

琉球大学学術リポジトリ

非対面で実施した科学教育プログラムの効果と問題点

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2021-10-13 キーワード (Ja): オンライン授業, 遠隔授業, eラーニング, ジュニアドクター育成塾 キーワード (En): Zoom 作成者: 宮国, 泰史, 福本, 晃造, 杉尾, 幸司, 前野, 昌弘, 山城, 康一, 濱田, 栄作, 古川, 雅英, Miyaguni, Yasushi, Fukumoto, Kozo, Sugio, Koji, Maeno, Masahiro, Yamashiro, Yasukazu, Hamada, Eisaku, Furukawa, Masahide メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/49866

非対面で実施した科学教育プログラムの効果と問題点

宮国 泰史¹, 福本 晃造², 杉尾 幸司³, 前野 昌弘⁴,
山城 康一², 濱田 栄作², 古川 雅英⁴

Effects and Problems of Online Science Education Programs

Yasushi MIYAGUNI¹, Kozo FUKUMOTO², Koji SUGIO³, Masahiro MAENO⁴,
Yasukazu YAMASHIRO², Eisaku HAMADA², Masahide FURUKAWA⁴

要 約

琉球大学では、科学に強い興味関心のある児童・生徒を対象に先進的な科学教育プログラムを提供する「琉大ハカセ塾」を、平成29年度より実施している。令和2年度については、新型コロナウイルス感染症の影響もあり、従来の教育プログラムの一部を非対面方式に変更した。本稿では、非対面方式で実施したプログラム内容について報告するとともに、過去の実施方法等との比較を通して、非対面方式で科学教育プログラムを実施する際の問題点や改善点の把握を試みた。実施内容とその結果から、非対面方式での科学教育プログラムは、従来行われてきた対面方式でのプログラムと比べて短所だけでなく長所も持ち合わせており、様々な分野において、新しい授業スタイルの工夫につながる可能性が示唆された。

キーワード：オンライン授業、遠隔授業、Zoom、eラーニング、ジュニアドクター育成塾

1. はじめに

2020年に地球規模に拡散した新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、かつて経験したことのない次元であらゆる社会活動に巨大なインパクトを及ぼし続けており、私たちの生活様式を瞬く間に一変させた（瀬田ら、2020）。とりわけ、教育現場への影響は甚大であり、多くの小中高校や大学において、かつてない規模で遠隔授業が実施された（赤間、2020；苅谷、2020；仲井、2020；田口、2020など）。

遠隔授業そのものは、コロナ禍下において特例的に認められた授業の形態ではなく、大学では、2001年に文部科学省告示第51号のいわゆる「メディア授業告示」において「メディアを利用して行う授業」がすでに制度化されている（田口、

2020）。ただ、「遠隔授業」という言葉が示す実際の授業形態は、メディアの発展にあわせて変化している。当初は「テレビ会議システム」を用いた授業が「遠隔授業」であったが、インターネットの発展に伴い、eラーニングやオンライン授業が含まれるようになるなど、「遠隔授業」で想起されるイメージが多様になっている（田口、2020）。

2020年現在、「遠隔授業」は、「online teaching」や「オンライン授業」という言葉で呼称されることが多い。Zoomなどのインターネット上で簡単に利用できるWeb会議サービスも存在しており、教員は、離れた場所にいる多数の学生にインターネットを用いて、リアルタイムで「教える」ことが可能になっている。そのため、インターネット上でも教室と同じように「教える」という感覚に基づく「オンライン授業」という語が用いられた

¹琉球大学グローバル教育支援機構

²琉球大学教育学部

³琉球大学大学院教育学研究科

⁴琉球大学理学部

と思われる。こうして、現在では「遠隔授業」がオンライン授業と同じ意味で用いられるようになっている（田口、2020）。

現代学生のコロナ禍における非対面授業への意識調査（鳥越ら、2021）の結果によれば、学生が感じる非対面授業のよい点として、「時間や場所の自由度が高く自分のペースでできる」「授業内容の再確認がしやすい」「移動の煩わしさからの解放」などを挙げている。また、非対面授業の難しさ・やりにくさを感じた点としては、「授業内での、対教員に対するコミュニケーションや学生間のコミュニケーションが円滑に行えない」「オンラインシステムに起因する不安（アクセスの不具合等）」を挙げている。鳥越ら（2021）は、対面授業のよさは、コミュニケーションの取りやすさにあり、非対面授業のよさは、学生が主体となって学習できるというところにあると整理しており、コロナ禍が終息した後、すべて対面授業でなければならないとするのではなく、授業方法に幅を許容するようなかたちになることを期待したいと述べている。

非対面授業（オンライン授業）は、コロナ禍を契機に急速に普及した授業形態ではあるが、前述したように、従来主として行われてきた対面授業とは異なる利点も見られるため、ポストコロナ時代においても活用が期待されている。したがって、その効果と問題点についての検証を進めるためには、様々な実践例の分析が必要である。そのため、本稿ではオンラインで実施した科学教育プログラム（琉大ハカセ塾）の実施内容や受講生の活動内容を報告するとともに、過去の実施方法等との比較を通して、特に、非対面で科学教育を行う際の問題点や改善点の把握を試みた。

2. 令和2年度の琉大ハカセ塾実施概要

琉球大学は平成29年度より、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）「ジュニアドクター育成塾事業」の支援を受け、「美ら海・美ら島の未来を担う科学者養成プログラム」（愛称：「琉大ハカセ塾」、以下、本事業）を実施している。本プログラムは、将来の科学技術イノベーションを牽引する傑出した人材の育成に向けて、高い意欲や

突出した能力を持つ小中学生を発掘し、理数・情報分野の学習などを通じて、その能力を伸長させる体系的な取り組みである（福本ら、2018）。本事業では、年度ごとに、小学校5学年から中学校3学年の児童・生徒を対象に公募・選抜を行い、離島を含む沖縄県内の各地から応募のあった応募者の中から40名程度の受講生を選抜し、教育プログラムを提供している。

平成29年度については7月から8月にかけて受講生の募集・選抜を行い、9月から翌年3月まで教育プログラムを提供した。また、平成30年度から令和元年度については、おおよそ4月下旬から6月中旬にかけて受講生の募集・選抜を行い、6月下旬から翌年2月まで教育プログラムを提供した。これらの募集・選抜および教育プログラムの提供に当たっては、eラーニングシステムなどを利用しつつも（宮国ら、2018、2020）、基本的に応募者もしくは受講生が琉球大学に集まり、対面での選抜審査や講義・演習を実施していた。

しかし、令和2年度については、新型コロナウイルス感染症の影響により、募集・選抜方法および教育プログラムの内容や提供方法についても大きな変更を行い、特に、様々な場面において、従来行っていた対面式の手法から非対面による手法へと、実施方法の工夫がなされた。令和2年度の琉大ハカセ塾は、令和2年5月7日から6月26日（消印有効）まで51日間を募集期間とし、教育プログラムは8月15日から翌令和3年2月27日まで提供された。令和2年度の本事業の実施概要および、令和元年度以前の実施内容と比較した主な変更点の概要を以下に述べる。

（1）募集・選抜方法

令和2年度までの本事業の募集方法については、従来と実施内容と同様、応募者は琉大ハカセ塾公式ホームページよりダウンロードした応募書類に必要事項を記入し、琉大ハカセ塾事務局へ郵送するものとした。また、受講生を募集するにあたっては、全国の都道府県教育委員会への情報周知をはじめ、沖縄県内の科学的な活動が盛んな小中学校を中心とした各学校へのチラシ配布、広報用の動画の作成とインターネット上の公開、無料で掲載できる新聞・ネット広告等イベント告知、

本事業の修了生や保護者への募集周知の協力依頼等を行い、本事業の周知を行ったが、従来行っていた個別の学校訪問や説明会等の実施については見送った。

令和元年度までの本事業の受講生選抜については、応募者の意欲・関心・実績等を評価する「書類審査」、理科に関する筆記課題および理科・数学に関する小論文課題に回答する「筆記審査」、そして、応募者全員に対する教員と応募者の一对一の面談を通し、これまで行ってきた研究やこれから行いたい研究をたずねる「面接審査」を実施し、これらを総合的に判断して受講生の選考を行っていた。このうち、「筆記審査」と「面接審査」については、応募者が琉球大学に集まり、一般的な入試試験と同様、対面で行っていた。これに対し、令和2年度の「筆記審査」については、課題内容およびその難易度については従来と変わ

らないものの、実施方法について、応募者がインターネット上から課題を入手し、回答したものを期日までに琉大ハカセ塾事務局に郵送する非対面の課題提出方式に変更した。具体的には、パスワードを設定した選抜課題のデータファイルを、インターネット上に、URLが分からなければアクセスすることができない形でアップロードし、応募者のみに個別に課題ダウンロードURLおよびデータファイル開くためのパスワードを連絡した。また、「面接審査」については、令和2年度の実施を見送り、代わりに、自分が行いたい研究のアイディアについて自由記述式で回答する「研究アイディア審査」を実施した。この審査の課題配布方法や提供方法は「筆記審査」と同様である。

(2) 教育プログラムの実施・提供方法

令和2年度の琉大ハカセ塾講義の実施日、形式、講義タイトル等の情報を表1に示す。令和2

表1. 令和2年度琉大ハカセ塾講義情報一覧.

科目番号	実施日	形式	分野	講義タイトル
必修講義				
必01	2020/8/15	オンライン	科学教育	初回オリエンテーション
必02・03	2020/9/5	オンライン	物理	相対性理論をwebアプリで理解する1・2
必04	2020/9/19	オンライン	化学	物質の成り立ち（原子・分子・物質の合成）
必05	2020/9/19	オンライン	科学教育	話し合ってみよう！科学とは何か、科学者とは何をする人？
必06・07	2020/9/26	オンライン	科学教育	研究発表会に参加しよう！1・2
必08	2020/10/10	オンライン	数学	古代の数
必09	2020/10/10	オンライン	数学	パラドックス
必10	2020/10/24	ハイブリット	地学	変動する地球
必11・12	2020/11/7	ハイブリット	物理	超伝導で実感する磁力線と電磁気学1・2
必13・14	2020/11/21	オンライン	科学教育	全国発表会に参加してみよう！1・2
必15	2020/12/5	オンライン	生物	生物の進化と議論の変遷
必16	2021/1/9	ハイブリット	科学教育	研究データの見方・解析の仕方
必17	2021/1/9	ハイブリット	科学教育	研究倫理と科学者の責任
選択講義				
選01	2020/10/24	ハイブリット	地学・気象	台風の航空機観測で見えたもの
選02	2020/11/7	対面	化学	化学実験をやってみよう！
選03	2020/12/5	オンライン	物理・化学	水素どうでしょう：水素の基礎から応用まで
選04	2020/12/19	オンライン	生物	サンゴ礁の生物多様性の研究
選05	2020/12/19	ハイブリット	物理・化学	CGで見るブラックホール
選06	2021/2/6	オンライン	生物	飛び出せ研究室：Zoomによる野外調査中継
選07	2021/1/16	対面	生物	美ら島財団特別講義：美ら海水族館およびバッカヤードツアー
選08	2021/1/17	対面	生物	県立博物館特別講義：生物の形について考える
選09	2021/2/6	オンライン	工学	JTA特別講義：現役機長による航空教室
選10	2021/1/9	対面	化学	有機物と無機物の合体した物質 A組
選11	2021/1/9	対面	化学	有機物と無機物の合体した物質 B組

年10月10日までの教育プログラムでは、リアルタイム・双方向性のオンライン型の講義のみを実施した。オンラインで講義を提供するにあたり、オンラインミーティングサービス「Zoom」を用いた。講義提供にあたり、受講生および保護者に対しては、教育プログラムの提供方法の連絡を行うとともに、パソコンやタブレット端末等、オンライン講義に対応できる機器の家庭での準備を依頼した。

令和2年10月10日以降の講義については、社会状況や講義内容について吟味したうえで、受講生が琉球大学や連携機関に集まって講義を受ける対面型の講義も取り入れた。ただし、実験や実習型の講義、また、施設内の撮影が禁止されている連携機関に集まっての講義など、オンラインでの配信が難しい講義以外では、対面型の授業の実施においてもオンライン型を併用して講義を実施するハイブリット型の講義を実施した。これらのオンライン講義の実施に当たっては、琉大ハカセ塾が2017年度より運営するMoodle型eラーニング学習システム「琉大ハカセ塾Moodle」を活用し（宮国ら、2018、2020）、Zoomの当日参加URLの連絡や提出課題のダウンロード、実施済み講義の動画のアーカイブなどに活用した。

オンライン型講義の実施から対面型あるいはオンラインと対面のハイブリット型講義の切り替えの判断や、対面型・ハイブリット型の講義の実施時においては、琉球大学の新型コロナウイルス感染症対策の指針にのっとり適切に対応した。

(3) 教育プログラムの中の受講生の評価

令和元年度までの本事業の教育プログラムにおいては、受講者は、各対面での講義の終了時に一枚ポートフォリオ評価法（堀、2013）に基づいて作成したワークシートを手書きで記入し、講義の受講前後の概念変化、受講生の知識や理解度、自己評価や自己を俯瞰してみる能力などを評価していた。これに対し、令和2年度の教育プログラムにおいては、従来の紙ベースのワークシートから、Microsoftの提供するWebアンケート作成ツールである「Forms」を用いて、Web回答式の講義振り返りシートを作成し、各講義の修了時にWebから回答する形で行われた（図1）。また、本事

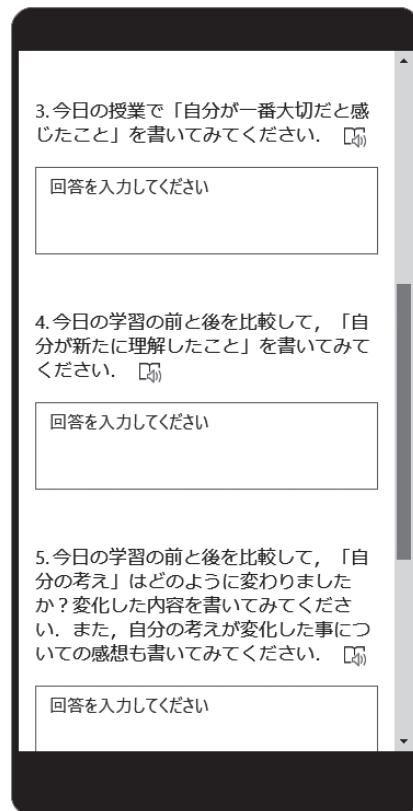


図1. スマホ端末からの講義振り返りシートの入力画面例。

業では、教育プログラムの序盤・中盤・終盤それぞれで、PISA調査をもとに作成した、受講生の理科や科学についての興味・関心を明らかにするアンケートを実施していたが、こちらについてもFormsを用いてすべてWeb化された。

(4) 二次選抜審査

琉大ハカセ塾の教育プログラムは第一段階と第二段階の2段階があり、第一段階は、応募者の中から選抜された40名程度の受講生が参加し、年間を通して物理・化学・生物・地学・数学および科学についての広く一般的な知識や論理的思考力など、研究基礎力を身につける。第二段階では、第一段階教育プログラム終盤において、第一段階生の中から10%程度（4～8名）の受講生が二次選抜され、翌年度以降、琉球大学の各研究室に配属し、教員から直接研究指導を受けながら実際に研究活動を行い、研究実践力を身につける。令和元年度までの本事業の教育プログラムにおいて

は、二次選抜は、一次選抜審査と同様に筆記審査を実施するとともに、各講義の一枚ポートフォリオなどを評価する「受講生カルテ評価」、第二段階での研究アイディアを自由記述式で回答する「研究計画書評価」、第一段階教育プログラム中の科学作品展等の出展・受賞などの実績を評価する「活動実績評価」を組み合わせ、総合的に評価を行っていた。

令和2年度の本事業においては、従来行っていた対面での二次選抜審査の実施について見送ったものの、「受講生カルテ評価」、「研究計画書評価」、「活動実績評価」については実施し、従来と同様の観点で評価を行った。ただし、「研究計画書評価」および「活動実績評価」については、受講生がeラーニングシステム上から提出課題をダウンロー

ドし、期日までに回答して琉大ハカセ塾事務局まで郵送するものとした。

3. 事業・教育プログラムおよび受講生評価

(1) 募集・選抜人数

令和2年度においては、51日間の応募期間に対し、51名の小中学生の応募があり（表2）、その中から44名の受講生を選抜した。平成29年度、平成30年度、令和元年度の応募期間がそれぞれ、14日間（平成29年7月21日～8月3日）、19日間（平成30年4月9日～4月27日）、21日間（平成31年4月20日～令和元年5月10日）であったことを考慮すると、明確な募集効率の低下がみられた。

表3は、令和元年度に本事業に応募した小中学

表2. 年度ごとの応募者の学年・性別別集計（Hは平成、Rは令和を示す）。

年齢（学年）	H29年度			H30年度			R元年度			R02年度		
	数	男	女	数	男	女	数	男	女	数	男	女
小5（11才）	24	18	6	6	4	2	10	6	4	13	12	1
小6（12才）	23	18	5	4	3	1	14	11	3	10	5	5
中1（13才）	25	14	11	16	9	7	23	17	6	11	8	3
中2（14才）	12	7	5	9	4	5	21	10	11	12	7	5
中3（15才）	6	4	2	6	2	4	2	0	2	5	2	3
合計	90	61	29	41	22	19	70	44	26	51	34	17
平均年齢（才）		12.5			13.1			12.9			12.7	

表3. 令和元年度琉大ハカセ塾応募のきっかけについてのアンケート（回答者70名）

大分類	小分類	数（複数可）	割合（%）
1) 科学イベント等	①科学の祭典	3	4.3
	②青少年科学作品展	4	5.7
	③琉大地域貢献フェア	0	0.0
	④その他	2	2.9
2) 学校での紹介等	⑤学校配布チラシ	31	44.3
	⑥学校掲示ポスター	8	11.4
	⑦学校の先生の薦め	8	11.4
	⑧学校での説明会	11	15.7
	⑨その他	1	1.4
2) その他の紹介等	⑩ハカセ塾・カガク院関係者（修了生含む）	9	12.9
	⑪ハカセ塾のことを知った親や知人	30	42.9
	⑫大学HP	12	17.1
	⑬新聞の応募告知情報	1	1.4
	⑭琉大ハカセ塾の活動に関する新聞記事	1	1.4
	⑮琉大ハカセ塾募集説明会	6	8.6
	⑯その他	6	8.6

割合については、回答者数に占めるその項目を選択した回答者の割合であるため、総計は100%を上回る。

生に対して実施した、本事業の応募のきっかけについて、アンケート調査（複数回答可）の結果を示している（宮國、未発表）。令和元年度の応募者の場合、ハカセ塾のことを知った親や知人からの紹介や、大学HP、修了生を含むハカセ塾・カガク院関係者などの項目が高い値を示すが、同時に、学校に配布されたチラシや教員からの薦め、学校での説明会等、児童・生徒の普段の学びの場である教育現場での影響についても高く評価できる（表3）。これに対し、令和2年度の広報活動においては、新型コロナウイルス感染症への対応のため、個別の学校訪問や説明会等の実施が困難であったことや、従来協力いただいている、教育現場の協力教員らも新型コロナウイルス感染症への対応で受講生への周知が困難であったことが考えらえる。

（2）講義の出席率

令和2年度において実施した必修講義・選択講義のうち、必修講義の出席率を図2に示す。中学校入試の時期と重なった必修講義13・14および15

（令和2年11月21日および12月5日実施）については出席率の低下がみられたものの、それ以外の講義については、おおよそ8割以上の出席率担保されていた。また、当日の講義に参加できなかつた受講生がeラーニング上にアップロードされた講義の解説動画を別の日に視聴し、振り返りシートを記入するなど、eラーニングを活用している

例も確認された。年間を通した必修講義の平均出席率は88.6%（講義後にeラーニングシステムを使って学習し、振り返りシートを提出したものを含む）と、例年と比べても高い出席率（平成29年度82.7%、平成30年度80.0%、令和元年度79.4%）が確認された。

これらの結果は、非対面によるものであっても、科学に対して興味・関心の高い児童・生徒が科学教育プログラムを受けることを望み、その興味が持続することを示す。

令和2年度においては、4つの必修講義で受講生に対面での講義参加を認めた。このうち、令和2年11月7日行われた必修講義11・12では対面での高い出席率が確認された。この講義は、物理に関する座学だけでなく、物理実験の演示や物理工作作業などの内容が含まれていたことから、受講生の対面での参加意欲を掻き立てたものと思われる。一方で、その他の3つの講義では、出席者における対面での参加率は50.0～58.8%に留まった。これは、これら3つの講義では実験作業等の内容が含まれていなかったことが、受講生のオンライン参加の選択をとらせたものと想定された。これらの結果は、児童・生徒は必ずしも対面での科学教育プログラムへの参加を嗜好しているわけではなく、プログラムの内容に応じた行動をとることを示唆し、今後、教育プログラムの内容に応じて実施手法を精査する必要性があること思われる。

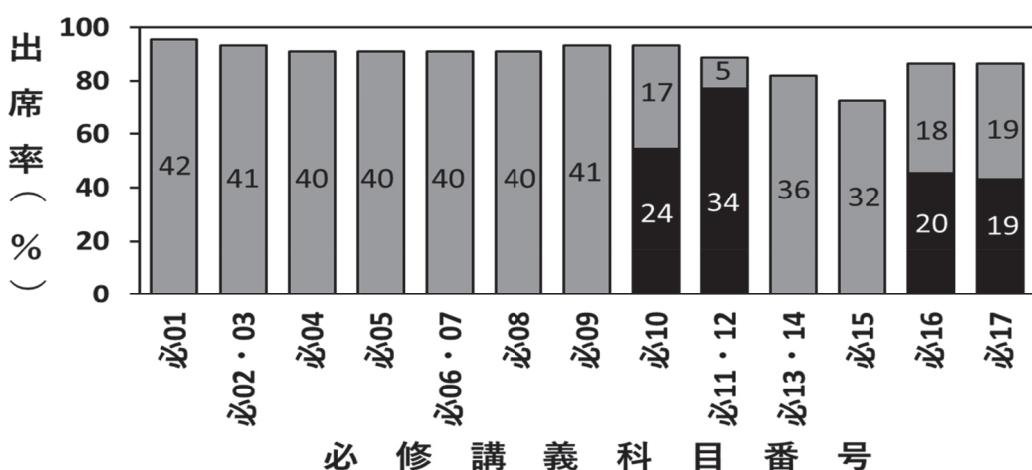


図2. 令和2年度の必修講義の出席率。灰色はZoomによるオンラインでの参加者を示し、黒色は対面での参加者を示す。各棒グラフ上の数字は、参加者の実数を示す。

(3) 離島からの参加者

通常、移動時間が数時間かかるとともに、交通費等の費用が発生するため、地理的に大学等の教育施設から離れている遠隔地や離島からの対面での参加は、時間的・費用的、そして心理的に高い障壁になりえる。

令和2年度の本事業における受講生住所の市区町村別の集計と、受講生の出席した講義について、オンラインでの参加率（欠席にした講義については集計から除いている。また、オンラインでのみ講義を実施した講義を含む）を表4に示す。令和2年度については、琉球大学の所在地周辺である沖縄島中部および南部地域を中心に受講生が集まったが、宮古島および石垣島からも合計3名の受講生が本事業に参加した。平均値で見ると、オンラインでの講義の参加率は、地区ごとにばらつきがあるが、必ずしも遠隔地にいる受講生のオンライン参加率が高いということではなく、琉球大学近郊の市町村に住んでいたとしても、オンラインでの参加が多い地域がみられる。

離島から参加した3名受講生のうち、石垣島から参加した受講生のオンライン参加率は95.2%と講義の多くをオンラインで参加した。一方、宮古島から参加した2名の受講生のうち、1名のオンライン参加率は63.3%であり、機会があれば積極的に大学まで来学して対面で参加していたが、もう1名のオンライン参加率は91.3%と主にオンライン

インで講義に参加していた。

(4) 講義振り返りシート

令和2年度の本事業における必修講義において、オンラインで参加した受講生の講義後の振り返りシート（Web入力形式）の提出率と振り返り

表4. 受講生市区町村別集計とオンラインでの講義参加率

市区町村	受講生数	オンラインでの参加率 (平均±標準偏差)
沖縄島北部地域		
国頭郡恩納村	1	65.2 ± 0.0
国頭郡宜野座村	1	85.7 ± 0.0
沖縄島中部地域		
うるま市	2	78.0 ± 4.2
沖縄市	7	82.5 ± 18.8
北谷町	4	67.5 ± 4.0
中城村	4	66.1 ± 44.9
宜野湾市	2	95.7 ± 6.1
西原町	2	85.7 ± 20.2
浦添市	5	70.6 ± 13.4
沖縄島南部地域		
那霸市	7	77.1 ± 14.1
南風原町	2	76.5 ± 33.3
糸満市	1	100.0 ± 0.0
南城市	2	81.8 ± 1.2
八重瀬町	1	80.0 ± 0.0
離島地域		
宮古島市（宮古島）	2	77.5 ± 19.6
石垣市（石垣島）	1	95.2 ± 0.0
合計・全体平均	44	77.7 ± 18.9

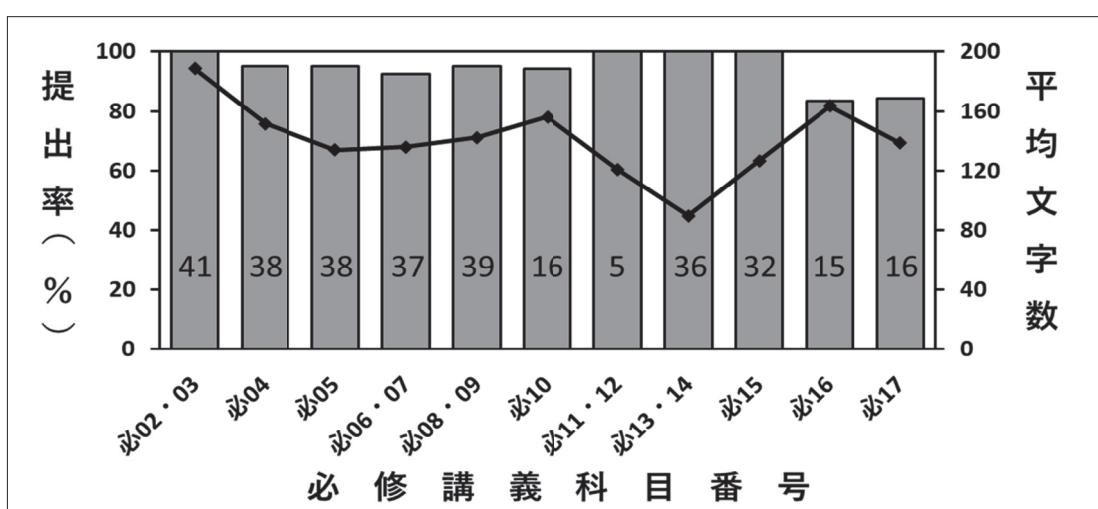


図3. オンライン参加者の講義後のWeb形式振り返りシートの提出率と平均文字数。各棒グラフ上の数字は提出者の実数を示す。

シート内の記述（氏名などは除く）の平均文字数の推移を図3にしめす。講義においてばらつきはあるものの、すべての講義で振り返りシートの提出率は8割を超えており、全体平均では提出率は94.5%だった。また、講義ごとの振り返りシートの記述内容についての平均文字数はおよそ90文字から190文字の間で推移していた。また、記述内容についても、「楽しかった」等の単純な感想に留まらず、講義において自分が新たに獲得した概念や知識、自分の考えの変化等についても記述することができていた。

令和2年度においては、従来の紙ベース・手書きベースの一枚ポートフォリオ形式のワークシートを、Web形式の振り返りシートへと移行した場合、児童・生徒がパソコンやタブレット端末等での文字入力に慣れておらず、十分な思考のアウトプットが困難になる可能性を懸念していた。しかしながら、上記の結果は、児童・生徒はWeb回答形式のワークシートであっても順応し、自分の思考を十分にアウトプットできる可能性を示唆する。ただし、従来の紙ベースのワークシートにおいては、受講生は、図や表、記号等など、文字以外の手法を用いて、自分の思考を表現していた。「Forms」での回答においては、テキストによる入力しかできないため、これが受講生の思考を制限している可能性がある。今後は、Web形式でありながら、受講生の科学的な概念変化や嗜好の表現をとらえることのできる手法の工夫が必要かもしれない。

(5) 活動実績評価

平成29年度から令和2年度における本事業の第一段階教育プログラム受講生における、第一段階

教育プログラム中の研究活動実績を表5に示す。令和2年度の第一段階受講生の活動実績は、令和元年度と比較するとおおよそ半減した。これは新型コロナウイルス感染症によって、令和2年度の小中学校の夏休みの短縮などの影響により、自由研究の時間が十分に取れなかつたものと推測される。しかしながら、トップ層の受講生については、コロナ禍にあっても科学作品展や科学オリンピック等に積極的に参加しており、県レベルの作品展で最優秀賞や金賞等の上位入賞する例が確認されるなど、受講生の個々の能力や研究実践力の差が大きく作用するものと思われる。

(6) オンラインによる活動中継を中心とした講義の事例

令和2年度においてオンラインで実施した講義の中で、特に受講生の反応が高かった二つの選択講義「JTA特別講義－現役機長による航空教室－」（以下、オンライン授業①）と「飛び出せ研究室：Zoomによる野外調査中継」（以下、オンライン授業②）について紹介する（図4）。「現役機長によるオンライン航空教室（90分）」では、現役の航空パイロットが、「なぜ飛行機が飛ぶのか」、「どうやって操縦しているのか」、「パイロットになる方法」などについてオンラインで解説するとともに、飛行機整備場やコックピットなどの現場の様子をリアルタイムに中継した。「飛び出せ研究室：Zoomによる野外調査中継（100分）」では、ビデオカメラを持った研究者がライブ中継しながら琉大構内を散策して野外調査を行い、自然を見る時の視点や調査方法の詳細について解説した。オンライン型の授業では、通常の座学の授業内容を単純にWebで配信する場合もあるが、両講義では、

表5. 第一段階教育プログラム中の受講生の活動実績の推移（Hは平成、Rは令和を示す）。

科学イベントおよび規模	年度および件数			
	H29	H30	R01	R02
児童・生徒科学賞作品展（地区レベル）	10	1	9	6
児童・生徒科学賞作品展（県レベル）	11	0	7	6
児童・生徒科学賞作品展（全国レベル）	0	0	3	0
科学コンテスト・競技大会等（県レベル）	3	1	4	1
科学コンテスト・競技大会等（全国レベル）	3	0	2	0
科学オリンピック等	0	0	2	1
合計	27	2	27	14



図4. オンライン授業①(上)とオンライン講義②(下)の講義の様子。

多くの受講生に対して対面で同時に対応する事が難しい状況（空港施設や野外環境）を対象とすることによって、ポストコロナの時代にも参考になるような状況（「空間的距離」を縮める効果）を想定して検証を行った。また、これらの授業は、当日参加できなかった受講生や、内容を復習したい受講生が、好きな時間に視聴できるようにeラーニング上で視聴可能な動画コンテンツとして提供する事によって、「利用時間」の自由度を高める効果も得られるように工夫した。

それぞれの授業のあとに、自由記述式のアンケート調査を実施したところ、オンライン授業①について、参加したすべての受講生から好意的な回答が得られた（「飛行機の普段見られない所や飛行機の動く所などを細かく見られて良かった」、「生中継で飛行機の羽の裏側など、普段見れない所が見られたのは非常に良い経験となつた」など）。また、オンライン授業②についても、参加したすべての受講生から好意的な回答が得られた

（「授業は、話を聞くよりこんな感じのほうが楽しいので、こういうのも増やしてもいいかもしれません！！」、「野外調査を見て、見てるだけでも楽しかったし、自分も行ってみたいと思いました」、「実際に研究者がどのようにして研究対象の生物をみつけていくのか、知ることができておもしろかった」など）。両授業とも、受講生の知識の増加や興味関心を高める可能性を示唆している。また、これらの授業は、教室という枠にとらわれず、普段野外や現場にあるあらゆる状況や物を題材としながら、臨機応変で自由度の高い「生きた授業」に有用である可能性があり、今回題材とした工学や生物以外にも、様々な分野において、オンラインの特性を活かした新しい授業スタイルの工夫につながるものと思われる。

(7) オンライン講義における受講生の様子とコミュニケーションの特徴

令和2年度の本事業の講義提供方式をオンラインで行うにあたっての懸念事項の一つとして、受講生が講義に積極的に参加しなくなったり、質問などがでないことが考えられた。しかしながら、実際の講義では、オンラインで参加した受講生であっても、多くの受講生は90分の講義中も集中力を持続させ、講義内容について積極的に質問をしたり、疑問を発する場面が多くみられ、活力のある講義が実施できた。しかしながら、これらのオンライン型の講義と対面型の講義を比較した場合、授業者－学習者間あるいは学習者－学習者間の情報インテラクションのあり方に大きな違いが生じていたと思われるため、以下に概要を説明する。

対面の講義の場合、教師あるいは学習者が発した情報や問は、単純な1対1対応のものとして伝わるのではなく、1対周囲の複数の受信者のような、空間的な範囲を持って伝わっていくと思われる

（図5）。この際、授業者の発した情報は学習者全体に伝達されることが多いが、学習者の発した情報は、明確な発問や主張でない限り、本人あるいは学習者の周囲の学習者への伝達に留まる。これらの性質は、意図せずとも、講義に参加する授業者と個々の学習者の複雑なインテラクションを生じさせると予想される。一方で、オンライン講義の場合は、パソコン等の画面を通したものになるため、授業者－学習者間あるいは学習者－学習

者間の情報インタラクションのあり方は、空間的なものよりも、より線的なつながりの要素が強くなると思われる。その場合、講義内容に学習者間のインタラクションを増やす工夫がない場合は、学習者は自分以外の学習者への意識が希薄となり、授業者は、学習者全体とゆるくつながるのではなく、複数の1対1のように個々の学習者と強くつながることが予想される（図5）。

本事業の令和2年度のオンライン参加の講義では、参加者のマイクは自由にオンにして構わない旨連絡し、なるべく受講生の疑問やつぶやき拾うよう努めが、上記のような特徴は、受講生からの発問や疑問の発露の場面で多く見られ、対面式の講義では拾うのが困難な、素朴なつぶやきのような疑問（例えば、「〇〇ってことかな」、「なんでそうなるの？」、「〇〇じゃないの？」）を多く拾う場面がみられた。また、通常、対面式の講義では、そのような学習者のつぶやきは、本人あるいは周囲の学習者への伝達に留まるが、Zoomなどのオンラインミーティングツールでは、ある参加者の発した言葉はマイク・スピーカーを通して、瞬時に全体に伝達されるなど、これまでの対面式の講義では実行が困難な、詳細な参加者間の情報インタラクションを生じさせるように見えた。一方で、この性質は、学習者が他の学習者の存在を意識することが難しくなり、特に、多数の学習者が細かなつぶやきを連続で行った場合や講義の進行の都度に生じたつぶやきへの対応のため、講義の進行が滞る場面も見られた。本事業の令和2年度の実践では、最終的に、細かな質問などについてはチャット欄に書いてもらうなどの工夫を行ったが、その場合も、多数のつぶやきを教師側が追

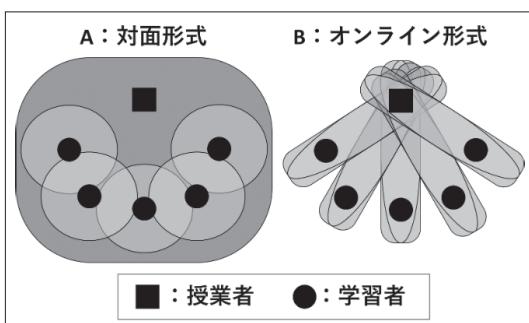


図5. 講義形式の違いによる情報インタラクションの差のイメージ

いきれなくなると同時に、「質問を入力する」という作業が、発問の妨げになっていることも考えられた。このような特性は、対面式の講義にはない特性であり、今後は、オンライン講義特有の参加者インタラクションに合わせたプログラムの工夫が必要になると思われる。

4.まとめと今後の課題

新型コロナウイルス感染症の流行によって、人同士の集まりや対面でのコミュニケーションが阻害され、それによって社会のあらゆる既存のシステムや手法には見直しを図る必要が生じた。教育はそのもっともたるものであり、今後も、科学教育の実施の際にはさらなる工夫が求められる。本稿の報告内容および資料は、ポストコロナの時代にあっても、学習者の科学への強い興味・関心を背景に、オンラインであったとしても、一定の科学教育の実施は可能であり、学習者の科学的認知やスキルを向上させることができ、かつ、これまで大学等の教育施設から地理的に離れているために、才能教育や科学教育プログラムへの参加が困難であった離島や遠隔地からの参加など、科学教育の幅を広げる可能性があると思われる。一方で、従来の本事業では、対面での講義の実施を重視しており、グループワークなどの活動を通して、受講生同士あるいは教員と受講生との交流を含め、オンラインでは伝えることが難しい研究概念の伝達や、異なる価値観を共有したり、将来の仲間としての認識を深めるなど、単純な個としての成長だけでなく、知識と議論のネットワークを広げてもらうことを狙いとしていた。しかし、令和2年度の教育プログラムにおいては、グループワークなどは取り入れるもの（宮国ら、2021）、基本的な情報やコミュニケーションのやり取りは、授業者（教員）と学習者（受講生）との間に留まつており、受講生間の交流やネットワーク構築が不十分であった可能性がある。今後は、オンラインであっても、受講生同士の交流を促す教育プログラムの拡充や、受講生同士がオンラインでチームを組んで互いに役割分担を行い、相互に情報のやり取りをしながら1つの課題を完成させるような教材の工夫が必要になると思われる。

謝辞

学習プログラムに参加した受講生、講義資料等の提供にご協力いただきました教員、連携機関の皆様に深く感謝いたします。本実践は、国立研究開発法人科学技術振興機構次世代人材育成事業「ジュニアドクター育成塾」委託事業内で行わされました。また、本研究の一部はJSPS科研費JP19K03149、JP20K03277および、琉球大学令和2年度ポストコロナ社会実現研究プロジェクトの助成を受けました。

引用文献

- 赤間祐也 (2020), 中高数学科における Beamer を用いた教材作成と遠隔授業実践の報告. 日本デジタル教科書学会 発表予稿集 9:41-41.
- 福本晃造・宮国泰史・杉尾幸司・古川雅英 (2018), 小・中学生を対象とした科学教育プログラム参加者の特徴とその類型化 日本科学教育学会年会論文集 42 : 261-262.
- 苅谷麻子・勝田仁之・西村墨太 (2020), 国立大学附属校におけるオンライン授業実践の紹介, 物理教育 68 (4) : 285-288.
- 宮国泰史・東江あやか・福本晃造・杉尾幸司(2021), 「問われる立場」から「問う立場」への変化を促す授業づくり－科学教育における「質問づくり」を取り入れたオンライン授業－ 琉球大学教育学部紀要 98 : 47-58.
- 宮国泰史・福本晃造・杉尾幸司・前野昌弘・伊禮三之・古川雅英 (2018), 小・中学生向け e-Learningシステム構築における課題の探索：琉大ハカセ塾Moodle2017の運用 琉球大学教育学部紀要 93 : 41-59.
- 宮国泰史・福本晃造・杉尾幸司・前野昌弘・山城康一・古川雅英 (2020), 小・中学生向け e-Learningシステム構築における課題の探索－琉大ハカセ塾Moodle2018の運用－ 琉球大学教育学部紀要 96 : 101-107.
- 仲井勝巳 (2020), 小学校理科教育のオンライン研修に関する考察. 日本科学教育学会研究会研究報告 35 (3) : 7-10.
- 瀬田和久・村上正行・後藤田中 (2020), 解説特集「レ

ジリエントな学びを支える実践的取り組み－新型コロナウイルスへのオンライン授業対応－」 教育システム情報学会誌, 37 (4) : 236-238.

田口真奈 (2020), 授業のハイブリッド化とは何か－概念整理とポストコロナにおける課題の検討－. 京都大学高等教育研究 26 : 65-74.

鳥越ゆい子・小湊真衣・望月崇博・青木直樹(2021), 現代学生のコロナ禍における非対面授業への意識－対面授業と非対面授業それぞれのよさ－. 帝京科学大学紀要 17 : 145-151.