

SSH 指定校の中学生における 「研究」および「科学」に対する理解

教育学研究科 教育実践創成専攻 教科領域実践開発コース 中等教育分野 河口 賀俊

1. 研究の背景および目的

2002年より、文部科学省支援事業として実施されている「スーパーサイエンスハイスクール」(SSH)事業は、高等学校および中高一貫教育校(中等教育学校ならびに併設型および連携型中学校・高等学校)における先進的な科学技術、理数系教育を通して、生徒の科学的な探究能力を培い、もって、将来国際的に活躍し得る科学技術人材等の育成を図ることを目的としている(科学技術振興機構, 2021)。この間、優れた科学技術人材の輩出や高等学校における理数系教育に関する教育課程等の改善、生徒の意欲・関心の向上、進路選択や大学院への進学希望率への正の影響、地域教育への波及効果、大学と高校の先進的な教育との連携・接続などの成果を挙げてきたと言われている(スーパーサイエンスハイスクール(SSH)支援事業の今後の方向性に関する有識者会議, 2021)。一方、今次の有識者会議では、各教科等の学習を改善・充実しながら、SSH指定校の取組として行われる課題研究の充実を図るとともに、生徒の主体性を引き出すための教育課程や評価法、指導法等の教育手法の開発・実践が求められた。特に課題研究の成否は、課題の設定や得られた結果を科学的に議論することにあると言われており、その重要性を踏まえた取組が期待されている。また、生徒の資質・能力の伸長に注目し、SSH事業全体の改善に生かすための調査研究を推進することが重要であることも確認されている(スーパーサイエンスハイスクール(SSH)支援事業の今後の方向性に関する有識者会議, 2021)。

上記したように、課題研究の成否には、得られた結果に対する科学的な議論が必要とされる。そこには、当然のことながら、議論に参画する生徒の研究や科学に対する認識的認知が影響する。しかし、我が国も学習指導要領では、Nature of

Science (NOS) を学習することは明記されていない(志田ら, 2019)。この点は、NOSだけでなく、研究自体についても同様である。研究や科学に対する認識的認知の不十分さを示唆する研究として、丹沢(2000)が挙げられる。この研究では、中学生、高校生、大学生、および教師の科学観を明らかにするための質問紙調査が行われ、観察の理論負荷性を認める者が調査対象者の約半数に留まったことが明らかにされている。この傾向は、丹沢ら(2003)ではまた、科学は没価値的なものであり、真理追求の学問であるとする科学観を持つ者が、調査対象者の3割から4割存在したことが報告されている。

さらに、Lederman et al. (2021)では、Views About Science Inquiry (VASI) 調査票に基づく国際調査が行われている。VASI調査票は、科学的探究の本質(Nature of Scientific Inquiry: NOSI)を明らかにするために開発されたものである。NOSIとは、科学的知識が構成され、正当化される過程に関する見方であり、Nature of Science (NOS: 科学の本質)と並び、科学的リテラシーの育成に不可欠な要素として位置付けられている。(Schwartz et al., 2008)。Lederman et al. (2014)は、NOSIの具体的な側面について、①科学的インヴェスティゲーションはすべて問いから始まるが、必ずしも仮説を検証するものではない、②すべてのインヴェスティゲーションにおいて同じ手続きが踏まれるわけではない、③探究の手続きは問いによって導かれる、④同じ手続きを踏んだすべての科学者が同じ結果を得るとは限らない、⑤探究の手続きは結果に影響を与える、⑥科学的データは科学的証拠と同じではない、⑦研究の結論は収集したデータと一致していなければならない、⑧説明は収集したデータと既知の情報の組み合わせから作成される、という8つによって説明し、これらの側面を評価するために開

発されたのが、VASI 調査票である。調査の結果、「科学的インヴェスティゲイションはすべての問いから始まるが、必ずしも仮説を検証するものではない」の側面について、“naive”に分類された我が国の生徒の割合は実に82.6%に及び、この数値は対象となった32の国と地域のなかでワーストであった。その内実について Lederman et al. (2021) では言及されていないものの、同一の調査票を用いて高校1年生を対象とした調査を行った福田・中村(2016)から示唆を得ることができる。福田・中村(2016)は、対象とした高校生のうち、上記の側面を理解している生徒が皆無であったことを明らかにするとともに、生徒によって科学的なインヴェスティゲイションの始まりは身近な興味・関心であるものの、そこから誘起される疑問を科学的な問いにする必要があると認識しているか否かについては読み取ることができなかったこと、インヴェスティゲイションのすべてが仮説検証のために行われるわけではないことに対する生徒の理解を、記述から見いだすことができなかったことを報告している。また、同調査では、探究の結果には、科学者の主観的な要素が入り込むことについても、十分理解できているわけではないことが示唆されている。この結果は、先に挙げた丹沢(2000)や丹沢ら(2003)と符合するものと捉えることができる。以上の調査結果を踏まえると、SSH研究に取り組む生徒においても、研究に主観が入り込むことが十分理解できないまま、また、仮説に対する十分な理解がなされないままに研究が進められていることが示唆される。課題研究の質を高めるためには、詳細な調査を実施して理解の状況を把握し、その伸長に貢献できる方策を検討することが必要となる。そこで、本研究は、SSH指定校の中学生を対象として、研究および科学に対する理解を調査し、生徒の実態を明らかにすることを目的とする。SSHの本格着手は高校生になってからであるが、調査対象校は中高一貫教育校であり、中学校第2学年の後期から研究活動を開始している。中学生を対象とした調査研究によって、高校での活動開始当初から活用可能な知見の導出を目指す。

2.研究の方法

2-1.調査の対象、時期、方法

調査の対象は、A県内の公立中学校の第1学年から第3学年の生徒計120名とした。調査は2024年11月に、Web調査によって行った。調査の結果、第1学年21人、第2学年31人、第3学年26人の計78人から回答が得られた。

2-2.調査の内容および分析の視点

表1に示す7項目によって調査した。設問2および設問3は、研究に対する理解を問うものである。設問2では、研究に対する理解を直接的に問う。研究の定義は多義的であるが、知識生産論の観点からは、研究するとは、これまでの研究蓄積に対して新しい知見を加えることと説明される(藤垣, 2003)。本研究では、この定義に依拠して分析を行うこととした。具体的には、回答に「これまでの知識」と「新しい知識」の2つの観点が含まれているか否かという視点から分析する。設問2の回答として、仮説を立てて実験を行うというような手続きを説明する回答や、社会に貢献することというような意義を説明する回答も想定される。これらの説明がなされたとしても、これまでの研究蓄積に対して新しい知見を加えることという理解の保持の否定にはならない。そこで、研究と知識をキーワードとした設問3を設定した。設問4から設問6は、科学における主観の位置づけを検討するためのものである。設問4では、「科学的」の意味についての説明を求める。分析に際しては、現行の学習指導要領解説(文部科学省, 2017)に示された科学的の諸条件(実証性, 再現性, 客観性)を視点として分析する。また、設問5では、研究の結論が異なった理由として、2人の生徒の主観の影響が挙げられるかどうかを視点として検討する。ただし、方法の不備を理由として持ち出す可能性を考慮し、補完的に設定した設問6も考慮して分析を行う。設問7は、研究における仮説の位置づけを検討するためのものである。先行研究では、探究のすべてが仮説検証のために行われるわけではないことに対する生徒の理解の不十分さが示唆されており、この点を検討するた

表1 調査に用いた項目

設問	内容
1	あなたの学年を教えてください。
2	あなたは、「研究する」とはどのようなことだと思いますか？
3	あなたは、「研究」と「知識」にはどのような関係があると思いますか？「研究」と「知識」の2つの言葉を使って説明してください。
4	あなたは、「科学的」とはどのようなことだと思いますか？
5	2人の生徒が、同じ問いを立て、同じ方法で研究を行いました。しかし、2人が出した結論が異なるものでした。なぜこのようなことが起こったと思いますか？
6	設問5で取り上げた2人の生徒の研究についてお尋ねします。あなたは、2人の研究は「科学的」だと思いますか？
7	2人の生徒が、研究をするときには必ず仮説を立てなければならないのかと尋ねられています。一方の生徒は「はい」と答え、もう一方の生徒は「いいえ」と答えています。あなたはどちらに賛成ですか？そのように考える理由も教えてください。

めの設問である。

以上のように、設問2および設問3では研究に対する理解、設問4から設問6では科学的に対する理解、設問7では仮説に対する理解について、それぞれ検討する。以降の結果では、これらのまとめりで示す。

3.結果および考察

3-1.研究に対する理解

表2に、設問2に対する回答の分類結果を示す。これまでの研究蓄積（これまでの知識）と新しい知見（新しい知識）という2つの観点を含む回答をしていた生徒は、78人中2人であった。いずれか一方のみを回答した生徒に絞っても、これまでの研究蓄積4人、新しい知見5人に留まり、いずれの観点も含まない回答をした生徒の数が66人に及んだ。次に、設問3に対する回答の分類結果を表3に示す。ここでは、知識を分析の基軸として分類した。具体的には、知識は研究によって生成されるものと捉えているのか、知識は研究で使用されるものと捉えているのか、その両方と捉えているのか、知識と研究には関連がないと捉えているのか、という4つの視点によって分類した。分類の結果、両方の視点で捉えていると読み取れる回答をした生徒の数は13人、知識は生成されるものという回答をした生

徒は23人、知識は使用されるものという回答をした生徒は37人、関連していないと回答した生徒は2人であった。このほか、わからないと回答した生徒が3人いた。研究に対する理解を総括する。間接的な問いである設問2では、これまでの研究蓄積に対して新しい知見を加えると回答した生徒は2人であった。しかし、知識という直接的なワードを与えて尋ねたところ、計13人に、これまでの研究蓄積に対して新しい知見を加えるという理解に至っていると読み取れる回答が見られた。この13人のうちの2人は、設問2で十分な理解に達していると判断された2人であった。以上より、対象者の78人のうち、16.7%にあたる13人が、これまでの研究蓄積に対して新しい知見を加えるという理解に至っているものと判断できる。一方、調査対象者の約8割は、生成と使用のいずれかの理解に留まっていた。その内訳は、設問3において、知識は生成されるものという回答をした生徒23人、知識は使用されるものという回答をした生徒37人の計60人である。今後の指導において、生成されると回答した生徒に対しては、自分が使用している知識も過去の研究によって確立されたものであることへの気づきを促すことが必要となる。また、使用されると回答した生徒に対しては、自分たちが行っている研究も含め、今後の研究の

表2 設問2の分類結果

分類	人数
2つの観点の両方が含まれる	2人
これまでの研究蓄積の観点のみ	4人
新しい知見の観点のみ	5人
2つの観定のいずれも含まれない	66人
わからない	1人

表3 設問3の分類結果

分類	人数
生成と使用の両方を含む	13人
生成のみ	23人
使用のみ	37人
関連していない	2人
わからない	3人

土台となる知識の生成につながっていることへの気づきを促すことが必要となる。

3-2. 「科学的」に対する理解

表4に、設問4に対する回答の分類結果を示す。ここでは、現行の学習指導要領解説（文部科学省，2017）に示された科学的の諸条件（実証性，再現性，客観性）を視点として分類を行った。3つの条件のすべてを踏まえた回答をした生徒は皆無であった。その一方で、いずれの条件も含まない回答をした生徒の数が最も多く、対象者の半数以上に当たる43人（55.1%）に及んだ。3つの条件のうち、比較的言及されたのが実証性の側面であり、複数の条件を挙げた回答者数（実証性および客観性の3人）を含めると、20人が該当する。以上より、実証性，再現性，客観性は「科学的」の説明の際に挙げられにくいこと、これら3つの条件の中では実証性が比較的挙げられることが明らかとなった。

次に、設問5に対する回答の分類結果を表5に示す。ここでは、「観点」「考え方」「思考」「捉え方」「解釈」のように、主観的な要因と読み取れる語を含む回答を「主観」に分類し、それ以外の回答を「他の要因」に分類した。その上で、「他の要因」に分類された回答内容を帰納的に分類

表4 設問4の分類結果

分類	人数
3つの条件のすべて	0人
再現性および客観性	1人
実証性および客観性	3人
再現性および実証性	0人
実証性のみ	17人
再現性のみ	6人
客観性のみ	0人

表5 設問5の分類結果

分類	人数
主観	36人
他の要因	42人
（方法）	（24人）
（データ）	（6人）
（方法およびデータ）	（3人）
（わからない）	（9人）

*方法以下の4項目は「他の要因の内訳であるため（ ）付きで表記している。

した。分類の結果、「主観」に分類された生徒は、全体の46.2%にあたる36人となった。主観的な要因によって結論が異なると理解していると考えられる生徒は、半数に満たないことが判明した。このほかの生徒は、実験の操作の誤りや条件の相違などのような方法が影響していると考えている生徒が24人、誤差やこじつけなどのようなデータが影響していると考えている者が6人、その両方が影響していると考えている者が3人、わからないとする者が9人という結果となった。表6に、設問6に対する回答の分類結果を示す。「はい」と回答した生徒が25人、「いいえ」と回答した生徒が26人、「わからない」と回答した生徒が27人と、すべての選択肢の回答者数が同程度という結果となった。「はい」と回答した生徒の理由として、「科学は変化する」のように、当事者の主観による影響ではなく科学の性質に言及した理由や、「結果がどうであれ研究したことには変わりはない」「筋道を立てて取り組

んだ結

表6 設問6の分類結果

分類	人数
はい	25人
いいえ	26人
わからない	27人

果「問いから研究を行った」「実験して証明されている」のように、行為自体を正当化する理由が見られた。また、「いいえ」と回答した生徒の理由として、「正確に数字で表すことができない」のように、実験内容に言及した理由や、「対照実験ではないから」のように、比較の厳格性に言及した理由が見られた。主観という観点から、「科学的」に対する生徒の理解を総括する。調査対象者のうち、同じ方法で実験を行ったとしても、主観の影響によって異なる結論が得られることを理解している者は、半数に満たなかった(36人:46.2%)。また、そのような理解に至っていたとしても、それが「科学的」であるかどうかを問われた場合、肯定した生徒の割合は3割程度(25人:32.1%)に留まった。7割程度の生徒は、科学的とは没価値的なものと捉えている可能性が示唆される。これは、先行研究(丹沢ら, 2003)の結果を大幅に上回る割合である。また、「科学的」の意味について説明を求めたところ、実証性、再現性、客観性の諸条件を挙げる生徒は少なかった。SSH事業における課題研究では、得られた結果を科学的に議論することが求められているが(スーパーサイエンスハイスクール(SSH)支援事業の今後の方向性に関する有識者会議, 2021)、科学的であることに対する理解が十分でなければ、議論が成立しないことは明らかである。3つの条件のうち、客観性を挙げる生徒は極めて少なく、4人に留まった。科学における主観の影響に対する理解の曖昧さが見られたことから、主観と客観という、相対する2つの概念をどのように理解すれば良いのか、生徒にとって難しい課題であることが推察される。生徒が取り組む研究に対し、そこには自らの主観が影響していることを気づけるような教師の関わりが求められる。また、それと同時に、主観が影響し

ているのならば、どのようにして客観性を担保するのかを理解するための手立ても必要となる。例えば、自分たちの研究が多くの人に認められるためには、どのようなことに気をつける必要があるのかについて議論することなどが考えられる。

3.3.仮説に対する理解

表7に、設問7に対する回答の分類結果を示す。表7に示す通り、必ず仮説を立てなければならないという意見に賛成の生徒が61人、反対の生徒が11人、どちらも言えないと回答した生徒が1人、わからないと回答した生徒が5人という結果となった。研究は、必ずしも仮説を検証するものではないと理解している生徒は、調査対象者の14.1%であった。本設問は、NOSIの側面の「科学的インヴェスティゲイションはすべて問いから始まるが、必ずしも仮説を検証するものではない」のうち、仮説部分のみを取り出したものである。したがって、先行研究(Lederman et al., 2021; 福田・中村, 2016)と正確な対比はできない点に留意する必要があるが、仮説に対する理解が十分でないことは、先行研究の結果と符合するものであったと捉えることができる。

表7 設問7の分類結果

分類	人数
賛成	61人
反対	11人
どちらも言えない	1人
わからない	5人

4.結論

調査対象者は併設型の中学校に所属しており、SSH研究が本格的に行われるのは高等学校に進学してからである。これまで、理科授業を通して科学的な探究を行ってきたとはいえ、「研究」と冠される取組に従事する経験はない。したがって、研究とは何かを説明することは難しいのは当然である。また、現行の学習指導要領において、NOSについてもNOSIについても明示的に

位置づけられているわけではないことも、本研究の結果に影響したと考えられる。今後、生徒たちがSSH研究に取り組む際には、研究は自らの主観が影響していることや、自分たちが使用する知識もこれまでの研究によって生成されたものであること、自分たちの研究も他者が使用する知識になり得ることについて気づけるような働きかけが求められる。また、主観が影響することを前提として、客観性を担保するためにはどのようにすれば良いのかについて検討し、その内容を研究に反映させることで、研究の質や結果に対する議論の質の向上が期待される。本研究では、研究の定義を知識生産論の観点に限定したが、多面的な検討が必要である。また、調査項目の精緻化にも取り組む必要がある。これらを主たる今後の課題と位置づけて研究を重ね、SSH研究の質の向上に貢献していきたい。

引用文献

- 藤垣裕子 (2003) 『専門知と公共性—科学技術社会論の構築に向けて—』 東京大学出版会.
- 福田成徳・中村泰輔 (2016) 「高校生が有する Nature of Scientific Inquiry の理解の実態—VASI アンケートを用いた調査から—」 『日本科学教育学会研究会研究報告』 第30巻, 第6号, 55-60.
- 科学技術振興機構 (2021) 「スーパーサイエンスハイスクール実施要項」, Retrieved from https://www.jst.go.jp/cpse/ssh/about/ssh_gaiyou.pdf (accessed 2025.01.10).
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry — The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51, 65-83.
- Lederman, J. S., et al. (2021). International collaborative follow-up investigation of graduating high school of students' understandings of the nature of scientific inquiry: is progress being made?. *International Journal of Science Education*, 43, 7, 991-1016.
- 文部科学省 (2017) 『小学校学習指導要領 (平成29年) 解説 理科編』.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2008). *An Instrument to Assess Views Of Scientific Inquiry: The VOSI Questionnaire*. In Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Baltimore, MD.
- 志田正訓・野添生・磯崎哲夫 (2019) 「科学の本質」 (Nature of Science) を取り入れた小学校理科カリキュラムに関する研究—イギリスのナショナル・カリキュラム科学の事例を通して— 『理科教育学研究』 第60巻, 第1号, 133-142.
- スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 支援事業の今後の方向性に関する有識者会議 (2021) 「スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 支援事業の今後の方向性等に関する有識者会議第二次報告書」 Retrieved from https://www.mext.go.jp/content/20210701-mxt_kiban01-000016309_0.pdf (accessed 2025.01.10).
- 丹沢哲郎 (2000) 「子どもと理科教師の有する科学観—量的・質的アプローチを併用して—」 『静岡大学教育学部研究報告 (教科教育学篇)』 第31号, 55-70.
- 丹沢哲郎・熊野善介・土田理・片平克弘・今村哲史・長洲南海男 (2003) 「日本人の科学観・技術観の特徴に関する研究」 『理科教育学研究』 第44巻, 第1号, 1-12.