

本校の課題研究で身に付けさせたい「姿」は、単に研究のスキルを獲得させることではない。中長期的に、目指す生徒像は、科学的「発想力」を有するサイエンスクリエイター（「サイエンスクリエイター」は、SSH第3期指定の研究仮説）の姿である。SSH第3期では、個々の生徒が科学者として身に付けるべきベーシックな三つの資質・能力「インテイク力」「メタ認知力」「コミュニケーション力」をトータルに獲得することを主題として実践研究を行い、その養成システムとしてのプログラムは、一定の完成形を得ている。一方で、サイエンスクリエイターが、真の意味で稼働するためには、より高い独創的な科学的「発想力」を身に付ける必要がある。

この高度な独創的発想力の装着の実現には、現行の課題研究の実践だけでは、不十分（または、不可能）なことが多い。生徒を取り巻く学校内外のあらゆる教育活動を「発想力養成」に関連づけ、新たな教育展開を実践しなければ実現しない（→指導者グループだけではなく、全教員の意識改革）。このためのコアとなるプログラムは、以下の4つ（Tetra Power）である。

- ・ **学習知識の力** (SK) : 関係する全授業（文系科目も含める）において、「発想力」を養成するプログラムを開発し、授業の中で実践する（→新テストにも結びつける）。
- ・ **実践経験の力** (PE) : 従来の学校内外での科学的活動や科学ボランティア、部活動等の活動を「発想力」の養成の観点で統合し、「発想」の契機を系統的な活動の中から発見するプログラムを構築する（→新テストにも結びつける、ポートフォリオに還元する）。
- ・ **研究連携の力** (RC) : 大学や研究機関などと連携し、学校内では得られない「研究の実際」を体験的に経験しながら、より高度な科学的専門性のある「発想」を誘起する機構を構築する（→ポートフォリオに還元する）。
- ・ **課題研究の力** (TR) : 課題研究中に、「科学的発想力」養成に特化したプログラムを構築する（→新テストにも結びつける）。

※「科学的発想力」を定義し、これを評価することを研究する。

第1章 その1 「指導力」の違いのメタ認知

課題研究を指導する指導者グループの各メンバー構成は、指導力（いわゆる「力量」）の異なる構成になっていることが多い。例えば、課題研究を何年にも渡って指導した経験をもつ指導者と始めて課題研究を受け持つ指導者との間には、指導する力や指導ノウハウに差がある。大学や大学院での指導者自身の研究経験がそのまま、ここで述べる指導力にそのまま活かせるとは限らない。生徒グループが研究しようとするテーマは、同じ分野内であっても多岐に渡り、各テーマは、指導者自身にとっても初めて手がける内容であることが多い。各研究テーマを指導するためには、指導者側もその研究テーマについてゼロベースからの取組が必要となる。

本校では、課題研究の指導については、分野（物理系、化学系、生物系、数学情報系）ごとに複数の指導者（3名程度）が指導を担っている。転勤等の「移動」により、常に全てが経験豊かな指導者が指導できるとは限らない。反面、指導する側には、生徒グループの研究しようとするテーマに対して、「どこまで分かっているのか」、「どこが分かっているのか」、「どのように研究を進めていけば、テーマに則したどのような結論が導き出せるのか」を適確に把握し、生徒グループにコーチできる「力量」が必要となる。課題研究の個々の指導者が自身の「力量」を認知し、「分からないこと、できないこと」を周囲（同一分野の指導者グループ）とともにそのことを解決できることが生徒グループへのコーチングの絶対条件となる。一方で、指導経験や指導スキルを豊かに持つ指導者はその「力」を周囲に伝承することも忘れてはならない。

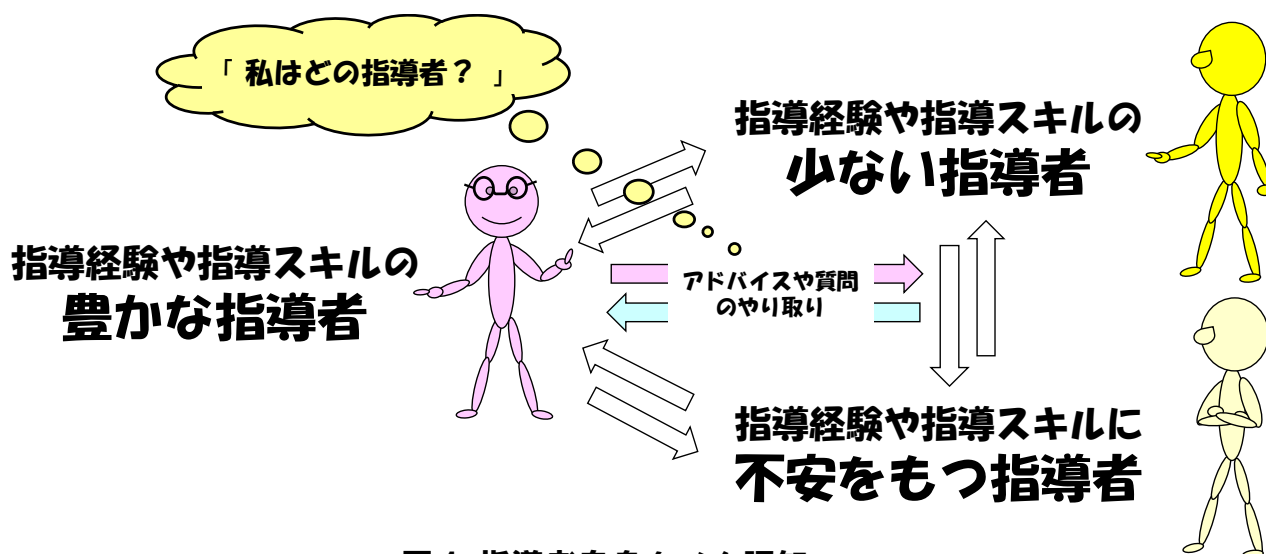


図1 指導者自身をメタ認知

指導者自身が経験やスキルの違いを認識してアシストし合える指導グループを構築する

課題研究の各段階で、生徒グループに対して、その段階に応じた的確な指導とコーチングを行うことができる力量（担当分野の知識や研究のノウハウ等を総合した研究スキルの指導力）がどの程度あるのかを指導者グループの各指導者自身も自己認識しておくべきである。また、その上で、意識的に指導者間で高め合える指導者グループを形づくるのが、より良いコーチングにつながる（図1）。図1の「豊かな指導者」とは、単に課題研究に携わった年数や時間の豊かさではない。過去の課題研究の指導経験から、生徒グループに『具体的なアドバイスやコーチングをすれば、生徒グループの『やり抜く力』『研究意欲の持続力』を維持させ、研究成果に導くことができるのか』などのノウハウを体験的に有し、また、そのことを新たな研究テーマに対しても応用的に模索できる指導者である。具体的なアドバイスやコーチング、指導の場面とは、次のような一般的な例が挙げられる。

- 例 生徒グループが提示した研究初期段階の研究テーマの適不適の判断について、的確なアドバイスと修正に向けたコーチングをする。
- 例 実験や観察に用いられるやや専門性の高い器具や装置、薬品等の使用方法を確実に指導することができ、どのような場面（研究目的）でどのようなデータを得るときに適したものなのかをコーチングする。
- 例 実験や観察における変数の決め方や得られたデータが、その研究テーマに則したものであるかを的確に判断し指摘し、コーチングする。
- 例 実験や観察のデータのまとめ方（どのような目的でどのようにまとめるのがよいのか）を指導、コーチングする。

研究分野別に、より具体的なコーチングや指導の場面の例を次に挙げた。専門分野ごとに、取り扱う研究テーマ特有の場面がある。場面ごとの指導例の蓄積により、指導者グループ全体の「力量」の向上にもつながるものと考えられる。

参考：<Seed Bank for Kadai-kenkyu①>：コーチング場面の種箱(それぞれの箱に毎年、「種」を植えます。)

【物理分野のコーチング場面の種】

- 生徒グループの能力を把握し、研究に必要な前提（探究的な学習に必要な知識や技術）を指導しておくことができる。
- 使用できる道具、設備、頼れる人材、研究機関などを示すことができる。
- 運動解析に有効なソフトウェアなどを提示し使用方法について教授できる。
- 先行研究の論文の中で、関係する資料（Web、専門書も含む）を提示することができる。
- 生徒とコミュニケーションを取りながら、研究の向かう方向を軌道修正できる。
- 片付けや分類をきちんと指導できる。道具を大切にすることをコーチングできる。
- 実際に軌道の解析を行う際に生じる誤差について、指導できる。
- 実験装置などの作成について、工作の仕方、道具の使い方について指導できる。
- 単位の重要性について、指導できる。
- できるだけ身近な材料・道具・時間で実験できことをコーチングできる。
- できるだけ簡便な方法で実験できることをコーチングできる。
- 力学の研究において、運動解析に有効なソフトウェアなどを提示し、使用方法について教授できる。
（例）Kinovea
- 測定に伴う誤差について、有効数字を踏まえながら指導できる。
- 実験装置などの作製について、工作の仕方、道具の使い方について指導できる。（例）電動ドリル、ノギス、のこぎり
- 測定装置の使い方について指導できる。（例）デジタルフォースゲージ、ハイスピードカメラ、ナリカイージーセンス）
- 流体力学や剛体の力学など、大学レベルの内容について理解し、生徒に教えたり、関連書籍を紹介したりできる。

【化学分野のコーチング場面の種】

- 試薬の扱い方、廃液処理の仕方を指導できる。
- 実験データを有効数字を踏まえながら処理し、グラフ化する方法について指導できる。
- 実験装置の使い方について指導できる。（吸光光度計、遠心分離器、恒温槽など）
- 基本的な実験器具の使い方を徹底させる。（こまごめピペット、メスフラスコ、ガスバーナー、電子天秤など）
- 生徒が考えたテーマに対して先行研究を参考に、具体的な実験方法を提示できる。

【生物分野のコーチング場面の種】

- マイクロピペットについて、その使用目的と使用方法について、的確に説明、指導する。
- 大腸菌など微生物の培養法や取り扱い（※注意事項も含む）について、汎用的に、かつ、研究目的に則した内容として、説明や指導できる。また、菌体数のカウントを指導できる。
- 「ミドリムシの走性に関する研究」という初期段階の研究テーマに対して、修正のための指導やコーチングを具体的にを行うことができる。
- 「温度条件の変化と大腸菌数の変化」のデータを求める実験において、実験条件の制御や対照実験について説明やコーチングを具体的にを行うことができる。
- 生徒グループが提出した生物分野の研究論文について、修正箇所を指摘し、その改善を自信をもって、具体的に指導、コーチングすることができる。
- 「ミカツキモの研究」…先行研究について、文献も含め、検索し、具体的な研究テーマの適正の可否についての的確な判断を行い、指導、コーチングすることができる。
- 光学顕微鏡の視野中の細菌の区別を行い、生徒グループに説明することができる。

第1章 その2 批判的な指導とコーチング

課題研究では、**批判的思考力 Critical Thinking** が必要である。批判的思考による方法は、天城中学校の「サイエンス」に導入され（→参考2：CASE プログラム）、成果を得ているが、課題研究を担当する指導者グループには、特に必要なスキルである。生徒グループの「提案」を鵜呑みにせず、客観的（科学的）視点で、その「提案」が「本当に適切な提案なのか。」を「批判的」に追求すべきである。批判的思考は、次のような構成となっている（→引用文献参照）。

1. **目的の明確化** 「研究テーマの決定」や「決定した研究テーマの検証方法」など、具体的な考える目標を明確にする（←「明確にする」力が必要）
2. **推論の基礎** 目的に対する先行研究や既存の事実、情報の収集、分析、信頼性の判断を行う（←「情報を分析したり、判断する」力が必要）
3. **推論** 帰納、演繹により、目的の価値判断をする（←「論理的、探求的、証拠主義的、多角的、内省的」思考力と態度が必要）
4. **行動決定** 推論に基づき、目的に向けての活動を決定する（←「決定する、活動する」力が必要）

上記1～4の展開方法（教育プログラム）には、「汎用アプローチ」、「導入アプローチ」、「イマージョンアプローチ」がある。天城中学校の「サイエンス」では、主に「導入アプローチ」により実践を行っているが、高校の課題研究では、グループディスカッションによる「イマージョンアプローチ」による「気づき」を主とする実践を行っている（→第3章 その1 「気づき」を誘起するディスカッションデバイス）。

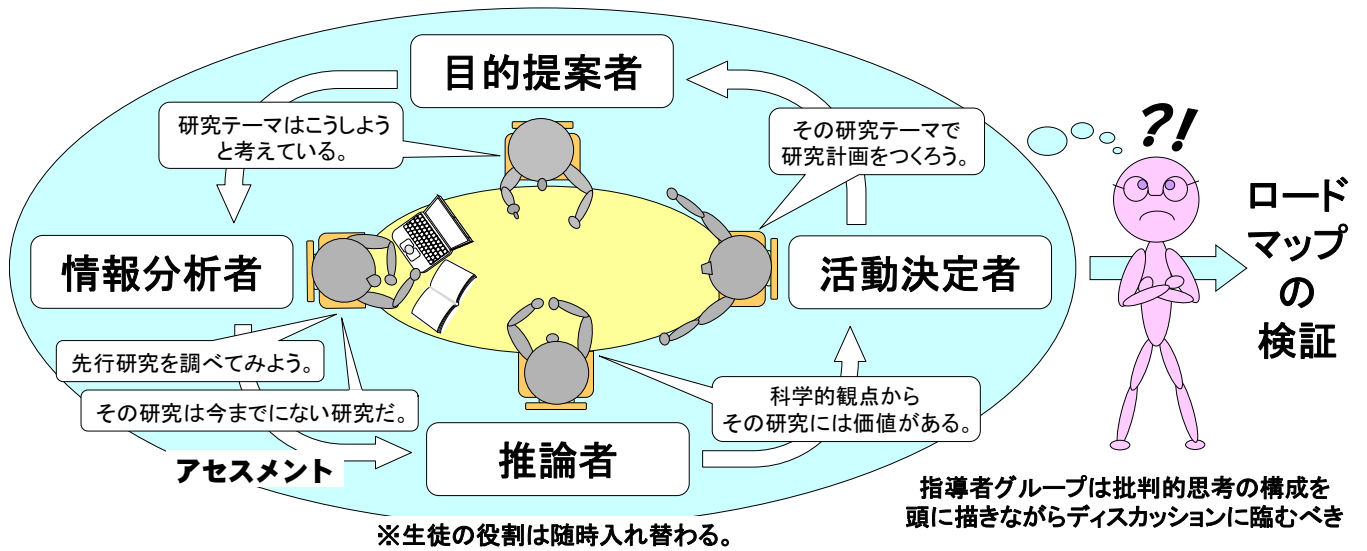
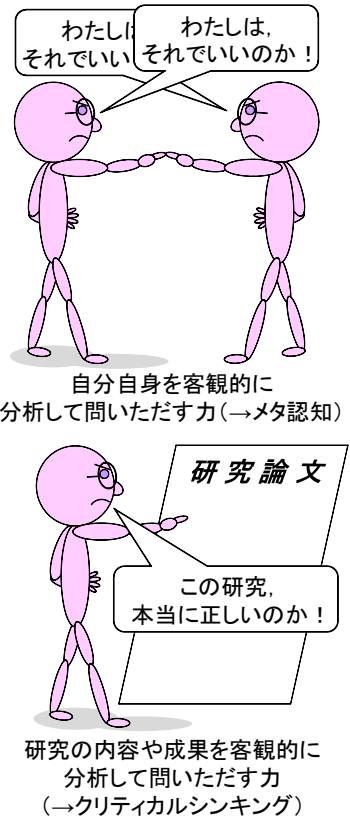


図1 批判的思考による生徒グループの活動モデルと指導者グループの関わり

批判的思考は、偏りや偏見を排除し、より客観的に指導やコーチング（生徒グループでは、研究活動）を行うための思考スキルである。反面、偏りや偏見を完全に排除するのは難しい。そのため、自身のメタ認知による「自身がどのような偏りがあるのか」を見据えた上で修正をかける必要がある。また、「自身がどこまで批判的の追求をする力があるのか」も自己分析しておく必要がある。

批判的思考は、論理的思考 Logical Thinking の前提を肯定的（「前提は正しい」）として思考を展開するのに対して、懐疑的・批判的（「前提は正しいのか」）として思考を展開するため、慣れなければ、つい論理的思考（生徒グループの提案を肯定的に受容し、研究の進行を考えてしまう）で生徒グループに指導、コーチングをしてしまう傾向になる。課題研究の初期段階（研究テーマ設定段階における「変数」の設定）と最終段階（研究成果のまとめ段階でのデータ量と結論の相関）では、特に批判的思考で指導、コーチングすることが大切である。

そのため、指導者グループも課題研究への関わり方への「意識改革」が必要となる。指導者グループの中の1メンバーとして授業プログラムを担当するだけでなく、生徒グループへの積極的な姿勢（批判的思考を行う

ための要素を積極的に獲得しようとする意識→図1参照)がなければ、思考、意識は変わらない。

参考1 批判的思考力(クリティカルシンキング)のための参考文献等

○E.B.ゼクミスタ・J.E.ジョンソン(日本語訳 宮本博章・道田泰司・谷口高士・菊池聡)「あなたの思考をガイドする40の原則クリティカルシンキング 入門篇」(北大路書房)

○楠見孝・道田泰司 編「批判的思考 21世紀を生きぬくりテラシーの基盤」(ワードマップ)

○楠見孝(平成24年9月7日講演)「批判的思考についてーこれからの教育の方向性の提言ー」(文部科学省, 中央教育審議会高等学校教育部会)

○楠見孝(第15回大学教育研究フォーラム)「批判的思考力の育成のための教育実践と認知的基礎」 「批判的思考教育実践と効果測定」

※批判的思考力に関する説明や練習法等は、インターネット上に多数存在する。

大切なことは、「批判的思考」を意識した指導やコーチングを行うための自分自身のフレームワーク(→前頁, 「批判的思考の構成」)を構築しておくことである。

参考2 CASEプログラム(天城中学校のクリティカルシンキング教材の一部)

<p>Consider ここでは、CASE プログラムで学習したことを応用して次の実験課題を解いてみましょう。一人でもできる用にしてありますが、グループでわいわい楽しく考えながら課題を解いてみましょう。</p> <p>【実験課題】 5円硬貨は、真ちゅうでできています。真ちゅうは、銅と亜鉛の合金です。5円硬貨に用いられる真ちゅうは銅何%と亜鉛%の合金なのでしょう。</p> <p>【理論】 この課題をクリアするために、必要な変数は_____①_____ (density) です。 _____①_____ (density) は、1cm³ あたりの物質の質量を意味します。5円硬貨には、銅(元素記号 _____) 8.92g/cm³ が x % と亜鉛(元素記号 _____) _____ g/cm³ が y % のみが含まれていると考えるとき、次の連立方程式が成立します。 $x + y = 100$ 5円硬貨の密度 = _____ x + _____ y</p> <p>この実験を行う上で必要な変数を考えよう。</p> <p>密度は、どの変数を用いて求めますか。</p> <p>密度はいくつの変数を組み合わせて、導くことができます。このような変数を複合変数(Compound Variable)といいます。それでは、複合変数とグラフの関係を考えてみましょう。</p> <p>5円硬貨の密度を求めるためには、_____と_____の2つの変数の値を求める必要があります。変数について、input variable は_____と outcome variable は_____とすることにします。</p> <p>具体的な実験を思考してみましょう。実際に実験を行わないで、試行する実験を(ドライラボ Dry Lab といいます。データはグラフに表すとして、5点の測定点(これは実験結果です)を求めます。 5円硬貨の体積を変えるには具体的にはどのようなことをするとよいですか。それぞれの体積の時の質量はどのようにして求めますか。</p>	<p>得られたデータをグラフに表します。X軸は(変数 _____, Y軸は(変数 _____)をとります。それではグラフにプロットしてみましょう。</p> <p>考察 得られたデータを使ってグラフを書きます。エクセルを使うこともできますが、ここでは手書きにこだわってみましょう。</p> <p>複合変数である密度は、グラフの _____ に対応しています。グラフが示されたときその傾きに注目することは大切です。</p> <p>傾きは Yの変化量/Xの変化量 $\Delta Y / \Delta X$ で表されます。</p> <p>グラフから密度を求めましょう</p> <p>求めた密度をもとに連立方程式を解き銅と亜鉛の組成を求めましょう。</p> <p>結論 5円硬貨は銅 _____ %, 亜鉛 _____ %の合金である</p> <p>More thinking about... さらに考えよう。 Q1 いくつかの変数を組み合わせて導くことができる変数を何と言いますか。 Q2 Compound Variable の例を3つ示さない。 Q3 グラフの横軸、縦軸はそれぞれ何変数をとればよいですか。 Q4 あるグラフを見ると、何に注目しますか。注目する順番を示さない。(傾き タイトル 要素 Y軸 Y軸の単位 X軸 X軸の単位) Q5 グラフから考察をすすめるとき、グラフの何に注目しますか。</p> <p>Appendix グラフの書き方と線の引き方</p>
---	--