

# 【科学技術人材育成重点枠】

## ⑤ 令和5年度科学技術人材育成重点枠実施報告（【広域連携】）（要約）

① 研究開発のテーマ	<p>“Co-Creation”と“Collaboration”で築く次代の知と価値の創造 ～全国普及に資する相互評価活動を基軸とした探究的な学びに関する共同研究開発～</p>
② 研究開発の概要	<p>科学技術系人材に必要な資質・能力の獲得を目標に生徒の変容をより明確に分析することを目的とし、相互評価を中心とした探究的な学びに関する授業における生徒の変容を客観的に見取り、さらに本校独自のジェネリックスキルテストの研究開発を行う。</p> <p>具体的な方法としては、科学技術系人材重点枠において、全国の協力校と「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク」を組織し、協力校での多面的評価（評価規準を明示した相互評価、学習意識調査、ジェネリックスキルテスト）の実施から、生徒の変容を教員が客観的に見取り、その手法を全国に普及させる。それによって、他校の生徒にも創造的思考力、総合的判断力、コミュニケーション能力を身に付けさせる。さらに、ジェネリックスキルテストの変容から非認知能力の変容を教員が見取ることにより、探究活動に資する協働的に学ぶために必要な心情とチームを他校の生徒にも育てる。また、教員には生徒の変容を客観的に見取る力が付き、ICTを活用した探究活動を充実させることにより、教育のDX化が推進されるだけでなく、教員の作業の効率化を図ることができる。</p> <p>なお、成果の検証は、相互評価、学習意識調査およびジェネリックスキルテストにおける生徒の変容の見取り、教員への意識調査により行う。</p>
③ 令和5年度実施規模	<p>本校：中学校第1学年から高等学校第3学年の全生徒を対象に実施。</p> <p>「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク」協力校：宮城県多賀城高等学校（第2学年・普通科6クラス、災害科学科1クラス）、東京都立富士高等学校（第2学年・全クラス）、芝浦工業大学柏中学高等学校（高校第1学年・学校設定科目「GSI・SSI」受講生徒）、千葉県立幕張総合高等学校（第2学年・文理類型生徒2クラス）、静岡市立高等学校（第2学年・普通科・7クラス）、香川県立観音寺第一高等学校（第2学年・普通科理系2クラス・理数科1クラス）、福岡県立鞍手高等学校（第1学年・第2学年・全クラス）、大分県立安心院高等学校（第2学年・全クラス）</p> <p>「探究的な学びの全国普及についての研究開発」協力校：立命館高等学校、兵庫県立小野高等学校、奈良県立奈良高等学校、奈良県立畝傍高等学校、奈良県立郡山高等学校、奈良県立奈良北高等学校、奈良県立高田高等学校、奈良県立十津川高等学校、奈良教育大学附属中学校</p>
④ 研究開発の内容	<p>(1) 「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク」の組織</p> <p>(a) 「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク会議」の開催</p> <p>(b) 「探究的な学びに関する授業改善シンポジウム」の開催</p> <p>(2) 生徒の変容の客観的な見取りについての研究開発</p> <p>(a) 独自のジェネリックスキルテストの研究開発</p> <p>(3) 探究活動のDX化についての研究開発</p> <p>(a) ICTを活用した探究活動の充実</p> <p>(4) 探究的な学びの全国普及についての研究開発</p> <p>(a) 普通科「理数探究」へのサポート</p> <p>(b) ポスター発表会「サイエンス・ギャラリー」「探究科学研究発表会」の開催</p> <p>(c) 「ジュニアイノベーター育成塾」の開催</p>
⑤ 研究開発の成果と課題	<p>○研究成果の普及について</p> <p>(1) 「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク」の組織</p> <p>協力校8校が参加し、「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク会議」を7回実施した。「探究的な学びに関する授業改善シンポジウム」では、本校から、探究的な学びに関する授業実践と評価規準を明示した相互評価および学習意識調査の変容について報告した。協力校2校も、実践報告をした。これらのことから、多面的評価によって、生徒の変容を教員が客観的に見取る実践を普及させた。</p>

(2) 生徒の変容の客観的な見取りについての研究開発

独自のジェネリックスキルテストの研究開発をし、協力校5校で実施した。また、生徒の変容の見取りを本校から指導・助言することで普及に取り組んだ。

(3) 探究活動のDX化についての研究開発

基礎枠で実施している相互評価活動等のICT化を推進し、その成果を探究活動における相互評価活動としてパッケージ化し、「探究的な学びに関する授業改善シンポジウム」およびHPに掲載し全国への普及を行った。

(4) 探究的な学びの全国への普及についての研究開発

県内普通科3校に「理数探究」のサポートを実施し、探究活動のすすめ方について普及に取り組んだ。

ポスター発表会「サイエンス・ギャラリー」「探究科学研究発表会」では、協力校が参加し、評価規準を明示した相互評価、事前と事後の学習意識調査を実施した。協力校の生徒に評価規準が明示されていることでお互いに評価する意味や意義について普及させた。教員には客観的に見取る方法と多面的評価の重要性について普及させた。

「ジュニアイノベーター育成塾」の開催では、本校教員が探究的な学びを、参加した小学生に対して「スギナの胞子を用いて、なぜ呼気で弾糸が動くのか研究をする」をテーマに指導をした。これによって、児童には探究活動の過程を身に付けさせ普及に取り組んだ。

○実施による成果とその評価

(1) 「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク」の組織および生徒の変容の客観的な見取りについての研究開発

協力校8校全てで探究的な学びに取り組み、評価規準を明示した相互評価は5校、学習意識調査は5校、ジェネリックスキルテストは6校で実施した。また、相互評価と学習意識調査の解析は協力校が実施した。

「探究的な学びに関する授業改善シンポジウム」では、参加者50名のうち、事後に「シンポジウムに参加したことで探究的な学びを実践してみようと思った。」に対して82%が肯定的回答であった。また、事後の感想は、「相互評価の導入は、教員自身の成長にも寄与すると理解した。」「相互評価を自身の担当する授業でどのように取り入れるか構想できるようになった。」という傾向があった。これらのことから、多面的評価から生徒の変容を客観的に見取る実践を普及させ、参加教員の指導力向上に資することができた。

(3) 探究活動のDX化についての研究開発

協力校にフォーム等で多面的評価の回答を回収し、分析する方法を普及させ協力校でも実践できた。多面的評価の解析と見取りが効率的に実施でき、教員の負担軽減になった。

(4) 探究的な学びの全国普及についての研究開発

県内3校で「理数探究」を開講し、57チームの研究を支援できた。また、「探究科学研究発表会」の意識調査より(p.75表7参照)「評価規準を明示した相互評価」は「評価規準があること」と「互いに評価すること」の両方に効果があり手段の保有感が向上したと考えた。また、「サイエンス・ギャラリー」の意識調査より(p.75表6参照)、評価規準が明示されたことで、他者の視点(多角的な視点)に気づき、相手の気持ちの理解につながったと考えた。これらのことから、多面的評価の価値を他校生徒と教員に普及できた。

「ジュニアイノベーター育成塾」の事後の意識調査の自由記述を対応分析したところ、肯定的回答(4~6)を選択した児童は、他者との関わりから、新しい理科の内容を学ぶ楽しさを実感したことがわかった。小学生にも探究的な学びを普及できた。(p.76参照)

○実施上の課題と今後の取組

(1) 「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク」の組織

「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク会議」では参加教員の意識調査の変容を今年度は実施できていないので、来年度は実施する。

(2) 生徒の変容の客観的な見取りについての研究開発

ジェネリックスキルテストを実施する協力校は5校であった。来年度は実施する学校を増やすように努める。

(3) 探究活動のDX化についての研究開発

多面的評価を紙媒体ではなく、ICTを活用して実施する協力校を増やすように努める。

(4) 探究的な学びの全国普及についての研究開発

普通科「理数探究」へのサポートでは、考察記述をもとにした科学的リテラシー向上の検証を多面的評価の1つとして実施に努める。ポスター発表会「サイエンス・ギャラリー」「探究科学研究発表会」では、連携校の生徒の探究活動の取組がどの段階であるかに留意し運営を行う。

## ⑥令和5年度科学技術人材育成重点枠の成果と課題（【広域連携】）

① 研究開発の成果	(根拠となるデータ等を「⑧科学技術人材育成重点枠関係資料」に掲載)
<p>本校重点枠の取組を通して、参加生徒と教員がどのように変容したか、各取組において、生徒は多面的評価（評価規準を明示した相互評価、学習意識調査およびジェネリックスキルテスト）、教員は意識調査を実施し効果を検証した。</p>	
<p>1. 参加校の生徒の変容</p>	
<p>(1) 評価規準を明示した相互評価の実施による学習意識調査の変容</p>	
<p>福岡県立鞍手高等学校では、項目「問いを立てる」「問いの大きさ」で有意に向上した。学習意識調査では質問番号4と5が有意に上昇した(p.84表5-2参照)。これは問いを立てる場面で相互評価を実施したため、「創造的に考えること」や「分からなかったことが分かるうれしい」など問いを立てることに関する設問が有意に向上したと考えた。</p>	
<p>千葉県立幕張総合高等学校では、1回目に「コロイドの透析」、2回目に「アルコールの水溶性」という異なる実験・観察において、結果・考察記述の場面で、共通した評価規準によって相互評価を実施した。その結果、相互評価の規準の全8項目中5項目で有意に上昇した。(p.82表3-1参照)また、学習意識調査では、事後で有意に向上した設問から、質問項目18より「化学の授業で、自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりしている。」こと、質問項目19、24、27から「グループでの学びに意味や価値を見出した。」こと、および質問項目28より「科学・技術や経済・社会の発展に役に立っている。」と認識したことが分かった(p.82表3-2参照)。</p>	
<p>相互評価を実施する場面と関係がある項目が向上し、相互評価を複数回実施した場合は、他者との関わりからさらに学び、社会との接点を考えるようになると示唆される。これらのことから、各学校の育成したい生徒像に合致した評価規準を作成し、複数回実施することで効果が高くなると考えた。</p>	
<p>学習意識調査を実施した学校では各校で探究活動に取り組んだ結果、p.60表6の項目4は4校で有意に向上したため、創造的に考えることの大切さを生徒は理解していることがわかる。また、3校以上で有意に向上した項目18、8および25では、生徒は探究活動の過程を身に付けていることがわかる。さらに、項目5と16から「分からないことが分かると嬉しい。」ため、「探究活動が得意だ。」と認識したことがわかった。このように生徒の変容を教員が客観的に見取ることを普及できたと考える。(第4章3.参照)</p>	
<p>(2) ジェネリックスキルテストの変容</p>	
<p>独自のジェネリックスキルテストを開発できた。その結果、一例として、事前事後とも実施の宮城県多賀城高等学校では、7因子の各下位尺度全てにおいて0.1%水準で有意な得点の上昇が認められた。これらの結果は、実施校の探究活動が、教科や領域で培われる力だけでなく、特定の専門分野に限らない生活全般で全ての人に必要とされる汎用性のあるジェネリックスキルの向上にも役立っていることを実証した。(第3章2.参照)</p>	
<p>2. 参加教員の変容</p>	
<p>「探究的な学びに関する授業改善シンポジウム」参加教員への事前と事後の意識調査では全項目で有意に向上した。(p.70表3参照)自由記述は「相互評価の導入は、教員自身の成長にも寄与すると理解した。」「相互評価を自身の担当する授業でどのように取り入れるか構想できるようになった。」という傾向があった。そのため、参加者は相互評価を用いた探究的な学びの過程を理解し、実践してみようと感じたことが示唆され、探究的な学びに関する教員の資質向上と成果の普及ができたと判断した。</p>	
② 研究開発の課題	(根拠となるデータ等を「⑧科学技術人材育成重点枠関係資料」に掲載)
<p>(1) 評価規準を明示した相互評価の実施による学習意識調査の変容</p>	
<p>相互評価を実施する学校を増やすことが課題である。</p>	
<p>学習意識調査は項目19「課題に対して仮説を考えることは、大切である。」は1校しか有意に向上しなかった。そのため、探究活動の過程を身に付けているが、問いを立てる場面での仮説設定に課題があると考えた。来年度は、問いを立てる場面での指導を意図的に実施する必要がある。項目2と29から、探究活動での取組から社会貢献する意欲や、探究活動以外の場面に転用する力がやや弱いと考えた。</p>	
<p>探究活動を通じた社会との関わり方を、探究活動の初期の段階「問いを立てる場面」から意識させる指導により、SDGsなどに貢献しようとする心情を育成していく。今後、生徒が探究活動から自己の将来を考え社会貢献につなげるように指導することで改善する。</p>	
<p>(2) 独自ジェネリックスキルテストの研究開発</p>	
<p>実施する協力校は5校であった。来年度は実施する学校を増やすように努める。また、学校のどの取組が効果的かを調査し、来年度は改善に努める。(第3章2.参照)</p>	

## 第1章 研究開発の課題

### 1. 研究開発のテーマ

“Co-Creation”と“Collaboration”で築く次代の知と価値の創造

～全国普及に資する相互評価活動を基軸とした探究的な学びに関する共同研究開発～

### 2. 目的・目標

#### ① 目的

次代のリーダーや社会に貢献する科学技術系人材を育成するために、相互評価活動を基軸とした探究的な学びの深化について、広域規模での共同開発を行う。また、DXの創出や、探究活動を協働的に学ぶために必要な非認知能力の向上とイノベーションを生むチームづくりについて研究する。

#### ② 目標

本校がSSH第Ⅲ期で特に重視している3つの資質・能力「創造的思考力」「総合的判断力」「コミュニケーション能力」を有するサイエンスイノベーターの創出には、探究的な学びが欠かせない。上記①の目的を達成するため、5ページの全国の調査研究協力校とともに「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク」を組織する。また、協働的に学ぶために必要な心情とチームについて研究する。そのために、以下の(a)～(d)の取組を推進する。

- (a) 全国約10校の協力校と「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク」を組織し、本校がSSH第Ⅲ期で推進している探究的な学びの充実に関する方略や相互評価活動について、大学や地元中学校も加わった共同研究を実施する。
- (b) 本校がSSH第Ⅲ期で研究開発を進めている独自のジェネリックスキルテストおよび教科・科目における生徒の変容を客観的に見取る手法を活用し、協力校をはじめ広く全国からそのデータを収集することで生徒の変容を見取るとともに各校の教員のリフレクションから課題設定や授業方略の改善に資する研究開発を行う。
- (c) 本校がSSH第Ⅲ期で推進しているICTを活用した探究活動をさらに充実させることにより、DXによる調査研究活動の基盤を創る。
- (d) 本校および全国の協力校がハブとなり、各地域での研究成果の普及を行うといったハブアンドスポークの形態で成果の全国普及を目指す。奈良県内では、奈良県教育委員会と密接に連携し、研究テーマ設定や実験・実証のサポートにおいて大学や地元企業との協力体制を確立することにより、他校の理数探究等を支援する。中学校を併設する理数科単科高校として、中高一貫6年間をとおした理数教育の推進を行う。全教科・科目における探究的な学びの充実と授業改善及びカリキュラム・マネジメントの実践をとおし、生徒に創造的思考力、総合的判断力、コミュニケーション能力等の資質・能力を身に付けさせる。成果の検証は、独自のルーブリックおよび意識調査により行う。

### 3. 基礎枠の研究開発との関係

本校は、研究開発主題「中高6年で拓くサイエンスイノベーターへの道 ～古都奈良からの挑戦～」を掲げ、中高一貫6年間をとおした理数教育の推進を基礎枠で行っている。研究開発の柱は、全教科・科目における探究の過程を重視した学びとSTEAM教育の視点に立った教科等横断的取組の実践、中高一貫6年間の体系的な理数教育カリキュラムの実施とそれに伴う異学年集団の学びである。これらの研究開発を通して、生徒に「創造的思考力」「総合的判断力」「コミュニケーション能力」の3つの資質・能力を身に付けさせることにより、日本の未来を牽引するサイエンスイノベーターの創出を図っている。重点枠では以下の2点の他校連携をとおして3つの資質・能力をさらに育成することで、サイエンスイノベーターの創出への相乗効果が期待できる。

#### ① 本校基礎枠「全校体制での探究的な学びの充実」における研究開発

学校設定科目「探究科学」は探究の各場面で評価規準を明示した相互評価をICTを活用して実施することで、生徒自身が自己の成長を認識し、学習意欲を向上させることが示唆された。また、教員が相互評価を通じた生徒の変容を客観的に見取ることができた。この成果を奈良県内はもちろんのこと、全国展開を目指したい。

#### ② 本校基礎枠「異学年集団の学びによる科学的リテラシーの習得」における研究開発

本校では生徒の科学的リテラシー習得の指標の1つとして、ジェネリックスキルテストの独自開発を行っている。全国の調査研究協力校においても、育てたい生徒像にそった非認知能力の向上を目指し、科学技術人材育成における生徒の変容を見取る指標として確立し全国へ普及させる。

## 第2章 研究開発の経緯

本校は全国初の理数科単科高等学校として平成16年に開校し、平成26年、併設型中学校の開校により、県立初の中高一貫教育校となった。また、平成23年度、SSH第I期の指定を受け、体験を重視した特色あるカリキュラムのもと、探究活動とキャリア教育との融合に関する研究と実践を推進し、平成28年度からのSSH第II期においては、科学技術系グローバル人材の育成と地域との連携をテーマに掲げて、科学英語の活用や英語で研究発表を行うことにも力を注いできた。さらに、令和3年度からの第III期では、全教科・科目における探究的な学びの充実と、指導と評価の一体化による授業改善等の成果を基盤とし、中高一貫6年間を通しての科学技術系人材の育成に取り組んでいる。科学人材育成重点校の指定を受け、今年度より全国の協力校とともに「スーパーサイエンス授業改善ネットワーク」を組織し、本校が取り組んでいる探究的な学びに関する授業改善の方略や相互評価活動を中心とした多面的評価から生徒の変容を見取る共同研究を実施している。

表1 本校SSH 重点校（本年度）の主な事業

内容 行事・事業（ ）は校外での実施場所	実施日	目標			
		(a)	(b)	(c)	(d)
SS授業改善ネットワーク会議（第1回、第2回）（Web）	5/19、6/26	○	○		
ジェネリックスキルテスト	7月、9月、2月		○		
ジュニアイノベーター育成塾（本校）	7/25、7/26		○		○
第7回サイエンスギャラリー（大阪国際交流センター）	7/30				○
SS授業改善ネットワーク会議（キャンパスプラザ京都）	8/24	○	○		○
探究活動のDX化についての研究開発会議（第1回、第2回）	9/14、10/10			○	
SS授業改善ネットワーク会議（Web）（第3回、第4回）	10/31、11/14	○			
探究活動のDX化についての研究開発会議（第3回、第4回）	11/21、12/5			○	
探究的な学びに関する授業改善シンポジウム（さざんかホール）	11/25		○	○	○
授業改善ネットワーク会議（第5回、6回、7回）	12/25、2/15、2/19	○	○		○
探究科学研究発表会（さざんかホール）	2/12				○

- (a) 「スーパーサイエンス授業改善ネットワーク」の組織
- (b) 生徒の変容の客観的な見取りについての研究開発
- (c) 探究活動のDX化についての研究開発
- (d) 探究的な学びの全国普及についての研究開発

### 第3章 研究開発の内容

#### 1. 「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク」の組織

##### (1) 「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク会議」

2ヶ月に1回の割合で、各協力校から担当者がオンラインで参加し、各校の学校目標に基づいた共同研究の方向性、授業改善事例の発表と意見交流、ジェネリックスキルテストを用いた生徒の変容の分析、成果普及の進捗等について会議を持った。日程と議題を以下に示す。

8月に拡大会議を実施し、上記オンライン会議での内容の他、学識経験者より探究的な学びに関する授業改善や生徒の変容の見取りについての講演を聴き、参加教員の指導力向上を図った。

##### ①参加校

宮城県多賀城高等学校 千葉県立幕張総合高等学校 芝浦工業大学柏中学高等学校  
東京都立富士高等学校・附属中学校 静岡市立高等学校 香川県立観音寺第一高等学校  
岡山県立玉島高等学校 福岡県立鞍手高等学校 大分県立安心院高等学校

##### ②開催日時と議題

第1回 令和5年5月19日(金) 16時～17時 オンライン

- ・重点枠の内容についての説明(意識調査、相互評価の進め方、ジェネリックスキルテスト)
- ・東洋大学教授 後藤 顕一氏、福岡教育大学教授 伊藤 克治氏 より 講義

第2回 令和5年6月26日(月) 16時～17時 オンライン

- ・多面的評価の実施方法について(意識調査、相互評価、ジェネリックスキルテスト)
- ・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より指導・助言
- ・各校担当者から多面的評価の計画等の紹介

第3回 令和5年8月24日(木) 13時30分～16時30分 対面とオンライン

〈会場〉キャンパスプラザ京都(京都市大学のまち交流センター)

- ・多面的評価の実施について(意識調査、相互評価、ジェネリックスキルテスト)
- ・講演および指導・助言  
東洋大学教授 後藤 顕一氏、福岡教育大学教授 伊藤 克治氏
- ・指導・助言  
京都市立芸術大学准教授 堀田 千絵氏、臨床心理士(公認心理師) 森本 哲平氏
- ・各校担当者から今年度の取組や計画等の紹介

第4回 令和5年10月31日(火) 16時～17時 オンライン

- ・統計解析の説明
- ・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 指導・助言

第5回 令和5年12月5日(火) 14時～16時 オンライン

- ・各校の報告
- ・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 指導・助言

第6回 令和6年2月19日(月) 16時～17時 オンライン

- ・各校から報告書の発表
- ・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 指導・助言

第7回 令和6年3月15日(金) 13時～16時 オンライン

- ・ジェネリックスキルテストについて各校の変容についての解説
- ・堀田 千絵氏および森本 哲平氏より指導・助言

(2) 「探究的な学びに関する授業改善シンポジウム」の開催

① 目的

全国の小・中学校および高等学校の教員を対象に、本校教員がSSH関連学校設定科目やそれ以外の教科・科目等の科目の授業公開や研究協議を行うことで、探究的な学びに関する教員の資質向上と成果の普及を実施する。

② 日時 令和5年11月25日(土) さざんかホール(奈良県大和高田市)とオンライン

③ 共催 奈良県教育委員会

④ 講師 東洋大学教授 後藤 顕一氏 福岡教育大学教授 伊藤 克治氏  
京都市立芸術大学准教授 堀田 千絵氏 臨床心理士(公認心理師) 森本 哲平氏

⑤ 授業科目 探究科学 英語 国語

⑥ 参加者 50名

現地参加

中学校教員1名、奈良県公立高等学校教員3名、県外高等学校教員15名、大学教員1名、奈良県関係者1名、県外県関係者1名、教育関係者5名(啓林館など)

オンライン参加

中学校教員2名、奈良県公立高等学校教員9名、県外高等学校教員5名、大学教員1名、教育関係者6名(啓林館、国立教育政策研究所、大学入試センターなど)

⑦ 内容

(a) 本校各科目および連携校の研究発表

(b) 後藤氏の講演「多面的評価の基本的な考え方と実践」

(c) 伊藤氏の講演「活動の質を高める相互評価」

(d) 研究協議

⑧ 授業内容と対象学年

(a) 探究科学：高等学校第1、3学年

テーマ：論文作成場面における相互評価とICT活用

—論文作成場面での評価規準作成と生徒の変容—

内容：論文作成場面において、要旨作成・研究目的と問題提起・検証計画の作成・結果と考察の記述について相互評価規準表を作成し、それを用いた生徒の学びの変容を見取る。評価規準及び自己評価・他者評価活動の進め方は本校HPに別途掲載する。詳細は探究科学第1学年p.18、第3学年p.22参照。

(b) 国語：高等学校第2学年古典探究

実践内容

漢文を班で群読するにあたり、評価規準を明確にすることで読むことへの抵抗感をなくす。ICTを活用し個人で音読したデータに自己評価、相互評価を行い、どう工夫すれば正確に読めるかを助言し合った上で、クラスで群読を発表する。事前事後の意識調査の結果とあわせて多面的に生徒の成長を見取る。

検証

生徒は音読を繰り返すことで漢文に慣れ、訓読の理解度が増加し、協働で学ぶことで漢文に対する苦手意識が軽減した。2学期に入っても効果は持続している。

(c) 高等学校第3学年 学校設定科目「探究科学(グローバルコミュニケーション)」

実践内容

探究科学での研究要旨を英文で記述する課題にグループで取り組む。評価規準に基づいて英文要旨記述の相互評価を行い、記述内容の変容を見取る。事前事後で意識調査を行い、本実践における相互評価の効果を検証する。また、英文要旨記述や相互評価、教員による指導の過程でICTを効果的に活用する。

表1 意識調査の事前と事後の比較

質問番号	質問項目	Z	有意確率(両側)P値	N
1	漢文を読むために必要な訓読のきまりについて、理解している。	5.127	<0.001**	57
2	漢文の音読ができる。	6.130	<0.001**	57
3	漢文の音読が得意である。	6.258	<0.001**	57
4	声の出し方や適切な間の取り方を効果的にできる。	5.662	<0.001**	57
5	グループの群読は効果的である。	4.701	<0.001**	57
6	その話のおもしろさや魅力を伝えることができる。	5.936	<0.001**	57
7	その話の面白さや魅力を伝えるスピーチができる。	5.918	<0.001**	57
8	文章の構成や展開の仕方を的確に捉え、理解を深めることができる。	6.102	<0.001**	57
9	図書室の資料を活用できている。	3.754	<0.001**	57



表2 実践の事前と事後の学習意識調査で有意に向上した項目

質問番号	質問項目	【事前】平均値 ±標準偏差	【事後】平均値 ±標準偏差	Z	有意確率 (両側)P値	N
1	英文要旨の記述について、理解が大幅に深まっている。	4.14 ± 1.27	4.58 ± 1.15	2.903	.012*	59
5	英文要旨の記述について説明できる。	3.41 ± 1.31	4.00 ± 1.40	3.990	.001**	59

## 検証

自身の研究内容に関する英文要旨の記述について、1回目記述と2回目記述の2回、相互評価を実施した。1回目記述より2回目記述で平均値が有意に上昇したものは、全13項目中9項目であった(McNemar検定、SPSS27)。英文要旨記述過程において、相互評価が効果的であることが確認できた。実践の前後で学習意識調査を実施し、統計的処理(Wilcoxonの符号順位検定、SPSS27)を行った。13の質問項目を設定し、4件法で回答させた。多くの項目において事前で平均値3.0を超えていたが、項目1、5においては有意に向上した(表2)。

### ⑨ 連携校実践報告

#### (a) 静岡市立高等学校

発表者：校長 飯田 寛志 氏

テーマ：相互評価活動におけるクラウドアプリケーションの活用

内容：近年、PCやタブレットやスマートフォンなどのICT機器やクラウドを活用した理科の授業実践が推進されている。これまで、相互評価活動の際にICT機器を活用した自己評価及び相互評価用のアプリケーションの開発に取り組み、授業における試行によってアプリ活用による評価結果の共有の利点が明らかとなってきた。ここでは、学習者が特定のアカウントを有しない場合であっても、実行が可能な相互評価活動用の仕組みを試作したので報告する。

#### (b) 奈良県立十津川高等学校

発表者：教諭 出口 輝樹 氏

テーマ：溶液とその性質における単元の指導計画の構築に向けて  
—主体的な学びの充実のためのCBT—

内容：生徒の主体的な学びの充実を図ることを目的とし、単元の振り返りの場面でCBT(コンピュータ使用型調査)の要素を取り入れた。生徒による問題作成などCBTを効果的に活用することで、生徒の自己調整やこれまで見取ることが難しかった能力の評価に役立つ可能性がある。

### ⑩ 検証

シンポジウムへの参加の前後で6件法(6「とてもそう思う」から1「全くそう思わない」)で質問紙調査を実施し、統計的処理(Wilcoxonの符号順位検定、SPSS29)を行った。事後には質問項目9「シンポジウムに参加したことで探究的な学びを実践してみようと思った。」を6件法で追加し、さらに質問項目10「シンポジウム参加後、ご自身に変化した点があればご記入ください。」という自由記述を求める項目を追加した。

全ての項目で事前より事後で有意に向上した(表3)。また、事後のみの質問項目10では肯定的回答(6とてもそう思う)が82%となった。自由記述をAI(copilot)で要点をまとめた。その結果、次の4点となった。1.相互評価について学び、それを実践に移したい。2.具体的な実践のイメージを持ち、それを自身の授業に取り入れたい。3.相互評価の導入は、教員自身の成長にも寄与すると理解した。4.相互評価を自身の担当する授業でどのように取り入れるか構想できるようになった。また、後日、実際に相互評価を実施し、新たに本校の重点枠の連携校となり実践をする学校が増えた。

以上のことから、参加者は相互評価を用いた探究的な学びの過程を理解し、実践してみようと感じたことが分かる。さらに、探究的に学ぶことは生徒の自己肯定感を向上させることを理解したと考えられる。よって、探究的な学びに関する教員の資質向上と成果の普及ができたと判断した。

課題は、事後アンケートに対して、「ジェネリックスキルテストの詳しい説明が聞きたかった。」との記述があったこと、および事後アンケートの回収率が低いことである。来年度は改善する。

表3 事前と事後の意識

質問項目	Z	有意確率 (両側)P値	N
1 探究的な学びについて知っている。	2.814	0.005**	27
2 探究的な学びについて具体的に説明できる。	3.000	0.003**	27
3 探究的な学びを実践できる。	3.384	<0.001**	27
4 探究的な学びの一例として、相互評価を知っている。	3.337	<0.001**	27
5 探究的な学びの一例として、相互評価に用いる評価規準を作成できる。	3.568	<0.001**	27
6 探究的な学びの一例として、評価規準を明示した相互評価を実践できる。	3.331	<0.001**	27
7 相互評価の実践によって、生徒は自己の成長を認識できる。	2.626	0.009**	27
8 相互評価の実践によって、生徒は自己肯定感を向上させることができる。	3.104	0.002**	27

(Wilcoxonの符号順位検定 \*P<0.05 \*\*P<0.01)

## 2. 生徒の学びの変容における客観的な見取りについての研究開発

### (1) 独自ジェネリックスキルテストの研究開発

#### ① 独自ジェネリックスキルテスト作成の経緯

S S Hがめざす科学技術人材の育成は、当該の専門領域のみならず、様々な分野や領域で発揮される「豊かな生き方の実現」につながる可能性が示唆されている。本校においても、生徒が科学技術に特化した教科や領域にとどまらず様々なスキルや態度が育まれていることを以前から感覚的には認識してきた。しかし、日々の教育に生かすためには、生徒たち自らが何を学び身に付けているのかを可視化しそれらを具体的に理解する取組が必要となる。その取組の1つとして本校では、専門領域に限らない汎用的技能（以降、ジェネリックスキルとする）に着眼し、S S Hの特色をも反映したジェネリックスキルテスト（以降、G Sテストとする）を作成することが課題であると考えた。作成においては、国内外の動向を踏まえ、かつ、本校がめざすサイエンスイノベーターにも符合する、S T E M教育に「Arts（リベラルアーツ）」を加え、S T E A M教育の中核的な概念の1つでもある創造性や独創性を積極的に導入したG Sテストの新たな開発を試みることにした。

#### ② 独自ジェネリックテストの開発の手順

本校教員ならびに公認心理師、臨床心理士各1名で構成されるG Sテスト研究開発会議を重ねた。第1段階として、従来の国内外のG Sの研究動向を踏まえたうえで、G Sと関連あるS T E A M教育の中核的概念の1つでもある「創造性」を加えG S全体の項目を作成した。第2段階として、授業参観等を通し、生徒や教員の姿を思い浮かべながら、生徒が答えやすいように75項目を素案として作成した。第3段階として、調査の実施とその活用方法について検討した。

#### ③ 独自ジェネリックテストの本校での実施

本校では、中学1年生から高校3年生までを対象に、令和5年9月にH R等の時間を活用し、素案75項目をGoogle Formsを用いた6件法（全くあてはまらない～あてはまる）で実施した。404名の回答を因子分析（最尤法・オブリミン回転）した結果、最終的に7因子52項目が抽出され、それぞれ〈自己調整力〉〈創造的思考力〉〈セルフ・コンパッション〉〈論理性〉〈経験への開放性〉〈協働性〉〈レジリエンス〉と命名し、尺度名は「R 5青翔ジェネリックスキルテスト～自ら考え行動することを意識するために～」とした（p.72表4）。続いて、各学年で下位尺度得点の平均値（標準偏差）を算出した結果、各因子において高校生の方が中学生よりも高い傾向にあり、特に、〈創造的思考力〉と〈協働性〉はその傾向が顕著であることが窺えた（p.50）。令和6年2月に今年度2回目を実施し、学年差のみならず個人内差についても検討する予定である。

#### ④ 独自ジェネリックスキルテストの他校での実施

研究開発の協力校に、本校独自のG Sテストの実施を依頼した。調査の前書きに、倫理的配慮として、現在の学校生活と自分自身についてどのように見ているかを知ることが目的に、個人情報厳重に保護され内容は成績に影響しないこと、回答データの活用には個人が特定されないことを記載し、同意を得たうえで調査協力を求めた。協力校のうち、宮城県多賀城高等学校、東京都立富士高等学校・附属中学校、千葉県立幕張総合高等学校、福岡県立鞍手高等学校の4校には、本校独自のG Sテストの作成協力者の公認心理師である京都市立芸術大学准教授堀田 千絵氏 から、各校の分析結果と考察を返却した。

その一例として、事前事後とも実施の宮城県多賀城高等学校では、7因子の各下位尺度全てにおいて0.1%水準で有意な得点の上昇が認められた。これらの結果は、実施校の探究活動が、教科や領域で培われる力だけではなく、生活全般で培われる特定の専門分野に限らないすべての人に必要とされる汎用性のあるジェネリックスキルの向上にも役立っていることを実証した。

R5青翔GSテストは、従来のGSの動向を踏まえたものの、本校の生徒の姿を観察して作成されているため、各協力校においてはそれぞれの目標と取組に応じた活用がなされることが予想される。開発成果の普及については今後も議論や研究の継続が必要である。

表4 R5青翔ジェネリックスキルテスト～自ら考え行動することを意識するために～

第1因子	自己調整力
	メリハリをつけて時間をつかっている
	何か問題が起こった時、とことん解決しようとする
	目的を達成するために必要なことを考え、行動に移すことができる
	自分で課題を設定することができる
	目標を達成するために、あきらめず取り組むことができる
	一度決めたことは、あきらめない
	自分で目標や計画を立てて学習している
	目標を達成するために効果的な計画を立てている
	学びの過程を振り返るようにしている
	自分の行動に責任を持つことができる
	自分に合った学習のやり方をわかっている
第2因子	創造的思考力
	論理的に考えるだけでなく気づきやひらめきも大事だと思う
	失敗の中にも何か得られることがあると思う
	身の回りのなにげないことにも意味があるように思う
	新しいアイデアを生み出すことは価値があると思う
	考えているだけでなく一歩踏み出すことも大切だと思う
	「あー、そうだったのか!」と突然感じた経験がある
	アイデアを広げたりまとめたりすることを繰り返すことが大切だと思う
	時には常識を疑ってみることも必要だと思う
	自分と考えの違う人が周りにいる方がいいと思う
	関係ないような事柄が実はつながっていると気づいたことがある
	収集した情報の確かさを確認し、正しい判断をするように心がけている
第3因子	セルフ・コンパッション
	周りに自分のことを必要としてくれる人がいる
	誰かに認めてもらったことがある
	私のことをわかってくれている人がいる
	私は、自分のことを大切に思える
	自分のことを信じていることができる
	自分にも何かできることがあるはずだ
	自分には周りに良い影響を与える力があると思う
人からよく話しかけられたり相談されたりする	
第4因子	論理性
	グループの中で自分の役割を自覚したうえで行動できる
	ふだんから筋道を立てて話すようにしている
	筋道を立てて文章をつくることができる
	研究の内容に対応した文献を十分に読んで、それに基づいて計画している
	他者に効果的に伝えるために、資料や発表方法を工夫している
第5因子	経験への開放性(好奇心)
	さまざまなことに興味・関心を持っている
	自分がこの先何をしたいのか、どうなりたいのか思い描くことができる
	他校の生徒と学び合うことは有意義(ゆういぎ)だ
	学習で得たものを、将来の夢や進路に結びつけて考えることができる
	正解のでない問題でも考え続けることが重要だと思う
第6因子	協働性
	目の前に困っている人がいたら進んで助けたいと思う
	人の役に立ちたいと思う
	話しかけられやすい雰囲気をつくろうとしている
	グループ活動で困っている人がいたら、声をかけることができる
第7因子	レジリエンス
	嫌なことがあっても、すぐに気持ちを切りかえることができる
	失敗やつまずきから立ち直るのは早いほうだ
困ったことが起きてても何とかすることができる	

### 3. 探究活動のDX化についての研究開発

#### (1) ICTを活用した探究活動の充実

##### ① 研究の仮説

全国の協力校と「スーパーサイエンス授業改善ネットワーク」を組織し、本校が培ってきた探究的な学びに関する授業改善やそれに伴う相互評価活動等について共同研究を推進することで、協力校が拠点となって全国へ普及を行えば、本校生徒はもちろんのこと、他校の生徒にも創造的思考力、総合的判断力、コミュニケーション能力を身に付けさせることができる。また、生徒の変容や成長を見取る手法を「多面的評価」（学習意識調査、評価規準を明示した相互評価、ジェネリックスキルテスト）」として全国へ普及させることにより、SSH校のみならず、多くの学校において教員の授業力の向上を図ることができる。さらに、ICTを活用した探究活動を充実させることにより、教育のDX化が推進されるだけでなく、教員の作業能率の効率化を図ることができる

##### ② 研究方法・検証評価

###### (a) 研究方法

- ・本校が現在、基礎枠で実施している相互評価活動等のICT化を推進することにより、評価規準の見える化と教員の作業能率の効率化を図る。
- ・全国の協力校等の意見を聴き、生徒にとってより作業のしやすいアプリケーションを制作し、探究活動における相互評価活動としてパッケージ化し、全国へ普及を行う。
- ・本校が推進している相互評価活動において、Googleフォームを用いることにより、リアルタイムで生徒の記述を担当教員および他の生徒が閲覧することができる。
- ・ICTを活用した相互評価活動を下記の会議を通じ全国へ普及を行う。
- ・全国の協力校とともに「スーパーサイエンス授業改善ネットワーク」を組織し、定期的に行われる「スーパーサイエンス授業改善ネットワーク会議」の中でDX化について議論をしていく。8月に「スーパーサイエンス授業改善ネットワーク会議」の拡大会議で、参加教員の指導力向上を図る。
- ・連携校の協力を得て「探究活動のDX化についての研究開発会議」をもち、「探究的な学びに関する授業改善シンポジウム」にて報告を行う。
- ・全国の協力校が拠点となって、各地域の教員・教育関係者に呼びかけることにより、奈良県内中心の取組から全国的な取組への発展を図る。加えて、様々な校種・地域の教員等の参加を可能にするため、会場とオンライン双方でのハイブリッド開催とする。

###### (b) 連携校・実施報告

	宮城県多賀城高等学校	東京都立富士高等学校	芝浦工業大学柏中学高等学校	千葉県立幕張総合高等学校	静岡市立高等学校	香川県立観音寺第一高等学校	福岡県立鞍手高等学校	大分県立安心院高等学校
学習意識調査	○		○	○		○	○	
相互評価		○	○	○	○		○	○
ジェネリックスキルテスト	○	○		○		○	○	

#### 4. 探究的な学びの全国普及についての研究開発

##### (1) 普通科「理数探究」へのサポート

奈良県立奈良高等学校、奈良県立畝傍高等学校、奈良県立郡山高等学校へ「理数探究」サポートを実施し、表5の研究と「けいはんなサイエンスフェスティバル 2023」（奈良県立奈良高校主催）、令和5年度「サイエンスチームなら科学研究実践活動発表会」（奈良教育大学理数教育研究センター主催）および令和5年度「探究科学研究発表会」での発表に繋げた。

表5 サポートを実施した各学校の「理数探究」での研究テーマ

学校名	授業の名称	発表タイトル
奈良県立畝傍高等学校	理数探究	二酸化チタン触媒の改良による水の光分解の研究
		光の散乱によって異なる色を示す白チョークと色の関係
		ダイラタンシー現象の強度
		本が濡れることでできるシワをなくすには—セルロースのアセチル化—
		洗剤の量と表面張力の関係
		水に溶かす洗剤の量と泡の持続時間の変化とチンダル現象の観察
		メントスガイザーを激しくする方法
		酢酸を水酸化ナトリウムで中和滴定した際のpH変化について
		CODから竜田川の水質を調べる
		竹田川のCOD値を調べる
奈良県立郡山高等学校	理数探究	ミルククラウン現象と液体の粘度の関係性
		最も音が正確に伝わる糸電話の作成
		ボールの飛ばす角度と軌跡の関係
		反発係数を1にするには
		四角形の紙と回転数
		摩擦と物体の運動の関係性
		音階を奏でよう
		ダイラタンシー流体に鉄球が沈み切る時間と位置エネルギーとの関係性
		最長飛行の紙飛行機は!!
		正確な重力加速度の測定
		腐った果物を有効活用する方法
		カーボンニュートラルが成り立つかを調べる
		スマホアプリの気圧計がどれくらい正確かを調べる
		溶液による電力の変化
		ぼくらのサビ研究
		おいしいマヨネーズをつくろう
		動物の歩行を深掘りしてみた!!!
		発酵と微生物と謎の虫
		ダンゴムシはどんな時も交替性転向反応が見られるのか?
		貝の種類による浄化効率の変化—池の水の浄化にはどの貝が適するの?—
		い・ろ・は・す格付けチェック
		新しいじゃんけんを考えよう
		シャッフルと数列の関係
		運命の人と出会う確率
		日本の救急車の数について
		大学共通テストのマークの傾向について
		πの追求
		あみだくじ必勝法!!!
		東大理Ⅲ(自称)による暗号解説
		より快適な登校のために
サッカーにおけるの相関の発見とその追求 ~郡山高校サッカー部強化への道~		
サイコロの確率は同様に確からしいのか		
ババ抜きのレストランの確率は本当に1/2か		
ポーカー必勝法		
じゃんけんの効率をあげるには		
サイコロの確率		
速く楽に泳ぐための術式		
生駒山上遊園地攻略法		
1+1を2以外の数にしたい		
奈良県立奈良高等学校	理数探究	様々な図形の面積
		不等辺四角形の面積公式
		青墨粒子のブラウン運動観察実験
		音波の判別の実験と構造解析研究
		ポリ乳酸の生成と紫外線照射による蛍光の測定実験
		オオセンチコガネにおける標本作製
		ギンブナのアミノ酸鏡像異性体への反応実験
ミジンコウキクサの人工栽培		

(2) 「サイエンス・ギャラリー」「探究科学研究発表会」における連携

①仮説

本校の多面的評価のうち、「学習意識調査」「評価規準を明示した相互評価」を「サイエンス・ギャラリー」「探究科学研究発表会」でのポスター発表（対面）で連携校にも実施することで、連携校の生徒にも総合的判断力、コミュニケーション能力が身に付く。

②研究内容 p.39「サイエンス・ギャラリー」、p.40「探究科学研究発表会」参照

③方法

(a)参加校 サイエンス・ギャラリー 参加生徒 25名

立命館高等学校 兵庫県立尼崎小田高等学校 兵庫県立小野高等学校  
西大和学園高等学校 奈良県立奈良北高等学校

探究科学研究発表会 参加生徒 30名

奈良学園高等学校 奈良県立奈良北高等学校 奈良県立畝傍高等学校

奈良県立郡山高等学校 奈良県立高田高等学校 奈良教育大学附属中学校

(b)発表数・内容・指導助言 p39、p40 参照

④検証

事前事後のアンケートで有意差のある項目を表6、7に示す。「とてもそう思う」を6、「まったくそう思わない」を1として6件法で実施した。表6の質問項目18から社会的自己効力感を向上させたと考えた。質問項目32からは結果が期待につながらなかったと示唆される。表7の質問項目1、4からは「評価規準があること」と「互いに評価すること」の両方が本校重点枠の「評価規準明示した相互評価」に効果があり手段保有感が向上したと考えた。また、質問項目25からは相互評価に意味を見出し、結果が期待につながったと考えた。これらのことから、本校の重点枠の取組は連携校の生徒も学習意欲の向上につながる取組であり、総合的判断力、コミュニケーション能力を身に付けたと考えた。

一方、「サイエンス・ギャラリー」では質問項目1、4、25は向上していない。参加生徒が「サイエンス・ギャラリー」では高等学校第3学年が中心であり、これらの生徒は発表への取組み方をすでに身に付けていたため向上しなかったと考えた。しかし、探究活動の過程を身に付けていたため、評価規準が明示されたことで、他者の視点（多角的な視点）に気づき、相手の気持ちを理解できたと考えた。また質問項目32は有意に低下し、参加生徒は発表会を通じて新しい視点を獲得することを期待したが、実際にはそうならなかったと考えた。

「探究科学研究発表会」は第2学年以下が中心であり、まだ探究活動の過程を学んでいる途中であったため、評価規準が明示された相互評価によって手段保有感が向上したと考えた。

今後、普及していくなかで、連携校の生徒の探究活動への取組がどのような段階かに留意する必要がある。

表6 「サイエンス・ギャラリー」学習意識調査の結果（6件法）

項目番号	質問項目	Z	有意確率 (両側)P値	N
18	研究発表をする時に、評価規準が明示されることで、私は相手の気持ちを理解することができる。	2.506	0.012*	21
32	研究発表会に参加することで、私は新しい発見ができる。	-1.999	0.046*	21

(Wilcoxonの符号順位検定 \*P<0.05 \*\*P<0.01)

表7 「探究研究発表会」学習意識調査の結果（6件法）

項目番号	質問項目	Z	有意確率 (両側)P値	N
1	互いに評価をすることで、私は研究で良い発表をしようと思えば、良い発表をすることができる。	2.296	0.022*	26
4	私の研究発表が良いのは、評価規準が明示されているからだと思う。	1.960	0.050	26
25	研究発表をするときに、互いに評価することに意味を感じる。	2.077	0.038*	26

(Wilcoxonの符号順位検定 \*P<0.05 \*\*P<0.01)

(3) 「ジュニアイノベーター育成塾」の実施

① 目的

本校SSH事業の推進、特に探究的な学びの推進に関して、小学生や小学校教員に実験を含む探究的な授業を実施し、今後の研究開発に生かす。

② 日時 令和5年7月25日(火)、7月26日(水)

③ 授業者 本校理科教諭 : 市橋 亮、生田 依子  
本校生徒 : 中学1年生2名

④ 内容

授業 生物 「スギナの胞子を用いて、なぜ呼気で弾系が動くのか研究をする」

理科に関する身近な現象や題材をもとにした授業および探究活動を通し、児童の科学に対する興味・関心、思考力や表現力を育成する。

⑤ 参加者 県内小学生13名

⑥ 検証

事前と事後の学習意識調査(31項目)を実施した。回答は「とてもそう思う」「そう思う」「少しそう思う」「あまりそう思わない」「そう思わない」「まったくそう思わない」の中から選ぶ6件法とし、順に6、5、4、3、2、1点と点数化し、統計的处理(Wilcoxonの符号順位検定 SPSS27)を実施した。実践の前後で有意に上昇した項目は表8のようになった。項目29から児童の科学に対する興味・関心、思考力や表現力を育成できたと考えた。有意に低下した項目はなかったが、項目31項目中の3項目でZ値がマイナスになった。「研究をする授業が好きだ。」「創造的に考えることは大切である。」「研究をする授業は、ICT機器を使って視覚的に学びたい。」今後の課題として、児童たちが「創造的に考えて研究活動を進めていく大切さを実感できる。」ように、ICT機器なども用いながら授業を展開していくことが挙げられる。

項目「将来、理科や科学技術に関係する職業に就きたい。」の1～6に対して、事後アンケートの「ジュニアイノベーター育成塾2023に参加したことで、自分の学びに変化がありましたか? 特に、自分が成長したと感じたことを記入してください。」に対する自由記述とを対応分析した。2を選択した児童は実験の内容のみ、3を選択した児童は理科への興味が湧いたこと、4もしくは5を選択した児童は、違う学校の人とグループで考えることが楽しかったこと、6を選択した児童は新しいことを知る理科の楽しさについて記述した傾向があった。そのため、肯定的回答(4～6)を選択した児童は、他者との関わりから学び、新しい理科の内容を学ぶ楽しさを実感したことがわかった。しかし、否定的回答(2と3)を選択した児童は実験内容だけしか認識していない。今後は2や3を選択した児童には、グループで学ぶ楽しさや新しいことを知る理科の楽しさも実感できるように指導することが課題である。

表8 授業前後の学習意識調査で有意に増加した項目(6点満点)

質問番号	質問項目	有意確率 (両側)P値	Z		N
1	先生の説明を理解できるようになりたい。	0.046	2.000	*	13
12	研究をする授業は、日常生活に役に立つ。	0.014	2.460	*	13
24	研究をする授業は、科学・技術や経済・社会の発展に貢献している。	0.046	2.000	*	13
28	研究をする授業に参加することで、理科の自由研究ができる。	0.020	2.333	*	13
29	研究をする授業に参加することで、自分自身の自由研究が深くなる。	0.023	2.271	*	13

(Wilcoxonの符号順位検定 \*P<0.05 \*\*P<0.01)

## 第4章 実施の効果とその評価

### 1. 研究課題への取組の評価とその方法

科学技術系人材に必要な資質・能力の獲得を目標に生徒の変容をより明確に分析するために、相互評価を中心として探究的な学びに関する授業における生徒の変容を客観的に見取り、さらに本校独自のジェネリックスキルテストの研究開発を行う。そのために、全国の連携校とともに多面的評価を全国へ普及させることを目指す。以下に、それらの成果の検証方法を、具体的な研究開発事業別に述べる。

#### (1) 「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク」の組織

研究開発内容	実施時期	検証評価方法	対象
「スーパーサイエンス探究活動ネットワーク会議」の開催	オンライン会議 5・6・10・12・2月 対面会議 8月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連携校数の変化</li> <li>・参加教員数の変化</li> <li>・参加教員への意識調査（会議開催時）</li> <li>・各協力校からの授業改善事例の分析</li> <li>・ジェネリックスキルテストによる生徒の変容等の分析</li> <li>・学識経験者からの評価</li> </ul>	連携校の教員
「探究的な学びに関する授業改善シンポジウム」の開催	11月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・教員意識調査（選択式および記述式）</li> <li>・学識経験者からの評価</li> </ul>	連携校の教員

#### (2) 生徒の変容の客観的な見取りについての研究開発

研究開発内容	実施時期	検証評価方法	対象
独自ジェネリックスキルテストの研究開発	4・1月	・事前と事後のジェネリックスキルテストの結果の比較と変容等の分析	連携校の生徒
	随時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ収集数の変化</li> <li>・設問と見取る資質・能力との関係の分析</li> <li>・本校および協力校のデータの分析</li> <li>・連携校への聞き取り</li> <li>・大学教授等からの評価</li> </ul>	連携校の生徒

#### (3) 探究活動のDX化についての研究開発

研究開発内容	実施時期	検証評価方法	対象
ICTを活用した探究活動の充実	随時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連携校への聞き取り</li> <li>・参加生徒への学習意識調査（事前・事後）</li> <li>・生徒の相互評価活動での変容と記述の分析</li> <li>・大学教授等からの評価</li> </ul>	連携校の生徒 本校の生徒
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・連携校へ聞き取り</li> </ul>	連携校の教員
	5・6月 10・12月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本校および協力校のデータの分析</li> </ul>	本校の教員

#### (4) 探究的な学びの全国への普及についての研究開発

事業内容	実施時期	検証方法	対象
普通科「理数探究」へのサポート	随時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・参加生徒への意識調査（事前・事後）</li> <li>・参加生徒の探究活動の件数の変化</li> <li>・考察記述をもとにした科学的リテラシー向上の検証</li> <li>・連携校への聞き取り</li> </ul>	連携校の生徒 連携校の教員
ポスター発表会「サイエンス・ギャラリー」	7月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本校生徒への意識調査</li> <li>・参加校生徒への意識調査</li> <li>・大学教授・大学院生等への聞き取り</li> </ul>	本校の生徒 連携校の生徒
「ジュニアイノベーション育成塾」	7月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本校のTAを務めた生徒への意識調査</li> <li>・参加小学生への意識調査（事前・事後）</li> </ul>	本校の生徒 参加した小学生



## 2. 連携校における取組状況の報告

学校名	宮城県多賀城高等学校
対象学年・クラス	2 学年 普通科 6 クラス及び災害科学科 1 クラス
実施内容	a) 奈良県立青翔高等学校から提供のジェネリックスキルテストおよび意識調査 b) 河合塾 PROGH c) 本校が考えているコンピテンシー調査 d) テキストマイニング
成果と課題	a) Web アンケート (p.81 表 1) を 7 月、12 月に実施。GS の 7 因子の各下位尺度全てにおいて 0.1% 水準で有意な得点の上昇が認められた。本校では個人研究ではなく、チーム研究としているため、「個人で考え抜く」に関連する項目が低い。 b) 災害科学科と普通科の比較では、災害科学科はコンピテンシーが高く、普通科はリテラシーが高い。これまで肌感覚で思ってきたことが、数値として表面化した。 c) 発信の必要性を感じつつも、「海外への発信」に関して低い傾向である。生徒たちが考えている「英語力」について高く設定していることが分かる。文章表現、オーラル等、項目を検討していく。 d) 各事業における評価の要因をテキストマイニングによって考察した。前後の文脈からの因子分析、外部評価との因子分析を今後進めていく。

学校名	東京都立富士高等学校
対象学年・クラス	高校 2 学年
実施内容	高校 2 学年の理数探究における論文作成の過程で、ルーブリック (6 項目、A B C D の 4 段階による評価) に基づく相互評価活動を以下のように実施した。①自己評価：ルーブリックに基づいて、作成した自分の論文を評価する。②他者評価：ルーブリックに基づいて、他者の論文を評価する。コメント (事実と改善点) を記入する。○論文の改善：他者評価に基づいて、論文を改善する。③自己評価：ルーブリックに基づいて、作成した自分の論文を評価する。コメント (②をもとに修正した点) を記入する。 項目 1：論文全体の構成や分量は適切か。 項目 2：アブストラクトの構成や内容が適切か。 項目 3：背景と目的の記述が適切か。 項目 4：研究課題に新規性があるか。 項目 5：検証が可能な仮説が設定できているか。 項目 6：結論の記述が適切か。
成果と課題	A を 4 点、B を 3 点、C を 2 点、D を 1 点に換算し、有意水準を 5% としてウィルコクソンの符号順位と検定を行った結果、全ての項目の自己評価について、相互評価活動後の得点が相互評価活動前の得点よりも有意に高かった。今後、どのような他者評価が有効なのかについて分析することが課題である。

学校名	芝浦工業大学柏中学高等学校
対象学年・クラス	高校第 1 学年 学校設定科目「G S I ・ S S I」(課題研究に取り組む授業) を受講している生徒 (120 名程度)
実施内容	本校は※C S C 能力の育成を促進することを目的とした Project Rubric を S S H 第 II 期指定時の 6 年前に作成した。課題研究の節目の発表会において、生徒同士でその Rubric を活用した相互評価を実施している。 ※C S C 能力 Creative (研究動機、情報収集・調査、研究デザイン、社会的価値)、Studious (改善努力、研究記録、研究結果・結論)、Communicative (チームとの協力、プレゼンテーションスキル、研究に対する情熱) の 3 要素の下位因子として位置付けられた将来社会で活躍する科学技術人材に必要な探究スキルとして掲げた 10 個の探究スキルのこと。
成果と課題	相互評価の結果 (数値、自由記述) を Google Workspace を活用しながら速やかに各チーム (生徒) にフィードバックし、自習の課題研究の授業での担当教員との振り返りに役立てている。

	ただし、CSC能力が学力の三要素の「思考、判断、表現」に偏っていること、このルーブリックを活用した相互評価が生徒の資質・能力の伸長にいかにか寄与しているかを検証するまでに至っていないことが本校の課題である。
--	---

学校名	千葉県立幕張総合高等学校
対象学年・クラス	2年生 文理類型生徒2クラス 62名(39名+23名)
実施内容	科目・単元 化学 1章 物質の状態と平衡、4 コロイド溶液の性質 「ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液の透析」
相互評価1	内容(生徒の活動) 1時限 実験・記述「デンプンはセルロースチューブを通過するか」 2時限 相互評価
相互評価2	科目・単元 化学 4章 有機化合物、1アルコールとエーテル 「有機化合物の構造と性質の関係 水溶性の違い」 内容(生徒の活動) 1時限 実験・記述「アルコールの水への溶解性(物質同定)」 2時限 相互評価
成果と課題	・相互評価前に生徒の挙げた評価項目は教師作成の項目とほぼ一致した。 ・評価項目3「実験結果の羅列ではなく実験結果の理由が書かれている。」、評価項目4「“比較”を用いて考察している。」の2項目で、有意差があった。しかし「関係づける”を用いて考察している。」については有意差がなかった。 ・意識調査で、「化学は、グループで勉強するのが好きだ。」「化学の授業は、友達と相談しながら学びたい。」「まとめの記述をする際に何が大切かつかめましたか。」に有意差があった。(p.82参照)

学校名	静岡市立高等学校
対象学年・クラス	普通科2年・7クラス(280人)・総合的な探究の時間における中間報告会
実施内容	相互評価活動において、「生徒同士をつなぐ活動により生徒が協働するよさを実感している様子がみられる。」との青翔の実践をもとに、相互評価活動が生徒の意識にどのような影響を及ぼすのかについて明らかにすることを目的として取り組んだ。クラウドを活用した相互評価活動を試行し、生徒同士による得点評価とコメント評価の結果に加え、活動実施後の質問紙調査結果の分析から、生徒の意識について明らかにすることを試みた。
成果と課題	相互評価活動における生徒同士の得点評価結果とコメント評価結果は、生徒の学習への取組意識を高揚させる要因となっていることが示唆された。4件法による質問紙調査結果の分析から、生徒が協働するよさを実感し、役割分担による他者とのかわりを意識するとともに、自己の学びの変化を実感していることがわかった。また、他者に対する得点・コメント評価の価値をより強く実感し、他者とのつながりを意識していた。これらの事項は自由記述による質問紙調査結果の分析においても明らかになったことから、青翔における実践と同様に、生徒は相互評価活動による生徒同士をつなぐ活動により、協働するよさを実感していると推察した。なお、クラウド活用による相互評価活動は生徒に受け入れられ、通信環境が整うことを前提とした、クラウド活用による相互評価活動実践への期待が示唆された。

学校名	香川県立観音寺第一高等学校
対象学年・クラス	2年生普通科理系2クラス・理数科1クラス
実施内容	普通科理系クラスでは課題探究、理数科では課題研究を実施している。その取組による前後の変化を評価対象とする。
成果と課題	成果 学習意欲については、多くの項目で9月から12月で有意な増加が見られた。詳細はp.83表4参照。 相互評価はできていないが、課題探究や研究の取組によって生徒たちが前向きに変容していることが明らかとなった。

	<p>課題</p> <p>課題探究の内容が社会や日常と繋がっていないことが明らかとなった。また、探究の意義づけが課題である。これらを解消するために、発表の際などに相互評価を通して、生徒たちの探究内容が社会や日常にどう生きるのか意識させていく必要があるだろう。次年度は相互評価を本校の取組のどこにどう取り入れるかを考え、年間計画を考えて実施していきたい。</p>
--	--

学校名	福岡県立鞍手高等学校
対象学年・クラス	高等学校第1、2学年全クラス
実施内容	<p>1年生</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究企画書の相互評価</li> <li>・探究ワークショップにおける相互評価活動</li> <li>・探究基礎講座（福岡教育大学教授 伊藤克治氏による講演会）における考察の記述の相互評価（理数科のみ）</li> </ul> <p>2年生</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・テーマ発表会における相互評価（理数科のみ）</li> <li>・中間報告会における相互評価（普通科のみ）</li> </ul> <p>1・2年生</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・学びの開発ルーブリックによる学習活動の自己評価</li> </ul>
成果と課題	<p>1年生の研究企画書作成に入る前の、「問い」を立てる取組において、相互評価活動を実施した。結果、「探究意識調査」(p.84表5-2)の以下の3つの項目について、優位に上昇した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・創造的に考えることは大切である。</li> <li>・探究科学の授業で、分からなかったことが分かったときうれしい。</li> <li>・探究科学の授業は、ICT機器を使って視覚的に学びたい。</li> </ul> <p>学習についての意欲の向上は見られるのではないかと考える。</p> <p>1回目の調査が10月、2回目の調査が相互評価活動の直後の1月と、間隔が空いていたため、上昇の要因がはっきりとは特定できないことが挙げられる。生徒の自由記述等をあわせて分析することで、より詳細に分析していくことが今後の課題である。</p>

学校名	大分県立安心院高等学校
対象学年・クラス	高等学校第2学年
実施内容	<p>生物基礎における「学習のまとめり」ごとの評価 -相互評価活動を活用しながら- 生物の多様性と共通性における探究活動での相互評価</p> <p>1 単元計画</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・相互評価活動を位置付けた。</li> <li>・活動主体の実践を行った。</li> <li>・毎時間評価するのではなく、身に付けさせたい力を意識して単元計画を作成した。</li> <li>・個別実験ではテーマを選択させた。</li> </ul> <p>2 評価(定期考査がある学校)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・学習のまとめりごとの評価のタイミングを考査と絡めた。</li> <li>・毎時間、簡単にポートフォリオの記入をさせた。</li> <li>・学期の最後に全体を振り返る時間を設けた。</li> </ul>
成果と課題	<p>1 今回、生徒の行動と記入内容から相互評価活動は効果的だった。</p> <p>2 活動主体の授業実践が振り返りシートの有効活用につながった。</p> <p>3 教員の負担</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒の現状を踏まえるので、単元計画を練る時間はある程度必要だ。</li> <li>・授業中は生徒の行動観察やアドバイスに時間を費やすことができる。</li> <li>・振り返りシートを有効に使うことができれば、主体的態度の評価の負担感はない。</li> </ul>

### 3. 連携校における意識調査の結果とその考察

連携校の学習意識調査と相互評価結果を表1～表5に示す。学習意識調査の項目は本校の項目と同じである（p60表6参照）。相互評価は各校の目指す生徒像によって質問項目を作成した。各校の取組はp78～80参照。

#### (1) 宮城県多賀城高等学校

表1 令和5年5月と令和6年1月の学習意識調査を比較して有意差があった項目

質問番号	質問項目	Z	有意確率(両側)P値	N
1	先生の説明を理解できるようになりたい。	5.161	**	253
2	探究科学で学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つ。	6.263	**	253
3	わからないときには、納得がいくまで考える。	6.614	**	253
4	創造的に考えることは大切である。	5.448	**	253
5	探究科学の授業で、分からなかったことが分かったときうれしい。	5.908	**	253
6	探究科学は、むずかしい問題ほどやりがいがある。	4.146	**	253
7	探究科学の時間に、先生にほめられるとうれしい。	4.414	**	253
8	探究科学の授業で、自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている。	5.033	**	253
9	探究科学の勉強が好きだ。	4.239	**	253
10	観察や実験を行うことは好きだ。	4.197	**	253
11	探究科学の授業で、他人に説明すると、自分の理解が進む。	6.118	**	253
12	探究科学は、日常生活に役に立つ。	6.178	**	253
13	探究科学の授業は、ICT機器を使って視覚的に学びたい。	6.098	**	253
14	自然の中で遊んだことや自然観察をしたことがある。	4.741	**	253
15	探究科学の内容はよく分かる。	5.116	**	253
16	今、探究科学は得意な方だ。	4.686	**	253
17	探究科学は、グループで研究するのが好きだ。	4.786	**	253
18	探究科学の授業で、自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりしている。	6.625	**	253
19	課題に対して仮説を考えることは、大切である。	7.027	**	253
21	探究科学の授業で、観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返って考えている。	7.043	**	253
22	探究科学を勉強していると楽しい。	5.166	**	253
23	新しい知識を身に付けたい。	7.491	**	253
24	探究科学は、グループで勉強するのが好きだ。	4.395	**	253
25	探究科学の授業で、観察や実験の結果をもとに考察している。	5.844	**	253
26	順序立てて考えることは、大切である。	4.990	**	253
27	探究科学の授業は、友達と相談しながら学びたい。	5.700	**	253
28	探究科学は、科学・技術や経済・社会の発展に貢献している。	6.205	**	253
29	探究科学で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考える。	5.475	**	253
30	探究科学の勉強は大切だ。	5.750	**	253
31	将来、理科や科学技術に関係する職業に就きたい。	5.165	**	253

(Wilcoxonの符号順位検定 \*P<0.05 \*\*P<0.01)

#### (2) 芝浦工業大学柏中学高等学校

表2 令和5年9月と令和6年2月の学習意識調査を比較して有意差があった項目

質問番号	質問項目	Z	有意確率(両側)P値	N
8	探究科学の授業で、自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている。	3.242	0.001**	64
16	今、探究科学は得意な方だ。	2.523	0.012*	64
18	探究科学の授業で、自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりしている。	4.428	<0.001**	64
22	探究科学を勉強していると楽しい。	2.217	0.027*	64
24	探究科学は、グループで勉強するのが好きだ。	-2.027	0.043*	64
25	探究科学の授業で、観察や実験の結果をもとに考察している。	3.681	<0.001**	64
26	順序立てて考えることは、大切である。	-2.020	0.043*	64

(Wilcoxonの符号順位検定 \*P<0.05 \*\*P<0.01)

(3) 千葉県立幕張総合高等学校

表 3-1 1回目と2回目の実験の記述に対する相互評価の結果

質問項目		2回目 アルコールの水溶性			P	検定量	N	
1必要なキーワードが含まれているか。	1回目 コロイド の透析		0	1	合計	<0.001**	17.391	52
		0	23	22	45			
		1	1	6	7			
		合計	24	28	52			
2設問に対応して記述しているか。	1回目 コロイド の透析		0	1	合計	0.003**	7.692	52
		0	1	1	2			
		1	12	38	50			
		合計	13	39	52			
3実験結果の羅列ではなく実験結果の理由が書かれているか。	1回目 コロイド の透析		0	1	合計	<0.001**	13.793	52
		0	12	25	37			
		1	4	11	15			
		合計	16	36	52			
4「比較」を用いて考察しているか。	1回目 コロイド の透析		0	1	合計	<0.001**	12.003	52
		0	14	25	39			
		1	5	8	13			
		合計	19	33	52			
5「関係づける」を用いて考察しているか。	1回目 コロイド の透析		0	1	合計	0.189	1.714	52
		0	16	14	30			
		1	7	15	22			
		合計	23	29	52			
6正しい主張か。	1回目 コロイド の透析		0	1	合計	0.003**	8.522	52
		0	3	4	7			
		1	19	26	45			
		合計	22	30	52			
7自分の感想や気持ちがか混ざっていないか。	1回目 コロイド の透析		0	1	合計	1.000	0.000	52
		0	0	1	1			
		1	2	49	51			
		合計	2	50	52			
8読みやすいか。	1回目 コロイド の透析		0	1	合計	0.146	2.083	52
		0	9	3	12			
		1	9	31	40			
		合計	18	34	52			

なお、表 3-1 は実験を 2 種類実施し、その 1 回目と 2 回目を事前と事後として相互評価を実施した。

表 3-2 令和 5 年 9 月と令和 6 年 1 月の学習意識調査を比較して有意差があった項目

質問 番号	質問項目	Z	有意確率 (両側)P値	N
4	創造的に考えることは大切である。	0.023*	2.266	52
17	化学は、グループで研究するのが好きだ。	0.023*	2.274	52
18	化学の授業で、自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりしている。	<0.001**	3.295	52
24	化学は、グループで勉強するのが好きだ。	0.004**	2.889	52
27	化学の授業は、友達と相談しながら学びたい。	0.006**	2.745	52
28	化学は、科学・技術や経済・社会の発展に貢献している。	0.01*	2.589	52
32	評価することに意味や価値を感じたか。	0.047*	1.984	52
33	まとめの記述をする際に何が大切かつかめたか。	<0.001**	4.657	52

(Wilcoxonの符号順位検定 \*P<0.05 \*\*P<0.01)

(4) 香川県立観音寺第一高等学校

表4 令和5年9月と令和6年2月の学習意識調査を比較して有意差があった項目

質問番号	質問項目	Z	有意確率(両側)P値	N
1	先生の説明を理解できるようになりたい。	2.45*	0.014	44
3	わからないときには、納得がいくまで考える。	4.362**	<0.001	44
4	創造的に考えることは大切である。	3.086**	0.002	44
5	探究科学の授業で、分からなかったことが分かったときうれしい。	3.68**	<0.001	44
6	探究科学は、むずかしい問題ほどやりがいがある。	2.674**	0.008	44
7	探究科学の時間に、先生にほめられるとうれしい。	3.071**	0.002	44
8	探究科学の授業で、自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている。	3.11**	0.002	43
9	探究科学の勉強が好きだ。	2.209*	0.027	44
10	観察や実験を行うことは好きだ。	2.33*	0.020	44
11	探究科学の授業で、他人に説明すると、自分の理解が進む。	2.235*	0.025	44
12	探究科学は、日常生活に役に立つ。	2.472*	0.013	44
13	探究科学の授業は、ICT機器を使って視覚的に学びたい。	2.192*	0.028	44
14	自然の中で遊んだことや自然観察をしたことがある。	2.425*	0.015	44
15	探究科学の内容はよく分かる。	3.87**	<0.001	43
16	今、探究科学は得意な方だ。	2.739**	0.006	44
17	探究科学は、グループで研究するのが好きだ。	2.073*	0.038	44
18	探究科学の授業で、自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりしている。	3.689**	<0.001	44
21	探究科学の授業で、観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返って考えている。	2.713**	0.007	43
23	新しい知識を身に付けたい。	2.874**	0.004	44
24	探究科学は、グループで勉強するのが好きだ。	2.108*	0.035	44
25	探究科学の授業で、観察や実験の結果をもとに考察している。	3.326**	<0.001	42
26	順序立てて考えることは、大切である。	3.071**	0.002	44
31	将来、理科や科学技術に関する職業に就きたい	3.31**	<0.001	44

(Wilcoxonの符号順位検定 \*P<0.05 \*\*P<0.01)

(5) 福岡県立鞍手高等学校

表5-1 令和5年10月と令和6年1月の学習意識調査を比較して有意差があった項目

項目	小項目		2回目			p値	統計検定量	N	
			0	1	計				
1 問いを立てる	①真偽を問うか、5W1Hを意識した疑問文になっている。	1回目	0	36	82	118	<.001**	36.480	528
			1	20	390	410			
			計	56	472	528			
2 問いの大きさ	①検索(文献など)ですぐに解決できる「小さな問い」、または、すでに解決されている問いではない。	1回目	0	152	106	258	<.001**	31.174	528
			1	38	232	270			
			計	190	338	528			
	②具体的で、研究対象がわかりやすい問いである。	1回目	0	64	97	161	<.001**	33.008	528
			1	31	336	367			
			計	95	433	528			
3 文字	読みにくくない。(字の上手、下手ではなく、人に見せる文字として書かれている。)	1回目	0	66	62	128	<.001**	16.988	528
			1	23	377	400			
			計	89	439	528			

(McNemar検定 SPSS27 \* p<.05 \*\*p<.01)

表 5-2 令和 5 年 10 月と令和 6 年 1 月の学習意識調査を比較して有意差があった項目

質問番号	質問項目	Z	有意確率 (両側)P値	N
4	創造的に考えることは大切である。	2.294	0.022*	100
5	探究科学の授業で、分からなかったことが分かったときうれしい。	2.036	0.042*	100
13	探究科学の授業は、ICT機器を使って視覚的に学びたい。	2.148	0.032*	100

(Wilcoxonの符号順位検定 \*P<0.05 \*\*P<0.01)

## (6) 考察

学習意識調査を実施した5校の結果より、全校で有意に向上した項目はなかった。また、有意に低下した項目は表2の項目24と26以外はなかった。

各校で探究活動に取り組んだ結果、表6の項目4は4校で有意に向上したため、創造的に考えることの大切さを生徒は理解していることがわかる。また、項目18、8および25では3校以上で有意に向上したため、生徒は探究活動の過程を身に付けていることがわかる。さらに、項目5と16から分からないことが分かると嬉しいため、探究活動が得意だと認識したことがわかる。

しかし、項目19「課題に対して仮説を考えることは、大切である。」は1校しか有意に向上しなかった。そのため、探究活動の過程を身に付けているが、問いを立てる場面での仮説の設定に課題があると考えた。今後、問いを立てる場面での指導を意識的に実施する必要がある。

表6の項目22と30より、有意に向上した学校は1校しかないため、探究活動を得意だとは思っている(項目16より)が、楽しくはなく、大切だとは認識していないことがわかる。さらに、項目2と29から、探究活動での取組から社会貢献する意欲や、探究活動以外の場面に活用する力がやや弱いと考えた。

今後は、自分自身の探究活動を通じて、どのように社会と関わっていくのかを探究活動の初期の段階「問いを立てる場面」から意識させる指導によって、生徒が自己の生き方・在り方を意識し、SDGsなどに貢献しようとする心情を育成していく。そして、生徒に自己の探究活動から自己の将来を考えさせるとともに社会貢献につなげるように指導することで改善する。

また、次年度はジェネリックスキルテストの結果も考慮した指導を実施する。

表 6 有意に向上した学校が多い項目と少ない項目

質問番号	質問項目	有意に向上した校数	多賀城	芝浦工業大学柏	幕張総合	観音寺第一	鞍手
4	創造的に考えることは大切である。	4	○	—	○	○	○
18	探究科学の授業で、自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりしている。	4	○	○	○	○	—
5	探究科学の授業で、分からなかったことが分かったときうれしい。	3	○	—	—	○	○
8	探究科学の授業で、自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている。	3	○	○	—	○	
13	探究科学の授業は、ICT機器を使って視覚的に学びたい。	3	○	—	—	○	○
16	今、探究科学は得意な方だ。	3	○	○	—	○	—
17	探究科学は、グループで研究するのが好きだ。	3	○	—	○	○	—
24	探究科学は、グループで勉強するのが好きだ。	3	○	▼	○	○	—
25	探究科学の授業で、観察や実験の結果をもとに考察している。	3	○	○	—	○	—
2	探究科学で学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つ。	1	○	—	—	—	—
19	課題に対して仮説を考えることは、大切である。	1	○	—	—	—	—
22	探究科学を勉強していると楽しい。	1	○	—	—	—	—
29	探究科学で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考える。	1	○	—	—	—	—
30	探究科学の勉強は大切だ。	1	○	—	—	—	—

(○:有意に向上 —:有意差なし ▼:有意に低下)

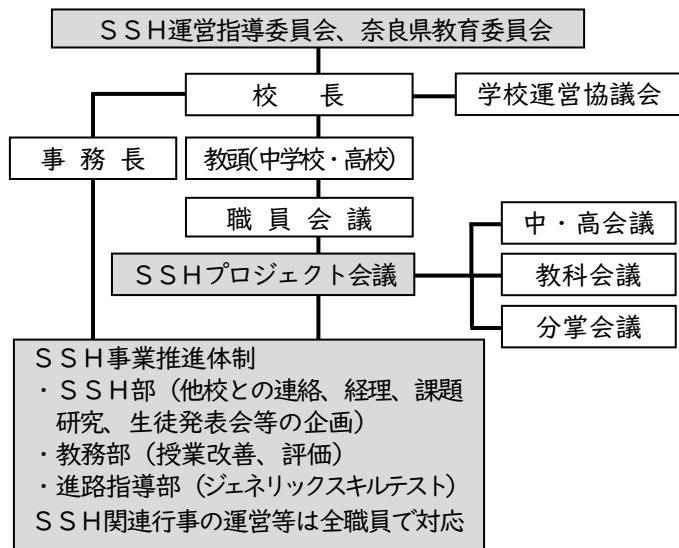
## 第5章 成果の発信・普及

### 1. 研究開発組織の概要

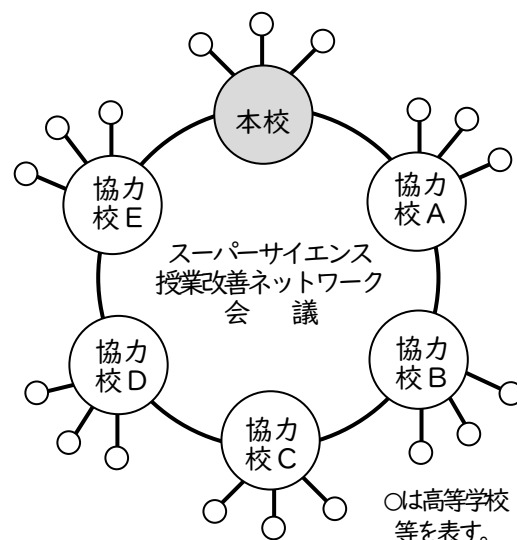
#### (1) 校務分掌

本校は、校長の主導のもと、全教職員が一丸となって事業推進に取り組む。校内には、SSH研究開発の推進管理を行う「SSHプロジェクト会議」を設置し、SSH事業の円滑な運営のため「SSH部」が校内外の連絡調整を主に担う。

#### 【本校・SSH研究組織概念図<重点枠>】



#### 【他校との連携の概念図】



#### (2) 組織運営の方法

SSH研究開発について、「SSH運営指導委員会」を年2回(9月・2月)、「学校運営協議会」を年1回(3月)それぞれ開催し、基礎枠と合わせて学識経験者等から指導・助言を受ける。また、「SSH運営指導小委員会」を年5回開催し、専門的な知見から大学教授より指導・助言を受ける。なお、校内では「SSHプロジェクト会議」を年2回、協力校とは「スーパーサイエンス授業改善ネットワーク会議」を年6回それぞれ開催し、研究開発の方向性の決定や事業評価の検証を行う。

### 2. 研究開発成果の普及・発信に関する取組

- (1) 奈良県教育委員会と連携し、プロセスを重視した探究的な学びの手法、指導と評価の一体化、生徒の変容の見取りを「青翔メソッド」としてパッケージ化し、県内普通科高校の「理数探究」開講と実施への支援を行う。また、本校行事「サイエンス・ギャラリー」や「探究科学研究発表会」への近隣中学校・高等学校等の参加を促す。
- (2) 本校および協力校で組織する「スーパーサイエンス授業改善ネットワーク会議」をとおして、参加校がハブとなって「探究的な学びに関する授業改善」「相互評価活動」「独自ジェネリックスキルテスト」等の全国普及を目指す。また、本校行事「探究的な学びに関する授業改善シンポジウム」をとおしてSSHの活動報告を行う。
- (3) 奈良県高等学校教科等研究会の理化学会、生物教育会、数学部会等はもちろん、日本理科教育学会、全国理科教育大会や各種理科・数学教育に関する全国規模の学会においても、本校および協力校のSSHの取組を積極的に報告する。
- (4) 本校が実施してきた小学生向けの行事「ジュニアイノベーター育成塾」を、奈良県立教育研究所と連携することで継続的に実施し、地域への探究的な学びの普及を図る。
- (5) Webページにも、研究開発実施報告書のみならず、指導事例等の成果物を登載し、本校および協力校の活動内容やその成果等の積極的な情報発信に努める。



《資料編》 Ⅰ. SSH運営指導小委員会の記録

(1) SSH運営指導小委員会

出席者

東洋大学教授 後藤 顕一氏  
福岡教育大学教授 伊藤 克治氏  
宮城県多賀城高等学校 千葉県立幕張高等学校 東京都立富士高等学校 静岡市立高等学校  
香川県立観音寺第一高等学校 福岡県立鞍手高等学校 大分県立安心院高等学校 芝浦  
工業大学柏中学高等学校  
本校 校長 高校教頭 中学校教頭 SSH部長 重点枠担当者 SSH部員

開催日時と議題

- 第1回 令和5年5月19日(金)16時~17時 第1回SSH授業改善ネットワーク会議  
・重点枠の内容についての説明(意識調査、相互評価の進め方、ジェネリックスキルテスト)  
・東洋大学教授 後藤 顕一氏および福岡教育大学教授 伊藤 克治氏より 講義
- 第2回 令和5年6月26日(月)16時~17時 第2回SSH授業改善ネットワーク会議  
・多面的評価の実施方法について(意識調査、相互評価、ジェネリックスキルテスト)  
・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 指導・助言  
・各校担当者から多面的評価の計画等の紹介
- 第3回 令和5年10月31日(火)16時~17時 第4回SSH授業改善ネットワーク会議  
・統計解析の説明  
・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 指導・助言
- 第4回 令和5年12月5日(火)14時~16時 第5回SSH授業改善ネットワーク会議  
・各校の報告  
・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 指導・助言
- 第5回 令和5年12月25日(月)16時~17時 重点枠参加希望校への説明会  
・重点枠の内容についての説明(意識調査、相互評価の進め方、ジェネリックスキルテスト)  
・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 講義  
・創志学園高等学校からの説明
- 第6回 令和6年2月15日(木)20時~21時 今年度の重点枠の成果と課題について  
・本校から重点枠の成果と課題について説明  
・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 指導・助言
- 第7回 令和6年2月19日(月)16時~17時 第6回SSH授業改善ネットワーク会議  
・各校から報告書の発表  
・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 指導・助言

(2)探究活動のDX化についての研究開発会議

出席者

東洋大学教授 後藤 顕一氏  
福岡教育大学教授 伊藤 克治氏  
静岡市立高等学校校長 飯田 寛志氏  
奈良県立十津川高等学校教諭 出口 輝樹氏  
本校 校長 高校教頭 中学校教頭 SSH部長 重点枠担当者 SSH部員  
国語科、英語科、理科の担当教員

開催日時と議題

- 第1回 令和5年9月14日(木)16時~18時  
・本校の国語科、英語科、探究科学におけるDX化の計画の説明  
・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 講義
- 第2回 令和5年10月10日(火)16時~18時  
・本校の国語科、英語科、探究科学におけるDX化の授業実践の報告  
・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 指導・助言
- 第3回 令和5年11月14日(火)20時~21時  
・本校重点枠担当者よりDX化の授業実践の解析と見取りの計画の説明  
・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 指導・助言
- 第4回 令和5年11月21日(火)16時~18時  
・本校の国語科、英語科、探究科学におけるDX化の授業実践の解析と見取りの報告  
・後藤 顕一氏および伊藤 克治氏より 指導・助言

## 表紙写真について

表表紙は、

- (左上)「探究科学研究発表会」での口頭発表の様子(令和6年2月12日)
  - (右上)「サイエンスギャラリー」でのポスター発表の様子(令和5年7月30日)
  - (左下)第67回日本学生科学賞奈良県審査の受賞者(令和5年11月21日)
  - (右下)「探究的な学びに関する授業改善シンポジウム」の様子(令和5年11月25日)
- です。

裏表紙のポスターは、令和5年8月9日、10日に神戸市で行われたスーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会で、本校の代表として発表した第3学年生徒が作成したものです。

文部科学省研究開発校  
スーパーサイエンスハイスクール

### 研究開発実施報告書

令和3年度指定(第3年次)

2024(令和6)年3月15日 発行

発行者：奈良県立青翔高等学校・青翔中学校  
〒639-2200 奈良県御所市525番地  
Tel：0745-62-3951 Fax：0745-62-6662

印刷：株式会社 春日  
〒630-8126 奈良市三条栄町9-18  
Tel：0742-35-7222 Fax：0742-35-7223



# 糖を用いたリンゴの褐変抑制の検討

0317 奈良県立青桐高等学校・青桐中学校 高校3年 河原登俊 澤田陽香 下田ちとせ

## 概要

食品ロス削減への貢献を目指し、カットリンゴの褐変抑制について糖を用いて研究を行った。フルクトース、グルコース、スクロースの水溶液を用いて検討したところ、いずれの水溶液もカットリンゴの褐変を抑制することがわかった。これは糖の保水性によって、リンゴと空気の間にある酸素が乏しくなって酸化が抑えられたためと考えられる。また浸透圧によって脱水が起こらないような水溶液の濃度条件についても検討した。その結果、10%スクロース水溶液がカットリンゴの褐変抑制には最適であると考えられる。クエン酸水溶液や食塩水を用いてリンゴの褐変を抑える従来の方法で隠念される酸味や塩味が残るといふ点を、安価で入手しやすいスクロースを用いて解決することができた。

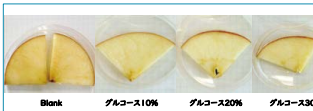
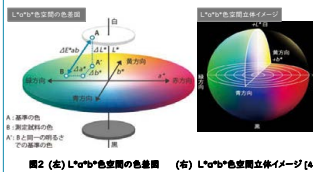
## 1.背景

- 日本の食品ロス R3年度 523万トン(家庭系244万トン)[1]
- 食品ロス削減は喫緊の課題(SDGs12番)
- リンゴの褐変抑制方法として、クエン酸水溶液や食塩水に浸す方法が先行研究で報告されている[2]。
  - 酸味や塩味の付加が難点
- はちみつにリンゴの褐変を抑制する効果がある。
  - 経験的に知られており、予備実験を行い効果を確認した。
  - 詳しいメカニズムは不明
- はちみつの主成分は糖である[3]。

仮説 フルクトースやグルコースなどの糖を用いることで、味を大きく変化させずに褐変を抑制できるのではないかと考えた。

## 3.原理と法則

カラーリーダーとは色値の測定や色を数値化できる装置である。色差  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$  を算出することで、色の変化を数値化することができる。



## 2.実験方法

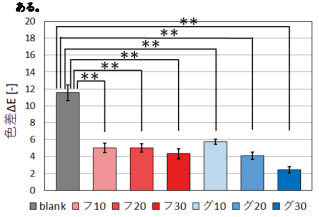
- それぞれ10%、20%、30%の糖水溶液を調製した。
- 厚さ5mmの扇形にカットしたリンゴをそれぞれ水溶液に浸した。
- 10分後、リンゴを水溶液からシャーレに取り出し、カラーリーダー(CONICA MINOLTA製CR-10Plus/CR-20)でリンゴの色を測定し、L\*値、a\*値、b\*値を得た。その後、蓋をして冷蔵庫に静置した。
- 2日後にカラーリーダーでリンゴの色を測定した。
- ③、④で得られた測定値から色差  $\Delta E$  を算出し、多量比較を用いて分析した。

## 4.実験①～糖単体の褐変抑制効果について～

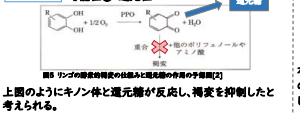
<目的> はちみつの主成分であるフルクトースとグルコースがリンゴの褐変を抑制しているかについて、色差を用いて明らかにする。

<方法> フルクトース、グルコースをそれぞれ用いて実験方法に示した手順で実験を行った。

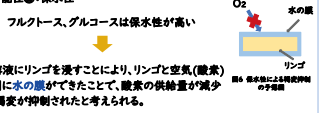
<結果> 図3より、フルクトースとグルコースはともに褐変を抑制する効果がある。



## 考察①:還元性



## 可能性②:保水性



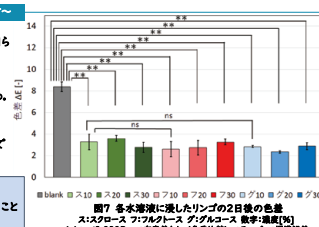
## 5.実験②～スクロース(還元性を持たない糖)を用いた検討～

<目的> リンゴの褐変抑制は、保水性によるものか、還元性によるものかを明らかにする。

<方法> スクロースを用いて実験を行った。スクロース:還元性はないが保水性は高い糖、フルクトースとグルコースが糖含有したもの。

<結果> スクロースにも褐変を抑制する効果がある。図7に示すように、還元性であるフルクトース、グルコースと還元性ではないスクロースの間には有意差が見られなかった。

考察② フルクトース、グルコースとスクロースの間には有意差がみられなかったことから、リンゴの褐変抑制には糖の保水性が重要であると考えられる。



## 6.浸透圧の試算～浸透圧による脱水防止～

<方法> ①文献よりリンゴにおける細胞のモル濃度を算出し、②浸透圧の影響が出ない質量パーセント濃度の上限を求める。

<結果> ①リンゴ果汁中の細胞のモル濃度は0.559mol/Lと求まった。(文献[5]の値を用いて算出)

②それぞれの水溶液の質量パーセント濃度を計算すると右表のようになった。

<考察> 右表の濃度未満の水溶液を用いることで、リンゴの脱水を抑制することができると考えた。

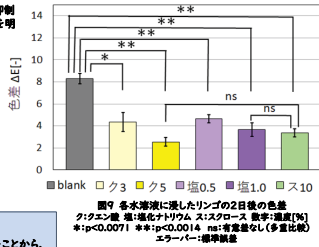
試料	上限となる質量パーセント濃度
フルクトース水溶液	9.68%
グルコース水溶液	
スクロース水溶液	17.7%

## 7.実験③～従来法との比較～

<目的> 先行研究で報告されている、食塩やクエン酸を用いるリンゴの褐変抑制方法に対して、本研究の方法がどの程度、褐変を抑制できているかを明らかにする。

<方法> クエン酸と塩化ナトリウムを用いて実験を行った。

<結果> 図9に示すように、スクロース水溶液とクエン酸水溶液、スクロース水溶液と塩化ナトリウム水溶液では有意差が見られなかった。



## 8.まとめ

本研究の結果に加えて、試料の入手のしやすさを考慮すると、現時点では、10%スクロース水溶液がカットリンゴの褐変抑制には最適であると結論づけた。これまで経験的に扱われていたはちみつによるリンゴの褐変抑制効果を科学的に検証することができた。身近な糖を用いて①リンゴの褐変、②浸透圧による脱水、③味の大きな変化の3点を抑え、食品ロス削減に貢献できる可能性を見出した。

## 9.今後の展望

さらに低い濃度で褐変を抑制できないか検証を行う。→味への影響をさらに抑える。保水性がより期待できるトレハロースを用いて同様の検証を行うことで、メカニズムの解明につなげたい[6]。そして、食品ロスの削減にさらに貢献していきたい。

## 10.参考文献

- 農林水産省 食品ロス量 <https://www.maff.go.jp/j/press/shokuhin/recycle/230609.html>
- 村中啓司 「食料の廃棄とその削減」公益社団法人 日本食文化学会 45, 6号, A03-A10(2007)
- 岡根多喜 「ハチミツの科学」日本調理科学会誌, 26, 1号, 47-53(1993)
- 分光測色計・色差計 CONICAMINOLTA <https://www.konicaminolta.jp/instruments/products/color/cr10plus/index.html>
- 山下隆規 「果物の褐変への応用」日本調理科学会誌, 7巻1号, 7-11(1974)
- 澤田陽香 「トレハロースの褐変抑制とその応用」青桐大学研究紀要(医歯-食品科学系) 第29号, 41-49(2019)