

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 2 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24300288

研究課題名(和文)自己内対話と他者対話の同型性に着目したメタ思考能力育成支援ツールの開発

研究課題名(英文) Development of a Learning Support System for Meta-Level Thinking Skills by Focusing on the Similarity between Internal Self-Conversation and Discussion Processes

研究代表者

瀬田 和久 (Seta, Kazuhisa)

大阪府立大学・理学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：50304051

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,700,000円

研究成果の概要(和文)：創造的思考の礎としてのメタ思考能力を育成する教育メソッドの開発・共有・洗練の情報基盤をオントロジーを基礎にして構築した。具体的には、次の3点に取り組んだ。(1)潜在的なメタ思考の概念をオントロジー工学的手法により峻別し、メタ思考オントロジーを構築した。(2)共同思考の振り返りにより自己内思考の吟味を促すメタ思考学習支援ツールを開発した。(3)(2)メタ思考の熟達モデルと教育実践知を構造化した。その共有・洗練・普及のサイクルを支える実践知りポジトリを構築した。

研究成果の概要(英文)：We have developed an ontology as a foundation of training methods for cultivating meta-level thinking abilities, which is a base of thinking creatively. We have got the following 3 results: (1) We built a meta-level thinking ontology, which systemizes the concepts of tacit meta-cognitive activities, by adopting ontological engineering methods. (2) We built a reflection support learning environment which enhances learners' reflective activities of discussion processes for cultivating their own internal-self conversation processes. (3) We built a model which captures expertize process of meta-level thinking skills.

研究分野：教育システム情報学

キーワード：メタ学習 自己内対話 他者対話

1. 研究開始当初の背景

学習科学分野では、創造的な科学的思考能力の育成には、個別の知識・能力の教育だけでなく、多様な知識・能力を適切に統合する思考力の育成が重要であることの再認識が進んでいる。理解や思考の進行を適切に統制するメタ認知活動は創造的思考の基礎となる。これは特定分野に依存しない汎用的技能(ジェネリックスキル)であり、学びの主體的立案、生涯学習力の礎になる。この認識のもと、「自己の思考や他者との共同思考の経験から、より汎用的、抽象的思考スキルの構成はどう支援可能か」という創造的思考スキル熟達に関わる根源的問いにアプローチする研究が精力的になされている。教育システム情報学分野では、計算機の援用によるメタ認知スキルの熟達支援に焦点を当てる研究が、トップカンファレンスAIEDで7,8年前より特に活発化し、心理学者、情報システム研究者の国際研究交流が活発化している。オントロジー工学分野では、知の創造、蓄積、洗練のサイクルを効果的に支える知見の積み上げには、開発者、ツール利用者、計算機の間での対象世界に関する意味共有の程度をオントロジーを基礎として高める必要があるとの認識がされている。メタ認知の概念は特に潜在性が高いため、システム開発の前提の相違が暗黙となり、知見の積み上げが困難である問題が顕在化しており、これを軽減する情報基盤構築が急務である。

2. 研究の目的

創造的思考の礎としてのメタ思考能力を育成する教育メソッドの開発・共有・洗練の情報基盤をオントロジーを基礎にして構築する。先行研究で開発した思考外化ツールによる教育実践研究を専門性が高い学習者を対象に実施したところ、思考変容の肯定的効果が見られた。これを出発点として、次の3点に取り組む。(1)潜在的なメタ思考の概念をオントロジー工学的手法により峻別し、メタ思考オントロジーを構築する。(2)自分の思考に閉じこもらず自らの思考を他者視点から相対的に捉える能力を培うため、共同思考の振り返りにより自己内思考の吟味を促すメタ思考学習支援ツールを開発する。(3)(2)を用いたメタ思考教育を専門性を有しない大学初年次生を対象に行い、メタ思考の熟達モデルと教育実践知を構造化する。その共有・洗練・普及のサイクルを支える実践知リポジトリの構築を目的とする。

3. 研究の方法

共同思考を通じたメタ思考能力の育成支援ツール(学習者が利用する振り返りツールと指導者が利用する実践知リポジトリ)を開発する。大学初年次生と医療サービス従事者を対象にした教育現場で運用して教育メソッドとその共有・普及・洗練基盤としての有用性を実証評価する。(1)初年次生と看護師を

対象としたメタ思考教育の実例と認知心理学的知見を精査し、オントロジーの基礎体系を構築しツールに組み入れる。(2)30人程度の学内教員をユーザとして実践知リポジトリを運用し、実践知の蓄積、普及、洗練とオントロジーの拡充に取り組む。(3)教育実践規模と実践知リポジトリの利用者を拡大し実践知を洗練・拡充する。思考の領域独立性・固有性から実践知とオントロジーを洗練し、結果をメタ思考教育モデルの一般化とツールの洗練にフィードバックする。

4. 研究成果

メタ思考は暗黙性、潜在性、状況依存性が強い暗黙知である。自らの思考プロセスを外化し共同思考を通じてこれを相対的に捉え、思考のあり方への気づきの積み上げを促すことで、暗黙知ベースへの内面化へと導くオントロジーを構築する。そして、このプロセスを支えるツールを整備した。このことにより、以下の3つの課題の軽減に寄与したと考えている。

課題(1) 表出化の難しさ: 自己内対話は潜在的である、表現の基礎になる概念体系の欠如が、メタ思考に関する知の交流を本質的に難しくしている。

課題(2) 内面化の難しさ: 他者の内的思考は観察できない。共同思考でメタ思考的発言が表出化されても、メタ思考実施の暗黙的ノウハウの内面化を難しくしている。

課題(3) カリキュラム策定の難しさ: 認知心理学的知見に基づくメタ思考教育の試みは認知心理学の専門家によりなされている[a]。非専門家には心的過程の構成概念が共有されていないためカリキュラムの構成意図の理解が難しく、その共有・実践を難しくしている。

より具体的には、以下の研究成果を得た。

1. オントロジーの構築: 実践と理論の両面からアプローチしてメタ思考とその教育を特徴付ける概念基盤を構築し、自己内対話と他者対話の同型性を計算機が意味理解可能な形で明らかにした。

(1)先行研究で開発した自己内対話外化ツールと本研究で新たに開発する共同思考の知的振り返りツールを活用したメタ思考教育を大阪府大の全学開講科目「初年次ゼミナール」で実施した。そして、課題解決へ向けた他者との共同思考プロセスを分析し、彼らの思考の変遷からメタ思考概念を峻別した。医療に代表される正解がなく個別性が強い領域では、「この前提が変わる(修正)と結論は変わるだろうか?」「この新しい視点が加わる(発見)ことでこれまでの考え(思考)をど

の範囲で再構成する必要があるだろうか？」といった思考を対象とするメタ思考が求められる。これは思考の拡がり・深まりを促し、創造的思考の礎となり、自己内対話として潜在的になされるがゆえその能力育成は一般に容易でない。共同思考では思考の再構成プロセスが表出化され参加者間で共有される。こうした発話(介入オーダー)を集積、汎化、概念峻別し、自己内思考と共同思考の同型性を計算機理解可能な形で明らかにする。結果を内面化を促す振り返りツールの設計に反映し、先述の課題(1)(2)の軽減基盤とした。

(2)認知心理学的知見を精査して、授業シナリオ設計の理論的基盤を与えるメタ思考教育の基礎体系を構築した。そして、メタ思考教育実践事例をこのオントロジーに基づいて記述し、授業シナリオの構成意図を明らかにした。これを、共通性、差異性、合目的性を分析する。この実践知を意味検索機能を備えた実践知りポジトリに格納することで、課題(3)の軽減基盤とした。

2.ツールの開発：1で構築したオントロジーを組み入れる形で、共同思考の振り返りツールを開発した。そして、実践知りポジトリを開発しその有用性を明らかにした。

(1)先行研究で開発した自己内対話の思考外化ツールに加えて他者対話(共同思考)プロセスに追従可能な知的振り返りツールを開発し、(1)で構築したオントロジーに基づいてメタ思考の表出化と同型性の理解に基づいた自己内対話への内面化を促す仕組みを実現した。より具体的には、以下の～の3つの知的機能を実現した。意見の「発現」「修正」「撤回」「棄却」のイベントに着目した共同思考の再構成過程の可視化機能、共同思考の振り返り過程で参加者の自己内でなされた潜在的メタ思考内容をオントロジーに基づいて対話的に分析する機能、自己内対話との差異分析機能を実現した。ツールに記録された共同思考は振り返り過程でメタ思考オントロジーによりタグ付けされ、潜在的な自己内対話のメタ思考活動が閲覧可能なエピソードとして実践知りポジトリに蓄積されるようになった。

(2)オントロジーに基づいたメタ思考教育実践知の検索エンジンを開発した。1(b)で構築したメタ思考教育オントロジーに基づいて動作し、メタ思考のエピソード検索、構成意図の理解に基づいた授業シナリオの意味検索を実現することで課題(3)を軽減した。

3.オントロジーとツールの有用性評価：共同思考プロセスの変容を分析し、構築したオントロジーとツールの有用性を評価した。先行研究で開発した半構造化インタビューにより、メタ思考力形成と意識変容プロセスを調

査した。結果として、メタ思考への意識付けがなされ、他人が行うメタ思考の推察活動が他者との議論においても活性化することが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 7 件)

1. 瀬田和久：学習スキルの知的学習支援を目指して、人工知能学会誌、「学習科学と学習工学のフロンティア—私の”学習”研究—」解説特集, Vol. 30, No. 4, pp. 500-501 (2015) 【査読無し】
2. 瀬田和久, 島添 彰, 森 兼隆, 岡本 真彦：スキーマプライミングテストを用いたスキーマの形成と縦断的評価-小学校算数文章題を題材として—, 電子情報通信学会論文誌 D, 多様化する学習・教育支援特集, Vol. J98-D, No. 1, pp. 94-103 (2015) 【査読有り】
3. Coentim Jouault, Kazuhiisa Seta, Yuki Hayashi: Quality of LOD based Semantically Generated Questions, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), Vol. 9112, pp. 662 – 665 (2015) 【査読有り】
4. Tomoko Kojiri and Shuto Ohata: Case-based reasoning approach for utilization of past remarks as advice for collaborative learning, International Journal of Knowledge and Web Intelligence, Vol. 5, pp. 36-48 (2014) 【査読有り】
5. Coentim Jouault and Kazuhiisa Seta: Content-Dependent Question Generation for History Learning in Semantic Open Learning Space, also Lecture Notes in Computer Science, Vol. 8474, pp. 300-305, (2014) 【査読有り】
6. Coentim Jouault and Kazuhiisa Seta: Wikipedia-Based Concept-Map Building and Question Generation, The Journal of Information and Systems in Education, Vol. 12, No.1, pp. 50-55, (2013) 【査読有り】
7. Nguyen-Thanh Le, Nhu-Phuong Nguyen, Kazuhiisa Seta, Niels Pinkwart: Automatic Question Generation for Supporting Argumentation, Vietnam Journal of Computer Science, Vol. 1, pp. 117-127, Springer, (2014) 【査読有り】
8. Coentim Jouault and Kazuhiisa SETA: Adaptive Self-Directed Learning Support by Question Generation in a Semantic Open

Learning Space, Int. J. of Knowledge and Web Intelligence, Vol. 4, No.4, pp. 349-363 (2013) 【査読有り】

〔学会発表〕(計 26 件)

1. Corentin Jouault, Kazuhiisa Seta, Yuki Hayashi: A Method for Generating History Questions using LOD and Its Evaluation, 人工知能学会 第 74 回 先進学習科学と工学研究会, Vol. SIG-ALST-B501-06, pp. 28-33, 2015 年 7 月 18 日, 信州大学(長野県, 長野市)
2. 三木裕太, 小尻智子, 瀬田和久: If thinking learningに基づく歴史的思考力育成支援システムの構築, 日本教育工学会研究報告集, JSET15-1, pp. 495-502, 2015 年 2 月 28 日, 九州大学箱崎キャンパス(福岡県, 福岡市)
3. 大西拳, 小尻智子, 山本樹: 修正意図推論に基づく設計ポリシー習得支援システム, 日本教育工学会研究会, 2015 年 2 月 28 日, 九州大学箱崎キャンパス(福岡県, 福岡市)
4. Corentin Jouault and Kazuhiisa Seta: Inquiry-based learning for training meta-cognitive skills in semantic open learning space, Proc. of the 22nd International Conference on Computers in Education (ICCE), pp. 126-128, 2014 年 11 月 30 日~12 月 4 日, 奈良公会堂(奈良県, 奈良市)
5. Kazuhiisa Seta, Yuki Taniguchi and Mituru Ikeda: Capturing Learning Attitudes through Presentation Design Activities, Proc. of the 22nd International Conference on Computers in Education (ICCE), pp. 119-122, 2014 年 11 月 30 日~12 月 4 日, 奈良公会堂(奈良県, 奈良市)
6. Kazuhiisa Seta, Akira Shimazoe, Kanetaka Mori and Masahiko Okamoto: Schema Formulation with Schema Priming Test in Elementary Arithmetic class in Japan, Proc. of the 22nd International Conference on Computers in Education (ICCE), pp. 451-460, 2014 年 11 月 30 日~12 月 4 日, 奈良公会堂(奈良県, 奈良市)
7. Tomoko Kojiri, Hiroki Ooe and Kazuhiisa Seta: Learning Method for Understanding Design Policy of Object-oriented Design and its Meta-learning Support System, Proc. of the 22nd International Conference on Computers in Education (ICCE), pp. 129-131, 2014 年 11 月 30 日~12 月 4 日, 奈良公会堂(奈良県, 奈良市)
8. Fumito Nate, Yuki Hayashi and Tomoko Kojiri: Modification of past remarks for activating discussion in collaborative learning, Proc. of 18th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems, pp. 803-811, 2014 年 9 月 15 日~17 日, Gdynia, Poland
9. 岸本一樹, 瀬田和久, 池田満: プレゼン設計活動を通じた理解態度変容への発見的学びを促す助言生成機能, 教育システム情報学会全国大会予稿集, pp.263-264, 2014 年 9 月 10 日~12 日, 和歌山大学(和歌山県, 和歌山市)
10. 瀬田和久, 谷口雄紀, 池田満: プレゼン設計活動からの理解態度モデルの構築, 教育システム情報学会全国大会予稿集, pp. 261-262, 2014 年 9 月 10 日~12 日, 和歌山大学(和歌山県, 和歌山市)
11. 辻川達郎, 小川泰右, 池田満, 瀬田和久, 松田憲幸, 三浦浩一, 瀧寛和: 信念対立解明アプローチを基礎とした異文化理解力涵養プログラムのためのシステム開発, 教育システム情報学会全国大会予稿集, pp. 27-28, 2014 年 9 月 10 日~12 日, 和歌山大学(和歌山県, 和歌山市)
12. 瀬田和久, 松田憲幸, 池田満: 信念対立解明アプローチを基礎とした異文化理解力涵養プログラムのパイロット実践, 教育システム情報学会全国大会予稿集, pp. 247-248, 2014 年 9 月 10 日~12 日, 和歌山大学(和歌山県, 和歌山市)
13. 名手郁人, 野上裕介, 小尻智子, 瀬田和久: 人物の役割と状態変化の抽象化に基づいた教訓獲得能力育成支援システム, 教育システム情報学会全国大会予稿集, pp. 21-22, 2014 年 9 月 10 日~12 日, 和歌山大学(和歌山県, 和歌山市)
14. 小尻智子, 大江洋希, 瀬田和久: 代替設計との拡張性の比較に基づいたデザインパターン設計意図理解支援システムとその評価, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 114, No.53, pp.31-36, 2014 年 5 月 24 日, 兵庫医科大学(兵庫県, 西宮市)
15. 大江洋希, 小尻智子, 瀬田和久: 別解作成に基づいたデザインパターン学習における学習者の別解特定機構の構築, 情報処理学会第 76 回全国大会講演論文集, pp.4-551-4-552, 2014 年 3 月 11 日~13 日, 東京電機大学(東京都足立区)
16. 野上裕介, 小尻智子, 瀬田和久: 歴史的対象の抽象化支援に基づく教訓獲得支援

- システムとその評価, 電子情報通信学会教育工学研究会(ET), 信学技報, Vol. 113, No. 482, pp. 119-125, 2014年3月8日, 高知工業高等専門学校(高知県, 高知市)【電子情報通信学会教育工学研究会研究奨励賞】
17. 島添彰, 瀬田和久, 森兼隆, 岡本真彦: スキーマプライミングテストの教室での実践利用, 電子情報通信学会教育工学研究会(ET), 信学技報, Vol. 113, No. 482, pp. 101-106, 2014年3月8日, 高知工業高等専門学校(高知県, 高知市)【電子情報通信学会教育工学研究会研究奨励賞】
 18. 谷口雄紀, 瀬田和久, 池田満: プレゼン設計活動に基づく学習者モデル構成法, 電子情報通信学会教育工学研究会(ET), 信学技報, Vol. 113, No. 482, pp. 1-6, 2014年3月8日, 高知工業高等専門学校(高知県, 高知市)【電子情報通信学会教育工学研究会研究奨励賞】
 19. Hideyuki Kanou, Noriyuki Matsuda, Cui Liang, Mituru Ikeda, Yuu Okamuro, Kazuhisa Seta and Hirokazu Taki: A Method of Sharing the Intention of Reviewing in Writing-Training for Nurses, Proc. of 21st International Conference on Computers in Education, pp. 983-989, 2013年11月18日~22日, Grand Inna Bali Beach Hotel (Dempasar Bali, Indonesia)
 20. Corentin Jouault and Kazuhisa Seta: Building a Semantic Open Learning Space with Adaptive Question Generation Support, Proc. of 21st International Conference on Computers in Education, pp. 41-50, 2013年11月18日~22日, Grand Inna Bali Beach Hotel (Dempasar Bali, Indonesia)
 21. Kazuhisa Seta, Kazuki Kishimoto and Mitsuru Ikeda: Design of a Presentation-Based Meta-Learning Environment by Choosing from a Set of Slides, Proc. of 21st International Conference on Computers in Education, pp. 160-162, 2013年11月18日~22日, Grand Inna Bali Beach Hotel (Dempasar Bali, Indonesia)
 22. Tomoko Kojiri, Hayato Nasu, Keita Maeda, Yuki Hayashi and Toyohide Watanabe: Collaborative Learning Environment for Discussing Topic Explanation Skill Based on Presentation Slide, Proc. of 12th European Conference on e-learning, pp. 199-208, 2013年10月31日~11月1日, (Sophia Antipolis, France)
 23. 大江洋希, 小尻智子, 瀬田和久: デザインパターンの設計意図理解のためのプログラム拡張問題学習環境の構築, 第12回情報科学技術フォーラム, 第4分冊, pp. 645-646, 2013年9月4日~6日, 鳥取大学(鳥取県鳥取市)
 24. 野上裕介, 小尻智子, 瀬田和久: 教訓獲得のための歴史的事象の抽象化支援システム, 第38回教育システム情報学会全国大会, pp. 411-412, 2013年9月2日~4日, 金沢大学角間キャンパス(石川県, 金沢市)【大会奨励賞】
 25. 岸本一樹, 瀬田和久, 池田満: 学習方略獲得支援のためのスライド選択アプローチの構想, 第38回教育システム情報学会全国大会, pp. 359-360, 2013年9月2日~4日, 金沢大学角間キャンパス(石川県, 金沢市)
 26. 京谷隆史, 陳巍, 崔亮, 松田憲幸, 池田満, 瀬田和久, 瀧寛和: 文章の論理構造可視化を通じた思考トレーニング, 日本教育工学会第29回全国大会, 2013年9月20日~23日, 秋田大学手形キャンパス(秋田県, 秋田市)
- 〔図書〕(計 1 件)
1. Corentin Jouault and Kazuhisa Seta: Adaptive Support for Question Generation by Constructing Semantic Open Learning Space, in G.A. Tsihrintzis et al. (Eds.): Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services, 359 (271-280), IOS Press, (2013)
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
瀬田 和久 (SETA, Kazuhisa)
大阪府立大学・大学院理学系研究科・教授
研究者番号: 50304051
 - (2) 研究分担者
池田 満 (IKEDA, Mitsuru)
北陸先端科学技術大学院大学・知識科学研究科・教授
研究者番号: 80212786
- 小尻 智子 (KOJIRI, Tomoko)
関西大学・システム理工学部
研究者番号: 40362298
- (3) 連携研究者
()
研究者番号: