

卒業研究報告書

題 目

プレゼン意図添削課題による
学習態度変容支援システム

Cultivating Learning Attitudes through Correction Activities of
Intensions in the Presentation Slide

指導教員 瀬田和久 林佑樹

平成 28 年（ 2016 年 ） 度 卒 業

(No. 1131100006)

油谷 知岐

大阪府立大学 現代システム科学域 知識情報システム学類

目次

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1 序論..... | 1 |
| 2 学習態度 | 2 |
| 2.1 緒言 | 2 |
| 2.2 学習態度とメタ認知の関係性 | 2 |
| 2.3 望ましい学習態度 | 2 |
| 2.4 動機付けと学習態度..... | 4 |
| 2.5 態度変容の難しさ | 4 |
| 2.6 結言 | 5 |
| 3 先行研究 | 6 |
| 3.1 緒言 | 6 |
| 3.2 メタ認知モニタリング能力の測定手法..... | 6 |
| 3.3 メタ認知的気付きを与える学習スキームと支援システム | 7 |
| 3.4 スライド選択アプローチによる理解態度変容支援..... | 11 |
| 3.5 結言 | 16 |
| 4 学習態度の変容促進に向けたアプローチ | 17 |
| 4.1 緒言 | 17 |
| 4.2 本研究の着眼点 | 17 |
| 4.3 学習内容に踏み込んだ態度推定と変容支援..... | 18 |
| 4.4 メタ学習の活性化を目掛けた添削課題..... | 20 |
| 4.5 結言 | 22 |
| 5 態度変容に目掛けたプレゼン設計意図添削活動 | 23 |
| 5.1 緒言 | 23 |
| 5.2 個別学習フェーズ | 23 |
| 5.3 協調学習フェーズ | 23 |
| 5.4 結言 | 27 |
| 6 態度変容支援システムの内部処理..... | 28 |
| 6.1 緒言 | 28 |
| 6.2 メタ情報..... | 28 |
| 6.3 態度推定と助言生成..... | 30 |
| 6.4 結言 | 31 |
| 7 結論..... | 32 |
| 謝辞 | 33 |
| 参考文献 | 34 |
| 付録 A：オントロジーとは | 35 |

図目次

| | | |
|------|------------------------------|----|
| 図 1 | 領域学習・メタ認知・学習態度の関係 | 3 |
| 図 2 | 野口らのメタ学習スキーム | 10 |
| 図 3 | 野口らのシステム上で設計されたプレゼン資料例 | 10 |
| 図 4 | 岸本らのメタ学習スキーム | 11 |
| 図 5 | 理解表明画面 | 13 |
| 図 6 | 岸本らのプレゼン設計画面 | 13 |
| 図 7 | メタ情報のイメージ | 19 |
| 図 8 | 先行研究との着眼点の違い | 19 |
| 図 9 | 本システムのプレゼン設計画面 | 24 |
| 図 10 | 協調学習インターフェース | 25 |
| 図 11 | システムからの添削課題の提示 | 26 |
| 図 12 | 添削画面 | 26 |
| 図 13 | システムが扱うメタ情報 | 29 |
| 図 14 | オントロジーに関するスライドとメタ情報の例 | 31 |
| 図 15 | 『教師』概念の簡易なオントロジー例 | 36 |

表目次

| | | |
|-----|------------------|----|
| 表 1 | 谷口らの学習者モデル | 15 |
| 表 2 | メタデータスキーマ | 29 |

1 序論

教科書や参考書などに明示的に記述された知識の理解に留まらず、記述された知識の背景にある知識などを捉え理解しようとするような、深い学びを心がける学習態度が望ましい。しかし、学習者自身が積極的に深い学習を行うことは必ずしも容易なことではない。理解を伴わないまま暗記し、テストで高得点を取ろうとする態度の学習者は少なくないと考えられる。学力の基盤として基礎知識を記憶することは重要だが、ただ覚えるだけの学習に留まってしまうと、応用可能な知識を身につけることは難しい。

学習者自身が自分の学習態度を見直し、より良い方向へと態度を修正していくことが重要であると捉え、学習者に学びの態度を見つめ直す契機を与える学習環境を構築することが本研究の目的である。

以下、第2章では、本研究において望ましいとする学習態度がどのようなものかを明らかにし、その態度へと変容させることの難しさを挙げる。

第3章では、学習態度に大きく関わると考えられるメタ認知を伴った学びを支援することを目指した研究と、本研究の土台とする、学習態度の変容を目的とした協調学習支援システムについての先行研究を述べる。

第4章では、3章で述べた先行研究が実現していない態度変容支援について考察し、本研究における態度変容支援アプローチとして、学習者の理解状態を捉える仕組みと添削課題について述べる。

第5章では、本研究で提案する、先行研究を拡張し4章のアプローチを実現したシステムを用いた学習活動について述べる。

第6章では、学習者の態度変容を支援するにあたって、本研究で提案するシステムが、内部でどのように処理を行っているのかを述べる。

第7章は結論であり、本研究の総括と、今後の課題、展望を述べる。

2 学習態度

2.1 緒言

積極的にメタ認知を働かせ自身の理解の不十分性を認識し、より深い学習へと制御することを通して学び方(何を学ぶ必要があるか)を考えることが、十分に理解したと認識する判断基準を相対的に厳しくし、それを満足しようとする意思、態度へと変容するきっかけとなると考えられる。

本章では、まず本研究で考える学習態度とメタ認知活動の関係について具体的に述べた後、学習する際に望ましい学習態度について、オントロジーの学習を例に議論する。その後、学習態度と、失敗・成功の原因帰属、学習方略、そして自己効力感との関係を分析し、最後に、望ましい態度への変容を促す際の困難性について述べる。

2.2 学習態度とメタ認知の関係性

学習領域について自分がどれだけ理解できているか、どのように理解しているのかということを観察し、正しく把握する能力であるメタ認知モニタリング能力と、把握した現在の理解状態をもとに学習をより良い方向へと制御するメタ認知コントロール能力が重要であることが知られている^[1]。本研究では、学習者がどれだけメタ認知モニタリングによって自身の学習・理解状況を正しく把握し、より良い方向へとコントロールしようと試みているのかという姿勢を学習態度と捉えている(図1)。積極的にメタ認知し、学習を制御しようとする態度へと変容させることが本研究の目的である。

2.3 望ましい学習態度

本研究における望ましい態度について、オントロジー(付録A参照)の学習を例に説明する。教科書に明示的に記された内容以上に、行間を読み取り暗黙的な情報を理解しようとする態度が望ましいが、そのような態度を学ぶことは容易ではない。

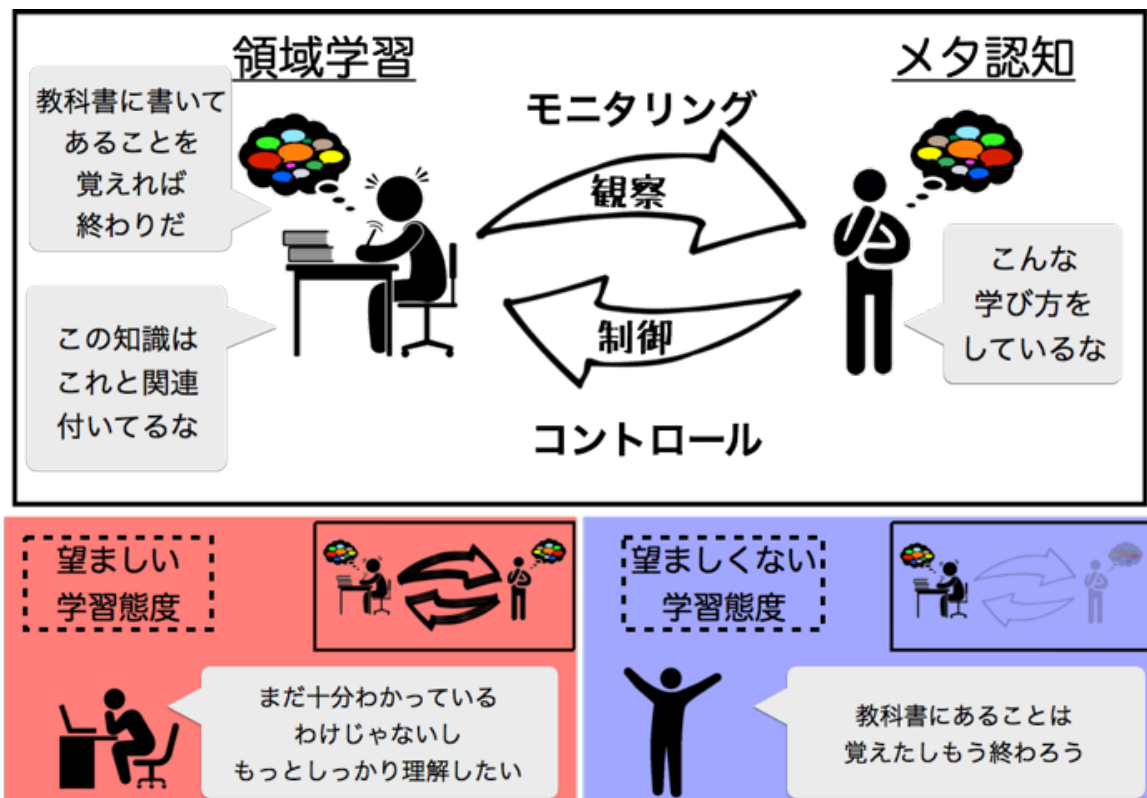


図 1 領域学習・メタ認知・学習態度の関係

例えば、「オントロジーは概念化の明示的規約である」という標語的知識と、「教師」という概念は異なる視点から捉えられる、というような教科書に明示的に書かれているようなことだけを学ぶ学習者は少なくない。しかし、このような学習では、異なる概念をオントロジーとしてモデル化する際に、どのようにモデル化していいかわからず、手が止まってしまうだろう。浅い理解だけの学習では実用に耐える知識とはならず、望ましい態度での学習であるとは言い難い。

一方で、「なぜオントロジーが考えられたのか」や「似た概念として UML や Taxonomy（概念階層）があるにも関わらず、なぜオントロジーを考える必要があるのか」といった、オントロジーに関する背景的な知識の理解を心がける学習者は、より深い理解を伴った学習ができると考えられる。

このように、表面的な理解に留まらない背景的な知識までも理解することを目指した態度が望ましい。

2.4 動機付けと学習態度

何をどのように学ぶ必要があるかといった学び方を学び、知ることは自己効力感を高め、学習に対して前向きな態度を形成すると考えられる^[2]。例えばオントロジーの学習では、「なぜあえてオントロジーを用いるのか、などの背景知識を学ぶことで、オントロジーでのモデル化の手法について深く理解できる」といった学習者にとって実行可能な学び方を学ぶことで、自己効力感が高まり、理解に努めようという態度へと変容する契機となると考える。

また、テストの点数が芳しくない原因を「そのテストで高得点を取ることは、自分の学習能力では難しい」といったように失敗原因を自身の能力不足に帰属させるよりも、「学習が足りなかったせいで点数が芳しくなかった」というように自分自身の努力不足に向けることが、動機付けにとって無視できない程度に関わっていることも示されている^[3]。

本研究では、学び方の学びである「メタ学習」を促し、自身の学び方の不十分さに気付かせ、その原因を能力が無いのではなく、学習が足りていないことに帰属させるような学習課題と支援システムを構築することを目標とする。

2.5 態度変容の難しさ

望ましい態度へは、人に教えられて学び、変化するという類のものというよりは、自身より優れた学びを行っている他者を知ることによって変化の必要性に気付く、学習者自身が変容させていくものであると考えられる。しかし、他者と自分自身の間で学び方に差があるかどうかを認識することは容易ではない。また差があることには気付いても、どうすればその差を埋められるのかわからないことも考えられる。我々は、学び方は暗黙的でありそれが表出化されることが少ないことがその困難性の原因の1つであると捉え、学習者の学び方を表出化し、学習の対象とすることで、態度変容の必要性の気付きを与えることを目指す学習環境を提案する。

2.6 結言

本章では，本研究において理想的であるとする望ましい態度について，オントロジーの学習を例に挙げ，具体的に述べた．そして，そのような態度への変容を促すために，失敗/成功の原因帰属と自己効力感が重要な要因ではないかという仮説について議論した．そして本研究で解決すべき問題，軽減すべき困難性について言及した．

次章では，本章で述べた問題や困難性を解決することを目指して行われている先行研究について述べる．

3 先行研究

3.1 緒言

学習態度の変容を効果的に促すために、学習者の態度を推定することが必要不可欠である。本研究ではメタ認知モニタリングとメタ認知コントロールの差が学習態度だと捉えているが、それらのメタ認知能力は暗黙的、潜在的なものであり、それらを正しく把握することは容易ではない。本章では、まず学習者のメタ認知モニタリング能力を評価する手法として提案されている KMA (Knowledge Monitoring Assessment) について述べる。次に、野口らが提案している、プレゼンテーションの設計と発表を通して学習者に自身の理解状態のモニタリングを促し、メタ認知的気付きを与えることを目指した学習スキームとシステムについて述べた後、KMA とプレゼン学習スキームを拡張することで学習者のメタ認知コントロールを推定し、態度変容の契機を与えることを目指した先行研究について述べる。

3.2 メタ認知モニタリング能力の測定手法

Tobias らによって提案されている KMA (Knowledge Monitoring Assessment) は、暗黙的な活動であるメタ認知モニタリングが十分に実施されているかどうかを評価する手法の 1 つである^[4]。KMA では次の課題を通して学習者のメタ認知モニタリング能力を評価している。

1. 数学における文章問題などを見て、その問題を解けるかどうかを宣言する。
2. 提示された問題と同じ問題に対して、用意された答えから 1 つ選択するような多肢選択形式で答える。

メタ認知モニタリング能力が十分に備わっていれば、課題 1 における解けるかどうかの宣言と、課題 2 における問題に対する回答の正誤が等しくなるはずである。例えば、課題 1 で「自分はその問題が解ける」と宣言してい

るのに対して、課題2では間違った回答をしていた場合、その学習者はメタ認知モニタリング能力が十分ではないという判断ができる。

3.3 メタ認知的気づきを与える学習スキームと支援システム

学習をより良い方向へと制御するために、学び方そのものである学習方略を学ぶメタ学習が重要である^[5]。例えば、オントロジーについての知識を学ぶなかで、「なぜオントロジーが考えられたのか、オントロジーとオブジェクト指向方法論との違いは何か、といったことを考察しながら学ぶことで理解が深まる」、といった学び方自体を学ぶことが重要であると考えられるのに対して、数学について学ぶときには、「その公式がどのように成り立っているのかを考えることで正しく理解できる」といった学び方を得ることが重要であると考えられる。

このような、学習領域ごとに異なった学習方略を獲得することは重要である^[6]が、メタ学習は領域知識の学習と同時に行うもので、認知的付加が高く容易ではない上に、その必要性に気付く場面も十分に多いとは言えない。

野口らは、以下に示す5つの支援概念を定義し、その実現によってメタ学習の困難性を軽減する学習スキームと支援システムを提案している^[7]。

・ SHIFT

学習スキルの獲得の時間を後にずらす。学習者にとって、領域学習を実施しながら、同時にメタ学習を行うことは、学習にかかる認知的負荷が極めて高く、学習活動そのものが行き詰まってしまう可能性がある。学習済みのトピックについての課題を設定することで、メタ学習の時間を領域学習の後ろにずらすことで、メタ学習への意識を向けやすくする。

・ LIFT

学習スキル獲得を意識上に上げる。学習者は自身の学習過程をモニタリングし、その妥当性を検討するための問いを自分自身に投げかける機会を与えることで、自己内対話を活性化する。

・ OBJECTIVIZATION

学習スキルの自己内対話に「表現」を提供する．学習過程を表現する言葉を提供し，健全な LIFT と客観化を支える．

・ TRANSLATE

領域学習において必ずしも要求されるタスクというわけではない「学習スキルの獲得」を明示的な課題とする問題解決タスクに変換する．このことで本来はメタ認知レベルで実施させる学習プロセスのデザイン活動を認知レベルで実施することになる．

・ REIFICATION

自己内対話を，学習を目的とした他者とのコミュニケーションに載せ，学びの方法について他者と議論し，他者の反応によりその妥当性を客観化して観察する．

これら 5 つの支援概念を実現する課題として図 2 のようなメタ学習スキームを提案している．また，その活動を行う環境としてのシステムが提案されている．以下に学習スキームとシステムの設計を説明する．

① **領域学習**：対象の領域について「自分は十分に理解した」と思えるようになるまで自身で学習を行う．領域知識の学習に注力する活動の後，メタ学習課題を別に用意することでメタ学習を **SHIFT** し，学び方の学びに専念することを意図している．

② **プレゼン設計**：自分と同程度の理解をもっている想定別の学習者（同等他者）に対して，自分が学習した内容を説明するプレゼンテーションを設計する．このとき，プレゼンテーションスライド自体だけでなく，そのスライドでどのようなことを話すのか，なにを理解させることを目標としたスライドとして採用するのか，というプレゼン設計意図を図 3 の形式で設定する．プレゼン設計意図は，学習領域の専門家によって，システム上に予め用意されたものから選択することで設定する．これによって，何をどのように考えるべきかの指針が **OBJECTIVIZATION** を実現したの機能として与えられる．

プレゼン設計活動を通して、自分がどのような学習方略を用いて学んでいるのかを表出化していき、学び方の学びが **LIFT** される。

また、学習者がプレゼン資料の作成が完了したと宣言したとき、つまり自分の学びを十分に表現できた、と考えたとき、次の協調学習のフェーズに進む前にシステムは、予め教師によって重要であると設定された設計意図が、学習者のプレゼン設計に組み込まれているかを確認する。もし組み込まれていなければ、その意図の重要性について再考察を促すガイダンスを生成する。

例えば、「オントロジー構築方法論とオブジェクト指向方法論の違いを理解させる」という意図が教師によって重要だと設定されていたとき、学習者はその意図を選択していないにも関わらずプレゼン設計を終了した場合、

「あなたは、オントロジーオントロジー構築方法論とオブジェクト指向方法論の違いについて説明しようとしていません。それらを理解させることはオントロジーを理解させるために重要ではないでしょうか。もう一度考えてみてはどうでしょうか」といった助言を生成・提示する。これによって学習者に自身の学びの再考察を促し、メタ認知的気付きを得る契機を与えることを目的としている。

③ **協調学習**：作成したプレゼン資料を題材に、自分と他者の学習の違いについて、同等他者と議論する協調学習を行う。他者に自身の学習方略を説明する活動によって、メタ学習を説明という問題解決活動に **TRANSLATE** され、客観的に捉えられるよう **REIFICATION** されている。また協調学習の相手が自身と同等の他者であるため、相手ができたことなら自分にもできるはずである、というように自己効力感を高めつつ学び方について学ぶことを狙いとしている。

これらの活動を通してメタ認知を明示的な課題として実践し、学び方についての学びを陽に与えられた課題として設定することで、メタ学習を支援することを志向している。



図 2 野口らのメタ学習スキーム

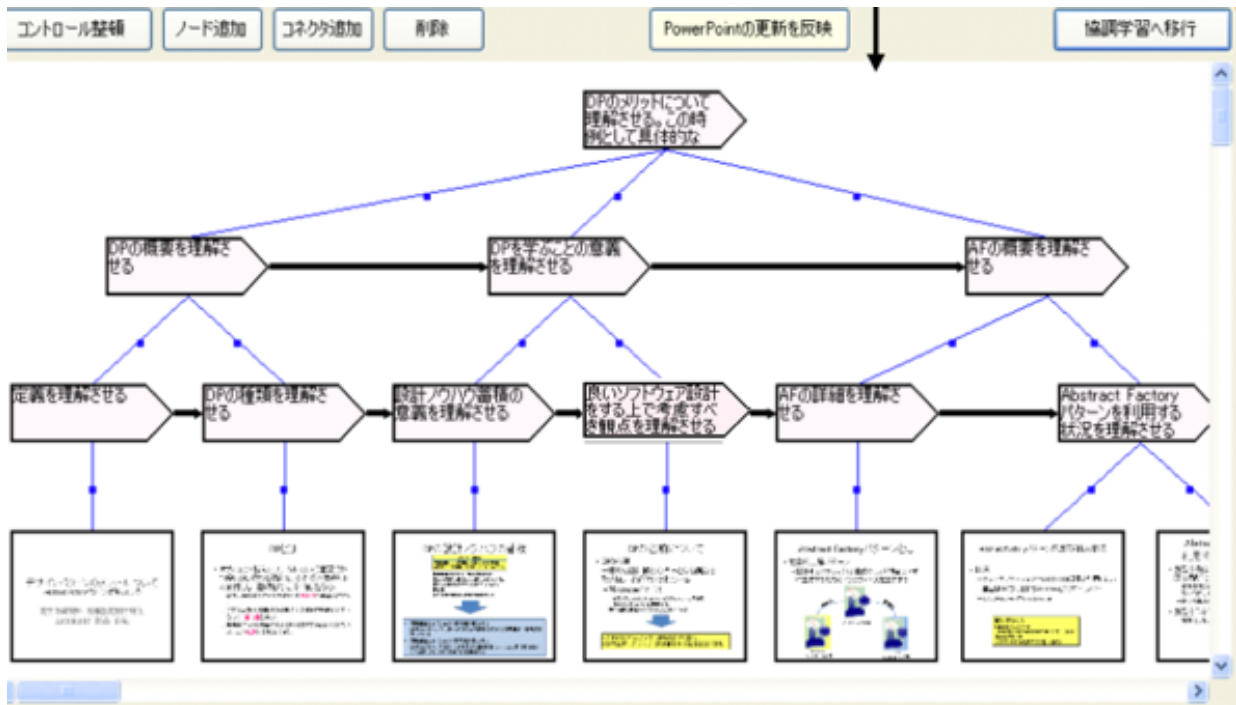


図 3 野口らのシステム上で設計されたプレゼン資料例

3.4 スライド選択アプローチによる理解態度変容支援

岸本らは学習態度をより良く変容させる手法として、野口らの学習スキームとシステムを通して学び方を学ぶことで十分に学習したと判断する基準が厳格化し、メタ認知モニタリングが活性化することに着目している^[8]。

そのスキームを図4のように拡張することで学習者の態度を捉え、そのより良い変容を支援する学習スキームとシステムを提案している。

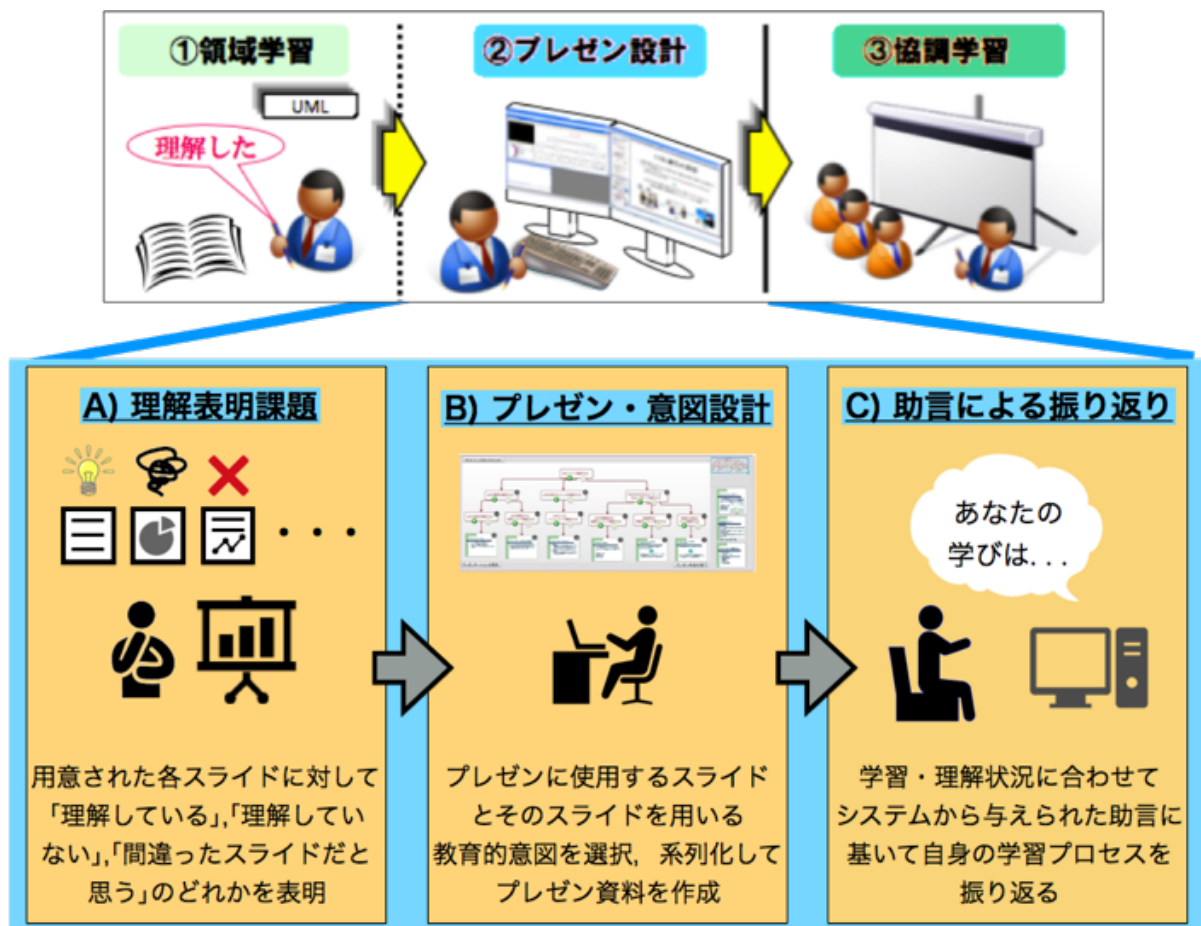


図4 岸本らのメタ学習スキーム

A) 理解表明課題

十分に理解したと考えている学習者に対して、**KMA** の手法を応用した理解表明課題を課す。予め教師が用意した、学習領域について正しい内容、間違った内容、正しいが領域理解にとってそれほど重要ではない内容の内のどれかが記述されたプレゼンテーションスライドに対して、学習者は、自分はそこに書かれた内容を「理解している」、「理解していない」、「間違ったスライドだと思う」という 3 つの選択肢から選び、自身の理解を表明する (図 5)。

この課題を通して、学習は自分の領域知識の理解を考え直すことが陽に課題として与えられ、メタ学習が **LIFT** される。本来 **KMA** は学習者のメタ認知モニタリング能力を測定する手法であるが、岸本らの研究では、モニタリング状況に対して、学習者が理解を修正する方向にコントロールしたかどうか、ということから学習態度を推定するための手法として用いられている。

B) スライド選択によるプレゼン設計

野口らのアプローチでは、学習者がスライドをデザインし、それを用いてプレゼンを設計・実施していたが、岸本らは予め教師によってデザインされたスライドを用いてプレゼンを設計することを提案している。A の理解表明のフェーズで用いたスライドをここでも使用する。

学習者は、用意されたスライドから、自分が正しいと思うものを選択し、系列化する。用意されたプレゼンスライドを用いることで、何を説明の土台に上げるのか、ということを知りやすくする **OBJECTIVIZATION** の効果を期待するだけでなく、協調学習において、複数の学習者が同じスライドを用いているので、スライドのデザインに関する議論のような、あまり学習方略に関係しない内容についての議論が活発化することを抑えることも意図している。また、野口らのアプローチ同様、プレゼン設計のプレゼン設計意図についても与えられたものから選択、系列化することで実施する。(図 6) この活動を通して、プレゼンスライド自体を作成する負荷を軽減し、理解状態と学習方略のモニ

タリング，コントロールに専念できるよう支援する。

この教材では、
[AFパターンを例としてDPの利点を理解することができます]
プレゼンテーションを設計してもらいます。

60%

回答数
6/10

権限移譲について

適用可能性

- ①システムを部品の生成、組み合わせ、表現の方法から独立にすべき場合
- ②部品の集合が複数存在して、その中の1つを選んでシステムを構築する場合
- ③一群の関連する部品を常に使用しなければならないように設計する場合
- ④部品のクラスライブラリを提供する際に、インタフェースだけを公開して、実装は非公開にしたい場合

- 理解している
- 理解していない
- 内容が間違っている

▶ 次へ

↶ 戻る

図 5 理解表明画面

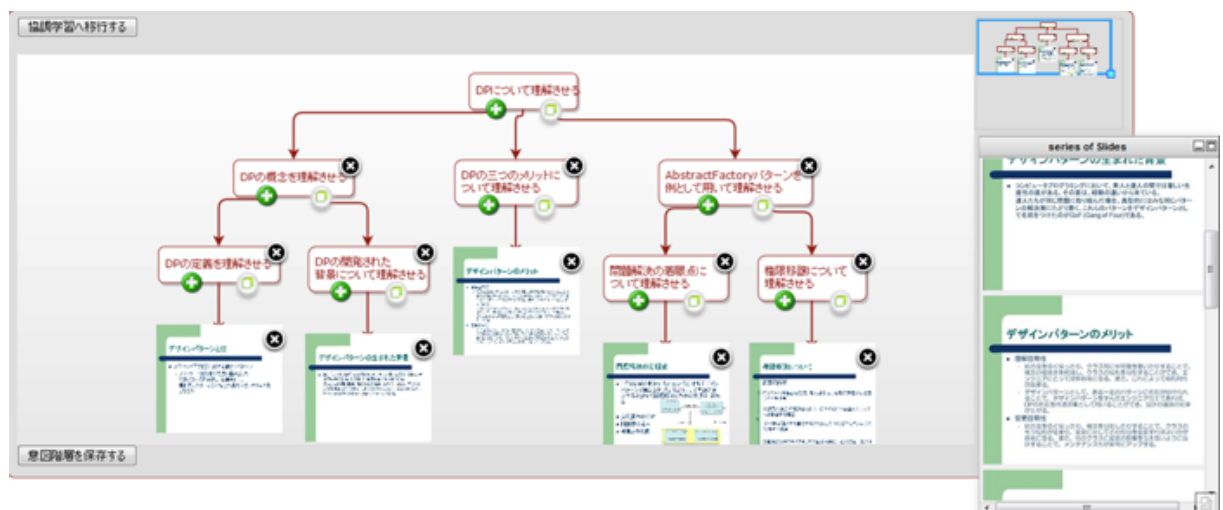


図 6 岸本らのプレゼン設計画面

C) 助言による振り返り

システムは、学習者が選択したスライドが正しいものなのか、誤っているものなのか、正しいが重要でないものなのかという情報と、学習者がそれらのスライドに対してどのような理解を表明したのかという振る舞いに関する情報を持っている。それらの情報から学習者の態度を学習者モデルとして推定し、状況に合わせた助言を与える。

学習態度の推定と、そのモデルに対する助言の生成は谷口ら⁹⁾によって提案されている表1のようなルールに則って行われている。

例えば、誤った内容が書かれたスライドであるにも関わらず、理解表明の段階では「理解している」と答えている場合、間違った理解をしている可能性がある。さらに学習者が、プレゼン設計の段階でその誤っているスライドを選択し、説明しようとしていた場合、この学習者は理解表明課題とプレゼン設計活動を通して、自身の理解不足を正しくモニタリングし、その理解を修正するような再学習を行おうとしなかった学習者であると捉え、その理解の修正の必要性への気付きを促す助言を生成する。また、このとき次の協調学習の段階で特に議論すべき箇所を、「あなたはこのスライドについて理解していると宣言していましたが、別の学習者は穴らとは異なる理解をもっているようです。相手が何に着目して学んでいるのかに注意して、議論してください」といった助言を各学習者モデルに合わせて提示しておくことで、協調学習における学習方略に関する議論を活性化させることも狙いとしている。

このように岸本らは、スライドの正誤情報、学習者の理解表明結果、学習者が構築したプレゼン資料の3つの情報から学習者の態度を推定し、より良く変容させるような支援を行うことを狙いとしたアプローチを提案している。

表 1 谷口らの学習者モデル

| スライド属性 | | 理解表明結果 | 表明結果の意味解釈 | 領域知識に関する判定可能性 |
|-----------|------------|-------------|--|----------------------|
| 選択が望まれる | 内容が正しい | (1) 理解している | M: 理解していると認識している B: 正しく理解している可能性がある | △ 正しく理解しているとは断定できない |
| | | (2) 理解していない | M: 理解していないと認識している B: 正しく理解していない可能性がある | △ 正しく理解していないとは断定できない |
| | | (3) 間違っている | M: 誤りがあることを認識していない B: 領域知識に誤りがある | ◎ 領域知識に誤りがあると断定できる |
| 選択が望ましくない | 内容は正しいが不十分 | (4) 理解している | M: 理解していると認識している B: 正しく理解している可能性がある | △ 正しく理解しているとは断定できない |
| | | (5) 理解していない | M: 理解していないと認識している B: 正しく理解していない可能性がある | △ 正しく理解していないとは断定できない |
| | | (6) 間違っている | M: 誤りがあることを認識していない B: 領域知識に誤りがある | ◎ 領域知識に誤りがあると断定できる |
| | 内容が間違っている | (7) 理解している | M: 誤りがあることに気がついていない B: 領域知識に誤りがある | ◎ 領域知識に誤りがあると断定できる |
| | | (8) 理解していない | M: 理解していないと認識している B: 正しく理解していない | ◎ 正しく理解していないと断定できる |
| | | (9) 間違っている | M: 理解していると認識している B: 正しく理解している | ◎ 正しく理解していると断定できる |

3.5 結言

本章では、学習態度をより良いものへと変容させる契機を与えることを目的として、KMA の手法とプレゼンテーションという枠組みを用いて学習課題をうまく設計することで、普段意識上に表れにくい暗黙的・潜在的なものであるメタ認知活動を表出化させ、それをシステムが把握することによって、より学習方略に着目したメタ学習を促すシステムについて提案している先行研究について述べた。

次章では、学習者がどんなことをどのように理解しているか、といった学びのプロセスを計算機が理解することができれば、システムは「なぜその学習方略に着目する必要があるのか」まで説明可能になり、より学習内容に踏み込んだ態度変容支援ができるのではないかと考え、それを実現するための本研究におけるアプローチを述べる。

4 学習態度の変容促進に向けたアプローチ

4.1 緒言

本章では、先行研究に加え、学習内容を捉えることでの支援の方向性について検討し、それを実現するためにシステムに与えるメタ情報と、学習者に与える添削課題について述べる。

4.2 本研究の着眼点

本研究は、学習者が何をどのように理解しているのか、という学びのプロセスを捉えることで、何をなぜ学ぶ必要があるのかを学習者自身に考えさせ、メタ認知的気付きを促す仕組みの実現を目指している。本研究では、岸本らのアプローチを基盤として、さらに、スライドに書かれた内容と、そのスライドから学ぶべき内容を計算機システムに理解させることで、学習者が適用すべき学習方略の獲得を促すようなメタ認知的気付きを与えることを狙いとする。

先行研究で情報として扱っていた、学習者がスライドに対して宣言している「理解している」、「理解していない」、「間違っている」といった理解表明の結果に加えて、学習者がスライドを用いて何を説明しようとする意図を持っているのかを把握することによって、表面的な学びに留まっているのか、読み取るべき(学ぶべき)潜在的な情報をスライドから読み取り学んでいるのかを診断し、その結果に応じたフィードバックを実現する。これによって学習者自身に、理解到達度の判断基準の厳格化を促すとともに、メタ認知コントロールの活性化が期待でき、学習者の自己効力感を高め、態度変容を促進することを意図している。

4.3 学習内容に踏み込んだ態度推定と変容支援

本研究では、学習者が当該知識をどれだけ正しく・深く理解しようとしているか、というより学習内容に踏み込んだ態度推定と、その変容支援の実現を目指している。

例えば、2人の学習者がそれぞれ、理解表明課題とプレゼン設計課題どちらも同じように理解していると宣言し、スライドをプレゼンに組み込んでいるとする。このとき、一方の学習者がスライドに明示的に書いてあることだけを理解しているのに対して、もう一方の学習者はそのスライドから多くの情報を読み取り理解しているといった場合には、読み取れていない学習者にそのスライドに関する理解の見直しを促し、読み取れている学習者にはなぜそのように理解できたのかという学習方略のモニタリングを活性化させ、より深い学習へと方向づけることは意味のあることだと考えられる。

また、そのような同じスライドに対する理解状態の違いに学習者自身が気付いたとき、その学習者がどのように振る舞うのかということ把握することで、スライドの選択・非選択、正しい・誤っている、という情報に留まらず、どのような理由で選択しているのか・なぜ正しくないのかといった、より学習内容に踏み込んだ態度を推定できるのではないかと考えている。

このような学習内容に踏み込んだ態度を捉えるために本研究では、予め用意されているプレゼンスライドに、「そのスライドを用いて説明すべき内容」を計算機可読な形式で与える。図7のように、当該スライドに書かれている知識が、スライドに明示的に記されている知識なのか、それとも明示的には書いていないが行間を読み取ることで説明するべき知識なのかという情報を、システムがメタ情報として把握することで、学習者が何を、どのように理解しているか、正しく理解できているかといったことを推定できると考える。

そこで、本研究では先行研究の着眼点である、正しいスライドを正しく選択できているかという点に加え、学習者が構築したプレゼンの設計意図が説明すべき内容を十分に捉えられているかという、より学習内容に踏み込んだ点に着目し、学習態度の推定と変容支援を目指す（図8）。

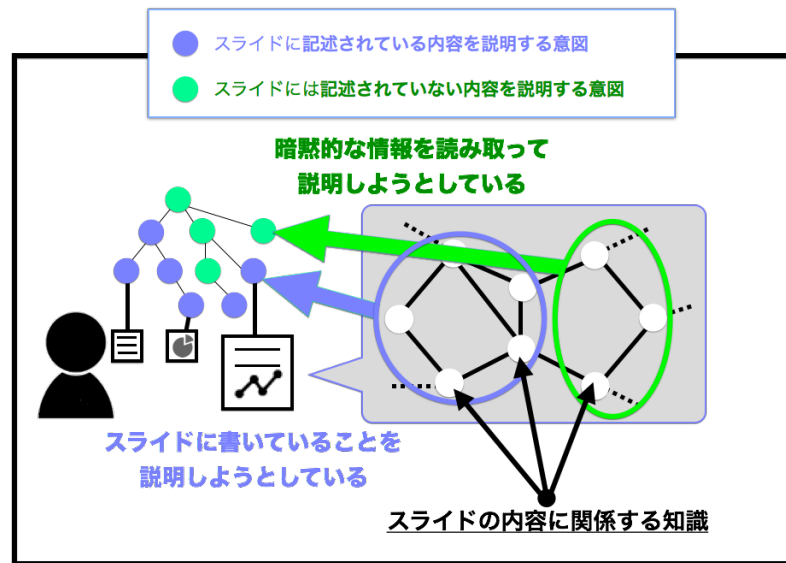


図 7 メタ情報のイメージ

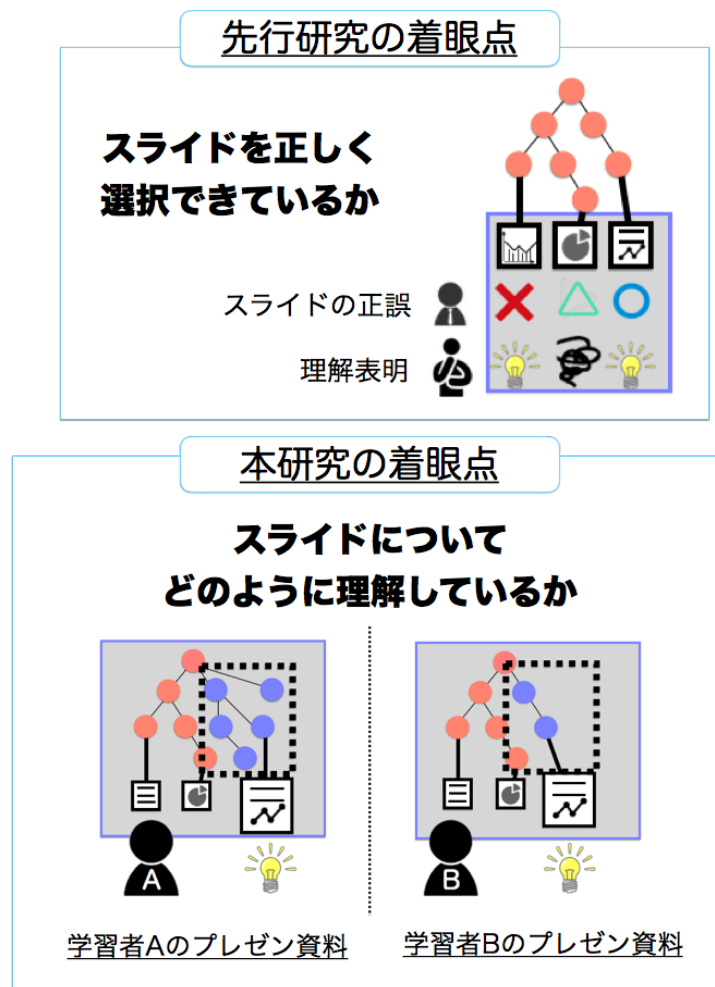


図 8 先行研究との着眼点の違い

4.4 メタ学習の活性化を目掛けた添削課題

本研究で提案するシステムでは、4.2 節で述べたメタ情報を与えておくことによって、学習者が何を理解できていないか、どのような学習方略を学ぶべきかといった、学習内容に踏み込んだ理解状態や学習態度を推測し、議論の観点を提示する。

同程度の理解を持った学習者と、同じデザインのスライドを用いて、同じ時間内で、同じ課題を行うことによって、学び方以外の差を極力減らした上で、さらに議論の観点を与えることで、「なぜ自分は現在の学習方略をとるに至ったのか」、「他者はなぜ自分とは異なる理解を持っているのか」といったことの考察への集中を高めさせることで、暗黙的なものである学習態度の変容へと意識を向ける契機を与える。

また、自分自身の理解を言語化し他者に説明することで、学びが深まることはよく知られている^[10]。Chi らは、教え手（教師）と聞き手（学習者）のコミュニケーションによる学習を研究する分野である **Tutoring** 研究において、言語化による学びにおける重要な観点として、知識陳述的な言語化と知識構築的な言語化を挙げている^[11]。

知識陳述的な言語化とは、もともと知っている知識を単純に述べるだけの言語化のことを指しており、この言語化では理解を修正し、新たな気づきを得ることが難しいと述べられている。

一方、知識構築的な言語化とは、メタ認知を積極的に行い、新たな知識を構築したり、既存の理解を修正したりしながらおこなう言語化のことであり、本研究において学習態度変容の必要性に気付く契機として望ましい言語化の形態であると考えられる。ただし、教え手が知識陳述的な言語化だけに留まってしまい、学習を深化させられない場合も少なくないことが報告されている。

さらに、学習者同士がお互いの学習達成状況を相互に評価し合うことは学習者の意欲を向上する効果があると言われている^{[12][13]}。

これらの言語化に対して、本研究では提案するシステムは、より良い言語化の対象について、学習者に示唆することができる。

そこで本研究ではまず、学習者が実際には十分に理解できているわけではないのに、理解したつもりになってしまっている箇所をシステムが内容に踏み込んだレベルで推定することで、何が、なぜ、どのように十分でないのかを把握する。そして、その不十分さについて、学び方に関する示唆を与えることで言語化させる。それを同程度の理解を持っているはずの学習者同士に指摘(添削)させ合うことで、自己効力感を高め、態度変容の契機を与える。このとき、議論する内容を学習者が自由に設定するのではなく、システムが、対象の学習者間で議論し、学ぶべきだと思われる学習方略を抽出し、そのポイントについて、学習者同士で評価・修正点の指摘を行う添削活動を与える。これによって本研究が期待する知識構築的な言語化を伴った議論を活性化することを狙いとしている。

例えば、オントロジーの学習では、「オントロジーは、概念を明示的に定義するものである」といった記述がなされたスライドに対して、「UML や Taxonomy (概念階層) といった類似の用語や技術があるにもかかわらず、なぜオントロジーを考えるのか」というスライドには陽に書かれてはいない内容を説明しようとしている学習者がいる場合、「あなたは『他に似通った技術があるのに、なぜオントロジーを使うのか』を説明しようとしていますね。しかし、協調学習の相手の学習者はそれを説明しようとはしていないようです。なぜそれを説明しようと思えたのかを、それを理解することによる学習効果とともに相手に伝えてください。」といった助言とともに、添削課題を与える。

添削者側の学習者は、自身の学習方略について他者に伝えようとする中で、自身の学び方は一貫性を保っているか、自己矛盾をはらんでいないかといったことを明示的に振り返ることで、自身の学習態度を見直す契機となる。

また、被添削者側の学習者は、自分と同等他者との学び方の違い、その重要性を直接伝えられることで、学習方略の差の埋め方を知ることができ、態度変容の必要性に気付くきっかけとなると考えている。

4.5 結言

本章では、先行研究に加え、本研究でさらに着目すべきポイントとして、学習者が学び取り、説明しようとしていることがスライドに明示的に記述されているものなのか、それとも暗黙的で、行間を読み取る必要がある者まで説明しようとしているのかを診断するためにスライドとプレゼン設計意図につけるメタ情報について述べた。また、そのメタ情報を基に、学習者の態度を推定し、そのより良い変容を促す添削課題について述べた。

次章では、本章で述べたアプローチを実現するシステムについて具体的に述べる。

5 態度変容に目掛けたプレゼン設計意図添削活動

5.1 緒言

本章では、4章で述べたアプローチを実現したシステムについて、学習者単独での学習と、協調学習のフェーズに分けて、学習活動とシステムからのフィードバックの具体例を述べる。

5.2 個別学習フェーズ

本システムで学習者は、理解表明課題、プレゼン設計課題を岸本らのシステムと同じ機能を持った図9のようなインターフェース上で行い、十分に自身の学習を見直す。スライドパーツ、もしくは設計意図パーツからそれぞれ選択することで、プレゼン資料を設計する。ここでスライドパーツを選択するか、設計意図パーツを選択するかはタブによって切り替えることができる。

十分にプレゼン資料を作成できたつもりになれば、個別での学習を終了し、協調学習のフェーズに進む。

5.3 協調学習フェーズ

協調学習フェーズにおいて、学習者は協調学習のペアである同等他者のプレゼン設計意図とスライドに対する添削課題を実施する。

このときシステムは、各学習者が個別学習フェーズで構築したプレゼン資料同士を確認・比較し、それぞれの学習態度を推定することで、各学習者に合わせた添削ポイントを提示する。例えば、一方の学習者がもう一方の学習者よりも暗黙的な内容を説明しようとする態度であると推定した場合には、図10のように該当するプレゼン設計意図、もしくはスライドをハイライトし、学習者が添削すべきポイントを提案する。これによって学習者が添削するポイントを、より態度変容に望ましいものへと誘導する。

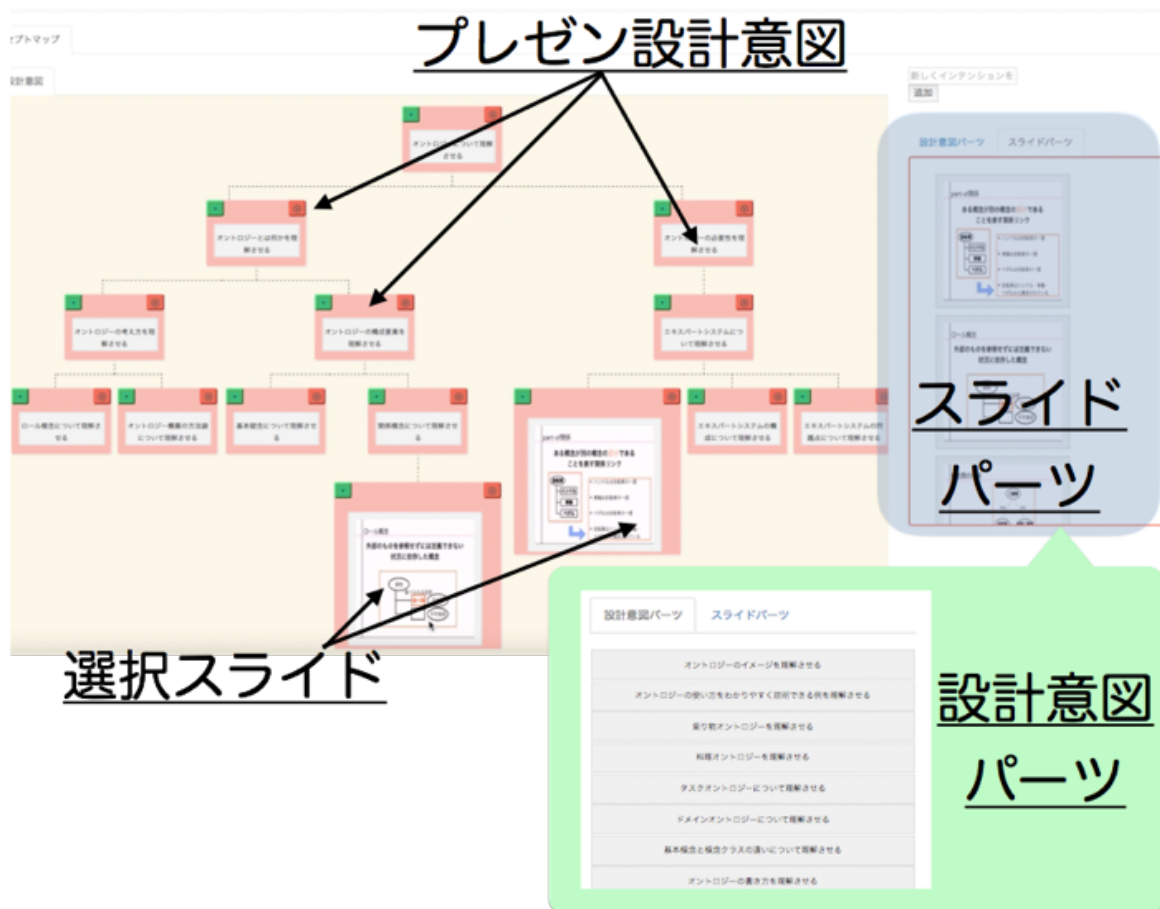


図 9 本システムのプレゼン設計画面

またハイライトと同時に、図 11 のように、「あなたは、『エキスパートシステムの問題点について理解』させようと、設計意図を選択していますが、ペアの学習者は選択していません。なぜそのプレゼン設計意図を選択したのか、その理由を説明し、添削してください」といった、添削すべき箇所に関する助言を提示することによって、我々が期待する、より態度変容に繋がると考えられる学びのポイントについての意識を LIFT するとともに、REIFICATION の機能として、添削時に説明すべきことを具体的に与えることで、メタ学習コミュニケーションを活性化させることを意図している。

学習者が、それらのハイライトや助言に基づいて、添削を行う対象のプレゼン設計意図、もしくはスライドを選択すると、図 12 のようなインターフェースが表示され、その画面上で添削活動を実施する。添削画面には、上部に学習者が選択したプレゼン設計意図の内容、またはスライドのタイトルが

表示されている。そして、その対象に対して行う添削の内容、添削理由、それぞれの入力欄が表示されている。学習者はそれらの入力欄に記述することで添削を行う。

例えば、添削内容の欄には、「オントロジーとエキスパートシステムにあまり関係性を見いだせていないようですが、重要なポイントなので説明した方がいいのではないか」というように、相手の理解が不十分だと考えるポイントについて記述する。添削理由の欄には、「オントロジーは、エキスパートシステムでは実現困難であったことを補うことを目的に発展してきた側面もあるため、エキスパートシステムについて知ることがオントロジーの理解を深めるのに重要でだと考える」といった、その添削箇所について理解を修正すべきだと考える理由を記述する。

これらの活動を通して、自身の学習方略を見直すとともに、他者が用いている学習方略を知ることによって、さらなる学習が重要であることを認識し、態度を変容させる必要性に気付くきっかけを与えることを狙いとしている。

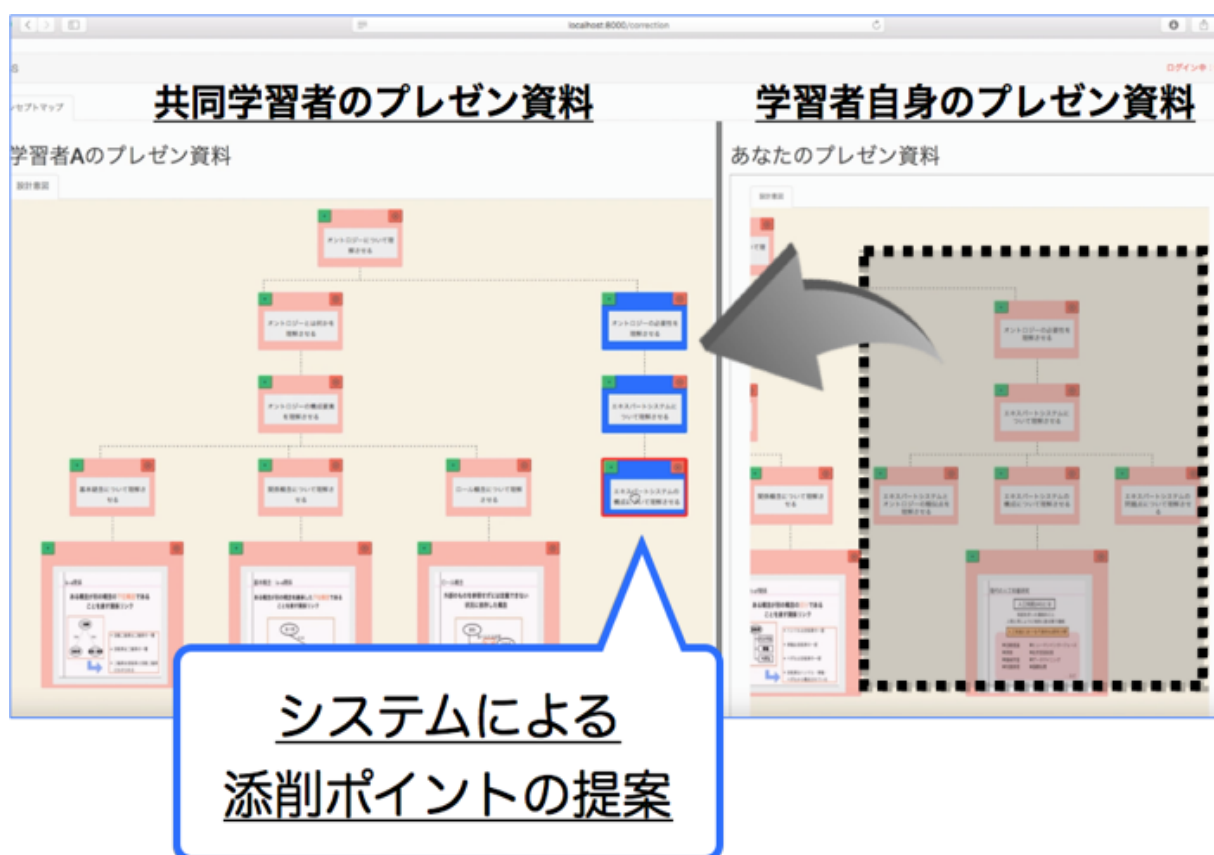


図 10 協調学習インターフェース

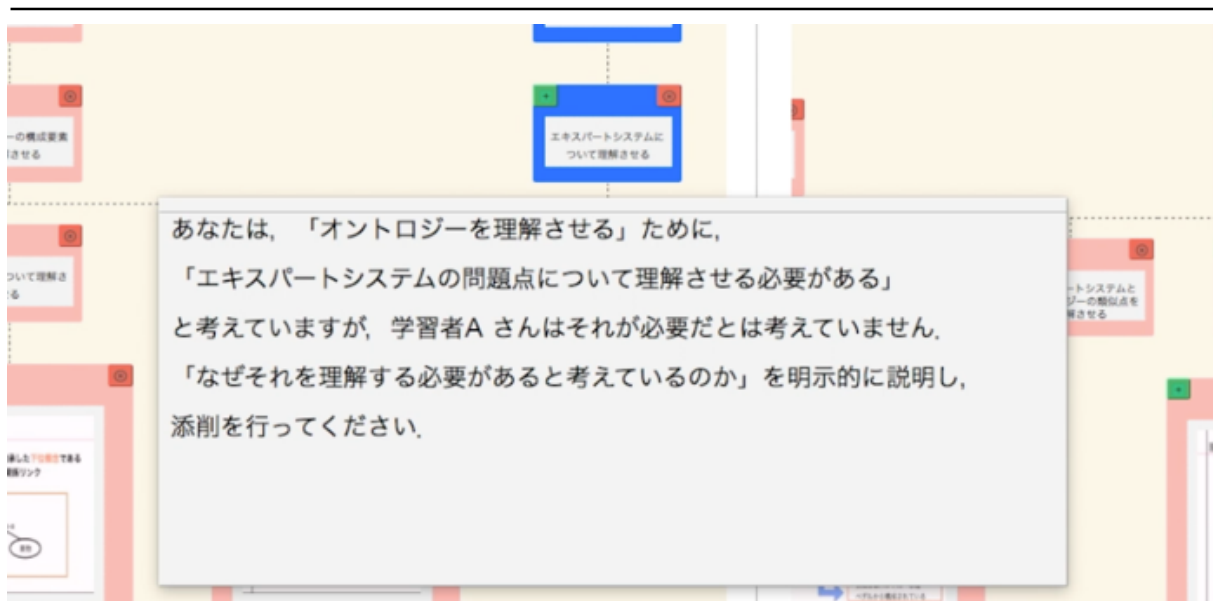


図 11 システムからの添削課題の提示

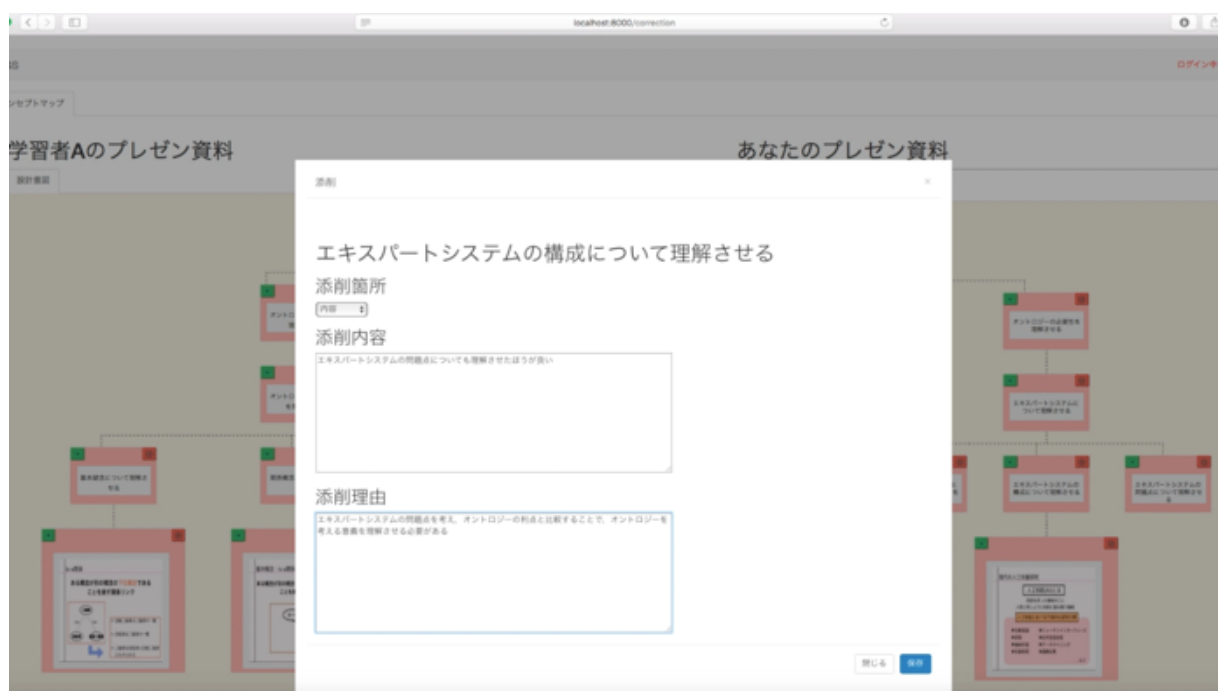


図 12 添削画面

5.4 結言

本章では、本研究で提案するシステム上で学習者がどのようにプレゼン設計活動と添削活動を行うのか、また学習者の振る舞いに対して、システムがどのようなフィードバックを返すのかを具体的に述べた。

次章では、システムが内部でどのような処理を行い、本章で述べたフィードバックを返しているのかを述べる。

6 態度変容支援システムの内部処理

6.1 緒言

本章では、本研究で提案するシステムが学習者の活動からどのように態度を推定し、そのより良い変容を支援する助言を提示しているのか、具体的な処理方法について述べる。

6.2 メタ情報

本システムでは、図 13 に示すように、スライドとプレゼン設計意図に対して、教材作成者によってメタ情報が付加される。

まず、各スライドには、表 2 にある以下の 5 つの情報が付けられている。

1. スライド ID
2. そのスライドのタイトル
3. スライドに明示的に記述された内容
4. 記述はされていないが、行間を読み取って説明すべき内容
5. (図があればその)図が表す内容

また、学習者が構築するプレゼン設計意図の各ノードには、それぞれに以下の 5 つの情報が含まれている。

- i) ノードに記述された意図の内容
- ii) ノード ID
- iii) ノードの内容が明示的に記述されているスライドがあるかどうかのフラグ
- iv) 明示されたスライドがある場合には、そのスライドの ID
- v) 書かれてはいないが読み取ることができるスライドがある場合、そのスライドの ID

システムがこれらの情報を捉えることで、学習者があるスライドを用いて、そこに陽に書かれたことだけを説明しようとしているのか、書かれていないことまでを説明しようとしているのか、といったことを把握できる。

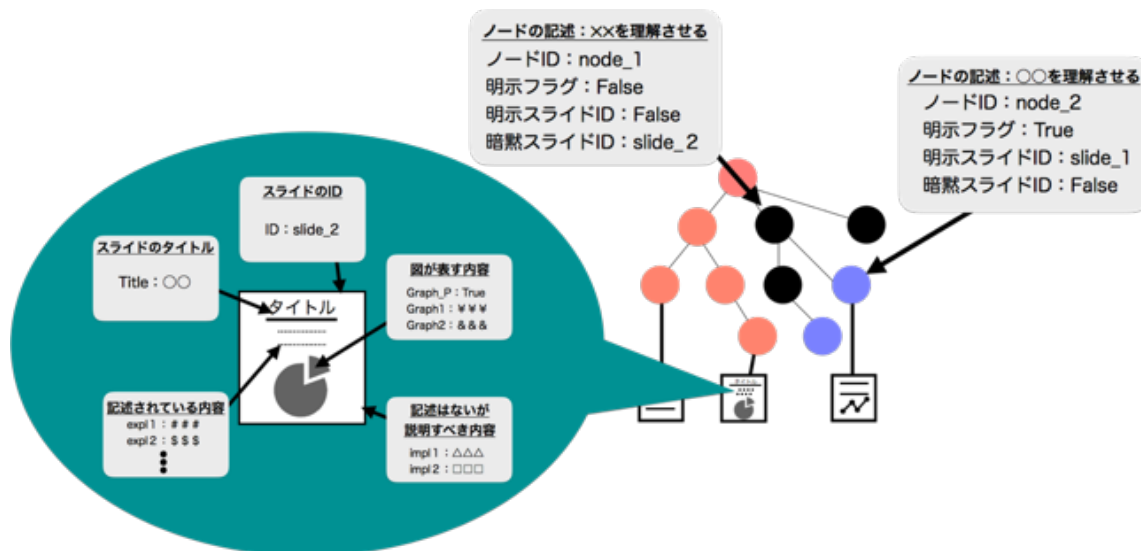


図 13 システムが扱うメタ情報

表 2 メタデータスキーマ

| パーツ属性 | データ名 | データ型 | 個数制約 | 説明 | 具体例 |
|----------|----------|----------------|------|--------------------------------|--|
| スライド | スライドID | String_Integer | 1 | 主キー | slide_1 |
| | タイトル | String | 1 | スライドのタイトル | オントロジーとは何か |
| | 明示内容 | String | 1..n | スライドに明示的に記述された情報 | オントロジーは概念の明示的規約 |
| | 暗黙内容 | String | 0..n | スライドから読み取るべき暗黙な情報 | オントロジーとUMLの本質的違いは、 概念をどれだけ現実的なものとして捉えるか |
| | 図内容 | String | 0..n | 図から読み取るべき情報 | 「教師」概念は「人間」概念の下位概念というよりも 「職業」概念の下位概念の方が適切 |
| プレゼン設計意図 | ノードID | String_Integer | 1 | 主キー | node_1 |
| | ノードの記述 | String | 1 | 意図ノードに明示的に記述されている文字列 | オントロジーは概念の明示的規約であることを理解させる |
| | 明示フラグ | Boolean | 1 | ノードの記述が明示的に書かれたスライドがあるかどうかのフラグ | TRUE |
| | 明示スライドID | String_Integer | 0..n | ノードの記述が明示的に示したスライドのID | slide_1 |
| | 暗黙スライドID | String_Integer | 0..n | ノードの記述を、行間を読み取ることで説明するスライド | slide_2 |

6.3 態度推定と助言生成

システムがスライドと、プレゼン設計意図について、表 2 のメタ情報を保持していることで、対象としている学習者は明示的に書かれている以上のことを積極的行間を読み取り説明しようとしているか、といった態度を推定する。

例えば、図 14 のような「オントロジーとはなにか」を概説したスライドに対して、初期の段階ではスライドに陽に表れている「オントロジーは概念自体や概念間の関係を明示的に定義したものである」ということを説明するようなプレゼン意図を有する学習者が、システムの利用を通して、スライドには明示的には書かれていない「オントロジーでなくても上位・下位概念は扱える」、「オントロジーは、より本質を捉えたモデリングをする」といったことを説明するプレゼン意図に変化した場合、表面的な理解では十分でないと感じ、その理解を修正し、より深い理解を得ようとした態度を推定できる。

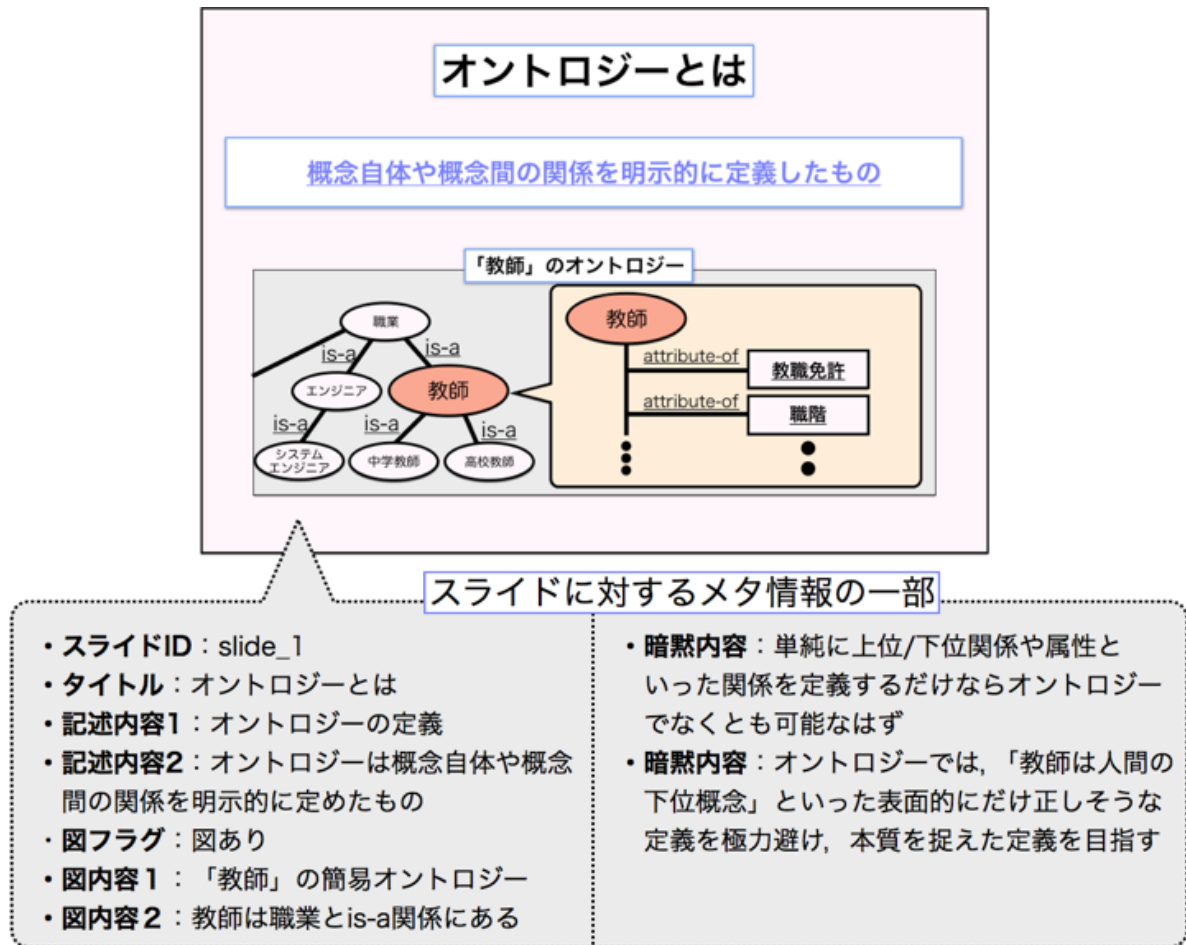


図 14 オントロジーに関するスライドとメタ情報の例

6.4 結言

本章では、システムによって学習者の態度を推定し、そのより良い変容を支援することを目指したフィードバックを生成するために、システム内部でのメタ情報の処理について述べた。

7 結論

本研究では、岸本らの提案した先行研究を基盤とし、暗黙的なものである学習態度を表出化させ、学び方に関する学びの振り返り課題を通して、より良いものへと変容を動機付ける支援を目的としたシステムを提案した。

予め用意しておくスライドとプレゼン設計意図に、その内容を表すメタ情報を与えておくことで、学習者がどのスライドから何を読み取っていて、何が読み取れていないか、というより学習内容に踏み込んだ理解状態をシステムによって診断する手法について述べた。ここで各スライドには、そのスライドに明示的に書かれていることが何なのか、行間を読み取る必要がある暗黙的なことは何か、といったメタ情報を付与している。プレゼン設計意図には、その意図を明示的にスライド上に書き起こしているものがあるかどうか、といった情報を与えている。これによって、学習者がスライドから何を、どのようにどれだけ深く読み取っているのかを判別している。その後、学習者は、同等他者との相互的な添削課題を実施する。このときシステムは、双方の学習者の理解状態を把握しているので、それらを比較することで、各学習者が、お互いから学び方を学ぶべきポイントを設定し、その学びに目掛けた添削を行うように助言する。

これらの活動を通して、学習者のメタ認知モニタリングを活性化し、システムからの助言によって利用可能な言語化の方向性を得ることで、自己効力感を高め、態度の変容を実施していくように促すシステムを提案した。

現在は自然言語による添削を行わせているが、学習者による添削の内容もシステムによって読み取り、より態度変容に効果的であると考えられる協調活動へと制御するような添削手法を考察したいと考えている。また、推定した学習者モデルに対してどのような助言やガイダンスを行うことが態度変容に有効なのか、どのようなポイントを添削させるのが望ましいのかを、システムの実践を通して有用性を評価していく。また協調学習で、どのレベルの学習者と学習者をマッチングするのかについても検討していきたいと考えている。

謝辞

本研究を進めるにあたり、長時間に渡る議論とご指導・ご鞭撻いただいた、大阪府立大学 現代システム科学域 知識情報システム学類の瀬田和久教授、林佑樹助教に心より感謝申し上げます。また本研究の基礎を築き上げた先輩方、得難い意見や議論をいただいた瀬田研究室員各位、そして、様々な面でお世話になった緒方真紀秘書に深く感謝いたします。最後に、暖かく見守り、支えてくださった家族と友人に感謝します。

平成29年2月28日

参考文献

- [1] 茅島路子, 稲葉晶子, 溝口理一郎. メタ認知活動困難に関するフレームワークの提案. 教育システム情報学会誌, Vol.25, No.1, pp.19-31, 2008.
- [2] 伊藤崇達. 学業達成場面における自己効力感, 原因帰属, 学習方略の関係. 教育心理学研究. No.44, 340-349, 1996.
- [3] 中西良文. 成功/失敗の方略帰属が自己効力感に与える影響. 教育心理学研究. No.52, pp.127-138, 2004.
- [4] S.Tobias, H.T.Everson . Assessing metacognitive knowledge monitoring , Issues in the measurement of metacognition , Measurements and Erlbaum Associates, pp.147-222, 2000.
- [5] 三宅なほみ. 学習プロセスそのものの学習: メタ学習から学習科学へ. 日本認知科学会 2005 年冬のシンポジウム, 2005.
- [6] 植阪友理. 学習方略は教科間でいかに転移するか-「教訓帰納」の自発的な利用を促す事例研究から-. 教育心理学研究. No.58, pp.80-94, 2010.
- [7] K.Seta, D.Noguchi, M.Ikeda: Presentation-Based Collaborative Learning Support System to Facilitate Meta-Cognitively Aware Learning Communication, The Journal of Information and Systems in Education, Vol. 9, No.1, pp.3-14, 2011.
- [8] 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.
- [9] K.Seta, Y.Taniguchi, M.Ikeda: Learner Modeling to Capture Meta-Cognitive Activities through Presentation Design, the Journal of Information and Systems in Education, Vol. 13, No.1, pp.1-12, 2015.
- [10] 伊藤貴昭. 学習方略としての言語化の効果-目標達成モデルの提案-, 教育心理学研究, No.57, pp.237-251, 2009.
- [11] R.D.Roscoe , M.T.H.Chi , Understanding tutor learning: Knowledge-building and knowledge-telling in peer tutor' explanations and questions. Review of Educational Research, 77, pp.534-574, 2007.
- [12] 生田目康子. ピア・レビューをとまなうグループ学習の評価-一斉型プログラミング授業への適用-. 情報処理学会論文誌. Vol.45, No.9, pp.2226-2235, 2004.
- [13] 藤原康宏, 大西仁, 加藤浩. 学習者間の相互評価に関する研究の動向と課題. メディア教育研究. Vol.4, No.1, pp.77-85, 2007.

付録 A：オントロジーとは

オントロジーは哲学の一分野である存在論を意味する語で、ある存在がどのように成り立っているのかを説明しようとする分野である。プラトンのイデア論などがこれにあたる。近年オントロジーが情報科学の世界でも用いられるようになってきている。ただし哲学におけるオントロジーよりも実用性を志向したものであり、人間同士、計算機同士、もしくは人間と計算機の間で同じ概念を共有するための、「概念化の明示的な仕様」として捉えられている。例えば、学習支援システムを構築する際に、計算機にも「教師」という概念を理解させたいとする。この概念を計算機可読な形式でモデル化しようとするとき、「教師」という概念は「人間」概念の下位概念であると捉えることがあるかもしれない。「教師は人間の一種である」という言明は一見正しく見えるが、「教師は人間の一種である」とモデル化した場合、「教師でないなら人間でない」も真となってしまう、実際の「教師」の概念とは異なるものとなってしまう。より正確には「教師は職業の一種である」や、「人が教鞭を執るとき、教師と呼ばれる」といったモデル化が適切であることがわかる。

このように概念を他の概念との関係に基づいて明示的に仕様をモデル化するものがオントロジーである。図 7.1 は『教師』概念についての概念を簡易的なオントロジーとして表現した例である。図 15 の左側は、「『教師』概念 is-a 『職業』概念」という定義を表現している。右側は「『教師』概念を構成する要素である数種類の『教員免許』、教諭や講師といった『職階』の概念などを持つことを表している。オントロジーはその性質から伝統的に、このような意味フレームの形式で表現される。

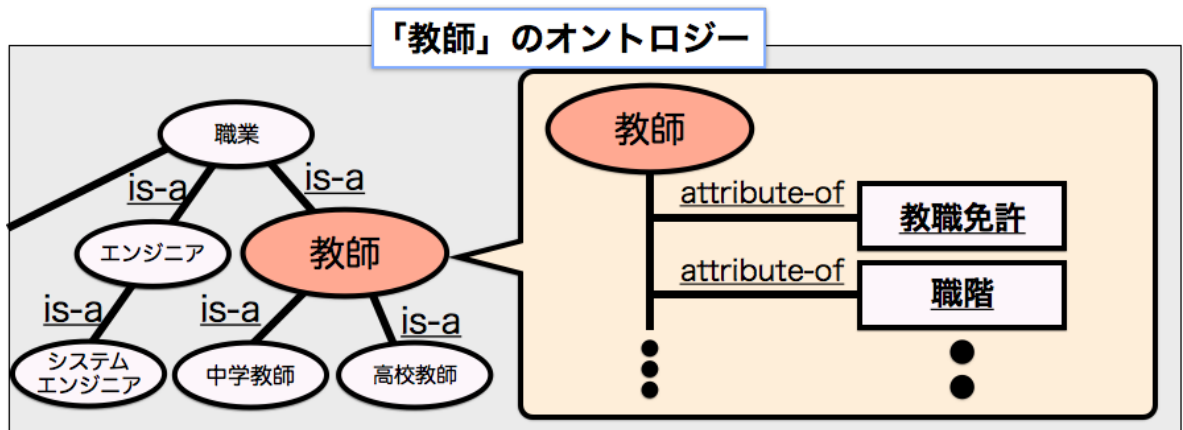


図 15 『教師』概念の簡易なオントロジー例