慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	中学校理科のオンライン授業におけるルーブリックの活用に関する一考察
Sub Title	The examination of strategies by using rubrics in performance assessment for online learning
Author	竹田, 大樹(Takeda, Hiroki) 鈴木, 一成(Suzuki, Issey)
Publisher	慶應義塾大学日吉紀要刊行委員会
Publication year	2023
Jtitle	慶應義塾大学日吉紀要. 自然科学 (The Hiyoshi review of natural science). No.70 (2023. 9) ,p.59- 77
JaLC DOI	
Abstract	In the midst of the onslaught of COVID-19, the field of education was severely constrained and continues to be so in 2022. The purpose of this study is to find clues on how to implement Proactive, Interactive, and Deep Learning in online learning during the school closure period at the beginning of the 2020 school year in Japan. From several previous studies, it can be said that Proactive, Interactive, and Deep Learning in science education is a problem-solving learning activity based on the investigative activity process. In addition, it has been pointed out that rubrics for performance assessment are necessary to contribute to the realization of such learning. Therefore, we incorporated the process of teacher and child collaboratively creating a rubric into the classroom practice and analyzed whether proactive, interactive, and deep learning can be realized in online learning. As a result, in an environment without direct face-to-face contact, the performance assessment based on the rubric jointly created by students and teachers using the pass-the-hat model revealed that students' problem-solving learning activities were realized. Although the online learning was carried out in the specific situation of school closures due to COVID-19, the creation of rubrics and the performance assessment through their use were seen as suggesting the possibility of promoting Proactive, Interactive and Deep Learning.
Notes	教育
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN10079809-20230930-0059

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

Hiyoshi Review of Natural Science
Keio University No. 70, 59–77（2023）

中学校理科のオンライン授業における ルーブリックの活用に関する一考察

竹田大樹*・鈴木一成**

The Examination of Strategies by using Rubrics in Performance Assessment for Online Learning

Hiroki Takeda and Issey Suzuki

Summary——In the midst of the onslaught of COVID-19, the field of education was severely constrained and continues to be so in 2022. The purpose of this study is to find clues on how to implement Proactive, Interactive, and Deep Learning in online learning during the school closure period at the beginning of the 2020 school year in Japan. From several previous studies, it can be said that Proactive, Interactive, and Deep Learning in science education is a problem-solving learning activity based on the investigative activity process. In addition, it has been pointed out that rubrics for performance assessment are necessary to contribute to the realization of such learning. Therefore, we incorporated the process of teacher and child collaboratively creating a rubric into the classroom practice and analyzed whether proactive, interactive, and deep learning can be realized in online learning.

As a result, in an environment without direct face-to-face contact, the performance assessment based on the rubric jointly created by students and teachers using the pass-the-hat model revealed that students' problem-solving learning activities were realized. Although the online learning was carried out in the specific situation of school closures due to COVID-19, the creation of rubrics and the performance assessment through their use were seen as suggesting the possibility of promoting Proactive, Interactive and Deep Learning.

Key Words: Performance Assessment, Rubric, Online Learning, ICT

* 慶應義塾湘南藤沢中等部・高等部（〒252–0816　神奈川県藤沢市遠藤 5466）：Keio Shonan Fujisawa Junior & Senior High School, 5466, Endo, Fujisawa, Kanagawa, 252–0816, Japan. E-mail: thiroki@sfc-js.keio.ac.jp

** 東洋大学（〒112–8606　東京都文京区白山 5–28–20）：Toyo University, 5–28–20, Hakusan, Bunkyo-ku, Tokyo, 112–8606, Japan. E-mail: suzuki116 @toyo.jp

この著作物は著作権法によって保護されています／This content is protected by the Japanese Copyright Act

1. 問題の所在

現行の学習指導要領（文部科学省，2017）は，理科における主体的・対話的で深い学びの実現が謳われている。鈴木（2019）や竹田・鈴木（2021）によると，理科での主体的・対話的で深い学びは，探究の過程を踏まえた問題解決的な学習活動を希求していると捉えることができると示している。そして，生徒の探究の過程を踏まえた問題解決的な学習活動を具現化する手立てとして，生徒と教員で共有化したルーブリックを用いたパフォーマンス評価が有効であることを示し，そのための実践の枠組みである理科授業デザインを提示している。このような理科授業デザインを用いての対面授業における知見は得られてきていると考えられる（鈴木，2019）。

ところが，2019 年来，COVID-19 の流行拡大に伴い，2020 年 2 月 27 日には日本全国の学校に臨時休校が要請され，全国の学校は瞬く間に休校になった。同年 4 月 7 日には日本全国の緊急事態宣言により，休校が延長され対面式の授業ができなくなった。

COVID-19 により，学校現場での行動制限は 2022 年も継続していた。具体的には授業内における会話自粛や実験器具の消毒，使用制限などの物理的制限を生じさせた。また，遠隔での学びなど，教員と生徒が直接対面できない環境が強いられる運びになった。中学校にとっては，2020 年度は新しい学習指導要領が施行されるタイミングであったが，その理念である主体的・対話的で深い学びの実現を困難にした事態だったと考えられる。

しかしながら，このような状況でも，学習機会の保障は論を俟たない。長田（2020）は，休校期間中に行った小学校の理科におけるリアルタイムの遠隔教育の実践を報告している。ここでは，リアルタイムのオンライン授業は，一部の実験や観察で実施困難なものを認めている一方で，ほとんどの活動を支障なく実施できることを示している。また，渡部・墨野倉（2021）では，休校期間中に，グループワークや発表活動といった生徒間相互作用に重点をおいた授業展開を，Google Meet を用いてリアルタイムで実施する試みを行い，主体的・対話的で深い学びの実現を図った。文部科学省（2020）の遠隔教育のまとめでは，この休校期間で学校が課した家庭における学習の内容は，教科書や紙の教材を活用した家庭学習が 100％，家庭での運動が 66％，デジタル教材などを活用した家庭学習が 40％に対して，同時双方向型のオンライン指導を通じた家庭学習は 15％にとどまっていた。おそらくこの期間に，多くの学校で，さまざまな試行錯誤がなされたことは想像に難くない。

2020 年度，文部科学省は生徒の学びを最適化することで資質・能力の育成に寄与することも目指した GIGA スクール構想で，生徒 1 人 1 台端末を持つことを加速度的に実現させた（文部科学省，2019）。COVID-19 による休校は，学校（教員）と家庭にいる生徒を繋ぐ ICT を用いる契機となり，GIGA スクール構想は世間の気風として望まれ，追い風となったと言える。しかし，全国のあらゆる学校が，リアルタイムに学校と生徒間や，生徒同士間を繋ぐことが叶わない様々な事情もあり，GIGA スクール構想が掲げる機器配備の問題以外にも様々な困難が

あった。

教員と生徒が直接対面しないオンライン環境下で生徒に学びを継続させる方法として，同時双方向が可能なリアルタイムで教員と生徒を繋ぐ方法（いわゆるライブ授業）と，生徒が学習する時間を自由に選択できる非同時のオンデマンド配信などの方法がある。

COVID-19 により学習環境が急変した状況においても，生徒に科学概念を獲得させることは，理科教育研究を担う者の責務である。その上で，理科授業でのオンデマンド配信において，直接即時的に指導ができない環境下で，生徒に対して探究の過程を踏まえた問題解決的な学習活動を実現させるための方法やその実践の知見の蓄積は喫緊の課題であると本研究では捉えた。

本研究では，教員が生徒と直接対面せずとも，生徒が自律的に問題解決的な学習を具現化できるような方略を模索したい。

2. 理論と目的

(1) 本研究の理論Ⅰ：遠隔教育

文部科学省（2021）によると，遠隔教育は，児童・生徒を対象にしたものに注目すると，その実施する目的や接続先等を基にして大枠として四分類されると示されている。具体的には，A：多様な人々とのつながりを実現する遠隔教育，B：教科等の学びを深める遠隔教育，C：個々の児童生徒の状況に応じた遠隔教育，D：家庭学習を支援する遠隔・オンライン学習である。

文部科学省（2021）の定義を概観する。A：多様な人々とのつながりを実現する遠隔教育は，他の学校とつないで合同で授業を行うことで，協働して学習に取り組んだり，多様な意見や考えに触れたりする機会の充実を目的とした基本的にはリアルタイムの授業を想定している。B：教科等の学びを深める遠隔教育は，自校だけでは実施しにくい専門性の高い教育を実施する場合などで，遠方にいる教師または講師が参加して授業を支援することを想定している。C：個々の児童生徒の状況に応じた遠隔教育は，特別な配慮を必要とする児童生徒や，特別な才能をもつ児童生徒に対して，遠方にいる教員等が支援することで，それぞれの状況に合わせたきめ細かい支援を実施したり，一人一人の児童生徒がそれぞれ教員等とつながることで，それぞれの興味関心に寄り添った指導を実施することを想定している。D：家庭学習を支援する遠隔・オンライン学習は，感染症や災害等の非常時において，家庭と学校をつないで学習支援を行うことで，児童生徒が学習する機会を保障することを想定している。本研究では，COVID-19 による休校に伴う非常事態としてのオンライン授業について議論を絞るものとし，主に D について注目した。

まず，遠隔教育の実施には，オンラインを可能とするツールやシステムが必要となる（長田，2020）。遠隔教育を支援するシステムとして，リアルタイムで授業可能な会議ツールには Zoom や Webex などがあり，オンデマンド配信が可能なツールとしては Google Classroom などがある。本実践では，Google Classroom を用いてオンデマンド配信を実施した（Google 社の教育システムは後述する）。

また，通常の対面授業と比較した時，遠隔教育において，教員・生徒・教材の関係性がどのように位置づけられるかを確認し，遠隔教育の特性を明らかにする必要がある。

Lampert（2001）は，授業における教員・生徒・教材の関係について，①生徒―教材，②教員―教材，③教員―生徒，④生徒―教材に対する教員の働きかけの，教員の指導・支援の四つの在り方を示した。この四つの在り方について，オンデマンド配信における Google Classroom において，教員・生徒・教材の関係がどのように位置づけられるか整理する。

Google Classroom は，教員が教材をオンライン上で提供でき，生徒はそれを閲覧や編集などの作業ができる。したがって，①と②は，Google Classroom においても対応可能である。また，Google Classroom のコメント機能やメールで教員は生徒に応答可能であるため，③も実現可能と考えられる。

一方で，通常の学校における教室と異なり，オンデマンド配信の遠隔教育において教員はリアルタイムで生徒の学習の把握・支援は困難で，即時的なアセスメントは不可能である。したがって，オンデマンド配信における遠隔教育での④の方略をどのように実施するかは検討するべき重要な視点である。

(2) 本研究の理論 II：パフォーマンス評価

理科の授業実践において科学概念の構築は重要な目的の一つであると考えられる。森本（2013）はヴィゴツキー（1978）の理論を援用し，学校の理科教育において論理性のある知識を科学概念と称している。科学概念は命題・ストリング・知的技能・イメージ・エピソード・運動技能・認知的方略の七つのタイプの記憶要素から構成され（ホワイト，1990），概念地図のような命題ネットワークとして構造化されたものとして捉えられる（福岡，2002；森本，2017）。

理科授業において子供が科学概念を構築するためには，子供が自らの思考について注意を向け，考えが変換していく学習を経ることが必要であることが示されている。これは観察・実験などの体験，条件制御などに代表される観察・実験の技能，モデル等の描画，数量化，グラフによる表現など多様な状況において，子供が自覚的・随意的に科学概念を利用する場面が必要であることを意味している（森本，2013）。これは，室伏ら（2021）の理科の教科書等に示されている「疑問→課題→仮説・計画→観察・実験→考察→結論→新たな疑問」という探究の過程，すなわち一連の問題解決的な学習が，科学概念を構築することを示唆していると考えられる[1)]。つまり，授業実践を通して生徒の科学概念が構築されることは問題解決的な学習が実践されたメルクマールであると捉えられるのである。そして，この一連の学習活動を支援する方途がパフォーマンス評価である。

ルーブリックは基準（次元）とそれについての数値的な尺度，尺度の中身を説明する記述語から構成されたもので，基準（次元）は評価の観点，尺度は A，B，C 評価，記述語は学習で求められるパフォーマンスの具体が示されるものである（西岡，2003；松下，2007；田中，2008）。森本（2017）は，ルーブリックを教員と子供が共有して学習を進めることができれば，

学習目標の意識化を促し，自己省察可能な学びの実現が可能になると言及している。また，鈴木（2011）では，学習者にルーブリックが提示されることで，学習者の内発的動機付けが高まり，理解を指向して授業にのぞむ傾向があることを指摘している。

教員と子供によるルーブリックの共有化について，スティーブンス＆レヴィ（2014）の提唱する回収箱モデルによるルーブリックの作成の理論は傾聴に値する。ここでは，生徒の学習において，教員がフィードバックを行うためにはルーブリックを用いることが有用であると指摘している。

学習意欲とルーブリックの作成について研究した Lewis, Berghoff & Pheeney（1990）によると，学生がルーブリックに関する意見交換を行うことで，学習課題に関わっている気持ちが高まることを示している。また，ルーブリックを生徒と教員間で共有するために，ルーブリックの作成に携わらせることが有用であることは竹田・鈴木（2021）が実際の中学校の理科授業での実例を示している。

(3) 本研究の目的

これらの背景から，オンライン授業においても，パフォーマンス評価を十全に実施するためには，生徒と教員がルーブリックの作成に共に関わることで，ルーブリックの共有化が図られ，問題解決的な学習活動の実現が可能であると考えられる。

オンラインでの学びかどうかによらず，問題解決的な学びを具現化するためには，生徒と教員がルーブリックの意味内容を共有する必要がある。本研究の目的は，生徒と教員が直接対面しないまでも，ルーブリックを共有する方法を検討することである。

遠隔教育においても，ルーブリックの活用やその措定に関する方略が明らかになった授業実践を行うことができれば，学習指導要領が目指す主体的・対話的で深い学びを実現することができると考えられる。

その方略の検討として，竹田・鈴木（2021）を基に，教員と生徒が共に参加する回収箱モデルによるルーブリックの作成を取り入れた。また，この学びにおける生徒の問題解決的な学習の様態について論考する。なお，本稿では，オンデマンド配信の遠隔教育をオンライン授業として取り扱うものとする。

3. 授業研究の方法

(1) 授業で用いた Google 社の教育システム

Google Classroom は，Google 社が提供する教育システムのことである。学校（教員）がオンラインでペーパーレスに授業を行うことを支援するツールであり，Google ドライブ，Google ドキュメント，スプレッドシート，スライド，Gmail，カレンダーを結び付けて，Google のサービスを包括的かつ網羅的にオンラインで利用できる（高橋，2021）。Google Classroom に参加する生徒は，教員から招待されるか，招待コードを介して参加するなどの

方法がある。作成された各クラスでは，生徒は課題を提出したり，質問を投稿できたりする。教員は提出された課題を採点したり，コメントなどをフィードバックしたりすることができる。課題は，Google ドキュメントや PDF 資料，動画，写真での提出など，自由度を高く設定することができる。このシステムは，端的に言えば，生徒全体へのアナウンスや個別連絡ができる掲示板とポートフォリオの提出が可能な回収ボックスのような機能があると言える。オンデマンド配信を主軸にしたオンライン学習では，双方向のやりとりを同時（リアルタイム）に行うことは不可能であることが特徴である。

(2) オンデマンド配信の枠組み

本研究では，2020 年度当初の COVID-19 による休校期間中での遠隔教育を行わざるを得ない状況について取り上げ，特にオンデマンド配信におけるルーブリックの活用とその方略について概観する。

本研究では，遠隔教育をどのように実施するべきかを考える上で，Zoom などのオンライン会議ツールを用いたリアルタイム授業も検討した。しかしながら，授業前に調査した生徒のオンライン対応可能な機材や使用環境等を総合的に鑑み，学校の方針としてもリアルタイム授業を選択しなかった。そこで，本実践では，非同時ではあるが全ての配信で生徒が自由な時間に見ることができるオンデマンド配信の形式を採用した。オンデマンド配信は教材をオンライン（web）上に置くことで，直接的な対話性が低くなるが，生徒の情報機材などの物理的制約を軽減することができることが示されている（e.g. 山田，2021）。

さらに，本実践の対象は，神奈川県の私立中学 3 年生（164 名）を対象とした。単元の題材は，理科第 2 分野（地球領域，1 単位分，理科 2 b）において，「地層から読み取る大地の変化」である。授業 1 時間分の配信の流れは，表 1 に示した。生徒は自宅で，教員から Google Classroom で配信された課題に取り組んだ。具体的には，配信では具体的な学習内容の提示と，それを進めるための手順①〜⑤を示した。最終的にはパフォーマンス課題に記述形式で回答したワークシート（Google ドキュメント）を提出する過程を一連の流れとした。

2020 年 4 〜 6 月の休校期間に，Google Classroom を用いたオンデマンド配信による遠隔教育を実施した。単元は全 6 回の配信で行い，単元における授業概要とパフォーマンス課題は表 2 に，それぞれにおけるルーブリックは表 3 に示した。授業は通し番号で，理科 2 b_ 01，02... のように表記した。休校期間は他授業とのバランスを鑑み，本実践の配信は約 2 週間ごとに行った。

本実践の焦点である，回収箱モデルでの教員と生徒が共同して取り組むルーブリックの作成は，第 6 回に配信されるものに対しての作成であり，第 5 回の終盤に行った。

手順①は学習前の準備である。生徒は Google Classroom にアクセスして，教員から配信された PDF 資料（授業プリント）と学習の流れを確認する。その際，今回の配信における学習の目的とルーブリックを確認するように指示が書かれている。

手順②は学習内容の資料読解である。生徒は，PDF 資料（授業プリント）を読解したり，

表１　基本的な授業１時間分の配信の構成（流れ）

手順	概要	指示
①	準備	Google Classroom で配信された PDF 資料（授業プリント）を手元に用意する。配信に掲載された授業の目的とルーブリックを確認する。
②	資料読解	授業プリントを読む。本実践の第６回は資料に加え，添付された枡形山の巡検動画（約 10 分）を視聴するように指示した。
③	ワークシート	調べたことや作業を A4 サイズのワークシートに取り組ませる。必要に応じて，教科書や資料集を使うように指示する。
④	フォーム	Google Forms を用いて授業プリントのチェックを行う（Test Question）。提出された Google Forms は自動採点して生徒に自動返却される。
⑤	ドキュメント	パフォーマンス課題について，Google ドキュメント（A4 サイズ）に記述形式で取り組む。Google Classroom 上で期限までに提出する。

配信された動画を視聴したりする。PDF 資料（授業プリント）は，教員が通常学校で行うような授業の形式での口調になっている。第６回の授業のみ，枡形山の巡検に関する動画配信を実施した。

手順③はワークシートへの記述である。生徒は②に関する調べ学習や作業に取り組む。ここでは，資料集や教科書を用いて良い。

手順④は Google Forms への回答である。知識の確認を目的として，生徒は選択問題や一問一答のような簡単なチェックを行う。採点は自動採点で，採点結果はすぐに Gmail で生徒に届くようにしている。

手順⑤はドキュメントへの記述である。生徒は指示を読んでパフォーマンス課題に回答する。

(3) オンデマンド配信での回収箱モデルによるルーブリックの作成

本実践では，スティーブンス＆レヴィ（2014）や竹田・鈴木（2021）の回収箱モデルの理論を基に，4 段階のステップを踏んで，教員と生徒が双方向的にルーブリックの作成に取り組んだ。具体的には，学習課題の共有（第１段階），リストの作成（第２段階），グループ化と見出し付け（第３段階），ルーブリックの完成（第４段階）である。本稿においても，同様の流れで詳述する（後述）。なお，ルーブリックの完成（第４段階）については，生徒が作成したルーブリックに対してテキストマイニング分析を実施した。これは，集団としてルーブリックに対してどのように考えているかも量的に把握することを目的としている。これにより，直接対面しない環境下においても，教員は集団としての生徒の考えから大きく離れることはないと期待される。

本実践がオンデマンド配信である都合上，教員と生徒で同時（リアルタイム）には上記のステップを実施できないが，回収箱モデルを実施する上で，同時である必要性は必ずしもないと考えられる。そこで，双方向のやりとりをするために回収箱の枠組みとして，Google Forms を利用して，生徒の考えを収集した。

表 2　授業の配信概要とパフォーマンス課題

回	配信概要	パフォーマンス課題
1	地層のでき方	地層のでき方について，流水のはたらきを用いて，わかりやすく丁寧に説明しなさい（500 字以上）。特に，水の流れる速さ，粒径に注目をしなさい。
2	流水の堆積作用 地層を観察するための視点	地層は地球の履歴書であり，地層から分かることはたくさんあります。我々が地層からのメッセージを理解するためには，先人たちが築き上げてきた知識が役に立ちます（「どういう時には，どういう状態で堆積するか」の基本的な考え方や，「どういう構造が見えれば，当時どういう環境かが推測できる」といった堆積構造など）。地層を観察するための視点について，堆積作用・堆積構造・法則などの基本的な理解に注目して，わかりやすくまとめなさい（500 字以上）。
3	流水の侵食作用 低地の生い立ち	低地の生い立ち（下から礫の層→泥の層→砂の層）について，様々な状況証拠から海水面変動と結び付けて，時系列に追ってわかりやすく説明しなさい（500 字以上）。
4	山地をつくっているもの 不整合面の形成	実際に地層を観察したときに，もしあなたが「この境界は不整合面ではないか？」と疑った場合，どのようなことを調べれば，不整合かどうかを確かめることができますか。これまでの知識や資料集・教科書・プリントを参考にして，簡潔に答えなさい（200 字程度）。
5	高くなる山地 大陸斜面だった関東平野	①山地や平野は，どのような地殻変動が起きている地域か（100 字程度）。 ②海水面変動は，どのような仕組みでおこると考えられるか（200 字程度）。説明をしなさい。
6	身近な地層を観察しよう	枡形山が形成してきた歴史を時系列でわかりやすく説明しなさい（400–500 程度）。特に 3 つの地層（飯室泥岩層，おし沼砂礫層，関東ローム層）がどのような環境で堆積してきたかなどの当時の環境や変動について，説明できるといい。

また，問題解決的学習において，問題解決を活性化させるためには，Krajcik & Shin（2014）が示した優れた問いの条件が重要と考えられる。Krajcik & Shin（2014）は，①実行可能であること（身近なテーマであること），②価値があること（学習指導要領に沿っていること），③文脈に依存すること（探究できる学習活動ができる課題になっていること），④意味を持つこと（生徒にとって興味関心がある課題にすること），⑤倫理にかなうこと（倫理や法律守って，害をもたらさないようにすること）の五つの視点を優れた問いの条件として示した。この五つの視点に沿って，表 2 の本実践のパフォーマンス課題を教員が検討し，作成した。その結果，「枡形山が形成してきた歴史を時系列でわかりやすく説明しないさい（400–500 字）。特に，3 つの地層（飯室泥岩層，おし沼砂礫層，関東ローム層）に注目し，説明を構成しなさい」とした（表 2，第 6 回）。

本実践では，森本（2017）と同様に，ルーブリックにはパフォーマンス評価の観点と，A 評価（十分に満足できる），B 評価（概ね満足できる），C 評価（不十分で努力を要する）の基準を示した。教員は，Google Classroom で提出された提出物に対し，ルーブリックを用いて，A, B, C 評価を判定した。B または C 評価の場合は，教員からのコメントのフィードバックを基に，加筆・修正の後の再提出の機会を設けた。なお，Google Classroom はルーブリック表を課題

表3　授業の配信で使用したルーブリック

回	ルーブリック				
	モデル	A（十分満足）	B（概ね満足）	C（努力を要する）	D
1	提示	地層のでき方について，流水のはたらきの観点から，水の流れる速さや礫・砂・泥の粒径に注目をして，わかりやすく丁寧に説明することができる（500字以上）。	概ね良いが，「流水のはたらきの観点が用いられていない」，「水の流れる速さや礫・砂・泥の粒径に注目していない」，「わかりやすく丁寧でない」，「字数が不足」のいずれかに該当している。	Bで2つ以上該当している。	未提出・著しい欠陥がある
2	提示	地層を観察するための視点について，堆積作用・堆積構造・法則などの基本的な理解に注目して，Classroomの課題に取り組み，わかりやすくまとめることができる（500字以上，課題提出期限・方法・形式）。	概ね良いが，A基準に対して不十分な箇所がある（字数，内容，指定違反，期限など）。	B基準に対して不十分な箇所が2つ以上ある（字数，内容，指定違反，期限など）。	
3	提示	低地の生い立ちについて，様々な状況証拠を踏まえ，海水面変動（気候変動）の時系列と結びつけて，論理的に分かりやすく説明することができる。	概ね良いが，説明が不足している部分が有る。	説明が大きく不足している。	
4	提示	不整合面とは何かを踏まえ，これまでの学びを活かして，地層から不整合を確かめる方法を十全に検討できている。	不整合面とは何かを踏まえ，これまでの学びを活かして，不整合を確かめる方法を，概ね検討できている。	不整合面とは何かを踏まえ，これまでの学びを活かして，不整合を確かめる方法について，不十分な検討である。	
5	提示	地殻変動と気候変動の観点から，日本の大地の成り立ちについて仕組みを説明できている。	地殻変動と気候変動の観点から，日本の大地の成り立ちについて仕組みの説明に不十分箇所がある。	どちらの観点にも不十分箇所がある。	
6	回収箱	枡形山の地層観察（動画）を通じて，その特徴（堆積環境，化石，粒の形状）を把握し，枡形山が形成・変動してきた歴史を考察し，わかりやすく説明することかできる。	枡形山の地層観察（動画）を通じて，その特徴（堆積環境，化石，粒の形状）を把握し，枡形山が形成・変動してきた歴史の説明に不十分な箇所がある。	大きく不十分で，説明になっていない部分がある。	

と紐づける機能があるため，それを利用した。

生徒に説明するルーブリックそのものの意味については，第1回の配信で生徒に，「ルーブリックは，学習活動を実現するための評価基準（A評価の基準）」とだけ端的に説明した。第1～5回は，ルーブリックの活用とその意味内容の理解を定着させるため，提示モデル（スティーブンス＆レヴィ，2014）を実施した。各配信のルーブリックは表3に示した。なお，各配信で評価される観点は一つとした。

スティーブンス＆レヴィ（2014）によると，提示モデルなどを通じてルーブリックとはどのようなものかを経験して理解している生徒に対して，回収箱モデルへ取り組むことが一般的であるとしている。これを踏まえ，本実践では，生徒が 1 回目から 5 回目までの配信を提示モデルで学習に取り組んだ経験を基にした。その後，スティーブンス＆レヴィ（2014）や竹田・鈴木（2021）を参考にし，第 6 回に回収箱モデルによるルーブリックの作成を試みた（表 2）。

(3) 授業後アンケート調査

第 6 回の授業実施後には，生徒がルーブリックをどの程度自分が理解していたかについてアンケートを Google Forms で実施した。ルーブリックの意味内容を理解した状態で課題に取り組むことが重要なため，アンケート調査は，「ルーブリックを理解した上で学習に臨んでいたか」を確かめる手段として，対面でない環境下で有効な方法と捉えた。

具体的には，今回生徒と教員で作成したルーブリックそのものへの理解度についてアンケートをとり，アンケート結果について分析を行った。詳細は次の章の結果に記載する。

4. 授業研究の結果と分析

本研究の結果を記述するにあたり，オンデマンド配信（授業）の流れとリンクさせることとする。以下は，学習課題の共有（第 1 段階），リストの作成（第 2 段階）・グループ化と見出し付け（第 3 段階），ルーブリックの完成（第 4 段階）で章を分けた。最後に生徒と教員が作成した最終的なルーブリックそのものへの理解度についてのアンケート調査の結果を記載した。

(1) 学習課題の共有（第 1 段階）についての分析

回収箱モデルでは，教員が想定している授業の活動内容やパフォーマンス課題の説明も必要である（竹田・鈴木，2021）。したがって，本実践では前時の第 5 回に行った。これはルーブリックの作成の第 1 段階である学習課題の共有に相当する。

具体的には，Google Forms を用いて，授業の活動内容やパフォーマンス課題の説明や課題を取り組む上での気をつけるポイント，ワークシートの開示を実施した（図 1）。

図 1 は，Google Forms を用いて授業の概要を伝えた内容のスクリーンショットである。具体的には，「第 6 回では，身近な地層の観察として枡形山（神奈川県川崎市）の地層巡検の動画（10 分程度）を Web 上で視聴し，その成り立ちを考えたい」と予告した。概要は，図 1 のように次回概要を①②③として三つ伝え，生徒が内容を読んだら，「読みました」を選択させるように指示した。

次回概要①は「大地に刻まれた地球の歴史」として，身近な地層として取り上げる神奈川県川崎市の枡形山もさまざまな環境変化を通じて形成されてきたことに言及した。実際には，「地球の誕生は 46 億年前で，いろいろな地殻変動や気候変動を経て来ました。その間，いろいろな環境の変化が頻繁におこり，大地の形成にも影響を与えました。時には海になったり，陸に

図１　Google Forms による学習課題の共有

なったりしていて，その証拠を示すものが地層にあります。その時代に生きていたものが化石となりそれを発見し，時間とともにどう変化してきたかを知ることができます。また，地層にはそれぞれ名前が付けられています。例えば，神奈川県川崎市生田緑地の枡形山（ますがたやま）近辺で見られる 120 万年前の地層は，上総層群飯室層（かずさそうぐんいいむろそう）と呼ばれています。もちろん，枡形山には，飯室層以外にも別の種類の地層も見られます。理科２b_ 06 では，枡形山を形成している地層を観察した動画を見てもらいたいと思います。」と説明した（図 1）。

次回概要②は「枡形山の動画」として，実際に枡形山を地層観察と解説をするようなものになっていることを予告した。具体的には，「大地に刻まれている地球の歴史について，紐解いていきましょう。次回理科２b_ 06 での動画（12 分程度）は，川崎市の枡形山を歩きながら，地層観察＆解説するようなものになっています。1984 年に枡形山の飯室層で，トド（アシカ科トド属）の化石が発見されました。枡形山のある川崎も昔海でした。枡形山の地層を，古い順から追って地層を観察する内容になっています。これまでの学習（理科２b_ 01 ~ 05）の総括として取り組みますので，これまでの知識などを存分に活用して欲しいと思います。ちなみに，「川崎」という土地の名前の由来にも繋がる内容です。」と説明した。

また，次回概要③では，次回（第 6 回）で使用予定のワークシートを生徒に提示した（著作権の関係でワークシートは掲載できない）。

(2) リストの作成（第 2 段階）／グループ化と見出し付け（第 3 段階）についての分析

次に，図 2 のように Google Forms の三つの質問に回答させ，回収箱モデルによるルーブリックの作成を実施した。有効回答数は 161 件だった。ここでの活動は，ルーブリック作成の

図 2　Google Forms によるルーブリック作成のための質問

第 2 段階（リストの作成）と第 3 段階（グループ化と見出し付け）に相当する。そのために，以下のような質問を行った。

質問①「次回概要（枡形山に関する学習）を読んで，学習の目的を考えてください。あなたは，何を持って，何ができるようになれば，枡形山に関する学習が達成されたと考えますか？」では，主にこの課題に取り組むにあたり，学習課題の共有（第 1 段階）を踏まえ，生徒が次回の学習内容の方向性を理解して，その目的を焦点化するために設定した質問で，ルーブリックを作成する前段階の学習目的の自覚化を促す役割もある。

質問②「次回の学習において，あなたがルーブリックを文章として作るとしたら，どのような一文になりますか？」では，ルーブリックの作成の第 2 段階のリストの作成を目的とした質問である。前時までの 5 回分で既に生徒が A 評価（十分満足）の基準を提示モデルで経験した上で，今回が生徒自身で措定するためのものである。本実践では，この質問②についての回答は，教員がルーブリックの完成（第 4 段階）に取り組む上で重要視したものである。

質問③「次回の学習において，特に重要だと思われる学習活動の「要素」を教えてください（これは絶対に必要！マストと思われるもの，一単語で構いません）」では，ルーブリックの作成の第 3 段階のグループ化と見出し付けを実施した質問である。

本実践では，質問③の回答は，教員がルーブリックの完成（第 4 段階）に取り組む上で，どのような要素を取り入れるべきかを検討するために重要なものである。

表 4　質問②の回答のテキストマイニング分析。回答者の 10%以上の回答を記載した。

ワード	出現数	ワード	出現数
地層	176	知識	30
枡形山	99	学習	24
説明	50	歴史	18
理解	50	考察	17
形成	36	時代	17
観察	34	環境	17
特徴	33		

(3) ルーブリックの完成（第 4 段階）についての分析

ここでは，生徒の Google Forms の回答を基に，ルーブリック作成の第 4 段階（ルーブリックの完成）に相当する。

まず，第 6 回テーマは「身近な地層の観察」である。本授業では，神奈川県川崎市の枡形山を取り上げた。この山は多摩丘陵の端に位置し，神奈川県にある実践校にとっての身近な地層と考えられる。また，枡形山の地層学習は，神奈川県川崎市のかわさき宙と緑の科学館が地層観察会で実施している内容を踏襲するものとして，その成り立ちを考えることを授業の目的とし，学習指導要領の方針を踏まえた。

そこで，表 2 のようにパフォーマンス課題を「枡形山が形成してきた歴史を時系列でわかりやすく説明しなさい（400–500 字)。特に，3 つの地層（飯室泥岩層，おし沼砂礫層，関東ローム層）に注目し，説明を構成しなさい」とし，身近な地層に関しての理解を深めることを目的とした（表 2，第 6 回)。また，課題を取り組む上での気をつけるポイント（当時の堆積の仕組みや説明の構成（時系列での説明，見出しの付記など）も提示した。

その上で，図 2 の質問②の回答に対して，教員はテキストマイニング分析をし，出現頻度の高いワードを調べた（表 4)。この分析により，教員は生徒から抽出された色々な語句を量的に見ることができる。実際に生徒がルーブリックを作成する上で，大多数が重要だと考えている語句について，大数的に把握することが目的である。この結果と質問③のグループ化と見出し付けの回答を概観し，教員はルーブリックの完成（第 4 段階）に取り組んだ。

表 4 の結果を見ると，特に，「地層」や「枡形山」といった学習内容に直結するワードは上位を占めていた。また，地層の「形成」に対する「理解」や「説明」も出現が多かった。ついで「特徴」や「歴史」といった，地層の情報に関するワードも上がっていた。

パフォーマンス課題や，これらの回答結果を概観すると，分析の結果，多くの生徒が「特徴・観察」,「形成の歴史」,「理解・説明」を重視していたと判断できる。また，これまでの学習を生かすように身近な地層の形成史を考えるようにした Google Forms の回答が多かった。

第 6 回の授業プリントの冒頭において，今回のルーブリックを教員がどのように作成したか

の説明を行った。具体的には，実際に生徒が作成したルーブリックや重要な要素とテキストマイニング分析の結果を踏まえて，教員の意向を反映させたルーブリックにしたと説明した。教員の意向とは，授業の責任者として，カリキュラムや学習指導要領を包含するようにしたことと，生徒から回収したルーブリックをできるだけ反映しわかりやすくなるように整えることである。その結果，A 評価の基準を「枡形山の地層観察（動画）を通じて，その特徴（堆積環境，化石，粒の形状）を把握し，枡形山が形成・変動してきた歴史を考察し，わかりやすく説明することができる。」とした（表 3）。これにより，パフォーマンス課題がより精緻化できたと考えられる。B 評価は説明に不十分な箇所がある場合，C 評価は大きく不十分で説明になっていない場合と定めた。

(4) 授業後アンケート結果についての分析

第 6 回の授業実施後に実施したアンケートの結果が図 3 である。有効回答数は 155 件だった。生徒がどの程度ルーブリックを理解していたかの様態を把握するために五件法（1 点：理解できなかった，2 点：少し理解できなかった，3 点：普通，4 点：理解的できた，5 点：よく理解できた）を採用した。

ルーブリックの理解度が 1 〜 5 点の生徒が取得した A，B，C 評価の割合を棒グラフで示したものである（5 点：A 評価 43 名・B 評価 31 名，4 点：A 評価 28 名・B 評価 40 名・C 評価 1 名，3 点：A 評価 5 名・B 評価 6 名，2 点：B 評価 1 名）。約 9 割近い生徒がルーブリックの理解度 4・5 点であり，生徒のルーブリックへの理解が概ね高かったと考えられる。これは，第 1 回から第 5 回の授業配信で，提示モデルを経験したことが活かされ，ルーブリックの共有化が十分なされたと捉えられる。

また，特にルーブリックの理解度が 5 点の生徒は，ルーブリックによる教員の評価として A 評価の割合が，ルーブリックの理解度が 3 または 4 点の生徒に比べて大きかったことがわかる（図 3）。これは，ルーブリックそのものへの理解が概ね高かったと考えられ，ルーブリック作成による効果が示唆される。Lewis et al.（1990）のルーブリック作成と学習意欲の高まりに関する報告と軌を一にするものと捉えられる。

表 5 は，パフォーマンス課題に対する Google ドキュメントに記載された A 評価の生徒 2 名（S1, S2）の解答である。表 5 には，S1 と S2 の生徒の解答において，(a) 地層の特徴の記述，(b) 地層の形成の歴史，(c) 地層の成り立ちの仕組みにそれぞれ分類し，下線部を引いた。

S1 の解答では，1–4 行目に，飯室泥岩層の地層の表面が湿っていて，苔などの地衣類が生えていることが記述されていた。これは，実際に枡形山を巡検していた動画を見て，その様子を詳細に把握したことの証左であると考えられる。これは，泥岩層が圧縮された硬さとも関係あるため，実際に授業（動画視聴）に参画しなければわからない重要な視点であり，枡形山の地層観察（動画視聴）を通じて，その特徴を把握していたと認められる。

これらの記述分析により，S1，S2 のどちらの解答も，教員は表 3 の第 6 回のルーブリックの A 評価に該当すると判定した。課題の取り組みは，オンライン授業も学校で行う通常の授

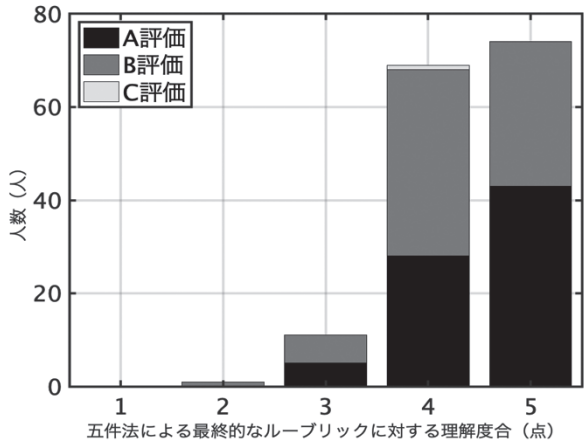

図3　ルーブリックの理解度別の割合（五件法，5点：よく理解できた〜1点：よく理解できなかった）

業も変わらないと指摘した長田（2020）の主張と軌を一にしているものと捉えられる。

また，S1の解答では，たとえば，おし沼砂礫層の説明では，丸みを帯びた岩石の存在から，流水の働きの存在を指摘していた。この例以外にも，S1は，枡形山で実際に観察された小さな証拠を集めて，地層の形成の仕組みに解釈を与えていたことがわかる。

加えて，S1の解答では，文章ベースで，「つまり」や「また」といった接続詞を巧みに使って，論理立てて説明していた。これらのことから，S1の生徒の解答は，わかりやすい記述を施していたものと判断した。

S2の解答では，枡形山の地層が堆積して形成された時の環境を，海水面の変動や火山活動をもとにしてその仕組みを説明していた。たとえば，1–4行目に，「きめの細かいシルトという泥の一種が含まれていることから，当時は沖から遠い海底であった」と説明をしている。この説明は，枡形山が形成・変動してきた歴史について，因果関係を明確にして説明していることから，論理的に考察していたと判断できる。また，S2の解答では，時系列での説明を，年代ごとの大きな括りで分け，①〜④の章立てをして，わかりやすく説明する工夫を凝らしていたと判断できる。これは，実際に授業配信の指示内容や動画視聴の内容を整理して答えていたと判断できる。

また，両名の記述を見ると，どちらの解答においても，地層の古い順（層位順）に時系列で記述しており，それぞれの地層の特徴と，学習内容の情報を的確に整理して，堆積環境と堆積の仕組みを理解していると考えられる。

なお，例として，B評価の生徒S3の解答例を表6に示した。S3の解答では，S2と同様に時系列で示していた。しかし，記述（a）では，「不整合があるから」という理由から，「海面が下降（海退）し，約100万年前から30万年前の間，陸上になっていた。」と説明しており，因果関係に不適切な箇所が見られた。このように，明らかな不適切箇所が含まれている場合をB評価とした。このような場合，教員からコメントをフィードバックとして与え，適宜修正を

表 5　Google ドキュメントに記載された A 評価の生徒 2 名（S1, S2）の解答。下線（a）は地層の特徴，太下線（b）は地層の形成史，下線斜字（c）は地層の成り立ちの仕組みに関しての記述である。

生徒	解答
S1	まず，飯室泥岩層は枡形山の地層の中で最も古く，（b）約 100 万年前に堆積したと考えられている。この地層は粒径が砂と泥の間ほどの（a）シルトという土砂で構成されている。粒が細かく長時間かけて圧縮されている為，木の根は根を貼れず，雨水が染み込まない。なので，（a）地層の表面はいつも湿っていて，苔などの地衣類が生えている。更に，この地層からは（a）トドのように海洋生物の化石も発掘されている。つまり，（a）粒径が小さいことと海の生物の化石が発掘されたことからこの地層は（c）*比較的深い海に堆積した*と考えられる。 次に，おし沼砂礫層は（b）約 30 万年前に堆積した地層で（a）礫や砂，（a）スコリアというマグマが固まった岩石で構成されている。この地層には（a）丸みを帯びた岩石が多く存在し，この様な岩石は（c）長い年月をかけて川の流れの様な流水の働きによって削られたと考えられる。その証拠として地層には（a）平行葉理を確認することができる。従って，（c）*この二つの岩石からこの地層は比較的浅い海に堆積した*ことが分かる。 そして，関東ローム層は以前の地層とは異なり，（a）飛来した火山噴出物で構成されていて，関東ローム層の一部に多摩ローム層と立川ローム層という二つの地層が存在する。この地層に堆積する（a）火山噴出物は主に火山灰で殆どが（c）*箱根山や富士山から日本上空に吹く偏西風と呼ばれる西から吹いてくる風によって運ばれてくる*。従って，関東ローム層が堆積した当時は日本の火山は活発であり，偏西風の影響より枡形山から（a）西の火山の噴出物しか堆積しないことが分かる。また，時々八ヶ岳から（a）白や黒の鉱物が飛来し堆積するが，その地層を（a）ゴマ塩軽石層と呼び，鍵層と呼ばれる年代を特定するために重要な地層となっている。 最後に，飯室泥岩層とおし沼砂礫層の不整合について解説する。この二つの地層には（b）約 70 万年の空白が存在していて不整合となっている。この地層が不整合になっているのは，前述した通り飯室泥岩層は c 比較的深い海に堆積し，おし沼砂礫層は比較的浅い海に堆積していることに関係する。つまり，（b）100 万年前に（c）*飯室泥岩層が堆積した後，海進し海水面が上昇したことによって他の地層は 70 万年間深海に堆積する飯室泥岩層の上に堆積しなかった*ということである。そして，（b）約 30 万年前にかけて（c）*徐々に海退し飯室泥岩層が海面近くまで上昇した*為，その上に堆積したおし沼泥岩層との不整合が完成した。
S2	次の文章は枡形山の形成について（b）時系列で説明したものである。 ①飯室泥岩層の形成（b）（約 100 万年前） この地層には（a）きめ細かいシルトという泥の一種が含まれていることから，（c）*当時は沖から遠い海底だった*と考えられる。また，地層の中には（a）貝や有孔虫が含まれていたことからも，地層が堆積した当時が比較的深い海だったということが考えられる。 ②おし沼砂礫層の形成（b）（約 30 万年前） この地層は（a）砂と礫で形成されていることから，（c）*①よりも比較的浅い海で堆積したと考えられる。つまり，①の時よりも，海面が下がったということ*である。また，飯室泥岩層ができてから 70 万年ものスパンが開いていることから，（c）*この間に海面が下がり 1 度陸地になったあと，また少し海面が上がり海が入り込んできた*と考えられる。 ③多摩ローム層の形成（b）（約 30 万年前より後） この地層は（a）火山（主に箱根火山，八ヶ岳など）の噴出物が堆積してできたため，（c）*②より海面が下がって当時は陸地だった*と考えられる。噴火した火山の種類によって噴出物も異なるためこの地層は単層の中で色が異なっている。 ④立川ローム層の形成（b）（約 2 万 5000 年前） この地層には③と同じように（a）火山（主に富士山）の噴出物が（c）*偏西風に運ばれ堆積してできている*。なので，（a）マグマが固まってできたスコリアなどが含まれている。火山の噴出物が堆積していることから，（c）*当時は陸地だった*と考えられる。

表 6　B 評価の生徒 1 名（S3）の解答

生徒	解答
S3	2. 約 100 万年前から 30 万年前　不整合 （a）不整合であることから，海面が下降（海退）し，約 100 万年前から 30 万年前の間，陸上になっていた。

実施させた。

以上の結果から，生徒と教員が直接対面しないオンデマンド配信の学習環境において，回収箱モデルで教員と生徒が作成したパフォーマンス課題のルーブリックを教員と生徒間で共有することにより，生徒の問題解決的な学習活動が具現化され，科学概念の構築を支援することができたと捉えられる。

5. 結論

本研究の目的は，オンデマンド配信の遠隔教育において，主体的・対話的で深い学びを具現化するためのルーブリックの活用とその方略の検討である。具体的には，COVID-19 に伴う休校期間中における生徒と教員が直接対面しないオンデマンド配信で，回収箱モデルで両者が作成したルーブリックに基づきパフォーマンス課題を実施した。

この学びの結果，生徒の問題解決的な学習活動が具現化され，生徒の科学概念の構築に寄与した。すなわち，オンデマンド配信の遠隔教育でも両者間でルーブリックを共有化できる可能性が示唆された。遠隔教育においても回収箱モデルによるルーブリックの作成は Lampert（2001）の④の方略になり得ると考えられる。

本研究は，生徒と教員が対面しない環境下で，教員が生徒に自律的な学習を促す方略を取り入れた授業実践の様態を詳細に記載し，回収箱モデルを用いたルーブリックの活用とその方略を示唆するものである。

また，やむを得ず実施されたオンライン授業ではあったが，生徒も円滑に Google Classroom を使用するスキルが身についていたことは，今後同類の事例が発生したときにも援用できるものである。すなわち，遠隔教育システムを日頃から活用していくような取り組みは重要と捉えられ，文部科学省（2021）と同様の見解である。

謝辞

本論文は，慶應義塾湘南藤沢中等部 30 期生と挑戦的に取り組んだ授業実践である。直接対面できない中で，とても熱心に取り組んでいた。また，実験準備や検討など，実験助手には多大な協力をいただいた。本授業実践のテーマである枡形山についての知見は，かわさき宙と緑の科学館に資料提供をしていただいた。関係者の皆様に感謝申し上げる。

なお，本研究は，2021 年度慶應義塾学事振興基金（個人研究 A）の助成を受けたものである。

引用文献

福岡敏行編著（2002）『コンセプトマップ活用ガイド』東洋館出版社，1–173.

梶田隆章他（2021）『探究する新しい科学 1』東京書籍，2–3.

Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). Project-Based Learning. In R. K. Sawyer (Ed.). *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. (2 nd ed.). Cambridge University Press, 275–297. クレイチャック，J. S.，& シン，N.（河崎美保訳）（2016）「課題解決型学習」ソーヤー，R. K. 編（大島純・森敏昭・秋田喜代美・白水始監訳）『学習科学ハンドブック第二版第 2 巻』北大路書房，17–35.

Lampert, M. (2001). Teaching problems and the problems of teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5 (2), 187–199.

Lewis, R., Berghoff, P., & Pheeney, P.(1999). Focusing Students: Three Approaches for Learning Through Evaluation. *Innovative Higher Education*, 23 (3), 181–196.

森本信也（2013）『考える力が身につく対話的な理科授業』東洋館出版社，6–10.

森本信也編著（2017）『理科授業をデザインする理論とその展開―自律的に学ぶ生徒を育てる―』東洋館出版社，1–264.

文部科学省（2017）「中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編」Retrieved from https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_005.pdf（accessed 2022.01.27）

文部科学省（2019）「GIGA スクール構想の実現パッケージ」Retrieved from https://www.mext.go.jp/content/ 20200219–mxt_jogai02–000003278_401.pdf（accessed 2022.01.27）

文部科学省（2020）「学びを止めない！これからの遠隔教育普段使いで質の高い学び・業務の効率化へ令和 2 年度 遠隔教育システムの効果的な活用に関する実証」Retrieved from https://www.mext.go.jp/content/20210226–mxt_jogai02–000010043_003.pdf（accessed 2022.01.28）

文部科学省（2021）「遠隔教育システム活用ガイドブック第 3 版」Retrieved from https://www.mext.go.jp/content/20210601–mxt_jogai01–000010043_002.pdf（accessed 2023.04.15）

松下佳代（2007）『パフォーマンス評価―生徒の思考と表現を評価する―』日本標準，1–69.

室伏きみ子ら（2021）『自然の探究　中学理科 1』教育出版，5–7.

西岡加奈恵（2003）『教科と総合に活かすポートフォリオ評価法―新たな評価基準の創出に向けて―』図書文化，1–255.

大矢禎一他（2021）『未来へ広がるサイエンス 1』啓林館，4.

鈴木一成（2019）「学習指導要領における理科授業をデザインする枠組みについての一考察―「科学的に探究する力」を育成する理科授業デザイン―」『東洋大学紀要』第 72 集，59–67.

鈴木雅之（2011）「ルーブリックの提示による評価基準・評価目的の教示が生徒に及ぼす影響―テスト観・動機付け・学習方略に着目して―」『教育心理学研究』第 59 巻，131–143.

スティーブンス，D. D. ＆レヴィ，A. J.（2014）『大学教員のためのルーブリック評価入門』玉川大学出版部，1–180.

高橋純（2021）『はじめての授業のデジタルトランスフォーメーション』東洋館出版社，1–184.

竹田大樹・鈴木一成（2021）「主体的・対話的で深い学びの具現化に寄与する評価の研究―回収箱モデルを用いた教員と生徒によるルーブリックの作成―」『理科教育学研究』第 61 巻，第 3 号，443–456.

田中耕治（2008）「学力調査と教育評価研究」『教育学研究』第 75 巻，2 号，146–156.

長田朋之（2020）「小学校理科におけるオンライン授業の実施記録―新型コロナウイルス感染症流行による臨時休校期間中の取り組み―」『研究部紀要』2 巻，14–23.

ヴィゴツキー，L. S.（1978）（柴田義松訳）『思考と言語』明治図書，5–8.

渡部智博・墨野倉伸彦（2021）「高等学校の理科並びに大学の理科教育法のオンライン授業の実践録」『教職研究』第 35 号（臨時増刊），35–46.

ホワイト，R.T.（森本信也・堀哲夫訳）（1990）『子ども達は理科をいかに学習し，教師はいかに教えるか―認知論的アプローチによる授業論―』東洋館出版社，1–285.

山田剛史（2021）「遠隔授業のインパクトとニューノーマルの高等教育」『中央教育審議会大学分科会質保証システム部会（第 9 回）＠オンライン」Retrieved from https://www.mext.go.jp/content/20210707–mxt_koutou01–000016707_4.pdf（accessed 2022.01.29）

注

1）　他の教科書においても表記は異なるものの，一連の問題解決的な学習と捉えられる記述が存在する。たとえば，梶田ら（2021）では「問題発見→課題→仮説→構想→観察・実験→分析解釈・検討改善→表現→振り返り」，大矢ら（2021）では「疑問→課題→仮説→計画→観察・実験→結果→考察→表現」と記述されている。