

概要と年間スケジュール

井 上 藍

1. 京都府立洛北高等学校スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 取組の概要

平成16年度から始まった本校のスーパーサイエンスハイスクール (SSH) の取組は、本年度で第4期 (5年指定) の2年目を迎えています。第4期の研究テーマは「次世代の科学技術分野を牽引する人材を育成する中高一貫教育プログラムの研究開発」であり、次の3つの研究目標を設定して取組を進めています。

① 次世代の科学技術分野を牽引する人材育成プログラムの開発

科学分野におけるトップレベルの中高大接続を目指した、課題研究プログラムを開発する。高い倫理観と幅広い教養を備え、豊かな創造性と国際性、それを裏付ける確かなアイデンティティを持った生徒を育成し、さらなる高みを目指して協働する集団を形成する教育プログラムを開発する。

② 中高一貫6年間のカリキュラムマネジメント

①の目標を達成するため、カリキュラムマネジメントの指針となる「洛北 Step Up Matrix」を開発する。

③ 公立中高一貫教育校ネットワークの構築

国内の公立中高一貫教育校とのネットワークを構築し、お互いの教育プログラムを交流して高めあい、より高度な専門教育を行うための教育課程を提案する。

この中で、本校では①次世代の科学技術分野を牽引する人材育成プログラムの開発のために、課題を見いだす力・仮説を設定する力の育成に重点を置いた「質の高い課題研究」の取組を、「洛北 Step Up Matrix」^{*}に従い、附属中学校の学校独自の教科「洛北サイエンス、サイエンス I (J)」及び高等学校における課題研究「サイエンス I (S)・II・III」において、中高の6年間で2年ごとに「基礎期」「充実期」「発展期」として系統的に実施しています。また、総合地球環境学研究所及び京都大学総合博物館、京都大学化学研究所、京都工芸繊維大学、京都府立大学との連携を行っています。

※洛北 Step Up Matrixについて

「洛北 Step Up Matrix」は、図1に示すように、課題研究に取り組む上で求められるスキル・能力をリストアップしたもので、「発想」、「課題・仮説設定」、「調査・実験計画」、「データ取得・処理」、「研究遂行・考察」、「表現・発表」の6つのカテゴリについて、それぞれ6段階のスキル・ステップを設定しています。授業をはじめ、本校の様々な取組がMatrixに基づいて設計されることで、カリキュラム全体が構造化されると考えます。

Step	発想	課題・仮説設定	調査・実験計画	データ取得・処理	研究遂行・考察	表現・発表
6	アイデアを議論し、より良いものを生み出すことができる。	仮説が適当なものであるかを判断することができる。	必要に応じて他者と協力した研究ができる。	与えられたデータを統計的に分析し、分析結果を言語化できる。	他者と協力した研究ができる。高大連携による高度な研究活動をする。	校外での発表ができる。グローバルに発信できる。
5	一つの事柄について、他者とアイデアを出し合うことができる。	仮説を検証するための手段を検討することができる。	規定の実験方法を参考に、新たな変数を設定することができる。	複数のデータが与えられたときにデータの差異を認識できる。	実験結果を参考に、新たな仮説を設定することができる。	自分の考えを校内発表する。
4	身の回りの現象について自分の興味のあることを調べることができる。	疑問に対して仮説を設定することができる。	調査する事柄に応じて測定する変数を設定し、測定に必要な機器を調べられる。	与えられたデータの代表値、分散、相関係数を調べられる。	得られた結果と仮説が対応するかしないかを正しく判断できる。	論理的に矛盾のない文章が書ける。論文の執筆ができる。
3	身の回りの様々な現象を比較して、違いを見つけることができる。	調べた結果に、新たな疑問を持つ。	実験で得ることのできる結果と得られない結果を区別できる。	主張したい事柄に応じて適切なグラフを選択できる。	実験で何かわかったのかを整理することができる。	スライド、ポスター等の資料の作成を行える。
2	身の回りの現象について、よく観察することができる。	書籍やインターネットを用いて疑問について調べることができる。	実験器具、操作の原理を理解している。	平均値、中央値などの代表値の意義と使い方を理解している。	実験条件を再検討し、調整することができる。	意見や考えを文章にまとめることができる。
1	日常の様々な出来事に興味を持つことができる。	様々な現象に疑問を持つことができる。	実験の手順を理解している。実験の結果を正しく読み取れる。	グラフを読み取ることができる。数値とグラフの種類が与えられれば、グラフを書くことができる。	基本的な実験技術を習得している。	自分の意見を持つことができる。失敗を恐れずに自分の意見を表現できる。

図1 洛北 Step Up Matrix

以下に、各時期の取組の概要を示します。

[洛北サイエンス“科学の根”を広げる] (基礎期：中学1、2年次)

- 「セレンディピティ・ワーク」を行い、校外学習、特別講義の疑問点や課題をクラスで共有、討論。(※本研究におけるセレンディピティとは、粘り強く探究を続けることで訪れる発見や発想のひらめきを意味する。)

[サイエンスI (J, S) “科学の芽”を出す] (充実期：中学3年、高校1年次)

- 「セレンディピティ・セミナー」の実施
- 「課題アイデア発表会」の実施

- 「ミニ課題研究」の実施（2回）
- 「課題発見コンテスト」の実施

[サイエンスⅡ、Ⅲ “科学の茎” を伸ばす]（発展期：高校2、3年次）

- 課題研究の実施
- 連携先の研究機関における「アドバンス・セミナー」で研究者から直接の指導を受け、ディスカッションにより、課題研究の高度化。

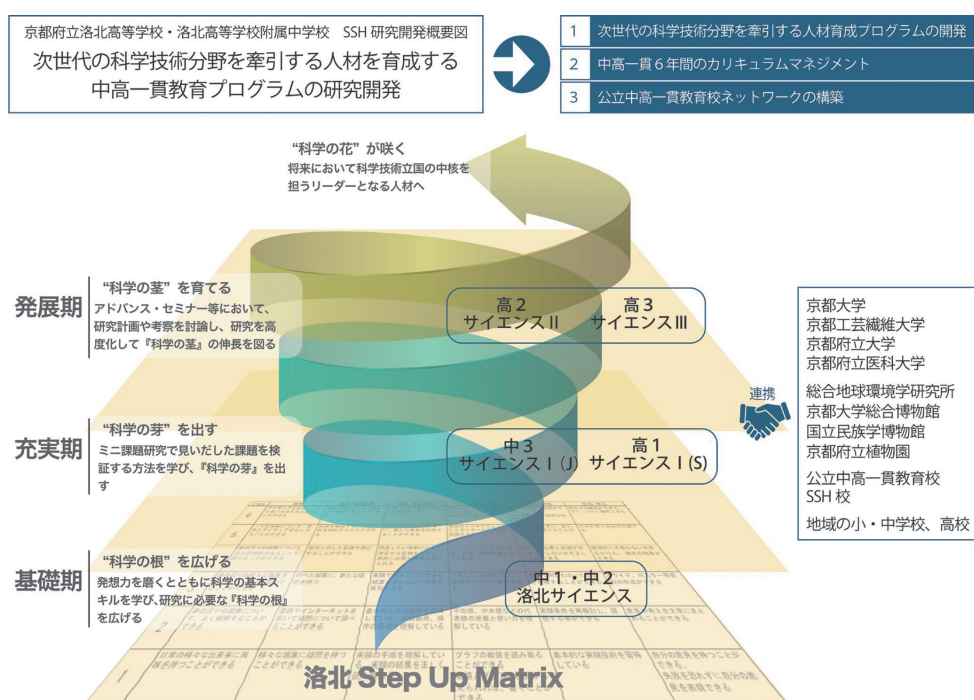


図2 洛北SSH取組の概要

2. 基礎期 “科学の芽” を出す、サイエンスⅠ（J、S）の取組

2-1 研究仮説

化学・生物・物理・環境・数学の5分野における基礎実験を行い、研究における実験調査の手法、データの収集と処理技術や科学的考察について学びます。また、セレンディピティセミナーや課題アイデア発表会で疑問や追求すべき課題を共有する時間を十分に設定することで、主体的に課題を見いだす力を育成し、その後、ミニ課題研究で実験計画や仮説検証の実践を行うことでサイエンスⅡに向けた質の高い課題研究の基礎を身につけることができると考えます。

サイエンスⅠ	発想	課題	調査	データ	研究	表現
6						
5						
4						
3						
2						
1						

図3 サイエンスⅠ Matrix 仮説

2-2 方法

(ア) 対象生徒・取組時間

サイエンス I (J)：中高一貫コース中学3年生…80名

「洛北サイエンス」の時間内に計6時間を確保し実施

サイエンス I (S)：中高一貫コース高校1年生…80名

総合的な学習の時間通年1単位で実施

(イ) 方法 (図4参照)

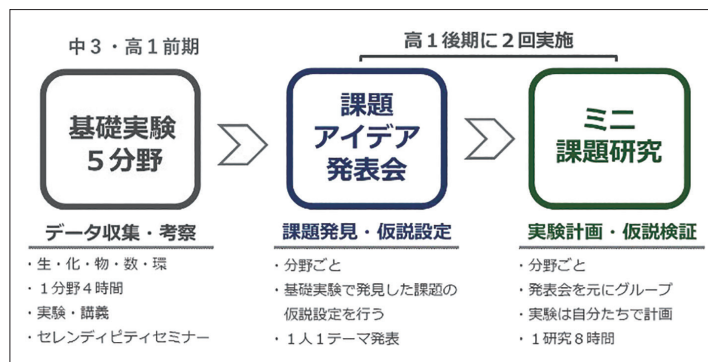


図4 サイエンス I 流れ

- ① 生物・化学・物理・環境・数学の5分野で基礎実験を実施。このうち、生物・化学分野をサイエンス I (J) として、中学3年で実施、物理・環境・数学分野はサイエンス I (S) として高校1年前期で実施しました。また、基礎実験中に新たに発見された疑問やアイデア等を生徒間で共有するセレンディピティセミナーを実施しました。
- ② 先の5分野から希望する分野を選択し、分野ごとに基礎実験の中で発見した課題アイデア発表会を1人1テーマ（疑問を解決するための実験計画の発表）で実施し、各分野7グループ以内で研究グループを作成しました。
- ③ 研究グループ内で仮説・実験方法・材料を再検討させ、実験を実施、レポートを作成させた。また、②・③は分野を変え計2回実施しました。

(ウ) サイエンス I (J)

以下の点に留意しながら、「科学の方法」を集中的に疑似体験させ、高校1年次の「サイエンス I (S)」と連携し、生物・化学の2分野に関して実施しました。

- 2分野で課題設定、データ処理及び統計的手法、ディスカッションの方法が習得できるよう分野間で調整。
- 生物・化学分野だけでなく、すべての分野で理系や文系を問わず学ぶ上で必要となる基礎的・科学的な考え方を学ぶ。

分野	基礎実験テーマ
化学	白い粉の正体を探る
生物	ホタライトによる酵素反応

(エ) サイエンス I (S)

① 基礎実験

生徒全員に物理・環境・数学の3分野すべての基礎実験を体験させました。昨年同様、各分野の流れは、1時間目：基礎講義、2・3時間目：実験、4時間目：セレンディピティセミナーです。

分野	基礎実験テーマ
物理	落体の実験
環境	よい食とは？
数学	パスカルの三角形

洛北 Step Up Matrix の「規定の実験方法を参考に、新たな変数を設定することができる」の項目の評価がやや低いとい

う昨年度の課題を受けて、環境分野では、今年度サイエンスⅡに引き続き総合地球環境学研究所と共同で、仮説設定・研究手法の基礎や、文献や先行研究を調査する方法を身につけ、多角的な研究ができるようなプログラムの開発を実施しました。「よい食とは？」というテーマに対して、4つのグループに分かれ、それぞれ味覚実験・アンケート調査・文献調査・インタビュー調査を実施し結果や考察を「セレンディピティセミナー」で比較しました。同じテーマであっても、多様な着眼点・方法・結果になることを知り、テーマを探究するためにどのような方法がよいのか、どのような仮説が設定できるのか、データ収集や分析の方法などを身につけ、新しい課題発見の視点を育成できると考えました。

② 課題アイデア発表会・ミニ課題研究

分野選択後、各分野でガイダンスを実施し、基礎実験に基づいた個人の課題研究計画の立案・発表の後、課題の近い生徒同士でグループを組み、研究計画を再考しミニ課題研究を実施しました。昨年度、実験・考察時間が3時間と不足しており、考察や新たな疑問を共有する時間がなかったことから、今年度は実験・考察時間を6時間に増やして実施しました。

洛北 Step Up Matrix に基づいたルーブリックを使用し、アイデア発表会では生徒・教員により評価、ミニ課題研究ではレポートを教員により評価しました。教員によるレポートルーブリックにおける評価のずれが昨年見受けられたため、今年は結果を持ち寄り、生徒の研究のレベルや到達点をどの辺りに設定するかという協議を実施し、ずれを小さくすることができました。

	研究テーマ	仮説の設定	予備調査	研究の方法
3 非常に 良い	明確な研究テーマが示され、課題、着眼点、方法がよくわかる。	課題（疑問）が明確に示され、それに対する結果の予測が論理的かつ多角的に行われている。	予備調査、先行研究がテーマに合わせて十分に調べられており、出典・引用元が明らかである。	多角的な検証方法が示されている。学校で実施する研究として設備、金額、時間等が適切である。
2 良い	研究テーマが示されているが、課題、方法等が明確でない、研究範囲が広すぎる。	課題（疑問）が示されているが、結果の予測がない、説明が不十分あるいは間違っている。	先行研究、予備調査がなされているが、出典・引用元が明確に書かれていない。	方法が示されているが、対象実験がないなど手順が一部適切でない、あるいは学校で実施する方法として不備がある。
1 初歩的	研究テーマが示されていない、あるいは研究の方法や課題と一致していない。	仮説の設定がない、あるいはテーマと一致していない。	先行研究、予備調査がなされていない、ほとんど見受けられない。	方法がない、仮説を検証する方法として全く適切でない。

図5 課題アイデア発表会ルーブリック

サイエンス I ミニ課題研究 レポートルーブリック (評価基準) 1年 組 さん

	タイトル	研究目的	仮説の設定	方法	結果	考察	今後の課題	体裁・表現
A	タイトルから課題、着眼点、方法がよくわかる。	生徒が発見した疑問に基づくオリジナルの課題設定であり、研究を行うことで社会や学術的のどのような変化が生じるか明記されている。	研究内容に合致した、幅広い視点で多角的な仮説が根拠と共に示されている。	課題解決に適切な研究方法であり、条件等も具体的に示され、再現可能である。	目的を達成するために十分適合する量のデータ・資料を収集しており、わかりやすい形でまとめられている。文章による説明も十分である。	課題に対する考察が研究結果にもとづいて正確に考えられている。	研究成果の意義が具体的に示され、新しい次の研究につながる独自の課題・仮説を示している。	右の評価する点すべて適正に行われている。 ①参考文献・引用が形式に従って明記してある。 ②誤字脱字がない。
B	タイトルが示されているが、課題、方法等が明確でない、研究範囲が広すぎる。	研究を行うことで社会や学術的のどのような変化が生じるか書かれている。	仮説が根拠と共に示されているが、ほかにも考え得る仮説を見落としている。	研究方法が再現可能な程度に示されているが、方法の妥当性に欠ける。	データの量、データのまとめ方、説明のどれかが不十分である。	結果に基づいた考察としては飛躍がみられる、目的で示された課題との関連が明確でない。	研究成果の意義は述べられているが抽象的な表現にとどまる。新しい課題を示しているが独自性はない。	右の評価する点の3~4点は適正に行われている。 ③グラフや図にタイトル・単位等が示してある。 ④文と文が論理的につながっている。
C	タイトルが、研究の方法や課題と一致していない。	研究の目的は書かれているが、主観的である。	仮説が示されているが、根拠の記述がない。	研究方法が大まかに示されているが何を行ったのか具体的なではない。	結果が示されているが、羅列されているだけであり、説明も十分でない。	予想や仮説に一致しない結果を無視する・歪曲するなど、考察として不適切である。	研究成果の意義もしくは、新しい課題のどちらかは示されている。	右の評価する点の1~2点は適正に行われている。 ⑤専門用語が正しく使用されている。
D	タイトルがない。	目的の記述がない。	仮説がない。	研究方法がない。	結果がない。	考察がない。	今後の課題がない。	右の評価する点のすべてが不十分である。

※あなたのレポートの評価です。評価基準に照らして自分のレポートを見直しサイエンス I・IIの今後の取組にいかしてください。

図6 ミニ課題研究レポートルーブリック

2-3 年間計画

月	日	回数	内容	備考
4月	11	1	SSH ガイダンス (5・6限)	
	25	2	第1クール①講義	
5月	9	3	第1クール②実験	
	16	4	第1クール③実験	
	23	5	第1クール④セレンディピティセミナー	
6月	6	6	第2クール①講義	
	13	7	第2クール②実験	
	20	8	第2クール③実験	
	27	9	第2クール④セレンディピティセミナー	
7月	11	10	第3クール①講義	
	18	11	第3クール②実験	
9月	12	12	第3クール③実験	
	19	13	第3クール④セレンディピティセミナー	後期分野希望調査表配布
	26	14	ガイダンス (後期について)	後期分野調査表回収
10月	17	15	ミニ①分野オリ&課題計画案作成 (個人)	個人課題計画書配布、10/19 (金) 提出
	24	16	課題アイデア発表会①	グループ作成&研究計画書配布
	31	17	ミニ課題研究①-計画	グループ計画書、11/2 (金) 指導教員提出
11月	7	18	ミニ課題研究①-実験1 (2時間)	実験1
	14	19	ミニ課題研究①-実験2 (2時間)	実験2
	21	20	ミニ課題研究①-データ処理&考察 (2時間)	研究レポート、11/26 (月) 指導教員提出
	28	21	ミニ②分野オリ&課題計画案作成 (個人)	個人課題計画書配布、12/10 (月) 提出
12月	12	22	課題アイデア発表会②	グループ作成&研究計画書配布
	19	23	ミニ課題研究②-計画	グループ計画書、12/20 (木) 指導教員提出
1月	9	24	ミニ課題研究②-実験1 (2時間)	実験1
	16	25	ミニ課題研究②-実験2 (2時間)	実験2

月	日	回数	内容	備考
1月	23	26	ミニ課題研究②-データ処理&考察(2時間)	研究レポート、2/5(火)指導教員提出
2月	6	27	ミニ課題研究セレンディピティセミナー	
	13	28	サイエンスⅡにむけて	サイエンスⅡ希望ゼミ調査配布・回収
	20	29	サイエンスⅡ課題計画案作成	課題テーマ設定シート、研究計画書配布
	27	30	校内発表会について	
3月	12		校内発表会見学	
	特時	31	サイエンスⅠ&サイエンスⅡ交流会	

図7 サイエンスⅠ(S)年間計画

2-4 評価と課題

課題アイデア発表会において教員が、ループリックで評価を行った結果が図8、9です。

昨年と比較すると、課題アイデア発表会では、「テーマ」「仮説」「予備調査」について「非常に良い」と評価された生徒が増加しています。予備調査や仮説については、生徒集団の違いによる可能性もあるが、環境分野の基礎実験で、文献調査の重要性や方法を指導したこと、テーマに対して多様な方法と仮説でアプローチすることができることを示すことができたことが理由としてあげられるかもしれません。一方で、仮説が不足していると判断された生徒もやや増加しているため、ミニ課題研究の2回目やサイエンスⅡで教員がフォローをしていく必要があると感じました。

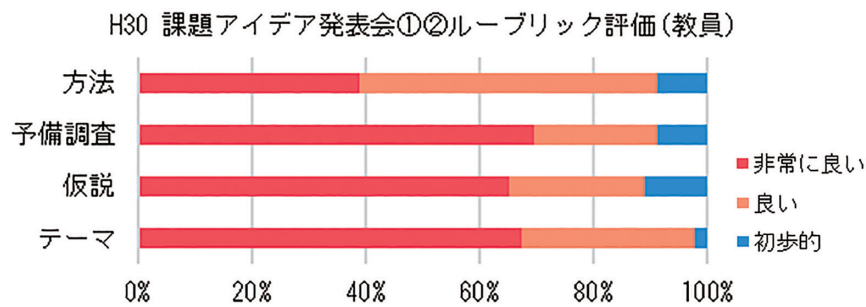


図8 H30 アイデア発表会評価

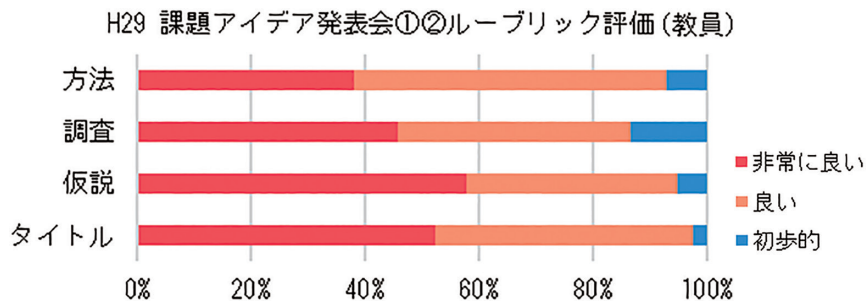


図9 H29 アイデア発表会評価

ミニ課題研究1回目の個人レポートをループリックで評価を行った結果が図10です。教員の評価基準の協議を行い、サイエンスⅡを見越した研究としてのレベルアップを図るために、基準を高めに変更したため昨年度と比較をすることができません。実験や考察時間を昨年度の倍にしたことにより、考察が初歩的であると判断された生徒は少なかったですが、「今後の課題」の記述が十分でない生徒が多く見受けられました。今後は実験の後の考察時間を、データをまとめることに費やすのではなく、しっかりとしたセレンディピティセミナーをグループで行うことに費やすように指導する必要があると考えます。また、「仮説の設定」「研究目的」を、集めた情報や知識から、論理的に行うことで研究の効率化や質の向上につながるため、研究計画の段階にも時間を十分にかけて指導を行う必要があるといえます。

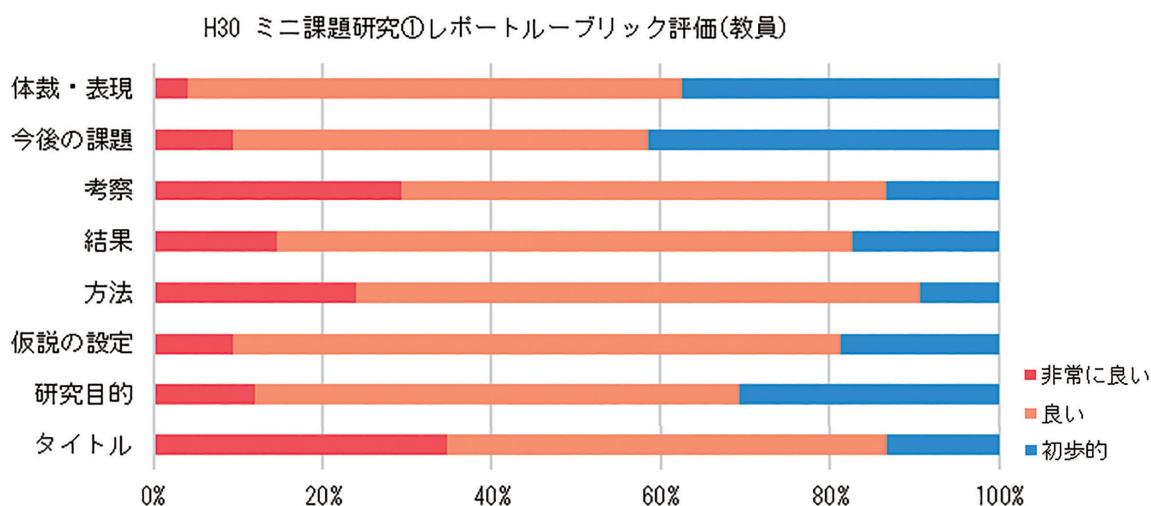


図10 H30レポート評価