

**平成23年度指定  
スーパーサイエンスハイスクール  
研究開発実施報告書**

**第5年次（2期）**

**平成28年3月**

**名古屋大学教育学部附属中・高等学校**

## 巻 頭 言

本校が、2006（平成18）年度に文部科学省から「SSH（スーパーサイエンスハイスクール）」の指定を受けて以来、今年度で丸十年が過ぎようとしています。第Ⅰ期の五年間を、無事、終えたあと、引き続き2011（平成23）年から第Ⅱ期の指定を受け、さらに五年間継続して今日に至っています。この報告書は、その第Ⅱ期の第五年次の研究成果を公表することを意図するものであると同時に、内容的には、この二期十年間のまとめとしての意味を持っています。それは、この先、本校にとっては第Ⅲ期目となるSSHの指定を目指しているからに他なりません。

これまで二度にわたり、第三年次目に中間評価を受け、幸いにも、何れにおいても「現段階では、当初の計画通り研究開発のねらいを十分に達成している」との最高ランクの評価を頂くことができましたが、これら過去の二期を上回るSSHをどう構築するのが現下の重要課題となっています。また、二度目の中間評価の折りに、四点にわたって貴重な講評を頂き、それにお応えすべくさらなる改善の努力を続けて参りましたが、いよいよその成否が問われることとなります。

十年前、本校におけるこのプログラムの発足当初より、大きくは二つの特徴を持ったものとして構想しました。一つは、「サイエンス」とは言うものの理数系だけに特化してしまうのではなく、人文・社会系も含めて幅広く「サイエンス・リテラシー」を生徒たちに育成すること、また、いま一つには、「ハイスクール（高校）」のプログラムとは言え、併設型中高一貫校であるがゆえに、敢えて中学校から高校まで六年一貫教育の中に位置づけて取り組んでいくことでした。こうした発想は、直ちには理解されませんでした。その後、プログラムが実践的に開発されていく中で、次第に理解が広がっていき、今では本校以外でもこれに倣うところが増えてきました。また、何よりも、先にも触れたように、二度にわたる中間評価において最高段階の評価を得ることができたのもその証左かと思えます。

今も、本校の教育活動には、「総合人間科」、「中高一貫教育」、「高大連携」、「ユネスコスクール」、そして「国際化」など、実に多様な教育研究活動の要素や背景が存在しています。さらに本年度から、新たにスーパー・グローバル・ハイスクール（SGH）の指定を受け、本校の教育活動の基盤は飛躍的な発展を見せることになりました。

これまで、本校のSSHの活動は、前述のごとく単に自然科学だけを対象とするのではなく、それをより深く考えるために社会科学や人文科学までも包含したものになっているのは、生徒たちが、これから自分たちが生きていく社会を見つめながら、主体的な進路選択を行ってもらえるようにするためでした。SGHの指定を受けた今、こうした趣旨を活かしつつ、これら二つの大きなプログラムをいかにうまく組み合わせて、相乗的な効果を発揮するものにしていくのか、という創造的な課題をさらに新たに引き受けることになりました。

これにつながる答えやヒントが、本報告書の中に折り込まれているものと思えます。この報告書を一人でも多くの方にご覧頂き、こうした本校の取り組みについてご指導、ご批判を頂戴できますことを、心より願っております。

これまでもまして、みなさまのご指導、ご鞭撻を宜しくお願い申し上げます。

2016（平成28）年1月18日

名古屋大学教育学部附属中・高等学校長 植田健男

# 目 次

## 巻頭言

平成27年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）	1
平成27年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題	5
<b>第1章 SSH研究開発の理念と概要</b>	13
<b>第2章 実践の成果と評価</b>	22
<b>第3章 研究開発の内容</b>	36
第1節 好奇心の扉を開く	36
3-1 サイエンス・リテラシー・プロジェクト I (SLP I)	36
第2節 学びをつないでサイエンス・リテラシーを育てる授業	37
3-2-1 サイエンス・リテラシープロジェクト II (SLP II) の概要	37
3-2-2 自然と科学	38
3-2-3 『地球市民学』	41
第3節 高等教育につながる学び	44
3-3-1 アドバンスト・サイエンス・プロジェクト	44
3-3-2 生命科学探究講座	47
3-3-3 地球市民学探究講座	48
3-3-4 物理学探究講座	50
第4節 名古屋大学との連携による専門的な学び	51
3-4-1 名古屋大学との連携	51
3-4-2 中津川プロジェクト（高大連携教育プログラム）を実施	52
3-4-3 名古屋大学初年次教育基礎セミナーに高校生が参加	53
3-4-4 生物臨海実習	54
3-4-5 附属農場講演会・附属農場見学会	57
第5節 課題を設定し、探究する力を育てる試み	58
3-5-1 生徒研究員制度	58
3-5-2 色素プロジェクト	59
3-5-3 Slime Mold Project	60
3-5-4 チャンドラセカールプロジェクト	61
3-5-5 数学プロジェクト	62
3-5-6 ヒドラプロジェクト	64
3-5-7 相対論・宇宙論プロジェクト	65
<b>第4章 協同的探究学習を用いたサイエンス・リテラシーの育成</b>	68
第1節 協同的探究学習を用いた授業実践の概要	68
第2節 各教科における取り組み	69
<b>第5章 国際的な取り組み</b>	73
5-1 米国BARD HIGH SCHOOL EARLY COLLEGE(以下BHSEC)との研究交流	74
<b>第6章 資料</b>	79
資料1 平成27年度 SSH運営指導委員会議事録（第1回・第2回）	79
資料2 JST 研究発表会への参加	89
資料3 SSH東海フェスタ2015への参加	91
資料4 科学三昧 in あいち2015への参加	92
資料5 日本天文学会 第18回ジュニアセッションでの発表	93

## ① 平成27年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	
	「サイエンス・リテラシー」育成のための教育・評価方法の開発。
② 研究開発の概要	
	<p>高等教育につながる「サイエンス・リテラシー」を育成するための教育方法、評価方法を大学と協同で開発し、成果を研究発表会や出版物としてまとめ広く普及する。協同的探究学習法を展開し、その評価方法を考案する。中学ではSLP Iを全生徒が履修し、サイエンス・リテラシーの基盤となる自然科学や数学への興味・関心を掘り起こし、自然観察力、生活技能、実験技術を獲得させ、生徒の科学的創造力を育成する。高校では、SLP IIを高1・高2の全生徒が履修し、教科横断的な学びを通して、科学的思考力、科学的探究力を中心とした地球市民としてのサイエンス・リテラシーを育成し大学への学びへ繋がる力を育てる。発展的な学びとしてのASP、大学教員と交流できる宿泊型の「中津川プロジェクト」、名古屋大学全学教育科目「基礎セミナー」等を通して、学び方に重点をおいた高大接続の在り方を考案したカリキュラム研究を行う。生徒研究員制度で理数分野に興味を持つ生徒の能力を伸ばし、国際交流プロジェクトを積極的に実施し、国際的な視野を持った人材を育成する。</p>
③ 平成27年度実施規模	
	中学校・高等学校に在籍する全校生徒（599名）を対象とする。
④ 研究開発内容	
	<p>《研究の仮説》</p> <p>高度に発達した科学技術社会においては、研究者などの専門的分野に精通した人材だけでなく、社会の大多数を占める一般市民（citizen）が科学技術の問題に参画する必要がある。それには、問題の本質を理解する能力、論理的・多角的・長期的に考える能力、自らの考えを表現できる能力、問題を設定し、他者と協同して解決する能力（サイエンス・リテラシー）を有することが大切である。そのために、SLP I、SLP II、協同的探究学習を通して、サイエンス・リテラシーを身につけた生徒を育成する。言い換えれば単一の正答の存在することの多い中等教育における学習から、単一の明確な解答がない課題を扱う高等教育における研究へとつなげることができる。</p> <p>《実践内容》</p> <p>○研究計画</p> <p>(1) 第1年次</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サイエンス・リテラシーの育成       <ul style="list-style-type: none"> <li>第1期SSHで、試行した協同的探究学習を高等学校の既存教科で行うための計画立案。SLP I、SLP II、ASPは、第1期SSHで実践した内容を継続実践し、その出版のための準備。論理的思考力育成プログラムでは、『意見文を書くワークブック（仮題）』の資料を集めと整理。</li> </ul> </li> <li>・高大接続       <ul style="list-style-type: none"> <li>名古屋大学全学教育科目「基礎セミナー」の参加、宿泊型名古屋大学短期集中型高大連携教育プログラム（中津川プロジェクト）の実施。オープンクラスウィークの開催。</li> </ul> </li> <li>・国際的視野をもった人材の育成のためのプログラム       <ul style="list-style-type: none"> <li>Bard High School Early College（BHSEC）とサイエンス交流を進展させる組織づくり。North Carolina Projectは名古屋大学と連携しWGの立ち上げ。UNESCO Schoolは、加盟校どうしの連携のあり方について検討を開始。名古屋市と連携し海外の高校生を受け入れた。</li> </ul> </li> </ul> <p>(2) 第2年次</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サイエンス・リテラシーの育成       <ul style="list-style-type: none"> <li>協同的探究学習を既存教科で試行。教員の協同的探究学習研究グループを立ち上げ授業検討会の実施。学習成果評価のための記述式問題の試行。SLP I、SLP II、ASPは、生徒アンケートの実施</li> </ul> </li> </ul>

とデータを集積。『意見文を書くワークブック（仮題）』の出版のための準備。

・国際的視野をもった人材の育成のためのプログラム

BHESECとの交流やNorth Carolina Projectを実施し、3年次以降の取り組みについて検討。アジア地域との交流にも力を入れ、モンゴルやタイの高校とも交流。JICEなどの公的機関と連携し留学生を受け入れ、生徒の海外派遣のプログラムに積極的に応募。

(3) 第3年次

・サイエンス・リテラシーの育成

協同的探究学習評価問題を学年当初と学年末に実施・分析・評価し、第2期SSH教育プログラムが目標とする生徒の学びの力について、3年目の検証。SLP I、SLP IIで生徒の学習状況に関するデータ集積の継続。ASPに新しい講座ALE (Active Learning English) を設け生徒の英語的思考能力やコミュニケーション能力を育成。SLP I、SLP II、ASPについて、教育方法および評価方法を改善し、その成果を出版。論理的思考力育成のためのプログラムでは、『始めよう、ロジカル・ライティング』（ひつじ書房）を国語の授業の中に取り入れ試行。

・高大接続

名古屋大学全学教育科目「基礎セミナー」に参加している本校生徒と大学教員にアンケートを行い、実態を把握するとともに、改善点を検討した。

・研究報告と評価

SSH運営指導委員会を年2回開催し、運営指導委員による評価を受けるとともに、学校評議会を開催した。また、SSH研究発表会を2月10日に開催し、附属学校教員による公開授業を行い、参加者とのディスカッションを通して、3年間のSSH研究開発の中間評価を行った。

(4) 第4年次

・サイエンス・リテラシーの育成

科学的リテラシーと数学的リテラシーに関わる記述式問題とアンケート調査を分析・評価。他のSSH校でも同様のアンケートを実施し比較検討。『始めよう、ロジカル・ライティング』を授業に取り入れ、検証。立命館大学や同高校関係者と授業方法や内容に関する検討会を開催。

・高大接続

ASP「地球市民学探究講座」の内容を検討し、内容に自然科学系の分野も取り入れた。また新たに「物理学探究講座」を開講し、他のSSH校生徒も参加することによって成果の普及を行った。名古屋大学だけでなく、近隣の大学からも講師を招き、コンソーシアムが形成された。

・研究報告と評価

SSH運営指導委員会を2回開催し、助言・評価を受けるとともに、学校評議会も開催した。また、SSH研究発表会を2月10日に開催し、公開授業と授業検討会、並びに評価方法実践報告会を行い、参加者とのディスカッションを通して、4年間のSSH研究開発の評価を行った。

(5) 第5年次

5年間のSSH研究開発の全体検証・評価を実施し、SSH運営指導委員会で報告した。運営指導委員による評価を受けるとともに、学校評議会でもSSH研究開発の総括報告をした。また、第1期SSH研究開発から第2期までの10年間を校内研究委員会、校内研究会議で集約し成果と課題をまとめた。その成果と課題に基づき、教科で学んだ知識を統合し、グローバル化した現代的な課題の本質について他者と協働しながら主体的に探究し続ける生徒を育成することを目的とした研究開発を次年度以降行うために、新たな教育課程を考案し、第3期SSH申請を行った。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

(1) 「必要となる教育課程の特例とその適用範囲」

平成24年度入学生が高校2年生に進級した際、情報B（2単位）のうち1単位を減じた。その代替措置として、高校2年生でSLP II（情報と社会）を実施する。また平成25年度以降の入学生が高校2年生に進級した際、情報の科学（2単位）のうち1単位を減じた。その代替措置として、高校2年生でSLP II（情報と社会）を実施した。

(2) 「教育課程の特例に該当しない教育課程の変更」

- ・中学2、3年生全員に対して学校設定科目SLP Iを総合的な学習の時間内で実施する。
- ・高校1、2年生全員に対して学校設定科目SLP IIを実施する。

ただし、平成24年度入学生と平成25年度以降の入学生に関しては①「必要となる教育課程の特例とその適用範囲」を適応する。

- ・高校1.2.3年生のうち、希望者に対して土曜日と夏休みを利用して、1コマ90分単位でASPを実施し、単位認定を行う。

#### ○平成27年度の教育課程の内容

- SLPⅠ：「Try & Error」「木のおもちゃを作ろう」等の5講座を中学2年で展開した。「数学を探究しよう」「身近な生物の観察」等の5講座を中学3年生で展開した。
- SLPⅡ：高校1年生で「自然と科学」、高校2年生で「情報と社会」を実施した。
- ASP：大学教員による授業「生命科学探究講座・地球市民学探究講座・物理学探究講座」を実施した。

#### ○具体的な研究事項・活動内容

- (1) 総合的な学習の時間を利用して実施するサイエンス・リテラシー・プロジェクトⅠ (SLPⅠ) の5年間の実践 (中学2年・3年、それぞれ1単位必修)
  - 中学2年では「理科実験を中心とした内容①」「ものづくりを中心とした内容①」「創造性を生み出すことのできる内容①」「日本語や英語を使って自分を表現することのできる内容」等の講座を開講。中学3年は「数学的興味関心を生み出すことのできる内容①」を加え、中学2年の内容を発展的に伸ばすことができるように、「理科実験を中心とした内容②」「ものづくりを中心とした内容②」「創造性を生み出すことのできる内容②」の講座を展開した。
- (2) 学校設定科目サイエンス・リテラシー・プロジェクトⅡ (SLPⅡ) の5年間の実践 (高校1年・2年、それぞれ1単位必修履修)
  - 高校1年では「前期・自然と科学」、「後期・自然と科学」、高校2年では「前期・多文化コミュニケーション学」「後期・共生と平和の科学」の講座を設けた。既存教科のみでは十分扱うことができない教科横断的な課題について考えることが目的である。
- (3) 学校設定科目アドバンスト・サイエンス・プロジェクト (ASP) の5年間の実践 (高校1年・2年・3年の希望者、1単位)
  - 中等教育から高等教育への接続が目的。既存の教育課程では、取り扱う事のない分野に関し、大学教員から直接講義を受ける。ASPは、地域の高校生にも開放した。国際的な発表の場に対応できるようにするため、英語のみで行う新しい講座ALE (Active Learning in English) を開設した。
- (4) SSH生徒研究員制度
  - 主体的に追求したい課題を設定して実験・観察・学習を行った。6つのプロジェクトがあり、中学生・高校生と一緒に参加した。研究成果は、校内・校外で行われる研究発表会で発表。海外の高校生と一緒に活動する「Global Science Club」で相互発表を実施した。
- (5) 高大接続によるサイエンス・リテラシー育成の実践
  - 中等教育から高等教育への接続／高等教育から中等教育への接続をねらいにして実践した。中津川セミナーや名古屋大学初年次教育に本校生徒が参加した。
- (6) 事業の評価
  - SSH教育プログラムが目標とする生徒の学びの力《A) 探究を通じてものごとの本質を深く理解する力 B) 物事を論理的・多面的・長期的に考える力 C) 自らの考えを他者に対して表現できる力 D) 問題を設定し、他者と協同して解決する力》が達成されているかどうかを、出来るだけ客観的・多面的に評価するために3つの調査を実施した。
- (7) 協同的探究学習法に関する5年間の実践
  - サイエンス・リテラシーを育成するため、協同的探究学習を実施する学年、教科を拡大し実践。協同的探究学習を重点的に取り組む教員研究グループを構成し、協同的探究学習を中心的に実践する核とした。また、学校全体として協同的探究学習を推進した。3年次中間評価の結果を踏まえ、学習方法のみならず学習内容にも目を向けた取り組みを行った。
- (8) 既存理数教科の基本方針
  - 理科では、実験・観察を重視し、自然科学に対する基本的な態度と基本的科学実験技術を身につける取り組みを行った。発展学習として、名古屋大学大学院理学研究科菅島臨海実験所、名古屋大学大学院生命農学研究科附属フィールド科学教育研究センターでの実習を実施した。協同的探究学習法を利用して、身近な自然現象を論理的に説明するなどの課題に対して、物事を論理的に考えて他者に対して表現できる力を培い、科学的事象の本質的理解を促進した。
  - 数学では、名古屋大学において開催されている数学コンクールに向けてのセミナーなども活用し、

各種の科学オリンピック・コンテストへ多くの生徒が参加した。協同的探究学習法を利用して、ひとつの問題に対する多様な解法を考え、討論する活動を取り入れ、数学的概念の本質を理解する機会を設けるようにした。また、平成27年度は、県内を中心とする数学科教員と本校数学科教員が、指導法・指導内容について協議した。

(9) 成果の公表・普及

HPを利用してSSH研開発成果を公表した。公的機関や教育機関、報道機関を活用しSSH研開発成果の公表をした。科学の甲子園ジュニア・科学の甲子園等に積極的に参加した。学会や大学主催の研究成果発表会にも参加し、研究成果を発表した。SSH研究成果をまとめ出版した『協同と探究で「学び」が変わる』（学事出版）『始めよう、ロジカル・ライティング』（ひつじ書房）を通して研究成果の普及に努めた。研究成果を本校紀要にまとめ広く配布した。

(10) 国際性を高めるための5年間の実践

高大接続・国際交流委員会を中心に研究を推進。米国NY州BHSECとのScience Exchange Programを継続実施した。North Carolina ProjectではNC州チャペルヒル地区の3つの高等学校と連携し、名古屋大学と附属学校が連携して立ち上げたワーキンググループを基盤に交流を行った。アジア地区では、モンゴル国の新モンゴル高校との交流を実践した。

(11) 運営指導委員会の開催

SSH運営指導委員会を年2回開催し、運営指導委員による評価を受けるとともに、多くのステークホルダーにより構成される学校評議員会を開催し、各見地からの評価を受けた。

(12) 報告書の作成

第5年次のSSH研開発事業についての成果と課題について報告書にまとめた。また、その成果と課題を広く普及する取り組みを行った。

(13) SSH研発表会への参加とSSH研研究校の視察

SSH県内学校連絡会への参加、SSH生徒研発表会やSSH東海地区フェスタ、日本数学コンクールなどへの生徒派遣を積極的に行うとともに、先進SSH校への研視察を実施。

## ⑤ 研開発の成果と課題

### ○実施による成果とその評価

2期10年にわたり、社会に起こる問題について、科学的な知識と方法から情報を多元的に分析し、論点を関連づけながら本質を理解する力「サイエンス・リテラシー」を育成する教育課程の開発とその教育方法・評価方法を研実践した。本校の卒業生が名古屋大学に進学し総長顕彰を3年連続して受賞。他大学に進学した卒業生も学部長表彰を受賞し、卒業生総代となった。理系生徒の数もSSH開始前に比べ飛躍的に増加。平成26年度は数学Ⅲを選択した生徒が学年120名中、56名と約半数を占めた（SSH初年平成18年度は、数学Ⅲ選択者は36名）。その内、女子生徒が34%も占めた。日本の科学技術を牽引する女子生徒の育成にもつながった。自発的な活動の生徒研員制度も活発化した。第1期SSHは1つのプロジェクトしかなかったが、SSH10年目（平成27年度）にはプロジェクトが6つに増加した。SSH生徒研発表会では、平成25年度に「生徒投票賞」、平成26年度には「ポスター発表賞」を受賞した。

第2期SSHで行った生徒の科学観に関するアンケート結果（平成26年12月／高校3年生／5件法5が上位）では、「科学は人の未来を切り開く（4.13）」「科学は人を幸せにも不幸にもできるものである（4.54）」などの質問項目で、生徒の意識が高い。多くの生徒が科学の功罪について理解している。「自分と異なる意見であっても、なぜそのように考えたのか理解しようとしている（4.02）」「いろいろな知識を組み合わせることで課題の解決法を考えるようにしている（3.70）」と課題を多面的に捉えようとする力も高い。これは、第2期SSHで行った既存教科における「協同的探究学習」の成果である。

### ○実施上の課題と今後の取組

「実践力」が実施上の課題である。第1期・第2期SSHでは、課題発見の力、協同で課題を解決する力、コミュニケーションの力といった「サイエンス・リテラシー」を定着させることができた。しかし一方で、「理科を勉強すると日常生活に役立つ(2.84)」「数学を勉強すると日常生活に役立つ(2.74)」といった項目では意識がまだ低い。これは、既存教科で身につけた「サイエンス・リテラシー」を実際に発揮できる機会が、教育課程の中に効果的に位置づけられていないことが原因であると考え、今後の取組において新たに研開発を行う。

## ② 平成27年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

## ① 研究開発の成果

## (1) 10年間のSSH研究開発の成果

## 第1期SSH(平成18~22年度)~第2期SSH(平成23~27年度)

## 第1期SSH研究開発のテーマ

「サイエンス・リテラシー」を育成する教育課程を中・高・大の協同で研究開発する

## 第2期SSH研究開発のテーマ

「サイエンス・リテラシー」育成のための教育・評価方法の開発

「サイエンス・リテラシー」を育成するための教育課程を第1期で開発し、その教育方法・評価方法を第2期で開発した。第1期SSHで育成する生徒の力は以下の5つであり、キャリア形成に関わるものが多かったが、第2期では生徒の能力に視点を当てたものに精選した。

## 第1期SSHにおいて、育成する「生徒の力」

- A：科学への知的好奇心を育てる。
- B：深く理解し、考え、発表する力を育てる。
- C：人や社会のために学習内容を活用する力を育てる。
- D：大学での専門的な研究につながる学びの力を育てる。
- E：自分の生き方について考える力を育てる。

第1期では、キャリア意識の形成を通して生徒一人一人が自分自身の将来を自覚的・自立的に「生き方」を選択していく教育実践を行ってきた。また同時に、キャリア形成につながる「学びの総合力」の育成に取り組んできた。なぜキャリア意識の形成に焦点を当てた取組を行なったかと言うと、本校のキャリア意識の形成とは、狭義の進路指導や職業指導ではないことに大きな意味がある。つまり、本校の「キャリア意識形成の実践的解釈」は日常の学習を軸に、多くの人との出会いや多面的な学習から自分の興味・関心が何かを探ること。そして、豊かで多面的な学習環境の中で自分の学習をふり返り、人や社会とのかかわりの中で、ともに学び合いながら自分自身の将来のための自覚的・自立的なキャリア意識の形成を育むことなのである。そこでは、探求力、共感力、多面的な観察力、人間・自然・社会に対する適切な自己認識力、人や社会への関係形成力、関係調整力の育成を目標にしているのである。

しかしながら5年間の研究の過程の中で、生徒のキャリア意識を形成するためには、従来型の「暗記・適用」型学習、いわゆる「できる学力」ではなく、「理解・思考」型学習が極めて重要であると再認識することができた。第1期では、「理解・思考」型学習を試行してその成果を検証した。その成果に基づいて、第2期では「より多くの理数系教科」で「理解・思考」型学習を実践した。それが「協同的探究学習」として第2期SSHの教育課程の中で完成された。そのため、第2期SSH教育プログラムが目標とする生徒の学びの力を現在のように設定したのである。

受動的な学びから主体的、協同的な学びを行う「協同的探究学習」においては、第1期で学習方法を開発し、第2期で理科や数学の授業に積極的に導入し、教育方法を普及させるといったように、学習方法の実践に力を入れた。SSH中心教科であるSLP(サイエンス・リテラシー・プロジェクト)Ⅰ・



IIやASP（アドバンスト・サイエンス・プロジェクト）に関しても第1期で開発し第2期で本格的に実践した。

SSHカリキュラム全体を多面的に評価する評価方法も、第1期では「意識を知る調査」と「記述型思考力テスト」を試行しながら開発を行なった。その成果に基づき、第2期では、思考過程を知る独自の記述型課題を作成、実施、評価することができ、以下で示すような「意識を測る調査と思考過程を測る調査のクロス評価」に成功した。育成する生徒の力もPISA調査科学的リテラシー問題、PISA調査数学的リテラシー問題を使い、認知心理学の知見に基づく本校基準により思考力を評価した結果、水準の上昇者数38名、水準の下降者数12名となり統計的に有意でな結果となった。本校正答率（水準I以上）は、事前79.3%、事後93.1%であった。これは、日本平均46.8%、世界平均43.5%に比べて大変高い正答率である。このことは、既存教科における協同的探究学習により、概念的理解が深まっていると考えている。

ここまでは、第1期SSH（平成18～22年度）～第2期SSH（平成23～27年度）、10年間のSSH研究開発の成果を概観し記述したが、以下は第2期SSHの成果について詳細に報告する。

## （2）「サイエンス・リテラシー」育成に関する成果

第1期SSH（平成18年～22年度）に続き、「サイエンス・リテラシー」育成のための教育・評価方法の開発を研究開発課題として平成23年～27年度まで5年間、第2期SSH研究開発を行った。第1期SSHと同様に「サイエンス」とは、自然科学・数学のみならず、人文・社会科学を含めたものとして考え、「リテラシー」とは、言語・情報等を正しく読み取り、それを活用して協調的に問題解決を図る能力と考え、以下のようにサイエンス・リテラシーを定義した。

### サイエンス・リテラシーの定義

現実社会におけるさまざまな問題について、科学的な知識と方法を活用して情報を多元的に分析し、論点を関連づけながら本質を理解する力。その過程で必要な、自らの考えを他者に伝え、話し合うことを通じて、協同解決をはかり、個人がさらに思考や理解を深める力も含む。

その上で、第2期SSH教育プログラムが目標とする生徒の学びの力は、「できる学力」だけでなく、「わかる学力」を育成することとした。初等中等教育において、従来から行われてきている学習は、正しい解法と答えはただ1つであるといった「暗記・適用」型学習（藤村2006）であり、正しい解法を覚えて、それを問題解決に適用することが中心であった。このような「できる学力」の限界は平成12年以降に行われたPISA調査からも読み取ることができる。「暗記・適用」型学習でついた「できる学力」では、自分が以前習得した問題解決法が適用できない問題に対しては充分対応することができない。また、解決法を暗記し、それを適用しているにすぎないため、問題の本質が理解されておらず、問題の根本的な解決にはなっていないことがしばしばある。

対して、第2期SSH教育プログラムが目標とする生徒の学びの力は、「理解・思考」型学習（藤村2006）である。言い換えれば、問題を解決するための方法は多様にあり、自分の持っている知識と他者が持っている知識を活用しながら、問題解決法を自分で考案し、その思考プロセスを他者に表現し、他者と思考プロセスを共有することによって問題の本質を理解し、問題解決にあたる「わかる学力」である。以上のことをふまえ以下のような生徒の学びの力を設定した。

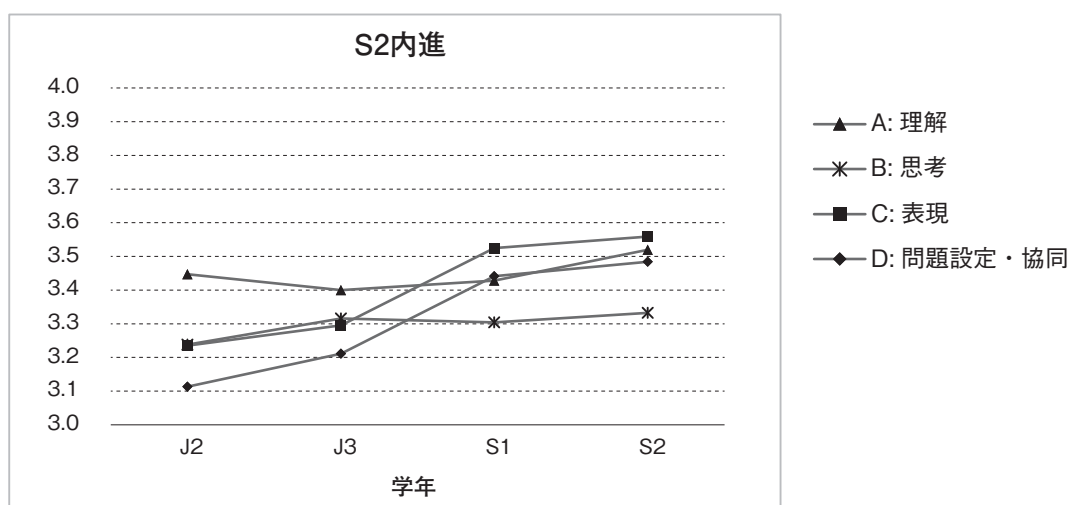
- A) 探究を通じてものごとの本質を深く理解する力
- B) 物事を論理的、多元的かつ長期的に考える力
- C) 自らの考えを他者に対して表現できる力
- D) 問題を設定し、他者と協同して解決する力

次の図表①は、第2期SSHが目標とする「生徒につけさせたい力」の経年変化（現高校3年生）で

ある。AからDはそれぞれ、上記に示したように、A（探究を通じてものごとの本質を深く理解する力）、B（物事を論理的、多元的かつ長期的に考える力）、C（自らの考えを他者に表現できる力）、D（問題を設定し、他者と協同して解決する力）を示す。

図表①

	2011 J2			2012 J3			2013 S1			2014 S2		
力	人数	平均	標準偏差	人数	平均	標準偏差	人数	平均	標準偏差	人数	平均	標準偏差
A	78	3.44	0.57	75	3.38	0.63	74	3.43	0.59	76	3.54	0.59
B	77	3.25	0.64	76	3.26	0.64	76	3.30	0.62	77	3.34	0.59
C	76	3.24	0.71	75	3.32	0.67	77	3.50	0.64	74	3.53	0.65
D	77	3.12	0.71	75	3.25	0.65	77	3.42	0.70	77	3.47	0.66



上記のAからDの力をつけるために、第1期SSHで創設したSLP I、SLP II、ASPを第2期SSHで本格的に実施した。SLP Iでは、少人数で、普段の授業ではできない実験・観察を十分な時間を使って行った。SLP IIでは、自然科学・社会科学の分野で生徒参加型の授業を行った。授業アンケートでは、課題に関して8割以上の生徒がより深い学びができたと回答をした。自由記述においても「物事を普遍的に捉えるのではなく、様々な視点で考えるようにすること」、「自分が知らない多くのことを学べたが、同時にまだ、学び足りないとも思った。自分で自発的に、先のことを調べて行こうと思う。」といった記述のように、授業の終わりが学びの終わりではなく、新たな学びへの出発点だと考えている生徒が増加した。SLP I・SLP IIをさらに深めて大学教員から直接学ぶASPも高校の単位として認定するに至ったことはSSHの成果である。

また、AからDの力に関しても、C（自らの考えを他者に表現できる力）、D（問題を設定し、他者と協同して解決する力）は伸びていることがわかる。また、中学3年から高校1年にかけてグラフが著しく伸びていることがわかる。これは、高校1年次にSSH授業のSLP II「自然と科学」が開講されると同時に、学びの杜を受講できるようになることと、生徒研究員制度に所属している生徒が学校内外で研究成果を発表する機会が中学の時に比べて増えたことが影響している。言い換えれば、先進的な科学について、他の学校の生徒と議論する機会が増えてくることにより、生徒の意識が向上したと考えることができる。A（探究を通じてものごとの本質を深く理解する力）に関しても、初期値が高いため大きくは伸びていないが、高い水準を保っている。中学から既存授業で「協同的探究学習」を取り入れているために、初期値である中学2年生でも高い値となっている。高校でも「協同的探究学習」を継続して実施しているため、平均的に高い値となっていると考える。しかしながら、以下の②研究開発の課題で詳しく触れるが、B（物事を論理的、多元的かつ長期的に考える力）が伸びていないことがわかる。

### (3) 教育課程上に設定した科学的な探究活動に関する成果

SSH目標	SSH教科	発達段階（1-2-2-1）	総合的な学習の時間	学年
高大接続を考慮した先進的な教育課程	ASP	個性伸長期	生き方を探るⅡ	高3
		SLPⅡ	専門基礎期	国際理解と平和Ⅱ
	生命と環境Ⅱ			高1
サイエンス・リテラシーへの扉を開く教育課程	SLPⅠ	個性探究期	国際理解と平和Ⅰ	中3
			生命と環境Ⅰ	中2
		入門基礎期	生き方を探るⅠ	中1

既存教科における協同的探究学習

併設型中高一貫校の特徴を活かし、生徒の発達段階に応じた6年間の教育カリキュラムを実践した。第1期SSHで区分した1-2-2-1制の6カ年の教育カリキュラムを、第2期SSHでも継続し、中学1年生を「入門基礎期」、中学2年生・3年生を「個性探究期」とし、「サイエンス・リテラシーへの扉を開く教育課程」と位置づけた。高等学校では、高校1年生・2年生を「専門基礎期」、高校3年生を「個性伸長期」とし、高等教育での学びを視野に入れ、「高大接続を考慮した先進的な教育課程」とした。

6カ年の教育カリキュラムの中で、科学的な探究活動を行うために、継続性のあるSSH教科を教育課程上に設定し「サイエンス・リテラシー」の育成を行った。「サイエンス・リテラシー」の基盤となる自然観察力、実験技術、数式など理数系への興味・関心を掘り起こし、創造力を育成するために、中学2年生・3年生の「個性探究期」でSLPⅠ（サイエンスリテラシーⅠ）を実施した。また、高校1年生・2年生の「専門基礎期」では、SLPⅡ（サイエンスリテラシーⅡ）を設定し、既存教科のみでは十分扱うことができない教科横断的な課題について考えた。各教科で身につけた知識をつなぎ合わせて、大きな課題について考えることは、大学での学びにつながる。SLPⅠもSLPⅡも全員必修教科である。さらに興味・関心を深め、探究活動を行う生徒のために、選択制のASP（アドバンスト・サイエンス・プロジェクト）を実施した。ASPは中等教育から高等教育への接続を目的に、既存の教育課程では、取り扱う事のない分野、例えば開発教育、生命農学、心理学、工学、建築学などに関して、大学教員から直接講義を受けるものである。加えてSSH生徒研究員制度で、理数分野に興味を持つ生徒の能力を伸ばすとともに、その成果をBard High School Early College（米国）で米国の高校生に英語で発表した。中学から始めるSLPⅠ、高校でのSLPⅡ、高等教育につながるASP。それらのSSH教科を側面から強化するASPと海外プロジェクトが本校の科学的な探究活動の柱である。その成果は、「サイエンス・リテラシー」育成での成果として現れた。

### (4) 「協同的探究学習」の成果

数学・理科を中心とした既存教科で、中学1年生から高校3年生を対象として「協同的探究学習」を実践した。「協同的探究学習」の基本的な学習過程は以下のようである。

#### 【手段】

- ・年間を通して、「協同的探究学習」を取り入れるにふさわしい単元で実施
- ・全教員が関わる

#### 【方法】

- 1 個人で探究テーマを考える（個別探究Ⅰ）
- 2 設定した研究テーマや研究課題をグループ内で発表する（協同探究Ⅰ）
- 3 協同探究を通して、探究方法の多様性に気づき、方法を修正する
- 4 各自が探究活動に取り組む（個別探究Ⅱ）

- 5 探究内容の発表を行い、自分のテーマと他のテーマを関連づける。多様な探究方法や探究内容に触れることで自分の探究内容や探究方法を客観的に考える。課題の本質に迫るため協同探究で考える（協同探究Ⅱ）
- 6 探究の手直しを行う。発展課題の取り組みで力を確認する（個別探究Ⅲ）

受験演習に偏りがちな高校3年生でも「協同探究学習」が成立するのは、生徒が「協同探究学習」の効果を認識しているからである。そのことは、高校3年生対象のアンケート結果からもわかる。一般的に受験生が重視しがちな「法則や公式はできるだけ多く覚えようとしている（3.06）」、「暗記を中心とした学習をしている（3.02）」という項目での意識が低いかわりに、「なぜそのようになるのかをいつも考えるようにしている（3.68）」、「解き方がわからない問題でも、いろいろな知識を用いて考えようとしている（3.58）」といった項目での意識が高く、第1回日本・OECD政策対話（報告）にあるような「2030年に必要とされる資質能力」が育成されてた。

### （5）多面的評価の成果

第2期SSHで、以下のような評価方法を確立した。

- ・「生徒の意識を測る質問紙調査」→生徒の情意的側面の調査
- ・「思考過程を測る記述型調査（本校で作成した記述と基準による調査）」→生徒の認知的側面の調査
- ・「思考過程を測る記述型調査（外部基準による調査）」→生徒の認知的側面の調査

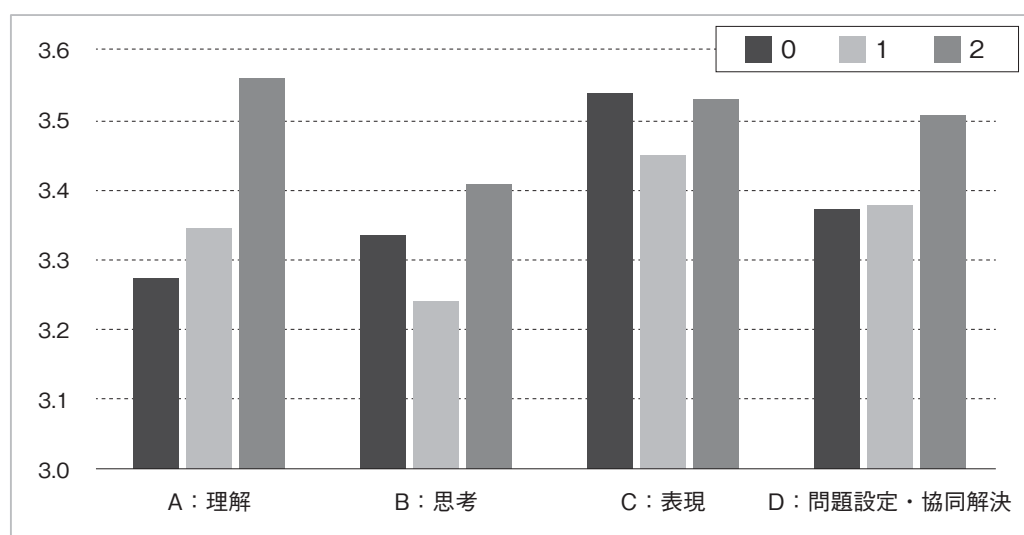
この評価方法により、第2期SSH教育プログラムが目標とする生徒の学びの力を測定し、生徒の学びの力の経年変化を見ることに成功した。質問項目による評価だけではなく、本校で独自に開発した評価水準を用いて、生徒の論理的思考力を測定する記述型調査も実施し、意識を測る調査と思考過程を測る調査を用いたクロス評価を行うことに成功した。以下のものは現高校3年生の評価結果である。

0、1、2は評価水準を表す。

水準0・・・該当する要因に着目できていない。

水準1・・・該当する要因に着目した適切な推理を行っている。

水準2・・・メカニズムとして理解し、深い因果的統合による説明を行っている。



（PISA2003の「盗難事件」の問題に対して本校独自の基準を設け行ったクロス評価）

A（探究を通じてものごとの本質を深く理解する力）、B（物事を論理的、多元的かつ長期的に考える力）、D（問題を設定し、他者と協同して解決する力）において、「思考過程を測る記述型調査（本校で作成した記述と基準による調査）」での水準が高い生徒（課題をメカニズムとして理解し、深い因果的統合による説明を行っている生徒）ほど意識調査の値も高いことがわかる。

## (6) 国際性を育成する取組の成果

本校には毎年海外からたくさんの高校生や研究者が訪問する。その数は、毎年平均して150名～200名である。平成27年度も1月現在ですでに174名が世界中から来校している。来校した高校生は、本校の通常授業に入り、本校の中高生と一緒に授業を受ける。本校の授業は「協同的探究学習」を行っているため、海外からの高校生が参加したとしても無理なく授業を行うことができる。授業後には、SSH生徒研究員制度にも参加し、実験や観察を一緒に行う。また、SSH生徒研究員制度での研究成果を本校生徒が英語で発表し、海外からの高校生とディスカッションも行う。本校にはSSH研究成果発表で毎年訪問している米国の高等学校（Bard High School Early College 以下BHSEC）がある。このBHSECとの科学交流はまさしくSSHがその仲介役を果たしている。SSH生徒研究員制度の生徒はその研究成果をBHSECの通常授業で行う。約200校あるSSH校の中でも実際に米国の高校での通常授業内でその成果を発表している高校はそれほど多くはないであろう。また、もう一つの特徴として、日米で共通の研究テーマを設定し、その発表を双方の国で行うことをあげることができる。12月に本校生徒がBHSECを訪問して共通テーマに基づく研究発表を行う。次いで3月にBHSECの生徒が本校で研究発表を行う。共通研究テーマに基づいた双方向型のSSH海外研修に発展したことも生徒の国際性を高める大きな成果である。SSH海外研修に引率することのできる生徒は、ごく一部の生徒に限られる。そのため、より多くの生徒が海外の高校生と交流をもつことができるように、本校では毎年多くの高校生を受け入れている。また、1年にわたる長期の留学生を本校に受け入れるようになったのもSSHを始めてからである。平成25年度は1名（チリ）、平成26年度は2名（ドイツ、チェコ）、平成27年度には1名（米国）と毎年受け入れる校風が吹きあがった。平成28年度もすでに2名の長期留学生をタイとオーストリアから受け入れることが決定している。

また、同様に本校生徒が1年の長期海外留学に行く傾向が高まった。平成23年度1名（フィンランド）、平成24年度5名（アメリカ・カナダ・フランス・フィンランド・ロシア等）、平成25年度5名（ドイツ・アメリカ・カナダ・オーストリア・スペイン・ニュージーランド等）、平成26年度2名（ロシア・ドイツ）、平成27年度は、5名がロシア・インド・アメリカ・オーストリアに1年間の留学に行っている。



(BHSECの生徒との協同研究実験の様子)

## (7) 第2期SSHに関する総合的な成果

SSH研究開発全般に関してだが、本校は第1期SSH（平成18年～22年）第2期SSH（平成23年～27年）と2期10年にわたり、社会に起こる問題について、科学的な知識と方法から情報を多元的に分析し、論点を関連づけながら本質を理解する力「サイエンス・リテラシー」を育成する教育課程の開発とその教育方法・評価方法を研究し実践した。SSHを経験した最初の世代は、すでに大学院生や社会人になっている。本校の卒業生が名古屋大学に進学し、成績優秀者に贈られる総長顕彰を3年連続して受賞した。他大学に進学した卒業生も学部長表彰を受賞したり、卒業生総代となった。SSH研究開発以前には見られなかったことである。理系生徒の数もSSH開始前に比べ飛躍的に増加した。昨年度（平

成26年度)は数学Ⅲを選択した生徒が学年120名中、56名と約半数を占めた(SSH初年平成18年度は、数学Ⅲ選択者は36名)。その内、女子生徒が34%も占めている。日本の科学技術を牽引する女子生徒の育成にもつながっている。自発的な活動の生徒研究員制度も活発化した。第1期SSHは1つのプロジェクトしかなかったが、SSH10年目(平成27年度)にはプロジェクトが6つに増加した。SSH生徒研究発表会では、平成25年度に「生徒投票賞」、平成26年度には「ポスター発表賞」を受賞するなど10年間で大きな成果がでた。



全国的規模で行われる成果発表会以外にも以下に一例を示すように、各地域で行われている成果発表会に高校生だけでなく、中学生も参加した。中学生が積極的に参加することは、高校に進学後も高いモチベーションをもって研究に取り組むことに繋がる。中高一貫校の特色だと言える。加えて本校は併設型中高一貫校であるため、内進生だけでなく外進生も附属高等学校に在籍する。SSHを中学で経験してきた内進生が、SSHを経験していない外進生を引っ張る姿がよく見られる。このことは、生徒間でも学び合いにつながり、教員主導型のSSHではなく生徒が主体的に関わるSSHであると言える。

※附属中学生の活躍の一例

- SSH東海地区フェスタ (25年度9名、26度7名、27度28名参加)
- 科学三昧 in あいち (26年度4名、27度36名参加)
- 科学の甲子園ジュニア全国大会 (26年度トライアルステージ4位、グランプリステージ進出)  
(26年度グランプリステージ総合3位)  
(27年度トライアルステージ2位、グランプリステージ進出)  
(27年度グランプリステージ優秀賞受賞)
- 日本天文学会ジュニアセッション (27年度6名参加)
- 日本物理学会ジュニアセッション (26年度3名、27年度3名参加)

附属中学は、各学年1クラス40名の2クラスで合計80名である。3学年合計しても240名しかいないにもかかわらず多くの割合の中学生が高校生に交じって研究を行っている。

また、第2期SSHで行った生徒の科学観に関するアンケート結果(平成26年12月/高校3年生/5件法 5が上位)では、「科学は人の未来を切り開く(4.13)」「科学は人を幸せにも不幸にもできるものである(4.54)」などの質問項目で、生徒の意識が高い。多くの生徒が科学の功罪について理解している。「自分と異なる意見であっても、なぜそのように考えたのか理解しようとしている(4.02)」「いろいろな知識を組み合わせることで課題の解決法を考えるようにしている(3.70)」と課題を多面的に捉えようとする力も高い。これは、第2期SSHで行った既存教科における「協同的探究学習」の成果である。

## ② 研究開発の課題

### (1) 「サイエンス・リテラシー」育成に関する課題

①研究開発の成果(2)にある図表①で、Bの「物事を論理的、多元的かつ長期的に考える力」いわゆる思考力に関して、生徒の自己評価としての意識が低い。理解力は思考力に基づくため、思考力が生徒の力として定着していないとは考えないが、似た意見や考えを持つ生徒集団となり、異なる考えを持つ他者との協同を通して十分に議論が深まらないことに原因があると、SLP研究グループが分析した。思考力を意識調査で測る限界も想定され、思考力を測る新たな方法の考案も今後の課題である。

### (2) 教育課程上に設定した科学的な探究活動に関する課題

高校1年生・2年生の「専門基礎期」で行うSLPⅡであるが、扱う内容が高校1年(自然と科学)高校2年(情報と科学)と学年単位で行われているため、探究内容が深まらないことが課題である。そのため、中学2年生・3年生の「個性探究期」で行ったSLPⅠで育成した自然観察力、実験技術、数式など理数系への興味・関心が充分活かしきれていないこととなった。そのためには、高校3年間を継続して課題研究を行う新たな枠組みの開発が必要である。

### (3) 「協同的探究学習」の課題

第1期SSH(平成18年～22年)第2期SSH(平成23年～27年)では、中学から高校までの既存教科のなかで「協同的探究学習」を実施し、その教育方法と教育評価法を開発した。今後は、開発した既存教科での「協同的探究学習」を、生徒が自主的に探究する課題研究の中で実践する教育方法を開発することが課題である。既存教科での学びを課題研究で統合し、既存教科に還元させる教育方法を開発することが課題である。

### (4) 多面的評価の成果

第2期SSHで、「生徒の意識を測る質問紙調査」、「思考過程を測る記述型調査(本校で作成した記述と基準による調査)」、「思考過程を測る記述型調査(外部基準による調査)」を開発し、生徒の学びの力を測定し、生徒の学びの力の経年変化を見ることに成功した。また、生徒の論理的思考力を測定する記述型調査も実施し、意識を測る調査と思考過程を測る調査を用いたクロス評価を行うことに成功した。しかしながらこの評価結果の対象はすべて本校の生徒である。非SSH校や他のSSH校との比較検討し、それを普及することが今後の課題である。また、より深い理解を測る非定型課題と、長期的探究の成果を測る記述型課題の開発も今後の課題である。

### (5) 第2期SSHに関する総合的な課題

過去10年間のSSH研究開発では、「サイエンス・リテラシー」を育成し「トップ・サイエンティスト」を育成した。今後は、教科で学んだ知識を統合し、グローバル化した現代的な課題の本質について他者と協同しながら主体的に探究し続け、柔軟な思考の枠組みを基盤として、新しい価値を生み出す「トップ・イノベーター」の育成へと発展させる必要がある、そのためのカリキュラムを設定し実践する課題がある。また、論理的思考力や、科学倫理の育成を行う科目、柔軟な思考の枠組みを創るための科目の実践も必要である。既存の教科での学びを統合し、SS課題研究での探究をさらに深めるために「協同的探究学習」を課題研究の中に取り入れなければならない。評価に関しては、第2期SSHで開発した評価方法を発展させ、教科間で知識を関連づけることで可能となるより深い理解を測るための、非定型的課題と長期的探究の成果を測る記述型課題の開発は不可欠である。SSH校での教育方法が、高等教育での学びや社会人としての資質にどのような影響を与えるかの調査も課題である。

# 第1章 SSH研究開発の理念と概要

## (1) 研究開発課題

「サイエンス・リテラシー」育成のための教育・評価方法の開発。

## (2) 研究の概要

高等教育での学びにつながる「サイエンス・リテラシー」を、併設型中高一貫教育の中で育成する。本研究では、そのための教育方法、評価方法を大学と協同で開発することを目的とする。また、その成果を研究発表会での発表や出版物としてまとめることで、成果の普及を図る。

発達段階に応じた6年間の教育において、既存教科の中で「サイエンス・リテラシー」を育成するための教育方法として、協同的探究学習法を展開し、その評価方法を考案する。

中学段階を、サイエンス・リテラシーへの扉を開く教育課程と位置づけ、総合的な学習の時間で行うSLP I（サイエンス・リテラシー・プロジェクト I）を全生徒が履修し、サイエンス・リテラシーの基盤となる自然科学や数学への興味・関心を掘り起こしながら、自然観察力や実験技術を獲得させ、生徒の科学的創造力を育成する。

高校段階では、SSH特設教科であるSLP II（サイエンス・リテラシー・プロジェクト II）を高1・高2の全生徒が履修し、教科横断的な学びを通して、科学的思考力、科学的探究力を中心とした、地球市民としてのサイエンス・リテラシーを育成し、大学への学びへ繋がる力を育てる。発展的な学びとしての、ASP（アドバンスト・サイエンス・プロジェクト）、大学教員と交流を深める宿泊型の名古屋大学短期集中型高大連携教育プログラム（中津川プロジェクト）、名古屋大学全学教育科目「基礎セミナー」への参加を通して、高大接続を考慮したカリキュラム研究を行う。

また、SSH生徒研究員制度の拡充をはかり、理数分野に興味を持つ生徒の能力を伸ばすとともに、国際交流プロジェクトに着手し、国際的な視野を持った生徒の指導方法を研究する。

## (3) 研究の内容・方法・検証（評価）等

### ① 現状の分析

現在、科学技術を駆使した製品は身の回りに溢れ、生活が便利になった一方、人々は、新商品などを次々とクリエイトし製品化するサイドと、できあがった製品を無意識的に利用するだけのサイドに2極化する傾向が進行しているように思われる。また、社会では多くの人と協力して問題解決にあたり、多くの人と協調して商品開発を行う中で、人間相互のインタラクションが必要とされているにもかかわらず、現在では、インターネットや携帯電話の発達により、多くの場合、直接的コミュニケーションが間接的コミュニケーションに取って代わられてしまい、人間相互のインタラクションが阻害されてしまっている傾向がある。そのため、人と協力して問題解決にあたり、協調して新たなものを生み出すことを苦手とする人が増えている。

このような社会で必要なリテラシーとは、科学的な知識と方法を活用して情報を多元的に分析し、本質を理解する力と、その過程で必要な、自らの考えを他者に伝え話し合うことを通して、協同でそれらの問題解決を行う力であると考え。このことから第2期SSHでは、生徒が問題を設定し、自らの知識を活用し、他者と協同して解決する力を、SSHで設定した特別な教科だけでなく一般教科の中で育成することを目標とした。そしてまた、育成しようとする力を、どの程度生徒が獲得したかを評価する方法を開発することも、第2期SSHでは目標とした。第1期SSHで開発した本校の評価尺度を再構築し、その尺度や評価方法を一般校に普及していくことが必要であると考えてきた。

本校は、2000年より併設型中・高一貫校として認定され、6年一貫教育に1-2-2-1制を採



用し、それぞれを入門基礎期・個性探究期・専門基礎期・個性伸張期と位置づけ生徒の発達段階に応じた教育課程を確立した。学習面では、中学と高校のスムーズな学びの継続性カリキュラムを開発し、中学生と高校生が共に学びあう学校風土が十分醸成されている。特に総合的な学習の時間では、生徒自身の主体的な自主研究やフィールドワークを通じ、高校生から中学生への「学びのたすき」が受け継がれている。また、学校行事を中高協同で行うことにより、生徒自らの手で学校文化が受け継がれている。

2006年にSSH指定を受け、発達段階に応じた「サイエンス・リテラシー」を育成する教育課程を中・高・大の協同で開発し、その評価方法を多面的に試行してきた。その結果、本校が独自に行った「科学に対する意識調査」から、本校生徒にとって、科学は身近な存在であり人類の進歩に欠かすことができないものである一方、科学は万能ではないという認識が学年進行で深まっていることがわかった。また、別の「生徒の意識を知る調査」からは、自分の生き方について考えるキャリア構想力がどの学年においても獲得されていることも確認することができた。

第1期SSHプログラムを経験した本校中学2年生でTIMSSとの国際比較を行った。TIMSSの質問項目にある理科学習の情意的側面、特に「理科は好きですか・きらいですか」の質問項目で「好き」と「大好き」と答えた生徒は、TIMSSの日本の平均値である52%よりかなり高く、06年度は65.4%、07年度は86.0%、08年度は80.5%、09年度は68.0%にもなった。これは、理科の授業、SLP Iでの理科選択必修化、理科的なテーマである総合学習の「生命と環境」の取り組みが影響していると分析された。

高校生に対しては、PISA2000年度調査にある「ゼンメルワイス医師」の問題に、大学教員と本校教員が協同開発したオリジナルの文章表記で答えさせる問題を加えて、一連の取り組みの前後でプリ・ポストテストを実施し、生徒の記述内容の変化を認知心理学的に分析した。その結果、事実から推論を経て結論に至る論理的な思考過程をとるようになった生徒が増えた。

また、さまざまな観点から生徒の意識変化を図る調査を行い、文部科学省の中間評価においても、「現段階では、当初の計画通り研究開発のねらいを十分達成している」との評価を受けたことは、本校自己評価だけでなく外部機関からも評価を得られたと確信している。これらの点を総合的に考慮し、「サイエンス・リテラシーと自覚的なキャリア意識を育成する教育課程」を目標に掲げた2006年度SSH指定における研究は一定の成果を収めたと考えている。

今後は、第1期SSHで確立した「サイエンス・リテラシー」を育成する教育課程を継続しつつ、第2期SSHでは、既存教科の中で、「サイエンス・リテラシー」育成のための教育方法・教育評価を大学と協同で開発した。また、その成果をSSH研究発表会での発表や研究成果の出版物としてまとめることで、成果の汎用化を図った。

## ② 研究目的と第1期SSHの課題との関連性

第1期SSHでいただいた中間評価では「現段階では、当初の計画通り研究開発のねらいを十分達成している」との評価をいただいた反面、「理科系の発表力や語学力の育成、理科クラブの生徒に対する取組を充実することが望まれる」との課題の指摘を受けた。第2期SSHでは、この課題を克服すべく、科学クラブの更なる拡充を行うとともに、校内での生徒研究発表会の規模を拡大した。また、海外の高校生と共同で行う英語によるサイエンスベースの研究発表や意見交換も行なった。

また、第1期SSHの研究課題「併設型中高6年一貫教育において、発達段階に応じた「サイエンス・リテラシー」を育成する教育課程を中・高・大の協同で研究開発する。」で開発した教育課程にのっとり、第2期SSHでは、その教育方法・教育評価を大学と協同で開発することを研究目的とした。そのことを通して、生徒のサイエンス・リテラシーを更に向上させることを研究目標とした。その際、大学でのスムーズな学びに繋がる高大接続を考慮して研究を実施してきた。

### ③ 研究の仮説

#### 1) サイエンス・リテラシー

第1期SSHと同様に、本校では、「サイエンス」とは、自然科学・数学のみならず、人文・社会科学を含めて考え、「リテラシー」とは、言語・情報等を正しく読み取り、それを活用して協動的に問題解決を図る能力と考える。そこで、以下のようにサイエンス・リテラシーを定義する。

##### サイエンス・リテラシーの定義

現実社会におけるさまざまな問題について、科学的な知識と方法を活用して情報を多元的に分析し、論点を関連づけながら本質を理解する力。その過程で必要な、自らの考えを他者に伝え、話し合うことを通じて、協同解決をはかり、個人がさらに思考や理解を深める力も含む。

#### 2) 第2期SSH教育プログラムが目標とする生徒の学びの力

初等中等教育において、従来から行われてきている学習は、正しい解法と答えはただ1つであることを前提に、暗記した事象を適応させることが中心であった。言い換えれば正しい解法を覚えて、それを問題解決に適用する学習が中心であった。このような学力の限界は2000年以降に行われたPISA調査からも読み取ることができる。この形態の学習法では、自分が以前習得した問題解決法が適用できない問題に対しては充分対応することができない。また、解決法を暗記し、それを適用しているにすぎないため、問題の本質が理解されておらず、問題の根本的な解決にはなっていないことがしばしばある。

対して、本校が掲げる第2期SSH教育プログラムが目標とする生徒の学びの力は、問題を解決するための方法は多様であり、自分の持っている知識と他者が持っている知識を活用しながら、問題解決法を自分で考案し、その思考プロセスを他者に表現し、他者と思考プロセスを共有することによって問題の本質を理解し、問題解決にあたる学力である。以上のことをふまえ以下のような生徒の学びの力を設定した。

##### 第2期SSH教育プログラムが目標とする生徒の学びの力

- A) 探究を通じてものごとの本質を深く理解する力
- B) 物事を論理的、多元的かつ長期的に考える力
- C) 自らの考えを他者に対して表現できる力
- D) 問題を設定し、他者と協同して解決する力

#### 3) 中心となる研究の仮説

高度に発達した科学技術社会においては、研究者などの専門的分野に精通した人材だけでなく、社会の大多数を占める一般市民（citizen）が科学技術の問題に参画していく必要がある。そのためには、問題の本質を理解する能力、論理的・多元的・長期的に考える能力、自らの考えを表現できる能力、問題を設定し、他者と協同して解決する能力（サイエンス・リテラシー）を有することが大切であると考えます。

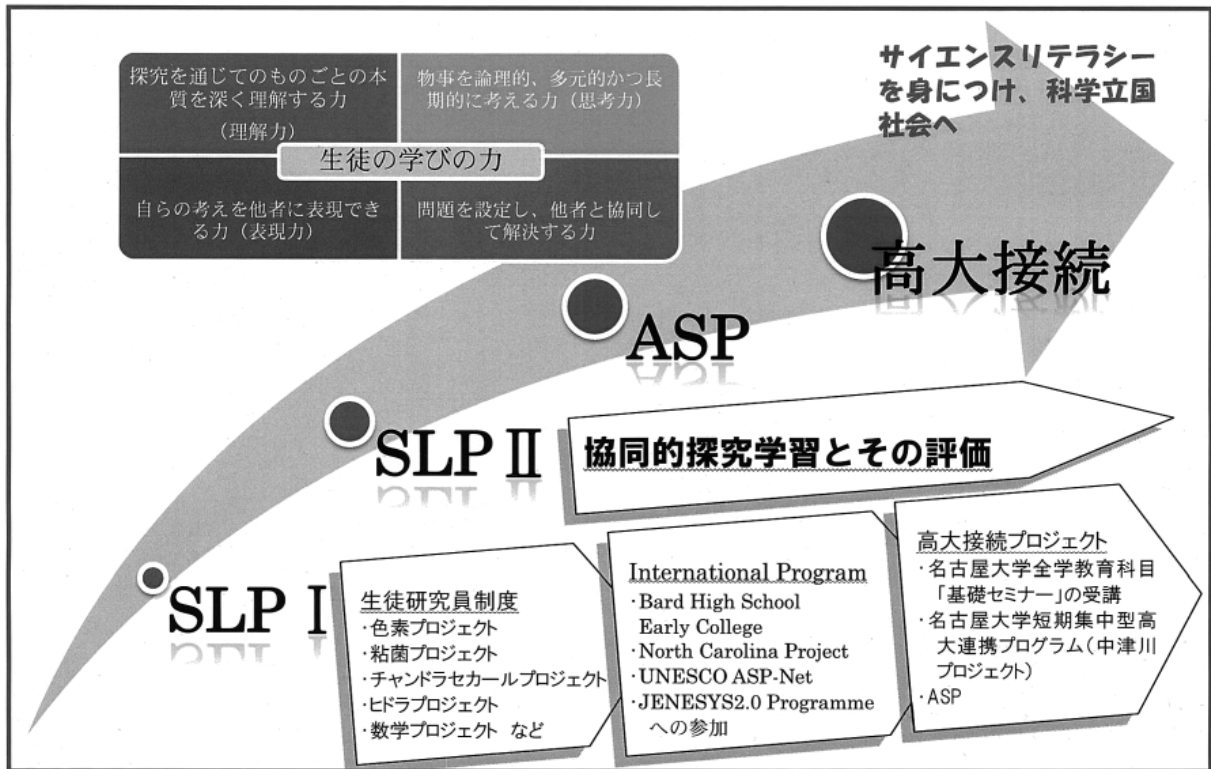
そのための方策として、中学校段階では、SLP I（サイエンスリテラシー I）を通してサイエンス・リテラシーの基盤となる自然観察力、実験技術、数式など理数系への興味・関心を掘り起こし、創造力を育成する。また、日本語、英語を使ってinputした情報を再構成しoutputするといった、表現力の基盤を身につける。

高校段階では、SLP II（サイエンスリテラシー II）や、既存教科の中で、「理解・思考」型学習である「協同的探究学習」を行うことを通じて、サイエンス・リテラシーを身につけた生徒を育成する。

発達段階に応じた6年間を通じた教育においても、既存教科の中で「サイエンス・リテラシー」を育成するための教育方法として、協同的探究学習法を実施する。また、この学びを通じて、単一の正答の存在することの多い中等教育における学習から、単一の明確な解答が用意されていない課題を扱う高等教育における研究へと繋げることができる。

④ 本校におけるSSH概念図

名古屋大学教育学部附属中・高等学校 SSH 概要



### ⑤ 教育課程の基本的枠組み

第1期SSHで区分した1-2-2-1制の6カ年の教育課程を、第2期SSHでも継続する。具体的には義務教育に当たる中学1年生を「入門基礎期」、中学2年生・3年生を「個性探究期」とし、「サイエンス・リテラシーへの扉を開く教育課程」と位置づける。

高等学校では、高校1年生・2年生を「専門基礎期」、高校3年生を「個性伸長期」とし、高等教育での学びを視野に入れ、「高大接続を考慮した先進的な教育課程」と設定する。



個性伸長期	・高校3年生
専門基礎期	・高校2年生 ・高校1年生
個性探究期	・中学3年生 ・中学2年生
入門基礎期	・中学1年生

#### ・入門基礎期

生活の基礎では、新しい学校生活を築く上で必要な、他者との関係づくりを中心に行う。ソーシャルライフ (Social Life) という本校独自の教育内容を道徳の時間に多く取り入れ、他者との人間関係づくりワークを通して傾聴 (Personal level, Group level) コミュニケーション、対話 (Dialogue) などの基本的な素地を養う。

学習の基礎では、各9教科学習の学習スキルの学習 (学び方の学習) と各教科学習の基盤作りを目標とする。

#### ・個性探究期

総合的な学習の時間の中で実施する、SPL I (サイエンス・リテラシー・プロジェクト I) での学習を通して、サイエンス・リテラシーの基盤となる自然観察力、実験技術、数式など理数系への、個人の興味・関心を掘り起こし、創造力を育成する。自分の考えたことを、日本語だけでなく英語を使って他者にわかりやすく伝える表現力の基盤を身につけることも目標とする。

#### ・専門基礎期

併設型中高一貫校の特色である新たな個性の導入と個性の磨きあいを通して、協同的な学習集団づくりとその活性化を目標とする。「理解・思考」型学習である「協同的探究学習」やSSH教科としての、SPL II (サイエンス・リテラシー・プロジェクト II) での学習を通して、第2期SSH教育プログラムが目標とする生徒の学びの力を育成する。

#### ・個性伸長期

「入門基礎期」「個性探究期」「専門基礎期」の集大成として位置づけられる。サイエンス・リテラシーを身につけ科学立国社会への主体的進路選択の実現を目標とする。

## ⑥ 評価方法

研究開発校として、成果がどのように出たかについて評価することは、必須である。本校の第1期SSHでは、アンケートのみによる研究開発評価から抜けだし、より客観的な評価のあり方を探るべく、研究部会を設けて検討を進めてきた。

その結果、内部で作成したアンケート調査だけでなく、外部で作成したアンケートによって他との比較をしたり、PISA調査を改良して本校で実施して他と比較をしたりするなど、多面的な教育評価が客観性を持たせる上で有効であることがわかった。

また、第1期SSH目標達成に有効であると考えられる「協同的探究学習」の成果を測る試みを、論理的思考力を問う記述式の調査で事前と事後に行い、記述内容を比較することで、生徒の思考過程の変容をより客観的に測る方法を一部で実施し、一定の成果をあげることが出来た。このことは、平成22年12月26日のSSH情報交換会でその報告を行い、他校への情報提供を行った。第1期SSHでは、この試みは中学の一部の教科授業で行ってきただけであったが、第2期SSHでは、高校の授業などのより広い学年や教科で行い、目標達成のための方策を探った。



#### (4) SSH研究開発主要プロジェクトの理念

##### ① 研究開発の実施規模

高校1年・2年・3年、および中学1年・2年・3年を対象にして実施する。

##### ② 平成26年度の研究開発の内容

###### 1) 総合的な学習の時間を利用して実施するサイエンス・リテラシー・プロジェクト I (SLP I) の5年次実践 (中学2年・3年、1単位必修)

併設型中高一貫教育の個性探究期(中学2年と3年)で実施中学2年生に対しては「理科実験を中心とした内容①」「ものづくりを中心とした内容①」「創造性を生み出すことのできる内容①」「日本語や英語を使って自分を表現することのできる内容」の講座を開講した。

具体的には、中学2年生では「Try & Error」「木のおもちゃを作ろう」「新競技、新スポーツを考案する」「情報化社会におけるアート」「ことば遊びを楽しもう」の5講座と開講した。

中学3年生に対しては「数学的興味関心を生み出すことのできる内容①」を加えた上で、中学2年生で培った内容を発展的に伸ばすことができるように「理科実験を中心とした内容②」「ものづくりを中心とした内容②」「創造性を生み出すことのできる内容②」の講座を展開した。

具体的には「身近な生物の観察」「数学を探究しよう!」「音楽をみんなに届けよう!」「藍の絞り染めTシャツを作ろう」「CGで表現しよう!」の5講座と開講した。

###### 2) 学校設定科目サイエンス・リテラシー・プロジェクト II (SLP II) の5年次実践 (高校1年・2年、それぞれ1単位必修履修)

サイエンス・リテラシーの基礎を育成するために、本校の中高一貫教育における教育課題の「専門基礎期」に行く。高校1年生では「前期・自然と科学」、「後期・自然と科学」、高校2年生では「前期・多文化コミュニケーション学」「後期・共生と平和の科学」の講座を設けた。授業を通して、既存教科のみでは十分扱うことができない教科横断的な課題について考えることを目的とする。各教科で身につけた知識をつなぎ合わせて、大きな課題について考えることは、大学での学びを考える機会となった。

日常生活の中で疑似科学を安易に信じたり、少しでも危険性がある事柄に対し、科学的理解をすることなく反対したりする生徒が増えてきている現状を考慮して、全生徒を対象に、疑似科学に対処できる知識や方法を身につけることを目標の1つとしている。このためには、データに対する適切な分析方法の獲得が必要であるだけでなく、分析結果を批判的・多元的に検討することも必要である。全員必修であるこのSLP IIにおいて、日常生活で必要となる科学的知識と科学的思考力の基礎を身につけさせたいと考えて取り組んだ。

###### 3) 学校設定科目アドバンスト・サイエンス・プロジェクト II (ASP) の5年次実践 (高校1年・2年、3年の希望者 それぞれ1単位)

中等教育から高等教育への接続をねらいにして実践した。既存の教育課程では、取り扱う事のない分野に関して、大学教員から直接講義を受けた。ASPを通して、中等教育では接することの少ない高等教育での学びに触れることにより、高等教育への接続をはかることが目的である。実践の過程を通して、学習シラバス・学習方法の改善を検討した。5年次は「地球市民学探究講座」「生命科学探究講座」「物理学探究講座」の3つがある。また、名古屋大学だけでなく、他大学からも多くの講師を招くことにより、ASPのコンソーシアムが形成された。本校が研究している、高大接続を考慮した「サイエンス・リテラシー」育成のための教育を広く地域に広げ、地域と一体となった「サイエンス・リテラシー」育成を念頭に置いた実践として認知されている。また、英語のみで行う講座ALEも継続的に開講し、国際的な場で生徒が成果発表ができることに対応した取組みを行った。

#### 4) SSH生徒研究員制度

授業後に、少人数の参加希望生徒によって行われる生徒の主体性を重視して実施される実験・観察・学習制度である。現在活動中の色素プロジェクト、粘菌プロジェクト、数学プロジェクト、チャンドラセカールプロジェクト、ヒドロプロジェクト、相対論・宇宙論プロジェクトを継続発展させ、研究成果を校内・校外で行われる研究発表会で発表する支援を積極的に行った。海外の高校生との交流に関しては「Global Science Club」を設置し、米国ニューヨーク州にあるBard High School Early Collegeを訪問した。そこで研究成果を発表し現地高校生と交流を図った。

加えて、数学プロジェクトは、平成27年度スーパーサイエンス・ハイスクール生徒研究発表会で日頃の研究成果を発表した。

中学生は、「科学の甲子園ジュニア全国大会」への出場は逃したものの県内予選となる「あいち科学の甲子園ジュニア2015トライアルステージ」では、300点中222点を獲得し2位となり、県大会となる「あいち科学の甲子園ジュニア2015グランプリステージ」に進出した。高校生も全国大会には出場することができなかったが、あいち科学の甲子園2015に出場した。

#### 5) 高大接続によるサイエンス・リテラシー育成の実践

中等教育から高等教育への接続／高等教育から中等教育への接続をねらいにして実践した。名古屋大学短期集中型高大連携教育プログラム（中津川セミナー）や名古屋大学の初年次教育に本校生徒が参加し大学生と学び共にするという試みを実施した。一般に高大接続とは、中等教育から高等教育へのアプローチの場合が多いが、本校が試みる高大接続は、高等教育から中等教育へのアプローチをも踏まえた高大接続であることに特徴がある。

- ・名古屋大学全学教育科目「基礎セミナー」への参加

名古屋大学の初年次教育と協同したプログラムである。初年次教育としての基礎セミナーに附属高校生が参加し、大学生とともに学びを共有することによって、大学での学問研究に対する意欲・関心を高めることに繋げることができた。

- ・名古屋大学短期集中型高大連携教育プログラム（中津川プロジェクト）

名古屋大学教育学部附属学校協議会との協同プログラムである「名古屋大学短期集中型高大連携教育プログラム(中津川プロジェクト)」を実施した。名古屋大学の大学教員と宿泊をともにし、その中で、生徒たちが大学教員から講義を受ける一方、「大学での学び」や「学習と研究」といったテーマで大学教員と附属高校生が真剣に議論し、中等教育サイドからのアプローチとともに高等教育サイドから中等教育へのアプローチといった相互アプローチを試みた。

#### 6) 事業の評価（5年次の実践）

SSH教育プログラムが目標とする生徒の学びの力《A）探究を通じてものごとの本質を深く理解する力 B）物事を論理的・多面的・長期的に考える力 C）自らの考えを他者に対して表現できる力 D）問題を設定し、他者と協同して解決する力》が達成されているかどうかを、出来るだけ客観的・多面的に評価するために3つの調査を実施した。

- ①「生徒の意識を知る調査」→生徒の情意的側面の調査
- ②「思考過程を知る調査（本校の基準による調査）」→生徒の認知的側面の調査
- ③「思考過程を知る調査（外部基準による調査）」→生徒の認知的側面を外部の基準で測る調査

#### 7) 協同的探究学習法に関する5年次実践

問題の本質を理解する能力、論理的・多面的・長期的に考える能力、自らの考えを表現できる能力、問題を設定し、他者と協同して解決する能力（サイエンス・リテラシー）」を育成するために、協同的探究学習を実施する学年、教科を拡大した。

#### 8) 既存理数教科の基本方針

理科においては、実験・観察を重視し、自然科学に対する基本的な態度と基本的科学実験技術を身につける取り組みを行った。中学全学年で、夏休みの課題研究を実施した。高校理科では、SLP IIやASPと連携して、大学での学びにつながるような、自律的で主体的な問題発見・問題解決を基

盤とする探究方法を身につけるようにすることが目的である。高校理科の発展学習の一つとして、名古屋大学大学院理学研究科菅島臨海実験所、名古屋大学大学院生命農学研究科附属フィールド科学教育研究センターでの実習を引き続き実施した。協同的探究学習法を利用して、身近な自然現象を論理的に説明するなどの課題に対する個別探究・協同探究を通して、物事を論理的に考えて他者に対して表現できる力を培い、科学的事象の本質的理解を促進した。

数学では、T T（チームティーチング）による授業を多く取り入れ、基礎基本を生徒全員に確実に習得させることを目指している。高校3年生においては、生徒の進路に合わせた少人数授業とすることで、発展的な内容を学習できるような授業を行った。名古屋大学において開催されている数学コンクールに向けてのセミナーなども活用し、各種の科学オリンピック・コンテストへの参加を促し、支援した。協同的探究学習法を利用して、ひとつの問題に対する多様な解法を考え、討論するといった活動を取り入れ、数学的概念の本質を理解する機会を設けるようにした。

#### 9) SSH研究成果を普及するための出版

これまでのSSHで開発したSLPⅡやASPなどの特色ある取り組みについて『協同と探究で「学び」が変わる 一個別的・ドリルの学習だけでは育たない力』（学事出版）を出版した。また、論理的思考力育成のためのプログラムでは、『始めよう、ロジカル・ライティング』（ひつじ書房）を出版した。『始めよう、ロジカル・ライティング』（ひつじ書房）は、校内の授業でも使用されている。また、出版と同時に愛知県内の大学の教科書として採用されることになった。

#### 10) 国際性を高めるための5年次実践

Bard High School Early Collegeとのサイエンスベースの交流を進展させるための組織「高大連携国際」が中心となって相互に研究発表を実践した。また、North Carolina Projectに関しては名古屋大学と附属学校が連携して立ち上げたワーキンググループが中心となって準備を行い、米国ノースカロライナにある名古屋大学海外拠点事務所と綿密に協議し第4回目の相互訪問（NC生徒来校7月、日本生徒訪米3月）を行った。今年度採択された全校生徒対象のSGH（スーパーグローバルハイスクール）とSSH（スーパーサイエンスハイスクール）の相乗効果をはかるための企画Global Discussion を開催し、本校以外にも東京・大阪・兵庫等から多くの高校生が参加し英語での交流を行った。

#### 11) 実践・評価報告書のとりまとめ、成果の普及

第5年次のSSH研究開発事業についての成果と課題について報告書にまとめた。これまでの研究成果を「評価」に絞って発表した。また、SSH県内学校連絡会への参加やSSH生徒研究発表会への生徒派遣を積極的に行うとともに、先進SSH校への研究視察を実施し、本校のSSH研究開発実践・評価のあり方を検討した。昨年度に引き続き、今年度も、県内先進SSH校が手がけている「海外重点枠」に参加し、3月にイギリスへ派遣された。

#### 12) 報告書の作成

第5年次のSSH研究開発事業についての成果と課題を報告書にまとめた。また、その成果と課題を広く普及するために、実践内容を本校研究紀要としてまとめた。

#### 13) SSH研究発表会への参加とSSH研究校の視察

SSH県内学校連絡会への参加、SSH生徒研究発表会やSSH東海地区フェスタ、日本数学コンクールなどへの生徒派遣を積極的に行うとともに、先進SSH校への研究視察を実施し、本校のSSH研究開発実践・評価のあり方を検討した。



## 第2章 実践の成果と評価

### 1 第2期SSHの評価の枠組みについて

第2期SSHにおける評価は、生徒が様々なSSHプログラムや教科学習をうけることを通して、全体目標とする力が付いているかどうかをつかみ、各プログラムや教科学習、生徒へ還元するというサイクルに位置づけられている。ここでの評価は全体目標に対する評価であり、各プログラムにおける授業評価とは異なる。そして、評価の方法として従来型のアンケートによる評価に加えて、記述型の思考力を測る調査を行った。

#### (1) アンケートによる調査

第2期SSHの全体目標の力を測る質問項目、外部比較としてのTIMSS国際理科調査の2011年度版の質問項目を本校でも尋ねて比較できるようにした。ただし、TIMSSは中学2年生対象で行われるので、日本や国際平均と比較するのは本校の中学2年生の生徒に実施した。

また、本校のSSHは全員に対して行われるものである。社会に出て、科学に対して関心を持つと同時に、論理的に物事を考える生徒の育成を目標としている。本校の生徒が科学をどのように見るのか、「科学観」を評価するために質問項目に入れた。

#### (2) 記述式テストによる思考力調査

PISA調査科学的リテラシー問題、PISA調査数学的リテラシー問題は、生徒の目標とする力が付いたかどうかを直接測る方法である。外部基準を利用して、日本平均や国際平均と比較した。また、本校独自の問題や基準を作成し、本校の目標に照らした力を測った。

### 2 アンケートについて

#### (1) アンケート調査の質問項目について

本校のSSH全体目標の4つの力が付いたかどうかを尋ねる質問項目をそれぞれ11項目ずつ作成した。初期値を測るため4月に中学1年生と高校1年生に実施し、12月には全学年でアンケートを実施した。アンケート結果を高校3年生で経年比較を実施し、中学1年生と高校1年生は年度内の比較を行った。

TIMSS国際理科調査の質問項目は、2011年度に実施した報告書の概要が文部科学省より公開されたため、日本や国際比較ができる質問項目をTIMSS実施学年である中学2年生のデータと比較して分析した。科学観の質問項目は、本校の求める科学観である。

#### (2) アンケート項目一覧

A（探究を通じてものごとの本質を深く理解する力）を問うもの：11項目（逆転項目2）

- ・現在の社会で起きている問題が学習した内容でどのように説明できるかを考えている。
- ・法則や公式はできるだけ多く覚えようとしている。
- ・複雑な物事を考える際、できるだけ単純な形にまとめるようにしている。
- ・様々な事例に当てはまる規則性を考えるようにしている。
- ・公式が成り立つ理由を考えるよりも、どのように使うかが重要だと思う。
- ・問題の意味を理解することに時間をかけている。

- ・物事の仕組みやメカニズムを理解しようとしている。
  - ・自然や社会の現象がなぜ起きるのかを考えようとしている。
  - ・解き方がわからない問題でも、いろいろな知識を用いて考えようとしている。
  - ・ある事柄と別の事柄の共通点を探している。
  - ・ある法則や公式がなぜ成り立つかを考えようとしている。
- B (物事を論理的、多元的かつ長期的に考える力を問うもの) : 11項目 (逆転項目 2)
- ・学習を進める中で、関係しそうな様々な情報を収集している。
  - ・学習している内容を、人や社会と関連づけて考えている。
  - ・難しいことでもあきらめずに考えようとしている。
  - ・問題ごとに1つの解決法を覚えるようにしている。
  - ・暗記を中心にした学習をしている。なぜそのようになるのかをいつも考えるようにしている。
  - ・1つの問題に対していろいろな解決法を考えている。
  - ・自分が導き出した答えが問題の主旨にあっているか考えている。
  - ・1つの問題に対して時間をかけて考えるようにしている。
  - ・いろいろな知識を組み合わせることで課題の解決法を考えるようにしている。
  - ・学習している単元と他の単元を関連づけて学習している。
- C (自らの考えを他者に表現できる力を問うもの) : 11項目 (逆転項目 2)
- ・言葉だけでなく、図表や資料を用いて説明するようにしている。
  - ・自分がなぜそのように考えたかを相手に話すようにしている。
  - ・調べた事柄を、見聞きしたままの言葉を使って話すようにしている。
  - ・相手がわかっているかどうかを確かめながら話している。
  - ・具体例や根拠を示して説明している。
  - ・理解した内容を、自分の言葉で相手に伝えている。
  - ・考えた解決法を自分なりの言葉で説明できる。
  - ・書いてある言葉をそのまま使って答えるようにしている。
  - ・導き出した解決法のアイデア、道筋を人に教えることができる。
  - ・自分の考えた解き方を友達に説明している。
  - ・相手の知識や理解度を意識しながら説明している。
- D (問題を設定し、他者と協同して解決する力を問うもの) : 11項目 (逆転項目 1)
- ・友達の考えの良いところを自分の考えに生かすようにしている。
  - ・いろいろな考えを出し合いながら自分たちの解決法を導こうとしている。
  - ・友達の様々な考えを参考にしながら自分の意見をまとめている。
  - ・自分自身の意見を中心にして話し合いを進めるようにしている。
  - ・自分や友達の考えた解決法について話し合うようにしている。
  - ・友達と一緒に考えることを大切にしている。
  - ・自分と違う意見でも、必ずその内容を理解しようとしている。
  - ・同じテーマについて考えている人と、協力しながら学習している。
  - ・さまざまな意見の共通点について話し合っている。
  - ・さまざまな意見の相違点について話し合っている。
  - ・自分と異なる意見であっても、なぜそのように考えたのか理解しようとしている。
- TIMSS理科調査項目 (4段階 数値が大きくなるほどマイナスの答えになる設問)
- ・あなたは、理科の成績はいつもどのくらいですか。あなたは、理科は好きですか、きらいですか。
  - ・理科の成績はいつも良い。
  - ・学校で、理科をもっとたくさん勉強したい。
  - ・私は、クラスの友達よりも理科を難しいと感じる。

- ・理科の勉強は楽しい。理科は私の得意な教科ではない。
- ・理科で習うことはすぐにわかる。
- ・理科は、たいくつだ。理科を勉強すると、日常生活に役立つ。
- ・他教科を勉強するために理科が必要だ。
- ・自分が行きたい大学に入るために理科で良い成績を取る必要がある理科を使うことが含まれる職業につきたい。
- ・将来、自分が望む仕事につくために理科で良い成績をとる必要がある。

#### 科学観（逆転項目3）

- ・科学は、人の未来を切り開く。
- ・科学は、追求しても追求しても終わりが無い。
- ・科学は、人を幸せにも不幸にもできるものである。
- ・科学は、普通に過ごすだけなら必要ではない。
- ・科学は、便利だけれど、危ないものである。
- ・科学は、使い方を誤ると、人、社会、自然に悪影響を及ぼすものである。
- ・科学とは、技術を使って自然を支配するものである。
- ・科学は、理科や数学だけでなく、国語や社会などさまざまな分野とつながっている。
- ・科学とは、一部の人間にしか理解することができない難しい分野である。
- ・科学は、自然の流れにさかっている。

### （3）SSH全体目標の4つの力

2014年度の4月と12月に行ったアンケート調査のA B C Dそれぞれの力に合成したものを、附属中学入学者（内進）と高校からの入学者（外進）に分けて集計した。その結果以下に示す。

学年	力	人数	平均	標準偏差
J1 4月	A	79	3.93	0.58
	B	79	3.92	0.59
	C	79	4.03	0.56
	D	80	3.95	0.55

学年	力	人数	平均	標準偏差
J1 12月	A	76	3.58	0.52
	B	77	3.50	0.53
	C	77	3.71	0.59
	D	77	3.58	0.57
J2 12月	A	77	3.44	0.61
	B	78	3.28	0.64
	C	78	3.49	0.64
	D	78	3.33	0.66
J3 12月	A	80	3.40	0.65
	B	78	3.30	0.63
	C	79	3.44	0.66
	D	77	3.32	0.61

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 内進4月	A	75	3.57	0.54
	B	75	3.45	0.56
	C	74	3.65	0.58
	D	76	3.40	0.54

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 内進12月	A	79	3.48	0.60
	B	79	3.38	0.58
	C	77	3.58	0.58
	D	78	3.33	0.53
S2 内進12月	A	76	3.54	0.59
	B	77	3.34	0.59
	C	74	3.53	0.65
	D	77	3.47	0.66
S3 内進12月	A	73	3.53	0.55
	B	70	3.36	0.57
	C	72	3.61	0.59
	D	72	3.50	0.62

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 外進4月	A	39	3.54	0.61
	B	39	3.48	0.57
	C	38	3.56	0.58
	D	39	3.55	0.64

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 外進12月	A	38	3.41	0.56
	B	38	3.29	0.59
	C	37	3.38	0.55
	D	37	3.32	0.51

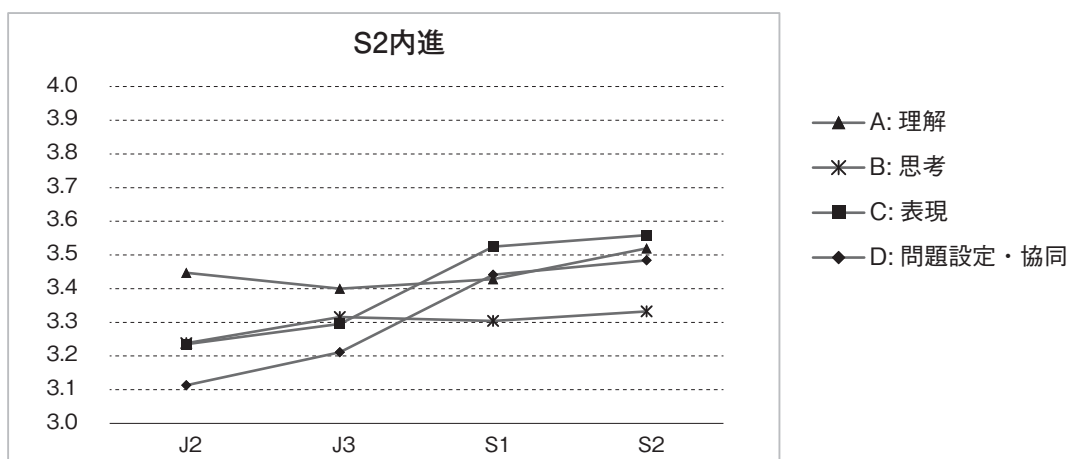
学年	力	人数	平均	標準偏差
S2 外進12月	A	41	3.40	0.65
	B	41	3.32	0.64
	C	41	3.43	0.75
	D	40	3.48	0.70
S3 外進12月	A	41	3.41	0.52
	B	41	3.32	0.53
	C	41	3.40	0.57
	D	39	3.33	0.65

中学1年生の4月と12月を比べると、例年全ての力において平均値が下がる。本校の中学入試で高い倍率を合格してきた生徒が、自分の成績に自信を持っていた4月と比べて、成長期で他と自分を比べる意識が芽生えたことによる結果だと考えられる。

高校生の各学年の内進生と外進生との差はほとんど認められなかった。平均値は、12月についてはおおむね3.3から3.7であり、どの学年も内進外進ともに自分には目標とする力が備わっていると感じている事が分かる。中学と高校の平均値を比べても、目立った違いは認められない。ほぼ全ての生徒が、自分が目標となる力が付いたと感じていると考える。

#### (4) 高校3年生（内進生）における中学2年次から高校2年次の変化

高校3年生の内進生において、SSH全体目標の力の4年間の推移を次の図に示した。J2は、中学2年次を表し、S2は高校2年次を表す。



力	2011 J2				2012 J3			2013 S1			2014 S2		
	人数	平均	標準偏差		人数	平均	標準偏差	人数	平均	標準偏差	人数	平均	標準偏差
A	78	3.44	0.57		75	3.38	0.63	74	3.43	0.59	76	3.54	0.59
B	77	3.25	0.64		76	3.26	0.64	76	3.30	0.62	77	3.34	0.59
C	76	3.24	0.71		75	3.32	0.67	77	3.50	0.64	74	3.53	0.65
D	77	3.12	0.71		75	3.25	0.65	77	3.42	0.70	77	3.47	0.66

上図のように、B: 思考以外は、中学3年次から高校1年次に大きく上昇していることが分かる。高校1年次にSLP II 「自然と科学」が開講され、学びの杜を受講できるようになる。そこで、先進

的な科学について、多くの生徒と議論する。また、既存の教科での協同的探究学習により意識が高まっていると考える。

### (5) TIMSS2011との比較

		TIMSS日本	TIMSS国際	14J2	
		%	%	%	度数
あなたは、数学は好きですか、 きらいですか。	大好き	12.7	32.2	25.6	20
	好き	26.4	34.0	51.3	40
	きらい	38.1	18.4	17.9	14
	大きらい	22.7	15.3	5.1	4
数学の勉強は楽しい。	つよくそう思う	13.3	33.1	24.7	19
	そう思う	34.3	37.6	42.9	33
	そう思わない	36.4	17.2	24.7	19
	まったくそう思わない	16.0	12.1	7.8	6
数学を使うことが含まれる職業につ きたい。	つよくそう思う	4.3	21.9	15.6	12
	そう思う	13.6	29.7	20.8	16
	そう思わない	46.3	26.2	48.1	37
	まったくそう思わない	35.8	22.2	15.6	12
将来、自分が望む仕事につくために 数学で良い成績をとる必要がある。	つよくそう思う	22.7	53.7	25.0	19
	そう思う	39.0	28.8	35.5	27
	そう思わない	30.0	12.2	30.3	23
	まったくそう思わない	8.3	5.3	9.2	7
あなたは、理科は好きですか、 きらいですか。	大好き	18.2	42.5	17.7	14
	好き	34.3	33.0	54.4	43
	きらい	31.8	15.2	21.5	17
	大きらい	15.7	9.3	6.3	5
理科の勉強は楽しい。	つよくそう思う	20.3	45.1	20.8	16
	そう思う	42.4	35.0	46.8	36
	そう思わない	28.2	12.8	22.1	17
	まったくそう思わない	9.1	7.1	10.4	8
理科を使うことが含まれる職業に つきたい。	つよくそう思う	7.5	30.7	18.2	14
	そう思う	12.8	25.5	32.5	25
	そう思わない	45.4	24.3	35.1	27
	まったくそう思わない	34.3	19.5	14.3	11
将来、自分が望む仕事につくために 理科で良い成績をとる必要がある。	つよくそう思う	18.1	43.9	22.4	17
	そう思う	29.2	26.6	35.5	27
	そう思わない	37.5	20.2	28.9	22
	まったくそう思わない	15.2	9.9	13.2	10

本校の生徒は、どの項目も日本平均以上で国際平均以下の数値になっている。「あなたは、数学は好きですか、きらいですか。」の問いに対して、「大好き」または、「好き」と答えた生徒の割合が、国際平均より高かった。「あなたは、理科は好きですか、きらいですか。」の問いに対して、「大好き」または、「好き」と答えた生徒の割合と「数学の勉強は楽しい。」の問いに対し、「つよくそう思う」または、「そう思う」と答えた生徒の割合は、国際平均とおおむね同じであった。中学2年生はサイエンスリテラシーの基盤を育成するSLP Iを全員が学んでいるため、その効果が表れていると考える。また、SSH生徒研究員制度にも多くの中学生が所属し、高校生と一緒に研究を行っていることも影響していると考えられる。

### 3 記述式テストによる思考力調査

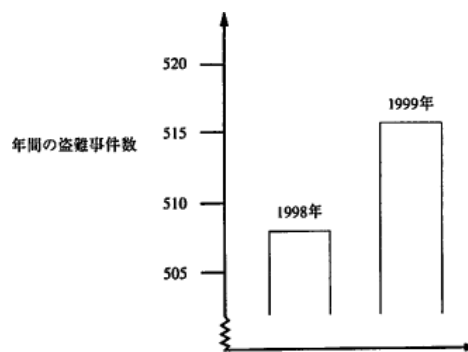
本校は、PISAリテラシー調査を軸にした問題を作成し、高校1年生の4月と3月の2回実施をすることにより、本校のSSH全体目標の力（A：理解力、B：思考力、C：表現力）が果たしたかを客観的に測る手法を開発した（下図）。その取り組みの一例を報告する。

	評価問題	事前	事後
数学的リテラシー問題	身長の問題	中3 4月	高1 4月
数学的リテラシー問題	歩行、盗難の問題	高1 4月	高1 3月
科学的リテラシー問題	温室効果の問題	中3 4月	高1 4月
科学的リテラシー問題	ゼンメルワイス医師の問題	高1 4月	高1 3月

#### (1) 問題の概略と正答の水準

取り上げた問題は、PISA2003年の数学的リテラシーの「盗難の問題」である。

問 あるTVレポーターがこのグラフを示して、「1999年は1998年と比べて、盗難事件が激増しています」と言いました。このレポーターの発言は、このグラフの説明として適切ですか。適切である、または適切でない理由を説明して下さい。



この問題は「盗難事件数の激増」という言葉と「グラフの現象」を結びつけ、それを適切に表現できるかが問われており、両者が関連するメカニズムの説明が必要になる。東京大学大学院教育学研究科の藤村宣之教授と協同で、認知心理学の立場から概念的な理解がされたかという点において詳細に検討し、正解の水準を作成した。

**水準Ⅱ** 比較対象を自発的に補って説明したもの

全体に対する部分（増加分）の比率に基づいて判断しているもの

- ・全体と比べて、グラフがごく一部分に過ぎないという事実に着目したもの
- ・割合又は%の増加に関する正しい説明をしているもの
- ・経年変化で説明をしているもの。判断するには、時系列データにおける過去の変動に照らした増加分の変化が必要だということを指摘したもの。時間的な理由

**水準Ⅰ** 絶対量に基づき判断したもの

- ・数の増加のみに着目し、全体数との比較がない等詳細な説明でないもの

**水準Ⅰ** 「適切でない」としているが、関連性のないもの（メモリの単位、形状、データ数など）を根拠としている説明や、レポーターの説明を「適切である」とした答え

- ・誤った説明や説明になっていないもの
- ・「適切だ」として、グラフの見かけの説明をしているもの
- ・「適切だ」として説明がないもの。上記以外の答え

#### (2) 結果と考察

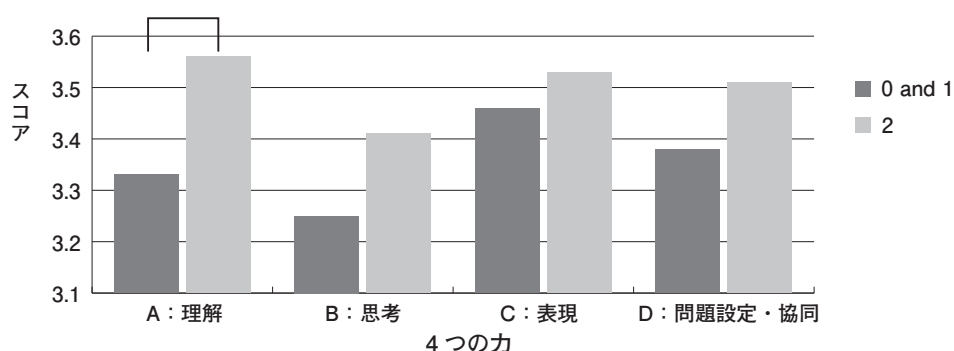
2013年度の高校1年生に事前（4月）と事後（3月）の問題を解かせた。その結果、水準の変化は以下の通りになった。（生徒は120名で、有効回答人数は116名）

概念理解型	事前	事後	変化	変化	変化
水準Ⅱ	44	63	Ⅱ→Ⅱ 34	Ⅱ→Ⅰ 8	Ⅱ→0 2
水準Ⅰ	48	45	Ⅰ→Ⅱ 18	Ⅰ→Ⅰ 28	Ⅰ→0 2
水準0	24	8	0→Ⅱ 11	0→Ⅰ 9	0→0 4

事前と事後の各水準の数の変化は、上昇者数39、下降者数12で、マクネマー検定を行った結果、有意に上昇したと言える結果となった。事前での水準ⅠとⅡの正答率は78.4%で、PISA2003年調査の日本平均46.8%、国際平均43.5%よりも有意に高くなっているおり、事後は93.1%と、さらに高くなっている。このことにより、SSHプログラムで狙った力は確実に付いていると考える。

#### 4 アンケートによる調査と記述課題によるクロス評価の結果と考察

2013年度の高校1年生のアンケート調査と記述的課題のクロス評価を以下の表に示す。



縦軸はアンケート調査のスコア、横軸はアンケートによる意識調査のAからD、記述型課題「盗難」の水準である。Aの本質的理解に記述型課題の水準とアンケートによる意識のスコアは、統計的に有意であった。しかし、手続き型の課題である「歩行」の問題では、有意差はみられなかった。

これより、第2期SSHの取組「サイエンス・リテラシー」育成のための教育実践により、SSH全体目標の力がついたと考える。

#### 5 今後の課題

アンケート調査は、本校のみで評価しても客観性に限界があると考え。昨年度から宮城県立古川黎明中学校・高等学校、今年度は愛知県立明和高等学校と協同で、同じ項目を用いてデータ収集をすることになった。各校の生徒や学校の特徴を把握すること、さらには、より良い教育プログラム開発を行うための情報になると考える。アンケート調査の客観性を高めるために、教師による他者評定など、外的指標との関連尺度の妥当性を検討するためにさまざまな外的な指標との関連を検討していきたい。

記述型課題では、PISAの問題を使い、正答の水準を認知心理学の立場から作成し、その水準を基に生徒の記述を評価して前後の伸びを検討した。このような試みは初めてのことであり、解答の内容をさらに深く分析する余地がある。

事前に既に水準Ⅱに達していた生徒が多かったことも今後の検討課題である。その生徒たちが事後さらに力を伸ばしていても、そのことを評価することが出来ない。さらに高い力を評価できる問題とその水準（Ⅲ）を考え、本校の生徒に対して適切に理解、思考、表現の力が客観的に測れるように改善していく必要を感じた。  
(文責 大羽徹)

2015年4月中1高1アンケート結果

	全体		中1		高1		高1外進		高1内進	
	度数	平均値	度数	平均値	度数	平均値	度数	平均値	度数	平均値
jb_n1_現在の社会で起きている問題が学習した内容でどのように説明できるかを考えている。	200	3.21	80	3.41	120	3.07	40	3.10	80	3.05
jb_n2_問題ごとに1つの解決法を覚えるようにしている。	200	3.39	80	3.65	120	3.22	40	3.30	80	3.18
jb_n3_理解した内容を、自分の言葉で相手に伝えている。	199	3.77	80	4.06	119	3.58	40	3.75	79	3.49
jb_n4_同じテーマについて考えている人と、協力しながら学習している。	198	3.45	78	3.64	120	3.33	40	3.60	80	3.20
jb_nn1_問題の原因を様々な角度から考えるようにしている。	199	3.77	79	3.91	120	3.68	40	3.73	80	3.65
jb_n5_ある事柄と別の事柄の共通点を探している。	200	3.41	80	3.39	120	3.43	40	3.30	80	3.49
jb_n6_学習している単元と他の単元を関連づけて学習している。	200	3.58	80	3.73	120	3.48	40	3.60	80	3.43
jb_n7_相手の知識や理解度を意識しながら説明している。	200	3.68	80	3.70	120	3.67	40	3.73	80	3.64
jb_n8_自分と異なる意見であっても、なぜそのように考えたのか理解しようとしている。	200	4.07	80	4.33	120	3.89	40	3.98	80	3.85
jb_nn2_自分や他者が置かれている状況のちがいを考えるようにしている。	200	3.82	80	3.89	120	3.77	40	3.60	80	3.85
jb_n9_ある法則や公式がなぜ成り立つかを考えようとしている。	200	3.80	80	4.31	120	3.45	40	3.43	80	3.46
jb_n10_学習を進める中で、関係しそうな様々な情報を収集している。	200	3.28	80	3.54	120	3.10	40	3.13	80	3.09
jb_n11_言葉だけでなく、図表や資料を用いて説明するようにしている。	200	3.83	80	4.03	120	3.69	40	3.55	80	3.76
jb_n12_友達の考えの良いところを自分の考えに生かすようにしている。	200	4.11	80	4.36	120	3.93	40	4.03	80	3.89
jb_nn3_何かうまくいかないとき、別な角度から考えるようにしている。	198	3.75	78	3.95	120	3.63	40	3.58	80	3.65
jb_n13_法則や公式はできるだけ多く覚えようとしている。	200	3.85	80	4.23	120	3.59	40	3.65	80	3.56
jb_n14_学習している内容を、人や社会と関連づけて考えている。	200	3.51	80	3.69	120	3.38	40	3.33	80	3.41
jb_n15_自分がなぜそのように考えたかを相手に話すようにしている。	200	3.65	80	3.95	120	3.44	40	3.38	80	3.48
jb_n16_いろいろな考えを出し合いながら自分たちの解決法を導こうとしている。	200	3.71	80	4.03	120	3.50	40	3.48	80	3.51
jb_nn4_何かに取り組もうとするときにどこから始めればいいのかを考える。	200	3.91	80	4.23	120	3.69	40	3.83	80	3.63
jb_n17_複雑な物事を考える際、できるだけ単純な形にまとめるようにしている。	200	3.95	80	4.14	120	3.83	40	3.95	80	3.76
jb_n18_難しいことでもあきらめずに考えようとしている。	200	3.77	80	4.09	120	3.56	40	3.75	80	3.46
jb_n19_調べた事柄を、見聞きしたままの言葉を使って話すようにしている。	200	3.01	80	3.03	120	3.00	40	3.00	80	3.00
jb_n20_友達の様々な考えを参考にしながら自分の意見をまとめている。	200	3.78	80	3.94	120	3.68	40	3.73	80	3.65
jb_nn5_知りたいことを調べる方法自体を考えるようにしている。	199	3.31	79	3.53	120	3.17	40	3.23	80	3.14
jb_n21_様々な事例に当てはまる規則性を考えるようにしている。	200	3.51	80	3.73	120	3.37	40	3.38	80	3.36
jb_n22_暗記を中心にした学習をしている。	200	2.90	80	2.91	120	2.88	40	2.58	80	3.04
jb_n23_相手がわかっているかどうかを確かめながら話している。	200	3.71	80	3.76	120	3.67	40	3.85	80	3.58
jb_n24_自分自身の意見を中心にして話し合いを進めるようにしている。	200	2.62	80	2.58	120	2.65	40	2.60	80	2.68
jb_nn6_自分が知った情報をうのみにせず、他の情報と合わせて考えるようにしている。	200	3.59	80	3.85	120	3.41	40	3.65	80	3.29
jb_n25_公式が成り立つ理由を考えるよりも、どのように使うかが重要だと思う。	200	3.08	80	2.89	120	3.21	40	3.20	80	3.21
jb_nn7_たくさんの情報の中から、自分にとって有効な情報を探している。	200	3.81	80	4.01	120	3.67	40	3.75	80	3.63
jb_n26_なぜそのようになるのかをいつも考えるようにしている。	200	3.76	80	4.01	120	3.58	40	3.60	80	3.58
jb_n27_具体例や根拠を示して説明している。	200	3.80	80	4.03	120	3.65	40	3.58	80	3.69
jb_n28_自分や友達の考えた解決法について話し合うようにしている。	199	3.47	79	3.73	120	3.29	40	3.28	80	3.30
jb_n29_問題の意味を理解することに時間をかけている	200	3.66	80	3.53	120	3.75	40	3.85	80	3.70
jb_nn8_自分が知ったことの背景について、もっと調べたいと思う。	199	3.65	80	3.84	119	3.52	40	3.68	79	3.44
jb_n30_1つの問題に対していろいろな解決法を考えている	200	3.40	80	3.64	120	3.23	40	3.25	80	3.23
jb_n31_考えた解決法を自分なりの言葉で説明できる	200	3.79	80	4.09	120	3.58	40	3.45	80	3.65
jb_n32_友達と一緒に考えることを大切にしている	200	3.64	80	3.90	120	3.46	40	3.48	80	3.45
jb_n33_物事の仕組みやメカニズムを理解しようとしている。	200	3.87	80	4.15	120	3.68	40	3.75	80	3.64
jb_n34_自分が導き出した答えが問題の主旨にあっているか考えている。	200	3.89	80	4.06	120	3.77	40	3.88	80	3.71
jb_n35_書いてある言葉をそのまま使って答えるようにしている。	200	3.10	80	3.03	120	3.14	40	3.08	80	3.18
jb_n36_自分と違う意見でも、必ずその内容を理解しようとしている	200	3.85	80	4.19	120	3.63	40	3.70	80	3.59
jb_n37_自然や社会の現象がなぜ起きるのかを考えようとしている。	200	3.58	80	3.81	120	3.42	40	3.55	80	3.35
jb_nn9_自分が知ったことや理解したことは、だれかに伝えたいと思う。	200	3.86	80	4.21	120	3.62	40	3.95	80	3.45
jb_n38_1つの問題に対して時間をかけて考えるようにしている。	199	3.41	80	3.28	119	3.50	40	3.53	79	3.48



	全体		中1		高1		高1外進		高1内進	
	度数	平均値	度数	平均値	度数	平均値	度数	平均値	度数	平均値
jb_n39_導き出した解決法のアイディア、道筋を人に教えることができる。	199	3.69	80	3.94	119	3.53	40	3.63	79	3.48
jb_n40_さまざまな意見の共通点について話し合っている。	200	3.30	80	3.43	120	3.22	40	3.25	80	3.20
jb_n41_解き方がわからない問題でも、いろいろな知識を用いて考えようとしている。	200	4.05	80	4.39	120	3.82	40	3.88	80	3.79
jb_n42_いろいろな知識を組み合わせて課題の解決法を考えるようにしている。	200	3.88	80	4.21	120	3.66	40	3.73	80	3.63
jb_n43_自分の考えた解き方を友達に説明している。	200	3.50	80	3.98	120	3.18	40	3.28	80	3.13
jb_n44_さまざまな意見の相違点について話し合っている。	199	3.12	80	3.35	119	2.97	39	2.90	80	3.00
jb_ST2_01_あなたは、理科の成績はいつものくらいですか。(R)	200	2.91	80	3.29	120	2.66	40	2.85	80	2.56
jb_ST2_04_あなたは、理科は好きですか、きらいですか。(R)	199	3.07	80	3.36	119	2.87	39	3.00	80	2.80
jb_ST4_01_理科の成績はいつも良い。(R)	200	2.71	80	3.18	120	2.39	40	2.60	80	2.29
jb_ST4_02_学校で、理科をもっとたくさん勉強したい。(R)	200	2.95	80	3.39	120	2.66	40	2.88	80	2.55
jb_ST4_03_私は、クラスの友達よりも理科を難しいと感じる。	200	2.91	80	3.24	120	2.68	40	2.75	80	2.65
jb_ST4_04_理科の勉強は楽しい。(R)	199	3.09	80	3.48	119	2.82	39	3.03	80	2.73
jb_ST4_06_理科は私の得意な教科ではない。	198	2.74	79	3.11	119	2.50	39	2.46	80	2.51
jb_ST4_07_理科で習うことはすぐにわかる。(R)	200	2.55	80	2.95	120	2.28	40	2.30	80	2.26
jb_ST4_08_理科は、たいくつだ。	200	3.25	80	3.51	120	3.07	40	3.23	80	2.99
jb_ST5_01_理科を勉強すると、日常生活に役立つ。(R)	200	3.08	80	3.39	120	2.87	40	2.80	80	2.90
jb_ST5_02_他教科を勉強するために理科が必要だ。(R)	199	2.49	79	2.71	120	2.34	40	2.13	80	2.45
jb_ST5_03_自分が行きたい大学に入るために理科で良い成績を取る必要がある。(R)	200	2.99	80	3.01	120	2.98	40	3.03	80	2.95
jb_ST5_04_理科を使うことが含まれる職業につきたい。(R)	198	2.63	79	2.81	119	2.51	39	2.46	80	2.54
jb_ST5_05_将来、自分が望む仕事につくために理科で良い成績をとる必要がある。(R)	198	2.83	79	2.96	119	2.74	39	2.77	80	2.73
jb_MT2_01_あなたは、数学の成績はいつものくらいですか。(R)	198	2.96	79	3.33	119	2.71	40	3.05	79	2.54
jb_MT2_04_あなたは、数学は好きですか、きらいですか。(R)	200	3.06	80	3.20	120	2.96	40	3.15	80	2.86
jb_MT4_01_数学の成績はいつも良い。(R)	198	2.74	79	3.20	119	2.44	40	2.70	79	2.30
jb_MT4_02_学校で、数学をもっとたくさん勉強したい。(R)	200	2.94	80	3.19	120	2.78	40	3.05	80	2.64
jb_MT4_03_私は、クラスの友達よりも数学を難しいと感じる。	200	2.78	80	3.03	120	2.62	40	2.73	80	2.56
jb_MT4_04_数学の勉強は楽しい。(R)	200	3.06	80	3.26	120	2.92	40	3.10	80	2.83
jb_MT4_06_数学は私の得意な教科ではない。	200	2.72	80	2.98	120	2.54	40	2.80	80	2.41
jb_MT4_07_数学で習うことはすぐにわかる。(R)	200	2.54	80	2.75	120	2.40	40	2.48	80	2.36
jb_MT4_08_数学は、たいくつだ。	200	3.21	80	3.39	120	3.09	40	3.38	80	2.95
jb_MT5_01_数学を勉強すると、日常生活に役立つ。(R)	200	3.24	80	3.65	120	2.96	40	2.95	80	2.96
jb_MT5_02_他教科を勉強するために数学が必要だ。(R)	200	3.10	80	3.25	120	3.00	40	2.90	80	3.05
jb_MT5_03_自分が行きたい大学に入るために数学で良い成績を取る必要がある。(R)	200	3.16	80	3.19	120	3.14	40	3.25	80	3.09
jb_MT5_04_数学を使うことが含まれる職業につきたい。(R)	199	2.54	80	2.63	119	2.49	39	2.72	80	2.38
jb_MT5_05_将来、自分が望む仕事につくために数学で良い成績をとる必要がある。(R)	199	2.90	80	2.96	119	2.86	39	2.95	80	2.81
jb_k2_科学は、人の未来を切り開く。	200	4.14	80	4.38	120	3.98	40	4.03	80	3.95
jb_k11_科学は、追求しても追求しても終わりが無い。	200	4.33	80	4.51	120	4.20	40	4.25	80	4.18
jb_k12_科学は、人を幸せにも不幸にもできるものである。	200	4.37	80	4.58	120	4.23	40	4.18	80	4.25
jb_k13_科学は、普通に過ごすだけなら必要ではない。	200	2.57	80	2.21	120	2.80	40	3.03	80	2.69
jb_k14_科学は、便利だけれど、危ないものである。	200	4.21	80	4.30	120	4.14	40	4.05	80	4.19
jb_k34_科学は、使い方を誤ると、人、社会、自然に悪影響を及ぼすものである。	200	4.46	80	4.68	120	4.31	40	4.33	80	4.30
jb_k35_科学とは、技術を使って自然を支配するものである。	199	2.69	79	2.66	120	2.72	40	2.58	80	2.79
jb_k18_科学は、理科や数学だけでなく、国語や社会など様々な分野とつながっている。	199	3.67	79	3.84	120	3.57	40	3.48	80	3.61
jb_k25_科学とは、一部の人間にしか理解することができない難しい分野である。	200	2.58	80	2.44	120	2.68	40	2.90	80	2.56
jb_k27_科学は、自然の流れにさからっている。	200	2.88	80	2.81	120	2.92	40	2.78	80	2.99

内進生 4つの力平均値

2011年

学年	力	人数	平均	標準偏差
J1 4月	A	80	3.49	0.50
	B	79	3.15	0.53
	C	80	3.89	0.56
	D	77	3.74	0.50

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 4月	A	73	3.27	0.66
	B	73	2.81	0.64
	C	73	3.50	0.69
	D	73	3.35	0.62

学年	力	人数	平均	標準偏差
全体	A	570	3.44	0.63
	B	571	3.36	0.66
	C	569	3.43	0.72
	D	572	3.36	0.67

学年	力	人数	平均	標準偏差
J1 12月	A	79	3.48	0.63
	B	77	3.34	0.67
	C	79	3.51	0.67
	D	80	3.33	0.58
J2 12月	A	78	3.44	0.57
	B	77	3.25	0.64
	C	76	3.24	0.71
	D	77	3.12	0.71
J3 12月	A	75	3.38	0.63
	B	76	3.26	0.64
	C	75	3.32	0.67
	D	75	3.25	0.65

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 12月	A	70	3.44	0.81
	B	69	3.38	0.79
	C	72	3.44	0.84
	D	71	3.37	0.77
S2 12月	A	74	3.50	0.61
	B	76	3.42	0.61
	C	74	3.48	0.76
	D	77	3.57	0.59
S3 12月	A	77	3.54	0.62
	B	77	3.53	0.59
	C	77	3.54	0.67
	D	77	3.50	0.66

2012年

学年	力	人数	平均	標準偏差
J1 4月	A	78	3.82	0.46
	B	80	3.74	0.48
	C	76	3.78	0.61
	D	80	3.73	0.53

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 4月	A	76	3.44	0.51
	B	72	3.31	0.45
	C	74	3.42	0.55
	D	76	3.36	0.52

学年	力	人数	平均	標準偏差
全体	A	579	3.46	0.59
	B	581	3.37	0.60
	C	573	3.47	0.66
	D	575	3.39	0.63

学年	力	人数	平均	標準偏差
J1 12月	A	79	3.48	0.63
	B	77	3.34	0.67
	C	79	3.51	0.67
	D	80	3.33	0.58
J2 12月	A	78	3.44	0.57
	B	77	3.25	0.64
	C	76	3.24	0.71
	D	77	3.12	0.71
J3 12月	A	75	3.38	0.63
	B	76	3.26	0.64
	C	75	3.32	0.67
	D	75	3.25	0.65

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 12月	A	70	3.44	0.81
	B	69	3.38	0.79
	C	72	3.44	0.84
	D	71	3.37	0.77
S2 12月	A	74	3.50	0.61
	B	76	3.42	0.61
	C	74	3.48	0.76
	D	77	3.57	0.59
S3 12月	A	77	3.54	0.62
	B	77	3.53	0.59
	C	77	3.54	0.67
	D	77	3.50	0.66

## 2013年

学年	力	人数	平均	標準偏差
J1 4月	A	79	3.93	0.47
	B	79	3.79	0.51
	C	75	3.87	0.62
	D	80	3.81	0.57

学年	力	人数	平均	標準偏差
J1 12月	A	77	3.56	0.52
	B	77	3.41	0.61
	C	77	3.63	0.67
	D	78	3.46	0.58
J2 12月	A	76	3.59	0.63
	B	79	3.36	0.62
	C	76	3.48	0.72
	D	76	3.38	0.61
J3 12月	A	78	3.57	0.57
	B	77	3.43	0.61
	C	77	3.59	0.64
	D	78	3.39	0.60

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 4月	A	80	3.53	0.58
	B	78	3.41	0.55
	C	80	3.56	0.57
	D	80	3.47	0.56

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 12月	A	74	3.43	0.59
	B	76	3.30	0.62
	C	77	3.50	0.64
	D	77	3.42	0.70
S2 12月	A	70	3.49	0.61
	B	71	3.40	0.62
	C	69	3.53	0.67
	D	70	3.51	0.62
S3 12月	A	73	3.60	0.72
	B	76	3.52	0.70
	C	72	3.58	0.66
	D	75	3.43	0.69

## 2014年

学年	力	人数	平均	標準偏差
J1 4月	A	79	3.93	0.58
	B	79	3.92	0.59
	C	79	4.03	0.56
	D	80	3.95	0.55

学年	力	人数	平均	標準偏差
J1 12月	A	76	3.58	0.52
	B	77	3.50	0.53
	C	77	3.71	0.59
	D	77	3.58	0.57
J2 12月	A	77	3.44	0.61
	B	78	3.28	0.64
	C	78	3.49	0.64
	D	78	3.33	0.66
J3 12月	A	80	3.40	0.65
	B	78	3.30	0.63
	C	79	3.44	0.66
	D	77	3.32	0.61

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 4月	A	75	3.57	0.54
	B	75	3.45	0.56
	C	74	3.65	0.58
	D	76	3.40	0.54

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 12月	A	79	3.48	0.60
	B	79	3.38	0.58
	C	77	3.58	0.58
	D	78	3.33	0.53
S2 12月	A	76	3.54	0.59
	B	77	3.34	0.59
	C	74	3.53	0.65
	D	77	3.47	0.66
S3 12月	A	73	3.53	0.55
	B	70	3.36	0.57
	C	72	3.61	0.59
	D	72	3.50	0.62

## 2015年

学年	力	人数	平均	標準偏差
J1 4月	A	80	3.91	0.58
	B	80	3.79	0.61
	C	80	3.95	0.77
	D	77	3.89	0.66

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 4月	A	80	3.52	0.58
	B	79	3.42	0.54
	C	78	3.54	0.61
	D	80	3.46	0.56

外進生 4つの力平均値

2011年

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 4月	A	30	3.30	0.50
	B	30	2.75	0.52
	C	30	3.44	0.64
	D	30	3.22	0.51

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 12月	A	30	3.30	0.53
	B	30	3.17	0.67
	C	30	3.22	0.77
	D	30	3.18	0.58
S2 12月	A	33	3.27	0.74
	B	34	3.23	0.74
	C	33	3.41	0.75
	D	31	3.40	0.75
S3 12月	A	31	3.57	0.46
	B	31	3.57	0.52
	C	30	3.76	0.63
	D	31	3.53	0.58

2012年

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 4月	A	36	3.47	0.51
	B	36	3.39	0.62
	C	35	3.35	0.63
	D	36	3.34	0.54

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 12月	A	39	3.31	0.54
	B	41	3.23	0.51
	C	40	3.31	0.60
	D	40	3.40	0.55
S2 12月	A	39	3.46	0.54
	B	40	3.32	0.44
	C	39	3.50	0.59
	D	39	3.50	0.58
S3 12月	A	41	3.42	0.69
	B	41	3.43	0.63
	C	41	3.53	0.72
	D	41	3.49	0.71

2013年

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 4月	A	40	3.46	0.58
	B	41	3.44	0.72
	C	38	3.47	0.68
	D	41	3.36	0.61

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 12月	A	41	3.48	0.59
	B	39	3.39	0.68
	C	41	3.45	0.72
	D	41	3.48	0.60
S2 12月	A	42	3.39	0.49
	B	42	3.38	0.45
	C	42	3.28	0.63
	D	42	3.40	0.65
S3 12月	A	36	3.40	0.73
	B	38	3.31	0.66
	C	38	3.49	0.78
	D	37	3.42	0.71

2014年

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 4月	A	39	3.54	0.61
	B	39	3.48	0.57
	C	38	3.56	0.58
	D	39	3.55	0.64

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 12月	A	38	3.41	0.56
	B	38	3.29	0.59
	C	37	3.38	0.55
	D	37	3.32	0.51
S2 12月	A	41	3.40	0.65
	B	41	3.32	0.64
	C	41	3.43	0.75
	D	40	3.48	0.70
S3 12月	A	41	3.41	0.52
	B	41	3.32	0.53
	C	41	3.40	0.57
	D	39	3.33	0.65

2015年

学年	力	人数	平均	標準偏差
S1 4月	A	40	3.58	0.61
	B	40	3.51	0.59
	C	40	3.58	0.62
	D	39	3.53	0.61

記述型課題（2013年度、高校1年生）

(1) PISA数学的リテラシー「身長」の問題（事前 中学3年次の4月、事後高校1年次の4月）

問1（手続き型）	事前	事後	変化	変化
水準Ⅰ	73	72	I→I 67	I→0 6
水準0	7	8	0→I 5	0→0 2

本校正答率 事前91.2%、事後90% 有意差なし 日本平均78.3%、世界平均68.6%

問2（概念理解型）	事前	事後	変化	変化	変化
水準Ⅱ	47	40	Ⅱ→Ⅱ 25	Ⅱ→Ⅰ 21	Ⅱ→0 1
水準Ⅰ	25	38	I→Ⅱ 11	I→I 15	I→0 0
水準0	7	2	0→Ⅱ 4	0→I 2	0→0 1

水準の上昇者数17、水準の下降者数22 有為傾向に下降

本校正答率（水準Ⅰ以上）事前91.2% 事後97.5% 日本平均43.3%、世界平均44.8%

(2) PISA数学的リテラシー「歩行」の問題（事前高校1年次の4月、事後高校1年次の3月）本校独自問題

問2（手続き型）	事前	事後	変化	変化	変化
水準Ⅱ	70	67	Ⅱ→Ⅱ 43	Ⅱ→Ⅰ 17	Ⅱ→0 10
水準Ⅰ	30	37	I→Ⅱ 18	I→I 8	I→0 4
水準0	20	16	0→Ⅱ 6	0→I 12	0→0 2

本校正答率（部分正答2点以上）事前73.3%、事後86.6% 日本平均38.4%、世界平均17.0%

(3) PISA科学的リテラシー「温室効果」の問題（事前中3年次4月、事後高校1年次4月）

問1（概念理解型）	事前	事後	変化	変化
水準Ⅰ	48	65	I→I 42	I→0 6
水準0	29	12	0→I 23	0→0 6

水準上昇者数23、水準下降者数6、有意に上昇

本校正答率 事前77.9%、事後89.6% 日本平均69.3%、世界平均54.0%

問2（概念理解型）	事前	事後	変化	変化
水準Ⅰ	50	50	I→I 34	I→0 16
水準0	25	25	0→I 16	0→0 9

本校正答率 事前66.6%、事後66.6% 有意差なし 日本平均17.6%、世界平均18.9%

問3（概念理解型）	事前	事後	変化	変化	変化
水準Ⅱ	18	22	Ⅱ→Ⅱ 8	Ⅱ→Ⅰ 2	Ⅱ→0 8
水準Ⅰ	48	27	I→Ⅱ 13	I→I 21	I→0 14
水準0	7	24	0→Ⅱ 1	0→I 4	0→0 2

本校独自問題 水準上昇者数18、水準下降者数24 有意に下降

(4) PISA科学的リテラシー「ゼンメルワイス医師」の問題（事前高1年次4月、事後高校1年次3月）

問1（概念理解型）	事前	事後	変化	変化
水準Ⅰ	99	106	I→I 91	I→0 8
水準0	17	10	0→I 15	0→0 2

本校正答率 事前85.3%、事後91.4% 有意差なし 日本平均35.8%、世界平均21.6%

問2（概念理解型）	事前	事後	変化	変化	変化
水準Ⅱ	16	26	Ⅱ→Ⅱ 9	Ⅱ→Ⅰ 7	Ⅱ→0 0
水準Ⅰ	80	80	I→Ⅱ 13	I→I 61	I→0 6
水準0	20	10	0→Ⅱ 4	0→I 12	0→0 4

水準の上昇者数29、水準の下降者数13 有為に上昇

本校正答率（PISA換算）事前96.6%、事後98.3% 日本平均70.1%、世界平均63.8%

問3（概念理解型）	事前	事後	変化	変化	変化
水準Ⅱ	25	39	Ⅱ→Ⅱ 13	Ⅱ→Ⅰ 8	Ⅱ→0 4
水準Ⅰ	57	57	I→Ⅱ 13	I→I 40	I→0 4
水準0	34	20	0→Ⅱ 13	0→I 9	0→0 12

本校独自問題 水準上昇者数35、水準下降者数16 有為に上昇

# 第3章 研究開発の内容

## 第1節 好奇心の扉を開く

### 3-1 サイエンス・リテラシー・プロジェクトI (SLPI)

#### (1) 目 標

サイエンス・リテラシー・プロジェクトIは、中学2、3年生を対象とした選択授業で、8教科10講座の中から、生徒が2年間で4つの講座を選択し、少人数で活動する。

スーパーサイエンススクールのプログラムの中では、「個性探究期」に位置づけられ、サイエンスリテラシーの基盤となる自然観察力、実験技術、数式など理数系への個人の興味・関心を掘り起こし、創造力を育成する。また、日本語、英語を使ってインプットした情報を、再構成しアウトプットするといった表現力の基盤を身につけることを目標とする。

#### (2) 学習方法

十分な時間を確保するために、2時間（50分×2）連続した授業を展開する。

中学2年生に対しては、「理科実験を中心とした内容①」「ものづくりを中心とした内容①」「創造性を生み出すことのできる内容①」「日本語や英語を使って自分を表現することのできる内容」の講座を開設する。

中学3年生に対しては「数学的興味関心を生み出すことのできる内容」を加えたうえで、中学2年生で培った内容を発展的に伸ばすことができるように、「理科実験を中心とした内容②」「ものづくりを中心とした内容②」「創造性を生み出すことのできる内容②」の講座を展開する。

通常の授業では人数や時間の制限などによって十分に扱えない内容を取り入れるとともに、生徒が主体的に取り組める実験・観察や創作活動、発表などの活動を行っている。またこのサイエンス・リテラシー・プロジェクトIは、後述するサイエンス・リテラシー・プロジェクトIIにつながる科目として位置づけられる。

#### (3) 実践内容

講 座 名	教 科	講 座 名	教 科
1. 数学を探究しよう！	数 学	6. 情報化社会におけるアート	美 術
2. Try & Error	理 科	7. CGで表現しよう	美 術
3. 身近な生物の観察	理 科	8. 新競技・新スポーツを考察する	体 育
4. 藍の絞り染めTシャツを作ろう	家庭科	9. 音楽で自分を表現しよう	音 楽
5. 木のおもちゃをつくろう	技 術	10. ことば遊びを楽しもう	国 語

2. 5. 6. 8. 10が中学2年生、1. 3. 4. 7. 9が中学3年生の講座である。

#### (4) 成果と課題

十分な時間をとりながら、課題に対してじっくりと取り組むことができる、普段は目が届かないが、少人数であるためにきちんと指導ができる、発展的な内容にふれることで、新たな興味や関心を引き出すことができるという点では、サイエンスリテラシーの基礎を形成するという目標をある程度実践できていると思われる。しかしながら、そこからサイエンスリテラシープロジェクトIIへとつなげていくことや、それぞれの教科との関連をどのようにしていくかということが十分とはいえず、次のプログラムに向けての課題である。

## 第2節 学びをつないでサイエンス・リテラシーを育てる授業

### 3-2-1 サイエンス・リテラシープロジェクトII (SLPII) の概要

#### (1) 目的

サイエンス・リテラシープロジェクトII (以下SLPII) は全員必修の授業であり、中高一貫における本校の教育課程の「専門基礎期」である高校1年生と2年生で実施している。高校1年生では、「自然と科学」、高校2年生では「情報と社会」を開講している。全員必修であるこのSLPIIにおいて、日常生活で必要となる科学的知識と科学的思考力の基礎を身につけさせることを目的としている。日常生活の中で疑似科学を安易に信じたり、少しでも危険性がある事柄に対して、科学的理解をすることなく反対したりする生徒が増えてきている現状を考えて、全生徒を対象に、疑似科学に対処できる知識や方法を身につけることも目標の1つとしている。このためには、データに対する適切な分析方法の獲得が必要であるだけでなく、分析結果を批判的・多元的に検討することも必要である。

SLPIIは、既存教科のみでは十分扱うことができない教科横断的な課題について考える授業である。既存の知識を関連させながら、答が一つに定まらない課題について考えることによって、単一の明確な答が用意されていない課題を扱う高等教育における学びへとつなげていくプロジェクトの一つである。さらに、学びの杜講座(ASP)においてこれら2つの講座と関連する「生命科学探究講座」と「地球市民探究講座」「物理学探究講座」を設け、希望する生徒は、さらに発展的な内容を学ぶことができるようにしている。

#### (2) 学習方法

高校1年生は「自然と科学」をテーマに、前期と後期に分け1単位の授業を行う。同様に、2年生では「地球市民学」をテーマに前期と後期に分けて授業を実施する。2年間で合計2単位の実施となる。

各講座とも、本校教員3人によるチームティーチングにより行われる。各講座には、総合コーディネーター・助言者の大学教員が付き、高大連携の授業を行う。2015年度の「自然と科学」では、前期は数学・生物・美術、後期は数学・生物・世界史の教科(科目)間連携で実施している。また、「情報と社会」では、名古屋大学教育学部、他大学と連携し、前期は、英語・国語・芸術、後期は、英語・家庭・体育の教科(科目)間連携で実践している。

学習形態は、1クラスを3つに分けてグループ学習を展開し、生徒が主体的に参加できる授業を心がけている。また、テーマによっては、合同授業も行い共通の理解を深め、他のグループとの交流も実施し、学習を深化させる取り組みも行っている。

	前 期	後 期
1年 自然と科学	「自然現象の捉え方について考える」	「人間・自然・宇宙」
2年 情報と社会	「多文化コミュニケーション学」	「共生と平和の科学」



## 3-2-2 自然と科学

### 1) 自然と科学 前期

- ① 目標 自然現象のとらえ方について考える

### 2) 実践内容

#### i) 全体講義

数学 「統計と確率」では、理論値とデータ値の違いなどを統計的に分析した。

美術 「火おこしの科学」では、火が起きる原理と方法を分類し、実体験をさせた。

理科 「いきもの」の形というテーマで、生物の構造と進化について観察と考察した。

#### ii) 数学と理科「理科と統計」

遺伝学と統計学から、理論値と実際に調査をして得られる数値や結果が異なることを知った。

また、どうしてずれが生じるのか考えることで、調査の背景について考えることが出来た。

#### iii) 美術と理科「ものの見えるしくみ」

目の構造から像を認識する仕組みを理解し、錯視などの例を用いて目で見ることから脳で見るということへの理解を深めた。

#### iv) 数学

全体講義で学習した5つの手のじゃんけんについて、なぜ理論値とデータ値が異なるのかということについて、統計的に考察した。また、データの分析・提示の仕方を学び、独自のデータを活用してレポートにまとめ、データの取り扱い方について理解を深めた。

#### v) 美術

iii) の合同授業後に、「錯視」の授業を行い、錯視を利用した作品制作を通して、脳の視覚情報処理と錯視の原因についての関心を高めた。また、「硬貨（合金）の科学」では、硬貨に含まれる各種金属片に触れながら、その特性や用途について理解を深めた。

#### vi) 理科

現在の自分自身を含めた生物の形について学習し、生き物の形の必然性について興味関心を高めた。また、分子生物学的な観点や環境要因について考え、過去から現在の生物について進化の過程について考えさせることができた。

#### vii) 研究発表

それぞれのグループで学習したことを踏まえて、1人10分程度の研究発表を行った。

### 3) 成果と課題

SLPⅡ「自然と科学」は普通の教科の授業に比べ、身近な話題を切り口にしたり、既存の知識・技能で十分対応できたりする授業内容であったので、生徒の授業への意欲も高く、科学的な見方を身につける糸口としては効果があった。また、夏休みのレポート課題についても、科学の分野の中で生徒個々が興味・関心のあることを、自由に選択し、調査し発表することができ、能動的・探究的に授業に参加する姿勢が見られ、生徒の授業後のアンケートでも、ほとんどの生徒がより深く学べたと回答していた。一方教師側については、後期のSLPⅡとの連携が十分されておらず、より専門性が増し・高度な知識・技能が必要になる後期の授業へ対応をふまえた授業を考えていく必要がある。前期・後期を担当する6名の教員が授業内容の配置や関連性を考えて、科学的な興味関心が年間を通して持続するように工夫を重ねていきたい。

2015年度 前期 「自然と科学」

担当者	美術 (岡村)	理科 (齊藤)	数学 (浅井)	
4月14日(火)	ガイダンス (2限S1C, 3限S1A, 4限S1B)			SLP II 概要説明 各教員説明 アンケート
4月21日(火)	火 お こ し の 科 学	生 き 物 と は	じ ゃ ん け ん の 確 率	各クラス 単独で それぞれの教員が授業を 行う。
4月28日(火)				各クラス 単独で それぞれの教員が授業を 行う。
5月19日(火)				各クラス 希望調査実施
5月26日(火)	もの見えるしくみ		神保先生 講演 (男女の出生率)	岡村、齊藤：合同授業 浅井：単独授業
6月2日(火)	錯視の 科学	視界とは	データを 提示する手法	単独授業
6月9日(火)	遠近法	眼ができるまで	中間発表	単独授業
6月16日(火)	前期中間試験			
6月23日(火)	硬貨の科学	生物の形	神保先生 講演②	単独授業
7月7日(火)	Powers of Ten	進化と大数の法則		齊藤、浅井：合同授業、 岡村：単独授業
7月14日(火)	まとめ 課題説明	まとめ 課題説明	まとめ 課題説明	
9月1日(火)	発表1	発表1	発表1	宿題発表
9月15日(火)	発表2	発表2	発表2	宿題発表
9月29日(火)	発表3, アンケート	発表3, アンケート	発表3, アンケート	宿題発表

2015年度 後期 「自然と科学」

		社会	数学	理科
		「物理学と神」を中心にクリティカル・シンキングに取り組む「科学的に考えるトレーニング」	人間原理という考え方	遺伝子
1	10月13日	ガイダンス		
2	10月20日	数学 大羽「インフレーション宇宙論」		
3	10月27日	社会 山田「物理学と神」を流し読み		
4	11月10日	理科 西川		
5	11月17日	クリティカル・シンキング練習「血液型性格診断」について考える	テグマークのマルチバースとインフレーションが予言するマルチバース	遺伝子からタンパク質合成をカードゲームで理解しよう
6	11月24日	理科と合同	真空のエネルギー	岐阜大学 永井 淳 助教 「血液型の話」
7	12月8日	「物理学と神」より「人間原理」を読む	マルチバースと人間原理	岐阜大学 鈴木康之教授 「身近な遺伝の話」
8	12月15日	「物理学と神」より、「神」の変遷を考える	人間原理について考える	岐阜大学 永井 淳 助教 「髪の毛1本で自分がわかる!? —DNAと個人識別—」
9	1月19日	発表準備	発表準備	発表準備
10	2月2日	発表準備	発表準備	発表準備
11	2月9日	発表		
12	2月16日	発表		
13	3月8日	まとめ、アンケート		
14	3月15日	まとめ、アンケート		

### 3-2-3 『地球市民学』

#### 前期「多文化コミュニケーション学」

##### 1. 目標と授業内容

本授業の目標は、自己及び他者を知り、コミュニケーションの質を高めることである。異なる文化圏の相手とのコミュニケーションというと、外国語話者をイメージするかもしれないが、同じ日本語話者であっても、異なる文化的背景を持っていることがある。「文化」とはどのようなものかを知った上で、自己と他者を客観視しよりよいコミュニケーションを図るための知識を、名古屋大学文学部・文学研究科の齋藤文俊教授、名古屋大学教育学部の高井次郎教授による講義で学んだ。また、名古屋大学の留学生を招き、実際に異文化コミュニケーションを体験した。

回	実施日	授業内容	中心テーマ
1	4月17日	オリエンテーション・見える文化、見えない文化	文化
2	4月24日	本校教員による授業「文化がちがうとは？」 ワークショップ	異文化コミュニケーション
3	5月1日	本校教員による授業 異文化をサバイブする ワークショップ	異文化コミュニケーション
4	5月8日	名古屋大学・齋藤文俊教授の講義 日本人同士の「異文化コミュニケーション」	異文化としての日本語方言
5	5月20日	名古屋大学・高井次郎教授の講義 「文化とコミュニケーション」	異文化コミュニケーション
6	5月29日	本校教員による授業 非言語的コミュニケーション	非言語コミュニケーション
7	6月5日	本校教員による授業 パラランゲージ	日本語における 非言語コミュニケーション
8	6月12日	留学生とのディスカッション・準備	
9	6月26日	留学生とのディスカッション・準備	
10	7月3日	留学生とのディスカッション	異文化コミュニケーション の実践
11	7月10日	ディスカッションのまとめ・レポート作成に向けて	
12	8月28日	発表の準備	学習全体のまとめ
13	9月11日	小グループでのレポート発表会・その1	
14	9月18日	小グループでのレポート発表会・その2	
15	9月25日	全体発表会とまとめ	

##### 2. 結果

同じ日本語文化圏であっても、場合によっては多文化コミュニケーションになるということを実感できた生徒が多かった。留学生とのディスカッションでは、相互の違いを意識するとともに、自文化とは異なる文化を尊重し合う様子が見られた。世界的な規模に限らず、身近な人とのやりとりにおいても、適切に意見を伝え合う姿勢を身につけることができた。

## 後期 情報と社会>共生と平和の科学

### (1) 目標

#### 1) 講座の目標

地球上の諸問題を多元的な視点から探究し、地球市民として何ができるかを科学的に学ぶ。

#### 2) 各グループの目標

- ①子どもの人権：子どもの人権に焦点を当て、世界の子どもたちを垣間見ながら自分たちの今の生活を振り返る。
- ②ジェンダー：ジェンダーの視点で、差異のある集団が共生していくにはどうすればよいかを考える。
- ③貧困と国際協力：「貧困」「国際協力」という課題に向き合い自分たちがやるべき協力活動を探る。

### (2) 学習方法

PBLによる課題発見、課題解決学習ゼミ方式。

### (3) 実践内容

#### 1) 授業計画

回	子どもの人権	ジェンダー	貧困と国際協力
	<b>【 導 入 】</b>		
1	共生と平和の科学とは (佐藤先生)		
2/3	仮説に基づく情報処理能力の育成 (大谷教授)		
	<b>【 仮説を立てる 】</b>		
4/5	担当教員プレゼンテーション・グループ分け・マインドマップで仮説を立てる		
	<b>【 展 開 】</b>		
6	子どもの権利条約	性差区別の変化 (佐藤先生)	援助は誰のため何のため
7	幸せを測るものさし (貧困と合同)	性差によるらしさと 好ましさ	幸せを測るものさし (子どもと合同)
8/9	メディアリテラシー発表会	メディアリテラシー発表会	協力援助活動で 気をつける点
10/11	効果的な援助とは	ノルウェーの教科書・PA	自分のやりたい協力活動
12/13	ディベート準備・大会	ディベート準備・大会	ディベート準備・大会
	<b>【 ま と め 】</b>		
14	スピーチ大会の準備	スピーチ大会の準備	スピーチ大会の準備
15~17	スピーチ大会 (混合小グループで) ⇒代表スピーチ大会		

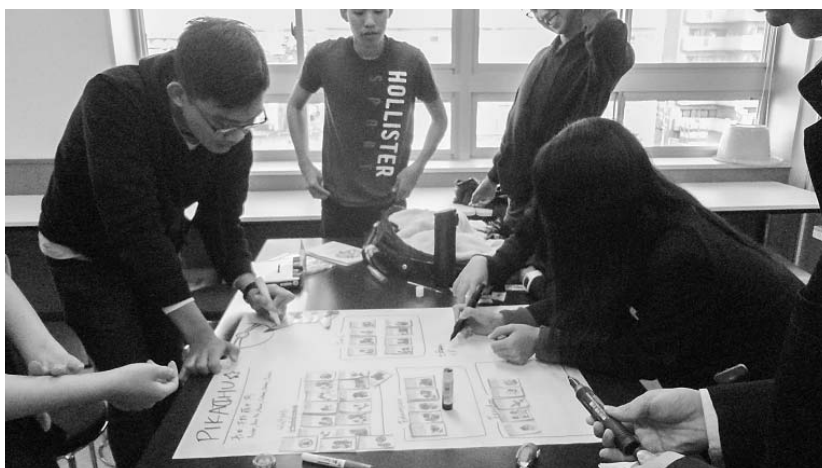
#### 2) 課題と評価計画

- ①ワークシート (10点×2回)：各グループの授業は、その日の課題に沿ったワークシートで行う。その内容を仲間と話し合い、話し合いに参加している様子と授業終了時に集めるワークシートで採点する。
- ②マインドマップ (10点)：各グループのテーマをセントラルイメージにして、テーマから考えられる「問題」をマインドマップに書き出す。マインドマップと話し合いで採点する。
- ③冬休みの課題 (10点×2回)：冬休みにメディアリテラシーに関して、ポスターを作る課題を出す。冬休み明けに発表をし、ポスターと時間内に伝えられたかで採点する。

- ④ディベート（10点×2回）：指定された論題をディベートを通して議論する。ディベートを行うための準備で作成するシート、役割に沿った参加の様子、振り返りシートで採点する。
- ⑤スピーチ（10点×2回）：後期のまとめをスピーチをする。まとめる内容は、マインドマップで見つけた「問題」に対して取り上げた理由と、授業を通して考えた解決方法である。構成シートとスピーチでいかに主張が伝わったかで採点する。

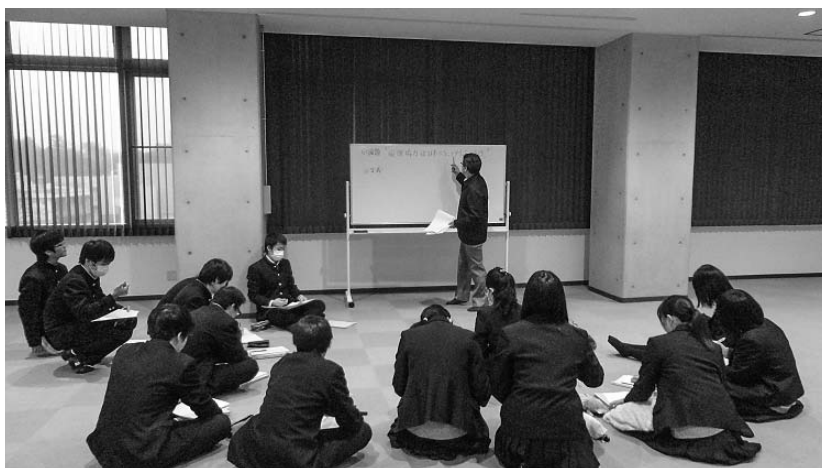
#### （4）成果と課題

グループ学習と個人学習の組み合わせにより、より多様な考え方や解決方法を探ることができた。（学習方法の成果）授業計画と、評価計画を事前に生徒に公表した。評価を事前に明確にしたため、提出される文面から真剣に取り組んだことがわかる。（今年度の成果）現在展開の段階なのでまとめの数値化はできていない。（課題はまだ不明確）



子どもの人権  
の授業風景

ジェンダー  
の授業風景



貧困と国際協力  
の授業風景

## 第3節 高等教育につながる学び

### 3-3-1 アドバンスト・サイエンス・プロジェクト

#### (1) 目 標

アドバンスト・サイエンス・プロジェクト（Advanced Science Project）の目的は、名古屋大学との協同により、高等教育の先端的、専門的内容の学習を通して、地球市民としての高度なサイエンス・リテラシーを養い、高大接続の基盤を育むことにある。

生徒に身につけさせたい具体的な学びの力は 1. 科学への興味・関心、2. 科学的探求力(データの解釈・分析・推論・批評)、3. 人間・自然・社会に関する深い科学的理解力、4. 論理的・多元的・批判的思考力と表現力、5. 科学的方法を用いた課題設定・課題解決力である。また、高大接続という観点からは、1. 学問領域の明確化、2. 自分の適性を知る、3. 自分の興味・関心を深く探る、4. 進路意識の明確化・構造化を目標として設定した。

#### (2) 学習方法

より発展的、先端的な内容を扱うために、専門研究を担う名古屋大学（博物館、大学院生命農学研究科、発達教育研究科、情報科学研究科、環境学研究科、国際言語文化研究科、国際開発研究科、理学研究科）を中心とした高等教育機関と、中等教育を担う附属学校が協同で教育実践・研究を行った。アドバンスト・サイエンス・プロジェクト（ASP）では、高1から高3までの希望者が参加することとした。形態としては、名古屋大学博物館での実習および講義や附属学校での講義があり、土曜日や夏休み中に開催された。また、10回シリーズで規定の基準を満たせば、附属学校の単位として認定した。

今年度は、①生命科学探究講座②地球市民学探求講座③物理学探究講座の3講座を開講した。

#### (3) 学習内容

#### 生命科学探究講座 SSH

名古屋大学教育学部附属高校 スーパー・サイエンス・ハイスクール授業の一般公開

定員：30名

申し込み締め切り：7月10日（金）

担当部局：名古屋大学博物館・生命農学研究科

『生命を支えるしくみ』（第1、2、9、10回）、『生物多様性からみた生命』（第3～8回）について、生命農学研究科と博物館の先生方から講義をしていただきます。

	日 時	担当者	テーマ	概 要
<b>生命を支えるしくみ</b>				
1	7月16日(木) 14:00-16:00	小田裕昭 (名古屋大学)	食べ物がどうやって栄養になるか	食べたものが身体に取りこまれる消化吸収のメカニズムと、それが生物にとってどのような役割を果たすかについて学ぶ。
2	7月17日(金) 14:00-16:00	海老原史樹文 (関西学院大学)	心は遺伝するか？	動物では不安や恐怖などの心の状態を行動で判断することができる。講義では、マウスの行動と遺伝子との関係について学び、ヒトの心理と遺伝との関係について考える。
<b>生物多様性から見た生命</b>				
3	7月21日(火) 10:00-12:00	吉田英一 (名古屋大学)	鉱物と生物 —地球上の物質循環と生命	地球上の物質循環と鉱物、生命との関係について、鉱物標本などを用いて講義する。
4	7月23日(木) 10:00-12:00	藤原慎一 (名古屋大学)	骨の形から復元する絶滅動物の姿	恐竜はどんな姿勢で歩いていたのか？ 現生の動物の骨や筋肉の特徴から、絶滅動物の姿勢を復元する方法について考える。
5	7月24日(金) 10:30-12:00	新美倫子 (名古屋大学)	骨から学ぶ： 出土骨からみえるもの	遺跡に残っている骨から昔の人の生活を考える。出土した魚骨の分類も行う。
6	7月24日(金) 13:00-15:00	門脇誠二 (名古屋大学)	石器から見る人類の多様性と進化	過去に存在した多様な人類が残した石器文化について解説し、私たち現生人類の能力や行動の特徴について考える。
7	7月28日(火) 10:00-12:00	西田佐知子 (名古屋大学)	植物から学ぶ生物の多様性	植物は地球上に約28万種いると言われていて、なぜこんなに多様なのか？ 実際の植物を観察しながら、生物の多様性について考える。
8	7月28日(火) 13:00-15:00	大路樹生 (名古屋大学)	化石から探る生物の多様性	化石を観察し、そこから過去の地球や生命の歴史についてどのような事が分かるのかを解説する。
<b>生命を支えるしくみ</b>				
9	7月30日(木) 13:00-15:00	大場裕一 (名古屋大学)	発光生物の科学	様々な光る生き物を紹介し、その発光のメカニズムと最先端研究への応用について解説する。
10	7月31日(金) 10:00-12:00	上野山賀久 (名古屋大学)	動物生産を科学する	食糧生産、特に動物生産について、現状を紹介しつつ、科学的な解決方法について解説する。

# 地球市民学探究講座 SSH 名古屋大学教育学部附属高校 スーパー・サイエンス・ハイスクール授業の一般公開

グローバル化の中でのさまざまな問題—偏見・差別、病気、海外労働、大学など—を取り上げながら、異文化理解の方法や地球市民としてのあり方について考えます。

定員：若干名  
 申し込み締め切り：7月1日(水)  
 担当部局：情報科学研究科、愛知大学、環境学研究科、国際言語文化研究科、国際教育交流センター、名古屋経済大学、教育発達科学研究科、国際開発研究科

	日時	担当者	テーマ	概要
1	7月4日(土) 10:00-12:00	佐藤良子 (愛知大学)	国民的ステレオタイプ	ステレオタイプとは何か？なぜ人々は他の国民の人たちに対してステレオタイプを持つのか？こうしたステレオタイプには信憑性があるのか？このような質問に答えていきます。
2	7月11日(土) 10:00-12:00	福田真人 (名古屋大学)	水と清潔：衛生の文化史的研究	人は風呂に入る。日本人は、特に風呂好きだと言われている。なぜか。なぜ、人は風呂に入るか。清潔にするため？そのような意識はいつから目覚めたのか？江戸時代に流行した銭湯は、やがて江戸中に広がる。なぜ今日のように、自宅風呂(内風呂)ではないのか？風呂と清潔。水と人間。興味は限りなく広がる。その要点をいくつか挙げて解説してみよう。
3	7月12日(日) 10:00-12:00	齋藤洋典 (名古屋大学)	人間理解のための嘘と欺き	人の身になって考えるとはどういうことか。同じ文化及び異なる文化の背景をもつ人々が互いに理解しあうことの意味とその方法を一緒に考えます。
4	7月18日(土) 10:00-12:00	中村秀規 (名古屋大学)	東日本大震災後の持続可能な発展	地球環境問題、そして持続可能な発展とは何でしょうか。東日本大震災を受けて、(わたし)そして(わたしたち)がどのように持続可能な発展を進めていくのか、一緒に考えてみたいと思います。
5	7月19日(日) 10:00-12:00	中村真咲 (名古屋経済大学)	「草原の国」モンゴルの歴史と現在	「草原の国」と呼ばれるモンゴルは、激動の20世紀のアジアにおいて、中国とロシアという大国に挟まれながらも100年にわたって独立を維持してきた稀有な国です。伝統的な遊牧を維持しつつも、国際政治の最前線で大国と渡り合うという多面的なモンゴルの歴史と現在を一緒に考えていきます。
6	7月21日(火) 13:30-15:30	高井次郎 (名古屋大学)	人種偏見・差別の心理学	人種偏見を持ちたり人種差別をしたりすることは、良くないとは言ってもありません。でも、なぜわれわれは差別をしてしまうのか。気づかずに、無意識的に差別をしていることもよくあります。人種偏見を心理学的に解明しましょう。
7	7月22日(水) 10:00-12:00	岩城奈巳 (名古屋大学)	日本人の英語教育における学習不安	日本人は外国語、特に英語を学ぶにあたって、いろいろな不安を感じます。自分の発音がおかしいのではないかと、間違えをすることによって周りの人に笑われるのではないかと、語学教室の中で多くの不安に直面します。こうした英語学習の不安について、皆さんと一緒に検討します。
8	7月23日(木) 10:00-12:00	村山かなえ (名古屋大学)	海外で学ぶ、海外で働く	海外の大学で学ぶとしたら、どのようなことが学べるのでしょうか。海外で働くということは、どのような方法があるのでしょうか。大学・大学院での海外留学経験者による発表を交えながら、海外で学ぶこと、海外で働くことについて学び、将来の生き方をみんなで考えます。
9	7月27日(月) 13:30-15:30	杉山範子 (名古屋大学)	地球温暖化に挑戦する	進行する地球温暖化をまはや止めることはできません。地球温暖化のメカニズム、影響、将来の予測など、最新の報告書をもとに学び、これからの時代を生きる私たちは地球温暖化にどう挑戦できるのか考えます。
10	7月28日(火) 15:00-17:00	米澤彰純 (名古屋大学)	グローバル化のなかの大学	現在、新興国を中心に世界中で大学生・留学生の数が増え続け、日本の大学も、グローバル人材育成が求められています。変化する世界の大学がどこに向かおうとしているのかを考えます。

# 物理学探究講座 SSH 名古屋大学教育学部附属高校 スーパー・サイエンス・ハイスクール授業の一般公開

今日、科学的に広く受け入れられている宇宙の誕生と進化は、相対論、量子論により発展してきました。第1部では「特殊相対性理論」について、第2部では「宇宙論と量子論」について、第3部では「ブラックホール」について、そして、第4部では「観測的宇宙論」について学びます。数学、物理に対して特に興味を持っている生徒向けです。

定員：20名  
 申し込み締め切り：9月10日(金) [本年度は第2部以降を受付]  
 担当部局：理学研究科

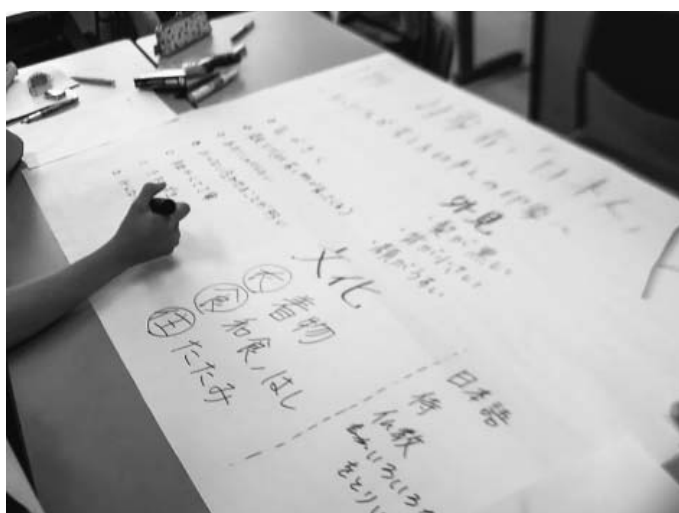
	日時	担当者	テーマ	概要
<b>第1部：特殊相対性理論</b>				
1	6月20日(土) 10:00-12:00	斉田浩見 (大同大学)	特殊相対性理論の基本原則と、同時刻の概念	この宇宙そのもの(ブラックホールなども含む)の姿や成り立ちを解明することは、現代物理学の大きな目標の一つです。そして、宇宙を研究し理解していく上で欠かせない物理学の理論に、特殊相対性理論と一般相対性理論があります。
2	6月27日(土) 10:00-12:00		「距離」の概念の重要性と、ミンコフスキー時空	1回目から4回目の講義で、特殊相対性理論を解説します。特殊相対性理論によって、例えば、こんなことが分かります： ○ 速く運動する人ほど時間がゆっくり進み(時間の遅れ)、その人の速さが光の速さに近づくほど時間の流れは止まっていく。 ○ 一本の棒が速く運動するほど長さは短くなり(ローレンツ収縮)、棒の速さが光の速さに近づくほど棒の長さはゼロになっていく。
3	7月21日(火) 10:00-12:00		「時間の遅れ」と「ローレンツ収縮」	これらの現象を理解するために必要な数学は、直線と双曲線の方程式です。直線と双曲線の説明もしながら、特殊相対性理論の講義を進めていきます。
4	7月28日(火) 10:00-12:00		ローレンツ変換、速度合成則と質量エネルギー	
<b>第2部：宇宙論と量子論</b>				
5	9月12日(土) 10:00-12:00	南部保貞 (名古屋大学)	重力の物理学と宇宙論 (一般相対論を用いた宇宙の進化)	現在の宇宙論によれば、我々の宇宙はある法則に従って膨張しており、その膨張則を表しているのがアインシュタイン方程式であると考えられています。本講義では、様々な宇宙の観測事実をこの方程式がどのように説明するのかを解説し、さらに量子力学を組み合わせることで宇宙そのものの始まりがどのように理解されているのかを紹介いたします。
6	9月19日(土) 10:00-12:00		宇宙の始まりの解明に向けて (量子力学と初期宇宙)	
<b>第3部：ブラックホール</b>				
7	10月31日(土) 13:00-15:00	高橋真聡 (愛知教育大学)	ブラックホールの作り方 (星の進化と元素合成)	宇宙の「アリ地獄」とも言える「ブラックホール」について紹介します。ブラックホールが存在すると、その強い重力によって時空が歪められ、様々な不思議な現象が起こります。
8	11月3日(火) 10:00-12:00		ブラックホールの探査 (時空の歪みと観測方法)	ブラックホールはどのようにして形成されるのでしょうか？また、それはどのように確認(観測)されるのでしょうか？これらの疑問についてお答えしたいと思います。
<b>第4部：観測的宇宙論</b>				
9	12月12日(土) 10:00-12:00	福井康雄 (名古屋大学)	観測的宇宙論	現代の天文学は、宇宙と生命の起源を探ることを目指しています。南米チリの高地に設置した電波望遠鏡「なんてん」は、電波によって星が生まれるプロセスを観測し、「星と銀河の起源」を解き明かそうとしています。最新の観測で分かっていた宇宙の素顔を紹介します。
10	12月19日(土) 10:00-12:00			また、宇宙に関して日頃疑問に思っていることを質問してください。疑問に答えながら講義を進めます。



(4) 成果と課題  
各項ごとに掲載。



生命科学探究講座



地球市民学探求講座

## 3-3-2 生命科学探究講座

### (1) 目 標

SLP II では、1年生で「自然と科学」の授業を行う。生物的、地理学的、化学的、地学的観点から、科学的リテラシーを身につけさせること、論理的・多元的・批判的思考力の育成を目指した。知的好奇心を喚起し、既存教科の学びに対する意欲を向上させることを目指している。ASPではSLP II よりさらに、専門的、発展的な内容を扱うことによって、人間・自然・社会に関する深い科学的理解力を育成することを目指した。

### (2) 学習方法

生命科学探究講座では、名古屋大学理学部および農学部と名古屋大学博物館の先生方に、生命に関する専門的な話をしていただいた。第1回、第2回を第1部、第9回、第10回を第3部として、附属高校において栄養や生物発光など生命についての様々な講義をうけた。第3回から第8回までを第2部とし、博物館において骨格標本や顕微鏡標本などに実際に手に触れたり、展示をみたりしながら講義を聴いた。

### (3) 実践内容

3-1 (3) 参照

### (4) 成果と課題

次のデータは10回の授業直後のアンケート結果である。「大変そう思う」を1、「大体そう思う」を2、「どちらともいえない」を3、「そう思わない」を4として集計したところ、以下のような結果を得た。

質問1 今日の授業の内容はよく理解できましたか？

	1	2	3	4
(%)	49.5	44.5	3.7	1.9

質問2 今日の授業の内容に興味がもてましたか？

	1	2	3	4
(%)	61.1	33.3	4.6	1.0

質問3 何か新しいことを発見することができましたか？

	1	2	3	4
(%)	53.3	38.3	8.4	0

すべての質問において、「大変そう思う」と「だいたいそう思う」と答えた生徒の割合は全体の9割を超えている。このことは、授業内容に対する生徒の高い意欲と興味関心が読み取ることができる。その中でも、実際に魚の骨の分類をしたり、食虫植物を触りながら観察したりする授業では、生徒の興味はさらに高まり、受講後の充実感も大きい。自由筆記の項目にも、「観察しながら構造が合理的だと言うことが知れて楽しかった」「展示を見ながらの説明がわかりやすくおもしろかった」などの記述がある。またそれだけでなく、「考古学とは何かといった基本から説明して下さって分かりやすかった」「恐竜というものはどう復元してたのかということを知りました。」など、基本の講義も不可欠であることがわかる。そしてその上で「今までよく見ていなかった貝をよく観察することで、自分の中で新しい発見がありました。」「普段意識して見ない骨の違いで当時の人々の暮らしがわかることがおもしろい。」「動物の話なのに物理学が深く関係していることに驚きました。」「拡散と技術革新の関連が楽しかった。」など、新しい発見も多くあった。



### 3-3-3 地球市民学探究講座

#### (1) 目 標

本講座も生命科学探究講座と同様に、学校特設科目であるSLPⅡとの関連を考慮して設計した。SLPⅡの地球市民学は高校二年次に一単位履修する。本講座はこの内容を更に発展させ、大学の学びへの接続を目指した。本講座の目標は、世界のグローバル化に伴うさまざまな問題や課題について生徒に認識させ、地球市民としてどのような役割が期待されるのかを生徒自ら発見することである。そのために、客観的な観点から様々な知識を統合し、最終的には地球市民として個人のレベルで何ができるかを考えさせる。これらの目標から、生徒に身につけさせたい学びの力は、人文・社会科学的な課題の発見と課題解決力、社会科学における論理的思考力、科学的な探究力（データの解釈・分析・批評）、自覚的なキャリア意識の形成である。

#### (2) 学習方法

本講座の特色は、グループまたは集団課題を積極的に取り入れることで、講義で学んだことを、ワーク・アクティビティを通じて実践的に、また自主的に応用する力を培う。アクティビティの一例として、集団討議やグループ・シミュレーションなどが実施された。

### (3) 実践内容

#### 3-1 (3) 参照

### (4) 成果と課題

次の表は1回毎の授業後に生徒へ実施したアンケートの集計である。「大変そう思う」を1、「だいたいそう思う」を2、「どちらともいえない」を3、「あまりそう思わない」を4として集計したところ、以下のような結果を得た。

質問1 今日の授業の内容はよく理解できましたか？

	1	2	3	4
(%)	29.3	60.1	9.1	1.5

質問2 今日の授業の内容に興味がもてましたか？

	1	2	3	4
(%)	45.5	44.0	9.5	1.0

質問3 何か新しいことを発見することができましたか？

	1	2	3	4
(%)	50.5	43.9	4.1	1.5

すべての設問に対して「大変そう思う」と「大体そう思う」と答えた生徒の割合は全体の9割ちかくあるいはそれ以上を占めている。このことは、生命科学探究講座と同様に、授業内容に対する生徒の高い意欲と興味関心が読み取ることができる。

アンケートの自由記述の部分から生徒の意見を抜粋すると、「他人事のように思ってしまったので改めて地球人の一人として何ができるか考えていこうと思った。」「どんな目的で留学したとしても、自分の世界が広がり、自分について、また日本についても見直すことができると分かったし、日本について知るために勉強も必要だと思った。」など、新たに発見を自覚する生徒もいる。また、「アンケートでスコアがとても高くて自分は何に緊張、不安に思っているのかが、もっと興味を持ってました。」「映像が多く、とても分かりやすかったです。差別がなぜ起こるのかがよくわかりました。」など、アンケートや映像など具体的な資料の提供があり、それによる理解の深まりを感じることできた生徒もいるようである。

地球市民学という通常の授業からはイメージしにくい学問について、この講座を受けることで、普段の授業では得られない知識を得ることができ、さまざまな方面からのアプローチを通して、自分たちの生きている「地球」を多角的に見ることができたようである。さらに、そこから自分の考えを深めることで、日々の生活や学習への取り組みにも変化がおこることを期待したい。

(文責 大矢美香)



### 3-3-4 物理学探究講座

#### 1. 目標

学校設定科目であるSLPⅡでは、1年生で「自然と科学」の授業を行う。自然科学だけでなく、社会学、人文学など様々な観点から、論理的・多元的・批判的思考力を養成することで、科学的リテラシーの向上を目指した。そのため、SLPⅡでは、知的好奇心を喚起し、既存教科の学びに対する意欲を向上させることを目指している。そこで、ASPではSLPⅡより専門的な内容を扱うことにより、人間・自然・社会に関する深い科学的理解力を養成することを目指した。

本講義では、相対論、量子論により、今日、科学的に広く受け入れられている宇宙の誕生と進化が発展してきたことを学ぶ。

#### 2. 学習方法

物理学探究講座では、第1部で大同大学の齊田浩見先生に「相対性理論」、第2部で名古屋大学の南部保貞先生に「宇宙論と量子論」、第3部で愛知教育大学の高橋真聡先生に「ブラックホール」、第4部で名古屋大学の福井康雄先生に「観測的宇宙論」について専門的な講義を行う。

#### 3. 実践内容

第1部では、「相対性理論」について4回の講義をしていただいた。講義内容は、以下の通りである。この宇宙そのもの（ブラックホールなども含む）の姿や成り立ちを解明することは、現代物理学の大きな目標の一つである。そして、宇宙を研究し理解していく上で欠かせない物理学の理論に、特殊相対性理論と一般相対性理論がある。今回の講義で、特殊相対性理論を中心に解説していただいた。

○速く運動する人ほど時間がゆっくり進み（時間の遅れ）、その人の速さが光の速さに近づくほど時間の流れは止まっていく。

○一本の棒が速く運動するほど長さは短くなり（ローレンツ収縮）、棒の速さが光の速さに近づくほど棒の長さはゼロになっていく。

これらの現象を理解するために必要な数学は、直線と双曲線の方程式である。直線と双曲線の説明もしながら、特殊相対性理論の講義を進めていただいた。

第2部では、「宇宙論と量子論」について2回の講義をしていただいた。講義内容は、以下の通りである。現在の宇宙論によれば、我々の宇宙はある法則に従って膨張しており、その膨張則を（一般相対論を用いた宇宙の進化）表しているのがアインシュタイン方程式であると考えられている。様々な宇宙の観測事実をこの方程式がどのように説明するのかを学んだ。さらに量子力学を組み合わせることで宇宙そのものの始まりがどのように理解されているのかを学んだ。

第3部では、「ブラックホール」について2回の講義をしていただいた。講義内容は、以下の通りである。宇宙の「アリ地獄」とも言える「ブラックホール」について学んだ。ブラックホールが存在すると、その強い重力によって時空が歪められ、様々な不思議な現象が起こることを解説していただいた。ブラックホールはどのようにして形成され、どのように確認（観測）されるのかを学んだ。

第4部では、「観測的宇宙論」について2回の講義をしていただいた。講義内容は、以下の通りである。現代の天文学は、宇宙と生命の起源を探ることを目指している。南米チリの高地に設置した電波望遠鏡「なんてん」は、電波によって星が生まれるプロセスを観測し、「星と銀河の起源」を解き明かそうとしている。最新の観測で分かってきた宇宙の素顔を紹介していただいた。

また、宇宙に関して日頃疑問に思っていることに答えながら講義を進めていただいた。

(文責 大羽徹)

## 第4節 名古屋大学との連携による専門的な学び

### 3-4-1 名古屋大学との連携

非教員養成課程である名古屋大学教育学部の附属高等学校である利点を十分に活かし、SSH研究開発を実施している。また、教育学部とは合同運営委員会を開催し、双方に関わる議事・議題を審議する機関がある。しかし一番の特徴は附属学校が名古屋大学キャンパス内に位置し、教育学部までの距離も徒歩10分で行くことができる。教育学部には、教育学系と心理学系があり、本校がSSHで実践している教育カリキュラム開発は教育学系と連携し、評価に関わる研究は心理学系と連携を行っている。教育学部を中心に名古屋大学全体とも連携を緊密にとっている。具体的には、名古屋大学の「教育学部附属学校協議会」でSSHに関わるプロジェクトの企画を行う。中でも大学教員と宿泊をともにしながら答えのない課題に取り組む「中津川プロジェクト」は連携企画の中心となるものである。

名古屋大学は平成27年度から大学総長が、それまでの濱口道成総長から松尾清一総長になった。濱口道成総長時代の「名古屋大学からNagoya Universityへ」というスローガンは、「名古屋大学松尾イニシアティブ NU MIRAI 2020」に引き継がれた。それに伴い附属学校の役割も中期目標・中期計画では「国立大学の附属学校としての機能の点検と推進、大学の発展への活用」となり、より明確化された。また、事業計画としては「高大接続の推進、個別選抜方法の改革への取組」と「先進的な中等教育プログラムの推進、長期短期の留学生受け入れ数拡大による中等教育のグローバル化の推進」と具体化された。このような背景も本校のSSHにとっては高大連携を進める上で非常に大きな後押しとなっている。しかしながら、大学附属だからできるのではないかという声も耳にする。本校では名古屋大学との連携プログラムをもとに、高大接続名古屋大学モデルを策定し、その成果を地域を含む多くの高等学校に普及していくことを連携の目的にしている。

高大連携の具体的取組として、多くの附属高校生が参加する「中津川プロジェクト」「基礎セミナー」をはじめ、「生物臨海実習」「附属農場実習」「学びの杜学術講座」等がある。

SSH5年目になる今年度は、「中津川プロジェクト」に中学3年生も参加し、高校生に交じって大学教員との学びを行った。高校生のみ参加していたこれまでとは異なり、中学生が議論に積極的に参加することにより高校生の活動が活発化した。また、中学生にとっても課題研究を本格的に行う高校での導入となった。中高一貫校での特徴の1つである。

「基礎セミナー」では、名古屋大学の初年次教育の場で大学生と席を並べ、大学生と同じ課題に対して、大学生と対等な立場でレポートを発表し、議論に参加する。高等教育に接続する学びを高校生が経験することができる貴重な取り組みである。今年度参加した高校3年生の中には定期考査も大学生に交じって受講し大学生以上の評価を受ける生徒もいた。大学生と一緒に合宿に参加する生徒もいる。現在、基礎セミナーを終了した生徒は「修了証」をもらうことができるが、今後は「終了証」だけではなくAdvance Placementとして名古屋大学に入学後の単位として認めてもらう制度の確立を目指した取り組みを行う。

名古屋大学大学院理学研究科附属臨海実験所での「生物臨海実習」や名古屋大学大学院生命農学研究科附属農場での講演会・見学会は、初等中等学校での座学を基本とした学習では「教科書の中の出来事」でしかない内容を、実社会とリンクさせて考えることのできる内容に変化させる。臨海実習では参加生徒は多くの実験観察を実施する。そして、実験所の大学教員指導のもと磯採集をとおして、磯に生きる生物を観察し生態系についての学びを深める。また、教科書の写真ではよく見る「生物の発生」を参加生徒たちは実際に受精させるところから顕微鏡で観察し、生体へと変化していく過程を一晩かけて観察する。50分の授業では決してできない体験的な内容である。この取組では単に「生物の発生」の観察に留まるのではなく、生き物全般の「生命の神秘と生命の尊さ」に

ついて深く考えることができる。今年度は「さくらサイエンス」で招へいたしたモンゴルの高校生10名と引率教員1名も名古屋大学大学院理学研究科附属臨海実験所に引率した。モンゴルには海がないため、参加したモンゴルの高校生の多くは、海そのものや、海で生活する生き物の観察を通して日本の研究力の高さを経験することができた。「生物臨海実習」での疑問や関心を高等教育での学びにつなげている卒業生もいる。

### 3-4-2 中津川プロジェクト（高大連携教育プログラム）を実施

今年度も「高大連携教育プログラム（短期集中型）－中津川プロジェクト－」を、8月11日（火）から8月13日（木）の2泊3日、東海地区国立大学共同中津川研修センターにおいて実施した。

同プログラムは、名古屋大学教育学部附属学校協議会の企画によるもので、今回で7年目となり、今回も大学院教育発達科学研究科附属高大接続研究センターと共催し、研究センター長・研究員、附属学校教員及び附属高校同窓生を含む名古屋大学教育発達科学研究科の学生1名も参加して、附属中学3年生、附属高校1、2年生計17名を対象に行われた。

中津川プロジェクトは、高大連携教育プログラムとして「よむ・かく・みる・ふれる・ときはなつ」という学習テーマで実施し、高校の授業では体験することができない、大学教員によるロールプレイやグループワークなどの実技を取り入れた講義や実習が行われた。今年度は実験的に中学生の企画への参加を認め、高大連携プログラムの中学生への波及効果についても研究課題とした。

足立守博物館特任教授が担当した「みる」、「ふれる」、「ときはなつ」では、岐阜県南東部の多治見から中津川にかけての断層を観察し、鉱物（岩石）の多様性を学ぶとともに、中津川市鉱物博物館での体験や、博物館から研修センターまでの道のりを歩きながら、五感のすべてを使って付近の自然を観察した。



模擬診療の様子

安井浩樹医学系研究科寄附講座准教授、末松三奈同助教が担当した「みる」、「ふれる」では、「糖尿病について考える」をテーマに、糖尿病患者さんの治療と生活指導についてグループで話し合い、ロールプレイ（模擬診療）により患者へのアプローチの仕方について体験することができた。

根本二郎教授・経済学部長による「よむ」、「かく」、「ふれる」では、「需要・供給曲線を通して見る経済－東京オリンピック2020の経済効果を考える」をテーマに、1) 需要曲線とは何なのか。2) 需要曲線を描いてみる。3) 供給曲線とは何なのか。4) 経済効果（社会的余剰）を測る。5) 東京オリンピック2020の費用－どれだけ費用を負担しても良いと考えるか？消費者の満足度を測る。6) オリンピックは企業にどれだけの利益をもたらすか？ 計測事例の紹介等の項目について、グループワークを実施し、グループによるプレゼンテーションも行った。



「だまし絵を読み解く」授業風景

この他にも、木俣元一文学部教授・名古屋大学副総長による「みる」、「ふれる」、「ときはなつ」では、「だまし絵を読み解く」をテーマに ①「だまし絵」とはなにか？ ②いろいろな「だまし絵」 ③だまし絵とまちがえてしまうもの～トリックアート・錯視・アナ

モルフォーズ～などの課題にそって実際に作品を鑑賞し、ダリ、マグリット、ヘイスブレヒツ、エッシャーなどの作品を生徒が選んで気づいた点、面白いところ、画家が意図しているところなどについて、グループ討論を行い意見を発表した。

3日間の企画を通じて、普段聞くことのできない大学教員や大学院生の話を知ることができ、また、教科を超えた学問にも接することができ中・高生にとって学問への意識を深める機会となった。また、今回初めて参加した中学3年生も授業内容を十分に理解し、積極的に高校生の討論に参加することができた。今後の中津川プロジェクトへの中学生への開放の可能性を探ることができた。

### 3-4-3 名古屋大学初年次教育基礎セミナーに高校生が参加

「基礎セミナー」は、「初年次教育」、「文理融合」、「少人数のセミナー形式」の授業であり、「全学「知の探究のプロセス」と「学問の面白さ」を学ばせ、自立的学習能力を育成することを目標としている。この基礎セミナーに今年度も高校2年生12名、高校3年生3名の15名が参加した。SSHに関係あるテーマを見てみると「建築ドローイングを読む」「遺伝子を使うと何がわかる？何が出来る？」「東日本大震災と法」「特許に見るセンサ技術」「日常生活のフシギを科学で説明してみよう」「現代の「食」と「農」」「地球と生命の共進化と未来、光合成」「バイオテクノロジーの研究実態と産業化」「薬についての正しい基礎知識を習得する」「エセ科学に関する議論を通じて、科学的なものの見方・考え方を養う」「地球環境塾－里山の暮らしに学ぶ持続可能な社会」「「こころ」は遺伝子でどこまで決まるのか」、半期の大学の授業ではあるが、実際に大学生と一緒に学ぶことにより、大学の学問研究に対する理解が深まり、キャリア形成にも役立っていると言える。

(山田 孝)



### 3-4-4 生物臨海実習

#### (1) 目 標

科目「生物」で発生生物学の内容を学習する。自然相手の授業の設定の難しさなどから、資料集、視聴覚教材での学習にとどまりがちである。実物による学習を通じ、生命現象、自然に対する理解を深めることを目標とする。

#### (2) 学習方法

発生生物学、系統分類学、海洋生態学の3分野の現地学習

- ・期 間：平成27年7月30日（木）～7月31日（金）一泊二日
- ・場 所：名古屋大学大学院理学研究科附属菅島臨海実験所（三重県鳥羽市菅島町）
- ・引 率：本校教諭 西川 陽子、斉藤 瞳、湯浅 郁也
- ・指導スタッフ：理学研究科 澤田 均 教授 他
- ・参 加 者：高校2年生 生物選択者のうち8名

#### (3) 実践内容

##### 〈海産生物の採取と観察〉

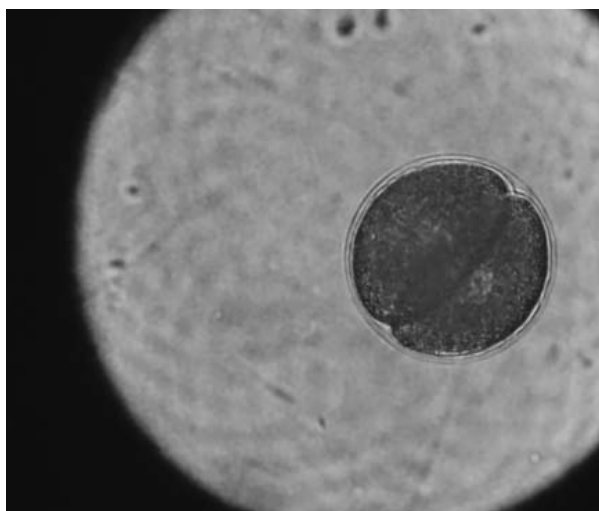
干潮時の磯において、各種海産生物を観察しつつ採取、分類、成体に関するミニ講義を受けながら同定作業。

##### 〈ウニの受精と発生過程の観察〉

受精及び初期発生に関するミニ講義を受けつつ、ウニの受精の様子、卵割の進行を観察。

##### 〈夜光虫の観察〉

実験施設前の突堤で、夜光虫の発光の観察及びプランクトン採集後、採集したプランクトンの観察。



#### (4) 成果と課題

今回の臨海実習への参加者は、昨年同様理科系を希望している生徒のため、海産生物の分類などにおいて講義を聞くだけでなく、自分たちで考えながら同定を行うことができた。

ウニは人工受精が簡単にでき、年間を通じて実験が可能な生物である。しかしながら、高校2年生時にウニの発生に関する学習を行っても、通常授業において実際に観察を行うことは難しい。そこで、自然に触れる機会が少なくなっている生徒たちにとって、通常授業では行うことが難しいウニを用いた観察・実験、潮間帯に生息する生物の観察・分類などを体験することができた。この体験は、貴重な体験であり、実際に目で見て、手を動かすという行動によって、教室で学んだ内容の理解をさらに深めることができ、生物の多様性に気づき、生命現象の不思議さを体験することができた。これは、我々の期待通りであり、実物による学習を通じ、生命現象や自然に対する理解を深めることができ、目標を達成できたといえる。

また、実習後に、磯採集で見つけた生物やウニの発生について、校内にてポスター提示をする機会をもうけたが、今後はさらにそれを発展させたいと思う。

(文責 西川陽子)

## 平成27年度 スーパサイエンスハイスクール生物臨海実習

- 日時：平成27年7月30日(木)～7月31日(金)
- 場所：名古屋大学大学院理学研究科  
附属菅島臨海実験所
- 内容：磯採集(海産動物の生態観察)  
ウニの受精・発生観察  
夜光虫観察 etc...

今年も7月30日～31日の2日間にわたり、1泊2日で生物臨海実習を実施しました。天気にも恵まれ、実験所のスタッフの指導のもと、磯の生物を自分の手で捕まえたり、ウニの受精、発生を自分の目で見、夜には夜光虫の観察をしたりと、菅島の自然を十分に満喫し、生命の尊さに触れることができました。

●引率教諭：西川陽子●

磯採集と  
生物観察



ウニの発生観察では、教科書や資料集でしか見たことのない発生の様子を、実際に見ることができて感動しました。こんなに何度も顕微鏡を使ったのは初めてで、実習が終わる頃には、ピントを合わせることに得意になって嬉しかったです。心化が見られなかったのは残念でしたが、動いている原腸胚を見ることができたのには感動しました。動き方が、思っていたものと全然違って、とても活発に動いていたのも印象的でした。卵に群がる精子の多さにもびっくりしました。

今回は、学校で学んで予備知識のある状態で実習に臨んだので、先生の話もとてもよくわかり、顕微鏡で見ても、ずっと頭の中に内容が入ってきました。一方で、動き方など新しく学ぶことも多く、とても充実した実習となりました。

●高校2年 参加生徒●

私が一番驚いたのは、一見あまり生物がいなさそうな海の岩をひっくり返すと、色々なものがくっついていました。見たことも、触ったこともない生物をたくさん発見できて、とても楽しかったです。

また、実習で一番重要なウニの発生観察では、教科書を見ているだけではわからない動きを見ることができました。残念ながら心化するところは見ることができませんでした。膜を破った後、回転するように動き回る様子がすごく可愛くて、ずっと観察していても全然飽きませんでした。研究室の先生の講義や映像を通して、さらに詳しく発生について学ぶことができました。

●高校2年 参加生徒●



H27年度参加メンバー

ウニの受精・発生観察



「こういうことを研究している人もいるのだ。」これが、今回一番感じたことです。菅島では、1つの事を追求する楽しさや、大変さを学びました。研究の成果が出たときは、楽しい気持ちになりますが、夜どんなに眠くても経過を観察しなければなりません。研究している生物だけでなく、顕微鏡の原理や英語など、幅広い知識があるからこそ自分の好きな研究ができるのだと思いました。また、研究には責任も伴っていることも学びました。今回私たちが見たウニだけでも、多くの命を犠牲にして研究に役立っています。そうした生物の命をいただいて研究をするのだということを改めて感じました。

そして何より、体験することや実際に見ることの楽しさを知りました。自分の目でしっかり結果を確認すると非常に印象に残ります。

また、大学院生の方との交流で、自分の視野がさらに広くなり、将来の目標を見つける機会となりました。

●高校2年 参加生徒●

### 3-4-5 附属農場講演会・附属農場見学会

学びの杜特別講座「名古屋大学附属農場講演会・見学会」を開催した。講演会の日時や内容は、以下の通りである。（講演概要の部分は、講演会のお知らせプリントの引用である）

日時：10月24日（土） 講 演：14：00～15：30

農場見学：15：45～16：30

講演テーマ：「いつも食べてるお米の話」

講 師：西内 俊策 先生（名古屋大学大学院生命農学研究科）

講演概要：

「日本には1000品種以上のイネが存在しており、「コシヒカリ」や「あきたこまち」といった有名な品種から、「亀の尾」や「銀坊主」といったほとんど耳にしたことのない古い品種まで、各地で沢山のイネが作られています。近所のお米屋さんに行くと、「森のくまさん」や「ゆめびりか」といった比較的新しい品種から、元々50年も前の品種でありながら根強い人気を誇る「コシヒカリ」まで、好きなお米を選べる素敵な時代になっています。今回は、そんな身近だけど奥の深いお米に少しでも興味を持って貰える様、その品種や味といった身近な話から、育種や日本のイネの今後といった難しい話について、幅広い分野から少しずつ話題を取り上げたいと思います。

新米の美味しい季節になってきましたので、一人でも多くの方がスーパーでのお米選びを楽しんでいただけるようになることを願っております。」

講演では、普段食べている米にも様々な品種があり、改良を重ねられていることを学んだ。これまでは、主に低い気温に耐えられるよう品種改良されてきたが、温暖化に対応するために、高温に対応できる品種の研究が行われていることも紹介された。

講演会後の見学会では、“鎌いらず”と呼ばれる、手で簡単に茎を折ることができる品種など、商業的な農業では見ることができない多様な品種のイネを見学した。また、長年に渡って、区画ごとに異なる肥料を与えている畑における白菜の生育状況の違いを観察することができた。これも、通常の畑では見ることができない光景で、生徒たちも興味を持って観察していた。また、生まれたての子ヤギを抱くなど、農場でしかできない貴重な体験をすることができた。

牛への給餌も行い、牛糞から肥料をつくる過程も見学した。飼育されている牛はすべてメスであり、農場で飼われている牛も数ヶ月後には、食肉として売られるという畜産業の流れの一端を学ぶことができた。自分の手からおいしそうに餌を食べている牛を、自分が食べることもあり得るという現実を学び、衝撃を受ける者もいた。ペットショップや動物園で接する動物とは異なり、食肉にするために飼育されている動物に接する機会が少ないため、これも生徒にとってよい機会となった。



## 第5節 課題を設定し、探究する力を育てる試み

### 3-5-1 生徒研究員制度

#### (1) 目標

アドバンストサイエンスプロジェクト（ASP）では、発展的であるのみでなく、先端的な科学研究に触れることができる。しかし、人数が20名以上であるために、観察や簡単な実験は取り入れることはできても、生徒たちのペースでじっくり実験を行うことは難しい。このSSH生徒研究員制度では、少人数の希望者を集めて、生徒たち自身が追究したい課題を設定して実験を行っている。先端的ではないかも知れないが、身近な疑問に根ざした課題を設定し、自分たちで実験方法を考えることで、問題を設定し、他者と協同して解決する力を育てることを目標としている。

#### (2) 学習方法

参加を希望した生徒が授業後に集まって実験や研究を行った。チャンドラセカールプロジェクト、数学プロジェクト、色素プロジェクト、スライモールド（粘菌）プロジェクト、ヒドラプロジェクト、相対論・宇宙論プロジェクトの6つのプロジェクトが研究活動を行っている。

実験を計画するところから生徒が行っているが、スライモールドプロジェクトでは、名古屋大学理学部の佐々木成江先生、数学プロジェクトでは、名古屋大学理学部多元数理の宇澤達先生、大沢健夫先生に協力していただいた。他のプロジェクトでも名古屋大学をはじめ他大学の先生方に協力していただいている。

校内の研究活動のみでなく、校外での発表も行っている。8月に大阪で開催されたSSH生徒研究発表会へは、校内選考で選ばれた数学プロジェクトが参加した。名城大学で行われたSSH東海地区フェスタでは、数学プロジェクトが口頭発表とパネル発表を行い、チャンドラセカールプロジェクト、ヒドラプロジェクト、色素プロジェクトがパネル発表を行った。

「あいち科学技術教育推進協議会 科学三昧inあいち」では、相対論・宇宙論プロジェクト、チャンドラセカールプロジェクト、ヒドラプロジェクト、数学プロジェクトが発表を行った。

相対論・宇宙論プロジェクトは、時習館SSHのイギリスへの派遣プログラムに選ばれた生徒を中心に探究しているテーマの他にも多くのテーマに取り組んでいる。これらの研究内容を物理学会Jr、天文学会Jrなど学会のJr部門でも多数発表の予定である。

各プロジェクトの代表生徒が12月12日から21日の日程で、ニューヨークのバード高校へ行き、英語による研究発表および研究交流を行った。

## 3-5-2 色素プロジェクト

### 1) 実践内容

色素プロジェクトが発足して今年で10年目となる。昨年度までは、ムラサキキャベツなどの植物の色素を中心に扱ってきた。今年度からは、蛍光色素を合成してその性質を調べるグループが中心となって研究活動を行った。

### 2) 成果と課題

SSH東海地区フェスタと文化祭の公開日にポスター発表を行うなど、校内外で発表を行った。12月にはニューヨークバード高校での発表に2名の生徒が参加した。すべての発表資料を英語に変える作業と、英語でスピーチ原稿を書くことにはかなりの時間がかかったが、貴重な経験となった。海難救助にも使われるフルオレセインについての発表であったため、バード高校の生徒も興味を持って発表を聞き、多くの質問が出た。

色素プロジェクトでは、身近な疑問に根ざした課題を設定し、自分たちで実験方法を考えて、実験を行ってきた。このため、生徒が主体的に活動することができるのであるが、一方で、発色の原理を詳しく測定することは手持ちの機器では不可能であるという限界もある。しかし、合成の条件や液性を変えることによって色が変わるという実験結果から、いくつかの考察ができるところまでは進めることができたので、今後も継続して実験を行う予定である。

### 3-5-3 Slime Mold Project

#### (1) 目 標

真正粘菌であるモジホコリの行動及び生態を研究しており、粘菌の様々なパターンにおける行動からその規則性を調べることを目標としている。

#### (2) 学習方法

粘菌を用いて、自分たちで実験計画を立てて研究を行っている。

#### (3) 実践内容

##### 1) 研究内容

栄養培地の違いによる実験



##### 2) 発表活動

- ①SSH東海地区フェスタ〈名城大学〉
- ②2015 Exchange Program With BHSEC〈ニューヨーク〉

#### (4) 成果と課題

粘菌を培養する培地は、以前は無栄養の2%寒天培地であったが、今年度はさまざまな栄養培地を用いて観察し、実験データの収集を行った。まだ、十分な実験データの収集ができていないため、引き続きデータの蓄積を行っていきたいと思う。

また、来年度は、這痕を採取し、培地に配置し、這痕の透明度により粘菌の反応が変わるかを調べる実験も行っていきたいと思う。

(文責 西川陽子)

### 3-5-4 チャンドラセカールプロジェクト

#### (1) 目 標

当プロジェクトは、主として物理系のテーマについて課題探求を行うことにより、課題の発見、研究計画の立案、研究遂行、成果の発表等、研究に関する能力の総合的な育成を目指している。

#### (2) 学習方法

課題発見能力の育成を特に重視しているため、プロジェクト固有のテーマは持っていない。参加生徒が提案した様々なテーマの中から、協議して研究テーマを決定している。

#### (3) 実践内容

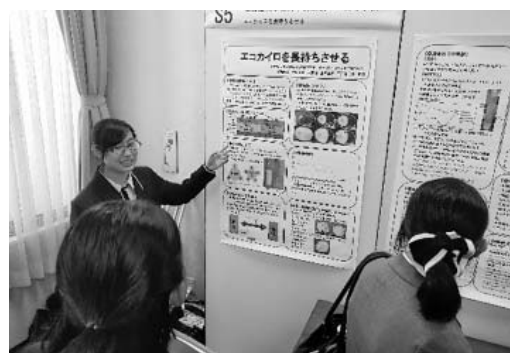
今年度は中学生のメンバーが20名を超えたため、中学生を3班に分けて活動した。扱ったテーマは、「人工イクラの固さ」「ラテックス液の凝固」「糸電話の限界を探る」「蚊取り線香の燃焼」「回転する輪ゴムにはたらく揚力」「長持ちするエコカイロ」等、各班1～2テーマであった。

高校生は継続して霧箱による宇宙線の観測に取り組んだが、今年度は磁場をかけて運動量を測定することに挑戦中である。

#### (4) 成果と課題

以上の研究は、「東海地区SSHフェスタ」(7月、名城大学)、「科学三昧inあいち」(12月、自然科学研究機構岡崎コンファレンスセンター)でポスター発表を行った他、高校生からは1名が愛知県立時習館高校のSSグローバル英国派遣生徒に選出された。

また、「長持ちするエコカイロの研究」と「宇宙線の運動量測定に適した霧箱の製作」は日本物理学会ジュニアセッション(3月、東北学院大学)においてポスター発表する予定である。



左：英国派遣代表生徒 右：エコカイロ いずれも「科学三昧inあいち」にて

(文責 竹内史央)



### 3-5-5 数学プロジェクト

#### 1) 活動内容

本校ではSSH以前から数学クラブがある。現在はSSHのプロジェクトの下、火曜日、木曜日、金曜日の朝8時から8時20分まで中高生20名ほど在籍している。今年度は中学生が多く、生徒たちの能動的な活動に工夫が必要であるが、常時10名ほどが活動している。

#### 2) 題材探し

数学クラブで、中学、高校生に対して適切な題材を生徒と一緒に探すことである。生徒の知識量に応じた内容でかつ、生徒が興味をひき、できれば未知な内容であることが大切であるが、なかなか見つからない。数学コンクール等で見受けられる問題の拡張などを行っているが、今年度は身近な素材を利用した研究が多くなった。

#### ○人間知恵の輪

5人以上の者が円を作って、お互いに隣り合わない者同士で手をつなぎ、適切なルールに基づいて1つの輪にできるかというゲームで、1つの輪となる確率を5人、6人、7人について確定させ、5人、6人については1つの輪にならない場合についての種類を特定した。



#### ○ソウマキューブについて

ソウマキューブとは、7つの立体のピースを $3 \times 3 \times 3$ の立方体に組む箱詰めパズルである。本来の立方体の作り方が何種類あるかは特定されているが、ピースの組み方の考察はあまりされていない。

もともとこのキューブは本校の図書館にあったものであるが、中学1年生が興味深く組み立てていたため、その組み立て方について考察した。



#### ○足してもかけても同じ分数

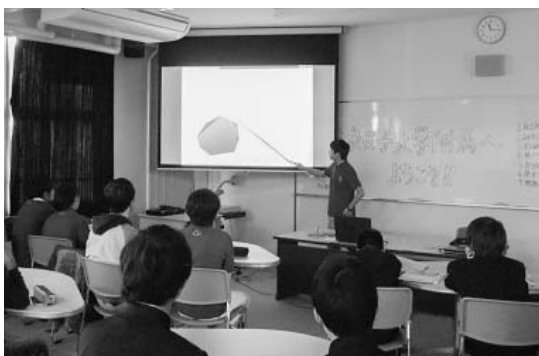
$a, b, c, d$ を1桁の0でない自然数とする。とき、 $b/a + d/c = bd/ac$ となるような整数( $a, b, c, d$ )の組がいくつあるかを探した。但し、 $b/a, d/c$ は既約分数である。方法は等式を変形し、不等式や素因数分解の性質を利用して全部で12通り存在することがわかった。この取り組みは中学3年生が取り組んだ。

### 3) 奈良女子大学附属中等教育学校 数学研究班との交流

11月1日(日)に奈良女子大学中等教育学校の数学研究班の生徒と本校の数学クラブの生徒が奈良女子大学附属中等教育学校で数学研究会を開催した。

奈良女子大附属中等教育学校はSSHで先進的な研究をされており、午前中はそれぞれのクラブ、研究会の紹介、研究内容の紹介、学校案内、午後はそれぞれの学校から問題を出題し、検討をする時間となった。

午前中から午後3時すぎまで、大幅な時間の延長を行い、会は盛大に行われた。2016年3月11日(土)には奈良女子大附属中等教育学校の生徒が本校に訪問予定です。



### 4) 最近の結果

平成25年度「すごい分数」で生徒投票賞を受賞

平成26年度「七面体の種類」でポスター発表賞を受賞。

平成26年度「七面体の種類」で日本数学コンクール論文賞、金賞受賞

### 5) 生徒の取り組みの変化

SSHを利用したさまざまなイベントを通じて、生徒たちは自分達で取り組んできた実践で、発表の機会を与えられることによって、目標が定まり継続的により取り組みが活発となっている。

特に、SSH研究発表会での全国的な交流だけでなく、奈良女子大附属中等教育学校との交流では、直接生徒たちとの交流がそれぞれのクラブの刺激となり、特定の生徒だけの研究から裾野が広がり、たくさんのグループができて研究が進むようになった。

また、数学クラブの部員以外でも日本数学オリンピックの挑戦など、能動的に数学に取り組む生徒が増え、受験勉強ではない、数学のおもしろさを理解した生徒が増えたことは特筆すべきことである。



### 6) おわりに

数学は物事を論理的に考えることをきたえるための、大変よい題材である。生徒たちは受験勉強としての数学の楽しみかたもあるが、このような“能動的”にわからない問題に対する取り組みのほが、ずっとわくわくし、楽しいものであることが多くの生徒に広まっていくよう、取り組み続けることが大切である。

(文責 渡辺武志)

### 3-5-6 ヒドラプロジェクト

#### (1) 目 標

生物の授業で長期的な生物の観察をおこなうことは非常に困難である。なぜなら、長期的な観察をおこなうためには生物を飼育するという条件や、時間の定まった観察等は授業で取り扱いが非常に難しい。また、授業でおこなう実験は、單元ごとに観察するターゲットになる現象が限定されており、生徒が自ら興味を持った現象を研究課題に設定し、自由に実験計画を設定することも難しい。

そのため、本プロジェクトでは「ヒドラ」という生物に興味関心をもった生徒を集めた。そして、自分たちでヒドラの生態や特徴を調べ、身の回りにあるものを使用して飼育方法や観察に工夫を凝らす事で、研究課題の設定と解決をおこなう力を育てることを目標としている。

#### (2) 学習方法

希望した生徒を集めて、ヒドラのこういった生態に興味関心があるかアンケートをとった。そして、興味関心が似ている生徒を少人数のグループにわけ、それぞれのグループの生徒たち自身で研究課題と実験計画をたてた。

#### (3) 実践内容

ヒドラは刺胞動物ヒドロ虫綱花クラゲ目ヒドラ科の生き物の総称であり、①無性生殖の一つ、出芽で個体数を増やす、②エサを触手でつかみ、刺胞という毒針をさす、③極端に水温が低下すると無性生殖の一つ、出芽ではなく雌雄どちらかに分化し、有性生殖をおこなう、④切断すると切断面から再生をする、ということがわかっている。野生のヒドラは湖沼に生息し、湖底の石や枯れ葉に付着して生息する。昨年度からの継続で、エサの量によって出芽数にどのような変化が現れるかの検討とエサとなるアルテミア（ブラインシュリンプ）の孵化率の検討を行っている。また今年度より新規にヒドラの移動について検討している。湖沼の底に付着して生息するヒドラであるが、環境の悪化から逃れるために水流に乗って移動することが分かっていた。しかし、水流の発生しないシャーレ内でも日によって移動していることがわかった。移動の様子を観察する為、連続写真撮影機を用いて撮影したところ、ヒドラが移動の様子を撮影することに成功した。今後の予定として、継続研究だけではなく、ヒドラの移動の検証方法の開発と各現象の定量的データの取得を目指す。

また、これらの発表を2015年7月に開催されたSSH東海フェスタ2015に参加し、ポスター発表をおこなった他、9月に開催された本校の学校祭で一般入場者に向けてのポスター発表をおこなった。12月に科学三昧in愛知の会場にてポスター発表を行い、来場者から様々な助言と指摘をいただいた。本グループでは、本校の高等学校に進学する中学3年生が非常に活発に活動しているため、次年度の発表に向けて準備を進めている。

#### (4) 成果と課題

本年度の成果は、生徒がヒドラという生物に関心を持ち、先輩たちが残した実験データをもとに新たな実験を試みる事ができたことである。その一方で、今後の課題としては継続的におこなっている長期的なデータ収集の継続と、次の世代に伝達する知識、実験結果の蓄積である。また、各グループ間での情報共有も課題として挙げられる。特に、効率よい実験方法・操作の共有は新たな実験を開発する上で必要不可欠と考える。

また、今後の活動で自分たちの研究成果、考察を発表する場に出る機会が想定されるが、「実験に携わっていない人でも、実験で何がわかったのか、発表を聴く事で理解できる」発表をするスキルの習得を更に目指していきたい。

(文責 齊藤瞳)

### 3-5-7 相対論・宇宙論プロジェクト

#### 1 実践内容

今年度、愛知県立明和高等学校と名古屋大学天体物理学研究室での生徒研究、特殊相対性理論を用いた研究、インターネット望遠鏡を用いた月の観測・解析の研究を行った。

#### 1-1 名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室での生徒研究（明和高校との共同研究）

テーマ：「なんてん」電波望遠鏡で観測したデータ解析

指導者：名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室

福井 康雄 教授

立原 研悟 准教授

佐野 栄俊 特任助教

日時：7月20日（月）13：00～17：00「電波天文学について研究室の見学」

21日（火）13：00～17：00「なんてん電波望遠鏡のデータ解析」

22日（水）10：00～12：00、13：00～17：00「観測データをもとに、分子雲の画像化」

24日（金）10：00～12：00、13：00～15：00「観測データをもとに、分子雲の質量計算」

場所：名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室



以下は、参加生徒の感想である。

4日間の体験は非常に貴重なものでした。高校生が大学の研究機関を訪れて、研究をさせていただけたことに喜びを感じています。

私は小学5年生の頃、宇宙のことに興味を持ち始めました。最初は中学受験用の天体についての本を読んだことがきっかけで、それから様々な天文学の本を買ったり、図書館で借りたりして、宇宙について沢山のことを知りました。しかし、実際宇宙の研究がどのようにされているのか、この数値はどのように算出されたのかなどの、本では知ることができない多くの疑問が浮かびました。

今回、NANTEN2で観測されたデータを読み込む装置とその研究室を拝見しました。とても興味深いものばかりで驚かされました。また、DS9とKVISというソフトを使って分子雲の解析をしました。普段使うことがないものに触れることができました。そして、何より私が抱えていた疑問の多くが解消されました。このようなことが将来できるよう頑張ります。

このような機会をありがとうございました。

（高校1年生 男子）

今回初めて、コンピュータを使って分子雲を観測するというところを行いました。私は身近にある星座ともいえるオリオン座を利用しての研究でしたが、誰もが知っている星座の中にたくさんの驚きと、新しい発見がありました。普段私は晴れていると、家の庭から星を眺めることが多いですが、眺めるときは、「今日は昨日より綺麗だな」と感じるくらいでした。しかし、今回の研究を通して、

本当は私たちが見ることができる星空の奥に、まだまだ興味深い世界が広がっていることを実感しました。

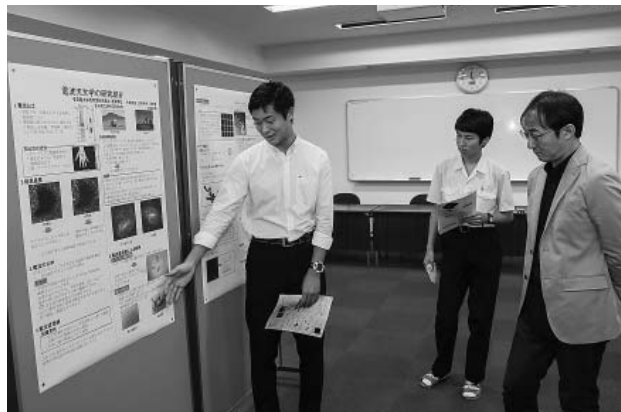
電波強度の等高線図は、昔、宇宙で起こった不思議かつ衝撃的な出来事の姿をとらえることができます。私はウェスターンド2の分子雲が以前、衝突したことがわかる等高線に魅了され、自宅で画像をコピーしてみました。コンピュータの画像ではなく、紙で見つめなおしてみることで、改めてその衝突した姿から分子雲の動きの面白さに興味を持つことができました。

宇宙は難解な謎で溢れかえっていますが、それでも多くの天文学者の方々に魅了し、また魅了され続け、歴史を刻みこんできたことには、ただ目の前に存在している不思議だけではなく、その奥にある不思議がその謎に魅力を秘めさせ、人々に突きつけてきたことにあるのではないかと感じられました。

今回の貴重な経験を次に生かし、さらにこの研究を大きく立派なものに上げていきたいと思えます。  
(高校1年生 女子)

○10月12日（月・祝）10：00～13：00「中間発表」

場所：本校第一会議室



○12月25日（金）科学三昧 in あいち 2015

会場：岡崎コンファレンスセンター

全体口頭発表 テーマ「分子雲の質量測定と星の誕生」

ポスター発表 テーマ「分子雲からのジェットについて」



○3月14日（月）日本天文学会 第18回ジュニアセッション

会場：首都大学東京南大沢キャンパス

ポスター発表 テーマ「分子雲の質量測定と星の誕生」

テーマ「分子雲からのジェットについて」

## 1-2 特殊相対性理論を用いた研究

昨年、特殊相対性理論を用いた研究でミュー粒子が平均寿命、平均速度のとき、大気圏上層部で生成したミュー粒子の地表到達確率を計算した。平均速度以外での地表到達確率を計算するために、今年、Belle Plusでミュー粒子の速度測定実験を行った。ここで得られた実験値とミュー粒子のエネルギーロスから全速度における地表到達確率を計算した。

○12月25日（金） 科学三昧 in あいち 2015

会場：岡崎コンファレンスセンター

口頭発表 テーマ「宇宙線が地表に届く確率」

○3月21日（月）2016年度 日本物理学会 第12回Jr.セッション

会場：東北学院大学泉キャンパス

ポスター発表 テーマ「宇宙線が地表に届く確率」

## 1-3 インターネット望遠鏡を用いた月の継続的観測・解析

テーマ「インターネット望遠鏡を利用した天体観測」

7月7日（火）16：30～18：30

指導者：表 實 慶應義塾大学名誉教授

場所：本校第一総合教室

慶應義塾大学インターネット望遠鏡が運営しているインターネット望遠鏡は、国内外の数箇所にインターネット経由で操作できる望遠鏡を設置し、それを結ぶネットワークを一般に無料で開放している。インターネット望遠鏡を利用した月の観測・解析の方法について、研究を行った。

観測経過日数と月の視直径・輝面比の変化を正弦曲線として最小2乗法を用い、近点月と朔望月を求めた。近点月は27.6日、朔望月は29.7日と算出できた。理科年表の値は、近点月は27.5日、朔望月は29.5日だったので、かなり良い精度で2周期を求められたと考える。また、月の離心率 $\epsilon$ は $\epsilon=0.0667$ となり、理科年表の値0.0549に比べて大きかった。

○12月25日（金） 科学三昧 in あいち 2015

会場：岡崎コンファレンスセンター

ポスター発表 テーマ「インターネット望遠鏡を用いた月の継続的観測・解析」

○3月14日（月）日本天文学会 第18回ジュニアセッション

会場：首都大学東京南大沢キャンパス

ポスター発表 テーマ「インターネット望遠鏡を利用した月までの距離・月の2周期の算出」

○3月21日（月）2016年度 日本物理学会 第12回Jr.セッション

会場：東北学院大学泉キャンパス

ポスター発表 テーマ「インターネット望遠鏡を利用した月までの距離・月の2周期の算出」

## 2 成果と課題

天文学の「研究」には正解はなく、新しい仮説を「証明」することは非常に難しいことを実感した。Wd2星団が分子雲衝突によって誕生したと考えているが、完全に「証明」できたわけではなく、違う意見の研究者もいる。いくつもの可能性の中から、観測事実と矛盾しない、最も可能性の高いものを提案した。明和高校との共同研究により、本校の生徒が他校の生徒と研究することは非常に議論が活発になった。今後も続けていきたいと考える。発表資料やポスターの作成時に他校の生徒との連絡手段について課題が残った。 (文責 大羽徹)

# 第4章 協同的探究学習を用いた サイエンス・リテラシーの育成

## 第1節 協同的探究学習を用いた授業実践の概要

### 1 目 標

現在、多くの中等教育の現場では、大学入試で効率よく得点するための指導が熱心に行われている。しかしながら、ドリル演習などで決まった解法を暗記することで身についた学力(「できる学力」)だけでは、問題の本質を理解することができない、あるいは未解決の課題に取り組むことができないといった限界もある。本校では、このような「できる学力」に対して、物事の本質を捉え、他者と協同しながら問題解決に向かうことのできる力を「わかる学力」と呼んでいる。「わかる学力」の向上は、本校が目的とするサイエンス・リテラシーの育成と一体のものであり、この力を身につけさせるために「協同的探究学習」を取り入れている。第2期のSSHでは、この学習方法をより多くの教科へと拡大し、その蓄積と成果の検証を行っていくことを目標に掲げている。なお、「できる学力」「わかる学力」という概念規定や「協同的探究学習」の方法論は、藤村宣之教授(東京大学大学院教育学研究科)によるものである。(藤村2012)

### 2 学習方法

藤村教授は、協同的探究学習の特徴を次のように説明している。(藤村2012)

- |   |
|---|
| 理念：意味理解、思考プロセス、協同的知識構成の重視                                     |
| 方法：① 限定した問題(解・解法・表現の多様性、日常性、テーマ性)<br>→多数派の子どもが多様にアプローチできる導入問題 |
| ② 個別探究時間の設定Ⅰ(思考プロセスの自己説明)                                     |
| ③ 多様な考えの発表と比較検討・関連づけ  |
| ④ 個別探究時間の設定Ⅱ(関連づけによる本質の理解)                                    |

実際の授業展開としては、授業者の発問を受けての個別探究→集団による探究→再度の個別探究ということになる。集団による探究の過程では、いわゆる形式的な協同学習を必ずしも用いなければならないというわけではなく、生徒がお互いの意見を聞き、その共通点や相違点を考えながら、知識を関連づけることで理解を深めるという学習過程を用意することが協同的探究学習の本質である。

(藤村2012) 藤村宣之『数学的・科学的リテラシーの心理学—子どもの学力はどう高まるか』  
(有斐閣、2012年12月)

### 3 実践内容

SSH第2期第4年次にあたる本年度は、昨年度の試みを継続、発展させることに務めた。教員相互による授業見学、藤村宣之教授や橘春菜助教(名古屋大学大学院教育発達科学研究科)による授業観察、その後の授業検討会を積極的に実施し、協同的探究学習が有効な単元や授業方法などの検討とそれによって明らかにされた基礎知見の蓄積に務めた。

### 4 成果と課題

協同的探究学習部会のメンバーを中心とした授業検討会を、数学科、国語科、理科、英語、技術、社会で実施した。いずれの授業においても、生徒が多角的な視野に立って深く考える機会が設けら

れていたが、時間不足のために、上記四角枠内の④個別探究の時間を十分にとることができないことも多かった。①と②は別の時間に実施してもよいが、③と④は同じ時間にできる方が効果的である。数時間に渡る教材の場合は、どこに区切りを入れるかも重要なポイントとなる。また、基本的な教科書の内容を扱う場合でも、“生徒がお互いの意見を聞き、その共通点や相違点を考えながら、知識を関連づけることで理解を深める”ことができる問いを一つ入れるだけで、生徒の理解度が増す。しかし、これらは、教員が、生徒の発言や感想から読み取っていることであり、まだ、短期間の変化を捉えたデータとしての蓄積が少ない。

これまで、継続的に協同的探究学習の成果を評価するためのテストを行いデータを蓄積しているが、そのデータは、半年、一年、経年、学年比較といったデータが中心である。これらの中・長期的な変容を捉えたデータとともに、各教科の重要単元における変容を測ることができる評価問題を作成し実施しているが、その有効性について検証し、改良を加えていくことが必要である。

## 第2節 各教科における取り組み

### 1 数学における実践例

#### (1) 高校1年生 数学 「必要条件と十分条件」

##### 1) 目 標

必要条件と十分条件の学習は、言葉の意味を習った後は、「 $x=2$ は $x^2=2x$ であるための条件をいえ」といった問題を演習して終わることが多いように感じる。数学の解答を書くうえで、今書いている条件(式)が必要十分条件なのか必要条件なのか十分条件なのかを認識することは非常に重要である。しかし式変形の多くが同値関係であるため、この重要性を認識しないまま数学を学んでいる生徒も少なくない。下の実践例では一見、必要条件・十分条件の分野とは関連のないような問題に取り組む中で、必要条件・十分条件の理解を深め、また有用性を感じさせることを目標とした。

##### 2) 学習方法

教科書の該当分野を概ね学習したのち、多様なアプローチが可能な「問題1」とその類題「問題2」を載せたワークシートを作成し、「問題1」で個別探究及び集団探究を行い、「問題2」で再度個別探究を行う。解法そのものだけでなく、どのように考えたかなどの思考過程を重視するために、各問題の後に《方針欄》を用意し、生徒の思考の内容がよりみえるように、また生徒自身が自分の思考を認識したりまとめたりしやすいようにしている。また、ワークシートの最後には【今回の授業で、考えたこと・気づいたこと・感じたこと】を記入する欄を用意し、その日の授業の中で行った、個別探究→集団探究→個別探究を振り返ることができるようにしている。

##### 3) 成果と課題

教科書の内容を学習した後、次にあげる問題に取り組ませた。

(問題1)  $a$ を非負の整数とする。 $X$ が整数のとき、等式  $X^2=12-2\sqrt{36-a}$  をみたす  $a$ の値を求めよ。

(問題2)  $x$ の2次方程式  $x^2+2px+3p^2=8$ について

(1)  $p$ を用いて、方程式の解を表せ。

(2)  $x, p$ が整数であるとき、この方程式の解を求めよ。

今回の実践は

[A] 問題1について一人で《方針》を考え記入し、【解答】を記入する。(5分)

[B] 問題1について付近の生徒と意見を交換し再度考える。(5分)



[C] 問題1について、複数(3,4名)の生徒を指名し考え方や解答を聴き板書し、それらをもとにそれぞれの考え方や解答に関連することや差異など考えさせ発言させる(20分)

[D] 問題2に一人で取り組む。(15分)

[E] まとめ(5分)

という予定で行った。

問題1の《方針》では、「 $\sqrt{\quad}$ の中は負ではないから $a$ は0以上36以下」「 $X$ が整数ならば $X^2$ も整数」「 $36-a$ は平方数」「 $X^2$ は12以下」等、多くの方針がでてきた。それぞれの方針に対する解答を示したあとで[C]として、それぞれの解法についての関連することや差異などを発言させた。

その中で、先ほどの「」にあるような絞り込みはすべて必要条件であるという言葉を引き出すことができた。また、必要条件で絞った候補のすべてが解にはならないことも共有することができ、十分性の確認についても理解を深めることができた。

一方で、数学Aで学習する“整数の性質”も未習の段階で取り組ませたため、「解の候補を考えましょう」といったヒントが必要であったことや、(問題2)については、2次方程式の解の公式を忘れていた生徒が多く、本来考えさせたい部分に行く前のところでつまづく生徒もみられた。

1年生の生徒にとって易しい問題ではないが、整数という予備知識を多く必要としない分野の問題を扱ったため、多くの生徒がしっかり取り組んでいた。解の範囲の絞り方が複数あることに生徒は面白さを感じているようであり、また、それらを教師ではなく同じ生徒が見つけているため身近に感じることもできたようである。今回は“必要条件で考える”というテーマをしっかりとち、生徒に自由に発言させながら、一方でそのテーマに近づくように教師側で誘導した。単なる協同学習で終わらないようにするためにも、1回の授業におけるテーマ(ねらい)をしっかり持つことと、生徒の多様な発言を受けて色々な対応ができる引き出しの多さが重要であると改めて感じた。

(文責 松本真一)

## (2) 高校2年生 数学Ⅱ 「微分」

### 1) 目標・ねらい

方程式の解の個数を求める問題を考え、様々な考え方で一つの問題をとらえることを学ぶ

○ 問1  $x^3+3x^2-2=0$  の実数解の個数を求めよ。

○ 問2  $x^3+3x^2-ax+2=0$  が異なる3つの実数解を持つような $a$ の範囲を求めよ。

協同探究において留意している点は、個別探究において全員が取り組むことのできる問題設定をする、という点である。問1は、因数分解を行う(方法①)、グラフを書く(方法②-1)、極値の正負を調べる(方法②-2)、 $y=x^3+3x^2$ と $y=2$ の交点の個数を求める(方法③)など多様な解法が存在する。また、答えを導くことは難しいが、(方法③)のアイディアの中には、 $y=x^3$ と $y=3x^2+2$ の交点を求める方法、 $y=x^3-2$ と $y=3x^2$ の交点を求める方法もある。(方法④)また、生徒のアイディアを大切にしているため、方針欄を設け、そこにキーワードだけでも記入するようにしている。方針欄があることで、計算ミスなどで答えが異なる場合や、その考え方では最終的に解答までたどり着かない場合でも、その生徒がどんな発想をしているかを知ることが出来る。

個別探究Iとして問1に取り組んだ後、なぜそのように考えたのかを自分の言葉で説明してもらい、多様な解法を関連付けるため協同探究を行った。その後、展開問題として問2に個別で取り組んだ。

### 2) 成果と課題

問1において、多くの生徒は(方法②-1)のグラフを書く方法で説明することができた。また、数学が得意な生徒の中には(方法③)を書いた者もいた。苦手な生徒も(方法①)を用いて、因数分解で答えを導くことが出来ていた。そこで、問2につながる解法として、(方法③)の二つの関数に分ける考え方に着目した。

協同探究において、解法と解法の関連付けを行う場合、注意している点は、その考え方は数学が得意な生徒だから発想できたのではないことを理解させることである。本授業では、(方法②)において実数解の個数を求めることは、方程式を $y=x^3+3x^2-2$ と $y=0$ の交点の個数を求めていることであり、(方法③)に対応していることの共通理解を促した。

また、(方法③)のアイデアの中には(方法④)もあるが、なぜ(方法③)の分け方が適しているかについても検討し、交点の座標を簡易に求めるためには、直線と曲線に分けて注目する必要があることを示した。

さらに、因数分解ができない問題も紹介し、(方法①)や(方法②-1)において、極値まで具体的に求めずとも解の個数を考えることができることを確認した。方法間の関連性や差異についてもクラス全体で検討し、生徒はそれぞれの方法を、自分なりの表現でまとめていた。

展開問題である問2では、多くの生徒が問1を活用して(方法③)として、 $y=x^3+3x^2$ と $y=ax-2$ の交点を求める方法で解を求めることが出来ていた。

また、方程式を適した形に変化させるのは整数問題でも有効な手法であるため、問3としてユークリッドの互除法を用いた問題を出題しても良いと感じた。(文責 都丸希和)

## 2 理科における実践例

### (1) 高校2年生 化学基礎 「化学結合と結晶」

#### 1) 目 標

化学結合と結晶のまとめを行い、化学結合のしくみ、結晶の種類、結晶を構成している結合、結晶の性質を理解する。また、身近な物質がどのような結合からできているかを理解する。

#### 2) 授業内容

- ①最初に各自のプリントにイオン結合、共有結合、金属結合の定義を書かせる。(個別探究)
- ②化学結合に関して学習した内容をクラス全体で復習する。化学結合の中に、水素結合や分子間力が含まれない理由をクラス全体で考える。(協同探究)  
イオン結合、共有結合、金属結合は、物質自体を構成する結合であるが、水素結合、分子間力は物質どうしの間の結合であることを理解させる。
- ③物質名や身近な物質の写真がついたカードを生徒に配付し、グループごとに分類作業を行う。
- ④各班の物質の分類の方法を発表させる。(協同探究)
- ⑤結晶の種類と特徴をまとめたプリントに各自で記入させる。(個別探究)

#### 3) 成果と課題

- ・分類用のカードには、物質名や写真しか書いてないため、最初のクラスの授業では、それらの物質の化学式を考えるまでに予想以上の時間がかかってしまった。そこで、次のクラスの授業からは、化学式を確認してから始めた。
- ・金属の単体は分類を間違える班がなかったが、共有結合とイオン結合の違いは、化学式がわかっても、成分元素が金属元素か非金属元素かを見分けるのに時間がかかった。
- ・極性の有無については、教科書に図が載っていない分子も扱ったため、その分子の構造が分からないために、有無を判断できない生徒が多かった。これらのことを考えると1時間では足りない企画であった。
- ・生徒の感想を見ると、理解力が高い生徒は、「結合の分類がよくわかった」といった感想を書いているが、理解度が低い生徒にとっては、「何を基準に分けているかわからない」という事態になってしまった。来年度行う場合には、事前に時間をとって、実践内容の②の段階までのクラス全体の理解度を確認する必要がある。そのことによって、既有知識を使って身近な物質の結合を見分

け、化学結合についての深い理解を得られる生徒が増えると考えられる。

- ・身近な物質の結合を見分けられるようになることによって、様々な物質の結合に対する興味が深まり、物質を目にしたとき、どのような化学結合をしているのか考える力がのびると考えられる。

## (2) 高校2年生 化学基礎 「化学反応の量的関係」

### 1) 目 標

化学反応の量的関係を理解することは、化学を学習する上で基盤となる重要な単元である。化学反応の量的関係を理解するためには、化学反応を化学反応式で表し、その係数が物質質量（個数）の比であることを理解する必要がある。また、質量、個数、物質質量、体積、質量パーセント濃度、モル濃度といった物質の量や濃度を表す単位の意味を理解し、相互換算できるようにする。

### 2) 授業内容

化学反応の量的関係の単元を学習する前に、以下の課題1と課題2に取り組みさせた。次にこの単元を学習後に課題3を加えて取り組みさせた。（個別探究）生徒にその事前・事後の2枚の課題プリントを返却するときに、生徒が書いた課題の一部を教材として配付し、比較検討を行うことによって理解を深めた。（協同探究）さらに、添削した課題を他の生徒の記述と比較しながら見直すことによって各自で振り返りを行った。（個別探究）

**課題1** 「1 Lの窒素と3 L水素を反応させるとおよそ2 Lのアンモニアが生成する。この理由を図を書いて説明しなさい。ただし、反応前後では温度と圧力は同じである。」

**課題2** 「窒素と水素からアンモニアを合成する反応を使って、量的関係を問う問題を作ってください。作った問題は、自分で解いて答えを出すこと。①簡単な問題と②難しい問題を1つ以上ずつ書くこと。難しい問題については、簡単な問題に比べて難しい問題であると考えた理由を書くこと」

**課題3** 「化学反応式を1つ書いて、その反応を使って量的関係を問う問題を作ってください。作った問題は、自分で解いて答えを出すこと。①簡単な問題と②難しい問題を1つ以上ずつ書くこと。難しい問題については、簡単な問題に比べて難しい問題であると考えた理由を書くこと」

### 3) 成果と課題

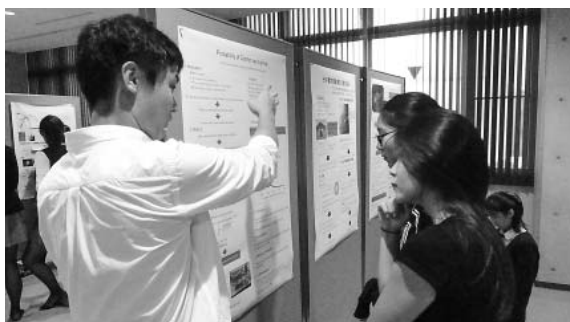
- ・課題1に関しては、事前に比べて事後になると、説明がまったく書けない生徒がいなくなった。全員が自分なりの説明を試みていたが、前提となるアボガドロの法則を用いずに、反応式の係数比は体積比と一致するという結論のみを説明したものも多かった。
- ・学習後の課題3に関しては、アンモニア合成以外の反応を用いた問題を作るように指示したところ、生成物が液体や固体であるにもかかわらず、係数から体積を求める問題を作った生徒が少なからずいた。
- ・一方で、温度が変化した場合の体積を求めるというまだ未習の難度が高い問題、水素や窒素の値段と関連させたユニークな問題もあった。
- ・反応物に過不足がある問題と単位換算が多い問題を難しい問題の欄に書く生徒が多く、生徒たちがどのような問題を難しいと捉えているかを把握することもできた。
- ・条件が足りなくて解けない問題や、自分で作ったものの解答が書けない生徒もいたため、添削して、返却した。
- ・課題において参考になる説明や問題を生徒の許可を得て名前入りで教材として配付したため、興味深そうに見て、自分のプリントと比較していた。クラス全体で共通点や相違点を考えることによって化学反応の量的関係を深く理解する機会となった。
- ・今後は評価の観点の修正を行い、事前・事後の比較を行うことによって、生徒の理解度を把握し、授業に生かしていく予定である。

(文責 石川久美)

## 第5章 国際的な取り組み

### 概要

平成26年度名古屋大学がスーパーグローバル大学（SGU）に採択された。名古屋大学SGU構想には当然附属学校も関わっている。本校には毎年海外からたくさんの高校生や研究者が訪問する。以下の表は平成28年1月31日までに本校を訪問した海外からのゲストの数である。本校を訪問した海外からのゲストの多くは、本校が主催する名古屋大学キャンパスツアーに参加する。このキャンパスツアーでは、名古屋大学の研究施設やG30プログラムを訪問する。本校を訪問した海外の高校生の中には、母国の高校や大学を卒業後、名古屋大学で研究を行う生徒もいる。また、大学キャンパスツアーだけでなく、本校の通常授業に入り、本校の中高生と一緒に授業を受ける。本校の授業は「協同的探究学習」を行っているため、海外からの高校生が参加したとしても無理なく授業を行うことができる。授業後には、SSH「生徒研究員制度」にも参加し、実験や観察を一緒に行う。また、SSH生徒研究員制度での研究成果を本校生徒が英語で発表し、海外からの高校生とディスカッションを行う。



（さくらサイエンスで本校を訪問したモンゴルの高校生に生徒研究員生度研究成果を発表する生徒たち）

（平成27年度1月末までの実績）

時期	国名	外国人生徒(学生)数	外国人教員数	関係機関等
5月	アメリカ	1名	2名	AFS 1年長期留学生
6月	台湾	18名	2名	愛知県観光協会
7月	モンゴル カナダ	1名	2名	新モンゴル高校 AFS 3ヶ月留学生
10月	イタリア等6カ国 アメリカ ベトナム イギリス モンゴル	18名 10名 19名 8名 10名	2名 6名 1名	AFS 名古屋大学 名古屋大学 名古屋大学 新モンゴル高等学校
11月	モンゴル マレーシア アメリカ	10名	1名 1名 1名	さくらサイエンス 名古屋大学 AFS
12月	インドネシア フィンランド	24名	2名 4名	名古屋大学 名古屋大学
1月	シンガポール	15名	3名	名古屋大学
3月	アメリカ	10名	3名	SSH

## 5-1 米国BARD HIGH SCHOOL EARLY COLLEGE（以下BHSEC）との研究交流

12月12日から21日までの日程で、生徒10名がBHSECとの研究交流に参加した。参加生徒は、相対論・宇宙論プロジェクト、スライムモールドプロジェクト、ヒドラプロジェクト、色素プロジェクト、チャンドラセカールプロジェクトと物理選択生から選考した。

生徒研究員制度のプロジェクトは日頃の研究成果を発表し、科学プロジェクトは「ペルチェ素子」について発表した。6つの発表とも、パワーポイントの資料をプリントとして配付したことも助けとなって、およその内容は伝えることができるまで上達することができた。このため、すべての発表において質問が出た。すぐに質問に答えられる生徒もいたが、質問内容を理解できず、BHSECの先生に質問内容を言い直してもらった場面もあった。

ホストファミリーの生徒と一緒にBHSECの授業にも参加し、化学や物理の実験にも参加することができた。すべての授業が20名以下で行われ、教員が説明や指名するのではなく生徒が活発に質問することで進める授業を体験し、多くの生徒が以下のような感想を書いていた。

「生徒がただ授業を聞いているのではなくおのおのが発言をして自分の考えを言い合っていました。その中ですべてを聞き取り理解するというのは難しかったのですが大体は理解することが出来ました。日本では自発的に発言をすることが少ないため、あまり見られない光景で新鮮でした。」



ヒドラプロジェクトの発表



BHSECの化学実験に参加

自然史博物館の見学では、サイエンスライターの方にバックヤードも案内していただき、展示されていない膨大な化石や羽毛の生えた恐竜のモデルの製作現場を見ることができた。最新の研究によって、ユウティラヌスは全身羽毛で覆われていたということが分かったため、新たに模型を作っている現場である。このユウティラヌスはティラノサウルスよりも約6000万年前にいたティラノサウルスの祖先であった。このことから、ほとんどの肉食恐竜が羽毛で覆われていた可能性もあり、今まで考えられていた恐竜の外観を大きく変える発見である。このため、生徒も非常に興味深く見学していた。

スタローンキャタリングガンセンター（Memorial Sloan Kettering Cancer Center）の見学では、最初に研究内容を説明していただいた後、実験の演示を見学した。蛍光色素でマークした遺伝子の割合を即座に測定する様子を見ることができた。



自然史博物館のバックヤード見学



スタローンキャタリングガンセンター見学

研修最後の生徒のレポートには、次の生徒のように視野の広がりについて書いている生徒が多かった。

「日本もたくさんのいいところがあると思いますが、僕は今回アメリカへ研修に行って、海外もたくさんのいいところがあるということを知ることができ、視野がとても広がったと思います。また、日本も見習うといいなと思うところもたくさんありました。」

また、次の生徒のように、自分の英語によるコミュニケーション能力を見直し、言いたいことが明確であれば不完全であっても伝わるという重要な部分に気づく生徒もいた。

「プレゼンテーションではスムーズに言いたいことを伝えられ、質問に対しても言いたいことを何とか英語にすることが出来ました。原稿は意識せずただ伝えたいことを話せたことは自分でも驚きました。」

今回の海外研修、準備期間も含め自分の英語でのコミュニケーション能力がどれほどのものかについて知ることが出来ました。自分の英語でのコミュニケーション能力は確実に向上したと思います。最初は語彙力のなさなどから伝えたいことが伝えられないかもしれないという不安がありました。けれどもいざ実際に使ってみると的確に伝えられない場面もありましたが、大方伝えたい事を伝えられたということは嬉しかったです。特に言いたいことが明確な場合は単語が思いつかなくても言葉に詰まることなく、何とか言葉をつなぐことが出来ました。語句も滞在中に確実に増え、表現の仕方も増え英語のコミュニケーション能力が向上したので今回の海外研修は私にとってとても有意義なものとなりました。今後は語彙力を向上させさらに英語で話せるようになりたいです。」

3月には、BHSECの生徒が来て科学に関する発表を行い授業に参加する予定である。この交流を通して、プロジェクトの研究を深めるだけでなく、視野を広げて海外にも発信しようとする向上心を育てていきたいと考えている。

次ページに掲載するパネルは学校公開日にこの研究交流の取り組みを紹介するために作成したものである。

## 平成27年度 SSH米国ニューヨーク海外研修

日時 ● 平成27年12月12日(土)～21日(月) (8泊10日)

研修先 ● NY Bard High School Early College(BHSEC)・アメリカ自然史博物館 etc

参加者 ● 生徒10名 (色素プロジェクト、チャンドラセカールプロジェクト、スライムモールドプロジェクト、  
相対論・宇宙論プロジェクト、ヒドロプロジェクト、Joint Science Project) ・引率教諭2名



目的

日頃行っている生徒の研究成果を、同世代のアメリカの高校生に英語でプレゼンテーションすることによって、生徒の国際性を高め、英語運用能力の向上を図ります。また、日米共通テーマに基づき、日米双方の高校生が自国で実験研究した内容をそれぞれ持ち寄り、発表・議論を行う内容のJoint Science Projectを実施します。これにより、グローバルな視点に立ってサイエンスを体感することも目的としています。

### 研修の日程・内容

日程	地名	時間	実施内容
12月12日(土)	中部国際空港発 ニューヨーク(JFK空港)着	8:25 (成田乗り継ぎ 成田発11:10) 10:05	入国手続き後、ホストファミリー宅へ
12月13日(日)	ニューヨーク市	終日	Orientation in NY グランドセントラルターミナル等
12月14日(月)	ニューヨーク市	Life at BHSEC 8:00 9:00 16:00	Bard High School Early College(BHSEC)集合 理科・数学の授業等に参加 研究発表のリハーサル
12月15日(火)	ニューヨーク市	The American Experience 8:00 16:00	Bard High School Early College (BHSEC)に集合 エリス島等見学 BHSECにて日本文化の紹介
12月16日(水)	ニューヨーク市	Science in NY 8:00 16:00 18:00	Bard High School Early College (BHSEC)に集合 アメリカ自然史博物館 見学 研究発表のリハーサル BHSECウインターコンサート
12月17日(木)	ニューヨーク市	Science in NY 8:00 9:00 11:00 16:00	Bard High School Early College (BHSEC)に集合 理科・数学の授業等に参加 メモリアル・スローン・キャタリング癌センター 見学・講義 研究発表のリハーサル
12月18日(金)	ニューヨーク市	Attending classes at BHSEC 8:00 9:00	Bard High School Early College(BHSEC)集合 理科・数学の授業等に参加 名大附生徒による研究発表
12月19日(土)	ニューヨーク市	終日	Family Time
12月20日(日)	ニューヨーク(JFK空港)発	12:15	空路、中部国際空港へ (成田乗り継ぎ 成田発18:25)
12月21日(月)	中部国際空港着	19:40	解散

### 研修のPoint

#### ①NY Bard High School Early College(BHSEC)

生徒研究員制度として取り組んでいる研究内容について英語で発表し、その内容について日米の生徒間で討論する。  
また、BHSECの授業に出席しBHSEC生徒と一緒に授業を受けることで、米国高校生の考え方の根幹にあるものを探る。

#### ②アメリカ自然史博物館

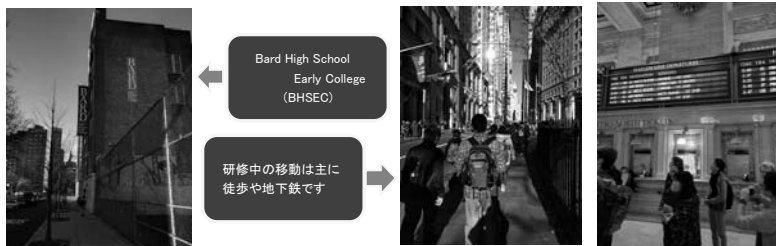
博物館研究員のもと、一般では入場できない博物館資料収納室を見学し、サンプルを実際に手に取り観察するとともに、研究に関しての話を聞く。また、館内を見学し、地球の成り立ちや岩石の生成、恐竜の骨格などについての知識を深める。

#### ③メモリアル・スローン・キャタリング癌センター

最前線で活躍する研究者から、腫瘍学や老化のしくみに関する講義を受け、質疑応答を行う。

#### ④BHSECの生徒に日本の紹介を行い、日米文化交流を実践する。

#### ⑤米国でのホームステイを経験することで、米国文化に根付いている文化や考え方を体感する。



◆アメリカ自然史博物館◆

展示物の製作現場に行って最新研究を見ることができたのは良かったです。恐竜には羽毛がついていたということを知ることができました。研究の発展を進めるDNA解析の研究室、化石の保管場所も見ることができました。製作までの一連の流れを初めて理解し、様々な人が関わって一つの展示作品になることを実感しました。

●高校1年男子●



一般に公開されている場所で一番おもしろかったのは、inside bodiesです。食べ物を与えていって何%健康に良いかを考えるゲームが楽しかったです。

●高校1年女子●



バックヤードツアーの様子

数ヶ月後に公開される予定の展示物を見せてもらった。恐竜には最近、羽毛がついていることが発見されたため、羽毛のある恐竜の模型を作っていた。ユウチライヌスという中国で見つかった恐竜で、とてもリアルだった。ただ、公開前なので写真は撮れなかった。DNAの研究所にも行き、研究の様子を見せてもらった。最後にマンモスやマストドンの化石を見た。1フロアすべてに化石が置いてあり、まだほんの一部ではないそうだ。

●高校2年男子●

この博物館は、映画『ナイトミュージアム』の舞台にもなっており、大変有名な博物館です。とても規模が大きく、動植物の模型や恐竜の骨格標本、様々な鉱石や文化・民族に関するもの、またプラネタリウムなど天文学に関するものも展示してあります。1日では全て見てもまわれないほど大きな博物館です。

また今回は、博物館の裏側の展示物を作る部屋や化石を保管しておく倉庫など、たくさんの場所を見学させていただきました。さらに博物館の中の研究所も見せていただきました。そこでは、化石から動植物のDNAを抽出し、それについて研究していました。僕は、博物館の中の図書館で見せていただいた図鑑が1番印象に残っています。かなり昔に作られたものなのにとても色鮮やかに描かれていて感動しました。

●高校2年男子●

◆メモリアル・スローン・キャタリング癌センター◆



最初に免疫や細胞など、癌センターで研究していることについての講義がありました。その方は大変有名な先生だったそうです。とてもわかりやすく教えてもらいました。講義の後は、研究所の中を案内してもらいました。ビルまるごと研究所になっているらしく、規模が大きかったです。また、とても大きくて高性能な機械もあり、その機械を使った実験を見たのですが、瞬時にデータが出ていたのですごく良かったです。

●高校2年男子●



はじめに、ここで研究をしている先生に、研究についての講義をしていただきました。その他にも、DNAのしくみや癌細胞のしくみについて教えていただきました。

次に、研究所の中を案内していただきました。研究所内にはたくさんの種類の機械があり、とても広くおもしろかったです。また、簡単な実験も見せていただきました。

●高校1年女子●



◆Bard high school early college(バードハイスクール)にて◆

学校の代表としてニューヨーク海外研修に行かせていただいた中で最も強く感じたことがひとつある。それは日本という狭く苦しい環境に置かれすぎた私たちの未熟さだ。

一週間アメリカの学校に通って、いくつか授業に参加してみたのは、生徒の授業に対する関心・意欲・態度が日本とは違いすぎるからだ。クラスの雰囲気は常に明るくて、意見は次から次からへと溢れかえるようになってくる。ひとつの意見に対して賛成だと感じれば個々の机をトントンと叩く。先生を中心に議論の輪は次々と広がっていく。自分が持った意見を心の奥底に閉じ込めてしまうのではなく、とことんさらけ出していくその姿に、憧れと悔しさを感じた。彼らが口論になりそうになるほど意見を飛び交わせて互いを高め合うことができるのは、自己責任という名目の上で成立した自由や自立しやすい環境が影響していると思う。校則が自由だとか、そういうことではない。身も心も一回り大人だから見られる世界があるのだ。真の自由を愛し、互いの違いを受け入れて世界を支え合う文化そのものが反映されている。

●高校1年女子●



まず学校に行って驚いたことはホームルームを持たないことです。生徒が授業ごとに移動して授業を受けています。生徒が受ける授業をすべて選択し、それをもと各自が自分自身の時間割を決めているようで、全員同じ授業を受けることが少ないのでそのような感じだと思います。特に驚いたのは授業の様子でした。私が受けた英語の授業がそうであっただけなのかもしれませんが、討論会のようなものでした。生徒がただ授業を聞いているのではなく、自分の考えを言い合っていました。その全てを聞き取り理解するのは難しかったです。大体は理解することが出来ました。日本では自発的に発言をすることが少ないため、あまり見られない光景で新鮮でした。板書も特になく、ある部分についての解釈について生徒が次々と意見を言い合い、最後に先生が軽くまとめて次に進む授業でした。けれども後から見直すことが出来るため、板書はあった方が良くと思います。

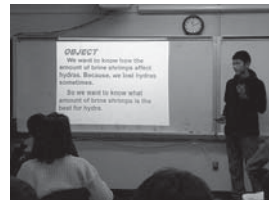
●高校2年男子●

ニューヨークでの滞在中はホームステイのため、もちろん英語でホストファミリーと会話することになります。出発前は英語力にあまり自信がありませんでしたが、スムーズに思いを伝えることが出来る場面も多くあり、嬉しかったです。例えば、日本の学校の様子について写真を交えてホストファミリーに紹介したりと、色々話することができました。また、プレゼンテーションでは言いたいことを伝えることができ、質問に対しても何とか英語で答える事ができました。原稿は意識せず、ただ伝えたいことを話せたことは自分でも驚きました。

●高校2年男子●

科学の研究発表では、BHSECの生徒たちは皆興味を持って聴いてくれて、たくさんの質問を受けたのでうまくいったと思います。科学を通してアメリカの高校生と交流することができ、本当に良かったです。

●高校2年男子●



■研修を終えて■

今回の海外研修、準備期間も含め自分の英語でのコミュニケーション能力がどれほどのものかについて知ることができました。自分の英語でのコミュニケーション能力は確実に向上したと思います。最初は語彙力のなさなどから不安がありました。的確に伝えられない場面もありましたが、ほぼ伝えたい事を伝えられたので嬉しかったです。特に言いたいことが明確な場合は単語が思いつかなくても言葉に詰まることなく、何とか言葉をつなぐことができました。語句も確実に増え、表現のしかたも学び、英語のコミュニケーション能力が向上したので、今回の海外研修は私にとってとても有意義なものとなりました。今後は語彙力を向上させ、さらに英語で話せるよになりたいです。

■高校2年男子■

今回は、初の海外だったので、本当に新しい発見がありました。日本もたくさんのいいところがあると思いますが、今回アメリカに行って、海外にもたくさんのいいところがあることを知り、視野がとて広がったと思います。また、日本も見習うというところもたくさんありました。海外に興味を持つことができ、また海外に行きたいと思いました。

■高校2年男子■



僕はこの研修を通してたくさんの経験をしました。今までの常識も知識も通用しない世界があることも知ることができました。また、そんな世界で努力することが、自分の力になると感じることができました。相変わらず英語はできませんが、この経験が自分に力を与えてくれました。

■高校1年男子■

# 第6章 資料

## 資料1

### 平成27年度 第1回SSH運営指導委員会議事録

- (1) 日時 平成27年11月17日(火) 11:30~14:30
- (2) 場所 名古屋大学教育学部附属中・高等学校 第1会議室
- (3) 出席者 (敬称略)

#### 1. 運営指導委員

足立 守 名古屋大学PhDプロフェッショナル登龍門 特任教授  
安彦 忠彦 神奈川大学 特別招聘教授(名古屋大学名誉教授)  
中谷 素之 名古屋大学大学院教育発達科学研究科 教授  
藤村 宣之 東京大学大学院教育学研究科 教授

#### 2. 学校評議員(学識経験者)

稲垣 康善 名古屋大学名誉教授  
高味 修一 名古屋大学教育学部附属中・高等学校 同窓会会長

#### 3. 本校教職員

校長、副校長、運営委員、研究部員、専門職員、SSH事務員

### 1. SLPⅡ「自然と科学」について(曾我)…授業見学

- 高1・高2で行うSSH科目。違う教科の教員によるティームティーチング(TT)。生徒が主体的に参加できる授業で、色々調べて発表するということを主とする。テーマによっては合同授業を実施する教科横断的な形態をとっている。
- 高大連携という特色もあり、大学の先生の講義を受講したり施設を見学したりという形で連携をはかっている。
- 成果としては、生徒は「科学的に考える」姿勢・方法の獲得に役立ち、教員は教材開発に役立つ。またE-learning教材の製作等に向けての高大連携も進んでいる。これらを進めて、各教科へ成果を還元すると共に、今後のSSHプログラムに応じた開発をしていく必要がある。

### 2. 学校長挨拶(植田)

SSHがスタートした時から、理数特化ではなくあえて人文社会も含めた「サイエンス・リテラシー」を生徒の力として育成したいと考えてきた。また、SSHは高校のプログラムではあるが中高一貫校なので、中学生から参加できる方法を取り入れ組み立てた。本校ではSSHの枠内で理数系のプログラムと人文社会的なプログラムの両方行ってきたが、SGHにもトライし、今年度はSSHとSGHの両方で展開できることになった。

### 3. 研究報告

#### ①5年次報告(三小田)

- 第2期SSHの目標は、「理解力」「思考力」「表現力」「問題を設定し、他者と協同して解決する力」の4つの力を育成すること。中心となるのが「協同的探究学習」で、中1~高3まで文系教科理系教科を問わず授業の中に組み入れてきた。その学習成果については多面的評価をする。
- SSH教科としてはSLPⅠ・SLPⅡ・ASPを設定。SLPⅠは中学2年・3年を対象で、幅広い知

識や広い関心を得ることを目的としている。SLPⅡは、高校1年で「自然と科学」、高校2年で「共生と平和（地球市民学）」を行っている。SLPⅠ・SLPⅡで興味関心を持ったことを更に伸ばしていきたいという意欲のある生徒が、選択制ではあるが大学の先生に直接講義を受けるASPに参加する。

- 高大接続プログラムとして、「中津川プロジェクト」や、大学1年が参加する「基礎セミナー」に本校の生徒が参加し大学生と学びを共にする。
- 生徒研究員制度として、第1期は色素プロジェクトが中心であったが、第2期からは、粘菌プロジェクトをはじめとする5つのプロジェクトが新たに加わった。
- 研究した成果を、海外の高校にて英語で発表しディスカッションする国際プロジェクトも展開している。

### ②SSH NY研修報告（三小田）

- 第2期からSSH米国ニューヨーク研修をスタートした。
- 毎年12月中旬8泊10日の日程で生徒10名を教員2名が引率し、ニューヨーク（NY）のマンハッタンにあるバードハイスクールアーリーカレッジ（BHSEC）にて、生徒研究員制度で活躍している子ども達が英語による研究発表を行う。
- スローンキャタリング癌センターを訪れ、研究員から英語で説明を受ける。BHSECの生徒も一緒に行くこともある。また、アメリカ自然史博物館では、研究者にバックヤードも案内してもらい、保管物や研究内容の説明を受けている。
- 3月にはBHSECの生徒が10名本校に来て、共同研究しているテーマについての発表などを行う。

### ③教育評価の報告（大羽）

- 第2期SSHの評価としては、全体目標に対しての評価を行っている。アンケートは91項目ある。本校の設定する4つの力がついたかどうかのアンケート項目は、それぞれに対して11項目ある。
- TIMSSの理科についてのアンケートも導入し、昨年度から数学のアンケートも加えることにした。科学観についても入れている。
- TIMSSのアンケートによる国際平均と、同じアンケートを利用して本校でも行った結果との比較だけでなく、他校と比べることも1つの観点となる。昨年度から宮城県の古川黎明中・高等学校、今年度から愛知県の明和高等学校と一緒に意識調査を行うことになった。

## 4. 指導・助言（授業見学・研究報告について）

- 授業を見ていつも感じるのはレベルの高さ。また、わからないことや疑問に思った時、まわりの生徒と考えをシェアする。高いレベルに取り組みながら、自分の関心に触れる。困難度という課題の面と関係性という横の面という部分で意欲的だと感じた。
- 子どもを理数に特化せず全教科で育てるといふ部分と、全員を育てるといふ部分が素晴らしい。それを中高一貫6年間で取り組んでいる。
- 授業見学したものは先進的な内容で驚いたが、生徒自身が自ら発想してその問題を理解していくというような授業が望ましい。  
→SLPⅡの授業はこれまで全員一緒に行っており、本日より3グループに分かれた。そのため既習のことについて尋ねる授業になってしまったが、今後は生徒の自由な発想を取り入れていきたい。
- アメリカ自然史博物館でのバックヤードツアーにBHSECの生徒も一緒に行くと、アメリカの生徒はどのような質問をして考えるのかを知ることができる。同じものを見ながら、自分が思ってもみなかった考え方に会うことができると勉強になる。
- SSHとSGHをどう関連させていくのか？  
→SSHもSGHも両方全校生徒対象である。どちらのプログラムも理系、文系に特化したもので

はないが、予算としてはプログラムをきちんと分けて申請する必要があるため、SSH・SGHとして説明できるようにしている。生徒はSSH・SGH両方履修するので、混乱しないようにしているが、色々な興味を持っている子がいるので両方で幅広く対応していきたい。

- 現代の社会は技術に依存しているので、技術をどう理解するかが重要。人間の生活と、技術や科学がお互いに結びついている。その意味で、SSHで両面を含んでプロジェクトを展開してきたということは、大変意味がある。教育という観点から見ると、今後自然科学（SSH）と人文社会学（SGH）とで融合しながらうまく展開していけると良い。
- 既に人文社会系もサイエンスも両方SSHで取り組んでいるので、SGHではそれを拡充すると考えれば、考え方を大きく変える必要もない。
- このプログラムの最後は高大接続までを示しているため、その最終的な成果を報告にすると独自性が出る。
- ユネスコでの活動を、SGHにつなげうまく活用していけると良い。今後の展開にSSHの成果をつなげていけるといい形で表すと良い。
- 評価としては、A（理解）ではなく、B（思考力）の深まりや高まりについて成果が出ると非常にインパクトがある。例えば、Bの部分で伸びがないのであれば、伸びた部分と、今後努力を必要とするものを分析して提示することが必要。問題は何かを見つける作業をして欲しい。
- 評価については量的なものだけでなく、生徒のレポートなど質的な評価できるものも必要。
- 科学のマイナス面や、科学をどう受け止めているかを書かせることで視野の広がりや、理解の深さを評価できる。
- 思考力や表現力を身につけることは難しい。レポートを書く場合、大事なことは物事を論理的に組み立てて記述する能力。自分の言葉で考え物事を表現して主張する訓練ができるとうまい。インターネットなど沢山のツールがある環境で、「何故」と思う心を引き出すのは難しい。自ら理解しようとする気持ちを子どもの中に作り出すことが大切。

## 5. 第3期SSHに向けて（三小田）

- 第1期・第2期のSSHの成果を、新しく創る教科「SS課題研究Ⅰ」「SS課題研究Ⅱ」「SS課題研究Ⅲ」の中で実践し、それを多面的に評価していく。
- 教科の中で行われていた協同的探究学習で育成した学習法・評価法を、課題研究の中で実践していく。それと共に、教科の知識を統合していき、統合した知識を新しく作る課題研究の中で実践していく。そしてそれを相対的・多面的に評価する。
- これまでは学校の中だけで色々なものが完結していくことが多かったが、第3期では社会と連携しながら教育課程を開いていくということをイメージしている。
- 育成する力は、「教科で学んだ力を統合できる力」と、「現代的な課題の本質」について他者と協同しながら探究し続ける力。
- 「中津川プロジェクト」や「基礎セミナー」への参加も継続して行う。その成果を、高大接続入試の個別試験へ生かす方向で大学と協同して考えいく。
- 協同的探究学習は中学から高校まで通して行う。
- 第3期は多くの要素と連携しながら新たな価値観を見出していく場になる。

## 6. 指導・助言（第3期申請に向けて）

- 「社会連携」や「イノベーション」というのは大事な部分だが、あまりとらわれすぎると、一番大事な部分が抜けてしまう。もっと基本部分に取り組んで、中高大が一貫しているこの学校の特色として目指すものが欲しい。新しいことを色々盛り込んでいるのだが、どのような生徒を育てたいかをしっかり見据えて臨むべき。
- 科学と技術の考え方は本質的に違う。科学は原理であり「何故」を探究する学問だが、技術は

「目標」を達成するアプローチ。1つの原理ではなく、いくつかのものを合わせて目標を達成していくのが技術。それを達成するプロセスがあるということを理解してほしい。理解を深めるような意味での基礎的な教育も必要。

→じっくりと自然科学に向き合うという部分では、高校1年の理数探究で取り組もうと考えている。そしてそこからどのように因果関係を説明できるようになるかを教え、練習しておく。高校2年で課題研究を行う前段階として、基本的な事例で因果関係を説明できるようにしたい。

- 「理数探究」という言葉は、やがて「数理探究」という科目が設けられる可能性があるので、別の名称を考えた方がいい。
- 「倫理」は初期に取り組むより、経験が必要であるのでむしろ後の方が良いが、初めからずっと最後まで関係するようにした方が良い。
- 現在 STEM(Science Technology Engineering Math)は、STEAM(Science Technology Engineering Art Math)へと変化している。アートを組み込んだものは、他校ではなかなか出てこないと思うので、そのような要素を入れたらどうか。  
→芸術の教員もSS課題研究に入っているので、STEAMの方が良いかもしれない。
- 名古屋大学教員OBをSSHの人材バンクとして活用する形を作ると、バックアップ体制がしっかりできる。
- 「科学倫理」や「理数探究」は、色々な教科を組み合わせで1つの科目のようにということだが、SLPⅡは完全に1つの固定した科目だった。そのあたりの関係はどうなのか。  
→SLPⅡは3人の教員が担当して案を練っていくという自由度があったが、理数探究はある程度生徒に共通の課題を与えるという部分では内容選択の自由度は下がる。しかし、理数の関係を深めることができる。担当者が変わっても、教える原理や姿勢は変わらない。
- サイエンス・リテラシーを高度に実現していくということが、附属の中核的な課題だと思うが、それが社会的に大きな影響力を持つかどうかまで含んでしまうのが良いのだろうか。
- サイエンスをどう読み解くかが核となる。今までに積み上げてきたものを概要図の中に組み込んではどうか。
- 3期続けるということは、15年目の生徒の姿を見ることができるということ。追跡調査はどうするのか。  
→追跡調査も視野に入れている。名古屋大学では本校から進学した生徒が3年連続で総長顕彰を受賞し、岐阜大でも学部長表彰を受賞しており、大学に進学してから力を発揮している。その子たちの話を聞きながら、どのような子たちが育っているのか、年に2回のOB会を利用したりして追跡していきたい。
- 卒業生調査は、卒業生の現在の姿がわかると効果的。ある意味結果的にイノベーションにつながる。
- このプロジェクトのアウトプットは何か。大切なことは、評価として、教育のしくみを見つけ出して定義することができるかということ。
- イノベーションは、専門学校的な特化した人を育てるイメージ。中高大の特色を生かして、頭の柔らかい何にでも興味を持って取り組む子どもを育てていく部分を入れたい。
- SGHが人文社会系で、SSHは理数系。プログラム毎に重点をそれぞれに置くが、両方に取り組むことにより目標とする子どもを育てることが可能であると表すべき。
- この地域は「ものづくり」のまち。博物館でも産業技術博物館やJRの博物館等がある。いきなり企業から何かを教えてもらうだけではなく、基礎的な考え方を培うことが大切。
- 「オープンイノベーション」というより、「イノベーションサイエンス」の方が良いのではないか。教科融合をして、自分の言葉を使い自分で考えていくことを目標とする。
- 「イノベーションサイエンスを目指す人材を育てる」ために、中等教育段階においては教科融

合・教科統合という視点が大切になってくる。狭いところだけで考えていてもイノベーションは生まれてこない。

- これまでのSLPⅡでは、それぞれのグループでそれぞれに学んでいる。教科の持ち味は出しているが、それが統合されておらず、関連づけて深まるところに十分至っていない。そこを理数探究や、課題研究で深めていくと、これまでのSLPⅡの成果を生かしながら発展させていくことができる。
- イノベーションが起こると困る人が出てくる。新しい技術が古い技術にとってかわるとき、古い技術を持った人々が次へ移行できるような社会の仕組みを考えていくことも大切。

最後に校長（植田）より、本日のご指導ご助言に感謝すると共に今後もよろしく願いたい旨謝辞があった。

## 平成27年度 第2回SSH運営指導委員会議事録

- (1) 日時 平成28年2月9日(火) 11:30~14:30  
(2) 場所 名古屋大学教育学部附属中・高等学校 第2総合教室  
(3) 出席者 (敬称略)

### 1. 管理機関

加藤 滋 名古屋大学研究協力部 次長

### 2. 運営指導委員

渡辺 芳人 名古屋大学理事(国際・広報担当)・副総長

足立 守 名古屋大学PhDプロフェッショナル登龍門 特任教授

氏家 達夫 名古屋大学大学院教育発達科学研究科 教授

大谷 尚 名古屋大学大学院教育発達科学研究科 教授

### 3. 学校評議員(学識経験者)

稲垣 康善 名古屋大学名誉教授

高味 修一 名古屋大学教育学部附属中・高等学校 同窓会会長

### 4. 本校教職員

校長、副校長、運営委員、研究部員、専門職員、SSH事務員

## 1. 校長挨拶(植田)

今年度はSSH第2期5年目ということで、10年目のまとめの時期。今後もSSHとSGHを車の両輪として考えているので、SSHの第3期申請を行った。本校はSSHの中で国際化も広げてきたが、これまで独自に追求してきたことが2つのプログラムでできるのであれば、それが一番良い方向だと考えている。

## 2. 研究報告〈第1期・第2期のまとめと第3期の申請について〉(三小田)

- 第1期(平成18年度~平成22年度)は、「サイエンス・リテラシー」の育成をねらいとした。課題発見・課題解決・コミュニケーション力・協働力というものをサイエンス・リテラシーと銘打って、生徒の力として育成してきた。最初の5年間では、サイエンス・リテラシーを育成するためのカリキュラム作成を重点的に行い、SLP I・SLP II・ASPというカリキュラムを作った。
- 第2期(平成23年度~平成27年度)は、第1期で作ったカリキュラムを評価することに視点を置いて研究開発に取り組んだ。それについての教育方法として、「協同的探究学習」という教育方法を作ってきた。これにより授業の中で子ども達の意見交換が活発となる。「協同的探究学習」を中心とした教育方法を開発しながら、SSH全体の評価を行ってきた。手段としては、アンケートによる意識調査と記述式課題による論理的思考力の調査という2つの方法で行った。アンケートからわかる成果としては、生徒が効果を認識しているという部分。それは高校3年でも協同的探究学習の授業が成立しているというところに表れてきている。課題を多面的に捉える力の向上という部分でも、意識調査で子ども達が実感しているという結果が出ている。しかし「協同的探究学習」の中で課題も見えてきた。アンケートによると、自分たちで探究し学びをするという結果は出ているが、それが実生活に結びついているという意識が弱い。これは日本全体の傾向とも言われている。多面的評価という部分では、意識調査と思考力を測る調査のクロス集計で、論理的に考えることができる子は意識も高い子が多いという結果が出ている。
- 第1期・第2期を通して表れてきた課題に向けて、第3期の取り組みとして、①学校での学びが実生活に結びついていない部分に目を向ける。②思考に関する自己評価が低いという問題点

への対応。アンケート調査によると、表現力・理解力・協同力はついているが、思考力については自己評価としての伸びがない。③より高い水準で測定する新しい記述式課題の作成。記述式課題の問いはPISAの問題を利用していたので、本校で新しく論理的思考力を測る問題を作っていくことが第3期に向けた課題。

そのような課題を第3期で克服するにあたって、『「イノベーション・サイエンス」を目指す人材育成』という目標を掲げて取り組む計画とした。生徒に求める力も新たな4つの力を設定した。大きく変わったのは、A) 多様な既有知識を関連づけて学習した内容と実生活結びつけて考える力、D) 判断した根拠や因果関係について自分の考えで説明する力、つまり何故自分でそう考えたのかという根拠をしっかりと述べて研究発表ができる生徒を育成していく。B)、C) については大きくは変えていない。また、SLPⅡを新たに「STEAM」というプログラムに変えていく。STEMだけではなく、アート(A)の力も必要となるであろうということでAを加えた。また、多面的評価という点でも、新しく生徒の力を測るための記述型課題を作成したり、教科の学びを結びつけて考えることができるような課題を作成していく。

• 「数理探究」について (石川)

第3期SSHでは、理科的な実験を行い、それについて数学的な統計処理を行うことによってそこからわかることを分析する。最初は練習的なことを行って、その後子ども達が考えたことを実験し、それを解析する方法を身に付けていく。通常の理科の授業では、ある程度データ処理の方法がわかっているものしか扱えないが、実験したデータをどのようにして統計的に処理をするのかによって表れてくる現象は異なるので、多様な過程を経て実験の分析が行われているということを学ぶような機会を設ける。そこで基本を作ることが、高校2年で取り組むSTEAMで、自分で目的を立てて実験を組み分析を行う力の土台となる。

- 課題研究は高校1年の後半の「数理探究」からスタートし、高校2年の最後に論文としてまとめていくそのため、理科モラル教育や柔軟な思考力を養うために、以前本校が取り組んだバカロレアのTOKの趣旨を踏まえた教育を導入し、「科学倫理」という、色々な方向から物事を考えることができる授業を行う。その上で「数理探究」に取り組んでいくというプログラムになっている。

### 3. SSH10年間総括及び第3期に向けての指導・助言

- 高大接続という部分で附属には大学としても期待をしている。現在、教育改革や入試改革に取り組む中で、唯一フィードバックしてその結果を取れるという強みというのは、このプログラムの中にも活かせるのではないか。
- 附属の取り組みや授業では、自分の考えるプロセスを大切にしている。大学の学生も、もう一度そのようなトレーニングをし直した方が良いのかもしれない。
- 今後必要なのは、他の人と違う見方で同じ問題を解決する人なので、附属の取組は先取りしたチャレンジだと感じていた。そこが評価の大きなポイント。
- 今日の授業は数学の統計に関するものだった。子ども達が手を挙げて、多くの意見が出ていたことが印象深かった。子どもが安心して発言ができるような雰囲気がある。
- 附属のSSHが他校と違う良い点は、中・高・大がつながっているという部分なので、そこを生かした面白い取り組みがかなり進んでいる。
- 本物に触れて自分の見方で見ることで、石でも植物でも動物でも何でも理解が違ってくる。附属での講義や子どもに博物館に来てもらったりして、自然から教えてもらい学んでいくという姿勢を伝えてきた。
- 10年間を振り返って、附属中・高だからできるのだという印象を強く受けた。中学と高校が一緒にあり、近くに大学がある附属だからこそプログラムである。大学の研究室と連携をしながらの授業など、哲学・数学・理科などの大学レベルの話を身近に聞ける環境を持っていること



が非常に大きい。

- 今日見学したSLPⅡの授業は、少し難しすぎる。カントの宇宙論を論ずるのは、かなり苦しまないとできないテーマ。彼らの年齢からすると、切実な切迫感を持って神の問題や宇宙や自分の存在などを考えたことはないのではないかと思う。そのような中で議論をさせると、空回りしてしまうのではないか。  
→SLPⅡのテーマ設定については試行錯誤で行っていて、授業を進めていく中で少し難しいと感じてはいる。実際に取り組んでみないとわからない部分もあるので、そこからより良いものにしていけたらと思っている。
- 学会などで、海外の人はすごく活発に意見を言うが、日本人はなかなか言えない。発表する力、議論する（自分の意見を言い、それに相手が答えてまたそれに反論する）力が足りない。力を養うためには小さい頃から取り組まないといけないのかもしれない。中学生になると、年齢的に「恥ずかしい」という気持ちが出てくる。幼稚園や小学校低学年くらいだと、先生に当ててもらいたくて「はい！はい！」と言って手を挙げる。どこかでそのような心を抑えてしまっている気がする。
- 生徒たちの力とその伸びしろをどのくらいに設定しているのか。つまり、生徒たちの力がどれくらいかを理解できていて、そこからどこまでを目標としているのか。年齢的な制約を考えて課題設定すべき。
- 大学の教育改革とSSHのようなものをきちんと整合させないと、せっかく良い力を身につけた子ども達が大学に入って台無しになってしまうということがあるのかもしれない。これは日本にとって大きな損失となる。高校教育を通して大学教育を変えるという視点や知見が、このような試みから出てくると良いと思う。
- 附属の総合人間科とSSHはセットだと思う。どの力をどこでつけているのかはよくわからないが、うまく組み合わさっている。先ほど、自分の生活にフィードバックされていないという話があったが、附属出身の名大の学生が、総合人間科で学んだことを使って、バスケットボール部の3ポイントシュートをできるようにする練習を考察したという論文を書いた。そのような子どももいる。総合人間科で、例えば中学1年が益川先生にインタビューに行くと言っても先生は止めない。あんな偉い先生のところに行くな、というように足を引っ張るようなことを先生は言わない。以前、部活のことを調べたいので港区の中学にフィールドワークで行きたいという生徒が中学に連絡したら、先方から「中学生が来て事故でもあったらどうするのか」と言われたことがあったようだ。つまり何かあったら自分の学校にも責任があるからだと思うが、子どもを学外に出すという教育を普段していない。附属はそのようなこともさせるが、そのかわり挨拶のしかたやお礼文の書き方などはしっかりと指導しているので、コミュニケーション力や対人関係をきちんと育てることができる。このような人間的な基盤の上にSSHはある。
- 「音楽の嫌いな子はいないが、音楽教師の嫌いな子はある」という言葉がある。音楽は皆好きなのだが、授業という形で習うと嫌いになる。授業はある意味必要なものなのだが、その時に音楽の中身をどのように子どもと共有するかという部分で成功していないのだと思う。子どもとの良い関係の中で、子どもが興味を持って理解をしてその課題に取り組めるようなものを作っていくと良い。
- 総合人間科の背景には「学力とは何か」という考えがあったと思う。学力とは「生きる力」であり、この学校ではその力を総合人間科で学ぶことができるようになっている。
- 第3期では実生活と結びつけて学べるようになっている。そしてそれが目標である4つの力に反映されているので、ぜひ実現させて欲しい。
- 附属の取組は実に多彩な内容である。生徒は色々なものに接する中で、何か自分に合ったものが一つでもあれば、そこで潜在的な力が伸びる可能性がある。そのため評価も、その取組全部の評価が上がらなくても良い。どこかの力が伸びていればそれで評価できる。

- 音楽が教科になるとなぜ嫌いになるかという、小さい頃に楽しむ音楽は「感性」であり、教科の音楽は「知識」だからである。そういう意味で「感性」は重要。第3期でアートが入るのは良い。アートは非常に重要で、美しさであったり感性であったりする。デザインや研究も、美しさがなかったら面白くない。「凄い」と言われる研究は美しい。
- ヨーロッパのアートは日本のエンジニアリングデザインをイメージする部分があり、それはサイエンス+アートである。日本の大学で建築は工学部だが、アメリカやヨーロッパでは建築はアート。景色に溶け込む美しさや、機能的な美しさなどがある。アートという部分では、「感性」がすごく大事。そこはSTEAMの中のA (ART) にあたる。そういう意味でもA (ART) が入っているのはとても良い。
- 現在計算機の中でフォントを自由に使えるようになった。フォントのデザインをしたドナルド・クヌースという人がいる。フォントの設計だけでなく、プログラムを作るときも美しいプログラムを作る、わかりやすいプログラムを作るということはアートだと彼は言っている。
- 教育と評価方法について、これまでも色々と評価に関わってきた中ではPDCAをどう回すかということを常に求められ、何かをやっただけではなく、その後のアウトカムが非常に重要であると言われている。
- 第3期には「イノベーション・サイエンス」というキーワードや、「産学連携」という言葉もある。名古屋大学では、NU MIRAI 2020というプランの中に、高大接続というキーワードが入っている。COI事業は社会連携課が所管しているのでコーディネートができるのではないかと感じる。イノベーション人材の育成や産学連携は、大学としても求められており、文科省も産学連携事業を活発化している。海外の大学と日本の企業がビッグプロジェクトを行っており、日本の大学も日本の企業とビッグプロジェクトをやっていくべきであるという中で、産学連携人材の育成ということが企業側から大学側に求められている。
- COIでは10年後の我々の社会がどうあるべきなのか、それに向かって今何をすべきなのかというバックキャスト方式で、10年後の社会をデザインしている。このように理想の社会をデザインする面でのアートというものもある。

#### 4. 閉会の挨拶（植田）

現在政策課題として、高校教育改革ということが言われるようになった。従来の高校教育で問題だったと言われていることは、附属ではずっと取り組んでいたことであって、それが他校ではできていないという指摘がされている。IBやSSHなどの積極的な取り組みをして、大学入試だけを目的としない教育をしている高校もあるが、上位校と言われているかなりの高校がセンター対策に追われている、という状況になっている。本校で積み上げてきたものというのは、まさに今高校の一つの在り方として求められているものだと思う。間違いなく5年後に出る学習指導要領はアクティブラーニング一色になると予想できるような状況だが、本校にとってアクティブラーニングはわざわざ言葉にする必要もなく、総合人間科で積み上げてきた授業作りがそういうものであった。今の附属の教育の積み上げは、総合人間科による積み上げがあるのは間違いない。学習指導要領で総合的な学習の時間が導入される前から、中・高の区別なく6年全体を対象として総合人間科にずっと継続して取り組んできた。しかも全教員が参加をする。全教員の出勤の中で全面的に総合人間科に取り組んできたということが最大の積み上げだったのだと思う。SSHを、本校では理数に特化せず、高校のプログラムであるが中高一貫校のため中学生も参加するという、2つの大きな問題提起をしつつ進めてきた。過去2回の中間評価で最高ランクの評価をいただいたのは、総合人間科をベースとしたそのような考え方もあるということを実践的に示してきたからだと思う。また、SGHの開始により、少し位置づけを変えて車の両輪とし、それぞれにより充実した内容で取り組む可能性がでてきた。これはこれで、かなり思い切った構造の組み替えをしながら今までのベースの上でどう発展させるかという、究極の難しい宿題を抱えてい

るのも事実。SGHはまだ今年度からなので、両輪としては歩き始めたばかり。附属にとっては大きな課題ではあるが、これまでその中で生徒たちが育ってきたことを考えると決して手を抜いたり、後退することはできない課題。ただ看板として掲げているだけではなく、学校にとって最良のものとしてこのプログラムを生かして、これまでの積み上げを大事にしながら次の展開に取り組みたいと思っている。

## 資料2

### JST 研究発表会への参加

平成27年8月5日（水）から8月6日（木）の2日間、インテックス大阪で、ポスター発表、および、口頭発表を行った。今年度の発表内容は「人間知恵の輪」である。

#### 1) 内容

人間知恵の輪とは、複数人間が集まってランダムに余すことなく手をつなぎ、それをほどこき一つの輪にすることを目的としたゲームである。

レクリエーションでこのゲームを行った際、なかなか成功しなかった。そこで、人間知恵の輪が理不尽なゲームであるか、検証しようと考えた。（この場合の理不尽とは、成功と失敗の確率は同等であるかということである）5人、6人、7人についての検証をすることができ、確率を求めることができた。また、5人、6人についてはうまくいかない場合の輪の種類についても明らかにした。

#### 2) 生徒の感想

##### i) 高校2年 参加生徒

僕にとって、今回のSSH生徒研究発表会は新鮮でした。例年通りなら、横浜で行われるのですが、今年は大阪で行われたこと、また、今回発表した研究では、結び目理論という数学でも特に異質な分野を扱ったことなどです。

今回の発表は、結び目理論の中の「結び目の判別」について研究をしたのですが、発表の前の週に19840個の結び目を判別することが必要になり、皆で苦勞しながら作業をしました。しかし、だからこそ多くの人に、人間知恵の輪という遊びや、結び目理論の難しさ、数学の重要性を理解していただけたと僕は感じています。

##### ii) 中学3年 参加生徒

今年、ぼくは新しい視点で「研究」について学ぶことができました。僕たちの「人間知恵の輪」に関する研究では、普段と違い僕たちの学んだ知識も歯が立たず、まるで霧の中をさまよっているようでした。しかし、先輩方が様々な視点から分析したり、数学の専門知識を使い問題を解こうとしたり、大会で専門の方とお話しさせていただいたり研究のあり方についてとても学ぶことができました。

#### 3) まとめ

JST研究発表会は今回で3回目となる。今回の発表内容の特徴は、生徒たちの遊びの中から自分達で疑問に思ったことについてとりくんだオリジナル性にある。日本数学コンクールの問題から拡張することが多かったが、方向性が見えない中で仲間たちで取り組んだことには意義があった。このような取り組みから生徒が能動的な学習がさらに広がるとよいと考える。

# 平成27年度 スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

日時 ● 平成27年8月5日(水)～6日(木)

会場 ● インテックス大阪

主な内容 ● ポスター発表・代表校による口頭発表

主催：文部科学省・科学技術振興機構

僕にとって、今回のSSH生徒研究発表会は新鮮でした。例年通りなら、横浜で行われるのですが、今年は大阪で行われたこと、また、今回発表した研究では、結び目理論という数学でも特に異質な分野を扱ったことなどです。

今回の発表は、結び目理論の中の「結び目の判別」について研究をしたのですが、発表の前の週に19840個の結び目を判別することが必要になり、皆で苦労しながら作業をしました。しかし、だからこそ多くの人に、人間知恵の輪という遊びや、結び目理論の難しさ、数学の重要性を理解していただけたと感じています。

●高校2年 参加生徒●



私は2回目の参加だったが、今回も身近なものに注目した研究がたくさんあり、どれも興味深かった。私たちのクラブは残念ながら賞を得ることはできなかったが、有意義な大会だった。

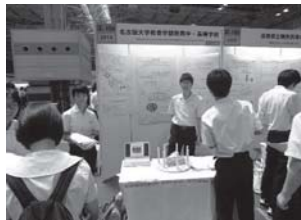
ブースにいらっしやったたくさんの方々に研究の苦労、成果について理解してもらうことができた上、新しいテーマになりそうな話題を見つけることもできた。難しい内容を様々な人にわかりやすく説明するのは大変だったが、理解してもらってお褒めの言葉をいただいたときの喜びは最高だった。

これからもクラブで研究を重ね、来年こそは賞を取れるように努力していきたい。

●中学3年 参加生徒●

発表テーマ

人間知恵の輪



今年、僕は新しい視点で「研究」について学ぶことができました。僕たちの「人間知恵の輪」に関する研究では、普段と違い僕たちの学んだ知識も歯が立たず、まるで霧の中をさまよっているようでした。しかし、先輩方と一緒に様々な視点から分析したり、数学の専門知識を使って問題をくなど、色々な方法でチャレンジしました。また、発表会で専門の方とお話させていただくこともでき、研究のあり方について学ぶことができました。

●中学3年 参加生徒●



「人間知恵の輪」とは、複数の人間が円上に集まってランダムかつ余すことなく円の中心に向かって手をつなぎ、それをほどき1つの輪にすることを目的としたゲームである。今まで数学クラブの題材は日本数学コンクールの問題をヒントに取り組んでいたが、今年度は生徒たちが自ら課題を設定し遊びの中から疑問を解決することを目指していた。調べていくうちに、取り組んでいる内容が結び目理論とつながることがわかるなど、能動的に学ぶことの楽しさを今年も実感していた。今後も生徒の楽しみの場が継続できるとよいと感じている。

引率教諭 ● 渡辺 武志

SSH東海フェスタ2015への参加

スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ2015

開催概要	
■日時	平成27年7月18日(土)
■開催場所	名城大学 天白キャンパス
■内容	①口頭発表(分科会) <small>東海地区SSH指定校の研究・取組発表</small> ②パネルセッション <small>東海地区SSH指定校の研究・取組のポスター発表</small> ③口頭発表(全体会) <small>各分科会代表校による発表</small>

パネルセッションテーマ
<b>チャンドラセカールプロジェクト</b> 霧箱による宇宙線の観測と研究
<b>ヒドラプロジェクト</b> ヒドラの生態について
<b>スライムモールドプロジェクト</b> かきこい粘菌「モジホコリ」
<b>色素プロジェクト</b> フルオレセインの色調に関する研究
<b>数学プロジェクト</b> らくらく計算～足してもかけても同じ分数～

参加生徒コメント

どの発表も考察の理由を丁寧に説明しており、論理的な発表をする上で、とても勉強になった。

自分の興味を題材にしたり、環境に役立つことを研究したりしていたので、素晴らしいと思った。

どの学校もきちんと、実験1→結果・考察→実験2→結果・考察→結論といった枠組みで構成されていてわかりやすかった。



スーパーサイエンスハイスクール東海地区フェスタ2015が7月18日(土)に名城大学で開かれました。参加した高校は、東海地区のSSH校を中心に16校で、参加生徒は900人を超えました。本校からは、中学生を含む44人が、パネルセッションに参加しました。パネルセッションでは、チャンドラセカールプロジェクト、スライムモールドプロジェクト、色素プロジェクト、ヒドラプロジェクト、数学プロジェクトの5つのプロジェクトが、それぞれ進めてきた研究を発表しました。多くの見学者に説明をしたり、他の学校のパネルを見たり、質疑応答する中で、今後の研究のヒントを得ることができたのではないかと思います。

■引率教諭 石川 久美■

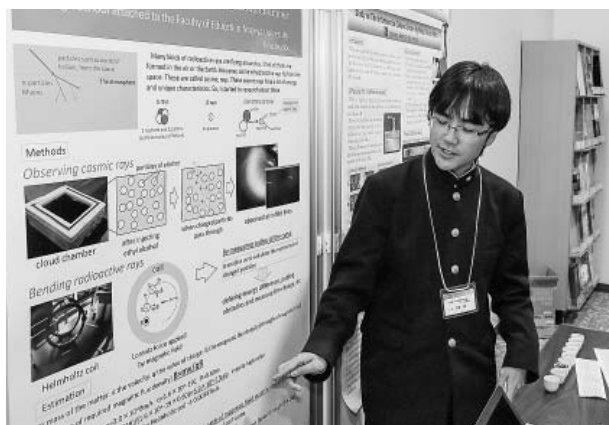
## 資料4

### 科学三昧 in あいち2015への参加

12月25日に自然科学研究機構岡崎コンファレンスセンターにおいて開催されたあいち科学技教育推進協議会「科学三昧 in あいち2015」では、愛知県内SSH指定校、SPP実施校、コスモサイエンスコース設置校等の生徒研究発表、その他の高等学校によるポスター発表、大学、研究機関、高校部活動等によるブースでの情報発信が行われた。

生徒研究員制度の相対論・宇宙論プロジェクトは口頭発表とポスター発表を行い、数学プロジェクト、チャンドラセカールプロジェクト、ヒドロプロジェクトはポスター発表を行った。他にも、時習館SSグローバルに参加した数学プロジェクト、相対論・宇宙論プロジェクトの生徒が英語でポスター発表を行った。

発表では、見学者からたくさんの質問や多様なアドバイスをもらうことができた。客観的な意見を聞くことは、課題の設定、実験や検証の方法、結果の分析、考察の方法といった基本的な科学的な思考経路の重要性を再認識するよい機会となった。



(文責 大羽徹)

## 日本天文学会 第18回ジュニアセッションでの発表

## インターネット望遠鏡を利用した月までの距離・月の2周期の算出

相対論・宇宙論プロジェクト

## 1 はじめに

本研究では、インターネット望遠鏡を使い、継続的に画角が一定の月の画像を得た。ニューヨーク市と横須賀市から月を同時観測することにより、地球の中心から月までの距離を求めた。また、月の視直径と満ち欠けの度合いを数値化することにより、月の近点月と朔望月を求めた。

## 2 地球の中心から月までの距離を求める方法

2つの観測地点(本研究では、ニューヨーク市と横須賀市)による天体の見える方角の違いを視差という。同時観測の保存画面に表示されている赤道座標系を角度の単位[rad]に変換することで同時観測での月の視差を計算する。赤道座標系は天球上の天体の位置を角度で表すが、ある半径の天球を考えることにより天球上の直角三角形の三平方の定理を適用する。

$$\delta = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$$

ここで、 $\delta$ は月の視差、 $\alpha$ は赤緯方向の視差、 $\beta$ は赤経方向の視差である。視差は月から地球を見た時

の2つの観測地点が見える方向の角度の差と等しくなる。このことから、図1の二等辺三角形を考える

ことにより、地球の中心から月までの距離を求めることができる。この図1で、 $l$ は観測地点の地球を貫通した直線距離、 $s$ は地球の中心から $l$ におろした垂線の長さ、 $r$ は月の中心から $l$ におろした垂線の長さである。 $\delta \ll 1$ を用いると、

$$r = \frac{l}{\delta}$$

となる。

## 3 2周期算出の理論

本研究では、近点月と朔望月の2周期を計算する。近点月を求めるには、月の視直径の変化を考える。画角が一定の月の画像をKeynoteを用いて、月の視直径を測り、PC上に保存する。朔望月を求めるには、月の満ち欠けの進度を数値化する必要があるため、輝面比を考える。月の輝いて見える部分の面積は、明暗境界線がほぼ大円と考えられるため、斜めから見た明暗境界線は楕円に見えることを利用し、半円の面積と楕円の半分の面積の和や差で求める。地球と月と太陽が成す角(位相角とする)を $\theta$ とすると

$$q = p \cos \theta$$

と書くことができる(図2)。

楕円の面積の公式を用いて、

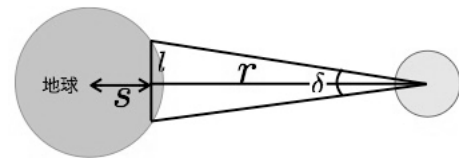


図1 「視差と観測地点の関係」



$$S_1 = \frac{1}{2} \pi p^2 \cos \theta$$

これより、

$$\text{輝面比} = \frac{1}{2} (1 \pm \cos \theta)$$

となる。

また、三日月のように輝面比が 0.5 を下回る場合には ± がマイナスに、輝面比が 0.5 を上回る場合には ± がプラスになる。

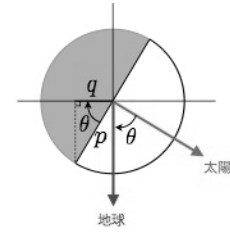


図2 「月を上から見た図」

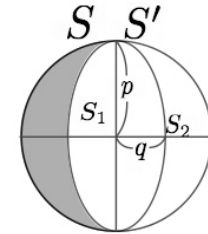


図3 「輝面比の考え方」

#### 4 結果・解析

2015年11月24日17時04分のデータから月までの距離を求めると、384900[km]となった。理科年表の値は約384400[km]だったので、かなり良い精度で月までの距離を求められた。

2015年7月29日から2016年1月6日にニューヨーク市で観測した月の視直径・輝面比の変化の様子をそれぞれグラフにした(図4、図5)

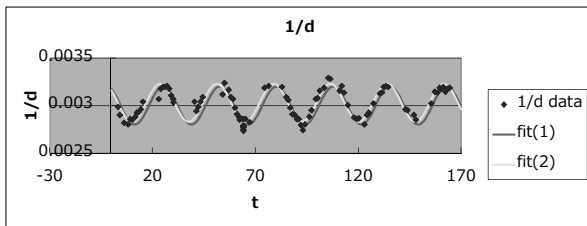


図4 「月の見かけの大きさの変化」

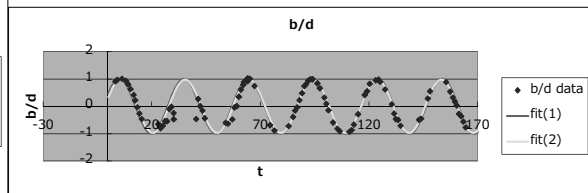


図5 「輝面比の変化」

これらの点の傾向を表す正弦曲線を最小2乗法で求めると、近点月は27.6日、朔望月は29.7日と算出できた。理科年表の値は、近点月は27.6日、朔望月は29.5日だったので、かなり良い精度で2周期を求められた。また、月の公転軌道の離心率  $\epsilon$  を計算すると  $\epsilon = 0.0667$  となり、理科年表の値 0.0549 に比べて大きかった。

満月の時の視直径や、月が輝いている部分を目視では決定することができなかつたため、離心率では良い値が得られなかつたと考える。近点月と朔望月が約2日ずれているのは、月が地球の周りを一周する間に地球が太陽の周りを約  $30^\circ$  公転するため、月と太陽の位置関係が変化しているからであると考えた。

#### 5 謝辞

本研究を進めるにあたり、解析方法などをご指導くださった慶應義塾大学名誉教授の表實先生に厚く御礼申し上げます。

#### 6 参考文献

[1] 理科年表 2015 地学「月」

# 分子雲による巨大星団の誕生

名古屋大学教育学部附属中・高等学校 相対論・宇宙論プロジェクトと  
愛知県立明和高等学校 SSH部物理・地学班の共同研究

## 1. はじめに

名古屋大学教育学部附属高等学校SSH相対論・宇宙論プロジェクトと愛知県立明和高等学校SSH部物理・地学班の共同で、Westerlund2（以下Wd2）という巨大星団の誕生の原因について研究を行っている。

Wd2は大きな分子雲に囲まれており、分子雲は可視光では観測できないが、電波を発しているため電波による観測が可能である。名古屋大学天体物理学研究室ではNANTEN2という電波望遠鏡を使ってこれらの分子雲を観測している。私たちはその観測データの解析を行い、星の誕生と分子雲の関係を調べた。

## 2. 電波強度の地図

kvisとSAOimage ds9というソフトを使って、違う視線速度で運動している2つの分子雲について、電波強度を表した等高線と可視光の画像を重ね合わせて電波強度の地図(図1)を作った。視線速度とは、ある視線方向にある天体がどのくらいの速さで私たちの太陽系から遠ざかっているのかを表したものである。

### 2つの分子雲の視線速度

(遠ざかる方向を正とする。)

- 縦長の分子雲 14.42km/s
- 横長の分子雲 -3.82km/s

解析より、逆向きに運動する2つの分子雲が交差するように分布していて、その交点部分が星団の方向と一致することがわかった。

以上のことから「2つの分子雲の衝突により、大星団が誕生した」と考えた。

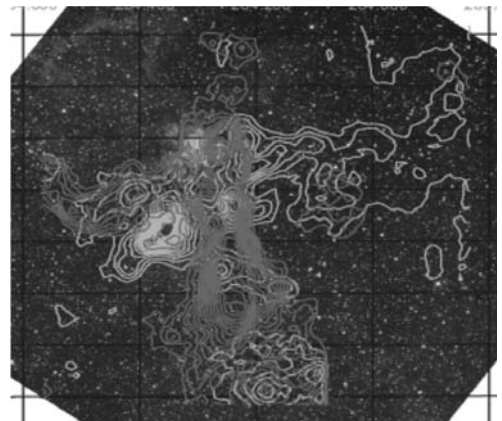


図1) Wd2の電波強度の地図

## 3. チャネルマップ

誕生した星が、星風により周りの分子雲の運動を加速させることで、分子雲に膨張する穴のような構造を見ることができるのではないかと考えた。膨張している様子は図2)のように穴の内側に視線速度の速い分子雲があり、外側にいくにつれ視線速度の遅い分子雲があることで確認できるので、視線速度分布を示したチャネルマップを作った(図3)。

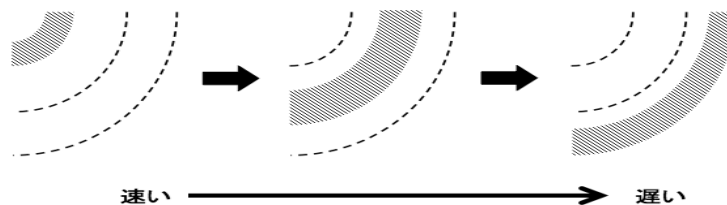


図2) 膨張する穴の模式図

それぞれの図の左上の数字は視線速度（単位はkm/s）を表している。

また、星団の出す電波の強さを等高線で表しているため、星団は等高線の位置にある。

今回分子雲は、色が薄いほど電波が強いことを表している。

チャンネルマップより、穴のような構造は見つけられなかったが、星団から離れるほど視線速度が遅くなる速度分布を確認できた。

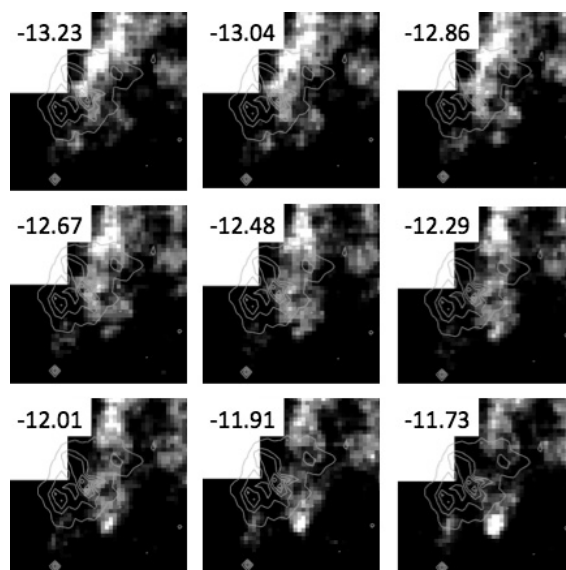


図3) チャンネルマップ (km/s)

#### 4. まとめ

図1)より、視線速度の違う2つの分子雲の交点部分が星団の視線方向と一致していることがわかった。そのことから、これらの分子雲の衝突により大星団が誕生したのではないかと考えた。

図3)より、星団に近い分子雲の方が、視線速度が速いことがわかった。そのことから、誕生した星団の星風によって分子雲が加速されていることが確認できた。

#### 5. 今後の展望

今回のチャンネルマップではきれいな円状をした分子雲の分布を見つけることができなかつたので、速度幅を変えて円状の分布がわかるチャンネルマップを作り、さらに、膨張する速度も調べたい。

また、分子雲の衝突と星の誕生の関係をより詳しく知るために、分子雲と星団の位置関係を、温度の分布図をつくることで調べたい。

さらに、Wd2以外の分子雲を伴う大星団について研究を行い、分子雲と大星団誕生の関係を詳しく調べていきたい。

#### 6. 謝辞

本研究を進めるにあたり丁寧に指導していただいた、名古屋大学大学院理学研究科立原研悟准教授をはじめとする先生方、研究室の方に深く感謝いたします。

#### 7. 参考文献

- [1] 福井康雄『巨大星の誕生』 第24回公開セミナー「天文学の最前線」(2015)
- [2] 鳥居和史、古川尚子、大浜晶生、福井康雄  
『分子雲衝突によって誘発される大質量星形成』(2012)
- [3] 福井康雄『0 star formation by cloud-cloud collision』(2015)

平成23年度指定スーパーサイエンスハイスクール  
研究開発実施報告書・第5年次

発行日 平成28年3月

発行者 名古屋大学教育学部附属中・高等学校  
〒464-8601 名古屋市千種区不老町  
電話 052-789-2680 FAX 052-789-2696