

## 他者からのメタなサジェスチョンが表象変化に及ぼす影響の検討

清河 幸子<sup>†</sup> 植田 一博<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> <sup>‡</sup> 東京大学大学院総合文化研究科 〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1

E-mail: <sup>†</sup> kiyo@p.u-tokyo.ac.jp, <sup>‡</sup> ueda@gregorio.c.u-tokyo.ac.jp

**あらまし** 本研究では、パートナーから示されるアイデアに対する評価や批判、すなわち、「メタなサジェスチョン」が表象変化に及ぼす影響を検討した。具体的には、ルール発見課題を用いて、一旦形成された不適切な仮説を適切に変化させることが求められる状況を設定し、①個人で取り組む場合、②ペアで協同して取り組む場合、③一方のメンバーがメタなサジェスチョンしか出来ない場合、④③と同じ設定でメタなサジェスチョンをする側に、パートナーの思考を吟味することを促す教示を与えた場合の4条件を比較した。その結果、パートナーの思考を積極的に吟味した上であれば、メタなサジェスチョンだけでも、自由に協同した場合と同程度に表象変化を促進することが可能なことが示された。

**キーワード** 協同問題解決、メタなサジェスチョン、表象変化、ルール発見課題

## Effects of Metacognitive Suggestions on Representational Change

Sachiko KIYOKAWA<sup>†</sup> and Kazuhiro UEDA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> <sup>‡</sup> Department of General System Studies, University of Tokyo 3-8-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo, 153-8902, Japan

E-mail: <sup>†</sup> kiyo@p.u-tokyo.ac.jp, <sup>‡</sup> ueda@gregorio.c.u-tokyo.ac.jp

**Abstract** We investigated whether metacognitive suggestions provided by others can facilitate representational change using rule discovery task. We compared the performance of the rule discovery task among the following four conditions: a) individual, b) collaboration without any constraints, c) metacognitive suggestion collaboration, and d) metacognitive suggestion collaboration with grounding instruction. In both metacognitive suggestion collaboration conditions, a member of a pair was asked to make only metacognitive suggestions to his/her partner. The results revealed that metacognitive suggestions alone can facilitate representational change to extent as much as collaboration without any constraints, only if the participant who provides metacognitive suggestions actively analyzes their partner's thinking process.

**Keyword** Collaborative problem solving, Metacognitive suggestions, Representational change, Rule discovery task

### 1. はじめに

研究活動を行う中で、新しいアイデアを生み出すことができず、行き詰まりを感じている時に、「今考えていることを説明して」という他者からの働きかけに答えることによって、行き詰まりが打破され、新たな着想が得られることがある。また、研究会などで自らのアイデアを発表した際に、他者から示された評価を踏まえて再考することにより、アイデアの精緻化がなされることがある。このように、具体的なアイデアや情報を提供されたわけではなく、むしろ問題状況から少し距離を置いた立場からなされた働きかけによって、新しいアイデアを生み出すことが促されることがある。このような働きかけは、具体的なアイデアの提案と対比して、「メタなサジェスチョン」と呼ぶことができる。本研究では、このメタなサジェスチョンが新しいアイデアの生成に必要不可欠と考えられる表象変化を促す効果をもつかという点について実験により検討する。

#### 1.1. 他者からのメタなサジェスチョンの有効性

これまで、いくつかの先行研究によって、他者との協同によって表象変化が促進されることが示されてきている(清河, 2002[1]; Miyake, 1986[2]; Okada & Simon, 1997[3]; Shirouzu, Miyake & Masukawa, 2002[4]; 植田・丹羽, 1996[5])。また、そのような協同による促進効果が生じるのはなぜか、すなわち、協同の中で生じるどのような側面が促進効果を生み出すことに関連しているのかという点についても、主として、インタビューやプロトコル分析などの手法を用いた検討がなされてきている。

Miyake(1986)は、「なぜミシンで縫うことができるのか」という問いについて、ペアで話し合いながら理解するという状況を設定し、その過程を詳細に検討した。その結果、他者とやりとりをする中で、自然に「課題遂行役」と「モニター役」とに役割が分化していき、

相対的に理解が不十分であるはずの「モニター役」から出された質問に答えることで、「課題遂行役」の理解が深化していくということが示されている。

また、植田・丹羽(1996)は、画期的な洗剤の開発を行った企業の研究者へのインタビュー結果から、上司からなされたメタな知識の提供が、問題状況の捉え方を変化させる上で重要な役割を果たしていたと述べている。この「メタな知識」とは、問題の見方や考え方の論理性・無矛盾性などに関する知識である。すなわち、問題領域固有の具体的な方法や手段に関する知識を提供するのではなく、問題解決にあたっている本人が自らの思考過程を振り返るように働きかけることによって、表象変化が促進されたということになる。このメタな知識の提供は、問題解決の具体的な内容に直接関与するのではなく、むしろ離れた立場から、思考過程の見直しを促進するという点において、Miyake(1986)の指摘した「モニター役」の役割と共通していると考えられる。

さらに、Okada & Simon(1997)は、分子生物学実験シミュレータ(Dunbar, 1993[6])を用いて、科学的な発見課題における個人と協同のパフォーマンスを比較している。その結果、後者の方がよい成績となるというを示している。そして、詳細なプロトコル分析の結果、他者との協同によって、考慮される仮説数が増加するわけではないことから、パフォーマンスにおける協同の優位性は、探索空間の増大によってもたらされたというよりも、対立仮説の考慮や根拠づけなどを含む説明活動が促進されることによって、仮説空間の探索の仕方が効率的になったことによるものではないかと考察している。

折り紙を用いて2つの類似した問題を解く過程を詳細に分析したShirouzu, Miyake & Masukawa(2002)の研究では、Miyake(1986)同様、「課題遂行役」と「モニター役」という2つの役割に分化が生じていた。さらに、直接問題解決に関与している「課題遂行役」に比較して、やや広い視点をとることが可能であった「モニター役」が「課題遂行役」へと役割交替をする際に、漸進的に別の解法へと変化が生じていたことが見出されている。

清河(2002)は、断片的な文字情報を1つの地図として統合することが求められる地図構成課題を用いて、「課題遂行役」と「モニター役」をあらかじめ設定した上で、「モニター役」からなされる働きかけが表象変化に及ぼす影響を実験によって検討した。具体的には、この課題に一人で取り組む個人条件と、あらかじめ「課題遂行役」「モニター役」という役割分担をした上で、「モニター役」に対して、①ペンを使って自分の意見を表明してはいけない、②パートナーとは独立に文字

情報を参照してはいけないという制約を課した制限つき協同条件との比較を行った。その結果、制限つき協同条件では、個人条件に比べてのみならず、インタラクションを仮定しない名義的なペアと比較した場合にも表象変化が生じやすいということが確認された。このことから、一方のメンバー(この場合は「モニター役」)が具体的なアイデア生成・表現活動に従事できない状況でも、協同によって表象変化が促進されることが明らかとなったと言える。

以上の研究から共通して言えることは、具体的なアイデア以外の提案が表象変化を促す重要な契機となっているということである。例えば、一方のメンバーから出されたアイデアに対して質問するといった働きかけは、それ自体によって情報量が増加するわけではない。しかし、その質問に答えることによって提案者の中でアイデアを精緻化したり、全く別のアイデアを生成するきっかけとして機能している。すなわち、問題状況から少し離れた立場から働きかけを行うことで、パートナーが特定の問題状況の捉え方に固着することを防ぐ役割を担っていると解釈できる。

## 1.2. 本研究の目的

前節では、先行研究(清河, 2002; Miyake, 1986; Okada & Simon, 1997; Shirouzu, Miyake & Masukawa, 2002; 植田・丹羽, 1996)によって、他者からなされるメタなサジェスチョンが表象変化を引き起こす上で有効であると指摘されていることを述べた。しかし、これらの研究では、主として、要因の統制を行わない、自然な状況での協同を検討対象としていることから、他者から示されるメタなサジェスチョン以外のプロセスによって促進効果が生じた可能性を否定できない。したがって、メタなサジェスチョン自体の効果を明らかにするためには、協同を行うメンバー間のインタラクション自体を操作した上で検討する必要がある。

そこで本研究では、実験的な操作により、メタなサジェスチョン単独の効果を検討する。具体的には、一旦形成した仮説を新たに得られたデータに即して適切に変化させることが求められる課題に、①個人で取り組んだ場合、②自由に他者と協同して取り組んだ場合、③一方のメンバーがメタなサジェスチョンのみしか行えない限定された形の協同により取り組んだ場合の課題成績を比較する。また、メタなサジェスチョンをする際に橋渡しとなるガイドラインを与えることの効果についても併せて検討する。

もし、メタなサジェスチョン自体に表象変化を促す効果があるのであれば、一方のメンバーの働きかけがメタなサジェスチョンに限定された状況でも、自由にコラボレーションした状況と同程度の促進効果が得ら

れるであろう。しかし、メタなサジェスション単独では効果がないもしくは弱い効果しか生じないのであれば促進効果は得られないか、自由にコラボレーションをした状況に比較して小さな効果しか得られないと予測される。

## 2. 方法

### 2.1. 実験参加者

国立 T 大学の学部生 108 名が実験に参加した。

### 2.2. 課題

中島 (1997) [7] のルール発見課題と類似の課題をパソコン上で実施できるようにしたものを用いた。具体的には、「外枠の図形の辺の数 (3 もしくは 4)」（以下、「図形」次元）、「中の数字 (1~9 までの整数)」（以下、「数字」次元）、「呈示される位置 (左もしくは右)」（以下、「位置」次元) の三次元において様々な値を取る 30 組の刺激対の勝敗を決定するルールを推測することを求めた (刺激例を図 1 に示す)。なお、最終的なルールが満たすべき条件として、①全ての刺激対の勝敗結果と整合していること、②なるべく記述の少ないシンプルなルールとなることの 2 点が示された。

### 2.3. 条件

活動形態の異なる 4 条件を設定し、18 名 (組) ずつ実験参加者を割り当てた。なお、自由協同条件と 2 つのメタサジェスション協同条件に割り当てられた実験参加者は、同性の友人同士のペアで実験に参加するよう指示された。

個人条件 (18 名) では、一人で問題に取り組むよう求められた。自由協同条件 (18 組・36 名) では、2 人で協力して 1 つの問題に取り組むよう求められた。この条件では、2 人の役割分担やインタラクションのタイプなどに関しては、特に指示は与えられなかった。

2 つのメタサジェスション協同条件 (いずれも 18 組・36 名) では、2 人で 1 つの問題に取り組むことが求められた点において自由協同条件と共通している。しかし、あらかじめ役割分担をするよう求められていた点が異なっている。具体的には、中心的に具体的な課題に取り組む「課題遂行役」と、課題遂行役が上手く問題を解けるようサポートする「相談役」の 2 つの役割が設定され、課題内容を説明する前にどちらがどちらの役割をとるか決めるよう求められた。加えて、相談役からの働きかけがメタなサジェスションのみとなるような状況を作るため、課題に関わる具体的な提案をすることを一切禁止し、原則として指定のリスト中にある内容しか発言しないよう教示された。なお、この発言リストは、メタなサジェスションに相当する

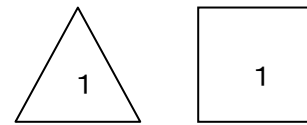


図 1 呈示された刺激例 (6 例目: 結果は「右の勝ち」)

「説明の要求」「確認の要求」「別の案を考慮することの要求」「課題の進め方の提案」に分類される発言から構成されていた (発言リストは表 1 参照のこと)。ただし、いつ、どの発言をするかに関しては特に指示は与えられず、実験参加者の裁量に任せられていた。また、どうしても発言リスト以外の発言をしたくなった場合には、実験者に判断を求めるよう指示され、発言内容が具体的アイデアに関わる場合以外はその発言をすることが許可された。

なお、単にメタなサジェスションに相当する発言をするよう求めるだけでは、「パートナーの問題解決を大局的に捉えた上でなされる働きかけ」という本来の意味でのメタなサジェスションとして機能せず、単に問題解決とは無関連な働きかけになってしまう可能性が考えられる。そこで、メタなサジェスションの受け手である課題遂行役の思考状況を相談役が積極的に吟味することを促す「橋渡し教示」を与えて、その効果を併せて検討することとした。よって、相談役に対してメタなサジェスションを行うための橋渡しとなる教示を与えない条件と与える条件の 2 つのメタサジェスション協同条件が設定された (前者を「メタサジェスション協同 (橋渡し教示なし) 条件」、後者を「メタサジェスション協同 (橋渡し教示あり) 条件」と呼ぶことにする)。この橋渡し教示は、相談役に対してのみ呈示されたものであったが、①問題解決に関する概念的説明、②課題遂行役の設定した探索範囲に正解が含まれていると思われる状況では探索範囲をより狭めるような働きかけをし、正解が含まれていないと考えた場合には探索範囲を広げる、もしくは再設定するよう働きかけることが必要であるというアドバイス、③具体的な問題状況 (マッチ棒パズル) を題材とした説明から構成されていた。

### 2.4. 手続き

一人 (組) ずつ上記の課題を実施した。制限時間は 1 時間 30 分であった。4 条件に共通の手続きは次の通りである。パソコン画面上に、刺激対が 1 組ずつ呈示され、それぞれに関して、①勝敗の予想、②実際の結果を見た上で刺激対の勝敗を判定する際に用いるべきルールの推測、③②のルールが「最終的なルールとし

表1 メタなサジェスションのリスト

説明の要求	<ul style="list-style-type: none"> <li>・もう一回説明をしてもらえますか</li> <li>・考えたことと事実を区別して説明してください</li> <li>・どうしてそう考えたのですか？</li> <li>・どういうところに着目したのですか？</li> <li>・どんな要素が勝敗に関わっていると思いますか？</li> </ul>
確認の要求	<ul style="list-style-type: none"> <li>・このルールで全ての例がもれなく説明できますか？</li> <li>・これまでルールに当てはまらない例はありましたか？</li> <li>・どういう風に考えたら、そのルールが正しいか確かめられると思いますか？</li> <li>・大事なものはどの例か考えてみましょう</li> </ul>
別の案を考慮することの要求	<ul style="list-style-type: none"> <li>・もっとシンプルなルールは考えられませんか？</li> <li>・いくつか考えながら進めてはどうですか？</li> <li>・ここに書いた答え以外でもあたっている答えを考えてみてはどうですか？</li> <li>・今までにない考え方をしてみたらどうでしょう？</li> <li>・今まで着目してきた要素とは違うものを考えてみてはどうでしょう？</li> <li>・少しだけ内容を変えてみるといいかも知れませんね</li> <li>・もうちょっといろんな要素を考えてみてはどうでしょう？</li> </ul>
課題の進め方の提案	<ul style="list-style-type: none"> <li>・もうちょっと先まで進んでから考えたらどうでしょう？</li> <li>・このルールをあてはめて先に進みましょう</li> <li>・前の例を見て考えてもいいいんではないでしょうか？</li> <li>・着目するところを限ってみたらどうでしょう？</li> </ul>

てどの程度確からしいか」(確信度)の評定(0~10の11段階評定)を行うことが求められた。なお、自由協同条件では、一人で課題を進めることなく、必ず2人で合意に達してから先に進むよう教示された。また、2つのメタサジェスション協同条件では、課題遂行役が一人で①~③の作業を行った後に、相談役に説明し、次の事例に進む前には、必ず相談役に進んでよいかを確認するよう求めた。

### 3. 結果

#### 3.1. 最終ルールの評価

実験者が設定した正解ルールは、「右の図形の中の

数字に1を加えた上で、左の図形の中の数字と比較して大きい方が勝ち。同じ場合は引き分け」であった。すなわち、「数字」と「位置」にのみ着目してさえいれば、全ての事例に関して勝敗を決定できることになり、「図形」次元をルールに関連づける必要はない。しかし、「数字」次元および「図形」次元に比較して、「位置」次元は注目されにくい次元であることから、「数字」次元でのみ説明できない例に遭遇した場合には、「図形」次元を関連づけたルールが作られやすい。この特性を利用して、実験参加者が「図形」次元を関連づけたルールを一旦構成した後、最終的に、それを関連づけることのないルールに作り変えることができたかどうかを検討することで、表象変化の指標とすることとした。

また、中島(1997)によると、反例に遭遇した場合には、汎用ルール自体を作り変えるのではなく、ルールの細分化、すなわち、場合分けを用いたルールを作る傾向が見出されている。よって、場合分けの有無を見ることで、一旦形成された不適切なルールがどのように作り変えられたのかについても検討することが可能であると判断した。

以上より、最終的なルールを、①全ての刺激対の勝敗結果を例外なく説明できているかどうか(できていない場合は「不正解」)、また、説明できている場合には、②「図形」次元が関連づけられているかどうか(関連づけられている場合は「図形関連・場合分け」)、さらに、「図形」次元が関連づけられていない場合には、③場合分けが用いられているかどうか(用いられてい

表2 最終ルールの分類例

不正解	数が大きい方が勝ち。もし、数が同じなら、右が勝ち。もし、どちらかの数が、もう一方の数に1を加えたものと同じなら引き分け。
図形関連・場合分け	もし、同じ図形でなおかつ同じ数字ならば、右の勝ち。また、両方の数が5以下の時、四角の方にだけ1を加えて、数を比較する。それ以外の時は、三角の方の数にだけ1を加えて比較する。それで数が大きい方が勝ち。
図形無関連・場合分け	図形にかかわらず、数が大きい方が勝ち。ただし、同じ数の場合は、右が勝ち。なお、もし、数の差が1なら右の数に1を足して比較をする。
正解	右の数に1を足して数を比較し、大きい方が勝ち。

る場合は「図形無関連・場合分け」、用いられていない場合は「正解」という点から評価し、「不正解」「図形関連・場合分け」「図形無関連・場合分け」「正解」の4つのカテゴリに分類した。なお、この4つのカテゴリのうち、「正解」が最も変化の程度が大きく、次いで、「図形無関連・場合分け」「図形関連・場合分け」、そして、「不正解」が最も変化の程度が小さいとみなされる。

### 3.2. 条件間比較

条件間で表象変化の程度に差がみられるかどうかを検討するため、最終ルール of 解答分布について比較を行った（条件別の最終ルール of 分布を図2に示す）。

Fisherの直接確率計算法の結果、分布の一様性の仮定が5%水準で棄却された( $p = .047$ )。そこで、残差分析を行ったところ、個人条件では、有意に「不正解」ルールが多く( $z = 2.26, p < .05$ )、「正解」ルールが少なかったのに対し( $z = -2.84, p < .01$ )、自由協同条件およびメタサジェスチョン協同（橋渡し教示あり）条件では、「正解」ルールが多いという傾向が示された（ともに $z = 1.95, p < .10$ ）。また、メタサジェスチョン協同（橋渡し教示なし）条件では、「図形無関連・場合分け」ルールが多い傾向が見られた( $z = 1.73, p < 0.10$ )。

以上より、メンバーの一方が具体的な提案を行うことを制限され、メタなサジェスチョンしかできない状況でも、課題遂行役がパートナーの問題解決状況を積極的に吟味し、メタなサジェスチョンを行ってあげれば、

メタなサジェスチョン以外にも自由にアイデアを出し合っていくことが可能なコラボレーション状況と同程度に表象変化を促進する効果が得られるということが示された。よって、メタなサジェスチョン単独でも、それが受け手の状況を踏まえてなされたものであれば表象変化を促す効果があることが確認できたと言える。

## 4. 考察

### 4.1. 他者からのメタなサジェスチョンはなぜ有効か

上記の結果をふまえると、協同して問題解決にあたるパートナーから、必ずしも具体的な提案がなされなくても、メタなサジェスチョンがなされるだけで、新しいアイデアの創造を支援することが可能になると考えられる。この結果は、メタ認知的活動の枠組み（三宮, 1996[8]）を用いると解釈可能である。

様々な認知的活動を遂行するにあたって、自分自身の認知活動をモニターしたり、コントロールしたりといったメタ認知的活動が重要な働きをしていることが示されてきている。しかし、個人の認知資源は限られたものであるため、現実的には、個人が、実際の問題解決活動に対応する対象レベルの活動を行いながら、同時並行的にメタレベルの活動を十全に行うことは困難である。また、特定の見方への固着が生じている状況では、さらにメタレベルの活動が機能しにくいことも知られている（伊東, 1987[9]）。このような状況において、個人内では十分に機能していないメタレベルの活動をパートナーにいわば「肩代わり」してもらうことによって、局所最適解に陥ることなく、新たな仮説を探索することが促され、表象変化の契機が保証されたのではないかと考えられる。

### 4.2. 本知見の応用可能性

次に、本研究で得られた結果から、人と協同するするエージェントの設計に対して得られる示唆を述べたい。なお、この点について考えるにあたっては、チュータリング研究を参考にすることができるだろう。

Chi et al. (2001)[10]は、自然なチュータリング状況で見られるチューターとチューティの相互作用を分析した結果、チューターから発せられる具体的な説明やフィードバック以外のメタなサジェスチョンが重要な働きをしていることを見い出している。そして、メタなサジェスチョンがチューティの学習に及ぼす影響を実験により検討している。具体的には、チューターに対して「具体的な説明やフィードバックを行ってはいけない」という制約を課し、チューティが自分自身で学習すべきテキストの内容を説明することを促すよう教示した上でチュータリングの効果について検討した。その結果、たとえチューターが具体的な説明やフィー

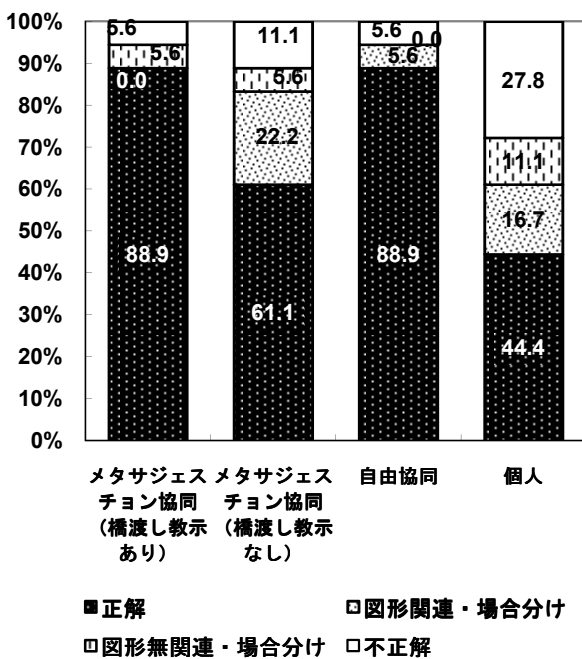


図2 最終ルールの分布（条件別）

ドバックを与えなくても、制限のないチュータリングと同程度の効果があることが示された。このことから、チュータリングがチューティの学習にとって有効となるのは、チューターから示される具体的な説明によるのではなく、チューティの構成的活動を誘発するようなチューティの働きかけによるものと解釈されている。

同様に、Rose et al. (2001)[11]も、チューターが主として具体的な説明やフィードバックを行う教導的(didactic)チュータリングと、チューティが自身の誤概念を発見できるようにチューターが反実仮想的な(counterfactual)質問を行うソクラテス式チュータリングを比較している。その結果、科学的概念の学習に関して、両条件は同程度に有効であることが示されている。

これらの結果をふまえると、チューターの働きかけのうち、チューティ自身が自らの理解を振り返る契機となるようなメタなサジェスションを行うことが重要であることが示唆される。そして、これらの研究で有効性が確認されたメタなサジェスションを提供するチュータリングシステムとして、Aleven & Koedinger(2002)[12]によって開発された Cognitive Tutor がある。

他者から示されるメタなサジェスションが、受け手の認知活動を促進する重要な契機となっているという点において、本研究の結果はこれらのチュータリング研究の成果と共通している。したがって、本研究で用いられたメタなサジェスションを Cognitive Tutor のような形で、問題解決の途中で適宜呈示するという応用が可能であると考えられる。

### 4.3. 今後の課題

しかし、メタなサジェスションだけで表象変化を促進するためには、メタなサジェスションを行う側がパートナーの思考プロセスを積極的に吟味するという条件を満たす必要があることに注意しなければならない。本研究で扱ったような人同士の協同においては、メタなサジェスションを行う際にパートナーの思考状態を検討することで、適切なサジェスションが可能になっていたと考えられる。人同士では比較的容易に実現されていたパートナーの思考プロセスの吟味をいかにしてエージェントに実現させるかという点は十分に検討する必要があるだろう。

また、本研究の結果は、到達すべき解や目標状態が明らかなチュータリング状況とは異なり、メタなサジェスションを行う側も解を知らない状況でも、パートナーの問題解決を支援できるという点が新規で重要な知見となっていた。このことは、領域内の問題空間が

特定されていない場合にもメタなサジェスションを示すだけで問題解決の支援を行えるという適用範囲の広さにつながる特徴と言える。しかし、その一方で、目標状態が特定されていないことから、いつ、どのような形でメタなサジェスションを示すことが最適であるのかを判定する基準が存在しないという問題がある。実際の人同士のコラボレーションであれば、パートナーの思考状態を積極的に推論することによって、何らかの手がかりをもとにして適切な選択ができていたのに対して、エージェントがこの選択を同程度に行うことは困難であると考えられる。

今後はこのメタなサジェスションの選択がいかにしてなされているのかという点をより詳細に明らかにしていくことで、領域固有の知識に比較的依存することなく、新しいアイデアの創造を促進しうるエージェントを設計することが可能になるのではないかと考えられる。

## 文 献

- [1] 清河幸子, “表象変化を促進する相互依存構造—課題レベル—メタレベルの分業による協同の有効性の検討—”, 認知科学, 9, pp.450-458, 2002.
- [2] N. Miyake, Constructive interaction and the iterative process of understanding, Cognitive Science, 10, pp.151-177, 1986.
- [3] T. Okada, & H. A. Simon, Collaborative discovery in a scientific domain, Cognitive Science, 21, pp.109-146, 1997.
- [4] H. Shirouzu, N. Miyake, & H. Masukawa, Cognitively active externalization for situated reflection, Cognitive Science, 26, pp.469-501, 2002.
- [5] 植田一博, 丹羽清, “研究・開発現場における協調活動の分析—「三人寄れば文殊の知恵」は本当か?—”, 認知科学, 3, pp.102—118, 1996.
- [6] K. Dunbar, Concept discovery in a scientific domain, Cognitive Science, 17, pp.397-434, 1993.
- [7] 中島伸子, “ルール修正に及ぼす反例遭遇経験の役割: 理論の節約性に関するメタ知識の教授の効果”, 教育心理学研究, 45, pp.263-273, 1997.
- [8] 三宮真智子, “思考におけるメタ認知と注意”, “認知心理学4 思考”, 市川伸一(編), pp.157-177, 東京大学出版会, 東京, 1996.
- [9] 伊東昌子, “メタ認知の働き”, “認知心理学を知る”, 市川伸一, 伊東裕司(編), pp.119-128, ブレーン出版, 東京, 1987.
- [10] M. T. H. Chi, S. A. Siler, H. Jeong, T. Yamauchi, & R. G. Hausmann, Learning from human tutoring, Cognitive Science, 25, pp.471-533, 2001.
- [11] C. P. Rose, J. D. Moore, K. Van Lehn, & D. Allbritton, A comparative evaluation of Socratic versus didactic tutoring, Tech. Rep. #LRDC-BEE, 1, Pittsburg, Pennsylvania: University of Pittsburg, Learning Research and Development Center, 2000.
- [12] A. W. M. M. Aleven, & K. Koedinger, An effective metacognitive strategy: Learning by doing and explaining with a computer-based cognitive tutor, Cognitive Science, 26, pp.147-179, 2002.