

複式学級における子どもの問題解決能力の育成を図る 授業プログラムの開発

亀山 愛友¹・森川 敦史²・五島 政一³・境 智洋⁴

¹埼玉県さいたま市立宮原小学校教諭

²弟子屈町立美留和小学校教諭

³国立教育政策研究所

⁴北海道教育大学釧路校授業開発研究室

Development of teaching programs that promote the growth of problem-solving ability of children at the Multi-grade class

Aitomo KAMEYAMA¹・Atsushi MORIKAWA²・Masakazu GOTO³・Chihiro SAKAI⁴

¹Miyahara Primary School, Saitama City

²Biruwa Primary School, Teshikaga Town

³National Institute for Education Policy Research

⁴Department of Education, Kushiro Campus, Hokkaido University of Education

要旨

第2回北海道の小規模校における理科教育に関する実態調査(境, 2011)から, 道内公立小学校の約3割が複式授業を実施し, その約4割でAB年度方式を実施していることがわかった。AB年度方式は, 2年間で教育課程が完成するという考え方にたつ。そのため3年生が4年生の学習, その逆の場合も生じる可能性があり, 問題解決能力の育成を図る上では適さない学習方法である。さらに, 複式校の教員は, 教材研究や観察・実験の準備時間の不足, 学習指導法に問題を抱えていることがわかってきた。本研究は, 複式授業における教師の困難さを解消すると共に, 複式授業において, 児童一人一人の問題解決能力を育成し, 児童が主体的に学習に取り組むことができる理科の授業プログラムの開発である。

I はじめに

2013年度の北海道内公立小学校の学級数は, 12,376学級である(文部科学省, 2013)。そのうち複式は790学級(6.4%)存在し, 北海道は全国(1.9%)と比べ, 複式の割合が高い(図1)。こうした状況をうけて北海道では, 複式に関する教育研究が古くから行われてきた。しかし, その内容は指導法に関するものが中心で, 教科指導に関する研究においても国語や算数をベースにした研究が多く, 理科に関する研究はきわめて少ない。

また, 日本の子どもの理科の学力や科学的リテラシーの現状については, 国内調査の教育課程実施状況調査, 国際調査のPISA調査やTIMSS調査などで分析が行われてきた。国内調査の2001年度と2003年度小中学校教育課程実施状況調査(文部科学省, 2007)では, 基礎的・基本的な知識・技能の習得を中心に一定の成果が認められるが, 2006年度小中学校教育課程実施状況調査「特定の課題(観察・実験)に関する調査」では, 学校の理科の範囲で, 問題解決のプロセスに課題があることが明らかになった(国立教

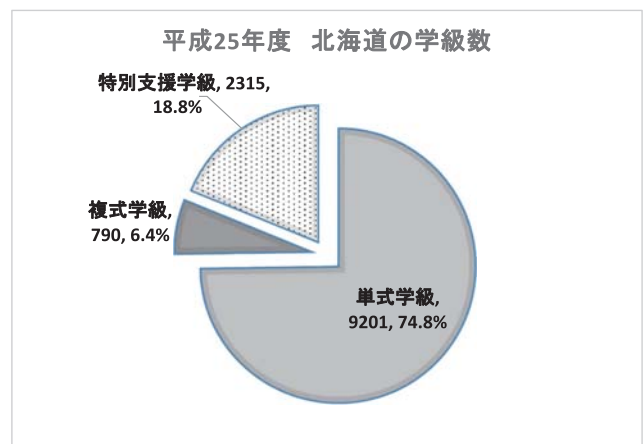


図1 2013年度の北海道の学級数

育政策研究所, 2007)。これらから複式校の理科教育の課題も, 本質的に同質であることがわかる。それは, 問題解決における初発の段階である「自ら課題を発見すること」や「観察・実験の方法を考案すること」と, 終わりの段階である「科学的に考察して結論を導くこと」や「実社会や

実生活に応用すること」に課題がみられたことである。これらの弱点を克服するには、意図的に科学的な問題解決能力を育成することが必要である。

本研究は、北海道の複式授業において、児童の主体的な学習活動を保証し、問題解決能力の育成を図るための理科の授業プログラムの開発を行うものである。

II 北海道の小規模複式校、理科教育に関する実態調査

北海道の複式学級を有する学校では「複式の学習指導が難しい」という課題がある（北海道立教育研究所・北海道教育大学, 2001）。複式授業での学習指導の困難さは、その特徴的な指導法であると言える。複式授業の指導法は大きく分けて2つに分類できる。

一つ目は、学年別指導である。学年別指導とは、同時間に、2学年の児童それぞれに別の教科、あるいは同じ教科でも、異なる指導を行うものである。学年別指導は、直接指導と間接指導を組み合わせ1時間分の授業を展開しなければならない。その際、直接指導から間接指導へと移る「渡り」や、2学年の直接指導が重複しないように学習過程をずらす「ずらし」と呼ばれる技法が用いられている。

学年別指導の長所は、学年の発達段階や学習内容の系統性を踏まえた指導がしやすいことや、児童の転入、転出状況などに左右されないことが挙げられる。

二つ目は、AB年度方式（同単元指導）である。AB年度方式とは、二つの学年を一つの学年と見なして、2学年分の内容を2年間に分散させ、A年度とB年度に分け、2年間で指導を行うものである。AB年度方式の長所は、2学年に共通の学習ができ、学級に一体感が生まれやすく、より多くの人数で話し合い学習ができる。問題点としては、学校の統廃合や児童の転出入が起こった場合に、学習されない単元や重複する単元が生まれる危険性があげられる。また、系統性を重視する教科では、学年ごとの学習目標が決まっているため発達段階による学習すべき資質能力の習得が逆転するなどの弊害がある（八田, 2009）。

ここでは、北海道の複式学級を有する学校で行われている理科教育の現状と課題を、境（2012）による「北海道における理科教育の充実を図るための調査研究－第2回本道の小規模校における理科教育に関する実態調査」（以下、実態調査）を基に検討する。課題は主に、理科教育の学年別指導に焦点を当てる。調査は2011年に道内の小学校のうち全校児童40名以下の学校を対象として行い、回収率は76.6%で259校の回答があった。次に示す「1複式校の実態」は実態調査のデータを引用し、「2教師の必要としている情報」、「3観察や実験を行うにあたっての障害」、「4理科で指導が難しいと感じる内容」は実態調査のデータより、AB年度方式と学年別指導を行っている教師の回答を抽出した。AB年度方式を行っている教員は129名、学年別指導を行っている教師は394名である。

1 複式校の学習形態

北海道内の複式校の学習形態の結果を図2に示す。AB年度方式を実施している学校は回答のあった252校中（259校中、未回答の7校を除いた学校数）63校（25.0%）、学年別指導を行っているのは、181校（71.8%）である。また、単元によってAB年度方式と学年別指導を併用しているという学校は3校（1.2%）、その他は5校（2.0%）で5校の内訳は「AB年度方式だったが、年度途中で学年別指導に変えた」、「学年別指導への移行期間中で学年別指導とAB年度方式が混在する」、「今年度は学年別指導とAB年度方式の併用だが、来年度から学年別指導へ移行する」、「学校長が片方の学年を教え、担任がもう片方の学年を教えている」、「来年度より、学年別指導になる。今年度は一部重複」である。2002年度に実施した柳田・田中（2004）の調査では、AB年度方式は北海道内で49%の学校で実施されていた。この10年で学年別指導へ移行しつつあることがわかる。

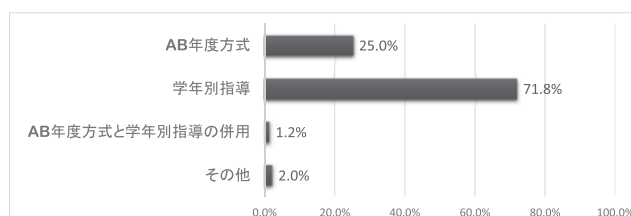


図2 複式校における理科の学習形態（境, 2012）

2 教師の必要としている情報

「理科に関する研修や研究でどのような情報を必要としているか」を指導法の違いに分けた結果を図3に示す。

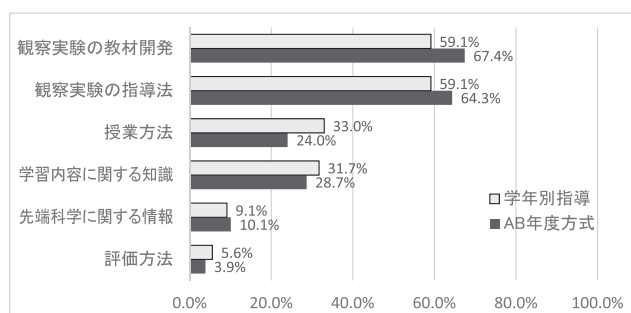


図3 教師が必要としている情報

多くの教師は、「観察実験の教材開発」、「観察実験の指導法」についての情報を必要としている。とりわけ学年別指導を行っている教師は「授業方法」についての情報を必要としていることがわかる。学年別指導を行っている教師が「理科の授業にあたって困難に思うこと」で自由記述した中で「異学年で異内容を教えることが難しい」、「両方実験の際は、指導方法が難しい」など授業方法に関する内容が多数記載されていることからわかる。

3 観察や実験を行うにあたっての障害

「観察や実験を行うにあたって障害となっていること」

を指導法の違いに分けた結果を図4に示す。

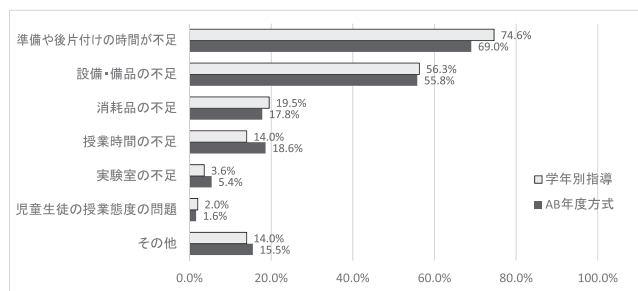


図4 観察や実験を行うにあたって障害となっていること

AB年度方式を行っている教師と比べ、学年別指導を行っている教師は、「準備や後片付けの時間が不足」していることが障害となっている。特に、「理科の授業にあたって困難に思うこと」の自由記載した中で「2学年同時に教えるための準備の時間が確保できない」、「2学年分教材研究は難しい」という記載が多数ある。また、八田(2009)は、日本の複式の理科授業でAB年度方式での指導が続く理由として、AB年度方式は、教材研究や資料・教具等の準備などの教師の負担が軽減されることを挙げており、学年別指導を行う教師の負担が大きいことを課題としている。北海道の複式授業も同様で、学年別指導の理科を行っている教師は、2学年同時に教えるための教材研究や実験・観察の準備、実験・観察後の後片づけの時間不足による困難さを抱えている。

4 理科の指導で難しいと感じる内容

「理科の指導で難しいと感じる内容」を指導法の違いに分けた結果を図5に示す。

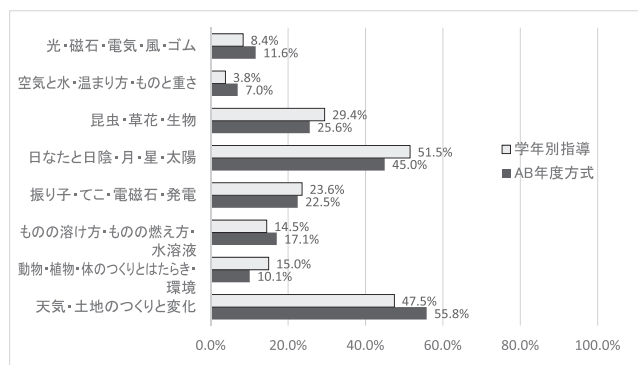


図5 理科の指導で難しいと感じる内容

学年別指導では理科の内容区分で見ると、A区分よりB区分の内容を難しいと感じている。「理科の授業にあたって困難に思うこと」で自由記述した中で「野外観察における安全面」、「フィールド(野外)で行う観察が片方学年だけでは難しい」という記載があり、B区分の内容が野外での観察を行う機会が多いことにより指導が難しくなっていると考えられる。

5 考察

学年別指導により理科授業を実施する際、「教材研究や実験・観察の準備、実験・観察後の後片づけの時間の不足」、「自然のしくみや働きに興味を持てるような、自然現象に働きかける体験活動と野外観察を取り入れた授業」、「授業方法」に課題がみられる。今後、AB年度方式が教科指導には不向きであることから学年別指導へ移行していくことが考えられる。ゆえに、理科全般の課題を考慮しながらも、児童の主体的な学習活動を保証し、問題解決能力の育成が図られ、学年別指導の困難さが改善できる授業プログラムの開発が必要である。

III Chinook Montessori Charter Schoolで実践されているマルチクラス教育の日本への応用

筆者らはアラスカ州フェアバンクス市内にあるChinook Montessori Charter School(以下、Chinook)で実践されているマルチクラスでの教育について考察した(亀山・境, 2013)。Chinookでの教育方法では、児童一人一人の問題解決能力の育成に成果が認められた。ここでは、Chinookでの教育方法のうち、理科の複式授業に応用できる3つの要素を述べる。

- (1) 自己学習によって取り組むことができるような学習課題の提示。
- (2) 自己学習の基礎を早期及び継続的に養う。
- (3) ポートフォリオ形式による学びの集積。

(1)の「自己学習によって取り組むことができる課題」とは、自己学習をしていくために必要な最初の課題である。ChinookではExpectationという学習を行う。Expectationでは児童にプリントで学習のシラバスと、課題のリストが提示され、その中から自分の興味にそって課題を見つけ出し、その課題を解決するために学習計画を自ら立て、解決させている。課題の多くは、自然体験や生活体験に根差している。このように、できる限り自然体験や生活体験をもとにした課題発見の場を設定し、課題を見つける時間を単元で繰り返し設定することを通して、課題を発見する力を育成することができる。その課題設定の場面は、異学年でも同時に実施できるものである。

(2)の「自己学習の基礎」とは、複式授業において教師の間接指導のもと、児童自身で学習を進めていく学習力である。Chinookでは幼児期から児童期、青年期に至るまで、一貫したExpectationによる教育から、児童は自己学習を自発的に行っている。この自己学習を行うために早期の段階で基礎を学習させ、日常の中でも繰り返し学習方法の指導を徹底して行っている。例えば課題を解決するために、予想や仮説を基にした観察や実験の設定、結果の整理や考察といった問題解決のためのプロセスの習得や、観察実験器具の使い方を早期及び繰り返し学ばせることであ

る。このように理科の学習を進める上での学習法の基礎をできる限り早期に学習させ、繰り返し学習させることで自己学習を進めさせることができる。この時、異学年が効率よく同時に間接指導で学習を進めるには、「生命」、「地球」、「エネルギー」、「粒子」を異学年で同じ時期に進める指導計画が必要となる。

(3)の「ポートフォリオ形式による学びの集積」とは、自分の学習の積み重ねを把握させる事である。Chinookでは幼児期から児童期、青年期に至るまで、Expectationによる学習のプリントをすべてファイルに蓄積させている。このことで、児童が現在の自分自身の課題を知り、どこまで課題が解決したのかを理解できる。ポートフォリオの学びの積み重ねは、主体的な問題解決の力を養う上で意義がある。このように、学習内容を蓄積させることで、問題解決のプロセスを学ぶとともに、どこまで解決したのかを含めて自分の現在の課題を把握することができる。

複式の理科授業に適応した授業プログラムは、「生命」、「地球」、「エネルギー」、「粒子」といった内容の構造を考えた流れを検討し、Chinookの教育方法を応用し自己学習による学びを取り入れることで改善される可能性がある。

IV 問題解決能力の育成を図る複式における理科授業プログラムの実践検証

本節では、W型理科教育用問題解決モデル、Ⅲ節で述べたChinook Montessori Charter Schoolで実践されているExpectationの自主的な学びを取り入れ、北海道の複式授業における問題解決能力の育成を図る授業プログラムを開

発する。

1 W型理科教育用問題解決モデルとは

五島・小林(2009)は、子どもの問題解決能力を育成するために川喜田二郎(1967)のW型問題解決モデルを応用した理科教育用W型問題解決モデル(以下:W型問題解決モデル)を提案した(図6)。筆者らは、このW型問題解決モデルに基づいて、複式における授業プログラムを開発した。五島・小林(2009)は、W型問題解決モデルにおける問題解決の過程を、野外観察の過程と室内観察実験の過程の2つに分けた。前者の野外観察の過程は、ありのままの自然から気づいた事実を集め、そこからわかることを自由に考えたり、説明したりする総合的な問題解決の過程であり、そこでは、多様な発想ができる能力の育成に有効であるとしている。一方、後者の室内観察実験の過程は、実験室内で人工的に制御された環境を作り出し、要素を還元的に抽出して仮説を立て、分析的・演繹的に検証するような仮説検証的な探究を行う能力の育成に有効であるとしている。理科教育用W型問題解決モデルを「①探検～観察(A～C):自然事象へ働きかける」、「②発想(C～D):問題を把握する」、「③仮説の設定・推論(D～E):予想・仮説を設定させる」、「④観察実験計画(E～F):考えを実証するための観察、実験を立案する」、「⑤観察、実験(F～G):観察、実験の実施」、「⑥検証(G～H):結果を適切に処理する」、「⑦一般化(H～I):結論を導き出し科学的な考え方を養う」の7つのプロセスに分化し授業プログラムを構成する。この7つのプロセスは、教師が行うものではなく児童が主体的に行うものであり、繰り返しこのプ

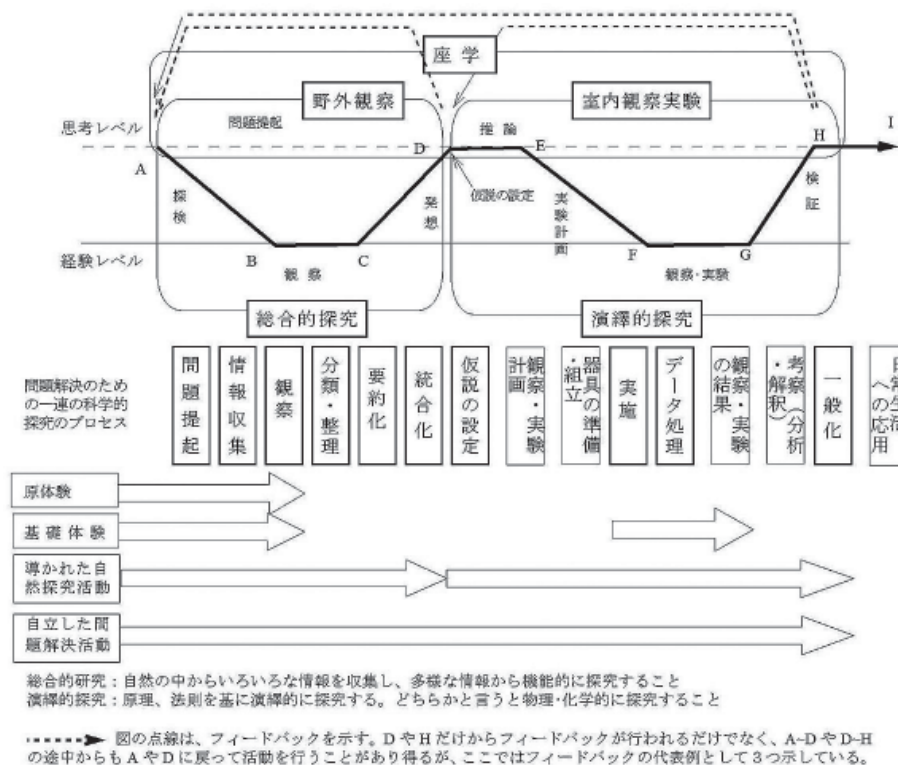


図6 理科教育用W型問題解決モデル(五島・小林2009)

ロセスを行うことで児童の科学的リテラシーが身につくのである。

2 授業プログラムと5つのカード

複式学級における児童の問題解決能力を育成するために、理科教育用W型問題解決モデルにあてはめた7つのプロセスを基に開発した授業プログラムと、授業を進めるに当たり開発した5つのカードについて述べる。

①探検～観察（A～C）：自然事象へ働きかける

児童が「自然事象への働きかけ」を行うには、村山（2013）は、子ども自らが、自然に親しみ、事象に働きかけるよう教師が工夫を行う必要があるとしている。児童が自ら事象を追究することができ、授業の見通しを持つことができるような活動を、教師側から提案しなければならない。複式授業では、2学年同時に提案することが必要である。教師から提案する活動は、単元を通じた授業への意欲と関心を高める活動でなければならない。複式授業における自然事象への働きかけの留意点は内容構造である。「生命」、「地球」、「エネルギー」、「粒子」の学習単位の中で、同じ内容構造の単元を2学年同時に行うことである。つまり、第3・4学年の複式授業の場合、3年生が「エネルギー」に類する単元を学習する場合、4年生も同様に「エネルギー」単元と一緒に学習できるよう年間指導計画を計画する必要がある。活動内容は、「エネルギー」の内容では体験を重視した活動を、「粒子」の内容では、身近なものを取り入れた体験活動を、「生命」、「地球」の内容では地域性を活かした素材の観察を2学年同時に行う。同じ内容構造を指導することにより教師の注意の目が児童に向きやすくなり、野外活動などの安全を考慮した観察も実施可能となる。

②発想（C～D）：問題を把握する

ChinookのExpectationは子どもが自主的に学習できるようにするため、学習課題をまとめた一覧を一枚綴りのプリントで配布し、その課題をもとに学習計画を立てさせている。そこで、児童が発見した課題を一枚綴りのプリントでまとめることができるカードを開発した。このプリントを「課題発見カード」と名付けた（図7）。

児童は自然事象の働きかけを通してわかったことを「課題発見カード」の前半にまとめる。そこから、教師がなぜそのようになったのか、どうすればそのようになるのかということを話し合いに出し、見通しをもった学習課題を児童に発見させるのである。

③仮説の設定・推論（D～E）：予想・仮説を設定させる

自然事象への働きかけを通して気付いた、わかったことを基にして、予想・仮説を設定させる。筆者らは、小林（2009）による、Four Question Strategy（以下4QS）に基づく仮説設定シートを参考にし、児童が自ら仮説の設定ができるように、「課題発見カード」の後半に仮説をまとめる欄を作成した。小林（2009）による4QSに基づく仮説設定シートは、観察や実験を通して検証するための変数が仮説の中にふくまれるよう、児童に「変化する事象（従

課題発見カード		（ ）月（ ）日（ ）曜日	
名前（ ）			
どんな活動をして		何がわかりましたか？	
解決したい問題を書こう。			
何がしたいのか？		どうなると思うのか？	
もっとくわしく、数字などを使って書いてみよう。			
何をどのくらいしたいのか？		どうなるのか、くわしく書いてみよう。	
私の仮説をまとめてみよう！！			

図7 課題発見カード

属変数)、「変化を与える要因（独立指数）」、「変化の要因の方法」、「従属変数を数量として表す方法（計測方法）」の4段階の問いを与え、2つの変数の存在を意識化させ、仮説を文で表現させた時に仮説の中に変数が含まれることを目的としている。この、4QSに基づく仮説設定シートのような、4つの問いで仮説が書けるように「課題発見カード」では、以下のような記述を行う。まず、自然事象の働きかけでわかったことから、教師と児童との話し合いの中で、児童が発見した課題について、その課題を解決するために何がしたいのか「目的」を記す。その目的を達成するとどうなるのか、「予想」を記す。次に、「目的」に数量を取り入れるとどうなるのか、その「数量」を記す。最後に、「予想」に対して具体的な事柄と数量を合わせて「仮説」として記す。「目的」、「予想」、「数量」、「仮説」は、4QSの「変化する事象（従属変数）」、「変化を与える要因（独立指数）」、「変化の要因の方法」、「従属変数を数量として表す方法（計測方法）」にそれぞれ対応できる。そこから導き出されるものを総合させて仮説を文章で記す。このように記述式の仮説の組み立てにより、複式授業では、両学年の同時間接指導と位置付けることができる。

この時、「従属変数を数量として表す方法（計測方法）」では、実験器具による計測方法を記すために、計測器具の名称や用途、数値の読み方などの実験器具操作のスキルが必要である。後述するが、授業の展開において、児童に

は、学年の4月の段階で、理科の授業で使用する主要な実験器具の使い方を習得させる。また、学習単元の第2時に、その単元で使う特有の実験器具の習得を行うことになる。

④観察実験計画（E～F）

広島大学附属東雲小学校（2010）での実践例である、「スリムポートフォリオによる実践」で紹介されるスリムポートフォリオに、Chinookの教育効果である「学びの積み重ね」を複合させ、問題解決の過程を児童が学習することができるワークシートを作成した。このプリントを「課題解決カード」と名付ける（図8）。

課題発見カードに記した「仮説」をカードのはじめに記載する。次に記載するのは「課題を解決するために必要なもの」と「どのような実験をするのか」である。「課題を解決するために必要なもの」には、実験を実施するために必要な実験器具の名称を記述する。また、「どのような実験をするのか」は、学年の始まり（4月）で習得した基礎的な実験器具の使い方と単元の第2時に学習した、新たな実験器具の操作法から実験計画を考察し、記述する。



図9 理科アイテムカード

理科アイテムカードを使用することで、模倣的に実験の準備をすることができ、児童が見通しを持って、「検証計画の立案」をすることができると考える。この「理科アイテムカード」を使用することで、「検証計画の立案」の効率化が図られ、観察、実験（F～G）へとスムーズに移行できる。

⑤観察、実験（F～G）：観察、実験の実施

村山（2013）は、子どもが目的を明確に持ち、その結果を表やグラフなどに整理して考察することで、初めて意図的、目的的な活動となり、意味や価値を持つものとなっている。しかし、児童は観察ではどのような視点で観察をすれば良いのか、実験ではどのようにデータを処理すれば良いのかがわからない場合もある。複式授業では、常時、教師が直接指導で見取ることができないため、児童は主体的に観察、実験の結果を表やグラフなどで整理していかなければならない。そこで、「整理カード」を開発した（図10）。

課題解決カード		()月()日()曜日
名前()		
課題		
予想（仮説）を書きましょう。		
実験をするのに必要なものは？		
どのような実験をしますか？		
実験をして解決しましょう！実験の結果をかきましょう。		
実験からわかったことを書きましょう。		新しい疑問（仮説）を書きましょう。
今日の学習をふり返って ○良くてきた ○できた △あまりできなかった ×できなかった		

図8 課題解決カード

ここで、児童の記述の補助として「理科アイテムカード（図9）」を用いる。「理科アイテムカード」とは、前面に実験器具の図が記載されており、カードの裏面に実験器具の使用法と注意点が書かれたものである。

整理カード													
物のとけ方のきろく													
実験をして解決しましょう！実験の結果をかきましょう。													
①とけずもの 質量													
水の量	～mL												
温度	～℃												
②下の湯を食ひ、とけたgに足をつけて。													
とけずもの 質量	～g												
水の量	～mL												
温度	～℃												
量	5g 4g 3g 2g 1g 0g												
とけたか	○ ○ ○ ○ ×												
③とけた量を書く。													
とけずもの 質量	～g												
水の量	～mL												
温度	～℃												
だけ	○ ○ ○ ○ ×												
だけ	○ ○ ○ ○ ×												
質量不足～mLで、～0の時、～gどけました。													
◎じょうけんを覚えて実験を行う。													
表とグラフをまとめよう！ ・実験結果を表でまとめよう。 例1 <table border="1"> <tr> <td>水の量 (mL)</td> <td>とけた質量 (g)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> 水の温度は変えない。(40℃) 例2 <table border="1"> <tr> <td>水の温度 (℃)</td> <td>とけた質量 (g)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> 水の量は変えない。(50mL) ・実験結果をグラフでまとめよう。 例3 とけた量 (g) vs 水の量 (mL) 自分らのまとめ方をしてみよう！		水の量 (mL)	とけた質量 (g)					水の温度 (℃)	とけた質量 (g)				
水の量 (mL)	とけた質量 (g)												
水の温度 (℃)	とけた質量 (g)												

図10 整理カード

「整理カード」とは、実験の記録方法の手順や観察の場合の視点を与えるものである。児童は実験に応じて、整理カードを使用し、どのように実験、観察を整理していかなければならないのかを考察する。

⑥検証（G～H）：結果を適切に処理する

課題解決カードの「実験の結果を書きましょう」の欄が

結果を適切に処理するにあたる。児童は「整理カード」を基に、観察や実験の結果を記述することになる。

⑦一般化（H～I）：結論を導き出し科学的な考え方を養う

課題解決カードの「実験からわかったことを書きましよう」に児童が記載する。村山（2013）は観察、実験の結果を解釈する際に、説明しながら考察することを重視する必要があるとしている。しかし、複式授業では児童数が少なく「話し合い」などの言語活動が難しい。そこで、異学年間で考察の発表を行う。実験からわかったことを書いた後、下の学年が、上の学年と教師に向けて実験、観察から考察したことを発表する。その後、上の学年と教師は下の学年に対して意見を述べる。次に、上の学年が下の学年と教師に向けて発表する。最後に下の学年と教師は、上の学年に対して意見を述べる。発表に関しては、仮説（予想）を紹介すること、実験の内容を紹介すること、実験の結果を説明させることを位置づける。

この時に更に疑問が見出されたら「新しい疑問を書きましよう」に記載する。ここで、ふたたび仮説を見いださせるためには「課題発見カード」を用い、実験を再度繰り返す場合は「課題解決カード」を用いる。このように理科教育用W型問題解決モデルを繰り返すことになる。新たな疑問が提案されるよう、教師は「考察の展開」は同時直接指導で行い教師の適切な助言をすることが必要である。

児童の課題が解決した場合は、まとめに入る。村山（2013）は、結論の導出は、実験結果から考察して得られた子どもの考えをもとにしながら、科学的な言語を的確に指導することが求められるとしている。つまり、教師は「科学的な言語」を紹介し、説明し、児童に理解させなければならないという。そこで、結論を導き出すワークシートとして、「理科まとめカード」を作成した（図11）。「理科まとめカード」は、「課題解決カード」をもとに、児童の考察をふり返らせ、結論を記述するワークシートである。まず、「これまで解決したことをまとめよう」の欄に、児童の言葉で考察のまとめを記述する。その後、教師の直接指導により科学的な言語を指導し、「学習で学んだ言葉をまとめよう」を記述させる。最後に、「科学的にまとめてみよう」を「これまで解決したことをまとめよう」と「学習で学んだ言葉をまとめよう」を合わせたものとして、結論を記述するのである。

以上の理科教育用W型問題解決モデルを基にした授業プログラムの概要を図12に示す。

3 授業プログラムを複式の理科授業で活用する

第1時目は、自然事象への働きかけから始め、両学年が教師から提示される活動を行う。この時、教師は同時間接指導を行うことになる。次に、「課題発見カード」に活動からわかったことをまとめさせる。各学年がまとめに入る段階をずらし、直接指導でわかったことの中から一つを抽出する。ここで、教師が意図する「わかったこと」が出るように、特に中学年の学級では、児童の意見を引き出す声

理科まとめカード		()月()日()曜日
名 前()		
これまで解決したことを「課題解決カード」からまとめよう。	学習した科学の言葉をまとめよう。	
↓		
2つを合わせて科学的にまとめてみよう。		
授業をふりかえって感想を書きましよう。		

図11 理科まとめカード

かけが必要になる。その後、同時間接指導で「課題発見カード」を完成させる。

第2時目では、新たな実験器具の操作法や計測器具の数値の読み方などを学ぶ。この時、両学年の一斉指導で行い、上の学年は下の学年に既習の実験器具の扱い方を伝える。教師は主に、上の学年が使う新規の実験器具の扱いを指導することになる。その後、第2時目の後半は「課題解決カード」の記述に入る。「課題解決カード」の上段に「課題」を記述する。記述する内容は、「課題発見カード」で児童が発見した課題である。次に、「予想（仮説）を書きましよう」の欄を記述する。これには、「課題発見カード」でまとめた仮説を記述する。これらの記述は、児童がプリント一枚で追うことができるようにすること、そして、課題と仮説を再認識させる目的としている。次に「理科アイテムカード」を基にして、「実験に必要なものは」と「どのような実験をするのか」の欄を記述する。第2時目は前半の「実験器具の操作の習得」が同時直接指導であり、「検証計画の立案」が同時間接指導となる。

第3時目は、実験の目的（仮説）と実験の計画が立ててあり、「理科アイテムカード」によって、実験器具の何が必要なのか理解されているため、「理科アイテムカード」の実験器具を児童が自ら理科室の中から見つけ、準備し、実験を開始する。教師は、同時間接指導により、実験の内容と児童の実態に合わせて、特に必要と感じる学年に

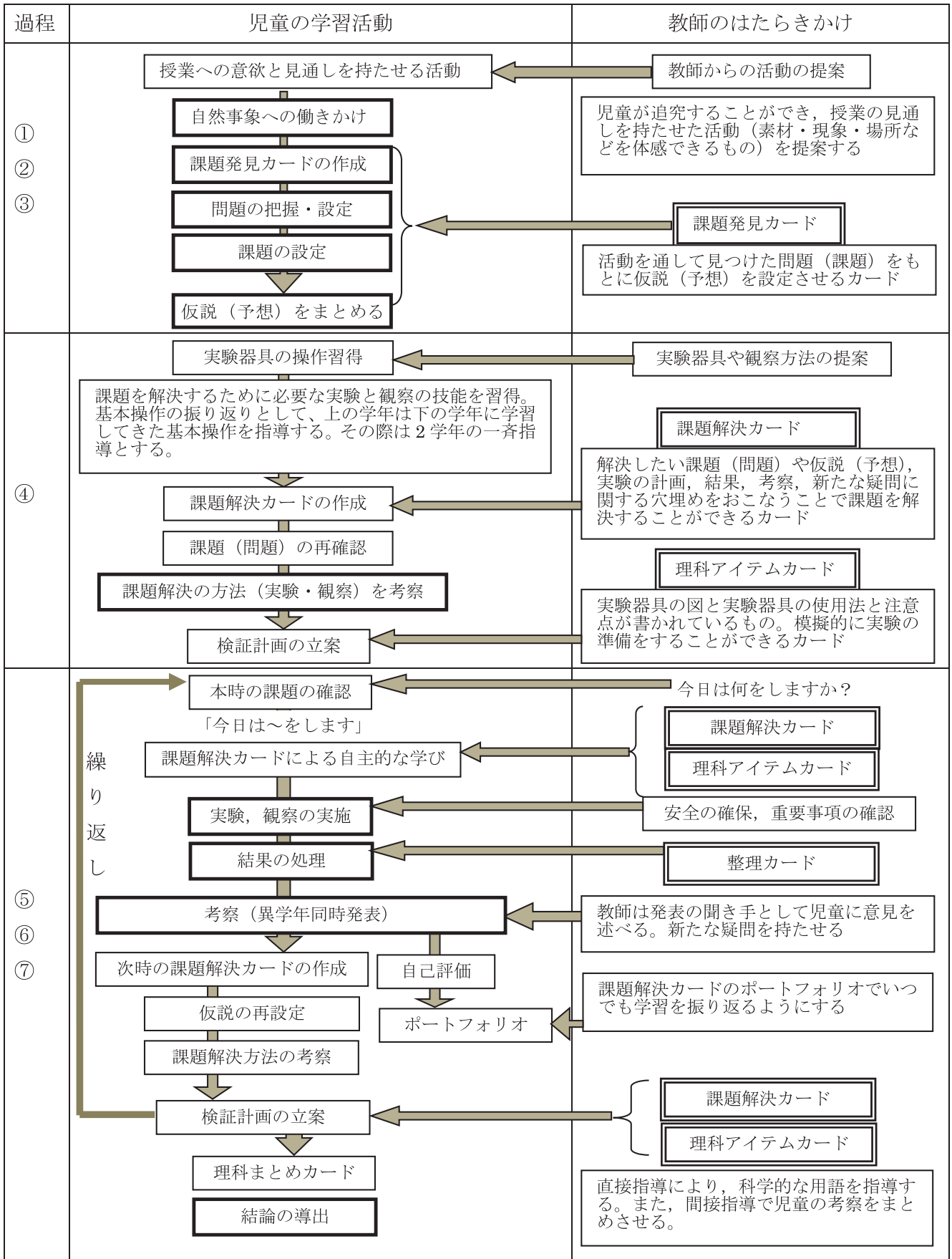


図12 W型問題解決モデルを用いた単学年の授業構想

渡り、安全を考慮した指導を行う。教師の指導を受けていない他の学年は主体的に実験に取り組むことになる。これにより、2学年分の実験、観察の準備の時間不足による困

難さと安全性の問題が解決される。児童は「課題解決カード」の「実験からわかったことを書きましょう」までを主体的に記述していく。その際に、「整理カード」を活用す

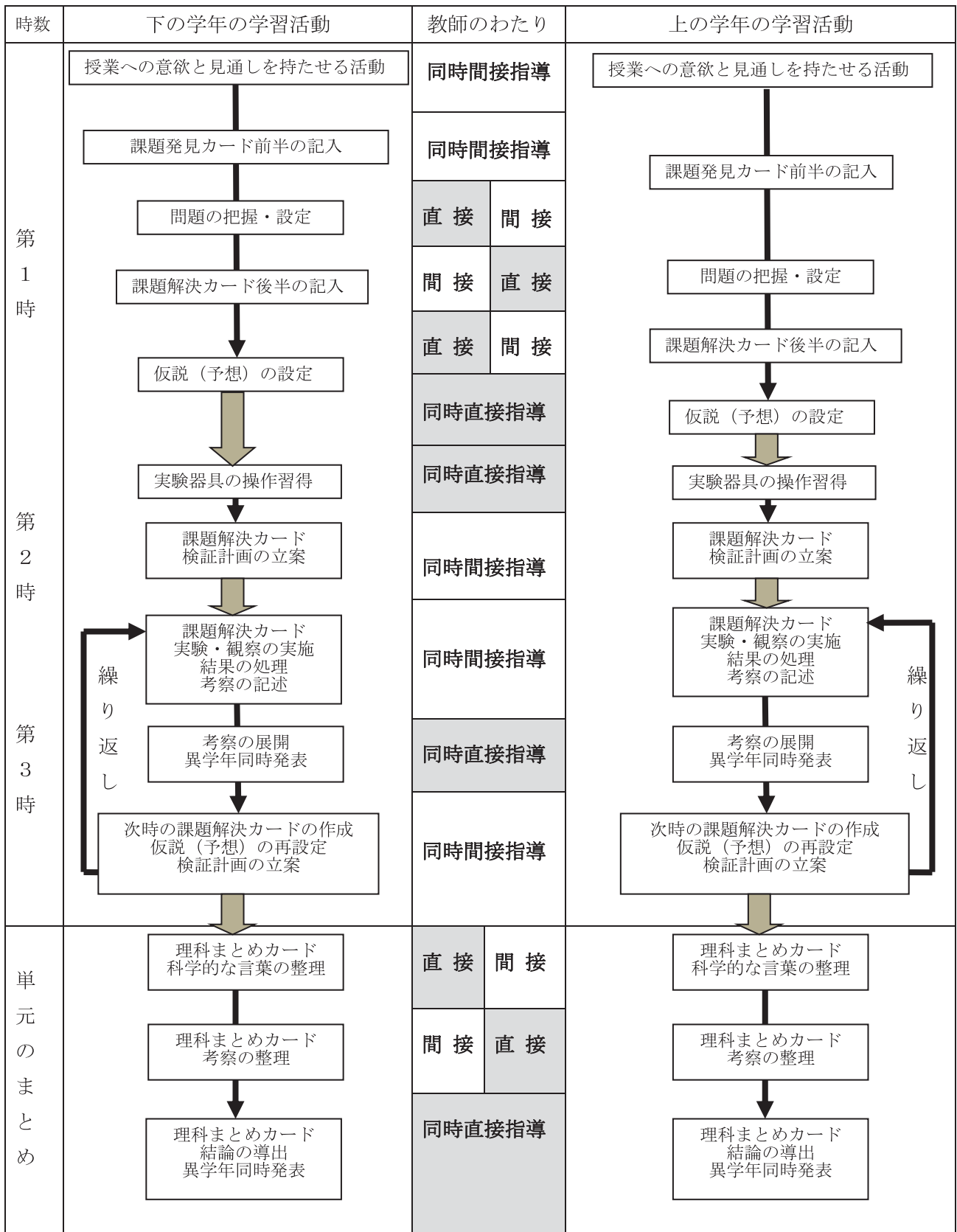


図13 複式で実施する際の授業展開モデル

る。第3時の後半は、両学年が実験からわかったことを発表し合い、考察をさらに深める。教師は、同時直接指導となり、児童の新たな疑問が出てくるように、話し合いを持ちかける。

最後に「新しい疑問（仮説）を書きましょう」の欄を記述し、次時につなげる。

単元のまとめでは、それぞれの学年「理科まとめカード」に記入し授業を振り返る。それぞれのカードをポートフォリオ形式でファイルすることで一連の流れが見える。

授業プログラムをもとにした授業モデル案を図13に示す。

4 単元の順序性と系統性を考慮したカリキュラム

児童の問題解決能力の育成を考慮した場合、学年毎の単元の順序性と系統性を重要視しなければならない。また、内容区分を考慮し、小学校における学年別指導による理科の授業を構成するには、実験と観察の検証法をさらに考慮しなければならない。以上のことを、踏まえて、系統性と順序性を考慮した、複式授業における単元の組み合わせを図14に示す。

内容区分	検証法	第3学年	第4学年	第5学年	第6学年
A区分 ↑ ↓ B区分	実験 ↑ ↓ 観察	電気の通り道	電気の働き	電流の働き	電気の利用
		物と重さ	金属、水、空気と温度	物の溶け方	水溶液の性質
		磁石の性質	空気と水の性質	振り子の運動	燃焼のしくみ
		光の性質	天気の様子	流水の働き	てこの規則性
		風やゴムの働き	季節と生物	天気の変化	土地のつくりと変化
		身近な自然の観察	月と星	動物の誕生	月と太陽
		太陽と地面の様子	昆虫と植物	植物の発芽、成長、結実	生物と環境
		観察	人の体のつくりと運動	植物の養分と水の通り道	人の体のつくりと働き

図14 系統性と順序性
問題解決の検証法を考慮した単元の組み合わせ

これらの単元を組み合わせれば、学年別指導で行う実験の困難さが改善されると考える。第3学年の「風やゴムの働き」、「光の性質」はA区分であるが、実験が野外での活動が多いためB区分と組み合わせると良い。問題解決のための検証法が主に観察であるものを組み合わせ、図14を考慮に入れると学年別指導で行う野外観察が可能である。

V 研究の成果と課題

北海道の複式における理科教育で、児童が主体的な学習活動ができ、問題解決能力の育成が図られ、学年別指導の困難さが改善できる授業プログラムの開発を行った。筆者らは2013年6月に「マルチ理科研究会」を発足させ、本プログラムの実践検証を行ってきている。2013年度は児童が主体的に学習できるかを弟子屈町立美留和小学校の4年生（2名）、5年生（1名）を対象とした4年生「ものの体積と力」、5年生「ものの溶け方」の複式授業で検証した。理科アイテムカードは両単元に使う実験装置に限定し作成した。その結果、児童が主体的に学習できることがわかり、この授業プログラムが複式の理科授業の改善につながる可能性があることがわかってきた。2014年度は、さらに単元を広げ、学年を変えた授業プランの作成や内容区分の具体的な授業プランとその実践の検証に入る。

謝辞

本論文作成にあたり、授業プログラムの開発と授業実践では、弟子屈町立美留和小学校に協力を頂いた。心から感謝を申し上げます。

付記

本稿は、森川敦史が授業実践を行い、亀山愛友が全稿を執筆し、五島政一、境智洋が校閲を加えた。

参考文献

- 五島政一・小林辰至（2009）「W型問題解決モデルに基づいた科学的リテラシー育成のための理科教育に関する一考察－問題の把握から考察・活用までの過程に着目して－」,理科教育学研究,第50巻,第2号,pp39-49.
- 広島大学附属東雲小学校（2010）「複式教育ハンドブック－異学年が同時に学び合うよさを生かした学習指導－」,東洋館出版.
- 北海道立教育研究所・北海道教育大学（2001）「複式学級における学習指導の在り方」, http://www.doken.hokkaido-c.ed.jp/index.php?action=cabinet_action_main_download&block_id=238&room_id=49&cabinet_id=2&file_id=381&upload_id=690.

- 亀山愛友・境智洋（2013）「アラスカ州フェアバンクス市 Chinook Montessori Charter Schoolにおけるマルチクラスの研究」, 釧路論集, 北海道教育大学釧路校研究紀要, 第45号, pp35-47.
- 川喜田二郎（1967）「発想法」, 中央公論新書, 22.
- 小林辰志（2009）「生徒に仮説を設定させる新しい理科指導法（Four Question Strategy）の概要」, 日本理科教育学会全国大会要項, 第59号, p57.
- 国立教育政策研究所（2007）「特定の課題に関する調査（理科）調査結果（小学校・中学校）」, 国立教育政策研究所教育課程研究センター, 1.
- 文部科学省（2007）「教育課程部会におけるこれまでの審議のまとめ」, 中央教育審議会（初等中等教育分科会教育課程部会）, 13.
- 文部科学省（2013）「平成25年度学校基本調査 9 小学校の学校数・学級数・児童数及び教職員数（3 - 1）」. <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001011528>.
- 村山哲哉（2013）「小学校理科「問題解決」8つのステップ - これからの理科教育と授業論 - 」, 東洋館出版.
- 境智洋（2012）「北海道における理科教育の充実を図るための調査研究 - 第2回本道の小規模校における理科教育に関する実態調査 - 」, 調査研究報告書.
- 八田明夫（2009）「複式学級指導法 - 単式学級内の学力差に対応した現場の工夫にも役立つ指導法 - 」, 東京教学社.
- 柳田英俊・田中実（2004）「小学校複式理科カリキュラムの現状とモデル作成」, へき地教育研究, 北海道教育大学へき地教育研究センター紀要, 第59号, pp65-72.