

令和 7 年 6 月 9 日現在

機関番号：35309

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2024

課題番号：21K13701

研究課題名（和文）認知モデリングによる学習課題遂行時の包括的メタ認知モデルの作成

研究課題名（英文）Cognitive modeling to create a comprehensive metacognitive model during the execution of learning tasks

研究代表者

山根 高史（Yamane, Takashi）

川崎医療福祉大学・医療福祉学部・講師

研究者番号：90808726

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,300,000円

研究成果の概要（和文）：学習過程の全体を通じたメタ認知活動の相互関係を明らかにすることを目的とし、現実の学習場面を模した2つの実験を実施した。時系列モデルによる分析の結果、先行する段階でのメタ認知的モニタリングが後続のモニタリングに安定的に影響を与えること、前の段階のモニタリングが次の段階のコントロールを規定すること、モニタリングには項目特性に基づいて行われるという共通基盤がありつつも、学習の成熟に伴って使用する手がかりが変容することなどが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、学習プロセス全体を通じたメタ認知活動の相互関係の様態が明らかになった。メタ認知的モニタリングは、それ自体が前段階のモニタリングの影響を受けるという過程を踏まえると、適切な学習活動のコントロールのためには特定の段階のモニタリングとコントロールの関係に注目するのでは十分でなく、それ以前の段階も踏まえた評価が行われるべきであろう。また、学習者が先行する学習の成果を参照しながら次の学習を主体的にコントロールするという、学習過程を跨いだ制御の証左を得ることができた点も本研究の成果である。

研究成果の概要（英文）：In order to clarify the interrelationships of metacognitive activities throughout the entire learning process, two experiments simulating real learning situations were conducted. Analysis using a time-series model revealed that metacognitive monitoring in earlier stages consistently influenced subsequent monitoring; monitoring in a preceding stage determined control in the following stage; and although monitoring was commonly based on item characteristics, the cues used changed as learning progressed and matured.

研究分野：認知心理学

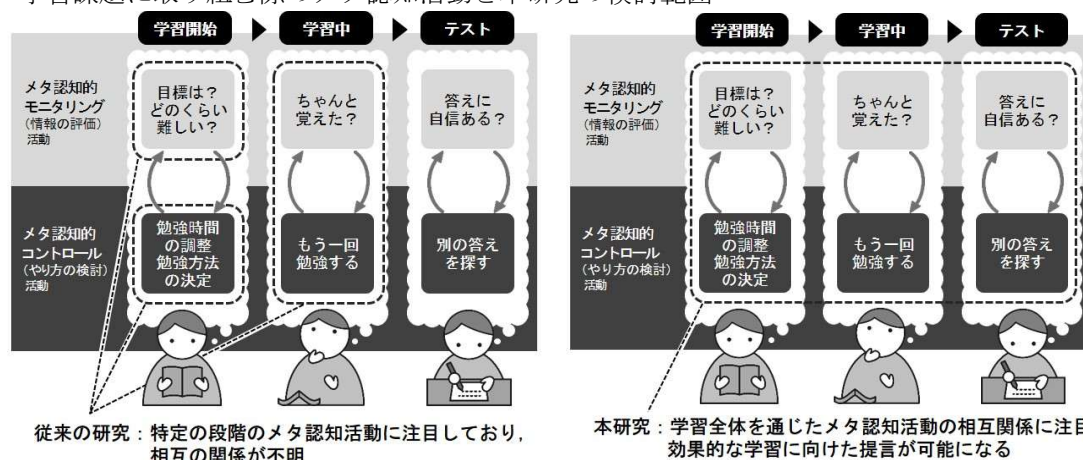
キーワード：メタ認知 メタ認知的モニタリング メタ認知的コントロール 学習過程 自己調整学習

1. 研究開始当初の背景

現行の学習指導要領総則の解説において、メタ認知は「学びに向かう力」の構成要素として、その重要性が示されている。メタ認知は、認知活動をモニターし、そこから得られた情報の評価を行うモニタリング活動と、モニタリングに基づいて処理の制御を行うコントロール活動の2つの活動から構成される。Figure 1は、学習者が新たな学習課題に取り組む際のメタ認知活動の模式図である。学習の開始時(記銘段階)、学習中(保持段階)、テスト等での学習内容のアウトプット(想起段階)の各段階において、課題の困難さや、十分に学習できたかどうかのモニターが行われ、それに基づいて学習の時間や方法の決定というコントロールがなされる。例えば学習の開始時には、学習に先立って、学習内容が自分にとってどの程度困難であるかに関するメタ認知的モニタリング活動が行われ、それに応じて学習時間の配分(困難度の高い内容には長い時間を配分する、等)などのメタ認知的コントロール活動が行われる。このように、メタ認知的モニタリング活動とコントロール活動は、学習課題の遂行のあらゆる段階において機能し、課題遂行の適切な制御のために重要な役割を果たす。

Figure 1

学習課題に取り組む際のメタ認知活動と本研究の検討範囲



学習中のメタ認知活動に関する先行研究のほとんどは、特定の段階のメタ認知活動、とりわけ学習中の活動に焦点を当てたものであり、学習開始時やテスト段階のメタ認知活動についての研究の蓄積が少ないことが指摘されている (Dunlosky & Metcalfe, 2009)。こうした先行研究の問題点に基づき、申請者は、これまで研究蓄積の少なかった学習開始時のメタ認知活動の性質について詳細を明らかにした (山根・中條, 2016)。加えて、先述のように、メタ認知活動は本来、一連の学習プロセスのなかで連続的に行われるものであるため、従来の研究のように特定の段階のメタ認知活動にのみ着目する方法では、メタ認知的モニタリングとコントロールがどのように相互作用して最終的な成績に結びつくのかを明らかにすることができない。これに対して、申請者は、本研究の予備的研究として学習初期から学習成立までの各段階でメタ認知活動を測定する実験を実施し、メタ認知活動の相互関係についての検討を行ってきた (山根, 2020)。

2. 研究の目的

先行研究から、学習の各段階におけるメタ認知活動と、最終的な課題成績との個別の対応関係については明らかになっている。しかしながら、これらの研究においては、例えば「学習開始時のメタ認知的モニタリングが保持段階のモニタリングにどう利用されるか」といった、メタ認知活動同士の関係や、メタ認知活動の相互作用によってどのように成績が規定されるかについては未検討である。そこで、学習中のメタ認知活動と成績の関係を包括的に説明するモデルを作成することで、学習全体を通じてメタ認知的モニタリング活動とコントロール活動がどのように相互作用しながら成績に影響しているかを説明するための統合的な枠組みを提供し、効果的な学習に向けた提言を行うことを本研究の目的とした。

3. 研究の方法

(1) 学習中のメタ認知活動の相互作用に関する実験 (実験 1)

現実の学習場面を模した実験により、学習全体を通じたメタ認知活動の相互関係と最終的な成績への影響過程を明らかにすることを目的とし、大学生 49 名を対象として実験を行った。実験は、ドイツ語とその日本語訳のペア 40 項目を刺激として用い、①学習前フェーズ、②学習フェーズ、③再学習フェーズ、④テストフェーズの 4 つのフェーズから構成された。各フェーズにおいて、学習前には学習容易性判断 (EOL)、学習後には既学習判断 (JOL)、テスト時には確信度判断といった対応するメタ認知的モニタリングの指標が測定された。また、各フェーズにおける学習時間や再学習の判断等がメタ認知的コントロールの指標として用いられた。実験は

2021年度から2022年度にかけて、川崎医療福祉大学倫理委員会の承認を得て行われた（承認番号：21-063）。

(2)反復的な学習場面におけるメタ認知活動の相互作用の検討（実験2）

メタ認知的活動の相互関係について、学習の進行に伴う変化を検討することを目的とし、大学生22名を対象として実験を行った。実験1とは異なるドイツ語と日本語訳のペア40項目を刺激として用い、2度の繰り返し学習を行う実験事態を設定した。実験は①学習前フェーズ、②学習フェーズ、③テストフェーズの3つのフェーズから構成され、1回目のテストフェーズ終了後に、2回目の学習フェーズとテストフェーズを実施した。メタ認知的モニタリングおよびコントロールの指標の測定方法は実験1と同様であった。実験は2023年度に、川崎医療福祉大学倫理委員会の承認を得て行われた（承認番号：21-063）。

4. 研究成果

(1)実験1に関する主要な結果

学習中の各フェーズで行われるメタ認知的モニタリングの相違点と共通点について検討するため、学習前の学習容易性判断（EOL）と学習後の既学習判断（JOL）の2つのモニタリングの評定値を目的変数、学習項目の語長や馴染み深さ（親密度）といった特徴を説明変数とする重回帰分析を行った（Table 1）。結果として、両者のモニタリングはいずれもドイツ語の語長や親密度によって予測され、一定の共通点があることが示された。一方で、学習フェーズにおける項目の学習時間をJOLの説明変数に投入すると、一部の項目の特徴の予測力が低下し、学習時間が強くJOL評定値を予測した。この結果は、学習の進行に伴ってメタ認知的モニタリングに利用される手がかりが変化する可能性を示唆している。

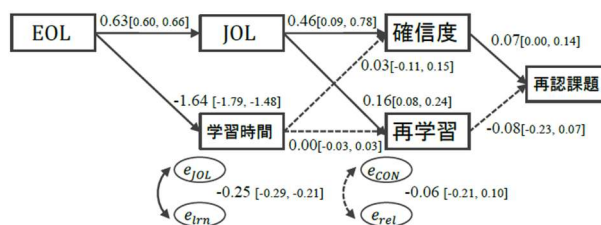
次に、学習全体を通じたメタ認知活動の相互関係について検討するため、交差遅延モデルによる分析を行った（Figure 2）。交差遅延モデルは、2時点以上の縦断データにおいて、2変数以上の時系列変化および因果関係を検討するために用いられるモデルであり、時系列変化は安定効果、変数間の関係は交差遅延効果に基づいて評価が行われる。結果から、各フェーズのメタ認知的モニタリングの間に一貫した安定効果が見出された。また、EOLから学習時間へ、JOLから再学習の判断への交差遅延効果が見出された。すなわち、学習中の先行する段階で行われるモニタリングが後続のモニタリングに利用されること、また、前の段階のモニタリングが次の段階のコントロールを規定するが、その逆の影響関係はないことが示された。

Table 1
EOLおよびJOLと項目特性の関係（実験1）

	EOL	JOL: Step 1	JOL: Step 2
	β		
モーラ数	0.14	0.21	0.20 *
ドイツ語長	-0.19 **	-0.21 ***	-0.03
単語親密度	0.41 ***	0.36 ***	0.13 ***
出現頻度	0.00	0.00	0.00
学習時間			-0.30 ***
R^2_{adj}	0.54 ***	0.53 ***	0.93 ***
ΔR^2_{adj}			0.40 ***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Figure 2
学習中のメタ認知活動の交差遅延モデル（実験1）



(2)実験2に関する主要な結果

1回目と2回目の学習の各フェーズで行われたメタ認知的モニタリングの評定値を目的変数、学習項目の特徴や学習時間・再認成績といったメタ認知的コントロールの指標を説明変数として投入した線形混合モデルによる分析を行った（Table 2）。結果として、語長や親密度といった項目の特徴は、学習の初期にはモニタリングを予測するものの、学習の進行に伴って予測力が低下することが示された。加えて、学習時のJOLには学習時間が、テスト時の確信度判断には再認成績が強く影響し、学習の各段階において、コントロールの結果を踏まえたモニタリングが行われていることが示唆された。

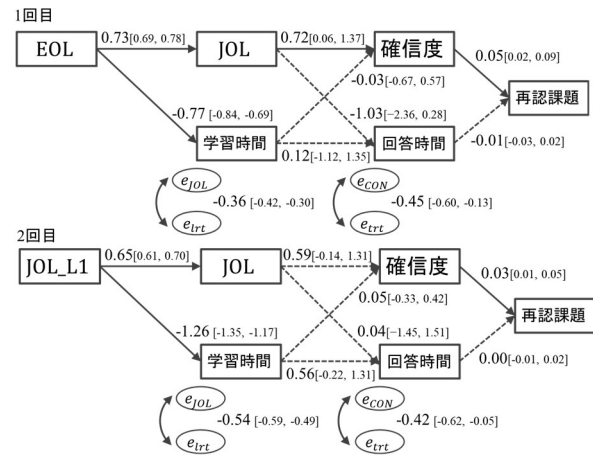
1回目、2回目のそれぞれのデータに対して交差遅延モデルによる分析が行われた。1回目の学習においてはモニタリング同士の一貫した安定効果と再認成績への影響が認められたが、2回目の学習においては安定効果が弱まった。この結果は、学習が成熟すると確信度の判断に先行するモニタリングが利用されなくなることを示しており、メタ認知活動の相互関係の様態が、学習の進行に伴って変化している可能性が示唆された。また、1回目の学習においてはEOLが、2回目の学習においては1度目の学習のJOLが学習時間を規定しており、学習者は先行する学習の成果を参照しながら、後続の学習を主体的にコントロールしていることが示された。

Table 2
モニタリングと項目特性の関係 (実験 2)

	EOL	JOL(1回目)	確信度(1回目)	JOL(2回目)	確信度(2回目)
	β				
モーラ数	0.21	0.13	0.14	0.06	0.10
単語親密度	0.30 **	0.23 **	0.27 ***	0.13 **	0.10 **
ドイツ語長	-0.28 ***	-0.22 ***	-0.16 ***	-0.07 **	-0.04
学習時間(1回目)		-0.20 ***	-0.08 **	-0.01	-0.01
再認成績(1回目)			1.51 ***	0.60 ***	0.61 ***
学習時間(2回目)				-0.29 ***	-0.11 ***
再認成績(2回目)					2.56 ***
$R^2_{\text{conditional}}$	0.62	0.60	0.61	0.65	0.47

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Figure 3
モニタリングと項目特性の関係 (実験 2)



(3) 研究期間全体を通じた成果

上記の2つの実験と、その分析結果から、学習プロセス全体を通じたメタ認知活動の相互関係の様態が明らかになった。まず、先行する段階でのメタ認知的モニタリングは、後続のモニタリングに安定的に影響を与えており、このことから、学習中に行われるモニタリングには、先行する段階のモニタリングが利用されるという機序が考えられる。また、学習前のEOLが学習時間の配分を、学習後のJOLが再学習の判断を規定するといった、メタ認知的モニタリングとメタ認知的コントロールの経時的関係も見出された。こうしたモニタリングによる学習活動の制御については多くの先行研究(例えば Nelson & Narrens, 1990)においても検討されてきたところであるが、先述のようにモニタリング自体が前段階のモニタリングの影響を受けるという過程を踏まえると、適切な学習活動のコントロールのためには特定の段階のモニタリングとコントロールの関係に注目するのでは十分でなく、それ以前の段階も踏まえた評価が行われるべきであろう。

学習の成熟に伴うモニタリングの変容過程についても、本研究の結果から推し量ることができる。学習前や学習後におこなわれるモニタリングは、語長や親密度のような項目特性に基づいて行われるという共通基盤を持ちながら、学習時やテスト時の状況のような追加の手がかりが得られた際には、その都度新たな手がかりを用いながら行われていると考えられる。これらの結果は、学習初期においては学習項目の特徴や学習状況を手掛かりとするモニタリングが行われるが、学習が成熟するにつれて学習履歴に基づく主観的な手掛かりが形成されるとするメタ認知的モニタリングの手掛かり利用仮説 (Koriat, 1997; Koriat, 2008) と整合的であるといえ、特定の段階のメタ認知的モニタリングと課題成績の対応に注目するのではなく学習全体を通じたメタ認知活動の包括的な機序に着目した本研究の成果であるといえよう。

加えて、実験2においては、繰り返しのある学習事態を設定することにより、先行する学習のモニタリングが後続の学習のモニタリングやコントロールに利用されることの証左を得ることができた。すなわち、学習者は先行する学習の成果を参照しながら、次の学習を主体的に制御していることが示された。Zimmerman (1998) の自己調整学習の理論においては、学習者が先行する学習の「自己省察」の段階を経て後続の学習の「予見」段階を決定する循環的なプロセスを仮定しているが、この過程についての実証的研究は管見の限り行われていない。このような、メタ認知活動による学習過程を跨いだ制御については、今後検討されるべき課題であるといえ、本研究の知見はその端緒となり得るであろう。

引用文献

- Dunlosky, J., & Metcalfe, J. (2009). *Metacognition*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Koriat, A. (1997). Monitoring one's own knowledge during study: A cue-utilization approach to judgments of learning. *Journal of experimental psychology: General*, 126, 349-370.
- Koriat, A. (2008). Easy comes, easy goes? The link between learning and remembering and its exploitation in metacognition. *Memory & Cognition*, 36, 416-428.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). *Metamemory: A theoretical framework and new findings*. In Psychology of learning and motivation (Vol. 26, pp. 125-173). Academic Press.
- 山根嵩史・中條和光 (2016). 記憶課題における学習容易性判断に関する手がかり利用仮説の検討 認知心理学研究, 13, 47-57.
- 山根嵩史 (2020). 反復的な学習—再認課題における記憶手がかりの形成過程 川崎医療福祉学会誌, 29, 293-304.
- 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* (pp. 1-19). New York: Guilford Publications.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 山根 嵩史
2. 発表標題 学習前後で行われるメタ認知的モニタリングの共通点と相違点 絶対的・相対的な正確さの指標に基づく検討
3. 学会等名 日本認知心理学会第21回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takashi Yamane
2. 発表標題 Are different metacognitive monitoring based on the same judgment mechanism?
3. 学会等名 SARMAC Nagoya 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山根 嵩史
2. 発表標題 学習中のメタ認知的活動の相互関係 反復的な学習場面における検討ー
3. 学会等名 中国四国心理学会第79回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山根 嵩史
2. 発表標題 学習中のメタ認知的活動の相互関係：交差遅延モデルを用いた検討
3. 学会等名 日本認知心理学会第20回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山根 高史
2. 発表標題 学習前後で行われるメタ認知的モニタリングの共通性と相違点
3. 学会等名 中国四国心理学会第78回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takashi Yamane
2. 発表標題 Examination of mnemonic cue formation process in metacognitive monitoring using cognitive modeling
3. 学会等名 The 32nd International Congress of Psychology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山根 高史
2. 発表標題 反復的な学習場面におけるメタ認知的モニタリングの変化を規定する要因の検討
3. 学会等名 岡山心理学会第72回大会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------