

# 大阪府立大学

## 「未来の博士」育成ラボ

### 活動報告書 2020



2021年5月  
大阪府立大学  
21世紀科学研究センター  
未来の博士育成ラボラトリー



## 目 次

1. 「未来の博士」育成ラボの背景・目的 .....	1
2. 2020 年度運営体制 .....	1
3. 2020 年度（第 9 期）受講生 .....	2
3-1. 募 集 .....	2
3-2. 選 抜 .....	2
4. 対面活動の中止とオンライン形式による活動開始 .....	3
4-1. 新型コロナウイルス感染の動向を踏まえた運営方法の検討 .....	3
4-2. 受講生通信環境調査の実施と受講生の運用リテラシーについて .....	4
4-3. オンライン運営の形態区分 .....	4
4-4. オフライン（対面形式）での開催と感染防止対応 .....	5
5. 2020 年度年間活動内容 .....	6
6. 2020 年度「探求課題」成果発表資料 .....	10
7. 2020 年度受講生アンケートによる受講生の意識調査 .....	17

## 1. 「未来の博士」育成ラボの背景・目的

「科学技術基本法」が25年振りに本格改正され、現行の「科学技術基本計画」はSDGsやSociety5.0実現に向けた科学技術・イノベーション創出政策を掲げる「科学技術・イノベーション基本計画」に改称しスタートする。この実現のためには科学的視点で様々な社会的課題を捉え、SDGsやSociety5.0で描く持続可能な未来社会を科学で支える人材育成が何よりも大事である。

しかし、国立教育政策研究所がまとめた「平成30年度全国学力・学習状況調査」の「理科に関する状況」では「理科の勉強が好きですか」の項目に小学校では52.6%が「当てはまる」としているのに対して、中学校では30.0%まで低下。「理科の勉強は大切だと思いますか」については、小学校が55.1%に対して中学校では33.6%、さらに「理科の授業の内容はよく分かりますか」の項目については、小学校の55.9%に対して中学校では26.6%まで低下するなど、中学生になると理科に関する意識が低下するいわゆる「理科離れ」の傾向が続いている。このことは中学生の段階が将来必要な人材を確保していくための大きなターニングポイントであることを示している。

このため、科学分野に関心のある中学生が科学に対するモチベーションを高揚させ、科学への探求心をさらに高める機会を持つことは、将来の科学分野を担う人材を育成するための重要な課題である。

本学『未来の博士』育成ラボ（以下、「本事業」）は、科学分野への意欲・能力を有する中学生が大学だからこそ実施できる科学分野の多彩なプログラムを通して高度な科学に触れることで、以下の科学的能力・資質を獲得していくことを目的として活動する。

1. 科学に対する強い探究意欲を持ち、高度で未知の課題に主体的に挑戦する能力
2. 自ら創意工夫し、主体的に独創的な研究を推進できる能力
3. 論理的な思考力と優れたプレゼンテーション能力
4. 個を尊重しながら共同で科学研究を進めていく能力

併せて、上記各能力を育むことにより、科学的視点で世界の様々な社会課題を捉え、SDGs (Sustainable Development Goals: 持続可能な開発目標) や Society5.0 で描く未来社会を科学で支える人材を育成する。



## 2. 2020年度運営体制

本事業は、大阪府立大学「21世紀科学研究センター」所属組織「未来の博士育成ラボラトリー」（2019年7月新設）の運営事業である。特に「未来の博士育成ラボラトリー」は、21世紀科学研究センターが定める2号研究所（戦略的な調査・研究課題を実現するために学長が設置する研究所）であり、「『未来の博士』育成ラボ」を中核とする科学人材育成及び科学教育における地域貢献活動を担う研究所として位置づけられている。2020年度の運営体制は以下のとおりである。

また、本事業は堺市教育委員会と連携し、堺市教育センターが運営する科学教育組織「堺サイエンスクラブ (SSC)」で1年間理科実験活動に取り組んだSSC受講生（堺市内の小学6年生）から希望者を選抜して本事業受講生として受け入れるスキームを構築している。

◎「未来の博士育成ラボラトリー」運営メンバー（敬称略、順不同）

役 職	所属・氏名			
所 長	工学研究科	量子放射線系専攻	教授	川又修一
副所長	理学系研究科	物理科学専攻	教授	久保田佳基
同	工学研究科	電子・数物系専攻	准教授	安齋太陽
研究員	工学研究科	航空宇宙海洋系専攻	教授	有馬正和
同	工学研究科	電気・情報系専攻	教授	小西啓治
同	人間社会システム科学研究科	現代システム科学専攻	教授	竹中規訓
同	理学系研究科	物理科学専攻	准教授	河相武利
同	人間社会システム科学研究科	現代システム科学専攻	准教授	小島篤博
同	生命環境科学研究科	緑地環境科学専攻	准教授	中村彰宏
同	工学研究科	電気・情報系専攻	准教授	原 尚之
同	生命環境科学研究科	応用生命科学専攻	講師	中澤昌美
客員研究員	大阪府立大学		名誉教授・客員研究員	川田博昭
同	堺市教育センター	科学教育グループ	指導主事	横山孝志
同	同	同	主任指導員	曾我部弥生
同	同	同	主任指導員	細谷智美
事務局長	国際・地域連携課	地域連携室	室長	前田英明
事務局	同	同	係長	吉田晴香
同	同	同	専門役	高坂泰司

### 3. 2020年度（第9期）受講生

#### 3-1. 募 集

本事業では、連携機関である堺市教育センターが運営する理科実験活動組織「堺サイエンスクラブ（SSC）」の修了生を対象に募集・選抜を行っている。募集については、SSCの修了式で本事業の基本方針・活動内容等について主担当教員が説明を行い、修了生に対して募集要項及び所定の申込用紙を配布している。

今年度対象受講生の募集については、2020年1月25日（土）に堺市教育センターで開催したSSC修了式において説明会を実施し、募集を開始。SSC修了生（小6年生）19名（昨年度：23名）のうちの9名（昨年度10名）が応募した。

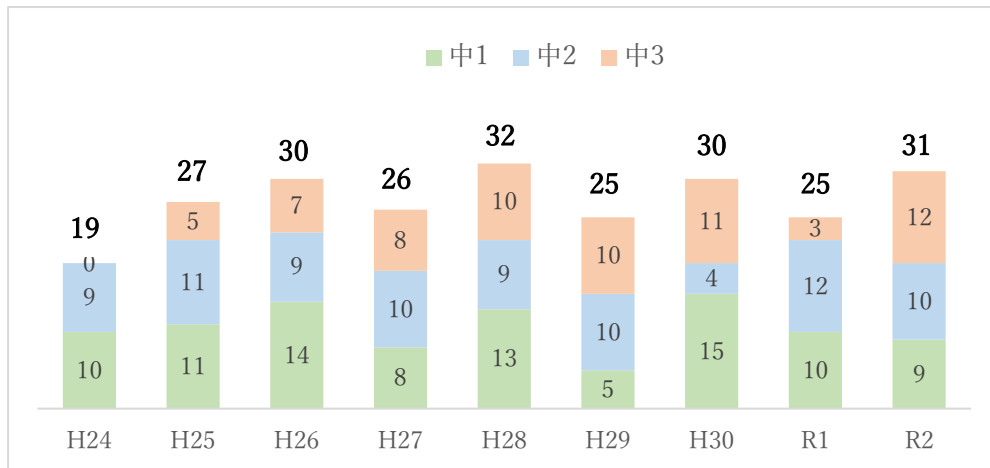
#### 3-2. 選 抜

本事業への新規受講生の応募においては、所定の申込用紙に「応募動機」「科学に対する熱意」「取り組んでみたい研究・実験活動」等を記載させるほか、SSCで取り組んできた自由研究のレポートも提出させている。申込用紙の記載内容及び自由研究レポートの内容に加え、SSC担当教員へのヒアリングによる活動への参加・取組態度と資質等含めて総合的に評価し、受講生を選抜している。

今年度の新規受講生については、今回応募した9名全員を受入れることにした。2年目以降の継続生については継続希望者を受入れた。その結果2020年度の受講生は以下の内訳となった。

在籍年数	コース名	人数	内 訳
1年目（新規）	修士	9名	中学1年：9名
2年目	博士	10名	中学2年：10名
3年目	博士アドバンス（AD）	12名	中学3年：12名
合計（中学生）		31名	中学1年：9名、2年：10名、3年：12名
高校生	フェロー	13名	1年：2名、2年：6名、3年：5名

\*受講生数の推移



#### 4. 対面活動の中止とオンライン形式による活動開始

##### 4-1. 新型コロナウイルス感染の動向を踏まえた運営方法の検討

2019年末から流行の兆しが見え始めた新型コロナウイルス感染症は瞬く間に世界中へと国境を越え、2020年3月11日、WHO（世界保健機関）がパンデミック（世界的大流行）を宣言して以降その感染の猛威はさらに勢いを増した。国内においても4月7日、緊急事態宣言（第1回目）が発令される事態へと深刻化し、感染拡大防止のため学校の臨時休業要請が再三行われるなど教育現場にも大きな打撃を与えた。

その後も収束の兆しは見通せないまま、感染拡大防止に向けた度重なる要請が国や自治体から打ち出された。本事業の活動についても自治体や本学の方針を踏まえながらその開始時期を再三延期し、対面形式を前提に開始時期を模索してきたが、7月、今年度中に対面形式での実施は困難と最終判断し、受講生の自宅通信環境調査の結果も参考にオンラインによる活動へと方針転換した。その後、最後の発表会のみ外部施設で対面実施する方針を決めた。

##### ◎ 新型コロナウイルス感染防止に関する方針等に伴う運営判断の推移

新型コロナウイルス感染防止に関する方針等		本事業の運営判断
2月	2/28 堺市公立校を3/2から4月始業日まで臨時休業とすることを決定	
3月	3/6 本学主催イベント等を3/20まで中止とすることを決定 3/11 WHO（世界保健機関）がパンデミック宣言	3/12 活動中止期間を4月末まで延長することを決定
4月	4/7 政府が東京・大阪など7都府県に緊急事態宣言を発出 4/8 堺市公立校の臨時休業措置を5/6まで延長 4/16 緊急事態宣言を全国に拡大 4/28 本学主催イベント等を当面の間中止とすることを決定	4/15 活動中止期間を6月末まで再延長することを決定

5月	5/4 政府が緊急事態宣言を5/31まで延長 5/5 堺市公立校の臨時休業措置を5/31まで再延長 5/21 大阪府・京都府・兵庫県の緊急事態宣言解除 5/25 堺市公立校が6/1より段階的に授業再開することを決定。夏季休業期間を8/8～8/18へと大幅短縮 5/29 本学施設の貸出（外部利用）を9/25まで原則禁止の方針決定	
6月		6/4 活動中止期間を9月末まで再々延長することを決定 6/17 オンラインでの運営を検討するため、受講生の自宅通信環境調査を実施
7月	7/21 本学施設の貸出（外部利用）を2021/3/31まで原則禁止の方針に変更	7/6 オンライン通信環境調査を踏まえ、 <b>今年度の活動運営をオンライン形式で実施することを決定</b> 堺市公立中学校の2学期が始まる8/19以降の土曜日から活動を開始することとした
11月		11/10 外部会場（堺市文化教育センター「ソフィア・堺」）において、2/25（土）に対面形式による「探求課題」成果発表会を開催することを決定
1月	1/14 政府が大阪府・京都府・兵庫県の緊急事態宣言を発令	
2月	2/2 政府が2回目の緊急事態宣言を3/7まで延長	2/2 対面形式による「探求課題」成果発表会を3月20日（土）に延期することを決定
3月	3/1 政府が大阪、兵庫、京都、愛知、岐阜、福岡の6府県の緊急事態宣言を解除	3/20 対面形式で「探求課題」成果発表会を開催

#### 4-2. 受講生通信環境調査の実施と受講生の運用リテラシーについて

##### ①調査結果

オンライン形式による活動運営の検討材料とするため、6月17日にアンケート形式（郵送）で受講生の家庭における通信環境調査を実施した。その結果、以下の状況であることが判明した。

◎受講生の全家庭において、パソコン・タブレット端末・スマートフォンのいずれかの情報端末を所有（保護者所有含む）している。

◎受講生の全家庭において、上記端末のいずれかで動画データを「安定」して視聴できる環境にある。

上記の調査結果を踏まえ、Zoomによる双方向（同期型）及びYouTubeやZoom録画データによるオンデマンド視聴（非同期型）での運営は可能であると判断、オンラインで活動を開始することとした。

##### ②オンライン活動における受講生の運用リテラシー

オンラインによる運営開始前までは受講生達がうまく対応できるか未知数の部分があったが、Zoomによる活動を開始してみると、受講生は難なくZoomを使いこなしており、リテラシーの高さを認識した。大半がパソコンで受講、それ以外はスマートフォン、タブレット端末での受講であった。

#### 4-3. オンライン運営の形態区分

オンライン形式による活動運営については、より対面形式に近い形態で受講生と双方向運営することを重視し、コロナ禍の遠隔会議や授業等で普及拡大していたビデオコミュニケーションツール「Zoom」を使用することとした。Zoomでの双方向（同期型）運営を基本に、実験内容等によって教材を事前送付するなど弾力的に対応した。また、グループワークはZoomのブレイクアウトルーム機能を積極的に活用した。

◎ 運営形態の区分（以下の5区分に集約される）

運営形態		活動内容	配布教材	配布資料	受講生との連絡方法
1	オンライン形式 同期型 (Zoom)	(1)開講式	無	画面共有	Zoomの「ID・PW」及び活動内容を記載した文書を郵送
		(2)講演会	無	画面共有	同上
		(3)探求課題 「月の大きさを測る」 「未来を予測する方程式を作ろう」	無	画面共有 WEB（限定公開）上にアップロード	①Zoomの「ID・PW」及び活動内容を記載した文書を郵送 ②各活動後の担当教員からの指示については原則メール連絡 ③担当教員のWEBサイト上に追加資料・連絡内容等をアップロードし、そのURLをメール連絡
2	オンライン形式 非同期型 (YouTube) +同期型 (Zoom)	探求課題 「顕微鏡で覗く、小さな生き物の世界」	無	画面共有	①限定公開のYouTubeのURL及びZoomの「ID・PW」を記載した文書を郵送 ②活動後の担当教員からの指示については、メールで連絡
3	オンライン形式 同期型 (Zoom) +課題提出	「探求課題」 発表資料作成	無	画面共有 WEB（限定公開）上にアップロード	①Zoomの「ID・PW」及び活動内容を記載した文書を郵送 ②各活動後の担当教員からの指示については原則メール連絡 ③担当教員のWEBサイト上に追加資料・連絡内容等をアップロードし、そのURLをメール連絡 ④受講生成成の課題(発表資料)は、メールか郵送で提出
4	オンライン形式 実験教材事前送付 +同期型 (Zoom)	(1)基礎実験 ①②	有	画面共有	Zoomの「ID・PW」及び実験教材と実験マニュアルを事前送付
		探求課題 星ってなんだろう？			
		(2)大学院生 企画実験			
5	対面形式	「探求課題」 発表会	学内施設を使用できないため、堺市教育センターの協力により外部会場を確保し、十分な新型コロナウイルス感染防止策を講じて実施した。		

#### 4-4. オフライン（対面形式）での開催と感染防止対応

3月20日（土）に研究成果発表会と2020年度「修了式」をオフライン（対面形式）で開催した。その際、以下の新型コロナウイルス感染防止策を講じた。

- ① 受付時におけるサーマルカメラによる検温とアルコール消毒液による手指消毒。
- ② 間隔をとりながら席を指定し、着席させた。
- ③ 入室のたびにアルコール消毒液による手指消毒を指示した。
- ④ 発表する受講生にはマスクの他フェイスシールドとゴム手袋を着用させた。
- ⑤ 多人数での会話、大声での会話を控えるよう指示した。



## 5. 2020 年度年間活動内容

例年であれば、本学施設内で基礎実験から始まり、前期の中核プログラムであるグループ別夏期集中実験・研究活動「探求課題」、「探求課題」成果発表会を実施。後期に入ると後期の中核プログラム「演示実験開発」や本学大学院生の企画実験・ワークショップ、本学理系留学生との交流企画、「演示実験開発」成果発表会など年間約 30 回のプログラムを実施している。

前述のとおり 2020 年度はコロナ禍の中、開講日を再三延期したことに加え、最終的にオンライン導入の方針を決定、8 月末の開講式を経て 9 月から実験活動を開始する決定に至ったため、活動回数自体は減少せざるを得ない結果となった。

ただ、本事業の中核プログラムであるグループ別集中実験・研究活動「探求課題」は、オンラインによる運営・指導方法を工夫しながら今年度も継続して実践した。

### ◎ 2020 年度活動内容

日 程		活動内容	概 要	運営形態
8/29	土	開講式	年間活動内容の説明とラボノートの使用方法について指導後、科学クイズ「小さな物の大きさを考えてみよう」を行い、「紙の厚さ」や「赤血球の直径」「原子の大きさ」などについてクイズ形式で考察した。	同期型 (Zoom)
9/26	土	基礎実験①	実験活動「虹を作ろう」を実施した。予め受講生に送付した実験説明書の事前課題で水など液体を入れたペットボトルに懐中電灯を当てて光の屈折で虹を発生する実験に取り組みせ、Zoom 画面を通じて紹介した。さらに、懐中電灯の先端をスリットのあるアルミホイルで包み、スリットから出射する光を CD などに照射して様々な形の虹を映し出す方法を考察し、グループワークで各自の成果を発表した。	実験教材事前送付 + 同期型 (Zoom)
10/10	土	基礎実験②	実験活動「光の科学」を実施した。まず光の波動や回折現象について解説した後、予め受講生に送付した透過型の回折格子 (5cm×10cm) をポリプロピレンの透明な袋に入れてラミネート加工した。その回折格子で家庭内にある様々な光 (白熱灯、蛍光灯、LED 等) を観察して、虹の形や色の変化・強弱をスケッチした。その後、3 グループに分かれて、虹の特徴や光源の種類について自分の観察結果を発表した。	
11/14	土	探求課題：未来を予測する方程式を作ろう①	このテーマの目的は「未来を予測する方程式を作り、それを解析すること」である。今回は、方程式を解析するための準備として、エクセル (表計算ソフト) の操作に慣れてもらうため、まずオートフィル機能を使ってカレンダーや九九表を作成した。次に比例の関係を通して、エクセルにおける絶対参照と相対参照を理解した。さらに、比例の関係をグラフ化する方法も学んだ。また、課題として、九九表を絶対参照、相対参照、オートフィル機能を用いて作成する問題を出題した。	同期型 (Zoom)
		探求課題：月の大きさを測る①	このテーマでは、月の大きさを測ってみようというスケールの大きな課題に挑戦する。実際にものさしをあてて測ることはできない大きなものを測る方法はいくつかある。第 1 回では、その方法を考えるためのヒントとして、三角形の相似を利用した方法や、天体の動く速さを利用して視直径を測る方法などを紹介した。どのように観測するかは各自で考える。満月のタイミングは限られるので、オプションとして「太陽の大きさを測る」、「直接測れない身の周りの大きなものを測る」という課題を追加した。	同期型 (Zoom)
11/21	土	探求課題：未来を予測	未来を予測する方程式の具体例を理解するために、数列の内、特に等差数列と等比数列について解説した。等差数列	同期型 (Zoom)

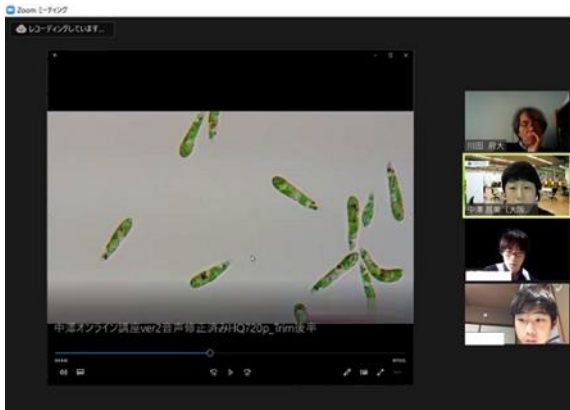
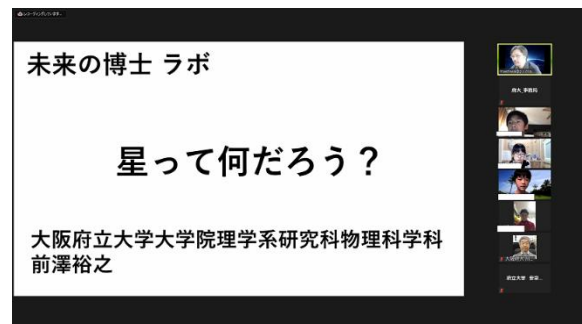
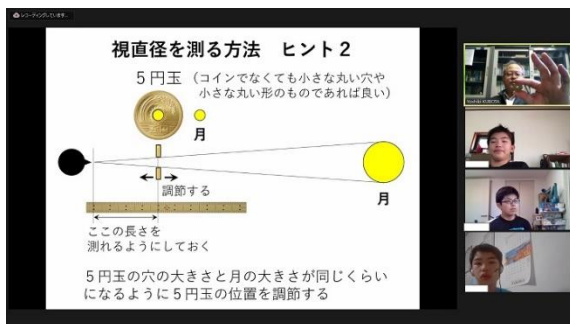
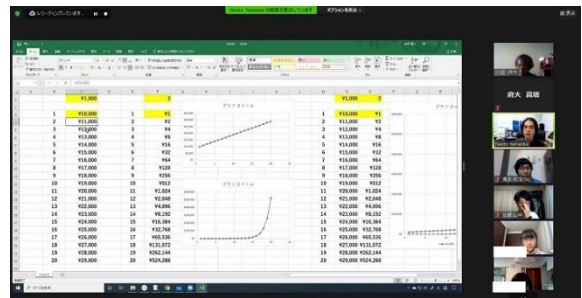
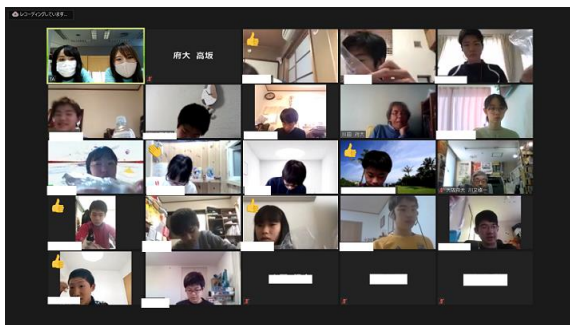
		<p>する方程式を作ろう②</p> <p>や等比数列は、それぞれ異なるルールで作られることに注意しながら、方程式（漸化式）を構成した。さらに、エクセルを用いて数列の初項、公差、公比を変化させ、グラフの形状など調べた。特に等比数列においては、公比が 1 より大きければ急激に増加し、公比が正で 1 より小さければ急激に減少することを確認した。また、受講者にこの世の中に潜んでいる等比数列の具体例を考えてもらった。</p>	
		<p>探求課題：月の大きさを測る②</p> <p>各自で考えた方法で観測した結果を報告してもらったが、まだ、実際に観測するチャンスがほとんどなかったため、どのように測ろうとしているのか各自の計画を発表してもらった。そして、うまく測定するコツとして、視直径を測る時に小さな角度を正確に測る方法や、細いスリットを使って観測する方法などを紹介した。</p>	同期型 (Zoom)
		<p>探求課題：星って何だろう？①</p> <p>このテーマでは星の光から天体のどのような情報を得ることができるかを学ぶ。まず導入として、光の基本的な性質を理解するため様々な光源の回折スペクトルの観察手法について解説し、様々な光源について回折スペクトルを観察する課題を説明した。星空(明るい一等星、火星、月など)の観察の最適な日程・時間帯・スケジュールについて説明を行い、天体の明るさと色について観察する課題を出した他、光源や星空の観察に際しての安全面の注意点について説明を行った。</p>	実験教材事前送付＋同期型 (Zoom)
11/28	土	<p>探求課題：未来を予測する方程式を作ろう③</p> <p>未来を予測する方程式の題材として日本の人口増減に着目した。まず総務省統計局のデータを基に、過去から現在に至る日本の人口の変化を調査し、毎年の出生数と死亡数を確認した。その上で、人口の増減に対するルールを考え、そのルールに基づいて人口増減に対する方程式を組み立てた。さらに、少子高齢化の日本の現状を踏まえ、今後、毎年 1% の人口が減ると仮定したとき、将来の日本の人口がどの程度になるのかを予測した。また、さらなる探求課題として、受講者にとって身近な人口である大阪や堺の人口を調べるよう提案した。</p>	同期型 (Zoom)
12/5	土	<p>大学院生企画</p> <p>本学大学院生二人が企画した実験を実施した。二人が説明する Zoom 画面を見ながら、受講生は事前送付された実験材料を使って自宅で実験を行う。第 1 部は「ガラス内での塩化アンモニウム結晶の生成」と「片栗粉と水を使用したダイラダンシー現象」の実験、第 2 部は天然色素（紫キャベツから抽出）と合成色素（着色チョコから抽出）に酢（酸性）、石鹼（アルカリ性）を混ぜて、その変化の違いを観察する実験を行い、その科学原理を考察した。</p>	実験教材事前送付＋同期型 (Zoom)
12/12	土	<p>探求課題：未来を予測する方程式を作ろう④</p> <p>今年流行している新型コロナウイルスの感染状況を踏まえ、ウイルス感染をテーマに取り上げた。まずウイルス感染の状態を S（未感染者）と I（感染者）と R（回復者＋死亡者）に分け、それらが満たす関係式を受講者に作ってもらった。さらに、S, I, R が時間とともにどのように変化するかをエクセルで調べた。特に、感染率や回復率を変えることによって、感染者数がどのように変化するかを考察した。</p>	同期型 (Zoom)
		<p>探求課題：顕微鏡で覗く、小さな生き物の世界</p> <p>課題動画 (YouTube 配信) を事前に視聴し、動画に登場する電子顕微鏡で見たコエラストラムやユーグレナ (ミドリムシ)、ミジンコ (ケンミジンコ、ケブカミジンコ) など様々なプランクトンの形 (構造) や色、動き (運動) を観察。その中で興味を持ったプランクトンの生態について各自</p>	非同期型 (YouTube) + 同期型 (Zoom)

			研究レポートを作成させた。12月12日の活動では、課題動画のダイジェスト版を視聴して復習した後、参加受講生4名が①ミドリムシ(2名)②イカダモ③クンショウモアの生態について調べたレポート内容について、各プランクトンの形状、組成、運動、増殖などの特徴について解説した。さらに、自主活動としてプランクトン採取を行った受講生のプランクトン画像や経験談を共有した。	
12/26	土	探求課題：月の大きさを測る③	月の大きさを測る観測の結果をそれぞれ報告した。大きく分けて2つの方法があった。①視直径(見える角度)を測る方法：月が視線を通り過ぎる時間を測り、地球の自転周期との関係から視直径を求めた②三角形の相似を利用する方法：視線上の月の見かけの大きさを測った。いずれの方法においても、月と地球の距離を調べて実際の月の大きさを計算してみた。ごく簡単な測定にもかかわらず3400kmくらいはかなり良い値を得ることができた人もいた。今回の実験は何桁もの正確な値を求めるものではないが、直接測れないとても大きな物であっても大きさも測ることができることを学んだ。	同期型 (Zoom)
		探求課題：星って何だろう?②	ベテルギウスや火星は赤みを帯び、シリウスやリゲルは青白く見えたという星座観察報告をもとに、火星の性質や恒星の一生(星の大きさによる輝き方や終焉の迎え方、寿命の違いなど)という観点からその理由を議論した。続いて、初期宇宙から物質が出来上がっていく過程、特に周期表などで知られている様々な元素が、恒星内部の核融合反応や超新星爆発などにより供給されてきたことを学習した。そのうえで、生命が育まれるのに必要な条件として、銀河における位置、中心の星の性質、中心の星からの距離、水が適量にあるかどうか、惑星の大きさ、衛星の内海の環境など、様々な事象があることを学び、地球の環境や自然・生命の尊さについてみんなで再確認した。	同期型 (Zoom)
1/9	土	講演会	「遺伝子とPCR～コロナウイルスの検出とゲノム編集」をテーマに開催した。塩基(DNA鎖のパーツ)をつなぎ合わせる酵素(DNAポリメラーゼ)で特定部分のDNA鎖を容易に短時間で増殖させるポリメラーゼ連鎖反応(PCR)の仕組みや新型コロナウイルス感染検査におけるPCR、そしてPCRから発展し、特定の遺伝子をキャス9酵素で切断するゲノム編集について説明した。	同期型 (Zoom)
1/23	土	発表会 資料作成①	「探求課題」発表会で発表する資料の作成。4テーマ各グループで活動の振り返りを行い、資料の「タイトル・動機・目的・実験内容・結果・考察・まとめ」などの構成や内容について検討した。その内容を基に発表の分担を決め、各自担当部門の資料を1月29日までに提出。それを基に、各担当教員が発表資料原案を作成することにした。	同期型 (Zoom)
2/6	土	発表会 資料作成②	受講生が提出した各担当部門の資料を基に、各担当教員が作成した発表資料原案について内容を確認した。そして、内容の掘り起こしについて検討し、最終発表資料を作成するとともに、発表会当日の構成内容に沿って説明担当者を決めた。	同期型 (Zoom)
3/20	土	発表会	対面形式で開催した。各4グループで作成したPPT資料を投映しながら発表した(発表時間各15分)。発表会終了後、2020年度「修了式」を行い、当日参加した受講生(中学1年～3年)に「修了証」を川又所長より授与した。	オフライン 対面形式

◎ 2020 年度活動担当教員・学生（敬称略）

活動内容		担当教員及び学生	
開講式：科学クイズ		工学研究科 教授	川又 修一
基礎実験①②		工学研究科 准教授	安齋 太陽
探求課題	月の大きさを測る	理学系研究科 教授	久保田 佳基
	星って何だろう？	理学系研究科 准教授 工学研究科 名誉教授	前澤 裕之 川田 博昭
	未来を予測する方程式を作ろう	理学系研究科 准教授 理学系研究科博士前期課程（M2） 理学系研究科博士前期課程（M1）	山岡 直人 山中 友輔 清水 和洋
	顕微鏡で覗く、小さな生き物の世界	生命環境科学研究科 講師	中澤 昌美
講演会		生命環境科学研究科 准教授	山口 夕
大学院生企画実験		工学研究科博士前期課程（M2）	岡田 博子
		工学研究科博士前期課程（M2）	森田 喜恵


◎ 2020 年度活動の様様



## 6. 2020年度「探求課題」成果発表資料

### ①「月の大きさを測る」

# 月の大きさを測る



井上博貴、起橋春陽、来田類佳、森田涼羽、  
佐伯勇虎、岡村拓夢、杉浦優真  
(指導：久保田 佳基先生)

## 1. 本テーマの概要・目的

いつも私たちが見ている月がどれくらい大きさなのか興味を持ったので、月の大きさを測ることに挑戦した。

できるだけ正確に測れるようにいろいろな方法を考えた結果、大きく分けてつぎの2つの方法を用いた。

1. 大きさが分かっている基準となるものを使って「三角形の相似」を利用する方法
2. 天体の動く速さを利用して視直径を測る方法

### 2. 測定のしくみ

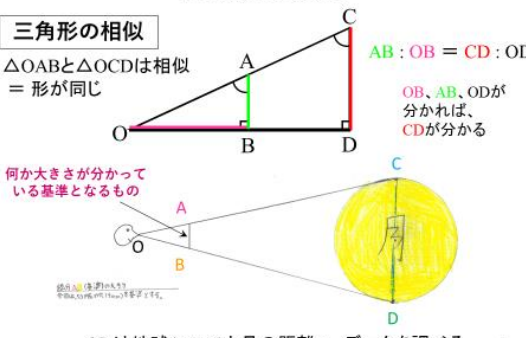
三角形の相似

△OABと△OCDは相似 = 形が同じ

$AB : OB = CD : OD$

OB、AB、ODが分かれば、CDが分かる

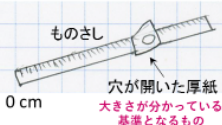
何か大きさが分かっている基準となるもの



ODは地球(観測者)と月の距離 ← データを調べる

### 3. 測定の方法 ①

【道具】  
1mのものさし、  
穴(直径5~10mm)が開いた厚紙




【測る時間帯】  
満月の夜、20~22時で月が雲などで隠れていないとき

【測り方】  
1) 装置の0cmのところに目を合わせて厚紙の穴から月をのぞく。  
2) 厚紙の穴にちょうど月が重なるように厚紙をスライドさせる。(おさまりがなかったりすき間があってもダメ)  
3) ものさしの0cmから厚紙の距離を記録する。

### 3. 測定の方法 ②

測定のための簡単な装置を作成した



装置を望遠鏡に固定することで、装置がグラつくのを抑えた

先端にラップで、50円玉を貼っている大きさが分かっている基準となるもの

【測り方】  
1) 装置の筒をのぞいたときに、先端に付けた50円玉の穴と、見えている月の大きさが同じくらいになるように筒をスライドして調節する。  
2) 装置全体の長さ(装置の両端の間の長さ)を測る。  
3) この測定を、1回でなく何度も繰り返した。

### 4. 測定の結果

AB: 厚紙の穴や50円玉の穴の大きさ  
OB: 厚紙までの距離や装置筒の長さ

$AB : OB = CD : OD$

$OB \times CD = AB \times OD$

$CD = AB \times OD \div OB$

Wikipediaによれば、地球から月の距離は384,400kmなので  
月の直径 CD (km) =  $AB(\text{cm}) \times 384400(\text{km}) \div OB(\text{cm})$

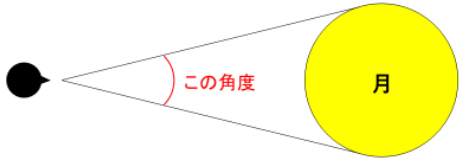
AB(cm)	OB(cm)	平均	結果 (km)
0.5	60, 55	57.5	3340
0.45	46, 46, 45, 44, 46, 45	45.3	3420
0.45	56, 57, 56, 60	57.3	3020

### 2. 測定のしくみ

#### 視直径とは？

月の大きさを直接測ることはできない。

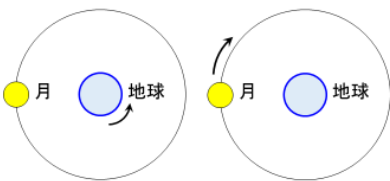
この角度



視直径は、目で見える、見かけの大きさ  
視直径は、角度で表わす。

### 2. 測定のしくみ

地球は23時間56分の周期で自転

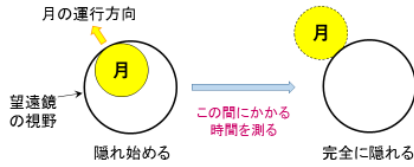


地球は自転しているが、地球から見ると月が動いているように見える  
月は23時間56分の周期で地球の周りを1周  
月の運行の時間を測ることにより視直径を求め

## 2. 測定の方法

【使ったもの】  
ストップウォッチ、望遠鏡(20倍、30倍のレンズ)

【測り方】  
望遠鏡で月を観測し、月が視野から見えなくなりだしてから、完全に見えなくなるまでの時間を測る。



## 3. 測定の結果

測定した月が横切る時間

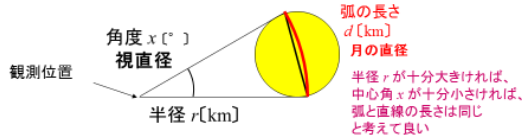
20倍レンズ	30倍レンズ
2'00"87	1'53"64
2'20"83 計測ミス	1'56"01
1'57"25	1'57"98
2'01"16	平均 1'55"88 = 1.93分
2'02"40	
1'57"80	
平均 1'59"90 = 1.99分	

月は23時間56分の周期で地球の周りを1周するので  
23時間56分=1436分で360°動く → 3.98分で1°動く

月の視直径は 0.50° 0.48°

## 4. 測定データの解析

月の視直径から大きさを求める



$$\frac{d}{2\pi r} = \frac{x}{360} \quad d \text{ [km]} = 2\pi \times r \text{ [km]} \times x \text{ [°]} \div 360^\circ$$

Wikipediaによれば、地球から月の距離  $r$  は 384,400 km なので

$$d \text{ [km]} = 2 \times 3.14 \times 384,400 \text{ km} \times x \text{ [°]} \div 360^\circ$$

月の視直径  $x$  0.50° → 3350 km (20倍レンズ)

0.48° → 3220 km (30倍レンズ)

## 5. まとめ

2つの方法を用いて、次のように月の直径を求めることができた

1. 三角形の相似を利用する方法 3340 km

3420 km

3020 km

2. 月の視直径を測定する方法 3350 km

3220 km

Wikipediaに載っている月の直径 3474 km

・実際の月の大きさに対して、100km単位くらいで、かなり近い値を求めることができた。

・簡単な装置・方法を使って求めた値としては、良い測定ができたと言って良いと思う。

・さらに良い結果を出すためには、測定の回数をもっと増やして、平均をとるのが良いと考えられる。

## ② 「顕微鏡で覗く、小さな生き物の世界」

### 顕微鏡で覗く、 小さな生き物の世界



今村 真、大前 澄海、谷内 祐斗、  
寺尾 兼、大谷隼太郎、前原 秀柁

(担当：中澤 昌美先生)

皆さんに質問です。

「あなたが思い浮かべる  
普通の池の水は  
何色をしていますか？」

赤・緑・茶色など  
様々な色  
があります。



池が緑色になる原因のひとつ

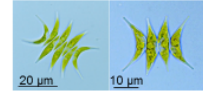
プランクトンの一種  
「緑藻」が増えること

皆さんはどんな  
プランクトンを  
知っていますか？

堺市内の池の水をあつめ、  
顕微鏡観察で  
見つけた緑藻について  
その一部を紹介します。

## イカダモ

- ・単細胞のものから、  
2, 4, 8, 16, 32細胞のものもいる
- ・大きさは12~28マイクロメートル  
(ちなみに、髪の毛の太さは約80マイクロメートル)
- ・比較的増殖が良いので、実験生物や  
応用的実験研究材料として  
用いられている

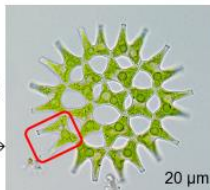


ねこのしっぽラボホームページより

## クンショウモ

- ・淡水に棲む緑藻の一種  
ヨコワミドロ目 アミミドロ科
- ・大きさは数10~数100マイクロメートル
- ・複数の細胞が平面的な  
定数群体を形成している

16個の細胞→  
による群体



ねこのしっぽラボホームページより

## ミドリムシ

- ・学名のユーグレナの由来は  
*Euglena* = 美しい(eu) + 眼(glena)
- ・植物(光合成)と動物(動き回る)  
の特徴をあわせもつ生物
- ・光を感知して動く  
(例) 強すぎる光から逃げる  
好きな光に集まる



ねこのしっぽラボホームページより

## ミドリムシ

- ・食べることができる(売られています)  
美肌効果、ストレスの軽減、  
便秘の改善などが期待されるそうです
- ・59種類の栄養素が含まれ、  
サプリメントとしても使われている。

ミネラル、  
タンパク質など



株式会社ユーグレナ  
ホームページより 日本体育大学 長船先生撮影

## 考えたこと・感想

- ・今村  
微生物はメダカの餌程度という知識だったが  
ヒトのサプリメントも使われているのは意外だった
  - ・谷内  
クンショウモがなぜ集まるのか?という疑問が生じた  
知らないことはまだまだたくさんあると感じた
  - ・大前  
ミドリムシ(小さい!)のサプリメントや  
植物動物両方の性質など、驚いた
- 葉緑体を持つのでたくさん培養したら  
酸素が作れそう・・・と感じた



### ③「星と惑星と生命のかかわり」

## 星と惑星と生命のかかわり

メンバー 池浦 英寿 柴田 和奏  
細見 理鼓 前田 梨玖  
森田 将義  
指導 前澤 裕之先生  
川田 博昭先生



柴田和奏撮影  
冬の夜空

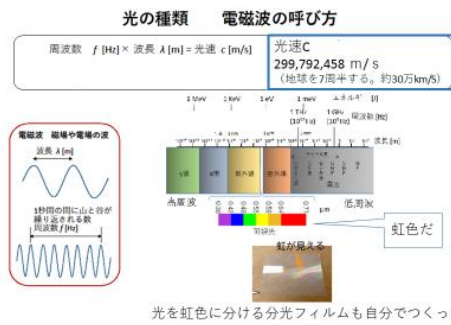
## 背景(イントロダクション)・疑問

星は色が違って見えるのはなぜ?

星や地球型の惑星とはどのような  
ものなのだろう?

大阪の夜空を見上げて見える星の周り  
にも生命はあるのだろうか?

## 光の性質を知らう→星を見る第1歩

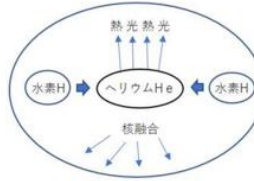


## 星や惑星 (月) の光り方

星や太陽なぜ光る？

月は光っていない？

恒星はすごく大きく重たい  
すごい重力で2つの水素が合体  
ヘリウムができる：**核融合**

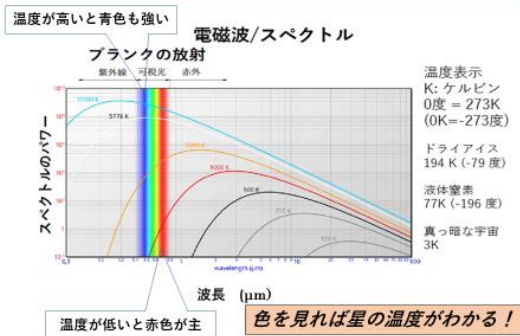


自作の分光フィルムを使って  
自宅から観測した月の光のスペクトル

- 夜の空に光る月だけけど本当は自分では光っていない。
- あれだけ黄色く光って見えるのは太陽の光が反射しているから。

エネルギーの一部が光になる！

## 光と温度の関係



## 冬に観測できる主な星



2020年12月5日 自宅で観測

出所: <https://kamokenyamafc.blog.fc2.com/>

観測した星の明るさと色

明るさの順位	1等	2等	3等	4等	5等	6等	7等	8等	9等	10等
色	赤	黄色	黄色	青	赤	黄色	オレンジ	シ	シ	黄白い

## 星の光の明るさや色の違い

◆目に見えている星の中でも明かりは違うけど、なぜ違うのう？

**明るさ** 星によって明るさが異なるように見えるのは星が発する光の量と地球と星の距離が理由。

**色** 星の温度



星の温度と色の関係

10,000~30,000K	青
7,500~10,000K	青白
6,000~7,500K	白
5,300~6,000K	黄
4,000~5,300K	橙
3,000~4,000K	赤

## 星たちの一生



## 星、惑星と生命 → 星の条件



生命の誕生する条件: 星との関係

太陽の質量の数倍までの長寿命な星連星ではない

明るさの順位	1等	2等	3等	4等	5等	6等	7等	8等	9等	10等
色	赤	黄色	黄色	青	赤	黄色	オレンジ	シ	シ	黄白い

生命が居たとしてもおかしくない天体はどれ？

星が条件を満たしても、  
生命誕生に適切な惑星があるかはわからない！

## 星、惑星と生命 → 惑星の条件

太陽系の地球を例にして→

生物が存在できるラッキーな太陽系でさえも地球の隣の惑星では...



金星	地球	火星
重力: 地球とほぼ同じ	重力: 1G	重力: 地球の1/3
直径: 地球とほぼ同じ	直径: 12,742 km	直径: 地球のほぼ半分
表面温度: 460°C	表面温度: 15°C	表面温度: -60°C
大気: 二酸化炭素 96.5%	大気: 窒素 78% 酸素 21% 二酸化炭素 0.04%	大気: 二酸化炭素 96.5%



## 星、惑星と生命 →地球について

### 地球はラッキー！

- ちょうどよい恒星（太陽）があった。
- 太陽からちょうどよい位置にあった。
- ちょうどよい大きさだった。
- さまざまな元素（物質の原料）をつくってくれる大きな星がかつて近くにあった。
- 今は大きな星（強すぎる核反応）が近くにない。
- その他、いっぱい！

11

## 地球の生命 →生物の定義

ラッキーにも誕生した地球の生命について考える。

### 生物の定義：

- 1、外界（体の外）と膜で仕切られている。  
すべての生物は細胞で作られていて細胞膜で包まれている（膜＝細胞膜）
- 2、代謝（物質やエネルギーの流れ）を行う。  
代謝を行うには様々な化学反応が必要だが、膜で区切られた中なら反応物質の濃度を高めることができる
- 3、自分の複製を作る。  
膜で区切られた中なら反応物質の濃度を高めることができる

12

## 地球の生命 →生物の進化

- 38億年前：1つの細胞しか持たない単純な微生物が誕生
- 5.4億年前：カンブリア紀の生命大爆発が起こり三葉虫やアンモナイトが誕生
- 4.2億年前：植物、節足動物、両生類が陸に上がる **なぜ陸に上がった？**
- 3億年前：爬虫類が誕生
- 2.5億年前：恐竜が誕生
- 2.2億年前：哺乳類が誕生

**ポイント**  
地球では人類のような高等生命が育まれるまでに、なんと38億年もかかった！

2.4、4億年前あたりにシアノバクテリアという光合成ができるバクテリアが発生し、酸素がどんどん作られ、その酸素からオゾン層ができたことで太陽から降り注ぐ有害な紫外線がシャットアウトされたから



13

## 地球の生命 →地球生命の危機！

### 重大な危機の一例

### 地球温暖化！



### 主な原因の例

- ・二酸化炭素
- 火力発電など化石燃料の燃焼
- ゴミの焼却処分
- 自動車/飛行機などの使用

### 対策の例

- 節電
- ガソリンの節約
- 電気自動車、水素電池
- 太陽光発電、風力・水力発電
- パリ協定
- 地球温暖化対策計画（日本）

### 影響の例

- 異常気象
- 海面上昇
- 伝染病の流行

でも、地球温暖化は危機の一つにすぎない！

14

## まとめ

- 星の光の観測でたくさんことがわかる  
星の大きさ、温度 その他
- 星にも一星がある  
青い星は短寿命、赤い星は長寿命
- 生命が誕生する条件を考えた  
たくさんの幸運があって地球に生命が誕生した
- 地球の生命について考察した  
高等生物になるまでに38億年もかかった
- 豊かな地球の生命を維持することが大事  
地球温暖化を例にして考えた。

15

## ④「未来を予測する方程式を作ろう」

### 未来を予測する方程式を作ろう ～新型コロナウイルス～



メンバー・・・池岡咲紀 金沢雨辰  
小林智裕 小林優希 斎藤仁子 佐藤美嶺  
先生・・・山岡直人先生  
TA・・・清水和洋 山中友輔



### 背景

今、世界中の問題となっている**新型コロナウイルス**。年末年始、日本でも急激に感染者が増え、多くの都道府県で緊急事態宣言が出されました。一日に新型コロナウイルスにかかり亡くなった人は、100人を超えることもあります。米国では、毎日20万人を超える感染者が確認されることもありました。今、世の中は、新型コロナウイルスに振り回されています。



3

### 動機、目的

新型コロナウイルスの感染状況は、これからどうなっていくのか**方程式**や**数列**を使って調べたかったから。

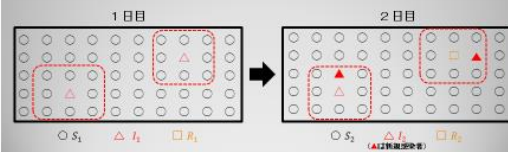
**方程式**を使って**数列**を作り、これからの日本の新型コロナウイルス感染状況を予測する。



### 単純なウイルス感染の過程

未感染者→感染者→回復または死亡者

	<b>S</b>	<b>I</b>	<b>R</b>
1日目	$S_1$	$I_1$	$R_1$
2日目	$S_2$	$I_2$	$R_2$



### ウイルス感染の具体例

#### ルール

- 全体の1%の人が感染する
- 感染者のうち半分(50%)の人が回復か死亡する

100人で考えると...



#### 感染率 $b$

1人あたりに対する新規感染者数  $b \times S_t$

合計の新規感染者数  $b \times S_t \times I_t$

回復または死亡する率  $c$

新規回復・死亡者数  $c \times I_t$

$$\begin{aligned} S_2 &= S_1 - b \times S_1 \times I_1 \\ I_2 &= I_1 + b \times S_1 \times I_1 - c \times I_1 \\ R_2 &= R_1 + c \times I_1 \end{aligned}$$

### SIRモデル

$$\begin{aligned} S_{t+1} &= S_t - b \times S_t \times I_t \\ I_{t+1} &= I_t + b \times S_t \times I_t - c \times I_t \\ R_{t+1} &= R_t + c \times I_t \quad (t = 1, 2, 3, \dots) \end{aligned}$$

$b$ : 感染率

$c$ : 回復または死亡する率

$S_t$ :  $t$  日目の未感染者数

$I_t$ :  $t$  日目の感染者数

$R_t$ :  $t$  日目の回復・死亡者数

### 再生産比の定義

$S_t$  を定数として考えると...

$$\begin{aligned} I_{t+1} &= I_t + b \times S_t \times I_t - c \times I_t \\ &= (1 + b \times S_t - c) \times I_t \end{aligned}$$

$$I_{t+1} = r \times I_t$$

感染者数  $I_t$  は、 $t$  を大きくすると、

『 $r > 1$  なら急激に増え、 $r < 1$  なら急激に減る』

ことが知られている。 $r$  は感染の拡大や縮小を表す値であり、この発表では、 $r$  を**再生産比**と呼ぶことにする。

### Excelでシミュレーションをしてみよう

#### 使用するもの

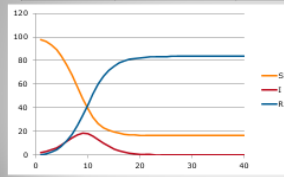
- Microsoft Excel (表計算ソフト)

#### 手順

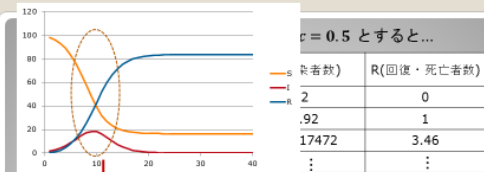
- Excel に等差数列や等比数列を使った式を打ち込む。
- コピー&ペーストして計算させる。
- グラフを作成する。
- 数値を変えて③をする。

感染率  $b = 0.01$ , 回復率  $c = 0.5$  とすると

	S (未感染者数)	I (感染者数)	R (回復・死亡者数)
1日目	98	2	0
2日目	96.04	2.96	1
3日目	93.197216	4.322784	2.48
⋮	⋮	⋮	⋮



$$\begin{aligned} S_{t+1} &= S_t - b \times S_t \times I_t \\ I_{t+1} &= I_t + b \times S_t \times I_t - c \times I_t \\ R_{t+1} &= R_t + c \times I_t \end{aligned}$$



感染率が高くなると、それだけ感染者数が増える。

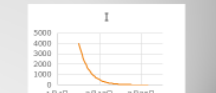
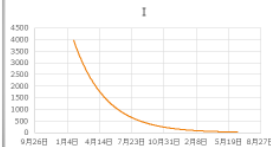
$$\begin{aligned} S_{t+1} &= S_t - b \times S_t \times I_t \\ I_{t+1} &= I_t + b \times S_t \times I_t - c \times I_t \\ R_{t+1} &= R_t + c \times I_t \end{aligned}$$

### 日本のこれからを予測してみた

ケース1 ワクチン接種以外の対策が行われ、1月初頭から1月末にかけてのペースで減少する場合

初期の再生産比 0.99 (感染率 0.0000003902%)、回復率 50%、人口 1 億 2557 万人 (1 月 1 日時点【総務省統計局HPから引用】)、感染者数 3990 人 (1 月 24 日時点【Yahoo HPから引用】) とする。

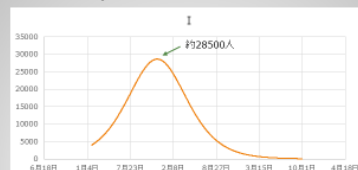
※ ワクチンによる効果が不明だが、様々な対策により、再生産比が 0.9 になれば、もっと早いペースで感染者数は減少する。



11

ケース2 対策が行われずに、12月末から1月初頭にかけてのペースで増加した場合

初期の再生産比 1.01 (感染率 0.0000004062%)、回復率 50%、人口 1 億 2557 万人 (1 月 1 日時点【総務省統計局HPから引用】)、感染者数 3990 人 (1 月 24 日時点【Yahoo HPから引用】) とする。



12

### 結論

- 感染対策をするのとしないのとでは、大きく結果が変わる。
- 再生産比が 1 より小さくても 1 に近ければ、感染が収まるまで 1 年以上かかる。
- 再生産比が 1 より大きければ、いくら 1 に近くても、1 日の感染者が簡単に 2 万人を超えてしまう。
- SIR モデルによる Excel を使ったシミュレーションでは、感染者の波までは予想できない。

13

### 考察

- 世界のコロナウイルスの感染者は増え続けている。
- 1 月末の時点では日本の感染者数は減少傾向であるが、変わらず感染予防が必要である。
- 変異種などで感染の状況が大幅に変わる可能性がある。
- 感染者数を減らすには 1 人 1 人の心掛けと予防が必要である。

14

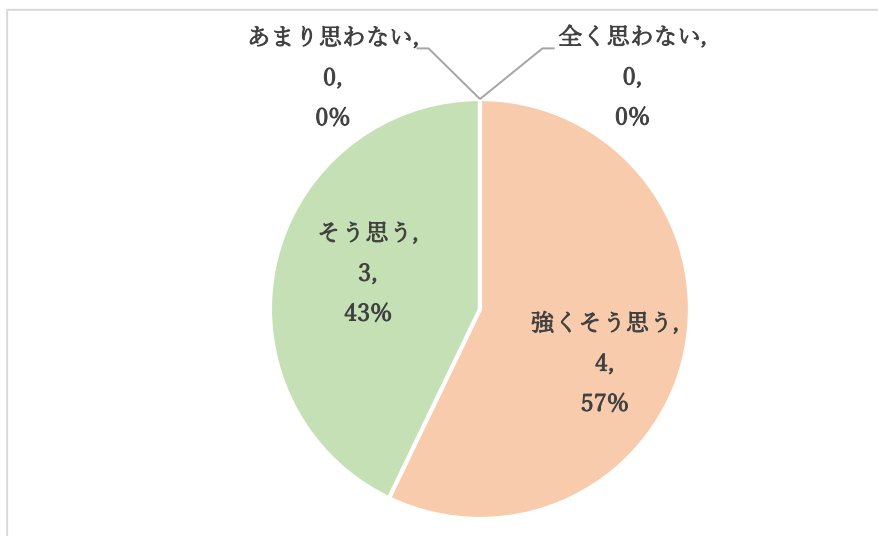
## 7. 2020 年度受講生アンケートによる受講生の意識調査

・中1生（新規）調査対象者7名 ・中2生（継続2年目）調査対象者10名

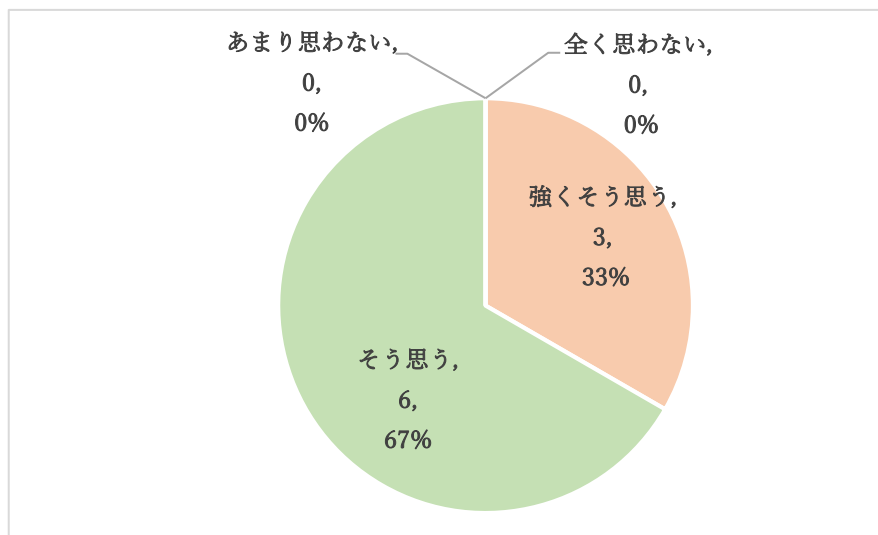
9月からの活動期間が受験準備期間と重複した中3生はほとんど参加できなかったため、対象外とした。

Q1. 「未来の博士」育成ラボの活動に参加したことで、参加前と比べてあなたの科学に対する意欲や能力が高まったと思いますか？

(1) 中1生（新規受講生）回答者数：7名



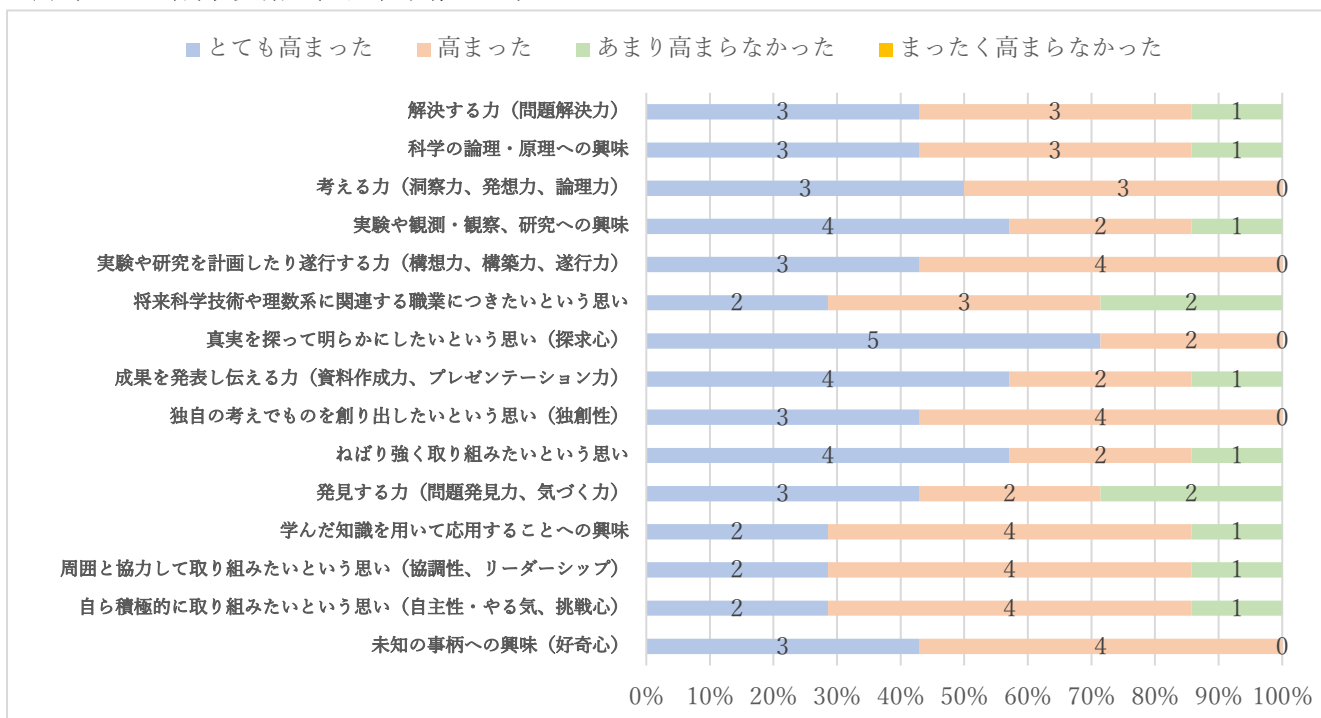
(2) 中2生（継続2年目）回答者数：9名



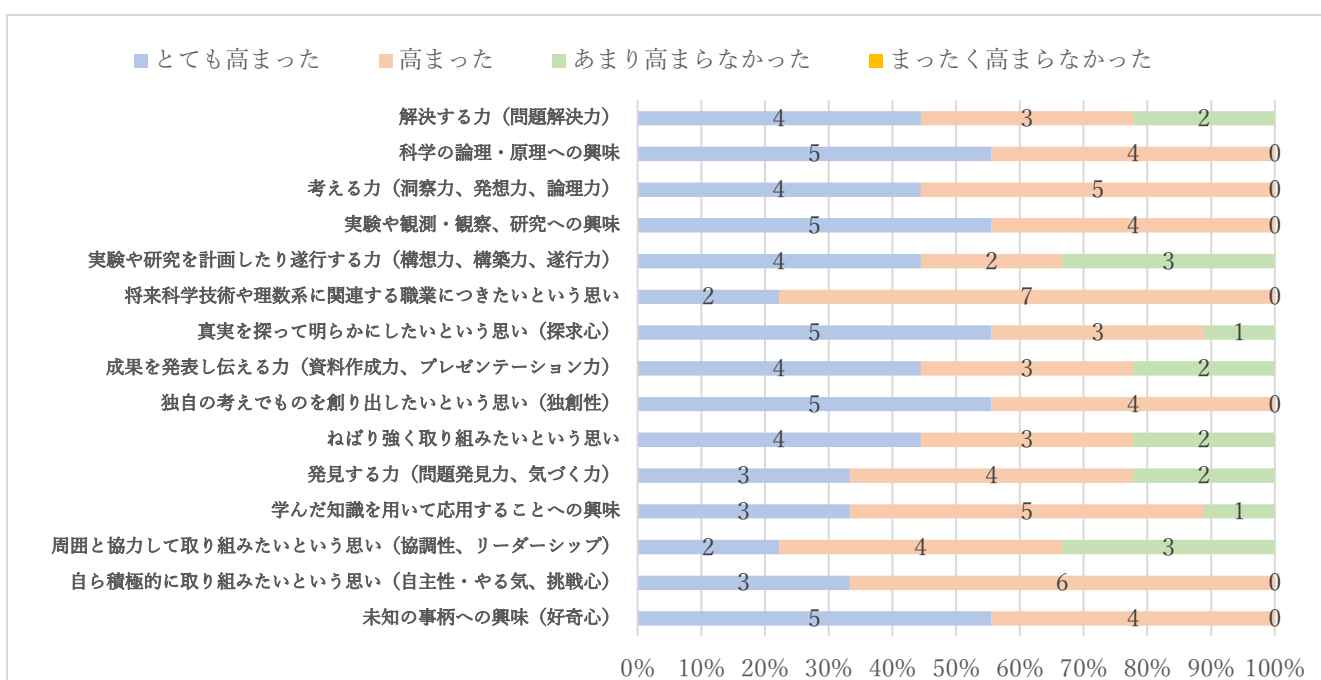
中学1年生（新規受講生）及び中学2年生（継続2年目）とも「強くそう思う」「そう思う」で全体を占めている。中学1年生は、初めて大学での高度なプログラムを受講したことで科学に対する意欲や意識に大きな変化があったものと思われる。ただ、その一方で中学2年生は例年「強くそう思う」が60%以上を占めるのに対して、今回は逆転現象が起きている。昨年度対面形式で実験活動に取り組んできた継続生には、オンラインによる活動は活動回数が大幅に減少したこともあり、少し戸惑いも生じたものと思われる。

Q2. 「未来の博士」育成ラボの活動に参加したことで、参加前と比べてあなたの科学に対する意欲や能力が高まったと思いますか。

(1) 中1生（新規受講生） 回答者数：7名



(2) 中2生（継続2年目） 回答者数：9名

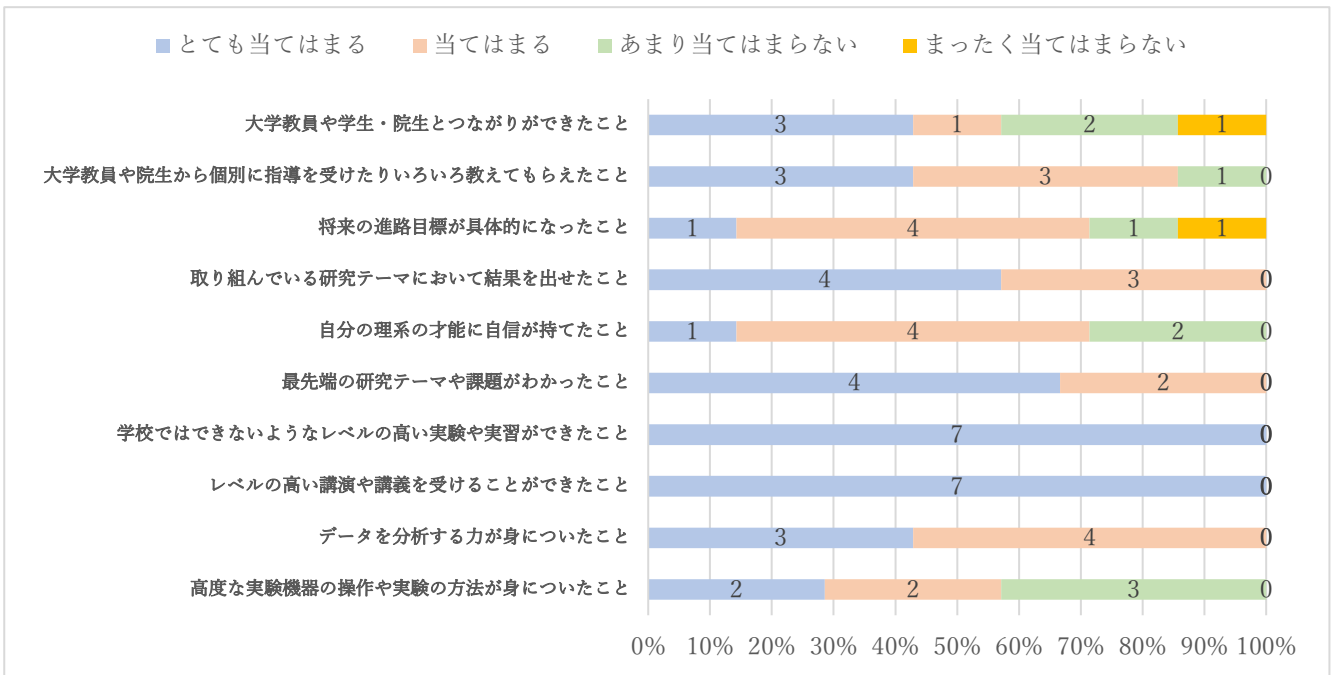


中学1年生（新規受講生）の数値はほぼ例年と同じ傾向であるが、中学2年生（継続生）の数値において、例年は活動を継続することで「とても高まった」の占有率がほとんどの項目で60%を超えるが、今回は60%を超える項目が見当たらない。さらに、継続生で減少する「あまり高まらなかった」の項目が減少していない点が目立つ（前回は4項目に1～2名）。

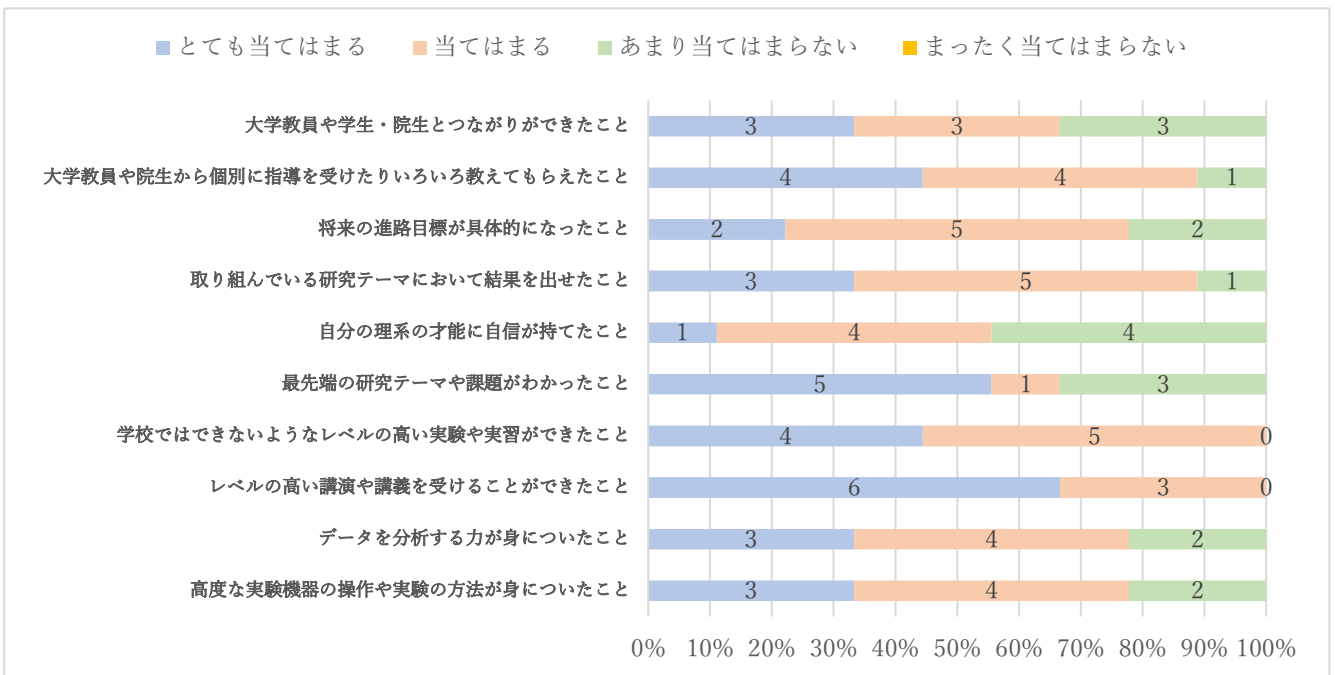
昨年度年間を通じて対面形式を経験している継続生には、Q1と同様オンライン活動でモチベーションを喚起するには物足りない部分があったものと思われる。

Q3. 「未来の博士」 育成ラボの活動に参加してよかったこととして、以下の事柄はどれくらい当てはまりますか？

(1) 中1生（新規受講生） 回答者数：7名



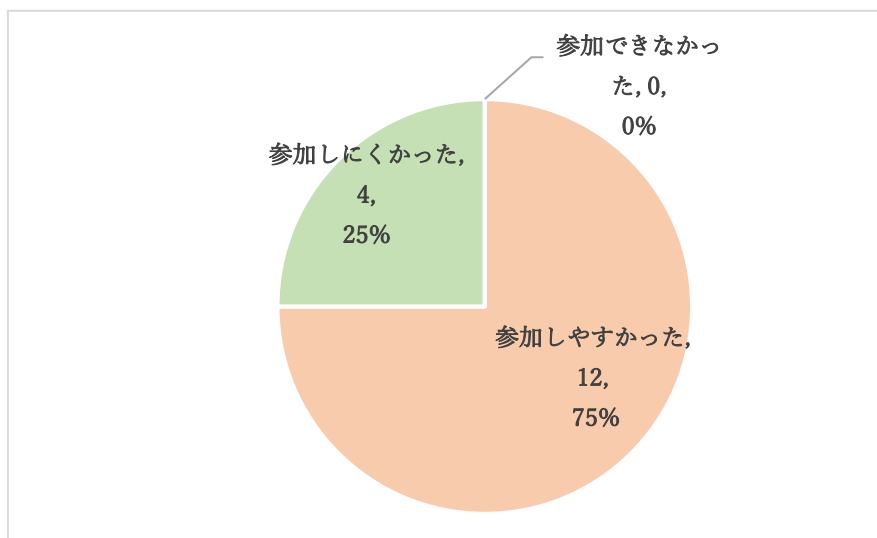
(2) 中2生（継続2年目） 回答者数：9名



中学1年生（新規受講生）の数値はほぼ例年と同様「学校ではできないようなレベルの高い実験や実習ができたこと」及び「レベルの高い講演や講義を受けることができたこと」が「とても当てはまる」の最高値（占有率）を示している。その一方、両項目に対する中学2年生（継続生）の占有率が昨年90%近くを示していたのに対して、大幅に低下しており、特に「学校ではできないようなレベルの高い実験や実習ができたこと」では50%を下回っている。また、「最先端の研究テーマや課題がわかったこと」で「あまり高まらなかった」とする回答が増加した。

#### Q4. オンライン活動について

中1生・中2生全員 回答者数：16名



オンライン活動に対して75%が「参加しやすかった」、25%が「参加しにくかった」と回答。その理由は以下のとおりである（重複含む）。

参加しやすかった	参加しにくかった
<ul style="list-style-type: none"> <li>・自宅から参加できる。</li> <li>・マスク無しで皆の顔が見えるので、いつもと雰囲気は変わらないように思えた。</li> <li>・チャット機能や資料の共有機能が使えて不便なところなかった。</li> <li>・音声聞き取りやすかった。</li> <li>・タブレット端末から手軽に参加できた。</li> <li>・途中で回線が落ちた時でも、すぐにZoomに入れるよう対応してもらった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・質問・発言しにくかった。</li> <li>・たまに途中で回線が落ちてしまうことがあったから。</li> </ul>

#### ■科学コンクールへの出展・参加調査

コンクール名	出展・参加者数	
	中学1年生	中学2年生
第72回堺市学校理科展覧会	2名	
2020年度「科学の甲子園ジュニア」エキシビジョン大会（全国大会）		1名