

高度情報化社会で求められる情報活用能力 ーメタ認知の学習効果を測定するための心理尺度

益谷 真

はじめに

2020年春から2年半の間に8回の新型コロナウイルスの感染爆発を経験した日本では、従来から主に遠隔地を縮める手段であったリモート・ワークが広がり、オンラインによる情報通信は、非対面状況でも活動を続けなければならない教育やエンターテインメントの業界にも波及した。このような社会状況は、いわば消極的に情報通信技術 (ICT) とインターネット技術 (IT) を受け入れてきたのであって、教育効果に関する懸念を生み、ライブの醍醐味を損なうことにもなった。しかしながら、いったん普及した ICT や IT 環境は、デジタル化の進む世界情勢には欠かせない社会インフラにもなり、それらをどの様に活用していくのかが、産業を含めた日本の将来に大きな影響を及ぼすことは明らかである。そこで、高度情報化社会もしくはデジタル社会を担っていく市民を育成する公教育や職業訓練が重要になってくる。ところが教育界では、コロナ禍のはるか前から 21 世紀の高度情報化とグローバル化を射程において、公教育の教科・科目として「情報」を高等学校で、「プログラミング」を小学校に設置し、更にスーパーサイエンスの拠点が高等学校で指定されて国内外の交流や研究発表なども進められ、国立大学の学術研究力の強化や再編といった人材育成の目論見が次々と実施されてきているのである。特に近年は、教科横断の「総合的な学習」を中学校で実施し、「探究的な学習」を高等学校のカリキュラムに採り入れて、日本の将来を担う世代の汎用的な情報活用能力の育成が目指されているが、いずれも間接的であり、その教育効果は十分に明らかではない (益谷, 2017)。

そこで本稿では、メタ認知アプローチによって情報活用能力を直接的に養う啓発学習プログラムの教育効果を測定する心理指標の開発について報告する。構想している学習パッケージの骨子は表 1 に示す内容で、1 単位の学習量を目指してインストラクションの標準化と、各セッションで使用する課題について段階的に検討してきている (益谷, 2016, 2019a, 2019b)。

表 1 メタ認知啓発学習プログラム (1 回は 90 分で後半は全てグループ・ワーク)

第 1 回目 (前半) メタ認知とは何か
(後半) メタ認知で有能性が発揮できる

- 第2回目（前半）アナロジーの思考法について
（後半）アナロジー課題を解く（アイデアを他者のヒントにする）
- 第3回目（前半）根拠に基づく思考法について
（後半）事例・資料を合理的に検討する
- 第4回目（前半）仮説の思考法について
（後半）仮説に基づく課題解決の実行プランを作成する
- 第5回目（前半）事例・資料に基づく仮説の修正
（後半）修正された仮説のグループ発表と全員のコメント
- 第6回目（前半）資質と適性について
（後半）情動知能と職能について意見交換
- 第7回目（前半）個人の強みについて（好きな事の動詞化とブレインストーミング）
（後半）強みの診断（VIA-IS）とグループ内のフィードバック
- 第8回目（前半）レポート作成のコツについて
（後半）メタ認知をトレーニングするプランの作成

1. メタ認知アプローチ

メタ認知は記憶・思考といった認知能力を進化させてきた人類に固有な高次の認知であり、抽象的思考や客観視、仮説思考や課題解決、拡散思考や課題発見、活動プロセスの計画や管理・統制、集団思考や建設的な対話などで顕著に機能する。これらの思考は中学生頃から高等学校の段階で活発になってくるとみられている。近年、教科・科目の学習では「学びあい・高めあう」ために「主体的な話し合いを通じた深い学び」を軸にして、情報活用能力が学びに向かう力と捉えられている。たとえば、従来の「算数」や「数学」では知識や技能の習得が目指されてきたが、高度情報化社会を念頭におくと、計算力に代表される速く正確に問題を解くだけでなく、周りの人に根拠を踏まえて論理的に思考の過程を分かりやすく伝える表現力や、データを活用する工夫や判断力などが求められるようになってきているのである。高度情報化社会では単に知識があるだけでは有能ではなく、どれだけ活用できるかが重要なのである。現在の技術レベルでは、知識を用いて問題を解くだけなら人間よりもコンピュータの方が優れているが、設定された問題の定義や前提が曖昧であったり、知識のない未知の問題・課題についても取り組み、解決すべき課題自体を発見するなど、人工知能（AI）が苦手な事こそが、情報活用能力に係わっている。

情報を活用するには高次の認知活動であるメタ認知が必要になる。メタ認知は自分自身の認知活動の特徴や状態を管理する心的システムである。小学校の高学年頃から発達すると考えられ、表象の形式的操作（抽象的思考）の発達と符合する（丸野, 2007; 三宮, 2008）。

主な領域は人間の認知に関する知識（自己と一般）、課題解決やパフォーマンスなどの活動に関するスキル（技能）とそのコントロール（統制）である。メタ認知を測定する方法としては、実際に課題に取り組んだ人の内省をプロトコル分析する（海保・原田，1993；岡本，1992）、あるいは、メタ認知がどの程度あるかを主観的に自己評定する（吉野・懸田・宮崎・浅村，2008）などがある。本稿では、メタ認知を育成する学習プログラムの開発を構想しているため、その教育効果を測るための心理尺度を主観的な評価から探索的に検討し、メタ認知がどのような思考過程で進められるかの分析は別の報告に譲る。

1.1 メタ認知の主観的評定

本稿ではメタ認知の働きを調べるのではなく、メタ認知自体を学ぶことによってメタ認知の高まる学習プログラムを開発し、その教育効果を測ることが目的であるため、主観的な自己評価項目を作成することから始めた。出発段階として、アクティブ・ラーニングの学習スキルを実証的に検討した先行研究（益谷，2019b）から評定項目を取集した。表1に示す通り、従来から想定されているメタ認知の4つの領域について（丸野，2007；三宮，2008）簡潔な表現で計20項目の記述を案出した。尺度作成の出発段階であり、4つの領域毎に項目数は揃わなかったが、構想している学習プログラムの内容には対応し、第1回目のセッションでメタ認知の概念を理解するための具体的な行動目録になるようにした。

自己評定の欠点は多々あるが、簡便なチェックとしては優れているので、探索的にばらつきが大きくなるように「全く違う」なら0点、「かなり違う」なら1点、「少し違う」なら2点、「何とも言えない」なら3点、「少しその通り」なら4点、「かなりその通り」なら5点、「全くその通り」なら6点の両極7件法で回答を求めた。回答者はメタ認知について学習した大学生計89名であった。評定項目群はメタ認知を構成する主な領域と具体的な行動目録になるので、自己評定を終えてからメタ認知について講師が口頭で解説し、データの提供を了承した場合に回答用紙を回収した。

先ず20項目全体の主成分を分析したところ、ガットマン基準（各変量の主成分負荷量の自乗の主成分毎の合計である固有値が1.00以上）では6つの成分が抽出された。主成分の意味が解釈できる第3主成分までについて、慣例である負荷量.300以上を表2に示す（*は3.00未満）。データの分散を第1主成分は26%、第2主成分は11%、第3主成分は9%を説明していた。共通性（ h^2 ）の低い項目は、各主成分の負荷量が低く、項目全体の主成分としての影響が小さいことを示す。第1主成分は知識領域と客観視領域の項目で標識になる負荷が高い。客観視は本人の気づきに負い、スキルなどには知識が含まれるので、分離されるのは難しいのかもしれない。第2主成分は、自己理解領域の項目に標識としての負荷が高かったことから、自己の認知能力を把握する成分だと解釈できる。第3主成分は

計画性の領域の項目で負荷が高く、知識領域のグループ活動と客観視領域の難易の見極めの項目でも、やや高めの負荷が示された。全体としてア prioriに設定したメタ認知の領域と抽出された主成分とは、おおよそ対応した結果になったが、主成分は項目間相関の多い変数群が抽出されがちなので、もし領域毎に項目数を調整すれば、項目群の抽出主成分も変わる可能性も残される。

表2 メタ認知の主観的評定の主成分負荷量と共通性 (h^2)

	主成分			h^2
	第1	第2	第3	
【自己理解】				
1) 勉強に関して自分の得意・不得意を分かっている。	.37	*	*	.32
2) 自分の記憶力がどの程度なのか分かっている。	*	.77	*	.76
3) 自分の理解力がどの程度なのか分かっている。	.45	.61	*	.70
4) 自分の集中力がどの程度なのか分かっている。	.33	.59	*	.55
【知識】				
5) 知識を活用するには、どうすれば良いか知っている。	.69	*	*	.62
6) 3～4名のグループで課題に取り組む時に、 どうすれば互いに協力できるか知っている。	.55	-.39	-.36	.69
7) 3～4名のグループでアイデアを練る時に、 どうすれば互いに知恵が出せるか知っている。	.44	-.42	-.55	.79
8) 複数の具体例から法則性や規則性をどうすれば 推測できるか知っている。	.59	*	*	.54
9) インターネットで情報を調べる時、どうすれば 情報の信頼性を確かめられるか知っている。	.66	*	*	.53
10) 新しい事を学ぶ時に、どうすれば習得しやすく なるか知っている。	.65	*	*	.63
11) 面接を受ける際どんな準備をすれば良いか知っている。	.52	*	*	.58
12) 時間に制限のあるテストや課題をする時に、 どのように取り組めば良いか知っている。	.62	*	*	.67
13) 他の人にまとまった量の情報を伝える時に、 どうすれば分かりやすく伝えられるか知っている。	.68	-.33	*	.67

【客観視】

14) 問題や課題に取り組む時に、それが一般的に 簡単なのか難しいかの客観的な区別がつく。	.46	*	-.35	.72	
15) 授業や講習を受けている時に、自分はどこが 分かっていて、どこが分かっていないかに気づく。	.61	*	*	.75	
16) 解けない問題があった時に、なぜ解けないのか分かる。	.44	*	*	.72	
17) 失敗した時には、次も同じ失敗を繰り返さないように 失敗の原因を考える。	.57	*	*	.63	
18) 成功した時には次も成功するためにその理由を考える。	.40	-	.30	.40	.62

【計画性】

19) 課題に取り組む時は、いつ迄にどこ迄できれば良いのか 具体的な目標を立てる。	*	*	.70	.75
20) いつでも目標を達成するためには工程を分析して 段階的に進めていく。	.40	*	.65	.74

1.2 メタ認知の尺度構成

20項目で尺度が構成できれば、メタ認知の変化や教育効果が確かめられる指標が得られ、項目数が少なくなれば簡便にはなるが、安定した信頼性を確保するのが難しくなる。尺度の一貫性に係る信頼性を分析したところ、相互相関に基づく α 係数は.84、平均値72.09、標準偏差12.033で、Tukeyの非加法性検定では $F(19, 88)=14.139, p<.001$ となり、各項目の得点を加算しても問題はないことが確認できた。表3に示すように、項目尺度間の相関は尺度を構成する項目の貢献度にあたり、項目2と項目19を除けば、およそ十分な値になった。

再試行による信頼性についても89名中の40名で確認した。20項目の合計値は、40名の初回が平均値63.80、標準偏差13.737であったが、メタ認知について2回の学習を経た2週間隔の再試行では、平均値68.15、標準偏差14.996と有意に高くなり($t(39)=2.216, p<.05$)、相関は.82と安定していた。構想している学習プログラムの全8回のパッケージが実施されれば、また違った結果が示される可能性もある。

表3 尺度構成に資する各項目の統計（SD：標準偏差）

項目	平均	SD	項目尺度
			間相関
1) 勉強に関して自分の得意・不得意を分かっている。	4.61	.765	.32
2) 自分の記憶力がどの程度なのか分かっている。	3.86	1.147	.22
3) 自分の理解力がどの程度なのか分かっている。	3.88	1.004	.41
4) 自分の集中力がどの程度なのか分かっている。	4.10	1.115	.30
5) 知識を活用するには、どうすれば良いか知っている。	3.18	1.120	.60
6) 3～4名のグループで課題に取り組む時に、 どうすれば互いに協力できるか知っている。	3.50	1.104	.43
7) 3～4名のグループでアイデアを練る時に、 どうすれば互いに知恵が出せるか知っている。	3.28	1.082	.31
8) 複数の具体例から法則性や規則性をどうすれば 推測できるか知っている。	3.19	1.221	.48
9) インターネットで情報を調べる時、どうすれば 情報の信頼性を確かめられるか知っている。	3.38	1.350	.59
10) 新しい事を学ぶ時に、どうすれば習得しやすく なるか知っている。	3.19	1.276	.58
11) 面接を受ける際、どんな準備をすれば良いか知っている。	3.32	1.378	.45
12) 時間に制限のあるテストや課題をする時に、 どのように取り組めば良いか知っている。	3.98	1.061	.55
13) 他の人にまとまった量の情報を伝える時に、 どうすれば分かりやすく伝えられるか知っている。	3.20	1.214	.56
14) 問題や課題に取り組む時に、それが一般的に 簡単なのか難しいかの客観的な区別がつく。	3.50	1.322	.36
15) 授業や講習を受けている時に、自分はどこが 分かっていて、どこが分かっていないかに気づく。	3.73	1.362	.55
16) 解けない問題があった時に、なぜ解けないのか分かる。	3.20	1.349	.35
17) 失敗した時には、次も同じ失敗を繰り返さないように 失敗の原因を考える。	4.50	1.114	.47
18) 成功した時には、次も成功するためにその理由を考える。	3.56	1.321	.32

- 19) 課題に取り組む時は、いつ迄にどこ迄できれば良いのか 3.60 1.572 .20
具体的な目標を立てる。
- 20) いつでも目標を達成するためには工程を分析して 3.43 1.294 .35
段階的に進めていく。

尺度を構成する項目をどの様に選択していくかは、本稿で用いた評定方法である両極7件法から単極5段階へ変更するなどして、主成分を繰り返し確認しながら進めることが期待される。ここでは暫定版として最初に設定した両極7件法で20項目を合計した得点の特徴を頻度から探る。図1に示すように得点分布の型は、中央値を境にした2つの山型(双峰)で上位群と下位群に分けることも可能ななだらかな矩形で、負の尖度(-.182)と負の歪度(-.452)になった。この分布は四分位による人数がおおよそ均等になるという観点では検査として適しているが、多くの心理事象は正規分布が想定されているので、更なる検討が必要である。得点の可能範囲は0点から120点になり、データでは最小値が40点、最大値は94点で、はずれ値は低得点群に見られた。四分位は25%タイル(全体の下位25%)で64点、50%タイル(全体の中央値)は71点、75%タイル(全体の上位25%)で83点になった。

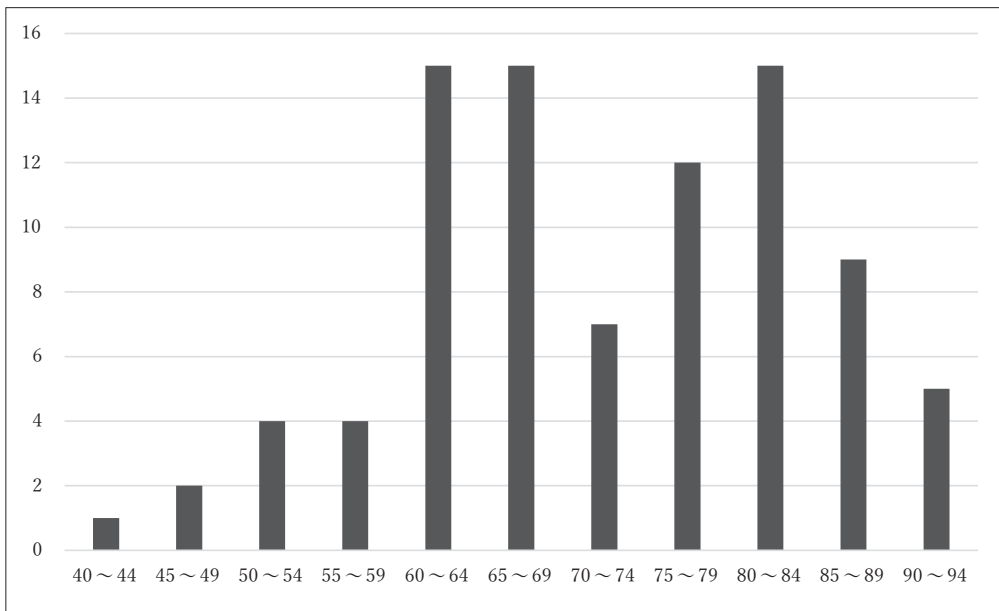


図1 20項目のメタ認知尺度の得点(横軸)と人数(縦軸)

2. メタ認知尺度の妥当性

本稿で検討している尺度は、メタ認知を育む学習プログラムの教育効果を測る指標としてプリ・ポストで用いることを目指している。そのために2つの方法で尺度の妥当性（測りたいことを測っているか）について検証する。

2.1 知識の確認

本稿のメタ認知尺度は、主観的に知っていると思っている程度であり、よく知っているなら知識も豊富なことが想定できる。そこで、知識に関する項目5から項目13までの9項目について、知っていることをベスト3まで記述するよう求めた。具体的でない場合に1点、妥当な場合を2点で採点すると、得点は各項目で0点から6点になる。統計処理をすると、表3に示すように自己評価との相関で中程度以上の値が認められたので、評定が何らかの根拠に基づいていると示唆される。暗黙知の可能性もあるが、詳しく質的に分析しても新たな知見は得にくいと思われる。参考のために項目5「知識を活用するには、どうすれば良いか」についての回答記述例を以下に紹介する。いずれも知識を演繹的に利用する応用研究の発想であり、現実に使われている人工物や自然現象を理解するために知識を用いるのではなく、教科・科目の学習のように、知識を基礎から応用・発展させていく思考習慣が、拡散的発想を妨げているものと思われる。記述されたのは、「知識が活かされている事例や状況を探す（調べる）」「知識が活かされている場面・場所へ行く（身をおく）」「他の知識と組み合わせる」「その知識と関連のありそうな事象や知識を考える（調べる）」「行動に移す（実践してみる）」「具体例を考える」「生活の何が便利になるかを考える」「人に教える」「スムーズにできるように整理して練習する」「抽象化して他の事にも使えるようにする」「自分の経験と結びつける」「その知識の分野を幅広く学ぶ」などであった。

表4 知識領域の記述の基本的統計と自己評定との相関

項目	平均	S D	相関
5) 知識を活用するには、どうすれば良いか。	2.48	1.597	.32
6) 3～4名のグループで課題に取り組む時に、 どうすれば互いに協力できるか。	4.43	1.604	.45
7) 3～4名のグループでアイデアを練る時に、 どうすれば互いに知恵が出せるか。	3.91	2.054	.34

8) 複数の具体例から法則性や規則性をどうすれば 推測できるか。	2.73	2.009	.54
9) インターネットで情報を調べる時、どうすれば 情報の信頼性を確かめられるか。	3.83	1.884	.33
10) 新しい事を学ぶ時に、どうすれば習得しやすくなるか。	4.01	1.820	.33
11) 面接を受ける際、どんな準備をすれば良いか。	4.32	1.868	.37
12) 時間に制限のあるテストや課題をする時に、 どのように取り組めば良いか。	3.80	1.882	.37
13) 他の人にまとまった量の情報を伝える時に、 どうすれば分かりやすく伝えられるか。	3.93	2.139	.53

2.2 メタ認知尺度と情動知能尺度の関係

メタ認知の主要な機能が認知の統制であることから、尺度の併存的妥当性（構成概念の弁別）をみるために、情動知能尺度（EQS；内山・島井・宇津木・大竹，2001）との関係を確認した。情動知能の科学的研究は、たとえばチャロキー，J.，フォーガス，J.P.，メイヤー，D.（2005）などに詳しい。ここではEQSの「統制」因子を構成している下位因子について補足する。自己対応領域の「統制」は、自分で目標を立てる、自分で物事を決める、我慢ができる自制心で構成されている。対人対応領域の「統制」は、他者の能力を活かす人材活用、えり好みせずに人間関係を作る人付き合い、自分の利益を後回しにして協力できるかで構成されている。状況対応領域の「統制」は、状況の適切な認識に基づく臨機応変な対応、自分を変えていく適応で構成されている。

メタ認知尺度に回答した同じ学生に対してメタ認知の学習プログラムの一環として、自分の適性を振り返る材料としてEQSを実施し、自己分析と考察の仕方を指導した。構想している学習プログラムでは、職種と適性を考える材料として使用される。集計後の尺度得点の解釈を自分で行えるように採点用紙と評定用紙を別にして配布し、データの提供を了承した場合に評定用紙を回収した。

メタ認知尺度得点と情動知能尺度の対応因子得点との相関を表5に示す。相関は自己対応領域に関しては「洞察」で、対人対応領域では「統制」で、状況対応領域では「統制」と「統率」で高かったことから、メタ認知が統制（コントロール）の機能で重なっていることが確かめられた。自己対応領域の「洞察」が「統制」よりも相関が高かったのは、自己対応領域の「洞察」の下位因子が、自分の感情状態を察知する、自分の感情表現力が分かっているかで構成されているため、感情と認知を区別したとしても、自己理解という点で輻輳しているため相関が高くなったと考えられる。

表5 メタ認知尺度得点と情動知能の対応因子の得点との相関

自己対応			対人対応			状況対応		
洞察	動機	統制	共感	愛他	統制	洞察	統率	統制
.54	.36	.38	.25	.15	.43	.37	.48	.52

おわりに

主観的評定は不安定で信頼性に欠くとみられ易いが、本稿で報告してきたように、今回新たに開発したメタ認知尺度には一定の信頼性があり、妥当性もある程度は確認でき、学習プログラムの教育効果を簡便に測るという観点では効用があると考えられる。しかし、学習した直後は本人の期待や評価が甘くなることから、自己評定よりも客観的なパフォーマンスや中期的な学習効果を測定できる指標の開発も考えていく必要がある。メタ認知の4つの領域で、主観的な評価に頼らなければならない「自己理解」と「客観視」は、「知識」や「計画性」とは分けて構成していくことも可能だが、メタ認知は4つの領域が総合的に働くこともある。そこで、教育効果を簡便に測ることとも両立させて、尺度得点として4つの領域の全ての項目を加算するだけでなく、領域別に得点をみることもできるが、そのためには、4つの領域で同数の項目にした尺度を構成することが、今後の研究課題の一つになる。

高等教育ではメタ認知を直接学ぶこともできるが、その前段階である中等教育の後半にあたる高等学校でも、教科・科目の学習で情報活用能力に重点をおいた指導が重要になる。世界の標準的な学力を測っているPISAでは、それよりも早い発達段階の義務教育の修了段階に焦点を当てて情報活用能力を診ている。それは対象の情報を自分で言語化・図式化し、推論して意味を解釈し、事実と解釈とを区別して、捨象した情報を自分の既有知識や経験と照らし合わせて評価ができる程度を測っているのである。この能力を育成するには、情報を単に知り、覚えるだけでなく、自分の意見を根拠に基づいて創り、他の意見と比べながら様々な意見を集約させていく協同学習をすすめていかななくてはならない。

情報通信技術の進歩に伴う高度情報化・デジタル社会における情報活用能力は、AIやネットワーク技術を設計・管理・運用するスキルや、データ・サイエンス、情報科学や知識工学に堪能な職能や専門レベルではなく、習得された知識を有効に用いて、科学的な英知の教養を備え、高度情報化社会における賢いユーザーとして、あるいは社会に貢献しつつ豊かに生きていく市民のための一般的な汎用能力ではないだろうか。その育成のために、大学の一般教育等で実施できる学習プログラムのパッケージが必要であり、学習材料とインストラクション・デザインの検討が進むことを期待する。

文 献

- 内山 喜久雄・島井哲志・宇津木 成介・大竹恵子 2001 E Q S 実務教育出版
- 岡本真彦 1992 文章題の解決におけるメタ認知の検討. 教育心理学研究, 40, 81-88.
- 海保博之・原田悦子 1993 『プロトコル分析入門－発話データから何を読むか』新曜社
- 三宮 真智子 2008 『メタ認知－学習を支える高次認知機能』 北大路書房
- チャロキー, J., フォーガス, J.P., メイヤー, D. (編) 2005 『エモーショナル・インテリジェンス－日常生活における情動知能の科学的研究』 ナカニシヤ出版
- 益谷 真 2016 子どもの学ぶ資質と発達 (3) 学ぶ力の基盤になる個人の強みと情動知能. 日本教育心理学会第 58 回総会発表論文集, 447.
- 益谷 真 2017 中等教育における総合的な学習に関する学び方の質的検討. 日本教育心理学会第 59 回総会発表論文集, 174.
- 益谷 真 2018 高等教育における協同学習の実践的検討 (Ⅷ) 学びを深める質問のスキル. 日本教育心理学会第 60 回総会発表論文集, 576.
- 益谷 真 2019a 高等教育における協同学習の実践的検討 (Ⅸ) 学びを深めるための問い方の分析. 日本教育心理学会第 61 回総会発表論文集, 162.
- 益谷 真 2019b メタ認知アプローチによるアクティブ・ラーニングの学習スキル. 敬和学園大学研究紀要, 28, 53 - 62.
- 丸野俊一 2007 特集にあたって: 「心の働きを司る『核』としてのメタ認知」研究－過去, 現在, 未来－. 心理学評論, 50(3), 191-203.
- 吉野 巖・懸田孝一・宮崎拓弥・浅村亮彦 2008 成人を対象とする新しいメタ認知尺度の開発. 北海道教育大学紀要 (教育科学編) 59(1), 265-274.