

ラーニング・アシスタント介入による 履修生授業理解度についての傾向スコアマッチング分析

大野 正 智

要約

本研究は、ラーニング・アシスタントを導入したマクロ経済学入門の大学の授業で、ラーニング・アシスタントが履修生の問題解答に関与することで、履修生の学習理解が高まるかを傾向スコアマッチング法によって分析した。その結果、ラーニング・アシスタントの介入を複数回受けた履修生の方がそうでない履修生よりも学習理解度が高まることが明らかになった。

1. はじめに

大学教育において在學生を教育活動に関与させようとする流れが昨今目立つようになった。スチューデント・アシスタント制度はその代表例であり多くの大学で採用されているが、そのアシスタントの内容は各大学で様々である。日本では、「廣中レポート」と言われている文部科学省高等教育局（2000）にその考え方の起源とする研究が多い。例えば、立山（2013）では、同レポートにおけるⅡ1（2）に記載の「学生に対する教育・指導に学生自身を活用すること」に関するその後のスチューデント・アシスタント制度の変遷について論じており、関西大学のラーニング・アシスタント制度の事例も紹介している。一方、蝶（2011）は、同レポートにおけるⅠ1に記載の「学生に対する教育・指導の充実やサービス機能の向上」についてのその後の変遷について詳しく述べている。本稿では、前者の「学生に対する教育・指導に学生自身を活用すること」の観点より本学での事例を対象に、履修生への学習効果としてその統計的分析を行う。

2. ラーニング・アシスタント制度

米国では、スチューデント・アシスタントの一環として、Learning Assistant Alliance（2019）が、ラーニング・アシスタントを次のように定義している：

ラーニング・アシスタント（LA）とは、授業の担当教員や特別な教育学コースの指導を通じて、履修学生の学習への関与と責任を促す様々な教室環境において、履修学生グループ間の議論を促進させる学部生のことである。（p. 1, 筆者訳）

まず、第1にラーニング・アシスタントは、大学院生ではなく学部生であること。第2に通常の学部生ではなく教育提供者の一員としてその目的にかなった指導を受けていることがこの仕事の特徴である。その意味では、文部科学省高等教育局（2000）における「学生に対する教育・指導に学生自身を活用すること」と整合的であり、この活用される学生自身がラーニング・アシスタントという位置づけになる。

Learning Assistant Alliance（2019, p.2）によると、ラーニング・アシスタントの基本的な活動の要素は3つある。1つは、実際の授業運営に参加し履修者の学習を促す Practice、そして、授業参加にあたって担当教員と事前に次回の授業運営を立案する Content Prep Meeting、さらに、傾聴や質問あるいは考えを引き出すのに必要な教育学的見地からの訓練 Pedagogy Course の受講であり、この3本柱の仕組みを一般に「LAモデル」と言う。

Learning Assistant Allianceは、LAモデルを実施し評価するための方法を開発してきており、Herrera et al.（2018）によると、LAモデルはコロラド大学ボルダー校に端を発し、75以上の教育機関に広がったと報告している。このモデルの利用が全米に広がるにつれ、主に科学、技術、工学、数学分野¹の学部課程にLAが導入された。

本学では、LAモデルにおける Pedagogy Course を10週程度受講し終えた学生が、認定学習補助員（Qualified Learning Assistant, 以下QLA）として大学より承認され、その後、実際の授業においてLAとして毎週の Practice、そして、Content Prep Meetingに参加する仕組みになっている。

3. スチューデント・アシスタント導入による効果

Otero et al.（2010）は、LAモデルが学生やLA自身に学習効果をもたらし、教育や研究におけるLAの将来のキャリア展望を高めることを実証分析として報告している。この他にも、大学におけるLAの役割を評価するエビデンスに基づく提案は、主に、STEM分野の研究から生まれている（Herera et al., 2018; Knight et al., 2015; Otero et al., 2010; Thompson et al., 2020）。しかしながら、一方で、学校のサポートスタッフが、学生が学ばなければならない内容を理解する手助けをしているかどうかは定かではないと主張する研究もある。例えば、英国では、Blatchfordら（2009）が小中学校からデータを収集し、サポートスタッフ関与による生徒の学習改善はわずかであると結論づけている。

経済学教育に関する研究として、Swoboda and Feiler（2016）とBalaban et al.（2016）は、米国の大学において、それぞれブレンデッド・ラーニングや反転授業といった新しい学習スタイルを従来のスタイルと比較している。両者とも、新しいアプローチは伝統的な学習より

¹ Science, Technology, Engineering, and Mathematicsの教育でSTEM教育とも言う。

も学生にとって効果的であると主張している。一方、Leeら（2010）の研究では、オンライン宿題と従来の課題では、試験の得点に明らかな差がないことが示されている²。

まとめると、教育に関する新しい方法が有効かどうかは、研究対象とした条件下において導かれる結論であり、その条件下においても明確でない場合がある。したがって、新しい教育方法が汎用的な意味で有効かどうかの全体像をつかむには多くの研究成果を待つことになるであろう。本研究はその全体像解明への1つのステップと位置付ける。

3. 対象とする授業

本稿では筆者が担当した2019年の後期「マクロ経済学入門Ⅱ<1>」における本学QLAの活用が当該履修者への学習理解にどのようにつながったのかを分析する。なお、以下に論じる履修生への同意書ならびにコンセプトクイズについては、本学における2019年度の教育改革・改善プロジェクト「授業改善の成果をどう示すか？」の実施に基づいている。

当時、経済学部1年生授業は1学年500名相当を<1>～<4>の4クラスに分け1クラス130名程度で同じ教科書を使って講義が行われていた。一人の学生にとって前期と後期は同じ番号のクラスに振り分けられる。例えば、<1>クラスの学生はそのまま後期の<1>クラスの学生となる。そこで、学生*i*について、前期の<1>クラスでのデータを後期の<1>クラスのデータと合わせて使用することができる。本研究では、筆者が担当した<1>クラスについて分析を行う。具体的には、同意書で同意を得た1年生123名を対象とする。なお、この123名は、日本の高等学校を卒業した者あるいは高等学校卒業程度認定試験を合格した者から構成され、日本語を十分に使用できる均質な集団である。

マクロ経済学入門Ⅱ<1>のスケジュールは表1のようにになっている。授業の理解度の変化を見るため成績には反映しないコンセプトクイズ（CQ: Concept Quiz）を3回実施した。クイズの問題は、本講義にかかわらない外部の経済学専門家が作成し、中立性を担保した。コンセプトクイズはどの回も前半後半の2部構成になっている。そしてCQ1前半とCQ2前半が同じ問題、CQ2後半とCQ3後半が同じ問題になっている。したがって、CQ1前半からCQ2前半の点数の変化、CQ2後半からCQ3後半への点数の変化は当該学生の学習成果として解釈できる。ただし、初回のCQ1前半、CQ2後半は授業で行う前の内容の問題なのでこれら初回の問題ができたかどうかは当該学生の学習能力を十分に示しているとは言いがたい。むしろ、初回問題直前の正規の試験結果を見ることでその人の学習能力を示していると言える。したがって、CQ1前半の直前試験として前学期末試験結果、CQ2後半の直前の試験として11月5日実施の到達度確認テスト第1回の試験結果を当該学生の初期時点能力として含めることにす

² 大学の経済学教育に関する近年の研究成果はOno（2022）を参照。

る。

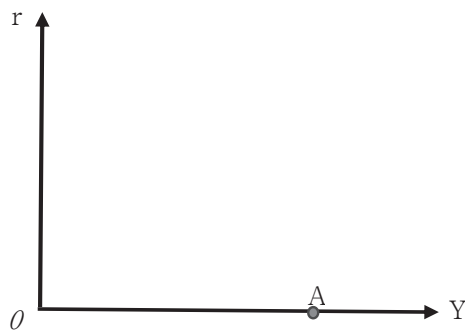
表1. マクロ経済学入門<1>のスケジュール

2019年度		授業実施日	Concept Quiz	QLA quiz	到達度確認テスト	期末テスト
前期：マクロ経済学入門Ⅰ<1>	期末試験	7月30日				✓
後期：マクロ経済学入門Ⅱ<1>	1	9月24日	第1回 (CQ1)			
	2	10月1日		✓		
	3	8日		✓		
	4	15日		✓		
	5	11月5日			第1回	
	6	12日		✓		
	7	19日	第2回 (CQ2)	✓		
	8	26日			第2回	
	9	12月3日		✓		
	10	10日		✓		
	11	17日			第3回	
	12	21日		✓		
	13	1月7日		✓		
	14	14日	第3回 (CQ3)	✓		
	15	21日				
	期末試験	28日				✓

図1. QLAクイズ解答シートの例

授業内クイズ

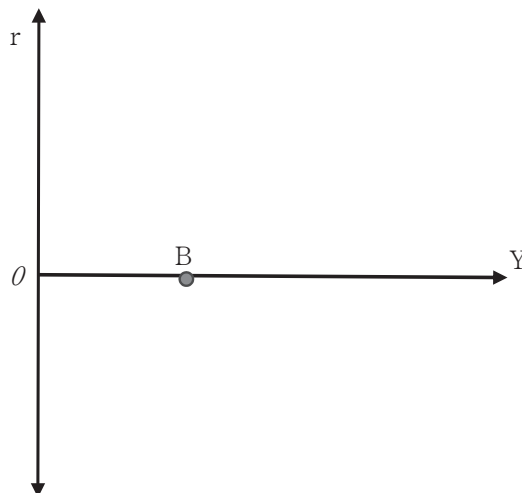
問1：



(※) 上記問いについて希望者挙手により近隣代表1名が正否をQLAからチェックを受けてください。チェックを受けた学生は隣席友人に解法を教えて結構です。最終的採点は回収後再度教員が行うので、チェックそのものは得点には関係ありません。

QLAチェック欄： _____

問2.



成績評価の平常点に含むものとして10回のクイズを実施した。QLAが関与する形で実施したので本稿ではこれをQLAクイズと呼ぶ。例として、図1に示しているようにクイズの前半部分が正解かどうかをQLAが確認する欄を設けており、後半部分は前半部分が正解であることがわかっていると解答しやすい出題となっている。ただし、※印にあるようにチェックを受けた学生は隣席友人に解法を教えていいので、そのグループの主導的學生がチェックを受ける可能性が高い。そして、チェックそのものは点数にならないのでチェックを受けずに後半部分の解答に進む学生もいる。

したがって、QLAチェックを受けたことでその後の学習成果が向上したのか、その後の学習成果が向上するような優秀な学生だからQLAチェックをしたのか、どちらなのかを識別する必要がある。そこで、本論文では、クイズ前半のQLAチェックを受けたことにより解答の自信につながり、QLAチェックを受けなかった学生より、クイズ後半の取り組みが向上し、結果、学生の学習効果が高まったと仮説を立て傾向スコアマッチング法を適用することによってその統計的分析を行う。

同様のQLAチェックは、2018年度後期「マクロ経済学入門Ⅱ」で行っている。ただし、2018年度後期では学期の後半にQLAチェック付きのクイズを、学期の前半にチェックなしのクイズを実施した。また、その前学期（2018年度前期同一クラスの「マクロ経済学入門Ⅰ」）の点数は当時の調査の範囲外であったため同意書の関係上使用できないといった制約がある³。そこで、Ono（2022）では、当時の条件下で、2018年度後期のデータについて最小二乗

³ 本学における2018年度の教育改革・改善プロジェクト「QLAの活用による授業改革」に基づいた調査。

法による分析を行った。この回帰分析では、2018年度「マクロ経済学入門Ⅱ」について、被説明変数を学生*i*の学期末試験の点数*z*値とし、説明変数に学生*i*のQLAチェック（論文では、QLA confirmationと表現）の学期中の合計回数、および、学生*i*に関するその他の諸変数を使用している。そして、説明変数間で多重共線性の問題がないことを確認したうえで、学生*i*のQLAチェック回数合計が学生*i*の学期末試験の点数*z*値に正に統計的に有意な影響を与えることを示している。また、学生*i*の授業内クイズ提出についてみると、QLAチェック付きのクイズの方がQLAチェックなしのクイズよりも学期末試験の点数*z*値により正の影響を与えることを示している。

今回の研究では同一クラスの前学期の学期末試験の点数を使用できること。また、コンセプトクイズの点数結果を使用できることがOno（2022）の2018年度「マクロ経済学入門Ⅱ」のデータ分析と異なる。さらに、分析方法として、傾向スコアマッチングを使用することにより、QLAチェックを利用した学生群と利用しない学生群とに分けることにより両者の学習成果の相違を明らかにする。2018年度と2019年度の研究の相違をまとめると、表2となる。

表2. 本研究と過去の研究の相違

	2018年度	2019年度
論文	Ono（2022）	本研究
本学の教育改革・改善プロジェクト名	QLAの活用による授業改革	授業改善の成果をどう示すか？
対象科目・クラス	後期・マクロ経済学入門Ⅱ・<1>	後期・マクロ経済学入門Ⅱ・<1>
同一クラスの前学期データ	使用不可	使用可
コンセプトクイズの実施	0回	3回
授業内クイズの実施	QLAチェックつき7回 QLAチェックなし7回	QLAチェックつき10回 QLAチェックなし0回
分析手法	最小二乗法	傾向スコアマッチング

4. 分析方法

本節では分析方法について説明する。まず、傾向スコアマッチング利用時の変数の扱いは表3のようになる。

表3. 傾向スコアマッチングでの変数

結果 (Outcome) 変数	前回のコンセプトクイズから今回のコンセプトクイズへの学生 i の得点変化
処置 (Treatment) 変数	前回と今回のコンセプトクイズの間での授業の QLA クイズで、学生 i が QLA を利用したかしないか。
共変数 (Covariate)	前回のコンセプトクイズ及びその実施前の学生 i のテスト点数

次に、分析に使用する変数の定義は表4のようになる。

表4. 変数の定義

記号	定義
QLA1	QLA チェックが1回以上の学生 i の場合=1, 0回の場合=0
QLA2	QLA チェックが2回以上の学生 i の場合=1, 2回未満の場合=0
CQ1	コンセプトクイズ第1回9月24日前半20点満点(45度線分析)の学生 i の点数
CQ2a	コンセプトクイズ第2回11月19日前半20点満点(45度線分析)の学生 i の点数
CQ2b	コンセプトクイズ第2回11月19日後半20点満点(マクロモデル)の学生 i の点数
CQ3	コンセプトクイズ第3回1月14日後半20点満点(マクロモデル)の学生 i の点数
final1	学生 i の前期末試験点数 z 値
midn5	到達度確認テスト第1回11月5日点数24点満点の学生 i の点数

分析は、3種類の期間について行った。それぞれの期間における結果変数、処置変数、共変数は表5の通りである。

表5. 2019年度後期における各期間の変数

後期前半	コンセプトクイズ1(9月24日)~コンセプトクイズ2(11月19日)
結果 (Outcome) 変数	CQ2a-CQ1
処置 (Treatment) 変数	QLA1, あるいは, QLA2
共変数 (Covariate)	CQ1, final1
後期後半	コンセプトクイズ2(11月19日)~コンセプトクイズ3(1月14日)
結果 (Outcome) 変数	CQ3-CQ2b
処置 (Treatment) 変数	QLA1, あるいは, QLA2
共変数 (Covariate)	CQ2b, final1, midn5
後期全体	コンセプトクイズ1(9月24日)~コンセプトクイズ3(1月14日)
結果 (Outcome) 変数	CQ3-CQ1
処置 (Treatment) 変数	QLA1, あるいは, QLA2
共変数 (Covariate)	CQ1, final1

推計については、統計ソフトSTATAバージョン18における“teffects psmatch”コマンドを使用し、結果変数については、ATE (Average Treatment Effect) について検証した。なお、傾向スコアの推計はSTATAで既定のロジスティックモデルを使用した。今回の分析に照らし合わせてみれば、以下ようになる。QLAチェックを受けた学生群と受けなかった学生群がある。片方のグループの学生*i*に対し、共変数に基づく傾向スコアが最も近いもう片方のグループの学生を学生*i*の対とし、結果変数であるコンセプトクイズの点数変化についての両者 ($Y_i(1)$ と $Y_i(0)$) に差があるかどうかを観測値数*n*の平均値としてz検定を行うものである。すなわち、

$$ATE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i(1) - Y_i(0))$$

について、ATEがゼロであるという帰無仮説に対し、z検定を行うことになる (岩崎 [2015] 参照)。

5. 記述統計

表6は分析に使用する変数の記述統計を示している。CQ1とCQ2aは同じ問題であり平均 (mean) は10.7から11.9へと上昇している。両平均値が同じであるという帰無仮説に基づくWelchの検定⁴を行うと、そのt値は1.5286であり両側検定でp値は0.1278となる。つまり、10%水準では両平均値の差は統計的に有意とは言えない。一方、CQ2bとCQ3は同じ問題であり平均 (mean) は0.389から2.852へと上昇している。同じくWelchの検定を行うとそのt値は7.9745であり両側検定でp値は0.000となる。つまり、後半のCQ2bからCQ3への平均点変化については、1%水準で統計的に有意となり、CQ2bからCQ3において、クラス平均として学習理解の向上が見られたことになる。

表6. 記述統計

Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
final1	117	0.000	1.004	-2.387	1.9
midn5	113	12.991	5.462	0	24
CQ1	114	10.667	6.269	0	20
CQ2a	103	11.942	6.013	0	20
CQ2b	103	0.389	0.832	0	3.64
CQ3	95	2.852	2.903	0	10

⁴ この検定は、母分散は等しくないことを前提としている (縄田 [2000] 参照)。

表7は、処置変数における1の値の数を示している。QLA1よりQLA2の方が少なくなるのは定義上明らかである。

表7. 処置変数

期間	処置変数	1の学生数
前半	QLA1	29
	QLA2	8
後半	QLA1	26
	QLA2	10
全体	QLA1	42
	QLA2	16

6. 推計結果

表8-Aは、前半における傾向スコアマッチングによるATEの結果である。前半1ではATEがマイナスの値となっておりP値が0.725で統計的に有意ではない。一方、前半2である処置変数をQLA2とした場合は、ATEは2.277でP値が0.047となっており5%水準で統計的に有意となっている。つまり、この期間に2回以上QLAチェックを受けた学生はそうでない学生よりもコンセプトクイズの点数の上昇が平均で2.277だけ高く、この差は統計的に有意であることを示している。

表8-A. 前半における傾向スコアマッチングの結果

前半	ATE (CQ2a-CQ1)	S.E.	z	P> z	処置変数		共変数	
					QLA1	QLA2	CQ1	final1
1	-0.473	1.348	-0.35	0.725	✓		✓	✓
2	2.277	1.146	1.99	0.047		✓	✓	✓

表8-Bは、後半における傾向スコアマッチングによるATEの結果である。後半1ではATEがプラスの値ではあるがP値は0.112であり10%水準では統計的に有意ではない。一方、後半2である処置変数をQLA2とした場合は、ATEは2.586でP値は0.065であり10%水準で統計的に有意となっている。つまり、この期間に2回以上QLAチェックを受けた学生はそうでない学生よりもコンセプトクイズの点数の上昇が平均で2.586だけ高くなり、この差が統計的に有意であることを示している。

表8-B. 後半における傾向スコアマッチングの結果

後半	ATE (CQ3-CQ2b)	S.E.	z	P> z	処置変数		共変数		
					QLA1	QLA2	CQ2b	final1	midn5
1	0.995	0.626	1.59	0.112	✓		✓	✓	✓
2	2.586	1.402	1.84	0.065		✓	✓	✓	✓

表8-Cは、後期全体期間における傾向スコアマッチングによるATEの結果である。この場合、期間最初のコンセプトクイズCQ1と期間最後のコンセプトクイズCQ3は問題内容が異なるので、前半や後半のように期間最初と期間最後のコンセプトクイズの問題内容が同じ場合よりはその比較の厳密性は弱くなる。ただし、表4にあるように全体ではQLA1やQLA2で値が1になる学生が前半や後半より多くなるので全体期間も推計を試みた。全体1ではATEはマイナスの値でP値は0.246であり10%水準で統計的に有意ではない。一方、全体2である処置変数をQLA2とした場合は、ATEは3.671でP値は0.000であり1%水準で統計的に有意となっている。つまり、この期間に2回以上QLAチェックを受けた学生はそうでない学生よりもコンセプトクイズの点数の上昇が平均で3.671だけ高く、この差は統計的に有意であることを示している。

表8-C. 後期全体における傾向スコアマッチングの結果

全体	ATE (CQ3-CQ1)	S.E.	z	P> z	処置変数		共変数	
					QLA1	QLA2	CQ1	final1
1	-0.855	0.737	-1.16	0.246	✓		✓	✓
2	3.671	0.916	4.01	0.000		✓	✓	✓

上記3種類の期間とも2回以上QLAチェックを受けた学生のコンセプトクイズの上昇は有意な結果が得られた。その意味ではQLAを複数回利用することは学生にとって学習効果を高める要素になるものと言える。

7. おわりに

本研究では、2019年度のクラスで、QLAの利用の有無を2グループで分割することにより、クイズ解答中の履修生にQLAが複数回関与することで履修生の学習理解度がそうでない履修生より高まることがわかった。このことは、2018年度クラスで、QLAの利用回数の増加が履修生の学習効果を高めると報告しているOno (2022)とも整合的である。ただし、どちらも履修生110名程度を対象としているので、対象学生をより多くした状況で同様の分析を進め

る必要があると考える。

謝辞：本研究は、2020～2021年度の長期研修において筆者が行った研究成果の一部である。研修の機会を与えていただいた関係各位、及び、研究に協力した学生、本学QLA及び関係教職員の方々に感謝申し上げます。

(成蹊大学経済学部教授)

参考文献

岩崎 学 (2015), 『統計的因果推論』, 朝倉出版。

立山博邦 (2013), 「大学におけるスチューデント・アシスタント (SA) 制度の考察 ―日米比較の視点から―」, 『社会システム研究』, 第26号, pp.137-150.

<https://www.ritsumeai.ac.jp/acd/re/ssrc/result/memoirs/kiyou26/26-09.pdf> (2023年10月12日アクセス)

蝶 慎一 (2010), 「[学生の視点] からみる学生支援」, 『大学経営政策研究』, 第1号: pp.167-183

https://ump.p.u-tokyo.ac.jp/pdf/2010_shinichicho.pdf (2023年10月12日アクセス)

縄田和満 (2000), 『Excelによる統計入門 (第2版)』, 朝倉出版。

文部科学省高等教育局 (2000) 『大学における学生生活の充実方策について (報告) ―学生の立場に立った大学づくりを目指して―』

https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/286184/www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/012/toushin/000601.htm (2023年10月9日アクセス)

Balaban, Rita A., Donna B. Gilleskie, and Uyen Tran. 2016. A quantitative evaluation of the flipped classroom in a large lecture principles of economics course. *The Journal of Economic Education* 47 (4):269-287. doi: 10.1080/00220485.2016.1213679.

Blatchford, Peter, Paul Bassett, Penelope Brown, Maria Koutsoubou, Clare Martin, Anthony Russell, and Robert Webster, with Christine Rubie-Davies. 2009. Deployment and Impact of Support Staff in Schools: The Impact of Support Staff in Schools (Results from Strand 2, Wave 2). University of London. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10001336/>.

Herrera, Xochith, Jayson M. Nissen, and Ben Van Dusen. 2019. Student Outcomes Across Collaborative-Learning Environments. *2018 Physics Education Research Conference Proceedings*. doi: 10.1119/perc.2018.pr.herrera.

Knight, J. K., S. B. Wise, J. Rentsch, and E. M. Furtak. 2015. Cues Matter: Learning Assistants Influence Introductory Biology Student Interactions during Clicker-Question Discussions. *CBE*

- Life Sci Educ* 14 (4):1-14. doi: 10.1187/cbe.15-04-0093.
- Learning Assistant Alliance. 2019. Learning Assistant Model Implementation Guide. Learning Assistant Alliance. <https://learningassistantalliance.org/index.php>.
- Lee, William, Richard H. Courtney, and Steven J. Balassi. 2010. Do Online Homework Tools Improve Student Results in Principles of Microeconomics Courses? *American Economic Review* 100 (2):283-286. doi: 10.1257/aer.100.2.283.
- Ono, Masanori. 2022. "A Quantitative Investigation into Student Outcomes from Learning Assistant Engagement in Economics Class Hours," *Journal of Economics and Business Administration, Seikei University*, Vol.53, No.1 <http://hdl.handle.net/10928/1524>
- Otero, Valerie, Steven Pollock, and Noah Finkelstein. 2010. A physics department's role in preparing physics teachers: The Colorado learning assistant model. *American Journal of Physics* 78 (11):1218-1224. doi: 10.1119/1.3471291.
- Swoboda, Aaron, and Lauren Feiler. 2016. Measuring the Effect of Blended Learning: Evidence from a Selective Liberal Arts College. *American Economic Review* 106 (5):368-372. doi: 10.1257/aer.p20161055.
- Thompson, Amreen Nasim, Robert M. Talbot, Leanne Doughty, Hannah Huvad, Paul Le, Laurel Hartley, and Jeffrey Boyer. 2020. Development and application of the Action Taxonomy for Learning Assistants (ATLAS). *International Journal of STEM Education* 7 (1):1-14. doi: 10.1186/s40594-019-0200-5.