

モジュール	観 点	ロジックリサーチ
L-1	Logicity (論理性)	説明の一般性 科学的論文形式 IMRAD に沿ったレポートができる

科学研究論文形式である IMRAD (イムラット) を活用して、レポートを作成しましょう。

1. 「科学的論文形式IMRAD」とは

IMRAD (Introduction, Methods, Results And Discussion) の頭文字で示された科学論文の文章構成の形式です。レポートを作成する際、テーマを様々な角度(視点)から見る事、考える事、調べる事が重要です。

- ◆Introduction (はじめに・導入・目的),
- ◆Material and Method (方法・材料),
- ◆Results (結果)
- ◆Discussion (考察)

IMRAD を通してレポート全体の論理の見通しをもつことが重要です。

一般論(教科書に記載されるような既知の事柄)から個別(自分が設定した研究の事柄)の舞台へ落とし込み、様々な方法を用いて追求したうえで、このレポートが一般論と関連してどのような意義があるのか、価値があるのかを示すことができるように意識してレポートを作成します。

ロジックリサーチ:レポート

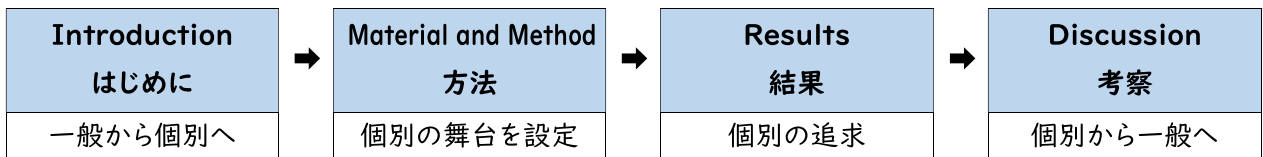
Super Science High School 熊本県立宇土中学校・宇土高等学校
スーパーサイエンスハイスクール (SSH)
ウェルビーイングを目的し、UTO-LOGICを駆使して新たな価値を創る科学技術人材の育成
文部科学省指定(2023~2027) 第Ⅱ期【実践型】

ロジックプログラムⅠ

ロジックリサーチ

テーマ

出席番号	年	組	番
氏名			
指導教員			



2. レポートの内容

レポートは以下(1)~(8)で構成します。研究の目的を達成するために方法を設定することができるか、その方法によって得られた結果が示されているか、結果に基づいた考察がなされているか、科学論文の形式とそのつながりを意識することによって、レポート全体が論理立てた構成になっているか確認することができます。

(1) 表紙	実験レポートに表紙をつける。必要事項記入をする。
(2) 要旨	200字程度で以下の内容に留意し、本文を読まずに理解できるように書く。 「調査の目的・調査した内容・調査して得られた結果・結果の解釈や意義」
(3) 目的	提示したテーマを選択した目的・理由を明確に示す。 「テーマ選択の目的・背景・テーマの重要性」
(4) 方法	調査する方法や手法を示し、読者が調査の再現ができるようにする。 「調査の方法・調査の手法・調査の内容」
(5) 結果	調査して得られた結果を正確に、事実のみを記述する。 「説明文・グラフ・図・表の活用」
(6) 考察	調査して得られた結果をもとに考えられること、発展できる内容を示す。 「目的を踏まえた結果の要約・結果の分析・結果から推測される内容」
(7) 感想	調査した感想や印象などレポートを書いた感想を示す。 「調査結果や考察に関する感想・レポートとしてまとめた感想」
(8) 参考文献	参考にした教科書、文献、資料を示す。 「書籍:著者・出版年・著作名・出版社・ページ数 データ:URL」

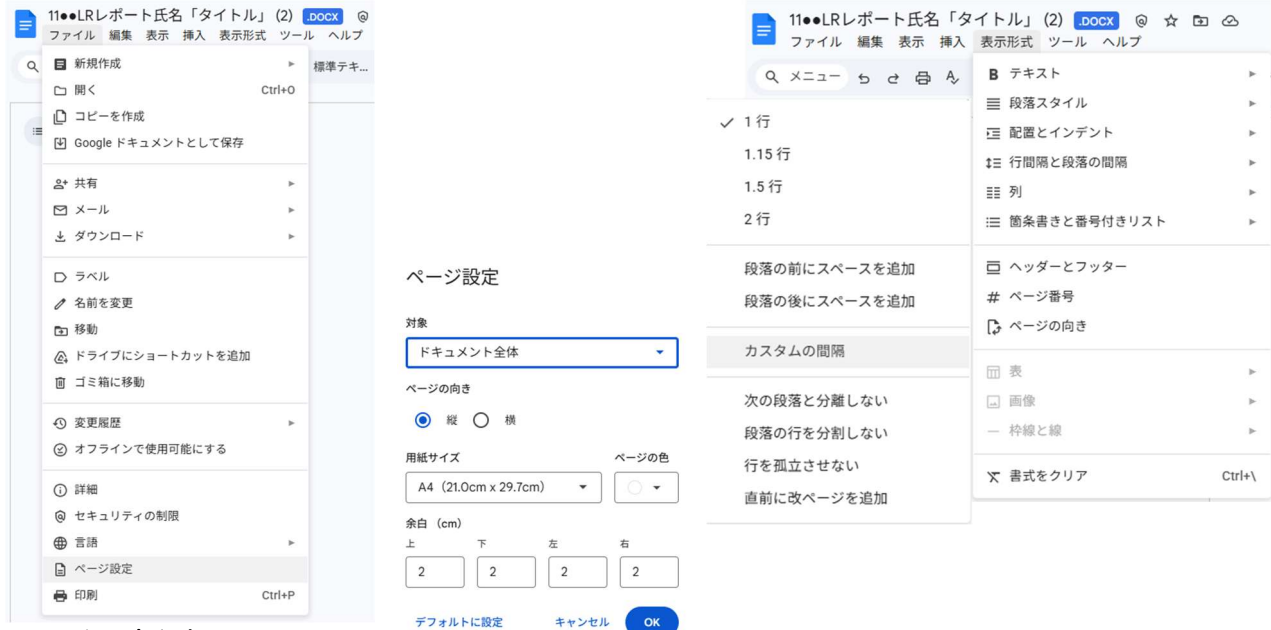
3. レポートの様式

レポートの様式設定を確認する必要があります。「用紙サイズ」、「ページ数」、「行数・1行文字数」、「余白」、「フォント・文字サイズ」、「段組数」、「ページ番号」など作成様式を確認することが重要です。

Googleドキュメントでの設定方法

- ①用紙サイズ・余白設定 “ファイル” → “ページ設定” から設定
- ②段落数・ページ番号 “表示形式” → “列”または“ページ番号”から設定
- ③行数・1行文字数 “表示形式” → “行間隔と段落の間隔” → “カスタムの間隔”から設定

*Microsoft ワードのように行数, 1行文字数の設定ができないため, フォントや余白を調整



4. 目的の書き方

①背景, ②先行研究, ③研究の空白, ④研究目的の順に以下のテンプレートに当てはめてみましょう。

① 背景 近年, ~が問題となっている。	近年, 睡眠不足が問題となっている。特に, 睡眠時間と学習効率の関係について多くの研究が行われている。
② 先行研究 先行研究では, ~が明らかになっている。	先行研究では, 適切な睡眠が記憶の定着に重要であることが報告されている。
③ 研究の空白 しかし, ~については十分に研究されていない。	しかし, これらの研究の多くは大学生や成人を対象としており, 高校生の日常的な学習環境における睡眠と学習効率の関係については十分に明らかになっていない。
④ 研究目的 本研究では, ~を明らかにすることを目的とする。	本研究では, 高校生の睡眠時間と学習効率の関係を調査し, 学校生活の中でどのような睡眠習慣が学習に影響を与えるのかを明らかにすることを目的とする。

■ロジック・チェックリストを通して, 本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Logicity (論理性)

説明の一般性 科学的論文形式 IMRAD に沿ったレポートができる

◆レポートがIMRAD (Introduction, Materials and methods, Results, and Discussion) の形式で項目立て(章立て)された構成ができている。	<input type="checkbox"/>
◆目的(諸言, Introduction)で先行研究を含め, どのような背景で研究が行われたのか, 自分の研究の位置づけを示すことができている。	<input type="checkbox"/>
◆結果 (Results) では, 目的にもとづいて計画された研究方法のデータが, 考察 (Discussion) では, データにもとづく自分の意見や考えが示され, 結果と考察の区分ができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	ロジックリサーチ
O-1	Objectivity (客観性)	情報の正確性 参考文献の出典を明らかにしたレポートができる

資料を用いる際は「参考文献」として、どの部分を引用したか示すようにしましょう。

1. 誠実な研究活動と不正行為

研究は「信頼」によって成り立つものです。自然科学, 社会科学, 人文科学いずれにおいても, 物事を観察し, データを収集し, 適切な方法で得られた結果である「信頼」あってこそです。研究の「信頼」を揺るがす「特定不正行為」が研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン(文部科学省, 2014)で3つ示されています。研究を行う人が知るべきことを知らなかったというのは通用しないことに気をつけましょう。

ねつ造	存在しないデータ, 研究結果等を作成すること。実際に行っていない実験データを作成することや実際に行っているにもかかわらずそのデータに架空データを加えることなど。
改ざん	実際とは異なる研究資料, 機器・過程を変更する操作を行い, 得られたデータ等, 結果を加工すること。実際とは異なる方法を記述することや得られたデータの変更, デジタル加工することなど。
盗 用	他の研究者のアイデア, データ, 研究結果, 論文を当該研究者の了解又は適切な表示なく流用すること。インターネット上の論文をコピー&ペーストして自分のものとして発表することなど。

2. 引用と盗用の違い

「盗用」しないために, 特に, レポートを書く際, 「自分の文章」と「他人の文章」の区別をすることが大事です
【引用】古人の言や他人の文章, また他人の説や事例などを自分の文章中に引いて説明に用いること
【盗用】他人のものを盗んで使うこと。許可を得ないで用いること。(出典:三省堂)

3. 「引用」すること, 「参考文献」の示し方

「引用」することは, 適切に「参考文献」を示すことです。参考にした図書, 雑誌文献, 新聞記事, ウェブサイトなど資料の名称を以下の順で示しましょう

図 書: 「著者名」・「書名」・(「訳者名」)・「出版者」・「出版年」・「開始ページ」-「終了ページ」

例) チャールズ・ダーウィン.種の起源(渡辺政隆 訳).光文社.2009.45-52

雑誌論文: 「著者名」・「論文名」・「誌名」・「出版年」・「巻数」・「号数」・「開始ページ」-「終了ページ」.

例) Takahashi J. Circadian rhythm in the behavior of Hydra.

Journal of Experimental Biology.2015.218.12.1890-1898

新聞記事: 「著者名」・「記事タイトル」・(新聞名)・「発行年月日」・「朝夕刊」・「該当ページ」

例) 山田太郎.生成 AI, 教育現場で活用広がる.(朝日新聞).2024年5月12日.朝刊.3面

ウ ェ ブ: 「著者名」・「ウェブページ題名」・「ウェブサイト名称」・「URL」

例) 厚生労働省.健康づくりのための睡眠指針.e-ヘルスネット.https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/

4. 参考文献の入手方法

参考文献, 引用文献を入手する方法として, 図書館, 検索エンジン, データベースを活用しましょう。研究テーマを探索する段階や研究に行き詰った段階では, 偶然の発見(セレンディピティ)に巡り合える図書館が, 最も有効です。入手したい情報や文献が明確な場合は, 検索エンジンやデータベースの活用が有効です。ただし, インターネット百科事典(Wikipedia等)など出展が明らかでない資料は確からしさに関係なく, 参考文献として扱うことができないことには注意が必要です。

(1) 図書館

分野・系統ごとに配列されている専門書・学術書の閲覧ができます。図書館の本の背表紙に貼ってある番号は、日本十進分類法（NDC）という分類体系で整理され、同分野が集まっています。また、新書（講談社ブルーバックス・PHPサイエンスワールド新書等）の活用も有効です。



(2) ジャパンナレッジ school (オンライン図書館)

ジャパンナレッジ School は、二大百科事典を中心に、中高生の学習に役立つ辞書・事典、参考書、新書・文庫、地図、統計資料など全 68 種類、1,000 冊以上を一括検索・閲覧できます。出版各社から提供された信頼できる情報を 24 時間いつでも、どこでもオンラインで利用できる Web サービスです（ジャパンナレッジ school ホームページより）。キーワード検索、参考文献、統計資料等、確かな引用元で探究を進める習慣をつけましょう。



(3) 検索エンジン

キーワードから情報を得る際に、即時性に長けています。ただし、情報活用の際は出典に注意してください。



(4) データベース検索

企業・団体・研究機関等が公開する学術論文検索サイトを利用して論文を閲覧しましょう。

J-GLOBAL	日本の学術文献検索サイトで、科学技術振興機構が運営
日本学生科学賞情報 Site	日本で最も伝統のある中高校生のための科学自由研究コンテストの受賞歴検索サイト
科学自由研究.Info	NPO 法人日本サイエンスサービスが行う科学自由研究のポータルサイト
Google Scholar	Google が始めた学術文献検索サイト
CiNii	NII 論文情報ナビゲータは学術情報検索できるデータベースサービス
Webcat Plus	国立情報学研究所(NII)が提供する無料の情報サービス
Web of Science	トムソン・ロイターが提供する利用価値の高い引用文献検索機能を備えた学術文献データベース
Scopus	エルゼビアが提供する世界最大級の抄録・引用文献データベース
HighWire	アメリカのスタンフォード大学図書館が主宰するオンラインジャーナル・システム
PubMed	National Center for Biotechnology Information が一般公開する医学関連文献のデータベース

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Objectivity (客観性)

情報の正確性 参考文献の出典を明らかにしたレポートができる

◆参考にした図書、文献、新聞記事、ウェブサイトなど資料の名称を正しく記載できている。 「著書名」、「タイトル」、「出版年」、「ページまたは URL」	<input type="checkbox"/>
◆信頼度の高い資料(著者、出典、公的ウェブサイト等)から参考文献を活用してレポートを構成することができている。	<input type="checkbox"/>
◆レポートのどの部分に参考文献を活用しているか、参考文献のどの内容をレポートに活用しているか、レポートを作成するうえで表記することができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	ロジックリサーチ
G-1	Global (グローバル)	視野の広がり 自分の興味・視野を未知の世界で拓くレポートができる

論文形式 IMRAD を活用して作成したレポートからポスターセッション資料をつくりましょう。

1. ポスターの内容

IMRAD (Introduction, Methods, Results And Discussion) を活用して作成したレポートをもとに右図のように作成します。「タイトル」・「所属・氏名」・「目的」・「方法」・「結果」・「考察」・「結論」・「参考文献」を示す際、図やグラフ、表、フローチャート、写真などを活用して、視覚的に伝わる内容にしましょう。文章は要点のみ記載し、長文でなく伝わるキーワードを中心に構成した内容にするイメージです

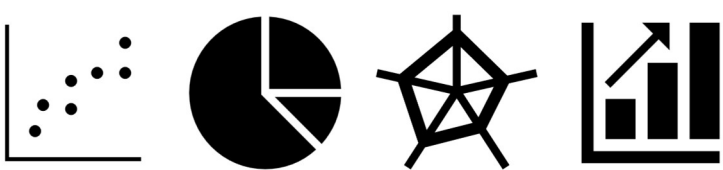

2. ポスターセッションの目的はコミュニケーション

レポート作成を通して得られたことを、いかに理解しやすい形式で相手に伝えるかが重要です。文字(テキスト)や数字(データ)の情報を視覚的に伝わりやすい情報に変換するために、「何を一番伝えたいか」、「何を削ぎ落とすと伝わるか」を整理します。

3. データビジュアライゼーション

相手が一度に処理できる情報量には限界があるため、情報伝達の効率性を高めることが、ポスターセッションで重要になります。「シグナル」(データがもつ元来の意味が相手にとってより伝わりやすくなる効果)を最大化し、「ノイズ」(データがもつ元来の意味ではないものが相手に伝わる効果)を最小化するために、データをデザインする工夫が必要です。例えば、得られた数値データを羅列するのではなく、表に整理すること、表に整理したデータから散布図や円グラフ、棒グラフ、レーダーチャートなど視覚的に表現することがデータビジュアライゼーションの一歩になります。テキストもフローチャートなど視覚的に表現することで伝わりやすくなります。

タイトル(14pt・太字) 熊本県立宇土高等学校(12pt) 1年○組○番氏名(12pt)	
要 旨(5行程度・10pt)	
1. 目的(10pt) 簡潔に整理	4. 考察 結果と関連 付けること
2. 方法 手順を伝える 箇条書きで	5. 結論 簡潔に
3. 結果 図やグラフに は番号を付す	6. 参考文献

<p>データ</p> <p>0 1 0 1 1 1 0 2 1 1 1 3 1 2 3 4 1 0 0 1 0 1 1 1 0 2 1 1 1 3 1 2 3 4 1 0</p>	→	<p>データビジュアライゼーション</p> 
<p>テキスト</p> <p>○○を目的に、○○ をし、○○の結果、 ○○になり、 ○○と考えられた</p>		<p>データビジュアライゼーション</p> 

4. ポスターセッションの立ち位置

ポスターセッションでは、相手にポスターが見えるような立ち位置をとりましょう。ポスターばかり見て説明するのではなく、ポスターと相手の両方を見ながら説明ができるような体の向きにすることでコミュニケーションをとることができます。特に、見てもらいたい箇所、強調したい箇所は指示棒等を用いて指し示しながら説明するように心がけましょう。



5. 研究における自分軸をつくる

「なぜ、その研究テーマを設定し、探究活動をはじめているのでしょうか？」

必ず、研究テーマを設定するうえで、これまでの自分自身と研究テーマの接点があるはず。小学校、中学校での自由研究や総合的な学習の時間等、自身の探究活動の経験から得た気づき。書物やメディア、人物との出会いや、自然や文化、芸術、科学技術などとの接点から感じたこと。過去の体験や経験、旅行などで得られた感覚。これまで学んできたもの、学問や分野から得られた関心や興味。過去または未来を見る視点、ローカルやグローバルに考える視点から浮かび上がる自分軸。できること、やりたいこと、求められることを組み合わせ、何が動機付けになって、研究テーマを設定する自分がどう形づくられたかを整理してみましょう。思考の可視化シートの作成を通して、研究における自分軸がきっと見えてくるはず。

思考の可視化シート

ロジックプログラム I ロジックリサーチテーマ設定 思考の可視化シート		3. ロジックリサーチテーマの視点【自分軸】	
I 年 組 番 氏名		【あてはまるものに○】	
0. はじめに 小学校【自由研究または発明工夫展】 中学校【総合的な学習の時間または自由研究等】		① 課題・関心(きっかけ)	② 時間軸
① ロジックリサーチへの期待感 ② ロジックリサーチへの困り感・不安 ③ ロジックリサーチを通して高めたい資質・能力		③ 方向性	
1. ロジックリサーチのタイトルとテーマ設定理由		自分自身・世の中	過去または現在・将来または未来
テーマ タイトル	設定理由	ローカル・グローバル	
2. ロジックリサーチテーマの視点【分野】		理由	理由
① 分野(教科科目) 【あてはまるものに○】		理由	理由
② 分野(自然科学・総合科学・人文科学・社会科学等) 【あてはまるものに○】		理由	理由
③ 分野(SDGs) 【あてはまるものに○】		理由	理由
3. ロジックリサーチテーマの視点【期待するゴール】		理由	理由
① ロジックリサーチの最終ゴール・到達したいイメージ ② ロジックリサーチで使いたい・つながりたいイメージ		理由	理由
4. ロジックリサーチテーマの視点【方向性】		理由	理由
① ロジックリサーチで得るデータ ② ロジックリサーチの型		理由	理由
5. ロジックリサーチテーマの視点【Well-Being】		理由	理由
① Well-Beingの視点の段階		理由	理由

6. 思考の可視化シートを通した対話

対話を通して、研究テーマを深めていく手法や方法を知ることができたり、研究テーマから学問や分野、キャリアにつながるイメージを伝えてもらったりすることができます。思考の可視化シートを共有して対話をしましょう。
■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Global (グローバル)

視野の広がり 自分の興味・視野を未知の世界で拓くレポートができる

◆目的(諸言, Introduction)で、自分の興味・関心や将来(進学・就職等)との関係性など研究への動機を明らかにすることができる。	<input type="checkbox"/>
◆方法(Materials and methods)で、自分の興味・関心や将来(進学・就職等)との関係性と研究の世界をつなぐ研究手法や方法を選択することができる。	<input type="checkbox"/>
◆ポスターセッションで、自分のレポートを伝わりやすいように1枚のポスターにまとめ、視覚的な構成にすることができる。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	ロジックリサーチ
I-1	Innovativeness (革新性)	感覚の変化 自分の認識・感覚を変えるレポートができる

テーマ設定の際、自分自身と探究する内容の間にはどのような関係があるのかをみつめましょう

1. テーマ調査用紙(入力フォーム)の提出

「ロジックリサーチ」テーマ調査用紙に「テーマ」と「探究概要」を記入して提出します。紙媒体や入力フォーム等、指定された提出方法に対応してください。探究概要では、探究の方向性や題材を中心に簡単に記述してください。どのようなことを、どのような方法で探究していくか伝えるイメージで書きます。

「ロジックリサーチ・ポスターセッション」テーマ調査用紙

Super Science High School	熊本県立宇土中学校・宇土高等学校
スーパーサイエンスハイスクール(SSH)	
ウェルビーイングを目指し、UTO-LOGICを駆使して新たな価値を創る科学技術人材の育成	
文部科学省指定(2023~2027) 第Ⅲ期【実践型】	

テーマ	
探究概要	100字程度(どのようなことを、どのように探究していくか簡単に記述する)

2. 自分の認識・感覚を変える研究にする

①背景, ②先行研究, ③研究の空白, ④研究目的の順で研究の目的は構成されています。以下のテンプレートのうち、特に、「③研究の空白」を通して、現時点(研究前)の自分の認識・感覚を示してください。研究に取り組むことによって、自分の認識・感覚をどのように変えようとしているかをイメージすることができます。

① 背景	近年、～が問題となっている。
② 先行研究	先行研究では、～が明らかになっている。
③ 研究の空白	しかし、～については十分に研究されていない。
④ 研究目的	本研究では、～を明らかにすることを目的とする。

十分に研究されていない「研究の空白」で、自分の認識・感覚を変える視点

内容	どのような内容であるか	高校生の睡眠不足
接点	どの場面・媒体で認識したか	OECD 調査で日本が先進国で睡眠時間が少ないと報告
課題	一般にどのような課題であるか	睡眠不足によって経済損失が大きいという課題
	自分にどのような課題であるか	勉強や部活動, 学校行事等で多忙な高校生が睡眠を削る

自身自身との関連を探る視点

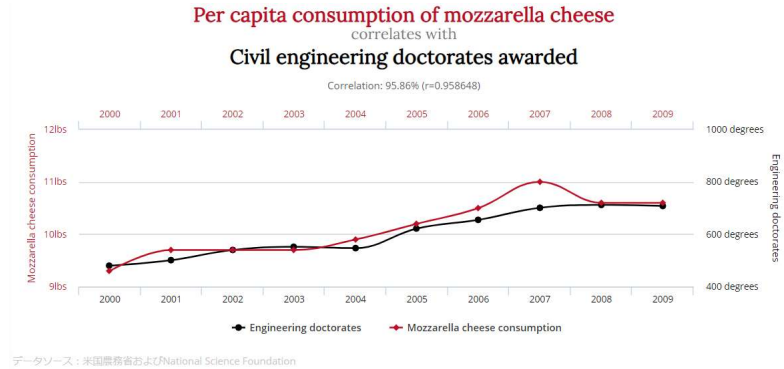
興味・関心	睡眠不足が勉強や部活動などのパフォーマンスにどのような影響があるのか
経験・体験	寝不足のとき, 計算のスピードや記憶の定着の効率が低下した経験
将来・目標	*探究活動のすべてを将来の進路やキャリアに無理やりつなげる必要はありません。 探究を進めながら, 得られる経験・体験, 書物や人物との出会いもあります。

3. 結果と考察の違い

研究の目的を検証するために選択した方法で得られたことが結果です。結果に基づいて、どのような認識、考えをもったのかを示すのが考察です。結果は「客観的」なもの、考察は客観的な事実を無視せずに、その事実を自分がどのように組み合わせて考えるかを示すものと区別をしましょう。

項目	結果	考察
内容	客観的な事実, データ, 傾向の報告	結果に基づく分析, 解釈, 議論, 提言
視点	事実の羅列	論理的な思考, 多角的な視点
目的	事実を正確に伝える	事実の意味を明らかにし, 知見を深める

次のグラフは「モッツアレラチーズ消費量が高いと土木工学博士取得率が上昇する」という相関関係を示したもの（米国農務省および National Science Foundation）です。年々、モッツアレラチーズの消費量が増加していること、土木工学博士取得率が上昇していることは事実である「結果」です。



しかし、このグラフのタイトルに「モッツアレラチーズ消費量が高いと土木工学博士取得率が上昇する」と、2つの結果を関係づけるのはいかがでしょうか？事実である2つの「結果」を組み合わせる考え方、いわゆる「考察」に無理が生じています。考察の視点を変えるか、結果を再度集めるか、検証しなければなりません。

4. 相関関係と因果関係

「モッツアレラチーズ消費量」と「土木工学博士取得率」には、相関関係はありますが、因果関係があるとは言いきれません。モッツアレラチーズを食べれば、土木工学博士を取得できるでしょうか？「相関関係」は二つの事象に関連性があること、「因果関係」は一方の事象が原因となって他方の事象が結果として生じる直接的なつながりを指します。因果関係があれば相関関係も存在しますが、相関関係があるからといって因果関係があるとは限りません。相関関係と因果関係の区別をする3つの視点を心がけましょう。

(1) 第三の要素の存在を疑う

二つの要素に強い相関があっても、第三の要素が影響している可能性がある

(2) 逆の因果関係の可能性を疑う

「Aが原因でBが起こった」だけでなく、「Bが原因でAが起こった」可能性もある。

(3) 因果関係を判定する条件の理解

因果関係が成立するための基本的な考え方を理解し、他の要素の影響がないか確認する

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Innovativeness (革新性)

感覚の変化 自分の認識・感覚を変えるレポートができる

◆目的（諸言, Introduction）で、現時点における自分の興味・関心や将来（進学・就職等）と探究テーマの関係性を認識した表記ができている。	<input type="checkbox"/>
◆考察（Discussion）で、結果（Results）から、どのような認識・感覚（考えや意見）が生じたのか記載することができている。	<input type="checkbox"/>
◆感想で、探究前後でどのように自分の認識・感覚が変化をしたのか、振り返って自身の変容を記載することができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	ロジックリサーチ
C-1	Creative (創造性)	未知の創造 自分の既知と未知の区別があるレポートができる

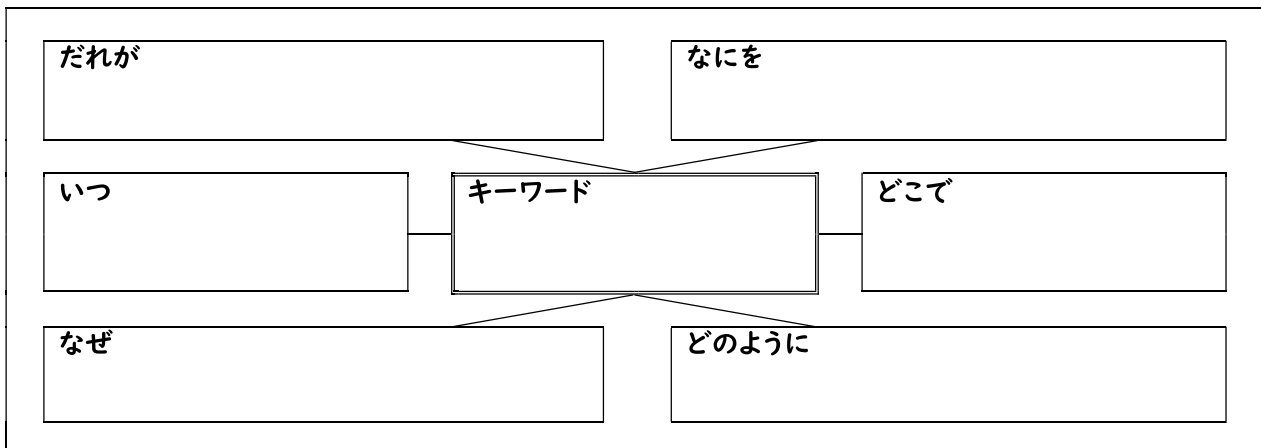
シンキングツールを用いて、探究テーマがどのように広がっていくかを視覚化しましょう。

1. シンキングツール

シンキングツールとは、分類する・比較する・関係づける・理由づける・順序立てる・構造化するなど、ものごとを複合的に考える際に、思考を整理して見えやすい形で表現するための道具(ツール)です。中心語となる「キーワード」には、できるだけ「名詞」を入れるように、かつ広すぎない名詞を入れましょう。自分の過去の経験・体験にもとづく興味・関心から見出すキーワードでも、自分の将来の目標や進路にもとづくキーワードでも構いません。または、探究活動を進めながら中心語となるキーワードが変わっても構いません。思考が広がっていくことを可視化することを大事にしましょう。

(1) アヤトウス・カルタ(Ajatus Kartta)

思考の地図「アヤトウス・カルタ(Ajatus Kartta)」はシンキングツールの1つです。中央のテーマから連想されることを、枝をつなぐように書き連ねていくのはマインドマップと同じですが、アヤトウス・カルタの場合、無秩序に思いついたものを書き連ねるのではなく、5W1Hに近い形で階層構造化するものです。探究してみたいテーマ「キーワード」を中央に記入し、「いつ」「どこで」「だれが」「なにを」「なぜ」「どのように」に着目し、先行研究または先行調査している内容を調べてみましょう。



(2) マインドマップ(Tony Buzan)

概念の中心となるイメージを中央に描き、そこから放射状にキーワードやイメージを広げ、つなげていくブレインストーミングの手法。キーワードのメインブランチ(枝)からワードを含むブランチを曲線で広げていきましょう。

マインドマップの書き方

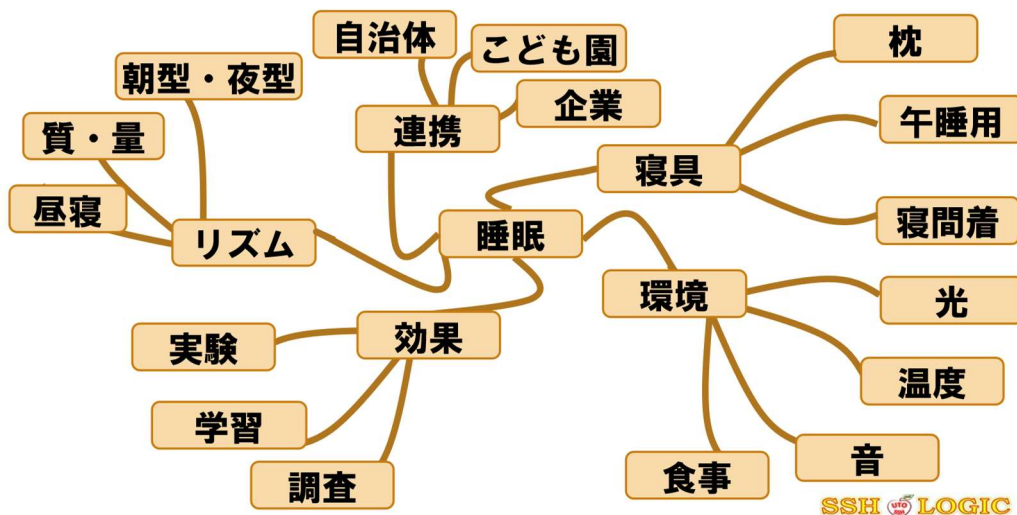
- ①無地の紙を使用 ②用紙は横長で ③用紙の中心から描く ④テーマはイメージで描く
- ⑤1つのブランチに1ワード ⑥ワードは単語で書く ⑦ブランチは曲線 ⑧太さに変化をつける
- ⑨関連づける(全て繋げ、繋がりは全て同色) ⑩独自のスタイルで ⑪創造的に ⑫楽しんで書く

2. 自分の中心語(キーワード)を広げる

自分の中心語(キーワード)について、マインドマップを通して広げながら、分類・比較・関係・理由・順序・構造化など、思考を整理する過程で、「研究、調査等をしないと広がらない」領域が見えてくるはずだ。

これこそが、これから自分が探究すべき中心語(キーワード)になってきます。実は、探究をしながら、自分の真ん中にあるキーワードが変わってきたり、細分化されてきたりします。例えば、「睡眠」を自分の中心にしたとしても、睡眠環境に着目して部屋の「光」を検証していくうちに、光源・光量・光束(ルーメン)・照度(ルクス)・光度・色温度など照明機器が自分の中心になり、進路・キャリアにつながることもあります。自分の中心語(キーワード)を設定することを恐れずに、探究しながら自分のなかの真ん中を探究する姿勢を大事にしましょう。

探究しながら、自分の「真ん中・キーワード」を探究する



3. 未知と既知の区別をする

知識の有無(横軸)はその知識を「知っている」か「知らない」か、その知識の自覚の有無(縦軸)は自分が知識を「知っている」と自覚しているか「知らない」と自覚しているか、この2つを組み合わせると、4つの領域が生まれます。「未知」なるものに挑むためには、知らないことを自覚するだけの知識が必要になります。「既知」と「無知」を区別すること、「不知」の領域に気付けるための経験や体験をすることを心がけましょう。

	「知っている」を	「知らない」を
知っている	既知 知っている。自分でも知っている」と自覚している	未知 探究することができる領域 知らない。知らないことを自覚している
知らない	無知 学びを通して知識を得る領域 知っているが、知っていることに自覚していない	不知 まだ問いとしても現れていない領域 知らない。知らないことも自覚していない

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Creative (創造性)

未知の創造 自分の既知と未知の区別があるレポートができる

◆探究するテーマについて、アヤトウス・カルタの視点(なぜ、だれが、なにを、いつ、どこで、どのように)やマインドマップの手法で広げることができている。

◆目的(諸言, Introduction)で、自分が学んだ事柄・知っている内容を明記し、自分がまだ知らない、どのような内容を探究しようとしているか明記することができている。

◆探究を通して、自分が知らなかった事柄がどのように変化したのか、未知の領域がどのように変容したのか明記することができている。

モジュール	観 点	プレ課題研究
L-2	Logicity (論理性)	説明の确实性 説明の根拠となるデータを示すことができる

データの単位を明らかにし、どのような図(グラフ)・表でデータを示すか検討しましょう

1. データの単位

単位とは、量を数値で表すための基準となる決められた一定量の事です。国際単位系(SI 単位系:Le Systeme International d'Unites)には、長さや重さ(質量)のように、基本となる単位が 7 つの基本単位が定められています。そして、7つの基本単位を組み合わせた単位を SI 組立単位といい、22個が定められています。

表 SI 基本単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

2. データの書き方のルール

単位には、全角, 半角, 大文字, 小文字, 直立, 斜体と書き方が定められています。

表 SI 組立単位

物理量	名称	記号
振動数	ヘルツ	Hz
力	ニュートン	N
圧力, 応力	パスカル	Pa
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J
仕事率	ワット	W
電荷, 電気量	クーロン	C
電位, 電圧	ボルト	V
電気容量(静電容量)	ファラド	F
電気抵抗	オーム	Ω
コンダクタンス	ジーメン	S
磁束	ウェーバ	Wb
磁束密度	テスラ	T
インダクタンス	ヘンリー	H
セルシウス温度	セルシウス度	°C
線源の放射能	ベクレル	Bq
吸収線量	グレイ	Gy
線量当量	シーベルト	Sv
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

①数字と単位の間には 0.5 字(半角)の空白を入れる

②数字は全角ではなく, 半角で表記する

③SI 単位系では大文字・小文字を厳格に区別する

【正】1.83 m

【誤】1.83m (数字と単位の間空白がない)

1.83 m(数字が全角)

1.83 M(単位が全角)

3. 単位を用いるということ

単位は、どのような人でも使えるはかるときの共通の基準であり、基準が同じだからこと、比べることができるようになります。単位を用いることで、実験や調査を通して得られたデータの意味を主観でなく、客観的に伝えることができるようになります。

4. データの種類

得ようとするデータ, 得られたデータがどのような性質をもつものであるか整理をしてみましょう。データは、「量的データ」と「質的データ」の2つに分けることができます。データの性質を理解することで、データの得る目的が明確になります。

量的データ(数値で表せるデータ)		質的データ(数値でなくカテゴリーで表すデータ)	
比例尺度	間隔尺度	順序尺度	名義尺度
数字の差と比(倍数)が意味をもつ。ゼロがある	数値の差が意味をもつ ゼロがない	大小関係に意味がある	同じか違うかに意味 種類を区別するラベル
絶対温度(K) 時間(1年, 1分, 1秒)	摂氏温度(°C) 西暦(100年と200年)	震度, 雲量, 学年 成績, 順位, 満足度など	血液型, 性別, 背番号 生物や鉱物の分類など

5. データを図で示すか、表で示すか

データを図にも表にもできる内容なら、図の方が直感的に伝えられるため、図にした方がよいです。表にするのは、①正確な数値を示したい、②数値以外を示したい、③異なる種類の情報をまとめたい、この場合です。不要な重複をさけ、簡潔に示すことを心がけましょう。

6. 表のつくりかた

表の一番上の行には「タイトル」を書きます。一番左の列は「タイトル列」にし、名称や単位を表中に書きま
す。データは簡潔に示すことを意識しましょう。タテ罫線は基本的に引きません。

表 I 採取サンプルの特徴

	A	B	C
計測値	宇土	三角	小川
全長	183 cm	1.67 m	1720 mm
色	緑	黄	赤

表 I 採取サンプルの特徴

	A	B	C
計測値	宇土	三角	小川
全長(m)	1.83 m	1.67 m	1.72 m
色	緑	黄	赤



7. 図(グラフ)の基本

グラフの基本になるのは「線グラフ」と「等高線グラフ」です。線グラフは 1 つの独立変数についての変化の
関係を、等高線グラフは 2 つ以上の独立変数についての関係を示します。例えば、気圧は緯度、経度、高度、時
間の関数で示されるため、独立変数が 4 つであり、等高線グラフを用います。グラフの基本を知り、どのような
グラフで表現するかを検討しましょう。

独立変数と従属変数の違い

(例:数学) 関数 $y=f(x)$ において、 x を独立変数、 y を x に対する従属変数といいます。

(例:事象) 平均気温が 1°C 上昇するとジュースの出荷数が 100 本上昇する。

独立変数が平均気温【原因】 従属変数がジュース出荷数【結果】

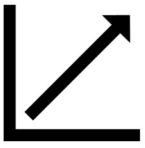
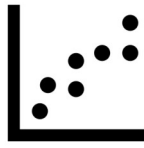



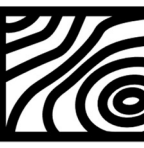
テーマを設定し、実験・調査を行う際、どのような表、グラフを作成するかをイメージする必要があります。

「独立変数」の数が 1 つなら、 $Y=aX$ 「独立変数」が複数なら、 $Y=a_1 \times X_1 + a_2 \times X_2 + \dots$

「独立変数」の数は、研究の条件をそろえるために「絞る」、多角的に検証するために「増やす」

この「独立変数」の数の設定こそが、研究計画のカギを握る大事な視点です

グラフの種類

					
線グラフ	散布図	棒グラフ	円グラフ	レーダーチャート	等高線図

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Logicity (論理性)

説明の確実性 説明の根拠となるデータを示すことができる

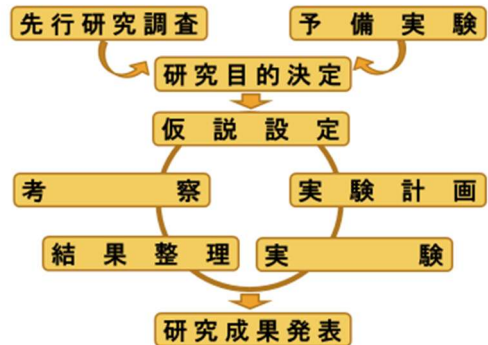
◆データの書き方(全/半角, 大/小文字, 直立/斜体, SI単位系)のルールに則って、研究から得られたデータを示すことができている。	<input type="checkbox"/>
◆結果(Results)では、方法(Methods)にもとづいて得られたデータが、図・表・グラフなど適切な形式で整理し、根拠として示すことができている。	<input type="checkbox"/>
◆量的データ(数値で単位がある, 間隔尺度[ゼロがない]と比例尺度[ゼロがある])と質的データ(数値でない, 名義尺度[順番や大小なし]と順序尺度[順番や大小あり])の違いが整理できている	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	プレ課題研究
0-2	Objectivity (客観性)	研究の妥当性 確立した科学的手法を用いた実験・研究ができる

先人が確立した手法を用いて実験・研究・調査を進め、探究テーマを深めていきましょう。

1. 探究活動の進め方

科学的探究活動は右図に示す概念で進められ、「先行研究調査・予備実験」を経て「研究目的」と「仮説」を設定し、「実験計画」を立案することによって、探究活動を展開することができます。「研究目的」を決定して仮説検証するためには科学的手法を用いた「実験計画」が必要です。確立した科学的手法を用いた実験計画を立案するために、教科書をはじめとした文献及び論文等を整理したデータベースを活用しましょう。



Google ドライブの共有ドライブには、過去の研究成果をまとめた課題研究論文集がアップロードされています。研究の「タイトル」を見て、研究の「目的」と「方法」を見てください。どのような方法で検証しようとしていたのかを「目的」と「方法」、その「結果」を併せて情報を得ることによって、自身の「実験計画」のヒントを得ることができます。



2. 科学的手法を用いた実験・研究デザイン

研究対象を明確にしたうえで、変化を与える「実験群」と変化を与えない「対象群(コントロール)」を設定する必要があります。対照実験は、「実験群」と「対象群」を比較するために、与える変化(変数)を何にするか、条件を整えることが大事です。その結果、得られるデータが量的データ、質的データのどちらであるかを考えてみましょう。研究対象の質に着目した研究(定性的研究)、量に着目した研究(定量的研究)のどちらからアプローチするかを決めることになります。このように科学的手法を用いた実験・研究デザインは見通しが重要です。

研究目的(明らかにしたいこと, 調べたいこと)
↓ 研究目的決定
研究対象(複数の要素が組み合わさった現象の何を研究対象にするか)
↓ 研究対象決定
条件設定(変化を与える実験群と変化を与えない対象群をどう設定するか)
↓ 条件設定決定
分析方法(対象の質に着目した定性的研究か量に着目した定量的研究か)
↓ 分析方法決定
分析方法(対象の質に着目した定性的研究か量に着目した定量的研究か)

3. 高校生が研究に取り組む際の国際ルール

その際、安全面・倫理面に配慮するようにしましょう。インテル国際科学技術フェア(Intel International Science and Engineering Fair) 公式ルールブック“International Rules for Pre-College Science Research”を参照するとよいです(NPO 法人日本サイエンスサービス[NSS]によるルールブック翻訳)。以下の目次を参考に、詳細は毎年、更新されるルールブックで確認をしましょう。

中高生の科学研究のための国際ルール International Rules for Pre-College Science Research

目次

I すべての研究に共通する基本要件

①倫理声明

誠実性・法令順守・守秘義務と知的財産の尊重・環境への配慮・リスクの認識・動物の愛護・被験者の保護・潜在的危険性のある生物および生物由来物質

②参加資格および制限 ③研究に関する基本要件 ④継続研究・研究の発展 ⑤チーム研究

II 研究内容に応じた追加規則

①ヒトを対象とする研究

身体的な最小限のリスクを超える例、心理的な最小限のリスクを超える例、プライバシー配慮、リスクグループ

②脊椎動物を扱う研究 動物を使用するため指針「4つのR」

Replace(置き換える)・Reduce(数を減らす)・Refine(苦痛の軽減)・Respect(敬意を払う)

③潜在的危険性のある生物および生物由来物質を扱う研究

未知の微生物を対象とした研究、遺伝子組換え技術を用いた研究、ヒトや動物の新鮮組織または凍結組織を用いた研究、組織および体液(血液、血液製剤を含む)を対象とした研究、生物由来物質のリスクグループの分類、生物学的封じ込めレベルへの留意

④危険性のある化学物質・作業および装置を扱う研究

DEA(米国麻薬取締局)規制対象物質、処方薬、酒・たばこ、火器・爆発物、規制されたドローン、放射線有害な化学物質と環境保全に責任を持つ化学、危険性のある装置、

III 審査・承認と必要書類

①必要書類 ②研究計画書・研究概要 ③科学審査委員会 ④研究倫理審査委員会

IV 展示および安全規定

①展示および安全に関する規則 ②展示禁止物 ③要旨および発表の規則

V 付録

①研究分野カテゴリー一覧 ②提出フォーム一覧 ③倫理・安全ガイドライン

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Objectivity (客観性)

研究の妥当性 確立した科学的手法を用いた実験・研究ができる

◆研究目的に応じて、検証するために選択した研究方法や手法の選定理由を明確に示すことができています。

◆教科書や文献、論文等に基づいた先行研究を踏まえた研究方法や手法を用いて、実験・研究計画を立案することができています。

◆複数の要素が組み合わさった事象・現象から研究の対象を具体的に定め、対照群(変化を与えない)と実験群(変化を与える)を設定して実験・研究ができています。

②方法(Method)

i) …was used to , …has been used to :…を使用した

Several [Various, Following] methods were used to find out the maximum value.

*最大値を得るためにいくつかの(様々な, 次のような)方法が用いられた。

ii) …using~ :~を使って…する

The crucial point was determined using computer simulations.

*コンピュータシミュレーションで臨界点が特定された

iii) ~have been used for …, ~was used for :…のために~を採用(利用)した

An artificial weather instrument has been employed for encouraging the growth of sprouts.

*新芽の成長を促進するために人工気象装置が用いられた(採用された)。

③結果(Results)

i) The result was that …, the result showed that … :その結果…になった

The result was that the processing unit in Play Station was the strongest.

*その結果, プレイステーションの処理装置が最も強力なものとなった

ii) it was found that … = … was found to do

It was found that the processing unit in Play Station was the most powerful.

The Sony's central processing unit was found to be the most powerful.

*ソニーの中央演算装置が最も強力であるとわかった。

iii) consequently, … :結果として

Consequently, the buildings with water on top withstood the earthquake far longer than other buildings without a pool of water on top.

*結果は屋上に水を設置した建物が他のものよりはるかに長く地震に耐えるということである。

④結論(Conclusion)

i) in conclusion, … :結論は…である

In conclusion, Play Station has the most powerful processing unit than any other home use game machines.

*結論はプレイステーションが最も強力な処理装置を持っているということになった。

ii) the results indicated that … / it was concluded from the results that …:結果が…を示している

The result indicated that the colorless and odorless gas was carbon dioxide.

*結果はその無色無臭のガスは二酸化炭素であることを示した。

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Global (グローバル)

グローバルの一步 研究の概要 Abstract を英語でも説明することができる

◆研究の概要 (Abstract) を説明するために、①研究の目的、②研究の方法、③研究の結果、3つの要素を含め、英語で簡潔に説明することができる。	<input type="checkbox"/>
◆無生物主語や受動態の文(第一人称の主語を使用しない)にすること、時制は過去形で記述することに留意した研究の概要 (Abstract) を表現することができる。	<input type="checkbox"/>
◆研究内容を記載した本文から①研究の目的、②研究の方法、③研究の結果、3つの要素が抽出されており、研究の本文と概要に違いがない Abstract を構成することができる。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	プレ課題研究
I-2	Innovativeness (革新性)	知識の変化 研究内容と教科書等学習内容の関連ができる

研究の位置づけや背景、検証方法を明らかにし、構想発表することで方向性を定めましょう。

1. 研究構想メモ

プレ課題研究の「研究テーマ」は、研究構想メモを作成する際、先行研究やロジックリサーチでの取組等、「なぜ自分がその研究テーマを設定するのか」背景を見つめたうえで設定されたものでしょう。その研究の目的を達成するために、先行研究や確立された実験・調査方法に基づく検証方法を選択します。このように、探究活動の研究の方向性を定める研究構想メモを作成するうえで、基本となるのは知識です。どのような知識が研究の基礎となっているのか教科書関連事項との整理をしてみましょう。

文部科学省指定(2023~2027) 第三期【実践型】 ウェルビーイングを目指し、UTO-LOGICを駆使して新たな価値を創る科学技術人材の育成 Super Science High School 熊本県立宇土中学校・宇土高等学校

プレ課題研究「研究構想メモ」

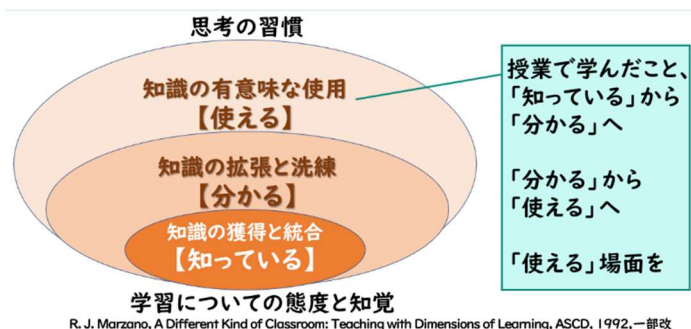
テーマ	
メンバー	
研究の目的	
背景(先行研究やロジックリサーチでの取組)	検証方法(どのように研究を進めていくか)
知識(研究の基礎となる教科書関連事項)	

2. 研究の基礎となる教科書関連事項を整理する

高校で学ぶ学習内容と研究の基礎となる知識を教科書でつないでみましょう。

キーワード	教科・科目	教科書記載単元・事項

学習とは知識を覚えることではありません。また、知識と思考力は別に身につけるものでもありません。学習の次元(A Different Kind of Classroom: Teaching with Dimensions of Learning, Robert J. Marzano)に示されている学びの構造は、知識を得る「知っている」段階から知識を拓げる「分かる」段階へ、そして知識を使う「使える」段階へ、複数の知的活動が同時に動くプロセスであることを説明しています。知識か、思考力か、ではないのです。



3. 研究の基礎となるキーワードの定義を整理する「ジャパンレッジ school」活用

研究テーマの中核となるキーワードは辞書や書物では、どのように扱われているでしょうか？教科書や辞書、書物に示されている内容は、これまで学術的に積み重ねられた知識のうえに成り立つ定義です。その定義を、しっかりと理解することは、これから研究しようとする内容の立ち位置を知る重要な第一歩になるはずで

ジャパンレッジ school (株式会社ネットアドバンス, 販売代理店:株式会社紀伊國屋書店) は、二大百科事典を軸に中高生の学習に役立つ辞書・事典, 参考書, 新書, 統計資料などから一括検索/閲覧できるインターネットサービスであり, 出版各社から提供された信頼できる情報を 24 時間いつでも, どこでも利用できる, まさに“オンライン図書館”です (ジャパンレッジ school ホームページ引用)。キーワード検索機能, セマンティック検索の双方を駆使して, キーワードの定義の整理と学術的な理解を深めましょう。

キーワード検索

ジャパンレッジ School

セマンティック検索

研究テーマに関連するキーワードと学術的な定義を辞書・文献等でつないでみましょう。

キーワード	引用元	定義・記載事項

■ロジック・チェックリストを通して, 本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Innovativeness (革新性)

知識の変化 研究内容と教科書等学習内容の関連ができる

◆設定した目的が, 先行研究や自身が過去に取り組んだ探究活動, 研究, 教科学習などでの内容を研究の背景として関連づけて説明することができている。	<input type="checkbox"/>
◆研究で扱う内容の基礎となる知識や概念が, 教科・科目で学習する教科書関連事項と関連づけることができ, 自身が学習した内容のなかに位置づけて整理することができている。	<input type="checkbox"/>
◆プレ課題研究の目的を達成するための検証方法を具体的に設定することができ, どのように研究を進めていくか検証方法の道筋を立てることができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	プレ課題研究
C-2	Creative (創造性)	知識の創造 研究内容から教科書等学習内容の知識ができる

研究を通して得られた経験や知識、発信したい内容を次代へ引き継ぐ文として作成しましょう。

1. プレ課題研究の振り返りと「次代へのフィードバック」

探究活動を進めるうえで、プレ課題研究における「研究テーマ」に関する経験を自身の課題研究への発展、次代への継承につながるよう以下の内容を班員でまとめましょう。

テーマ	
班 員	
担当者	

1. プレ課題研究全般について

① 良かったこと・楽しかったこと・満足したこと・やりがいを感じたこと

.....

.....

② 苦勞したこと・大変だったこと・不十分だったこと・後悔していること

.....

.....

③ このテーマに取り組むうえで次代に伝えたいこと

.....

.....

④ プレ課題研究と授業をはじめとする日々の学習との関連事項

.....

.....

.....

2. 研究内容について

① 研究方法で良かった点・苦勞した点

.....

.....

② 研究を効率よく進めるうえでのアドバイス・ポイント

.....

.....

③ この研究を継続して発展させる場合、取り組む研究計画

.....

.....

3. 研究発表について

① 要旨作成・プレゼンテーション・ポスター作成で良かった点・苦勞した点

.....

.....

② 研究発表を効率よく進めるうえでのアドバイス・ポイント

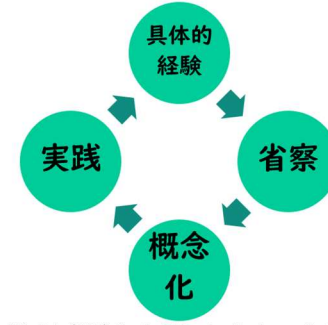
.....

.....

2. 経験学習モデルを通した振り返り(リフレクション)

探究活動は、体験しただけ、経験しただけでは成長や変容は期待できません。体験や経験を振り返り、意味づけし、次の行動を試すことで初めて学びが深くなります。経験学習モデル(Experiential Learning Theory, David A. Kolb)は、学習を4つの段階の循環として捉えていて、学びは一直線ではなく、ぐるぐる回るサイクルとしています。探究活動を、経験学習モデルを通して、振り返ってみましょう。

経験学習モデル



① 具体的経験

自身の状況下、具体的な経験をする

② 省察

自身の経験を多様な観点から振り返って内省すること

③ 概念化

そこで得られた教訓や気づきを他の状況でも応用できるよう、一般化・概念化すること。

④ 実践

その理論を、新しい状況下で実際に試行すること。

Kolb, D. A. (1984) Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development, Prentice Hall.

まず、「① 具体的経験」として、探究活動を通して、

様々な経験や体験、研究や調査を通してデータを得ます。大事なものは、「② 省察(リフレクション)」です。体験や経験を多様な観点から振り返ります。探究活動を通して感想や気づきを言語化すること、得られた成果と課題をイメージすること、時間や場所、人や学問とのつながり、ルーブリックやチェックリストを活用した自己評価など、内省するための観点は様々です。省察(リフレクション)を通して得られた教訓や気づきを一般化・概念化することが「③ 概念化」です。その概念を活かして「④ 実践」する。経験学習モデルは、このサイクルを繰り返すことで学びを深めるとしています。

例えば、就寝前にどのような行動(入眠儀式)をすれば入眠までの時間が早くなるか研究を行ったとします。入眠時間を測定していくなかで、研究データをどのくらい集めたらよいか、入眠前の食事の時間や学習内容、入浴やレクリエーションなど、どのくらい制限したらよいかなど、実験前に設定すべき条件があったことに気がつくでしょう。その経験を通して、「実験を行う際は研究計画が重要で見通しをもつ必要がある」と他の状況でも応用できるように一般化します。この研究計画の重要性を意識して、入眠前に整えておくべき条件を整理し、入眠までの時間が早くなる入眠儀式の研究を行う。このように、実践と省察の繰り返しによって、探究活動を通して学びを深めていく必要があります。以下のフレームを活用して、探究活動で学んだことを可視化しましょう。

① 具体的経験
↓
② 省察(リフレクション)
↓
③ 概念化
↓
④ 実践

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Creative (創造性)

知識の創造 研究内容から教科書等学習内容の知識ができる

◆研究を通して、自身の充分だった点(良かった、満足した)、不十分だった点(悪かった点、後悔した)を整理し、自身の取組を振り返ることができている。	<input type="checkbox"/>
◆研究を通して得られた成果や気づきを言語化することによって、自身が次年度に取り組む場合、または他者や後輩が継続して研究する場合を想定した研究計画を伝えることができている。	<input type="checkbox"/>
◆研究を通して生まれた学びや発見を、教科書をはじめとする教科・科目の既存の知識体系に結びつけることができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	2年課題研究「構想発表会・中間発表会」
L-3	Logicality (論理性)	説明の一貫性 研究の仮説・目的と手法, 結果, 考察に一貫性がある

他者に発表する機会を通して、論理的に一貫性ある研究発表ができていますか振り返りましょう

**1. プレゼンテーション(ゴール)から逆向き(バックキャスト)に研究内容を見つめる, 研究内容を振り返る
プレゼンテーションコンプリートリスト20(Uto-PCL20)**

課題研究では、「仮説」・「目的」を検証するための「手法」を選択し、「結果」を得て、「考察」を行います。研究の過程で、研究当初にたてた「仮説」・「目的」と、得られた「結果」とそれにもとづく「考察」に相違はないか、一貫性はあるか点検するうえで研究発表の機会に「説明」する意識をもつことが重要です。プレゼンテーションコンプリートリスト20(Uto-PCL20)を活用して自身の課題研究の見直しをもつとともに、課題研究の内容を自己評価(1項目5点満点, 合計100点満点で算出)することを心がけましょう。

プレゼンテーションコンプリートリスト20(Uto-PCL20)

- 1 <きっかけ・調査>研究のきっかけが明確か。予備調査・予備実験でデータの有用性が確認できたか。
- 2 <テーマ性>テーマ設定にオリジナリティがあるか。継続研究は自身の研究の範囲が明確に示せたか。
- 3 <態度・表現>原稿を読まずに伝えられたか。英語で伝えられたか。
- 4 <要約・目的>先行研究の紹介や、これまでに明らかにされていないことをもとに課題と目的が示せたか。
- 5 <仮説>何を根拠にどのような仮説を立てたか等、研究のねらいを示せたか。
- 6 <研究手法>どのような装置・器具, 理論・法則を用いて行ったかなど研究手法を明確に示せたか。
- 7 <アイデア>手作りの器具や取材, 独自のアンケート結果などオリジナルの工夫点は示せたか。
- 8 <実験方法>どのような方法で実験・調査・観察を行ったかを図や写真等を用いて明確に示せたか。
- 9 <調査環境>天気・気温・室温・湿度・種類などの環境や条件, 比較対象が適切に示せたか。
- 10 <回数>測定・調査は何を基準に何回行ったかを明確に示せたか。実験ノートですぐに示せるか。
- 11 <グラフ化>得られた結果をグラフや図を用いて有効な関係性を示せたか。
- 12 <考察>得られた結果から何がわかったかを明確に考察できていたか。
- 13 <妥当性>今回の研究にはどのような理論や法則性が最も適切かなど妥当性を明確化できたか。
- 14 <独自性>文献にはない特徴や新たな発見, オリジナルな視点は何かを明確に示せたか。
- 15 <展望・発展性>この成果から何に活用できるかなどの展望や, 発展性が伝わったか。
- 16 <タイトル>発表タイトルは簡潔で, 興味を惹くものとなっていたか(サブタイトルも含む)。
- 17 <記載>参考文献, 指導者・協力者・協力機関への謝辞の記載があるか。
- 18 <時間>発表時間を有効に活用し, わかりやすく説明できていたか。
- 19 <見やすさ>字の大きさが適当で, キャプションの見出し(図; 下, 表; 上)は適切に示せたか。
- 20 <質問対応>質問されそうな内容の対応ができていたか。質問には明確に答えられたか。

自己評価リスト

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

2. 教育設計の考え方“思考のひっくり返し”

学校は、課題研究のように、設定したテーマに対して、実際に取り組んだ内容を説明するパフォーマンス課題（実際に何かを作ったり説明したりする課題）を設計する際、逆向き設計論（Understanding by Design, Grant Wiggins・Jay McTighe）を用いることが一般的です。順向き設計では、教える内容を決め、授業を行い、評価をする流れですが、逆向き設計では、① 最終的に理解してほしいことを決める（ゴール）、② それを理解された証拠を考える（評価）、③ そのための授業を設計する（授業）という流れです。

パフォーマンス課題の設計（GRASPS）は、逆向き設計の評価部分を具体化するフレームです。ロジック・ルーブリック及びロジック・チェックリストをもとに設定されたプレゼンテーションコンプリートの達成を目指すことで、意識してもらいたい点、大事にってもらいたい点を身につけてほしいという設計になっています。

GRASPS (グラスプス)・逆向き設計論

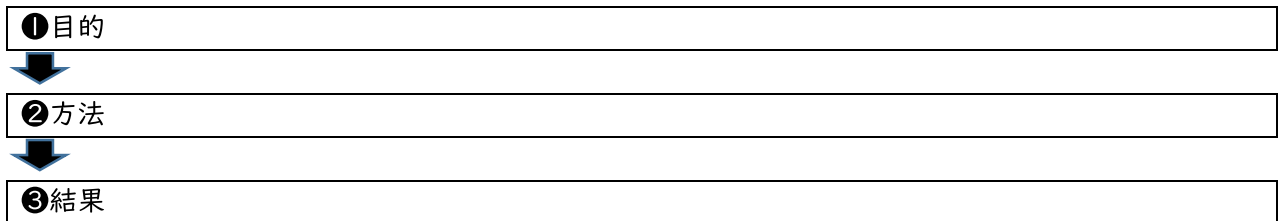


Wiggins and McTighe 2012 The Theory of Backward Design

G:Goal	(目的) 生徒が何を達成するのか	プレゼンテーションコンプリートリストを達成する
R:Role	(役割) 学習者は誰として活動するのか	生徒が探究活動に取り組む学習者として活動する
A:Audience	(対象) 誰に向けて説明するのか	生徒や教員, 聴衆者に向けて説明する
S:Situation	(状況) どの状況で課題が生まれたのか	設定したテーマで探究活動に取り組む
P:Product	(作品) 何をつくるのか	プレゼンテーション資料やポスター等
S:Standards	(評価) 何を基準に評価するか	ロジック・ルーブリック, ロジック・チェックリスト

3. 一貫性のある説明をすること

研究の目的と研究方法・手法がつながっているか、得られた結果が研究の目的を達成するものであるか、このように目的-方法-結果の3つがつながっているか確認し、その3つを意識した説明を心がけることで一貫性ある論理的な説明ができるようになります。探究活動で行う目的-方法-結果に一貫性があるか、各項目のキーワード(スライドの見出し, 要旨の項目に記載するような短い文)にまとめてみましょう。



■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Logicity (論理性)

説明の一貫性 研究の仮説・目的と手法, 結果, 考察に一貫性がある

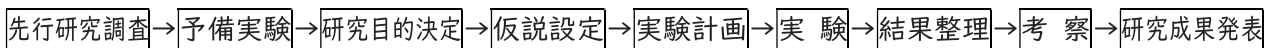
◆研究の目的 (Introduction) および仮説を検証するための研究手法 (Material and method) を選択することができており, その研究手法を選択した理由を示すことができています。	<input type="checkbox"/>
◆研究手法 (Material and method) で検証に必要なデータを設定することができており, 得られたデータや資料を結果 (Results) で示すことができています。	<input type="checkbox"/>
◆研究手法 (Material and method) で得られた結果 (Results) のデータや資料にもとづいた考察ができており, 考察の根拠とデータや資料との関連性を示すことができています。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	2年課題研究「構想発表会・中間発表会」
0-3	Objectivity (客観性)	研究の再現性 実験手法から再現性の高い結果を示すことができる

実験ノート(実験の記録)を確実にとることで、再現性の高い実験を重ねていきましょう

1. 課題研究の流れと論文の構成, 実験ノートの関係性

課題研究は、以下のサイクルを繰り返す過程の積み重ねです。常に、最新のデータだけを示すのではなく、どのような経緯で、最新のデータが得られたのかを示すことができるようにする必要があります。そのためには、研究のサイクルを示す科学論文の構成を知ること、その科学論文の根拠となる実験ノートを活用することが、再現性の高い研究にするうえで重要になってきます。



2. 論文の構成

研究の流れを「第三者」に伝えること、「再現性」があることを大切にするため、論文構成は統一されています。

- | | |
|--|------------------------------|
| (1) タイトル [Title] | 研究で最も伝えたい内容, 対象・方法・結果が伝わるとよい |
| (2) 氏名&所属 [Name&Affiliation] | どの機関・どの文脈から発信されたものか信頼性を示すもの |
| (3) 要 旨 [Abstract] | 読み手が読む, 読まないを判断する研究の概要を伝えるもの |
| (4) はじめに [Introduction] | この研究を行う必然性を読み手に伝えるもの |
| (5) 研究手法 [Methods] | 第3者が同じ手順を踏めば同じ結果になる再現性を担保する |
| (6) 研究結果 [Results] | 研究手法にもとづいて得られた結果。解釈・考察は含まない |
| (7) 考 察 [Discussion] | 仮説が支持されたか, 先行研究と関係しているか意味づける |
| (8) 結 論 [Conclusions] | 研究から確実に言える内容。今後の課題や展望も含む |
| (9) 参考文献 [References] | 研究を孤立させず, 既存の知識のうえにあることを示す |
| 注 記 [Footnotes] | 本文に入れると流れを壊す補足情報を書く。定義の補足など |
| 謝 辞 [Acknowledgements] | 協力者や資金支援者などへの感謝を明示する |
| 付 録 [Appendices] | 本文には含めないが重要なデータや質問紙などをまとめる。 |

3. 実験ノートとは

論文が編集された結論とするのであれば、実験ノートは未編集の研究過程の記録。映画に例えるなら、映像を編集して完成された映画作品が論文、編集前のNG映像や未収録映像も含めたすべての記録が実験ノートといえるでしょう。課題研究のすべてが実験ノートに立ち返ることができるようにすることが大切です。

- 探究活動を行ったことを証明する唯一の証拠となるノート。
- 論文を作成するために必要なすべての実験結果が記されるノート。

4. 実験ノート活用ルール

実験に関係する事項を詳細に記入することが大切です。ノートの美しさよりも内容を重視しましょう。

- | | |
|------------|-------------------------------------|
| 一冊綴じ込み式ノート | 時系列で記録できる, ページの差し替え・改ざん防止, データ紛失回避 |
| ボールペンで記入する | 訂正は二重線, データ改ざんできないよう鉛筆・消しゴムは使用不可 |
| 実験前の計画資料記録 | 実験手順や使用薬品, 参考資料の添付, 注意事項を事前に記入 |
| 実験中の具体的な記録 | 実験したことを定性的(どのように)・定量的(どのくらい)にその場で記録 |
| 実験後の結果考察整理 | 記録に基づくデータ整理・考察を行い, 疑問点や課題, 感想を記入 |

実験ノートは、紙媒体が基本でしたが、電子実験ノートを活用する研究室も増えてきています。電子実験ノートは単なるデジタルメモではありません。再現性と証拠性を維持したまま、情報処理能力を拡張するツールです

5. 実験ノートの基本フォーマット(一例)

IMRAD 型[Introduction,Methods,Results And Discussion]に疑問点や課題, 感想を加える

- (1)

タイトル

 [Title]
- (2)

日付&協力者

 [Date&Co-worker]
- (3)

はじめに

 [Introduction]
- (4)

研究手法

 [Methods]
- (5)

研究結果

 [Results]
- (6)

考察

 [Discussion]

6. 電子実験ノートの活用方法

Google 共有ドライブにフォルダを準備します。運用ルールとして、

- ① 編集履歴を消さない
- ② 共有権限を役割で分ける
編集者:実験メンバー,
閲覧者:先生・他グループなど
- ③ コメント機能で議論する
この3点を意識したうえで、電子実験ノートを活用しましょう。



Google ドライブでのフォルダ作成

- 01_実験ノート (Docs) 1つの実験で1ファイル。ファイル名は YY-MM-DD_テーマ_条件_担当
- 02_生データ (Sheets/CSV) 生データは編集や加工, 上書きができないように保存する
- 03_画像・動画 (Photos) 画像・動画データは編集, 加工, 上書きができないように分けておく。
- 04_参考資料 (PDF/リンク)
- 05_まとめ・発表 (Slides 等)

実験ノート(紙媒体)でも, 電子実験ノート(デジタル)でも, 日時と担当を明確にして, 順番を入れ替えたり, 途中に挿入したり, 削除したり, 一部加工や編集したりすることがないように記録を残す目的は変わりません。レポートや論文, プレゼンテーション資料やポスターセッション資料を作成するための, 研究の記録を時系列で確実に残していく習慣を身につけることが信頼ある研究を行ううえで大事であることを心がけておきましょう。

■ロジック・チェックリストを通して, 本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Objectivity (客観性)

研究の再現性 実験手法から再現性の高い結果を示すことができる

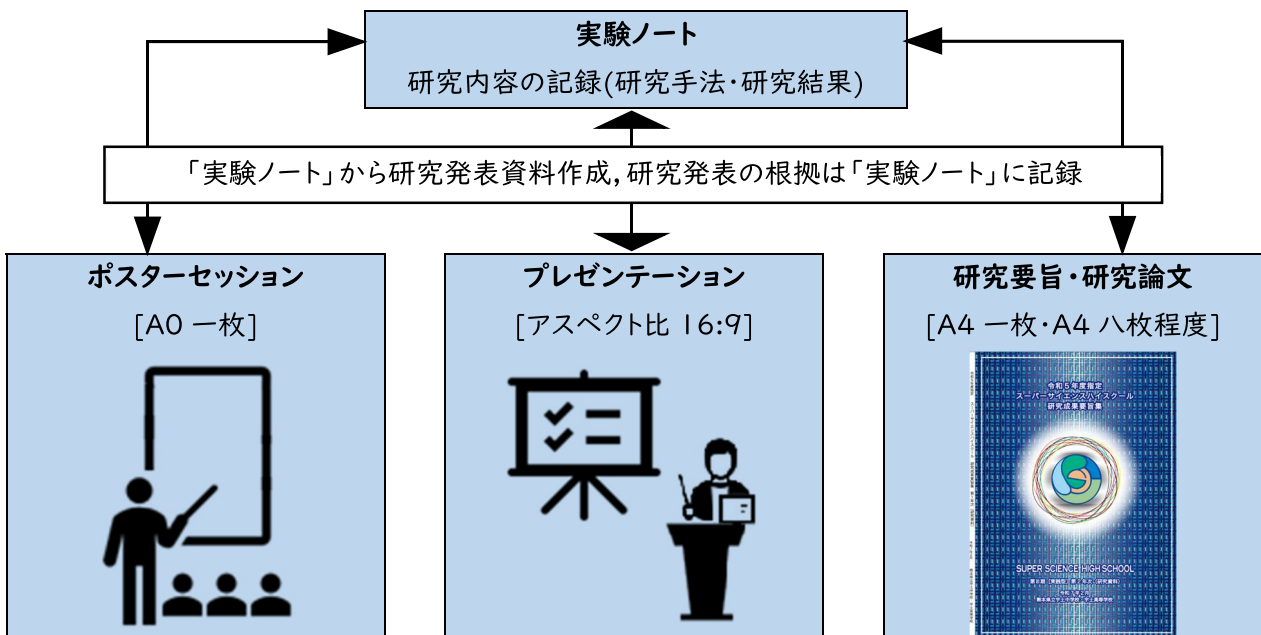
◆研究手法 (Material and method) は, 第三者が再現することができるように構成されており, 手順や試料, 定性的条件, 定量的条件を示すことができている。	<input type="checkbox"/>
◆研究手法 (Material and method) によって得られたデータや資料を実験ノート等に記録されており, そのデータや資料を項目や時系列など整理して示すことができている。	<input type="checkbox"/>
◆結果 (Results) に示されているグラフや表, 図や写真の根拠が常に記録されており, その1つ1つのデータや資料を実験ノート等から示すことができる。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	2年課題研究「構想発表会・中間発表会」
G-3	Global (グローバル)	同世代発表 研究の成果を様々な高校生に発表することができる

実験ノートからまとめた研究成果を発表形式に応じたスタイルで、同世代に発信してみましょう

1. 同世代発表

探究活動で設定したテーマに関する一番の専門家は自分自身であるという意識をもって、同世代の高校生に自身の研究内容を伝えるように心がけましょう。研究発表を通して、新たな視点や気づき、異なる研究方法、データ整理方法など様々な研究に関する情報を得るためには、自分自身の研究を確実に伝える必要があります。「実験ノート」に記録した研究内容をもとに、「ポスターセッション」、「プレゼンテーション」、「研究要旨」、「研究論文」と様々な発表形式に出力できるよう意識をしましょう。



2. プレゼンテーション資料およびポスターセッション資料, 研究要旨・研究論文の構成

科学論文の文章構成の形式である IMRAD (Introduction, Methods, Results And Discussion) の流れで実験ノートを記録し、その内容からプレゼンテーションやポスターセッションなど発表資料を作成します。研究要旨や研究論文なども同様です。そのため、すべて IMRAD の流れに沿った構成にする必要があります。

タイトル [Title]	発表資料, 要旨・論文など必ず冒頭に示す。最も文字サイズが大きい
氏名&所属 [Name&Affiliation]	基本原則: 貢献度の大きい順で並べ, 以下の意味づけがあります。 第1著者 (First Author) 実際に研究を主導した中心人物 共著者 (Middle Authors) 実験を担当, データ提供や技術支援 最終著者 (Last Author) 研究全体の責任者
要 旨 [Abstract]	一般に, ポスター・要旨・論文には含み, プレゼンテーションに含まない
はじめに [Introduction]	なぜその研究を行ったのか, 先行研究との関係と研究課題・仮説
研究手法 [Methods]	実験・調査の条件, 他者が同じことをできるか再現可能性の説明
研究結果 [Results]	グラフや表を中心に事実のみ, 解釈や考察は加えない
考 察 [Discussion]	仮説との関係, 先行研究との比較, 結果の意味づけを行う
結 論 [Conclusions]	何が明らかになったか簡潔に述べる
参考文献 [References]	どのような知識や手法のうえに成り立つ研究か示す
謝 辞 [Acknowledgements]	どのような関係, 支援のうえに成り立つ研究か示す

3. プレゼンテーション資料(スライド)作成の原則(視覚設計)

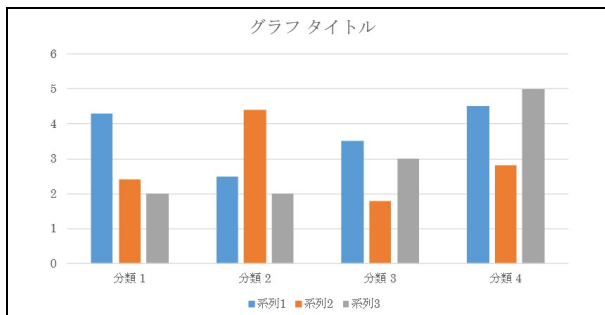
1枚のスライドに1つのメッセージを心がけましょう。スライドのタイトル「見出し」と「キーワード」で、そのスライドの最も伝えたい結論を示します。文字よりも図やグラフ、写真を示すことを心がけましょう。視線誘導を意識することで伝わりやすくなります。例えば、色・太字・囲みなどで強調する、左右に配置することで比較を示す、矢印(→)によって因果を示すことで文字数を減らし、視覚的に伝えることができます。

スライドの「見出し」	
スライドの「キーワード」	
図・グラフ	写真
図・グラフ・写真の補足説明	

- 上から下に見るようスライド構成する
- フォントは28ポイント以上で作成
- 余白や空白を極力、少なくする
- スライドで伝えたいキーワードを明確に示す
「見出し」:目的・仮説・方法・結果 など
「キーワード」:スライドで最も伝えたいこと
- 図・写真は2枚程度にして大きく示す

4. データ(グラフ)の構成

次のグラフから読み取れる情報は何でしょうか?グラフには、必ず明記しなければならない事項があります。グラフを用いて説明する場面をイメージしてください。「本研究の結果、「グラフタイトル」を得ました。」「縦軸は〇〇、横軸は〇〇、「凡例」のデータ数(n)はそれぞれ〇〇です。」このように、グラフの見方に沿って説明することで伝わりやすくなります。口頭で説明することは省略しても、グラフで記載内容の省略はしてはなりません。



- グラフタイトルで数値の情報を伝える
*「何を示す」数値であるのか
平均値、個数、長さ、質量など明示する
- 縦軸・横軸の数値には「単位」を表記
- 複数データがある際は、凡例を示したり、視覚的に区別したりして明確に示す

5. プレゼンテーション(発表)に基本「原稿・接続語・時制」

プレゼンテーション、ポスターセッションなど発表の場では、相手に伝わるように、相手を見て発表するため、原稿は持ち込まない、原稿を読まないことが基本です。スライドはあくまで「補助」です。説明で強調したい点は、「接続語」で論理を明確にするとよいでしょう。「したがって」の後には前の説明をまとめた内容が、「一方で」の後には対比する事項が、「この結果から」では特に強調したい点か、と論理の流れが伝わる発表になります。また、時制の使い分けができていないと、研究の基本が定着できていないと聞き手は判断します。方法や結果は過去形で表現します。「～を用いて測定した結果、〇〇の値が得られました。」と説明します。一方、事実や一般論は現在形で表現します。「〇〇の研究によると、□□においては△△であると言われている。」と研究の前提を説明する際に表現します。時制を聞くことで、どのような位置づけの説明かと伝えることにもなるのです。

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Global (グローバル)

同世代発表 研究の成果を様々な高校生に発表することができる

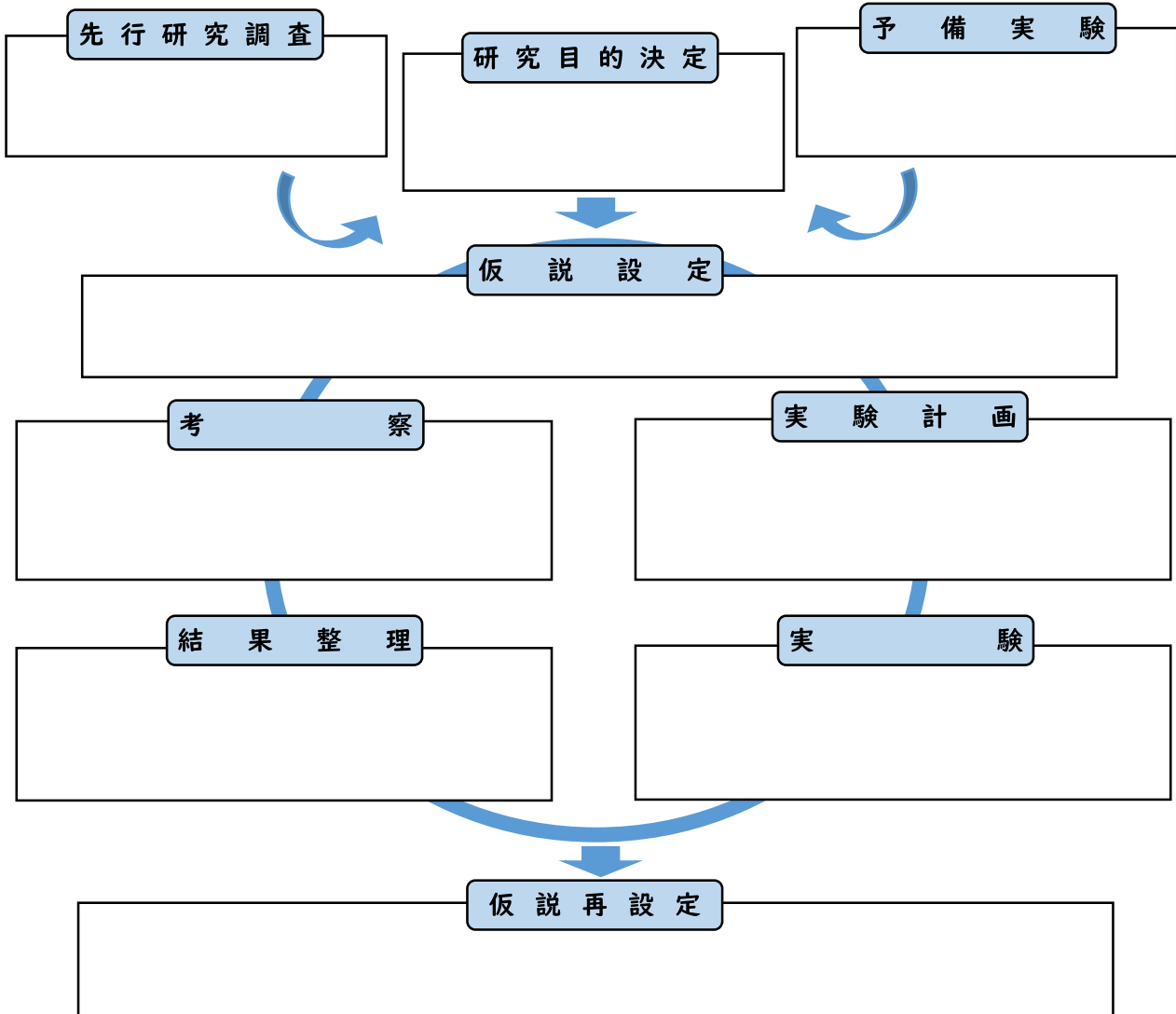
◆ポスターおよびプレゼンテーション資料のみから、研究の目的、方法、結果、考察が伝わるように示されており、研究概要を同世代に伝える構成ができている。	<input type="checkbox"/>
◆研究で扱う概念や学術用語について、同世代(中高生)の学習内容に即しているか、発展的であるかの整理がされており、発展的な概念や学術用語の同世代に向けた説明ができている。	<input type="checkbox"/>
◆ポスターおよびプレゼンテーション資料を利用して、同世代(中高生)とコミュニケーションがとれるように、発表時間、立ち位置、原稿使用不可を意識することができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	2年課題研究「構想発表会・中間発表会」
I-3	Innovative (革新性)	仮説の変化 研究結果の考察から研究の仮説を再設定できる

研究結果の考察・発表を通して得られた気づきから、次の研究の仮説を設定してみましょう

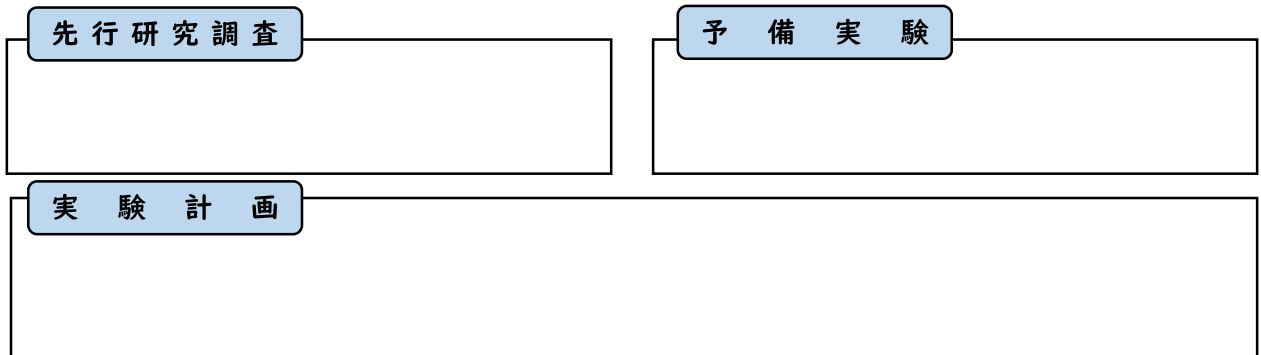
1. 研究結果の考察と仮説の再設定

構想発表会・中間発表会での研究結果の発表を通して、自身の探究活動のサイクルをしっかりと振り返り、次に設定できる仮説を立ててみましょう。



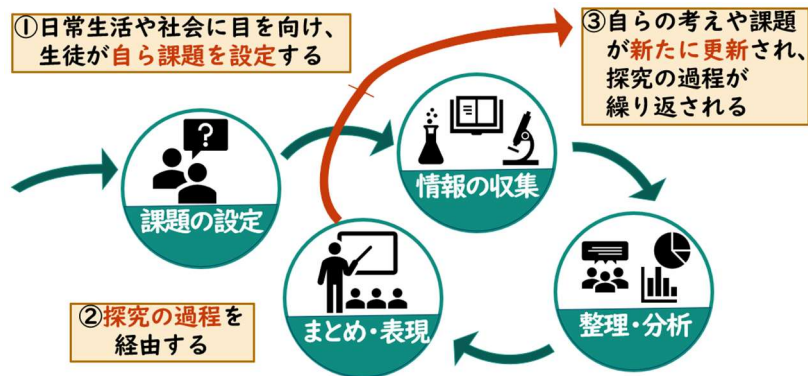
2. 仮説の再設定と実験計画立案

研究の仮説を再設定した後、先行研究調査、予備実験を経て、再度、実験計画を立案しましょう。



3. 仮説の再設定の視点

探究とは、物事の本質を自己との関わりで探り見極めようとする一連の知的営みのことと定義されています（【総合的な探究の時間編】高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説）。①日常生活や社会に目を向けた時に湧き上がってくる疑問や関心に基づいて、自ら課題を見付け、②そこにある具体的な問題について情報を収集し、③その情報を整理・分析したり、知識や技能に結び付けたり、考えを出し合ったりしながら問題の解決に取り組み、④明らかになった考えや意見などをまとめ・表現し、そこからまた新たな課題を見付け、更なる問題の解決を始めるといった学習活動を発展的に繰り返していく。



つまり、自らの考えや課題を新たに更新するための視点こそ、仮説の再設定の視点といえます。まずは、「なぜ再設定するのか？」を明確にすることからはじめましょう。仮説と実験結果が一致しなかったことが主な理由でしょうが、先行研究との矛盾があったり、前提条件が不適切だったり、データのばらつきが大きかったりと理由は様々。得られた結果に合わせて仮説を変えるのではなく、理由に基づいて修正する視点が重要です。

仮説の再設定の視点

視点	理由または例
①理由 元の仮説のどこが問題かを分解する 「何がズれているのか？」 「どの条件なら成立するか？」	仮説をそのまま捨てるのではなく、構造的に見直す。 ・変数設定が曖昧（独立変数・従属変数） ・条件が不足している ・因果関係が飛躍している
②課題 データに基づいて修正する 「観察 → 解釈 → 仮説 の順序を守る」	再設定は必ずデータや観察事実に基づいて行う。 ・〇〇の条件では△△の傾向が見られたため
③検証 仮説を“検証可能な形”にする 「再現可能であるか？」	次の実験で検証できるように仮説を再設定する。 ・測定できる（定量化できる） ・比較できる（条件差がある）
④変数 変数をシンプルにする 「まずは 1 つの要因に絞る」	再設定時に条件を増やすと、逆に検証が困難になる。
⑤先行研究 先行研究との関係を再確認する 「研究の価値や独自性が明確であるか？」	仮説がどの位置にあるのかを整理する ・仮説が支持されている、新しい視点がある

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Innovativeness (革新性)

仮説の変化 研究結果の考察から研究の仮説を再設定できる

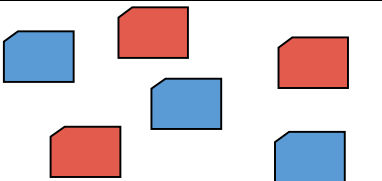
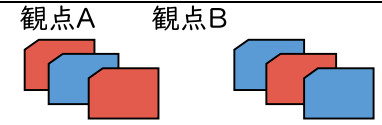
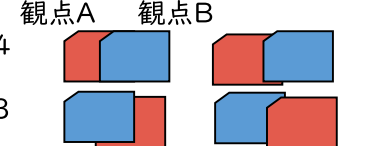

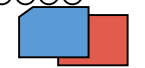



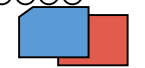



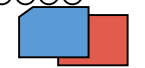


◆研究の考察(Discussion)に、研究の手法や結果に関する課題が示されており、今後の研究で取り組むべき追実験や再調査の内容を設定することができている。	<input type="checkbox"/>
◆設定した目的および仮説の検証を通じた成果と課題が示されており、成果と課題をふまえた今後の研究の展望として目的および仮説を再設定することができている。	<input type="checkbox"/>
◆今後の展望として再設定した目的および仮説に取り組むための研究方法が示されており、活用すべき資料、手法、機器、連携機関等を示すことができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	2年課題研究「構想発表会・中間発表会」
C-3	Creative (創造性)	思考の創造 研究結果の考察から新たな研究を見出すことができる

ルーブリックを作成するワークショップを通して、研究の評価の観点と段階を見出しましょう

1. 課題研究振り返り“標準ルーブリック”作成の流れ

ロジック・ルーブリックは5つの観点【L・O・G・I・C】にウェルビーイングの視点【W】を加え、その観点の尺度を5段階にわけた構成にしています。ルーブリックとは学習目標の達成度を判断するため、評価の観点と観点の尺度を数段階に分けて記述語(文章)で示したものです。ルーブリックを自身で作成することで、今後の目標や具体的な方法の設定、メンバーとの目線合わせを図ることができます。到達したい理想の姿をイメージし、現在の探究活動と関連付けて、具体的な改善方法を一緒に研究するメンバーと目線合わせをしてみましょう。

<p>(1) パフォーマンス課題について 自班の課題研究・他班の課題研究 資料活用 ① 「良い点(赤付箋)」「改善点(青付箋)」に記入 ○○ができてい ○○が不十分・□□ができていない ○○されている ○○されていない など ② A0サイズ白紙に付箋をのせていく。</p>										
<p>(2) 「観点」作成について ③ 付箋紙を「カテゴリー」ごとに分ける *「カテゴリー」に見出し(タイトル・キーワード)を ④ A3サイズの白紙に付箋をのせて見出しを書く</p>	<p>観点A 観点B</p> 									
<p>(3) 「段階」について ⑤ 各観点にある付箋紙を段階に分ける *3段階・4段階・5段階など各班で協議すること ⑥ A0サイズ白紙に付箋を「観点」「段階」別にのせる</p>	<p>観点A 観点B</p> <p>4</p>  <p>3</p>									
<p>(4) 「記述語」について ⑦ A0サイズ白紙に線を引いて「区画」をつくり、付箋紙を整理していく。 ⑧ 各観点内にある各段階を示す言葉を記入する 「肯定的な表現に言い換えて段階化するようにする」 *○○ができてい ○○されている など</p>	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">観点A</td> <td style="text-align: center;">観点B</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">○○○○ </td> <td style="text-align: center;">○○○○ </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">○○○○ </td> <td style="text-align: center;">○○○○ </td> </tr> </table>		観点A	観点B	4	○○○○ 	○○○○ 	3	○○○○ 	○○○○ 
	観点A	観点B								
4	○○○○ 	○○○○ 								
3	○○○○ 	○○○○ 								
<p>(5) 「ルーブリック」共有 各班3分程度で発表する</p>	<p>ルーブリック掲示</p>									

2. ルーブリック作成

作成したルーブリックについて、段階・観点の数に応じて、適宜罫線を引いて以下に示しましょう

観点 段階	
----------	--

3.ルーブリック作成の意義

探究活動の成果物（ポスターセッション資料やプレゼンテーション資料等）をもとに、「良い点」・「改善点」を抽出する過程を通して、自身が良い、改善すべきと判断するポイント、つまり、どのような観点を重要視しているのかを認識することができます。観点を認識すると、次に現在（今、できている段階）、過去（過去、できていなかった段階）、未来（できるようになるべき段階）、ヴィジョン（今後、目指すべき段階）とその観点を段階化することができます。探究活動のように、答えが1つでないもの、観点が複数であるものは、何をもって「良い」とするかが明確にする「評価の透明性」と、メンバーで自己評価、相互評価できる「評価の信頼性」を担保することが効果的です。自身で振り返り、観点と段階を作成する、そのプロセスこそルーブリック作成の意義と言えます。

4. 記述語（ディスクリプタ）を書く

記述語（ディスクリプタ）はルーブリックの「質」を決める最重要部分です。複数の評価者が見た際に、同じ判断になると良い記述語を設定できたと言えるでしょう。記述語の基本原則は、次の3つを満たすものです。

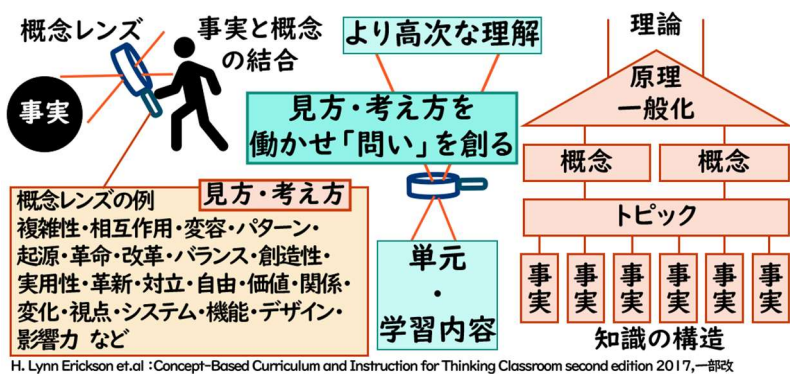
- ①観察可能（observable）：実際に確認できる行動・成果である
- ②具体的（specific）：何をどうしているか明確である
- ③比較可能（differentiated）：レベル間の違いがはっきりしている

例えば、「客観性」を観点に、設定した以下の記述語はどうでしょう。「客観的である」、「だいたい客観的」、「あまり客観的でない」、「客観的でない」主観的で評価者によって判断がブレる、何を見ればいいのか不明など問題点があります。「データをよく使っている」、「データが少ない」、「あまり使えていない」も基準が不明です。

- | | |
|------------------------------|-------------|
| 4 複数のデータや先行研究を比較しながら結論を導いている | 2 データを示している |
| 3 データに基づいて説明している | 1 主観で説明している |

上記のように、記述語を書く際は、動詞で書く（行動ベースにすること、上位レベル（理想形）から書くこと、何と何の関係かを示すこと（データ×結論など）を意識すると良いです。特に、何と何の関係を示す際は、「概念レンズ（Concept-Based Curriculum and Instruction, Lynn Erickson）」を活用すると良いです。複数の事象に共通する本質的な特徴を抽象化したものが概念です。例では、「複数のデータ」と「先行研究」と

いう異なる事実を「比較」という概念レンズを活用することで、まとまりにしています。バラバラなもの、別々の事実を概念レンズによって、意味のあるまとまりにすることは、具体的な事実から抽象的で再利用可能な考えに整理することになる意義深い取組と言えます。



■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Creative (創造性)

思考の創造 研究結果の考察から新たな研究を見出すことができる

◆研究への取組の振り返りを通して、充分だった点（良かった）、不十分だった点（悪かった点）が整理できており、自身の変容や成長をキーワードとして言語化することができている。	<input type="checkbox"/>
◆研究への取組の振り返りを通して、自身の変容や成長で不十分だった点の整理ができている、今後の研究で意識すべき、取り組むべき事柄を言語化することができている。	<input type="checkbox"/>
◆研究への取組の振り返りを通して、研究の方向性を複数、検討することができている、研究の方向性を決定するための情報収集を示すことができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	2年課題研究「SSH 研究成果発表会」
L-4	Logicity (論理性)	説明の対照性 対照実験としてコントロールの設定ができる

実験の効果を明らかにするために、研究対象を定め、何を条件に設定したかを明確にしましょう

1. コントロールとは

対照実験は、ある条件の効果を調べるため、他の条件は全く同じにして、その条件のみを除いて行います。その条件を除いたときを「対照群[コントロール]」と除かないとき、つまり、その条件のみ加えるときを「実験群」とし、その結果を比較します。

2. 変数の設定とは

対照実験における「コントロール」の設定は、単に「比較対象を置く」だけでなく、何を一定にし、何を变えるかを論理的に整理することが重要です。その際、基本原則として、「変えるのは 1 つだけ(独立変数の統制)」を、まずは心がけましょう。变化させる要因(=独立変数)以外はすべて同じ条件にすることで、結果(従属変数)が变化する要因にできます。

3. コントロールの設定とは

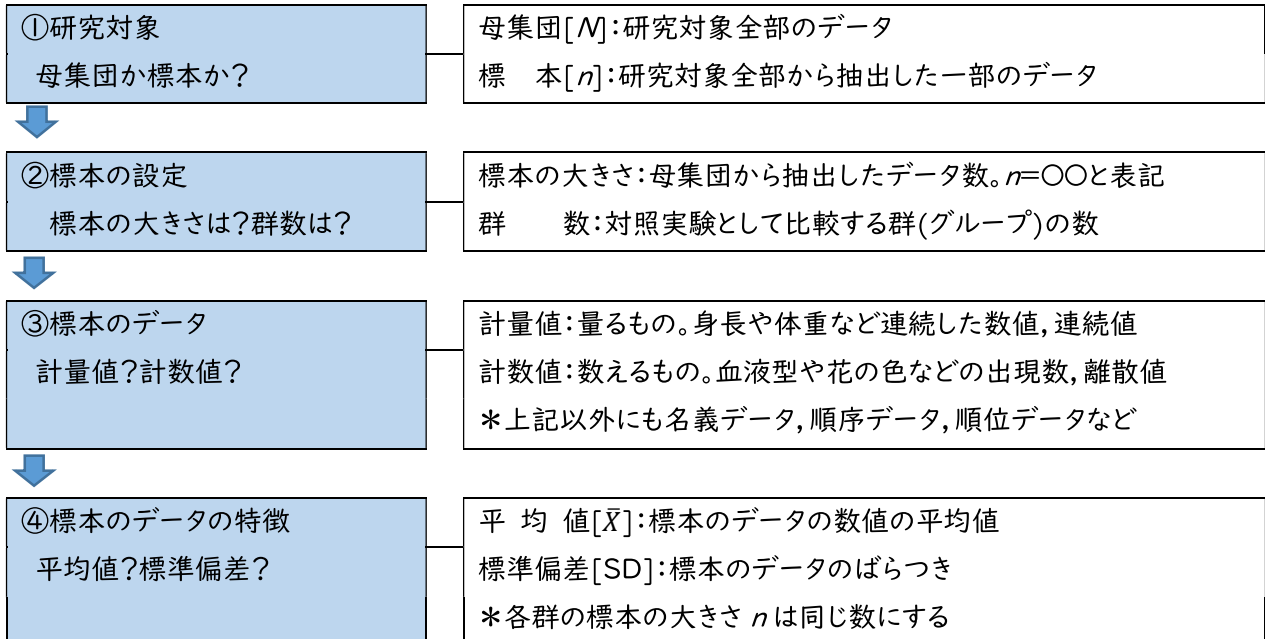
ネガティブコントロール(陰性対照)「何も起こらないはずの条件」実験が誤作動していないか確認。

ポジティブコントロール(陽性対照)「必ず起こると分かっている条件」実験系が正常に機能しているか確認

「コントロール」の種類として、例えば、デンプンの分解酵素の反応を挙げます。ネガティブコントロールでは、デンプンに酵素(アミラーゼ)を加えない条件を設定し、グルコースに分解されないことを確認する。一方、ポジティブコントロールとして、グルコース溶液にベネジクト液を加え、確実に発色することを確認する。これにより、「実験群」として、「デンプンに酵素(アミラーゼ)を加えることでグルコースに分解される」ことを検証できます。その際、「変数をどのように設定するか?」が研究計画で重要です。デンプンや酵素の「量」を変えるか、反応させる「時間」を変えるか、「温度」を変えるか、コントロールを設定することで得られるデータが明確になります。

4. コントロールを設定するために

「コントロール」が科学的に意味をもつために、同じ母集団から標本を取ること、適切なサイズと群で分けること、適切なデータを測ること、得られたデータの平均とばらつきで比較することをしてみましょう。



5. 標本のデータを得るために

意味のあるデータを得るためには、測定誤差の大きさを把握し、測定の精度に応じた有効数字で表現する必要があります。外れ値の有無とその原因の検討も重要です。得られた結果が偶然や測定ミスによるものではなく、信頼できるデータであることを示すために「測定誤差」「有効数字」「外れ値」の3項目に留意しましょう。

①測定誤差 統計での差?測定での差?	測定誤差の大きい測定値は統計処理できないため、測定誤差を減らすことができる実験計画にする
②有効数字 何桁で表示?測定機器は?	有効数字:誤差を含みながらも、測定値として意味をもつ桁だけを表示したもの。測定機器で桁数は異なる。
③外れ値 ミスで再測定?統計処理?	外れ値:他の値から大きく外れた値。主観でデータを外さない 入力ミスや実験過程のミスによるものは再測定とするが、 人為的ミス以外の外れ値は統計処理を行い検定する。

6. 外れ値の検証方法

- ① 発見する ② 統計的に判断する ③ 原因を検討する ④ 扱いを決める(残す/除外/別扱い)

散布図や箱ひげ図にすると、他と明らかに離れている値があります。数値だけでなく必ずグラフで見ることから始めます。四分位範囲(IQR)=第3四分位(Q3)-第1四分位(Q1)を求め、 $Q1 - 1.5 \times IQR$ 未満または $Q3 + 1.5 \times IQR$ 以上を外れ値の判断基準とします。また、標準偏差(SD)を求め、平均 $\pm 2SD$ または $\pm 3SD$ を超える値も外れ値の判断基準です。「外れ値のため除外した」と勝手に消さず、理由を書きましょう。

7. 課題研究で扱うデータを見つめる

課題研究で扱っているデータについて、①～④の手順で整理してみましょう。

①研究対象 母集団か標本か?	母集団[M]: 標本[n]:
②標本の設定 標本の大きさは?群数は?	標本の大きさ: 群数:
③標本のデータ 計量値?計数値(数えるもの)?	計量値: 計数値:
④標本のデータの特徴 平均値?標準偏差?	平均値[\bar{X}]: 標準偏差[SD]:

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Logicity (論理性)

説明の対照性 対照実験としてコントロールの設定ができる

◆研究の効果を明らかにするために、研究の対象としての「条件」を定めることができ、その条件を含めない対照群(コントロール)と条件を含む実験群の設定ができる。	<input type="checkbox"/>
◆研究の対象として扱うデータが母集団(全数)か標本(抽出)であるかの整理ができ、母集団から抽出した標本の大きさ($n =$)と比較する群(グループ)の数を示すことができる	<input type="checkbox"/>
◆得られたデータの変数(データの項目)が質的データと量的データが定義ができ、大小がある順序尺度、ない名義尺度、原点(0)がある比例尺度、ない間隔尺度の区別ができる。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	2年課題研究「SSH 研究成果発表会」
O-4	Objectivity (客観性)	研究の正当性 実験群とコントロールの違いを統計的に証明できる

実験から得られたデータを統計的に扱うことで、結果の正当性(確からしさ)を高めましょう

1. データのまとめ方・扱い方

研究で得られたデータは、そのままでは全体の特徴を把握しにくいので、①代表値と②ばらつきの両方から整理して捉えることが重要です。「代表値」は、研究対象とした母集団もしくは標本のデータの典型的な値や中心を示すものです。平均値は、全体の全体のバランスを示すものの外れ値の影響を受けやすい、中央値は外れ値の影響を受けにくく実態を反映しやすいなど、どのあたりにデータが集中しているか把握することができます。しかし、代表値だけでは、データの広がり(安定性)は分かりません。データは代表値(平均値)から大きい方、または小さい方にどれくらい散らばっているかで変わるためです。ばらつきを示す偏差を二乗して平均した分散を、元の単位で示すことができる標準偏差が数値で判断しやすいです。標準偏差が小さいとデータがまとまっていて、大きいとデータがばらついていると解釈できます。

① 代表値(データの中心)

(1)平均値	群(グループ)のデータの数値の平均値。
(2)中央値	群(グループ)のデータの数値を大きさの順に並べたときに中央にくる値。
(3)最頻値	群(グループ)のデータの数値で、最も頻度が高く観測できる値。

② ばらつき(データの散らばり)

(1)偏 差	群(グループ)のデータの平均値と各データの数値との差。
(2)分 散	群(グループ)のデータの平均値と各データの数値との差を二乗して平均したもの
(3)標準偏差 平均値±SD	Standard Deviation 群(グループ)のデータがどのようなばらつきがあるか推定する値 母集団では標準偏差を用いるが、標本では、不偏標準偏差を用いる

2. 代表値の使い分けと信頼度

例えば、ある群(10, 11, 12, 17, 100)の平均値30.0, 中央値12です。平均値がかけ離れ、分布も偏っています。平均値は、データ数が多く安定している場合、データが正規分布に近い場合に代表値として用いられ、代表値は、外れ値がある場合、分布が偏る場合、順序データ(5段階評価や順位など)を扱う場合などで代表値として用いられます。代表値の信頼度とは、その値が「データの中心」や「母集団の特徴」をどれだけ正しく表しているかを示すものです。平均値と中央値の信頼度の評価を整理し、どちらで解釈するか判断しましょう。

平均値の信頼度の評価

標準誤差 (平均値±SE)	$SE(\text{Standard Error}) = \frac{\text{不偏標準偏差}}{\sqrt{n}}$ 群(グループ)のデータの平均値のありそうな範囲の推定値。平均のブレを示し、値が小さいと信頼度が高く、大きいと不安定。
信 頼 区 間 (95%CI)	$CI(\text{confidence interval}) = \text{平均} \pm \text{約} 2 \times SE$ データの平均(標本平均)から母集団の平均(母平均)がどれくらいか、といった範囲を推定する指標が信頼区間。95%信頼区間とは、母集団から標本を取って得た平均を得る実験を 100 回繰り返したとき、その平均が 95%信頼区間に 95 回収まるという頻度を示すもの。
分布の形	正規分布に近い場合は信頼度が高く、歪みがある場合は信頼度が低い。
外れ値の影響	外れ値がない場合は信頼度が高く、外れ値がある場合は信頼度が低い。

中央値の信頼度の評価方法

分布の形状の確認、外れ値の有無、四分位範囲によるばらつきを把握できる「箱ひげ図」を用いることで、視覚的に評価できます。さらに、マン・ホイットニーのU検定やウィルコクソン符号付順位検定などのノンパラメトリック検定を用いることで、中央値の差の統計的有意性を評価することができます。

3. 実験群と対照群(コントロール)の違いを統計的に証明する

研究対象として母集団か標本か把握したうえで、得られたデータの代表値の信頼性を評価し、実際に「差」を判断する検定方法の選択ができるように、データを以下の手順で系統的に整理しましょう。

<p>①標準偏差の種類 母集団の傾向を知りたいが、扱うのは標本である…</p>	<p>母標準偏差：母集団のデータの変動(ばらつき)を示す値 標本標準偏差：標本のデータの変動(ばらつき)を示す値 不偏標準偏差：母集団のデータの変動(ばらつき)の推定値</p>
<p>②母標準偏差・標本標準偏差 母集団、標本で扱う数値</p>	<p>平方和：偏差(群の平均値と各データの数値との差)の合計 分散：偏差(群の平均値と各データの数値との差)の平均 標準偏差：分散の平方根</p>
<p>③不偏標準偏差 自由度 $n-1$ を用いて標本から母集団のばらつきを推定</p>	<p>標本分散：標本分散を自由度 n で割って得る 標本標準偏差：標本標準偏差を自由度 n で割って得る 母分散：標本分散を自由度 $n-1$ で割って推定する 母標準偏差：標本標準偏差を自由度 $n-1$ で割って推定する</p>
<p>④不偏標準偏差 平均値±SD 母集団のばらつきの表記は？</p>	<p>母集団のばらつきを推定する 平均値±SD：母集団の68%が存在することを期待される範囲 平均値±2SD：母集団の96%が存在することを期待される範囲</p>
<p>⑤標準誤差 平均値±SE 実験群と対照群に差は？</p>	<p>標本データの平均値がどの範囲にあるか推定 *標本平均の正規分布を標準正規分布に変換することで どのような母集団の分布でも標準正規分布で扱えるように *標準正規分布の母標準偏差を不偏標準偏差に置換することで t 分布を得ることができ、平均値の範囲を推定できるように</p>
<p>⑥パラメトリック検定と ノンパラメトリック検定 実験群と対照群の標本データに正規性があるか？</p>	<p>実験群と対照群の2群間を比較する際、 標本平均が正規分布であるか否かで検定方法が変わる パラメトリック検定：母集団の分布が正規分布と仮定した検定 ノンパラメトリック検定：母集団の分布に仮定がない検定</p>

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Objectivity (客観性)

研究の正当性 実験群とコントロールの違いを統計的に証明できる

<p>◆研究の対象として得られた母集団もしくは標本のデータの基本統計量が得られており、代表値として、群(グループ)のデータの平均値、中央値、最頻値を扱うことができる。</p>	<input type="checkbox"/>
<p>◆研究の対象として得られた母集団もしくは標本のデータの散布度が整理できており、群(グループ)のデータの範囲、分散、標準偏差、標準誤差を示すことができる。</p>	<input type="checkbox"/>
<p>◆得られたデータの群(グループ)を比較する際、正規性(正規分布)であるか整理できており、群の間で関係性がある「対応あり」か、影響を及ぼさない「独立」かを示すことができる。</p>	<input type="checkbox"/>

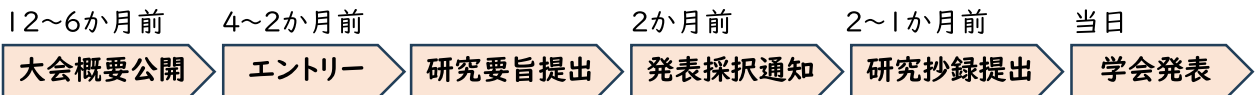
モジュール	観 点	2年課題研究「SSH 研究成果発表会」
G-4	Global (グローバル)	国内発表 研究の成果を学校外で発表することができる

研究の成果を学会外に発信する機会を設定し、探究のサイクルを活性化させましょう

1. 各種学会発表・各種コンテスト出場に向けたスケジュール

探究活動の成果を学校外で発表することで、より専門的な視点からの助言を受けることができます。

探究活動の成果を各種学会・各種コンテストが指定するフォーマットに応じてまとめ、研究発表する機会を通して、研究をより発展・拡充することができるようにしましょう。以下の一般的なスケジュールを参考に、研究の目標を定めること、計画的に研究を進めること、準備を進めることが大事です。



2. 各種学会

約 2～4ヶ月前の参加申込が一般的です。要旨提出したうえで、口頭発表、ポスターセッション等、学会が指定する形式で発表します。学会のアウトリーチ活動の一環として、高校生の研究発表の機会を設定する学会が増加しているため、自身の探究活動に関連する学会から情報を得る姿勢も大事です。

月	学会名称			
9月	日本科学教育学会	日本微生物生態学会	日本土壌肥料学会	
	日本認知科学学会	日本心理学会プレゼンバトル	日本昆虫学会	
	日本社会心理学会	日本遺伝学会	日本植物学会	
	日本機械学会	日本地質学会	日本動物学会	
	日本流体力学会	日本陸水学会	日本雪氷学会	
10月	日本魚類学会	日本経済学会秋季大会	地域経済学会	日本社会学会
11月	日本分子生物学会	日本言語学会	人文地理学会	
1月	プラズマ・核融合学会	日本ソーシャルデータサイエンス学会	日本シミュレーション学会	
3月	日本教育工学会	化学工学会	日本藻類学会	日本生理学会
	日本音響学会	日本植物生理学会	日本農芸化学会	
	日本応用物理学会	日本天文学会ジュニアセッション	日本電気学会	
	日本生態学会	日本細菌学会	日本草地学会	
	日本地理学会	日本水産学会	園芸学会高校生ポスター発表会	
	日本数学会	日本オペレーションズリサーチ学会	情報処理学会	
	日本物理学会 Jr.セッション	日本化学会	電気化学会	
5月	日本気象学会ジュニアセッション	日本水産工学会	日本分析化学会	
	日本地球惑星科学連合	システム制御情報学会	日本経済学会春季大会	
6月	日本発生生物学会	高分子学会	日本古生物学会	
	人工知能学会	日本文化人類学会	日本動物行動学会	
7月	日本霊長類学会大会	日本神経科学学会	日本乳酸菌学会	
	日本健康教育学会	日本睡眠学会	日本毒性学会	
8月	日本理科教育学会	日本教育学会	日本進化学会	

3. 各種コンテスト

約2か月前の参加申込が一般的です。様々な教育関連企業が主催しており、要旨提出、研究論文提出、ポスターセッション資料提出など各種コンテストによって事前提出書類が異なります。高校生対象に研究審査する経験が豊富な専門家から助言を受けたり、大会の趣旨にあった研究は表彰を受けたりすることができます。

月	コンテスト名称		
5月	自由すぎる研究グランプリ	JTB 観光甲子園	マリンチャレンジプログラム
6月	サイエンスキャッスル JAPAN	マイナビキャリア甲子園	
7月	サイエンスインターハイ@SOJO	高校生バイオサミット in 鶴岡	マスフェスタ
8月	統計データ分析コンペティション	数理の翼セミナー	高校生ビジネスプラン・グランプリ
9月	朝永振一郎記念「科学の芽」賞	高校生理科研究発表会(千葉大学)	高校生エコアイデアコンテスト
10月	高校生による現象数理学研究発表会	全国学芸サイエンスコンクール	高校化学グランドコンテスト
	高校生 SDGs コンテスト	エコノミクス甲子園	全国情報教育コンテスト
11月	バイオ甲子園	ジュニア・マリン賞	藤原ナチュラルヒストリーポスター発表
12月	野依科学奨励賞	全国高校生理科・科学論文大賞	
3月	つくば ScienceEdge	Inspire High 探究発表会	全国高校生フォーラム
	SDGs 探究 AWARDS	Technovation Girls	JICA 国際協力エッセイコンテスト

4. 国際研究発表

高校生が国際研究発表を行う意義は、単なる「英語で発表する経験」を超え、異なる評価の基準を経験することが探究の質を向上させることにつながります。また、伝える力、姿勢・表現を意識すること、批判的思考で自身の研究を振り返ることもでき、自己効力感を向上させることにもなるでしょう。先端科学技術分野学生国際会議 ICAST (International Student Conference on Advanced Science and Technology) や The Irigo Conference, 台湾国立中科実験高級中学校・研究発表など、機会を逃さない姿勢も大事です。

5. 国際学生科学技術フェア(ISEF)につながるコンテスト

国際学生科学技術フェア(Regeneron ISEF)は、世界最大級の高校生向け科学研究コンテストであり、約20以上の専門分野に約70~80の国・地域から約2,000名が参加する代表者大会で、約1,000名規模の審査員が関わる高校段階で“研究者としての基準”に触れる唯一に近い機会といえます。日本代表を選考する大会は、日本学生科学賞とジャパン・サイエンス&エンジニアリング・チャレンジ(JSEC)の2つです。

日本学生科学賞は読売新聞社主催で、都道府県により異なりますが、9月頃が締切であり国内で最も伝統と権威のある大会です。JSECは朝日新聞社主催で、9月末締め切りです。既存のジャンルにとらわれない先端的かつ意欲的な研究を募集している点が特徴です。この2つの大会の上位入賞者はISEF出場資格が与えられ、日本代表として翌年5月の国際学生科学技術フェア(Regeneron ISEF)で発表します。

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Global (グローバル)

国内発表 研究の成果を学校外で発表することができる

◆研究の内容を記録した実験ノート(データ)や校内様式で整理した要旨及びポスターセッション資料やスライド等をもとに、学会やコンテスト等の様式に応じた出展をすることができる。	<input type="checkbox"/>
◆研究の成果と課題を明確にできており、学術的なアドバイスを受けられる学会、成果を発信することができるコンテスト等、大会の趣旨に応じた出展をすることができる。	<input type="checkbox"/>
◆研究の内容を中高生の学習内容をもとに学術的な概念や学術用語と関連付けて整理できており、専門家や助言・評価者に学術的な概念や用語を用いた説明をすることができる。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	2年課題研究「SSH 研究成果発表会」
I-4	Innovativeness (革新性)	疑問の変化 研究結果・考察から手法や条件の再設定ができる

結果・考察からこれまでと異なる実験の手法や条件を設定し、別の切り口で研究をしてみましょう

1. 課題研究の追実験

研究者が学術雑誌に投稿した論文が掲載される前、査読(peer review, ピア・レビュー)または審査(refereeing)という研究者や同分野の専門家による評価や検証が行われます。つまり、研究とは「他者にチェックされても成立する説明」をつくる営みであると言えるでしょう。探究活動の発表を通して、得られた助言や指摘から、AAR サイクルや自己調整学習理論を参考に、研究結果・考察を実証する追実験を計画しましょう。

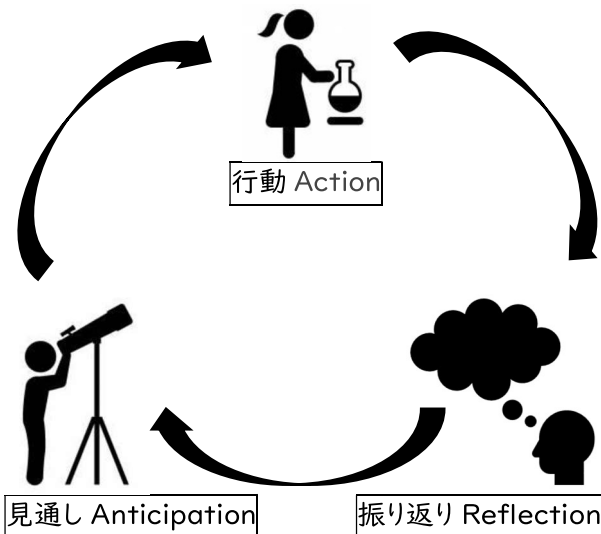
2. ピア・レビュー(査読)とは

同じ分野の専門家(=ピア)が、その研究の質をチェックする仕組みであり、科学の世界の“公平な審査員制度”といえます。以下のような流れで進められます。一度で、論文が採択されることはまずありません。ピア・レビュー(査読)の流れを知ることによって、研究がどのように確からしさを担保しているか理解することができます。

- | | |
|---------------------------------|--|
| ① 論文の投稿 (Submission) | 研究者が学会誌やジャーナルに論文を提出 |
| ② 編集者チェック (Editorial check) | 編集者が「査読する価値があるか」を判断 |
| ③ 査読者の選定 (Reviewer assignment) | 編集者が専門家(2~3人)に査読を依頼 |
| ④ 査読 (Peer review) | 査読者が研究目的、方法、データ、結論を審査 |
| ⑤ 判定 (Decision) | 編集者が査読結果から Accept (採択) Reject (不採択) 判断 |
| ⑥ 修正 (Revision&Response letter) | 研究者がコメントに対応して論文を修正。「どこをどう直したか」 |
| ⑦ 再査読 (revise and resubmit) | 必要に応じて再び査読され、最終判断 |
| ⑧ 掲載 (Publication) | 論文が正式に公開される。世界中の研究者が読むことができる |

3. AAR サイクル (Anticipation-Action-Reflection Cycle)

見通し・行動・振り返り(AAR サイクル)は、OECD Learning Compass 2030 (仮訳引用)で示された、学習者が継続的に自らの思考を改善し、集団のウェルビーイングに向かって意図的に、また責任を持って行動するための反復的な学習プロセスです。計画を立てることを立てること、経験、そして振り返りを繰り返すことで学習者は理解を深め、視野を広げることにつながり、研究の質を高めることになるでしょう。



RESOURCES:AAR Cycle in brief (<https://www.oecd.org/education/2030-project/>)

4. 自己調整学習 (Self-Regulated Learning, SRL)

自己調整学習 (Barry J. Zimmerman) は、学習者が「自分で目標を立て、学習をコントロールし、振り返って改善する」プロセスを説明する理論です。自己調整学習 (SRL) の3段階モデルは、学習前の準備段階である①予見段階 (Forethought Phase)、実際に学習している②遂行段階 (Performance Phase)、学習後の振り返り③自己省察段階 (Self-reflection Phase) で構成されています。学習者が自分の学びをマネジメントするため、成果だけでなくプロセスを重視する視点は探究活動で有効な方法です。

自ら学ぶことができる力「自己調整学習力」

【予見】

- ①目標設定 ②計画立案(内容) ③計画立案(方法)
- ④計画立案(時間) ⑤自己効力 ⑥結果予期
- ⑦課題興味 ⑧目標志向

【遂行】

- ⑨課題方略 ⑩自己指導(内容)
- ⑪自己指導(目標) ⑫イメージ化 ⑬時間管理
- ⑭環境構成 ⑮援助要請 ⑯自己記録

【自己省察】

- ・自己評価(⑰肯定・⑱否定) ⑲原因帰属 ⑳適応



Becoming a Self-Regulated Learner: 2002 Theory Into Practice 41(2):64-70 J. Zimmerman

予見(見通し)・遂行(行動)・自己省察(振り返り)を、反復的に繰り返されることによって探究活動は深まっていきます。自己調整学習の視点で探究活動を振り返ってみましょう。

1	目標設定	自身の目標を設定することができていたか	
2	計画立案(内容)	自身の学習計画の内容を決めていたか	
3	計画立案(方法)	自身の学習計画の方法を決めていたか	
4	計画立案(時間)	自身の学習計画の時間配分を決めていたか	
5	自己効力	学習をうまく実行することができるかを考えていたか	
6	結果予期	学習の最後に創り上げるもの(価値)を予想していたか	
7	課題興味	本題に興味を示していたか課題に価値を感じていたか	
8	目標志向	目標が能力を向上させることに結びつけていたか	
9	課題方略	方法・方略が適切であることを確認したり、調整したりしていたか	
10	自己指導(内容)	自分に質問するようにして学習内容の理解を深めようとしていたか	
11	自己指導(目標)	自分の課題・目標を確認していたか	
12	イメージ化	図や表に置き換えていたか	
13	時間管理	残り時間を意識していたか	
14	環境構成	学習しやすい環境をつくりだそうとしていたか	
15	援助要請	学習がうまく進まなかった際に教員や友人に相談していたか	
16	自己記録	学習中の大切なことや結果を記録していたか	
17	自己評価(肯定)	うまくいったことが何かを考えていたか	
18	自己評価(否定)	うまくいかなかったことが何かを考えていたか	
19	原因帰属	自己評価の理由を考えていた	
20	適用	次の学習にどう活かすかを考えていたか	

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Innovativeness (革新性)

価値の創造 研究結果・考察から手法や条件の再設定ができる

◆これまでの研究の課題を抽出する、第三者のアドバイスや意見を集約することができており、これまでの研究の内容と第三者のアドバイスとの関連性を整理することができている。	<input type="checkbox"/>
◆研究計画を再設定するために、必要な文献、研究手法、連携機関等が具体化できており、研究計画(内容)とスケジュール(時間)を含めた研究の見通しをたてることができている。	<input type="checkbox"/>
◆これまでの研究を通して、①見通し、②行動、③振り返り(AARサイクル)の展開が整理できており、どのように研究が変遷しているかを顕在化することができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	2年課題研究「SSH 研究成果発表会」
C-4	Creative (創造性)	価値の創造 研究内容及び研究結果に価値を見出すことができる

研究の結果に価値を見出す SWOT 分析をし、多角的な視点で研究の方向性の意志決定をしましょう

1. SWOT 分析

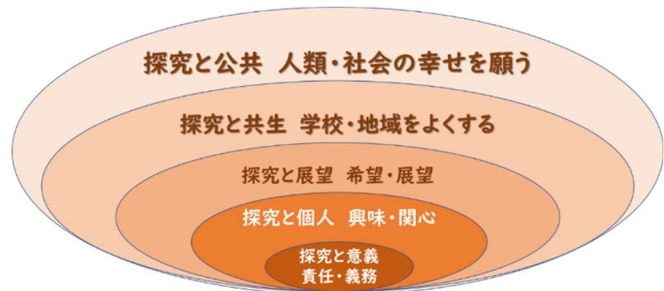
SWOT 分析 (Kenneth R. Andrews, Stanford Research Institute) は、組織(グループ)や個人が環境の変化に対応しながら長期的な戦略を立てることをねらいに、内部要因と外部要因を整理する枠組みに、機会 (Opportunity) と能力 (Strength) を組み合わせて戦略的に意思決定する手法です。つまり、自身の研究が、「何ができているか」という内部要因を整理することに加え、「どのような状況に置かれているか」という外部要因に対応させることで、今後の探究活動が社会とどのように関係をつくるのかを考えることとなります。

内的要因と外的要因

内的要因(自身の探究活動)		外的要因(自身の探究活動を取り巻く環境)	
強み (Strengths) 研究を有利に進める要素	弱み (Weaknesses) 研究の質を下げる制約	機会 (Opportunities) 研究を発展させる条件	脅威 (Threats) 研究を揺るがすリスク
すでに備えた知識・技術 データの質や量 チームの特徴 など	知識・技術不足 方法の不備 データの問題 など	環境・制度 人とのつながり 社会的ニーズ など	環境・設備制約 競争 時間・制度 など

2. 外的要因に目を向ける視点

「生徒のウェルビーイングとは、幸福で充実した人生を送るために必要な、心理的・認知的・社会的・身体的(および物質的)な機能 (functioning) と能力 (capabilities) である (PISA 2018 Results, OECD)」と定義されています。探究活動を通して、ウェルビーイングを目指すために、【探究と共生】の視点を意識してみましょう。学校や地域の人々がよりよく生きられるように、関係と仕組みを設計する視点で探究活動の方向性を検討します。



3. SDGs の視点で外的要因を検討する

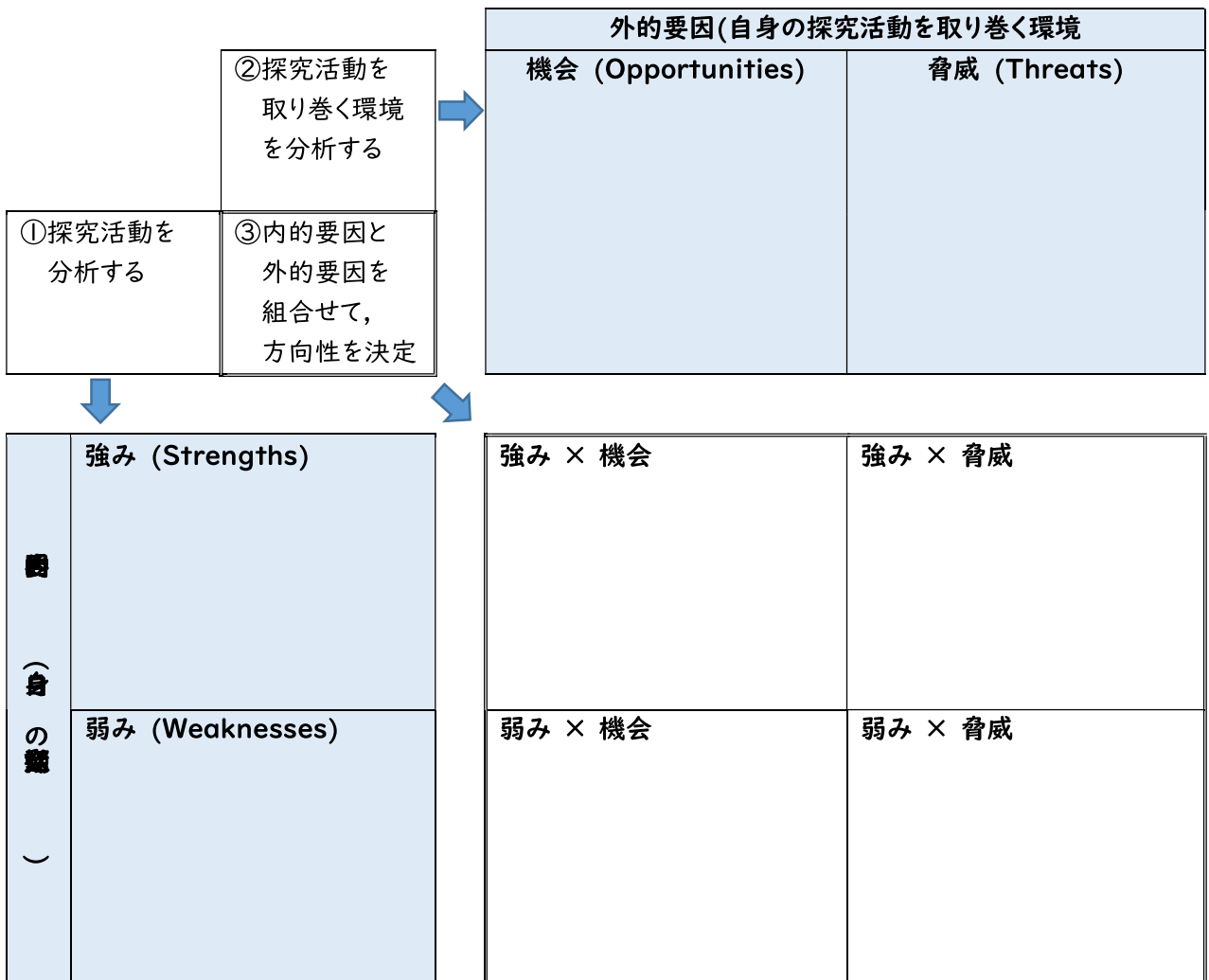
探究活動が、社会・環境・経済の中でどのような影響を与えるかを多面的に捉えることを意識してみましょう。国際連合が掲げた SDGs (持続可能な開発目標) は、誰一人取り残さない (Leave No One Behind) を理念に、17 の目標で社会の課題を整理したものです。まず、この研究は誰に、社会や環境に、



どのような影響があるのか考えたうえで、その影響がプラスなのかマイナスなのか見てみます。そのうえで、SDGs のどの目標と対応づけられるかを関連付けてみましょう。トレードオフが成り立つのか、誰一人取り残さないのか、長期的な視点か、など視点を組み合わせることで研究の方向性を多角的に検討することができます。

4. SWOT 分析

探究活動の目標を達成するために、SWOT 分析によって方向性を検討しましょう。外的要因や内的要因を強み (Strengths), 弱み (Weaknesses), 機会 (Opportunities), 脅威 (Threats) の 4 つのカテゴリーで要因分析し、変化に対応した探究活動の方向性を戦略的に意志決定しましょう。



今後の具体的な探究活動の方向性

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Creative (創造性)

問いの変化 研究内容及び研究結果に価値を見出すことができる

◆研究への取組の振り返りを通して、内的要因としての強みと弱みを整理することができ、研究の目標を達成するための強みと弱みをキーワードとして言語化することができる。	<input type="checkbox"/>
◆研究を取り巻く環境を通して、外的要因としての機会と脅威を整理することができ、研究の目標を達成するための機会と脅威をキーワードとして言語化することができる。	<input type="checkbox"/>
◆研究の内的要因である強み(S)と弱み(W), 外的要因である機会(O)と脅威(T)を組み合わせた4カテゴリーで整理でき、研究の方向性の意思決定することができる。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	3年課題研究「SSH 課題研究成果発表会」
L-5	Logicity (論理性)	説明の論理性 研究をアカデミック・ライティングの手法で説明できる

アカデミック・ライティングで研究の全体像(パズル)と内容(ピース)を意識させましょう

1. アカデミック・ライティングとは

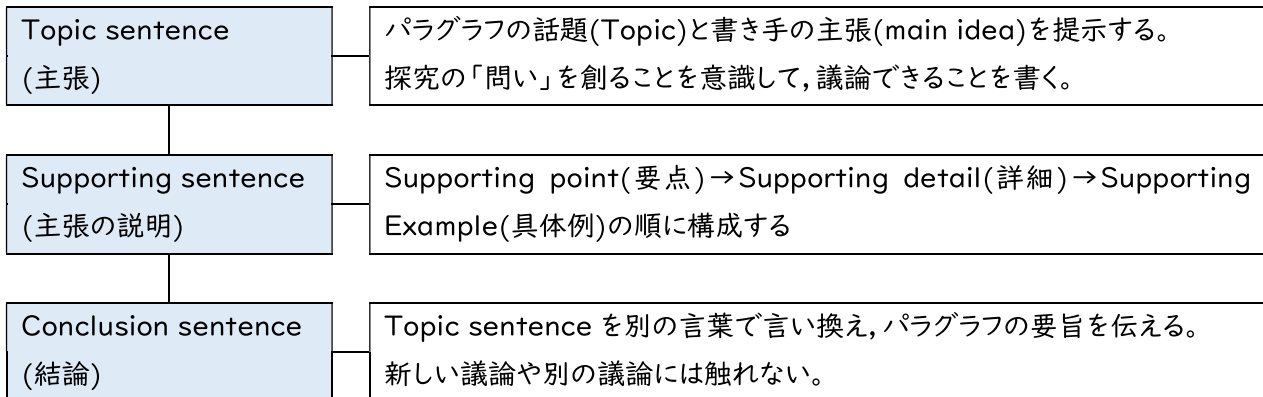
アカデミック・ライティングとは、学術的文章(論文)を書く際、探究の「問い」を設定し、「問い」に対する主張が伝わるように客観的・論理的に説明する手法のことを指します。アカデミック・ライティングが論文を書くための原則と全体構造としたら、パラグラフ・ライティングは、その中で使う段落の作り方と理解すると良いです。

パラグラフ・ライティングは、「パラグラフ」の構造を基本として、複数のパラグラフを組み合わせ、「アウトライン」を構成したうえで学術的文章(論文)を作成していく手法です。「アカデミック・ライティング」を用いて論文作成をすることで、知識を構造化し、他者に検証可能な形で共有するための思考プロセスを意識できます。

	アカデミック・ライティング	パラグラフ・ライティング	アカデミック・ライティング
レベル	全体(マクロ)	部分(ミクロ)	序論(Introduction)
対象	論文・レポート全体	1つの段落	パラグラフ①, ②, ③, …
役割	知識を論理的に構築・共有する	主張を1つずつ明確にする	方法(Methods)
中心概念	客観性・論理性・再現性	主張+根拠+説明	パラグラフ①, ②, ③, …

2. パラグラフとは

パラグラフとは、論理的に構成された文(Sentence)の集まりのことです。1つのパラグラフでは、1つの題材(topic)について、1つの主張(main idea)のみを述べましょう。パラグラフの基本構造は、「Topic sentence(主張)」、「Supporting sentence(主張の説明)」、「Conclusion sentence(結論)」の3要素です。1つの主張を根拠とともに論理的に説明する最小単位であるパラグラフをつなぐ際は、まとめや次への接続を意識することで論理的一貫性をもたせることが重要です。



3. アウトラインとは

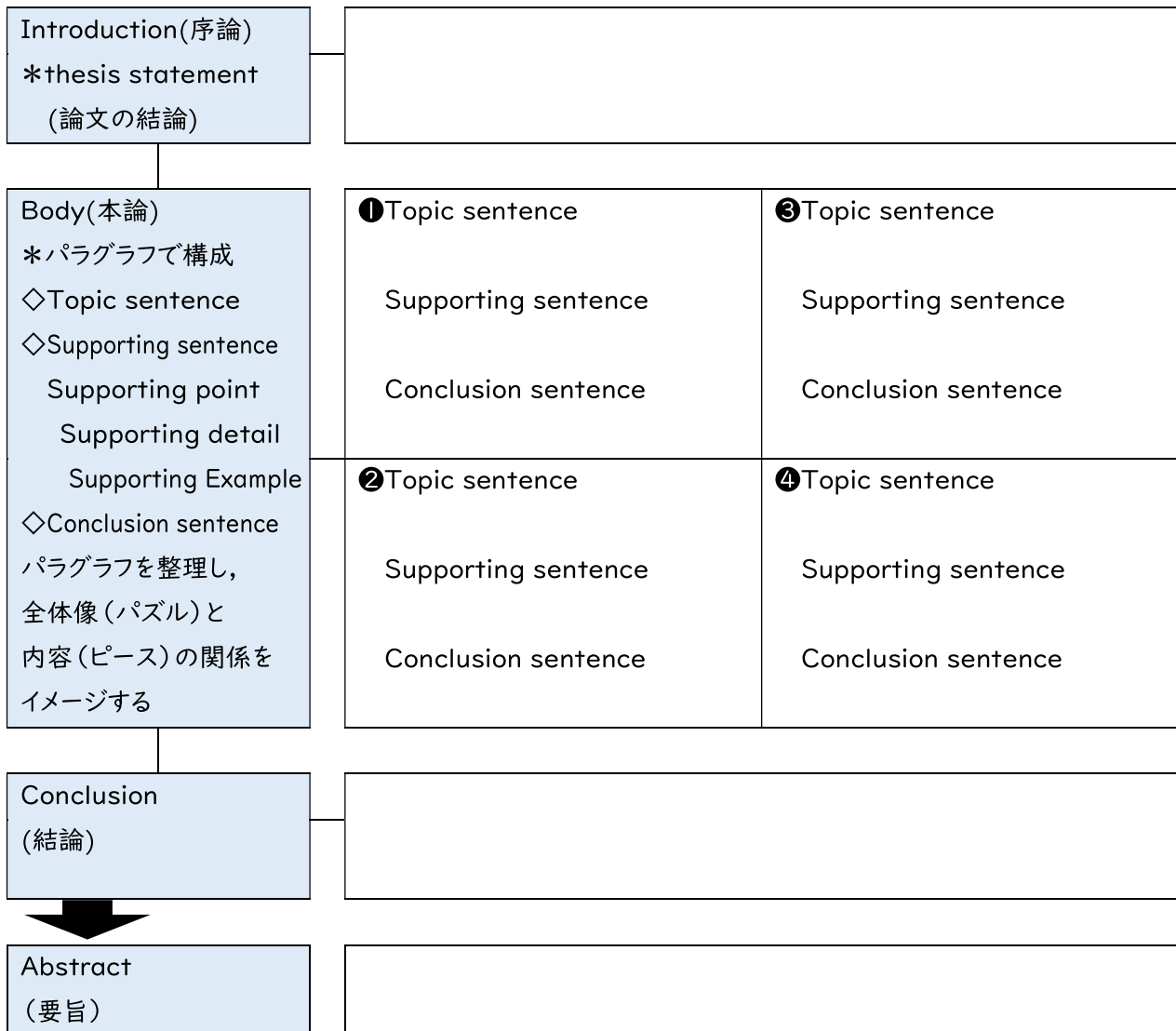
アウトラインとは、論理的文章を書くために内容と構造を事前に整理する設計図です。「thesis statement(論文の結論)」を定め、「Introduction(序論)」、「Body(本論)」、「Conclusion(結論)」の要素で「Outline(アウトライン)」を構成します。IMRADのパラグラフと関連付けてアウトラインを定めてみましょう。

- I. 序論(Introduction) 1. 背景 2. 問い(研究課題) 3. 仮説
- II. 本論(Body)
 - 1. 方法(Methods) (1) 実験条件 (2) 手順
 - 2. 結果(Results) (1) データ (2) 図表
 - 3. 考察(Discussion) (1) 結果の解釈 (2) 仮説との比較 (3) 課題等
- III. 結論(Conclusion)

4. アウトライン・フレームワーク

アカデミック・ライティングとは、序論・本論・結論からなるアウトラインのもとで、論文全体を IMRAD 構造に沿って構成し、各パラグラフを「主張・根拠・説明」に基づいて論理的に構築することです。研究要旨 Abstract を作成する際は、各パラグラフにおける「Topic sentence(主張)」を抽出し、IMRAD 構造 に沿って整理することで作成することができます。また、ポスターセッション資料やプレゼンテーション資料における見出しは、各パラグラフの「Topic sentence(主張)」であり、それをまとめることでアウトラインとパラグラフの関係を示す目次を提示することもできます。論理的に一貫性のある説明をするためのフレームワークを心がけてみましょう。

アウトライン・フレームワーク



■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Logicity (論理性)

説明の論理性 研究をアカデミック・ライティングの手法で説明できる

◆研究概要を説明するために、研究の結論(thesis statement)が設定できており、要旨(Abstract)が序論(Introduction)、本論(Body)、結論(Conclusion)の3要素でアウトラインが構成できている	<input type="checkbox"/>
◆研究の本論(Body)が複数のパラグラフの構造で構成できており、1つのパラグラフは1題材(topic)について、1つの主張(main idea)を示す基本構造で示すことができている。	<input type="checkbox"/>
◆1つのパラグラフが主張(Topic sentence)、主張の説明(Supporting sentence)結論(Conclusion sentence)の3要素で構成できており、論理的に一貫性ある基本構造で示すことができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	3年課題研究「SSH 課題研究成果発表会」
0-5	Objectivity (客観性)	研究の客観性 第三者が課題研究論文集から客観的に研究証明できる

科学的リテラシーを備え、客観的な視点から自分の研究を証明できるものを発信しましょう

1. 科学的リテラシーとは

科学的リテラシーとは、「思慮深い市民として、科学的知識や考え方を用いて、科学に関わる課題について主体的に判断し、関与する力」(生徒の学習到達度調査 PISA:Programme for International Student Assessment, OECD)と定義されています。科学的リテラシーを次の3つの能力で具体化しています。

- ① 現象を科学的に説明する 自然現象や社会の出来事を、法則・概念を使って説明する力
- ② 科学的探究を評価し計画する 実験や調査の方法を考えたり、その妥当性を評価したりする力
- ③ データと証拠を科学的に解釈する 得られたデータを分析し、根拠に基づいて結論を導く力

つまり、探究活動を進める者には、科学を使って考え、証拠にもとづいて判断し、社会の問題に関わる力が求められており、社会の問題と関わるうえで、科学者としての行動規範が求められます。

2. 科学者の行動規範

高校生であっても、データをごまかさない(誠実性)、他人の成果を正しく引用する(公正性)、社会に役立つ問いを考える(社会性)、結果を説明できる(説明責任)といった「科学を正しく行い、社会に責任をもって活用するための原則」である科学者の行動規範が求められます。日本学術会議は、科学者の行動規範(2008制定, 2013改訂)で、科学者個人の自律性に依拠する、すべての学術分野に共通する必要最低限の行動規範を示し、これらの行動規範の遵守は、科学的知識の質を保証するため、そして科学者個人及び科学者コミュニティが社会から信頼と尊敬を得るために不可欠であると示しました。

科学者の行動規範(日本学術会議)と補足説明

I 蓄 の 養	1 科学者の基本的責任	研究は社会と無関係ではない
	2 科学者の姿勢	正しさよりも“確かさ”を追い続ける態度をもつ
	3 社会の中の科学者	研究室の中だけで完結しない存在である
	4 社会的期待に応える研究	社会のニーズと科学を接続する
	5 説明と公開	論文・発表・データ共有の基盤をもつ
	6 科学研究の利用の両義性	科学は善にも悪にもなりうる
II 込 な 碗	7 研究活動	捏造・改ざん・盗用の禁止、データは正確に扱う
	8 研究環境の整備及び教育啓発の徹底	不正を防ぐ仕組みをつくる
	9 研究対象などへの配慮	倫理審査・インフォームドコンセントの考え方
	10 他者との関係	著者順、貢献度の適切な評価、関係者との公正な関係
III 中 の 社 の 辯	11 社会との対話	専門知識をわかりやすく伝える努力
	12 科学的助言	専門知識に基づき、不確実性も含め社会に助言する
	13 政策立案・決定者に対する科学的助言	政策決定に科学的根拠を提供する役割と中立性
IV 違 法 を の	14 法令の遵守	関係法令やガイドラインの遵守・コンプライアンス
	15 差別の排除	性別・人種・国籍など差別の禁止、多様性の尊重
	16 利益相反	資金・地位が研究の公正性に影響しないようにする

特に、企業等、外部機関と連携をとりながら探究活動を進め、研究内容を公表する際、「本研究に関連して、開示すべき利益相反(COI:Conflict of Interest)関係はありません」と利益相反を示す必要があります。

3. 研究者の責任ある行動

米国科学アカデミーの提言でも、責任ある研究活動(RCR:Responsible Conduct in Research)という表現で科学者の行動規範が示されています。責任ある研究活動とは、「研究の計画・実施・発表のすべての過程において、公正・誠実・透明に行動すること」を指します。自分がこれまでに進めてきた探究活動が、査読(peer review, ピア・レビュー), 研究倫理, アウトリーチ, この3点の視点に耐えうるものか整理しましょう。

4. 論文・ポスターセッション・プレゼンテーション時に留意すべき行動規範(チェックリスト)

日本学会の「科学者の行動規範」とNational Academy of Sciencesの提唱する「責任ある研究活動(RCR)」を参考に、高校生が研究発表(論文・ポスター・スライド)で必ず言及すべき事項を確認しましょう。

I. 研究の透明性・誠実性 「正しく行い、正しく伝えているか」	
<input type="checkbox"/> 研究の目的・背景が明確に示されている	<input type="checkbox"/> データの取得方法・条件が説明されている
<input type="checkbox"/> 先行研究や参考文献が適切に引用されている	<input type="checkbox"/> 都合のよいデータだけでなく、誠実に示している
II. データと証拠の信頼性 「その結論は本当にデータから言えるか」	
<input type="checkbox"/> 測定方法・条件が再現可能に記述されている	<input type="checkbox"/> グラフや表が適切である(単位・軸・凡例)
<input type="checkbox"/> 外れ値や誤差について言及している	<input type="checkbox"/> 結論がデータに基づいている(飛躍がない)
III. 研究倫理(公正な研究) 「研究としてフェアであるか」	
<input type="checkbox"/> 捏造・改ざん・盗用(FFP)に該当しない	<input type="checkbox"/> 著者・協力者の貢献が正しく示されている
<input type="checkbox"/> 引用・参考文献の形式が適切である	<input type="checkbox"/> 利益相反(COI)の有無を明記している
IV. 研究対象への配慮 「研究対象を尊重しているか」	
<input type="checkbox"/> 人を対象とした場合、同意を得ている (インフォームド・コンセント)	<input type="checkbox"/> 個人情報適切に保護されている
	<input type="checkbox"/> 動物・環境への影響に配慮している
V. 社会との関係・責任 「社会にとってどんな意味があるか」	
<input type="checkbox"/> 研究の意義や社会との関連が説明されている	<input type="checkbox"/> 科学技術の影響(利点・リスク)に言及している
<input type="checkbox"/> 研究成果の利点と限界の両方を示している	
VI. 説明責任・発信力 「他者に伝わる形になっているか」	
<input type="checkbox"/> 専門用語が適切に説明されている	<input type="checkbox"/> 図表・スライドが論理的に整理されている
<input type="checkbox"/> 誰が見ても理解できる構成になっている	<input type="checkbox"/> 質問に対して根拠をもって説明できる
VII. 研究プロセスの適切性 「研究として筋が通っているか」	
<input type="checkbox"/> 研究方法が目的に合っている	<input type="checkbox"/> 対照実験や比較の設定が適切である
VIII. 利益相反・法令遵守 「ルールを守っているか」	
<input type="checkbox"/> 利益相反の有無を明記している	<input type="checkbox"/> 法令・学校ルール・倫理規定を守っている
<input type="checkbox"/> 使用データや資料の利用条件を守っている	

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Objectivity (客観性)

研究の客観性 第三者が課題研究論文集から客観的に研究証明できる

◆責任ある研究活動として、再現性の確認と誠実な取組、先行研究への敬意が示されており、研究に関わる相互の信頼を尊重する研究論文として構成することができている。	<input type="checkbox"/>
◆責任ある研究活動として、ミスリードへ誘導しない科学的に妥当な評価・報告が示されており、研究対象への配慮、利益造反や盗用・剽窃がない規範を遵守する研究論文が構成できている。	<input type="checkbox"/>
◆責任ある研究活動として、研究成果が社会に与える影響と知的財産の構築が示されており、研究の成果を社会に奉仕(アウトリーチ)する研究論文として構成することができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	3年課題研究「SSH 課題研究成果発表会」
G-5	Global (グローバル)	国際発表 英語で課題研究の成果を発表することができる

スキミングする、スキミングされることを意識した英語の研究発表をしてみましょう

1. スキミングする・されることを意識した研究成果発表構成

スキミングとは、全体をざっと見て、重要な情報だけ拾い読む行動です。論文を読む側や発表を聞く側は、膨大な情報量から必要な事項のみを集めるため、最初から最後まで読まない、興味のある部分だけ、数秒で読む価値があるかを判断する、このような意識で研究を受け止めます。つまり、スキミングされることを前提にした研究発表とは、「順番に丁寧に読まれる」前提でなく、短時間で要点を把握させるよう設計する考え方です。

2. スキミングされることを意識した表現方法

スキミングは、どこを切り取っても意味が通るように、「どこを見ても結論が拾える設計」にすることが重要です。そのため、スキミング対応の“言語ルール”として、曖昧語を使わない「～と思われる」ではなく「～である」や、短く区切って「| 文 | 主張」にする、「増加」や「減少」、「影響」など名詞化を活用するとよいです。つまり、タイトルにも結論、トピックセンテンスにも結論、図にも結論、結論にも結論という視点こそスキミングされることを意識した表現方法といえます。以下のように研究内容を見られ、素早く研究内容をつかむ「スキミング」が行われていることを意識した研究成果発表構成を心がけましょう。

着眼点	スライド・ポスター	口頭発表で使う用語
1. Title (タイトル) 研究の主旨をつかむ	「結論入りタイトル」にする 【結果】+【対象】+【条件】 ～を明らかにした、～に影響を与える	冒頭でタイトルを「言い換える」 「本研究のポイントは～です」 「結論から言うと～です」
2. Author・Date (著者・日付)	小さく・端に配置(主役にしない) 正式名称で記載する	所属を簡潔に、すべて読まない 「〇〇高校の△△です」
3. Abstract (要旨) 研究内容の概要をつかむ	1 スライド / 1 ボックスで完結 本研究では～を目的とし、～の方法で調査した。その結果、～が明らかとなり、～と結論づけた。	結論を簡潔に、パラグラフを抽出する 「先に概要を述べます」 「本研究では～し、結果として～が分かりました」
4. First sentence (第一段落) 第一段落を見て全体構成をつかむ	背景の最初の一文を強くする 近年、～が問題となっている。しかし、～は十分に明らかになっていない。 そこで本研究では～	背景と本研究をつなぐ、つかみが大事 「皆さんは～について考えたことはありますか？」 「実は～には未解明な点があります」
5. Topic sentence (パラグラフ第1文) パラグラフの第1文をみて研究の方向性をつかむ	各パラグラフの“結論”を冒頭に配置 ～であった。～が確認された。 ～が示された。～が最大であった。 ～の間に有意差があった。	パラグラフで伝えたいことを最初に 「まず、結果として～でした」 「重要なのは～です」 「驚くべきことに～です」
6. Figure・Table (図・表) 図・表など視覚的データから結果をつかむ	図だけで理解できるように設計 図グラフのタイトルの用語 ～の関係、～の変化、～に対する影響 タイトル、軸ラベル、単位、凡例を記載	図の“読み方”を誘導し、強調する 「このグラフから分かるように～」 「特に注目すべきは～です」 「ここで～がピークになっています」
7. Conclusion (結論) 結論をつかむ	記憶に残す(スキミング最終到達点) 「本研究から～が示された」 「～であることが明らかとなった」	最後に強調したい伝える事項の提示 「結論として、～です」 「最も重要な点は～です」

3. アカデミック・ライティングを意識した語彙

「Introduction(序論)」、「Body(本論)」、「Conclusion(結論)」の構成と語彙を意識して構成します。
読み手がスキミングを行って研究概要をつかむ際に、以下に示すようなフレーズを探し、研究の重要性、先行研究との関係、問題提起、目的を把握し、研究の方法と結果、成果を把握します。

(1).Introduction(序論)

①研究の重要性	例)A major current focus in... ..における現在の主要な焦点は
②先行研究	例)Their study suggested... それらの研究は...を示唆した
③課題・問題	例)An alternative approach is necessary. 代わりになる方法が必要である ...remains unclear ...は不明なままである。
④研究の目的	例)The purpose of this study is to... 本研究の目的は...することである

(2).Body(本論)

Method/Experiment 受動態と時制の組合せを意識する

①一般的な方法	例)Most of samples were tested using... ..を用いて標本の検証をした
②他研究の関連	例)...as reported previously. 以前の報告通りに... We followed ○○ by using... 我々は...を用いる○○の方法に従った
③“a”と“The”	例)“a”は対象が不明確なもの、書き手、読み手が示す対象がわからないもの “The”は対象が明確なもの、書き手、読み手が示す対象がわかるもの

Results 時系列、頻度、量、因果関係を意識する

①結果の概説	例)In general, 一般に On the whole, 全体として ...were similar in all cases. ... はすべてのケースにおいて似たようなものだった。
②結果を示す	例)...are reported in Fig.1 ...は図.1 に示されている Comparing Fig.1 and 2 shows that... 図.1, 2 を比較すると...ことが示される
③客観的記述	例)As can be seen in Fig.1 図.1 でわかるように This suggests that ... このことは...を示唆している

3.Conclusion(結論)

①研究の現状	例)...remain to be determined. ...は未解明のままである。 Future work should... 将来の研究は...すべきである。
②研究の成果	例)Our study provides... 我々の研究は...を提供する Our results are in general agreement with ... 我々の結果は...と概ね一致した The experiments demonstrated... その実験により...が示された It was found that... ...することがわかった

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Global (グローバル)

国際発表 英語で課題研究の成果を発表することができる

◆研究の内容を発表する際、序論、本論、結論を構成するパラグラフのトピックセンテンスが抽出できている、そのトピックセンテンスを英語で表現するスライド・ポスターができています。	<input type="checkbox"/>
◆研究の内容を発表する際、序論(Introduction)が①研究の重要性、②先行研究、③問題提起、④研究の目的で構成されており、時制(ほぼ過去形)と受動態で英語表現することができている	<input type="checkbox"/>
◆研究の内容を発表する際、結論(Conclusion)が①研究の現状、②研究の成果で構成されており、結果の解釈、研究の意義と方向性を示す英語表現をすることができている。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	3年課題研究「SSH 課題研究成果発表会」
I-5	Innovativeness (革新性)	構造の変化 研究結果から従来の枠組・構造を変えることができる

ロジック LOGIC を駆使して、聞か人や目的・場に応じた研究成果の発信をしてみましょう

1. 状況・対象によってロジック LOGIC を駆使する

UTO-LOGIC は、探究を通して LOGIC を駆使して、既成概念にとらわれることなく未知なるものに挑む力と定義しています。ロジック・ルーブリックは、高校3年間の探究活動(教科ロジック)の評価として設定をしています。ロジック・チェックリストは、ロジック・ルーブリックの各観点、各段階の記述語として示す目標を到達できているかを評価します。そして、ロジック・ガイドブックは、ロジック・ルーブリックの各目標に到達するために、必要となるコンテンツを25個の構成要素(モジュール)にまとめたものです。

それでは、「状況(場や規模、目的など)や対象(学生、市民、学術関係など)によって LOGIC を駆使して研究の成果を発信する。」この考え方を整理しましょう。「LOGIC を駆使して研究成果を発信する」とは、「何を伝えるか」ではなく「どう伝えるか」を決める軸、つまり、発信の方向性を定める視点と理解すると、イメージがわかかもしれません。同じ研究内容でも、場や相手によって最適な発信方法は異なります。すべての観点を同じ重みで扱うのではなく、戦略的に強調する姿勢が重要です。

2. 発信の方向性を定めるロジックの視点(観点の重みと順番)

LOGIC の観点の「重み」は、発表の場ごとに変わります。例えば、科学コンテストや学会では論理性(L)や客観性(O)に重きを置いた説明を、国際発表になるとグローバル(G)を加えて普遍性を意識する必要も出てきます。ポスターセッションでは、ストーリー性やビジュアルイゼーションなど創造性(C)が大事です。校内発表会では、同じ学びをしている同世代に向けて仮説を更新する革新性(I)が印象強く残すうえで有効です。

また、LOGIC の観点の「順番」を変えることも有効です。同じ研究内容でも伝え方で大きく印象が変わります。例えば、① 興味を引くストーリーを提示【創造性(C)】し、② 問い“仮説”を提示【革新性(I)】する。③ 論理で説明【論理性(L)】するために、④ 方法と結果の証拠【客観性(O)】で裏付け、⑤ 今後の展望として意味を広げる【グローバル(G)】、ことによってストーリーを重視した研究成果の発信ができます。

L(論 理 性):説明に重点をおく
“納得させる力”主張とデータのつながり
O(客 観 性):客観に重点をおく
“信頼される力”方法と結果の再現性
G(グローバル):発表・拡がりに重点をおく
“意味を広げる力”社会的意義と国際的視点
I(革 新 性):変化に重点をおく
“問いを更新する力”仮説の独自性
C(創 造 性):創造に重点をおく
“伝え方をデザインする力”ストーリー性

論理的に、客観的に、グローバルに思考せよ。
その思考は革新的であれ、創造的であれ。



状況・対象によって LOGIC を駆使せよ



Think Logically, Objectively and Globally.
Be Innovative and Creative.

よくある失敗例として、論理性(L)と客観性(O)ばかりだと、無機質な説明になってつまらないでしょう。逆に、革新性(I)や創造性(C)だけだと聞こえは良いけど信用されないかもしれません。グローバル(G)の視点がないければ、研究の意意義が伝わらない可能性があります。このように、LOGICを駆使するとは、説明に飛躍はないか?そのデータは信頼できるか?誰にとって重要か?どこが新しいのか?伝わる内容で理解できるか?研究内容を多角的に振り返ることで、状況や対象に応じて研究を発信することにつながるのです。

3. 発信の方向性を定める LOGIC の観点の「重み」

これまでの研究成果の枠組・構造を変えてみます。LOGIC・L(論理性)・O(客観性)・G(グローバル)・I(革新性)・C(創造性)の5観点到切り替え、探究活動の成果の提示方法・方向性を変えて発表してみましょう。特に、研究内容のどの成果を、どの状況で、だれを対象に発信するかイメージして方向性を定めます。例として、中学生を対象の場合、企業の商品開発担当、学会の場合などを状況、対象をイメージして考えます。

観点	成果	状況	対象
L 論理性 Logicality			
O 客観性 Objectivity			
G グローバル Global			
I 革新性 Innovativeness			
C 創造性 Creative			

4. 発信の方向性を定める LOGIC の観点の「順番」

例として、ストーリーを重視した以下の流れで研究成果の発信を考えてみましょう。状況や対象に応じて、LOGIC を駆使する順番を変えることで研究内容の与える印象を大きく変えることができます。

① 興味を引くストーリー提示 【創造性(C)】	
② 問い“仮説”を提示 【革新性(I)】	
③ 論理で説明 【論理性(L)】	
④ 方法と結果の証拠 【客観性(O)】	
⑤ 今後の展望として意味を広げる 【グローバル(G)】	

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Innovativeness (革新性)

概念の創造 研究結果から従来の枠組・構造を変えることができる

◆研究の結果から、UTO-LOGIC を駆使して従来の枠組・構造を変えるために、これまでの概念や常識と異なる点、研究の独自性を論理的(L)かつ客観的(O)に説明することができる	<input type="checkbox"/>
◆研究の結果から、UTO-LOGIC を駆使して従来の枠組・構造を変えるために、グローバル(G)な視点やローカルな場面で、これまでの概念や常識から具体的に広がった点を説明することができる	<input type="checkbox"/>
◆研究の結果から、UTO-LOGIC を駆使して従来の枠組・構造を変えるために、従来の方法から変化した革新的(I)な手法や新しく価値付けした創造的(C)な結果を説明することができる。	<input type="checkbox"/>

モジュール	観 点	3年課題研究「SSH 課題研究成果発表会」
C-5	Creative (創造性)	概念の創造 研究結果から新しい概念を見出すことができる

探究活動を通して、広がった視野・視点から新しいキャリア・将来の展望を描いてみましょう

1. 探究活動の結果に基づいたマインドマップ(Tony Buzan)

自分が探究してきた中心語(キーワード)が、どのように広がっていったか、または、中心語の中央が変わってきたか、あるいは、LOGIC を駆使することで視点が切り替わったか、自分の進路・キャリアにつながったか、など探究活動を通してどのように自分が変容したのかマインドマップで可視化をしてみましょう。

マインドマップの書き方

- ①無地の紙を使用 ②用紙は横長で ③用紙の中心から描く ④テーマはイメージで描く
⑤1つのブランチに1ワード ⑥ワードは単語で書く ⑦ブランチは曲線 ⑧太さに変化をつける
⑨関連づける(全て繋げ、繋がりは全て同色) ⑩独自のスタイルで ⑪創造的に ⑫楽しんで書く

2. キャリアデザインの視点, 学問や大学・研究者・学会と自分をつなぐ

キャリアデザインの視点で探究活動を見つめ、関連する研究者・研究機関・大学を探してみましょう。探究活動を通して関心をもった分野について、「どの大学で学べるか」「どのような研究者がいるか」を調べる方法は、情報の粒度を上げながら段階的に探ることがポイントです。

①分野を「学問領域」に言い換える(日本十進分類法)

0 総記	10 哲学	20 歴史	30 社会科学	40 自然科学
1 図書館, 図書館学	11 哲学各論	21 日本史	31 政治	41 数学
2 図書, 書誌学	12 東洋思想	22 アジア史, 東洋史	32 法律	42 物理学
3 百科事典	13 西洋哲学	23 ヨーロッパ史, 西洋史	33 経済	43 化学
4 一般論文集, 一般講演集	14 心理学	24 アフリカ史	34 財政	44 天文学, 宇宙科学
5 逐次刊行物	15 倫理学, 道徳	25 北アメリカ史	35 統計	45 地球科学, 地学
6 団体	16 宗教	26 南アメリカ史	36 社会	46 生物科学, 一般生物学
7 ジャーナリズム, 新聞	17 神道	27 オセアニア史, 両極地方史	37 教育	47 植物学
8 叢書, 全集, 選集	18 仏教	28 伝記	38 風俗習慣, 民俗学, 民族学	48 動物学
9 貴重書, 郷土資料, 等	19 キリスト教	29 地理, 地誌, 紀行	39 国防, 軍事	49 医学, 薬学
50 技術, 工学	60 産業	70 芸術, 美術	80 言語	90 文学
51 建設工学, 土木工事	61 農業	71 彫刻	81 日本語	91 日本文学
52 建築学	62 園芸	72 絵画, 書道	82 中国語, 東洋の諸言語	92 中国文学, 東洋文学
53 機械工学, 原子力工学	63 蚕糸業	73 版画	83 英語	93 英米文学
54 電気工学, 電子工学	64 畜産業, 獣医学	74 写真, 印刷	84 ドイツ語	94 ドイツ文学
55 海洋工学, 船舶工学, 兵器	65 林業	75 工芸	85 フランス語	95 フランス文学
56 金属工学, 鉱山工学	66 水産業	76 音楽, 舞踊	86 スペイン語	96 スペイン文学
57 化学工業	67 商業	77 演劇, 映画	87 イタリア語	97 イタリア文学
58 製造工業	68 運輸, 交通	78 スポーツ, 体育	88 ロシア語	98 ロシア, ソヴィエト文学
59 家政学, 生活科学	69 通信事業	79 諸芸, 娯楽	89 その他の諸言語	99 その他の諸文学

②分野を大学等の「学科」に言い換える(学科系統分類(大分類・中分類))

A,B 人文学	C,D 社会科学	V,W 芸術	Q,R 家政	S,T,U 教育	
A1 文学 A2 史学 A3 哲学 B9 その他	C1 法学・政治学 C2 商学・経済学 C3 社会学 (社会事業を含む) D9 その他	V1 美術 V2 デザイン V3 音楽 V4 芸術専門学群 W9 その他	Q1 家政学 Q2 食物学 Q3 被服学 Q4 住居学 Q5 児童学 R9 その他	S1 教育学 S2 小学校課程 S4 中学校課程 S5 高等学校課程 S6 特別教科課程 S7 盲学校課程 S8 聾学校課程 S9 中等教育学校課程	T1 養護学校課程 T2 聾学校課程 T3 体育学 T4 体育専門学群 T5 障害児教育課程 T6 特別支援教育課程 U9 その他

X,Y,Z その他

X1 教養学 X2 総合科学	X3 教養課程(文科) X4 教養課程(理科)	X5 教養課程(その他) X6 人文・社会科学	X7 国際学(国際学部) X8 人間科学	X9 その他
-------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------------	--------

E,F 理学	G,H,I,J 工学	K,L 農学	M,N,O 保健	P 商船学	
E1 数学 E2 物理学 E3 化学 E4 生物 E5 地学 F9 その他	G1 機械工学 G2 電気通信工学 G3 土木建築工学 G4 応用化学 G5 応用理学 G6 原子力工学 G7 鉱山学 G8 金属工学	H1 繊維工学 H2 船舶工学 H3 航空工学 H4 経営工学 H5 工芸学 J9 その他	K1 農学 K2 農芸化学 K3 農業工学 K4 農業経済学 K5 林学 K6 林産学 K7 獣医学畜産学 K8 水産学 L9 その他	M1 医学(進学課程) M2 医学(専門課程) M3 歯学(進学課程) M4 歯学(専門課程) M5 薬学 M6 看護学 M7 医学専門学群 O9 その他	P1 商船学

③分野を研究者につなぐ(論文・研究室)

方法①論文検索 (Google Scholar) 方法②書物検索 (ジャパンナレッジ school)



検索キーワード

目からさがす 新書・小冊子 古典文学 学習まんが my本棚



検索

my辞書設定 カード設定 使い方 メニュー

方法③研究者検索 (Research Map) 方法④研究検索 (科学研究費助成事業データベース)





④関連する研究者・研究機関・大学の候補を挙げる

候補①	候補③
候補②	候補④

■ロジック・チェックリストを通して、本モジュールで意識すべき事項が実践できているか確認してみましょう。

Creative (創造性)	
構造の変化 研究結果から新しい概念を見出すことができる	
◆研究への取組の振り返りを通して、継続研究として取り組むべき課題と発展性を明示でき、次世代へ知的継承をする方向性や分野等、具体的な内容を示すことができる。	□
◆研究で得た複雑かつ具体的な結果・事象を単純化、抽象化するモデル化ができ、教科書や学術的概念と統合したうえで、さらに具体化して説明することができる。	□
◆研究の取組を振り返り、自身が①できること、②したいこと、③求められることのキャリアデザインの視点で整理でき、社会における自身の変容を言語化することができる。	□

ポートフォリオ I	I 年ロジックリサーチ【レポート】	添付日 月 日

ポートフォリオ 2	1 年ロジックリサーチ【ポスターセッション】	添付日 月 日

ポートフォリオ 3	1 年プレ課題研究【研究要旨】	添付日	月	日

ポートフォリオ 4	1 年プレ課題研究【ポスターセッション】	添付日 月 日

ポートフォリオ 5	1 年プレ課題研究【スライド資料】	添付日 月 日

ポートフォリオ 6	2年課題研究【構想発表会資料】	添付日 月 日

ポートフォリオ 7	2年課題研究【中間発表会ポスターセッション】	添付日 月 日

ポートフォリオ 8	2年課題研究【成果発表会要旨】	添付日 月 日

ポートフォリオ 9	2年課題研究【成果発表会ポスターセッション】	添付日 月 日

ポートフォリオ 10	2年課題研究【成果発表会スライド資料】	添付日 月 日

ポートフォリオⅡ	3年課題研究【研究論文】	添付日 月 日

ポートフォリオ 12	3年課題研究【研究成果発表会スライド資料】	添付日 月 日

ポートフォリオ 13	学会・コンテスト資料	添付日 月 日

ポートフォリオ 14	学会・コンテスト資料	添付日 月 日