

「実験で学ぶ自然科学」の授業実践リベラルサイエンス講義に向けた検討

藤原, なつみ
九州大学基幹教育院次世代型大学教育開発センター

山田, 琢磨
九州大学基幹教育院自然科学実験系部門

古屋, 謙治
九州大学基幹教育院自然科学実験系部門

巢山, 慶太郎
九州大学基幹教育院自然科学実験系部門

他

<https://doi.org/10.15017/6770262>

出版情報：基幹教育紀要. 9, pp.125-140, 2023-02-24. 九州大学基幹教育院
バージョン：

権利関係：© 2022 Faculty of Arts and Science, Kyushu University. All rights reserved. The publisher holds the copyright on all materials published in its journals except special issues, whether in print or electronic form, both as a compilation and as individual articles. All journal content is subject to "fair use" provisions of Japanese or applicable international copyright laws.



「実験で学ぶ自然科学」の授業実践 リベラルサイエンス講義に向けた検討

藤原 なつみ^{1*}, 山田 琢磨², 古屋 謙治², 巢山 慶太郎², 山崎 博史², 山中 隆志²

¹九州大学基幹教育院 次世代型大学教育開発センター, 〒819-0395 福岡市西区元岡 744

²九州大学基幹教育院 自然科学実験系部門, 〒819-0395 福岡市西区元岡 744

Practice of "Experimental Approach to Natural Science": An Examination for Liberal Science Subject

Natsumi FUJIWARA^{1*}, Takuma YAMADA², Kenji FURUYA², Keitaro SUYAMA², Hiroshi YAMASAKI², Takashi YAMANAKA²

¹Center for the Future Development of Education, Faculty of Arts and Science, Kyushu University, 744, Motooka, Nishi-ku, Fukuoka 819-0395, Japan

²Division for Experimental Natural Science, Faculty of Arts and Science, Kyushu University, 744, Motooka, Nishi-ku, Fukuoka 819-0395, Japan

*E-mail: fujiwara@artsci.kyushu-u.ac.jp

Received Oct. 31, 2022; Revised Nov. 21, 2022; Accepted Nov. 22, 2022

"Experimental approach to Natural Science" is a course that aims to deepen students' interest and understanding of natural science through experiments. The class was developed with "liberal science" in mind and was first offered in the summer quarter of 2022. After all classes were completed, we conducted an interview survey of the students who took the class, asking whether the class met his/her expectations and whether the class changed his/her view of natural science. The results of the survey revealed: (1) Most of the students had expected to conduct many experiments and to learn actively in this class, and the class generally met their expectations; (2) Students became more familiar with natural science through the class and showed a positive attitude toward learning natural science. On the other hand, based on the students' attitude during the course and the results of the interviews, the following improvements could be made: (1) to emphasize training to logically construct and test hypotheses rather than acquiring new knowledge in this course; (2) to provide more detailed explanations regarding the purpose of each experiment and interpretation of the results.

1. はじめに

基幹教育院は、2016年7月に文部科学省教育関係共同利用拠点「次世代型大学教育開発拠点」に認定された。そして、同拠点のリベラルサイエンス教育開発モジュールでは、既存の学部教育の枠組を超えて、知識を獲得するプロセスに学生が参加し、深い理解を得、その上で学際的テーマに挑戦していくためのカリキュラムや授業を開発することと、そこで得られた知見や方法論を広く共有する研修を実施することをめざしている（九州大学基幹教育院 次世代型大学教育開発センター、2020：130頁）。「リベラルサイエンス」とは何か、現時点ではその明確な定義は共有されていない

が、概念的・抽象的な議論を重ねるよりも具体的な「たたき台」を作ってそれをもとに議論を進めていくほうが有益であるという観点から、基幹教育院では、科学の基礎的な観点や共通する方法論を基盤とした授業開発と並行しながら今後のカリキュラムについて検討を進めているところである（藤原ら, 2021）。

本報告が取り上げる基幹教育科目「実験で学ぶ自然科学」は、実験を通して身の回りの自然科学の現象を体験的に学び、自然科学への興味と理解を深めてもらうことをめざした内容で、「リベラルサイエンス」を念頭において開発された科目の一つである。2022 年度に開講された新しい科目であり、受講対象とするのは、「自然科学総合実験^{注1}」を履修しない学部（文学部、教育学部、法学部、経済学部、共創学部の一部、ならびに医学部保健学科看護学専攻）の初年次学生となっている。授業の特徴は、物理や化学といった既存の学問領域にとらわれず、これまでに理科科目を学んだことがない学生でも複合的な観点で「自然科学」を学べるという点である。

基幹教育科目では、2017 年度より「体験してわかる自然科学」という総合科目を秋学期 20 名・冬学期 20 名の定員で開講していた（2020, 2021 年度は新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、開講を断念した）。この科目も「自然科学総合実験」を履修しない学生に実験を通して自然科学への興味と理解を深めてもらう授業であったが、2021 年に特定の学部から受け入れ人数を増やしてほしいという要望が上がった。そこで 2022 年度より、100 名以上の受講者数でも実施できる実験内容に再構成し、理系ディシプリン科目に種別を変更して「実験で学ぶ自然科学」という名前で開講することになった。ただし初年度は受け入れ人数は据え置いたままとした。「体験してわかる自然科学」は卒業に必須ではない総合科目であるため、自然科学に興味がある学生が多く履修したが、「実験で学ぶ自然科学」は選択必修の理系ディシプリン科目であることから、あまり自然科学に興味がない学生も単位取得のために履修を希望することが予想された。そういった学生にも実験を通して自然科学を理解し興味を持ってもらうために、授業の内容については十分に検討を重ねることとした。

2. 講義概要

2.1. 講義内容

この科目を履修できる者は「自然科学総合実験」科目を履修していない者に限る、という履修条件を設けているため、主に文学部、教育学部、法学部などいわゆる「文系」に分類される学部の学生が受講することが想定された。こうした学部・学科に所属する学生は必ずしも高校において物理基礎、化学基礎、生物基礎といった理科科目を受講しているわけではないことから、本講義ではこれらの科目を学んでいなくても理解が可能なレベル、内容となるように配慮しつつ授業内容を設計した。また、受講者の負担軽減のために、本科履修にあたって教科書や白衣等の購入は求めず、担当教員が用意したスライドや Moodle 上の資料・動画を活用しながら授業を行うこととした。実験で使用する器具や薬品もすべて大学側が準備し、貸与することとした。

実験内容については、こうした制約の下であっても実施可能な実験の中から、学生にとって身近な現象（例：第 3 回「虹の原理について学ぼう」）を扱うものや、社会的に注目を集めている検査

(例：第7回「PCRを体験してみよう」)、専門的な知識がなくても授業内の説明をもとに自ら仮説を立て試行錯誤できる実験(例：第4回「いろいろな色の光を混ぜてみよう」)などを取り上げて、既存の理科科目に苦手意識を抱いている学生を含め、どんな専攻の学生に対しても「自然科学」に対する興味を喚起し、楽しみながら学んでもらうことができるような工夫をした。実験のテーマ、授業の内容と手順は以下の表1のとおりである。

表1. 実験のテーマと授業の内容

回	テーマ	授業の内容	備考
1	全体説明会	①授業全体に関する説明会。 ②磁石球を使った実験を行い、「ガウス加速器」の原理について考える。 ③グループで自然科学への興味についてディスカッションする	グループワーク (4名、以下同様)
2	光のスペクトルを観察しよう	光(可視光)が電磁波の一種で色により波長が異なることを学ぶ。 ①波の性質(回折、重ね合わせの原理、干渉)の講義。 ②レーザー光をCDで反射させる(予測と教員による実演)。 ③レーザー光(3色)を回折格子シートに当てて現れる輝点間の距離を測定し、レーザー光の波長を計算する。 ④直視分光器を使い、様々な光源(蛍光灯、LED電球、白熱電球、Naランプ、太陽光)から出る光のスペクトルを観察・記録する。	グループワーク・ペア実験
3	虹の原理について学ぼう	空にかかる虹が現れる原理や身の回りで見られる虹色について学ぶ。 ①光の反射・屈折の法則の講義。 ②半円プリズムによる屈折角をレーザー光を入射して計測する。 ③虹が現れる原理の講義。 ④懐中電灯と虹ビーズと呼ばれる透明なプラスチック球を貼り付けたシート使って手元に現れる虹を観察する。 ⑤身の回りの他の虹色の例としてCD・DVDの記録面からの回折光の観察を行う。	グループワーク・ペア実験
4	いろいろな色の光を混ぜてみよう	蛍光物質を用いた「化学発光」の観察を行う。また、蛍光液を混合させて白色の光を作り出すことを目指す。 ①身の回りの蛍光に関するものについて講義を行う。 ②光の三原色である赤・緑・青色の蛍光を示す蛍光液を用いて、それぞれの蛍光を観察する。 ③LEDライトを用いて、光の三原色を混ぜると白色光になることを確認する。 ④赤・緑・青色の蛍光を示す蛍光液を混合させて白色光を作る実験を行う。この実験では、LEDライトの実験と異なり、試薬を等量ずつ混合しても白色にならない。そこで、蛍光液の混合比率を変えながら実験・ディスカッションを繰り返すことで、条件検討と考察を行う。	ペア実験
5	3D映像の原理を知ろう	光の偏光について、その特性を体験する。 ①2枚の直線偏光子を重ね合わせる角度によって光の透過率が大きく変化する。 ②ガラス表面に反射して映る風景や、PCディスプレイの映像が偏光特性を有する。 ③高分子フィルムを延伸することで生じた複屈折性は直線偏光を回転させる。 これらの体験を通して、偏光サングラスや3D映像、液晶ディスプレイの原理について学ぶ。	ペア実験

6	DNA を抽出してみよう	ブロッコリーの植物組織からの DNA 抽出を通して、分子実験器具に触れ、また DNA の役割や性質について学ぶ。 ①DNA の役割や構造に関する講義を行う。 ②分子実験で用いる実験器具の取り扱い方法や注意点を学ぶ。 ③ブロッコリーの組織片を用いて、エタノール沈殿法による DNA 抽出実験を行う。 ④抽出した DNA の品質（濃度や純度）について、分光光度計を用いて計測する。 ⑤第7週に使用する PCR 反応試薬の調整を行う。	個人実験
7	PCR を体験してみよう	（予定） 分子生物学では欠かすことのできない基礎実験の一つであり、感染症検査等でも活用される PCR 実験をグループワークで体験する。 ①PCR 反応の仕組みについて学ぶ。 ②第6週に調整し、PCR 反応済みの PCR 産物を用いて、電気泳動実験を行う。 ③電気泳動実験結果から、PCR 反応の成功／不成功の判断や、PCR 産物の分子量測定を行う。 ④得られた結果から、DNA の由来となった植物や DNA の品質の違いが、PCR 反応の結果にどのような影響を与えるか考察する。	新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、オンラインでの実施に切り替え
		（オンラインでの実際） ①PCR 反応の仕組みについて学ぶ。 ②～④教員が事前に行った実験結果を紹介し、考察を促す。	
8	まとめ	（予定） ①授業の講評を行う。 ②グループで各テーマの面白かった点や難しかった点について振り返る。	新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、オンラインでの実施に切り替え
		（オンラインでの実際） ①授業の講評を行う。 ②グループ（4～5名）ごとに入室し、インタビュー調査を実施する。	
成績評価		毎回の授業において、配布されたワークシート形式のレポートに記入し提出する。	

2.2. 授業の構成

各授業回の構成は、前半を授業内で扱うテーマに関する解説やグループディスカッション、実験の手順などに関する説明、後半を実験や実験結果の解説に充てることを原則としつつ、詳細な時間配分については各回の担当教員に一任した。

なお、「実験で学ぶ自然科学」は、実験科目ではなく、実験を用いるアクティブラーニング科目として位置づけられている。そのため、授業では基幹教育院がめざしているアクティブ・ラーナーの育成を念頭に置き、毎回グループワークやペア実験の時間を配して、受講生がグループ討論を行ったり、受講生が相互に教え合ったりする時間を確保するよう工夫し、また、各ワークは少人数のグループあるいはペアとすることで受講生全員が自ら実験を行うことができるよう配慮した。

2.3. 授業の実際

本授業は、2021 年度より基幹教育科目実施班・理系ディシプリン科目班・自然科学総合実験専門チーム^{注2}を中心に準備を進めてきた。こうした経緯から、開講初年度にあたる 2022 年度は、同専

門チーム員が分担して授業を設計・担当した。科目全体の統括は本稿の著者である専門チーム長の山田が務め、月曜クラスは巢山、金曜クラスは山崎がそれぞれ成績責任教員を担当した。授業は、夏学期のクォーター科目（週1回1コマ90分で計8回、1単位）として、月曜と金曜の2クラスを開講した。各クラスの授業は、担当教員はそれぞれ異なっているものの授業の設計は共同で行っており、同じテーマ、内容を扱っていることから、授業担当教員に加えて専門チーム員を中心とした基幹教育院の教員に広く授業参観を呼びかけ、相互に授業を参観し改善点などについて共有し、フィードバックを行いながら進めた。実験の準備や各回のレポート提出などについては基幹教育院支援技術室のサポートを得て行った（表2）。

なお、授業の実施方法は、当初の予定では授業はすべて対面で行うことを予定していたが、新型コロナウイルス感染症拡大への対応として、第6回授業は授業参観を行わず、担当教員（1～2名）と技術職員と受講生のみで実施した。また第7回授業は、授業前に教員が実験を実施し、得られた実験結果をオンライン授業中に紹介する形をとった。第8回授業も同様に、オンラインにて実施した。

表2 授業の実際

回	テーマ	授業実施日		実施方法（場所）	授業担当
		月曜	金曜		
1	全体説明会	6/13	6/17	センター1号館 物理実験室 (1507 教室)	巢山・山田（月） 山崎・山田（金）
2	光のスペクトルを観察しよう	6/20	6/24	センター1号館 物理実験室 (1507 教室)	山中・三木（月） 有賀・山田（金）
3	虹の原理について学ぼう	6/27	7/1	センター1号館 物理実験室 (1507 教室)	山中・三木（月） 山中・山田（金）
4	いろいろな色の光を混ぜてみよう	7/4	7/8	センター1号館 化学実験室 (1603 教室)	今井・巢山（月） 友原・巢山（金）
5	3D 映像の原理を知ろう	7/11	7/15	センター1号館 化学実験室 (1603 教室)	古屋（月） 古屋（金）
6	DNA を抽出してみよう	7/25	7/22	センター1号館 生物実験室 (1604 教室)	松林（金） 伊藤（月）
7	PCR を体験してみよう	8/1	7/29	オンライン（※新型コロナウイルス感染症拡大対応のため）	松林（金） 山崎（月）
8	まとめ	8/8	8/5	オンライン（※新型コロナウイルス感染症拡大対応のため）	山田（金） 山田（月）

受講生については、月曜クラス 20 名、金曜クラス 20 名の計 40 名の定員枠を設けていたところ、月曜クラス 115 名、金曜クラス 98 名と合計 213 名の応募があったため、抽選によって受講生を決定した。なお、授業は 4 名でのグループワークや 2 名でのペア実験を中心に進めることを想定していたことから（参考・表 1）、グループメンバーの理系科目に関する知識のレベルを合わせるため、なるべく同じ学部の 4 名で一つのグループを構成し、なおかつ抽選の倍率が近くなるよう調整した。その結果、月曜クラス、金曜クラスともに、経済学部と教育学部であわせて 1 グループ、法学部・文学部・医学部保健学科看護学専攻・共創学部で各 1 グループの 5 グループ（20 名）体制とした。

受講生計 40 名中履修中止者は 3 名のうち 1 名は病気が理由である。残り 2 名はともに初回授業を欠席しており、うち 1 名はその後一度も出席せずに履修中止、1 名は数回出席した後に履修中止した。この点から、初回授業へ出席することがモチベーションの維持に重要と考えられる。また、全体をとおした遅刻者数（遅刻率）と欠席者数（欠席率）は表 3 のとおりである。遅刻については、本科目が 1 限目に設定されていたこともあり遅刻者数はやや多いものの、極端に遅刻率が上昇するようなことはなかった。欠席については、新型コロナウイルスの感染拡大の影響のため第 4 回以降にやや多くなっている（参考：7 月 6 日に「福岡コロナ警報」が発動）。第 8 回については授業内容が短時間の講評であったこと、グループインタビュー実施のため受講生ごとに入室時刻が異なっていたことから欠席者が多くなったものと考えられるが、全体としては目立って欠席率が上昇するようなことはなかった。

表 3 遅刻者数（遅刻率）と欠席者数（欠席率）（2 クラスの合計）

回	テーマ	授業実施日		遅刻者数 (遅刻率)	欠席者数 (欠席率)	備考
		月曜	金曜			
1	全体説明会	6/13	6/17	2(5%)	1(3%)	
2	光のスペクトルを観察しよう	6/20	6/24	2(5%)	2(5%)	
3	虹の原理について学ぼう	6/27	7/1	6(16%)	1(3%)	
4	いろいろな色の光を混ぜてみよう	7/4	7/8	7(19%)	4(11%)	欠席 1 名は怪我による自宅療養
5	3D 映像の原理を知ろう	7/11	7/15	1(3%)	4(11%)	欠席 1 名は怪我による自宅療養
6	DNA を抽出してみよう	7/25	7/22	8(22%)	2(5%)	
7	PCR を体験してみよう	8/1	7/29	0(0%)	0(0%)	Teams 授業
8	まとめ	8/8	8/5	0(0%)	7(19%)	Teams 授業+インタビュー

3. 受講生への聞き取り調査と結果

3.1. 調査の方法

「実験で学ぶ自然科学」は、これまで述べてきたように、必ずしも大学入学以前に物理基礎や化学基礎といった理科科目を履修していない「文系」の学生を対象としており、さらに、学生の負担軽減のために実験で扱う器具や薬品等を限定している。本科目の実施にあたっては、こうした制約下でも受講生の自然科学への興味を最大限に引き出し、理解を深められるようにさまざまな工夫を行ってきた。しかし、こうした工夫が実際の授業において十分に活かされていたか、受講生が何を期待して本科目を受講していたか、その期待に応えることはできたかといった点については検証が必要である。これらの点を明らかにするため、受講生への聞き取り調査を行った。

聞き取り調査は、自記式調査（Moodle 上で実施、任意参加）とフォーカスグループインタビュー調査（Teams で実施、任意参加）により行った。自記式調査は第 7 回授業終了後に、最終回（第 8 回）授業までの回答を依頼した。インタビューは、金曜クラス、月曜クラスのそれぞれの最終回（第 8 回）の授業時間内において、授業の講評後、受講生を各 4 つのグループ（1 グループあたり 4～5 名）に分けて行った。質問項目は、主に、①この授業に期待していたこと／授業で学べると予想していたことが達成されたかどうか、②「自然科学」に対する見方に変化があったかの二点である。インタビュアーは本稿著者である藤原が担当した^{注3}。以下では、自記式調査の結果とインタビュー調査における実際の発言を引用しつつ、本科目の授業実践について振り返る。なお、発言内容の一部については、発言者の意図がより伝わりやすくなるよう、発言の趣旨を損なわない範囲で適宜著者が編集した。

3.2. 調査の結果

調査参加者と受講理由

調査参加者は、金曜クラス受講者 20 名、月曜クラス受講者 20 名の計 40 名のうち、最終回の授業に出席しかつ調査への参加に同意が得られた金曜クラス受講者 17 名、月曜クラス受講者 13 名の計 30 名である。以下の表に、調査対象者の所属学部・学科、インタビュー実施時のグループ、各対象者がこの授業を受講した理由^{注4}を、金曜クラス（表 4）と月曜クラス（表 5）に分けて示す。

受講理由については、さまざまな理由が挙げられており、いずれも「実験で学ぶ」ことに対する積極的な姿勢や期待が読み取れるものであった。特に多く挙げられていたのは以下の 3 つである。

第一に、高校までの学習において自然科学や実験に対して肯定的な印象を抱いており、自然科学についてさらに学びを深めたい、実験をもっと行いたいという理由である。「高校の時化学の授業で実験が多く、その実験がおもしろかった」（金 A）、「小さいころから理科が好きで実験も好きだったのでとても楽しそうな授業だと思ったため」（金 D）、「小学校の頃から実験が好きだった」（月 C）などがこれにあたる。

第二に、高校までの学習において実験を経験していないこと、理科科目に対して苦手意識を抱いていたことなどこれまで自然科学に対して消極的であったことを挙げつつ、この授業で実験を行うことで、あらためて自然科学に向き合いたいとする理由である。「高校ではあまり実験をする機会がなく、知識をつめこむことに偏ってしまっていたので、大学で完全に専攻が分かれる前に、ぜひ実験系の授業を取りたいと思ったから」（金 E）、「私は文学部に所属していて理系科目はあまり得意ではないですが、グループで実験して原理を確かめたり、自分の目で見て体験することは楽しいと思う」（月 E）などがこれに該当する。

第三に、大学の講義に対して、主体的・能動的な学習の機会を求めるという理由である。「受け身だけでなく自分で考えて実験する授業を受講してみたいと思ったから」（月 A）、「大学は講義形式の授業がほとんどなので、「実験」ができるこの授業が面白そうだなと感じたから」（月 B）、「実験を行う授業ということで、通常の授業はどうしても受け身の授業になってしまいがちだが、ここでは主体的に学べるだろう」（月 K）などが該当する。

表4 インタビュー調査参加者（金曜日）

対象者	所属	初回（なぜこの授業を受けようと思ったのか）
金A	教育	高校の時化学の授業で実験が多く、その実験がおもしろかった。大学に入ってから情報伝達型の授業しか受けていなかったので、実験をしたいなと思って受講した。有機化学系の話を聞いてその系統の実験をしてみたいと思った。
金B	教育	授業内容を見て、実験で虹などについても学べるので楽しそうだったから。文系で、計算をするのはとても苦手だが、実験なら計算などを必要とせずに楽しく学べると思ったから。
金C	文 人文	高校であまり実験をしてこなかったのが、興味があってこの授業に応募しました。また、実験を通して楽しく学習できると思ったのでこの授業を受けようと思いました。「PCR」がコロナの関係で少し気になっていたのが楽しみです。
金D	文 人文	<u>小さいころから理科が好きで実験も好きだったのでとても楽しそうな授業だと思ったため。</u> 身近だけれどよく考えると不思議な現象などについて、実験して勉強してみたいです。
金E	文 人文	<u>高校ではあまり実験をする機会がなく、知識をつめこむことに偏ってしまっていたので、大学で完全に専攻が分かれる前に、ぜひ実験系の授業を取りたいと思ったから。</u>
金F	文 人文	理系ディシプリンの一覧を見たときに圧倒的に面白そうだったからです。文系の人には大学では理科系の実験をする機会はないと思っていたので、見つけた時すごく嬉しかったです。（私は国語よりも理科と数学が好きなタイプなので）
金G	法	理系科目は授業で話を聞いてノートをとるだけだと理解できなさそうだし、少し辛そうだなと思い、この授業に応募しました。生物に関わる実験がしたいです。
金H	法	グループで活動できるとあったので楽しそうだったと思って授業を受けました。また、理系の科目で興味をもてるものがない中、この授業は実験をできるとわかり、興味がわいた。
金I	法	大学に入ってからアクティブな経験をする機会がなかったので、実験をしてもっとフレッシュな体験をして、新たな刺激を自分に入れたいなと思ったので受講しようと思いました。
金J	医 保健 看護	実験して、体験型の授業を受けたかったから。物理を高校で選択していないので物理系の実験をしたい。
金K	医 保健 看護	実験を通して学ぶことでより理解が深まると思ったから。
金L	医 保健 看護	大学に来たからには「実験」をしたかったから。
金M	医 保健 看護	実験ができるときいて楽しそうだったから。基幹教育の説明してくださった先生がおすすめされたから。
金N	共創 共創	チューター面談で比較社会文化研究院の先生が実験の講義をすすめてくださったから。何より実験の方がおもしろい。
金O	共創 共創	高校のとき文系だった私でもこの授業であれば大学で科学の実験ができると思ったから。
金P	共創 共創	高校の時にあまり理科系の実験をする機会がなくて久しぶりにやりたいなと思ったから。大学受験の理科が難しくて苦手だったけど、実験なら楽しめそうだなと思ったから。
金Q	共創 共創	理系科目に触れる機会が普段は少なく、実験を通して楽しく科学に触れたいと思ったから。

表 5 インタビュー調査参加者（月曜日）

対象者	所属	初回（なぜこの授業を受けようと思ったのか）
月 A	教育	<u>受け身だけでなく自分で考えて実験する授業を受講してみたいと思ったから。</u>
月 B	教育	<u>大学は講義形式の授業がほとんどなので、「実験」ができるこの授業が面白そうだなと感じたから。</u>
月 C	文 人文	<u>小学校の頃から実験が好きだったが、高校で文系を選択肢、理科学科についてあまり学ぶことができなかったから。</u>
月 D	文 人文	理科系の科目は苦手だけど、この授業なら苦手意識関係なしに楽しく学べそうだったと思ったから。
月 E	文 人文	私は文学部に所属していて理系科目はあまり得意ではないですが、グループで実験して原理を確かめたり、自分の目で見て体験することは楽しいと思うので、シラバスの内容に魅力を感じて受講させて頂こうと思いました。
月 F	法	月曜の 1 限から「一週間大学がんばろう」と思えるように眠くない一発目であるようにするために選んだというのもあるし、そもそも実験するのが好きだったから一石二鳥だなと思いました。また、グループワークを受けて、DNA 抽出についてもっと知りたいなと思いました。
月 G	法	<u>高校の化学基礎では実験することがほとんどなかったの、ぜひ受講したい</u> と思いました。また、身近な内容を扱うということで、文系でも理解しやすいのかなと思ったことも理由のひとつです。
月 H	法	普段は実験などをする機会もなく、とても面白そうだったので受けようと思った。授業計画を見ても身近な題材が多かったの、教養にもなると思った。グループワークの中でドライアイスが出てきたので、少し危険なものについても学んでみたいと思った。
月 I	医 保健 看護	今まで実験をあまりしてこなかったからやってみたかった。友達がやったという焼きそばの色を変える実験をやってみたいと思った。
月 J	医 保健 看護	今までに体験したことがない実験ができ、楽しそうだったからです。
月 K	経済 経済営	<u>実験を行う授業ということで、通常の授業はどうしても受け身の授業になっ</u> <u>てしまいがちだが、ここでは主体的に学べるだろうと思い、さらに、授業内容</u> <u>にも興味があったから。また、高校の時受験のための授業だったため実験を</u> <u>ほとんどしておらず、久しぶりに実験鵜をしてみたかったから。</u>
月 L	経済 経済営	科学に関する実験に興味があったから。
月 M	共創 共創	もともと実験系の講義を取りたかったが、自然科学総合実験は理系向きで難しいと聞いていたが、この講義は文系でも取れると学部の先生から聞いていたから。

授業への期待と評価

インタビュー調査では、まず、受講生がこの授業に期待していたこと／授業で学べると予想していたことが達成されたかどうかを尋ねた。この質問に対して「達成された」「予想通りであった」という肯定的な趣旨の発言や回答は、以下の二点に整理することができる（表 6）。

第一に、実験を中心に据えた授業構成に関する発言である。「実験に時間を取ってくださったので、それがすごく良かった」（金 N）、「期待/予想どおりだったことは、全部の授業で実験をさせてもらえたことです」（月 K）といったように、「実験で学ぶ自然科学」の科目名が体现するとおり、実験を行うことを中心とした授業の構成に対して肯定的な意見が多く聞かれた。また、「ちゃんと

大学の器材というか、理系と遜色のない道具を使って実験をさせてもらえたことが大きかった」(月 K) というコメントもあった。各回の実験の実施にあたっては、技術支援室のサポートに加えて授業担当者以外の教員も授業に参加し、学生に対して適宜助言やサポートを行うなど教員側の負荷は大きかったものの、履修した学生にとって「実験で学ぶ」ことに対する期待と、その期待が達成されたことに対する意義は大きかったといえる。

第二に、授業内で主体性・能動性を発揮できたことに関する発言である。「自分たちで考えたものを実際に実験してみて、その結果をみて実際に思考していくというところが楽しかった」(金 G)、「自分で試行錯誤してたどり着く過程を学べる」(月 C)、「自分で実際に実験してみて、原理を考えたり導きだすような過程が多くて、それがとても面白かった」(月 E) のように、正しい解答を導出することよりも試行錯誤するプロセスを重視した内容であったことについて肯定的な意見が聞かれた。今年度の授業でこうした要素を盛り込むことができたのは、第1回全体説明会のガウス加速器の実験、第4回の蛍光物質による光の混合の実験など一部に限られていたものの、いずれについても学生の満足度は高い傾向にあった。関連して、グループワークやペア実験を多く取り入れた授業設計に対しても「自分では思いつかないことをグループで話し合えた」(金 K)、といったように肯定的な意見が複数名から聞かれ、主体的・能動的に学ぶ手助けになっていることが窺えた。

表6 授業において期待(予想)どおりだったこと

①実験を中心に据えた構成
✓ 予想／期待以上だったことは、「実験」っていうのが科目の題名に入っているくらい、実験を楽しくやれたことです。実験をやる機会ってあまりないので、<u>すごく実験に時間を取ってくださったので、それがすごく良かった</u>なって、期待以上だったなと思いました。(金 N) ✓ <u>期待/予想どおりだったことは、全部の授業で実験をさせてもらえたことです</u>。良かった点としては、<u>ちゃんと大学の器材というか、理系と遜色のない道具を使って実験をさせてもらえたことが大きかった</u>かなと思います。高校までとは違って、遠心分離機とかを間近で使って見せてもらえたことが、すごくよかったかなと思いました。(月 K)
②主体性・能動性を重視した授業設計
✓ 偏光の色を重ね合わせていく実験のときに、自分たちで事前に「こうしたらこうなるんじゃない」と考えて実験したり、磁石器の実験のときも自分たちでいろいろとパターンを考えて結果を予測したり、<u>自分たちで考えたものを実際に実験してみて、その結果をみて実際に思考していくというところが楽しかった</u>です。(金 G) ✓ 予想通りだったこととしては、この授業をとる際に色々実験をして自分たちで考察して正解を導き出すという、一方通行で正解を教えられるだけじゃなくて<u>自分で試行錯誤してたどり着く過程を学べる</u>かなと思っていたのですが本当にその通りで、正しい正解を導き出せなかった回もあったんですけど、出せなかった場合でも何がいけなかったのかとか、そういうのを自分で確かめることができたので、<u>すごくそこが良かった</u>なと思いました。(月 C)。 ✓ 予想通りだったことは、「実験で学ぶ」っていう題名の通りに自分で理論を見つけ出すとい

うことで、高校までは教科書で学んだことや提示されたことを確かめるような実験だったのに対して、この授業では自分で実際に実験してみて、原理を考えたり導きだすような過程が多くて、それがとても面白かったです。(月 E)

- ✓ 物理を選択していなかったのだからわからないこともあったが、グループ内でお互いに教えあうことができた。自分では思いつかないことをグループで話し合えた。同じ学科内でも話したことがない人がグループ内にいて、知り合う機会になった。(金 K)

一方で、期待が達成されなかったことや予想と異なっていたことについても、大きく二つの点に関して言及があった(表 7)。第一に、授業を理解して実験に取り組むためには前提となる予備知識が求められていたのではないかという指摘があった。たとえば、「知識は問われないのかなとは思っていたのですが、物理の授業で物理の基礎みたいなのが必要になってくる部分があったと思う」(月 C)、「知識があった方が絶対にいいだろうなっていう感じのところは予想とは違った」(月 D)といった声があった。本科目は、実際にはこれまでも述べたとおり、物理基礎や化学基礎、生物基礎といった理科科目を学んでいなくても受講可能であり、前提となる知識がなくても教員による解説や実験を通して各回のテーマに関して理解できるように設計している。たしかに予備知識があれば最短距離で正解にたどりつくことができるが、これは本科目が求めていることではない。授業では知識獲得よりも仮説を立てて失敗を繰り返しながら正解にたどり着く試行錯誤の過程を重視しており、この点をより丁寧に伝えていく必要があるだろう。

第二に、実験を手順通りに行うこと自体が目的化してしまい、「自分は今何をしてるのかわからない」(金 H)、「ただ実験をするだけで、実験の答えが『どういう原理だから』とかそういう答えがわからなかったところがあった」(月 J) というように、実験をとおして何を理解しようとしているのか、実験結果から何がいえるのか、という目的や結果に対する説明が十分ではなかったという発言があった。こうした趣旨の発言は、特に第 5～7 回の授業に対して聞かれた。第 5 回では「偏光」という比較的なじみのないテーマを扱ったこと、第 6 回授業では、新型コロナウイルス感染症拡大対応のために授業に参加する教員を限定しており質問がしにくかったこと、第 7 回授業では、オンラインで実施したために、学生自身が実験に取り組めなかった、教員や学生同士で質問やディスカッションができなかったことなどが影響していると推察される。学生の発言の中にも「自分が何をして、何を学んだのかっていうのをちゃんとまとめる時間があればもっとよかった」(金 I) とあるように、限られた時間内ではあるが、実験の目的についての説明や、結果のフォローアップに関する説明にも時間を割いていく必要があるだろう。

表 7 授業において期待(予想)とは異なっていたこと

①前提となる予備知識

- ✓ 予想通りではあまりなかったこととしては、シラバスを見てもあまり知識は問われないのかなとは思っていたのですが、物理の授業で物理の基礎みたいなのが必要になってくる部分があったと思うので、そこはちょっと理解しがたいところもあったんですけど、グループ

内で問題を解くことができたので、難しかったんですけど、周りのメンバーの方たちがサポートしてくれたので、乗り越えることができたかなと思います。(月 C)

- ✓ 予想とちょっと違ったところは、私も初回授業の時に物理の知識が必要だったのが、高校で物理基礎もやってなかったんで、化学基礎と生物基礎しかとってなくて、初回の授業で「間違えてでもいいよ」という感じのスタンスではあったんですけど、知識があった方が確実にもっと上手く実験ができるような感じではあったので、そこがちょっと。「知識がそんなにいないよ」という感じではあったんですけど、知識があった方が絶対にいいだろうな」という感じのところは予想とは違ったところです。(月 D)

②実験目的や結果の理解に対するフォローアップ

- ✓ 基礎知識がなさすぎて、実験の途中で自分は今何をしてるのかわからないってなって、考察とかも、周りの人が結構いろいろ書いているのに、自分はうすっぺらい、大したこと書けてない、ちゃんとしたことを書けていないと感ずることがありました。自分が問題なんですけど、そこが大変だったなって思いました。最初は、班のみんなと話しながら原理とかを考えたりすることができて、最初の 2 回の授業、[ガウス加速器の] 磁石球や虹のやつとかまでは、みんなで話してしっかり考察もできました。ただ、[第 6 回の] DNA の抽出とかのところは、自分が今何をしてるのかわからないって感じになってしまったのはあります。(金 H)
- ✓ 予想通りじゃなかったのは、[授業では] ただ実験をするだけで、実験の答えが「どういう原理だから」とか「説明がなくて」そういう答えがわからなかったところがあったのが残念だったと思いました。(月 J)
- ✓ 説明されているときはわかっていると思うんですけど、周りの班の人がすごく分かっていてそれについて行ったっていう感じだったから。自然科学はあまり勉強してきてなかったから仕方がないし、私の知識も全然なかったんで、自分のせいであるんですけど。最後にその実験をやった後で、ちゃんと自分が何をして、何を学んだのかっていうのをちゃんとまとめる時間があればもっとよかったのかなと思います。そのままにしちゃってたので、それがちょっと自分の中で駄目だったかなと思ってます。(金 I)

注 [] 内は筆者による補足

自然科学への視点

インタビュー調査では、授業を受講した後で「自然科学」に対する見方に変化があったかという点についても尋ねた。「実際にやってみて、実験でそれをするっていうのがすごく新鮮で、うすっぺらいものじゃないんだなって」(金 I)、「実際に手を動かしてみるとただ教科書で見ると全然理解しやすく、実際に結果が目で見えるので、過程も自分で体感できるので、授業を受けてみて[自然科学に]親近感が湧く」(月 H)といったように、「実験で学ぶ」ことによって、自然科学に対する理解が深まったというコメントがあった。

また、「虹とか、今まで生きてきた中で疑問に思ったことはあってもちゃんと考えようとか調べよう、学ぼうってしてこなかったんで、あらためてこうやって授業を通して学んだことで理解でき

たし、虹以外の現象もこういうところでこれが繋がってくるのかなっていうふうに考えられるようになった」(金 O) というように、授業で「理解できた」体験を経て、他の自然科学現象に対する見方にも変化が生じたというコメントもあった。さらに、「経済学部所属なので、これから先、大学の授業で自然科学を学ぶことは少ないのかな」としつつも、「機会があれば、自然科学とふれあったり、日常生活で『どういうしくみなんだろうな』と気になることはあるので、折をみて勉強していきたい」(月 K) というように今後の学びに対して前向きな姿勢を示すコメントもあった。

本稿第 1 章でも述べたとおり、この授業の受講生の多くはこれまで理科科目を学んだことがない学生やあまり自然科学に興味がない学生である。本科目は、こうした学生に対して、自然科学を「受験のための理科科目」とは異なる視点でとらえなおし、学びを深めていくためのきっかけを提示することができたといえよう。

表 8 自然科学に対する視点とその変化

①実験を通した理解の深化 ✓ DNA の抽出の手順などは「生物基礎」の受験勉強でもよく出てきていたのですが、ただただ訳わからずに暗記していました。でも<u>実際にやってみて、実験でそれをするっていうのがすごく新鮮で、うすっぺらいものじゃないんだなっていうことを感じて</u>。身の回りの不思議なことや気になっていることも実験をとおして実感する、実際に実験して「そうなんだな」って知るっていうか。ただ知識として知るんじゃなくて、実体験として「知る」というのがありました。(金 I) ✓ この授業を受ける前は、自然科学は「科学」ってつくので、何かしら抵抗感みたいな感じはあったんですけど、<u>でも実際に手を動かしてみるとただ教科書で見ると全然理解しやすく、実際に結果が目で見えてわかるので、過程も自分で体感できるので、授業を受けてみて</u> <u>「自然科学に」親近感が湧く</u>と言うかそういう感じがしました。(月 H)	②今後の学びへの展開 ✓ 授業の中で実験したことが日常の中で、虹とか、今まで生きてきた中で疑問には思ったことはあってもちゃんと考えようとか調べよう学ぼうってしてこなかったんで、改めてこうやって授業を通して学んだことで理解できたし、<u>虹以外の現象も、こういうところでこれが繋がってくるのかなっていうふうに考えられるようになった</u>と思います。(金 O) ✓ <u>経済学部所属なので、これから先、大学の授業で自然科学を学ぶことは少ないのかなと感じますが、機会があれば、自然科学とふれあったり、日常生活で「どういうしくみなんだろうな」と気になることはあるので、折をみて勉強していきたいかなと感じました</u>。(月 K)
--	---

[] 内は筆者による補足

4. 考察と今後の展望

本章では、インタビュー調査結果の考察とそれを踏まえた本科目の今後の展望について述べる。

調査結果から、本科目の主な受講理由として挙げられていた「実験を多く行いたい」、「実験をとおして自然科学を学びたい」、「能動的・主体的に学びたい」といった期待には、概ね応えられたことが明らかになった。さらに、受講生には「自然科学」を身近に感じるようになるとともに今後もさらに深く学びたいという前向きな姿勢がみられた。以上の点から、「自然科学への興味と理解を深めてもらう」という開講当初の目標は達成できたと評価できる。

本科目の今後の展望として、以下二点を挙げる。第一に、自然科学総合実験を履修しない学生の中で、実験を通して自然科学を学ぶ授業を履修したいというニーズが非常に多いことが確認できたため、来年度は受講生の受け入れ人数を3倍の120名（月曜クラス60名、金曜クラス60名）に増やし、そのための担当教員の確保も完了した。将来的には希望する学生全員が本科目を履修できるような受け入れ体制を整える予定である。第二に、授業内容や実施形態については、学際融合的テーマへの挑戦をめざすリベラルサイエンス講義の観点から今後もより改善していく。その方針に関しては担当教員間においてもさまざまな意見があることから、意見を把握・整理するために、すべての授業が終了した後に授業の設計や実施に関わった教員12名を対象とした教員アンケート調査を行い、①授業の難易度設定、②授業設計の方向性の二点について尋ねた。

調査の結果、①授業の難易度設定については、12名中7名の教員から、自然科学に対する興味を喚起できるよう親しみやすい内容であることを重視すべきという意見が寄せられた。その理由としては、受講生の予備知識のばらつきが大きいこと、授業時間が限られていること、理科科目に苦手意識を持っている受講生が存在する可能性があることなどが挙げられた。一方で、本科目が理系ディシプリン科目であることに触れつつ、単に「楽しい」というだけではなくより高度な内容を扱うことで自然科学に対する理解を深めてほしいという意見も存在した。どちらも本科目にとっては重要な要素であるため、両方の要素をバランス良く散りばめた授業内容を目指して改善していきたい。また、同調査では、「科学的思考を身の回りの現象などと結び付けつつわかりやすく伝える」という本科目のめざすところを実現するためのアイデアとして、「科学的な物事の捉え方」について初回にガイダンスを行うこと（生物担当教員）や、意欲的な学生には別途資料を提供すること（化学担当教員・物理担当教員）など具体的な提案も示された。今回授業を担当した手応えや学生の反応、教員アンケート結果などを吟味しつつ、授業の発展に向けて継続的に検討を進めたい。

次に、②授業設計の方向性については、今年度は扱う分野によって時間配分や構成が多様であったが、この点については、統一するよりも、むしろ多様性を認めていくべきではないかという意見が多く集まった。多様な自然科学現象を扱う回、ひとつの自然科学現象を深く掘り下げて考察する回といったようにさまざまな形態で授業実施することが学生にとっても良い刺激になるのではないかという指摘もあった。分野特性や扱う実験内容に応じた多様性を認めつつ、担当教員間の見学や交流を盛んにすることで、相互に授業設計の優れた点を取り入れながら科目全体としてのさらなる質の向上を図っていきたい。

5. まとめ

「実験で学ぶ自然科学」は、実験や観察を通して身の回りの自然科学の現象を体験的に学び、自然科学への興味と理解を深めてもらうことをめざして開発した科目で、今年度より実施を開始した。上述したとおり概ね目標を達成することができたため、受講者数の受け入れを増やしつつさらなる改善をめざしていく。

平成 30 年に告示された高等学校学習指導要領では、現行（平成 21 年告示）に比べ理科全般に関して、日常生活と関連付けて理解すること、観察・実験などに関する技能を身に付けること、が強調されている。この新学習指導要領に沿って教育を受けた生徒たちは令和 7 年度より大学に入学してくる。彼ら・彼女らが観察・実験に関する技能をどの程度身に付けてくるのか期待したいところではあるが、大学においても非理系の学生に対してそれらの技能を補い、自然科学への興味を深める目的において、本科目は重要な役割を担っている。

謝辞

本授業を受講してくださった受講生の皆様、調査にご協力くださった皆さまに感謝申し上げます。また、自然科学総合実験専門チーム員をはじめとした、本授業をご参観くださり、授業改善のためのコメントをお寄せくださった皆さまに御礼申し上げます。本研究は、文部科学省教育関係共同利用拠点「次世代型大学教育開発拠点」の事業の一環として研究支援を受けました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- ¹ 九州大学基幹教育院 次世代型大学教育開発センター編（2020）『アクティブ・ラーナーを育む 新時代を拓く基幹教育』九州大学出版会。
- ² 藤原なつみ・中里健一郎・原田恒司（2021）リベラルサイエンス講義「数理という道具を手に入れよう」の開発，基幹教育紀要，8, 101-110.

注

- ¹ 「自然科学総合実験」は、物理学、地球科学、化学、生物科学のさまざまな実験・観察を通じて、自然科学という幅広い学問に親しみ、理解を深めていくことを目的とした必修の初年次教育科目である。
- ² 自然科学総合実験専門チームは、基幹教育院の自然科学実験系部門および自然科学理論系部門の教員を中心に構成され、本科目の立ち上げにおいて、実験の難易度や学生の興味関心など 2021 年 7 月～2022 年 5 月にかけてさまざまな観点から検討を行った。
- ³ 当初の予定では、最終回（第 8 回）の講義内において授業の講評を行うとともに、授業の各回で扱ったテーマの面白かった点や難しかった点についてグループディスカッションによる振り返り

を行い、そこでの議論をもとに本報告を執筆することを想定していた。しかし、上述したように新型コロナウイルス感染拡大への対応として第8回の授業は急遽オンラインでの実施となったことから、グループディスカッションに代えて自記式調査とフォーカスグループインタビュー調査を行った。

⁴初回の授業では、担当教員による全体説明の後に、4名程度のグループに分かれて、自己紹介を兼ねたグループディスカッションとガウス加速器の原理について考えるグループワークを行った。グループディスカッションのテーマの一つとして、「なぜこの授業を受講しようと思ったか」と受講理由に関する設問を設定し、授業終了後に提出するワークシート形式のレポートに記述してもらった。ここで示しているのはレポートの回答である。