

	<p><b>岡山県高梁エリアにおけるスカルンの探索(地学)</b></p>	<p>岡山県には多くの鉱山があり、高梁エリアには3つのスカルン鉱山が存在している。岡山県のスカルン鉱山からは多種の世界新産や日本新産の鉱物が発見されており、世界の研究者の注目する地質である。また、このエリアではスカルン生成の元となる石灰岩が多く産することが知られている。そこで、スカルン鉱山の周辺の露頭でもスカルンが産すると考え、スカルンの探索を行った。28か所の露頭や各鉱山から岩石や鉱物を採取し、肉眼や粉末X線回折装置を用いて同定した。その結果、各種の岩石や鉱物を確認することができたが、スカルンの発見には至らなかった。しかし、3鉱山で磁鉄鉱や硫砒鉄鉱等の鉄を成分とする鉱物を確認し、露頭の堆積岩中に黄鉄鉱を見出すことができたため、高梁エリアは鉄に富んでいることも分かった。</p>
<p>2008 (H20) SSH 1期 4年目 S工房</p>	<p><b>染料</b></p>	<p>インジゴ染めが酸化還元反応により色が変化することや、アリザリン溶液は、含まれる金属イオンにより異なる色を示すことを知り、染料に興味を持った。本研究では、インジゴ溶液の酸化前後での色の変化及び、含まれる金属イオンの割合の違いによるアリザリン溶液の色の変化を吸光度やRGBを測定することにより比較し、数値化した。その結果、色の変化には含まれる色の割合により色が変わるということが分かった。</p>
<p>3テーマ / 10テーマ</p>	<p><b>燃料電池の効率化 ～温度による影響の検討～</b></p>	<p>化石燃料に変わる新たなエネルギーに興味をもっていたところ、過去に先輩が研究していた燃料電池に目を付けた。ここで先輩が残した課題としては、燃料電池の効率の算出があった。本研究では、効率算出の方法を確立し、温度変化による効率の変化を確認した。その結果、高温ほど発生する電流は大きくなるが効率にはあまり差がないことがわかった。</p>
	<p><b>酸化還元滴定による銅樹の物質質量と溶液濃度の量的関係</b></p>	<p>亜鉛と硫酸銅(II)水溶液で析出する銅樹が、どの割合のときに最も大きく成長し析出するかを突き止めるため、亜鉛の質量を一定とし、硫酸銅(II)水溶液の濃度を変えて最適条件を調べた。今回は先行研究を参考にしつつも、銅樹を一定温度の条件で、シャーレではなくビーカーで生成した。銅樹生成後、残った硫酸銅(II)水溶液を用いて酸化還元滴定を行うことで、生成した銅樹の物質質量の値を調べた。結果、析出する銅樹の物質質量は硫酸銅(II)水溶液の濃度が大きくなるにつれて大きくなることがわかり、また銅樹の物質質量が亜鉛の物質質量を越えることはないことがわかった。さらに、銅樹生成後に残った硫酸銅(II)水溶液の吸光度を測定する別の方法も用いることで、先の酸化還元滴定の結果を確かめた。</p>
<p>2007 (H19) SSH 1期 3年目 S工房</p>	<p><b>アルコールランプを用いた炎色反応による白炎の作成</b></p>	<p>一般的に、炎の色は何色かと尋ねられたら橙や青を思い浮かべるだろう。もちろん、夏の夜空に咲く花火のように様々な色の炎を身近に見ることができる。しかし、白い炎というものは見たことがない。そこで、自分たちで白い炎を作りたいと思い始め、我々は高校の授業で習った炎色反応を利用しようと考えた。今回はアルコールランプを用いて、光の三原色の炎色反応を利用し、白炎の作成を試みた。</p>
<p>6テーマ / 13テーマ</p>	<p><b>蒸発熱の測定法に関する考察</b></p>	<p>蒸発熱とは、物質(液体)1molが蒸発する際に吸収される熱量のことである。本研究では、異なる二通り方法により蒸発熱を求めた。一つは、水流ポンプを用いて減圧し液体を蒸発させる方法である。もう一つは、電熱線を用いて加熱し、液体を蒸発させる方法である。二つの測定法には液体試料の室温における飽和蒸気圧の大小によって、適否があった。すなわち、水流ポンプを用いた方法については蒸気圧の大きい液体試料に関して良好な結果が得られた。また、電熱線を用いた方法では、水に関して良好な結果が得られたが、メタノールに関しては文献値とかけ離れた結果が得られた。</p>
	<p><b>燃料電池の効率化</b></p>	<p>近年、石油価格の高騰や、二酸化炭素による地球温暖化が深刻化している。その中で、水素と酸素から効率よく電気を生み出す燃料電池が注目されている。まず私達は固体高分子膜型の燃料電池の原理をとらえることができた。次に、ダイレクトメタノール型燃料電池の反応条件について検討した。その結果、今回の反応条件ではメタノール濃度は3%が最適であることがわかった。</p>

<p>溶液の濃度と酸・塩基の組み合わせによる温度変化の測定</p>	<p>酸と塩基が反応するとき中和熱が発生し温度変化が見られる。そこで溶液の濃度や酸と塩基の組み合わせにより温度変化に違いがあるかを検証した。溶液にHClaq, NaOHaq, NH<sub>3</sub>aq, CH<sub>3</sub>COOHaqを使用し、その温度変化と濃度の関係を明らかにした。溶液の組み合わせは、強酸・強塩基、強酸・弱塩基、弱酸・強塩基、弱酸・弱塩基の4種類で行った。研究の結果、濃度と温度変化には比例関係があることがわかった。また、弱酸、弱塩基が関係している場合には、いずれの場合も強酸・強塩基の場合より温度変化が小さくなっており、それに伴い中和熱も小さくなった。</p>
<p>蛍光物質</p>	<p>本研究は蛍光インクに含まれる蛍光を発する顔料がどのような点で作用しているのかを明らかにするために実験1では吸光度を測定し、蛍光インクと非蛍光インク各5色（桃色・橙色・黄色・青色・紫色）の吸光度の違いに着目した。また、実験2では直視分光器を用いて蛍光インクと非蛍光インク各5色（桃色・橙色・黄色・青色・紫色）を観察した。本研究では、蛍光インクからの反射光と非蛍光インクからの反射光を比較することにより、蛍光物質のはたらきを明らかにした。</p>
<p>蒜山のつち</p>	<p>火山灰が含まれている土は水はけが良い。その土で大根やネギやキャベツなどの野菜が栽培されている。これは身のまわりにある土とどのような違いがあるのかと考えた。蒜山の土と本校の桜山の土の違いを調べたところ、蒜山の土には、火山ガラスが多く含まれていることがわかった。</p>

生物系分野 【研究テーマタイトル】	研究要旨（アブストラクト）
<p>2017 (H29) SSH 3期 3年目 創生研究 発展研究 2テーマ ／ 8テーマ</p>	<p><b>オオキンケイギク</b>の繁殖原因と抑制手段</p> <p>本研究では、特定外来生物に指定されているオオキンケイギクの国内の急激な繁殖に着目し、その原因を発芽率や受粉の仕組みなどの観点から探究した。その結果、オオキンケイギクは春や秋に発芽しやすく、自家受粉でも結実が可能であるとわかった。また、サクラの枯れ葉の抽出液によって、同植物の発芽を抑制することができることが明らかになった。</p> <p><b>線虫</b>に対する<b>対抗植物</b>の誘引作用および<b>殺虫作用</b>の定量法</p> <p>私たちは、農作物に被害を起す線虫という微生物に着目して、それを農業を用いずに忌避できないかと考えた。そこで、モデル生物である線虫 <i>C.elegans</i> と対抗植物であるマリーゴールドを用いて、植物の誘引・忌避作用や殺虫作用を定量する方法を確立した。その結果、マリーゴールドには線虫を誘引して殺す作用があるということが結論づけられた。</p>
<p>2016 (H28) SSH 3期 2年目 創生研究 発展研究 3テーマ ／ 9テーマ</p>	<p><b>酵母菌</b>を包み、胃を通過させる</p> <p>酵母菌は生きたまま腸に届くと、腸内環境を整えることが知られている。しかし酵母菌を経口摂取しても腸に届く前に胃酸で死滅する。そこで生きたままの酵母菌を腸まで届けるために、胃酸で溶けにくいもので酵母菌を包もうと考えた。結果として、酵母菌を寒天で包むと、胃酸に長時間浸されても、酵母菌が生きたまま存在できることが明らかとなった。</p> <p><b>植物の負傷時における植物性乳酸菌の一般細菌に対する抑制効果</b></p> <p>乳酸菌と植物の共生メカニズムを植物の傷の治癒と関連付けて研究を行った。本研究では葉をすりつぶした状態を傷ついた状態の仮想として実験した。細菌の数の経時変化から「乳酸菌が作り出す物質（乳酸など）によるpH値低下により一般細菌の抑制をしていること」を検証した。</p>
<p>プラナリアの自切頻度に短期間の温度上昇が与える影響</p>	<p>プラナリア (<i>Dugesia japonica</i>) は有性生殖と無性生殖を行い、特に強い再生能力で知られる。無性生殖時には主として咽頭の下部で自切を行う。自切を促進する要因のひとつは温度変化である。一般に高温下の方が低温下より自切が起きやすいとされている。本研究では実験において飼育水の温度を低温から高温に短期間だけ変え、プラナリアの自切数を測定することで、プラナリアの自切が促進されるためには18℃で3日間飼育する必要があると分かった。</p>
<p>2015 (H27) SSH 3期 1年目 課題研究Ⅰ,Ⅱ 1テーマ／9テーマ</p>	<p><b>倉敷天城高等学校周辺における野鳥の棲息状況についてのラインセンサス法による調査</b></p> <p>倉敷天城高等学校周辺における野鳥の棲息の様子をラインセンサス法を採用して通年調査した。その結果、計23種の野鳥が観測された。得られたデータを季節を変数にグラフ化するとそれぞれの野鳥について、①年中変わらず見られる種、②夏季に多く見られる種、③冬季に多く見られる種、④春季に多くみられる種の4グループに分類することができた。</p>

<p>2014 (H26) SSH 2期 5年目 課題研究 I, II</p> <p>3テーマ / 10テーマ</p>	<p>スクミリンゴガイの捕集トラップに応用できる音(周波数)データの収集</p>	<p>淡水巻貝スクミリンゴガイは南米原産の外来生物であり、1980年代前半に食用のためアジア各国に持ち込まれ、野生化した貝が生育初期の稲を食害、本校周辺の水田でも大きな問題になっている。本研究では、スクミリンゴガイの効果的な駆除方法を検討することを目的とした。今回は、光・色・音の3つに焦点を絞り、スクミリンゴガイを1つの場所に集めることに重点をおいた。1. 明暗を分けた装置の中では多くのスクミリンゴガイが暗いほうを好むことが分かった。2. 色の三原色を用いた実験では、スクミリンゴガイが好む色について特定することはできなかった。3. 音を用いた実験においては、800Hzの音は好まないことが分かった。</p>
	<p>ゾウリムシの重力走性と電気走性の優先度の比較</p>	<p>ゾウリムシは原生生物であり、走性を持っている。走性とは、生物がある刺激に対して方向性を持つ反応をする行動である。電気に反応するならば電気走性、重力に反応するならば重力走性と表記される。走性には電気走性、重力走性、化学走性、光走性、温度走性等が知られている。本研究では、重力走性と電気走性に着目、比較して研究した。その結果、ゾウリムシがどちらの走性を優先するかの条件が明らかとなった。</p>
	<p>ナメクジの粘液によるカビや細菌に対する繁殖抑制作用</p>	<p>ナメクジが生息する様々な環境中には、栄養分に富んでいる場所も存在するが、反対に細菌が多い場所も存在する。ナメクジは、菌の繁殖を抑制するための働きがみられるはずである。そこで、ナメクジの粘液を混合した寒天培地での空気中のカビや細菌に対する繁殖抑制作用を観察した。その結果、粘液に繁殖抑制作用があることが分かった。(一誠)</p>
<p>2013 (H25) SSH 2期 4年目 課題研究 I, II</p> <p>1テーマ / 9テーマ</p>	<p>リョクトウモヤシ芽生えの荷重による伸長成長の変化</p>	<p>成長しているモヤシの上に260kgのピアノを乗せても、モヤシはそれを持ち上げて成長できることを知った。そこで荷重をかけることによってモヤシの成長にどのような変化が起こるのか興味を持った。先行研究を調べると、ある程度成長したリョクトウモヤシは一本あたり10g以上の荷重をかけると生成したエチレンが影響し胚軸の伸長成長が抑制されることがわかった。しかし、発芽時における荷重の影響は示されていない。そこで本研究では、発芽時に一本あたり10g未満の荷重をかけるものと荷重をかけないもので実験した。その結果、発芽時に荷重をかけた方が伸長成長が促進された。そこで伸長成長を促進させた原因は何かを調べるために、実験で栽培したリョクトウモヤシをすり潰し得た水抽出液を用いて比較実験を行った。その結果、得た水抽出液ではリョクトウモヤシの伸長成長への影響は確認できなかった。</p>
<p>2012 (H24) 2期 3年目 課題研究 I, II</p> <p>3テーマ / 10テーマ</p>	<p>光の影響によるアサリの水質浄化能力の変化について</p>	<p>アサリの水質浄化能力と光の強度、色との関係について調べた。その結果、アサリの水質浄化と光の強度、色の間にはあまり関係が見られなかったが、アサリは光の色を識別していることが分かった。アサリの光の受容器は青色以外の光を受容する機会が少なく、他の色に対する光の受容器が発達していないためであると考えられる。</p>
	<p>ダンゴムシの学習行動</p>	<p>ダンゴムシの誘引物は湿り気であることを調べ、誘引物には湿り気が最も適していた。次に湿り気を用いてダンゴムシの学習を調べ、迷路を用いた学習実験では湿り気を誘引物として用いると、水分が拡散して効果が表れなかった。迷路の分岐点後で熱による罰刺激を与えた結果ダンゴムシは熱による罰刺激により個体により学習することが分かった。(一誠)</p>
	<p>アオカビから抽出したペニシリンと医療用合成ペニシリンとの納豆菌への効能比較</p>	<p>テレビ番組と類似した方法で抽出したペニシリンと医療用のペニシリンとの納豆菌を用いた抗菌作用の比較の結果、抽出ペニシリンが医療用ペニシリンを<math>10^{-2}</math>に薄めたものとほぼ同値の大きさの阻止円を形成した。(一誠)</p>
<p>2011 (H23) SSH 2期 2年目 課題研究 I, II</p> <p>3テーマ / 10テーマ</p>	<p>シイタケの菌糸活性に及ぼす電流の影響</p>	<p>シイタケは雷によって収穫量が増加することを文献調査の結果知った。そこで菌糸に着目点を置いてシイタケに電圧を与える頻度別にデータをとった。その結果、シイタケの菌糸に対する電気刺激の影響が分かった。</p>
	<p>DNS法を用いたセルロース分解菌による分解速度の数値化</p>	<p>私たちは土壤中のセルロース分解菌をスクリーニングし、落ち葉からバイオエタノールを作る研究が行われていたことを知り、セルロース分解菌がセルロースを分解し生成する物質を時間の経過ごとに明らかにすることに焦点を当て研究を進めることにした。研究の結果、本校近くの廣田神社で採取したセルロース分解菌が、セルロースを分解する過程を数値で表し、分解された物質とその過程が一致することを明らかにした。</p>

	ミミズの行動学的研究	身近な生き物であるミミズは、行動学的にはあまり研究されていなかったため、興味を持った。そこで、ミミズが生息する環境、行動について調べることにした。野外調査の結果、ミミズは日陰で土の湿っている場所に生息していることが分かった。また、自作の実験装置によるミミズの移動実験により、ミミズの種類や移動面の違いによりミミズの行動速度の変化が見られた。また、ミミズは0°～180°の角度での移動が可能であることが分かった。この結果からミミズの移動には体の支えである剛毛だけでなく、粘液も重要であると考えられる。
2010 (H22) SSH 2期 1年目 S工房 2テーマ / 11テーマ	クモの歩行についての研究～ジョロウグモの脚の動かし方および体の大きさと脚の長さの関係～	クモの歩行における脚の動きには一定の規則性があり、それは関数で表すことができると考え、研究テーマとした。その結果、ジョロウグモの平面上での歩行について、脚の関節の動きを関数で示し、歩行とシミュレーションをすることができた。
	カメの行動学的研究	外来種であるミシシippアカミミガメがなぜ日本各地でこれほど繁殖したのか、行動学的な観点から調べることにした。野外調査では、水辺にいるカメが集まりやすい傾向にある環境を調べた。また、調査場所でカメを捕獲し、陸上と水中での運動性の比較、水中での活動パターンを調べるため室内実験を行った。室内実験には在来種であるスッポンを比較対象として用いた。その結果、ミシシippアカミミガメが繁殖した背景には、高い活動性が関係していると考えた。
2009 (H21) SSH 1期 5年目 S工房 2テーマ / 10テーマ	ジャンボタニシの行動学的研究	ジャンボタニシが、なぜここまで生息範囲を広げ、個体数を増やすことができたのかを分布調査と行動学的観点から調べてみることにした。行動学的観点では、活動性の違いを調べる実験と接触刺激と温度変化に対する反応を調べる実験を行った。また、わかりやすく比較するため在来種のヒメタニシにも同じ実験を行った。そしてその結果を比較して考察すると、ジャンボタニシのほうが広い範囲で生息するのに適した体を持つことがわかった。
	身近な製品の匂いに対する蚊の反応	蚊は匂いにはどのような反応を示すのか、その中でも日常で使用している制汗剤、整髪料、日焼け止めなどの匂いのある製品で蚊の行動に影響を与えるものがあるのか疑問に思い、制汗剤や整髪料などの製品の匂いに対する蚊の誘引、忌避反応を調べた。その結果、製品によっては蚊が忌避するものがあった。
2008 (H20) SSH 1期 4年目 S工房 4テーマ / 10テーマ	種々の飲料水投与によるマウスの持久率について	ICR系のマウス20匹を用い、4種類のお茶を摂取させ、持久率の対照実験を行った。結果、お茶を摂取させていたマウスの持久率は、水のみを摂取させていたマウスと比べ、持久率が上昇することがわかった。これは、お茶を摂取させたマウスお茶に含まれるカフェインやタンニン、ポリフェノールなどが影響していると思われる。また、筋力アップに欠かせない栄養素であるアミノ酸の影響を検討するために、アルギニン水溶液を投与したところ、持久率の上昇は見られなかった。
	クマムシの乾燥期の形態変化と温度条件による出現率	クマムシは、苔・水の中・土の中どこにでもいる。このクマムシは、自身の体を仮死状態（乾眠状態）に変形させ環境変化に耐えるという。今回、この乾眠状態の形・スピードに目をつけ、クマムシを染色し、その形について研究しようと思った。そして、クマムシの形態変化は水の蒸発速度によって変わることが分かった。また、温度条件を変え、実験により、クマムシの出現には一定の温度が必要であることが分かった。
	身近な化学物質の粘菌への影響	細胞性粘菌を利用して化学物質の細胞への影響について調べた。生物には、単細胞のものと多細胞のものがおり、その両面を持っている代表的な生物のキョウタマホコリカビに注目した。また、化学物質の内、地球に優しいと言われているものの中で、私たちの身近にある合成洗剤を使い、化学物質の細胞性粘菌に及ぼす個体数と形態への影響を調べた。その結果、合成洗剤は粘菌の子実体形成を阻害する例が見られた。細胞に影響のある合成洗剤の安全性を高める必要があると考えられる。
	紅葉のメカニズム	秋になり気温が下がると、木々の紅葉が見られる。私達はアメリカフウの紅葉について光学顕微鏡、ペーパークロマトグラフィー及び吸光度測定によりそのメカニズムを探ってみた。

<b>2007</b> <b>(H19)</b> <b>SSH</b> 1期 3年目 S工房 3テーマ / 13テーマ	<b>身近な植物に存在するセルロース分解菌のスクリーニング～有用物質を生産する微生物の獲得を目指して～</b>	現在、バイオエタノールの原料はトウモロコシ、サトウキビなどの植物である。そのため、原料を大量生産すると、環境破壊につながるという問題がある。筆者らは、自然界でセルロースを分解し生命活動に必要な物質を作り出しているセルロース分解菌に着目した。この生命活動に用いられる物質は、一般にグルコースである可能性が高いが、さらに分解が進められ、バイオエタノールまで生成しているのではないかと想定して、研究を行うことにした。そこで、倉敷天城高校周辺の身近な植物に存在するセルロース分解菌をスクリーニングし、その生成物としてバイオエタノールができていることを確認する実験を行った。今回の研究の結果として5種類のクリアゾーンが見られるセルロース分解菌を獲得することができた。
	<b>メダカとカダヤシの生息環境に対する優劣関係の調査</b>	2003年5月、メダカが絶滅危惧種Ⅱ類としてレッドデータブックに掲載された。その原因として外来種であるカダヤシの侵入、及び水質汚濁が考えられる。そこで、メダカとカダヤシの生息環境に対する優劣関係を調べることにした。カダヤシがメダカより有利な点を見つけるため、①遊泳力の比較による水温の変化に対する耐性、②生息場所の水に含まれている物質への耐性に着目して研究を行った。その結果、メダカがカダヤシより有利であるという明確な点は見つからなかった。しかし、それぞれメダカに有利な条件、カダヤシに不利な条件を見つけることができた。
	<b>光学顕微鏡によるフタホシコオロギ (<i>Gryllus bimaculatus</i>) の血球の観察：とくに血球の分類と異物に対する捕食について</b>	フタホシコオロギ成虫の体内に注入した異物の捕食に関する血球の種類を同定するために研究を行った。1、血球の分類は超生体染色（ニュートラルレッド染色）、酢酸オルセイン染色及び、生体標本について、通常の光学顕微鏡を用いて行い、主として形態学的観察により次の4つの種類に区別した。エノシトイド：プラズマ細胞：顆粒細胞：コアギュロサイト。2、血球の捕食能力は成虫に1%コバルトブルー液を約0.1mL注射し、各種血球のコバルトブルー粒子の取り込みを調べることにより調査した。3、最も捕食能力の大きな血球は顆粒細胞であった。

<b>数学系分野 【研究テーマタイトル】</b>		<b>研究要旨（アブストラクト）</b>
<b>2017</b> <b>(H29)</b> <b>SSH</b> 3期3年目 創生/発展 1テーマ/8テーマ	<b>災害時における高校生の心理と行動の特性尺度の作成</b>	倉敷天城高校の生徒に災害時における避難に関するアンケートを行い、それを統計解析ソフト SPSS を用いて因子分析を行った結果、3つの因子に分けられ、それぞれの因子名を「社交性」因子、「悲観性」因子、「自立性」因子と命名した。「社交性」因子と「悲観性」因子に関しては一定基準の信頼性が得られたと考えられる。また、「社交性」因子と「悲観性」因子に有意な負の相関が確認された。
<b>2016</b> <b>(H28)</b> <b>SSH</b> 3期2年目 創生/発展 2テーマ/9テーマ	<b>感染症の流行シミュレーション</b>	近年、毎年のように冬になると感染症の流行が起きている。私たちはMicrosoft Excel（以下「Excel」と示す）を用いて感染症の流行の様子をシミュレーションした。その結果、私たちは感染症がどのように広がっていくかを視覚的に確認することが出来た。
	<b>人間の判断を用いた本文解析による標的型メールの識別精度向上</b>	今日、企業や行政を対象とした標的型メール攻撃の脅威が増大しており、対策は急務である。しかしながら、従来のセキュリティ対策ソフトウェアによる検知は難しい。この原因は、安全のメールと攻撃を意図したメールの識別が困難なことにあると考えられる。そこで、我々は、メールの識別においてメール本文の解析を用い、その解析に人間の判断を加えることで、より高精度な識別を行うことを目的として、ソフトウェアを作成し、実験によって有用性を検証した。
<b>2015</b> <b>(H27)</b> <b>SSH</b> 3期1年目 課題研究Ⅰ、Ⅱ 1テーマ/9テーマ	<b>中高生の家庭と学校における自我状態の違いについて</b>	中学生と高校生の家庭と学校での自我状態及びその差の変化を調べるために、東大式エゴグラム(TEGⅡ)を基に質問紙を開発した。それを用いて中学1年生から高校2年生の5学年に対して調査を2回行い、統計処理を行った。その結果、中学1年生から中学3年生において家庭と学校での大人の自我状態(A)及びその差の変化が顕著であることが明らかになった。

<p><b>2014 (H26)</b> SSH2 期 5 年目 課題研究ⅠⅡ 2 テーマ / 10 テーマ</p>	<p><b>リバウンドは俺が取る</b></p>	<p>リバウンドを取ることは、バスケットボールにおいて勝敗を分ける重要な行動である。本研究ではリバウンドをより取りやすくするために、リバウンドの落下位置の予測を行い、その確率を割り出した。また、落下位置予測の値を知らない場合と知っている場合で、リバウンド取得率に有意差がでるかどうかを統計処理ソフトSPSSで調べた。その結果、落下位置を知っている場合の方のリバウンド取得率が高いことが分かった。</p>
	<p><b>余弦定理の拡張</b></p>	<p>平面図形において成り立つ余弦定理を立体に拡張を試みたところ、四面体の内部に垂心がある場合とない場合とに分けることで、四面体の表面積と面角の関係式が成り立つことが証明された。また、2次元における余弦定理の式と3次元における余弦定理の式から、<math>n</math>次元における余弦定理の推測を試みた。</p>
<p><b>2013 (H25)</b> SSH2 期 4 年目 課題研究Ⅰ,Ⅱ 1 テーマ / 9 テーマ</p>	<p><b>男子高校生対象エゴグラム質問紙の作成</b></p>	<p>本研究では、交流分析に基づいた心理検査法であるエゴグラムの代表的質問紙「東大式エゴグラム」の、男子高校生を対象に使用する場合に考えられる問題点を指摘し、その問題点を改善したエゴグラム質問紙を作成した。そして、作成した質問紙の妥当性をアンケート調査、因子分析、スピアマンの順位相関係数を用いた統計的処理によって検証した。その結果、エゴグラムの尺度に基づいた質問紙を作成することができた。</p>
<p><b>2012 (H24)</b> SSH2 期 3 年目 課題研究Ⅰ,Ⅱ 1 テーマ / 10 テーマ</p>	<p><b>森林火災延焼シミュレーターの作成</b></p>	<p>私たちは本研究でExcelを用いて森林火災の延焼状況をモデルとしたシミュレーターを制作した。私たちはシミュレーターの信頼性と妥当性について検証した。その結果、私たちはどのように森林火災が広がっていくかが視覚的に捉えやすいシミュレーターを作成できた。</p>
<p><b>2011 (H23)</b> SSH2 期 2 年目 課題研究Ⅰ,Ⅱ 4 テーマ / 10 テーマ</p>	<p><b>大富豪A I の設計</b></p>	<p>大富豪は、日本でポピュラーなトランプゲームであるが、インターネット上の多くのAIは単純であり強くない。私たちは、人間の思考をパターン化して模倣することで強力な大富豪AIを設計できると考え、その有用性を実際にAIを設計・製作し対戦することで検証した。その結果、調査メンバーに負けず劣らずの強力なAIを製作することができることがわかった。</p>
<p><b>2010 (H22)</b> SSH2 期 1 年目 S工房 1 テーマ / 11 テーマ</p>	<p><b>ゲームプログラミング</b></p>	<p>子どもから大人まで楽しく遊べるコンピューター・ゲームは、今や単なる遊びにとどまらず、プログラムによっては知育や学習にも利用されるようになった。我々は実際にゲームプログラムをつくり、その仕組みを学んだ。ゲームは完成していないが、ゲーム作成に多くの人と時間が必要であることを実感した。</p>
<p><b>2009 (H21)</b> SSH1 期 5 年目 S工房 1 テーマ / 10 テーマ</p>	<p><b>様々な側面からみた現代暗号の特徴と実用性についての考察</b></p>	<p>現代では、公開鍵暗号の一種であるRSA 暗号が、情報を保護するために用いられている。RSA 暗号が現代で広く用いられている理由、過去の暗号が使われなくなった理由、それらを暗号の仕組みを調べることで理解した。またその結果から、表計算ソフトを用いて、自分達で簡単な仕組みのRSA 暗号を作成した。</p>
<p><b>2008 (H20)</b> SSH1 期 4 年目 S工房 1 テーマ / 10 テーマ</p>	<p><b>多変量データに対する分析方法の研究～主成分分析・クラスター分析～</b></p>	<p>変数数の多いデータ（多変量データ）の情報の集約のための統計的分析手法として、多変量解析法と総称される手法群がある。そのうち主成分分析とクラスター分析についてその内容を学んだ。さらに、自分たちで選んだ実際の多変量データ、および複数の情報源から集めて再構成した多変量データに対してこれらの分析手法を適用し、データのもつ特徴を見出すために分析をおこなった。その結果、それぞれの分析方法の特色を明らかにすることができた。</p>
<p><b>2007 (H19)</b> SSH1 期 3 年目 S工房 0 テーマ / 13 テーマ</p>	<p>なし</p>	

※ 表中、「S工房」は、SSH指定1期の学校設定科目「サイエンス工房」の略称である。

※ 研究要旨は、紙面の都合上、一部修正したものがある。

## <参考3> 研究テーマの設定について

指導者グループにとってロードマップは、研究テーマを軸とする研究全体のデザインを検討、修正するためのものである。現実には、この「研究テーマ」そのものを考え出す（創生する）ことが課題研究最大の難点である。以前からの流れで、ある程度の研究対象と変数を想定している生徒グループに対しては、ロードマップによる検討が可能であるが、時間的制約がある中で、ゼロベースから研究対象と変数を設定させるには、大きな困難が予想される。指導者グループから一定のテーマを与えることも可能であるが、それでは、生徒グループの「課題発見力」の成長には直接つながらない。この場合、指導者グループは、多角的方法で研究テーマについて考える「ヒント」を与え、コーチング（→指導ではない）する必要がある。

生徒グループについてみると、研究テーマが出てこない要因の一つは、科学的知識量の少なさにある場合が多い。確かに、高校1年次生の課題研究初期の段階では、教科「理科」の各分野において「基礎」科目に入ったばかりである。また、数学についても同様な状況である。しかし、このことは、研究テーマが出てこない最大の要因ではない。日常生活の中で、「見かけたり」「感じたり」、場合によっては「読んだり」する現象や物事に、特別な科学的疑問を持たないことにある。

一方、指導者グループについてみると、適切な研究テーマを生徒グループから引き出せない最大の要因（問題点）は、研究テーマの設定に際して、多角的な視点で「ヒント」を与える必要があるにも関わらず、「ヒント」の根源となる専門分野の知識に乏しく（生徒グループから出た「こんな方向で研究がしたい」という大ざっぱな要望に対して、研究テーマとなり得る具体的事象について、自分が担当する専門分野の知識として、どこまでの知識を有しているか、また、現有知識としては即時的には対応できなくても、このことについて検索したり調べたりする手立てを有していること）、研究テーマに直接、つながるような「ヒント」が出せないことにある。

余程、「研究活動に対する高いモチベーションと日常的に科学的視点で問題意識をもって、日々、このことについて深く探求・追求したいと考えている生徒グループ（科学的要求量が高く、創造力と想像力が豊かな生徒グループ）」でない限り、指導者グループからの適切、的確な「ヒント」がなければ、前述の通り（学校の教科授業から得られる科学的知識が少ないこと）、生徒グループには、考える手立てが少ないと言える。

### 【生徒グループからの研究テーマの析出について】

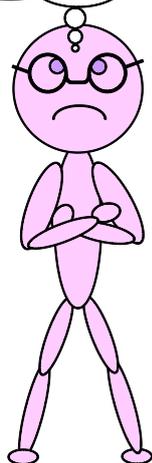
「課題研究の授業があるので、研究テーマを設定してください。」だけで、具体的な研究対象を出すことができ、その研究対象についての研究テーマの検討を始められる生徒グループはごく希である。科学へのモチベーションが比較的高く、「研究活動を行いたい」と考え「理数科」への進学を選択した生徒グループであっても、前述のように、理科や数学の知識量の問題や能動的に「具体的科学的疑問」を抱いていないことなどの原因が考えられるが、これに対して、高校入学後間もないこの時点で、即効的に具体的研究対象を出させるような手立てはない。

このような現状の中で、生徒グループには、「携帯用メモ帳」（図1）を常に携帯させたい（→「理数科課題研究ガイドブック」参照）。日常生活や授業等の中で意識的に科学的疑問を探索する習慣づけをコーチングしたい。



図1 携帯用メモ帳面  
—思いついた時に書きとめる—

授業内容の  
拡張的知識?!



### 【指導者グループからの研究テーマに関する「ヒント」知識について】

課題研究を担う指導者グループでは、前述のように、通常の授業における教授内容をどこまで拡張した知識、または、拡張するための知識やスキルを有しているかが、研究テーマの指導、コーチングのキーになる。また、指導者グループ自身も、この観点で意識的な「研究テーマ探し」（→授業準備として）に配慮することが望まれる。

例えば、生徒グループからの「現象Aについての研究がしたい」という要望に対して、次のような対応が考えられる。授業内容としての「現象Aは、（同じグループC内では）原因Bによって起こる」の範囲で教授すれば良いが、「現象Aは、グループDとグループCの間でも同じ原因Bによって起こること」「グループEとグループCの間で原因Bによって現象Aが起こるか否かは不明であること」を拡張的知識として有していることにより、「不明な部分」を生徒グループに「ヒント」として提示できることになる。

このことは、課題研究の授業時間内での各生徒グループとの研究テーマに関する駆け引きの中で、指導者グループのひらめきによるものではない。日常の教材研究の中で、授業内容のバックヤードを広げる知識の収集が必要である。

参考：<Seed Bank for Kadai-kenkyu②>：各研究分野や研究領域に関する拡張知識の種箱  
(それぞれの箱に毎年、「種」を植えます。)

#### 【物理分野の授業内容拡張の種】

- 原子分野を教える際、量子力学や、相対性理論の内容に触れ、場合によってはノーベル物理学賞の科学史や論文などにも触れる。
- 落下運動や放物運動の際に流体力学の内容にも触れる。(例) お盆に乗せた風船を両方同時に落とすと、一体となって落下する。
- 物体の運動について、授業では空気抵抗による力を無視したり、物体の大きさを無視したりして、質点の運動として捉える。
- 紙飛行機の運動を考える場合は、高校の授業内容だけでは解析できない。微分(傾き)、積分(面積)の考えにも触れる。

#### 【化学分野の授業内容拡張の種】

- 酸化還元反応の分野で、キレート滴定や、ヨウ素滴定についても触れる。

#### 【生物分野の授業内容拡張の種】

- 花粉管伸長の「種間関係の要因」について知識を拡張する。
- 生活圏の植物種名へ拡張知識。また、系統的な植物名の検索方法のスキルへ拡張する。
- 植生調査の実践的な知識と方法、また、高度な分析スキルへ拡張する。
- DNA分析の拡張知識。また分析機器を用いての実践的なスキルへ拡張する。
- 特定生物の分裂要因についての知識を拡張する。
- 微生物の培養に関して、培養液についての知識とスキルを拡張する。
- 発酵を行う微生物についての知識を拡張する。

# 第2章 その2 ルーブリックの活用

課題研究ルーブリック（図1）は、研究成果の発信を目的とする研究論文作成に際し、生徒グループのメタ認知は勿論、教員グループもその研究成果が「科学的研究」として適正なものなのか、また研究論文が適切に表現されているのかを判断する評価基準として、岡山県立の理数科設置4校（岡山一宮、玉島、津山、倉敷天城）と岡山大学との協働によって作成されている。

図1 課題研究ルーブリック

課題研究(課題研究論文を中心とした)ルーブリック		十分(4)	おおむね十分(3)	やや 不十分(2)	不十分(1)
I 探究プロセスに関するルーブリック	① 研究課題を決めるまでの道筋がはっきりと示されている	どのような事象に興味を持ったかが明確に述べられており、課題設定にあたり、これらの事象と課題との間の因果関係や関連性が根拠を基に明確に記述されている。	どのような事象に興味を持ったかが明確に述べられており、課題設定にあたり、これらの事象と課題との間の因果関係や関連性が示されている。	どのような事象に興味を持ったかが明確に述べられているが、課題設定にあたり、これらの事象と課題との間の因果関係や関連性が曖昧であったり、解決できそうな高いレベルの課題が設定されている。	どのような事象に興味を持ったかが述べられていないが、課題設定にあたり、これらの事象と課題との間の因果関係や関連性が示されていない。
	② 課題を明らかにするに際した観察・実験を計画し、その観察・実験結果の見通しを述べている	課題を解決するための観察・実験方法や手順が、科学的な根拠に基づいた目的と見通しとともに述べられている。(科学的な見通しが伴った観察・実験計画の記述)	課題を解決するための観察・実験方法や手順が、その目的と見通しとともに述べられている。(観察・実験計画の記述)	課題を解決するための観察・実験方法や手順が分りやすく示されているが、その目的と見通しが述べられていない。	課題を解決するための観察・実験方法や手順が分りやすく示されていない。
	③ 科学的客観性を持って観察・実験結果を収集できている	観察・実験方法や機器の使用法が、科学的客観性を持ったものであることが分りやすく明確に述べられている。また、観察・実験から十分な範囲と量のデータが収集できている。	観察・実験方法や機器の使用法が、科学的客観性を持ったものであることが述べられている。また、観察・実験から適切なデータが収集できている。	観察・実験結果が得られているが、その手法や機器の使用法が、科学的客観性を持った結果を得るために適切であることが十分に述べられていない。	観察・実験結果が得られているが、その手法や機器の使用法が、科学的客観性を持った結果を得るために適切であることが全く述べられていない。
	④ 観察・実験の結果から論理的に考察して結論に至っている	観察・実験の結果が十分に吟味されており、結論に至るまでの論理が矛盾がなく一貫性があるものになっており、分りやすく明確に記述されている。	観察・実験の結果が十分に吟味されており、結論に至るまでの論理が矛盾がなく一貫性があるものになっている。	観察・実験の結果が吟味されているが、結論に至るまでの論理に飛躍があったり、一貫性に欠けている部分があったりする。	観察・実験の結果が十分に吟味されておらず、結論に至るまでの論理に飛躍があったり、一貫性に欠けられている。
II 基本的な概念、原理・法則などについての体系的な理解に関するルーブリック	① 研究のテーマについてこれまでにわかっていることを十分に調べ、序論で整理して述べている	研究テーマについて、関連することや先行研究について、文献などの調査が十分にされており、これまでに分かっていること、分かっていないことが整理して述べられている。また、これらのことに基づいて、研究テーマの意義が述べられている。	研究テーマについて、関連することや先行研究について、文献などの調査が行われており、これまでに分かっていること、分かっていないことが整理して述べられている。	研究テーマについて、関連することや先行研究について、文献などの調査が行われているが、これまでに分かっていること、分かっていないことが曖昧で、整理した形で示されていない。	研究テーマについて、関連することや先行研究について、文献などの調査が行われていない。
	② 課題に関する既習事項を序論で取りあげ、研究に必要な専門用語や概念を十分に理解し、論文中で適切に用いている	研究に関連した専門用語や概念について、その定義が初出の段階で分りやすく明確に記述されており文脈の中で矛盾なく適切に用いられている。	研究に関連した専門用語や概念について、その定義が十分に記述されており、文脈の中で矛盾なく適切に用いられている。	研究に関連した専門用語や概念について、その定義が十分に記述されていないが、文脈の中で矛盾があったりする。	研究に関連した専門用語や概念について、その定義が全くなさく記述されていないが、文脈の中で矛盾があったりする。
	③ 観察・実験の目的を十分に理解し、適切に行っている。また、得られた結果・データの意義をよく理解している	課題解決のプロセスの中での観察・実験の目的や意義が分りやすく十分に述べられており、その結果・データの意義がよく吟味されて示されている。	課題解決のプロセスの中での観察・実験の目的や意義が十分に述べられており、その結果・データの意義が十分に示されている。	課題解決のプロセスの中での観察・実験の目的や意義が述べられ、その結果・データの意義が吟味されているが、それが不十分である。	課題解決のプロセスの中での観察・実験の目的や意義が述べられていなかったり、その結果・データの意義が示されていないが、それが不十分である。
	④ 得られた研究結果から結論に至り、その科学的な意味を理解している	得られた研究結果から結論を導き出すまでの過程が論理的に一貫性のあるものとなっており、分りやすく明確に記述されている。また、その結論がどのような科学的な意味を持っているかが分りやすく明確に示されている。	得られた研究結果から結論を導き出すまでの過程が論理的に一貫性のあるものとなっており、分りやすく明確に記述されている。	得られた研究結果から導き出された結論に、論理や根拠が不十分であったり、飛躍があったりするところがある。	得られた研究結果だけを記述しており、結論が記述されていない。
III 科学的な考察と処理能力に関するルーブリック	① 誤差や精度について配慮した実験データが示されている	実験の回数や誤差について、統計的に処理されている。また、基本的な統計量が示されている。また、数値の扱い方について有効数字にも配慮がなされている。	実験の回数や誤差についての記述がある。また、数値の扱い方について有効数字にも配慮がなされている。	実験の回数や誤差についての記述が十分でないところがある。また、数値の扱い方について有効数字に配慮がなされていないところがある。	実験の回数や誤差についての記述が全くなく、数値の扱い方が不適切であったりする。
	② 得られた研究結果・データを適切な図表やグラフで表している	図表・グラフの種類や形式が適切に選択されており、図表・グラフのキャプション、縦軸・横軸が示すものや単位が適切に分りやすく明確に記述されている。	図表・グラフの種類や形式が適切に選択されており、図表・グラフのキャプション、縦軸・横軸が示すものや単位が明記されている。	図表・グラフの種類や形式が適切に選択されているが、図表・グラフのキャプション、縦軸・横軸が示すものや単位の一部が欠けている。	図表・グラフの種類や形式が適切でなかったり、図表・グラフのキャプション、縦軸・横軸が示すものや単位が明記されていないが、必要かつ十分なデータが得られていない。
	③ 条件統一に留意し、必要ならば対照実験を行い、体系的に正確で十分な範囲のデータを収集している	統一すべき条件がその理由とともに明確に述べられており、必要ならば対照実験が行われている。また、観察・実験が体系的に行われており、正確で十分なデータが得られている。	統一すべき条件がその理由とともに述べられており、必要ならば対照実験が行われている。また、観察・実験が体系的に行われている。	統一すべき条件がその理由と不明確であったり、必要かつ十分なデータが得られていない。	統一すべき条件とその理由が不明確で、必要ならば対照実験が行われていない。また、必要かつ十分なデータが得られていない。
	④ 得られた研究結果を科学的に分析し、考察している	得られた研究結果を、科学の原理や法則などに基いて適切に分析し、考察している。また、その過程が論理的に分りやすく記述されている。	得られた研究結果を、科学の原理や法則などに基いて適切に分析し、考察している。また、その過程が記述されている。	得られた研究結果を、科学の原理や法則などに基いて適切に分析し、考察しているが、その過程の記述が十分ではない。	得られた研究結果の分析や考察が、科学の原理や法則などに基いておらず、根拠が不明確である。
IV 創造的な能力に関するルーブリック	① 課題の設定や問題の発見に独創性がみられ、その部分分りやすく示されている	課題発見の着眼点に独創性がみられ、問題の発見から課題設定までのプロセスが科学的に丁寧に分りやすく記述されている。	課題発見の着眼点に独創性がみられ、問題の発見から課題設定までのプロセスが記述されている。	課題発見の着眼点に独創的であるとは言えないが、問題の発見から課題設定までのプロセスが分りやすく記述されている。	課題発見の着眼点に独創性は見られない。また、問題の発見から課題設定までのプロセスの記述が不明確である。
	② 観察・実験方法、探究方法に創意工夫が見られる	観察・実験の方法や探究の方法に創意工夫が見られ、工夫した事項が明確に分りやすく記述されている。	観察・実験の方法や探究の方法に創意工夫が見られ、工夫した事項が記述されている。	観察・実験の方法や探究の方法の一部に創意工夫が見られるが、工夫した事項が明確に記述されていない。	観察・実験の方法や探究の方法にあまり創意工夫が見られない。
	③ データ処理に創意工夫が見られる	得られたデータを様々な切り口で整理し、もっとも適当な処理方法により、規則性や傾向を読み取ろうとしている。また、その結果が説得力のある論拠となり得ている。	得られたデータを適切な方法で整理し、規則性や傾向を読み取ることができている。	得られたデータの処理方法が最適とは言えず、規則性や傾向を読み取るにはやや困難なところがある。	得られたデータの処理方法が不適切で、規則性や傾向を読み取ることができない。
	④ 研究の価値を自己評価できている	研究の成果がどのような意味を持つのか、また、課題として残っていることは何かを明確に記述されている。また、研究を発展させるための方向性が示されている。	研究の成果と課題が適切に記述されている。また、今後の方向性に触れている。	研究の成果と課題の記述に不明確なところや、解釈に無理があるところが見られる。	研究の成果と課題が適切に記述されていない。

課題研究の最終局面における活用を前提とするルーブリック（評価基準）ではあるが、課題研究の初期段階から結論づけに至る全ての過程で、ルーブリックの各評価項目の「十分(4)」の評価をフィードバックし、これを意識した指導やコーチングを行う必要がある。図1の各項と評価(4)、および、これによる指導・コーチングの観点を試案した。

## I 探究プロセスに関するルーブリック

### ① 研究課題を決めるまでの道筋がはっきりと示されている。

▶ どのような事象に興味を持ったかが明確に述べられており、課題設定にあたり、これらの事象と課題との間の因果関係や関連性が根拠を基に明確に記述されている。

↳ **〈指導・コーチング〉**研究テーマの設定（研究仮説）が**科学的動機（科学的根拠）**に基づくことを明確にさせる。（→ロードマップ「概要」「背景」「研究概念」の指導とコーチング）

② 課題を明らかにするのに適した観察・実験を計画し、その観察・実験結果の見通しを述べている。

↳ 課題を解決するための観察・実験方法や手順が、科学的な根拠に基づいた目的と見通しとともに述べられている。（科学的な見通しが伴った観察・実験計画の記述）

↳ **〈指導・コーチング〉**研究テーマやその研究仮説を実証するための的確で、適切な実験や観察を実施させる（特に、変数の設定等）。（→ロードマップ「研究の流れ」における具体的実験の方法の指導とコーチング）

③ 科学的客観性を持って観察・実験結果を収集できている。

↳ 観察・実験方法や機器の使用方法が、科学的客観性を持ったものであることが分かりやすく明確に述べられている。また、観察・実験から十分な範囲と量のデータが収集できている。

↳ **〈指導・コーチング〉**研究テーマや研究仮説を実証するための実験や観察に用いる装置や器具、薬品等の使用法や使用目的を正確に説明、指導する。また、実験や観察の結果、得られる**データの質や量が客観性や再現性を担保するに十分なものである必要性**をコーチングする。（→ロードマップ「研究の流れ」における具体的実験の方法の指導とコーチング）

④ 観察・実験の結果から論理的に考察して結論に至っている。

↳ 観察・実験の結果が十分に吟味されており、結論に至るまでの論理が矛盾がなく一貫性があるものになっており、分かりやすく明確に記述されている。

↳ **〈指導・コーチング〉**研究全体の思考の流れが明瞭に説明、表現できることをコーチングする。このことにより、研究計画や具体的研究方法についての矛盾点や修正点に気づかせる。（→ロードマップの作成と検討における指導とコーチング）

## II 基本的な概念、原理・法則などについての系統的な理解に関するルーブリック。「知識理解や事前学習、研究分野の背景の学習」

① 研究のテーマについてこれまでにわかっていることを十分に調べ、序論で整理して述べている。

↳ 研究テーマについて、関連することや先行研究について、文献などの調査が十分に行われており、これまでにわかっていることと、分かっていないことが整理して述べられている。また、これらのことに基づいて、研究テーマの意義が述べられている。

↳ **〈指導・コーチング〉**研究テーマが、既知の事柄、事象であったり、先行研究により、研究済みのことではないことを十分検討することを指導、コーチングする。「研究テーマの意義」とは、単に社会貢献としての意義ではなく、新しい「発見」の有無を検討させることが大切である。（→ロードマップ「概要」「背景」「研究概念」の指導とコーチング）

② 課題に関する既習事項を序論で取りあげ、研究に必要な専門用語や概念を十分に理解し、論文中で適切に用いている。

↳ 研究に関連した専門用語や概念について、その定義が初出の段階で分かりやすく明確に記述されており、文脈の中で矛盾なく適切に用いられている。

↳ **〈指導・コーチング〉**研究テーマや研究内容として、生徒グループが提案する事柄や専門用語の中には、生徒グループが、正しく、または、正確にその内容を説明し切れないものや、「聞きかじり」的で曖昧であることが多い。生徒グループの主張を追求し、自分たちが正確に理解できている事柄と曖昧、もしくは理解できていない事柄との仕分けを促し、研究全体の正確さを誘導するコーチングをする。（→ロードマップの作成と検討における指導とコーチング）

③ 観察・実験の目的を十分に理解し、適切に行っている。また、得られた結果・データの意味をよく理解している。

↳ 課題解決のプロセスの中での観察・実験の目的や意義が分かりやすく十分に述べられており、その結果・データの意味がよく吟味されて示されている。

↳ **〈指導・コーチング〉**研究テーマや研究仮説の実証のための実験や観察が、これに則したものにすることを指導、コーチングする。そのため、各実験や観察における目的（実験や観察によって得られるデータが研究テーマの何を実証するものであるかを念頭にしたその意義）を明確にすることを指導する。（→ロードマップ「研究の流れ」における具体的実験の方法の指導とコーチング）