

# 協同学習におけるメタ認知を促す教授方略が 他者との関わりの変化に及ぼす効果

高垣 マユミ\*・中西 良文\*\*・田爪 宏二\*\*\*

## The Effects of Teaching Strategies that Facilitate Metacognition on Interaction among Peers during Collaborative Learning

Mayumi TAKAGAKI, Yoshifumi NAKANISHI and Hirotsugu TAZUME

### 要 旨

本研究では、「協同学習」の活動に焦点を当てた「メタ認知の認知的・情意的・社会的要因を統合した理論的枠組み (Maehr & Midgley, 1991)」を、小学4年理科「もののかさと温度」の協同学習場面に適用した教授方略を考案した。その上で、当該教授方略が、協同学習下における「他者とのかかわりによるメタ認知」に、いかなる効果を及ぼすのかを探索的に検討した。

分析手法としては、授業における他者との関わりの中でどのようにメタ認知を行っているかを測定するために、まず、授業の前後において質問紙を実施し、数量的分析による比較を通して、全体的特徴を把握した。次に、その結果を踏まえて、「他者とのかかわりによるメタ認知」の変容プロセスを徹視的な視点から明らかにするために、授業過程における発話と行為の解釈的分析を行った。

これらの分析の結果、①既有知識や生活経験と課題を関連づける、②予想を検証する最適な方法の選択を行う、という教授方略の要素の機能は、他者とのかかわりによるメタ認知の「社会的精緻化」を促すことが示唆された。さらに、Maehr & Midgley (1991) の教授方略に含まれていない要素として、③矛盾例を含む複数の課題に対峙させる、④互いの思考を可視化して (話し言葉だけではなく書き言葉も媒介にして)、裏付けとなるデータを根拠にしながら課題を議論し合う、⑤他者の意見をそのまま鵜呑みにさせるのではなく、自分が選び取った考えの正当性を丹念に主張させる、という配慮をすることも、他者との関わりによる社会的精緻化を生起させることが見出された。

キーワード：教授方略、他者とのかかわりによるメタ認知、社会的精緻化、理科の協同学習

### 問題と目的

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) における DeSeCo (Definition & Selection on Competencies) プロジェクトでは、これからの技術革新に伴う知識基盤社会に求められてくるのは、「生涯を通して学び続けていくために必要な広範囲わたる能力」であるとして、キー・コンピテンシーという概念を提唱している。そこには、「自律的に行

動する」、「異質な人々からなる集団で相互に関わり合う」という要素が強調されており (松下, 2010; Rychen & Salganik, 2003; OECD 教育研究革新センター, 2012)、具体的には、前者では「メタ認知」、後者では「他者との協同」に関わる能力が示されている。わが国における今回の学習指導要領の改訂 (文部科学省, 2008) においても、前者の「メタ認知」に関しては、「生きる力」をはぐくむことがめざされ、創意工夫を生かした教育活動の中で、主体的に学習に取り組む態

\* 津田塾大学学芸学部

\*\* 三重大学教育学部

\*\*\* 京都教育大学教育学部

度を養う、ということに重点が置かれている。後者の「他者との協同」に関しては、国語以外の各教科の授業においても、協同での話し合いの時間が大幅に増やされ、協同学習の中で互いに説明し合ったり表現し合ったりする言語活動が重視されている。こうした近年の動向を鑑み、本研究では、メタ認知、及び他者との協同の2つの側面を育成するために、実際に理科授業を対象に教授法を考案し、その教授効果を実証的に検討することを目的とする。

以上の点を踏まえ、まず第1に、理科教育において「メタ認知」を研究対象とした先行研究を概観する。草場・湯澤・角屋・森(2010)は、理科授業においてメタ認知を促進させる自己統制方略として、以下の①～③から成る教授方略をデザインしている。①学習した科学的知識を活用して、現実的な課題を解決するための仮説やモデルを設定し、実験を計画することで、観察(予想・点検)や制御(目標設定・計画・修正)を活性化させる。②自身が計画した実験手続きを一つひとつ振り返りながら実験活動を行うことで、観察(点検・気づき)や制御(計画・修正)を活性化させる。③他者への説明活動を通して、課題解決結果を導出することで、観察(気づき・評価)や制御(修正)を活性化させる。そして、当該教授方略を、高等学校化学I「中和滴定」の観察・実験活動で実施し、木下・松浦・角屋(2005)の開発した「メタ認知尺度」によって教授効果を測定した結果、「他者との関わりによるメタ認知」が有意に高まったことを実証的に明らかにしている。その具体的な下位尺度は、以下の①～⑦の7項目から成る：①グループの話し合いで、友だちの意見と自分の意見を比べながら聞くようにしている。②グループで話し合いをしていると、自分の考えがまとまることある。③先生と話をしているうちに自分の考えがはっきりしてくることがある。④先生の説明と自分の意見を比べながら聞くようにしている。⑤先生の説明を聞いていると、自分の考えがまとまることある。⑥グループの話し合いで友だちの意見を聞いて、自分の意見を考え直すことがある。⑦先生のアドバイスを聞いて、自分の意見を考え直すことがある。さらに、当該教授方略は、他の理科単元や学校種によっても同様の効果が得られることが報告されている(e.g., 木下・松浦・角屋, 2007; 草場・角屋・森, 2012)。

第2に、「他者との協同」に関する先行研究の検討を行う。上述した先行研究で用いられている「メタ認知の自己統制方略」は、「個人」の活動に焦点を当てた教授方略であり、班やクラスによる話し合い活動・実験活動といった「協同学習」において、メタ認知を促進することに焦点を当てた教授方略ではない。しかし実際には、理科授業では協同学習が多く用いられる

ことから、協同学習においてメタ認知を促進する教授方略を検討することは重要であることが考えられる。

この点に関して、Maehr & Midgley (1991)は、協同学習においてメタ認知を促進するために、認知的・情意的・社会的要因を統合した構造を提案している。具体的には、①課題(Task:全ての学習者が挑戦し、学習の楽しさを感じる。既有知識や日常場面における経験が役立つように結びつける)、②権限(Authority:学習場面において最適な選択や決定を自らが行う。責任や自立、学習スキルを開発する。学習に対する自己調整スキルを身につける)、③グルーピング(Grouping:グループによる問題解決・意志決定をする、仲間との重要な相互作用を行う。相互の独自のアイデアを認め合い、自分には貢献する能力があると認識する)、④評価(Evaluation:自分たちの設定した目標への進歩を評価し、自分たちの遂行を改善する。知識とスキルの進歩を自覚し、有能感と自己効力感を認識する)、⑤承認/報酬(Recognition/Reward:全ての学習者が承認される機会、各々の努力や進歩に対する報酬を提供する)、⑥時間(Time:時間を管理するスキルを促進させ、可能な限り学習者の速度で学習を進める)の各次元を設定している。これらの構造に基づけば、理科授業の協同学習の場面で、メタ認知を高める多面的な教授の働きかけを行うことが可能になることが考えられる。

以上の点を踏まえ、本研究と先述した理科教育の先行研究との差異点を、以下に整理する。

第1に、先行研究では、独立変数に、「個人」の活動に焦点を当てた「メタ認知の自己統制方略」を設定していたが、本研究では、「協同学習」の活動に焦点を当てた「メタ認知の認知的・情意的・社会的要因を統合した教授方略(Maehr & Midgley, 1991)」を位置づけたことである。第2に、先行研究では、従属変数に、「他者とのかわりによるメタ認知」の下位尺度である7つの項目(木下ら, 2005)を、一括りにして分析を行っているが、本研究では、これらの7つの項目に対して、項目ごとに分析を行うことで、いかなる項目に教授効果が見出されたかを明らかにすることである。

さて、本研究では、理科授業「もののかさと温度」の単元を取り上げる。学習指導要領(文部科学省, 2008)の小学4年生A区分物質・エネルギーでは、「金属、水及び空気を温めたり冷やしたりして、それらの変化の様子を調べ、金属、水及び空気の性質についての考えをもつことができるようにする」という目標が提示されている。しかし、教育現場では、当該単元における「空気の変化」の理解は、子どもたちにとって非常に困難であることが問題となっている(山岡,

2008)。その理由として、空気（気体）は、金属（個体）や水（液体）に比べ、直接的にその実体を視覚で捉えたり、五感を通して認識することができないため、空気が「体積」の変化を起こすことを実感しにくいことが挙げられる。

これまでに、現行の教科書通りに、実験場面を観察させるだけに留まっているのではなく、「微視的な粒子観」を導入して、粒子（空気の粒）のモデル図を用いながら空気の変化を可視化させる授業が試みられてきている（加藤・本澤，2006）。粒子のモデル図を用いて可視化させることで、子どもたちの多くが自然発生的に思いつく考えは、「上昇モデル（温度が高くなると、上昇する粒子の数がどんどん生産されるため体積が増える）」や「膨張モデル（空気の温度が高くなると、粒子自体が膨張するため体積が増える）」などであることが明らかにされ、こうした誤概念に依拠しながら、体積が増えるという現象を納得してしまっていることが分かっている（加藤，2006）。

上述した問題点を踏まえ、本研究では、「もののかさと温度」の単元における「空気の変化」に焦点を当て、「微視的な粒子観」を導入して、粒子のモデル図を用いながら、空気の変化に対する考え方を可視化できる授業を試みる（本研究では、第1セッション（1・2時）で実施）。本単元は、「粒子」についての基本的な見方や概念を養うものであることから、こうした「微視的な粒子観」を導入することで、中学校理科第1分野「状態変化」の学習に繋げることができると考えられる。

以上より、本研究の目的は、協同学習を促す理論を実践に結びつける理科授業において、本研究で考案した、Maehr & Midgley（1991）の理論に基づく、「協同学習」における「メタ認知の認知的・情意的・社会的要因を統合した教授方略」が、協同学習下における「他者とのかかわりによるメタ認知」にいかなる効果を及ぼすのかを、探索的に検討することである。

なお、上記の目的のために、本研究で採用する分析手法としては、まず、他者との関わりの中でどのようにメタ認知を行っているかを測定する木下ら（2005）の尺度を用いる。授業の前後において質問紙を実施し、数量的分析による比較を通して、全体的特徴を把握する。その結果を踏まえて、個人間の学習行動の変容プロセスを微視的な視点から明らかにするために、授業過程における発話と行為の解釈的分析を行う。

## 方法

1. 対象 T 大学附属小学校4年生の1学級の児童（39名）を対象に、延べ10時間で行われた理科単元

「もののかさと温度」の授業。授業者は、教師歴27年である理科専科の男性教師であり、第1著者と授業者は、単元指導計画、授業者の発問・提示・説明事項等を協同で作成した。

2. 授業 授業は、現行の「小学校新学習指導要領（文部科学省，2008）」に基づく教科書「もののかさと温度」の単元指導計画に基づいて立案され、4つのセッション8時間から成り、1時間の授業の実施時間は45分であった。

なお、Maehr & Midgley（1991）の理論的枠組みを、わが国の実証的な授業実践に適用し、介入研究を行うにあたり、実態を鑑みて授業者と協議し、①課題、②権限、③グルーピング、④評価を採用し、⑤承認/報酬、⑥時間を省くこととした（Table 1）。

### 3. 手続き

①質問紙：単元の授業の実施前と後に質問紙による調査を実施した。他者との関わりの中でどのようにメタ認知を行っているかを測定するために、木下ら（2005）の尺度のうち、「他者との関わりによるメタ認知」の下位尺度（7項目）を用いたが、小学生でも回答可能なように項目の表現を一部変更した。これらの項目について、「全くあてはまらない：1」～「とてもあてはまる：5」の中からあてはまるものを答える5件法で回答を求めた（Table 2）。

②授業記録：全10時間の授業内容に対して、1グループに1台のビデオカメラ、デジタルボイスレコーダーを設置し、映像・音声の収集を行った。録画記録で採取できない授業の全体像、文脈の流れや状況、細かい表情や身振り等の質的な分析に必要な情報は文字記録として収集した。

## 結果と考察

### 1. メタ認知測定尺度に基づく分析

まず、「他者との関わりによるメタ認知」尺度について、内的整合性を検討するため、先行研究に従い下位尺度を構成した上で、Cronbachの $\alpha$ 係数を算出したところ、 $\alpha = .778$ であった。続いて、授業前後の得点の変化を検討するため、対応のある $t$ 検定を行った（Table 2）。なお、分析に際し、質問項目への回答に欠損があった児童のデータは除外して検討を行った。その結果、有意な得点の上昇が見られた（ $t(37) = 2.362, p < .05$ ）。下位項目では、「グループで話し合いをしていると、自分の考えがまとまることがある（ $t(37) = 3.841, p < .01$ ）」および、「先生の説明と自分の意見を比べながら聞くようにしている（ $t(37) = 2.488, p < .05$ ）」において、有意な得点の上昇が見られた。ここで、有意な変化が見られた2つの項目ならびに「グループの



Table 1 「もののかさと温度」の理科授業における教授方略（全8時）

授業過程	目 標	提示する課題	教授方略を用いた学習活動
【事前テスト】 第1セッション (1・2時)	<p>【第1～4セッションに共通】</p> <p>① 課題 (Task) : 学習の楽しさを実感する。 既有知識や経験と結びつける。 全ての学習者が挑戦する。</p> <p>② 権限 (Authority) : 責任や自立、学習スキルを開発する。 学習場面において最適な選択をする。 学習に対する自己制御スキルを身につける。</p> <p>③ グループング (Grouping) : グループによる問題解決・意志決定をし、仲間との相互作用を十分に行う。 自分には貢献する能力があると認識する。</p> <p>④ 評価 (Evaluation) : 自分の遂行を改善する。 理解の進歩を自覚し、有能感と自己効力感を認識する。</p>	① 空気を熱したときの温度変化による状態変化の振る舞いを、3年生の理科授業で学習した、空気の性質についての既有知識や実験結果、これまでの生活経験等と結びつけながら、自由に予想する。	<p>【第1～4セッションに共通】</p> <p>② 実験の背景となる知識や技能を習得する。 正確に実験データの収集・結果の記録を行い、逐次、予想と照らし合わせる。</p> <p>③ 教師から事前に、グループ活動における互いの考えの聞き方、説得力を持つ話し方、質問や反論の仕方といった議論に対する説明を受ける。また、記録係や発表係等の役割を分担する、全員が参加するように気を配るといった協力に対する説明を受ける。</p> <p>③ グループ内で、互いのアイデアを吟味・統合しながら、問題解決するための十分な時間を与えられる。</p> <p>④ 教師は机間巡視をし、グループで計画した実験条件を、適宜確かめながら進めさせ、不適切な場合は修正するように助言する。</p> <p>④ 授業のまとめの時間に、実験結果を発表し合い、他のグループや示範実験の実験結果と関連づけながら、理解を深める。</p> <p>④ 教師は発表や観察カード等を通して、理解状況を把握し、適宜評価やフィードバックを与える。再実験を希望する場合には改善の機会を与える。</p>
第2セッション (3・4時)		① 水を熱したときの状態変化の振る舞いを、3年生の理科授業で製作した、「水でっぽう」と「空気でっぽう」を押ししたときの手ごたえの違いを想起したり、1・2時の空気の実験結果を根拠にしながら、自由に予想する。	
第3セッション (5・6時)		① 金属を熱したときの状態変化の振る舞いを、生活場面において、猛暑のときに線路が曲がる等の現象を想起したり、1・2時の空気の実験と3・4時の水の実験の結果を比較したりしながら、自由に予想する。	
第4セッション (7・8時) 【事後テスト】		① 空気・水・金属を熱したときの重さの変化について、1～6時の空気・水・金属を熱したときの体積変化の実験結果を踏まえつつ、各自の自己生成モデルを根拠にしながら、自由に予想する。	
【遅延テスト】 (4週間後)		① もののかさや重さと温度について、学習したことを想起する。	④ 空気・水・金属を熱したときの「かさや重さ」の変化について、粒子の微視的視点から、自己生成モデル図を用いて説明する。

注) 文頭の番号①～④における下線部は、「目標」の内容に対応する具体的な教授方略の要素を示す。

Table 2 「他者との関わりによるメタ認知」尺度および各項目における事前-事後質問紙間での得点の差異

	事 前			事 後		
	N	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	t値
「他者との関わりによるメタ認知」 $\alpha = .778$	37	3.992	.624	4.220	.768	2.362*
グループの話し合いで、友だちの意見と自分の意見を比べながら聞くようにしている。	38	3.921	1.124	4.105	1.181	1.125
グループで話し合いをしていると、自分の考えがまとまることがある。	37	3.973	.726	4.541	.900	3.841**
先生と話をしているうちに自分の考えがはっきりしてくることがある。	38	3.684	.962	3.947	1.207	1.185
先生の説明と自分の意見を比べながら聞くようにしている。	38	3.632	1.051	4.184	.801	2.488*
先生の説明を聞いていると、自分の考えがまとまることがある。	38	3.895	1.203	4.026	1.174	.646
グループの話し合いで友だちの意見を聞いて、自分の意見を考え直すことがある。	38	4.421	.793	4.263	1.057	-.882
先生のアドバイスを聞いて、自分の意見を考え直すことがある。	38	4.237	.943	4.211	1.255	-.136

\*\*  $p < .01$  \*  $p < .05$

話し合いで、友だちの意見と自分の意見を比べながら聞くようにしている」、「先生と話をしているうちに自分の考えがはっきりしてくることがある」、「先生の説明を聞いていると、自分の考えがまとまることある」という項目に示される行動は、「社会的な関係の中で自分の意見を明確にしなが、他者の意見と対比し、考えを吟味していく行動」であると考えられ、これは「社会的精緻化」に関わる項目であると捉えられる。一方、これらの項目以外の項目については、「意見の再構成」と捉えられるものになると考えられる。

## 2. 観察・実験場面の談話過程の分析

上述した質問紙で示された量的分析の結果の背後には、どのような活動があったのだろうか。そのプロセスを明らかにするために、授業前後の量的な検討だけでなく、毎時間の授業における談話過程を質的に検討した。事例の抽出にあたっては、分析項目を明確かつ端的に示し、質的な典型性をサンプリングする（見田、1965）ことを考慮した。以下では、「社会的精緻化」がいかに促されていくのか、その様相を、各事例における「他者との関わりによるメタ認知」の学習行動に即しながら、文脈固有の意味づけが捨象されない

ように、細かな段階を踏んで把握することを試みた。

### (1) 社会的精緻化に関わる事例 1

まず、第1時の授業では、「熱したときの温度変化による空気の状態変化の振る舞いを、自らの既有経験に基づいて自由に探究させる」という、全ての児童が、自らの発想に基づいて挑戦することができる課題を提示した（Table 3）。その結果、児童は各々の発想に基づき、丸底フラスコの口に石けん水を塗り、温めて石けん膜が膨らむ様子を観察したり（A児）、空気を抜いたビーチボールをお湯の中に入れ、膨らむ様子を観察したり（B児）ペットボトルの口に風船を取り付け、温めて風船が膨らむ様子を観察したりする（C児）など、既有知識や経験を思考の根拠としなが、積極的に実験に取り組んでいた。

このような課題の状況下で、空気の状態変化を巡って、自らの発想に基づく実験を抛り所としなが A児と B児の考え方が対峙した（turn 1-1～1-4。以下、turn を省略）。そこでは、話し言葉だけでなく、書き言葉によるモデルも媒介にして、既習知識を引き合いに出したり（1-6）、日常経験と結びつけたりすることで（1-8）、A児のアイデアの矛盾点が浮き彫りにされていった。A児の実験は限定的で、石けん

Table 3 第1時の授業における発話事例

turn	発話者	発話内容
		熱したときの温度変化による空気の状態変化の振る舞いを、自らの既有経験に基づいて自由に探究させる、という、自らの発想に基づいて挑戦することができる課題が提示され、グループごとに各自が実験・観察に取り組んでいる。
1-1	A1:	（丸底フラスコが半分ほど入る発泡スチロールの箱を用意し、お湯を入れる。石けん水の入った容器に丸底フラスコの口をつけて石けん膜を作り、お湯の中にゆっくりと入れる。石けん膜の様子をじっと観察する）。わあ！上の方に[石けん膜]どんどん膨らんでくー。
1-2	B1:	（大きめの水槽にゆっくりお湯を入れる。ビーチボールを8割程度まで膨らました後、両手で膨らみ具合を確かめる。お湯にゆっくりと入れ、浮かんでいるビーチボールの表面をぐるりと観察し、表面のたるみが徐々になくなってきたという変化に気付く）（立ち上がり）あ！[ビーチボールが]全体的にちょっとずつ膨らんできた！
1-3	A2:	（Bの方を向き、石けん膜を指しながら）見て。上の方に、空気がどんどんあがってるのがわかるよー。
1-4	B2:	（Aの方を振り返ってやや怪訝そうな顔で）え？上の方だけじゃなくて、温めると空気は全体的に膨らむよ。ほら（ビーチボールの表面をぐるりと手で回し、たるみが徐々になくなってきたことを示す）。
1-5	A3:	（ビーチボールの表面をぐるりと眺めて）えっ？ほんとだ。[Aの実験では空気が上の方に膨らむ様子しか観察できないけど]Bの[実験]だと、[温めると空気は上の方だけじゃなくて]全体的に膨らんでるのが分かる。
1-6	B3:	（Bの記述したモデル図の空気の粒の部分の指で示しながら）[2年生の時に]しゃぼん玉を吹いたときだって、[空気が]こうやって全体的にぶーっと膨らんだじゃない？
1-7	A4:	あー（頷く）。しゃぼん玉を吹いたとき、（（確かに））[上の方だけじゃなくて]中の空気が全体的に膨らんだ…。
1-8	A5:	（頷いて）そういえば、思い出したけど…。縁日で買ったしゃぼん風船を、お風呂に入れてみたら（同心円に両手を広げて）、[上の方だけじゃなくて、全体的に膨らんで]元に戻ったことがある。

注)「発話者」の児童はA～Cを用いた（Table 4についても同様）。また、（ ）内は発話中の特徴的な動作や周囲の状況、[ ]内は分析者による補足、（（ ））内はよく聞き取れない発話、…は短い沈黙、!は感嘆、?は上昇音調を表している。表中のAは上昇モデル、Bは膨張モデル、Cは運動モデルの考え方を有している。Table 4についても同様。なお、下線部は、他者との関わりによるメタ認知の社会的精緻化の発話を示す。

膜が上方に膨らむ現象しか把握できなかった一方、B 児の実験では、ビーチボールが全体的に膨らむ現象が把握できたことから、A 児は B 児が実験のエビデンスに基づきながら、「上の方だけじゃなくて、温めると空気は全体的に膨らむ (1-4)」という説明に納得をし (1-5)、既存学習 (1-7) や、日常経験 (1-8) と関連づけながら、徐々に A 児のアイデアが精緻化されていく様子が見えてくる。

## (2) 社会的精緻化に関わる事例 2

また、第 2 時の実験後の話し合いの場面 (Table 4) では、各自が思考の根拠として構築したモデル図 (Self-generated analogies model: Abell & Roth, 1995; Penner, Lehrer, & Schauble, 1998) を説明しあうことで、メンバー間の思考が可視化された。そこでは、モデル図を根拠に実験結果を巡って、既存経験に基づきながら主張する A 児 (上昇モデル) と、実験データを裏づけながら主張する B 児 (膨張モデル) とのやりとりが生成された。A 児は B 児の意見をそのまま取り込もうとするのではなく、まずは、実験データの裏づけに対する疑問を表明していた (2-3)。最適な選択や決定を自らが行う「権限」を与えられた話し合いのプロセスにおいて、A 児は、B 児の意見をそのまま鵜呑みにするのではなく、あくまでも、自らの上昇モデルの限界を解決するための裏づけを得るために

(2-5)、再実験を繰り返す (2-6: ペットボトルの横にも穴を開けて石けん水を塗り、ペットボトルを湯で温め、上と横と同時に石けん膜が膨らむ様子を観察する)、B 児の意見との調整を模索しながら、語り直していく「精緻化 (自己や他者の主張に新たな根拠をつけ加えて説明し直す)」の発話が生成された (2-7, 2-9: 温めると空気の粒は、上の方だけではなく、確かに横にも広がる)。

## 総合考察

本研究では、Maehr & Midgley (1991) の理論的枠組みに基づき、各下位次元について日本の授業場面に適用する具体的な教授方略 (Table 1) を開発し、実証的検討を行った。その結果、他者との関わりによるメタ認知の「社会的精緻化」の上昇が見出された。そこで以下では、量的な検討による全体的傾向を捉えた上で、本研究で導入した教授方略のいかなる要因が、「社会的精緻化」の生起に関わったのかを明らかにするために、観察・実験場面の談話過程の具体的事例に即しながら検討を行う。なお、要因を特定するにあたり、教授方略の全要素 (Table 1 の①~④の下線部) の機能に着目する分析枠組みを用いる。

Table 4 第 2 時の授業における発話事例

turn	発話者	発話内容
		各自の自己生成モデル (熱したときの空気の振る舞いを表現する) を説明し合い、友だちの考えを鵜呑みにするのではなく、各自の課題を自らが責任を持って解決していく、という目標が掲げられ、グループごとに話し合っている。
2-1	A 1:	(A の考案したモデル図 (上昇モデル) を示しながら) 空気を温めると上の方が温まるから、私の実験からも、((こういう風に)) 上にのぼる空気の粒がどんどんふえていく、って考えた。
2-2	B 1:	(B の考案したモデル図 (膨張モデル) を示しながら) A とちょっと違って…。上の方だけじゃなくて、 <u>全体的に膨らむと思う。(ビーチボールの膨らみ具合を確かめながら) 実験でビーチボールも全体的に膨らんだし、証拠がある。</u>
2-3	A 2:	<u>B の実験だとそういう結果になったけど…。自分の [発明した] 実験で確かめないと、[課題は] 解決できないから…。(丸底フラスコの口に風船がついた実験道具をじっと見ながら) うーん…、これ (丸底フラスコ) 堅いから、横の方、穴あけられないし…。</u>
2-4	C 1:	(C の実験道具 (ペットボトルの口に石鹸膜を張ったもの) を A に差し出して) これ (ペットボトル) だったら、それ (丸底フラスコ) より、かんたんに穴あけられるんじゃない? 貸してあげよっか?
2-5	A 3:	(嬉しそうに) えっ。本当にいいのー? <u>これ (ペットボトル) だったら横にも穴を開けられる。よしっ。(これなら)) 上と横で比べられる!</u>
2-6	A 4:	(ペットボトルの下半分ほどが浸かる発泡スチロールの箱にお湯を入れる。ペットボトルの横にも穴を開けて石けん水につけ、石鹸膜が破れないようにゆっくりと箱に沈める。ペットボトルの上と横と同時に石けん膜が膨らむ様子をじっと観察する。) あっ。上も横も [石けん膜が] 膨らんできた!
2-7	A 5:	(はっきりとした口調で) <u>確かに、空気を温めると、上の方だけではなく、横にも膨らんだ。</u>
2-8	B 2:	<u>ビーチボールより、石鹸膜の方が大きく膨らんだから、[空気が全体的に膨らむ様子が] 見やすかった。</u>
2-9	A 6:	うん (頷く)、ビーチボール [の実験] だけじゃなくて、石鹸膜 [の実験] でも、 <u>空気が こういう風に (B の考案したモデル図 (膨張モデル) を示しながら)、全体的に膨らむことが分かった。</u>

注) 下線部は、他者との関わりによるメタ認知の社会的精緻化の発話を示す。



## 1. 社会的精緻化に影響を及ぼす要因

第1に、「社会的精緻化」のやりとりが見られた事例1（第1時）の授業では、「熱したときの温度変化による空気の状態変化の振る舞いを調べるために、既有経験に基づいて探究させる」という、全ての児童が自らの発想に基づいて挑戦することができる課題に取り組んでいた。そうした課題の提示が、石けん膜、風船、ビーチボールなど、各々の固有の文脈を持ち込んで実験に臨む（Table 3）ことにつながり、その結果、各自の文脈を手がかりに、2年時のしゃぼん玉の既有知識（1-6, 1-7）や、風船をお風呂に入れた日常経験（1-8）等を、思考の拠り所としながら、互いの考えを明確化していく議論を導いた可能性が考えられる。

この結果から、「課題を既有知識、実験結果、生活経験等と結びつけながら、自由に予想する」という、Maehr & Midgley (1991) の要素の機能が、社会的精緻化の生成を促したことが示唆された。ただし、事例1の分析を踏まえると、「既有知識や生活経験と課題との関連」という配慮にとどまらない、新たな要因が見出された。すなわち、実際の教育実践に照らすと、Maehr & Midgley (1991) の要素だけでは説明できない教授的働きかけとして、「矛盾例を含む複数の課題に対峙させる (Law & Wong, 2003)」という配慮をすることも、他者との関わりによる社会的精緻化の生起に功を奏していることが示唆された。

第2に、同じく「社会的精緻化」のやりとりが見られた事例2のグループの話し合いの場面（第2時, Table 4）では、グループのA児は、暗黙的に表象していた前提（空気を熱すると空気の粒は上へ上昇する）が揺さぶられる対立意見に直面したとき、自らの予想を検討する手段として最適な方法を選択するために、まずは他者の実験データの裏づけに対する疑問を表明してから（2-3）、自己調整のプロセスを経て（2-5, 2-6）、語り直しがなされていった（2-7, 2-9: B児の実験と同様に、確かに温めると空気の粒は、上の方だけではなく横にも広がる）。この過程では、あくまでも自らが決定の権限を持ち、自分の課題解決の裏付けを得るために、自分の考えと周りの考えとの調整を模索しながら精緻化に至る、という「相互思考 (interthinking: Grugeon, Hubbard, Smith, & Dawes, 2001)」が見出された。

この結果は、「予想を検証するための最適な方法を選択する」という要素の機能が、社会的精緻化の生成を促したことを示唆している。ただし、事例2の分析を踏まえると、「予想を検証する方法の選択」という配慮に加えて、①互いの思考を可視化して（話し言葉だけではなく書き言葉も媒介にして）、裏付けとなるデータを根拠にしながらか課題を議論し合う (McNeill

& Krajcik, 2008)、②他者の意見をそのまま鵜呑みにさせるのではなく、自分が選び取った考えの正当性を丹念に主張させる、という Maehr & Midgley (1991) の要素には含まれていない教授的働きかけも必要となることが見出された。

## 2. 本研究の意義と課題

以上の結果を踏まえ、本研究の意義を述べる。第1に、先行研究（木下・松浦・角屋, 2007; 草場・湯澤・角屋・森, 2010; 草場・角屋・森, 2010）では、独立変数に、「個人」の活動に焦点を当てた「メタ認知の自己統制方略」を設定していたが、本研究では、「協同学習」の活動に焦点を当てた「メタ認知の認知的・情意的・社会的要因を統合した理論的枠組み (Maehr & Midgley, 1991)」を位置づけ、日本の理科授業に適用する具体的な教授方略を開発した点が挙げられる。第2に、先行研究では、従属変数に、「他者とのかわりによるメタ認知」の下位尺度である7つの項目 (Table 2) を、一括りにして分析を行っていたが、本研究では、これらの7つの項目に対して、項目ごとに分析を行うことで、いかなる項目に教授効果が見出されたかを明らかにし、さらに「社会的精緻化」の変化を促す要因を明らかにした点が挙げられる。第3に、今回の学習指導要領の改訂（文部科学省, 2008）では、主体的に学習に取り組む態度を養うという「メタ認知的側面、及び、話し合いを通じた言語活動による「他者との協同」が重視されている。また理科授業においても、自然の事物・現象についての主体的な問題解決を通して実感を伴った理解を図るという「メタ認知的側面、及び、科学的な概念を使って説明し合ったり表現し合ったりする言語活動による「他者との協同」が重視されている。本研究において、メタ認知、及び、他者との協同の2つの側面を育成する理科授業を考案し、その教授効果を実証的に検討したことは、有意義であると考えられる。ただし、こうした意義を持ちつつも、本研究は一事例に基づく実践事例研究上の限界があるため、今後は、異なるタイプの単元や学校種に対する追加検証をしていきたいと考える。

## 引用文献

- Abell, S. K., & Roth, M. (1995). Reflections on a fifth grade life science lesson: Making sense of children's understanding of scientific models. *International Journal of Science Education*, 17, 59-74.
- Grugeon, E., Hubbard, L., Smith, C., & Dawes, L. (2001). *Teaching speaking and listening in the primary school*. London: David Fulton Publishers.
- 加藤尚裕 (2006). 実験活動における反証事例と「空気の膨

- 張」に関する概念—小学校理科4年「空気のかさと温度」の学習を事例として— 日本理科教育学会理科教育学研究, 47, 75–82.
- 加藤尚裕・本澤智巳 (2006). メタ認知的活動と概念変化との関係に関する基礎的研究: 小学校第4学年「空気のかさと温度」における実験場面の事例分析を中心として—九州女子大学紀要(人文・社会科学編), 43, 35–49.
- 木下博義・松浦拓也・角屋重樹 (2005). 観察・実験活動における生徒のメタ認知の実態に関する研究—質問紙による調査を通して— 理科教育学研究, 46, 25–33.
- 木下博義・松浦拓也・角屋重樹 (2007). 観察・実験活動における小学生のメタ認知育成に関する実践的研究—第5学年「もののとけ方」を例に— 理科教育学研究, 48, 21–33.
- 草場実・角屋重樹・森敏昭 (2012). メタ認知を活性化する観察・実験活動が高校生の実験観の変容に及ぼす効果—高等学校化学I化学反応と量的関係」を事例として— 日本教科教育学会誌, 33, 29–38.
- 草場実・湯澤正通・角屋重樹・森敏昭 (2010). メタ認知を活性化する観察・実験活動が科学的知識の定着に及ぼす効果—高等学校化学「中和滴定」を事例として— 日本教科教育学会誌, 33, 31–40.
- Law, N., & Wong, E. (2003). Developmental trajectory in knowledge building: An investigation. In B. Wasson, S. Ludvigsen & U. Hoppe (Eds.), *Designing for change in networked learning environments*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Pp.57–66.
- Maehr, M. L., & Midgley, C. (1991). Enhancing student motivation: A schoolwide approach. *Educational Psychologist*, 26, 399–427.
- 松下佳代 (2010). 「新しい能力」は教育を変えるか—学力・リテラシー・コンピテンシー— ミネルヴァ書房.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 53–78.
- 見田宗介 (1965). 現代日本の精神構造—弘文堂.
- 文部科学省 (2008). 小学校新学習指導要解説理科編.
- OECD Centre for Educational Research and Innovation. (2000). *Knowledge management in the learning society*. PARIS: OECD Publications. OECD教育研究革新センター(編著)・立田慶裕(監訳) (2012). 知識の創造・普及・活用—学習社会のナレッジ・マネジメント— 明石書店.
- Penner, D. E., Lehrer, R., & Schauble, L. (1998). From physical models to biomechanical systems: A design-based modeling approach. *Journal of the Learning Sciences*, 7, 429–449.
- Rychen, D. S. & Salganik, L. H. (Eds.) (2003). *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*. ライチェン, D. S.・サルガニク, L. H. (編)・立田慶裕(監訳). (2006). キー・コンピテンシー—国際標準の学力をめざして— 明石書店.
- 山岡剛 (2008). 理科実験において予想をもつことの意義について—小学校第4学年の「空気のかさと温度」の授業を例として— 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 30, 1–12.