

子どもの協働的な学びを成立させる理科講座学習の開発と検証 —「1円玉と10円玉はどちらが重い材質からできているか」の実践—

小野瀬 倫也, 村松 健斗, 梅澤 颯江

キーワード：理科講座学習, 協働的な学び, 教授・学習プロセスマップ, 異学年集団

1. はじめに

近年, 子どもに求められる資質・能力において, 同一学年・学級はもとより, 異学年間の学びや他の学校の子どもの学び合いを含む「協働的な学び」の重要性が指摘されている(中央教育審議会, 2021)。理科学習に即して考えれば, ある課題について異学年や様々な文化的背景を持つ他者, 集団と協力して問題の解決にあたるといった力が求められている。

本研究では, 理科(科学)を主な内容とした講座学習において, 子どもが, 協力して問題解決を行う活動を通して前述の力を身につけること, そしてその重要性を学ぶことを主なねらいとして講座学習を授業デザインした。

実践は, 国士舘大学と埼玉県八潮市の協力のもと行った「八潮こども夢大学」における講座学習を対象とした。八潮こども夢大学とは, 子どもの学習に対する興味や関心を喚起させ, 知的好奇心や探究心をかき立てるため, さまざまな分野の大学等と連携し, 学ぶことの意義や将来の夢を育むことを目的として八潮市が行っている事業である。この取組は, 平成26年度から始まっており, 対象は, 市内の小学校5年生から中学校1年生の子どもである。内容は, 子どもを大学等に派遣して, 体験学習や講義を受けさせるようになっている。また, 大学の施設を見学したり, 昼食を学食で食べたりするといった体験が主な内容である(八潮市, 2023)。

本研究では, 異学年の子ども集団に対する講座学習を実施するという貴重な機会を頂きこれまで筆者らの研究室で実施してきた講座学習のノウハウを生かして授業デザインをすることとした。

2. 研究の目的

本研究の目的は以下のようである。

異学年の子どもが協力して(協働的に)問題を解決する理科の講座学習をデザインし, 授業実践を通してその有用性を検証する。

前章で述べた通り, 近年多様な他者と協働的に学ぶ力の重要性が求められていることから筆者らの研究室で蓄積してきた講座学習のノウハウを新たな場面に適用し, 検証する。

3. 講座学習の授業デザインに対する基本的な考え方

本研究における講座学習の授業デザインでは, 教授・学習プロセスマップ(小野瀬・佐藤, 2020)を援用した。以下に授業デザインの詳細を述べる。

3.1 教授・学習プロセスマップ

教授・学習プロセスマップとは, 理科授業全体を教師の「教授活動調整モデル」として省察するために活用できるものである(小野瀬・佐藤, 2020)。開発の際, 能動的で意図的な学習プロセスを把握し調整することが求められていた。その際, 小野瀬ら(2012)が, 子どもの自己調整学習の様態をモニタリングするために用いたGowinの認知論的Vee地図を踏まえた「理科学習ガイド」(図3.1.1)を援用した。この「理科学習ガイド」を援用する意図は, 自身の活動を把握(モニタリング)し, 調整(コントロール)することである。

図 3.1.1 の「理科学習ガイド」は、子ども自身が、どのような情報を念頭に置いて「自分の予想や仮説」を立てたのか、また「自分の予想や仮説」に基づく「行為（検証）」をどのように行うべきか考え、記載することが求められている。

教師は、子どもと同様に意図的で目的的な教授過程を把握し調整することが求められている。そこで図 3.1.1 の「理科学習ガイド」の「自分の考えや予想、解釈」を中心に捉えた活動の流れを「教師の思考過程」にし、「教師の手立て」を子どもの考えに往還させて、教授活動を省察することを念頭に置いた「理科教授・学習プロセスマップ」（図 3.1.2）が作成された（小野瀬，2022）。

図 3.1.2 の理科教授・学習プロセスマップは、①～③のプロセスの連鎖として捉えている。即ち、①では授業開始前の「子どもの考え（もとの考え）」を明らかに（評価）する。②では、教師が意図する授業後の子どもの考え（新たな考え）を明らかに（評価）する。そして、③では、①から②に至る教授・学習過程、即ち「子どもの考え」と「教師の手立て」を構想する。そうすることで、潜在化していた教師の思考過程と想定している「子どもの考えの変容」、それを具現化するための「教師の手立て（教授スキル）」を読み取ることが出来る（小野瀬・佐藤，2020）。

本研究では、この理科教授・学習プロセスマップを援用して、子どもの考えの変容過程を踏まえ、子どもの論理の発展を指向した協働的に問題解決を行う講座の授業をデザインして、実践する。

3.2 グループの構成（異学年集団）

本研究が対象とした講座学習の参加者は、小学校第 5 学年 2 名、第 6 学年 4 名、中学校第 1 学年 3 名の合計 9 名であった。そこで、なるべく異学年の構成にした。具体的には表 3.2.1 のようである。

表 3.2.1 グループ構成

	小学校第 5 学年	小学校第 6 学年	中学校第 1 学年
1 班	0 人	2 人	1 人
2 班	1 人	1 人	1 人
3 班	1 人	1 人	1 人

3.3 講座の内容

講座の内容は以下の通りである。

(1) 日時 2023 年 11 月 11 日

(2) 対象 八潮こども夢大学 小学校第 5 学年 2 名 第 6 学年 4 名 中学校第 1 学年 3 名 計 9 名（それぞれ異なる学校から参加している）

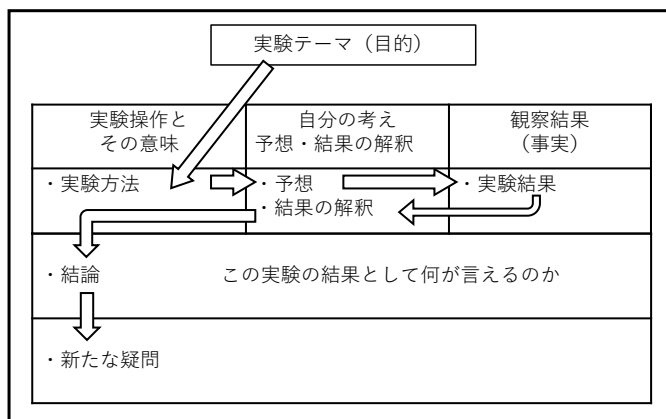


図 3.1.1 認知的 Vee 地図を踏まえた「理科学習ガイド」

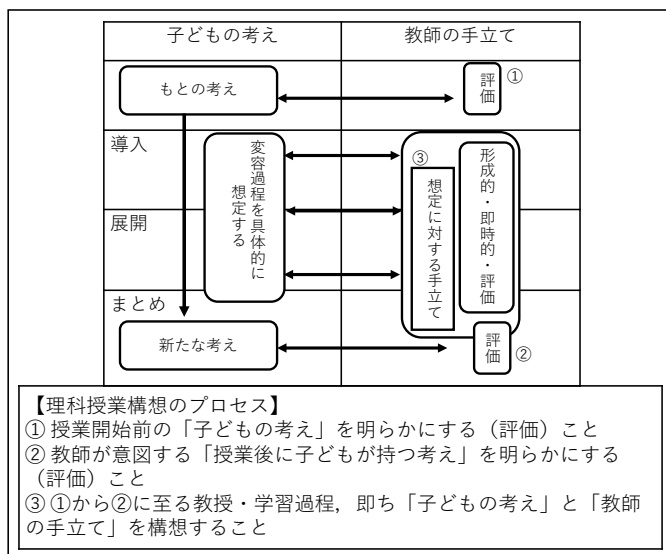


図 3.1.2 理科教授・学習プロセスマップ（Ver.2）

(3) テーマ 「1円玉と10円玉はどちらが重い材質からできているか」

(4) 目的及び内容

本講座を通して、これからの変化の激しい社会の課題に進んで解決していくために、異学年での協働的な問題解決を通して、話し合うことの大切さに子どもが気づくことを目的とする。そのために、協働的な学習を取り入れ、自身で考えたことを共有したり、批判的に考えたりしながら、問題を解決する活動をデザインして実践した。

授業デザインは、小野瀬（2022）の理科教授・学習プロセスマップ（以下、プロセスマップと記す）を援用した。本講座は、小学校第3学年「物と重さ」の学習をベースとして、中学校理科における密度の概念の導入に繋がる部分を取り上げた。

子どもは、「物は、体積が同じでも重さが違うことがあること」を学習している。すなわち、単位体積当たりの重さを比べることで、体感的に感じる「重い」「軽い」の判断ができることに気づいている。また、構成メンバーに中学1年生が含まれており、中学校第1学年「物質のすがた」において、「物質には密度や加熱したときの変化など固有の性質と共通の性質があることを見い出して理解している」者が含まれている可能性がある。この単元で、「密度」の考えが既習の場合、その考えを適用できるのか、未習のメンバーに説得できるのか、協働的な学習への影響も検討できる。（結果として、参加者のうち密度について既習の者は1名であった。）

授業全体の流れは、プロセスマップ（図3.2）として表した。想定される子どもの考え（もとの考え）は、「体感から10円玉の方が重いことが分かっているが、それを根拠をもって説明することができない」である。

導入では、物質を構成する「材質」に注目させ、1円玉と10円玉1枚の重さ比べではないことを理解させる。そのことで、体積が質量の一方を変えない条件に設定することで、比較することができる。ここでは、「密度」の概念が導入させていないことを前提として、どちらの方法でも比較可能である。子どもには、考え方の違いとして相互に理解させたい。

展開では、各班で対話的に学習するようにした。1円玉、10円玉、メスシリンダーなどの道具を使って、説明し合うことを通して、材質の違いに対する考えを深めていくこととした。各班は異学年の子どもで構成され、上級生が下級生の意見や考えを取りまとめながら学習を進めていくようにした。

まとめでは、展開で想定した2つの考えのどちらでも課題を解決することができることを確認する。また、それぞれの班で考え、実験して結果からそれぞれの班の考えが確かめられたプロセスについて説明することができること、異学年での学び合いの良さや協力して問題解決を行う重要性に気づくようにした。また、自分たちと異なる班の考えを取り入れたり、応用したりすることで、新しい考えや方法が生まれる（次頁図3.2）。

4. 授業分析（概念プロフィール）

4.1 概念プロフィール

小野瀬・森本（2005）は、理科授業における子どもの科学概念の変換の過程を Mortimer,E.F. の概念プロフィールを用いて考察した。本研究においては、協働的な学びの成立過程を分析するため、子どもの概念を可視化する手立てとして、この概念プロフィールを用いる。

Mortimer,E.F.（1995）は、子どもが一つの内容理解において、二つ以上の視点からなる解釈を共存させ、文脈に応じて使い分けしていることを概念プロフィールの概念を用いて説明した。具体的には、既存の概念は転換または放棄されるのではなく、その概念に関する新しい視点（内包）と適応事例（外延）、すなわちその概念を説明する多様なプロフィールが追加、更新されていくのである。

子どもが教師や周りから得られる情報を新しい視点として取り入れ、今までとは異なる思考の枠組みとして取り入れることが重要である。子どもの学習状況は、図4.1.1, 4.1.2のように表すことができる。図4.1.1は子どもの既存の概念プロフィールに新しい事実や実験をもとにした新たな概念プロフィールが導入されているモデルである。また、図4.1.2のように授業による新たな経験などによって、既存の概念プロフィールが書き換えられ、新たな概念プロフィールに更新されることも生じうるのである（小野瀬・森本, 2005）。

○子どもの学び「子どもの考え」		教師の手立て
もとの考え	<div>・ 10円玉の方が重そう（実際に持った時の感触から。銅で重そうだから） ・ 1円玉の方が重そう（同じ大きさにしたらそうなると思ったから） ・ 根拠を持って説明することは、出来ない</div>	
導入	<div>1円玉と10円玉はどちらが重い材質からできているか</div>	
	<div>①1円玉と10円玉はどちらが重い材質からできているか、個人で予想する。 ○「10円玉の方が重い」 ・ 持った感じがそうだから ・ 銅で重そうだから ・ 同じ大きさにしても10円の方が重い感じがする ○「1円玉の方が重い」 ・ 同じ大きさにしたらそうなると思ったから ②班で意見を共有し、1つの予想を立てる。</div>	<div>・ 既存の知識や持った感触から、どちらが重い材質で出来ているか、個人で予想させる ・ 物質を構成する「材質」に注目させる。1円玉1枚と10円玉1枚の重さ比べではないことを理解させる</div>
展開	<div>③予想をもとにどのような実験をすれば根拠を持って説明することが出来るか、グループで計画を立てる。 予想1「同じ体積の時、10円玉の方が重くなる」 予想2「同じ質量の時、1円玉の方が体積は大きくなる」 ④立てた計画をもとに、実際に実験を行う。 予想1「同じ体積の時、10円玉の方が重くなる」 1. 2つのメスシリンダーに同じ量の水を入れる 2. 1つのメスシリンダーに10円玉を入れる 3. もう1つのメスシリンダーに、2で水のかさが増えた量だけ1円玉を入れる 4. メスシリンダーに入れた1円玉、10円玉を上皿天秤に移し、重さを比べる 予想2「同じ質量の時、1円玉の方が体積は大きくなる」 1. 10円玉と1円玉の重さをはかる 2. 重さを同じにする 3. 同じ量の水が入ったメスシリンダーに同じ重さの10円玉と1円玉を入れる。 4. 初めに入っていた水がどのくらい増えるか、調べる 5. 水の量が多く増えた方の材質が重いと言える ⑤どのような実験をしたのか、その結果、どのようなことが分かったかを、グループごと発表する。</div>	<div>・ 理科室にある道具を自由に使い、実験させる ・ 何を調べたら良いか、調べるためにはどうしたら良いかを考えさせる ・ 話し合いに全員が参加できているか見て回り、必要であれば、声掛け、助言を行う ・ 比べる→何かを同じにする ・ 変える条件、変えない条件に着目させる</div>
まとめ	<div>⑥振り返りをする。 ・ 異学年での学び合いの良さや協力して問題解決を行うことの重要性を、子どもたちが感じている。 ・ ひとりでは思いつかなかったことも、友達のことを聞いたり、協力して考えたりすることで、正解に近づくことが出来た。</div>	<div>・ 結果を共有する ・ 振り返りを行う</div>
新たな考え		<div>・ 1円玉と10円玉はどちらが重い材質で出来ているか、根拠を持って説明することができる ・ 異学年での学び合いの良さや協力して問題解決を行うことの重要性に気付く （他者の考えを取り入れたり、応用したりすることで、新しい考えや方法が生まれる）</div>

図 3.2 教授・学習プロセスマップによる授業デザイン

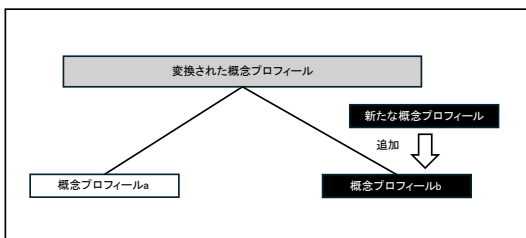


図 4.1.1 概念プロフィールの追加

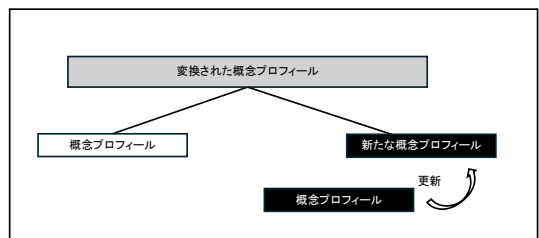


図 4.1.2 概念プロフィールの更新

4.2 概念プロフィールによる子どもの概念変容の分析

本研究の分析では、プロトコル、ワークシートを用いて、各班がどのように議論して考えをつくったのかを、概念プロフィールを用いた図にして表した。

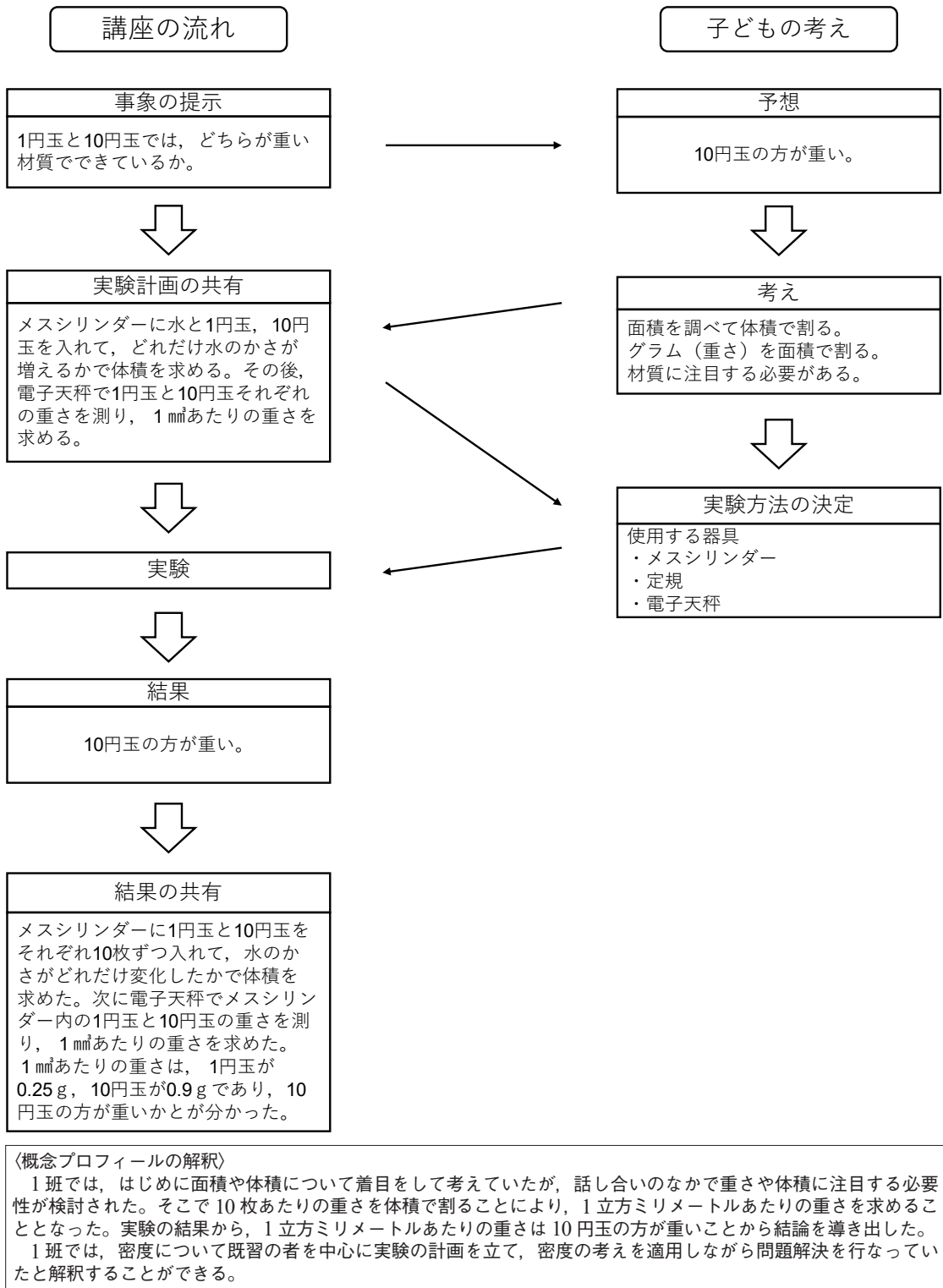
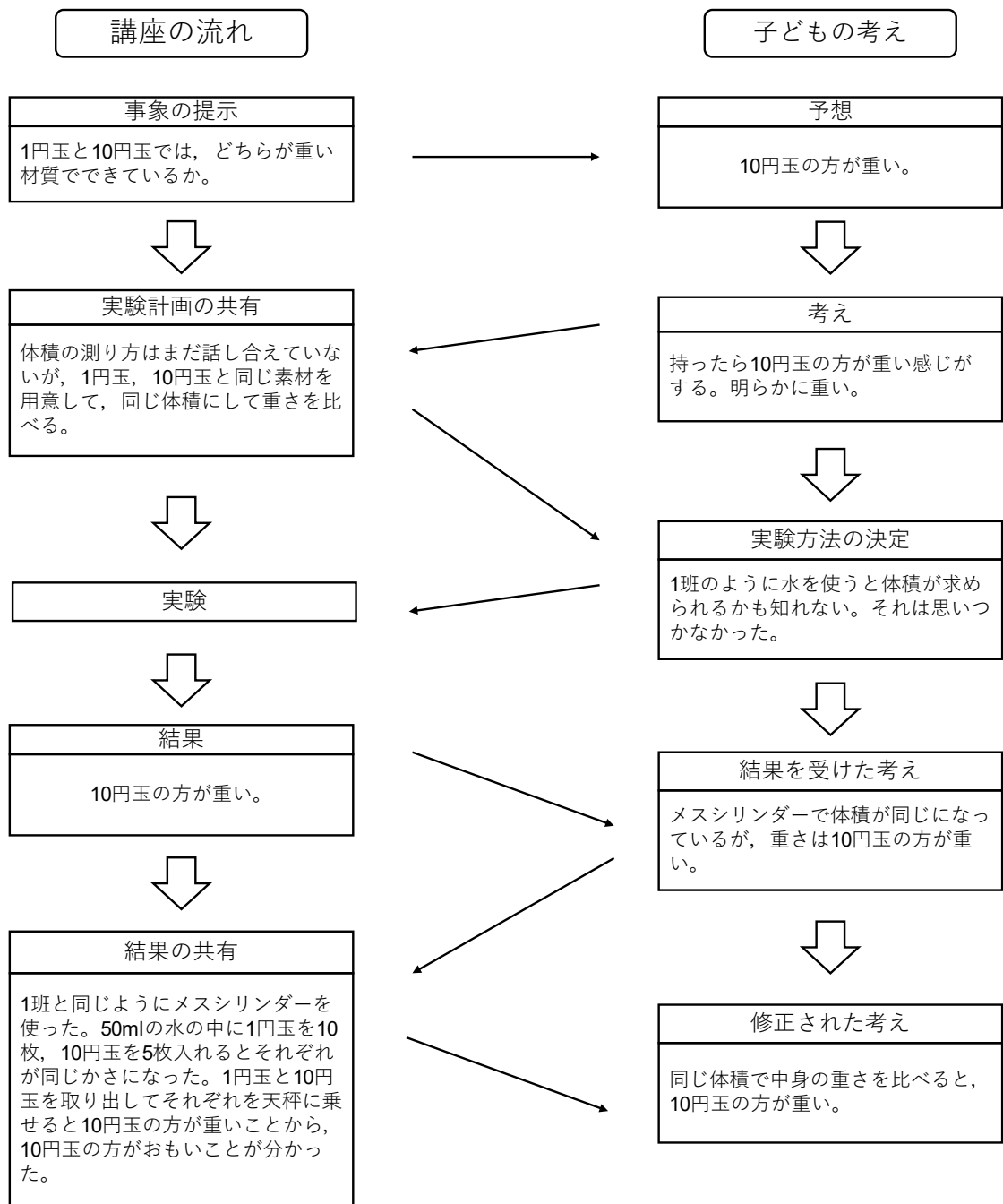


図 4.2.1 1班の概念プロフィールによる子どもの概念形成の過程



〈概念プロフィールの解釈〉

2班は、はじめは手の感覚によって10円玉が重いという考えを持っていた。しかし、他の班の実験計画の共有を受け、水を用いて体積を求める方法に着目した。メスシリンダーを用いて1円玉と10円玉の体積を揃え、同じ体積にしたときに10円玉の方が重いことから結論を導き出した。

2班の考え方は、小学校第3学年「ものと重さ」の学習をベースとし、「物は、体積が同じでも重さが違うことがあること」という既習の事項をもとに考えていると解釈できる。このことより、中学校理科における密度の概念の導入に繋がる本講座の内容であっても、小学校で習ったことを生かしながら考えることで、問題解決を行なっている。

図 4.2.2 2班の概念プロフィールによる子どもの概念形成の過程

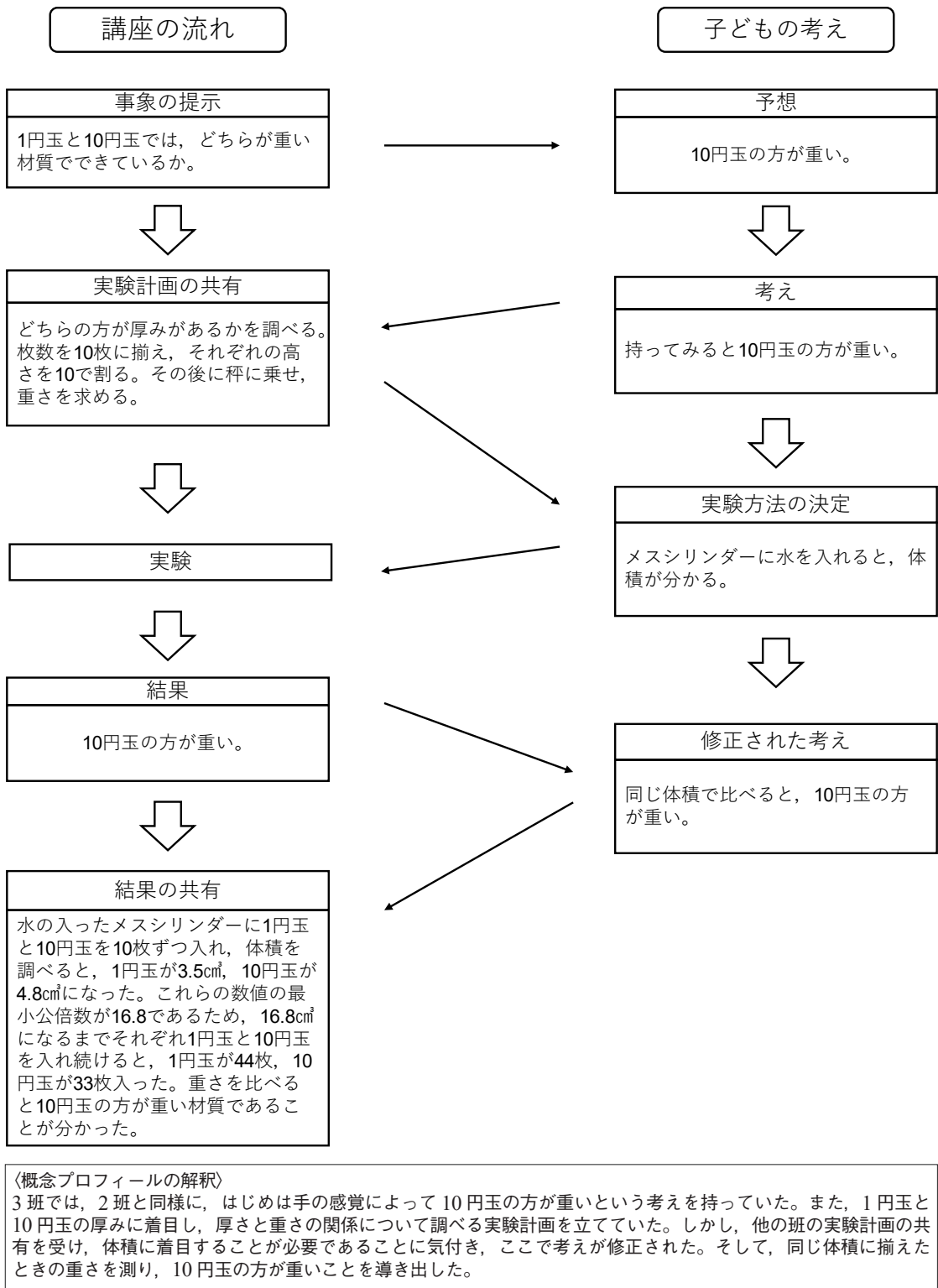


図 4.2.3 3班の概念プロファイルによる子どもの概念形成の過程

4.3 各班における概念プロフィールの変容についての考察

1 班は、密度について既習の班員を中心に話し合いのなかで重さや体積に注目する必要性が検討された。そして、密度の考えの適用が行われた。

2 班は、はじめは手の感覚によって 10 円玉が重いという考えを持っていた。しかし、他班の実験計画の共有を受け、水を用いて体積を求める方法に着目した。そして、「物は、体積が同じでも重さが違うことがあること」という既習の事項をもとに、体積を同じにする方法を考えていると解釈できる。

3 班は 2 班と同様に、はじめに手の感覚によって 10 円玉の方が重いという考えを持っていた。また、1 円玉と 10 円玉の厚みに着目し、厚さと重さの関係について調べる実験計画を立てていた。しかし、他班の実験計画の共有を受け、厚さではなく体積に着目することが必要であることに気付き考えを修正した。

それぞれの班は体積を揃えて重さを比べる方法で実験を行ったが、講座の計画をしている段階では、同体積にして比較するだけでなく、重さを揃えて体積を比べる方法が出ることも考えられていたが、3 つの班では出てこなかった。

5. 研究のまとめ

本研究では、プロセスマップを用いて、異学年で協力して(協働的に)問題を解決する講座学習をデザインし、実践した。

はじめは 1 円玉と 10 円玉はどちらが重い材質からできているかという問いに対し、子どもはそれぞれ自分なりの考えを持っていた。しかし、根拠のある説明ができた子どもはいなかった。そこで講師は 1 円玉と 10 円玉の材質の違いに着目させた。そのことで学習の見通しを持たせるなど、子どもの学習を見とりながら手立てを講じていた。その後は各班で対話的に学習したり、他班の考えを取り入れたりしながら、材質の違いに対する理解を深めていた。このことから、学習者自身の論理構築に重きを置いた授業をデザインすることができたと言える。よって、プロセスマップを用いてデザインした授業の有用性が明らかになった。

各班は異学年の子どもで構成され、上級生が下級生の意見や考えを取りまとめながら学習を進めていた。講座学習でのプロセスマップの枠組みに沿って、一連の流れをプロトコルに起こして概念プロフィールを作成し、学習状況の変容を読み取った。そこでは、実験計画を共有した後に、他の班の考えを自分たちの班の考えとして取り入れている様子が見られた。また、講座終了後のアンケートの分析(資料 1)で、参加した子ども全員が 1 人で考えるよりもみんなで考えた方が、より理解が深まると答えていることから、異学年間の学びや他の学校の子どもの学び合いを含む「協働的な学び」の重要性を子どもが認識したことが明らかになった。

質問 1: 1 人で考えるよりもみんなで考えた方が、より理解が深まると思いますか。

回答(選択式)	回答数(人)	割合(%)
1. とてもそう思う	9	100
2. そう思う	0	0
3. そう思わない	0	0
3. 全くそう思わない	0	0
全体	9	100

質問2：そう答えた理由を教えてください。

参加者	回答	理由
No.1	1	自分ではしっかり理解することができないから、みんなでやった方が理解が深まると思ったから。
No.2	1	分かりにくい所や難しい所も、教え合いながらできるから。
No.3	1	分からなかったりしたら、班の子に教えてもらったり、教えたりできるので、1人で考えるよりも、スムーズに考えることができるから。
No.4	1	自分だけの考えじゃなくて、いろいろな人の意見が聞けて、そっちの方がいいのかなと考えが深まるから。
No.5	1	みんなで考えやアイデアを出し合うと、より班の考えが深まるから。
No.6	1	1人だと思いつかない考えがあり、何人かいると相手の意見に納得したり、話し合ったりして新しいアイデアが思い浮かんでくるから。
No.7	1	楽しいし、仲が深まるから。
No.8	1	みんなでやった方が色々な人の意見が深まって考えることが楽しく思えたから。
No.9	1	みんなで考えた方がより沢山の意見が集まると思ったから。

質問3：自分やグループの課題だと感じたことはありましたか。

参加者	回答
No.1	どうしてそう思ったかまでをしっかりと理解すること、しっかりと説明できることを課題だと感じました。
No.2	私は説明などがまかせっきりだったので、もっと自分で考える力をつけたいです。
No.3	班の子に質問されても、文章で説明することができなかったことがあったので、自分の課題だと思いました。
No.4	色々な考えの人がいるから、色々な人の意見を尊重していきたいと思いました。
No.5	ありません。
No.6	初めての人もいたから、話が合わなかったりした。
No.7	感情のコントロールが大事。
No.8	自分の意見を言えないときがあったので、ミスを恐れないということを課題にしていきたいと思います。
No.9	自分が思うままに実験を進めていってしまったから、相手の考えをよく聞くことができなかった気がした。もっとグループで作業を分担できればよかった。

資料1 講座終了後のアンケートの集計

【引用文献】

- ・中央教育審議会（2021）「『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～（答申）」,19.
- ・Mortimer, E. F. (1995) : Conceptual Change or Conceptual Profile Change?, Science & Education, 4, pp. 267-285, Kluwer Academic Publishers
- ・小野瀬倫也（2002）「日常知から科学概念を作り上げる子どもを支援する「発問」の工夫」, 森本信也編著『論理を構築する子どもと理科授業』東洋館出版社, 52-60.
- ・小野瀬倫也（2022）「理科教授・学習プロセスマップの改良とその活用による理科授業デザイン支援 - 教職実践演習における実践を通して - 」国士館大学『国士館人文科学論集』第3号, 33.
- ・小野瀬倫也・森本信也（2005）「理科学習における子どもの概念プロフィールの変換に関する一考察」『理科教育学研究』日本理科教育学会 Vol.46, No.1 3-4.
- ・小野瀬倫也・佐藤寛之（2020）「教授・学習プロセスマップを用いた理科授業デザインの支援の研究 - 教員志望学生による学習指導案の省察の分析を通して - 」理科教育学会『理科教育学研究』Vol.53, No1, 14.
- ・小野瀬倫也・佐藤寛之・森本信也（2012）「理科授業において子どもが抱く疑問とその特徴に関する研究 - 認知的 Vee 地図を踏まえた理科学習ガイドの改良と分析 - 」理科教育学会『理科教育学研究』Vol.61, No1, 70.
- ・八潮市（2023）「八潮こども夢大学」 Retrieved from <https://www.city.yashio.lg.jp/kosodate/kyoiku/gakkokkyoshitsu/torikumi/yumedaigaku/12345.html> (accessed 2024.08.10)