

# 理科における協働的知識構築を促進する学習環境デザイン

後藤 大二郎\*・和田 一郎\*\*

## Designing the Learning Environment to Promote Collaborative Knowledge Construction in Elementary School Science

GOTO Daijiro \* , WADA Ichiro \*\*

### 1. 問題の所在と研究の目的

学習指導要領改訂に向けた答申において中央教育審議会は、これから複雑で予想困難になる社会の中においても人間は、「多様な文脈が複雑に入り混じった環境の中でも、場面や状況を理解して自ら目的を設定し、その目的に応じて必要な情報を見だし、情報を基に深く理解して自分の考えをまとめたり、相手にふさわしい表現を工夫したり、答えのない課題に対して、多様な他者と協働しながら目的に応じた納得解を見出したりすることができるという強みを持っている。」と、指摘している（中央教育審議会、2016：10）。その上で、「主体的に、対話的に、深く学んでいくことによって、学習内容を人生や社会の在り方と結びつけて深く理解したり、未来を切り拓くために必要な資質・能力を身に付けたり、生涯にわたって能動的に学び続けたりすることができる」として、今回の改訂が目指すところを示している（中央教育審議会、2016：47）。ここに示された「未来を切り開くために必要な資質・能力」を、①「何を理解しているか、何ができるか（生きて働く「知識・技能」の習得）」、②「理解していること・できることをどう使うか（未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成）」、③「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか（学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養）」の三つの柱に整理し、全ての教科等の目標及び内容を再整理している（中央教育審議会、2016：28-31）。

学習指導要領が上述のように改訂がなされた背景には、コンピテンシーに基づく教育改革の世界的潮流がある。知識基盤社会の中で今日的に育成すべき能力像として、断片化された知識や技能ではなく、意欲や態度などを含む人間の全体的な能力をコンピテンシー（competency）として定義して、それを元に目標を設定し、政策をデザインする動きである。勝野（2013：45-57）は、その代表的なものとして、OECDのDeSeCoプロジェクト、及び21世紀型スキル運動を挙げており、その潮流はオセアニア、ヨーロッパ、北米アジアに広がっているとしている。これらのコンピテンシーはいずれも、他者と協力して問題解決に取り組み、新たな価値を創造する力の育成について言及しており、協働学習の実践が求められている。

Bransfordら（2000：279-280）は、資質・能力の育成についての知見について、「人はいかに学ぶか」に関わる心理学や認知科学、学習科学などの研究を踏まえて、理論研究と実践をつなぐ教育の在り方の示唆を与えている。子どもたちは教室の中で、互いの考えを参考にしたり、話し合いを通して学び合ったり、協働的に問題解決に取り組んでいる。こうした協働学習に関して多くの研究がなさ

---

\*連合学校教育学研究科

\*\*理科教育講座

れ、その利点と同時に問題点についても指摘している。例えば、社会的偏見や学級内での評価が知識構築に影響を与えていることや、十分に理解していない子どもがいても、それが隠蔽される危険性などである。協働学習の利点と、すべての子どもにとって有益なものにするための方法を探究する必要があると述べている。

協働学習の利点について秋田（2010：129）は、次の4つの点を指摘している。第一には、説明や質問を行うことで自分の不明確な点が明らかになり、より深く理解できるようになる理解深化という点である。また第二には、集団全体としてより豊かな知識ベースを持つことができるので、限られた時間内で思考が節約でき、アクセス可能、利用可能な知識が増える点である。第三には、相手の反応等の社会的手がかりによって、自己の認知過程や思考のモニタリング（評価調整）ができる点である。そして第四には、やりとりをすることで参加への動機が高められ、同じ意見や活動を共有することによってグループ（徒党）意識が高まること等が挙げられる。藤江（2010：146）は、多様な他者との相互作用を前提とした協働学習において、複数の人間のスキーマ（どのような状況でも用いることができる抽象的で一般化された知識）に接することで、「個人のスキーマが量的に増加するというだけではなく、経験の多様性に基づいて質的にも多様なスキーマの形成が期待できる」と述べている。さらに他者の問題解決の過程を観察することで、ある程度客観的に捉えることができ、自らの思考過程をメタ認知して自己調整する契機を生むことを指摘している。

これらの指摘を統合すると、協働学習の必要性とともに、その利点を促進する環境の重要性が今後さらに増していくことは明らかである。そこで、本研究では協働学習と共同体の捉えについて概観し、理科学習における協働的知識構築を促進する学習環境デザインの示唆を得ることを目的とする。

## 2. 理科学習における学習環境デザイン

### 2. 1 学習環境と共同体

美馬・山内（2005：191-210）は学習環境デザインの要素として、「活動」、「空間」、「共同体」の3つを挙げている。学校教育の文脈において、「活動」は教育課程や単元・授業デザインとして、「空間」は教室における机の配置や掲示物、教材、ICT機器等の物理的環境であると捉えることができる。美馬・山内は、「共同体」について、目標の共有や全員に参加の方法を保障することなどを挙げている。これらは葛藤状態にも耐えられる安定した共同体を作るとともに、創発的な学びの基盤になる多様性を生み出すこととして重視している。これは、学校の文脈において、主体的・対話的な学びの環境であると考えられることができる。細川（2013：105）は「学習環境とは、学習者が経験・内省のプロセスを通して、主体的に人工物（artifact）を結びつけ、学習者が知識を構築することを支援したり、方向付けたりするように人工物を配置したもの」と定義づけている。さらに、人工物とは物理的な「もの」だけではなく、活動や知識、人、時間も含まれることを指摘している。これは、学習環境を学びの共同体として捉え、そこで形作られる人工物を協働的に創造する中で、知識を構築していくことのできる環境であると捉えることができる。久保田（2000：65）は構成主義にもとづく学習環境デザインについて、「構成主義の学習環境をデザインするためには、目標達成のための規則や手順をそのまま当てはめるのではなく、学習者が自立的に学ぶことができ、いっしょにいる仲間や教師と意味のあるやり取りができる促す学習環境を用意することである。それには、構成主義の基本的前提を大切にするための共同体を構築していける環境を整えることである。」と述べている。これらはいずれも、

学習環境のデザインにおいて、主体的・対話的に学習することのできる共同体において、文化的人工物を構築することが重要であることを指摘していると捉えられる。

同様の指摘が、Bransfordら（2000：134）によってなされている。Bransfordらは、学習環境のデザインとして図1に示す学習者中心の環境、知識中心の環境、評価中心の環境を包含した共同体中心の環境の4つの視点について述べている。共同体中心の学習環境について、子どもたちや教師が、学習を価値あるものとみなす高邁な価値基準を共有していることが望ましいと指摘し、教師や教育関係者を含めた共同体に参加する者同士が相互作用し合う環境の必要性を示している。

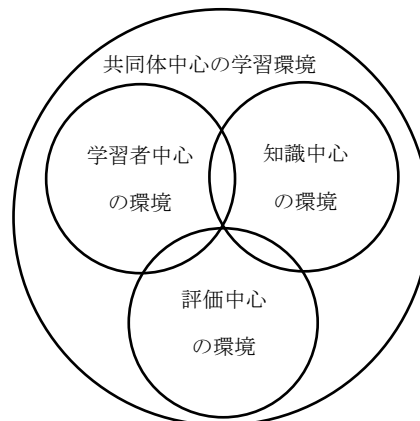


図1 学習環境のデザインにおける4つの視点（Bransfordら，2000）

## 2.2 理科学習における共同体の捉え

森本（2013：95-124）は、理科における学習環境について、「ハードとソフトな側面についての分析が必要である。」と指摘している。図2に示すように、ハードな側面とは、観察、実験器具を代表とする教材、実験室のデザイン、コミュニケーションや情報処理を促進するためのメディア等の物理的環境である。ソフトな側面とは、ハードな環境から適切な情報を抽出させ、適切に処理するための方法について焦点を当てることであるとしている。これは、学習環境のソフトな側面について分析することで、理科学習における学習や教授の様態を明らかにし、協働的知識構築を促進する要素を抽出できる可能性が示唆されたと考えられる。

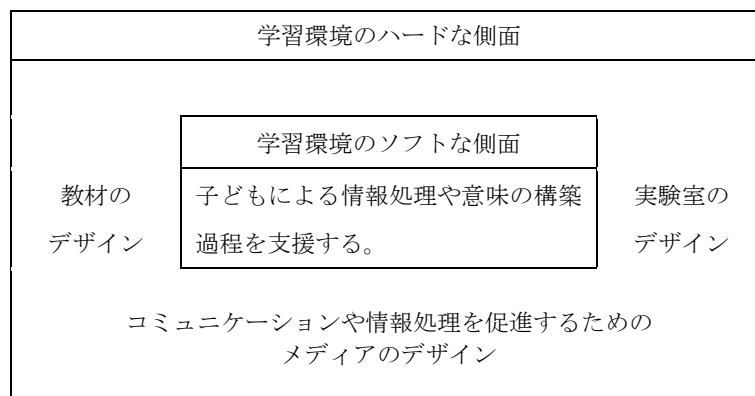


図2 理科学習環境のデザイン（森本（2013）を基に作成）

加えて森本（2013）は、Bransfordら（2000：134）の指摘を理科学習に援用し、共同体中心の環境について、整えるべき条件として次の（1）～（6）の事項を指摘している。

- （1）子ども一人ひとりが、自然事象について構築した考え方を自由に表現できる。
- （2）子ども一人ひとりのどのような表現も、子ども同士あるいは教師により価値づけられる。
- （3）子ども一人ひとりが、自然事象について考えたことを表現することから学習が始まることを自覚している。
- （4）子どもは自らの表現について、常に振り返り、すなわちメタ認知を行なっている。
- （5）科学概念が協働的に構築されることを、子どもが自覚している。
- （6）教師が子どもの学習のカリキュラムを常に教育のカリキュラムから解釈し、徐々に更新させようとしている。子どももこのことを受け入れている。

これらの条件はいずれも、レイヴとウエンガー（1993：80）による共同体の定義にも関連付くものである。共同体とは、「参加者が、自分たちが何をしているのか、またそれが自分たちの生活と共同体にとって、どういう意味があるかについての共通理解がある活動システムへの参加を意味している」。すなわち、子どもにとって共同体に参加して学習すること自体が、主体的・対話的で深い学びにつながることを示唆していると考えられる。

森本が（1）において指摘している、子ども一人ひとりが自然事象について表現した考え方は、（4）のメタ認知、すなわち経験と内省のプロセスを通じて、（5）において科学概念として構築される。これは、細川（2013）の学習環境の定義における人工物として捉えることができる。また、この人工物が（2）において価値づけられ共同体に受け入れられるとともに、（6）において教師らによってより科学的なものへと更新されることで、理科学習としての成立が図られると考えられる。（3）の条件については、久保田（2000）の指摘による「目標達成のための規則や手順を当てはめるのではなく、学習者が自立的に学ぶ」ことの内実を表していると考えられる。これらのことから、学習環境デザインにおいて、共同体のデザインがその根幹を成していると言えよう。

### 3. 探究の共同体（Community of Inquiry）

理科授業は、子ども一人ひとりが表現する自然事象についての考えを、共同体において文化的人工物として構築し、教師とともにより科学的なものへと更新させる実践であると言える。換言すれば、理科学習は、共同体において導き出される知識、すなわち文化的人工物の客観性を確保するために科学界が構築してきた探究過程を用いて成立すると言える。森本（2013）が示した、理科学習における共同体中心の環境に関わり、Garrison（2016）の探究の共同体についての指摘は注目に値する。Garrisonによれば、共同体における探究（inquiry）は、「社会」「認知」「教授」の各側面の関連から構成され、ダイナミックな協働の過程として捉えることができる。これは理科学習に対する直接的な指摘ではないが、探究過程によって成立する理科学習においても、協働学習との関連を精査する上で重要な主張であると考えられる。Garrisonは、探究の共同体（Community of Inquiry, 以下 CoI）を措定し、その構成要素や機能を詳細に論じている。

CoI フレームワークは、思考と学習における協働的、構築的アプローチにおける一貫性のある枠組みである（図3）。個人の認知過程が、目的的学习環境においてどのような影響があるのか研究、理解するための理論として有用である。すなわち、科学概念の構築を目的とする理科学習において、学

習環境を論じる上で、有益であると考えることができよう。これらの重なりが反映された結果として、子どもにとっての深く意味のある学習経験が生じる。

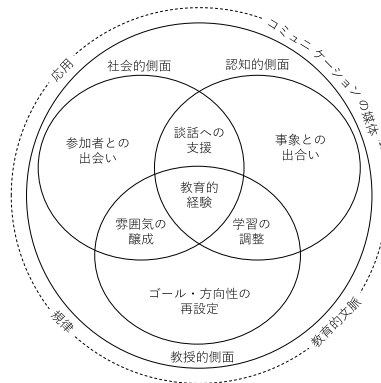


図3 CoI フレームワーク

### 3. 1 CoI フレームワークの3つの側面

#### 3. 1. 1 認知的側面

認知的側面とは、学習者が持続的な内省と談話を通して意味構築を強化する側面である。Garrison は、中でも学習や思考の中核として重要な要素である認知的な側面を、図4のようにモデル化 (Practical Inquiry Model : PIM) している。

この PIM によれば、協働的な探究の実践は、共有化された世界における事象の生起、そして探索、情報の統合と解決の再帰的過程により構成される。また、PIM は協働における学習や思考の過程として、大きく2つの次元を含んでいる。一つ目が、個人と社会を繋ぐ、検討-実行のラインである。これは、個人の内省、そして情報を共有して繰り返し熟考する、個人と社会の繋がりで生じる実践的活動の関係である。二つ目が、個人と共有化された世界の境界に生じる、知覚-概念のラインである。これは、知覚による情報の発散過程と、意味を精査して概念へと収束させる過程を対応付けている。知覚と概念化を境界面として、個人と社会との相互作用が繰り返され、矛盾のない説明の組み立てと共有化できるモデルの構築、およびその活用が協働的に展開される。その過程における個人の内省や談話を通じて、問題解決に向けた方略決定への気づき (メタ認知的気づき) を深め、批判的な思考を高めることにもなる。それは「協働」という極めてダイナミックな世界をアセスメントすることで見いだされる側面である (和田・後藤・猪口, 2019)。

和田・後藤・猪口 (2019) は、この PIM を理科学習に援用し、協働学習の過程を事象の知覚から概念化に至る個人と社会の相互作用過程としてモデル化した。PIM を理科学習の立場から捉え直すと、事象の生起から解決までの再帰的過程は、理解における問題の共有、予想や仮説に基づく観察、実験による検証、そして結果の整理・分析、考察といった探究過程と一致する。自己の既存の知識や考えを他者と共有したり、観察、実験結果など根拠に基づいた議論を行ったりする。この過程が、個人と社会を繋ぐ、検討-実行ラインであると言える。このように構築され、共有された思考の道具としての人工物は、次の問題解決に機能し、新たな実践活動を生み出していくことになる。自分なりに思考し、他者と共有・交渉を通じて合意形成を協働的に行うことで、協働的知識が科学概念へと収束していく。この過程が、知覚-概念のラインであると言える (和田・後藤・猪口, 2019)。

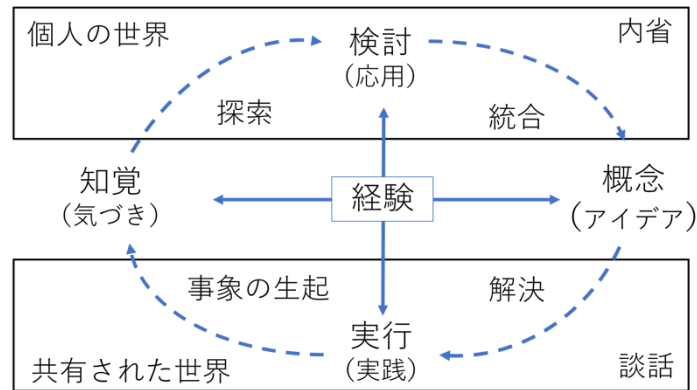


図4 Practical Inquiry Model

### 3. 1. 2 社会的側面

社会的側面とは、参加者が学習過程を認識し、信頼できる環境で意図的にコミュニケーションを図り、仲間の特性を捉えながら関係を築く側面である。社会的側面においては、大きく3つの視点について捉える必要がある。第一に探究の目的である。共同体の概念は、そのグループの目的によって存在が定義づけられている。物理的に同じ教室で学習しているから共同体になるのではなく、同じ問題を解決していくという目的の下であれば、例えば遠隔地の学校と協働して問題解決に当たる場合なども1つの共同体として位置づけられるのである。目的のもとに定義づけられた共同体における探究には、第二の視点である自由で開放的なコミュニケーションの保障が必要である。探究とは、内省的談話と対話的質問から生じる問題解決のためのアプローチである。共同体における探究は、持続的な批判的談話によって、具体的に個人の考えが評価される。したがって、目的の達成に向けたコミュニケーションは、参加者同士の信頼が必要不可欠である。第三の視点は個人的関係性の発展の視点である。CoIは本質的に、人間の社会性と所属欲求に基づいている。モチベーションの維持や感情面での満足が追求される。開かれた価値ある談話によって、相互理解を深めることで、共同体としての団結を強めていく。

子どもたちの持続的な批判的談話を可能にするためには、Edwards & Mercer (1987) が指摘した「グラウンド・ルール (ground rule, 以下, GR)」が有用である。GRとは、「相互の主張や発話内容、発話の意図を正確に理解するために、厳密な言語学的知識に加えて、会話の参加者が保持していることが必要となる暗黙の理解」である (Edwards & Mercer, 1987)。理科学習においては、話し合い活動の前提にある授業規律等がGRに相当すると考えられる。松尾 (2018: 50-75) は、GRを理科学習に援用し、事例研究を行なっている。「自由に表現してみよう」「比べて、つなごう」などのGRを、教師と子どもが共有することで対話が促進され、協働的な知識の構築につながっていると指摘している。

### 3. 1. 3 教授的側面

教授的側面は、有意義な学習を実現するための認知的および社会的プロセスの設計、円滑化、および方向性を構成する側面であり、CoIにおける目的達成とそのため持続的実践に向けた側面である。それには参加者のリーダーシップであり、共同体のデザイン、ファシリテーション、そして、認知および社会的側面の方向づけとしての機能が求められる。具体的には、CoI参加者の意図的主張が、

他の参加者との談話が成立するよう、知識や能力に応じたレベルに合わせることであり、その談話が尚早な収斂や不適切な発散をしないようにすることである。

後藤・和田 (2019a) は、対話を通じた理科授業デザインにおいて、教師が子どもたちに説明責任を求めるとともに、知識構築のために全員に意思決定や責任の受諾を促したりする教授行動を取っている様態を明らかにしている。根拠に基づく説明を求める認知的側面に対する行動だけでなく、GRに基づいた行動を求める社会的側面にも働きかけていることが示されている。

Garrison (2016) は、このような働きかけを教師だけでなく、子どもたちにも求めるとしている。分散した責任は、個人と協働についてのメタ認知的な気づきとともに、協働的思考と学習に多大な影響を与えるからである。すなわち、CoI フレームワークにおいて、個人におけるメタ認知と同様に、共有されたメタ認知が重要になると言える。教師も子どもも共同体の参加者として、共通の目的に向けてその過程をたどる責任が生じている。

猪口・後藤・和田 (2018) は、理科学習における社会的メタ認知の研究を行い、他者のメタ認知をモニタリングすることで、客観性、実証性、公共性が向上した理論を構築する様態を示した。同時に、個人内メタ認知機能についても、より適切な自己の既有情報の再検索、取捨選択、有機的な関連付けといった個人内の情報処理機能の洗練が図られたりしたことも明らかにしている。すなわち、教授的側面が、教師にも子どもにも機能している表れであるといえよう。

これらのことから、Bransford ら (2000) の指摘した共同体中心の学習環境の構築のための視点として、CoI フレームワークの概念は有用であると考えられる。

#### 4. 共同体における協働的知識構築の捉え

##### 4. 1 ジグソー (Jigsaw) 方式と相互学習法 (Reciprocal teaching)

共同体における協働的知識構築について論じるにあたり、Brown の指摘は興味深い。Brown (1992) は、もともと認知発達の研究をしていた。記憶や問題解決の方略、中でもメタ認知に興味をもち、幼い子どもの記憶について、記憶容量と記憶方略についての介入実験を行なった。この方略トレーニング研究の成果を、「簡単な方略を教えると、その場でなら使える」、「しかし、教えた方略は保持されない」と、まとめている。すなわち、幼い子に「方略が有用である」というメタ認知は働いていないという結果であった。Brown は、時間をかけて子どもが日常的に生活する場面で、仲間同士のやり取りを介して教える方法で、長続きするメタ認知能力を教える方略の研究に取り組むようになった。これが Brown の研究を「教育的な実践研究」に近づけていったと考えられる。この研究において特徴的なのは、教え方の方法である「ジグソー (Jigsaw) 法」と「相互学習法 (Reciprocal teaching)」である。

ジグソー法は、人種融合の手法として開発されたものを学習研究に持ち込み、1つの文章を3つに区切って、一人ひとりが三分の一ずつ読解し、後から3人で自分が担当した部分を教えあうことで文章全体を理解させようとする試みである。Johnson ら (2010: 29-57) は、協働学習の方法の1つとしてジグソー法の手順を詳細に紹介している。また、東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構 (CoREF) は、アクティブ・ラーニング型授業の一手法として「知識構成型ジグソー法」を提唱している。これらを理科教育に援用した研究として、出口・吉田 (2011)、龍岡・磯崎 (2016) など、多くの実践及び研究がなされており、その有効性が示されているものの、授業時間が掛かる、

話し合いの過程で誤概念が見られることなどが課題として指摘されている。

相互学習法では、まず教師が子どもに質問し、その後、役割を交代して子どもが教師役になることや子ども同士で教師役を務める。それにより子どもたちは、「要約」、「質問」、「明確化」、「予測」といった方略を身につけ、半年後には学習に困難を示していた子どもも文章の内容を読み、書かれたことに基づく推論ができるとしている (Palincsar and Brown, 1984)。

これらを組み合わせた実践研究として Brown and Campione (1994) は、「学習者共同体育成 (Fostering Community of Learners)」プロジェクトを展開した。学習テーマに対して下位項目グループに振り分けられた子どもたちは、相互学習法を使って資料を読み、内容を確かめる。その後、各グループから1名ずつ集まり、教え合ったり発展問題を解いたりする。この方法を繰り返すことで、難しい資料は自分たちで自発的に相互学習法を用いるようになるなど、子ども自身が知的共同体の一員になっていくと報告している。

#### 4. 2 知識構築 (Knowledge Building)

このような学習における共同体との関わりについて、Scardamalia and Bereiter は「知識構築」の概念を措定している。スカーダマリア・ベライター・大島 (2010) は、「知識構築共同体 (knowledge building community)」について、Brown の「学習者共同体 (community of learners)」アプローチとの比較検討を通して、「導かれた発見 (guided discovery)」から「知識創造 (knowledge creation)」という認識論的移行を検討している。学習者共同体において、社会で確立された知識構造を学習者が自発的に知識を構築するためには、適切に構造化されたメタ認知的学習環境において、その知識を発見できるような支援を提供する必要があると考えた。学習者共同体に対する一種の「足場かけ (scaffolding)」であり、学習者自身が学習者共同体の文化的実践に対してより中心的に参加できるようになることを目指しているのである。このような認識論を「導かれた発見」としている。この認識論に立った場合、現在確立されている知識体系を越える深い概念的理解ができず、学習がそれ自体を問題視し、改善していく実践を含んでいないことに問題があった。

Scardamalia and Bereiter (1987) は、作文の書き方に知っていることを書き連ねる知識伝達型と書くことによって、自分の知識を作り変えて考えを深める知識再編成型があることを突き止めた。書くことに熟達している子どもは、知識再編成作業に時間を掛けており、書くことによって学ぶことができる。しかし、作文が苦手な子どものほとんどは作文を知識伝達だと考えており、作文するために考え直すことをしない。理科学習において森本 (2007: 28-29) は、自然事象についての気づきや考え方を文章で表現することの意義について言及している。ことばの使い方を意識させることにより、科学的思考の方法を身につけさせ、ことばの使い方を通してその考え方の必要性、有用性を子どもに徐々に実感させていくことを指摘している。すなわち、自然事象を知識伝達型で単に記述するのではなく、知識再編型の書き方をすることで思考力を育成することができる。これは、換言すると知識再編型の書き方が、資質・能力の育成に寄与すると捉えることができる。このことから、どのような能力の子どもにも知識再編型の書き方ができるようにするために、知識構成の支援研究を進展させ、「導かれた発見」による問題点の克服につながる、「知識構築共同体」を提唱した (Scardamalia and Bereiter, 1996)。

知識構築共同体における知識に関する記述とは、人々の心にあるものの記述ではない。人が変わればその記述もまた異なるが、その違いについては自由に議論することができ、そこから知識の発展に



つながる可能性がある。既存の知識に新たな情報を加え(build on), 協働的に新たな意味を作り出す学習である。したがって、知識は単に蓄積されるのではなく、進展していくものだというのが暗黙の前提となっている。このような視点に立った時、知識構築は子どもを知識創造の文化へと導き、子ども自らが知識の最先端を進展させる、文化全体の試みの一端を担う活動であると言える。そのため、知識創造の共同体においては、何を頭に蓄えたかではなく、共同体への貢献度によって人が評価されることになるのである。これは、Garrison (2016) の CoI フレームワークにおいて、教師も子どもも共同体の参加者として、共通の目的に向けた同等の責任を担う考えと同一であると捉えられる。このような学習を可能にするために、CSILE (Computer Supported Intentional Learning Environment: コンピュータに支援された意図的学習環境)が開発された(Scardamalia and Bereiter, 2006)。

#### 4. 3 協働的知識構築 (Collaborative Knowledge Building)

CSILE は、コンピュータ支援による協働学習 (Computer Supported Collaborative Learning : CSCL) の1つとして位置づけられている。CSCL では、主にどのようにすればコンピュータ支援によって学習者が共に学ぶことができるようになるかということに関する研究が行われている。これらの研究によって得られた知見は、テクノロジー活用を意図しない環境においても有用であると考えられる。

Roschelle and Teasley (1995) は、協働 (collaboration) について、「個人による手近の問題解決に関係する交渉や意図の共有過程であり、調整された、同期的な活動である。それらはある問題に対する共有された概念の構築と調整の連続的な試みの結果である。」と定義づけている。Stahl ら (2006) は、この定義について「学習を知識の協働的構築を通して社会に生起するものとして捉えている。もちろん個人はグループのメンバーであるが、彼らの学習は個人的活動ではなく、交渉や知見の共有といった、相互作用の中で生起する。そして学習者は、グループ活動に参加し、グループによって構築、調整された課題を共有する。」と指摘している。さらに「協働学習は、個人をグループのメンバーとして内包する。それだけでなく、あるグループ課題で共有された概念の構築や調整、交渉や意図の共有を含む。そしてそれらは、グループの学習過程において相互作用を通して達成される。もちろん協働学習は、個人的な学習も含むが、それらは個別の学習活動としての要素には還元できない。」と示した。分析単位を個人からグループへとシフトすることは、Scardamalia and Bereiter (1996) が提唱した「知識構築共同体」における知識構築への焦点化と軌を一にしている。

これに関連して、Stahl (2000) は、協働的知識構築モデルを提唱している。共同体における学習環境が、個人の知識構築過程と共同体の知識過程が相互に関連していることを、図5を用いて示した。知識構築モデルの左下、個人の理解のサイクルの「暗黙の前知識」から始まる。学習活動を通して前知識が意識化され、問題として個人の考えに現れてくる。この考えが言語化され、他者の意見とともに話し合われることで、根拠を基に精緻化されていく。この議論の中で、それぞれの言葉の意味が明確になり、共同体で共有された理解となる。複数の共有された理解は、その有用性についての視点が交渉されることにより協働的知識となる。さらに客観性を持ち形式化されることによって、共同体において活動に使用される文化的人工物が形作られる。個人の考えは、この人工物とともに意味の明確化が行われ、個人の理解につながり、これが個人内で受容されることにより暗黙の前知識となる。

この人工物こそが、知識構築共同体によって示された知識創造の内実であり、その過程をモデル化

したことによって、実践及び分析が可能になったと言える。

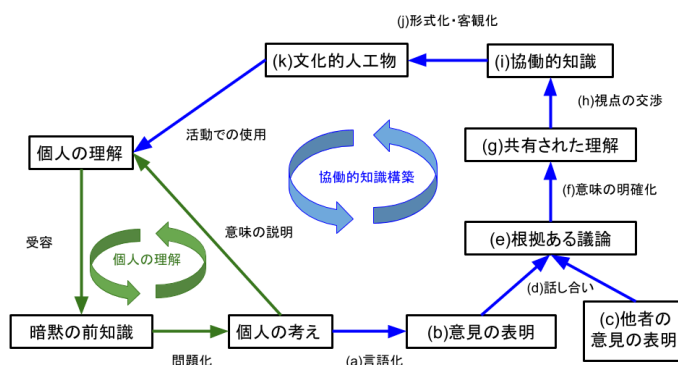


図5 協働的知識構築過程モデル (Stahl, 2000 を基に作成)

後藤・和田 (2019b) は、この協働的知識構築モデルを理科学習環境デザインに援用し、子どもが協働的により合意形成を図りながら、文化的人工物を構築していく様態を明らかにした。小学校第3学年「かげと太陽」の単元において、「かげがうつる方が北」「昼の時はかげが北」といった文化的人工物の構築過程を分析した。これを個人の理解に取り入れた子どもたちは、さらに、時間的な見方を働かせた視点の交渉により、他の時刻のかげと太陽の位置の観察を行った。その結果、子どもたちがかげと太陽の動きについて時刻によって位置が変わることを突き止め、さらに精緻化した文化的人工物を構築したことを示した。

これは、知識構築共同体における知識創造の過程を明らかにした事例として捉えることができる。換言すれば、理科学習における探究の共同体による学習環境デザインについての示唆が得られたと言えよう。

## 5. おわりに

本研究は、子どもたちが主体的・対話的で深い学びを実現させていくための視点として学習環境に着目し、理科における協働的知識構築を促進する学習環境デザインについて論じることを目的とした。まず、学習環境デザインについて、共同体のデザインについての重要性を明らかにした。その上で、協働的知識構築の意味を精査した。

理科学習において、共同体において構築される文化的人工物と科学界が構築してきた科学概念との間に齟齬が起きることがしばしば指摘される (例えば、龍岡・磯崎, 2016)。この点について、探究の共同体 (CoI) フレームワークは、目的的学习環境における共同体理論として、理科における協働的知識構築を促進する学習環境デザインに有用であると考えられる。今後、授業分析も含めた研究を期待したい。

## 参考・引用文献

- 秋田喜代美 (2010) 「協働学習の過程」『授業研究と学習過程』, 放送大学教育振興会, 126-142.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000) How people learn (Vol. 11). Washington, DC, National academy press, 131-154, 279-280.

- Brown, A. L. (1992) Design Experiments : Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings, *The Journal of the Learning Sciences*, Vol. 2, No. 2, 141-178.
- Brown, A. L., & Campione, J. C. (1994). Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice*, Cambridge, MA, US: The MIT Press, 229-270.
- 中央教育審議会 (2016) 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申)」 Retrieved from [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902\\_0.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf)
- 出口明子・吉田茂興 (2011) 「中学校理科でのグループ学習の実践—ジグソー学習とジョンソンらの協同学習を取り入れた新協同学習」『宇都宮大学教育学部紀要』, 第2部, 第61号, 21-28.
- Edwards, D. & Mercer, N. (1987) Ground-roles of educational discourse, *Common knowledge: the development of understanding in the classroom*, Routledge, 42-61.
- 藤江康彦 (2010) 「協働学習支援の学習環境」『授業研究と学習過程』, 放送大学教育振興会, 143-157.
- Garrison, D.R. (2016). *Thinking Collaboratively: Learning in a community of inquiry*, Routledge.
- 後藤大二郎・和田一郎 (2019a) 「協働学習における対話を通じた理科授業デザイン—小学校第3学年「光の性質」の実践を事例として—」『理科教育学研究』, 第60巻, 第1号, 27-38.
- 後藤大二郎・和田一郎 (2019b) 「協働的知識構築モデルを基軸とした理科授業デザインに関する研究—小学校第3学年「かげと太陽」の実践を事例として—」『理科教育学研究』, 第59巻, 第3号, 367-377.
- 細川太輔 (2013) 「学習環境論の国語科教育への導入: 宮沢賢治 「注文の多い料理店」 の実践」『教材学研究』, 第24巻, 103-110.
- 猪口達也・後藤大二郎・和田一郎 (2018) 「理科学習における主体的な問題解決活動の推進に関わる社会的メタ認知の機能についての事例的研究」『理科教育学研究』, 第59巻, 第2号, 229-242.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T. & Holubec, E.J. (2010) 『学習の輪 学び合いの協同教育入門』 石田裕久・梅原巳代子訳, 二瓶社, 29-57.
- 勝野頼彦 (2013) 「社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則」『教育課程の編成に関する基礎的研究報告書』, 報告書5, Retrieved from [https://nier.repo.nii.ac.jp/?action=repository\\_uri&item\\_id=471&file\\_id=22&file\\_no=1](https://nier.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=471&file_id=22&file_no=1)
- 久保田賢一 (2000) 『構成主義パラダイムと学習環境デザイン』, 関西大学出版部, 65.
- レイヴ, ウェンガー (1993) 『状況に埋め込まれた学習—正統的周辺参加』 佐伯胖訳, 産業図書, 80.
- 松尾健一 (2018) 「子どもによる考えの体系化を支援する理科授業とその評価」 黒田篤志・森本信也編 『深い理解を生み出す理科授業とその評価』, 学校図書, 50-75.
- 美馬のゆり・山内祐平 (2005) 『「未来の学び」をデザインする—空間・活動・共同体』, 東京大学出版会, 191-210.
- 森本信也 (2007) 『考え・表現する子どもを育む理科授業』, 東洋館出版社, 25-43.
- 森本信也 (2013) 『考える力が身につく対話的な理科授業』, 東洋館出版社, 95-124.

- Palinscar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1, 117-175.
- Roschelle, J. & Teasley, S. D. (1992) The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In C. O'Malley(Ed.), *Computer-supported collaborative learning*, Berlin , Germany, Springer Verlag, 69-197.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1987) Knowledge telling and knowledge transforming in written composition. In S. Rosenberg(Ed.), *Advances in applied psycholinguistics: Vol.2. Reading , writing , and language learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 142-175.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1996) Computer support for knowledge-building communities. In T. Koschmann, (Eds.), *CSCL: Theory and practice of an emerging practice*, Mahwah, NJ.: Laurence Erlbaum Associates Inc., 249-268.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006) Knowledge building and knowledge creation: theory, pedagogy, and technology. R. Keith Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press, 397-417.
- スカーダマリア, M., ベライター, C., 大島純 (2010) 「知識創造のための「知識構築共同体」学習環境」『日本教育工学会論文誌』, 第 33 卷, 第 3 号, 197-208.
- Stahl, G. (2000) . A Model of Collaborative Knowledge-Building, *Fourth International Conference of the Learning Sciences*, 70–77.
- Stahl, G., Koschmann, T. & Suthers, D. D. (2006) 「コンピュータ支援による協調学習」 R.K.ソーヤー 『学習科学ハンドブック』 森俊昭・秋田喜代美監訳, 培風館, 326-340.
- 龍岡寛幸・磯崎哲夫 (2016) 「協働的問題解決を生起させる理科授業の特徴 - 「知識構成型ジグソー法」に着目して-」『中等教育：研究紀要』, 広島大学附属東雲中学校, 第 47 卷, 35-40.
- 和田一郎・後藤大二郎・猪口達也 (2019) 「理科における協働学習の意味とその実践的展開に関する研究」『横浜国立大学教育学部紀要. I』 , 第 2 号, 213-223.