

中学校理科授業における ICT 活用の有用性認識が 学習方略・エンゲージメントに及ぼす影響

中西一雄^{1,2}・加納圭³

Impact of Recognition of the Utility of ICT Use in Lower Secondary School Science Class on Learning Strategy and Engagement

Kazuo NAKANISHI · Kei KANO

Abstract

This study clarifies how students' recognition of the usefulness of using ICT in junior high school science classes affects the use and engagement of learning strategies. The purpose is to obtain suggestions for science education practice, including the promotion of students' acquisition and utilization of learning strategies. Therefore, we used a questionnaire survey to measure and examine the awareness of the usefulness of ICT utilization, the use of learning strategies, and engagement among students in the first year of junior high school. After categorizing students by hierarchical cluster analysis using recognition of the usefulness of ICT utilization, we analyzed the responses to the questionnaire survey. The use of strategies was high, and there was a tendency for emotional engagement to be high. In addition, it was shown that among the recognition of usefulness of ICT utilization, especially "deepening of thinking" had a facilitating effect on the use of learning strategies and the improvement of emotional engagement. From these results, it was found that increasing students' awareness of the usefulness of ICT utilization by setting up scenes of continuous ICT utilization in everyday junior high school science classes is effective in acquiring and utilizing learning strategies.

キーワード : Recognition of the Utility of ICT Use, Learning Strategy, Engagement, Lower Secondary Science, Hierarchical Cluster Analysis

I はじめに

1. 学ぶ力としての学習方略

変化の大きな社会で自律的に学びを進めるために、児童生徒に効果的に学ぶ力を身につけさせることは重要な教育課題であると言える。理科教育においても、長沼・森本(2018)は、現代的な教育観における課題として、学習者である子ども自身が、知識の構造化を測る主体と

してのセルフ・コンセプト (self-concept) を構築することが重要であるとしている。

平成29年3月に告示された中学校の学習指導要領(文部科学省2017)では、教育課程全体を通して育成を目指す資質・能力が、「何を理解しているか、何ができるか(生きて働く『知識・技能』の習得)」、「理解していること・できることをどう使うか(未知の状況にも対応できる『思考力・判断力・表現力等』の育成)」、「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか(学びを人生や社会に生かそうとする『学びに向かう力・人間性等』の涵養)」の3つの柱

¹ 兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究所

² 草津市立高穂中学校

³ 滋賀大学大学院教育学研究所

で整理された。中でも、『学びに向かう力・人間性等』については、「主体的に学習に取り組む態度」として資質・能力の育成が求められている。このように、自律的に学びを進める力は育成すべき資質・能力の一つとして重視されている。

上述の3つの柱のうち、「主体的に学習に取り組む態度」は、「粘り強い取組を行おうとする側面」と「自らの学習を調整しようとする側面」の2側面で示されている。前者の「粘り強い取組を行おうとする側面」については、「やり抜く力」という長期目標に対する情熱と粘り強さの2側面から構成され、グリット（GRIT）と呼ばれており、久坂ほか（2019）は理科学習版グリット尺度の作成を試みている。後者の「自らの学習を調整しようとする側面」は、Zimmerman（1998）の自己調整学習の理論が基盤となっておりと考えられる。自己調整学習とは、「学習者が動機づけ、学習方略、メタ認知の3要素において自分自身の学習過程に能動的に関与していること」であり、「予見」「遂行コントロール」「自己省察」の3段階で構成される循環的なプロセスである（平澤・久坂 2021）。

ところで、特に教育心理学の分野において、学ぶ力として、この学習方略の研究が進められている。学習方略とは、学習の効果を高めることを目指して意図的に行う心的操作あるいは行動であり、学習を促進する効果的な学習法を用いるための計画、工夫、方法のことと定義されている（辰野 1997）。効果的な学習方略の活用を促進することを通じて、学習意欲や学習成果を高める可能性が指摘されており（鹿毛 2013）、学習意欲のあり方を安定的に規定する要因として、学習者が自律的に学習を進める上で重要とされている（伊藤 2012）。理科教育においても、原田・草場（2021）が、動機づけ要因と学習方略の使用について検討しており、観察・実験における学習方略の使用傾向に対する期待・価値による説明を試みている。

2. 学習方略の習得・活用

しかしながら、小中学生の学びに関する実態調査（ベネッセ総合教育研究所 2014）で勉強の悩みを問うた中で、小学生は40%、中学生は55%が「上手な勉強のやり方が分からない」という項目に「思うことがある」と解答していること

から、児童生徒の学習方略の習得及び効果的な使用の促進にはまだまだ課題があると言える。

児童生徒の学習方略の習得及び使用を促進するにはどのような視点が必要だろうか。佐藤（1998）は、学習方略に対する有効性の認知、コストの認知、好みが学習方略の使用に及ぼす影響について、質問紙調査を通じて検討し、学習方略の有効性を認知すること、及び学習方略を好んでいることが、その使用のための重要な条件であると指摘している。また、篠ヶ谷（2012）は、学習方略が使用されるには、まず、その方略を知っていることが必要であるが、たとえ方略を知っていたとしても、その方略の有効性を感じていない場合や、その方略を使用することが大変であると感じている場合には、方略は使用されない、としている。つまり、児童生徒に学習方略を習得させ、効果的な使用を促すには、学習方略の自体とその有効性、さらには学習効果を得ることに対するコストの低さを認知させることが重要であると言える。

3. 環境の変化と学習方略

一方、2019年12月に打ち出されたGIGAスクール構想（文部科学省 2019）により、ICTを活用した授業が学校現場のスタンダードとなり、児童生徒1人1台の情報端末が常にあるという環境へと変容しつつある。加えて、平成29年3月に告示された中学校の学習指導要領（文部科学省 2017）を受け、「主体的・対話的で深い学び」に実現に向け、従来の一方向的な講義型の授業スタイルからの改善充実が求められている。このような環境の変化により、児童生徒が学習方略を習得・活用するプロセスも変わると考えられる。

実際、1人1台の情報端末の学習環境において学習者が自分に適した学習方略を主体的に決定して学びを進めることができたという報告もある（村山・大島 2021）。また、中西・加納（2022）は、1人1台の情報端末を活用した中学校理科授業におけるリフレクションを通じて、生徒の学習方略の使用が促されたとしている。

このような状況を踏まえると、1人1台の情報端末を主とするICTの活用を前提として、児童生徒の学習方略の習得、及び活用の促進を検討する必要があると言える。

4. 学習方略の習得・活用に影響を与える要因

では、ICT 活用を前提とした学習環境において、児童生徒の学習方略の習得や活用に影響を与える要因にはどのようなものが考えられるだろうか。中西・矢野（2021）は、中学校理科授業の学習において、1人1台の情報端末の活用を前提として、その活用スキルとともに有用性の認識が重要であるとしている。また、中西（2022）は、生徒の ICT を活用することに対する有用性の認識がオンライン授業に対する評価に及ぼす影響を、中学校理科授業実践を通じて検討しており、ICT 活用の有用性認識の高さが、オンライン授業に対する評価に促進的な影響を与えたことを報告している。

前述の佐藤（1998）や篠ヶ谷（2012）の指摘を踏まえると、ICT を活用することの有用性や学習効果のコストの認知が、1人1台の情報端末が常にある環境下での学習方略の習得及び活用の促進に影響すると考えられる。つまり、中学校理科授業における生徒の ICT 活用の有用性認識は、学習方略の習得・活用に影響する要因として検討する価値があると言える。

5. 学習方略とエンゲージメント

前述の中西・加納（2022）の研究では、中学校理科授業における1人1台端末を活用を通じて学習記録の可視化・俯瞰化が生じ、その結果、学習方略の使用が促されることが報告されており、特にメタ認知的方略と認知的方略の使用が促されたことが確認されている。メタ認知的方略と認知的方略は、自己調整学習の研究（例えば、伊藤・神藤 2004、梅本・田中 2012）において扱われており、佐藤（2004）によると、学習方略はメタ認知的方略と認知的方略に大きく区分されている。メタ認知的方略は、学習の計画を立て、学習過程をモニターするなど、メタ認知的機能を通じた自己調整によって学習の効率化を図る方略のことであり（伊藤・神藤 2003）、メタ認知的方略を使用することで、自分のよくわかっていない部分に気づき、それを改善するために学習が持続し、積極的な努力が行われるという指摘がある（梅本ほか 2016）。また、認知的方略は、記憶の際にリハーサルを行ったり、理解が促進されるよう情報を体制化するなど、記憶や思考における自己の認知過程を調整する

ことで効果的な学習を促す方略であり（伊藤・神藤 2003）、梅本（2013）は、学習意欲の高まりが認知的方略の使用につながるとしている。

加えて、中西・加納（2022）は、メタ認知的方略の使用が促されたことで行動的エンゲージメントが向上し、その結果、認知的方略の使用が促進されたとしている。鹿毛（2013）によると、エンゲージメントは、興味や楽しさを感じながら気持ちを集中させ、注意を課題に向けて持続的な努力をするような「熱中」する心理状態であり、進行中の活動において示される行動の強さ、感情の質、個人的な努力投入に関する統合的な心理現象を意味するとされている。このエンゲージメントには、「行動的エンゲージメント」、「感情的エンゲージメント」、「認知的エンゲージメント」の3側面がある（FREDRICKS et al. 2004, SKINNER et al. 2009）。行動的エンゲージメントは、どの程度、課題に注意を向け努力し粘り強く取り組んでいるかを示す。感情的エンゲージメントは、どの程度、興味や楽しさといったポジティブ感情を伴って取り組んでいるかを示す。認知的エンゲージメントは、ものごとを深く理解しようとしたり、ハイレベルの技能を身につけようという意図を持ち、自分の活動についてきちんと計画し、モニターし、自己評価するような問題解決プロセスとして取り組んでいるかを示す（鹿毛 2013）。

これらの研究成果を踏まえると、学習方略とエンゲージメントは併せて検討する必要があると言える。

6. 研究の目的

以上の議論を踏まえ、本研究では、中学校理科授業における ICT 活用の有用性認識が学習方略・エンゲージメントに及ぼす影響を検討することを目的とする。

多くの学校現場において、1人1台端末が常にある環境が整う今後を見据え、これらの要因の関連について検討することは有益であると言える。また、生徒の学習方略の習得及び効果的な活用を促進する要因を明らかにすることで、学習の基盤として身につけさせるべき有用性の認知に向けた教育的示唆を得ることができると考えた。

II 研究の方法

1. 研究の対象と環境

本研究は、関西地方の公立中学校第1学年の生徒175名(5学級)を対象とした。対象とした生徒は、理科の授業において1人1台の情報端末を常に使用していた。対象とした学級では1名の理科教員(第一筆者)が教科担任として2021年4月より授業を行っていた。授業では、コラボレーションプラットフォームの一つであるMicrosoft Teamsを用いて、思考の可視化や共有、また、アプリケーションの共同作業を中心としたICT活用が日常的に行われていた。

研究の対象とした5学級では、対象校が採択している啓林館の教科書における中学校第一学年理科の「生命」を柱とした内容に位置づく単元「いろいろな生物とその共通点」、「粒子」を柱とした内容に位置づく単元「身のまわりの物質」、「エネルギー」を柱とした内容に位置づく単元「光・音・力による現象」の学習を終えている状況であった。

2. 質問紙調査の実施期間と方法

ICT活用の有用性認識を測定する調査、学習方略の使用を測定する調査、エンゲージメントを測定する調査の3つを、2022年1月上旬の理科授業の時間内に実施した。いずれの調査もMicrosoft Formsによるウェブアンケート形式で実施し、調査は授業担当者(第一筆者)が実施した。調査は無記名で行ったが、3つの調査において同じ対象者のデータを照合するために、出席番号を回答するよう求めた。

また、調査の際、調査への回答は研究においてのみ使用すること、調査への回答が成績に影響することがないこと、対象者個人が特定されることがないこと、加えて、ICT活用の有用性認識を測定する調査においては、質問文中の「ICTを活用する」とは、「情報端末でアプリケーションやインターネットを使ったり、Teamsで意見交流やデータの閲覧をすることを意味する」ことを質問紙に明記した上で、授業担当者(第一筆者)が口頭でも対象者に説明した。

3. 質問紙調査の内容

本研究では、ICT活用の有用性認識として学習の効率化、学びへの積極性、思考の深化、他

者との比較・共有の4つを、学習方略としてメタ認知的方略、認知的方略の2つを、エンゲージメントとして行動的エンゲージメント、感情的エンゲージメントの2つを、以下の尺度を用いて測定した。エンゲージメントの3つの側面について、行動的エンゲージメントと感情的エンゲージメントは、学習に寄与することが先行研究によって明らかにされているが(梅本ほか2016)、認知的エンゲージメントは、概念的定義が研究者間で一致しておらず、妥当な測定が難しいとされているため(清水2020)、本研究では取り上げないことにした。質問紙調査において使用した尺度項目の詳細に関しては、附表に示す。

ICT活用の有用性認識を測定する尺度

中西・矢野(2021)の、中学校理科授業における生徒のICT活用の有用性認識尺度を用いた。この尺度は、中学生及び理科授業において使用することを念頭において作成されており、信頼性と妥当性も確認されていることから、本研究へ用いることとした。尺度は、4因子22項目で構成されており、項目例は「ICTを使うことで、学習内容が理解しやすくなる(学習の効率化)」、「ICTを使うことで、学習に集中して取り組める(学びへの積極性)」、「ICTを使うことで、自分の考えを深めることができる(思考の深化)」、「ICTを使うと、みんなと意見や考えを共有できる(他者との比較・共有)」である。回答形式は、「1:まったく思わない、2:あまり思わない、3:どちらとも言えない、4:少し思う、5:とても思う」の5件法であった。

学習方略の使用を測定する尺度

メタ認知的方略及び認知的方略の使用を測定する尺度には、佐藤・新井(1998)によって作られた尺度(6項目及び9項目)を使用した。項目例は「やった内容を覚えているかどうかを確かめながら勉強する(メタ認知的方略)」、「勉強するときは、新しい内容と今まで習ってきたことを頭の中で結びつける(認知的方略)」である。回答形式は「1:全くあてはまらない、2:あまりあてはまらない、3:どちらとも言えない、4:少しあてはまる、5:よくあてはまる」の5件法であった。

エンゲージメントを測定する尺度

梅本ほか (2016) が、SKINNER et al. (2009) の Behavioral engagement 及び Emotional engagement を日本語に訳した行動的エンゲージメントを測定する尺度 (4 項目) 及び感情的エンゲージメント (5 項目) を、理科の学習に合わせて表現を修正して使用した。項目例は「理科の学習に集中して取り組んでいる (行動的エンゲージメント)」、「理科の学習をしているとき、熱中している (感情的エンゲージメント)」である。回答形式は「1: 全くあてはまらない、2: あまりあてはまらない、3: どちらとも言えない、4: 少しあてはまる、5: よくあてはまる」の 5 件法であった。

倫理的配慮

調査に先立ち、滋賀大学研究倫理審査 (承認番号: B211029) の承認を得た上で、研究対象校の学校長及び研究対象生徒の保護者に対し、研究の目的や調査の内容と方法、個人情報保護に関して書面を用いて説明し、同意を得た。

Ⅲ 結果

質問紙調査の分析においては、対象生徒 175 名のうち、ICT 活用の有用性認識を測定する調査、学習方略の使用を測定する調査、エンゲージメントを測定する調査の 3 つすべてに回答した者を対象とし、加えて、3 つの調査において欠損値が多い者、回答に偏りがある者を除外し、170 名を分析対象とした。分析には、HAD version 17.102 (清水 2016) を用いた。

1. 確認的因子分析と記述統計

ICT 活用の有用性認識については、学習の効率化、学びへの積極性、思考の深化、他者との比較・共有の 4 因子を、エンゲージメントについては、行動的エンゲージメント、感情的エンゲージメントの 2 因子を、学習方略については、メタ認知的方略、認知的方略の 2 因子を想定した上で、因子の妥当性を確認するために確認的因子分析 (最尤法) を行った¹⁾。さらに、内的整合性を確認するために、Cronbach の α 係数を算出した。

ICT 活用の有用性認識について確認的因子分析を行った結果、モデルの適合度は、 $CFI=0.911$ 、

$RMSEA=.091$ であり、十分な適合度が示された。4 因子の α 係数は .81-.82 であり、十分な内的整合性が確認された。以下では、学習の効率化、学びへの積極性、思考の深化、他者との比較・共有の 4 因子に基づき分析を行った。

学習方略について確認的因子分析を行った結果、モデルの適合度は、 $CFI=0.928$ 、 $RMSEA=.073$ であり、十分な適合度が示された。2 因子の α 係数は .84-.85 であり、十分な内的整合性が確認された。よって、メタ認知的方略、認知的方略の 2 因子に基づき分析を行った。

エンゲージメントについて確認的因子分析を行った結果、モデルの適合度は、 $CFI=0.971$ 、 $RMSEA=.079$ であり、十分な適合度が示された。2 因子の α 係数は .83-.89 であり、十分な内的整合性が確認された。以下では、行動的エンゲージメント、感情的エンゲージメントの 2 因子に基づき分析を行った。

ICT 活用の有用性認識、学習方略、エンゲージメントの各下位尺度の平均値、標準偏差、 α 係数及び各下位尺度間の相関分析結果を表 1 に示す。

2. 階層的クラスタ分析による生徒の類型化

ICT 活用の有用性認識が学習方略とエンゲージメントに及ぼす影響を明らかにするため、ICT 活用の有用性認識の 4 因子の得点を用いてユークリッド平方距離、Ward 法による階層的クラスタ分析にて生徒の類型化を行った。デンドログラムの形状から、3 つのクラスタが適切であると解釈した。3 つのクラスタを独立変数、ICT 活用の有用性の認識の 4 因子の得点を従属変数とする一要因分散分析を行った結果、4 因子いずれにおいてもクラスタ間で有意な差が見られた。3 つのクラスタの ICT 活用の有用性認識の因子得点の平均値と標準偏差を表 2 に、クラスタ間の分散分析及び多重比較の結果を表 3 に示す。

まず、4 因子の得点が全てが低い群が見られ (第 1 群)、「ICT 活用の有用性認識低位群 (以下、「低位群」と示す)」と解釈した。次に、4 因子の得点が全て高い群が見られ (第 3 群)、「ICT 活用の有用性認識高位群 (以下、「高位群」と示す)」と解釈した。最後に、4 因子の得点が上記 2 つの中間に位置する群が見られ (第 2 群)、

表1 平均値、標準偏差、 α 係数及び各下位尺度間の相関分析結果

	Mean	SD	α 係数	1	2	3	4	5	6	7	8
ICT活用の有用性認識											
1 学習の効率化	3.99	0.83	.82	—							
2 学びへの積極性	3.81	0.89	.81	.80 **	—						
3 思考の深化	3.69	0.90	.81	.77 **	.85 **	—					
4 他者との比較・共有	4.03	0.83	.82	.77 **	.81 **	.79 **	—				
学習方略											
5 メタ認知的方略	3.54	0.84	.85	.24 **	.32 **	.34 **	.27 **	—			
6 認知的方略	3.64	0.80	.84	.29 **	.39 **	.42 **	.33 **	.80 **	—		
エンゲージメント											
7 行動的エンゲージメント	4.30	0.71	.89	.02	.01	.04	.00	.04	.09	—	
8 感情的エンゲージメント	3.90	0.89	.83	.46 **	.56 **	.53 **	.44 **	.41 **	.50 **	.01	—

* $p < .05$, ** $p < .01$

表2 各クラスターの因子得点と標準偏差

因子		第1群 N=55	第2群 N=80	第3群 N=35
	学習の効率化	Mean	3.06	4.21
	SD	0.05	0.04	0.06
学びへの積極性	Mean	2.82	4.00	4.78
	SD	0.05	0.05	0.06
思考の深化	Mean	2.72	3.82	4.69
	SD	0.05	0.05	0.06
他者との比較・共有	Mean	3.14	4.25	4.83
	SD	0.06	0.05	0.06

表3 分散分析及び多重比較

因子	分散分析および多重比較	
学習の効率化	$F(2, 257) = 288.559^{**}$	3 > 2 > 1
学びへの積極性	$F(2, 257) = 330.334^{**}$	3 > 2 > 1
思考の深化	$F(2, 257) = 306.340^{**}$	3 > 2 > 1
他者との比較・共有	$F(2, 257) = 226.339^{**}$	3 > 2 > 1

* $p < .05$, ** $p < .01$

1: 「ICT活用の有用性の認識低位群」

2: 「ICT活用の有用性の認識中位群」

3: 「ICT活用の有用性の認識高位群」

「ICT活用の有用性認識中位群（以下「中位群」と示す）」と解釈した。

3. ICT活用の有用性認識が学習方略・エンゲージメントに及ぼす影響の分析

ICT活用の有用性認識の類型化による差

2.において得られたクラスター(3水準)を独立変数、学習方略及びエンゲージメント(下位尺度)を従属変数とする一要因分散分析を行った。分析の結果、メタ認知的方略、認知的方略、感情的エンゲージメントにおいて1%水準で有意であった(メタ認知的方略: $F(2, 168) = 11.47, p < .01$, 認知的方略: $F(2, 168) = 18.48, p < .01$, 感情的エンゲージメント: $F(2, 168) = 42.10, p < .01$)。

そこで、多重比較(Holm法)²⁾を行ったところ、行動的エンゲージメントを除いて、概ねICT活用の有用性認識の高低と、メタ認知的方略、認知的方略の使用、及び感情的エンゲージメントの高低に相関があることが示された。分散分析及び多重比較の結果を表4に示す。

学習方略・エンゲージメントに及ぼす影響

ICT活用の有用性認識が学習方略・エンゲージメントの下位尺度に及ぼす影響を検討するため、ICT活用の有用性認識の4因子を独立変数、学習方略の2因子及びエンゲージメントの2因子を従属変数とした重回帰分析を行った。結果を表5に示す。

分析の結果、学びへの積極性は感情的エンゲージメントに正の影響を示した。また、思考の深化はメタ認知的方略、認知的方略、感情的エンゲージメントに正の影響を示した。なお、

表 4 学習方略・エンゲージメントの分散分析及び多重比較の結果

	N	有用性認識	有用性認識	有用性認識	主効果	多重比較	η^2
		低位群	中位群	高位群			
学習方略							
メタ認知的方略	Mean	3.29	3.51	3.93	11.47**	高>中, 高>低	.08
	SD	0.09	0.08	0.10			
認知的方略	Mean	3.32	3.64	4.08	18.48**	高>中>低	.13
	SD	0.08	0.07	0.09			
エンゲージメント							
行動的エンゲージメント	Mean	4.34	4.27	4.29	0.21n. s.		
	SD	0.08	0.07	0.09			
感情的エンゲージメント	Mean	3.36	3.95	4.53	42.10**	高>中>低	.25
	SD	0.08	0.07	0.10			

* $p < .05$, ** $p < .01$, すべて $df = (2, 168)$

高:有用性認識高位群, 中:有用性認識中位群, 低:有用性認識低位群

表 5 重回帰分析結果 (表中は標準偏回帰係数)

	メタ認知的方略		認知的方略		行動的 エンゲージメント		感情的 エンゲージメント	
	β	SE	β	SE	β	SE	β	SE
学習の効率化	-.113	.106	-.142	.097	-.001	.096	.010	.099
学びへの積極性	.146	.123	.186	.112	-.109	.111	.450**	.114
思考の深化	.296*	.112	.376**	.102	.163	.101	.215*	.104
他者との比較・共有	.009	.110	-.004	.101	-.039	.099	-.099	.102
調整済 R^2	.122**		.188**		.007		.326**	
N	170		170		170		170	

* $p < .05$, ** $p < .01$

表中の数値は標準化係数

多重共線性についても確認したが、いずれの結果においても確認されなかった。

IV 考察

本研究では、中学校理科授業における ICT 活用の有用性認識が学習方略・エンゲージメントに及ぼす影響について検討を行った。

まず、分散分析の結果、ICT 活用の有用性認識の高低と学習方略のメタ認知的方略、認知的方略の使用に相関があることが確認された。

メタ認知的方略は、学習の計画を立て、学習過程をモニターするなど、学びを調整することによって学習の効率化を図る方略とされている(伊藤・神藤 2003)。情報端末をはじめとする

ICT を活用することが自らの学びにとって有用であるという認識が高ければ、授業においてより積極的に ICT を活用することとなる。肯定的且つ積極的に ICT を活用することで、学びのプロセスを把握しすることができ、自分のよくわかっていない部分に気づくことで、改善を目指して学習を進めることになるため、メタ認知的方略のコストを低く感じやすいと言える。また、その有効性を認知しやすいため、習得が促進されやすいと考えられる。

認知的方略は、記憶の際にリハーサルを行ったり、理解が促進されるよう情報を体制化するなど、記憶や思考における自己の認知過程を調整することで効果的な学習を促す方略とされている(伊藤・神藤 2003)。授業で得られた知識・

技能を情報端末上で俯瞰的に捉え、精緻化することで記憶が促されたり、自らの理解の状況把握が促されるなど、情報端末の活用による効果を肯定的に捉えていることにより、認知的方略の効果を実感しやすくなり、その習得が促進されやすいと考えられる。

また、ICT活用の有用性認識の高低と感情的エンゲージメントの高低にも相関があることが確認された。感情的エンゲージメントは、興味、退屈、不安、楽しさといった学習者の感情的反応に関する概念であり（梅本ほか 2016）、どの程度、興味や楽しさといったポジティブ感情を伴って取り組んでいるかを示すとされている（鹿毛 2013）。高位群の生徒は、ICTを活用することが自らの学びにとって有用であるという認識があり、情報端末を活用することで積極的・効率的に学習を進める可能性が高く、結果ポジティブな感情を持ちやすいと考えられる。

加えて、梅本ほか（2016）は、メタ認知的方略を使用する学習者は、授業において、目の前の課題に持続的に取り組み、教員の話に熱心に聞くなど、授業に意欲的に参加していると考えられるとしている。本研究での考察では限界があるが、ICT活用の有用性認識の高低とメタ認知的方略の使用の間に相関が確認されたことから、メタ認知的方略の使用が感情的エンゲージメントに影響した可能性も考えられる。

次に、重回帰分析の結果、ICT活用の有用性認識のうち、思考の深化がメタ認知的方略、認知的方略の使用に促進的な影響を与えていることが確認された。ICTを使うことで、考えを深めることができ、学習内容を正しく説明できるという有用性認識を高く持っている生徒は、現在の自分の理解の状態をモニタリングし（メタ認知的方略）、学習方法を適切に調整する（認知的方略）といった学習方略を普段から取り入れやすい傾向にあると考えられる。

また、ICT活用の有用性認識のうち、学びへの積極性、思考の深化が感情的エンゲージメントに促進的な影響を与えていることが確認された。学びへの積極性は、ICTを使うことで楽しく学習できる、学習に集中して取り組めるといった学習に対するポジティブ感情を促す有用性認識であり、ICT活用によって自己効力感が高ま

ることで、同時に感情的エンゲージメントも高まると考えられる。また、自らの考えを深めることができるという思考の深化の有用性認識があることで、深い部分まで学習を進めようとする意識が生まれ、感情的エンゲージメントが高められやすいと考えられる。

一方、本研究では、行動的エンゲージメントに対するICT活用の有用性認識の4因子からの影響は確認されなかった。行動的エンゲージメントは、授業をはじめ、特定の具体的な学習場面や学習課題における関与、努力や持続性、忍耐を含む概念であり（梅本ほか 2016）、どの程度、課題に注意を向けて努力し粘り強く取り組んでいるかを示すとされている（鹿毛 2013）。ICT活用の有用性認識が高い生徒は、学習に対する自己効力感が高い状態にあると推測できる。そのため、もともと学習に対して積極的に関与している傾向があり、行動的エンゲージメントが高まらなかったと考えられる。

中西（2022）は、オンライン授業に対する評価のうち、「努力」の項目においてのみ、ICT活用の有用性の認識との間に相関が見られなかったことを報告しており、授業における「努力」に対しては、学習方略の使用や個々の生徒の学習者特性といった要因が強く影響する可能性を示唆している。本研究では、ICT活用の有用性認識がエンゲージメントに直接及ぼす影響を検討しているため、この点を検討するには、複数要因の因果モデルを考慮した研究が必要であると言える。

V まとめ

一連の結果から、中学校理科授業における生徒のICT活用の有用性認識が、メタ認知的方略・認知的方略の習得・活用及び感情的エンゲージメントの向上に促進的な影響を及ぼしており、特に「思考の深化」の有用性認識が強く影響しているという結論が得られた。

佐藤ほか（2019）は、平成29年告示の中学校学習指導要領（文部科学省 2017）に示された理科の目標及び育成すべき資質・能力を踏まえ、児童生徒のメタ認知的活動（メタ認知的モニタリングとメタ認知的コントロール）の状況を、教

師が把握する教授方略を検討していく必要があるとしている。しかしながら、理科学習場面におけるメタ認知的コントロールは子どもにとって難しいともしている。また、佐藤（1998）は、認知的方略は日常的に行われて初めて効果が出る方略であるため、教師による直接的指導によって促進することが困難である可能性を指摘している。中学校理科授業において生徒の ICT 活用の有用性認識を向上させることで、メタ認知的方略や認知的方略の習得・活用を促進できる可能性を示すことができたことは、教育工学的知見としての一定の意義を有すると言える。

理科教育の今後の教育実践への示唆としては、中学校理科の通常の授業において、生徒の ICT 活用の有用性認識を高めておくことで、生徒の学習方略の習得・活用を促すことができると考えられる。特に、「思考の深化」の有用性の認識が高まるよう、生徒が結果から考察する場面や、学習内容を俯瞰的に捉える場面において ICT 活用を設定することで、自身の考えを深めることができる、学習した内容を正しく整理できるという ICT 活用を前提とした自己効力感を高めることが効果的であると考えられる。

また、中西・矢野（2021）は、ICT 活用頻度が高くなるにつれて有用性の認識が高くなる傾向があるとしている。授業設計において、ICT 活用を特設的なものにするのではなく、日常的な活用を継続することが重要であると言える。

次に、中学校理科授業における ICT 活用の有用性認識がエンゲージメントに及ぼす影響について、中西・加納（2022）の研究では、1人1台端末を活用したりフレクシオンにより、メタ認知的方略の使用が増加し、結果、行動的エンゲージメントの向上及び認知的方略の使用の増加につながったとしている。また同時に、フレクシオンによる感情的エンゲージメントの向上は確認できなかったとしている。本研究で得られた知見を関連づけると、生徒の ICT 活用の有用性認識を事前に高めた状態で1人1台端末を活用したりフレクシオンを実施することにより、学習方略の習得・活用の促進やエンゲージメントの向上を補完できるのではないかと考えられる。理科教育における実践により有意義な示唆を提供するためにも、生徒の ICT 活用の有

用性認識や学習方略の習得・活用といった要因と教育実践との関連を検討する研究が必要であると言え、今後の課題としたい。

また、本研究では、中学校理科授業における ICT 活用の有用性認識が学習方略・エンゲージメントに及ぼす影響を確認したが、学習方略とエンゲージメントとの明確な因果関係を特定できてはいない。明確な因果関係を検討する研究が今後必要であると言える。

最後に、本研究は、中学校理科第1学年の一定の単元を学習した段階の生徒を調査対象として実施しているため、限定的な分析であると言える。ICT 活用の有用性認識の特性を踏まえると、学習単元や ICT 活用場面に内容依存的な側面があると言え、学習段階、学年段階によって変化する可能性があると言える。今後は、学年段階や ICT 活用場面を条件制御した調査分析が必要であると言える。

註

- 1) 中西・矢野（2021）では、中学校理科における生徒 ICT 活用の有用性認識尺度について、「学習の効率化」「学びへの積極性」「思考の深化」「他者との比較・共有」の4因子が適切なモデルであるか否かを確認する上で確認的因子分析を行っている。そのため、本研究においても、因子の妥当性を確認するために4因子を想定した確認的因子分析を行った。
- 2) 清水（2016）は、Holm 法は t 値の絶対値が高い順に調整する値が変わる方法であり、調整する値が t 値が小さくなるほど減るので、Bonferroni 法よりも検出力は高くなるとしている。そのため、本研究における分析に用いた HAD version 17.102（清水，2016）においても Holm 法を使用した。

参考文献：

- ベネッセ総合教育研究所（2014）. 小中学生の学びに関する実態調査報告書 [2014] <https://berd.benesse.jp/shotouchutou/research/detail1.php?id=4574>. (2022/8/15 確認)
- FREDRICKS, J. A., BLUMENFELD, P. C., PARIS, A. H. (2004). School engagement, Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74 (1), 59-109.
- 原田勇希, 草場実 (2021). 観察・実験に対する興味

- と自己効力感が学習方略の使用傾向に及ぼす相乗効果－期待×価値理論に基づく交互作用に着目して－ 理科教育学研究, 62 (1), 309-321.
- 平澤傑, 久坂哲也 (2021). 中学校理科における「主体的に学習に取り組む態度」の評価指標の開発 理科教育学研究, 62 (1), 149-157.
- 伊藤崇達 (2012). 学びのセルフ・コントロール. 速水敏彦 (監修) コンピテンス－個人の発達とよりよい社会形成のために－ ナカニシヤ出版, 3-11.
- 伊藤崇達, 神藤貴昭 (2003). 自己効力感, 不安, 自己調整学習方略, 学習の持続性に関する因果モデルの検証－認知的側面と動機づけの側面の自己調整学習方略に着目して－ 日本教育工学会論文誌, 27 (4), 377-385.
- 伊藤崇達, 神藤貴昭 (2004). 中学生用自己動機づけ方略尺度の作成 心理学研究, 74 (3), 209-217.
- 鹿毛雅治 (2013). 学習意欲の理論－動機づけの教育心理学－: 金子書房, 13-14.
- 久坂哲也, 平澤傑, 佐々木聡也, 菊池洋一 (2019). 理科学習版グリット尺度の試作 日本科学教育学会第43回年会論文集, 43, 405-408.
- 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 学校図書
- 文部科学省 (2019). GIGA スクール構想の実現について https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_001.htm. (2022/8/15 確認)
- 村山隆, 大島崇行 (2021). 「個に応じた学び」を保障する学習デザインが英語の音読技能の向上に与える効果について 日本教育工学会論文誌, 44 (4), 453-468.
- 長沼武志, 森本信也 (2018). セルフ・コンセプトの構築を促す理科授業デザインに関する事例的研究 理科教育学研究, 59 (1), 87-95.
- 中西一雄, 加納圭 (2022). 1人1台端末の活用による学習記録の可視化・俯瞰化を通じた理科の学習におけるリフレクション－エンゲージメント・学習方略の観点からの分析－ 日本教育工学会論文誌, 46 (2), 351-362.
- 中西一雄, 矢野充博 (2021). 中学校理科授業における生徒のICT活用の有用性認識尺度の開発 日本教育工学会論文誌, 45 (2), 173-183.
- 中西一雄 (2022). 中学校理科授業におけるICT活用の有用性の認識がオンライン授業に対する評価に及ぼす影響－第1学年「水溶液の性質」のオンライン授業実践を通じて－ 理科教育学研究, 印刷中.
- 佐藤純 (1998). 学習方略の有効性の認知・コストの認知・好み学習方略の使用に及ぼす影響 教育心理学研究, 46, 367-376.
- 佐藤純 (2004). 学習方略に関する因果モデルの検討 日本教育工学会論文誌, 28 (Suppl.), 29-32.
- 佐藤純, 新井邦二郎 (1998). 学習方略の使用と達成目標及び原因帰属との関係 筑波大学心理研究, 20, 115-124.
- 佐藤寛之, 松尾健一, 小野瀬倫也 (2019). 理科学習で子どもが受容すべきと考えた情報とその選択の根拠に関する研究－メタ認知的活動の顕在化と気づきの自覚化を促す理科学習プロセスシートの開発とその活用－ 理科教育学研究, 60 (2), 361-373.
- 清水裕士 (2016). フリーの統計分析ソフトHAD機能の紹介と統計学習・教育研究実践における利用方法の提案 メディア・情報・コミュニケーション研究, 1, 59-73.
- 清水優菜 (2020). 高校数学におけるベクトルの知識と達成目標, エンゲージメントの関連 日本教育工学会論文誌, 43 (4), 351-362.
- SKINNER, E. A. et al. (2009). Engagement and disaffection as organization constructs in the dynamics of motivational development. In K.R.Wentzel & A.Wigfield (Eds.). *Handbook of motivation at school*, New York: Routledge, 223-245.
- 篠ヶ谷圭太 (2012). 学習方略研究の展開と展望－学習フェイズの関連づけの視点から－ 教育心理学研究, 60, 92-105.
- 辰野千尋 (1997). 学習方略の心理学－賢い学習者の育て方－: 図書文化, 2-8.
- 梅本貴豊 (2013). メタ認知的方略, 動機づけ調整方略が認知的方略, 学習の持続性に与える影響 日本教育工学会論文誌, 37 (1), 79-87.
- 梅本貴豊, 田中健史朗 (2012). 大学生における動機づけ調整方略 パーソナリティ研究, 21 (2), 138-151.
- 梅本貴豊, 伊藤崇達, 田中健史朗 (2016). 調整方略, 感情のおよび行動的エンゲージメント, 学業成果の関連 心理学研究, 87 (4), 334-342.
- Zimmerman, B. J. (1998). Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: An analysis of exemplary instructional models. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.). *Self-regulated learning: From teaching to self-reflective practice*. New York, NY: Guilford Press, 1-19.

附表

中学校理科授業における生徒の ICT 活用の有用性認識を測定する質問項目

質問項目	
学習の効率化	(1) ICTを使うことで、学習内容が理解しやすくなる。 (2) ICTを使うと、学習内容をふりかえりやすい。 (3) ICTを使うと、実験や観察の結果がまとめやすい。 (4) ICTを使うと、実験の様子や結果が残せるので勉強に役立つ。 (5) ICTを使うことで、詳しいことまで調べられるので勉強に役立つ。 (6) ICTを使うと、実験結果を比べることができるので勉強に役立つ。
学びへの積極性	(1) ICTを使うことで、楽しく学習できる。 (2) ICTを使うことで、学習を「これなら自分でもできそうだ」と思う。 (3) ICTを使うことで、学習したことをもっと調べてみたいと思う。 (4) ICTを使うことで、学習に集中して取り組める。 (5) ICTを使うことで、わからないことを自分で調べる力が身につく。
思考の深化	(1) ICTを使うことで、自分で考える力が身につく。 (2) ICTを使うことで、結果から考察する力が身につく。 (3) ICTを使うことで、自分の考えを深めることができる。 (4) ICTを使うことで、学習した内容を正しく説明できる。 (5) ICTを使うことで、実験結果などを比べる力が身につく。
他者の比較・共有	(1) ICTを使うと、みんなと実験の結果を共有できる。 (2) ICTを使うと、みんなと意見や考えを共有できる。 (3) ICTを使うことで、互いに協力して学習できる。 (4) ICTを使うと、他の人の考えや整理の仕方が学べる。 (5) ICTを使うことで、自分の考えや意見をわかりやすく伝えることができる。 (6) ICTを使うことで、自分の考えとみんなの考えを比べる力が身につく。

学習方略の使用、エンゲージメントを測定する質問項目

質問項目	
メタ認知的方略	(1) 勉強するときは、自分で決めた計画に沿って勉強する (2) 勉強のやり方が自分に合っているかどうかを考えながら勉強する (3) これから何をどうやって勉強するかを考えてから勉強する (4) やった内容を覚えているかどうかを確かめながら勉強する (5) 最初に計画を立ててから勉強する (6) 自分がわからないところはどこか見つけようとしながら勉強する
認知的方略	(1) 前に習ったことを思い出ししながら、勉強を進める (2) 勉強するときは、同じ内容はまとめて覚える (3) 勉強するとき、その内容を頭の中に思い浮かべながら学習を進める (4) 用語などを覚えるとき、似たようなものをまとめて覚える (5) 勉強するときは、内容を関係づけて覚える (6) 勉強するときは、新しい内容と今まで習ってきたことを頭の中で結びつける (7) ノートを自分なりにまとめて直して勉強する (8) 勉強するとき、教科書や問題集の内容をノートにまとめている (9) 教科書や問題集を読むとき、その内容の大筋をノートに書いてまとめる
行動的 エンゲージメント	(1) 理科の学習に頑張って取り組んでいる (2) 理科の課題にできるだけ頑張って取り組んでいる (3) 理科の学習に集中して取り組んでいる (4) 理科の学習に一生懸命取り組んでいる
感情的 エンゲージメント	(1) 理科の学習をしているとき、気分が良い (2) 理科を学習しているとき、興味を感じる (3) 理科を学習しているとき、熱中している (4) 理科の学習は楽しい (5) 理科の学習で何か新しいことを学ぶのは楽しい

