

## 第2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 各教科における取り組み

三小田 博 昭

#### 1. 目標

##### (1)サイエンス・リテラシーと協同的探究学習

本校のSSHの取り組みの研究開発課題は、併設型中高一貫教育における高大接続を考慮したサイエンス・リテラシーの育成である。このサイエンス・リテラシー育成のための具体的な授業方法として実践しているのが、協同的探究学習である。

本校では、次の通りサイエンス・リテラシーを定義している。

##### 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角的に分析し、論点を関連づけながら本質を理解する力を指す。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。

生徒にこの力を身につけさせるために、教授の手法のひとつとして協同的探究学習を用いる。

協同的探究学習は藤村宣之教授（東京大学教育学部）の提唱する学習方法である。学習観には「暗記・再生」型学習観と「理解・思考」型学習観の2つがあり、本校の取り組みの中で育てたいサイエンス・リテラシーは後者の学習観にあたる。この「理解・思考」型学習観を育てるために提唱されたのが協同的探究学習である。

##### 「暗記・再生」型学習観

- ・正しい答えと解法は一つである。
- ・正しい解法を覚えて適用することが学習である。



##### 「理解・思考」型学習観

- ・答えや解法は多様である。
- ・自分自身の知識や他者の知識を利用しながら、考えを構成していくことや、その思考プロセスを表現し、共有することが学習である。

この学習方法によって、概念的理解の深化、表現の多様化、教科に対する関心の向上などが効果として期待される。その具体的な方法については2. 学習方法 (p.9) に記す。

##### (2)これまでの取り組み

SSH第1期を通して、協同的探究学習の特質を明らかにしてきた。以下にSSH第1期の5年間にわたる協同的探究学習の実践を示す。

2006年度（1年次）	中1 国語、数学Ⅰ
2007年度（2年次）	中1 国語、数学Ⅱ
2008年度（3年次）	国語、数学、理科の教科連携による「ことばによる思考力の育成」を目標にした授業実践
2009年度（4年次）	数学、国語の教科連携による「ことばによる思考力の育成」を目標にした授業実践
2010年度（5年次）	中学課程の国語、数学、理科、社会などの授業実践

第I期では中学課程を重点的に協同的探究学習の実践・検証を行い、その効果を確認してきた。効果については、授業の前後において生徒の発話状況やプリントの記述内容の分析を行い、その結果として生徒の理解や論理的思考を深めることにつながっていると考えられた。そして、これらの実践を通して、協同的探究学習において以下の学習要素が重要であることを、大学との連携を通して実証的に明確にしてきた。

- 1) 学習内容 : 概念的理解とスキル獲得の区分と構造化
- 2) 発問 : 日常的事象に関連し、解や解法に多様性のある問題の提示

- 3) 学習環境 : 各生徒による個別の探究時間と、生徒間の問題解決過程の相互検討の時間の設定
- 4) 教師の支援 : 生徒が発表した解法の関連づけと、自由に意見を述べる学習観の育成

第1期での実践では、SLPI、SLPII、ASPといったSSHに特徴のある授業を開発し、実践してきた。高大連携などを通して様々な活動が行われてきた。そこで得られた知見・経験をもとに、上記のとおり、第1期3年次より、特徴のある授業開発から既存の教科授業での目標達成へと取組の軸足をシフトしてきた。とくに、教科連携による取組において、ある程度の効果が得られたと言える。そして、これまでの実施の中から挙げられた課題が以下の2点である。

- 1) 英語や実技教科等、もっとさまざまな教科で授業ができるかどうか、さらに実践を積む必要がある。
- 2) 高校での調査・実践を増やし、大学入試にも対応できる授業内容の開発が必要である。

これらの課題に取り組み、解決していくことが第2期1年次の目標となる。

### (3)本年度の目標

第2期のSSHの目標は以下の通りである。

#### 第2期SSH 目標

- ・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、従来からある一般教科の中で育成する。
- ・育成しようとする力が、どの程度生徒についてかを評価する方法を開発する。

本校のSSH第1期において、協同的探究学習を中学校の既存教科の一部で実践し、成果を得て来た。そこで、SSH第2期に入り、この学習方法を他教科、高校の既存教科へと展開し、より多くの教科での実践を行っていく。

本年度はSSH第2期第1年次として、中学・高校の既存の一般教科において協同的探究学習を試行し、その汎用性を確認すること目標とする。できるだけ多くの教科において、実践を試みる。そして、それぞれの教科において、協同的探究学習をいかに授業に取り入れることができるか実践、検討していく。また教科内においても、活用することができる場面とできない場面がどのよ

うなものであるか、見極めていく。そのなかで、より有用な学習場面、学習方法を開発していく。

また、SSH教科であるサイエンスリテラシープロジェクトI (SLPI: 中学)、サイエンスリテラシープロジェクトII (SLPII: 高校)、アドバンスサイエンスプロジェクト (ASP: 高校) に関しては、これまで通り継続して行った。

評価方法については、第1期SSHで開発した本校の尺度項目を再検討・再構築し、信頼性の高い尺度項目を開発する。そして、その尺度や評価方法を一般に普及していくことが必要であると考えている。

## 2. 学習方法

### (1)SSHで育てる力

協同的探究学習を行うことは、サイエンス・リテラシーの育成を目的としている。そこで、サイエンス・リテラシーが育成できているかどうかを判断するために、具体的に以下の4つの力をSSHで育てる力として設定した。

#### SSHで育てる

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

これらは、サイエンス・リテラシーの定義より、項目化したものであり、この4つの力を育てることで、サイエンス・リテラシーの育成、すなわちSSH目標の達成につながると言える。よって、授業者は、以上の4つの力を育てるために、協同的探究学習を用いた授業内容を組み立てていくこととした。

また、評価のための尺度項目も、この4つをそれぞれに測定する項目で構成されるように、各項目内容・尺度全体の構成が再検討された。

### (2)協同的探究学習の特徴

協同的探究学習は「理解・思考」型観を育てることをもとにしている。

そのために、専門領域別に知を分断・細分化したまま

学力を伸ばすのではなく、教科を越えて知の統合・融合することが必要とされる。日常生活や、これまでに蓄えた知識を活用し、問題解決にあたっていく力をつけさせることが重要である。

この力をつけさせるための協同的探究学習をとらえる際、授業者は、以下の特徴を認識しておく必要がある。

1) 解・解法・多様性のある問題

生徒が既有知識と発問を関連づけて解答できるように、多様な方法で出せる解答があるオープンな発問を準備する。

2) クラス全体での話し合いを通じた、知識の関連づけ

多様な考えを比較検討する討論の場を組織し、生徒が解答の多様性や因果関係の深さを知る場をつくる。

3) 思考プロセスの自己説明

生徒が自分の考えを整理して発言したり、考えを深めたりすることができる個別解決時間を設定する。このことによって、生徒個人が討論の前後で理解や論理的思考を深めることにつながるようになる。

(3)協同的探究学習法の観点

以上の協同的探究学習の特徴を踏まえ、実際に授業を行う際の学習の流れを以下に示す。ただし、これに限らず、(2)で述べた特徴を持っていることが重要である。また、この流れは、1時間の授業の中で行われることが望ましいが、取り扱う教材によっては、さまざまなスパンにあてはめて、実施することも可能である。

学習の流れは、おおまかに 個別探究（導入問題）→協同的探究→個別探究（展開問題）の3つのステップで成り立っている。これをもう少し、詳しくしたものが以下の9つのステップである。

- 1) 多様な方法で出せる解答があるオープンな発問がある。(発問)
- 2) ①の発問が、既有知識と関連づけて解答できるような発問であり、生徒が考える時間がある(発問)
- 3) グループや全体で考える前に、個々の生徒が自分の考えを整理して考えることができる時間を設定する。(個別探究)
- 4) 多様な考えを比較検討する討論や発言の場を設ける。(協同的探究)
- 5) ④の中で、課題に対して他者と協同して解決しようとすることができる。(協同的探究)
- 6) ④の中で、生徒が解答の多様性を認識し、差異や共通性に着目しながら論点を関連付け物事を論理的かつ多角的に考えることができる。

7) ④の中で、自らの考えを他者に対して表現できる。(協同的探究)

8) 討論や発言の後に、生徒個人が理解や論理的思考を深める時間がある。(個別探究)

9) 以上の取り組みを通して、本質を深く理解することができる。(全体としての目的)

また、ここでひとつ確認しておくべきことは、1年を通して、すべての授業で協同的探究学習を行っているのではなく、教材や学習内容によって、レクチャー、ドリルワークなども併用しており、協同的探究学習がより効果的であると考えられるところで、実践しているという点である。

学力には「できる」学力と「わかる」学力の2つの学力がある(藤村、2005)

「できる」学力

- ・ 手続き的知識、スキルの適用
- ・ 事実に基づく知識の再生
- ・ 定型的問題解決
- ・ 選択肢に対する判断 など



「わかる」学力

- ・ 概念的・原理的理解
- ・ 非定型的問題解決
- ・ 考え、解決、理由などの説明 など

この2つは学力の両輪をなしており、学習を進めていくうえで、どちらも重要である。現在の日本の教育では「できる」学力が重要視されがちである。しかし、「わかる」学力をつけることによって、ある一定の問題に限らず、さまざまな問題に対して自分の学力を発揮して思考し、解決することができるのである。さらに、解決のプロセスを言葉で説明することにより、他者との共有ができ、また、自分で振り返ることも可能である。この力は学習だけでなく、日常生活の中でこそ必要とさせる力である。そして、この「わかる」学力が、SSH目標であるサイエンス・リテラシーとして生徒につけさせたい力なのである。

(4)各教科での取り組み

これらを踏まえて、各教科で協同的探究学習に取り組んできた。

本年度は、教師間で授業観察、授業検討会を行った。また、授業指導案の検討、協同的探究学習についての学

習会を行い、教科を越えて協同的探究学習のあり方について検討してきた。また、協同的探究学習の提唱者である藤村教授に授業観察をしていただいた。

単発的な授業観察においては、各教科における実践の可能性や効果について検討した。定期的な観察では、生徒の反応の変化を踏まえて、実践の効果をより詳細に検

討し、改善することができた。

以下に、本年度協同的探究を重点的に行ってきた授業の実践をまとめる。以下の表は、1年の実践の中の1つの例である。単元とその位置づけやクラスの特徴、およびある1時間の取り組みの例をまとめる。

教科	学年	実践<単元>および<1時間の取り組みの例>
古典	高2	<p>&lt;『枕草子』、自主教材『十訓抄』『紫式部日記]&gt;</p> <p>文語文法のうち、用言、助動詞については、かなり習熟している生徒が多い。高校2年生では、敬語の使用法を学びつつ、古典文学の世界への理解を深めることを目指している。附属中学校からの進学者は、「協同的探究学習」に慣れており、自分の意見を明確な根拠とともに述べるができる生徒が比較的多いといえる。</p> <p>&lt;1時間の取り組みの例&gt;</p> <p>「『十訓抄』『紫式部日記』の清少納言評はどう違うか、またその違いはなぜ生まれたか」という課題に対し（オープン発問）、個人（個別探究）およびグループ（グループでの協同的探究）で発表内容について考える。グループ発表（全体での協同的探究）を踏まえて、再度、同じ課題で各自が取り組む（個別探究）。</p>
社会	中1	<p>&lt;地域を調べる&gt;</p> <p>この単元では、「身近な地域」「都道府県」「国」という3つのスケールの地域について自ら調査することで、地理的事象への関心を高め、多面的多角的な考察や表現能力の向上をねらいとしている。本校中学1年生では全員が個人研究の形態で、ゴールデンウィークに身近な地域、夏休みに国、冬休みに都道府県の調査を行った。</p> <p>&lt;1時間の取り組みの例&gt;</p> <p>「よりよい地域調査のあり方とは」という課題に対し（オープン発問）、各自の経験を踏まえ（個別探究）、グループで討論する（グループでの協同的探究）。グループごとの発表（全体での協同的探究）をした後、よりよい地域調査のあり方についての学級の考えを集約する（全体での協同的探究）。</p>
数学	高1	<p>&lt;図形と方程式 円と直線&gt;</p> <p>数学Iを学習し終え、数学IIの内容を第1章から順に学習している。附属中からの進学者は全体のおよそ3分の2であり、協同的探究学習に慣れている生徒が多い。</p> <p>&lt;1時間の取り組みの例&gt;</p> <p>複数の解法がある問題をまず個人で考えさせて（個別探究）、異なる解法をなるべく多く黒板で紹介し、それぞれの解法に対して意見をきき（協同的探究）、再度個人でまとめる（個別探究）。</p>
理科	中3	<p>&lt;高校化学入門&gt;</p> <p>中学で学習する単元はすべて学習を終えている。高校理科では、定性的ではなく定量的扱う機会が多い。しかし、中学で定量的に扱うのは、化学分野の電気分解と酸化還元と物理分野の電気と電流の単元の一部であり、学習が不十分である。本校の新課程では、高校1年生で化学を学習する時間がないため、生物、物理を学ぶためにも必要な化学反応の基本を学ぶ。</p> <p>&lt;1時間の取り組みの例&gt;</p> <p>定量的な反応を証明するという課題（オープンな発問）に対して、個人（個別探究）およびグループ（グループでの協同的探究）で実験内容について考える。グループ発表（全体での協同的探究）をしたのち、それまでに見聞きした情報を踏まえて、個人の最終的なレポートを作成する（個別探究）。</p>

<p>物理</p>	<p>高2</p>	<p>&lt;波の性質&gt;                  生徒がこれまで学んできた力学現象は、物体の位置が時間的に変化するものであった。これに対し波動は、媒質の変位が、時間的な変化だけでなく空間的な変化もあわせ持つ点が、これまでの力学現象と異なっている。これについて理解し、豊かなイメージを描けるようにするため、単に実験を行うだけでなく、実験方法の考案から行う。                  &lt;1時間の取り組みの例&gt;                  「波の速さを測定する」という課題に対し（オープン発問）、個人（個別探究）およびグループ（グループでの協同的探究）で方法を考える。グループで測定をした後に、代表による発表をおこなう。媒質の変位が空間的に変化する様子をイメージさせる。</p>
<p>技術</p>	<p>中2</p>	<p>&lt;食料生産の技術：ダイコン作りからみる農家のこと&gt;                  生徒たちは9月末からダイコンの袋栽培を行う。一人につき一袋ずつ栽培し、2～3本収穫する予定である。土作りから行い、種まき、間引き、追肥、害虫駆除など一通りの作業を行い、収穫を迎える。無農薬で作るため必ずと言っていいほど青虫が葉っぱにつき、手ヤスコップなどで駆除する。そしてそれを家で食べてレポートする。まとめの授業では、ダイコン一本からの値段を計算して農家の経営について考える。                  &lt;1時間の取り組みの例&gt;                  「作物栽培における農薬使用」という課題に対し（オープン発問）、個人（個別探究）およびグループ（グループでの協同的探究）で使用の是非について考える。グループ発表をした後に、農家が抱える問題を提起して、農業という職業について自らの意見を持てるようにする。</p>
<p>英語</p>	<p>中3</p>	<p>&lt;Lesson 7 : A Vulture and A Child&gt;                  教科書の単元、間接疑問文、want O to Vを扱う。題材はスーダンの飢餓で、humanismや物事の中学3年間の文法は概ね理解している。個別活動は、グループの話し合い、英作文のどれも積極的にとりくむことができる。まちがえることに臆病で、ケアが必要である。                  &lt;1時間の取り組みの例&gt;                  本文全体に対して、自分で考えたことを意見文として書く（オープンな発問、個別探究）。授業では、グループ及びクラス全体で表現・内容についてのよい点を話しあう（協同的探究）。それらの意見を取り入れながら、個人の最終的な意見文を作成する（個別探究）。</p>
<p>S L P I (家庭科)</p>	<p>中3</p>	<p>&lt;藍の絞り染めTシャツを作ろう&gt;                  愛知の伝統「絞り染め」を藍の染料で染め、世界にひとつしかないオリジナルTシャツを作る。防染の技法や、合成染料、バンダナ染めなどの実習を通して、藍の絞り染めを成功させるために意見交換や個別のデザインなどを行っていく。伝統のものづくりを体験し、温故知新を探る。                  &lt;1時間の取り組みの例&gt;                  防染のための糸をほどこき、Tシャツを完成させる（個別探究）。Tシャツを発表しあう（協同的探究）。</p>

SLPI (美術)	中3	<p>&lt;CGで静物画を作ろう&gt; ガラス材質が人間の目にどのように写るのか、光の反射・屈折等の科学的な視点から考えさせ、対象物に対する思い込みを払拭して、自然の必然性を探って表現しようとする姿勢を身につけさせる。</p> <p>&lt;1時間の取り組みの例&gt; 「ガラスの見え方は」という課題に対し、個人（個別探究）およびグループ（グループでの協同的探究）で課題解決を図る。他生徒の制作状況を参考にし、それまでに見聞きした情報を生かして、個人の最終的な作品を作成する（個別探究）。</p>
SLPI (英語)	中2	<p>&lt;英語を使ってプレゼンしよう&gt; 後期全8回の授業である。通常、2時間連続（100分）で授業を展開している。既習単語量や文法事項は多くはないが、既習事項を利用し可能な範囲で毎回異なったテーマを設定し、その下でプレゼンを行っている。</p> <p>&lt;1時間の取り組みの例&gt; 7回目の授業で「STORY MAKING」という課題に対し（オープン発問）、個人（個別探究）でstoryを創造する。ペア発表（ペアでの協同的探究）をしたのち、それまでに見聞きした情報を踏まえて、個人で再考する。再度ペア発表（ペアでの協同的探究）をしたのち個人の最終的なプレゼン原稿を作成し（個別探究）全体発表を行う。</p>
SLPII 自然と科学	高2	<p>&lt;年代測定&gt; この教科は1クラスを3グループに分けて「科学的な思考」とは何か、を重点を置いて授業を行っている。「科学的な思考法の立脚点をつくるための学習」というテーマを設定し、少人数でものを考え、追求する体験をさせる機会を行う。</p> <p>&lt;1時間の取り組みの例&gt; クラス全員の合同授業である。土器のレプリカから土器の年代を推定する。推定した結果はその理由も述べて、生徒たちで共有させる。その後、考古学的方法や科学的な方法からのアプローチを紹介し、実際に生徒たちに計算するなどの作業を通じて科学的リテラシーの有用性を理解する。また、大学教員から分析時の実際の様子をお話いただく。</p>

### 3. 成果と課題

前年度までは、限られたなかでの協同的探究学習の実践であったが、本年度に入り、以上のように中学の他の教科での実践が行われた。また、より「できる」学力が重視されがちな高校においても協同的探究学習を試行した。

その結果、一般教科や高校での協同的探究学習が実践可能であることが分かった。生徒たちは自分たちが獲得した「できる」学力を用いて、新たな問題解決に積極的に挑戦した。また、協同的に行うことで、個人だけでは達成できなかった問題解決が可能となり、最初の個別探究と比較して、協同的探究後のパフォーマンスはレベルが上がっていることが多くみられた。

たとえば、中3英語では、1年間自由英作文に協同的探究学習を用いた。あるひとつのテーマに関する英作文（意見文）について、協同的探究前と後に、アウトプッ

トされた文章を比較すると、その出来映えは大きく異なる。文法を正しく使えるようになったこと、既習文法の多種を使えるようになったこと、語彙が増えたこと、文章量が増えたことが見てとれた。また、年度のはじめと終わりの作文の量を比較すると、全体的に増加しており、生徒の英作文に対するかかわり方についても、自分の言いたいことをなんとか表現しようするようになったことが、考えられた。ひとつの表現をするために、個別や協同で考え、英作文を積極的に行うことによって、自分で英語を扱えるという自己効力感を高めることにもつながっていくと考えられる。それによって、ほかのテーマの英作文や、英会話においても取り組もうとする姿勢を育て、問題解決する力が育っていくと考えられる。

また、協同的探究学習を通して、SSHでつけた4つの力については、4月と12月の2回アンケート調査を行った。その比較から、有意傾向は見られなかったが、それぞれの教科における生徒の記述したものを比較する

と、教師の観点にもよるが、変化が見られるものもあった。アンケート結果は、IX、資料6をご覧ください。

この実施によって、一般的にレクチャーやドリルワークが行われるような学習内容においても、協同的探究を用いて授業実践できる場面があることが分かった。今後はどこで用いるのがより効果的であるかを深く、詳しく検討していく必要があるだろう。アンケートでは、全体の評価を行ったが、現段階では個々の授業実践が、育てたい力にどの程度直接的な効果があるかを評価する手立てがない。生徒はさまざまな教科での実践を踏まえて、力を付けていくため、個々の測定は難しいところであるが、協同的探究学習をより効果的に行うためには、評価方法を検討していきたい事項である。またさまざまな学力レベルに合わせた実践例を見出すなど、一般化するための学習方法を見つけていくことが必要である。今後、さらに他の教科へ汎用してさまざまな実践を行い、可能な実践例を挙げていくことが望まれる。

## 第2節 実践の成果と評価

今村 敦司

### 1. 第2期SSHにおける評価

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受けることを通して、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。そして、この評価方法を、世の中の他の研究開発校に提案するために評価部会が設置された。本部会は、今ある評価方法よりできるだけ客観的に評価する方法を検討し、実践していく部署である。

ここでの評価は全体目標に対しての評価であり、各プログラムにおける授業評価とは異なり、授業を受けた生徒が、授業の目標に対してどのように成果を上げたかを直接測るものではない。いわば、さまざまなプログラムが全体として生徒にどのように効いたかを調べるというものである。そして、そ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用意した。第1期SSHでも実践をしたものであるが、今回はその内容を精選して、効率的にかつ正確に実施できるように設定した。具体的には、アンケートの項目を見直し、妥当性を検討して今後5年間のアンケート調査項目を確定させた。記述型の思考力を測る調査は、従来のゼンメルワイスの問題に加えてもう1問作成し、中3と高1の両学年で実施できるようにした。

### 2. 評価の枠組み

本校のSSH全体の評価は、2つの柱がある。アンケートによる評価と、PISA調査を利用した記述型の思考力調査である。それぞれの目的と内容を以下の表に大まかにまとめた。

質問内容	基準	事前(4月)	事後(12～3月)
SSH全体目標の力	内容基準	中1・高1	全学年
TIMSS理科調査項目	外部基準	中1・高1	全学年(比較は中2)
科学観	内部基準	中1・高1	全学年

#### (1)アンケートによる調査

アンケート調査は、生徒の意識を知ることではできが、実際にその力が付いたのかどうかは個人内の意識なので、そういう点では客観性に乏しい。自分のことを厳

しく見る生徒と甘く見る生徒でも評価が異なってくる。また、内部基準のみの質問項目を作ると、自校に有利な項目ばかりが揃ってしまいかねず、そういう点でも客観性に乏しくなってしまう。そこで、国際的な調査を流用した外部基準の質問項目を入れることにより、本校と日本の平均、世界の平均と本校の生徒の意識を比較することで、客観性を担保しようと考えた。

質問内容については、第2期SSHの全体目標の力がついたかどうかを尋ねるのはもちろんのこと、外部比較としてのTIMSS国際理科調査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2の生徒に絞った。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、科学というものを人任せにせず、自分も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。SSHの各プログラムを受けることで、本校の生徒は、科学というものをどのように見るのかという「科学観」を知ること大切がと考え、質問項目に入れた。

#### (2)記述式テストによる思考力調査

調査内容	基準	事前(4～5月)	事後(12～3月)
PISA調査科学的リテラシー問題	外部+内部基準	高1	高1
PISA調査科学的リテラシー問題	外部+内部基準	中3・高1	中3・高1
各教科思考力テスト	内部基準	実施学年	実施学年

PISA調査科学的リテラシー問題、PISA調査科学的リテラシー問題は、生徒の目標とする力がつ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、本校のみに有利なテストではない形で日本平均や国際平均と比較し、問題を付け加えることにより、本校の目標に照らした力を測るという方法は、第1期SSHで試行的にゼンメルワイス医師の問題を使って科学的リテラシーを測ったが、今回は数学的リテラシーの問題も使い、本校の目標とする力だけでなく、従来型の学力である手続き的知識が付いているかどうかと同時に測る問題を採用した。また、科学的リテラシーの問題をもう1問採用し、本校の力が測れる問題とその解答の水準づくりをした。各教科の思考力テストは全体評価ではなく、協同的



探究学習法を取り入れている個別の授業評価において、試験的に実施した。

### 3. 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

アンケート調査については、第1期SSHで調査手法はほぼ固まっていたが、アンケート項目が多く、スリム化が求められていた。そこで、SSH全体目標が変わったこともあり、アンケート項目を見直すことになった。今年度は初年次のため、5年間を見据えたアンケート項

目を作りなおした。まず本校のSSH全体目標の4つの力がついたかどうかを聞く質問項目をそれぞれ作り、4月に中1と高1に実施した。その結果を因子分析し、妥当性の検討を行った。狙ったことがうまく聞けていない質問項目を洗い出し、足りない質問項目を追加して12月に全学年でアンケートを実施した。

TIMSS国際理科調査の質問項目は、日本や国際比較ができる質問項目だけに減らした。科学観の質問項目は、本校の求める科学観を聞く質問項目を見直した。以下は決定した質問項目である。

アンケート項目一覧（\*の印がある項目は12月に増やしたもの）

#### A（探究を通じての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、自然の流れにさからっている。

(2)アンケート結果

※A B C D目標の質問項目について

4月のアンケート結果で特に気になったのは、以下の質問項目の回答である。

- ・問題ごとに1つの解決法を覚えるようにしている。
 

中1	やや当てはまる+ととも	=42.5+21.3	=63.8 (%)
高1 中学入学	どちらとも+やや当てはまる	=34.2+31.6	=65.8 (%)
高1 高校入学	どちらとも+やや当てはまる	=31.3+34.4	=65.7 (%)
- ・法則や公式はできるだけ多く覚えようとしている。
 

中1	やや当てはまる+ととも	=37.5+31.3	=68.8 (%)
高1 中学入学	やや当てはまる+ととも	=36.7+16.5	=53.2 (%)
高1 高校入学	やや当てはまる+ととも	=46.9+15.6	=62.5 (%)
- ・暗記を中心にした学習をしている。
 

中1	どちらとも+やや当てはまる	=30.0+25.0	=55.0 (%)
高1 中学入学	どちらとも+やや当てはまる	=31.6+29.1	=60.7 (%)
高1 高校入学	どちらとも+やや当てはまる	=34.4+15.6	=50.0 (%)

これらの質問項目から、生徒は手続き型で知識優先の課題解決に重きを置いておることがわかる。「どちらともいえない」という回答を入れたのは、目標として本校では積極的に物事の本質に迫る概念的な理解を重要視して

ほしいからである。これからの本校の様々な授業で、これがどのように変化していくかは、本校の取り組みにかかっている。調べた事柄を自分の言葉で説明したり、人や社会と関連づけて考えることについても課題があることがわかった。12月については、全学年で実施をしたが、特に目立った傾向は見られなかった。4月と12月の比較については、中1においてほぼすべての項目が有意に下がった。他の研究からも報告があるが、一般に自分の持つ力については年度当初と年度末ではどの学年でも下がることがわかっている。中1もその傾向に当てはまっていた。しかし、本校の高1の中学からの進学者については、ほぼ変わらずという傾向が確かめられた。

※TIMSSの質問項目について

4月、12月ともに質問項目から言えるのは次の点である。

- ・理科は好きであるという生徒の割合は中高共に高いが、その割には、特に高校生では自分の成績に自信がなく、学ぶには難しいと考えている生徒が多い。
- ・学校で理科をもっとたくさん勉強したいと思っている生徒は、中高とも半数以上いるが、一方、高校ではあまりそのように思わない生徒もある程度いる。中学より高校の方が、将来理科を必要とする生徒の割合が少なくなっている。理科嫌いが進んだのか、それとも進路意識が確立し、必要性を感じていないのかはわからないが、本校のねらいは、「すべての生徒にサイエンスリテラシーを身につけること」としているため、「年を取るのに従って理科が必要ない」という感覚を打破しなければならない。この数値をどのように変えていくかという本校の取り組み

の課題を見つけることができた。

※「科学観」の質問項目について

第1期のSSHでも見られた「科学の2面性」(良い点もあるが問題点もある)という項目は、以前から本校の生徒の数値は高いという特徴があったが、4月12月ともにこれらの数値が異常に高くなっていた。3月11日の東日本大震災の原発事故を契機に、メディアは今まで受けてきた恩恵とマイナス面をしきりにニュースで述べるようになってきた。それらの影響を受けてのことであると思われるが、初期値があまりにも高いので質問項目をどうするか、検討の必要を感じている。

他には、「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」という質問項目の数値があまり高くない。A B C Dの質問項目にも「学習している内容を、人や社会と関連づけて考えている。」「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。」という、同様の質問項目があるが、概して数値が高くない。(特に高校)このことから、習った知識を他のものと関連づけることに重要性を持っていない、もしくは、関連づけるような授業や経験が少ないことが考えられる。知識の関連づけは、応用力の基本であり、普段の授業で生徒に考えさせるときの一つのポイントにする必要がありそうだ。

#### 4. 記述式テストによる思考力調査について

##### (1) PISA 科学的リテラシー問題を利用した思考力調査とSSH全体目標の関係

PISAの行った科学的リテラシー調査の中から、答えが既存知識との関連づけができ、答えへの道筋がいくつもある問題をピックアップし、本校のオリジナルの問題(思考過程を問うもの)を付け加えた調査を開発した。この問題の解答の評価は、因果の深さと多面性への気づきの2つの軸を設けて水準を決定した。因果の深さは対象理解につながり、目標Aの評価とすることができる。多面性への気づきは、目標Bの評価とすることができる。また、正確な記述は目標Cの力が必要になってくる。よって、このPISAの問題を評価することによって、本校の求める力を測ることができると考えた。

##### (2) 今年度新しく開発したPISA科学的リテラシー問題を使った思考力テストについて

今年度新たに作り出したテストは、PISA 2006年の調査で使われ、一般に公開された「温室効果に関する問題」である。具体的にできあがった調査は、以下の通りである。

##### 温室効果-事実かフィクションか

生物は、生きるためにエネルギーを必要としている。地球上で生命を維持するためのエネルギーは、太陽から得ている。太陽が宇宙空間にエネルギーを放射するの

は、太陽が非常に高温だからである。このエネルギーのごく一部が地球に達している。

空気のない世界では温度変化が大きいが、地球の大気は地表をおおう防護カバーの働きをして、こうした温度変化を防いでいる。

太陽から地球へくる放射エネルギーのほとんどが地球の大気を通過する。地球はこのエネルギーの一部を吸収し、一部を地表から放射している。この放射エネルギーの一部は大気に吸収される。

その結果、地上の平均気温は、大気がない場合より高くなる。地球の大気は温室と同じ効果がある。「温室効果」というのはそのためである。

温室効果は20世紀を通じていっそう強まったと言われている。

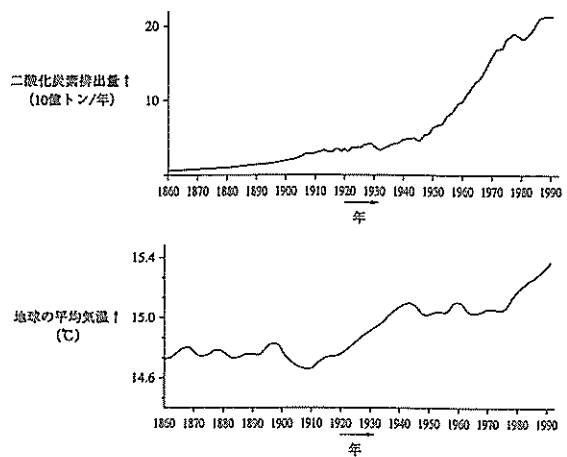
地球の平均気温は確かに上昇している。新聞や雑誌には、二酸化炭素排出量の増加が20世紀における温暖化の主因であるとする記事がよく載っている。

太朗さんが、地球の平均気温と二酸化炭素排出量との間にどのような関係があるのか興味をもち、図書館で次のようなグラフを見つけました。

太朗さんは、この二つのグラフから、地球の平均気温が上昇したのは二酸化炭素排出量が増加したためであるという結論を出しました。

問1 太朗さんの結論は、グラフのどのようなところを根拠にしていますか。

太朗さんは、地球の平均気温が上昇したのは二酸化炭素排出量が増加したためであるという結論を主張しています。しかし花子さんは、太朗さんの言うような結論を出すのはまだ早すぎると考えています。花子さんは、「この結論を受け入れる前に、温室効果に影響を及ぼす可能性のある他の要因が一定であるということを確認しなければな



らない」と言っています。

問2 花子さんが言おうとした要因を一つあげて下さい。

問3 花子さんは、なぜ問2で答えた要因が一定であるということを確認しなければならないと考えたのでしょうか。説明してください。

(3)この問題を採用した理由と正解基準、解答例（主なものと生徒解答例）

問1 太郎さんの結論は、グラフのどのようなところを根拠にしていますか。

問1は、太郎の立場に立ってグラフ読み取る必要がある、基本的なグラフの読みとり問題である。PISAと同問題。

正解の基準は以下の通りに定めた。基本的にはPISAの問題の基準に準じたものとした。

水準I（正解）：平均気温の上昇とCO<sup>2</sup>排出量の共変性に言及している。

ex 排出量が増えるにつれ気温が上昇している、比例している等

・グラフより、1920年ぐらいから二酸化炭素排出量がどんどん増えて、地球の平均気温も1920年ぐらいからどんどん上がってくるなどの相関関係が見られるから。

水準O（不正解）：二変数間の共変性に言及していない。

OA：一方の変数のみに言及している。

ex 気温が上がった、CO<sup>2</sup>が増えている等

・二酸化炭素排出量が短い年の間に急に増加しているから

OB：二変数間の漠然とした「関係」のみに言及している。

ex 二酸化炭素が気温上昇の主な原因である等

・1860年と1990年を比べ1990年の方がCO<sup>2</sup>が多く温度も高い。よって関係がある

OC：それ以外の解答

ex グラフの上がり方、二酸化炭素の排出量は地球の気温上昇よりも大きく上昇している等

・二つのグラフの相似性。

問2 花子さんが言おうとした要因を一つあげて下さい。

問2は、気温上昇の原因をCO<sup>2</sup>以外で考えなければならない点で、多様な解が存在する。これは協同的探究学習法の成果を試す問題として適している。要因を答える際には、問題文中からピン

トを得ることも、既有知識から答えることも可能である。PISAと同問題。

正解の基準は以下の通りに定めた。基本的にはPISAの問題の基準に準じたものを参考にした。

水準I（正解）：関連する適切な要因を指摘している。

IA：本文中の情報から要因を抽出している。

ex 太陽から来るエネルギー、放射熱等

・太陽から放射されるエネルギー量

IB：本文以外の既有知識を用いて要因を指摘している。

ex PISA基準と一致した答え（天然の成分又は汚染物質の存在の可能性等）

・温室効果ガス（メタンなど）

IC：本文以外の既有知識を用いて要因を指摘している。

ex PISA基準の例以外の要因の答え（年間降水量、気温の長期的自然変動等）

・地球ではミランコビッチサイクルという気温が上下することがおきていて、今はその気温が上があるときかもしれないから。

水準O（不正解）：関連する適切な要因を指摘していない。

OA：関連する適切な要因を指摘していない。（別の要因を指摘しないもの）

ex CO<sup>2</sup>排出量、化石燃料のような、二酸化炭素の排出につながる答え。

・爆発的人口増加。人間は酸素を取り入れ、二酸化炭素を排出する。つまり、人口が増えれば二酸化炭素排出量も増えるであろう。今日の爆発的人口増加は平均気温上昇と無関係とはいえない。

OB：本文と同一の要因であるが、逆方向の推理を行う。

ex CO<sup>2</sup>吸収量の減少、森林の減少（排出とは違うメカニズムである点が評価できる。）

・森林などの破壊率、二酸化炭素を吸収する植物などの量？数？などが一定でなければ、二酸化炭素の地球温暖化の原因とはいえない

OC：無関連な要因を指摘している。

ex オゾン層、物質が不特定な記述

・二酸化炭素排出量以外なら、どれでもご自由に。

・オゾンホールが二酸化炭素の増加と関係なく急激に大きくなった。

問3 花子さんは、なぜ問2で答えた要因が一定である

ということを確認しなければならないと考えたのでしょうか。説明してください。

問3は、自分の考えを自分の言葉で表現しなければならないので、協同的探究学習の成果が試される問題である。解も多様で、考え方もいくつかある。これらの答えは因果の説明になり、メカニズムの説明が必要になるという点において、本校の求める力の「A：探究を通じてのものごとの本質を深く理解する力」がついている状態を示している。また、この問いは対照実験の必要性を説明して答えることも可能である。この答えは論理的に考えてつじつまが合わないというロジックを指摘するもので、本校の求める力の「B：物事を論理的・多元的・長期的に考える力」の一部がついている状態を示している。また、メカニズムとロジックの両方を書いている場合は、「A」と「B」のいずれも達成している状態を示していることになる。また、水準Ⅱであることは、詳細に説明ができていう点で、本校の目的とする力の「C：自らの考えを表現できる力」を達成している状態を示している。本校のオリジナル問題。

水準Ⅱ (正解)：因果的メカニズムの説明がある。

Ⅱ A：関連要因を抽出(問2の水準Ⅰ & O B)し、要因間の因果関係を説明している。

・放射エネルギーが一定ではなく、小さい場合には地表から放射するエネルギーも小さくなる。大きい場合には地表から放射するエネルギーも大きくなる。このように太陽からの放射エネルギーの量によって地表から空気中、大気中に放射するエネルギーの量が変化してしまう。こうなると気温と二酸化炭素排出量の関係は違ってきてしまうため、太陽からの放射エネルギーが一定であることを確認しなければいけない。

Ⅱ B：関連要因を抽出(問2の水準Ⅰ & O B)し、対照実験の論理を関連づけて説明している。

・平均気温と二酸化炭素の関係を調べ、比較をしたいときは、データをとる環境を一定にして、同じにしないと本当に二酸化炭素の増加によって平均気温が上がったのか分からない。だから過去のデータをとってきた中で他の要因が全て一定であったのかを調べる必要があり、確かめないといけないから。

Ⅱ C：関連要因を抽出(問2の水準Ⅰ & O B)し、要因間の因果関係、対照実験の論理をともに説明している。

・もし太陽が何か突然異常がおきて、太陽の熱の放射量が少なかったり大きかったりすると、地球の平均気温が大きく上がったり、下がったり

することが考えられることから、太陽が常に同じ動きをして、同じ活動をしていないと、必ずしも、二酸化炭素の排出量が直接、地球の平均温度を上昇させている、原因とは言いにくいため、要因が一定であるということを確認しなければならない。

水準Ⅰ (思考が浅い正解)：関連する要因の抽出をしている、または科学的方法の論理的説明をしている。

Ⅰ A：関連要因を抽出する(問2の水準Ⅰ & O B)が、因果関係の説明が不十分である。

・太陽から放射されるエネルギー量は地球の平均気温に少なからず関与していると考えられる。そのため、これが一定でなければ、二酸化炭素による影響がどのくらい大きいかが分からないから。

Ⅰ B：関連要因を抽出せず(問2の水準O A & O C)、対照実験の論理を説明している。

・温室効果に影響を及ぼす他の要因があった場合、地球の平均気温が上がっているのは二酸化炭素の排出量が増えたから、とは言いきれないから。他の要因の値が影響してしまって正しい数値が出せなくなるから。

水準0 (不正解)：関連する要因を抽出せず、科学的方法の説明も行われない。

・もしかすると、地球の平均気温が上がっているのは、二酸化炭素のせいではないかもしれない。この2つに因果関係はないかもしれないから

## 5. 成果と課題

### (1) アンケート調査について

今年度は4月当初に中1、高1にアンケートを実施し、12月との比較を行った。この調査により、本校の中学の3年間の研究成果がつかめることがわかった。今後は他の要因とのクロス集計の試みや、データの詳細な分析を進めていきたい。

### (2) 記述式テストによる思考力調査について

まずは解答の水準づくりができたので今後はデータの詳細な分析を行い、授業に還元できるようにしなければならない。また、成果の一般化をどのようにするかも検討課題である。