

1人1台端末を使用した中学校理科の授業における生徒の反応 ー使用場面ごとの有効性の認知とコスト感に着目してー

久坂 哲也*, 佐々木 聡也・平澤 傑**

(2020年2月21日受理)

Tetsuya HISASAKA, Soya SASAKI, Suguru HIRASAWA

Students' responses on science classes using 1-to-1 devices in junior high school

:Focusing in perceived benefits and perceived costs

1 はじめに

文部科学省が Society 5.0時代に生きる子どもたちの未来を見据えて打ち出した GIGA (Global and Innovation Gateway for All) スクール構想により, 2022年度までに全国の小中学校の児童生徒に1人1台の学習用端末を整備して個別最適化された学びの実現を目指すことが示された(文部科学省, 2019)。また, 2020年1月31日に文部科学大臣が全国学力・学習状況調査を現在のPBT (Paper Based Testing) からCBT (Computer Based Testing) へ早期の切り替えを示したとの報道もされ世間を賑わした(教育新聞, 2020)。このような教育の情報化は近年急激に加速したかのような印象を受けるが, 総務省や文部科学省などによる実証研究は10年前から行われてきている。例えば, 総務省は平成22年度から平成25年度まで「フューチャースクール推進事業」としてICT機器を使ったネットワーク環境を構築し, 学校現場における情報通信技術面を中心とした課題を抽出・分析することを目的として, 全国に20の実証校を設け, 研究を行ってきた(総務省, 2014)。また, 文部科学省は, 総務省の「フューチャースクール推進事業」と連携する形で「学びのイノベーション事

業」として, 平成23年度から平成25年度まで教育の情報化を目指した取り組みを実施してきた(文部科学省, 2014)。これら両事業で明らかになった成果や課題が基盤となってGIGAスクール構想が立ち上がったと思われるが, GIGAスクール構想においては今後の主な検討課題として, 1) 教師の在り方や果たすべき役割, 指導体制の在り方, ICT活用指導力の向上方策, 2) 先端技術の活用等を踏まえた年間授業時数や標準的な授業時間等の在り方, 学年を超えた学び, 3) デジタル教科書の今後の在り方などが挙げられている(文部科学省, 2019)。

そこで, 本研究では1人1台のタブレット端末を用いた学習環境の実現に向け, 前述の主な検討課題として指摘されている指導体制の在り方について検討することを目的とし, 授業実践を通して調査することとした。指導体制の在り方についての調査アプローチとして, 教師目線ではなく学習者目線から学習者の反応に着目して検討を行うこととした。なぜなら, 実際にタブレット端末を使用した学習者の反応を分析することは, 指導体制の在り方を検討する際の判断材料になると思われるからである。また, 各教科の学習におけるタブ

*岩手大学, **岩手大学教育学部附属中学校

レット端末の使用目的は、教科横断的な用途と教科固有の用途が想定され、ある特定の教科においても授業内での使用場面は多岐に渡ると考えられる。したがって本研究では、中学校理科の学習場面に焦点化し、観察や実験といった理科固有の探究過程を授業実践に組み込み、そこで想定され得るタブレット端末の使用場面を設定することとした。学習者目線の反応としては、「有効性の認知 (perceived benefit)」と「コスト感 (perceived cost)」に着目した。有効性の認知とは、ある方略を使用することに対して“役立つ”や“効果的である”と認知すること、コスト感とは、ある方略を使用することに対して“大変”や“面倒”と認知することを示す。これらの概念は、主に学習方略研究において用いられており、ある学習方略に対して有効性の認知が高ければその方略の使用頻度は高く、逆にコスト感が高ければ使用頻度が低いことが示されている (佐藤, 1998a)。また、森 (2004) は、内発的価値や自己効力感といった動機づけ要因が有効性の認知やコスト感を媒介して自己制御学習方略の使用に影響を与えていること、梅本 (2012) は、有効性の認知が反復作業方略や精緻化方略の使用に正の影響を示すことなどを報告している。さらに、福田 (2017) は、中高生を対象として教科書や参考書の自発的利用と有効性の認知、コスト感の関連について分析を行い、教科書観が有効性の認知やコスト感を媒介して教科書や参考書の利用量及び自律的な利用方法に正の影響を及ぼしていることを示している。

以上のように、1人1台タブレット端末を用いた中学校理科の各使用場面における学習者の有効性の認知とコスト感について調査を行うことは、生徒のタブレット端末の適切な使用量や自律的な使用方法を促したり指導したりする上で意義のあることと考える。なお、学習方略の使用においては性差が見出されていることから (佐藤, 1998b)、本研究における有効性の認知とコスト感についても性差の分析を行うこととする。

2. 方法

調査対象者及び学習環境

調査は、岩手大学教育学部附属中学校第1学年2学級の生徒70名を対象とした。授業の際には、第7世代 iPad と第1世代 Apple Pencil (ともに Apple 社製) を全員に1セットずつ配布した。使用したアプリケーションは、「ロイロノート・スクール」であった。ロイロノート・スクールとは、株式会社 LoiLo が開発・販売を行っているクラウド型授業支援アプリであり、自分の考えをカードに書いてつなげたり、共有したりすることができる機能が備わっている。また、PDF 形式や JPEG 形式のファイルを配布したり、画面を配信したりすることも可能である。

手続き

授業実践は4時間であった (授業実践の詳細は次章を参照)。全4回の授業終了後に、授業中の使用場面ごとに端末を用いて学習することに対する有効性の認知とコスト感を訊ねる質問紙を配布し、次のように教示を行った。「以下に示すA)~L)のそれぞれの場面において、次の2つの質問はどれくらいあてはまりますか? 最もあてはまる数字に○をして回答してください。質問(1) iPad (ロイロノート) を使うことは役立つと思う (有効性の認知)。質問(2) iPad (ロイロノート) を使うことは面倒だと思う (コスト感)。」授業中の使用場面については、A から L までの12場面を設定し、それぞれの質問について「1: 全くあてはまらない」から「7: よくあてはまる」の7件法で回答を得た。なお、選択番号をそのまま各項目の得点として使用した。また、自由記述による感想も求めた。

3. 授業実践の概要

ロイロノート・スクールを活用した授業実践の概要について述べる。授業実践は、2020年1月下旬に、岩手大学教育学部附属中学校第1学年の2学級を対象に実施した。学習内容は、第1分野「(2) 大地の成り立ちと変化」の「ア 火山と地震」であった。授業は4時間計画とし、すべての

表1 授業実践の指導計画

時数	「学習課題」・学習内容	授業中のロイロノート・スクールの活用場面
1	「火山とはどのような山か」 ・火山の成り立ち，火山噴出物の内容 ・火山の分類とその視点，マグマの粘り気	・火山カードと分類表を配付する【場面A】 ・楯状火山，成層火山，溶岩ドームの3種類に分類させる【場面C】 ・生徒の考えをスクリーンに映し，分類の根拠（色や形）を発表させる【場面B・D】※図3参照
2	「火山噴出物（火山灰）を観察すると，何が分かるか」 ・火山灰に含まれる鉱物の観察 ・マグマの粘り気と鉱物の関係	・鉱物標本の画像と表を配付し，顕微鏡で火山灰の観察を行う【場面A】 ・観察した鉱物の写真をiPadで撮影し，標本の画像を表に張り付けて提出させる【場面B・E】※図4参照 ・その鉱物であると判断した視点（形・色）も記入させる【場面F】
3	「火山付近では，どのような岩石が採取できるか」 ・火成岩（火山岩・深成岩）の観察 ・ハイポ（チオ硫酸ナトリウム）の実験 ・結晶の大きさと，結晶のでき方	・2種類の火成岩と岩石カード（斑状組織と等粒状組織）を配付し，どちらが火山岩でどちらが深成岩か予想させる【場面C】 ・ハイポ（チオ硫酸ナトリウム）の凝固の実験を行う【場面G・H】※図5参照 ・実験の結果から考察を行い，発表させる【場面B・D・I】
4	「岩手山の火山活動に備え，私達にできることは何か」 ・火山活動の恩恵 ・火山活動によって引き起こされる災害 ・岩手山ハザードマップから見る防災	・岩手山ハザードマップを配付し，盛岡市を含む岩手山近郊の防災情報を確認する【場面A・J】 ・1）自宅での防災，2）外出先での防災という視点で自分の考えをまとめ，プレゼンテーションを行う【場面K・L】※図6参照



図1 顕微鏡による観察結果を記録するようす



図2 自分の考えをカードにまとめるようす

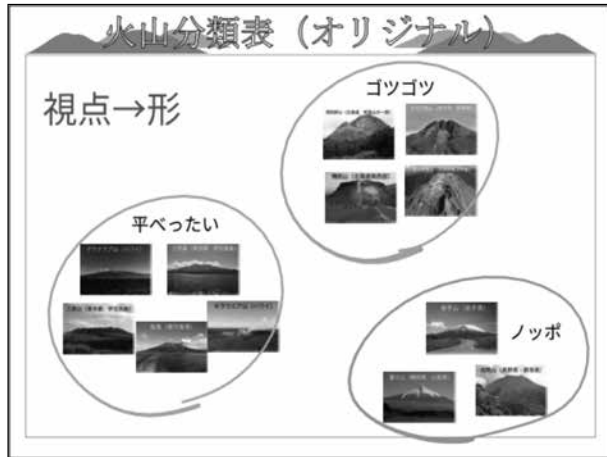


図3 火山分類表の例

鉱物	火山灰に含まれる鉱物の例						
	石英	長石	黒雲母	角閃石	輝石	カンラン石	磁鉄鉱
特徴	黒色の白色で、不規則に割れる。	白色の灰色で、決まった方向に割れる。	黒色で、決まった方向にうすくはがれる。	緑褐色または黒黒色で、長い柱状。	黒緑色で、短い柱状。	緑褐色で、不規則な形の小さい粒。	黒色で不透明、層状に割れている。磁石につく。
標本							
顕微鏡の記録							
割合	標本 _____ % 全鉱物量 _____ %	標本 _____ % 全鉱物量 _____ %	標本 _____ % 全鉱物量 _____ %	標本 _____ % 全鉱物量 _____ %	標本 _____ % 全鉱物量 _____ %	標本 _____ % 全鉱物量 _____ %	標本 _____ % 全鉱物量 _____ %

図4 火山灰に含まれる鉱物の例

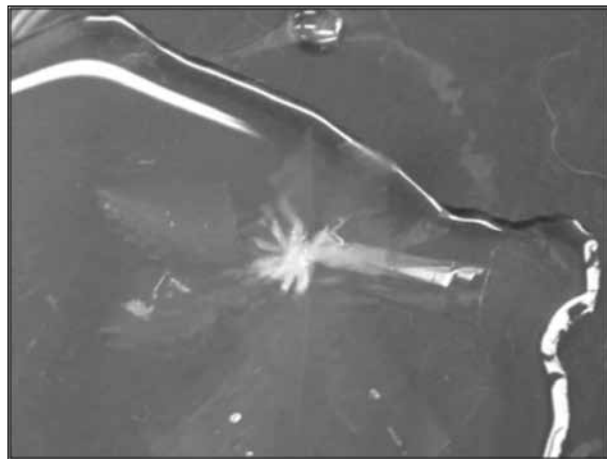


図5 チオ硫酸ナトリウムの凝固の様子

- ①平日(登下校時) (在宅時)
家に走って帰る 家から出ない
 テーブルの下などに隠れる
- ②休日(特に注意が必要な場所への外出時等)
比較的 안전한屋内や、屋根のある場所に避難する
落ち着いて行動する, 頭を守る, 指示に従う
- ③その他(家庭での準備, 有時の際の決め事等)
基本的には家に帰る, 家から遠い時は近くの頑丈な建物に逃げ込む, 災害レベルの把握, 防災マップを見る

図6 防災プレゼンの例

授業において1人1台タブレット端末を配布して実施した。表1に授業実践の指導計画の詳細を示す。また、授業中の活動のようすを図1と図2に、生徒が実際に作成して提出したカードの例を図3から図6に示す。

4. 結果

本研究では、R ver.3.6.1及びパッケージ psych ver.1.8.12を用いて分析を行った。なお、分析の対象となった生徒は計67名(男子32名, 女子35名)であった。

はじめに、有効性の認知に関する基礎統計量と男女比較の結果(Welchの検定及びCohenのd)を表2に示す。全ての場面において平均値が高く、天井効果が生じていた。ただ、平均値の高低に着

目すると、H) 実験のようすを動画として記録する場面が最も高く、次いで、D) 友だちの考えをみんなで共有する場面、E) 観察したようすを写真として記録する場面が高かった。男女比較の結果に着目すると、A) 先生から各種資料をもらう場面、B) 先生に自分のカードやノートの写真などを提出する場面、K) 自分の考えをまとめる場面、L) 自分の考えを班の人に発表する場面において性差が見られ、男子の平均値が女子の平均値を上回った。また、この4場面以外に着目すると、統計的有意差までは認められないもののすべての場面において男子の平均値が女子の平均値よりも高かった。

次に、コスト感に関する基礎統計量と男女比較の結果(Welchの検定及びCohenのd)を表3に

表2 各場面における有効性の認知の基礎統計量と男女比較（性差）

授業中の場面	全体		男子		女子		<i>t</i>	<i>d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
A) 先生から各種資料をもらう場面	6.31	1.12	6.63	0.71	6.03	1.34	2.31*	0.55
B) 先生に自分のカードやノートの写真などを提出する場面	6.21	1.24	6.59	0.76	5.86	1.48	2.60*	0.62
C) 自分の考えを整理する場面	6.04	1.35	6.06	1.32	6.03	1.40	0.10	0.02
D) 友だちの考えをみんなで共有する場面	6.54	0.82	6.72	0.58	6.37	0.97	1.79	0.43
E) 観察したようすを写真として記録する場面	6.51	0.84	6.56	0.95	6.46	0.74	0.50	0.12
F) 観察したようすに書き込んだり, 整理したりする場面	6.27	1.29	6.50	1.08	6.06	1.43	1.44	0.35
G) 実験の方法や手順を確認する場面	6.20	1.21	6.35	1.08	6.06	1.30	1.01	0.25
H) 実験のようすを動画として記録する場面	6.58	0.99	6.69	0.74	6.49	1.17	0.85	0.20
I) 実験の結果から考察をする場面	6.04	1.26	6.22	1.13	5.89	1.37	1.09	0.26
J) インターネットなどを活用して調べる場面	6.49	1.13	6.69	1.00	6.31	1.23	1.37	0.33
K) 自分の考えをまとめる場面	6.15	1.42	6.63	0.83	5.71	1.69	2.83**	0.67
L) 自分の考えを班の人に発表する場面	6.43	0.91	6.72	0.63	6.17	1.04	2.62*	0.63

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

表3 各場面におけるコスト感の基礎統計量と男女比較（性差）

授業中の場面	全体		男子		女子		<i>t</i>	<i>d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
A) 先生から各種資料をもらう場面	1.93	1.39	1.66	1.18	2.17	1.52	1.56	0.38
B) 先生に自分のカードやノートの写真などを提出する場面	2.19	1.70	1.72	1.20	2.63	1.97	2.30*	0.55
C) 自分の考えを整理する場面	2.58	1.79	2.31	1.82	2.83	1.74	1.18	0.29
D) 友だちの考えをみんなで共有する場面	1.91	1.37	1.72	1.14	2.09	1.54	1.11	0.27
E) 観察したようすを写真として記録する場面	2.54	1.73	2.19	1.45	2.86	1.91	1.63	0.39
F) 観察したようすに書き込んだり, 整理したりする場面	2.28	1.63	2.06	1.48	2.49	1.76	1.07	0.26
G) 実験の方法や手順を確認する場面	1.92	1.28	1.94	1.34	1.91	1.25	0.07	0.02
H) 実験のようすを動画として記録する場面	2.30	1.78	2.22	1.70	2.37	1.88	0.35	0.09
I) 実験の結果から考察をする場面	2.55	1.84	2.50	1.90	2.60	1.80	0.22	0.05
J) インターネットなどを活用して調べる場面	2.13	1.48	2.09	1.49	2.17	1.48	0.21	0.05
K) 自分の考えをまとめる場面	2.90	1.92	2.38	1.41	3.37	2.21	2.22*	0.53
L) 自分の考えを班の人に発表する場面	2.07	1.39	1.91	1.38	2.23	1.40	0.95	0.23

* $p < .05$

表4 タブレット端末を使用して学習することに対するコメント

コメント内容
<p><ポジティブなコメント></p> <ul style="list-style-type: none"> • 板書を使うと時間がかかってしまう部分（分類，イラスト）も手短かにできて便利だと思った。 • いちいち消したりする必要がなく，友達同士で送れるところは便利だと思いました。 • 写真やウェブのページに直接書き込めるとというのが一番良かった。 • 資料の整理がとても楽で，すぐに調べることができた。 • 観察の時に，記録するのが簡単で，共有もしやすかった。スライドにすることにより，考えを発表するときやりやすかった。 • 実際の写真を用いることで，書く手間が省けたり，よりリアルなものを保存したりできるなど，便利なことがとても多かった。 • iPad（ロイロノート）を使うことで，自分の考えが明確にわかったり，自分だけでなく「提出」の部分からクラス全員の考えが見えたりできて，たくさんの視点から考えられる。
<p><ネガティブなコメント></p> <ul style="list-style-type: none"> • 用語や大切な考え方は板書したほうが覚えやすいと思った。 • ロイロノートだと，余白が少なく，細かいことが書きにくかったり，ノートのように思ったことを一回書いて整理したりするのが難しかった。 • 学んだことは，常に見返せる（復習）ようにしたいので，やはりノートみたいな学習の整理方法は必要だと思う。 • 先生がちらっと言った話をメモするときにも，ノートに書いたほうが良いと思った。

示す。全ての場面において平均値が低く，床効果が生じていた。ただ，平均値の高低に着目すると，K) 自分の考えをまとめる場面が最も高く，次いで，C) 自分の考えを整理する場面，I) 実験の結果から考察をする場面が高かった。男女比較の結果に着目すると，B) 先生に自分のカードやノートの写真などを提出する場面，K) 自分の考えをまとめる場面において性差が見られ，女子の平均値が男子の平均値を上回った。また，この2場面以外に着目すると，統計的な有意差までは認められないもののすべての場面において女子の平均値が男子の平均値よりも高かった。

最後に，タブレット端末を用いて学習することに対する自由記述による感想についてポジティブなコメントとネガティブなコメントに分類した。その一部を表4に示す。ポジティブなコメントを見ると，情報の検索をしたり，観察や実験の結果を記録したりする際に便利であったという趣旨の

コメントが多く寄せられていた。一方，ネガティブなコメントを見ると，用語や考えを書いたり覚えたりする際はタブレット端末ではなくノートに書いた方が良かったという趣旨のコメントが多く寄せられていた。

5. 考察

本研究では，1人1台タブレット端末を用いた中学校理科の各使用場面における学習者の有効性の認知とコスト感について調査を行った。その結果，有効性の認知についてはいずれの場面においても高い値を示し，コスト感については低い値を示した。また，全体的に有効性の認知については男子の方が高く，コスト感については女子の方が高かった。有効性の認知とコスト感において天井効果及び床効果が生じているため，各使用場面における有効性の認知とコスト感について統計的有意差や効果量を示しながら比較することはできな

いが、平均値の高低に着目すると多少の変化は見られた。

例えば、有効性の認知については、H) 実験のようすを動画として記録する場面、D) 友だちの考えをみんなで共有する場面、E) 観察したようすを写真として記録する場面において高い値が示された。これら3場面はどれもタブレット端末が無ければ実現できない場面である。従来の授業では、観察結果についてはスケッチをしたり、実験結果については表やグラフにまとめたりして記録していた。しかし、タブレット端末を使用することによって観察の結果を写真として記録したり、実験の結果を動画として記録することができ、本授業実践でもハイポ（チオ硫酸ナトリウム）が凝固するようすについて何度も再生して見返したり、スローモーション再生をして結晶が広がるようすについて観察している姿が見られた。観察や実験の結果について分かりやすく表やグラフにまとめる技能は、当然授業の中で指導していかなければならないが、タブレット端末を用いて記録や保存をすることによって後から何度も見返して詳細に観察したり、失敗の原因を追及したりする際に非常に有効である。

また、コスト感については、K) 自分の考えをまとめる場面、C) 自分の考えを整理する場面、I) 実験の結果から考察をする場面においてやや高めの値を示した。これら3場面に共通することは、新たに出会った課題や事象に対して既有知識や既習内容、生活経験などを関連付けながら自分の考えを整理したりまとめたりといった認知処理を伴う場面であることである。学習というものは、外的な情報（入力情報）を理解し、それを記憶や思考、知識といった内的リソースと道具や他者といった外的リソースを活用して関連づけたり推論したりして情報の保存や加工を行い、それを表現（出力情報）する過程であると捉えられている（市川，2008）。このような情報処理モデルに照らして考えると、タブレット端末を活用して学習する際、情報を理解したり表現したりする場面においては有効性の認知が高いが、得られた知識や情報につ

いて内的リソースを用いて整理したりまとめたりする内在的な認知処理を伴う場面においてはコスト感が若干高くなると捉えられるのではないだろうか。さらに、自由記述を見ると、メモする、書き残す、覚えるといった目的下ではノートを利用したかったというコメントが散見された。理数科教育におけるテクノロジー活用の効果についてメタ分析を行った研究では、活用の目的によって平均効果量（Hedgesのg）に違いがあることが示されている（中村ほか，2019）。したがって、授業における1人1台タブレット端末の使用場面や使用目的について、有効性の認知やコスト感に加え、今後は教育効果についても検討を重ねていく必要があると考える。

最後に本研究の課題と限界について述べる。今回、本研究の調査対象となった生徒たちは、本授業実践が1人1台端末を用いて初めて学習するという状況であった。したがって、タブレット端末を使用することそのものに非日常感や過度な期待感を抱いていた可能性が考えられる。実際に授業のようすを観察すると、生徒たちはやや興奮気味である印象を受けた。各使用場面における有効性の認知の高さとコスト感の低さは、この影響を受けていることが考えられる。したがって、日常的に使用していく中で改めて調査を行う必要性を感じる。また、本授業実践は一事例に過ぎず、研究の対象とする理科の単元やタブレット端末の用い方によっても生徒の反応が異なることが想定されるため、結果の一般化には限界があることを記しておく。

付記

本研究の調査にご協力いただいた生徒のみなさん、並びにデータの入力や整理に協力していただいた岩手大学教育学部3年の阿部由佳理さんと今野浩幸さんに心よりお礼申し上げます。また、本研究は岩手大学「令和元年度研究力強化支援経費」の助成を受けたものです。

参考文献

- 福田麻莉 (2017) 家庭学習のつまづき場面における数学の教科書・参考書の自発的利用：教科書観と教師による教科書の使用に着目して, 教育心理学研究, 65巻, 346-360.
- 市川伸一 (2008) 「教えて考えさせる授業」を創る：基礎基本の定着・深化・活用を促す「習得型」授業設計, 図書文化
- 教育新聞 (2019) 学力調査のCBT化、デジタル教科書に意欲 萩生田文科相, 教育新聞, 2020年1月31日 記事 Retrieved from https://www.kyobun.co.jp/news/20200131_06/ (2020年2月1日)
- 文部科学省 (2014) 学びのイノベーション事業 Retrieved from https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1408183.htm (2020年2月1日)
- 文部科学省 (2019) 「児童生徒1人1台コンピュータ」の実現を見据えた施策パッケージ Retrieved from https://www.mext.go.jp/content/20191225-mxt_syoto01_000003278_04.pdf (2020年2月1日)
- 森陽子 (2004) 努力観, 自己効力感, 内発的価値及び自己制御学習方略に対する有効性とコストの認知が自己制御学習方略の使用に及ぼす影響, 日本教育工学会論文誌, 28巻, 2号, 109-118.
- 中村大輝・山根悠平・西内舞・雲財寛 (2019) 理数科教育におけるテクノロジー活用の効果：メタ分析を通じた研究成果の統合, 科学教育研究, 43巻, 2号, 82-91.
- 佐藤純 (1998a) 学習方略の有効性の認知・コストの認知・好みが学習方略の使用に及ぼす影響, 教育心理学研究, 46巻, 367-376.
- 佐藤純 (1998b) 数学・英語学習における学習方略の使用と性差の関係, 日本教育心理学会総会発表論文集, 40, 296.
- 総務省 (2014) フューチャースクール推進事業 (平成22年度～25年度) Retrieved from https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyo-uiku_joho-ka/future_school.html (2020年2月1日)
- 梅本貴豊 (2012) 方略保有感, コスト, 有効性が認知的方略の使用に与える影響：方略固有的な次元からの検討, パーソナリティ研究, 21巻, 1号, 87-90.