

視線行為に基づくメタ認知的思考スキルを高める学習支援システムの開発

代表研究者

林 佑 樹

大阪府立大学大学院人間社会システム科学研究科 助教

1 はじめに

頭の中に内在する思考を論理的に考えるメタ認知的な思考力は、現代の社会・教育・経済の急激な変化に対応するための汎用的スキルの一つとしてますます重要視されている[1]。一方で、このスキルを鍛えることは思考の暗黙性が故に難しいことも知られており[2]、メタ思考そのものを育む適切な学習環境・教材の構造は方法論的に十分に確立されているとはいえない。

本研究では、学習者の視線行為に基づき、この暗黙的かつ個人依存性の高いメタ思考プロセスを分析し、知的支援へと将来的に繋げていく研究遂行を実現するための共通基盤を提案し、さらにメタ思考スキルの向上に資する学習活動をデザインすることを目的としている。

具体的には以下の2つの課題を検討する。

(1) 視線行為に基づくメタ思考解釈フレームワークの整備 (2章, 3章)

頭の中で生じる自己内対話では、ベースレベルの思考を対象としてメタ認知的なモニタリング・コントロールがなされる。言うまでもなく、メタ認知的な思考の全容を視線情報のみから捉えることは文脈独立の状況では難しい。本研究では、限定された思考タスク文脈とその成果物との間に対応が付けられているインタフェースを備え、使用に違和感を持たせない範囲の制約を加えた思考外化アプリケーションがあることを前提とすることで、メタ思考プロセスの一端をタスクに取り組む視線と外在化された思考を見直し・修正する行為(思考操作行為)から捉えられるという研究仮説に立脚したメタ思考解釈フレームワークを提案する。

分析結果の知見を比較・議論するためには、解釈対象とする思考(メタ思考)を如何に捉えようとしているのかの前提を研究者間で共有できることが肝要である。本フレームワークは、視線行為に基づくメタ思考プロセス分析システム開発のための共通基盤の役割を担うものとなる。

(2) 視線情報を刺激としたメタ認知思考への学びを促す学習支援 (4章, 5章)

メタ認知スキルを育成するためには、学習者の思考文脈に入り込んだ個別性の高い指導の必要性が指摘されている[3]。これまでの先行研究を通して、視線情報を刺激とした学習者のメタ思考活動の活性化を目指したアプローチを提案している[4]。ここでは、学習者と指導者が共同的に文章を産出する論文執筆機会に着目し、学習者が記述する論文を学習者自身とそれを指導者が批判的読解する際に伴う視線情報を刺激として呈示することにより、指導者のメタ認知活動を学習者が発見的に推察する活動(メタ認知的推察活動)への志向性が高まるという現象を実験的に確認している。

本研究では、先行研究を通して確認してきた論文執筆といった特有の機会における学習者のメタ認知的な学びを、日常的な研究活動に組み入れ可能な形でデザインした学習の枠組みを提案する。さらに、この学習活動を研究活動の文脈で3ヶ月間、継続的に実践した結果を報告する。

2 メタ思考プロセスを捉えるためのメタ思考解釈フレームワーク

2-1 メタ思考プロセスの解釈モデル

図1に、本研究の着想をメタ思考プロセスの解釈モデルとして図式化したものを示す。思考プロセスは外界から観測不可能な領域であり、「ベースレベルの思考(以後、ベース思考)」と、ベース思考をモニタリング/コントロールする思考を表す「メタレベルの思考(以後、メタ思考)」の二層から構成されている[5],[6]ものと捉える(図1①, ②)。

「視線行為」はアイトラッカ等の視線計測デバイスを利用することで外界から計測することができる(図1③)。眼球運動では、オブジェクトを見ようとして注視点を変えるときに発生するサックードと、オブジェクトを注視する停留が交互に繰り返し現れる[7]。注視時間を規定することにより、視線行為として、「あるオブジェクトを注視している」、「注視対象のオブジェクトが変化する」等を、サックードと停留の一連の情報から追跡できる。

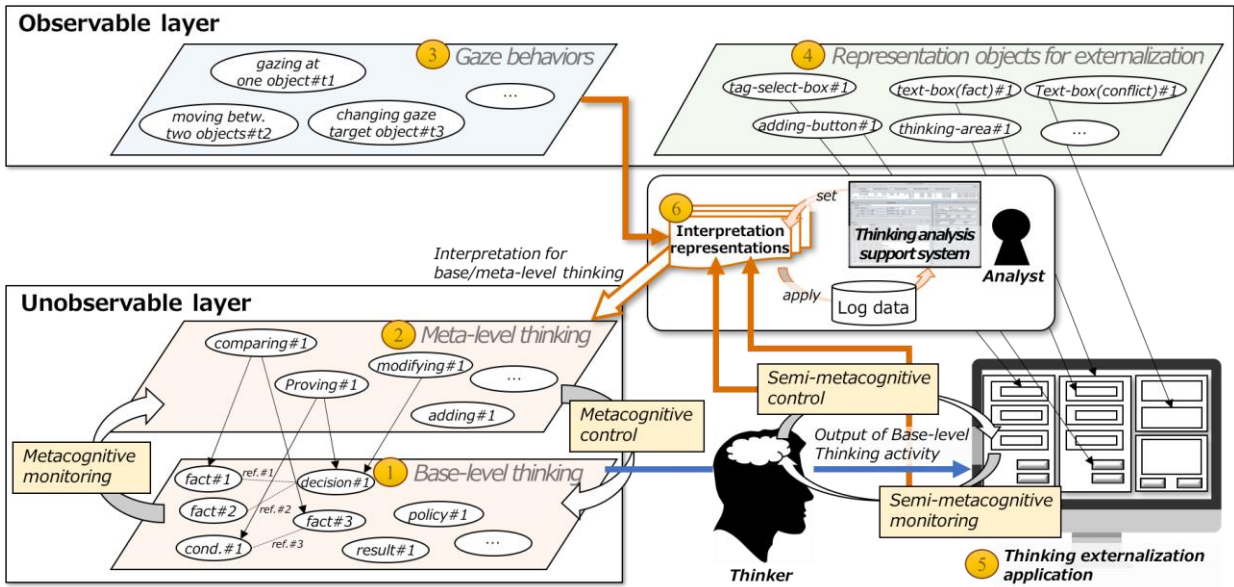


図1 メタ思考プロセスの解釈モデル

我々は、頭の中のベース思考活動の結果が、その論理的関係性を反映して外化できるインタフェースを想定することで、これに対する視線行為と思考操作行為から思考行為が行うメタ思考を捉えることを基本的な考えとしている。例えば、「明日の行楽地を決める」思考活動においては、「“降水確率 80%を根拠”とし、「雨が降る前提”で“水族館に行く判断”をした」といった思考の成果物が頭の中で産出され、これらがインタフェース上に外化されることを想定する。このような思考活動の成果物のことを本研究では、「ベース思考活動のアウトプット」と呼称する。さらに、ベース思考活動のアウトプットを目に見える形で外化するための「思考表現オブジェクト」の概念を導入する(図 1④)。思考表現オブジェクトは、「パネル」、「テキストボックス」、「選択ボックス」などの GUI アプリケーションで一般的に用いられているコンポーネントに対応している。ベース思考活動のアウトプットが思考表現オブジェクト上に外化されることを前提とすることで、これへの視線行為と思考操作行為を観測できるようになる。

本研究では、頭の中でのベース思考を対象としたメタ認知モニタリング・コントロールと、思考表現オブジェクトに外化されたベース思考のアウトプットを対象とした視線行為と思考操作行為に見られる同型性に着目し、ベース思考活動のアウトプットを適切な思考表現オブジェクトへと外在化できる思考外化アプリケーション(図 1⑤)を前提とすることで、メタ思考プロセスの一端が視線行為と思考操作行為に現れるのではないかという研究仮説を立てる。本研究では、後者のメタ認知的レベルのモニタリング・コントロールをしている視線行為と思考操作行為を、準メタ認知的モニタリング/コントロール行為として捉える。

ベース思考をどのようにメタ思考モニタリング・コントロールするかは思考タスクの構造に影響される。思考タスク構造に影響されるメタ思考解釈の多様性を取り扱うために、「解釈表現」を導入する(図 1⑥)。解釈表現は、準メタ認知的モニタリング/コントロール行為を含む視線行為、思考操作行為からベース思考・メタ思考を行っている区間を抽出して、解釈を与える形式的表現である。この解釈表現は、思考分析支援システムを通して、分析者が設定・適用する前提をおいている。

提案するフレームワークでは、タスクに応じたベース思考活動のアウトプットと思考外化部品としての思考表現オブジェクトを形式的に表現した概念体系(ベース思考表現オントロジー)を整備している。このオントロジーを基礎とすることで、どのような思考表現オブジェクトに対する視線行為、思考操作行為を準メタ認知的モニタリング/コントロール行為として捉えようとしているのか、その設計意図を明示化した思考外化アプリケーション実装が可能となる。さらに、このオントロジーの概念に基づき解釈表現を記述することにより、メタ思考解釈に向けた計測から解釈に至る一連の過程に込めた分析者の意図を、合意性を高める形式で表現できるようになると考える。

表1 メタ思考解釈フレームワーク

フレームワークの概念		内容	参照作業	
(1)	ベース思考表現 オントロジー	ベース思考活動の アウトプット概念	対象思考タスクに想定されるベース思考活動のアウト プット概念を規定したオントロジー (3.1 節)	(A), (B), (C), (E)
(2)		思考表現 オブジェクト概念	思考外化部品としての思考表現オブジェクトを規定し たオントロジー (3.2 節)	(B), (C), (E)
(3)	解釈表現記法		視線行為と思考操作行為の系列にベース思考・メタ思 考を捉える解釈を与える規定の表記法 (4 章)	(C), (E)

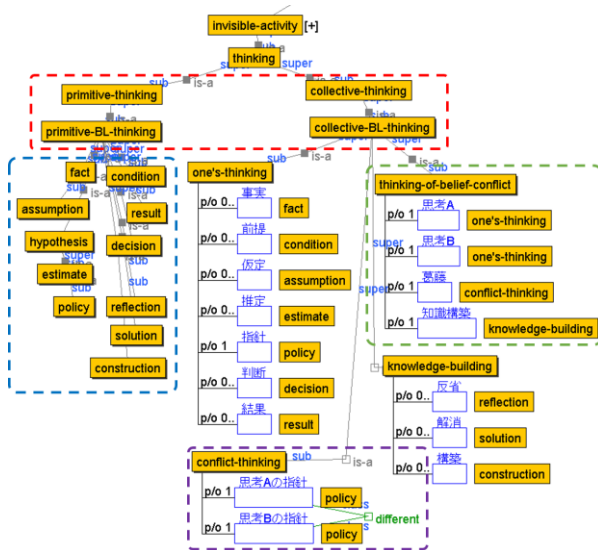
フェーズ	ステークホルダ	作業	内容	
(A)	設計段階	分析者	(1)の具体化	対象思考タスクのベース思考のアウトプット概念をオン トロジーとして追加
(B)	開発段階	分析者・開発者	(1)→(2)への写像 及び具体化	(A)で規定したベース思考概念と思考表現オブジェクト 概念との対応を規定し、この規定に基づいた思考外化ア プリケーションを開発
(C)		開発者	(1), (2)に基づく (3)の具体化	(B)の思考外化アプリケーションで計測される視線行為・ 思考操作行為を、解釈表現クラスの具体的なインスタ ンスとして定義し、準メタ認知的モニタリング・コントロ ール行為を捉えるための思考分析支援システムを開発
(D)	計測段階	思考行為者	—	(B)の思考外化アプリケーションを利用し、思考行為者が 思考タスクを実施 (視線行為, 思考操作行為を計測)
(E)	分析段階	分析者	(3)の適用	解釈表現を与える(C)の思考分析支援システムを用いて, (D)で計測された視線行為, 思考操作行為の解釈表現を規 定し、結果を分析

2-2 メタ思考解釈フレームワーク

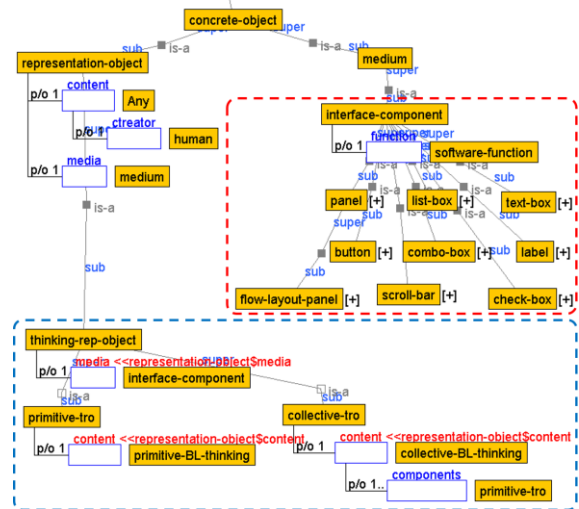
メタ思考プロセスの解釈モデルをメタ思考解釈フレームワークとして規定したものを表1に示す。本フレームワークでは、思考プロセスを捉えるための作業プロセスの枠組みを与え、この一連の作業を遂行するための概念となるベース思考表現オントロジー (図2, 表1(1), (2)) 及び、解釈表現記法 (表1(3)) を規定している。解釈処理には、低次レベルの解釈を与える解釈表現処理と、この処理で解釈が与えられた区間を対象とした、メタ思考を含む解釈を与える高次解釈表現処理の二つの処理から構成されており、高次解釈の条件部に時系列データ区間を処理する関数 ([8]など) を設定できるようになっている。

フレームワークの作業プロセスとして、「設計段階」、「開発段階」、「計測段階」、「分析段階」の4つのフェーズに区分して整理している。各作業にあたるステークホルダとしては、メタ思考分析の行為者 (分析者)、メタ思考分析に際して利用するシステム開発者 (開発者)、そしてメタ思考の被分析者となる思考の行為者 (思考行為者) を想定している。

- **設計段階 (A)** : 分析対象とする思考タスクに想定されるベース思考活動のアウトプット概念を、分析者がオントロジーとして体系化する。
- **開発段階 (B)** : (A)で規定されたベース思考活動のアウトプット概念と、予めオントロジーとして規定されている思考表現オブジェクトとの対応を分析者と開発者間で議論し、これに基づく思考表現オブジェクト概念のインスタンスとして構成されるインタフェースデザインを採る思考外化アプリケーションを構築する。
- **開発段階 (C)** : (B)を通して計測される視線行為、思考操作行為から分析対象とするデータ区間の抽出や、解釈を与えるための解釈表現を設定できる思考分析支援システムを実装開発する。
- **計測段階 (D)** : (B)で構築した思考外化アプリケーションを通して思考行為者が思考タスクを実施する作業である。



(a) ベース思考活動のアウトプット概念



(b) 思考表現オブジェクト概念

図 4 ベース思考表現オブジェクト概念

- 分析段階 (E) : (D) で計測された思考行為者の視線行為, 思考操作行為情報に対して, (C) で開発した思考分析支援システム上に解釈表現を設定・適用し, これを洗練していくことによりメタ思考を仮説検的に捉える.

3 思考プロセス分析支援システム

3-1 思考プロセス分析支援システム

図 3 に, これまでに開発している思考外化アプリケーション (アイ思知) を示す. アイ思知では, 自身の経験に基づく葛藤を内包した信念対立構造[9]を乗り越える知識を構築することを思考タスクとし, 自身が下した判断の論理的な道筋 (「思考 A」), 別の判断の論理的な道筋 (「思考 B」) の各々を, 思考の最小単位を表現する「ステートメント」として言語化する. そして, 思考 A, 思考 B の道筋 (信念) を形成する“指針”をステートメントとして明示した上で, それらの間の信念対立を生じさせる根源的理由を「葛藤」として表明し, その葛藤を乗り越えるための解決案を「知識構築」という一連の思考活動をトレーニングする教具として利用されることを前提としている. アイ思知における準メタ認知的モニタリング・コントロール過程を計測するために, インタフェースに配置された思考表現オブジェクトに対する視線停留時間 (視線行為) 及び, 思考操作行為を記録する機能を持つ[10].

このアイ思知が計測する視線行為・思考操作行為を, 低次/高次レベルの解釈表現クラスのインスタンスとして設定・出力することを可能とする思考分析支援システムを開発した. 図 4 にシステムのインタフェースを示す. 本システムは大きく以下の 3つのエリアと, 解釈結果を表示するための可視化画面から構成されている.

(1) **低次解釈処理エリア**: 本エリアでは, 1. 注視時間, 2. 隣接して現れる同一の準メタ認知的行為 (思考エリアの注視, ステートメントオブジェクトの注視, キー入力操作) の結合間隔時間, 3. マウスによるボタンクリックなど, 瞬発的に観測されるコントロール行為の時間間隔を設定できる. アイ思知のログファイルを読み込むことにより, ローデータから各行為の時区間データが抽出され, 予めアイ思知用に規定された低次レベルの解釈表現が各時区間に付与される. 低次レベル解釈表現の適用結果は, タイムライン可視化画面 (図 4 右下) に表示される.

(2) **全体結果表示エリア**: (1) のエリアで読み込まれるログファイルに基づき, 利用セッション全体を通して, 各思考エリアへの注視時間やキー入力操作など, どの程度の準メタ認知的モニタリング・コントロール行為が発生していたかを総合表示するエリアである.

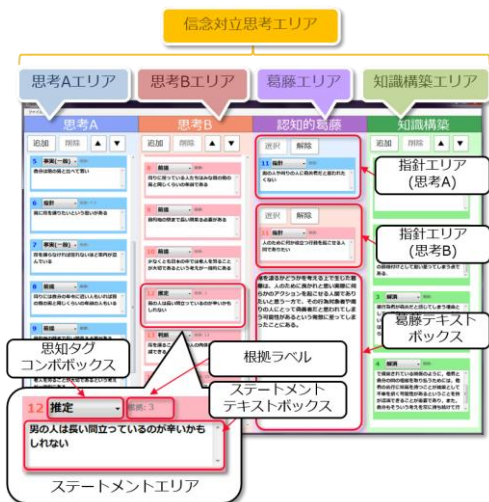


図3 思考外化アプリケーション

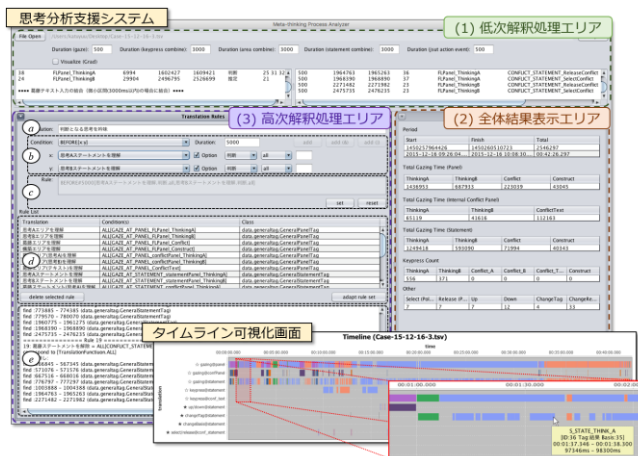


図4 思考分析支援システム

(3) 高次解釈処理エリア：(1)で付与された低次レベル解釈表現の結果に対して、高次レベルの解釈表現を設定し、メタ思考レベルに持ち上げた解釈結果を解析するエリアである。

分析者の解釈表現は(a)のテキストエリアに設定することができ、解釈表現の条件部に設定する関数及び、引数となる低次／高次解釈表現結果のラベルを(b)のコンボボックスより選択・設定できる。(c)のエリアから追加された解釈表現は(d)の解釈表現リストに表示される。このリストには(1)で処理される低次レベルの解釈表現を含めた一覧が表示されており、新規に設定された解釈表現は、(b)で指定する関数の引数として新たに利用できる。一連の解釈表現を設定した後に、適用ボタンを押下することにより、(e)のエリアに解釈表現に該当する時区間データが抽出され、その結果がタイムライン可視化画面に解釈表現毎に区分されて表示される(分析支援システムにおける解釈表現の具体的な適用例は[11]を参照されたい)。

提案するメタ思考解釈フレームワークに基づくことにより、ある思考タスクを題材とした思考外化アプリケーションを構築し、アプリケーションコンポーネントに対応付けられた表現オブジェクトに対する視線行為と思考操作行為に解釈表現を適用することにより、メタ認知的思考プロセスの一端を浮き彫りにできる。

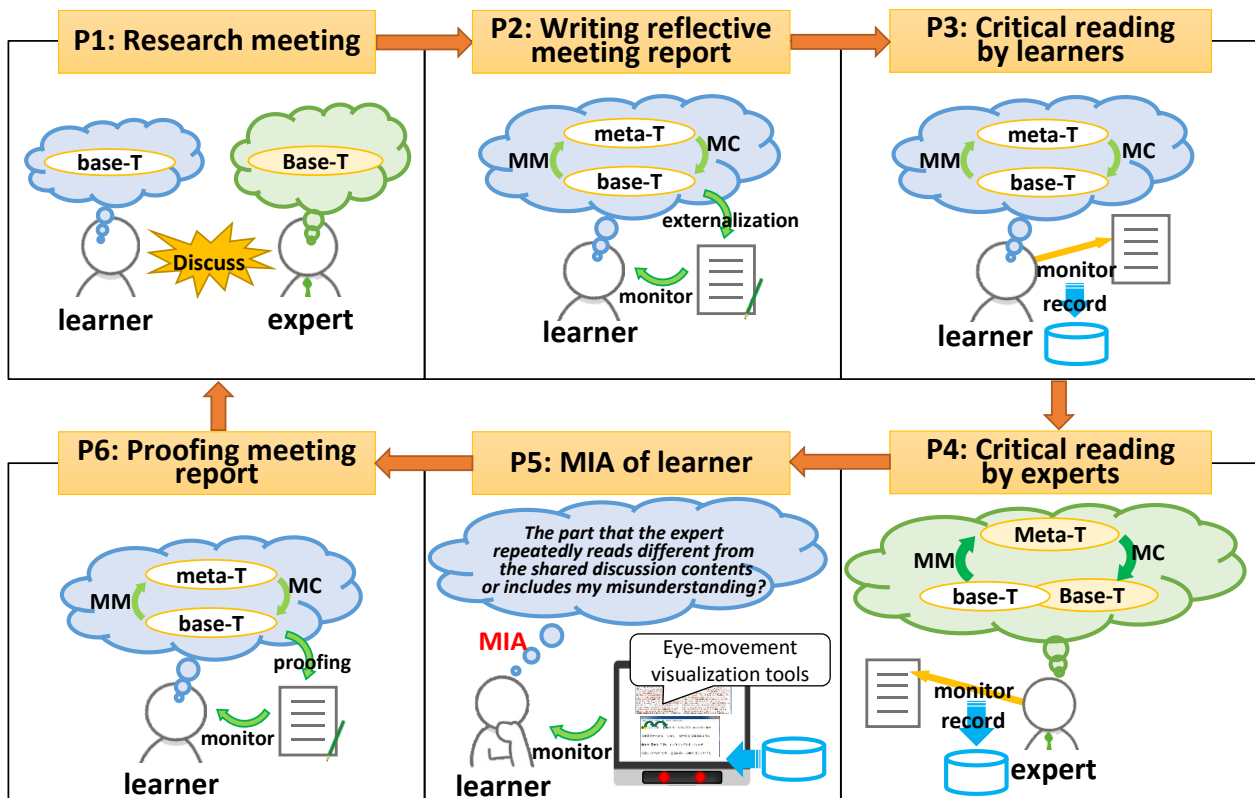
検出された解釈区間は分析者が設定した解釈表現に依存するものであり、外界から捉えられない思考の暗黙性が故に解釈結果が真に正しいものであるかどうかを判断することはできない。この限界を前提に置きながらも、分析者は各々の解釈表現を明示的に設定することで、どのようなメタ認知的思考プロセスを、どのような準メタ認知的モニタリング・コントロール行為からアプローチを試みているかを、本フレームワークを基礎として比較・共有することが可能となる。

4 視線情報を刺激としたメタ認知思考への学びを促すための学習活動

4-1 研究活動におけるメタ認知的学び

日常的な研究活動における文章産出の機会として、研究ミーティング(研究MT)の場での進捗報告資料や、研究MT後にリフレクションの一環として議論内容を記述する研究レポートが挙げられる。研究MTの前に準備する資料には、学習者が新たに調査した内容や考察している内容をまとめて提案するといった学習者専有の内容が記載されるため、学習者と指導者の思考の共有度は研究レポートに比べて相対的に低いと考えられる。一方のリフレクションとしての要素が強い研究レポートは、議論内容の過程や結果だけでなく、議論を受けて自分自身がどのような気づきを得たのかといった振り返り内容が記述されることも期待される。そこで、学習者と指導者の思考の共有度が高く、学習者の思考文脈が表されている研究レポート(MTレポート)をメタ認知的学びの学習教材に設定する。

学習者と指導者のMTレポートに対する視線情報を取得するタイミングとして、学習者が納得いくまで推敲し、指導者に提出する直前の批判的読解活動と、指導者がそれを初めて批判的に読解する状況に見られる



MM: metacognitive monitoring
 MC: metacognitive control
 base-T (Base-T): learner's (expert's) understanding of the research meeting
 meta-T (Meta-T): learner's (expert's) metacognition of their understanding

図5 研究 MT レポートを機会としたメタ認知的推察活動の学習活動サイクル

視線情報を計測する。学習者にとっては十分に記述できていると考え、注意が払われなかった箇所であっても、指導者にとっては違和感を覚え、何がおかしいかを思考するため、これらの活動の副産物としての視線プロセスが表出されることになる。これらの学習者と指導者の視線情報に基づき、視線情報可視化システムを用いて、視線情報を呈示することで、学習者の主体的なメタ認知的推察活動を研究活動プロセスにおいて継続的に促すことを狙いとしている。

4-2 日常的な研究活動におけるメタ認知的推察活動を促進する学習サイクル

図5に研究 MT の MT レポートを機会としたメタ認知的推察活動の学習活動サイクルを示す。

- **P1 研究 MT**：研究遂行した内容をまとめた資料を作成する。その資料をもとに、研究 MT の場で指導者と議論し、思考（知識創造プロセス）を共有する。
- **P2 リフレクションとしての MT レポートの記述**：研究 MT 後、学習者は議論で共有した内容や結果とともに、自身の主観的な意見や学習者自身の振り返りを MT レポートとして記述する。MT レポートを推敲していく過程で、記述した内容と議論内容、学習者自身の思考を振り返り、理解しきれなかったところや重要な点について思考を巡らせ理解を深める。
- **P3 学習者の批判的読解活動**：十分に吟味して記述した MT レポートについて、記述した内容と議論内容に齟齬が生まれていないか、議論内容の理解そのものに間違いがないか、自身の主張や意見を反映できているか、あるいは、自身の振り返り内容に間違いがないか批判的に読解する。学習者が十分に推敲し、修正点がないと判断したタイミングで批判的読解の視線情報を取得する。

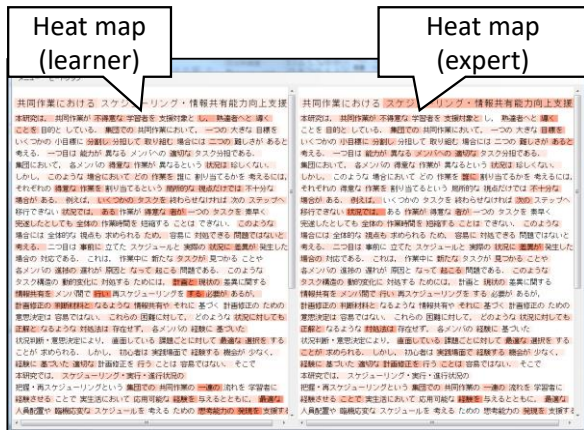


図6 ヒートマップ対比ビュー

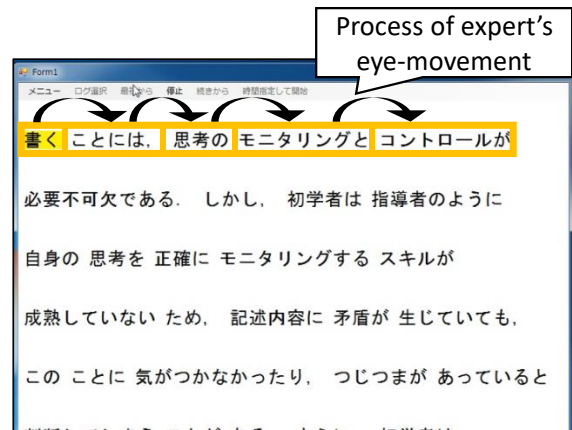


図7 視線遷移可視化ビュー

- P4 指導者の批判的読解活動：MT レポートを指導者が初めて読解する際に見られる視線情報を取得する。ここでは、記述内容と議論内容との整合性を確認する活動や、記述内容から学習者の理解や主張を判断する活動のプロセスが遂行される。これに伴う視線情報を取得した後、学習者の学びを促進するために、MT レポート内容に対する指導者のフィードバック（発話情報）を記録する。
- P5 メタ認知的推察活動：P3, P4 で取得した視線情報に基づき、学習者、指導者が注視する文章の差異（ヒートマップ対比ビュー，図6）及び、指導者の読解プロセス情報（視線遷移可視化ビュー，図7）をメタ認知的推察活動の刺激として学習者に呈示する。これらの視線情報を手がかりとしたメタ認知的推察活動を通して、「指導者が注目（注視）している用語は曖昧な意味となり違和感を覚えているのではないか？」や、「この部分（自分が書いた内容）を指導者が繰り返し読んでるのは、議論した内容（本来書くべき内容）と異なっているからではないか？」といった指導者のメタ認知活動を学習者が主体的に推察する。
- P6 MT レポートの修正活動：P5 の視線情報による主体的なメタ認知的推察活動に基づき、学習者は自身のMT レポートの修正活動（メタ認知的コントロール）に取り組む。修正活動の過程でMT レポートを吟味し、自身の思考を再度整理することにより議論内容の理解を深める。この修正活動後に、指導者からのフィードバックを与えることで、研究活動、学習者の議論内容の理解の促進を図る。このような実践を踏まえ、次の研究MT に備える。

以上のメタ認知的な学習活動の継続的な実践により、学習者のメタ認知的な意識の底上げを狙いとした学習デザインとなっている。

5 メタ認知的推察活動の習慣的な実践

5-1 実践設定とメタ認知的推察を促す課題

先行研究において実験的に確認している視線情報を活用したメタ認知的学びの枠組みを、研究室での真正な研究活動に持続可能な形で組み入れ可能か、またその効用を確認するため3ヶ月にわたる実践を試みた。

実践者は教員2名、教員と同じ研究室の大学生4名、大学院生6名を「学習者」とし、教員2名の内の1名を「指導者」、もう1名をこの学習スキームの「評価者」として設定した。学習教材は、研究MTのリフレクションとして記述される各自のMTレポートに視線情報を付与したものとした。文字数は、500～3500文字程度であった。図5に示した学習サイクルにしたがって、継続的に実践を行った。表2に学習者が取り組む実践課題と、評価者に取り組ませた評価課題を掲載する。

学習者は、Q1で自身と指導者の視線情報に基づくヒートマップ対比ビュー（図6）を確認しながらメタ認知的推察課題に取り組む。そして、Q2で視線遷移の可視化ビュー（図7）に呈示される指導者の視線情報を観察しながら、Q1と同様、さらなるメタ認知的推察課題に取り組む。Q3では、Q1, Q2の課題におけるメタ

表2 学習者が取り組む課題と評価者への質問項目

対象	課題	課題番号	問いの内容
学習者	メタ認知的推察課題	Q1	(ヒートマップ対比ビューを見て) 指導者は何を確認したと思いますか？
		Q2	(視線遷移の可視化ビューを見て) 指導者は何を確認したと思いますか？
	修正課題	Q3	文章の修正理由を記述してください
評価者	MT レポート評価課題	Q4	MT レポート α とMT レポート β をそれぞれ10段階で評価してください。MT レポート α と β の評価に差がある場合には、どちらのMT レポートが良いか理由を記述してください。
	メタ認知知識評価課題	Q5	学習者の修正理由として、良いと思う内容にチェックしてください

認知的推察活動に基づき、学習者自身が記述したMT レポートを修正し、その修正理由を回答する。これ以上修正点の見出せないと判断したMT レポートであっても修正点が見出せること、その起点としてのメタ認知的推察活動の重要性を認識させることを意図する課題である。

評価者による評価活動として、修正前後のMT レポートをランダムにMT レポート α ・MT レポート β として設定し、評価者にその質をブラインド評価させた。その際、0.5点間隔の10段階で採点し、MT レポート α と β の評価に差がある場合には、一方を良いと判断した理由を記述し(Q4)、さらにその後、学習者の修正理由を読み、それが有意味であるかどうかを評価させた(Q5)。

以上の一連の課題に取り組むサイクルを2017年10月中旬から、2018年1月後半にかけて継続的に実践した。

(2) 実践結果の考察

総実施回数は3ヶ月で48回であり、学習者毎の平均実施回数は4.8回、最小実施数は2回、最大実施数は9回であった。議論内容に応じて、MT レポートの作成に要する時間は変わるが、平均的に学習者が一連のプロセス(P1, P2, P3, P5, P6)に要する平均時間は約3時間15分、指導者は議論時間も含め学習者一人あたり約40分(P1, P4)であった。学生および指導者に負荷について確認したところ、学習者からは、「MT レポート作成に要する負荷は低くはないが、研究遂行上の支障はなく、議論したことや自分自身の研究内容を整理する上で有意義である」、指導者からも、「MT レポートの確認は各自の理解を把握できる意味があり、視線情報の測定に伴う負荷はない」という回答を得た。

Q1, Q2のメタ認知的推察課題において、平均Q1:3.27個、Q2:2.81個の回答があり、Q1, Q2ともに推察内容が何も記述されないことは1度もなかった。ヒートマップ対比ビュー、視線遷移可視化ビューの観察が学習者のメタ認知的推察活動の刺激として寄与していたことを示唆している。また、今回の実践では、ヒートマップ対比ビューにより視線情報を呈示した後に、視線遷移可視化ビューを呈示した。視線遷移可視化ビューの呈示により、さらにメタ認知的推察活動が促されることが示されたことは興味深い。

さらに、Q3のメタ認知的推察活動に基づく修正課題において平均2.57個の回答があり、修正内容が何も記述されていないことは1度もなかった。十分に推敲したつもりのMT レポートであっても、視線情報の呈示により、メタ認知的推察活動が刺激され、修正点が見出されていること、すなわちメタ認知的コントロール活動が喚起されていることを示唆している。

図8に修正前と修正後のMT レポート評価の平均点を掲載する。評価者によるQ4のMT レポート評価において、実践を通じたMT レポートの平均点は、修正前:6.84点、修正後:7.38点であり、継続的に実践を行なった学習者10名のうち、9名の学習者のMT レポート評価の平均点が上昇していた。また、修正後のMT レポートを評価者が高く評価していた回数は48回中33回(約69%)であった。MT レポートの修正前と修正後の評価においてt検定を行なった結果、修正前のMT レポートよりも修正後の評価の方が、有意に得点が高いことが示された($t(47)=6.75, p<.01$)。月ごとの結果においても修正後の評価の方が、優位に得点が高い結果が示されており(図8左)、学習者のMT レポートの質が短期的・長期的な実践を通して向上していることを確認した。

表3に、学習者の修正理由(Q3)について、評価者が有意味と判断したメタ認知知識(Q5)の一部を掲載する。理由として、主語、述語の関係性の修正、議論内容や自身の考えで不足していた内容を追加する修正、冗長な論旨を端的に修正するといった内容の修正理由が挙げられていた。継続的な実践の中で、評価者が有

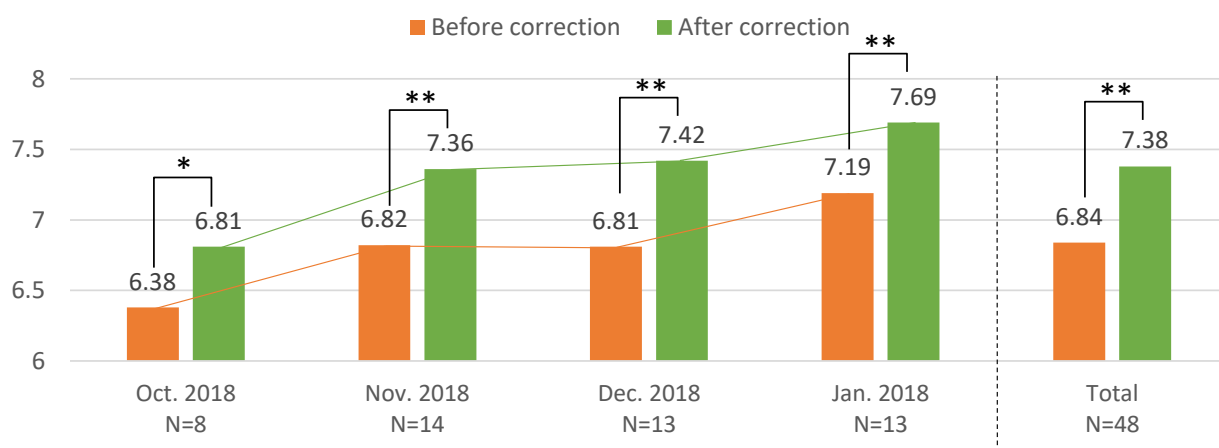


図 8 MT レポートの評価結果

表 3 学習者の修正内容例

「タグや問いを考える」, 「納得ゆくまで考える」, という文章の主語述語が不明瞭で何を伝えたいかわかりづらかったため
私自身がどのように今回のミーティングを受け止めて, 次回どのようなことをしようとしているのかが全く不明瞭になっていると感じたので, 全体的に書き直した
「この実験で何を明らかにしたいのかを意識して考察する必要がある」という記入内容では, あいまいな点が多かったので, 具体的にどう意識して考察していくかを記入した
文章のつながりとして冗長であるため, 理解しにくかったものを少しでもコンパクトにすることを意図した

※「」内は MT レポートに記述されている内容を指す

意味と判断したこのような修正理由が 126 個中 83 個 (約 66%) あり, 全ての学習者から 2 つ以上産出されていた。

これらの結果から, 自分なりに十分推敲を行なったつもりでの MT レポートに対して, 学習者と指導者の批判的読解における視線情報を呈示することが, 学習者の主体的なメタ認知的推察活動を促し, 学習者が発見的にメタ認知知識に気づくことを確認した。さらに, メタ認知的推察活動を継続的に実践する中で, 学習者自身が自分で発見したメタ認知知識を適用するようになっている可能性を確認した。

以上の結果を総括すると, 日常的な研究活動に持続可能な形でメタ認知的推察活動を促す学習サイクルを組み込み, 真正な研究活動において 3 ヶ月間の間, 継続的に実践できることを示せたことは一つの成果であると考えている。その上, 学習者の主体的なメタ認知的推察活動を継続的に促し, メタ認知知識への発見的な気づき, その適用を促す可能性が示唆された。

5 結論

本研究では, 離見の見であるメタ認知的思考活動を学習者の視線行為に基づきアプローチすることを基本的な着想としている。メタ思考を科学的に分析するための情報処理システムのアプローチに立脚したメタ思考解釈フレームワークを提案し, フレームワークに基づくシステム開発事例となる信念対立思考を題材とした思考分析支援システムを構築した。また, メタ思考スキルの向上に資する学習活動として, 指導者のメタ認知活動を学習者が持続的かつ発見的に推察する学びの場をデザインし, 3 ヶ月間にわたる研究活動において継続的に実践を行った学びの効果を検証した。

今後の課題として, 思考プロセスの一端を視線と思考操作行為から捉えるという提案フレームワークの仮説の妥当性を, 研究期間を通して得られた実践データ (大学初年次生 (23 名) を対象とした思考ワークショップ) に基づき検証していく予定である。また, 今回の実践を通じたメタ思考力の転移効果を確認するための検証実験や, メタ認知スキルを駆動させる有意味な視線呈示法を模索していくことを考えている。

【参考文献】

- [1] Griffin, P., McGaw, B., Care, E. (編), 三宅なほみ (監訳), “21 世紀型スキル 学びと評価の新たなかたち”, 益川弘如, 望月俊男 (編訳), 北大路書房, 2014.
- [2] Rana, D., & Upton, D., “Thinking, Reasoning and Problem Solving,” *Psychology for nurses*. Routledge, pp.51-58, 2013.
- [3] 平嶋宗, “メタ認知の活性化支援”, *人工知能学会誌*, Vol.21, No.1, pp.58-64 (2006).
- [4] 荻野了, 林佑樹, 瀬田和久, “視線情報を活用した主体的学びのデザインに向けて –メタ認知モニタリング方略への気づきの活性化–”, *電子情報通信学会技術研報告*, ET2016-60, Vol.116, No.314, pp.29-34, 2016.
- [5] Nelson, T. O., “Metamemory: A theoretical framework and new findings,” *Psychology of learning and motivation*, 26, 125-173, 1990.
- [6] Hacker, D. J., Keener, M. C., & Kircher, J. C., “Writing is applied metacognition,” *Handbook of metacognition in education*, 154-172, 2009.
- [7] 大野健彦, “視線から何がわかるか—視線測定に基づく高次認知処理の解明”, *認知科学*, Vol.9, No.4, pp.565-579, 2002.
- [8] Allen, J. F., “Maintaining knowledge about temporal intervals,” *Communications of the ACM*, Vol.26, ACM Press, pp.832-843, 1983.
- [9] 京極真, “医療関係者のための信念対立解明アプローチ—コミュニケーション・スキル入門”, 誠信書房, 2011.
- [10] Hayashi, Y., Seta, K., and Ikeda, M.: “Gaze-aware Thinking Training Environment to Analyze Internal Self-conversation Process”, *Proc. of 18th International Conference on Human-Computer Interaction*, Vol.9735, pp.115-125, 2016.
- [11] Hayashi, Y., Seta, K., and Ikeda, M.: “Framework for Building a Thinking Processes Analysis Support System: A Case Study of Belief Conflict Thinking Processes”, *Proc. of 25th International Conference on Computers in Education*, pp.21-30, 2017.

〈発表資料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
メタ思考プロセス解釈フレームワークに基づく分析支援システムの開発	人工知能学会 第80回 先進的学習科学と工学研究会	2017年7月
Framework for Building a Thinking Processes Analysis Support System: A Case Study of Belief Conflict Thinking Processes	Proc. of 25th International Conference on Computers in Education	2017年12月
Enhancing Metacognitive Inference Activities Using Eye-movements on One's Academic Paper	Proc. of 10th Workshop on Technology Enhanced Learning by Posing/Solving Problems/Questions	2017年12月
自作文章と視線情報に基づくメタ認知的推察活動の実践	第8回知識共創フォーラム	2018年3月
視線情報を活用したメタ認知的学びの長期実践	教育システム情報学会 2017年度 第6回研究会	2018年3月