

オンライン型の反転授業モデルの一提案

笠原広夢^{*1}, 高野泰臣^{*2}, 上野春毅^{*1}, 山川広人^{*3}, 小松川浩^{*1},

^{*1} 公立千歳科学技術大学大学院光科学研究科, ^{*2} 株式会社インフラトップ,

^{*3} 公立千歳科学技術大学理工学部,

A Proposal of Flipped Classroom under Online Education

Hiromu KASAHARA^{*1}, Yasuomi TAKANO^{*2}, Haruki UENO^{*1}, Hiroto YAMAKAWA^{*3},
Hiroshi KOMATUGAWA^{*1}

^{*1} Graduate School of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology,

^{*2} Infracorp Inc.,

^{*3} Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

本研究チームでは、これまでに適応型学習支援システムを活用した反転学習モデルを提案して実証評価を行ってきた。本稿では、自律的な学びをより一層促すことを狙い、反転学習モデルをオンライン化した授業モデルを提案する。プログラミング系科目の授業に適用し、検証結果をもとに提案する授業モデルの評価を行う。

キーワード: オンライン授業, 自己調整学習, 反転学習

1. はじめに

Society 5.0 時代に向けた人材育成においては、学習者自身がサイバースペースを積極的に活用しながら、自律的な学びを進められる能力の養成が重要となる^①。高等教育における自律的な学びの観点においては、学習者自ら目標を設定し、学びを振り返りながら、主体的に目標を達成する自己調整学習を行える事が重要とされており、それらを誘引する授業設計が注目されている^②。その一つに反転型の授業モデル(以下、反転学習モデル)がある。反転学習モデルの予習段階においては、学習の内容や取り組むタイミングなどの選択や決定の権限を学習者に委ねる事で、学習者の自律性を高めることに繋がるとされている。今後、サイバースペースを利用して授業時間内で実施している学習活動を予習段階に預けることで、さらに自律性を高められることが期待できる。

本研究チームの先行研究では、知識の体系性を前提とする高等教育において、知識の定着・活用・応用を複数週の期間を用いて段階的に達成するための反転学習モデルの提案している^③。先行研究では、予習段階

において、学習者自身が自律的に授業に向けた準備を行う事が可能となった。また、単元を複数週かけて扱っていく授業設計としており、初期段階は各学習者の理解度が異なる状態であったとしても、各学習者が複数週の期間の中で、自己調整的に学びを進め、学習目標を達成していくことが可能となった。一方、これらの先行研究では、授業時間内に実施されている学習活動に関しては、教員の介在・指示のもとで時間制約を受けた中で学びが進められており、この点について各学習者が自律的な学びを行う環境とはなっていない。

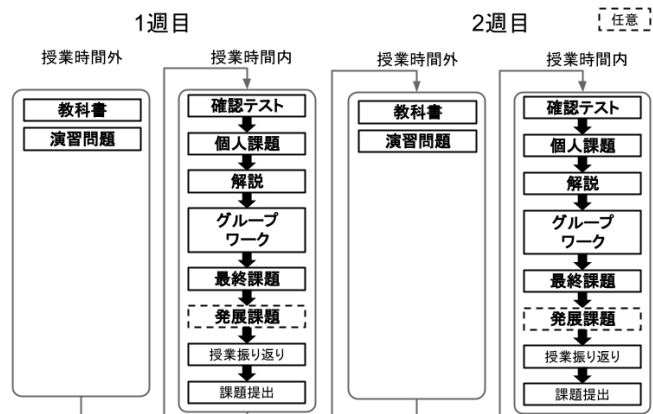
そこで本研究では、サイバースペースを積極的に活用し、先行研究の反転学習モデルをオンライン型に拡張して、より学習者が自律的に学習を進められる授業モデルを提案し、それらの評価を行うことを目的とする。具体的には、グループワーク以外の学習活動を、LMS などを用いて非同期型で授業時間外に取り組む課題として課し、授業形式も対面型からビデオ会議ツールを用いたオンライン型に切り替え、授業時間内ではグループワークのみを実施する授業モデルである。これらを2020年度の授業に適用し、オンライン授業に対する学習者の意識調査や学習活動の多様化、及びそれらと

の成績の関係性などを分析し、提案する授業モデルの評価を行う。

2. 授業モデル

2.1 先行研究の授業モデル

先行研究では、知識の定着・活用・応用を複数週の期間を用いて段階的に達成するための反転学習モデルを提案し対面形式で授業を実施した。反転学習モデルを図1に示す。



※画像サイズの関係上、省略しているが、3週目も同様の授業モデルとなる

図 1 先行研究の反転学習モデル

反転学習モデルでは各週の学習目標を設定し、3週で1つの単元の習得を目指す。単元の学習目標は3段階のルーブリックで規定され、それぞれが各週の学習目標に呼応している。1週目の学習目標に呼応するルーブリックは「単元全体の基本的な知識と概要を理解する」とした。2週目は1週目の基本的な知識と既習知識の関係性を意識して、ルーブリックは「知識を組み合わせて課題を解く」とした。3週目は知識の応用力の養成を目的に、ルーブリックは「発展的な課題の解決を図る」とした。また、予習教材として展開している「演習問題」は7段階のレベル別に整備しており(以下、レベル別教材)、各レベルは規定した3段階のルーブリックに対応している。ルーブリック・授業週・レベル別教材の対応を表1に示す。レベル1~2の内容が知識の定着(第1週目の授業内容)、レベル3~5の内容が知識の活用(第2週目の授業内容)、レベル6~7の内容が知識の応用(第3週目の授業内容)を意識した内容となっている。また、先行研究で開発した適応型学習支援システムにはレベル別教材を活用した適応型のテスト機能(以下、CAT: Computer adaptive testing)を

有している。本研究で扱うCATは、教師が日頃作成している演習問題を予習の理解度テストとして流用する利便性を優先して、IRT(Item Response Theory)に基づく精緻な形式ではなく、簡便化したものを採用している⁽³⁾。具体的には、教師が設定したルーブリックに沿って分類された7段階の難易度の問題群を活用し、この難易度を持つ問題群の正否情報から得られる7段階の能力値を予習の理解度として定義している。

表 1 ルーブリック・授業週・レベル別教材の対応

ルーブリック	知識の定着	授業週	レベル別教材
ルーブリック 1	知識の定着	1 週目	レベル 1 レベル 2
ルーブリック 2	知識の活用	2 週目	レベル 3 レベル 4 レベル 5
ルーブリック 3	知識の応用	3 週目	レベル 5 レベル 6

反転学習モデルの各学習活動について説明する。まず学習者は授業時間外で予習教材に取り組む。予習教材はLMSを用いて「教科書」と「演習問題」を提供している。授業の開始時にCATを活用した「確認テスト」を実施し予習段階の理解度を確認する。次にワークシートを配布し「個人課題」に取り組む。その後「グループワーク」を行い、知識の共有を図る。グループワーク終了後は各個人で「最終課題」に取り組み、任意で「発展課題」も行う。最後に、予習を含む授業内外での学びの振り返りを行う。これらのサイクルを繰り返す事によって、知識の定着・活用・応用を目指す。尚、中には「個人課題」の解決に苦戦する学習者が一定数いるため、グループワーク前に教員による課題の解説および教員やTAによる教室内の机間巡視をすることでサポートを行っている。

2.2 提案する授業モデル

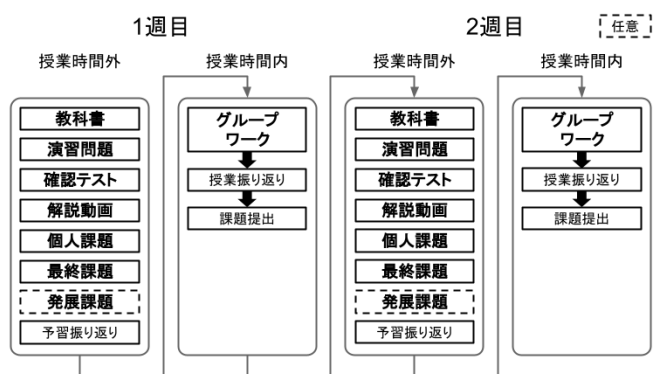
提案する授業モデルでは、先行研究の反転学習モデルをオンライン型に拡張し、より学習者の自律的な学習を促すことを狙っている。本研究で提案する授業モデルを図2に示す。先行研究の反転学習モデルとの主な変更点は以下の6点である。

1. 「個人課題」「最終課題」「発展課題」を非同期型で授業時間外に取り組む課題として公開した。
2. CAT による確認テストを非同期型で授業時間外に取り組む学習活動とした。
3. 教員による解説動画を LMS 上に用意し、非同期型で授業時間外に取り組む教材として公開した。尚、内容としては個人課題の解説を中心に、必要となる知識や考え方を説明した動画である。
4. 授業時間外での学習状況を把握させるために「予習の振り返り」を行わせた。
5. TA に対してメールで課題の質問を行うことができる非同期型の質問形式を新たに設置した。
6. グループワークは Zoom を用いた同期型のオンライン授業で実施。

な学習を行うことが求められることを意味する。つまり、提案する授業モデルは学習者の自律的な学習を促すことを狙った授業モデルとなっている。また、自律的な学習では自己の学習状況を把握することも重要である。そのため、学習者自身に授業時間外での学習活動の状況を把握させるために、予習の振り返りを行わせた。

次に、質問形式について述べる。先行研究の反転授業モデルでは、ワークシートなどの課題は授業時間内に教室内で取り組んでいた。教員や TA による教室内の机間巡視をすることでサポートを行っており、学習者はその場で質問ができ、疑問の解消を行っていた。一方、提案する授業モデルでは非同期型で学習活動の多くを展開しており、学習者によって課題に取り組むタイミングも様々であり、それにより、疑問が発生するタイミングも様々である。そのため、学習者がいつでも質問を行えるよう、TA に対してメールで課題の質問を行うことができる非同期型の質問形式を新たに設置した。

次に、授業時間内で行うグループワークに関して説明する。グループワークはビデオ会議ツールである Zoom を用いて、同期型のオンライン授業を実施した。具体的には、学習者を 1 グループあたり 3~4 人のグループに振り分ける。その後、TA の人数に応じて作成したグループをいくつかの群に分ける。群ごとに指定された時刻に集まり、Zoom のブレイクアウトルーム機能を用いてグループメンバー(3~4 人)と TA(1 人)でグループワークを行う。グループワークでは、進行役やタイムキーパーなどの役割を設定する。その後、進行役を中心に、画面共有などを用いて最終課題の知識の共有や疑問の解決を行う。TA は進行に支障が出た場合や学習者間で解決しなかった問題の解説をする他、学習者の理解度を記録することとした。



※画像サイズの関係上、省略しているが、3週目も同様の授業モデルとなる

図 2 提案する授業モデル

先ず、授業時間外で取り組む学習活動に関して説明する。従来、「個人課題」「最終課題」「発展課題」は授業時間内で取り組む課題として提示していたが、それを授業時間外に取り組む学習活動として事前に公開した。また、教員による解説も動画化して LMS 上で展開し、CAT による「確認テスト」についても授業時間外に取り組む学習活動とした。これらにより、先行研究の反転授業モデルと比較して、授業時間外に非同期型で取り組める学習活動が増加したこととなる。このような学習環境を提供することで、学習者は授業時間外で学習活動と取り組むタイミングを自由に選択することができる。これは同時に、各学習活動に対して教員による介在が減少し、学習者は今まで以上に自律的

3. 検証と評価

本研究で提案する授業モデルを公立千歳科学技術大学の情報科の授業に適用し、授業モデルの検証と評価を行った。検証は 2020 年度前期に行われた C プログラミング、2020 年度後期に行われた Java プログラミングとアルゴリズムとプログラミングの 3 つの授業で

ある。各授業は全 15 週で構成された 2 年次必修科目であり、それぞれプログラミング言語についての基礎や、アルゴリズムについて学習を行う。各授業の最終週では、オンライン型の授業に対する意識や提案した授業モデルに関して質問紙による調査を実施した。2020 年度後期に行われた期末試験の成績と質問紙調査から得られた結果の関連性なども分析した。尚、期末試験に関しては知識の定着と活用能力を問うものとなっている。

3.1 オンライン授業に対する意識調査

3.1.1 前期授業と後期授業の比較と傾向

まずは検証科目に関わらずオンライン授業全般に対する学習者の意識調査を行った。調査は対面形式の授業とオンライン形式の授業を比較してどちらが良いかという質問を選んだ形式の理由とともに記述させることで行った。調査は前期授業(n=87)と後期授業(n=74)のそれぞれで実施した。調査結果を図 3 に示す。前期では、オンライン授業を支持する層の割合が 5 割程度であることがわかった。後期は前期と比較して、オンライン・対面のどちらも支持しない層の割合が減少し、オンラインを支持する層の割合が増加したことを確認した。

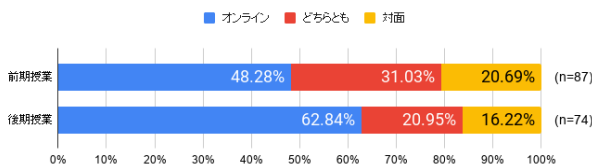


図 3 2020 年度の前期と後期に実施した授業形式に対する各支持層の割合

次に、2020 年度における各支持層の理由の分析を行った。オンライン授業を支持する層の理由としては、「通学が不要であり、時間に余裕ができる」や「大学に通学する分の時間で学習ができるため」などの通学時間の削減に関する理由が最も多かった。次に多かった理由としては、「オンラインで特に不便を感じなかったため」や「対面授業と同じクオリティの授業が受けられるから」といった対面授業の形式と遜色なくオンラインで授業が受けられるためという理由であった。次に多かった理由としては、「自分の好きなタイミングで課題にじっくり取り組むことができるから」や「難しいところを何度も見直して理解することができたか

ら」といったオンライン授業特有の学習スタイルに関する理由であった。また、サイバー空間の活用の観点においては「ビデオ会議の画面共有機能を用いたソースコードの共有が、紙媒体と比べて便利だと感じたため」や「授業が動画として残っているため、何回も見返すことができるから。」といった理由も確認された。

対面授業を支持する層の理由としては、「友達にも聞きやすく TA (Teaching Assistant) さんにも質問しやすいため」や「オンラインだと分からないところを気軽に聞きづらいというのが個人的にはありました」といったオンライン形式における質問のしづらさに関する理由が最も多かった。

3.2 提案する授業モデルの評価

3.2.1 提案する授業モデルに関して

先行研究の反転学習モデルとの比較を通して、本研究で提案する授業モデルの評価を行った。提案モデルを適用した授業を受講した学習者は、1 年次に先行研究の反転学習モデルを適用した情報科 1 年必修科目である情報技術概論を受講している。そのため、本稿で提案する授業モデルを「今年度の授業形式」とし、先行研究のモデルを「昨年度の授業形式」とした上で、どちらの授業形式を支持するかとその理由に関して、質問紙による調査を行った。調査は Java プログラミング(n=66)とアルゴリズムとプログラミング(n=78)の授業それぞれで実施した。調査結果を図 4 に示す。今年度の授業形式を支持する回答が 8 割以上を占めており、多くの学習者が提案する授業モデルを肯定的に捉えていることが確認された。

今年度の授業形式を支持した理由としては「課題に取り組める時間が増えた」などの課題の取り組み時間の増加に関する内容や「授業内の時間だけより、自分のタイミングで学習して理解したほうが定着しやすいから」といった自律的な学びに関する内容が多く見られた。これは、グループワーク以外の学習活動を非同期型で予習段階に取り組む課題として課すことで学習者が各課題を自らの裁量で取り組めるような授業形式を学習者が肯定的に捉えて学習を進められていると考えられる。

一方、昨年度の授業形式を支持した理由としては「今年度の形式では理解が進まなかった」や「質問が

しにくい」などの意見が見られた。今回の授業ではメールで質問を受け付ける形式とした。対面とは異なって教員や TA による教室内の机間巡視などの接触する機会が得られなく、メールでの質問対応を受け付けてはいたものの、対面と比べると教員や TA に質問するハードルが上がっている可能性が伺える。

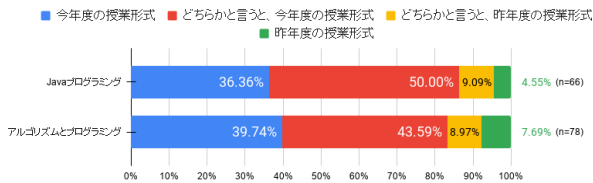


図 4 授業別の昨年度と今年度の授業形式の支持層の割合

次に、今年度の授業形式の満足度と最終的な成績の関係性を調べた。アルゴリズムとプログラミングにおける各支持層と期末試験の成績を用いて分析を行った。今年度の授業形式を支持すると回答した学習者と昨年度の授業形式を支持すると回答した学習者の 2 群に分けた。各群の成績の分布を図 5 に示す。また、各群の成績の平均値を算出したところ、今年度の授業形式を支持する群で 62.46、今年度の授業形式を支持する群で 48.00 となった。この 2 つの平均の差に関して t 検定を行ったところ、有意な差が見いだされた ($t=0.0157$, $df=73$, $p<0.05$)。検定結果を表 2 に示す。これより、今年度の授業形式を支持した学習者のほうが、成績が有意に高いことが分かった。

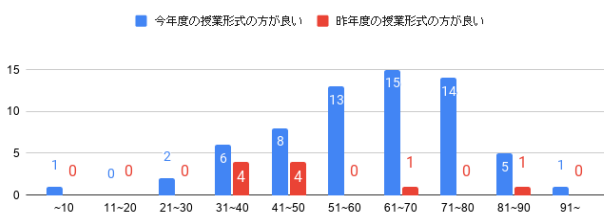


図 5 授業形式支持別の学習者の成績分布 (アルゴリズムとプログラミング)

表 2 授業形式支持別の成績に関する統計情報 (アルゴリズムとプログラミング)

授業形式	人数	平均点	標準偏差
今年度を支持	65	62.46	17.26
昨年度を支持	10	48.00	15.03

$t=0.0157$, $df=73$, $p<0.05$

次に、アルゴリズムとプログラミングの授業の今年度と昨年度の期末試験の成績に関する比較を行った。成績の分布を図 6 に、統計情報を表 3 に示す。これらの結果より、今年度の成績に関しては昨年度と分布が近いものになっており、平均と標準偏差も昨年度と大差ないことが確認された。尚、今年度と昨年度で授業内の扱っている内容が一部異なる部分があったため、共通の知識領域の試験結果のみを抽出して比較している。これらより、授業形式をオンライン型に変更しても、対面型の授業形式と同程度の知識の定着と活用の能力を担保できることが分かった。

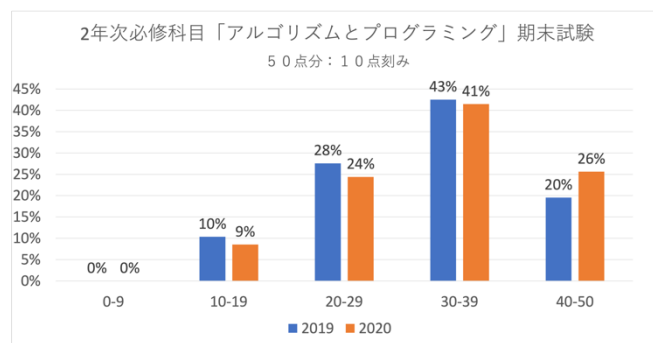


図 6 今年度と昨年度の期末試験の成績分布 (アルゴリズムとプログラミング)

表 3 今年度と昨年度の期末試験の成績に関する統計情報(アルゴリズムとプログラミング)

年度	人数	平均点	標準偏差
今年度	82	31.0	9.6
昨年度	87	29.7	9.3

2.2 予習段階の学びの多様化に関して

予習段階において学びがどの程度多様化されたかについて調べた。グループワーク以外の学習活動を非同期型で授業時間外に取り組む課題として課したことによる学習活動の取組順序のパターンの変化を調査した。具体的には「教科書」「演習問題」「解説動画」「確認テスト」「ワークシート」「発展課題」の 6 つの学習活動に関して、予習段階でどのような取組順序であったかを質問紙で調査した ($n=78$)。尚、「ワークシート」に関しては、「個人課題」と「最終課題」の 2 つ指し、「発展課題」に関してはワークシート上に載っているものであったが任意で取り組む課題としていたため、別の

項目として取組順序を調査した。取組順序のパターンを調べた後、昨年度の授業時間内と同様の順序で行ったものと、異なる順序で行ったものの2つの群に分類した。アルゴリズムとプログラミングの授業に関して分類した結果を表4に示す。分類結果から約6割の層が昨年度とは異なった順序で学習に取り組んでいたことが分かった。これらの結果より、学習者が自律的に学習を進めており、学習者毎に異なる学びが行われていることが確認できた。

表4 学習活動の取り組み順序に関する分類結果
(アルゴリズムとプログラミング)

順序	人数	割合
昨年度と同様の順序	31	39.74%
昨年度と異なる順序	47	60.26%

3.2.3 グループワークのオンライン化に関して

グループワークの実施形式について、先行研究の反転学習モデルで行われた対面形式と提案する授業モデルで行われたオンライン形式のどちらを支持するかとその理由を質問紙で調査した。調査はJavaプログラミング(n=66)とアルゴリズムとプログラミング(n=78)の授業それぞれで実施した。調査結果を図7に示す。調査結果から約6割の層が今年度行ったオンラインでのグループワークを支持していることがわかった。オンライン形式のグループワークを支持している理由として「画面共有でお互いのコードは見やすかったから」「データの共有がしやすい」などプログラミングの授業とサイバー空間の相性を活かすことができている内容や「オンライン上でのやりとりの方が気兼ねなく話せるため」「グループワークでいえばオンラインの形式のほうが話しやすく、理解しやすかったため」など対面形式に比べて、Zoom上でのやり取りの方がグループワークを行いやすい層が一定数いたことが分かった。一方、昨年度行った対面のグループワークを支持している理由としては「顔を直接見た方が距離感をつかみやすく、グループワークが円滑に進むため」「人の顔が見えるため」など顔や表情に言及している内容や「相手が話そうとしているかどうかのタイミングがつかみにくいから」「Zoomでは一方的に話してしまうため。」などZoomでのグループワークでは話

しにくいという内容の理由が一定数存在した。各学習者はそれぞれ異なる環境でグループワークを行っているため、各学習者の事情を考慮し、ビデオの表示は任意としていた。そのため、学習者によってはカメラを非表示することで表情が相手に見えない状況が発生し、学習者同士で表情や話すタイミングなどが把握しにくいなどの課題が明らかになった。

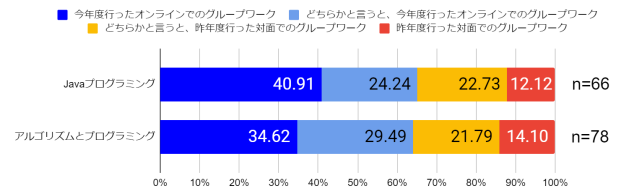


図7 授業別のグループワークの支持層の割合

4. 考察

まず、オンライン授業に対する意識への考察を述べる。傾向としてはオンライン授業の支持層が前期に関しては48.28%であり、後期に至っては6割を超えていた。このことから、オンライン授業は学習者に徐々に受け入れられつつあることが分かる。オンライン授業を支持した層の中には、サイバー空間を積極的に活用して学習を進めている学習者も一定数確認できた。一方、対面授業を支持する層も2割程度存在した。理由を確認すると、質問のしづらさへの指摘が多数を占め、オンライン授業に対する課題が明らかとなった。

次に、提案する授業モデルへの考察を述べる。質問紙調査により、提案する授業モデルを支持する回答が8割以上を占めた。支持する理由の中には、課題の取り組み時間が増加したことや自分のペースで学習を進められることを肯定的に捉えている学習者が多く見られた。また、質問紙調査により、予習段階における学習活動の取り組み順序に複数のパターンが現れ、学習者の学びが多様化されたことが確認された。これらより、予習段階における学習活動の選択肢を増やした事によって、自律的な学習が誘引されることが示唆された。成績の比較においては、今年度と昨年度で大きな差がないことが確認された。これは、予習段階で学習者に預けられている学習活動が昨年度に比べて多いにも関わらず、昨年度と同程度の知識の定着と活用能力を担保できたと考えられる。一方、非同期型の質問形式に関しては、主に昨年度の授業形式を支持した層

より質問のしづらさに対する指摘が目立った。そのため、オンライン授業において、学習者の疑問の解消をどのような形式で行うかを今後検討していく必要があると考える。

グループワークのオンライン化に関しては、質問紙調査により、約6割の層がオンライン形式を支持していることが確認された。支持する理由の中には、サイバー空間をうまく活用しながらグループワークを進めている学習者も見られた。一方、グループワークにおける学習者同士で表情や話すタイミングなどが把握しにくいなどの課題も明らかとなった。

5. まとめ

本研究では、サイバー空間を積極的に活用し、先行研究の反転学習モデルをオンライン型に拡張して、より学習者が自律的に学習を進められる授業モデルを提案し、それらの評価を行った。その結果、提案した授業モデルは、学習者がサイバー空間を活用しながら学習を進めることができ、自律的な学びを誘引するような授業モデルである可能性が示唆された。一方、非同期型の質問形式による質問のしづらさやグループワークにおける学習者同士で表情や話すタイミングなどが把握しにくいなどの課題も明らかとなった。今後、これらの課題の解決策を検討する必要がある。

また、今後は学習の振り返りのデータに関して、自己調整学習の観点より分析を進め、課題感を整理した上で、より自律的な学びを促進し、それらを支援できるような授業モデルを検討していきたいと考えている。

謝辞

本研究はJSPS 科研費基盤研究(C)20K12111の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～ (本文),
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf
(2021年2月16日確認)
- (2) 自己調整学習研究会, 塚野 州一, 伊藤 崇達, 中谷 素之, 岡田 涼, 瀬尾 美紀子, 秋場 大輔, 犬塚 美輪, 植

阪 友理, 進藤 聡彦, 岡田 いずみ, 佐藤 礼子, 伊藤 秀子, 篠ヶ谷 圭太, "自己調整学習 -理論と実践の新たな展開へ-", 北大路書房 (2012)

- (3) 上野春毅, 光永悠彦, 山川広人, 小松川浩:"段階的な学習目標を持つ反転学習モデルのための適応型学習システムの開発", 教育システム情報学会誌, Vol. 37, No. 3, pp. 1-6 (2020)