

II S S H研究開発の成果と課題

別紙様式2-1

熊本県立第二高等学校

先導的改革I期

04~06

②令和7年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

研究テーマ1では、理数科、美術科、普通科の3学科が強固に連携し、科学的知見を表現やデザインに繋げる独自の「STEAM-D」教育を全校展開した。全校生徒を対象とした検証において、が認められ、独自のSTEAM教育システムの有効性が統計的に実証された。また、テキストマイニング(TF-IDF法)を用いた記述分析では、生徒の行動指標が単なる情報整理から「構造化・考察」といった高次思考フェーズへ移行していることが客観的に裏付けられた。評価研究においては、従来の自己評価に加え、レポート等の成果物をルーブリックで直接評価する「パフォーマンス評価」を強化し、設定した数値目標(ベンチマーク)に基づく客観的な検証体制を構築することで、指導と評価の一体化をさらに深化させた。

研究テーマ2では、熊本サイエンスコンソーシアム(KSC)をプラットフォームとして、県内大学・企業等とのマッチングを昨年度の1.7倍(計18件)へと拡大し、理数科だけでなく普通科生徒も含めた高度な研究支援を実現した。具体的な事例として、熊本保健科学大学・神戸大学との連携による避難シミュレーションや、崇城大学での3Dモデリング支援、東海大学でのマウスリンパ球を用いた免疫効果検証など、専門機器や高度な知見を活用した探究が定着した。高大接続の成果として、崇城大学の「プログレス選抜」による進学者の追跡調査を行い、大学1年次から研究室に配属された卒業生が高い内発的動機付けを維持しているエビデンスを獲得した。KSC加盟校としては、大学教員の指導助言を得て「8つの力を基盤としたマクロルーブリック」を完成させ、高大接続を見据えた共通評価基盤を整備した。さらに、「県立高校OneTeamプロジェクト」を通じ、非SSH校3校に対しても11件の研究支援を実施し、県全体の研究水準底上げを主導した。加えて、制服再生プロジェクトや健軍商店街での社会実装型探究を通じ、研究成果を社会価値へ変換するアントレプレナーシップ教育の実践を推進した。

それぞれの詳細は以下に示す。

研究テーマ1

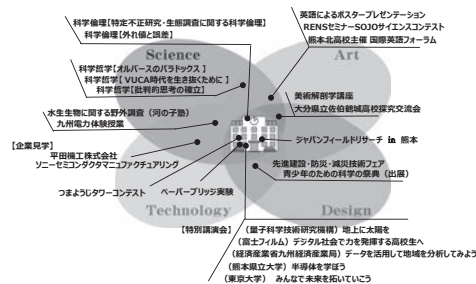
課題研究を中核とした独自のSTEAM教育のシステム開発と普及

仮説)本校独自のSTEAM教育システム「STEAM-D」を構築することで、理数科、美術科及び普通科の3科がより実践的な学科横断型の授業を展開する。これにより「①科学者に必要な哲学的思考や倫理観を兼ね備えた高度な科学的探究力、②独創性と創造性に富んだ課題発見能力、③変化する社会に対する応用力」を備えたイノベーション人材の育成が可能である。

経過措置1年次計画)全学年・全学科を対象に「STEAM-D」を実施する。

課題研究の質を深化・発展させ、その成果から将来、社会的・国際的に活躍する科学技術人材育成とそのシステムの構築を目指す。

●「STEAM-D」の年間実施計画と育成が期待できる能力



図：二高STEAMフィールドと実践・取組との関連性

育成が期待できる能力	受講形式
A：哲学的思考や倫理観を兼ね備えた高度な科学的探究能力	◇：各学科が単独で実施
B：独創性と創造性に富んだ課題発見能力	◆：複数の学科が合同で実施
C：変化する社会に対する応用力	／：開講されていない科目
◎：特に育成が期待できる能力、○：育成が期待できる能力	

事業内容	育成が期待できる能力			理数科			美術科			普通科		
	A	B	C	1年	2年	3年	1年	2年	3年	1年	2年	3年
理数科・美術科・普通科における課題研究(SS・AS・GR)内で定期的実施する内容												
(a) 科学哲学	◎	○		◇	◇	◆	◇		◆	◇		◆
(b) 科学倫理	◎		◎	◇	◆	◆	◇	◆	◆	◇		◆
(c) 科学芸術		◎		◆	◆		◆	◆			◇	
(d) データサイエンス	◎	○	○	◆	◇	◇	◆	◇		◇	◇	
理数科・美術科の学校設定科目として年間を通じて実施する科目												
(e) 科学情報	◎	○		◇								
(f) 科学英語			◎	◇								
(g) 科学家庭		○	◎	◇								
(h) 美術探究		◎	○				◇					

◇成果1：【独自のSTEAM教育システム(STEAM-D)の開発と評価】

本校独自のSTEAM教育システム「STEAM-D」を全学年・全学科で3年間継続実施し、教育課程をモデルケースとして体系化した。

- 異分野融合による「総合知」の育成：物理的な強度計算と造形美を融合させた「ペーパーブリッジ(1年)」や、バイオミメティクス(生物模倣)や衝撃分散の科学的知見を芸術表現に繋げる「エッグドロップコンテスト(美術科3年)」など、科学的エビデンスと造形的表現を往還する高度な探究活動を定着させた。
- アーカイブ化と普及：科学哲学・倫理・芸術・データサイエンスのプログラムをアーカイブ化し、学校HPや文部科学省「マナビカエル」等を通じて全国へ発信した。他校のSSH指定校への調査では、特に「3科融合システム」が有益なロールモデルとして高く評価された。
- 生成AIの組織的活用：AIを「思考の補助ツール」と位置づけ、探究のリフレクション記述の要約や自己評価の改善支援に活用する体制を構築した。これにより、生徒の思考深化と教員の指導負担軽減を両立させるBTC型組織(Business, Technology, Creative)としての運用を実現した。

◇成果2：【統計的手法を用いた「二高ICEモデル」による客観的評価の確立】

中間評価での指摘（自己評価中心の脱却）を克服し、生徒の変容を多角的かつ客観的に分析する評価体制を確立した。

- ・統計的有意差の実証：生徒の自己評価記述に対し、TF-IDF法（テキストマイニング）による記述分析とマクネマー検定を導入した。その結果、育成を目指す「3つの資質・能力」および「9つの詳細な力」のすべてにおいて、統計的な有意な向上（ $p < 0.05$ ）を実証した。
- ・評価体系の可視化：育成を目指す資質・能力と評価指標である「ICEモデル」の関係性を整理した「階層的なフロー図」を作成し、学びのプロセスを内外に可視化した。
- ・指導者評価の定着：課題研究において、生徒の自己評価だけでなく、担当教員が同ルーブリックを用いて評価する「指導者評価」を定期的の実施し、評価データの信頼性を大幅に向上させた。

◇成果3：【熊本サイエンスコンソーシアム（KSC）を通じた広域的な高大接続研究】

KSCをプラットフォームとし、高校1年次からの長期的な研究支援体制を強化した。

- ・「県立高校OneTeamプロジェクト」の拡充：KSCを通じて、非SSH校（熊本西、東稜、大津）への大学連携支援を昨年度の8件から11件へ拡充した。法学、教育学、保健科学など理数系に留まらない多様な専門領域へと接続を広げ、県全体の研究水準の底上げに寄与した。
- ・「マクロルーブリック」の完成：KSC所属校および大学間で共通して育成を目指す資質・能力を「8つの力」として整理したマクロルーブリックを完成させ、高大接続における共通評価基盤を構築した。
- ・高度な進路実現への寄与：大学教員による継続的な伴走型支援により、「摩擦係数の時間変化」を研究した理数科生徒が名古屋大学理学部に進学するなど、高度な探究成果がキャリア形成に直結する事例を創出した。

表：「科学哲学」「科学倫理」「科学芸術」の教材リスト

	学年・科	内容・テーマ
科学哲学	1年・理美普	科学哲学概論 ～VUCA時代における共通理解の獲得を目指して～ 科学と現代の社会問題の関係を題材に、哲学的対話や倫理的判断を通じて思考を深める。
	1年・理	「～オルバースのパラドックス 夜空はなぜ暗い～」 「星は無数にあるのになぜ夜空は明るくならないのか。」というパラドックスから宇宙の構造に迫ると同時に、物事の本質は何なのかを見出すための思考と対話の手法を学ぶ。
	1年・理美普	「人類の発展のために動物実験は必要か」～人間の命を救うために動物の犠牲は厭わないのか～ 発展した医学の背景にある動物実験の是非について深く考える。併せて、動物実験に関する今日の状況や原理についても学び、自身の立ち位置等を再認識する。
	2年・美普	科学哲学概論 「～批判的思考の確立 正しく疑う姿勢を身に付ける～」 1年次の内容を振り返り、再度科学的探究の基礎を身に付ける。疑似科学やトランスサイエンスに触れ、科学が社会に与える誤解や限界、答えから新たな問いを見出すことを再認識する。
科学倫理	1年・理	「特定不正研究・生態調査に関する科学倫理」 実際の実験ノートを使い、適切なノートの書き方を学びながら、「特定不正研究」を防ぐ科学倫理の基礎的判断力を養う。あわせて、江津湖調査に関する生命倫理について学ぶ。
	1年・理美普	「外れ値と誤差」 「外れ値」と「誤差」の違いを理解し、科学的に正確で倫理的なデータの扱い方を学ぶ。探究活動に必要な判断力と柔軟な思考を育み、将来的には信頼される科学的態度と問題解決力を備えた人材の育成を目指す。
	1年・理美普	「科学倫理～ルールを守って科学する～」 科学における「観る」とは何かを問い直し、研究者に求められる責務と行動規範を学ぶことで、事実を誠実に扱う姿勢と、科学と社会の関係を主体的に考える態度を育成する。
科学倫理 科学哲学	2年・理美普	「AIと責任について」 自律兵器として用いられているドローンについて、その正しい使われ方とは何なのかを考えると共に、今日においてドローンをよりよい社会の構築のために使用するにはどのような行動ができるかを考える。
	3年・理美普	「生物多様性の保全の必要性とあり方」に関する小論文作成 テーマについて、自身の立ち位置と考えを明確にし、授業の後半では、生徒間同士で作品の輪読を行い、相互評価等を行う。
科学芸術	1年・理美普	「ペーパーブリッジコンテスト」 紙という限られた材料条件のもとで、強度・デザイン性・コストの3観点を満たす橋梁構造の制作に取り組んだ。
	2年・理美普 (希望者)	「ジャパンフィールドリサーチ」 自然環境や地域の特性を対象として、生徒自らが問いを立て、観察・記録・考察を行うフィールド型探究を行った。
	3年・美	「エッグドロップコンテスト」 物理科教員が事前にバイオミメティクスやテンセグリティ構造、衝撃分散の考え方などの科学的視点を提示した上で、自然界の構造や力の伝達の仕組みを手がかりに、卵を破損させずに落下させる構造体の設計に取り組んだ。

(2)科学哲学、科学倫理および科学芸術実施後に以下の①～④の項目を用い、アンケートを継続して4段階で調査を行った。
(低1———4高)

- ①「科学哲学（倫理・芸術）」が哲学的思考や倫理観を兼ね備えた高度な科学的探究能力の育成に役に立つと感じたか。
- ②「科学哲学（倫理・芸術）」が独創性と創造性に富んだ課題発見能力の育成に役に立つと感じたか。
- ③「科学哲学（倫理・芸術）」が変化する社会に対する応用力の育成に役に立つと感じたか。
- ④「科学哲学（倫理・芸術）」が課題研究などの探究活動に役に立つと感じたか。

	①	②	③	④
科学哲学（1年）	3.32	3.36	3.30	3.81
科学哲学（2年）	3.38	3.30	3.23	3.42
科学倫理（1年）	3.25	3.41	3.39	3.83
科学倫理（2年）	3.57	3.55	3.46	3.61
科学芸術（1年）	2.90	3.00	3.10	-
科学芸術（2年）	3.00	3.10	3.10	-
科学芸術（3年）	3.10	3.20	3.20	-

昨年のアンケート結果と大きく変化なく高い評価を得ていることから、科学哲学・科学倫理および科学芸術の実践は、生徒たちにとって有用なものであると考えることができる。

※科学芸術④の項目は、設定のミスにより今年度の調査ができなかったため空欄（-）である。

研究テーマ2

高度な専門性と独創性・創造性に富んだ人材育成のための高大接続研究

仮説）これまで行われてきた短期的な高大連携事業を発展させるため、KSCを中心に新規の高大接続事業を推進する。これにより、高校1年次段階からの長期的な研究支援が可能となり、大学及び大学院等の研究室での研究もこれまで以上に組織化されて行うことが可能となる。結果、イノベーション人材の育成システムの継続と自走化が期待できる。

経過措置1年次計画）KSCを通じて、県内外の企業との共同研究等も行いながら、本事業への理解を広める。また、県内全ての学校を対象に連携接続を行う。将来において、自走化された研究開発を目指して準備を進める。

- 「高大接続研究」の年間実施計画と育成が期待できる能力

育成が期待できる能力	対象生徒
A：哲学的思考や倫理観を兼ね備えた高度な科学的探究能力 B：独創性と創造性に富んだ課題発見能力 C：変化する社会に対する応用力 ◎：特に育成が期待できる能力，○：育成が期待できる能力	◇：全員を対象 ◆：希望者あるいは選抜者対象
○ KSCの事務局としての取組	○ 校内での取組
① 崇城大学とKSCによる高大接続プログラム ② 産学官連携によるSSH事業自走化プログラム ③ 自然・健康・文化・サイエンス熊本構想との連携	④ 科学系部活動の研究 ⑤ 特別講演会・特別授業 ⑥ 大学・研究機関等による研究支援 ⑦ 発表会・研修会

事業内容	育成が期待できる能力			理数科			美術科			普通科		
	A	B	C	1年	2年	3年	1年	2年	3年	1年	2年	3年
○ KSCの事務局としての取組												
①	◎	○		◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
②		◎	○	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
③		○	○	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
○ 校内での取組												
④	◎	○		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
⑤		◎	○	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
⑥	◎	○		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
⑦		○	◎	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇

◇成果4：【発達モデルに基づく生徒の成長と研究成果の高度化】

- 「1年次の基盤形成、2年次の深化・安定、3年次の社会接続と統合」という、3年間の発達モデルを体系化した。
- ・資質・能力の段階的伸長：レーダーチャート分析により、1年次には「探究の基礎構造」が、3年次には「倫理的判断力」や「適応力」といった社会接続に関わる力が顕著に伸長することを実証した。
- ・外部発表における顕著な実績：熊本県高等学校生徒理科研究発表会において、物理・化学・生物・地学の全4科で優秀賞を獲得した。また、科学系部活動の部員数が104名に達し、学校全体で研究への意欲が向上している。
- ・探究の自走化：2年次には47%の生徒が実験やフィールドワークに取り組み、振り返り記述から「数値や事実に基づいて本質を見極める視点」の獲得が確認されるなど、自走的な学びが加速した。

◇成果5：【地域課題解決と社会実装型探究の推進】

- 「自然・健康・文化・サイエンス熊本構想」と連携し、地域資源を活用した実装的探究を推進した。
- ・「健軍商店街活性化プロジェクト」の実装：普通科と美術科の生徒が協働し、マーケティング調査からイベント（健軍夜市）運営、販売データ分析までを一貫して行う地域実装型探究を展開した。高校生を呼び込むための「推し色ドリンク」開発など、科学とデザインを融合させた解決策を提示した。
- ・産学官の広域連携：東京大学工学部長（加藤泰浩教授）の特別講演会をKSC事務局として主催し、県内高校生200名が参加した。また、熊本県情報サービス産業協会（K I S I A）との連携により、M5Stackを用いたプログラミング研修を理数科1年で実践し、実社会の技術に触れる機会を創出した。
- ・アントレプレナーシップの醸成：地元企業（株式会社サイディン等）との交流を通じ、研究者が起業に至るプロセスや社会貢献の意義を学ぶ機会を設け、起業家精神の育成を図った。

◇成果6：【国際交流の深化とグローバル発信力の強化】

- 生徒の国際的な視野を広げ、専門的な知見を英語で収集・発信する力を強化した。
- ・台湾連携の深化：台湾南楠高級中学とのオンライン交流を継続し、新たに「防災」を共通テーマとした相互発表を実施した。地域特性の違いを踏まえた高度な意見交換へと発展させている。
 - ・英語による高度な情報アクセスの定着：科学英語の取組により、発表資料作成時にGoogle Scholar等の海外情報源を参考にした生徒が9割を超え、英語を「世界を知るための不可欠なツール」として活用する姿勢が育った。
 - ・外部発信における「瞬発力」の向上：理数科3年による英語ポスター発表会（S S III）や生徒国際科学フォーラム（K S I S F）への参加を通じ、専門的な内容を英語で双方向に伝えるコミュニケーション能力の伸長を確認した。
- 以上の成果は、本校が提唱する「多様な専門性を融合した“総合知”を用いて未来社会を創造するイノベーション人材」の育成が、統計的裏付けと強固な外部連携によって着実に具現化されていることを示している。

② 研究開発の課題

研究テーマ1

課題研究を中核とした独自のSTEAM教育のシステム開発と普及に関する課題と今後の取組

課題1：【STEAM-Dモデルのアーカイブ化と発信】

3年間の実施を経て体系化された「STEAM-D」の教育課程を、他校が導入しやすい指導案や教材案のパッケージとして完成させる必要がある。単なる活動報告に留まらず、本校の「3科融合システム」を汎用的な教育モデルとしてアーカイブ化し、ウェブサイト等を通じて広く普及させることが課題である。

課題2：【評価の客観性向上とパフォーマンス評価の導入】

中間評価において「生徒の自己評価中心で客観性に乏しい」との指摘を受けたことを踏まえ、生徒の変容をより多角的かつ客観的に分析する体制を構築しなければならない。レポートやポスター等の成果物をルーブリックで直接評価する「パフォーマンス評価（指導者評価）」のデータを蓄積し、自己評価との相関を精緻に分析することが求められる。

課題3：【客観的な数値目標（ベンチマーク）の運用】

資質・能力の達成度を判断するための具体的な指標として、「二高ICEモデル」における「C（活用）評価70%以上」や「E（探究）評価30%以上」といったベンチマークを設定し、統計的な検証（マクネマー検定や z 検定等）を通じて事業の有効性を客観的に裏付ける必要がある。

課題4：【生成AIを活用した伴走支援の組織的運用】

生成AIを「思考の補助ツール」として位置づけ、テーマ設定からリフレクション記述の改善支援に至るまで、組織的に活用する体制を確立する必要がある。個々の教員の裁量に依存せず、有効なプロンプト例の共有や利用ルールの徹底を通じて、生徒の自走的探究を支援する仕組みを整えることが課題である。

研究テーマ2

高度な専門性と独創性・創造性に富んだ人材育成のための高大接続研究に関する課題と今後の取組

課題5：【マクロルーブリックを用いた長期的な成長変容の追跡】

熊本サイエンスコンソーシアム（KSC）所属校および連携大学間で共通の「マクロルーブリック」を運用し、高校から大学・社会人初期に至るまでの長期的な成長段階を可視化しなければならない。作成したルーブリックを出口調査等に活用し、高大接続研究の人材育成における有用性をエビデンスに基づいて明確にすることが課題である。

課題6：【KSCを基盤とした「オール熊本型」自走モデルの確立】

SSH指定終了後を見据え、KSCをプラットフォームとした「県立高校OneTeamプロジェクト」等の連携支援を持続可能な仕組みとして定着させる必要がある。地域・大学・産業界（KISIA等）との組織的な接続を強化し、予算確保も含めた自走化プログラムの具体化が急務である。

課題7：【「総合知」による社会実装力の育成と評価】

理数科（科学検証）、美術科（プロトタイプ作成）、普通科（社会実装調査）の役割をさらに明確化した三科融合の課題研究を推進し、得られた研究成果をいかに社会に還元するかを考える「社会実装」のプロセスを強化する必要がある。多様な専門性を融合した「総合知」の獲得に向けた具体的なカリキュラムの深化と、その評価指標の策定が課題である。

課題8：【国際共同探究と発信力の高度化】

単なる国際交流から一歩踏み出し、海外の連携校（台湾等）との共同研究や、国際学会等での成果発表を視野に入れた連携体制を構築する必要がある。英語による情報アクセスの質を高めるとともに、即興的な質疑応答にも対応できる双方向のコミュニケーション能力の育成を体系化することが求められる。

以上の課題解決に向けた取組を、次期（先導的改革型II期）申請の柱として位置づけ、エビデンスに基づく研究開発を加速させる方針である。