



令和7年度版

理数探究基礎の手引き
(**生徒**版)

東京都立日比谷高等学校

教科「理数」における科目「理数探究基礎」の取組み

東京都立日比谷高等学校

SSH第Ⅳ期指定における研究開発課題

次世代の国際社会を牽引する、高度なデータサイエンス能力を有する人材の育成

研究開発(部門Ⅰ) 全生徒が取り組む「理数探究基礎」、さらに深める「理数探究」「理数探究発展」の実施

1 年生

全生徒・全教員で取り組む
「理数探究基礎」(必履修)

2 年生

1年間を通した深い探究
「理数探究」(自由選択)

3 年生

半年間で研究をまとめ学会等へ
「理数探究発展」(自由選択)

「講演会やガイダンス」と「分科会」を重ね合わせて、「探究のサイクル」を回すことで、探究する力を育む

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
ガイダンス (第1回～第3回)		分科会	特別講演会 分科会	実験・検証	中間発表会 (分科会内)	分科会	ガイダンス (第4回)	分科会	ポスター 完成	成果発表会 (分科会内)	成果発表会 (代表生徒)
研究を知る		研究を組立ててやってみる			見直して深くする		研究をまとめてさらに深く			発表してつなげる	

ガイダンスや講演会



図1 東京学芸大学宮内卓也教授と、教職大学院大学院生と、本校生徒とのパネルディスカッションの様子。

○上級生の探究から学ぶ

ガイダンスでは、前年度の「理数探究基礎」の成果発表会で選出された優秀研究発表の発表や、3年生の「理数探究発展」を履修した生徒の発表を見ます。上級生が苦勞しながら進めた研究から学ぶことで、生徒目線で「探究」が進められるようにしています。ポスターも校内で掲示し、ポスター発表の手法も学びます。



図3 前年度「理数探究基礎」優秀研究発表(2年生)の発表の様子

○大学の教員、本校教員、本校卒業生の研究者から「探究」を学ぶ

本校ではSSHの指定以来、毎年「SSH特別講演会」を実施してきました。現在は理数探究基礎の授業に組み込まれております。講演会では、本校卒業生の国立情報学研究所の三浦謙一教授や東京大学の大学院生、また、本校に勤務する研究者教員など本校にゆかりのある皆様の講演、さらには、高大連携として、東京大学先端科学センターや東京学芸大学大学院等の協力を得ながら、最先端の研究に触れられる機会を大切にしています。



図6 東京大学松久直司教授による講演の様子



図7 本校卒業生の東京大学大学院生による講演の様子



図8 本校に勤務する研究者教員による講演の様子

○ガイダンスで「探究」を学ぶ
探究活動に取り組むためには「探究のサイクル」を上手に回すことが重要であると考えます。年間4回のガイダンスを実施し、教科書を手引きに、「研究とは」「探究とは」「発表とは」というテーマを設定して、1年間を通して、生徒自身が「探究のサイクル」を回せるように育てます。



図2 本校教員による「探究のサイクル」の説明。



図4 「理数探究発展」履修者の発表の様子



図5 履修者が作成し、校内で掲示されたポスター(中)

分科会(中間発表・成果発表含)



図9 分科会の様子(上)・中間発表会の様子(下)

○50の「分科会」によるゼミ

教員1名につき、生徒6名～7名を割り当てた分科会(中間発表会や成果発表会も含む)を、年間6回程度実施します。分科会までに各自で研究をすすめ、報告書を作成してTeams上で情報共有して、発表と検討をします。

分科会のメンバーでは、必ずしも研究分野や専門性は一致しません。教師がファシリテーター役となり、研究内容について生徒と一緒に議論することで「探究のサイクル」を生徒と教員で回します。SSHだからといって、研究分野は理系分野に特化したものばかりではありません。文系分野でもアンケート調査などを実施し、統計を駆使して研究します。

なお、教科や科目の授業に影響が出ないように、分科会は8限・9限(15:20～16:50)で実施します。



図10 ポスターセッションの様子(上) 成果発表会(クラス代表決定)の様子(下)

○成果発表会とポスターセッション

「理数探究基礎」の成果はポスターを作成して発表します。研究は「研究内容」と「ポスターのでき」による2段階で評価されます。研究内容が優れていると分科会やクラスの中で選出された研究は、3月の星陵会館での成果発表会、ならびに、次年度の4月に、後輩である新入生を前にして発表し、パネラーとしてガイダンスに参加します(図1・図3)

また、理数探究基礎履修者全員が、3月にポスターセッションをします。ポスターの脇に立ち、聴衆の質問に答えます。このときにポスター賞が選出され、拡大されて校内に掲示します。

探究のサイクルは相互評価を受けて深化します。各発表会は客観的な視点を与える貴重な機会です。

○教員も探究を学ぶ「リフレクション・シェアリング」(研究開発「部門Ⅴ」)



図11 探究のプロセスとは(右)・リフレクションの様子(中)・Jamboardの様子(右)

年1回開かれる校内研修の機会に「理数探究基礎」における指導改善を目的とした「リフレクション・シェアリング」を実施します。探究活動の専門家を招いて講演をいただいた後、Google Jamboardを使って、KJ法による情報共有をします。

探究活動は教師が「教える」のではなく、伴走しながら一緒に学ぶという指導意識の転換が求められます。「探究」と「探究」のちがいが、ルーブリックありきの相互評価に陥らない工夫など、探究活動の指導が普段の授業改善にも役立っています。

ガイダンスや講演会で探究を学ぶ

答えのない課題に
立ち向かう力を養う

分科会で検討し、研究をすすめる。

目 次

I	教科「理数」の目指すところ	
1.	探究活動とは	1
2.	理数探究基礎によって身につける力（ルーブリックに基づく）	2
3.	研究の進め方について	2
II	日比谷高校の「理数探究基礎」のカリキュラムとシラバス	3
III	ガイダンス・分科会等における具体的な取り組み	4
IV	アンケート調査に関する注意事項	6
V	探究活動の進め方 資料編	
1.	研究の流れ	7
2.	テーマの設定	9
3.	情報収集	14
4.	検証	17
5.	研究をまとめる(ポスター・論文)	19
6.	論文(ポスター)の構成	19
7.	結果のまとめ方	21
8.	考察の書き方	24
9.	文献の書き方	25
10.	良い文章を書くには	26
11.	英文での要旨の書き方	29
VI	各種様式集	30

I. 教科「理数」の目指すところ

1 探究活動とは

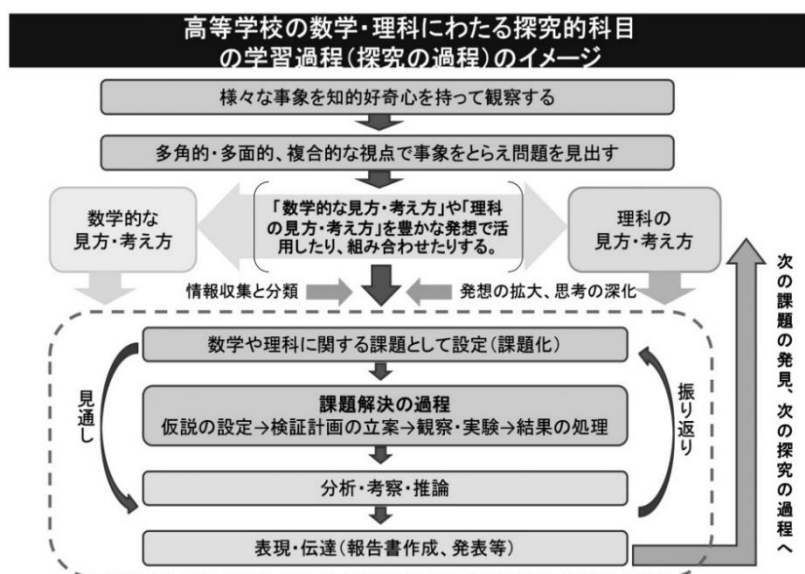
文部科学省によると、「研究」とは「先人たちが行った諸業績をふまえたうえで、観察や実験などによる事実、データを素材としつつ、自分自身の省察、発想・アイデアなどにもとづく新たな知見を創造し、知の体系を構築していく行為」と定義されています。

AI の発達により、過去の膨大な情報を整理して、文章や理論を組み立てることが容易になっています。しかし、これまでつながりが薄いとみられていたところから、新しいつながりを見出して論を組み立てることや、現状で当然のことと理解されているものに疑いを持ち、再検証をして新たな解釈を得ることなど、『創造すること』は、今でも AI より人間の方が優れているといわれています。そのような「新たに生み出す創造性」や「過去の理解にとらわれない真理の追究」など、わからないことに果敢に取り組もうとする探究力や、なかなか答えの出ないことに諦めずに取り組もうとする忍耐力、そして、物事を客観的に捉えて、根拠に基づいて説明するとともに、他者の意見を取り入れ、さらに研究を精査できるコミュニケーション能力など、答えのない課題に対して向き合う人間を育てる教育手法が「探究活動」であり、まさに人間でしかできない学びであるといえます。

探究学習(IBL: Inquiry Based Learning)は決して自然科学に特化したものではないです。社会科学、人文科学、健康科学、芸術など、あらゆる学問に精通しています。さらには、部活動や生徒会・委員会活動など、人生や社会をより豊かにするような諸活動にも通ずるものです。これらを客観的に分析できるデータサイエンス能力を身につけることで、本校の生徒が将来、どのような職に就いたとしても、客観性を持った、社会に必要とされる仕事をするができる人材に育てたいと考えています。これが、本校が探究学習に取り組む意義です。

ただし、後述しますが、教員は、皆さんのテーマに関わる分野について、詳細に知っている専門家ではありません。その分、探究活動の不十分なところを素人なりに指摘し、一緒に考え、伴走をする立場です。生徒も、そして教員も一緒になって、受け身ではなく、積極的な姿勢で、かつ、わからないことに対して真摯に向き合おうとする謙虚さの上にたち、学問や真理の追究を実践しています。皆さんも、ぜひ一緒にこの取り組みを進めていきましょう。

※参考 伴走者とはブラインドマラソンにおいて、視覚障害のある選手が安心して全力を出せるように、選手の目の代わりとなって周囲の状況や方向を伝えたり、ペース配分やタイム管理したりする者。教育ではコーチングに近い。教師には「生徒と信頼関係を築こうとする」「生徒の可能性を信じる」「生徒の最大の支援者であろうとする」といったマインドセットと、今やるべきことを未来の理想の状態から逆算する「バックキャスト思考」が求められる。



2. 理数探究基礎によって身につける力(ルーブリックに基づく)

知識・技能

[1] 課題発見能力・テーマ設定能力 [2] 調査・実験などの実施力 [3] データ処理・分析力

思考・判断・表現

[4] 考察力・判断力 [5] 表現力 [6] コミュニケーション力

態度

[7] 探究活動にあらわれる学びに向かう力(主体性・積極性)

観点	評価項目	評価対象物	評価基準	3	2	1
知識・技能	1 課題発見能力 テーマ設定能力	テーマ設定書	文献などをもとに必要な情報を収集、整理し、テーマ設定に活用できたか。	テーマ設定に必要な情報を十分に収集、整理し、深く理解して適切に活用できた。	テーマ設定に必要な資料を、収集、整理し、活用できた。	テーマ設定に必要な資料を収集できた。
	2 調査・実験などの実施力	研究計画書 活動報告書	目的やテーマに基づいた調査が、分科会での指摘などを踏まえて適切に進められたか。	目的やテーマに基づいた調査・実験などが計画的かつ適切に行えた。	目的やテーマに基づいた調査・実験などが計画的に行えた。	目的やテーマに基づいた調査・実験などの計画を立てることができた。
	3 データ処理・分析力	活動報告書 研究ポスター	調査・実験などで得られたデータを記録、適切な方法で整理し、正しく分析できたか。	調査・実験などにより得られたデータを目的に合った適切な方法で整理し、論理的に分析できた。	調査・実験などにより得られたデータを整理し、分析できた。	調査・実験などにより得られたデータを記録したことに止まった。
思考・判断・表現	4 考察力・判断力	活動報告書 研究ポスター	データの信頼性を確認でき、結果を論理的に考察し、結論付けることができたか。	統計的にデータの信頼性を確認し、結果を論理的に考察し、結論付けることができた。	結果を論理的に考察し、結論付けることができた。	結果を考察したが、十分に結論付けることができていない。
	5 表現力	研究ポスター ポスター発表	探究の活動の成果を研究レポートとして、分かりやすくまとめ、説得力を持って伝えることができたか。	探究の活動の成果を、研究レポートに分かりやすくまとめ、作成したポスターを用いて、論理的に説明することができた。	探究の活動の成果を、研究レポートに分かりやすくまとめ、作成したポスターを用いて、説明することができた。	探究の活動の成果を、研究レポートにまとめ、作成したポスターを用いて、説明することができた。
	6 コミュニケーション力	分科会・ポスターセッションでの生徒の様子	分科会内で互いに意見を伝え合っているか。	自分の考えを積極的に伝えることと共に、相手の発表に対して効果的な発言ができた。	自分の考えを伝えると共に、相手の意見を聞くことができた。	自分の考えを伝えられていない。
態度	7 探究活動にあらわれる学びに向かう力(主体性・積極性)	分科会での生徒の様子	知的好奇心を持って積極的に探究活動に取り組み、ポスター作製に意欲的に取り組んでいたか。	知的好奇心を持って積極的に探究活動に取り組み、ポスター作製にも意欲的に取り組んでいた。	探究活動に積極的に取り組み、ポスターを作製することができた。	探究活動に対する意欲が低く、ポスター作製に取り組む意欲も低かった。

3. 研究の進め方について

「理数探究基礎」では、研究のための備品や施設は、生徒全員に貸出すことはほぼできないため、公平性を期すために、各自が家庭等において進められる研究内容となるようなテーマの設定をしています。これは、身近な疑問から工夫をして、探究のサイクルを回す経験をさせたいという指導方針からであり、専門的な器具等を用いて、深い研究をしたい場合には、ぜひ2年次の「理数探究」や3年次の「理数探究発展」を履修して、理数科の先生方の指導を受けながら研究を進めていきましょう。詳しくは、秋口に次年度の選択科目についてガイダンスをしますので、よく確認をしてください。

また、所謂文系と呼ばれる分野の研究であっても、数量的な処理による説明を必須としています。アンケート調査が多くなったが、少なくとも、カイ二乗検定や t 検定程度の統計分析が必要となります。ただし、統計学は数学Bで扱われるものであるし、情報科では情報Iにおいて、年度後半で扱われるものであります。このため、数学科や情報科の協力を得て進めています。ただし、授業で扱う時期が理数探究基礎のカリキュラムと必ずしも一致していません。理数探究基礎の教科書には、統計分析についてその原理や進め方が説明されています。理数科の先生方にフォローアップしてもらいながら、必要に応じて学び、理数探究基礎の研究に活かしていきましょう。



図 教科書

Ⅱ. 日比谷高校の「理数探究基礎」のカリキュラム・シラバス

黄色はガイダンス・全体会等

赤色は分科会・生徒作業日等

表 理数探究基礎のシラバス

※表中の G はガイダンスを示す。☆は星陵会館での実施を示す。また、★で主な提出課題を示す。

月/日	時 程	概 要	内 容	
4/15 火	8・9 限☆	探究活動 G	探究の概要・前年度研究内容優秀生徒と研究者とのパネルディスカッション	①. 研究を知る 3回のガイダンスを通して、探究のサイクルの回し方を学び、1年間の理数探究基礎の授業の中で、どのような学びを進めていくのかを学びます。
4/30 水	8・9 限☆	理系分野 G	理系分野の探究活動の紹介(大学院生・前年度優秀研究生徒・本校教員)	
5/14 水	8・9 限☆	文系分野 G	文系分野の探究活動の紹介(大学院生・前年度優秀研究生徒・本校教員) ★ガイダンスⅠ～Ⅲまとめ提出	
6/10 火	8・9 限	分科会①	★「研究計画書」提出 指導担当の教員との顔合わせとテーマの検討	②. 研究を組み立ててやってみる 実際に研究作業を進める中心となる期間は、夏休みになるので、この時期に研究テーマをブラッシュアップする必要があります。研究テーマの提出・分科会での再検討を通して、これを進めていきます。
7/9 水	5～7 限☆	特別講演会	本校教員によって研究者を招聘し、講演会を実施する。最先端の研究に触れる。	
7/15 火	8・9 限	分科会②	テーマ設定と研究計画書(素案)の検討・先行研究等の調査状況の確認	
7/16 水	6・7 限	作業日(1)	研究計画書(完成版)の提出と特別講演会のまとめの提出等 ★「特別講演会のまとめ」の提出	③. 見直して深くする 夏休みの研究成果を報告し、まとめるために必要なことを確認します。
9/24 水	6・7 限	分科会③(拡大)	★「中間報告書」の提出 これまでの研究の成果をまとめ、中間の報告をする。	
10/21 火	8・9 限	分科会④	ポスター発表に向けて、再度検討すべきデータについて報告し、検討する。	
10/29 水	8・9 限☆	ポスター G	ポスター発表に向けたガイダンスの実施(大学院生・本校理数探究発展履修生徒)	④. 研究をまとめてさらに深くする ここまでの研究成果をポスターの形にまとめます。この過程で、追加すべき事項を洗い出して、研究を深くしていきます。
11/19 水	8・9 限	分科会⑤	ポスター作製に向けて、データの検証が進んでいるかの確認をする。	
12/17 水	7 限	作業日(2)	ポスター報告に向けて情報を整理し、ポスター(素案)を提出する。★「ポスター」の提出	
12/24 水	8・9 限	分科会⑥	ポスター(素案)を使って報告をする。グループで議論し、1月までの作業を確認する。	⑤. 発表して次につなげる まとめたポスターを使って、分科会単位・学年単位でのポスター発表をします。また、代表生徒は口頭発表も実施します。1年間の理数探究基礎の学びを振り返り、まとめて、次につなげます。
2/3 火	8・9 限	分科会⑦(拡大)	研究についてポスターで口頭発表をする。拡大分科会内での研究優秀生徒(クラス代表候補者)を選出する。	
3/11 水	1～5 限	ポスターセッション	全員でポスターセッションを実施し、お互いの研究をみる。ポスター賞を選出する。	
3/12 木	1～3 限	クラス代表選出会	グループ内優秀研究者がクラスで口頭発表をし、クラス代表を選ぶ。	
3/24 火	1～5 限☆	全体発表会	各クラスから選出された研究優秀生徒の口頭発表と研究者とのパネルディスカッション	

*ガイダンス要綱や、分科会運営の詳細については、各回が近づいたら、SSH 委員を通してお知らせします。

本校では、理数探究基礎は8～9限を中心として、時間割のコマ外で設定されています。

講演会・ガイダンス・全体会は、探究活動についての理解を深め、理数探究基礎のすすめ方を知ることや、先端的な研究をしている研究者の先生や、実際に日比谷で研究を進めている先輩方の話を聞いて、自らの研究に活かすことを目的にしています。また、3月に行われる全体会の中では、ポスターセッションやクラス代表選出のための口頭発表、クラス代表による全体発表会などがあり、この場では、皆さんは1年間の研究の成果を、発表することになります。

分科会には、通常の分科会(教員1名につき、6～8名程度の受け持ち)と拡大の分科会(2つの分科会を統合した分科会)があります。この分科会は、機械的な分割にし、指導する教員と受け持つ生徒との間のフィッティング(教員の専門性等と研究内容とのマッチング)は実施していません。生徒は自由な研究テーマを設定し、教師はその研究テーマの研究法に対して、専門的な知見だけではなく、研究のプロセスが適切であるかを、分科会内の生徒とディスカッションしていきます。このような流れを通して、探究的な学びのサイクルを一通り回して、探究的な学びの手法を獲得することを目指しています。拡大の分科会は、主に中間報告会と成果報告会となります。この分科会は、通常の分科会における2分科会が合体して、1つの分科会を構成しています。ここでは、普段一緒に活動しない分科会の生徒同士が議論をします。

作業日は、長期休業期間(夏・冬)の前に設定しています。この時間は、生徒が自身のPCを用いて、各作業にあたる時間です。各分科会は Teams でチームがあります。課題等は Teams で提出・管理をしています。

Ⅲ. ガイダンス・分科会等における具体的な取り組み

1. ガイダンス・講演会等

・ガイダンスⅠ～Ⅳでは、表に記載の通り、探究のサイクルの回し方を学んだり、一線で活躍している研究者の方や、日比谷高校の探究活動をした先輩の研究発表を聞き、手法を学んだりするとともに、自分自身の探究学習に活かしていくことを目的としています。

・特別講演会では、最先端の研究に取り組んできた研究者の講演を聞くことにより、探究活動に取り組む際の、研究の意義やあり方を知ることが目的としています。

→ガイダンスⅠ～Ⅲ終了後、および特別講演会の終了後には、各自で「まとめ」を作成して提出をします。

2. 分科会(探究活動)

分科会では、7人程度のグループに、1人の教員がついて、ディスカッションを行いながら、お互いの研究を深めていきます。ディスカッションの中では、積極的な意見交換を行いましょう。「他者に質問できること」も、一つの能力です。

●分科会①(6/10)と②(7/15)では、主に提出をした「研究計画書」についてディスカッションをします。この期間に研究計画書が十分に練られていないと、夏季休業中に実験や調査研究、統計処理等ができなくなります。同じグループの友人や先生方とのディスカッションを通して、研究テーマを深めていきましょう。テーマの設定については、本手引きのⅤ. 資料編を参考にするとともに、以下のようなことに気を付けましょう。

・ぼやっとした研究テーマ・先行研究事例が多くあるようなテーマで研究に突入してしまうと、あとから取り返しがつかなくなり、調べ学習に終始してしまうケースが多くみられます。生徒の

研究テーマを絞りましょう。先行研究を再検証するような研究だとしても、自分独自の切り口からアプローチをしているかどうか、確認しましょう。

・インターネットで調べてきたことを、安易にそのまま研究を進めると、研究を進めてすぐに先行研究が見つかって、やる事がなくなってしまうケースもあります。よく情報収集をしましょう。

・研究については、実験・アンケート調査や統計分析を実施して、**中間発表会では数量的根拠を示す**が必要になります。このことも踏まえて、数値化をどのようにするのか、十分に検討してください。また、アンケート調査に関しては、IV. に記載の注意事項を確認してください。

・人文学的な研究や社会学的な研究では、アンケート調査がありますが、アンケート調査をする場合には「統計的な処理」が必要になります。t 検定やカイ二乗検定などの検定を用いることが必要です。統計的な検定がないと、数値の根拠が示せません。この統計的な処理については、数学・情報の教科書や、理数探究基礎の教科書を使って、生徒自身で学ぶことになります

・専門的な実験器具が必要なものや、生体実験等に関する研究はハードルが高いです。基本的には、本校の実験器具等の貸出はせず、自宅で工夫してできる研究になりますので、再考しましょう。2 年次「理数探究」や 3 年次「理数探究発展」では、このような研究が可能になりますので、履修を見据え、「理数探究基礎」では、そのうちのファーストステップでできる部分をテーマにするのもよいかもしれません。

●**分科会③(9/24)**は、「**中間報告書**」に基づいて、夏休みに研究をした結果をまとめて報告をします。**中間報告書(計画書)**や**補足書類**を使って、**2 グループ(12～13 名)**の**拡大分科会**で報告します。資料は PDF です。**Teams** で共有する形式をとります(**PPT 資料やプロジェクターは使用しません**)。

・グループは拡大の分科会(アルファベット A～Y)で発表となります。発表を聞く人の半分は、研究内容を全く知りません。中間報告書(計画書)を使って、上手に説明することが求められます。

・発表時間は 4 分間です。4 分間しっかりと発表し続けましょう。長くも短くもなりません。

・発表者 1 人につき、2 分間の質疑応答の時間を取ります。教師からは質問の時間は取っていないため、積極的な質疑応答をしましょう。足りない分は Teams 内でやり取りしてください。

・拡大分科会は会場が普段とは変更になる分科会があります。注意してください。

・資料は、分科会で検討して、さらに加筆修正した**中間報告書(計画書)**を使用します。

●**分科会④(10/21)**では、前回の中間報告を受けて、夏休みまでの研究で不足していた点を振り返り、ポスター作製までに再検証をする点を確認します。

●**分科会⑤(11/19)**では、前回の分科会④で確認した再検証をする点がしっかりと進んでいるのか、確認をします。

●**分科会⑥(12/24)**では、年明けのポスターでの報告に向けて作成をしたポスター素案を用意して、内容を議論するとともに、1 月の作業を確認します。その後、各自でポスターの修正作業を行います。

●**分科会⑦(2/3)**は拡大分科会の形で実施をし、作成したポスターを用いて、拡大分科会内での口頭発表を実施します。

4. ポスターセッション・口頭発表 3/11・12

・3 月 11 日(水)は 2 学年が修学旅行に行っていますチャイムカットをし、校内放送による誘導しながら実施をします。3 年 HR 教室 8 クラスにポスター(A3 版)を貼りだし、ポスターセッションを実施します。(朝配布・掲示)この準備は 3 月 10 日(火) 放課後に SSH 委員を中心に実施をします。

・3 月 12 日(木)は、各教室で口頭発表を行います。チャイムカットで実施をし、この口頭発表は、

2/3の分科会で選出をされた各分科会の代表者になります。この3/12のクラス口頭発表会の中でさらにクラス代表生徒に選ばれた生徒は、3/24火に実施される全体発表会における発表者となります。

IV. アンケート調査に関する注意事項

探究学習の手法として、アンケートを用いる場合、次のことを守ってください

- A アンケート調査をする場合は、分科会の担当教員のチェックを受けてからアンケートの申請を出し、その後に調査をとる形となります。アンケートはアンケートを取る生徒個人の責任にならず、**許諾者（担当教員）の責任**となります。人権上の配慮など、よくご確認をお願いします。

発信者は下記のようになります

番号	対象	発信者	許諾者	手段	開始
①	生徒(校内)	生徒(担当教員名明記)	担当教員	Teams 等	夏季休業中から可
②	教職員(校内)	担当教員	担当教員	Teams 等	夏季休業中から可
③	保護者	担当教員	校長(起案)	Classi	①か②を終了済
④	外部	担当教員	校長(起案)	電話と郵送	①か②を終了済

- B アンケート調査は「任意」となります。「無作為抽出」によるアンケートはできません。
- C 申請書類はIV. 様式集にあります。時期が来ましたら、グローバル事業部担当から発信をします。
- D 夏季休業中のアンケートは【生徒】【教職員】のみが可能です。【保護者】【外部】は【生徒】【教職員】を夏季休業中に実施したうえで、統計処理等をした後、さらに必要であると担当教員が判断した場合にできます。アンケートを外部にとる場合、口頭で約束をしても、いざ書類等をまとめて正式な依頼をすると断られるといったケースが多く見受けられます。注意しましょう。
- E 提出用紙には次のことを明記させるようにご指導ください。記入漏れがある場合はアンケートの許可や起案に進めませんので、注意しましょう。

- ① 研究主題 ② 担当教員名
- ③ アンケートを取ろうとしている対象と具体的な依頼方法
例えば、校内ならば対象範囲(学年・学級・委員会・部活動等)を明確に書くこと。
校外ならば企業名や団体名、部署などの具体的な実名を、明確に書くこと。
- ④ 調査対象人数 ⑤ 方式 記名 or 無記名
- ⑥ アンケートの収集をする期間（開始日を指定せず、期間を示してください）
- ⑦ アンケートを収集する方法（質問紙・Google・Forms等具体的に明記してください）
質問紙調査の場合、基本的に学校の印刷機を用いて印刷することはできません。
- ⑧ 質問項目（記述式ならば質問内容。選択式解答ならば選択肢も明記）

- F ①と②のアンケートについては、実際の流れは以下ようになります。
- ①7/9 特別講演会時にグローバル事業部担当から流れ・注意事項に関する説明
 - ②締切日までに Teams 上に申請書を提出（締切日は後日担当から連絡をします。）
 - ③審査をし、許可を得て、7/16の作業日で生徒に回答をしてもらえるように発信

- G ③と④のアンケートについては、実際の流れは以下ようになります。
- ①10月中旬にグローバル事業部担当から流れ・注意事項に関する説明
 - ②締切日までに Teams 上に申請書を提出（締切日は後日担当から連絡をします。）
 - ③分科会担当教員経由で生徒に許可が下りた旨を連絡、公印を押したアンケート書類を発信する。

V. 探究活動の進め方 資料編

この資料は、本校が SSH 第Ⅲ期指定まで使用していた、理数探究基礎の前進である「SSH 課題研究Ⅰ」において使用していた生徒用テキストを、理数探究基礎にアレンジして再編集したものです。

1. 研究の流れ

① 疑問を見つける

自分が日頃からどのような分野に関心が高いのかを考えてみよう。また、自然科学・科学技術の領域で、疑問に思っていることをできるだけたくさん書き出してみよう。そのためには、普段から、問題意識をもって物事に接していくことが大切である。



② 切り口（研究分野）を考える

STEP1 で自分があげた疑問は、物理・化学・生物・地学・数学・情報のいずれの学問領域からのアプローチが可能だろうか。複数分野からのアプローチが可能な場合、自分なりの切り口を考える必要がある。もし、これらの学問領域からのアプローチが難しい場合、そのテーマは科学的な研究テーマとしては成立しない可能性がある。

③ 知識・情報を集める

研究を始めるにあたり、その事柄に関連する知識・情報は知っておく必要がある。基本は文献調査であるが、下調べはインターネットが便利である。最初の疑問は、すでに解決済みのものであったり、単に自分が知らなかったりするだけということも多い。そのような場合は、また STEP1 に戻って考える。



④ 仮説をたてる

探究活動で最も重要な部分は「仮説を立て、それを検証するための実験を繰り返す」ことである。仮説とは疑問に対する答えの予想である。後の実験・調査で検証するものであり、研究方法の決定に大きな影響を与えるものなので、慎重に検討しよう。仮説と先行研究の調査は同時に進める必要がある。自分で考えた仮説が、すでに解決済みのものであった場合は STEP1～3 に戻って考える。

⑤ 検証方法（研究手法）を考える

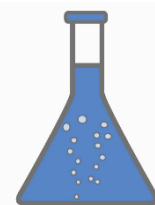
仮説を検証するために、実験・調査という手法が用いられる。過去の事例を参考にしながら、実験の方法や、実験に必要な器具等を考える。場合によっては、検証が不可能と判断せざるを得ないケースもある。そのような場合、仮説や研究テーマを考え直す必要性がある。

⑥ 実験・調査（仮説の検証）を実施する

STEP5 で考えた研究手法をもとに実験・調査等を行う。ここで重要なことは、

①研究記録をこまめにとっておく

②結果をもとに研究の問題点を浮き彫りにし、研究の軌道修正を行うことである。



⑦ 実験結果をまとめ、考察する

STEP6 で行った実験・観察・調査によって得られた結果から仮説を評価し、「この仮説が正しくないと、この結果が出ない」「他の仮説ではこの現象を説明できない」ということで自分の仮説を証明する。この段階で仮説が誤っていた場合は修正する。また、得られたデータを示すだけでなく、得られたデータから新たな疑問を導くことも大切である。

⑧ 他者と共有する

課題研究では、客観的なデータをもとにしつつ、自分自身の考察やアイデアをもとに新たな知見を創造、探究する。論文を作成したり、研究発表を行ったりすることで、研究で得られた知見を他者と共有し、社会全体に貢献する。この課題研究は、多くの人がこの先、行うであろう研究活動への第一歩でもある。



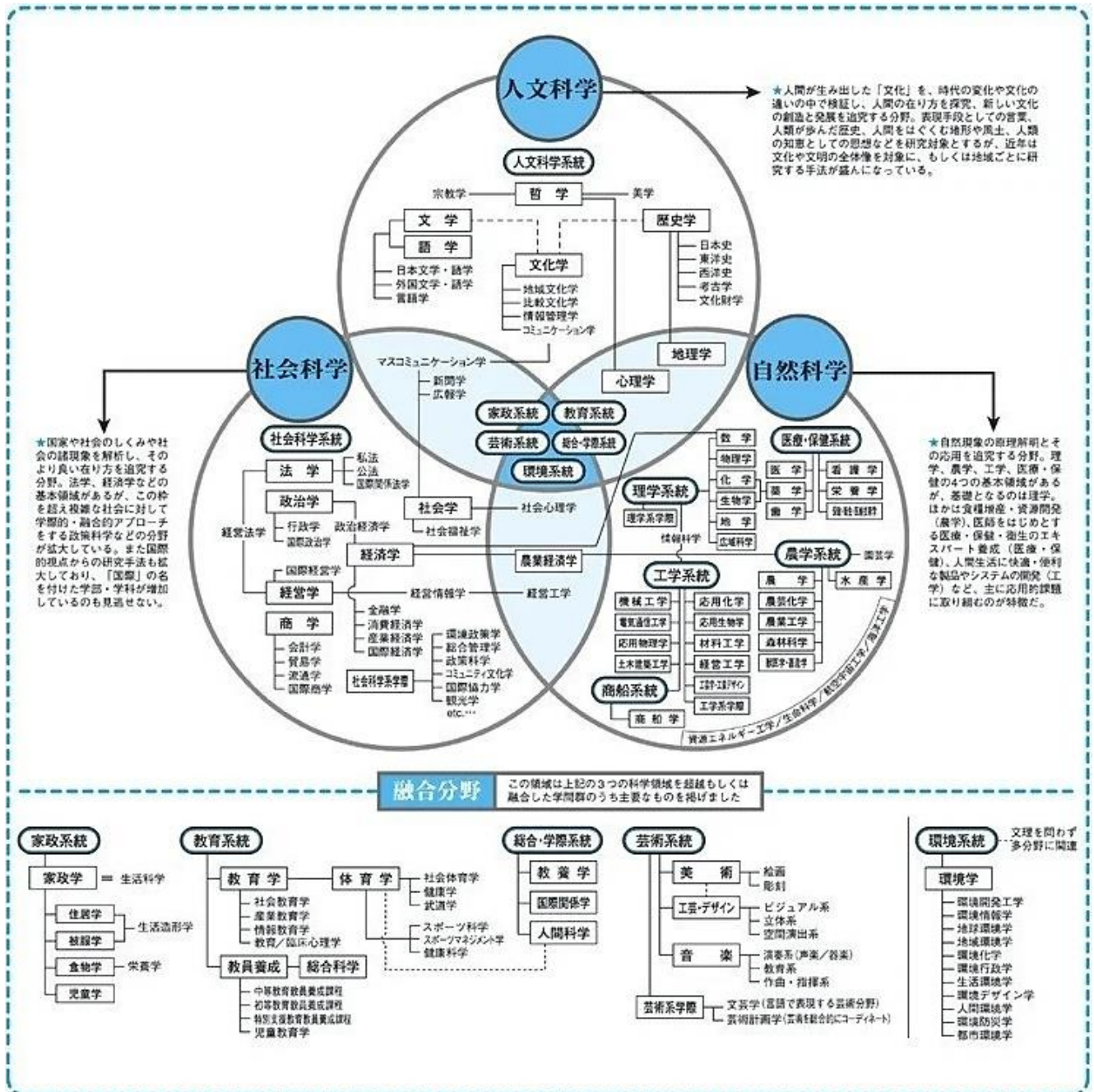
2. テーマの設定

課題研究を始めるにあたって、最初の大きな問題が「研究テーマをどうするか」です。探究活動で最も重要な「自分で問題を設定する」部分です。じっくりと時間をかけて考えて取り組みましょう。単に「〇〇について調べた」といった調べ学習的なものはものでなく、**実験・観察等を取り入れた活動的な要素のあるもの**にしてください。

(1) 興味のある分野を考える

まず、研究を始めるうえで、学問領域について知っておく必要があります。自分が興味のある学問領域はどれでしょうか。考えてみましょう。以下に、学問分野の限定方法の概略図を示します。

学問分野の限定方法 旺文社「逆引き大学辞典」 学問概略図



(2) 疑問をあげる

理数分野で、自分が疑問に思う事柄を、できるだけたくさん挙げてみましょう。その疑問は、上で考えたどの領域にあてはまるのでしょうか。また、どの領域からのアプローチが可能でしょうか。そして、その疑問に対する答えの予想をしてみましょう。これが「仮説」です。この段階は、あくまでもテーマ設定のための準備なので、気軽に、できるだけたくさん考えてみてください。

(3) 先行研究を調べる

(2) で考えた仮説について、文献やインターネットなどで調べてみます。すると、その疑問は、すでに解決されていたということが少なからずあることでしょう。しかし、1つの疑問が解決すると、新たな疑問が湧いてくることがあります。このようにしてテーマにできそうなことを少しずつ絞っていくのです。

(4) テーマを具体化する

テーマはできるだけ具体的にします。例えば、「環境問題について」では、あまりにも漠然としており、ともすると調べ学習で終わってしまいます。知識の羅列とならないように、自分なりの切り口を考えていく必要があります。「液化化現象」を題材にした場合、「液化化現象の起こりやすい場所」「液化化現象と揺れの関係」「液化化のモデル実験」「PC シミュレーション」といったように、地質学的アプローチ、物理学的アプローチ、情報的アプローチが考えられます。

<研究テーマとしてふさわしくないもの>

自然科学の探究活動では、**高校生が科学的に検証できることが必要**です。研究の世界では正解のないテーマを取り上げることもあります。しかし、それでも科学的な検証によって一つの結論は出さねばなりません。したがって、科学的に検証が不可能なテーマは、研究として成立しません。

例1)「愛とは何か」というテーマに

→科学的な検証の余地はなく、正解はもちろん結論もありません。

例2)「人間はどのような音を聞いたときに心地よいと感じるか」というテーマ

→「心地よい」かどうかは個人の主観によるものであり、科学的な検証は極めて難しいでしょう。このような心理学・行動科学的なテーマを「生物」分野として提出してくるケースがありますが、人間が「心地よい」と感じる時に脳内で分泌される物質などを実験的手法によって検証することができるのであればともかく、そうでなければ、高校生の課題研究とするには極めて難しいでしょう。

例3)「サッカー日本代表はワールドカップでベスト4に入れるか」というテーマ

→科学の範疇に入らないものはテーマとして不適切です。

<世界共通の見解を得る>

自然科学の研究の世界では、誰が行っても同じ結果になる、いわば「世界共通の見解」を得る必要があります。上記のような心理学・行動科学的なテーマを成立させるためには、できるだけ多くの人数（サンプル数）を調べ、その結果を統計的手法によって解析するという研究であればテーマとして成立する余地があります。その場合は、「数学」分野となります。文系と言われる研究でも、数学は研究に身近なものであり、必ずといってよいほど使います。数学が苦手だから文系という論理は、研究では成立しません。

(5) 仮説を設定する

探究活動における仮説の設定例

テーマ：「モデル実験による液化化現象の検証」

仮説：「短周期の小さな揺れは、長周期の大きな揺れよりも、液化化現象が起こりやすいのではないか」

仮説とは「～であるのは何故だろうか？」という疑問に対し、「～なのは～だからなのではないか」「～は～ではないか」といったかたちの、いわば「答えの予想」です。初期段階では複数の仮説をたててみるのも良いでしょう。

(6) すでにあるテーマから考える

科学技術が進み、多くの疑問が解明されつつあるこの時代、高校生が解明できる未解決の問題となると、そう簡単に見つかるものではありません。1年生の理数探究基礎では、**研究体験**をひとつの目標として掲げています。オリジナリティを出そうとするあまり、研究手法が適切な手順を踏んでいなかったり、研究論文が形式的に完成されていなかったりすると、本来の目標が達成できません。

なかなかテーマが決まらない場合、すでにあるテーマを追体験（研究の世界では「追試」「追実験」といいます）することから始めてはどうでしょうか？ 広く知られた実験でも、実際に自分でやってみると、うまくいかないことも多くあります。そこには実験書などには書かれていない先人達の知恵や工夫が隠れているのです。そこに自分なりの工夫・改良を少し加えていくことができれば、研究が成立する可能性があります。

以下に、例としてわかりやすい理科と数学の教科書に載っている探究活動のテーマ（あるいはそれに準じるもの）をまとめておきました。

<理科の教科書に掲載されている探究活動の例（１）>

分野	テーマ	仮説または疑問
物理	さまざまな質量の振り子を使って重力加速度を調べる	おもりが落下する際の加速度は、おもりの質量に関係なく一定なのではないか。
物理	コンピュータを用いて、投げ上げたおもりの運動を数値計算してみる	鉛直投げ上げ運動の関係式を使わなくても、コンピュータを利用して、ある時間における位置や速度を数値計算することができるのではないか。
物理	ばねにとりつけた台車の運動を調べて、弾性力による運動について、力学的エネルギーが保存されるかを確かめる。	弾性力による運動について、力学的エネルギー保存の考えから、理論的に導き出した台車の速度が実験で確かめられるのではないか。
物理	メスシリンダーを用いて物体にはたらく浮力の大きさを求める。	物体をばねはかりにつるした時の値と、水中に入れた時の値とでは、どの程度の違いがあるのだろうか。
物理	気柱共鳴装置を用いて、定常波を発生させ、音速を測定する。	気柱の長さを変えることによって波長を測定することができれば、音速を求めることができるのではないか。
物理	ガスコンロで水を加熱するときの熱効率を求めて、エネルギー資源の効率的な使い方を考察する。	ガスコンロの熱効率を高めるためには、どのような工夫が必要なのだろうか。
物理	マルチメーターを用いて電気回路に用いられているさまざまな導線の抵抗率を調べ、比較する。	身近な金属の中で、銅が最も使われているのは、銅の低効率が一番低いからなのではないか。
物理	クリップモーターを作成し、モーターが回転する原理を理解する。	コイルが磁場から力を受けて回転する。連続回転をさせるには整流子とブラシのように半分だけ電流が流れるようにすればよいのではないか。
物理	放射線測定器を用いて、さまざまな物質の放射線を測定し、放射線の性質を調べる	放射線が高い値を示す場所には、何らかの放射性元素を含む物質があるのではないか。
物理	電気伝導性ガラスに、植物から抽出した色素と二酸化チタンペーストを塗ることで色素増感太陽電池を作る。	太陽光のエネルギーを吸収する色素をうまく活用すると、色素増感太陽電池としてさまざまな場面で活用できるのではないか。
化学	塩化ナトリウムと珪砂と水の混合物の分離方法を考える。	分離法のろ過と蒸留を応用して、塩化ナトリウムと珪砂と水の混合物を分離できないだろうか。
化学	醤油から食塩を分離する方法を考える。	醤油と塩化ナトリウムの性質の違いを利用して、醤油から食塩を分離することができるのではないか。
化学	注射器(ピストン)を用いて気体の体積・質量を測定し、二酸化炭素・酸素・窒素・水素の分子量を求める	同体積の気体の質量を測定することで、各気体の分子量を求めることができるのではないか。
化学	マンガン乾電池の構造を模することで、簡易式のマンガン乾電池を作成する。	亜鉛版、炭素板(棒)、飽和塩化アンモニウム水溶液を用いて、簡易式のマンガン乾電池を作ることができるのではないか。

化学	さまざまなプラスチックと金属の性質を調べる。	金属とプラスチックとでは、密度や伝導性はどの程度異なるのだろうか。
化学	ナフタレン、スクロース、塩化ナトリウム、すず、石英を、化学的性質の違いを利用して見分ける。	伝導性や水溶性、融解のしやすさなどを調べることで、見分けることができるのではないかな。
化学	クロマトグラフィーを用いて、各種水性ペンのインクの色素を調べる。	水性ペンで描いた文字も、水に濡れることで、複数の色に分離する。単色の水性ペンのインクは、2種類以上の色素が混合されてできているのではないだろうか。
化学	アルミニウム、銅、ステアリン酸、エタノール、塩化ナトリウム、硝酸カリウム、二酸化珪素などについて、硬さ、電導性、水溶性などの性質を調べる。	物質の性質は、構成する元素の種類によって決まるのではないかな。
化学	食器洗いの排水が、洗剤の濃度の違いによって、どの程度違うのかを簡易水質分析パックを用いて調べる。	食器を洗う際に洗剤を使用すると、その使用量に応じて排水の汚れが増すことが予想される。効果的に食器を洗うことができる洗剤の適量は、どの程度の量なのだろうか。
化学	炭酸カルシウムと塩酸の反応を例に、化学反応の量的関係を理解する。	炭酸カルシウムと塩酸が反応して、塩化カルシウム、水、二酸化炭素が生成する時の物質量の比は、化学反応式の係数の比になっているはずである。

＜理科の教科書に掲載されている探究活動の例（２）＞

分野	テーマ	仮説または疑問
生物	オオカナダモやイシクラゲなどを例に、共生説を考える	真核生物の葉緑体がシアノバクテリアの共生によって生じたとすれば、葉緑体の大きさは、生物の種が異なっても変わらないのではないかな。
生物	パンジーの花弁の切片を観察し、花の色と色素の関係を調べる。	花の色と色素を持つ構造体の間には一定の関係があるのではないかな。
生物	人為的に作られた青いカーネーションの花弁から色素を抽出し、もともと青い色の花に含まれる色素と比較する。	人為的に作られた青い花のカーネーションは、本来青い色をしている花と同じ色素が作られているのではないかな。
生物	塩濃度の変化が赤血球に与える影響を調べる。	血漿の塩濃度を変化させると、赤血球には何らかの影響を受けるのではないかな。
生物	踏み固められた地盤と植生の関係を調べ、環境と植生のかかわりを考える。	人間による踏み固めの強い場所ほど、植物の高さは低く、植被率も小さいのではないかな。
生物	ゾウリムシをさまざまな濃度の溶液に浸し、収縮胞の変化の様子を調べる。	ゾウリムシの収縮胞の収縮周期は、外液の濃度の違いに応じて変化するのではないかな。
生物	発根直後のタマネギやニンニクの切片を観察し細胞分裂中の細胞が多く観察できる部分を探す	植物の部位によって細胞分裂が起こりやすい部分と起こりにくい部分があるのはなぜだろうか。
生物	辛みの成分がヒトの血圧や脈拍に与える影響を調べ、交感神経のはたらきについて考察する。	ワサビに含まれる辛み成分を摂取することで、ヒトの体が活動状態になり、脈拍が増加したり、血圧が上昇したりするのではないかな。
生物	オオクチバスを例に、インターネットでの文献調査から外来生物の影響を受ける種とその生態について調べる。	近年、漁獲量が減少している種は、オオクチバスと産卵時期や場所、生育場所に重なりがあるのではないかな。
地学	スマートフォンの GPS 機能を使って地球の大きさを計算する。	GPS による位置情報システムを用いれば、校庭などの狭い範囲でも精度よく地球の大きさが求められるのではないかな。
地学	地震の発生と断層活動との関係を、身近のものをモデル実験で調べる。	岩石を圧縮した方向と断層面の方向には、一定の関係があるのではないかな。
地学	地形図を用いて水系図を作成し、水系と地形との関係を調べる。	堆積岩が一方に傾斜した地域では、平行状の水系ができやすく、火山の周囲の水系は放射状になっているのではないかな。
地学	新聞に記載されている気象データを用いて、天気の変り変わりのようすを調べる。	天気の変り変わりと各地の気象データ(最高気温・最低気温・天候)の間には一定の傾向が読み取れるのではないかな。
地学	月の表面のようすを観察し、写真を使ってクレーターの大きさと個数の関係を調べる。	高地(年代古)にはクレーターが多く、大きなものが存在し、低地(年代新)では、その逆になっているのではないかな。
地学	望遠鏡を用いて太陽黒点を観察・記録し、そこか	黒点の大きさには成長・衰退があるのではないかな。また、太陽

	ら分かることを考察する。	の自転のために常に同じ方向に移動して見えるのではない か。
地学	天体シミュレーションソフトを用いて天球上のある 範囲内での銀河の分布を調べる。	宇宙空間の中で、銀河の分布は一様ではなく、むらがあるの ではないか。
地学	メスシリンダーと水・お湯・氷を用いて海面上昇に 関するモデル実験を行う。	水に浮く氷が融けた場合、融けた氷の水が加わる場合、水が 加熱により膨張した場合を比較すると、どれが最も水面が上 昇するのだろうか。
地学	雨水の酸性度を、交通量の違う場所で調べて比 較する。	交通量の多い場所とそうでない場所とでは、雨水の酸性度に 違いが見られるのではないか。
地学	太陽の日射量を測定し、太陽エネルギーを計算 し、太陽定数との関係を調べる。	太陽定数と日射量の間には一定の関係があるのではない か。

＜数学の教科書に掲載されている探究的な問題の例＞

テーマ	内容
ケーニヒスベルクの橋 (図形の一筆書き問題)	17世紀ヨーロッパで、ケーニヒスベルクという町があり、この町に7つの橋がある。同じ橋を 2度以上渡らないようにして、7つの橋を全部わたることができるだろうか。
ハノイの塔	上から順に積まれている棒に通した円盤を、2つのルールを守ったうえでもう一つの棒に 移し替えることはできるだろうか。
坂道の角度を求める	三角関数を用いて、坂道の傾斜角を求める。身近な場所を選び、角度を求める方法を工 夫してみよう。また、坂道の傾斜角と地形の関係を調べても面白い。
標本調査	何らかの知りたい項目をアンケート調査し、母集団から一定の数を抽出し、その傾向を調 べる。抽出の方法を、表計算ソフトを用いて工夫する。
古代の測量技術	ピラミッドなど古代エジプトで行われていた測量結果を検証してみよう。
フィボナッチ数列と生物	ヒマワリの種子の列やマツカサの鱗片の並びには特殊な並び方がある。生物の構造に見 られるフィボナッチ数列を調べてみよう。
黄金比と二次方程式	建築物などに見られる黄金比と2次方程式との関係を調べてみよう。
河わたりの問題	川岸にいる数人の集団を特定のルールを満たしながら対岸に渡すことができるだろうか。
アキレスと亀 (ゼノンのパラドックス)	俊足のアキレスの前を歩く亀。アキレスは亀を追い抜くことができるだろうか。
コンピュータでさぐる整数問題 (ゴールドバッハ予想)	4より大きいどのような偶数も、2つの奇素数の和で表すことができるだろうか。
どうやって議席が決まるのか	選挙に関する制度や方式を調べて、数学的な仕組みについて考察してみよう。
コンピュータで学ぶ幾何学	幾何学支援ソフトを使って、さまざまな図形を描いてみよう。
塩の稜線	紙で作った升の底に穴を3つ空け、十分な量の塩を入れて放置する。塩の表面はどうなる だろうか。
音楽と数学	ピタゴラス音階と平均律における音程の周波数を調べて、比較してみよう。
数理シミュレーション	微分方程式をコンピュータを用いて解いてみよう。
地球の大きさを測る	富士山が見える範囲を数学的に求めてみよう。

※情動的な課題や理科の領域との融合的な課題が含まれています（「数学活用」の教科書より）。

<テーマの設定，研究の進め方について参考となる文献・Web ページ>

『理科課題研究ガイドブック（第3版）』 小泉治彦 千葉大学先進科学センター

※WebにPDFファイルあり http://www.cfs.chiba-u.jp/koudai/guidebook3_1.html

日本学生科学賞 情報SITE 受賞研究検索 <http://www.jssa.net/search.php>

科学技術振興機構（JST）主催のスーパーサイエンスハイスクール（SSH）生徒研究発表会要旨集
https://ssh.jst.go.jp/ssh/public/sshevent_reference.html

3. 情報収集

(1) 情報はインターネットが便利ですが、気をつけなければなりません。

情報収集の段階では、インターネットが便利です。キーワードを入力するだけでさまざまな情報が得られます。インターネットの普及によって、私たちが得ることのできる情報量は飛躍的に増加しました。しかし、情報量が増えた分、必要な情報を選別する力も必要とされます。

検索を行うと、かなりの確率で個人のブログなどがヒットしますが、もちろんそのようなサイトは、情報を得るきっかけにはなっても、**参考文献とすることはできません**。Wikipedia は便利ですが、著者が不明であるため、これも**参考文献にはできません**。しかし、このようなサイトでも、その出典までさかのぼっていくことができ、**公的機関のホームページ**にいきつくようなことがあれば、有益な情報として利用することができます。また、最近では、研究論文もインターネットで公開されるようになってきました。以下に、有益な検索サイトを紹介しておきます。



・CiNii Articles

国立情報学研究所が運営しているサービスです。日本の学術論文を中心に、1800 万件以上の論文を探することができます。「論文検索」「著者検索」などの検索項目があります。



・Google Scholar（グーグル・スカラー）：<http://scholar.google.co.jp/>

検索エンジン「グーグル」が運営しているサービスで、学術関連の論文や記事を検索できます。

※「巨人の肩の上に立つ」：アイザック・ニュートンの言葉。

→「先人の積み重ねた発見(成果)の上に立っているからこそ、新しい発見がある」と解釈されている。

・J-GLOBAL（独）：<http://jglobal.jst.go.jp/>

科学技術振興機構 科学技術総合リンクセンターが運営するサービスです。

・国立国会図書館サーチ：<http://iss.ndl.go.jp/>

国立国会図書館の資料のほか、各都道府県立図書館などの公立図書館の蔵書・各種デジタル情報を検索することができます。

(2) 検索のコツ

知りたい情報を確実に得るにはいくつかのコツがあります。Google などにも、キーワード検索の際、いくつかのメニューがあります。

＜キーワード検索＞



知りたい情報に関連するキーワードを入力して検索する方法です。Google では、画像検索や期間を指定しての検索、「完全一致」か「全ての結果（曖昧検索）」

を選択しての検索などがあります。画像検索は、画像を得たいときだけでなく、検索キーワードが別の意味で使われることが多いような場合、一目で関係ないページを見分けることができ便利です。キーワードの入力には、いくつかの方法があります。

①AND 検索

複数の語を入力し、それらの語が含まれるサイトが検索できます。語句の間にスペースを挿入します。

②NOT 検索

語句の前に「-（マイナス）」を入力して検索すると、その語句を含むサイトを除外して検索します。

③フレーズ検索

キーワード検索も、日本語だけでなく、英語で入力すると多くのサイトがヒットします。しかし、英語の場合、例えば、「Acid rain in Japan（日本の酸性雨）」と入力すると、AND 検索となってしまう。これを避けるために” ”で囲み、”Acid rain in Japan”と入力し検索します。

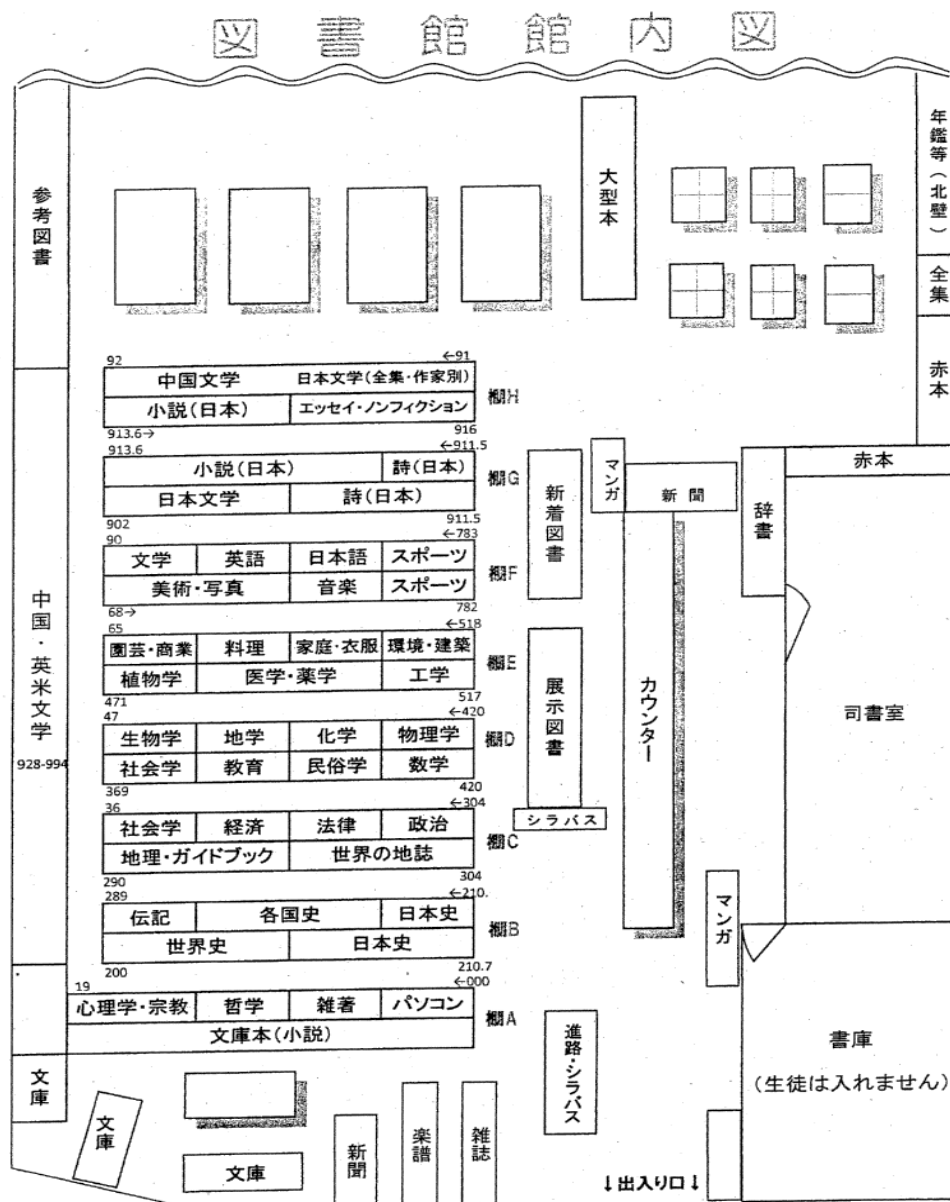
(3) 知識は書籍から

最終的にまとめる際には、文献にあたる必要があります。特に、研究のための予備知識はきちんと書籍で学習しておく必要があります。例えば、「酸性雨の研究」といったテーマの場合、やはり酸性雨が降るメカニズムなどは、書籍で学習しておくべきです。書籍は相応の学識を持った著者が責任を持って執筆していることが多く、かなりの信頼性があります。ただし、出版年代の古いものは誤った内容が含まれることがあるので注意する必要があります（論文も同様です）。



Amazon などの通販サイトを利用したり、書店の在庫検索などを利用したりすると、必要な書籍が短時間で手に入るようになってきました。絶版となった書籍でも、中古書店の通販サイトなどから購入できてとても便利です。

研究の参考となる書籍に限っていえば、本校の図書館は蔵書が豊富です。研究論文であれば、大学図書館で閲覧することができます。大学図書館は専門書も豊富にあるので、ぜひ利用してみてください。利用には大学ごとに決まりがあるので、確認してから出かけると良いでしょう。NDC(日本十進分類法)による図書分類(書籍等の背表紙の番号です)と日比谷高校図書館の配置図を示します。



(4) その他

テレビやニュースなどからも有益な情報が得られることがあります。科学ドキュメンタリー番組や新聞のサイエンス欄、科学雑誌なども、日頃から目を通しておくとう良いでしょう。それ自身は参考文献とすることはできませんが、そこで得られた情報をもとに、書籍やインターネットで調べるきっかけになります。このようにして、日頃からアンテナを張っておくことが重要なのです。

4. 検証

テーマが決まり仮説が設定できたら、その仮説の検証方法を考えます。仮説は高校生が検証可能なものでなくてはなりません。したがって、仮説と検証方法は同時に考える必要があります。科学の分野において、最も多く用いられる検証方法は「**実験**」です。コンピュータを用いたシミュレーションや思考実験なども数学・情報分野では有効な手法です。テーマによっては「**調査**」ということもあります。

(1) 実験計画をたてる

自分がたてた仮説を検証するために、どのような実験を行えばよいかを考えます。その実験によって何を明らかにしたいのか、どのような原理・理論を用いるのか、といったことを明確にしておく必要があります。一つの結論を導くために、いろいろと条件を変えて、最終的に、「誰がやっても同じになる」手法を考えるのです。

その実験が可能かどうかは、まず実験に必要な器具、試料が得られるかという問題をクリアする必要があります。生物分野では、**実験を行う期間や季節も考慮**する必要があります。

なお、原則として、**研究に必要な試料、実験器具は自分で用意**してください。大掛かりな実験装置を用いるよりは、自分で簡単に調達できる試料、器具を用いて簡単に行うことができる実験の方が望ましいのです。

(2) 予備実験と軌道修正

同じ現象についての先行研究がある場合、その実験の**追試（追実験）**を行うことをお勧めします。同じ条件で実験を行い、同じ結果が得られることを確認しておきます。そのことで、実験を行う際の技術・能力が向上します。そのうえで、自分が考えた実験を行います。その実験は、先行研究を一部変更したものであるかもしれません。条件を変えることによって、結果がどのようになってくるかを調べたりするのも面白いのです。このような過程で、計画段階では気付かなかった様々な問題点が浮上してきます。時には、仮説そのものが間違っていることに気付くかもしれません。そうしたら、仮説や検証方法を設定し直すのです。探究活動では、このように、「仮説の設定」「検証」「考察・結論」をスパイラルに繰り返しながら、そのレベルを向上させていくのです。

(3) 定性実験と定量実験

実験を行った際、得られた結果から、「どのような物質が含まれているのか」という結論を得た実験は**定性的な実験**、「〇〇がどれだけ含まれているのか」という結論を得た実験は**定量的な実験**ということができます。誰が見ても納得できる結論を得るために、実験結果を定量化して提示するということは非常に有効な手段です。結果を数値化して示すことができれば、説得力が出てきます。このように、研究テーマと検証方法はセットにして考える必要があります。検証方法がうまく考えられない場合、研究テーマや仮説を考え直す必要に迫られることもあるかもしれません。

(4) 実験誤差

実験を行い、何らかの結果を得たとき、「どれくらいの量を調べましたか」と問われます。定量的な実験を行うには、実験を数多く行い、誤差について考察する必要があります。また、ある程度の実験技術が必要となる実験では、十分に予備実験を重ねてからデータを取る必要があります。実験を始める前に、誤差の可能性とその程度についてよく考えておいてください。

(5) 調査

データサイエンスを軸とした調査でも、例えば、過去の気象データなどを気象庁のホームページや気象年鑑などから入手し、そこから自分なりの仮説を立て、結論を導くといったことが考えられます。このような公的機関が行った調査結果を利用する場合、その調査結果の収集方法は必ず記載する必要があります。また、自分で測定した結果でないこともわかるようにしておいてください。

人間行動学や心理学に基づくようなテーマの場合、アンケート調査を行うことがあります。人間が「どう感じたか」を調べるような調査では、一人一人が同じ結果になるものではありません。しかし、集団として「一定の傾向」がある可能性があります。このよう場合、研究対象となる集団（母集団）全員に対して調査を行うことは極めて難しい場合があります。多くの場合、対象となる母集団から一部を抽出して調査を行う「**サンプリング調査（標本調査）**」と呼ばれる手法をとります。その際に重要な問題が、どれだけのサンプル数があれば、「一定の傾向」ということができるのかということです。次の表は、母集団に対してどれだけの人数を抽出すればよいのかをまとめたものです。

<母集団に対応する許容誤差・信頼レベル>

アンケート作成サイト SurveyMonkey より

母集団	許容誤差			信頼レベル		
	10%	5%	1%	90%	95%	99%
100	50	80	99	74	80	88
500	81	218	476	176	218	286
1000	88	278	906	215	278	400
10000	96	370	4900	264	370	623

「**許容誤差**」とは、得られた結果が、母集団の実態から、どの程度ずれる可能性があるかを示すものです。数値が大きいほど「実態からのずれ」が大きくなる可能性があります。「**信頼レベル**」は、抽出したサンプルが、どの程度の確率で許容誤差の範囲内に収まるかを示すものです。数値が大きいほど信頼度が高いことを意味します。

例えば、日比谷高校に 1000 人の生徒がいたとします。5%の誤差範囲で何らかの傾向を読み取りたいとすれば、最低 278 人の生徒を調査する必要があることになります。また、90%の信頼レベルの結果を得たいとすれば、最低 215 人の生徒を調査する必要があるということになるのです。

(6) 記録の重要性

研究の過程は研究ノートなどに記録します。**実験には再現性が必要です。誰が行っても同じ結果になる必要があります。**したがって、用いた装置、試薬、技術などを正確に記録しておきます。また、試料の入手方法、実験器具の調達方法なども記録しておいてください。実験の様子はデジタルカメラで記録しておくといいでしょう。失敗と思われる結果についてもきちんと記録を取っておくと思わぬことに役立つことがあります。

(7) 安全面への配慮

実験・調査は、学校や家庭、図書館などで安全に行うことができることを前提に考えてください。**火薬（花火など）を扱う実験は原則として禁止です。**また、**食品を口にするような実験は危険**ともなうことがあるので十分に注意してください。前述のようにフィールドワークは原則として認めていませんが、野外での活動を全て認めていないわけではないので、まずは担当の先生に相談してみてください。

(8) 研究倫理

近年、研究論文に不正が見つかり、社会問題となるなど、研究者の研究倫理が問われるようなことが起きています。文部科学省によれば、研究不正とは、データの「改ざん」、証拠の「ねつ造」、他者からの「盗用」などのことを指すとされています。これらは意図的に行われることもあります。意図せずに行った結果が不正とみなされてしまうこともあるので注意してください。

実験を行った際、自分の仮説通りの結果になって欲しいとの思いから、データを恣意的に読み取ってしまうことはないでしょうか。また、引用した文章を、引用文献・参考文献の記載を忘れてしまったり、写真を掲載する際、自分の結論が正しく思われるように加工をしたりといったことも不正とみなされてしまいます。自分の仮説と違う結果となったとしても、その結果を受け入れることも大切です。

＜実験器具等の通信販売の HP＞ ※おすすめ実験なども紹介されています。

ナリカ・SCIBOX のページ <http://www.scibox.jp>

ケニス・オンラインショップ <http://www.kenis.co.jp/onlineshop>

5. 研究をまとめる(ポスター・論文)

研究を行ったら、そこから得られた知見を論文にまとめますが、その論文の前段階として、自身の研究を他者に発表するとともに、他者からの指摘に答えながら、ブラッシュアップをさせなければなりません。理数探究基礎では、自身の研究をポスター(A4 版縦方向・横書き 1 枚)でまとめます。論文とは理論に基づいた自分独自の主張を論理的に書いた文章です。決して作文や感想文ではありません。小論文とも違います。すでにどこかの文献に書かれていることをまとめただけのものではないのです。

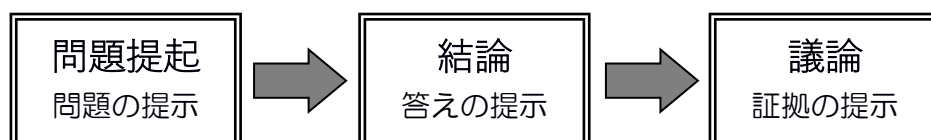
ポスターで書かれる内容は、科学的な検証によって得られた事実に対する客観的な判断です。作文では、『私は～と思う(感じる)』という表現をしますが、論文では、『(事実)は～である』と書きます。論文が目指すのは、「疑問(仮説)に対する答え」を提示することなのです。したがって、その答えを出すに至った経緯(証拠)を示す必要があるのです。ポスターでもこの論文の考えに準じます。

大学では、学問や学部、文系や理系などの分野に関わらず、学士・修士・博士と3つの学位があり、論文やポスターによるセッションをする機会が多くあります。教科「理数」では、このような論文を高校時代に一度経験しようというねらいがあるのです。

6. 論文(ポスター)の構成

論文の構成には一定のルールがあります。研究機関や学会ごとに異なる部分も多く、論文として提出する際には、その要綱に従う必要があります。

＜論文の基本構成＞



＜理数探究基礎でのポスターの構成＞

では、研究の成果をポスターとしてまとめます。まとめるためには項目があります。

項 目	内 容
表紙	タイトル 著者名 ※英文を併記する
1 要旨 Abstract	全体の要約（数行程度） ※英文で書くこと
2 序論 Introduction	研究の動機・目的 先行研究 疑問 仮説の設定
3 研究手法 Methods	検証方法（実験・観察・調査等の方法） 対象・材料・試料 実験・観察等に用いた器具等
4 結果 Results	実験・調査等によって得られた結果
5 考察 Discussion	序論で述べた疑問・仮説に対する回答
6 結論 Conclusions	研究全体のまとめ 展望 課題など
7 文献 References	引用・参考にした文献またはWeb ページ

(1) タイトル

内容が想像でき、興味をひくタイトルであることが大切です。研究テーマと同じ文言である必要はありません。読み手がそのタイトルを見て「読んでみよう」という気を起こさせることが必要です。単に「～について」というタイトルでは、漠然としていて、読者が関心を持ってくれないかもしれません。サブタイトルをつけるのも一つの方法です。

(2) 要旨

最初に全体の内容を要約した数百字程度の「要旨」を書きます。読み手は、要旨に目を通して、本文を読むかどうかを決めます。「～というテーマを設定し、～という実験を行い、～という結果・結論を得た」というように、簡潔にまとめましょう。要旨はポスター提出後に提出をします。

(3) 序論

序論では主に次の3つを書きます。項目立てをしても良いでしょう。

- ① 目的・・・研究の動機や背景、目的、研究の意義など
- ② 先行研究・・・先行研究と過去の研究の問題点・課題など
- ③ 仮説・・・疑問と仮説（問題提示）

仮説は、「～であるのは、～だからなのではないか」といった具合に記述します。根拠のない推測であってははいけません。文献等から得た知識・情報、さらには先行研究から得られた内容をもとに仮説を立てます。

(4) 研究方法

科学的な研究には「再現性」、つまり、誰がやっても同じ結果が得られることが求められます。そのために、実験に使用した器具、薬品の種類、量、濃度、手順、操作法、さらには実験装置の説明、実験の回数など、なるべく詳細に記述します。そのために研究記録を取っておくことが大切です。

(5) 結果

実験・調査等によって得られた結果について、事実のみを書きます。客観的な事実と自分の意見は明確に区別し、結果の説明に主観が入らないように気をつけましょう。また、できるだけ表やグラフを活用しましょう。詳細は後述します。

(6) 考察

得られた結果をもとに、**結論を導くための過程**が考察です。設定した仮説に対する自分の考えを展開します。研究発表の中で柱となる部分です。詳細は後述します。

(7) 結論

ここでいう結論とは、**研究全体のまとめ**のことです。自分が取り組んだ研究について、もう一度研究の目的を確認し、考察で導かれた結論が、研究の目的に合致しているかを示します。さらに、研究の問題点・課題を提示し、**今後の展望**とします。新たな疑問が浮上したりするようであれば、そのことにも触れる必要があります。より精度の高い測定法や具体的な実験装置などが考えられるようであれば、そのことも示唆すると良いでしょう。しかし、「もっと高価な装置で測定する」といった表現は具体性がなく、非現実的です。そのようなことを書くことは、研究の最初からわかっているはずなので好ましくありません。自分が研究を継続する前提で、実現可能なことを書きましょう。

(8) 文献

参考文献・引用文献を書きます。詳細は後述します。

※ ポスターでは文章ではなく「絵」で説明することが肝要です。絵とは「イラスト」ではなく「**根拠に基づくグラフや表**」のことです。説明するための模式図なども自分で作成しましょう。Webページなどから引っ張ってきたイラストを多用するのは、好ましくありません。

※ 校内には先輩方の「ポスター」が多く飾られています。作り方として参考にしてください。

7. 結果のまとめ方

結果に示す内容は、主に次の3つです。結果には事実しか示しません。事実をわかりやすく伝えることが重要です。

- ① データ・・・結果をグラフや表としてまとめたもの。
- ② 結果の説明・・・データから読み取れた事実。
- ③ 誤差・・・実験結果に対する誤差

データは、できるだけ**表や図、グラフ**を用いて示します。一般に、文字・数字と縦横罫線だけで構成されるものは「表」、それ以外のグラフやフローチャート、写真などは「図」として扱われます。図や表は、考察・結論を導くための根拠となるデータです。使用にあたっては、その意図をはっきりさせておきましょう。挿入する際、**キャプション（タイトル）**は、**図（グラフ）・写真の場合は下に、表の場合は上に**書きます。また、図表を挿入する位置は、本文でその図表に言及した直後のページが望ましいとされています。文献から引用した図表には、その出典（著者名、出版年、所在ページ）を（ ）内に明示します。

(1) 表の書き方

表には、**上**に通し番号とキャプションを記します（Table 1 または表 1）。番号は全体の通し番号にするか、章ごとの通し番号（Table 1-1 または表 1-1 の形式）とします。表中で示されるのは「要素」と「変数」です。要素の名称は「固体名」，「レコード名」ともいいます。変数は数値として表されることが多く、必ず単位がわかるようにしておきます。

変数としての数値を示す場合、表示する桁数に注意しましょう。同じ種類のデータでは、小数点以下の桁数は揃えておく必要があります。有効数字が 3 桁であれば、2.3 も 2.30 と表記します。罫線は、多く使用すると見た目が煩雑になるので気をつけましょう。

キャプションは上につける

表 1 日比谷高校内における教室の気温の測定結果

要素名	観測地点	最低気温	最高気温	変 量
	1 階	5.6℃	14.5℃	
要素	2 階	6.2℃	16.6℃	変量
	3 階	6.6℃	17.8℃	
	4 階	7.0℃	19.6℃	

(2) 図やグラフの書き方

図には、**下**に通し番号とキャプションを記します（Figure 1 または図 1）。番号の付け方は、表の場合と同じですが、必ず**表とは別の通し番号**にします。図はカラーで作成しても構いませんが、白黒で表現できるものは白黒で作成します。カラーで作成した場合でも、マーカーの形状や線の種類（実線・破線等）を描き分けておきます。縦・横軸のラベル、縦軸の数値の単位など、必要な情報を忘れないようにしましょう。

(3) グラフの種類とその特徴

a. 棒グラフ（縦棒グラフ・横棒グラフ）

集合グラフ、積み上げグラフなどがあり、目的によって使い分けます。積み上げグラフでは、全体の変化とともにその内訳を示したいときに便利です。変数は、「人」「個」などの実数を示す場合と、全体で 100% となるように表示する場合があります。%表示の場合、グラフ中に実数をラベル（データラベル）として示すと良いでしょう。目盛りの位置は、基本的に下と左側です。

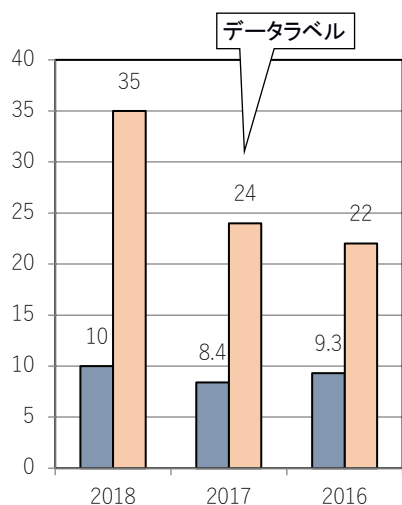


図 1 集合グラフ

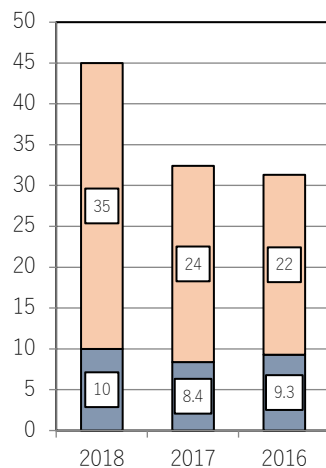


図2積み上げグラフ(実数)

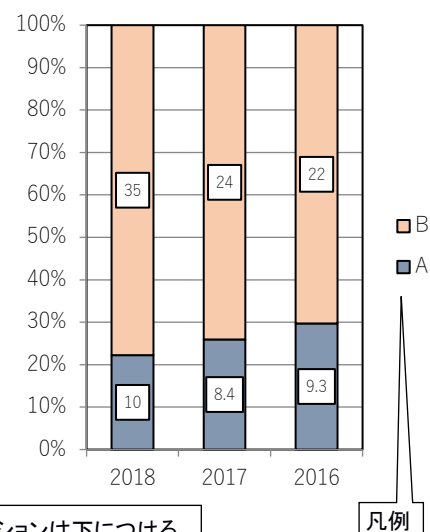


図3 積み上げグラフ(100%)

b. 折れ線グラフ

比較対象が多い場合、経年変化を追う場合などに便利です。複数のデータを一度に示すことができる反面、煩雑になりがちです。各データを、色、線の種類、マーカーの種類などによって明確に描き分けると良いでしょう。

c. 散布図

縦軸の要素と横軸の要素の相関を示したいときに用います。右上がりの分布となるとき、「正の相関」、右下がりになるとき、「負の相関」があるといいます。相関について調べるときには、必ず誤差について考察する必要があります。

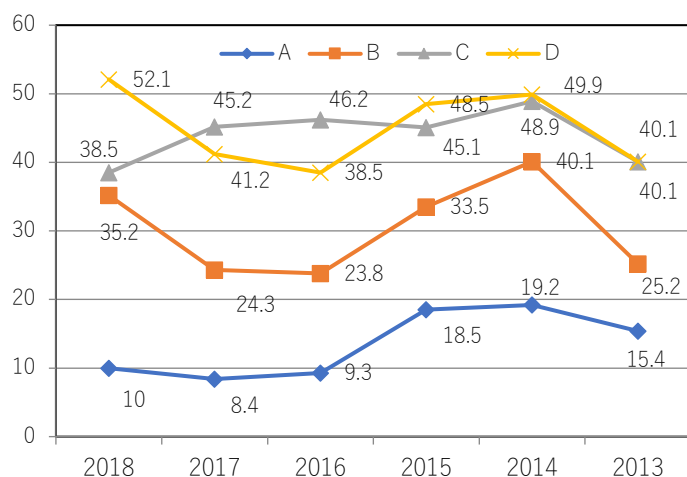


図4 折れ線グラフ

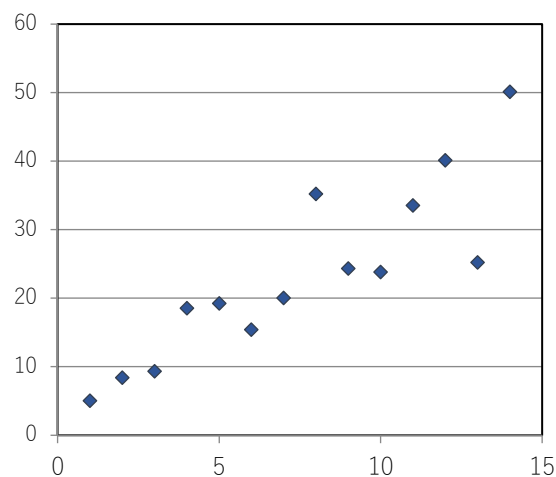


図5 散布図

d. 円グラフ

全体に対する各項目の占める割合や構成を示す時に用います。ドーナツ型のグラフとして示すこともあります。各構成要素の割合を示すものなので、必ず合計は 100%になります。変量としての数値をラベルとして示すと良いでしょう。

e. レーダーチャート

複数（4～6種類程度）の要素に対して、それらのバランスを示したいときに用います。各要素は%表示となります。

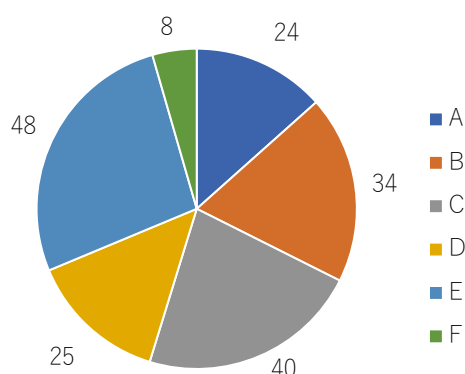


図6 円グラフ

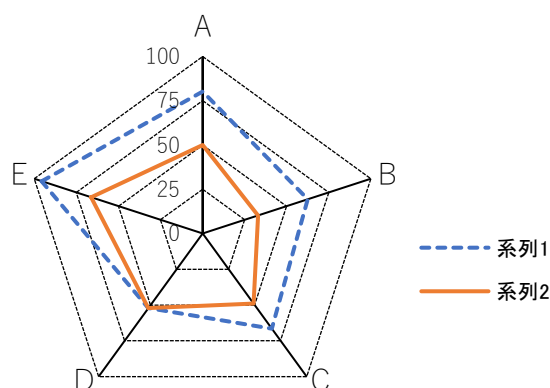


図7 レーダーチャート

この他にも帯グラフやヒストグラムなど、いろいろなグラフがあります。EXCEL などの表計算ソフトのグラフ機能にはさまざまなものがあり、容易にグラフを描くことができます。

＜グラフに直線を引く＞

図8のような散布図のデータを考えます。それぞれのデータは誤差を含んでいるために、データをプロットしただけでは全体の傾向がわかりにくいことがあります。そのようなときに、グラフに線を引くことがあります。このとき、線を引くという作業には研究者の解釈が入ってくるので慎重になる必要があります。

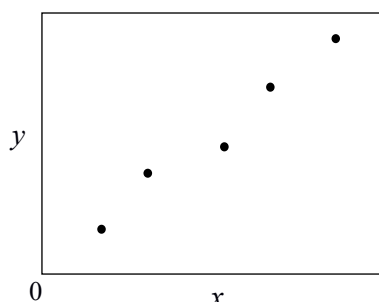


図8

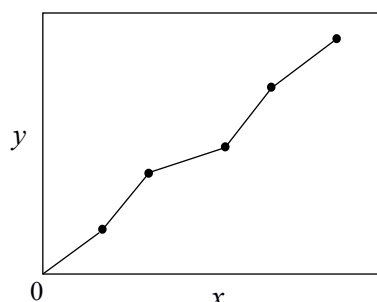


図9

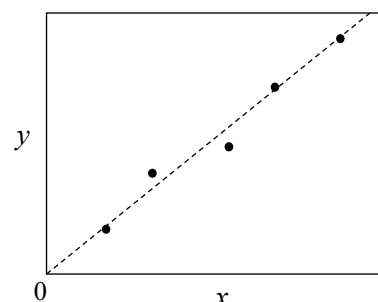


図10

例えば、図8の関係を一次関数として解釈する場合は、図9のように全てのデータどうしを線で結ぶということはせず、図10のように、各データの特徴を最もよく表すような一本の直線を引きます。その際、測定点が直線の上下にはみ出る量が最小になるように線を引きます。この作業を数学的に正確に行うには「最小2乗法」と呼ばれる手法を用います。この方法で得られた直線を「回帰直線」と呼びます。EXCELのグラフ機能の中には、回帰直線を描く機能があります。

散布図では、しばしば相関関係を調べることがあります。相関係数は+1と-1の間の値をとり、「+」は正の相関、「-」は負の相関を表します。また、相関係数が+1、-1に近いほど、強い相関があることになります。回帰直線同様、EXCELで計算することができます。相関係数にしる、回帰直線にしる、数学的な根拠を知ったうえで用いてください。

8. 考察の書き方

考察は、論文の中核をなす部分です。結果が事実の提示であるのに対し、データの分析、解釈を通して結論を導く部分です。考察で書くことは次の3つです。

- ① 結果の解釈・・・結果で示したデータの解釈
- ② 誤差の考察・・・誤差の要因についての考察
- ③ 結論・・・仮説に対する評価

(1) 結果の解釈

データそのものは、「結果」の項目に示します。相関係数や、回帰直線などは、実験結果から数学的手法によって導き出されるもので、データが共通であれば誰が行っても同じ結果となります。

しかし、結果から一定の関係を導き出したり、そのことを示す線を引いたりすることは、そこに解釈の余地がでてくるため、「考察」の項目に書くことになります。結果をグラフ化すること自体が自分なりの工夫だった場合、グラフそのものを考察の項に書いても良いでしょう。

(2) 誤差に対する考察

測定には誤差がつきものです。実験を行った場合、必ず誤差について考察する必要があります。誤差には、主に次のようなものがあります。

a. 測定誤差

ストップウォッチで鉄球の落下する時間を測定したとします。同じ測定を10回繰り返した場合、1回ごとの測定値が同じ値とならないことは簡単に想像できます。

ひとつの実験において、異なる測定結果が得られたとき、その差を「測定誤差」と呼びます。測定誤差にはさまざまな要因があり、測定機器の性質に依存するもの、測定者に依存するもの、測定した時の条件（環境）に依存するものなどがあります。このような誤差は、優れた装置を使い、慎重に測定しても避けられない誤差です。

b. 計算誤差

数学の「1」と、理科の「1」は意味が違います。測定値として示された「1」は、0.5～1.4の間の数値であることを意味しています。このように、ある数値に対して、信頼することのできる桁数を示したものを有効数字といいます。

測定値を使って計算を進める場合、測定値の持つ誤差が計算結果に影響を及ぼすことがあります。例えば、 $2.7 \times 3.12 = 8.424$ といった計算の場合、小数第2位以下の値には信頼性がありません。もとの数字の有効数字の少ない方の桁数で結果を表します。したがって小数第2位以下を四捨五入して「8.4」と表記します。

さらに、 $44.5 - 35.5 = 9.0$ といった場合を考えます。もとの数字はどちらも有効数字3桁ですが、計算を行うと2桁になってしまいます。だからといって「=9.00」としてはいけないことは明らかです。この現象を有効数字の「桁落ち」といいます。このような計算を続けると誤差が生じることは避けられません。このような誤差を「計算誤差」といいます。

有効数字が最も少ない桁数に合わせる

$$\begin{array}{r} 1.2612 \\ + 2.4 \\ \hline 3.6612 \\ \hline 3.7 \end{array}$$

信頼度の低い数字

(3) 結論を導く

実験等によって得られた結果をもとに、テーマ設定時の「仮説」が正しかったかどうかを結論として主張します。相関関係や因果関係についても考えておきましょう。現象の背後にある原理についてよく理解し、複数回の調査・実験から結論を導き出します。先行研究と異なる結果が得られたり、異なる解釈となったりした場合、自分の見解の正当性・妥当性を主張しなくてはなりません。過去の研究例がない場合は、自分の研究の独自性を強調します。

9. 文献の書き方

文献を利用する場合、「引用」と「参考」という2つの手法があります。「引用」とは、著作物から、形を変えずにそのまま記載すること、「参考」とは、著作物を参考とし、要約して記載することです。引用の場合、引用した部分分かるように、「・・・（引用文）・・・」（日比谷 2015）というように、「」で囲み、著作者と発行年を書きます。さらに、論文の最後に文献をまとめて記載します。

<文献リストの書き方>

どのような媒体から引用するかによって、書き方が違います。以下の方法は、科学技術振興機構が作成したSIST（科学技術情報流通技術基準）に基づく引用の方法です。

(1) 書籍の場合：

著者名. 書名. 出版地, 出版者, 出版年 を示す。

例) 坂村健. グローバルスタンダードと国家戦略. NTT 出版, 2005.
(著者) (論文名) (出版社) (出版年)

(2) 論文の場合：

著者名. “論文名”. 書名. 編者名. 出版社, 出版年, ページ を示す。

例) 村主朋英. “医学分野における動向”. 電子メディアは研究を変えるのか. 倉田敬子編. 勁草書房, 2000. p.59-97.
(著者) (論文名) (書名・雑誌名) (編著者) (出版社) (出版年) (ページ)

(3) Web ページで、サイトそのものを参考にした場合:

著者名. “ウェブページの題名”. ウェブサイトの名称. 更新日付. URL, (アクセス日).

例) 中央教育審議会. “教育振興基本計画について―「教育立国」の実現に向けて”. 文部科学省, 2008-04-18.
(著者) (題目・ページのタイトル) (サイトの名称) (更新日付)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/08042205.htm, (参照 2008-08-13).
(URL) (アクセスした日)

(4) Web ページで、オンライン文献を参考にした場合:

著者名. 論文名. 誌名, 出版年, 巻数, 号数, ページ. URL, (アクセス日)

例) 松原茂樹, 加藤芳秀, 江川誠二. 英文作成支援ツールとしての用例文検索システム ESCORT. 情報管理, 2008,
(著者) (論文名) (誌名) (出版年)
vol.51, no.4, p.251-259.
(巻数) (ページ)
<http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/johokanri/51.251>, (参照 2008-08-15).
(URL) (アクセスした日)

(「参考文献の役割と書き方」日本科学技術振興機構 より)

<Web ページの利用について>

インターネット上にはさまざまな情報が溢れています。中には内容が正確でなかったり、間違っていたりするものもあります。インターネットを利用する場合は、**公的機関かそれに準じる機関のもの**にしてください。個人のホームページなどを引用文献としてはいけません。出典が確認できないものは引用・参考文献としては不適当です。

10. 良い文章を書くには(ポスターセッションの表現も準じます)

(1) 文章作成のポイント

論文・ポスターにおける文章表現には独特のものがあります。研究にふさわしい文章を書くように心がけましょう。

a. 主観的、感情的な表現は避ける

事実については、「～である」と記述し、「～です・～ます」調は使いません。「～だ・～なのだ」といった表現もしません。客観的な事実と自分の意見を明確に区別し、主観が入らないように気を付けましょう。自分の主張については、「～である」と断定するのが理想的です。しかし、断定までできない時には、「～と考えられる」でも良いでしょう。「～と思われる」や「～と感じられる」は、客観性が低い印象を与えるのであまり用いられません。「～といわれている」という表現も、気を付ける必要があります。他の著書や論文で述べられていることを引用している時には、引用元をはっきりさせるべきです。一般論として明白な場合は、「一般に～」と書けばよいのです。

b. 簡潔であることを心がける

論文やポスターを書く際、「何を残して、何を削るか」を意識しましょう。書かなくて良いことまで書いてしまうと、伝えたいことが何なのか、不明瞭になってしまいます。もちろん、情報不足で、伝えたいことまで伝わらなくなってしまうのも困ります。また、「一つの文章には一つの内容」、「一つの段落には一つの主張」を心がけます。「～であるが、～」といったように長々と文章が続いてしまう場合、「～である。しかし～」といったように、できるだけ文節を短く切っていった方が簡潔です。なお、「が」は逆説の時のみに用い、順接での表現は避けます。

c. 曖昧な表現は避ける

主語と述語の関係、修飾語と被修飾語の関係も気を付けるべきです。両者が離れすぎたり、一方の語が長くなりすぎたりすると、文章の意味が通じにくくなるがあるので気をつけましょう。

数字などを示す時にも曖昧な表記は避けるべきです。「この溶液の純度は非常に高い」という表記も「非常に」という表現に客観性がなく、曖昧です。

(2) 項目番号・記号の付け方

文章の見出しに項目番号や記号をつける際の例を示します（絶対的な基準ではありません）。

	例 1	例 2	例 3
大項目	I II III・・・	1 2 3・・・	1 2 3・・・
中項目	1 2 3・・・	(1) (2) (3)・・・	(1) (2) (3)・・・
小項目 1	(1) (2) (3)・・・	ア イ ウ・・・	a b c・・・
小項目 2	ア イ ウ・・・	(ア) (イ) (ウ)	(a) (b) (c)・・・

①②③…は、見出し番号としてよりも、並列的に項目を表記する場合に用いられることが多いようです。

(3) 漢字をつかわない語

論文や公文書では、漢字を使わずにあえてひらがなを用いるケースがあります。ワープロで文字変換をする際には気を付ける必要があります。下記に例を示しますが、語句の使い方によっては漢字を使うこともあるので、全てのケースにあてはまるものではありません。

< 漢字を使わない語 >

×	○	×	○
挙げる	あげる	出来る	できる
～当たり	～あたり	通り	とおり
表す	あらわす	～な時	～なとき
合わせて	あわせて	共に	ともに
言う	いう	伴い	ともない
至る	いたる	取り上げる	とりあげる
～上で	～うえで	～の後	～ののち
及び	および	中でも	なかでも
極めて	きわめて	初め	はじめ
～な事	～なこと	再び	ふたたび
様々な	さまざまな	見られる	みられる
更に	さらに	基に 元に	もとに
従って	したがって	良く	よく
次第に	しだいに	～の様に	～のように
即ち	すなわち	分かる	わかる
～為	～ため	僅か	わずか

(4) その他

a. 「。」（句点）と「，」（読点），「.」（ピリオド）と「,」（カンマ）の使い分け

文化庁「公用文作成の要領」（昭和 27 年）によると、横書き公用文には「全角カンマ（，）と句点（。）を用いる」とされています。理系の研究論文ではカンマ、ピリオドが使われていることが多いようですが、この理数探究基礎ではどちらでも構いません。

b. 「」『』の使い分け

『』は、書名・雑誌名、新聞名などを示す時、「」は、論文名・芸術文芸作品名・記事名などを示す時に用います。また、「」は文章を引用する際にも用いることもあります（この際、「」内の文末に「。」はつけません）。また『』は「」内の文章の中でさらに括弧を用いたいときにも用います。

c. その他

- ・文章中の算用数字やアルファベットは半角にする。
- ・熟語・単語を羅列する場合には「・」（中黒）で並べる。文章を羅列する場合は「，」（読点）を用いる。
- ・段落の頭は1文字分空ける。
- ・疑問符「？」や感嘆符「！」は用いない。文末を「・・・」で終わりにしない。

<注意すべき表現>

論文では用いない表現	論文で用いる表現
～と思う	～である ～と考えられる
どんな	どのような
どうしたら	どのようにしたら
～かもしれない	～な可能性が考えられる ～な可能性がある
～しなくて	～しておらず
～してる	～している
～じゃない	～ではない
～しといた	～しておいた
あんまり	あまり
～だから ～なので	したがって
だいたい	約～ およそ～
たくさんの いっぱい	多くの
とても すごく	たいへん 非常に 極めて
もっと	さらに
ちょっと	少し
だんだん	次第に
いちばん	最も
いかなる	どのような
～のごとく	～のような
のみならず	だけではなく
こうした こんな	このような
そうした そんな	そのような
でも だけど だけれども	しかし
どうしても どうやっても	いかなる手段を用いても
まだわかっていない	未解明である
～した方がいい	～すべきである
間違いである	誤りである
面白い	興味深い
今までは	これまでは 従来は
この実験	本実験
この調査	本調査
この研究	本研究
この論文	本論 本論文
今までの研究 これまでの研究	先行研究
事象	現象

11. 英文での要旨の書き方

(1)英語で論文を書くということ

日本語の文章表現は非常に複雑です。それに対し、英語の文章構成は論理的です。科学論文を日本語の文章で書く際にも、英語に置き換えることができるか、という視点で書いてみると、論理的な文章にすることができます。近年、研究論文を英語で書くことが多くなってきました。英語で論文を書くことは、論理的な文章を書く練習にもなるのです。理数探究基礎では、冒頭の要旨を英語で書いてもらいます。それほど多くの量を書く必要はありません。「この研究は～という研究であり、～という実験を行い、～という結果を得た。すなわち～である」といったように簡潔に書いてみましょう。数行～十数行で構いません。なお、本文の全文を英語で書きたい場合、評価を公正に行うため、日本語の論文も別途提出してください。

(2)研究論文を英文で書くコツ

科学論文は、客観的な文章である必要があります。それは英語でも同様で、一人称を主語にせず、受動態にして書くのがコツです。「私は～」とは書きません。

例) I selected three cities for the survey ⇒ Three cities were selected for the survey

先行研究については、過去形か現在完了形で示します。一般的な現象や法則、図の説明は現在形で示します。自分の研究として行ったことも、論文として書いているときには、過去形や現在完了形で表します。しかし、得られた結論は、再現性があるはずなので、現在形で表します。また、日本語と同様、口語的な表現や、略した表現は用いません。It is を It's とは書きません。

(3)英文の研究論文で良く用いられる表現

～は、これまで全く研究されなかった	～has never been examined.
～についてたくさんの研究が行われてきた	Although a large number of studies have been made on ～
本論文の目的は、～である。	The purpose of this paper is to ～
問題は～ということである	The question is ～
要点は～である。	The point about ～
それらは3つの類型に分類される	They may be divided into three types.
スミス博士は～の問題を研究した。	Dr.Smith studied the problem of ～
スミス博士は～ということを示唆している。	Dr.Smith suggests that ～
私が主張したい点は～である	The point I want to make is that ～
～ということを示すよい証拠がある	There is enough evidence to show that ～
その考えに反する証拠がある	There is evidence against the idea
本章で～ということがわかった	It was observed in this chapter that ～
実験の結果は～ということである	The result of the experiment was that ～
これらの結果から～という結論が導かれる	These result lead to the conclusion that ～
何故～か、という理由は、～ということである。	The reason why ～ is that ～
～のために	because of ～
～という根拠で	on the grounds that ～
結論としていえることは～	In conclusion, ～

(崎村耕二(1991)『科学論文によく使う表現』創元社 より)

VI. 各種様式集

(適宜使用する時期になりましたら、グローバル事業部担当から配信をします。)

1. 研究計画書

グループ番号() R. No 氏名

テーマ・仮説設定		
先行研究		
研究分野 (学問領域)		
研究の背景 テーマ選定の理由 研究の意義 独自の切り口		
自宅等でできる 研究の手法 研究に必要なもの (装置・機材・試料等) 数値化(検証)の方法		
参考文献	書籍等	
	インターネット	

ファイル名は「(グループ番号)_(4桁の番号)_氏名」.PDF で提出してください。(例 岩淵 G 19R18 番なら「41U_1918_日比谷太郎」)

2. アンケート申請書

理数探究基礎 アンケート提出申請書		(4桁の番号を記入) 【氏名を記入】	
1. 研究主題			
2. 分科会担当教員	先生		
3. アンケートの対象	【校外・校内】←どちらかを口で囲む		
対象の名称や範囲			
4. 調査対象人数	名	5. 方式	【記名・無記名】←どちらかを口で囲む
6. 収集期間			
7. 収集方法			
8. 質問項目			

3. 月ごとの研究計画

月日	行事等	研究内容
7月下旬 (夏休み)		
8月上旬 (夏休み)		
8月中旬 (夏休み)		
8月下旬 (夏休み)		
9月上旬	期末試験	
9月中旬	星陵祭	
9月下旬	分科会③	
10月上旬		
10月中旬	分科会④ 中間発表会	

4. 中間報告書

理数探究基礎 中間報告書【提出は PDF・ファイル名は 4 桁番号_氏名】

氏 名	(4 桁番号) 氏名
研究テーマ	
研究の学問分野	
仮説・設定等	
指導教員	科 先生
内 容 各項目の 行数の変更は 構いません	1. これまでに取り組んだ主な内容 2. 今後の予定・現在の課題
数量的処理 研究の中で 数量的な処理を 伴う部分を 具体的に 説明しなさい	理数探究基礎の教科書 「第 1 編第 4 章 結果の分析(P,44～P,65)」と「第 3 編第 1 章 統計学(P,126～P,147)」を参考にすること。

電子ファイルのフォーマットは Teams にアップします。

A4 版 1 枚におさめること

5. アンケート依頼文（ひな型）

令和7年 月 日

様

東京都立日比谷高等学校

校長 萩原 聡

「理数探究基礎」 論文作成のためのアンケートのお願い【依頼】

謹啓

〇〇の候、皆様におかれましては、いかがお過ごしでしょうか。日頃より、本校の教育活動に対し、御理解と御協力を賜り、御礼申し上げます。

さて、本校では文部科学省が指定するSSH(スーパーサイエンスハイスクール)事業を長年にわたり実施してきました。現在、第Ⅳ期指定を受け、学習指導要領に基づく教科「理数」の普通科における実施を研究課題の一つとしています。教科「理数」には、「理数探究基礎」「理数探究」がそれぞれ設定されており、本校では、「理数探究基礎」を1学年全生徒の必履修科目に設定し、それぞれが、理系文系といった区分に関係なく、探究活動をしております。

このたび、生徒からの申し出に基づき、この探究活動の一環として、アンケートを企画しました。つきましては、アンケート調査に御協力のほどお願いいたします。なお、このアンケートについては、実施や回答の有無についても、すべて任意です。また、回答については、個人が特定されるような内容は含まれておらず、アンケートの情報は厳正なる管理をし、本研究の目的以外には使用しません。

御多用中恐れ入りますが、何とぞよろしくお願い申し上げます。

末筆になりますが、寒くなってまいります。お身体御自愛くださいますようお願いいたします。

謹白

記

1. 研究主題「 」
2. アンケート設定および回答収集の責任者 本校教諭 ○○○○
3. アンケートの方式 無記名任意 【記述形式・選択肢形式】
4. アンケートの収集方法 【Teams・Google forms・Classi】
5. 調査対象人数 ○○名
6. アンケート収集期間 月 日 ～ 月 日
7. 質問項目 【別紙記載】

以上

本件につきまして、問い合わせ等ございましたら、下記連絡先までご連絡ください。

【問い合わせ先】

東京都立日比谷高等学校

教諭(分科会担当) ○○○○

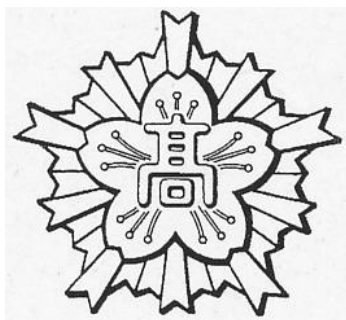
TEL：03(3581)0808

E-Mail：

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

[illegible]



R	番	氏名
---	---	----