

探究の共同体における理科授業デザインフレームワークの開発

—小学校第3学年「音の性質」の実践を事例として—

後藤大二郎¹
和田 一郎²

【要 約】

本研究では、共同体で構築した文化的人工物と科学概念との齟齬の解消にいたるプロセスの解明とその促進のための理科授業デザインフレームワークの開発を目的とした。Garrison (2016) が指定した探究の共同体 (CoI) フレームワークは、認知的側面、社会的側面、教授の側面からなる、目的的学习環境における共同体理論である。実践した授業は小学校第3学年「音の性質」の単元である。事例分析により、教授の側面における実践の原則が機能し、社会的側面及び認知的側面に働きかけることにより、文化的人工物と科学概念との齟齬の解消にいたるプロセスとして、次の3点が明らかになった。(1) 教授の側面における実践の原則が社会的側面に機能することで、思考の表出が促進され、合意形成が図られ、文化的人工物が構築されること、(2) 教授の側面における実践の原則が認知的側面に機能することで、概念の精緻化が図られ、根拠に基づく科学的な概念が構築されること、(3) 文化的人工物と科学概念との齟齬に対してアセスメントが行なわれることにより、ファシリテーション原則及び直接指導の原則が機能し、その齟齬の解消に向けて科学的に妥当な文化的人工物が構築されることである。これにより、CoI フレームワークに基づく理科授業デザインによって、実践ベースで機能する授業デザインフレームワークを開発できた。

【キーワード】 探究の共同体、協働学習、理科授業デザイン

1. 研究の背景

OECD (2018) は、子どもたちが社会の急速な変化に対応していくためには、「明確で目的のはっきりした目標を立てるように学ぶこと、異なる考え方を持った人々と協働すること、まだ利用されていない機会を見つけること、重大な課題に対する複数の解決策を把握することなどが、不可欠な能力となるだろう」と予測している。子どもたちがこのような能力を身につけるために、社会参画を通じて身の回りがより良いものとなるように影響を与えているという責任感をもち、進むべき方向性を定め、必要となる行動を特定する力が求められるとしている。すなわち、共同体において身の回りに責任感をもち、自ら行動していくことのできる学習環境をデザインす

ることが必要であると言える。

また、文部科学省 (2018) は、理科学習において主体的に問題解決しようとする態度として、「児童は、自然の事物・現象に進んで関わり、問題を見だし、見通しをもって追究していく。追究の過程では、自分の学習活動を振り返り、意味付けをしたり、身に付けた資質・能力を自覚したりするとともに、再度自然の事物・現象や日常生活を見直し、学習内容を深く理解したり、新しい問題を見いだしたりする」姿を求めている。

以上のことから、これからの理科授業には、共同体において主体的に問題解決する理科授業デザインフレームワークの開発が必須であると考えられる。共同体において主体的に問題解決する授業デザインについて、Johnson, Johnson and Holubec (2010) による協同学習 (cooperative learning) の理論と実践やスカーダマリア・ベライター・大島 (2010) による知識構築共同体 (knowledge building community), Brown

¹ 東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科・横浜市立能見台小学校

² 横浜国立大学

and Campione (1994) による相互学習法とジグソー法を取り入れた学習者共同体における実践など、これまでも数多くの研究がなされている。

我が国の理科教育において、これらの理論を取り入れた実践及び研究が重ねられてきている。大黒・稲垣 (2006) は、中学校の理科授業における協同学習 (cooperative learning) の導入とその効果の検討を行なっている。協同学習の基本的構成要素を導入した結果、単元内容の定着が高まり、子どもたちが対話やアドバイスを重要であると認めるなどの変容が見られたと指摘している。後藤・和田 (2019) は、「知識構築」における共同体の役割についての価値を認めつつ、その過程の捉えにくさについて指摘した。この解決策として、Stahl (2000) が措定した協働的知識構築モデルを理科授業に援用し、子どもたちが学級文化としての文化的人工物を構築していく様態を示した。

これらの研究は、いずれも学級など共同体において子どもたちが主体的に問題解決する理科授業を行うことで、資質・能力の育成が図られたことを示している。

一方で、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、これが協働学習の成立の困難性に繋がっていることが指摘されている。例えば、龍岡・磯崎 (2016) は、「知識構成型ジグソー法」を用いた協働的問題解決について、「2つの物理量を合わせて比較するような概念形成の一つの手段として有効であったが、話し合い活動の初期段階において誤概念で説明していく班もみられた」と報告している。

こうした、共同体で構築した文化的人工物と科学概念との齟齬を解消し、共同体において主体的に問題解決する授業デザインの実現に向けた検討が不可欠であると考えられる。これに関わり、これら共同体における探究について Garrison, Anderson and Archer (2000) の指摘は、興味深い。Garrison et al. (2000) は、コンピュータを媒介としたコミュニケーションを分析し、個人が目的的に学習している集団としての共同体を「探究の共同体 (Community of Inquiry, 以下 CoI)」と措定した。これは、個人的に意味を構築し、その上で共同体として意図的に批判的な談話と内省に取り組むための教育のフレームワークである。言い換えれば、共同体における思考活動の成果物としての文化的人工物が、矛盾を除去し、高い客観性が保障されて共有化されるまでの動的な教授学習モデルを提供している。したがって、このモデルの理科授業への援用は、共同体で構築し

た文化的人工物と科学概念との齟齬の解消にいたるプロセスの解明とその促進に対して有益な機能をもつと考えられる。

そこで、本研究では共同体で構築した文化的人工物と科学概念との齟齬の解消にいたるプロセスの解明と、その促進のための理科授業デザインフレームワークの開発を目的とする。

2. CoI フレームワークと実践の7原則

2.1 CoI フレームワーク

Garrison (2016) は、教育における CoI フレームワークについての研究を整理し、構成要素とその機能について詳細に論じている (図1)。

社会的側面は、共同体における参加者との出会いの側面である。参加者は、学習の見通しをもち、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いていく。Garrison (2016) は、社会的側面において、(1) 探究の目的の共有、(2) 自由で開放的なコミュニケーションの保障、(3) 個人的関係性の発展の視点が必要であると指摘している。

認知的側面は、探究する事象との出会いの側面である。学習者は、個人における持続的な内省と共同体における談話を通じて意味を構築していく。Garrison (2016) は、認知的側面において、知覚・検討・概念・実行の再帰的な過程を経ることで個人と社会における相互作用が繰り返され、矛盾のない説明や問題解決が行われていくことを指摘している。

教授の側面は、実践におけるゴール・方向性の再設定を行なう側面である。共同体の参加者は、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。こ

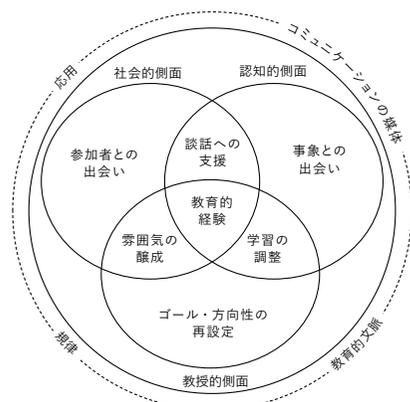


図1 CoI フレームワーク (Garrison, 2016)

の機能は、教師のみならず、子どもたちにも要求される。

CoI フレームワークにおける探究の実践は、3つの側面が互いに関連しており、その様態は複雑である。そこで、Garrison (2016) は、上述した CoI の3つの側面のカテゴリについて、表1のように整理している。社会的側面は、開かれたコミュニケーション、目的を共有したグループの団結、個人的・情緒的関係性の発展によって、図1に示した談話への支援や雰囲気醸成が図られる。認知的側面は、談話への支援や学習の調整が行われることによって、事象の生起・探索・統合・解決が促進される。教授的側面は、デザイン・ファシリテーション・直接指導によって、社会的側面における雰囲気醸成と認知的側面における学習の調整を促進する。これらのカテゴリは、相互に関連し、探究の実践が進むとともに、その重点も移行していく。

Garrison (2016) は、これら3つの側面が重なったところに、探究の共同体における有意味な教育的経験が位置付くとしている。

2.2 教授的側面から捉えた CoI フレームワーク実践の7原則

Garrison (2016) は、CoI フレームワークによって、思考を深め、学習をより有意味にするための教授方略として、表1に示した教授的側面のカテゴリに着目し、CoI フレームワーク実践の7原則(表2)を示した。Garrison が、あえて教授的側面に着目した原則を提示したのは、「教授的側面は CoI が継続し探究の実践が成功するための鍵となる側面」(Garrison, 2016) だからである。

具体的には、原則①③⑤は、社会的側面に向けて機能し、図1に示した社会的側面と教授的側面の重なる部分である「雰囲気醸成」を行う。②④⑥は、認知的側面に向けて機能し、認知的側面と教授的側面の重なる部分である「学習の調整」を行う。また、⑦は、3つの側面全てに関わる原則である。なお、①～⑥に示した原則は表1に示した教授的側

表1 CoI のカテゴリ (Garrison, 2016)

側面	カテゴリ
社会的側面	開かれたコミュニケーション 目的を共有したグループの団結 個人的・情緒的関係性の発展
認知的側面	事象の生起・探索・統合・解決
教授的側面	デザイン・ファシリテーション・直接指導

表2 CoI フレームワーク実践の7原則 (Garrison, 2016)

【デザイン】	① 開かれたコミュニケーションと信頼を計画する。 ② 批判的な考察と談話を計画する。
【ファシリテーション】	③ 共同体の団結を確立する。 ④ 探究のダイナミクスを確立する。
【直接指導】	⑤ 尊敬と責任を持続させる。 ⑥ 解決に向かう探究を持続させる。
【アセスメント】	⑦ 意図した過程と結果の一致を確かめる。

面のカテゴリと関連付いている。①②はデザイン、③④はファシリテーション、⑤⑥は直接指導についてのカテゴリである。⑦のアセスメントは、表1に示した教授的側面のカテゴリに示されていない。これは、教授的側面のみならず、社会的側面及び認知的側面にも関連しているためである。

次に、各原則についての Garrison (2016) による説明を次に示す。なお、各原則の特徴となる部分に筆者が下線を加えた。

原則① 開かれたコミュニケーションと信頼の計画

原則①は、開かれたコミュニケーションと信頼の計画である。これは、社会的側面の「開かれたコミュニケーション」に向けたデザイン原則である。

参加者が互いをよく知るために、探究の目的を確認したり見通しをもったりするために話し合うことで、これらをデザインしていくことができる。

原則② 批判的な考察と談話の計画

原則②は、批判的な考察と談話の計画である。これは、認知的側面の「事象の生起」に向けたデザイン原則である。

探究に必要な教材や資料の準備や活動の構成が、その内容となる。また、これらがより効果的に活用されるために議論の流れや活動を配置するとともに、活動のグループサイズなどを計画することも含まれる。

原則③ 共同体の団結を確立する

原則③は、共同体の団結の確立である。これは、社会的側面の「目的を共有したグループの団結」に向けたファシリテーション原則である。

原則①においてデザインされた話し合いの進め方やルールによって、社会的に感情的にどのように振舞うことが望ましいか示していくことが重要になる。情意面のみならず目を向けるのではなく、学習内容に焦点化することで、参加者の満足を得られるようにすることが必要になる。

原則④ 探究のダイナミクスを確立する

原則④は、探究のダイナミクスの確立である。これは、認知的側面の「探索」、「統合」に向けたファシリテーション原則である。

対話によって意図した内容についての探究へと方向付ける。個人の考えを明確にするとともに、反例を示すなどしてその考えを揺さぶり、より批判的な思考を促す。すなわち、探究のプロセスを通して、個人がメタ認知を働かせ、学習を他者と調整しながらその活動を実践していくことが求められていると言える。

原則⑤ 尊敬と責任を持続させる

原則⑤は、尊敬と責任の持続である。これは、社会的側面の「個人的・情緒的関係性の発展」に向けた直接指導の原則である。

議論において、問題解決に向けた自由な議論や共同体の団結に対して肯定的な言動が称賛され、否定的な言動には介入が必要とされる。すなわち、相手に対する尊敬とアイデアに対する反論を整理し、直接指導することにある。

原則⑥ 解決に向かう探究を持続させる

原則⑥は、解決に向かう探究の持続である。これは、認知的側面の「解決」に向けた直接指導の原則である。

目標の達成に向けた即時的な直接指導である。鍵となる概念や情報、誤った考えへの介入、解決への働きかけ、議論の要約などの提供が考えられる。これらの手立てにより、議論の中心と根拠を明らかにし、結論への見通しを示す。すなわち、CoIにおいて、全ての参加者がメタ認知を働かせ、解決に向かう探究を持続させる方略を求められていると言える。

原則⑦ 意図した過程と結果の一致を確かめる

原則⑦は、意図した過程と結果の一致の確認である。これは、3つの側面全てに関わる原則である。

形成的アセスメントは、動機付けやプロセスについての認識などを意図して行われる。参加者がルーブリックによって自らの学びを明確にアセスメントし、より深く意味ある実践ができていくか振り返ることも重要である。したがって、共同体における探究の実践について、共同体が探究の目的に近づいているかアセスメントするのである。探究のプロセスについてアセスメントすることは、結果についてのアセスメントと同様に重要であると言える。

3. 理科授業デザインフレームワークの開発

以上のGarrison (2016) の説明を基に、事例を分析するにあたってCoIフレームワーク実践の原則に

基づいて、分類指標を作成した(表3)。これは、各原則における主要な考え(下線部)を基に、理科授業デザインフレームワークとして援用可能な教授方略を捉えるために作成したものである。

本研究において分析した事例は、CoIフレームワーク実践の原則を用いたデザインがなされていない事例である。文化的人工物は、子どもたちが共同体において合意に基づいて構築されるものであり、科学概念は、子どもたちが自然現象と向き合う中で説明の妥当性について吟味し構築されるものである。そのため、文化的人工物の構築過程と科学概念との齟齬の解消は、図1に示した3つの側面が重なる「教育的経験」の部分において現れると考えられる。この分類指標を基に授業を分析することで、図1に示された3つの側面の重なりを形成するために寄与する原則が明らかになると考えられる。これにより、各原則に関連付くカテゴリの機能が明確になる。これに関わり本研究では、CoIフレームワーク実践の

表3 理科授業におけるCoIフレームワーク実践の原則に基づく分類指標

カテゴリ	原則	分類指標
デザイン	①	探究の目的となる学習目標を確認している。 目的の確認や見通しをもつための話し合いの進め方やルールを設定している。
	②	教材や学習対象、活動方法、グループ編成などの構成をしている。
ファシリテーション	③	教師は、望ましい振る舞いを示すために話し合いの進め方やルールを確認している。 子どもは、ルールに則って話し合いを進めている。
	④	探究の目的に沿って個人の思考を明確にしている。 個人や共同体の考えを揺さぶっている。
直接指導	⑤	自由な議論を称賛している。 反論に対して適切に介入したり意見を整理したりしている。
	⑥	鍵となる概念や情報、議論の要約、結論への見通しなどを提供している。 誤った考えに介入している。 議論の中心や根拠を明らかにしようとしている。
アセスメント	⑦	ルーブリックに基づいて実験の結果を振り返っている。 活動を振り返り、自らの問題に答えている。

原則の出現回数や傾向を分析し、理科授業における探究の傾向を捉えることによって、理科授業デザインフレームワークの実践ベースでの詳細な機能を明確化することを志向した。

4. 小学校理科における事例分析

4.1 調査時期及び対象

時期：2019年3月

対象：横浜市立小学校第3学年 29名

4.2 実施単元

実施単元は、小学校第3学年「音の性質」である。本単元は2020年度から実施される学習指導要領に新たに加えられた内容を先行して実践した（文部科学省，2018）。概要は表4に示した通りである。事例分析は、第6時「音も振動か調べよう」にて行なった。

4.3 分析方法

授業における教師及び子どもの発話を、表3に示すCoIフレームワーク実践の原則に基づく指標に沿って分類する。なお、プロトコルのうちTは教師、Cは子どもの発話を、A、B、D、E、F及びGはそれぞれの記号に対応する同一の子どもの発話を表している。この分析は研究者2名で行ない、評価に違いが出た場合には、討議の上、判断を行なった。

1時間の授業の内、学級全体で話し合いが行なわれている場面を抽出して分析した。本授業において、目標設定、結果の共有、声についての考察、リコーダーや口笛の考察、及びまとめの場面である。表1に示した認知的側面の各カテゴリの場面を抽出することで、理科授業デザインフレームワークの全体像を把握するためである。

4.4 事例分析

4.4.1 学習目標の設定

第1次において、糸電話での問題追究を行ってきた子どもたちは実験を通じて、声が振動であること、振動が伝わることで声が伝わること、大きい声

は振動も大きいことを理解した。教師は教室にあったギターを取り出し、音を出して見聞きさせることで、楽器が発する音も振動で伝わっているのではないかと子どもたちが疑問をもった。ギター以外の楽器についても音と振動の関係について問題追究を行うことになり、学習目標作りを行なった（表5）。認

表5 学習目標の設定場面のプロトコル

	発話	原則
T1	今言ったみんなの話で言うと、ギターだけじゃなくて、ギロとかタンバリンとかクラベスとか、こういった楽器も音が出る時には……	④
C1	振動が起こる。	
T2	振動が起きているってということですか？	④
T3	残りあと30分ぐらいですが、それを確かめてみますか？	①
Cs	はい	
T4	今からのゴールは何？	①
C2	今からのゴールは……	
	(中略)	
C3	今日のゴール	
T5	楽器も音が出ているときは振動しているか調べる。	②
	(中略)	
T6	「(音が)出ている時振動しているか」調べられたら、それが丸で。二重丸はどうしますか？振動しているか調べられたら丸でしょう。二重丸は？	②
C4	調べる。	
T7	「調べる」は、丸でしょう？	①
C5	しらべて……	
C6	調べてみる	
T8	ちょっと気になるのは、これかな？大きな音のときと、どうか。	②
C7	いや、振動している……	
C8	弦がピヨヨンって。	
T9	それはギターの場合ね。それ以外の楽器のことを調べていくよ。	②
C9	ギターの場合、それは止まるまでなり続けるんだよ。	
C10	ええ、じゃあ、強く弾けば、強く弾くと振動が長く続くかを……	
	(中略)	
T10	じゃあ、もう一回確認するね。強さがどうかっていうところも調べてね。花丸は、それが「説明できたら」で、いいかな？	①
T11	自分が調べたいなっていうの(楽器)を(ワークシートの)「調べたいこと」というところに、楽器の名前を書けるといいと思います。	②
C11	OK	

表4 単元の概要

第1次	糸電話で遊ぼう (5時間)
第1時	糸電話の不思議を見つけよう
第2時	糸電話を作ろう
第3時	なぜ声が伝わるのか調べよう
第4・5時	100m糸電話に挑戦しよう
第2次	音と振動について調べよう (1時間)
第6時	音も振動か調べよう

知的側面における事象の生起の場面である。

教師は T1, T2 において、いずれの楽器も音が出ているときには振動が起きているという考えを明確にした。これは、個人が表出した意見を明確にしているため、CoI フレームワーク実践の原則④が機能した場面であると考えられる。C1 において、子どもが「(楽器も音が出るときには) 振動が起こる。」と答えたことを受けて、教師は T3 において次の活動の目標を示している。T4 において教師は、「今からのゴールは何?」と問いかけることで、T3 において示された「それ」の内容について確認しようとしている。これらは、原則①「学習目標を確認している」のデザイン原則が機能した場面であると考えられる。

C2, C3 において、どのように表現すれば良いか悩んでいる発話が見られる。そこで教師は、T5 において、教師は学習内容を提示している。これから取り組む学習活動において音と振動の関係を調べる計画を立てていると捉えることができる。そのため、原則②「学習活動を構成している」のデザイン原則が機能した場面であると考えられる。

この場面の T7, T10 においては、教師は子どもたちとルーブリックを共有することで学習目標を確認し、解決の見通しをもたせている。したがって、これらも原則①のデザイン原則が機能したと考えられる。また、T6, T8, T9 においては、楽器の音と振動の関係について調べることを説明し、T11 において、活動の計画を明確にするように指示している。すなわち、教材や活動を設定しているため、原則②のデザイン原則が機能した場面であると考えられる。

以上のことから、学習目標の設定場面では、探究の目的を明確にするとともに、探究に必要な教材や活動の構成を位置付けるために、社会的及び認知的側面についてのデザインが行われていると捉えられる。

4.4.2 結果の共有場面

子どもたちが観察、実験をした後、集合して結果の共有を行なった。認知的側面における探索の場面のうち、学級全体で話し合われている場面である。そのプロトコルを表6に示す。

教師は、子どもたちが集合直後に注意が散漫になっていることに対して、A 児の発言を傾聴するように指導した後に、T12 において、教師は A 児を指名した。これはルールに則って発言を促し、学習内容に焦点化できるようにしているため原則③のファシリテーション原則が機能した場面であると捉えられる。そこでは、クラベスについての実験結果が報告された。

表6 結果の共有場面のプロトコル

	発話	原則
T12	はいどうぞ。	③
A1	木のクラベスと金属のクラベスは、強く持つと振動があったけど普通に持っているとき振動はなかった。	⑦
T13	音が出ている時に振動があったかなかったっていう話だけ。	⑥
A2	強く持って音が出ている時に振動が。	
T14	振動が?	③
A3	あった。	⑦
T15	振動があった。大きい音の時には振動があった。小さい音の時は?	⑥
A4	そんなになかった。	⑦
T16	なかった。関係している?	④
B1	木のクラベスをやったんだけど、振動が小さくなくても、大きくなっても振動はあんまり変わらなかった。音はあるんだけど振動は。	⑦
T17	あまり感じない。なるほど。他の楽器はどうですか?はいどうぞ。	⑥
D1	鉄琴なんだけど、大きい音だととても振動があった。揺れてた。	⑦
T18	とても振動ありっていうことは、振動が大きいっていうこといいですか?	⑤
E1	うん。	⑦
D2	ね、Eちゃん。で、小さい音だと、あんまり振動は感じなかった。	③
T19	はい。(F 児を指名)	③
F1	太鼓みたいなやつでやったんだけど。	
Cs	大太鼓。	⑥
T20	太鼓みたいなやつ? 大太鼓ね。	⑥
F2	大きい音でやったら結構振動は大きくて、小さい音でやったら、鉄琴と同じであんまり感じなかった。	⑦
T21	あまり感じないっていうのは、振動がないっていうことですか? それとも小さかったっていうことですか?	⑥
F3	小さかった。	⑦

T13, T14 において、A1 では音が出ているときの事象について言及がなかったことを指摘し、「強く持って音が出てくるときには振動があった」という情報を引き出した。T13 において学習目標を意識させ根拠を明示させる原則⑥の直接指導の原則を機能させることで音の有無と振動の有無について焦点化していると捉えられる。さらに、教師は T14 において、A2 の「振動が」を復唱することで、自分の考えを最後まではっきり述べる必要があることを A 児に示唆した。これは、探究に向けて考えたことをきち

んと伝える話し方のルールを確認している原則③のファシリテーション原則が機能した場面であると考えられる。

T15, T16 及び T17 において、教師は音が小さいときや他の楽器について比較を促し、認知面への働きかけを行なった。D1 は、B1 が木のクラベスでは音の大小にかかわらず振動があまり感じられなかったという意見に対して「振動が大きかった。揺れていた。」と反論した。教師は T18 において、振動が大きかったことを確認することで意見を整理し、E1 の同意を引き出した。これにより E1 が安心して対話に参加することができたと捉えることができるため、原則⑤の直接指導の原則が機能した場面であると考えられる。これを受けて D 児は、D2 において、「ね、E ちゃん。」と他の子どもに同意を求めた。これは、E 児に内容確認をするとともに、E 児に対して話し合いへの参加を確認する、すなわち、社会的側面のファシリテーション（原則③）を子ども自身が行なっていると考えられる。

教師は、T19, T20 及び T21 において F 児を指名し、大太鼓においても鉄琴と同様に、大きい音のときは振動が大きく、小さいときは振動も小さいという情報を引き出した。指名することでルールに則って F 児の考えを表出させ（原則③）、根拠を明らかにしていくこと（原則⑥）で、音の大きさによって振動の大きさも違うという情報を引き出したと考えられる。F1 において「太鼓みたいなやつ」と表現したところ、複数の子どもたちから「大太鼓」との発言があったのは、認知的側面の直接指導（原則⑥）が、子どもによってなされた場面であると言える。

この場面において、子ども自らの実験結果についての発言は、いずれも探究が意図した過程と結果の一致について確かめていると捉えることができる。そのため、子どもによるアセスメントの原則⑦が機能した場面であると考えられる。

図 2 は、大太鼓で実験した子どものワークシートに記録された結果である。音の大きさに対して振動の様子を言葉だけでなく波線を用いて表現している。

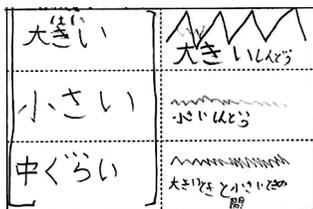


図 2 ワークシートに記録された大太鼓の実験結果

このように学習内容に焦点化された自由な表現方法が保障されていることにより、子どもが自信をもって話し合いに参加したり、自らの活動をアセスメントしたりできたと考えられる。

結果の共有場面においては、子ども一人ひとりがもっている結果を引き出すために社会的側面に働きかけている。子どもによってアセスメントされ、表出された結果を、認知的側面に働きかけることで精緻化している。このプロセスを繰り返し行うことで、学級全体で結果を共有していると言える。

4.4.3 声についての考察場面

教師は、T22 において、前時まで扱っていた声について問題提起した（表 7）。認知的側面における統合の場面である。そのプロトコルを表 7 に示す。

実験を行うために音楽室に移動するとき、教師は A 児が声も振動であることに気付いていることをアセスメントしている。音との結果と組み合わせることで子どもの理解を深めることができると考えたからである。すなわち、デザインの原則①及び②を機能させた場面であると考えられる。

表 7 声についての考察場面のプロトコル

	発話	原則
T22	なんかさつき職員室の前あたりで、声の話している人いたね。A さん教えて。	①②
A5	音は全部振動じゃないか。	④
T23	音は全部振動じゃないかなって話？音も声も。	④
Cs	(あーと声を出し、喉を触り始める)	
T24	あーって言っている喉触ってみてやつね。やってみて。	②
C12	喉振動してる。	
T25	大きい声出してみて。	②
Cs	(声の大きさを大きくする)	
T26	(声の大きさを下げるジェスチャーをしながら) 小さく。声はどうですか？はい。	②④
G1	声で強く声を出したら、振動はザーってなって(喉元で手を震わすジェスチャー)、それで、小さい声にすると振動がなくなっちゃって。	
T27	なかった？	⑤
G2	振動を感じなかった。	⑦
Cs	小さい声でもあったよ。(その他複数人が「あったよ」と発言する)	⑥
T28	えっと、感じないっていうのは 0.0 じゃなくてちょっとあるよっていう意味なのか、どっちですか？	⑥
G3	ちょっとあった。	⑦

この T22 のデザインを受けて A 児は A5 において、「音は全部振動ではないか？」という問いを明確にし、T23 において教師は、「全部」という言葉には声も含まれていることを精緻化した。したがって、これらは原則④のファシリテーション原則が機能した場面に該当すると考えられる。

教師は、T24、T25 及び T26 において、声が振動どうか確かめるように促した。子どもたちは、これまで糸電話を伝わる声が振動であることを確認している。声そのものも振動であることを確認することで、実際の活動を通して A5 が提起した問題について確かめることを計画しているために、原則②のデザイン原則が機能した場面であると捉えられる。

T26 において、教師が「声はどうですか？」と発言を促すと、G 児は G1 において身振りを交えながら A5 に対する考えを表出した。声そのものも振動であることを確認し、個人の思考を明確にすることを促しているため原則④のファシリテーション原則が機能していると考えられる。

G1「小さい声にすると振動がなくなっちゃって。」という A5 に対する反論について、教師は T27 において「なかった？」と反論に対する介入（原則⑤）を行なっている。さらに、T28 において、認知的側面に働きかけることにより、G2、G3 によるアセスメントを引き出した。ここでは、Cs において、根拠に対する疑問が投げかけられることにより子どもによる教授的側面が機能し、「小さい声でも振動がちょっとあった」と精緻化されたアセスメントが導き出された。これにより、声の大小にかかわらず「声も音も振動である。」という文化的人工物が構築されることで、「音は振動」という文化的人工物が拡張されたと捉えることができる。

すなわち、声について焦点化した対話がデザインされることにより、主として認知的側面に働きかけるファシリテーション及び直接指導の原則が機能し、より精緻化したアセスメントが導き出されていると言える。

4.4.4 リコーダーや口笛の考察場面

C13 において、「リコーダーは（振動が）なかった」という眩きから、リコーダーや口笛は振動を感じないのに音が鳴っていることについて話し合った場面のプロトコルを表 8 に示す。この場面も声についての考察場面と同様に、認知的側面における統合の場面である。

C13 によって、音も振動であることに対する反例として笛の場合について考察が必要であるという情

報の提供がなされた。そのため、原則⑥の直接指導の原則が機能した場面であると捉えられる。

これを受けて教師は、T29 において、「リコーダーは？」と投げかけることにより、笛についての問題に焦点化したデザイン（原則①②）を行なった。

さらに教師は、T30 において、リコーダーから口笛について議論の対象を拡張し（原則⑥）、T31 において、口笛が鳴っている場所についての情報提供を行なった（原則⑥）。いずれも、口笛によって振動が起こっているかどうか確かめるように認知的側面に働きかけていると捉えることができる。

D3、C15 において、子どもたちは疑問を表出することによって、自らの探究を明らかにするとともに、他の子どもたちに思考の明確化を促した。これまで議論してきた楽器と笛を比較することで問題を見いだしており、これは、子どもによる教授的側面の現れ（原則④）であると捉えられる。それを受けて、C31 は「声を出すときだけ（震えている）」とアセスメント（原則⑦）した。すなわち、これらの発言から「リコーダーや口笛の音は振動していない」という文化的人工物が構築されたと捉えられる。

これに対して、T32 において、教師は「そこは謎だね」とフィードバックすることで、小学 3 年生の子どもたちが実験で事実を確認することに限界があることを示唆した。それに対して、C17 は「謎ですね」と受け入れてアセスメント（原則⑦）した。

声についての考察場面と同様に、リコーダーや口笛の考察場面においても、笛に焦点化した対話がデザインされることにより、主として認知的側面への教授的側面が機能し、より精緻化したアセスメントが導き出されていると言える。

表 8 リコーダーや口笛の考察場面のプロトコル

	発話	原則
C13	「リコーダーなかった」と眩く)	⑥
T29	リコーダー？リコーダーは？	①②
D3	リコーダー（振動）くない？	④
C14	（だれかが口笛を鳴らす）	
T30	あ、口笛。	⑥
Cs	（口笛を鳴らしだす）	
C15	喉はどうだろう？	④
T31	喉じゃないよ。ここ（口）でなっているよ。	⑥
Cs	（口笛を吹きながら、口元や頬、喉に手を当てて、振動が感じられないことを確認する）	
C16	声を出すときだけ（震えている）	⑦
T32	じゃあそこは謎だね。	⑦
C17	謎ですね。	⑦

4.4.5 まとめの場面

まとめの場面のプロトコルを表9に示す。この場面は、認知的側面における解決の場面である。

T33, T34において教師は、残りの時間と活動内容を示している。これは、目的を確認し活動の設定をしているため、デザイン原則①及び②であると捉えられる。また、T35においてG児を指名しており、ルールに則って話し合いを進行しているため、原則③のファシリテーション原則が機能した場面であると考えられる。

これを受けて、G児は「音は振動で生まれている」という考えを表出し、これまでの実践をアセスメント(原則⑦)している。T36及びT38において教師は、子どものアセスメントを復唱しながら、メタ認知を働かせた学習の調整を促し(原則④)、共同体における探究の精緻化を図っている。さらに教師はT37において、自由な議論に向けてルールに則った発言を促すことで(原則③)議論を全体化し、T39

及びT40においてE2のアイディアに対する批判を整理している(原則⑤)。これにより、「音は振動。」という文化的人工物が構築されようとしていたと捉えることができる。

これに対しC19はこれまでの実践をアセスメントし、「(音は振動)だと思う。」と発言(原則⑦)している。教師はT41において、「なんで?」と問い返すことで対話を方向付け(原則④)、C20の「まだ分からない」というアセスメント(原則⑦)を引き出している。子どもは、C21において、「まともとは明らかになったことを書くことである」というメタ認知的知識を提供し、「音は振動である」と断言することに対する誤りに介入している。そのため、原則⑥の直接指導の原則が機能した場面であると捉えられる。

以上の対話を通じて、教師も子どももT42及びC22において、笛が振動しているか謎のままであったことを価値づけ、自らの探究の成果をアセスメント(原則⑦)した。これにより、図3の板書に示す通り、この学習活動は、「音は振動だと思う。」(下線部は板書のまま)とまとめられた。「音は振動。」という文化的人工物に対し、実験結果に基づいたより科学的な概念として「音は振動だと思う。」と結論づけられたと捉えることができる。すなわち、笛の音は物体の振動ではないという科学概念との齟齬を解消しつつ、科学的に妥当な表現としてまとめたといえる。

まとめの場面においても、デザインの原則により探究のプロセスが計画されている。教師及び子どもの発言によってアセスメントに対するファシリテーション及び直接指導の原則が機能していた。これらが社会的側面、認知的側面に働きかけることにより、文化的人工物を構築するとともに、認知的側面への働きかけにより科学的な妥当性が吟味され、結論が導き出されたと言える。

表9 まとめの場面のプロトコル

	発話	原則
T33	えっとそれでは時計を見てみるともうおしまいの時間なので、まとめをしたいと思います。(3年生の理科の学習が本時で最後だということを伝える)	①
T34	今日のまとめ、というかこれまでのまとめ。まとめたいです。	②
G4	はい。(挙手)	
T35	はい。(Gを指名)	③
G5	糸電話は、まあ、音は振動で生まれている。	⑦
T36	糸電話は、音は、振動で生まれている?	④
G6	音は振動で生まれている。	⑦
T37	どうですか?	③
Cs	(何人かが「いいと思う」と呟く)	
T38	音は?	④
	(中略)	
E2	音は振動からできてる。	⑦
T39	振動?からできてるの?音は振動でいいんじゃないって(前の方の子どもが)言ってるけど、どう?いい?	⑤
C18	いいと思う。	⑦
T40	「音は振動、まる(句点)」でいいですか?	⑤
C19	「だと思う。」	⑦
T41	「だと思う。」?なんで?	④
C20	だってさ、まだ分からない。	⑦
C21	まともって分かっていること書くから。	⑥
T42	あ、なるほど、まだこれだけしか調べてないから他は違うかもしれない。	⑦
C22	だと思う。	⑦

5. 理科授業における CoI フレームワーク

教授の側面である CoI フレームワーク実践の原則が、どのように社会的側面及び認知的側面に対して

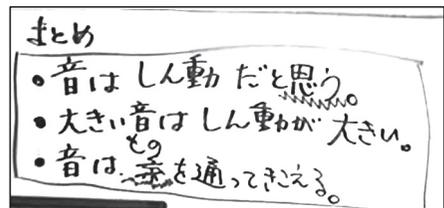


図3 音の性質の学習のまとめの板書

働きかけているか考察する。CoI フレームワーク実践の原則の出現数から各場面における傾向を捉えることにより、社会的側面、認知的側面及び教授的側面の関連を示す。それにより、共同体で構築した文化的人工物と科学概念との齟齬の解消にいたるプロセスが明らかになると考えられる。

これまでの分析から各場面における CoI フレームワーク実践の原則の出現回数をまとめたものが表 10 である。子どもによる教授的側面の現れを括弧内に内数で示している。

「目標設定」場面において、認知的側面に向けたファシリテーションの原則④が 2 回見られた。これは、議論の中心を明確にし、対話の方向性を示すためであった。その後、CoI フレームワーク実践の原則の内、デザインのカテゴリである原則①及び②が合計で 9 回出現していた。4 回出現していた原則①において、学習目標を確認するとともにルーブリックを共有し解決の見通しをもたせていた。5 回出現していた原則②において、子どもの実態を基にした教材や活動を構成していた。このことから、分析した理科授業における目標設定の場面では、社会的側面、認知的側面の両面に働きかけるデザインの原則が機能していることが明らかになった。

「結果の共有」場面において、設定された目標に対する結果について、子どもによるアセスメントが 8 回表出していた。これらは、4 回の社会的側面に向けたファシリテーションと、6 回の認知的側面に向けた直接指導とともに表れていた。この二つの原則は、他の場面と比較して一番多く表れている。一般的に、理科授業において「結果の共有」場面では、共通の経験として共有できるように、複数の実験の結果の表出を促し、その表現を精緻化していくことが重要である。そこでは、話し合いのルールや進め方だけではなく、図 2 に示したイメージ図などによる表現方法を保障することによって結果の表出が促進される。分析した授業において、社会的側面に向

けた原則によって表出された結果を子ども自身がアセスメントし、認知的側面に向けた原則が機能することによって精緻化され、「音が小さくても振動はある」という文化的人工物が構築されていく様態が、明らかになったと考えられる。

「考察」の場面では、始めに教師によるデザインの原則により、議論の目的が焦点化された。それに基づき、ファシリテーション及び直接指導により探究の実践が行われていた。ここでは、子どもによるファシリテーション及び直接指導が 11 回中 5 回見られた。アセスメントについては、2 つの場面を合計して 5 回のうち、4 回が子どもによるアセスメントであった。Garrison (2016) が指摘した、教授的側面の子どもによる現れが顕著に見られたと考えられる。換言すると、子どもによって文化的人工物が構築されていく様態が現れていた。分析した理科授業における考察の場面では、表出された子どもの考えを基に、根拠に基づいた議論が行われて合意形成が図られる。そのため、認知的側面に介入していくことで、科学的な概念の形成を促進していると捉えることができる。

「まとめ」の場面においても、場面の始めにデザインの原則を機能させ、ファシリテーション及び直接指導により結論を導出し、その結論をアセスメントしていた。考察場面と異なり、子どもが表出したアセスメントに対して、ファシリテーション及び直接指導が機能している。理科授業におけるまとめの場面では、子どもたち一人ひとりが構築した科学的な概念を統合し、科学的な文化的人工物としていくことが必要であると考えられる。分析した理科授業では、社会的側面及び認知的側面の両面に働きかけながら、子どもによる実践のアセスメントを引き出し、その根拠を精緻化する様態が明らかとなった。こうして、共同体で構築した文化的人工物と科学概念との齟齬が解消に向かい、科学的に妥当な文化的人工物を構築したと考えられる。

表 10 CoI フレームワーク実践の原則の出現数

原則	目標設定	結果の共有	考察 (声)	考察 (笛)	まとめ	計
①	4		1	1	1	7
②	5		4	1	1	11
③		4 (1)			2	6 (1)
④	2	1	3 (1)	2 (2)	3	11 (3)
⑤		1	1		2	4
⑥		6 (1)	2 (1)	3 (1)	1 (1)	12 (4)
⑦		8 (8)	2 (2)	3 (2)	8 (7)	21 (19)

() は教授的側面における子どもの発言 (内数)

これらを基に、理科授業の視点から CoI フレームワークにまとめたものが図4である。教授的側面における実践の原則が機能することによって、社会的側面では、子どもたちの思考の表出が促進される。認知的側面では、概念の精緻化の促進が図られる。共同体において共有された概念は、社会的側面において合意形成が図られて文化的人工物が構築される。同時に、認知的側面において根拠を基にした科学的な概念への転換が図られる。これらをアセスメントすることによって、理科授業における探究の実践が成立していると考えられる。

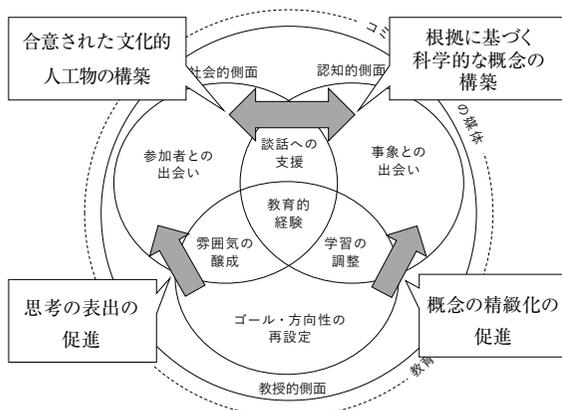


図4 理科授業における CoI フレームワーク

6. 結論

本研究の目的は共同体で構築した文化的人工物と科学概念との齟齬の解消にいたるプロセスの解明とその促進のための理科授業デザインフレームワークの開発することであった。

結果及び考察に示した通り、教授的側面における実践の原則が機能し、社会的側面及び認知的側面に働きかけることにより、文化的人工物と科学概念との齟齬の解消にいたるプロセスとして、以下の点が明らかになった。

- (1) 教授的側面における実践の原則が社会的側面に機能することで、思考の表出が促進され、合意形成が図られ、文化的人工物が構築される。
- (2) 教授的側面における実践の原則が認知的側面に機能することで、概念の精緻化が図られ、根拠に基づく科学的な概念が構築される。
- (3) 文化的人工物と科学概念との齟齬に対してアセスメントが行なわれることにより、ファシリテーション原則及び直接指導の原則が機能し、その齟齬の解消に向けて科学的に妥当な文化的人工物が構築される。

これにより、CoI フレームワークに基づく理科授業デザインによって、実践ベースで機能する授業デザインフレームワークを開発できた。本研究においては、一事例についての分析によって得られた結論である。そのため、今後は他の授業についても事例分析を行ない、このフレームワークをさらに精緻化することが必要であると考えている。

引用文献

- 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.
- 大黒孝文・稲垣成哲 (2006) 「中学校の理科授業における協働学習の導入とその学習効果の検討」『理科教育学研究』第47巻, 第2号, 1-11.
- Garrison, D.R. (2016). *Thinking Collaboratively: Learning in a Community of Inquiry*. Routledge.
- Garrison, D.R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education. *The Internet and Higher Education*, 2(2-3), 87-105.
- 後藤大二郎・和田一郎 (2019) 「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「かけと太陽」の実践を事例として—」『理科教育学研究』第59巻, 第3号, 367-377.
- 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.
- 文部科学省 (2018) 『小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 理科編』東洋館出版社, 18, 33-35.
- OECD (2018) 「教育とスキルの未来: Education 2030【仮訳(案)】」 Retrieved from https://www.oecd.org/education/2030-project/about/documents/OECD-Education-2030-Position-Paper_Japanese.pdf (accessed 2019.10.22)
- 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巻, 第3号, 197-208.
- Stahl, G. (2000). A Model of Collaborative Knowledge-Building. In B. Fishman & S. O'Connor-Divellbiss (Eds.). *Fourth International Conference of the Learning Sciences*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 70-77.
- 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巻, 35-40.

(2020年2月18日受付, 2020年6月24日受理)

Development of a Science Class Design in the Community of Inquiry Framework

—Case Study of Practice of “Properties of Sound” in Grade 3 of Elementary School—

*Daijiro GOTO*¹, *Ichiro WADA*²

¹ The United Graduate School of Education, Tokyo Gakugei University,
Nokendai Elementary School, Yokohama City

² Yokohama National University

SUMMARY

The purpose of this study was to elucidate the process of resolving inconsistencies between cultural artifacts constructed in the community and the concepts of science, and to develop a framework for science lesson design to promote the resolution process. Garrison's (2016) community of inquiry (CoI) framework is a community theory of a purposeful and personally meaningful learning environment, consisting of cognitive, social, and teaching presences. These are used in science classes to analyze case studies. The lesson practiced for the study was the “Properties of Sound” unit in the third grade of elementary school. The case analysis reveals the process by which the principles of practice in the teaching presence work, while addressing the social and cognitive presences to resolve the discrepancies between cultural artifacts and scientific concepts. In this study, (1) the principle of practice in the teaching presence is that by acting on the social presence, expression of thought is promoted, consensus building is achieved, and cultural artifacts are constructed. (2) The principle of practice in the teaching presence is that the concept is refined by acting on the cognitive presence, and scientific concepts based on evidence are constructed. (3) The assessment of the discrepancies between cultural artifacts and scientific concepts will enable the principles of facilitation and the principles of direct instruction to function, and scientifically relevant cultural artifacts will be constructed to eliminate the discrepancies. A science lesson design framework was developed through this lesson design, based on the CoI framework that was verified to work effectively in practice.

<Key words> the community of inquiry, collaborative learning, science lesson design