

EDUCATION

コロナ禍の遠隔講義における解剖生理学教育： 投票機能を用いた授業内演習の実践

近畿大学医学部生理学教室

望月 圭

COVID-19の影響により、2020年度はすべての教育機関にとって波乱の幕開けだった。4月初頭に緊急事態宣言が発令されると、先行して自主的な休校措置などをとっていた機関以外も、多くの学校が休校を余儀なくされた。また休校が長引くにつれ、当初単に自宅学習を課していただけの学校でも、遠隔講義やビデオ講義など、より能動的な、あたらしい教育の方法を模索する必要に迫られることとなった。その手探りはいまなお続いている。

筆者の所属する大学¹⁾では、4月早々にZoomを使用した遠隔講義による授業の実施が決定された。また非常勤で解剖生理学を担当している外部の看護学校²⁾においても、5月よりZoomでの遠隔講義が開始された。本稿ではこうした経験を経て、筆者が2020年度前期、Zoomを使用した遠隔講義を行なって感じたことや、解剖生理学教育における遠隔講義の活用方法について情報共有したい。

背景

筆者は本務校において、生理学ユニットの神経系の講義の一部と、生理学実習、PBL型テュートリアルなどを担当している。また外勤校では、看護課程の解剖生理学の講義を受けもっている。本務校での教務や自身の研究分野は神経生理学であるが、外勤の看護学校では、諸器官系の初等解剖学とその生理機能として、ひろく解剖生理一般を教えている。解剖生理学の講義は概して難しく、

分量も多いため、苦手意識をもつ学生も多い。しかし4年制の看護学部などと違い、看護専門学校の学生は入学から2-3年後には資格試験を控え、カリキュラムは非常にタイトである。そのため1年次の初頭で履修する解剖生理学についても、その時点から資格試験を見据えた効率的な学習を推進する必要がある。

そこで看護学校における筆者の（平年の）講義では、講義中に資格試験の過去問を出題し、学生にあてながら解いていくという授業内演習を採り入れてきた。これにより資格試験対策をすると同時に、学生に選択肢をひとつずつ、なぜ正しい/誤っているのか説明してもらうことで、過去問の勉強方法を体感で身につけてもらうのが目的である。さらに過去問を改題した小テストを併用し（1回8問、1器官系あたり4回程度）、定期的に知識の定着を確認しつつ、つねに資格試験を意識した学習を促進するよう心がけてきた。

そんななか、このたびの新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的流行が発生した。これを受け、筆者の勤務校はいずれも新年度早々に学生の登校が禁止となり、追ってオンラインビデオ会議システムZoomを使用した遠隔講義が開始された。しかし4・5月時点においては、それまでに遠隔講義を本格的に運用したところのある学校などほとんどなく、各校、手探りで年度計画の組み直しに追われる状況であった。遠隔講義の実施に対するスタンスや運用も学校ごとにばらばらで、休校如何を含む方針すら日ごとに一転した。遠隔講義の実施を決めたとしても、具体的な実施手順や

1) 近畿大学医学部医学科

2) 堺看護専門学校看護第2学科・准看護科

成績判定についてなどはほとんど未定のまま、ともかく「始めるだけ始めてみる」といったケースも多かったのではないと思う。また他校の様子では「配信や動画作成の手間を軽減するため、課題を提出させることで講義に代える」「20-30分だけ配信で解説をして、あとは自習課題でもよい」といった譲歩のスタンスも少なくなかった。完全休校を続ければ授業時間が足りなくなることは明白なため、登校禁止期間中に、ともかく少しでも授業数を消化しておきたいという意図が強かったのだろう。

しかし筆者の場合、自身の担当する解剖生理学という科目を考えると、そう軽々しい判断もできなかった。解剖生理学は、以降のすべての医学教育の礎となる基礎医学科目である。COVID-19によるやむを得ない影響とはいえ、ただでさえ教育の質が脅かされるなか、医学のベースとなる解剖生理学教育がなおざりにされてよいはずはない。

そこで筆者は年度初頭、「遠隔講義だから」という言い訳に甘んじて講義の質・量を落とすことはしない、とまず心に決めた。幸い筆者の授業はスライド講義がメインのため、座学講義自体は遠隔でも問題なくできそうだった。一方で懸念だったのが演習の方法である。資格試験対策に直結するような授業の実践には、過去問等を用いた授業内演習が欠かせない。しかし遠隔講義では、対面授業の教室で行なうような机間指導は難しい。個々の学生を指名してマイクで発言させることも可能だろうが、音声不良や音響エコーなどの可能性を考えると類用は現実的ではなかった。(すべての学生が音響エコーの原理を理解して、自宅にいるにも関わらず、わざわざイヤホンやヘッドホンで聴講してくれるとは思えない。)テキストチャットにしても、機械操作に不慣れな学生や、スマートフォンを使用して聴講している学生においては、教室での指名のようなテンポよい受け応えは難しいだろう。

そこで本年度筆者は、Zoomの投票という機能を用いて、授業中の過去問演習と小テストを実施してみることにした。投票機能は、あらかじめ作成しておいたアンケート質問等を参加者画面に

ポップアップ表示し、選択肢のなかから選んで回答してもらうことで、リアルタイムで集計・結果の共有等ができるしくみである。投票機能の活用については、年度初頭の時点でも、アンケートや多数決の導入で授業を活性化できるという報告が、インターネット上のブログ記事やSNS等でみられていた。しかしこの機能が、1コマの講義中だけで何度も実施する過去問演習と小テストのように、本格的な授業の一部として運用できるものかどうか、確たる情報はなかった。本稿では、筆者が実際にZoomの投票機能を講義に使用してみた結果を報告する。なお日本生理学会教育委員会は現在、本邦におけるCOVID-19の基礎医学教育への影響の現状把握と共有を推進している。そこで本稿では、本年度前期における筆者の個人的な教務状況についても併せて触れ、遠隔講義の運用による教育環境の変化について議論する材料とした。

方法

以下、筆者が2020年度前期の講義時にとった手続きを述べる。ソフトウェアの仕様や操作方法は執筆時点のもので、今後のアップデートにより変更される可能性が高いことをあらかじめご了承ください。

投票機能

Zoomの投票は、有償版ユーザのみが使える機能である。初期設定では無効化されているため、アカウントの設定画面から有効化したうえで、あらかじめ設問を作成しておく。筆者の場合、毎回の講義に先立って、次の講義で進みそうな範囲までの過去問・小テストを投票用設問として作成しておいた。

設問はインターネットブラウザ上のフォームで、問題文と選択肢(1問最大10肢まで)を入力することで作成する。その際、出題する問題の設問文と選択肢を逐一スライド資料からコピー&ペーストで貼り付けて準備するのはかなりの手間である。(たとえば筆者の本年度の講義資料では、消化器系だけでも19題の過去問と、1回8問からなる小テストが4回分も含まれている。)しかし残

表1. 前期における筆者の担当講義

	講義名	時間数・日程		内容
		2019年度	2020年度	
本務校 医学部 医学科 第2学年	機能II	60分 6コマ 7月初頭～	60分 8コマ 7月初頭～	神経生理学
外勤校 クラス1 正看護師課程 第1学年	解剖生理学1	90分 8コマ 4月半ば～	90分 10コマ 5月半ば～	生命科学の基礎 消化器系 呼吸器系 血液 循環器系
外勤校 クラス2 准看護師課程 第1学年	人体のしくみと働き	100分 6コマ 6月初頭～	100分 6コマ 6月初頭～	消化器系 泌尿器系 生殖器系 体温調節機能

念ながら Zoom には、外部ファイル等から一括で投票設問をつくる機能がなかった。そこで今回は、投票画面に表示する設問文には問題番号(「第何回看護師国家試験 午前 第何問」)などを、選択肢には1から4ないし5までの選択肢番号のみを記載することとした。問題の設問文・選択肢はあらかじめ資料に掲載して配布しているので、学生は手元の紙媒体の資料をみつつ、投票フォーム上の番号を選ぶわけである。この方法を用いることで、各回の授業前の準備としては、過去問の問題番号や小テストのタイトルを書き換え、選択肢の個数と、択一か複数選択かの別を設定し直すだけで済むようになった。

このとおり Zoom の投票機能は、筆者のようなヘビーユースな使いかたに必ずしも最適化されたものではなかった。この問題は、たとえば Google Forms や Moodle のような、アンケート作成・集計や e ラーニングにより特化したサービスを併用することで回避も可能だと思われる。しかし教員も学生も遠隔講義に不慣れだった当初の状況において、Zoom と他のウェブサービスを行き来して講義を進めるのは煩雑であり、学生の集中を乱したり、授業のテンポを阻害したりする恐れがあった。そのため本年度の講義では、あえて配信ソフト自体の機能でできることに絞り、そのなかで効果的な授業内演習の実現を目指すことにした。

授業日程

2020年度前期、本務校・外勤校の双方において、筆者の担当する授業はすべて Zoom を用いた遠隔講義により行なった。参考までに、前年度・本年度間での筆者の前期担当講義の比較を表1に示す。本務校の医学部の講義では本年度2コマの授業数増枠があったが、これは COVID-19 とは無関係な担当項目追加によるものである。一方、外勤校の看護学校のクラス1では、授業の遠隔講義化の影響を受け、始講前週の午前中半日(2コマ)を、Zoom の動作確認や学生側の聴講操作の練習、遠隔講義の進めかたの説明、および試験的な練習版講義の実施のために使用した。これは当該クラスでの講義が、5月の遠隔講義運用開始の直後の始講であり、筆者の側も学生側もはじめての遠隔講義体験だったことから、学校と相談のうえ確保していただいた増枠である。結果的に、こうした事前練習の機会を確保できたことで、配信ソフトの操作や通信環境の確認などを事前に済ませることができ、始講後の円滑な授業進行に大きなメリットがあった。

授業日程の観点では、例年は4月始講だった上記の看護学校クラス1だけが休校の影響を大きく受け、講義の時期が1ヶ月以上遅れることとなった。一方で6月以降始講の他2学級については、例年と変わらないタイミングでの講義となった。



図1. 学生側の投票画面

学生にはスライド資料の共有画面の手前に投票ウィンドウが表示された。



図2. 教員側の投票確認画面

投票中、教員側には現在までの受信済投票の集計が表示された。また投票終了後は、このウィンドウを学生にも共有表示し、集計結果をフィードバックすることが可能だった。

演習方法

本務校・外勤校とも、遠隔講義の配信自体には Zoom を利用した。授業時間内での演習や課題の実施について、本務校の医学部では、校の方針で Google Classroom を用いて行なうことが求められた。この Google Classroom の授業内利用の良し悪しについては、本稿の主旨を超えるため省略する。一方、外勤校の看護学校ではそうした制限がなかったため、筆者の判断により Zoom 投票機能を用いた授業内演習を採り入れた。以下、本稿では、主としてこの看護学校での授業内演習の実践結果について報告する。ただし遠隔講義の実施一般に係る議論など、投票機能での授業内演習に限らない内容については、本務校での本年度講義の経験も踏まえてのものである。

講義においては、例年の過去問演習や小テストとおなじタイミングで、それらを単に Zoom 投票機能で置き換えたかたちで演習を行なった。こうした授業内演習手順の変更以外、講義の進行・解説順序や資料については、多少の手直しだけで基本的に前年度から大きな変更はしていない。また例年どおり、過去問や小テストの成績は平常点として最終評定に加算することとし、これを繰り返して告知して学生の積極的な参加を促した。

結果

図1に参加者画面からみた過去問演習の様子を示す。背景にみえているのが画面共有している講義スライド、手前にみえているのが投票ウィンドウである。投票ウィンドウ上には、過去問の問題番号と選択肢番号だけが表示されている。このように参加者画面では、投票ウィンドウにより設問文や選択肢が部分的に隠れてしまうが、手元の紙媒体の配布資料をみたり、ウィンドウの位置を任意に動かしたりすることで対処可能だった。投票の間、演者の側には図2のような集計ウィンドウが開かれ、経過時間と現在の投票済み人数、およびその選択の内訳がリアルタイム表示されていた。投票終了後には、これと類似の集計結果ウィンドウを学生側にも共有表示することが可能だった。これにより演習や小テストごとにクラス全体の出来をフィードバックしたうえで、誤選択の多かった設問や選択肢を重点的に解説した。

授業中におけるこうした Zoom 投票機能での演習は、概ね好評であった。演者・参加者間での回答開始や終了のタイムラグや、回答送信エラー等の問題はほとんど起こらず、起こった場合も、代わりにテキストチャットで回答してもらうなどで対応できた。

考 察

Zoom の投票機能を用いた解剖生理学の授業内での演習は、上記のとおり大きな問題もなく、学生からの反応も上々だった。本節では、Zoom 投票機能を講義に利用することの利点と課題点を簡単にまとめた。

クラス全体の理解度の即時把握

Zoom の投票機能はその場で集計結果が表示され、必要に応じてそれを学生に共有することも可能である (図 2)。これにより教員側は、クラス全体の理解度をリアルタイムで把握でき、有限な時間をより理解度の低い部分の解説へとあてることができた。例年の机間指導と指名による過去問演習では、たまたまその設問・選択肢にあてられた学生の理解度しか確認できなかったことと比べると、クラス全体の学習達成度を随時確認しながら進められたのは大きなメリットである。

この Zoom 投票機能による授業内演習の効果は、対面講義におけるクリッカーシステム利用の効果とよく似ている [1]。クリッカー (聴衆応答システム Audience Response System, ARS) は教育学ではおなじみのツールで、配布した小型リモコン状の端末で 4-5 肢程度のクイズやアンケートを学生に回答させ、その場で集計や結果表示ができるしくみである [2]。地上デジタル放送のリモコンについた青赤緑黄のボタンによる、視聴者参加型のテレビ番組を思い浮かべていただくとよい。こうしたデバイスを教室での講義において利用することで、学生の積極的な授業参加を促すとともに、その場で学生の理解度を確認しながら解説内容を再構成し、授業時間の効率利用が可能であると報告されている [3, 4]。(医療系学科における資格試験対策授業でのクリッカー導入事例としては大日向ら [5] など。)

しかし市販のクリッカーは概して価格が高く、開発・販売会社の違いによる機能差や、サービスの終了にともなう他社製品への乗り替えの煩雑さなど、教育現場にひろく浸透していくには複数の障壁があった。じつは筆者もこうした問題点を克服してクリッカーを導入したいと思い、昨年度中から、安価なマイコンボードを用いた自作クリッ

カーシステムの構築を試みていたところであった。この試みは COVID-19 の流行と、それによる対面講義の中止によって水泡に帰したわけであるが、代わりに現われたまったくあたらしい教育環境としての遠隔講義システムは、はからずもクリッカーと同等な機能を備えていたわけである。コロナ禍における授業の質の低下ばかりが取り沙汰されがちであるが、やむを得ず導入された遠隔講義というあたらしい環境は、高価な使用料やデバイス購入費の負担なく、誰もが簡単にクリッカーシステムを取り入れて授業内演習ができるという思わぬ特典をもたらしたといえる [1, 6]。

終講後の授業評価でも、学生からは「オンラインだからできる機能を使われて分かりやすかった」など、こうした手法を講義に積極的に採用することへの好意的な評価が得られた。逆に、こうした授業内演習の方法に対する否定的なコメントは 1 つもなかった。

授業参加意識の向上

筆者は昨年度までの過去問演習・机間指導においても、予習習慣の定着や、1 年次時点から資格試験を見据えて勉強するという方向づけに一定の効果を感じていた。しかしこうした例年の授業内演習には、指名された以外の学生がしばらく手隙になってしまうという欠点もあった。その点、投票機能を用いた授業内演習は、設問ごとに学生全員に向けて問いかけるかたちとなるため、あてられていない大多数の学生が暇をするということはない。実際、こうした学生側からの授業参加機会をたびたび設けることで、遠隔講義であっても、双方向性の授業づくりを促進することができた。学生にとっても、自分が毎回演習の回答者となることで、定期的な気分転換になると同時に、自主的に授業に加わっているという参加意識の向上につながるようだった。

学生からの授業評価では、「オンライン授業は初めてだったが、講師は工夫して問題などを出してくれた」「オンライン授業でしたが、実際の対面での授業のように受講することができました」などのコメントがみられた。ともすれば一方通行になりがちな遠隔講義において、気軽に参加できる選

択投票のかたちで一種のアイスブレイクを定期的に行ない、授業参加意識を向上させられるという点で、投票機能による授業内演習は極めて効果的だと考えられる。

演習時間自体の節約効果は薄い

投票機能を利用するうえで期待していた効果のひとつに「演習にかかる時間の節約」があった。例年の演習では、選択肢1つずつを学生に指名してあてていくために時間がかかり、指名した学生がなかなか答えられず時間を浪費してしまうこともあった。Zoomの投票機能を用いれば、全員あてに一括で回答をもとめ、学生側は選択肢を1つ(ないし2つ)選んで返すだけなので、1問の演習にかかる時間が短縮できるのではないかと思ったのである。

しかし実際にやってみると、投票を起動してもすべての学生がすぐに答えてくれるわけではなく、全員分の回答が出終わるまでしばらく待たねばならないことも多かった。また、そうして回答が出そろい、選択率を確認し終えてからやっと解説をはじめることになるので、演習自体にかかる時間を節約する効果は体感できなかった。投票機能をより効率的に授業内演習に活用するには、1問ごとの回答時間を制限するなどのタイムプレッシャーをかける工夫が必要かもしれない。(本年度は遠隔講義における通信障害やラグの影響などが未知数だったため、そうした厳密な時間制限はあえて設けなかった。)

授業準備の負担について

筆者の担当する座学の科目は例年スライド講義であったため、本年度の遠隔講義の実施にあたり、授業準備に特別例年以上の手間がかかるといったことはなかった。図表等についてもすべての出典をもともとスライドに記載していたので、遠隔講義のためにあらためて引用をつける、といった作業も不要であった。また前述のとおり、授業内演習のための投票設問の準備は、問題番号と選択肢の個数等を調整するだけで使いまわせるようにしたため、授業準備の手間の大きな増加はもたらさなかった。

このように、2020年度における筆者の授業準備

の負担は、総じて例年と同程度のレベルであったように思う。その一方で先に議論したとおり、投票機能による授業内演習の実施は、学生の授業参加意識を高め、講義をする側にとっても学習達成度の即時把握という効用があった。その意味でこの演習方法は、過剰な負担増加なしで大きな効果をもたらす、費用対効果の高い手法であったといえる。

もちろん筆者の場合、もともと授業内で選択肢型の過去問演習や小テストを実施していたため、単にそれを投票機能で置き換えることの敷居が低かったという事情はあろう。しかし平年の対面講義でこのような演習はしていなかった科目や単元でも、授業の双方向性の確保のためには、講義中に学生へ問いかけて発言をもとめたり、多数決に手を挙げてもらったり、隣のひととの小討論を促したりといった、何らかのはたらきかけはしているケースが多いだろう。そうした学生へのはたらきかけをうまく選択肢型の設問に落とし込むことができれば、元来過去問演習とは無縁な講義であったとしても、本稿で報告した手法を活用することは十分に可能だと思われる。その際、既存のクlickerシステムの詳しい活用事例 [5, 7, 8] がそのまま参考にできるというのもポイントである。

遠隔講義の実施にあたり、それによる教員側の授業準備の負担増加は極めて切実な問題である。たとえば仮に、入念な準備により平年の対面講義に勝るすばらしい授業を遠隔講義でもした、となれば一見聞こえはよい。しかしその一度の講義のために、他の授業や教務、研究活動などの質を落としたり、教員自身の身体的負担が過度に増加したりするのは元も子もない。COVID-19の流行が1シーズンだけの単発の現象ではなく、今後も長期的に続く可能性を考えると、遠隔講義の実施にともなう授業準備の負担は、教育の質を必要十分な水準に確保しつつ、過剰な負担増加は排した持続可能なレベルであることが望ましい。ひいてはそれが、コロナ禍における長期的な教育の質の向上へとつながるだろう。投票機能を用いた授業内演習は、昨今の遠隔講義環境において、現実的

で持続可能な教育の質の維持・向上に有効なツールだと考えられる。

その他の効果

最後に、投票機能とは直接関係はないが、遠隔講義によって得られた副次的な利点についても触れておきたい。

ひとつは、視聴覚呈示の質の向上である。筆者の教える学校では、基本的に配布資料は紙媒体で配布し、講義時にはプロジェクタでスライド資料を呈示して講義をしてきた。しかし教室に備えつけのプロジェクタは必ずしも高画質とは限らない。また教室のマイク・スピーカも、音量が不十分だったり、ハウリングが起こったりと、万全な音質ではないことも多い。その点、遠隔講義では、スライド資料は電子的に参加者画面に転送表示される。演者側が充分大きな画面で資料を開いている限り、参加者画面でみる視覚資料の品質は、教室のプロジェクタで投影するよりも総じて高水準だった。音声については、PCの内蔵マイクはくぐもりがちで、環境雑音の混入の可能性もあった。しかしこれは、安価なUSB接続の外部マイク導入だけで解決できた。授業評価でも「声が聞き取りやすく内容が分かりやすかった」「リモート授業だったので聞き取りやすかった」といったコメントが得られた。このあたりの事情は、もともとの学校ごとの設備の差もあり一概にはいえないが、筆者にとっては遠隔講義による思わぬ効果だった。

もうひとつ触れておきたい遠隔講義の副産物がある。それは講義の録画記録により、自身の講義を客観的に見直す機会となることだ。たとえばZoomには、デフォルトで配信内容をビデオ録画する機能がある。これを用い、通信障害等で聴講し損ねた学生のために授業の動画を残すというのは、自然な発想であろう。筆者の本務校のように、講義内容の録画を、授業終了後に学校側に提出することが義務化されている場合もある。となると、そのような利用のまえに、一旦自分で確認しておきたくなるのが人情だ。そしてそれは、自分の講義の内容や方法を見直す貴重な機会を与えてくれた。

少なくとも筆者にとって、自分自身の授業の様子をあとから視聴するというのはかなり憂鬱な作業である。外的に録音された自分の声は気味悪く聞こえるし、思わぬ質問にあたふたする自分の顔など見たくもない。しかし実際、意を決して確認してみると、想定していた以上に次々と改善すべき点が発見され、目の醒める思いだった。自分が無意識にこれほどフィラー語(「あー」「えっと」等)を口にしてしているとは思もしなかったし、自分のなかでは論理的につながっていたはずの説明が、あとから聴いてみると全然つながっていないということがままあった。こうした問題点に気づかなければ、今後も同じような講義を無分別に続けていたかと思うと、ぞっとする。

もちろん講義の録画など、やろうと思えば教室での対面講義でもできるから、なにもこれは遠隔講義特有の効果ではない。しかし「やろうと思えばできる」だけでは、人間、やりたくないことはやらないものである。デフォルトで録画機能を備えた遠隔講義という環境は、こうした教員側の怠惰を強制的に露わにする荒療治として、筆者にとっては極めて有効だった。

結論

COVID-19の流行は、日本中、世界中の教育のありかたに大きな変革を課している。しかしその結果導入された遠隔講義というあたらしい教育方法は、必ずしも悪い面ばかりでなく、リアルタイムでクラス全体の理解度を確認し、学生の参加意識も高める授業内演習の方法をもたらした。またこうした遠隔講義を通して、われわれ教員が自身の講義について内省する機会まで与えてくれている。コロナ禍における教育の質の低下がますます取り沙汰されるなか、こうしたやむを得ない状況までも逆手にとって、双方向性を確保したよりよい授業の実践を志していく必要があるだろう。

本稿の内容は、すでに遠隔講義を行なわれている向きには決して目新しい内容ではない。わざわざ言われなくても、投票機能を授業に活用されている先生は多いだろう。しかしなかには、運用前に投票機能の実用性を検討したいというケースもあ

るかもしれない。また本邦では最近、医学教育における遠隔講義の実践事例について多くの報告がなされ、教育現場における情報共有が充実してきた。(多機関からの現状報告の集約として、『医学教育』誌の特集「パンデミック下の医学教育—現在進行形の実践報告— [9] など。)しかしこうした報告でも、投票機能は簡便な「アンケート・クイズ機能」として紹介される例が多く、本稿のように対面講義のクリッカー活用の水準で授業内演習に重点活用した報告はみあたらなかった。こうした理由から、COVID-19の流行がどのように推移するかわからないなか、今後ながく続くかもしれない、遠隔講義というあたらしい環境における教育の質の向上の一助となることを願って、拙文を寄稿させていただくことにした。

文 献

1. Spathis P & Dey R: What is Zoom not telling you: Lessons from an online course during COVID-19. HAL hal 02936885, 2020
2. Barber M & Njus D: Clicker evolution: Seeking intelligent design. CBE Life Sci Educ **6**: 1-8, 2007
3. 鈴木久男, 武真正樹, 引原俊哉, 山田邦雅, 細川敏幸, 小野寺彰: 授業応答システム“クリッカー”による能動的学習授業: 北大物理教育での1年間の実践報告. 高等教育ジャーナル: 高等教育と生涯学習 **16**: 1-17, 2008
4. 武田直仁: クリッカー (授業応答システム) がもたらす双方向性授業の有用性と課題. 科教研報 **27**: 59-64, 2012
5. 大日向浩, 橋本眞明, 真先敏弘, 前島 洋, 江口英範, 菅沼一男, 松葉潤治, 川井伸夫: 大学教育への双方向コミュニケーションツール「クリッカー」の導入: 資格試験対策授業への適用. 帝京科学大学紀要 **11**: 161-168, 2015
6. Bucholz EK: Creating a welcoming and engaging environment in an entirely online biomedical engineering course. Biomed Eng Educ 2020
7. 籠谷隆弘: 授業応答システムと学習管理システムを活用した授業実践. 仁愛大学研究紀要 人間生活学部篇 **1**: 83-88, 2009
8. Levesque AA: Using clickers to facilitate development of problem-solving skills. CBE Life Sci Educ **10**: 406-417, 2011
9. 武田裕子: パンデミック下の医学教育—現在進行形の実践報告— 巻頭言. 医学教育 **51**: 198-199, 2020

「教育のページ」は学部学生、大学院生、ポスドク、教員などを対象に、生理学教育に関する取り組みや意見を紹介することを目的としています。原稿は Web (日本生理学会ホームページ) 上にも掲載されます。皆様のご投稿をお待ちしています。投稿規程は http://physiology.jp/magazine/contribution_rule/ をご参照ください。