

【総合領域】

研究論文

研究初心者に向けた研究プロセス標準化の必要性

—中等教育段階での研究機会の拡大を見据えて—

仲野 純章*1・繁宮 悠介*2・松浦 哲郎*3

Necessity of Standardizing the Research Method for Beginners:
Considering Expansion of Research Opportunities
at Secondary Education Level

NAKANO Sumiaki*1, SHIGEMIYA Yusuke*2 and MATSUURA Tetsuo*3

Summary

Learning science through inquiry has been regarded as the heart of science education, and it is considered that active processes in research activity containing inquiry-based activity (hereinafter collectively called "research activity") improve scientific judging skills required in the real world. Based on this recognition, the introduction of the research activity is proceeding more and more in the field of science education in Japan. However, the way of instructing a student how to perform research activity depends exclusively on teachers' individual research-skills, and the research method is usually not standardized across teachers in a single school, not to mention across schools. In this study, referring to one case at a typical public upper secondary school in Nara, the reality of the introduction of the research activity was reviewed. As a result, the necessity of standardizing the research method was suggested.

Keywords : (standardization, research method, science education, secondary education level)

1. 緒言

日本の中等教育学校や高等学校（以下、高等学校と一括表記）では、複雑・多様化が進展する現代社会を生き抜く力を効果的に養うべく、学習指導要領が新たに改訂され、2022年度から実施される¹⁾。この新学習指導要領を特徴づける重要なキーワードの一つが「探究」であり、本改訂では、「探究」を含む名称の科目の新設や、科学的に探究する学習活動を重視した見直しが行われている。そもそも、「主体的に課題を設定し、幅広い視点から問

題解決活動を展開する」探究の教育効果は多くの研究から示唆されており^{2, 3)}、既に、世界の様々な国において展開されている⁴⁻¹¹⁾。その中で、科学学習に対する興味や楽しみといった科学を学ぶにあたっての最も根本的な感情に探究活動が好影響を与えることや¹²⁾、科学的な状況をクリティカルに思考・推論する能力の育成に探究活動が効果的であること¹³⁾、探究の能動的な過程は現実社会における科学的な判断力を育むこと¹⁴⁾など、探究活動がもたらす教育効果に関する臨床的な報告が日々蓄積され

*1 奈良県立奈良高等学校 教諭, 京都大学 理学部 非常勤講師

*2 長崎総合科学大学 総合情報学部 非常勤講師, 富山国際大学 現代社会学部 准教授

*3 龍谷大学 社会学部 講師

2021年3月9日受付

2021年6月7日受理

つつある。日本では、文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール（SSH：Super Science High Schools）に指定された高等学校などで先行して探究の導入が進んできた経緯があるが、今後は、あらゆる高等学校において、正規の授業としても本格的に探究が導入されることとなる。

一方、近年、日本の大学入学方法が多様化する中で、推薦入試やアドミッション・オフィス入試（以下、AO入試と表記）の割合が増加しつつある^{15, 16)}。そして、その流れと同調して、「高等学校で探究活動をし、推薦・AO入試に繋げる」動きも強まりつつある^{17, 18)}。こうした「大学入学をも意識した高等学校での探究活動」が量的に拡大することに伴い、その質的な面もより強く問われる時代になっていくものと考えられる。

探究は、「(1) 自ら問題を発見し、(2) 調査・観察・実験などによって事実を明らかにし、(3) 事実に基づいて論理的・批判的な思考・判断を行い、(4) 導いた結論を表現したり、問題解決したりする」活動であり¹⁹⁾、「ある課題について、図書館を利用したり、聞き取り調査をしたりして結果をまとめる」活動である調べ学習と同一視すべきでない²⁰⁾。そして、そのプロセスは、大学での卒業研究に代表される「研究」と基本的に同じであると解釈されている²⁰⁾。そのため、探究の指導は、調べ学習などと比較すると、必然的により複雑で高度なものとなる。このようなことから、今後、高等学校での探究指導ニーズが急拡大する中、いかに安定的に質の保証された指導を実現していくかが大きな課題となり、その解決策の一つとして、探究の推進・指導にあたってのマニュアルや指標を文字として具現化し、少なくとも現場レベルで共有するといった、いわば「指導に関する標準化」の整備・拡充が不可欠になると考えられる。

今回、高等学校でなされる探究を対象に、指導に関する標準化の必要性について検討した。検討にあたっては、典型的 SSH 指定校に見る具体的事例を踏まえながら、指導に関する標準化という視点で現場の実状と課題を議論した。なお、上記のような探究の実質的性質^{19, 20)}に鑑み、本稿では、探究と研究を同義に扱い、その方法と指導をそれぞれ「研究プロセス」と「研究指導」と称する。

2. 一般論としての「標準化」の意義

実社会の中では、あらゆる場面で品質管理（Quality Management）²¹⁾が求められ、その代表的な場面が製造業における生産活動の現場である。こうした生産活動の現場では、ものづくりの原点を「品質至上」に設定・実践することが大半であり、品質の確保が一般的な常識となっている。そして、品質管理に向けた基本的考えの一つとして、作業の「標準化」が定着している。作業が標準化されておらず、作業者によって作業のバラツキが生まれる、あるいは同じ作業者でも、都度、作業にバラツキが生まれるなどすれば、製品品質のバラツキ、ひいては生産性の低下に繋がるためである²²⁾。また、技術やノウハウの伝承という観点でも標準化は重要視されており、勘・コツといった、いわゆる暗黙知についてもできるだけ言語化し、標準化に反映させていくことが求められる。

作業の標準化は、通常、作業手順書（マニュアル）などの形で具現化され、組織的に活用し、さらに伝承・発展される。これにより、作業の抜け落ち、無駄、バラツキなどを防止し、また、確実に伝承していくことで、「誰がいつ作業しても同じように品質の良い製品ができる」という状況の実現が目指される。

以上のような標準化の意義は、生産活動の現場に限るものではなく、飲食や医療の現場など、実社会の幅広い分野においても同様にいえることであり、事実、実践もなされている^{23, 24)}。

3. 研究指導に関する標準化について

3.1 研究指導に関する標準化の必要性

研究指導は教育、すなわち「人づくり」であるため、前節で触れた「ものづくり」とは、根本的に性質を異にする。しかし、各所の教育現場で教員個々人の研究スキルに依存した形で研究指導が展開されるとなれば、指導の抜け落ち、無駄、バラツキが当然ながら生み出され、結果的に学習者の能力育成に大きく影響するということに繋がる。そうした意味では、研究指導がなされる教育現場と生産活動の現場には大きな類似性があり、標準化の必要性についても共通したことがいえよう。

研究指導に関する標準化については、「評価」の標準化と「研究プロセス」の標準化の大きく 2 つの方向性が考えられる。前者は学習者の活動とその成果をいかに客

観的かつ公平・公正に評価するかということに関する標準化であり、後者は研究を構成する各プロセスの具体的内容に関する標準化である。教員個人々の価値観と研究スキルに専ら依存した無秩序な研究指導を避けるには、これら2方向からの標準化が望まれるところである。

ただし、研究は本来主体的な活動である中で、外的な評価基準を適用することで主体性を損なうことがないように細心の配慮が必要である。すなわち、研究指導に関する標準化は、画一的で均質な成果物を生み出すためのものではなく、あくまで独自性・多様性を促進するようなものにするという意識の下でなされねばならない。

3.2 典型的 SSH 指定校に見る具体的事例と課題

SSH 指定校には、各都道府県内のトップランナー的位置づけにある公立学校が多く見られ、その典型例として奈良県立奈良高等学校が挙げられる。当校は 2004 年の SSH 指定以来、各種の教科融合型探究活動を展開するなど、探究的な活動を行う独自の教育課程を充実させてきた。また、3 年間を通して探究活動に携わることで、科学的に探究する力を系統的に育成できる教育課程が構築されている。中でも、「SSP 理数 A」、及び「SSP 理数 B」は当校の探究活動を代表する科目であり、数名程度のグループを形成した上で、第 2 学年から 2 年間かけて課題研究に取り組む活動が展開されている（2019 年度の課題研究テーマ一覧を表 1、2 に示す²⁵⁾）。文部科学省が先進的な理数教育を実施する高等学校を SSH 指定し、課題研究の推進や観察・実験を通じた体験的・問題解決的な学習などを支援する事業は、2002 年度から開始された²⁶⁾。そのため、2004 年度に SSH 指定された当校は、上記のような課題研究を始めとする探究活動を本格展開する高等学校として、先行的な部類に入るといえる。

全国の SSH 指定校において、「評価」の標準化の必要性が意識され始めたのは 2013 年頃とされており²⁷⁾、比較的最近のことである。奈良県立奈良高等学校においては、2017 年度から、近畿北陸圏内各都道府県内のトップランナー的位置づけにある公立学校 7 校（石川県立金沢泉丘高等学校・福井県立藤島高等学校・滋賀県立膳所高等学校・京都市立堀川高等学校・大阪府立天王寺高等学校・兵庫県立神戸高等学校・三重県立津高等学校）とと

もに研究会を組織し、「高等学校における理数系課題研究の『評価』に関する統一的な枠組みを構築し、広く提案」することを目指した活動に着手し、2018 年度に標準ルーブリックを共同構築するに至った。この標準ルーブリックは、各校の実状に応じて適宜アレンジしながら活用することを許容した共通雛形という意味での「標準」であり、当該校においても、標準ルーブリックを独自に吟味した上で、教員間で共有・活用し、「評価」の標準化を推進している。こうした例に見るように、「評価」の標準化については、各所で、課題研究などの活動を評価するルーブリックを構築・活用する事例が報告されており、比較的盛んな動きが見られる²⁸⁻³⁰⁾。

表 1 「SSP 理数 A」課題研究テーマ一覧
(2019 年度実施・受講者数：39 名)

分野と指導体制	課題研究テーマ
物理分野 指導教員：2 名	・階段状のドミノの転倒現象 ・翼の上反角と後退角の関係
化学分野 指導教員：2 名	・試薬の条件変化と化学発光の関係 ・ピロロール溶液の変色のしくみの研究
生物分野 指導教員：2 名	・砂漠での海水の淡水化* ・聴覚と集中力の関係を探る ・納豆菌の利用

*2020 年度日経ウーマノミクス住友電気工業特別賞受賞

表 2 「SSP 理数 B」課題研究テーマ一覧
(2019 年度実施・受講者数：42 名)

分野と指導体制	課題研究テーマ
物理分野 指導教員：2 名	・口笛の研究 ・炎の導電性の研究* ・ゼーベック効果の研究
化学分野 指導教員：2 名	・高分子導電体の研究
生物分野 指導教員：2 名	・ナラ枯れに対するわさびの有用性 ・匂いと記憶力の関係について ・生物と錯視の関係性
数学分野 指導教員：2 名	・軌跡の図形の飛び火の条件 ・トリボナッチ数列の周期性と有限体

*2019 年度 SSH 生徒研究発表会ポスター賞受賞

一方、「研究プロセス」の標準化については、「評価」の標準化と大きく状況が異なる。すなわち、研究指導体制が主として教員個々人の研究スキルに大きく依存した形のまま継続しており、研究指導スキルの底上げ・強化を図る施策の展開など、「標準化」に向けた動きも特段見られない。昨今、授業で使用できると謳った探究テキストの類が市販されつつあるが、いわゆる研究プロセスを標準化したものであるかどうかとなると、内容的にも、そしてレベル的にも比較的高度な課題研究を展開する高等学校現場に適したものは、管見の限りでは見受けられない。奈良県立奈良高等学校においても、こうした社会全体の実状と同様、「研究プロセス」の標準化はおろか、教員個々人が有する研究スキルのマニュアル化やそれによる研究スキルの伝承に向けた議論も十分進んでおらず、今後の課題として存在する。2021年3月に取りまとめられた当該校のSSH事業全体に関わる実施報告書内でも、ルーブリックを用いた「評価」の標準化の普及・定着を図っていることは明記されているが³¹⁾、「研究プロセス」の標準化に関しては、全体にわたって言及が見られない。

ここで、奈良県立奈良高等学校において2012～2019年度の8年間になされた教員意識調査の結果を図1～4に示す。調査内容は、課題研究やその他探究的な活動を柱とする当該校SSH事業についての意識であり、調査対象者は、非常勤講師や実習助手も含めた全教員である(2019年度は80名、その他年度もほぼ同数)。

これによると、まず、SSH事業により学習者に何らかの肯定的な影響をもたらされるということについて、殆どの教員が比較的早い段階から感じ取っていることが分

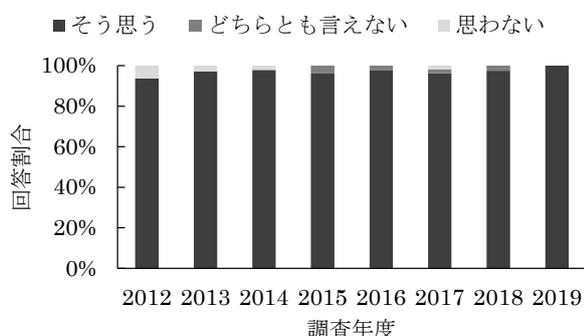


図1 教員意識調査の結果
(SSH事業が学習者に良い影響を与えているか)

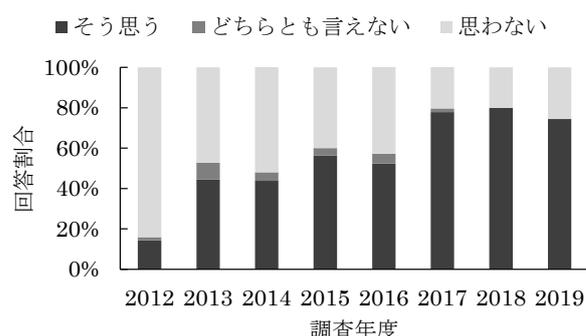


図2 教員意識調査の結果
(SSH事業が学校全体の取り組みとなっているか)

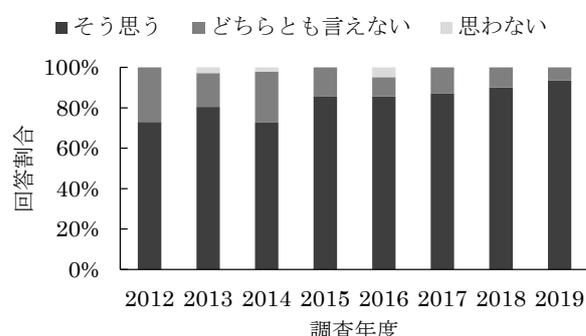


図3 教員意識調査の結果
(SSH事業が学校活性化に繋がっているか)

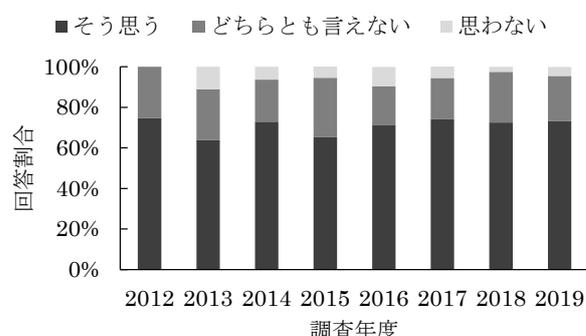


図4 教員意識調査の結果
(SSH事業が教員としての資質向上に繋がっているか)

かる(図1)。また、そのようにSSH事業の教育的価値が殆どの教員に認められながらも、全校体制で「探究的な活動を行う独自の教育課程を充実」させるという意識が醸成・定着するまでには時間を要したことも窺える(図2、図3)。そして、以上に関する教員意識は、いずれも年度とともに良化傾向が見られる。一方、図4からは、SSH事業が教員の資質向上に繋がっていると感じて

いない教員が常に 3 割程度存在し、年度を経ても良好傾向が見られないという特徴が見て取れる。

SSH 事業が教員の資質向上に繋がっていると感じていない理由の一端は、教員意識調査の最後に設けた自由記述欄から窺い知ることができる。「SSH 事業をより充実させるためにはどのようなことをすれば良いと思うか」について意見があれば自由に記述することを求めたところ、「指導する教員の研修」、「教員自身による探究活動のノウハウ共有」、「探究活動指導における指導書づくり」、「資料や教材を相互閲覧できる工夫」といった具体的意見が挙がっている。このことは、教員個々人の研究スキルに依存した研究指導体制となっていることが教員の資質向上に繋がりにくいことに少なからず関連していることを示唆する。すなわち、課題研究やその他探究的な活動を指導するにあたって、自らの研究指導スキルに不足を感じている場合であってもその範疇での指導となり、これを是正・向上させる「研究プロセス」の標準化などが進まない限り資質向上を実感できることは難しいということは十分に考えられる。

4. 結言

学習指導要領の改訂や大学入試形態の多様化などの影響を受け、従来は大学段階から本格的に取り組むものであった「研究」の裾野が、高等学校段階にまで急速に広がりつつある。本稿では、このような社会情勢の中、高等学校で安定的に質の保証された研究指導を実現するには、「指導に関する標準化」の整備・拡充が欠かせないと考え、「評価」の標準化と「研究プロセス」の標準化の 2 方向から現場の実状と課題を議論した。その結果、「評価」の標準化については、各所で比較的盛んな動きが見られる一方、「研究プロセス」の標準化は進んでおらず、教員個々人の研究スキルに大きく依存した研究指導体制となっている実状が明らかとなった。典型的 SSH 指定校で実施された教員意識調査からは、こうした状況が指導にあたる教員の資質向上を妨げているという可能性も示唆されており、学習者・教員双方にとって「研究プロセス」の標準化の必要性が示された。

ただし、本来、研究というものは教え込むものではなく、学習者の主体性の下で展開されるものであるということを見ると、「研究プロセス」の標準化は教員に向

けたものである前に、学習者に向けたものであるべきともいえる。すなわち、学習者向けに「研究プロセス」の標準化と浸透を図り、ボトムアップ的に研究スキルの底上げを支援することが優先されるべきであり、それを通じて教員向けの「研究プロセス」の標準化議論が喚起されることを期待すべきではなからうか。いずれにしても、高等学校での研究初心者段階において適切な研究指導が広くなされるよう、今後、「研究プロセス」の標準化に向けた取り組みの活性化が望まれる。

参考文献

- 1) 清原洋一：高等学校理科の改訂 総論，理科の教育，第 67 卷，第 796 号 (2018) 4-12.
- 2) Anderson, R.D.: Reforming science teaching : What research says about inquiry, *Journal of Science Teacher Education*, Vol.13, No.1 (2002) 1-12.
- 3) Von Secker, C.: Effects of inquiry-based teacher practices on science excellence and equity, *The Journal of Educational Research*, Vol.95, No.3 (2002) 151-160.
- 4) Veloo, A., Perumal, S., and Vikneswary, R.: Inquiry-based instruction, students' attitudes and teachers' support towards science achievement in rural primary schools, *Proceedings of 3rd World Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership*, Vol.93 (2013) 65-69.
- 5) Gao, S.: Relationship between science teaching practices and students' achievement in Singapore, Chinese Taipei, and the US: An analysis using TIMSS 2011 data, *Frontiers of Education in China*, Vol.9, No.4 (2014) 519-551.
- 6) Gutierrez, S.B.: Collaborative professional learning through lesson study: Identifying the challenges of inquiry-based teaching, *Issues in Educational Research*, Vol.25, No.2 (2015) 118-134.
- 7) Crujeiras-Perez, B., and Jimenez-Aleixandre, M.P.: High school students' engagement in planning investigations: Findings from a longitudinal study in Spain, *Chemistry Education Research and Practice*, Vol.18, No.1 (2017) 99-112.

- 8) Mashita, C., Ramli, M., and Karyanto, P.: Practices of inquiry-based science education: Case study of Thailand's junior high school, *Pertanika Journal of Social Science and Humanities*, Vol.25 (2017) 51-72.
- 9) Sypniewski, J.: Where the geographical expanse ends: Space education in primary school. Implementation of inquiry based science education (IBSE) in geography lessons in Polish school, *Miscellanea Geographica*, Vol.23, No.4 (2019) 256-266.
- 10) Jerrim, J., Oliver, M., and Sims, S.: The relationship between inquiry-based teaching and students' achievement: New evidence from a longitudinal PISA study in England, *Learning and Instruction*, Vol.61 (2019) 35-44.
- 11) Ramnarain, U.D., and Rudzirai, C.: Enhancing the pedagogical practice of South African physical sciences teachers in inquiry-based teaching through empowerment evaluation, *International Journal of Science Education*, Vol.42, No.10 (2020) 1739-1758.
- 12) Cairns, D., and Areepattamannil, S.: Exploring the relations of inquiry-based teaching to science achievement and dispositions in 54 countries, *Research in Science Education*, Vol.49, No.1 (2019) 1-23.
- 13) Katchevich, D., Hofstein, A., and Mamlok-Naaman, R.: Argumentation in the chemistry laboratory : Inquiry and confirmatory experiments, *Research in Science Education*, Vol.43, No.1 (2013) 317-345.
- 14) Bybee, R.: Teaching science as inquiry. In Minstrell, J. and van Zee, E.H. (Eds.), *Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science*, Washington, DC: American Association for the Advancement of Science. (2000) 21-46.
- 15) 中村高康 : 大学入学者選抜の変容—推薦入試・AO入試の拡大を中心として—, *IDE現代の高等教育*, 第506号 (2008) 23-27.
- 16) 次橋秀樹 : 大学推薦入試の展開と現状—現代における推薦入試の類型化試案—, *京都大学大学院教育学研究科紀要*, 第65号 (2019) 331-343.
- 17) 木村拓也 : 高校での探求学習活動が初年次学生に与える影響—JFS2008の結果から—, *Journal of Quality Education*, Vol.3 (2010) 77-93.
- 18) 西岡加名恵 : 大学入試改革の現状と課題—パフォーマンス評価の視点から—, *名古屋高等教育研究*, 第17号 (2017) 197-217.
- 19) 楠見孝 : 探究力と創造性の獲得, 藤澤伸介(編) *探究! 教育心理学の世界*, 新曜社, (2017) 68-71.
- 20) 林創・神戸大学附属中等教育学校 : 探究の力を育む課題研究—中等教育における新しい学びの実践—, *学事出版*, (2019) 11-12.
- 21) 菅間正二 : 生産現場のリーダーの実務がよ〜くわかる本, *秀和システム*, (2018) 108-109.
- 22) 一般財団法人食品産業センター : HACCP基盤強化のための衛生・品質管理実践マニュアル, 一般財団法人食品産業センター, (2014) 26-29.
- 23) 大下浩平・嘉屋浩彦・渡邊次郎・飛田雄一・久村真司・田中篤史・恩田茂・西耕平・錦織達郎 : 茹で釜の自動制御による省エネルギーの取り組み, *日本エネルギー学会機関誌*, 第99巻, 第3号 (2020) 265-269.
- 24) 麦谷 荘一 : TULの標準化, *Japanese Journal of Endourology*, 第33巻, 第1号 (2020) 52-54.
- 25) 奈良県立奈良高等学校 : 平成29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3年次, 奈良県立奈良高等学校, (2020) 26-34.
- 26) 清原洋一 : スーパーサイエンスハイスクールの概要および今後への期待, *化学と教育*, 第52巻, 第9号 (2004) 578-581.
- 27) 西岡加名恵・大貫守 : スーパーサイエンスハイスクール8校の連携による「標準ルーブリック」開発の試み, *教育方法の探究*, 第23号 (2020) 1-12.
- 28) 奥村好美・林宏樹 : 高等学校の探究活動における学習改善に資する評価のあり方に関する一考察—教師と生徒がともにルーブリックを作成する試みを通じて—, *兵庫教育大学研究紀要*, 第56巻 (2020) 117-126.
- 29) 大前佑斗・吉野華恵・三井貴子・高橋弘毅 : 山梨英和中学校・高等学校における課題研究のルーブリック評価, *山梨英和大学紀要*, 第15号 (2016) 23-30.
- 30) 西村 壘太 : SS理科ルーブリックの分析, *国際中等教育研究*, 第13号 (2020) 151-163.

- 31) 奈良県立奈良高等学校：平成29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4年次，奈良県立奈良高等学校，(2021) 64.