですか?」

先取り学習ができたこと。英語を使い学ぶことが

できたこと。/普段は絶対知り合えない他校生との交流。学校ではやらない内容。どれも楽しかった。

### ◆高校教員にとっての AP サイエンス

大学教員に会う機会が増え、日頃から疑問に思っていた内容を質問することができるようになり、そこで得た知識を普段の授業に活かすことができた。このように、本学習会は高校教員の研修の場としても大いに役立ったといえる。

## 5. 今後の課題

これまでに AP サイエンスのプログラムを3年間実践してきたが、その中で以下のような課題を挙げることができる。

・受講生徒の学年によっては未習内容があり、学年間で講義の理解度に差が生じる。

・AP 試験では多肢択一式の問題ばかりではなく論述問題も出題されるが、それに対してはどのような指導を行うか。

・AP 試験を受験した生徒以外の受講生徒の学習到達度の測定(評価)方法をどのように行うか。

## 6. おわりに

今後は AP の先進的な内容の中でも、日本の高校では扱わない分野の内容を日本の高校生も学習できるようなシステムを構築していきたい。その際は、「AP 試験でいかに点をとるか」ではなく「AP で科学的思考力をどう訓練するか」という視点が重要であると考えられる。また、高大接続のさらなる発展に寄与するといったような大きな目的を掲げ、これまでの取り組みを引き続き進めていきたいと考えている。

最後に、本プログラムの実施に当たり、ご協力いただいた筑波大学の先生方に心より感謝申し上げます。また、本プログラムは科学技術振興機構の支援のもとコア SSH 事業の一環として行われた。

#### 参考文献

- 1) 茗溪学園中学校高等学校 SSH 研究開発実施報告書 (<http://www.meikei.ac.jp/ssh/pdf/>)
- 2) College Board (<https://www.collegeboard.org>)