

## 大学と連携した中学1年生理科の取り組み

—名古屋大学農学部・理学部・博物館での特別授業—

石川久美・西川陽子  
竹内史央

### (1) 中高6カ年理科教育における中学1年生の位置付け

一身の回りの自然現象に対する感性を養い現在の学びの先を見通す力を育てる—

年々子どもたちの自然体験が減少してきている。中学1年生の植物観察で、カラスノエンドウを知らないと言う生徒がいる。ピーピーと豆を鳴らして遊んだ経験がある生徒は1クラスにわずか数人となった。鳴らし方を教えても「洗わないと汚い」と言って口にしない生徒もいた。知識はもっていても実体験を伴わず“覚えてきた”だけの生徒も少なからずいる。中学1年生の生徒はたいへん好奇心旺盛であることには変わらないが、そのまま覚える学習を続けた結果、高校に入ってからの内容の抽象化や理論化についていくことができずに理科に対する興味を失う生徒もいる。

中高6カ年の理科教育の入り口としての中学1年生は重要な意味をもっている。生徒たちの自然に対する感性を養い、次第に抽象化、理論化していく事象に対して思考し、想像していく力を養い続けていくだけの基盤を作る大切な時期である。

今年度初めての取り組みとして、1月、2月に1クラスを3つの小グループに分けて3人の教員で理科の授業を行った。少人数だからできる実験などの活動や生徒の興味・関心の深まり具合に沿って自由に進めることのメリットを生かして授業を行った。そして、それぞれの活動の中で、名古屋大学との連携を行った。理科の疑問を研究し続けている大学教員から大学の施設を利用して説明していただいた。理科を学び続ける研究者というプロから直接先端的な内容を含む講義をしていただくことは、生徒たちが現在の学びの先を考える機会となった。

### (2) 活動内容

回	月/日	物理・地学グループ (竹内)	化学グループ (石川)	生物グループ (西川)
1	12/18	ガイダンス、グループ分け		
2	1/15	班編成・テーマ決定	実験内容検討	実験内容検討
3	/20 (2時間)	班別 実験計画作成と予備実験 ・ 鉱物鑑定・音の伝わり方 ・ 物体の衝突・空気抵抗・浮力	化学反応の基本 - 身近な酸化反応 - ・ カイロを作る ・ スチールウールの酸化 ・ アルコールの酸化	細胞とは？ 〈実験・観察〉 ・ タマネギの細胞の光学顕微鏡観察
4	/27 (2時間)	〈実験・観察〉 - 班別 - ・ 本実験1 結果を簡単にまとめ、調べたいことが本当にわかったのか検討する。	大学連携 名古屋大学生命農学研究科  実験見学および施設見学	大学連携 名古屋大学理学研究科 〈実験・観察〉 ・ タマネギの細胞の位相差顕微鏡観察
5	/29	〈実験・観察〉 - 全体 - ・ 生徒のテーマに関連して偏光について調べる	〈実験・観察〉 - 全体 - ・ 電池を作る	〈実験・観察〉 - 全体 - ・ タマネギ、レバー、ブロッコリーを用いてDNA抽出実験
6	2/3 (2時間)	大学連携 〈観察〉 名古屋大学博物館見学 岩石を中心にレクチャー	〈実験・観察〉 - 全体 - ・ 溶液の性質を調べる	〈実験・観察〉 - 班別 - ・ 草木染め ・ いろいろな植物の気孔の観察 ・ 植物色素のpHによる変化

7	/5 (2時間)	〈実験・観察〉－班別－ ・本実験2 前回の実験で問題点があればさらに追究する。 ・結果のまとめ	実験のまとめ 事後学習	実験のまとめ 事後学習
8	/9	発表準備	発表準備	発表準備
9	/10	発表準備	発表準備	発表準備
10	/13	各グループの代表者による発表及び演示実験 ・物理・地学グループ 1. 博物館見学の発表 2. 班別実験の代表者による発表 ・探究の過程を演示実験、記録映像等を活用して他の生徒にわかりやすく伝える。 ・生物グループ 1. タマネギを用いた実験・観察の発表 ・名古屋大学理学研究科との連携授業の発表 ・DNA抽出実験の発表と演示実験 2. 班別実験の代表者による発表 ・探究の過程を演示実験、記録映像等を活用して他の生徒にわかりやすく伝える。		
11	/18	・化学グループ発表 1. アルコールの酸化演示実験と説明 2. 使い捨てカイロ演示実験と説明 3. 名古屋大学農学部での特別授業の内容紹介 全体のまとめ		

### (3) 各グループの取り組みの様子

自分が追究してみたいテーマと実験・観察方法を考えてくることを冬休みの宿題とした。その内容を見て3人の担当教員が3つのグループに分けた。その後で生徒の希望を聞きながら微調整を行い、グループを決定した。3つのグループでの活動の内容と生徒の取り組みの様子を紹介する。(文責 石川久美)

#### ①物理・地学グループ

##### \*生徒の選んだ実験

生徒が選んだテーマは、以下の5つである。

- ①パラシュートと物体の落ちるようす
- ②浮力
- ③物体の衝突
- ④いろいろな岩石を作る鉱物
- ⑤音の伝わり方

この5つに収束するまで、持ち寄ったテーマをグループ内で検討した。その際には、「興味もてるか」と「実際にできそうか」の2点が重視されていた。教員側が特に留意したことは、単に「やって終わり」ではなく、実験がさらなる探求を生むような取り組みを誘導するように、教員自身が生徒のテーマに興味を持っているようすをアピールするようにつとめたことである。

テーマを実行してみるとうまくいかないグループが多

くあったが、困難な点を解決するように思考を深める姿勢が目立っていたことは非常に良かった。例えば、物体の衝突グループでは、同じ条件で衝突させているはずなのに測定値が大きくばらついていることに気付き、衝突のようすをじっくりと観察しながら改善方法を追究していた。その結果、衝突された物体が停止した後に2回目の衝突が起こってしまっていることが発見でき、改善方法を工夫することができた。そのように粘り強く取組んだ結果得られたデータは素晴らしく、生徒たちが気付くには高度なことであるが、運動エネルギーが速さの2乗に比例することを明確に示していた。

#### \*名古屋大学博物館での見学

岩石をテーマに選んだグループに対しては、こちらの知識不足が大きく、的確な指導ができていたとはいえない。そこで、2002年度の選択プロジェクトにおいて好評であった博物館見学を行い、大学の専門家に岩石についてのレクチャーをお願いすることにした。

見学当日は西川輝昭先生に案内をしていただいた。西川先生は生物分類がご専門であるのだが、岩石、古文書にも造詣が深く、岩石グループの生徒をはじめとして、展示物と直接関連のないテーマを選択した生徒にも大好評であった。やはり、現物を目の前にしながら圧倒的な量の知識を注いでいただいたことで、生徒の知的好奇心が大いに喚起されたのだと思う。(文責 竹内史央)

## ②化学グループ

### \*生徒の選んだ実験

中学1年生では、身の回りの自然現象に対する疑問をもち、それらを追究する方法を考え、その疑問を論理的に思考する力の基盤を育てることが大切である。このため、まず導入として、生徒たちが選んできた身近な実験の中からいくつかを選んで、生徒実験を行った。例えば、アルコールの酸化実験では、空き缶に小さな穴をあけ、ふたの代わりに薬包紙を輪ゴムでとめ、缶の中に少量のメタノールを入れた後、小さな穴に火を近づけた。メタノールの酸化による体積増加のために薬包紙が大きな音をたてて飛ぶ実験は生徒たちにとってインパクトがあった。化学反応の威力を実感できたようである。失敗した点は、この実験を選んだ生徒が教壇で点火した訳であるが、爆発の直後に倒れた空き缶を起こそうとして指に軽いやけどをしてしまったことである。“反応直後は熱い”という感覚をもっていなかったために生じたやけどであった。最後の発表会では、軍手をはめて他のグループの前で再度演示実験を行った。

他にも電池や溶液の性質を調べるなど、原理の説明しやすい身近な実験をいくつか選んで行った。生徒たちは、自分たちで選んだという意味で高い動機付けをもっていることもあって楽しそうに取り組んでいた。時間と場所があれば、中1であっても様々な実験や観察ができることを改めて実感した。

### \*生命農学研究科（農学部）での講義と見学

中1の生徒が中学校でも行うことができる実験が発展していくとどのような研究となるのかを知るために、生命農学研究科の小田裕昭先生に講義をしていただいた。

小田先生の実験室では、血清コレステロールの研究が行われている。血清コレステロールの測定のために飼育されているラットのいる研究室の見学と血清コレステロールの測定実験の見学をした。また、ヒト肝由来細胞を位相差顕微鏡で観察し、微小管のチューブリンを蛍光タンパク質と融合させた遺伝子を導入した細胞の光っているところを観察した。

これらの見学と観察の意味がわかるように最初に講義をしていただいた。模型や写真を使うなどしていただいたため、中1の生徒でも理解することができた。

「コレステロールやガン細胞のことについてよくわかりました。一番印象に残ったことはラットについてのことです。とてもくさかった。」という感想にもあるように、話を聞いただけの場合と違い、嗅覚とともに印象に残ったようである。実体験の少ない生徒たちにとっては、前述したアルコールの爆発の“音”や動物室の“臭い”を体験することは大切なことである。

講義の最初に長さの単位とその大きさに当てはまる細胞や小器官などの映像をみせていただいた。「今まで、細胞ほど小さいものなんて考えられなかったけど、説明を聞いていたら、ミリ、マイクロ、ナノ、さらにはピコと、想像できないぐらいミクロな世界が広がっていてすいこまれていくような感じでした。」という感想にあるように、今から自分たちが観察するものが、どのサイズになるのかを視覚的に捉えることができた。また、目に見えないものを想像する機会となった。

生徒の中には、「学校では見たことがない器具がたくさんあったので、興味を持ちました。あのような素晴らしい場所で僕も実験したいと思います。」「この学習を終えた後、私は身の回りのいろいろなものの“細胞”について考えるようになりました。小さなものがたくさんあってこそ、1つの大きなものになれるとすべてのものにおいて言えるなど実感した一日でした。これからは科学にもっと力を入れて、たくさんの疑問をもって1つ1つ解いていきたいです。」と書いている者もいた。1回の見学で終わるのではなく、日常生活の中での科学に対するセンサーを高めたり、自分の進路として考える機会となった。

また、見学の後のまとめとして話していただいたポールワイスの思考実験で、“生きているヒヨコとすりつぶしたヒヨコの違いは何か”という問いかけとともに、“物事を考えるときに、常に全体を見る目をもって欲しい”というメッセージをいただいた。このことは生徒たちの印象に残ったようで、次の感想のように、この話を取り上げる生徒が多かった。

「ポールワイスの思考実験は哲学に近くて難しい内容でしたが、非常に興味を持ちました。今回の見学で化学ってすごい！というのが一番に思い、ますます化学が好きになりました。」

「特に印象に残ったのはポールワイスの思考実験でした。“生きているとはどういうことか”これから考えていきたいと思っています。」

「今日やったことは化学だけでなく、生物も関係していて、理科だけでなく、家庭や保健にも関係していて、学んだことが多かったと思います。特に“人としての課題”みたいなことを問いかけられたので、これから生きていく上で生かしたいと思っています。」

最初の生徒が“哲学”と表現しているように、非常に大きな課題である。しかし、生徒たちは予想以上に真摯に受け止め考えていた。“中1だからこの程度の内容までで終わり”という領域はなく、むしろ中1だから考えられることも多いのではないかと改めて考えた。

次のプリントは特別授業の内容を担当生徒がまとめたものである。

理科 化学チーム配布資料 2004年2月18日

名古屋大学教育学部附属中学校第一学年理科

【名古屋大学理学部・生命医学研究科で学んだ事】

小田裕昭先生に、ご協力いただき、実験室など普段では、目にする事の出来ない部屋や、研究の様子を特別に見せていただきました。小田先生は、実験動物を使って医薬品の開発や食品の栄養評価などをされています。

・ 実験動物って？

いろいろなものの開発にあたっては、人体実験をするわけにはいきませんから、動物を使って実験する事です。現在では、マウスと、マウスよりも少し大きく（人懐っこいといわれる）ラットを使っています。動物室という、無菌室で育った動物は、食品、医薬品の開発にあたって生物にどのような影響を与えるかなどの実験に使用されます。

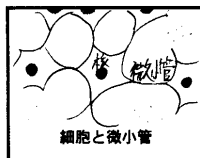
・ コレステロールを測る

最近では、コレステロールと言う言葉もよく耳にしますが、取り過ぎてもいけないし、また取らなければいけない物質です。食品を開発するにあたっては、その食品を実験動物に食べさせ、血液を採取し、コレステロールが高い、低いなどの検査をします。

動物の尾から、血液を採取し、遠心分離機という装置にかけます。遠心分離機と言うのは、装置に入れた物質を高回転させて、遠心力をかけるものです。普段私たちの体には、1Gという力がかかっている、高速道路で急な加速をしたときに、後ろに押されるような感じのときには、2~3Gが体にかかっています。人間は、4Gになると気絶してしまいます。この装置では、10000Gまで力がかかることが出来、採取した血液を1500Gの力で、遠心分離させます。すると、血液が赤い部分（血餅）と、その上澄みの透明な部分（血清）に分かれます。その透明な部分を、特殊な試薬に反応させて、その色の变化でコレステロールを測る事が出来ます。

・ 人間の細胞を見る！？

細胞とは、簡単に言うと人間の全てを作っているものです。人間には、細胞が約6兆個あるといわれています。今回は、人間のがん細胞を無菌室で保存し蛍光の遺伝子を組み込んで、蛍光顕微鏡で見せていただきました。細胞の中にあり、神経の物質などを伝達する役割がある、微小管を見ました。微小管は、1つの細胞から、1万以上出ているということが、近年の研究で分かっています。すると人間には約6兆（細胞の数）×1万=6京（60000億）の微小管があると考えられます。微小管は、神経のホルモンの伝達をする事からも、限りなく長いということだそうです。



・ ミクロの世界

小田先生のような、細胞などの研究は、ミクロの世界の話です。長さの単位を探ってみましょう！

pm nm μm mm cm m km Mn Gm

(ピコ・ナノ・マイクロ・ミリ・メートル・キロ・メガ・ギガ)

もっと詳しく知りたい人は... 下参照(あくまでも参考です...)

ym zm am fm pm nm μm mm cm dm m dam hm km Mn Gm Tm Pm Em Zm Ym  
ヨクト ゼプト フト フェムト ピコ ナノ マイクロ ミリ センチ デシ メートル デカ ヘクト キロ メガ ギガ テラ ペタ エクサ セツ

・ 全体像をふり返る事が大切！！

小田先生がいろいろな話をしてくださった中で、「全体像をふり返る事が大切！！」と言う先生のお言葉が一番心に残りました。どういう事かと言うと、理科の分野ならば、細胞、遺伝子などと、どんどん奥深くまで調べていき表面的には分かったとおもっていても本当に分かっているわけではない、ということです。全体像をふり返り返ったときに、初めてその疑問が解けたと言う事になる、というおはなしでした。

先生は、僕たちに「生きているとは、どういうことか?」、という課題を出されました。生きているなんてことは、もっとも身近な事なのに、答えにつまってしまいます。これは、「全体像をふり返る」ということが、出来ていない証拠でした。これから、いろいろな事を、研究し、調べていく際に、「全体像をふり返る」ということを、大切に、学んでいきたいと思います。皆さんも、「生きている」と言う事を、もう一度考えてみては、いかがでしょうか。

今回、ご協力くださいました小田裕昭先生に感謝いたします。

皆さんも、この機会に、細胞、人間について、研究をしてみてください。きっと、いろいろな発見がたくさんあると思います。

メモ・疑問点など

(文責 石川久美)

③生物グループ

冬休みの宿題で考えてきたやってみよう実験・観察の中からいくつかを選択するための話し合いをさせた結果、ブロッコリー、レバー、タマネギを用いたDNA抽出実験を生物グループ全員で行い、班別実験として、草木染め、いろいろな植物の気孔の観察、植物色素のpHによる変化を4人~6人のグループで行うことになった。ここでは、理学研究科で行った実験と班別実験で行った草木染めを紹介する。

\*理学研究科での講義と実験

中1の理科の授業では、さまざまな生物の光学顕微鏡観察を行ってきた。そこで、今回の大学連携授業では、理学研究科で位相差顕微鏡を用いたタマネギの表皮細胞の観察を行った。

まず、事前学習として細胞の概念を知るために細胞のつくりを学習し、酢酸カーミン液で染色したタマネギの表皮細胞と染色していないタマネギの表皮細胞の光学顕微鏡観察を行った。

その後、理学研究科の伊藤知彦先生の指導により、タマネギの表皮細胞を位相差顕微鏡を用いて染色しないで観察した。細胞の中で顆粒が流動している様子を、ほぼ

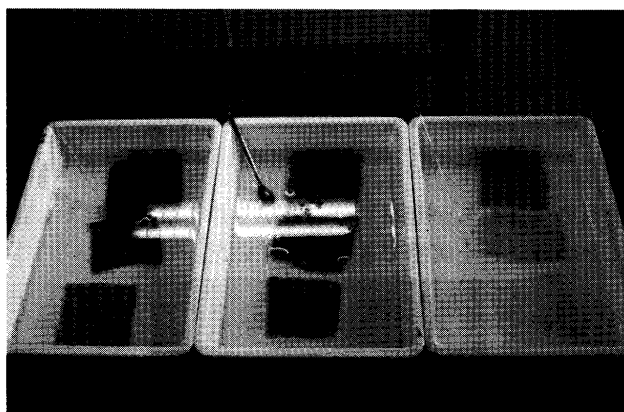
全員の生徒たちが観察することができ、植物細胞でも動くということを実感でき感動していた。



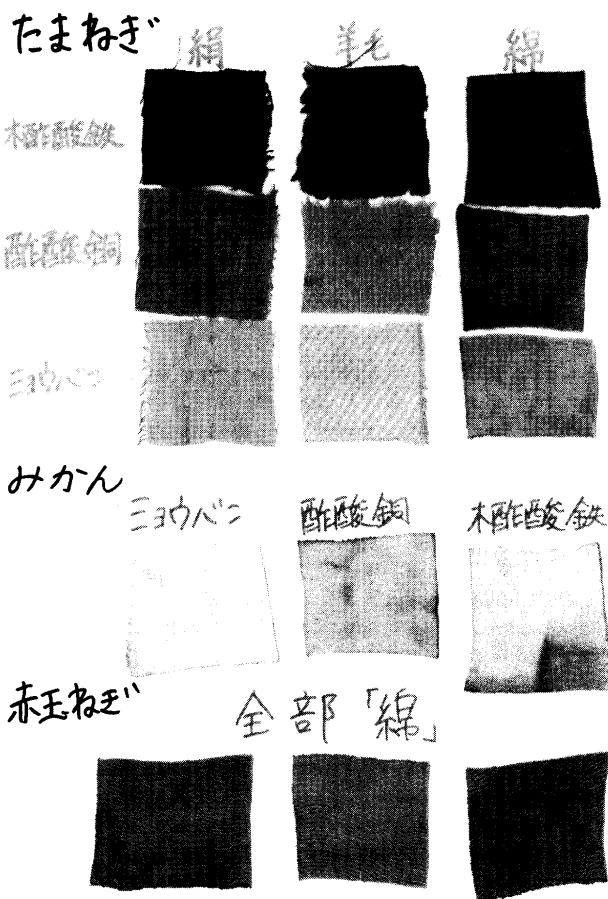
「位相差顕微鏡で行った観察と、事前観察として、学校の顕微鏡で行った観察は、まったく同じ方法で行うのに、使う顕微鏡の違いでまったく違う実験を行っているようで、その差の大きさに息を呑みました。学校にはなく、普段は触ることのできない顕微鏡を使うことができ、今まで学んできたことをより詳しく学ぶことを大学訪問で経験しました。」という生徒の感想にもあるように、現在の学びが大学に続くことを感じる事ができ、短い時間ではあったが良い経験になったと思う。

**\*班別実験～草木染め～**

草木染めを選んだ生徒4人が分担しあい、タマネギの外皮、赤タマネギの外皮、ピワの葉と枝、みかんの皮、コーヒー、紅茶、煎茶などの試料を煮て染液をつくり、それぞれの染液に布を入れ、約20分を染めた。その後、染めた布を発色させるために媒染剤（木酢酸鉄、酢酸銅、ミョウバン）に浸した。なお、染めるために用いた布は、タマネギの外皮とピワの枝については、綿、絹、毛を用い、他の試料については綿のみを用いた。また、タマネギの外皮についてはハンカチ染めも行った。



この結果、布による染まり方の違いや、同じ試料でも使う媒染剤の違いにより染まり方が違うということを目で実際に確認し、生徒たちは驚き、体験することのすばらしさを感じていた。また、身近にある材料を用いて色素と金属陽イオンとの結合を理解することができた実験でもあった。次に示したのは、発表会の際に配布した資料である。



**\*まとめ**

多くの生徒たちは、実験を楽しく感じており、自然に触れ合うことが少なくなっている生徒たちにとって、実験を行う意義は大きく、探究心を育てるためにも実験の示す役割は大きい。実験は学んだことを実際に検証でき、実験から得られる経験は通常の授業からは得られないものであり、科学的な感性は実験を通じた体験によって培われる所も大きい。

今回の取り組みは、少人数で実験ができ、興味・関心のある分野に分かれたことで、意欲的に全員が取り組むことができた。紹介しなかったDNA抽出実験では、レバーやブロッコリーからDNAを抽出して、自分の細胞にもDNAがあるので、ますます遺伝子に関心ができたので、もっと詳しく調べてみようという生徒もいた。

「僕たちはタマネギの細胞観察から大学訪問、さまざまな実験などを通してとてもたくさんのことを学びました。身近なものでも自然や科学へ疑問や不思議を抱くことができました。理科の魅力を見つける、探す、というものができたと思います。これらの体験は理科の授業の中ではとても大きな行事で、とても大変でしたがその反面とてもおもしろかったです。これからも理科の魅力を探してそして見つけ追究していきたいと思います。」という感想にもあるように、実験をすることで、不思議を抱き、興味・関心がわき、さらなる意欲が喚起されるの

で、生徒たちが実験することにより芽生えた探究心を今後の理科学習の基盤とし、次の学習につなげていきたい。

(文責 西川陽子)

#### (4) 3つのグループの代表者による発表会

このプログラムの最後には、クラスごとに3つのグループがそれぞれの取り組みを発表した。各グループともに、自分の発表する内容については、他のグループより詳しいという自信をもっていることもあって一生懸命発表の準備に取り組んでいた。実験を再現したり、ポスターを作るなどわかりやすくする工夫をしていた。また、聞いている生徒の反応もよく、興味深く聞いていた。司会を務めた生徒は次のように書いている。

「私の予想以上、皆さんの発表は内容が濃く、“もっと知りたい”と強く思いました。情けないのですが、今までの発表授業では、他のチームの話聞いても、聞き流してしまうところがあったが、今回の発表は皆とても興味深く、ぜひこの機会に深く調べ込もうと思うものばかりだった。身近な話題から専門的な話題まで、いろいろあったが、ぜひ奥深く探って見たい！！今回、少々疑問点なども残ったので、それを自分の課題にして、取り組んで行きたいと思います。」

このように、生徒たちは意欲的に取り組み、他のグループの活動もしたかったと不満をもらす生徒もいた。また、自分の学んだことを人に伝えることで、内容理解が深まった。

#### (5) 成果と課題

ここで今回の取り組みの特徴をまとめてみたい。

- ① 1クラス3展開、1グループ約14人という少人数を生かして、多様な実験を行うことができる。自分で選んだ身近な実験を行うことで、興味・関心を深めることができる。自分で内容を選択することによる高い動機付けがある。  
(時間割変更をして、1クラスに3人の教員を確保することには困難な点もあった)
- ② 担当教員の専門を生かすことができる。このために行える実験の種類が増える。
- ③ 大学での特別授業によって現在の学びがどのように発展していくかという先への展望を考えることができる。

これらの成果があった一方で、各グループでの活動と大学の特別授業の内容が直接結び付かない部分もあった。これは、各グループでの活動には、幅広い身近な実験を取り入れたことによる。大学での授業を核に他の活動内容を決めると系統性はできるが、どうしても扱う範

囲が狭くなる。この点を考慮しながら、内容を検討していくことが必要である。

本校では、中学2、3年生での選択プロジェクト、高1、高2での新教科、中1から高3までの総合人間科という特色あるプログラムの中で、生徒にとっても教員にとっても自由度の大きなユニークな取り組みを行っている。それらの取り組みを経験する中で、通常の授業においても工夫することができるのではないかと改めて考えるようになった。これらの試行から今後の理科カリキュラムについて考えて行きたい。例えば中高6ヶ年の入り口である大切な中学1年生では、実験や観察がしやすいように、今回のように限られた期間であってもよいので、1クラスを複数の教員で担当することができないかどうかなどを検討していきたいと考えている。

(文責 石川久美)