

SSHのミニ探究におけるエンゲージメント

十文字秀行*・宮本直樹**

(2021年10月22日受理)

Engagement in the Previous Inquiry of Super Science High Schools

Hideyuki JUMONJI and Naoki MIYAMOTO

キーワード:エンゲージメント、ミニ探究、SSH

本研究では、SSHで行っている「ミニ探究」の各科学的探究の場面での生徒のエンゲージメントを、9つの質問紙調査から明らかにし、今後の探究活動の指導の指針を得ることを目的とした。その結果、これらの質問項目は4つのクラスター「ミニ探究への能動的な参加」「ミニ探究における対話と楽しさ」「ミニ探究に対する感情」「ミニ探究において工夫・挑戦する姿勢」を形成することが示された。第1のクラスター「ミニ探究への能動的な参加」から、生徒たちは、ミニ探究のすべての場面を通じて、能動的に参加していたことがわかった。第2のクラスター「ミニ探究における対話と楽しさ」から、実験準備をしているときと、予備実験のときは生徒たちの対話が活性化し、楽しさが生まれる活動であることがわかった。第3のクラスター「ミニ探究に対する感情」から、実験・観察中または実験・観察の結果を整理しているときに達成感や興味の感情が高いことがわかった。第4のクラスター「ミニ探究において工夫・挑戦する姿勢」から、予備実験をしているとき、実験・観察中または実験・観察の結果を整理しているとき、に工夫・挑戦する姿勢が高いことがわかった。一方で、第2～4のクラスターから、今後の探究活動の指導の指針として、前回の「ミニ探究」の改善点を挙げる時、実験・観察の結果をグラフ化し、考察しているとき、発表のとき、の各場面のエンゲージメントを高めなければならないこともわかった。

はじめに

文部科学省では、将来の国際的な科学技術関係人材を育成するため、先進的な理数教育を実施する高等学校等を「スーパーサイエンスハイスクール」(以下、SSH)として指定している(科学技術振興機構、2019)。多くのSSH指定校では、科学的探究活動を中心に実施している。

令和2年度スーパーサイエンスハイスクール情報交換会では、教諭等分科会のテーマとして、「科学的な探究活動(『課題研究』など)の深化」が設けられ、より高度な思考力・判断力・表現力等を

*清真学園高等学校・中学校 **茨城大学大学院教育学研究科

育成するための教科領域を超えた教科・科目などをどのように研究開発すればよいか、について議論がなされた(科学技術振興機構、2021)。このことから、全国のSSHの指導者が、科学的な探究活動の効果的指導方法について、解決すべき課題として捉えていることがわかる。

本校でも、SSH事業の中心として科学的な探究活動を行っており、その指導法の改善を模索してきたが、後述する「基本コンセプト」(Cothron et al., 2006)を導入することで、科学的探究活動の指導について改善を図ることができ、特に、生徒は実験計画、振り返り、実験の改善の場面での「基本コンセプト」を利用することが示され、また、初めて探究活動に取り組む生徒を援助し、その探究能力を高める方法として、「ミニ探究」を開発し、その実施により、独立変数、従属変数の設定能力を高めることができた(十文字・宮本、2020)。一方で、学習指導要領(文部科学省、2019a)では、改定の基本的な考えとして、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の推進が謳われ、育成を目指す資質・能力として、「学びに向かう力」が挙げられている。しかしながら、「ミニ探究」における「学びに向かう力」については今の所、調査していない。そこで、「学びに向かう力」とほぼ同義と捉えられる「エンゲージメント」に着目し検討することとする。

研究の目的および方法

本研究では、本校のSSHで行っている「ミニ探究」の各科学的探究の場面での「学びに向かう力」、すなわち、生徒のエンゲージメントを、質問紙調査から明らかにし、今後の探究活動の指導の指針を得ることを目的とする。

研究の対象となる「ミニ探究」は2つの期間に行った。まず、1回目の「ミニ探究」は、2020年度の9月～11月にかけて、「理科」の時間に行った。対象は清真学園高等学校・中学校の中学第3学年の生徒120名である。実験は3～4名の生徒で班をつくり、班ごとに実験計画を立てて行った。このミニ探究は *Students and Research: Practical Strategies for Science Classrooms and Competitions (Fourth Edition)* (Cothron et al., 2006) (以下SR)を参考に、紙飛行機を題材として選び、テーマを、「最高の紙飛行機をつくる」とした。この目標に対して、最高の飛行機の条件を明らかにするように、生徒たちは実験計画を作成する。具体的には「基本コンセプト」にあたる独立変数とその範囲と間隔、従属変数、制御変数、試行回数、対照群、仮説、タイトルを作成する。その後実験計画に従って実験を行い、結果を記録する。

次に、2回目の「ミニ探究」は2021年度の4月～7月、「探究基礎」の時間に10時間で行った(表1)。対象は、清真学園高等学校・中学校の高校第1学年の生徒60名であり、3～4名の班ごとに行った。なお、全員が中学第3学年時に、先述した1回目のミニ探究を経験している。

2回目のミニ探究の①～⑦の各科学的探究場面(表1)の終了時に、エンゲージメントの質問紙調査を行う。5～6時間目、7～8時間目は2時間連続の内容が終了した時点で質問紙に回答した。9～10時間目は、各クラスの全8班のうち、前半の4班が9時間目終了時、後半の4班が10時間目終了時に質問紙に回答した。

表 1 「ミニ探究」の内容

時間	科学的探究活動の場面	活動内容
1	①前回の「ミニ探究」の改善点を挙げる。	昨年行った、紙飛行機実験で、どのような改善点があるかについて話し合い、書き出す。
2	②実験・観察の方法を考える。	実験計画図を作成し、独立変数とその範囲と間隔、従属変数、制御変数、対照群、試行回数、仮設、タイトルの設定を行う。実験に必要な材料を挙げる。
3	③実験の準備をする。	実験計画図に基づいて、必要な材料や道具を準備する。また、安全性についての問題点とその対処法を挙げる。
4	④予備実験を行う。	予備実験を行い、実験計画に無理がないか確認し、改善する。
5 6	⑤実験・観察中または実験・観察の結果を整理する。	実験を実行し、データを記録する。
7 8	⑥実験・観察の結果をグラフ化し考察する。	データを Excel でグラフ化する。独立変数と従属変数の関係を視覚化し、その関係を考察する。
9 10	⑦発表する。	自分の班の実験について発表し、クラス全体で質疑応答を行う。

エンゲージメント

「学びに向かう力」と捉えることができる「エンゲージメント」について、Skinner, Connell & Wellborn (2009) は、「学生が建設的に、熱心に、喜んで、認知的に集中して学習活動に参加すること」としている。また、鹿毛(2013)は、「エンゲージメントとは、人と環境との間で現在進行形で生起するダイナミックに変化する相互作用を心理現象の質として記述する概念」と定義している。櫻井(2019)は、Reeve(2002)や鹿毛(2013)に依拠し、「課題に没頭して取り組んでいる心理状態、言い換えれば、興味や楽しさを感じながら気持ちを課題に集中させ、その解決に向けて持続的に努力をしている心理状態」と定義している。このエンゲージメントを利用して、生徒の科学的探究活動への学びに向かう力を把握し、ミニ探究改善への指針を得ることができる。

「ミニ探究」と科学的探究の場面

「ミニ探究」とは、生徒が SR の「基本コンセプト」を自ら設定して行う実験で、実験のテーマや目的は指示される。Banchi & Bell (2008) は科学的探究活動のレベルを 4 段階に分けている。レベル 1 の Confirmation Inquiry (確認としての探究)は生徒は課題と手順・方法を与えられ、結果は事前にわかって

いる。レベル 2 の **Structured Inquiry** (構造化された探究) は、課題と手順は教師が提供するが、生徒は自分たちが得た実験結果から説明を行う。レベル 3 の **Guided Inquiry** (ガイドされた探究) は、教師は生徒に研究課題だけを与え、生徒はその課題を検証するための手順・方法を考え、その結果から説明を行う。レベル 4 の **Open Inquiry** (オープンな探究) は、生徒は科学者のように質問を導き出し、調査を計画・実行し、結果から説明を行う。本研究の「ミニ探究」は、このレベル 3 に相当する。この「ミニ探究」は初めて探究活動に取り組む生徒を援助し、その探究能力を高める方法として開発したものである (十文字・宮本、2020)。

今回の「ミニ探究」でも、実験のテーマを「最高の紙飛行機をつくろう」とし、どのような紙飛行機の条件が、飛距離を伸ばすのか、という問いを指定した。生徒は、紙飛行機にどのような改良を加えるか、を独立変数として自ら設定する。科学的探究の場面は、①前回の「ミニ探究」の改善点を挙げる時、②実験・観察の方法を考えている時、③実験の準備をしている時④予備実験をしている時、⑤実験・観察中または実験・観察の結果を整理している時、⑥実験・観察の結果をグラフ化し考察している時、⑦発表の時、である (表 1)。

エンゲージメント質問紙

「ミニ探究」の各場面終了後に、エンゲージメントを測定するための質問紙調査として、宮本・河原井・中江 (2020) を参照した。その質問項目は「A:集中して取り組んだ」「B:先生や周りの人の話を注意深く聞いた」「C:積極的に話し合いに参加した」「D:楽しかった」「E:達成感や満足感を感じた」「F:興味を感じた」「G:今日のミニ探究における課題を理解していた」「H:自分でやり方を工夫して取り組んだ」「I:新しいこと・難しいこと・失敗してしまったときに挑戦しようとした」の 9 項目である。回答は、1.まったくあてはまらない、2.あまりあてはまらない、3.どちらともいえない、4.すこしあてはまる、5.とてもあてはまる、の 5 段階である。

結果と考察

質問紙調査の結果、質問項目 A~I に対し、クラスター分析を **Ward's Method¹⁾** を使用して行った。分析の結果得られた樹形図を、結合距離が 20 の点で考えると、4 つのクラスターに分類することができた (図 1)。第 1 のクラスターに含まれるのは、「A:集中して取り組んだ」「B:先生や周りの人の話を注意深く聞いた」「G:今日のミニ探究における課題を理解していた」の 3 つなので、「ミニ探究への能動的な参加」とした。第 2 のクラスターは「C:積極的に話し合いに参加した」「D:楽しかった」の 2 つなので、「ミニ探究における対話と楽しさ」とした。第 3 のクラスターは、「E:達成感や満足感を感じた」「F:興味を感じた」の 2 つなので、「ミニ探究に対する感情」とした。第 4 のクラスターは「H:自分でやり方を工夫して取り組んだ」「I:新しいこと・難しいこと・失敗してしまったときに挑戦しようとした」の 2 つなので、「ミニ探究における工夫・挑戦する姿勢」とした。これらのクラスターの命名について具体的に述べると、第 1 のクラスターに含まれる項目 A と B は、生徒が能動的にミニ探究に参加していたことを示しており、その結果、項目 G の「理解」が得られたと考えられる。そのため、このクラスターを「ミニ探究への能動的な参加」とした。第 2 のクラスターに含まれ

る項目 C と D は、C の話し合いが活発に行われたことが、D の楽しさにつながっていると考えられる。そのため、このクラスターを「ミニ探究における対話と楽しさ」とした。第3のクラスターに含まれる項目 E と F は、「達成感・満足感」「興味」といった、科学的な探究活動に対する感情を示している。そのため、このクラスターを「ミニ探究に対する感情」とした。第4のクラスターに含まれる項目 H と I は、「工夫」や「挑戦」のように、探究に臨む姿勢を示している。そのため、このクラスターを「ミニ探究における工夫・挑戦する姿勢」とした。

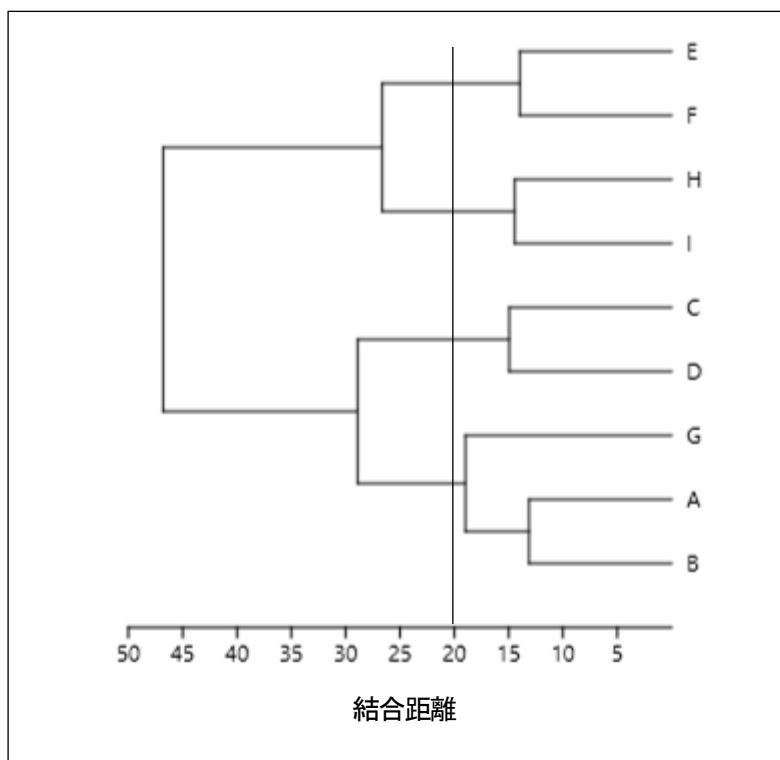


図1 クラスタ分析による樹形図

表2 多重比較検定の結果と効果量

	項目 C		項目 D				項目 E		項目 F					
高い	④	④	③	③	④	④	⑤	⑤	②	③	④	⑤	⑦	④
低い	⑥	⑦	⑥	⑦	⑥	⑦	①	⑥	①	①	①	①	①	⑥
効果量 r	0.43	0.45	0.44	0.45	0.45	0.52	0.50	0.48	0.40	0.56	0.52	0.55	0.50	0.44

	項目 H				項目 I	
高い	③	④	⑤	④	④	⑤
低い	①	①	①	⑦	①	①
効果量 r	0.47	0.47	0.40	0.51	0.49	0.58

4つのクラスターについて、属する項目ごとに、場面①～⑦を多重比較、フリードマン検定²⁾を使用し比較した。効果量は、ウィルコクソンの符号順位検定により算出したz値をもとに算出した³⁾。また、その結果を表2に示す。

それでは、以下に具体的に各クラスターについて述べる。

1. ミニ探究への能動的な参加

多重比較検定の結果、項目 A、B、G に共通して、場面①～⑦間で有意な差は確認できなかった。A、B、G の3項目に共通する特徴として、実際のミニ探究では、生徒たちがミニ探究に集中し、話を注意深く聞く姿勢が見受けられた。そのような取り組み姿勢は、課題の理解に結び付いていると考えられる。質問紙では、すべての項目で平均値 4.0 以上の値であったことから、ミニ探究のすべての場面を通じて、生徒たちは高いエンゲージメントを持って能動的にミニ探究に参加していた。

2. ミニ探究における対話と楽しさ

多重比較検定の結果、項目 C で場面間に有意差($p < 0.05$)が確認できたものは、場面④－⑥間で、④が高く⑥が低い($r = 0.43$)、④－⑦間で④が高く⑦が低い($r = 0.45$)という結果であった。その他の場面間では有意差は確認できなかった。

場面⑥、⑦と比較して、場面④予備実験をしているときは話し合いが活発に行われたことがわかる。実際にミニ探究でも、生徒が班の中で積極的に話し合いながら作業を進めている様子が見受けられた。場面④と比較して、場面⑥実験・観察の結果をグラフ化し、考察しているときが低かった。ミニ探究では、多くの生徒が Excel でのグラフ化作業に多くの時間を取られていた。個別の作業が中心となり、話し合いの時間が取れなかったこと原因と考えられる。場面④と比較して、項目⑦発表をするときが低かった。ミニ探究では、一部の班の発表時を除き、活発な質疑応答は見受けられなかった。多くの生徒たちは、自分の班の発表を行うことと、他班の発表を聴くことが主な活動となり、お互いが話し合う時間が少なかったためと考えられる。

また、多重比較検定の結果、項目 D で有意差($p < 0.05$)があったものは、場面③－⑥間で③が高く⑥が低い($r = 0.44$)、③－⑦間で③が高く⑦が低い($r = 0.45$)、④－⑥間で④が高く⑥が低い($r = 0.45$)、④－⑦間で④が高く⑦低い($r = 0.52$)という結果であった。その他の場面間で有意差は確認できなかった。

場面⑥、⑦と比較して、場面③実験準備をしているときと場面④予備実験をしているときどちらも、生徒たちが班のメンバーと協力し、試行錯誤を繰り返しながら、実験に向けた準備をする様子が見受けられた。このような活動が、楽しいという感情に結び付いていると考えられる。それとは逆に、場面③、④と比較して、場面⑥、⑦では、各自が与えられた課題を行う活動が中心となっており、結果として楽しさも低かったと考えられる。

以上のように、このクラスターの、C、D の2つの項目は、心理的安全性が確保され、生徒皆が話し合いに参加でき、協同的に問題を解決していく、よいチームの特徴を反映していると考えられる。実験を行う前に、実験準備や予備実験の時間を取ることは、高いエンゲージメントを生じさせ、科学的探究活動にとって必要な場面であることがわかった。改善点としては、場面⑥実験・観察の結果をグラフ化し、考察しているとき、テンプレートを利用した Excel の作業を簡略化するような支援すること、時間を取ることで、チーム内での話し合いの時間を設けることが考えられる。同様に、場面⑦発表をするとき、では発表の前後に班内で話し合う場面を設けることが考えられる。

3. ミニ探究に対する感情

多重比較検定の結果、項目Eで有意差($p < 0.05$)が確認できたものは、場面①－⑤間で⑤が高く①が低い($r=0.50$)、場面⑤－⑥間で⑤が高く⑥が低い($r=0.48$)という結果であった。その他の場面間で、有意差は確認できなかった。

場面①や⑥と比較して、場面⑤実験・観察中または実験・観察の結果を整理しているときは自分たちの班で計画した実験を実施してデータを得る活動であり、達成感や満足感を感じていることがわかる。ミニ探究でも、生徒たちが主体的に取り組んでいる様子が見受けられた。場面⑤と比較して、場面①前回の「ミニ探究」の改善点を挙げる時、は達成感や興味を感じる活動ではなかったことがわかる。この理由として、探究活動に対する認識が形成されていないことが考えられる。高等学校の理科の授業で行われる実験は、その多くが与えられた実験書に沿って行われ、正しい結果が得られるか確認するものが多い。正解はあらかじめ決まっているため、繰り返し実験を行う意味は希薄である。このミニ探究は、昨年度に一度行っているため、生徒たちはすでに終わった実験だと認識しているため、再度それを行うことに意味を感じなかったのではないかと考えられる。文部科学省(2019b)にあるように、探究活動は1つの実験の結果が出ると、そこからまた新たな課題が生まれ、更なる問題の解決を始めるといった学習活動を発展的に繰り返していく、スパイラル状に進歩する活動である。生徒には、そのような探究活動に対する認識が形成されていない可能性がある。場面⑤と比較して、場面⑥実験・観察の結果をグラフ化し、考察しているときは作業が困難で、最後まで達成できなかった生徒がいたことが原因と考えられる。ミニ探究では、Excelの作業が不得意な生徒が、多くの時間をかけて取り組んでいる様子が見受けられた。

また、多重比較検定の結果、項目Fで有意差($p < 0.05$)が確認できたものは、場面①－②間で①が低く②が高い($r=0.40$)、①－③間で①が低く③が高い($r=0.56$)、①－④間で①が低く④が高い($r=0.52$)、①－⑤間で①が低く⑤が高い($r=0.55$)、①－⑦間で①が低く⑦が高い($r=0.50$)という結果であった。また、場面④－⑥間で④が高く⑥が低い($r=0.44$)という結果であった。その他の場面間で有意差は確認できなかった。

場面①と比較して、場面②実験・観察の方法を考えているとき、③実験の準備をしているとき④予備実験をしているとき、⑤実験・観察中または実験・観察の結果を整理しているとき、⑦発表のとき、の各場面で生徒は興味を持って探究活動に取り組んだことがわかる。場面④と比較して、場面①前回の「ミニ探究」の改善点を挙げる時、場面⑥実験・観察の結果をグラフ化し、考察しているときは生徒が興味を感じる内容ではなかった。この原因は、項目Eと同様に、探究活動が連続性を持った活動であるという認識の不足にあると考えられる。

4. ミニ探究において工夫・挑戦する姿勢

多重比較検定の結果、項目Hで有意差($p < 0.05$)が確認できたものは、場面①－③間で①が低く③が高い($r=0.47$)、①－④間で①が低く④が高い($r=0.47$)、①－⑤間で①が低く⑤が高い($r=0.40$)、④－⑦間で④が高く⑦低い($r=0.51$)という結果であった。その他の場面間で有意差は確認できなかった。

場面①と比較して、場面③実験の準備をしているとき、④予備実験をしているとき、⑤実験・観察中または実験・観察の結果を整理しているとき、に積極的に活動に取り組む様子が見受けられた。場面③、④、⑤と比較して、場面①前回の「ミニ探究」の改善点を挙げる時、は前回の実験の改善のために工夫をするべき活動である。それに反してこの項目が低いことは、生徒たちが持つ、探究活動への認識を反映して

いると考えられる。昨年実施し、もう終わった実験という認識になっていたため、「工夫」とは結び付かなかったのではないかと考えられる。探究活動において、1つの実験で結果を得ることは、次の活動の出発点であり、さらなる探究のために、工夫や挑戦をしていくものだという認識がまだ形成されていない可能性がある。場面④と比較して、場面⑦発表のときでは、発表に使用するスライド内容について、枚数や形式を指示したため、工夫の余地が与えられなかったことが考えられる。また、わかりやすく伝えるためには、他者の視点に立つこと、メタ認知能力が必要であるが、その視点が獲得されていないため、工夫といった認識が低くなった可能性がある。ミニ探究では、活動内容発表を行う活動や、他の班の発表を見る、聴く活動が主となっており、班の中やクラス全体で討議をする場面は少なかった。指示された課題を実行することが主となり、工夫とは結び付かなかったと考えられる。また、実験に困難や失敗があった場合は、発表での指摘をもとに、次の改善された実験に挑戦していく機会となるという認識が無い可能性がある。

また、多重比較検定の結果、項目 I で有意差($p < 0.05$)が確認できたものは、場面①-④間で①が低く④が高い($r = 0.49$)、①-⑤間で①低く⑤が高い($r = 0.58$)という結果であった。その他の場面間で有意差は確認できなかった。

場面①と比較して、場面④予備実験をしているとき、⑤実験・観察中または実験・観察の結果を整理しているとき、に積極的に活動に取り組む様子が見受けられた。場面④、⑤と比較して、場面①前回の「ミニ探究」の改善点を挙げるときが低かった。場面①は、前回のミニ探究で難しかったこと、失敗したことを思い出し、改善された新しい実験に挑戦する内容であるが、生徒たちは「挑戦」とは認識しなかった。探究が1回の実験で終わらずに、連続性を持ったものであるという認識が不足していることが原因と考えられる。

以上より、ミニ探究の改善点として、場面①と⑦については、1つ探究の完了は探究活動の終わりではなく、次のスパイラルアップに向けての出発点になるという説明を行うことが提案される。さらに、「ミニ探究」の過程を発表で終了するのではなく、その後に改善点を考え、探求を繰り返すことを含めて設計することも一案である。

おわりに

本研究では、本校のSSHで行っている「ミニ探究」の各科学的探究の場面での生徒のエンゲージメントを、質問紙調査から明らかにし、今後の探究活動の指導の指針を得ることが目的であった。その結果、第1のクラスター「ミニ探究への能動的な参加」から、生徒たちは、ミニ探究のすべての場面を通じて、能動的に参加していたことがわかった。第2のクラスター「ミニ探究における対話と楽しさ」から、場面③実験準備をしているときと、場面④予備実験のときは生徒たちの対話が活性化し、楽しさが生まれる活動であることがわかった。第3のクラスター「ミニ探究に対する感情」から、場面⑤実験・観察中または実験・観察の結果を整理しているときに達成感や興味の感情が高いことがわかった。第4のクラスター「ミニ探究において工夫・挑戦する姿勢」から、場面④予備実験をしているとき、⑤実験・観察中または実験・観察の結果を整理しているとき、に工夫・挑戦する姿勢が高いことがわかった。

生徒が、高いエンゲージメントを示した場面として、③実験の準備をしているとき、④予備実験をしてい

るとき、⑤実験・観察中または実験・観察の結果を整理しているときに挙げられる。ミニ探究の過程に、生徒が自ら案を出し、メンバーと対話しながら行う内容は不可欠であることがわかる。

課題として、場面①前回の「ミニ探究」の改善点を挙げるとき、⑥実験・観察の結果をグラフ化し、考察しているとき、⑦発表のとき、の各場面のエンゲージメントを高めるような改善が挙げられる。場面①と⑦については、探究活動が連続性を持ち、進歩していくものであることを伝えることが考えられる。場面⑥では、データのグラフ化について、PC作業の支援を行う作業だけで終わらないように、グラフから何が読み取れるかについて対話の時間を確保するなどの改善が考えられる。さらに、場面⑦では、スライド作成時に、他者の視点に立ち、伝え方を工夫する必要があることを伝える、発表の後に、班の中で対話の時間をとることが改善案として考えられる。一方、質問項目についての改善点として、質問紙の言葉を変更する必要性がある。質問項目D、E、Fの3つは、感情的エンゲージメントに対する質問項目だが、クラスター分析の結果、項目EとFの2つが同じクラスターとなり、項目Dは項目Cと同じクラスターになった。「楽しかった」という感情が、ミニ探究の内容に対するものではなく、友人との話し合いから生じた可能性がある。質問文を、「ミニ探究の内容が楽しかった」と変えて、質問の意図を明確化することが必要である。さらに、エンゲージメントは、没入感を示す指標であるが、授業後の質問紙への記入という方法により、測定ができるのか、ミニ探究中に生じているエンゲージメントを、ある程度時間が経過した後に振り返って答えるための、メタ認知能力が生徒に備わっているのかについては疑問がある。

付記

本論文は、日本理科教育学会第71回全国大会（群馬大会）の発表資料を大幅に加筆、修正したものである。

注

- 1) クラスター分析には、分析ソフト Past4(ver4.04)を使用した。
- 2) 多重比較検定には、統計解析ソフトのエクセル統計を使用した。
- 3) 効果量については、水本・竹内（2011）に倣い、統計解析ソフトのエクセル統計を使用して算出した。

引用文献

- Banchi, H. & Bell, R. 2008. "The many levels of inquiry." *Science and children*, 46(2), 26.
- Cothron, J. H., Giese, R. N. & Rezba, R. J. 2006. *Students and Research: Practical Strategies for Science Classrooms and Competitions (Fourth Edition)*. Kendall Hunt Pub Co.
- 十文字秀行・宮本直樹. 2020. 「SSHのミニ探究活動へ基本コンセプトを導入した効果」『日本理科教育学会関東支部大会発表論文集第59号』、28.
- 科学技術振興機構. 2019. 『スーパーサイエンスハイスクール実施要項（H31改訂）』
https://www.jst.go.jp/cpse/ssh/ssh/public/pdf/ssh_gaiyou.pdf (accessed 2021.09.01.)

- 科学技術振興機構. 2021. 『令和2年度スーパーサイエンスハイスクール情報交換会』 89-108.
- 鹿毛雅治. 2013. 『学習意欲の理論-動機づけの教育心理学』 (金子書房) 8.
- 宮本直樹・河原井俊丞・中江絵里加. 2020. 「中学校理科における各科学的探究場面のエンゲージメント—行動的・感情的・認知的エンゲージメントの質問紙調査から—」 『日本科学教育学会年会論文集 44』 481-484.
- 水本篤・竹内理. 2011. 「効果量と検定力分析入門—統計的検定を正しく使うために—」 『より良い外国語教育のための方法—外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部メソドロジー研究部会 2010年度報告論集—』 48、47-73.
- 文部科学省. 2019a. 『高等学校新学習指導要領解説 理科編 理数編』、3.
- 文部科学省. 2019b. 『高等学校新学習指導要領解説 総合的な探究の時間編』、12.
- Reeve, J. 2002. “Self-determination theory applied to educational settings.”, *Handbook of self-determination research*, 183-203, Rochester University Press.
- 櫻井茂男. 2019. 「学習における「エンゲージメント」とは何か (特集 教育改革への提言)」 『日本教材文化研究財団研究紀要』 48、50-55.
- Skinner, E. A., Kindermann, T. A., Connell, J. P. & Wellborn, J. G. 2009. “Engagement and disaffection as organizational constructs in the dynamics of motivational development” *Handbook of motivation at school*, 223-245.