

## 社会的文脈を考慮したメタ認知機能を促す理科授業デザインに関する研究

教育デザインコース 理科領域

猪口 達也

連合学校教育学研究科・横浜市立能見台小学校

後藤 大二郎

教育学研究科

和田 一郎

### 1. 問題の所在と研究の目的

新学習指導要領において、理科授業では、「理科の見方・考え方を働かせて、理科における資質・能力を育成する」といった新しい文脈での授業開発が求められている。その鍵概念として「主体的・対話的で深い学び」の実現が掲げられている。

主体的な学習に関わる認知機能として、「メタ認知 (metacognition)」は多角的に研究がなされてきた。例えば、深谷 (2011) は、生物学・生態学の分野における全体システムを構成要素・仕組み・機能の3観点から着目する SBF 理論を導入した学習過程を検討した。その学習を通じて、疑問を見出したり、情報を関連付けるといったメタ認知が促進することを明らかにしている。また、和田・熊谷・森本 (2013) は、科学概念構築におけるメタ認知のモニタリングとコントロールの往還によって、課題解決に向けた具体的な方略の選択や根拠の表出が可能になることを明らかにしている。このように、メタ認知の活性化によって、理科学習において情報の関連付けや根拠の表出といった科学的な思考・表現が促進し、主体的な学習が推進されることが明らかになりつつある。

一方、メタ認知は、通常の認知よりも高次な認知活動であり、学習過程において、その機能を促進させる教授方略の検討が必須であると考えられる。その点に関わり、猪口・宮村・和田 (2018) は、メタ認知の機能、適応、継続といった3つの教授要素を意図した授業デザインを通じて、メタ認知の機能が促進することを明らかにしている。また、山下 (2005) は、コミュニケーション活動におけるチェックリストの導入と役割分担によって、自己の理解状態の把握といったメタ認知が促進することを指摘している。この山下 (2005) の指摘から、メタ認知の促進に関わる要素として、社会的相互作用の重要性が

示唆される。

こうしたメタ認知の機能と社会的相互作用の関連を検討する研究は発展途上にある。例えば、草場・湯澤・角屋・森 (2010) は、観察・実験における実験計画や他者への説明活動によってメタ認知が活性化することを指摘している。また、和田・宮村・澤田・森本 (2015) は、子どもの内的なイメージを客観視するメタ認知の機能は、教師が他者の視覚化に関わる情報に対して足場をかけることで変容していくことを明らかにしている。このように、個人のメタ認知の機能が社会的相互作用の過程から受ける影響について、一定の知見が得られている。しかしながら、メタ認知の機能が促進した子ども同士の個人間や教室全体での関わりが、どのように学習の社会的な側面に影響を与えているか、その具体的な教授・学習過程は検討課題の一つである。前述した主体的・対話的な学習の成立には、こうした社会的文脈と個人の学習過程の両者の関連を詳細に捉え、授業をデザインしていく必要があると考えられる。

近年、こうした社会的文脈を考慮したメタ認知概念は「社会的メタ認知 (social metacognition)」として発展している。例えば、Pablo (2012) によれば、社会的メタ認知は、他者の思考や認知 (primary cognition) に対するメタ認知として説明される。つまり、自己の認知から他者のそれへとモニタリング範囲の拡張を通じて、自己や他者の認知を調整することを意味する。また、社会的メタ認知を通じて、グループへのコミットメントやグループに対する重要性や優越、敬意などの側面を認知することが可能になると指摘した。それによって、グループに対する自己のアイデンティティが確立していくことを明らかにしている。

これらの指摘から、いかにしてモニタリング範囲が拡

張され、どのように認知を調整していくのか、また、個人と社会的文脈の関連に対して、どのようにメタ認知の機能が寄与するのかを検討する必要性が見えてくる。この点に関して、Chiu & Kuo (2009) らの指摘は、注目値する。彼らは、自己の認知を対象にする「個人内メタ認知 (individual metacognition)」と他者の認知やメタ認知へとモニタリング範囲の拡張を通じた「社会的メタ認知」といった2つのメタ認知機能の相互作用を指摘した。さらに、社会的メタ認知を機能させていくためには、3つのレベルが存在することを実践モデルで示し、加えて教授論的視点も明らかにしている。しかしながら、ここで示される実践モデルは、汎用性は高いが、理科授業に特化したモデルではない。

そこで本研究では、Chiu & Kuo (2009) の指摘を基軸に、理科授業における社会的文脈を考慮したメタ認知の機能を促す具体的な教授方略及び授業デザインの視点について小学校理科を事例に検討した。

## 2. 理科授業における社会的メタ認知の意味

### 2.1 個人内メタ認知の機能

メタ認知とは、自己の認知を対象化し、高次なレベルで客観的に捉えることを意味する。Nelson & Narens (1990) は、学習過程において動的に機能するメタ認知について以下のように指摘した。彼らは、自己の認知を対象レベルと、それより一段高次なメタレベルの2つのレベルを設定した。この2つの階層間で行われる情報の流れを、モニタリングとコントロール過程といった2つの認知活動で説明した。この2つの階層及び2つの認知活動の総称が「メタ認知的活動」である。Chiu & Kuo (2009) はこうした自己の認知を対象にしたメタ認知を、「個人内メタ認知」と呼称した。

理科授業において、例えば予想の段階では、日常経験やこれまで学習した既存の知識などを活用しながら自己の考えを表現することが必要となる。これを可能にするのが、個人内メタ認知の機能である。自己の有する知識群から、問題に正対する知識や経験を意識的に抽出することは、モニタリングの機能であると考えられる。さらに、問題の解決に向けて、意識化され呼び起こされた情報は、その情報と関連する概念を操作し、概念の「修正」や「関連付け」を伴うコントロールが機能する。これらの機能によって、問題に対する自己の考えを表現することが可能になると考えられる。

### 2.2 社会的メタ認知の機能

概念構築の過程において、子どもの思考・表現は徐々に客観性や実証性などを伴った科学的なものへと変容していくことが求められる。その過程において、個人内メタ認知の機能による自己評価のみでは、科学的な概念への変容は困難である。したがって、他者の考えや観察・実験事実といった外部の情報と自己の考えを照合したり、多様な情報を様々な側面から他者と吟味し、統合するといった学習活動の充実が求められる。そうした相互に評価し合う過程を通じて、子どもの思考・表現はより科学的に変容していくと考えられる。

このような社会的文脈において、多様な情報を吟味していく上で機能するメタ認知について、Chiu & Kuo (2009) は、それを「社会的メタ認知」と指定した (図1)。



図1 社会的メタ認知の機能

(Chiu & Kuo (2009) の指摘に基づき作成)

つまり、社会的メタ認知は、メタ認知のモニタリング範囲を自己のみならず他者の認知やメタ認知へ拡大し、多様な情報に対してモニタリングが機能する。そして、自己や他者の認知を協動的に調整し、矛盾点を指摘したり、他者から得た情報と自己の有する情報を関連付けるといったコントロールが機能することを意味する。

### 2.3 社会的メタ認知を促す実践モデルの検討

先述した社会的メタ認知と個人内メタ認知の機能の相互作用過程には、個人内メタ認知の活性化やメタ認知の過程の表出、俯瞰すべき適切な情報を評価するなどの必須の認知活動があることが見えてくる。これらをすべて子どもが自動化して行うことは極めて困難だと考えられる。すなわち、2つのメタ認知の機能を促進させるには、教師の関与が必要不可欠である。

この点に関して、Chiu & Kuo (2009) は、社会的メタ認知を機能させていくためには、3つのレベルがあり、各レベルに関わる教授方略が実践モデルとして示されている (図2)。また、授業の主体が、教師主導から徐々

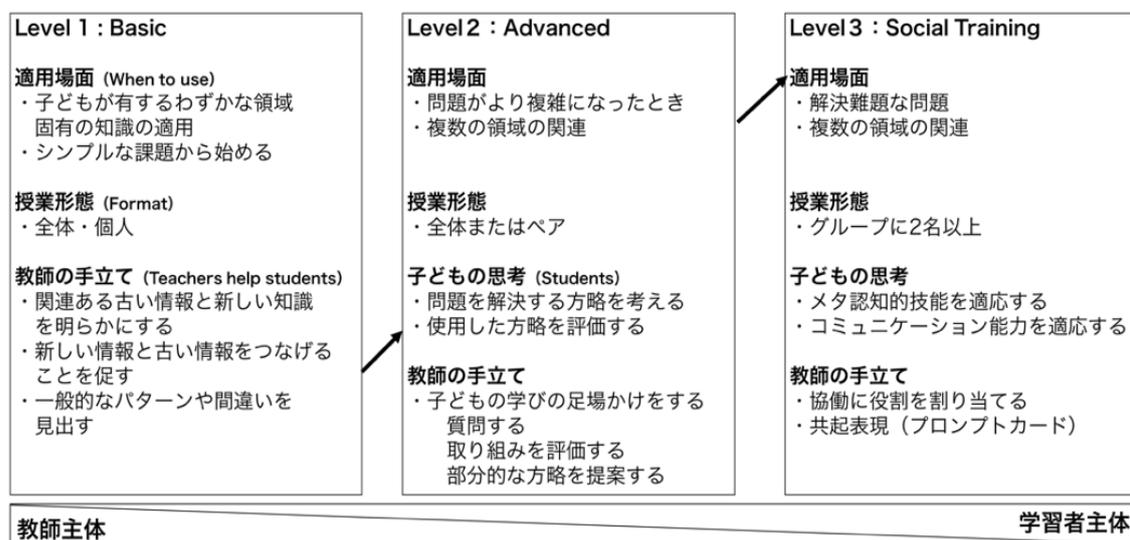


図2 社会的メタ認知を促す実践モデル (Chiu & Kuo (2009) を基に作成)

に子ども主体に移行していくことも示されている。以下、各レベルについて説明する。

レベル1 (Basic) は、シンプルな課題に対して、既存知識を適用していく段階である。教師は、既存知識や経験といった子どもがすでに持っている知識と、新たな自然事象を捉える新しい学習の視点を子どもに自覚させる。その関連付けを促すことで、子どもはメタ認知を機能させ、学習課題やそれに対する自らの考えを見出していく。なお、レベル1は、「子どもの有するわずかな知識の適用」という指摘から、個人内メタ認知が機能している段階である。

レベル2 (Advanced) では、複雑な問題を解決していくための方略を選択していく段階である。教師は、子どもの学習状況を捉え、問題解決に向けた俯瞰すべき情報をフィードバックしていく。それによって、子どもは複数の方略を比較、評価することが可能になり、問題解決に向けて必要な情報に注視するといったメタ認知が活性化される。レベル2は、2つのメタ認知の機能が混在し、方略を選択・評価する段階である。すなわち、方略を選択・評価する認知過程では、自己の有する複数の知識や経験の適用といった個人内メタ認知の機能のみならず、他者の方略を共有することが考えられる。これによって、使用した方略を評価し、自己の方略を修正するといった社会的メタ認知が機能するのである。

レベル3 (Social Training) では、メタ認知が活性化した子ども同士が他者の考えを注視し、問題解決に向けて熟考する段階である。様々な考えの妥当性を吟味する中で、メタ認知を機能させ、より科学的に妥当な考えを構

築していく。その過程で教師は協働的に問題解決を進めていくために、子どもに役割を示していく。このレベル3は「メタ認知やコミュニケーション能力の適用」という指摘から、他者との関わりの中で社会的メタ認知が機能し、考えの妥当性の吟味が活性化している段階である。

以上の論考を踏まえ、事例的分析では、各レベルにおける教師の教授方略を抽出し、これを理科授業として捉え直すことで、図2を理科授業における実践モデルへ具体化することを検討した。加えて、個人内メタ認知と社会的メタ認知の関連は、図1に示した自己の認知から他者の認知やメタ認知へとモニタリング範囲を拡大させていく様相と同期して生じると考えられる。そうした様相についても、図1と図2を関連付けながら分析した。

### 3. 小学校理科授業における事例的分析

#### 3.1 分析方法

本研究では、図1及び図2に基づき、教師の意図的な教授方略の選択と、それによって機能する段階的なメタ認知の機能の実態を捉えた。その際、主に授業における子どもと教師の発話内容から分析した。

#### 3.2 実施時期、実施対象及び単元内容

本授業実践は、平成29年10月に横浜市内の公立小学校第5学年26名を対象に実施された。単元内容は、小学校理科「天気の変化」を対象にした。

#### 3.3 授業実践の概要

授業実践の概要は、以下に示す通りで、天気の変化に関わる要素について全8時間で学習した。

まず、国語の「天気を予想する」の単元と教科横断的

に、天気に関する用語からことわざや格言、昔からの言い伝え（以下、これと同じことを指す場合には「ことわざや言い伝え」と表現する）を調べ、いくつかの視点で分類した（第1次：第1～2時）。次に、調べたことわざや言い伝えの意味を吟味し、また、雲の様子を直接観察した。そして、それらの情報を適用し、数時間後の天気を予想した。その際、タブレット端末で雲の動きを動画撮影した。その観察結果から、天気の変化に関わる要素を吟味した（第2次：第3～4時）。さらに、吟味した要素から、明日の天気を予想する課題が設定された。実際の観察結果と予想との相違について、衛星画像を用いて、天気の変化に関する要素を再吟味した。その結果、いつの天気を予想するのかという時間によって天気の変化に関わる要素が異なることを見出した。そして、これまで吟味した要素を適用し、再度、次の日の天気を予想した（第3次：第5～7時）。最後に、学習したことを振り返り、天気の変化に関わる要素について学習のまとめを行った（第4次：第8時）。

#### 4. 結果および考察

##### 4. 1 レベル1の段階

まず第1時に教師は、国語科の学習と関連させ、ことわざや言い伝えを調べる課題を設定した。これは、子ども自らが現時点で知っている天気に関する用語や知識を適用するような「シンプルな課題から始める」といったレベル1の適用場面を意図し、単元の導入を行ったと解釈できる。以下、レベル1における教授方略を抽出し、その教授方略によるメタ認知の機能を検討した。

##### (1) 「一般的な間違いやそのパターンを見出す」場面

第2時では、前時で調べたことわざや言い伝えを教室全体で共有する学習活動が展開された。教師は、子どもが調べたことわざや言い伝えを発表する際、「生き物」や「風」、「雲」といったそれらに含まれるキーワードで分類しながら発表を行わせた。これは、子どもに自分の調べたことわざや言い伝えに含まれる重要なキーワードに注視させるよう、「パターンを見出す」といった教授方略を選択した場面であると考えられる。これによって、子どもは、自分の調べたことわざや言い伝えのキーワードを抽出し（モニタリング）、どのカテゴリーに属するのかを判断した（コントロール）。すなわち、レベル1における個人内メタ認知を機能させ、情報を共有したと捉えられる。なお、共有化が図られたことわざや言

い伝えが図3である。

次に、キーワードではなく、自ら調べたことわざや言い伝えを理科の視点を用いて、分類する学習活動が展開された（表1）。教師は、まず「実験、観察をするための視点」という具体的な視点を示し、分類を促した（T1）。この教授方略によって、子どもは、すぐに観察可能なものとそうでないものという観点からの分類が可能になった。

以上から、この場面における教授方略「一般的な間違いやそのパターンを見出す」は、理科授業では、「観察や実験の視点を分類したり、その視点をより具体化する」ことであると捉えられる。

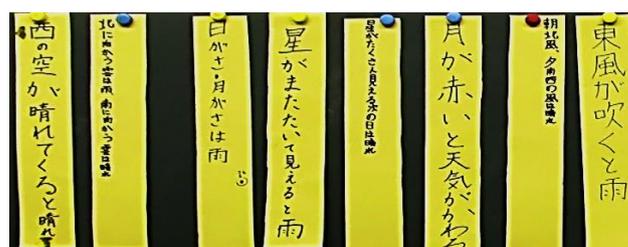


図3 共有されたことわざや言い伝えの例

表1 ことわざ等を観察の視点で分類する学習活動

T1	これ（ことわざや言い伝え）、理科学的な見方でわけてみようか。分け方の視点があるので、それによっていろいろな分類の仕方ができると思うけど、君たちはこのことわざを使って、実験・観察するんだよね？そのあたりの視点で分類していけたらいいですけど。
C1	ハコベは育てなきゃいけないけど、簡単なのは、東風が吹くと雨、西の空が晴れてくると晴れは、見るだけでわかるから観察できる。
C2	簡単に見るのとか試すもの。

##### (2) 「関連ある古い情報と新しい知識を明らかにする」場面

第2時の教室全体で共有する過程において、時間に着目し、ことわざや言い伝えの意味を捉える学習活動が展開された。

まず教師は、子どもが示した「ケヤキの芽吹きはその前の気候に影響される」という言い伝えに対し、「これ、今までとちよつと違う感じしませんか」と、これまで共有したことわざや言い伝えと違う要素があることを発問した。しかし、子どもはその意味を捉えられなかった。そこで教師は、「時間の見方で区切ると、気がつくことあると思うけど」と発問し、「時間」という見方で区切

るようにと具体的な視点を明示した。これは、関連するこれまで調べて共有したことわざや言い伝え(古い情報)と、それらを解釈する時間という視点(新しい情報)を明らかにするといった教授方略を講じた場面であると考えられる。

そして、時間の視点から共有されたことわざや言い伝えの意味を捉え直す学習活動が展開された。この学習活動を通じて、子どもは、天気の変化を予想している時間が、他のことわざや言い伝えが数時間後から数日後といった短い間であるのに対し、「ケヤキの芽吹きはその前の気候に影響される」は、次の季節といったずっと後であることを見出した。これは、時間の見方によって情報をモニタリングし、天気の変化を予想している時間が、数時間後や次の日、次の季節など、ことわざや言い伝えによって異なることを見出していた(コントロール)。言い換えれば、レベル1の段階として個人内メタ認知が機能した場面と捉えられる。

以上から、この場面における教授方略「関連ある古い情報と新しい知識を明らかにする」は、理科授業では、子どもにどのような視点でメタ認知させるのか、「その俯瞰すべき視点を明示する」ことであると捉えられる。

### (3) 「新しい情報と古い情報をつなげることを促す」場面

第3時では、数時間後の天気について、ことわざや言い伝えを用いて予想するといった課題が設定された。その際、雲の様子を動画撮影して観察することが子どもから見出された。教師がその観察の意味を吟味することを促した場面を表2に示す。

表2 雲の観察事項を抽出する学習活動

T2	タイムラプスで雲の様子を記録すると天気予想つながらない気がするんだけど。(雲の)様子ってどんなことが言える。
C3	形、色、動き、速度。
C4	どこにいくか。
T3	向かってどこか。
C5	なくなるかなくならないか。
T4	量ってことかな。
T5	いまのをふまえて、ことわざからとりあえず予想してみてくださいか。

教師はまず、雲の様子を観察することと天気を予想することの相違を子どもに自覚させるように発問した(T2)。これは、子どもが雲の様子を観察といった新しい情報と、共有したことわざや言い伝えを関連させるよ

うに促したと考えられる。さらに、その相違に対して、雲の様子とは具体的に何を指しているのか、これから観察する要素を見出すことを促した。これは、「新しい情報と古い情報をつなげることを促す」といった教授方略を選択した場面であると捉えられる。これによって、子どもは雲に関する自己の既有情報から色や形(C3)、流れ(C4,T5)や量(C3,T4)といった雲の流れや雨雲の存在につながる観察事項を見出した。この学習場面の生起は、具体化した雲の観察事項とことわざや言い伝えを関連させて、数時間後の天気を予想するといった、次の学習問題への円滑な接続を可能にした。

以上から、この場面における教授方略「新しい情報と古い情報をつなげることを促す」は、理科授業では「これまでの学習と次に学習することの間にあるギャップを明示する」ことであると捉えられる。

## 4.2 レベル2の段階

第3時の後半から第4時にかけて、数時間後の天気の予想について、自己の考えを教室全体で共有し、その理由を吟味する学習活動が展開された。ここでは、単なる天気の予想ではなく、どのようなことわざや言い伝えからその予想を立てたのか、方略の選択のプロセスを明示することを教師は促した。そして、第5時では、実際の天気の結果を受けて、使用した方略を評価する学習活動が展開された。こうした課題に対する方略の選択や評価を行う学習活動は、レベル2を意図した授業デザインであると解釈できる。以下、レベル2における教授方略を抽出し、その教授方略によるメタ認知の機能を検討した。

### (1) 「取り組みを評価する」場面

表3は、第3時の後半から第4時における、自ら吟味した天気の予想とその理由や根拠を教室全体で共有していく場面の発話プロトコルである。

C6は、「北に向かう雲は雨、南に向かう雲は晴れ」という言い伝えを根拠に、直接観察した事実と対応させて、晴れという予想を見出した。同様に、C7は、直接観察した事実と「西の空が晴れているときは晴れ」という言い伝えから、自ら論理操作を行って、逆説的に雨になると予想した。これは、レベル1で具体化した雲の様子についての観察事実をモニタリングし、ことわざや言い伝えと対応させるなどの論理操作(コントロール)が行われた。言い換えれば、レベル2の段階としての個人内メタ認知が機能した場面であると捉えられる。教師は、これらの子どもの表現を見取り、重要な情報として「雲の位

表3 選択したことわざや言い伝え（方略）の共有場面

C6	この後の天気は晴れになると思いました。ことわざにあるんだけど「北に向かう雲は雨、南に向かう雲は晴れ」って書いてあって、南ってわけじゃないけど、雲の動きは、南西に向かってたから晴れになると思いました。
C7	はい、それに対して、僕は雨になると思います。わけは南西っていうのは西よりだから、「西の空が晴れているときに晴れ」っていうのを反対にすれば、西の空が雨雲で曇っていれば曇りか雨だから。
T6	今、ポイントとして雲の位置が南や北、東、西っていうことが理由としてできましたね。皆さん、どうですか？
C8	僕はC7さんと同じで、これからの天気は雨になると思います。理由もほとんど一緒なんですけど、西に、雲が西にないと晴れっていうので雨になると思いました。

置や方角」を価値付け、他の子どもへ着目を促した(T6)。つまり、これは、C6, C7のメタ認知の過程が表出した表現のうち、俯瞰すべき根拠や理由について「表現(取り組み)を評価」した場面であると捉えられる。この教授方略によって、個人内メタ認知の機能を評価するだけでなく、問題に対して、他者はどのようにメタ認知を機能させたのかを共有することが可能になった。さらに、俯瞰すべき情報に対しての教師のフィードバックも共有できたことを意味している。こうして子どもは、天気の変化に関わる要素として、「雲の動きや位置(方角)」が重要な意味を持っていることを見出した。

以上から、この場面における教授方略「取り組みを評価する」は、理科授業では、「俯瞰すべき情報を価値付ける」ことであると捉えられる。

### (2) 「部分的な方略を提案する」場面

第4時では、観察結果の考察を行った(表4)。まず、観察結果が雨だったことを全体で共有した。その際、教師はC9-1の考えを取り上げ、撮影した動画から西の空の様子と雲の流れが北から南であったことを確認した。次に教師は観察結果について、2つの方略から検討することを促した(T9)。これはC9-1の表現や観察事実を基に、評価すべき2つの「部分的方略を提案する」教授方略を講じた場面であると考えられる。この教授方略の選択によって、焦点化された2つの方略の評価が行われた。

まず、C9-3は、西に雲があり、その雲が流れてくるから雨であると表現した。つまり、C9児は、観察事実と矛盾している情報を抽出し、根拠としてしまう誤ったモニタリングを機能させた。その点に関して、C10は曖昧な

ながらもその矛盾点を指摘した。しかしながら、C10では適切にメタ認知の過程が表出されていないため、C10の考えに対する理解に差があった(C11, C9-4)。そこで、教師はC11に説明を求めた。C11やC12は、観察事実を抽出し、C9-3の観察事実との矛盾点を他者に伝わるように説明した。これは、C10を起点に、自己の認知過程を振り返り、観察事実を適切に評価し、C9-3の矛盾点を修正する社会的メタ認知が機能した場面と解釈できる。

表4 観察事実を基に使用した方略を評価する学習活動

【天気の結果(雨)の確認】	
C9-1	予想通り。やっぱり西が曇ってたから雨になった。
T7	ちょっとごめん。今C9さんが西の雲がくもっていたからって。もう一度。
C9-2	西の空が曇っていたから、雨になった
【タイムラプスで西の空と雲の流れ(北から南)を再度確認する】	
T8	てことはこの後の天気の前報でずっと雨だった、ほぼ北から南に雲が動いていたんだけど、理由としては、(C9の)西に雲があったから降り続いた。というのを検証していきましょう。
T9	前回話がでてたけど、ほぼ北から南に雲が動いていたから降り続いていたの？それとも西に雲があったから降り続いていたの？
C9-3	えっと西に雲があったからその雲が流れてくるから、だから雨が降ったのかなって思います。
C10	ええと北から南に雲が流れてるから、別に西が曇っても・・・。
C11	あ、そういうことか。同じです。
C9-4	え、どういうこと？
T10	C11さん、どうぞ。黒板つかってもいいよ。
C11	北に例えば雲があって。結果は南に雲がうごいてた、で南に雲がもくもくもくってながれてた。でも原因では、西から雲が流れていったから、それだとおかしいって。
C12	C11さんのいったこういう雲があったときに南に流れていって、でも予想通り西にあった雲がながれてきたっていうのは、あ、違う違うそうじゃない。結局は北から南に流れてたから、西とか東っていうのは、関係ないんじゃないかっていうこと。
T11	それでいうと予想通りっていうのはどうなの。
C9-5	雨が降ったっていうのは予想通りだけど、西に(雲)があったときっていうのじゃなくて、北から南に雲が流れてきたから雨がふる。

さらに、教師は、C9-1の発言を基に、これまでの対話過程を振り返ることを促した(T10)。これによって、C9-5は、これまでの対話過程によって表出されたメタ認知の過程を評価し、自己の考えを観察事実と整合した考えと修正した。すなわちレベル2の段階として社会的メタ

認知を通じて個人内メタ認知が活性化すると捉えられる。これは、方略の選択や使用した方略の評価を通じて、徐々に子どものモニタリングの範囲が拡張していることを意味している。

以上から、この場面における教授方略「部分的な方略を提案する」は、理科授業では「吟味すべき考えを取り上げる」ことであると捉えられる。

### (3) 「質問する」場面

第5時では、前時までの学習を踏まえて、明日の天気を予想する学習活動が展開された(表5)。まず、教師は予想をする前にこれまでの学習活動を振り返り、さらに必要な情報がないかを吟味させた(T12)。

その発問によって、C13-1は「風」といった要素が情報として知りたいと表現した。さらに、教師は、どうしてその要素が必要なのか、その理由を問うように質問をした(T13)。これは、教師が根拠や理由が明示されるように「質問する」といった教授方略を選択した場面であると捉えられる。そしてC13-2は、これまでの学習の中で、価値付けられた「雲の流れ」という要素と「風」という新たな要素の関連付けを図った。これは、2つの要素を抽出し、要素間を関係付けるといった個人内メタ認知が活性化され、表現された場面と考えられる。教師はこのメタ認知の機能を価値付け、俯瞰すべき理由について教室全体で共有した(T14)。

表5 天気予想に必要な要素を再吟味する学習活動

T12	もうちょっと正確に予想するのに何が必要？
【子どもは個人で天気予想に関わる情報を吟味する】	
C13-1	風。
T13	なんで風が必要か、もう少し教えて。
C13-2	(雲の)流れとかも、もっと風が強くなったらとか向きがわかったら、雲の流れとかもわかって予想しやすいかなって。
T14	風の強さと向きが雲の流れに関係する。なるほど。

この場面において、教師が理由を問うことによって、子どもの活性化されつつある個人内メタ認知のモニタリングやコントロールの機能が、説明の中に表出された。こうしたメタ認知の過程の表出が他者と共有される時、モニタリングの範囲の拡張がなされ、より考えの妥当性が吟味しやすくなると考えられる。これは、レベル2の段階における社会的メタ認知の機能の高まりである。実

際に、この2つの情報を関連させるメタ認知の機能によって、天気の変化の要因は、雲がどの方角から流れてくるかではなく、雲の流れは風向きに起因していることを教室全体で見出した。そして、この学習場面を通じて、前次の観察事実である「北から南に雲が向かうと雨」は、風向きが関係していたことや、西の空は天気の変化に関係がないといった考えは、雲の流れはその時の風向きと関係があるといった考えへと修正されていった。

以上から、この場面における教授方略「質問する」は、理科授業では「理由や根拠を質問する」ことであると捉えられる。

### 4.3 レベル3の段階

第6～7時では、これまでの学習過程を振り返り、明日の天気を予想する学習活動が展開された。その際、衛星画像とアメダスといった視覚的モデルや情報が教師から掲示されることによって、多様な情報から精査した天気予想を行うように子どもに意識させた。これは、多様な情報を吟味させる学習活動の設定としてレベル3の段階であると解釈できる。以下、レベル3における教授方略を抽出し、その教授方略によるメタ認知の機能を検討した。

#### (1) 「共起表現」の作成場面

第6時では、前時で予想した天気予想の結果を共有して、これまで使用してきた天気予想に関わる方略を評価する学習活動が展開された。まず、曇りだったという結果を受けて、子どもは自分の使用した方略を振り返り、考察を行った。その考察を共有した場面を表6に示す。

C14は、表3に示した「西の空が晴れているときが晴れ」という言い伝えの意味を再吟味した。具体的には、明日の天気を予想するためには、言い伝えに「雲の流れは速い」という前次の観察事実を関連付けて、その場から見える西の空よりもっと遠くの空を見る必要があると表現した。これは個人内メタ認知として、観察事実から言い伝えを評価するモニタリングと、もっと遠くから流れてくる雲に注視しなければならないと局所的な見方から全域的な見方へと修正するコントロールが機能した場面だと考えられる。そして、この考えに対して、C15は「その日」の天気といった時間軸を加味し、表現した。これは、C14の「もっと遠くの西の空を見る」といったメタ認知の過程をモニタリングし、時間軸と西の空の様子を関連付ける(コントロール)、社会的メタ認知が機能したと考えられる。さらに、C16、C17-1によって、C15

の考えは発展し、C17-2 で具体的に説明した。すなわち、いつの天気を予想するかによって、吟味すべき情報が異なることを見出したと言える。これは、C14 と C15 の考えを関連付ける社会的メタ認知が機能したと捉えられる。さらに、C17-2 のように「ほかの県の雲の様子や天気を見ればよい」といった具体的な方略を選択するといったレベル3の段階として個人内メタ認知の機能も活性化していると考えられる。

表6 使用した方略の再吟味を行う学習活動

C14	結果から「西の空が晴れていたら晴れ」っていうのは、もっと高いところから遠くまで見渡さなきゃいけないと思います。わけは、iPad でタイムラプスでとったときに、雲の流れがすごい速かったから、もっと高いところから遠くまで見渡して、遠くのところまで（雲が）なかったら晴れてしまわないといけないんじゃないかなって思いました。
C15	C14 さんとの付け足しで、西の空が「その日」晴れていないと晴れないんじゃないかなって思いました。30周年の日（天気を予想した日）に、西の空が曇っていたりしていたりしたから、その一日前に西の空が晴れているかどうかは関係ないと思いました。
C16	その日の天気は、その日の西の空を見えればいい。
T15	見た方がいい。
C17-1	2, 3日後の天気は西の空を見るだけじゃだめ。
T16	どういうこと？
C17-2	北西から雲が流れてくるから、大阪とかの天気を見た方がいい。そうすれば、遠くのもわかる。（雲が）遠くからくるから、ほかの県を見ればよいと思う。

ここで、C17-2 によって表現された「大阪などの遠くの西の空を見る」といった方略は、教師によって提示された衛星画像とアメダスの情報が結びつくことによって、視覚的に意味付けが図られた。これは、教師による視覚的なモデルを提示するといった教授方略によって、「共起表現」の作成が促された場面であると捉えられる。この場面を通じて、C16やC17の考えが、言語だけでなく、イメージを伴った考えへと教室全体で発展した。そして、後述する表8のように、衛星画像を用いた客観性を伴った考えの妥当性の吟味が可能になった。これは、実際に表6で構築した考えが、衛星画像やアメダスといった視覚的なモデルが結びつき、この教室における「共起表現」になったと考えられる。

以上から、この場面における教授方略「共起表現」は、理科授業では、「視覚的なモデルの提示」をすることであ

ると捉えられる。

(2) 「協働に役割を割り当てる」場面

表7は、第7時における、これまでの学習を踏まえて、もう一度明日の天気を予想する学習場面の発話プロトコルの抜粋である。

表7 明日の天気予想を共有する学習活動

【教室全体で予想を確認する（ほとんどが晴れと予想）】	
T17	C18 さん、なんで雨？
C18	さっき（外を）見て雨雲、西の方に乱層雲があったから明日は雨だと思いました。
T18	皆さん見えましたか？晴れ予想の人もどうですか
C19	さっき、C14 さんがもっと遠くまで西の空をみなきゃいけないって言って、それで雲の画像を確認して、（C18 さんが言っている）西の空に乱層雲があったのはご近所なので、すぐ行っちゃうから、すぐあとの天気はそうかもしれないけど、明日の天気は違うと思う。
C20	遠くに雲が見えて、行っちゃうなと思うまで、1時間もかかないから、たぶん今、西の空に見える雲は、1時間くらいしたら（雲は）行っちゃうと思うから、明日の天気は関係ない。
T19	C18 さんどうですか？今の意見で参考になったところありますか？さっき、今見えている空の情報だけはわからないから、ほかに必要な情報を確認したよね。大阪は晴れたとか、雲画像にほとんど西に雲はないとか。
C21	今のC14、C19のもっと遠くまで見えなきゃいけないっていうのと、C20の1時間くらいで雲が流れていくっていうのを聞いて、晴れだと思った。

まず、教室全体で予想を確認し、教師は、少数の考えであった雨の予想をしたC18に理由を質問した(T17)。C18の表現から、根拠を表出するといったメタ認知は機能しているものの、表6の学習過程を自己に取り入れることができていると捉えられる。

その上で、全体へC18の考えを吟味するように促した(T18)。これは、C18が異なる考えの情報提供者となるように「協働に役割を割り当てる」といった教授方略を講じた場面であると捉えられる。この教授方略の選択によって、C19は、C18の根拠となる観察事実をモニタリングし、局所的な見方と全域的な見方を適用（コントロール）した。この場面は、レベル3の段階としての社会的メタ認知が機能したと考えられる。C20も同様に社会的メタ認知の機能によって、雲の流れの速さを根拠として抽出（モニタリング）し、どのように西の空を俯瞰するかを時間軸で捉える（コントロール）といったメタ認知の過程が明示されたと解釈できる。さらに、C21のよ

うに、表出された他者のモニタリングやコントロール過程を俯瞰し、有意味な情報を基に自己の考えを修正した。この場面は、レベル3の段階として、社会的メタ認知を通じて、有意味な他者の情報を自己に取り込む、個人内メタ認知が活性化している証左であると考えられる。

次に、明日の天気予想を、衛星画像を用いて吟味する場面を表8に示す。晴れと予想した子どもは、曇りと予想した他者にその理由を説明することを求めた(C22)。これは、メタ認知の機能の高まりによって、他者の考えへとモニタリング範囲を拡張し、考えの妥当性を吟味しようとしていると考えられる。C25は、曇りと予想したC23、C24-1の考えに対し、図4に示すように、衛星画像を用いて適切に評価し、雲の流れを捉え、自己の考えを表現した。この場面は、レベル3の段階として社会的メタ認知が機能したと捉えられる。また、C24-3は、C25の説明における重要な根拠を適切に評価でき、自己の認知の変容を捉えることができています。

表8 視覚的モデルから妥当性を検討する学習場面

C22	曇りの日とはなんで曇り？
C23	ここにある雲が流れてくるのかって。
T20	この雲映像どうですか？ほかの人から見て。
C24-1	これが今だから、この上にある雲が(横浜に)来る。
C25	僕は晴れだと思います。C24さんが言っていたのが、(図4を指しながら)朝の9時の話だから、朝の6時から朝9時の時点でこの雲(C23、C24-1が指していた雲)は半分くらいここ(東北)に移っていたから、そのままこの台風の流れと似ている流れに沿っていっているから、ここ(横浜)には雲はこないと思う。
C24-2	そう思います。
T21	え？どこを聴いて納得したの？
C24-3	今の「時間で雲の流れが変わる」というので、意見変えます。

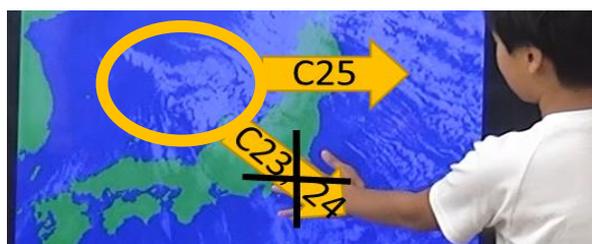


図4 衛星画像を用いた予想の吟味

こうした「協働に役割を割り当てる」といった教授方略は、教室全体における様々な子どもの考えを情報リソ

ースとして価値付けた上で、子ども同士でその妥当性の吟味を促すことを意味する。さらに、その吟味を通じた考えの変容を子どもに自覚させることが、レベル3の段階として社会的メタ認知と個人内メタ認知の関連を強化する手立てになると考えられる。

以上から、この場面における教授方略「協働に役割を割り当てる」は、理科授業では、「様々な考えの妥当性の吟味を促す」ことであると捉えられる。

## 5. 本研究の総括

本研究では、社会的文脈を考慮したメタ認知の機能を促す具体的な教授方略及び授業デザインの視点について、小学校理科授業を事例的に分析した。

本検証を通じて、理科学習として具体化した教授方略を集約し、図5に示す。具体的には、以下の諸点が明らかとなった。

- ・レベル1の段階における教授方略は、子どもに個人メタ認知を機能させるための視点を具体化するように機能した。それによって、子どもはことわざや言い伝えに含まれるキーワードや観察可能な視点、時間軸といった様々な視点を基に情報を抽出、評価することが可能となった。そして、雲の観察事項をより具体化したり、天気の変化に関わる自己の考えを見出していった。

- ・レベル2の段階における教授方略は、子どもの個人内メタ認知を活性化させ、その過程を表出させるように機能した。具体的には、教師による価値付けや質問を通じて、「雲の動きや方角」、「風」といった天気の変化に関わる要素が同定されるだけでなく、その情報が必要となる根拠や、要素間を関連付けるといったモニタリングやコントロール機能が説明の中に出した。こうした表出と連動して、子どもはモニタリング範囲を拡大し、社会的メタ認知を機能させた。これは、他者のモニタリング機能を介して、問題解決に必要な自己の有する情報や自他の考えの矛盾点に対する「気づき」や「評価」の質が向上したことを意味する(図5 A 枠)。これによって、ことわざや言い伝えと観察事実が結び付き、天気の変化に関わる要素の意味付けが図られた。

- ・レベル3の段階における教授方略は、表出されたモニタリングとコントロールの機能に対して、社会的メタ認知が働くように機能した。具体的には、西の空の雲の動きを、全域的に捉えたり時間軸と関連付けたりと、他者の認知やメタ認知を横断しながら、それまで直接観察で

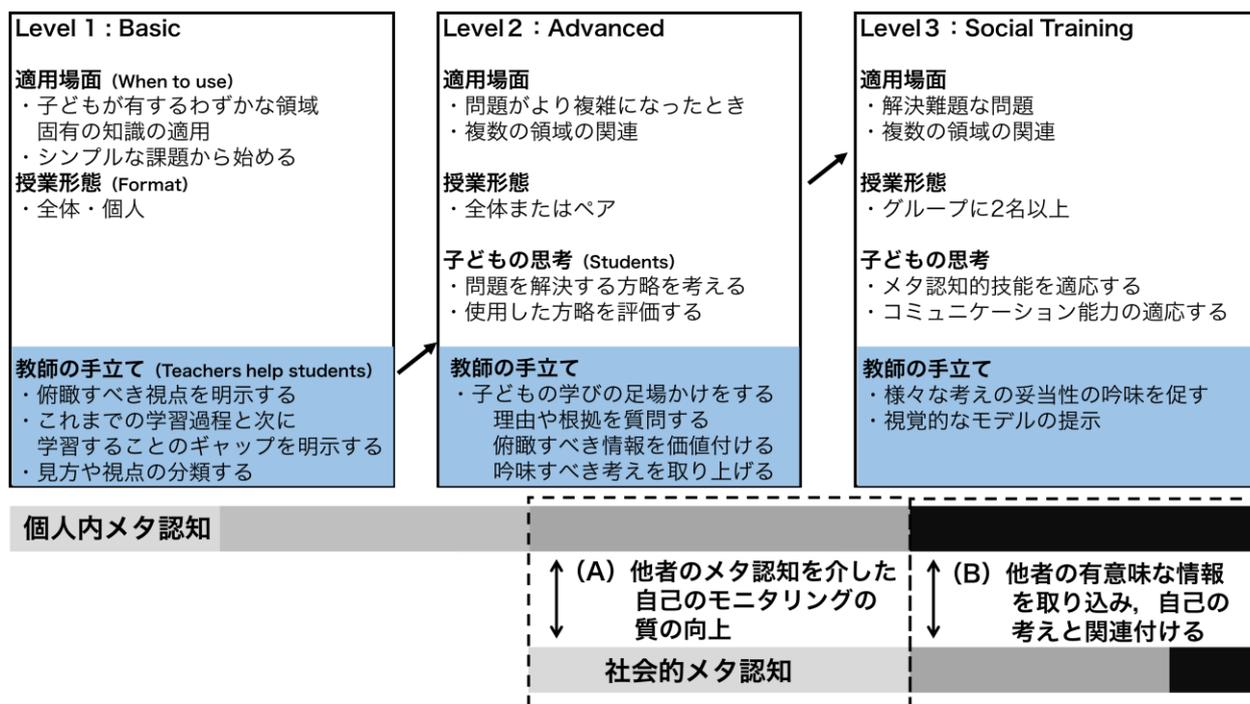


図5 理科学習における社会的メタ認知を促す実践モデル

見出した局所的な見方が全域的な見方へと教室全体で発展していった。そして、その見方は、衛星画像やアメダスといった視覚的なモデルとして具体化され、局所的な見方や全域的な見方を働かせることを通じて、天気の変化に関わる科学概念が構築された。これは、社会的メタ認知を通じたモニタリングとコントロール機能の往還が、有意義な情報を自己に取り込み、関連付ける個人内メタ認知の機能を促進することを意味する (図5 B 枠)。

このように、各レベルにおける教師の意図的な教授方略の選択によって、2つのメタ認知機能の関連が成立し、科学概念が構築されることが明らかとなった。

#### 引用・参考文献

Chiu, M.M. & Kuo, S.W. (2009). FROM METACOGNITION TO SOCIAL METACOGNITION: SIMILARITIES, DIFFERENCES, AND LEARNING, *Journal of Education Research*, Volume 3, Issue 4, 1-19

深谷達史 (2011) 「科学的概念の学習における事故説明プロンプトの効果—SBF理論に基づく介入—」『認知科学』 Vol.18, 190-201

猪口達也・宮村連理・和田一郎 (2018) 「理科学習におけるメタ認知機能を促進する教授要素に関する研究」『教育デザイン研究』, 第9号, 162-171

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』 第33巻, 第3号, 31-40

文部科学省 (2017) 「小学校学習指導要領解説 理科編」東洋館出版社, 94-95

Nelson, T.O. & Narens, L. (1990). METAMEMORY: A THEORETICAL FRAMEWORK AND NEW FINDINGS, *THE PSYCHOLOGY OF LEARNING AND MOTIVATION*, VOL. 26, 125-173

Pablo, B. & Kennerth, D. (2012). *Social Metacognition*, 1-18

和田一郎・熊谷あすか・森本信也 (2013) 「理科学習におけるメタ認知と表象機能との関連についての研究」『理科教育学研究』 第53巻, 第3号, 523-535

和田一郎・宮村連理・澤田大明・森本信也 (2015) 「理科学習におけるメタ視覚化の概念とその社会的相互作用を通じた変容過程の分析—中学校理科「物質の成り立ち」の単元を事例として—」『理科教育学研究』 第56巻, 第1号, 75-92

山下修一 (2005) 「メタ認知開発に焦点を当てたコミュニケーション活動の改善—完成に関する課題を例にして—」『科学教育研究』 Vol.29, No.1, 66-77