SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

Unit Development and Practice to Promote Problem-Solving Learning in Elementary School Science : focusing on matter and energy

メタデータ	言語: jpn
	出版者:
	公開日: 2021-12-17
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 大橋, 貴成, 石上, 靖芳
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00028493

小学校理科における問題解決学習をうながす単元開発とその実践
―物質・エネルギーに着目して―

Unit Development and Practice to Promote Problem-Solving Learning
in Elementary School Science
― focusing on matter and energy ―

大橋　貴成[1]，石上　靖芳[2]
Takashige OHASHI,　Yasuyoshi ISHIGAMI

（令和 3 年 11 月 30 日受理）

ABSTRACT
The purpose of this study is to develop a unit to foster″ problem solving ability″ for science in elementary school and verify its effectiveness through its practice. In order to achieve this goal, the lower abilities of ″problem solving″ in science is defined as (1) the ability to form hypotheses (prediction), (2) the ability to plan observations and experiments to confirm, (3) the ability to relate hypotheses (prediction) and results, and (4) the ability to lead conclusions. As a result of practicing problem-solving learning, it was confirmed that children in the experimental group had achieved their problem-solving ability.

１．問題の所在と研究目的

中央教育審議会（2016）では，理科教育に求められるものとして，課題の把握（発見），課題の探究（追究），課題の解決という探究の過程を通じた学習活動を行い，それぞれの過程において，資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ること，探究の過程全体を児童生徒が主体的に遂行できるようにすることが挙げられている。また，平成 29 年に告示された学習指導要領には，小学校理科で育成を目指す資質・能力のうち，「思考力・判断力・表現力等」の育成の観点から，これまでも重視してきた問題解決の力を具体的に示し，より主体的に問題解決の活動を行うことができるように改善されている。このように，「問題解決力」の育成が今後の課題となっている。一方，平成 30 年度全国学力・学習状況調査報告書では，予想が確かめられた場合に得られる結果を見通して実験を構想することに課題があることや，より妥当な考

[1] 教育実践高度化専攻（袋井市立今井小学校）
[2] 学校教育系列

えをつくりだすために，実験結果を基に分析して考察し，その内容を記述することに課題があることが指摘されている。

そこで本研究では，「問題解決力」を育成するために，これまでの各研究者や実践者が定義している問題解決学習を整理して「問題解決力」を明らかにする。そして，小学校理科の「Ａ物質・エネルギー」の内容区分において「問題解決力」の育成を図る単元開発を行い，その効果を明らかにすることを目的とする。

２．研究の内容と方法

まずは，先行研究や文献などから問題解決学習の過程を整理し，本研究における「問題解決力」の下位能力を定義する。

次に，科学的な見方・考え方を働かせる場面を設定し，「問題解決力」を育成するために，研究協力校の小学校４年生２学級を対象に以下の実践を行う。その際，問題解決学習を取り入れた授業実践を行う学級を実験群，教科書の指導計画に沿った授業実践を行う学級を対照群として設定する。具体的には以下の通りである。

・問題解決学習を取り入れた「電流のはたらき」（７時間扱い）の単元開発を行う。
・単元の学習前と学習後に，単元の学習内容に関連した内容のパフォーマンス課題を作成し，授業実践の有用性の検証を行う。加えて評価ルーブリックを作成し，検証する。
・単元の学習前と学習後に，既習事項（３年生の学習内容）を用いたパフォーマンス課題を作成し，授業実践を通して「問題解決力」が育成されたかどうかの検証を行う。加えて評価ルーブリックを作成し，検証する。
・単元の学習前と学習後に，質問紙調査を行う。「問題解決力」の下位能力に関する質問と記述回答を求め，児童の意識の変化を調べる。

２－１「問題解決力」の定義

文部科学省「小学校理科の観察，実験の手引き」(2011）では，問題解決学習が，自然事象への働きかけ，問題の把握・設定，予想・仮説の設定，検証計画の立案，観察・実験，結果の整理，考察，結論の導出の８つの過程で示され，考察は，「観察，実験の結果を吟味する。予想や仮説の妥当性を検討する。」としている。先行研究においては，伊藤（2014）では，文部科学省から示された問題解決学習の８つの過程の中でも特に「検証計画の立案」の活動の充実を図ることで，児童が目的意識をもつことや結果や手順を見通して問題解決学習を行うことにつながり，問題解決の能力を育成することに有効であるとしている。小林（2006）では，問題解決学習が，問題意識の醸成，予想の設定，観察・実験方法の考察，観察・実験の実施，考察の５つの過程で示されている。同じく小林（2017）では，「実験の考察とは，仮説と結果を関係付けて仮説の妥当性を判断し，結論付けることである。」としている。成瀬（2013）では，問題解決学習が，自然現象との出会い，問題の把握，予想，計画，実施，結果，考察，結論の８つの過程で示されている。予想・計画・実施・結果を，一連の活動としてとらえさせ，仮説を立てさせたことで，児童は見通しをもち，主体的に予想を確かめる計画や実施に取り組むことができたことを明らかにしている。池田（2018）では，問題解決学習が自然現象に対する気付き，問題の見いだし，予想・仮説の設定，検証計画の立案，観察・実験の実施，結果の整理，考察や結論の導出の７つの過程に示されている。自分の考えを発話，書き言葉，表，グラフ，絵や図として表出し，それらをもとに他者と交流することにより，自分の考えをモニタリ

表１　問題解決学習に関する先行研究の整理

文部科学省「小学校理科の観察、実験の手引き」（2011）	伊藤（2014）	小林（2006、2017）	成瀬（2013）	池田（2018）
自然事象への働きかけ ↓ 問題の把握・設定 ↓ 予想・仮説の設定 ↓ 検証計画の立案 ↓ 観察・実験 ↓ 結果の整理 ↓ 考察 ↓ 結論の導出	自然事象への働きかけ ↓ 問題の把握・設定 ↓ 予想・仮説の設定 ↓ 検証計画の立案 ↓ 観察・実験 ↓ 結果の整理 ↓ 考察 ↓ 結論の導出 目的意識 結果への見通し 手順の見直し	問題意識の醸成 ↓ 予想の設定 ↓ 観察・実験方法の考案 ↓ 観察・実験の実施 ↓ 考察	自然現象との出会い ↓ 問題の把握 ↓ 予想 計画 実施 結果 ↓ 考察 ↓ 結論	自然現象に対する気付き ↓ 問題の見いだし ↓ 予想・仮説の設定 ↓ 検証計画の立案 ↓ 観察・実験の実施 ↓ 結果の整理 ↓ 考察や結論の導出

ングすることができる。それにより，根拠をつけ足したり修正したりすることができることが明らかになっている（表１）。これらの先行研究を整理し，本研究における問題解決学習を，自然の事物・現象から問題を見いだす，予想や仮説の設定，確認するための観察・実験の計画，観察・実験，結果の整理，考察や結論の５つの過程と定義する。そして，この５つの過程で養われる「問題解決力」として，以下の４つを抽出した。

（１）仮説（予想）を立てる力
（２）確認するための観察・実験を計画する力
（３）仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力
（４）考察する（結論を導く）力

田村（2015）では，思考力を育成するためには，探究の４つのプロセス（課題の設定→情報の収集→整理・分析→まとめ・表現）のなかでも「整理・分析」が課題であり，思考ツールを活用すれば，「整理・分析」場面においても，子どもたちが主体的に学習活動に取り組み，収集した情報を整理・分析する授業を実現することができるとしている。思考ツールを活用することによって，問題解決の過程の考察や結論を充実させることができるのではないかと考え，思考ツールの要素を取り入れた「問題解決シート」を用いることにした（図１）。

２－２「問題解決力」の育成を目的とした単元開発と実践

2021 年６月に静岡県内の公立小学校４年生２クラス 36 名を対象に理科「電流のはたらき」の単元で授業を７時間行い，実践した。「問題解決力」を育成するために開発された単元（表２）で授業を行う学級を実験群，教科書の指導計画通りに授業を行う学級を対照群として設定した。実験群では，問題解決の過程を見通して学習が進められるように，「問題解決シート」を用いて授業を進めた（図１）。（１）仮説（予想）を立てる力，（２）確認するための観察・実験を計画する力，（３）仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力，（４）考察する（結論を導く）力の４つの力を育成するために，実験群は，以下のような手続きで「電流のはたらき」の授業を進めた。その際には，問題解決シートを使用した。

・「Ａ自然の事物・現象から問題を見いだす」（図１）では，乾電池１個を使って１人１台モーターカーを走らせ，見いだした疑問を解決することを学習課題にして授業を進めることを確認した。
・「Ｂ予想や仮説の設定」（図１）では，（１）仮説（予想）を立てる力を育成するために，乾

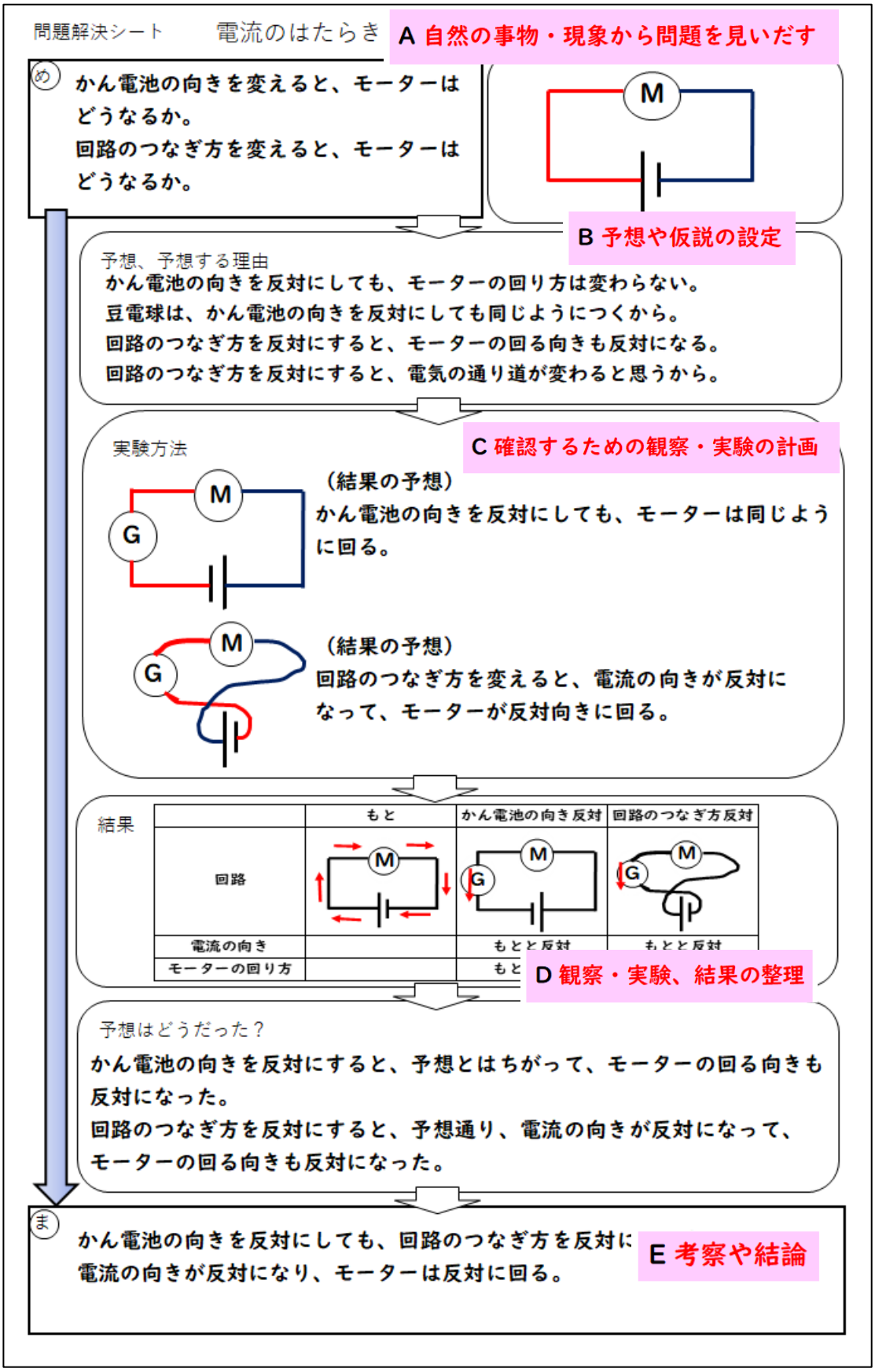

図１　問題解決シート記入例

表２　「問題解決力」を育成するために開発された単元デザイン

	電流のはたらき		
事前	問題解決学習１回目	問題解決学習２回目	
	第１～３時	第４～６時	第７時
パフォーマンス課題 （単元学習前） ルーブリックで採点 (1)仮説（予想）を立てる力 (2)確認するための観察・実験を計画する力 (3)仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力 (4)考察する（結論を導く）力	教師と問題解決の流れを確認しながら進める。	１回目と似たような学習課題で問題解決学習を自分で進める。	単元を通して分かったことをまとめる。
	自然の事物･現象から問題を見いだす	自然の事物･現象から問題を見いだす	パフォーマンス課題 （単元学習後） ルーブリックで採点 (1)仮説（予想）を立てる力 (2)確認するための観察・実験を計画する力 (3)仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力 (4)考察する（結論を導く）力
	電池のむきを変えるとモーターはどうなるか。 回路のつなぎ方を変えるとモーターはどうなるか。	電池を２つにしたら、モーターはどうなるか。	
	予想や仮説の設定	予想や仮説の設定	
	確認するための観察･実験の計画	確認するための観察･実験の計画	
	観察･実験、結果の整理	観察･実験、結果の整理	
	考察や結論	考察や結論	
	電池のむきを変えたり、回路のつなぎ方を変えたりすると、電流のむきが反対になり、モーターが反対に回る。	電池を２つ直列つなぎにすると、電流が大きくなり、モーターが速く回る。電池２つをへい列つなぎにすると、電流は電池１こと同じぐらいで、モーターの速さ	
	問題解決シート	問題解決シート	

電池の向きや回路のつなぎ方を変えたとき，乾電池を２つにしたときにモーターがどうなるのかを既習の内容や生活経験を根拠に予想し，「問題解決シート」へ記述する活動を行った。

・「Ｃ確認するための観察・実験の計画」（図１）では，（２）確認するための観察・実験を計画する力を育成するために，自分の予想が正しいかどうかを調べるためにはどのような実験が必要なのか考える活動を行った。児童が実験の方法を考えやすくするために，実際に回路を作って実験方法を考えたり，「問題解決シート」に実験方法を回路図で表現したりすることができるようにした。予想が正しかった場合には，自分が考えた実験方法を行うと，どのような結果になるのかということも記述することも実験の計画の中に取り入れた。

・「Ｄ観察・実験，結果の整理」（図１）では，（３）仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力を育成するために，　自分が考えた方法で実験してみた結果どのようになったのか，結果は予想と比べてどうだったのかを「問題解決シート」に記述する活動を行った。

・「Ｅ考察や結論」（図１）では，（４）考察する（結論を導く）力を育成するために，得られた結果から乾電池の向きや回路のつなぎ方を変えたとき，乾電池を２つにしたときにモーターがどうなるのかを「問題解決シート」にまとめる活動を行った。

開発した単元の効果を検証するために，以下の内容で研究を進める。

（１）開発した単元で得られる知識の構造の分析

（２）パフォーマンス課題の平均値の推移の分析

（３）「問題解決シート」記述の平均値の推移の分析

３　研究結果と考察

３－１　開発した単元で得られる知識の構造の分析

「問題解決力」を育成するために開発された単元の学習によって得られる知識の構造を分析した。

問題を見いだす第１時では，「乾電池」を使って電気の通り道である「回路」を作ることによって，「豆電球つく」という知識を３年生で獲得した児童が，回路に流れる「電流」の知識を獲得する。回路に「検流計」をつなぐことで，電流の「向き」と「大きさ」があるという知識が獲得される。

１回目の問題解決学習を行う第２，３時では，「乾電池反対向き」や「回路のつなぎ方変える」ことによって，「電流反対向き」になり，「モーター反対に回る」と予想した児童が，「乾電池反対向き」や「回路のつなぎ方を変える」回路を作って，電流の向きやモーターが回る向きを確かめる実験を計画する。計画した実験を行い，結果を出し，予想が合っていたのかどうか確かめることを通して，「電流反対向き」の知識を中心に，電流が反対向きになる方法である「回路のつなぎ方変える」「乾電池反対向き」の知識と，電流が反対向きになると起こる現象「モーター反対に回る」の知識が獲得され，ネットワークとして構成されると考えられる（図６）。

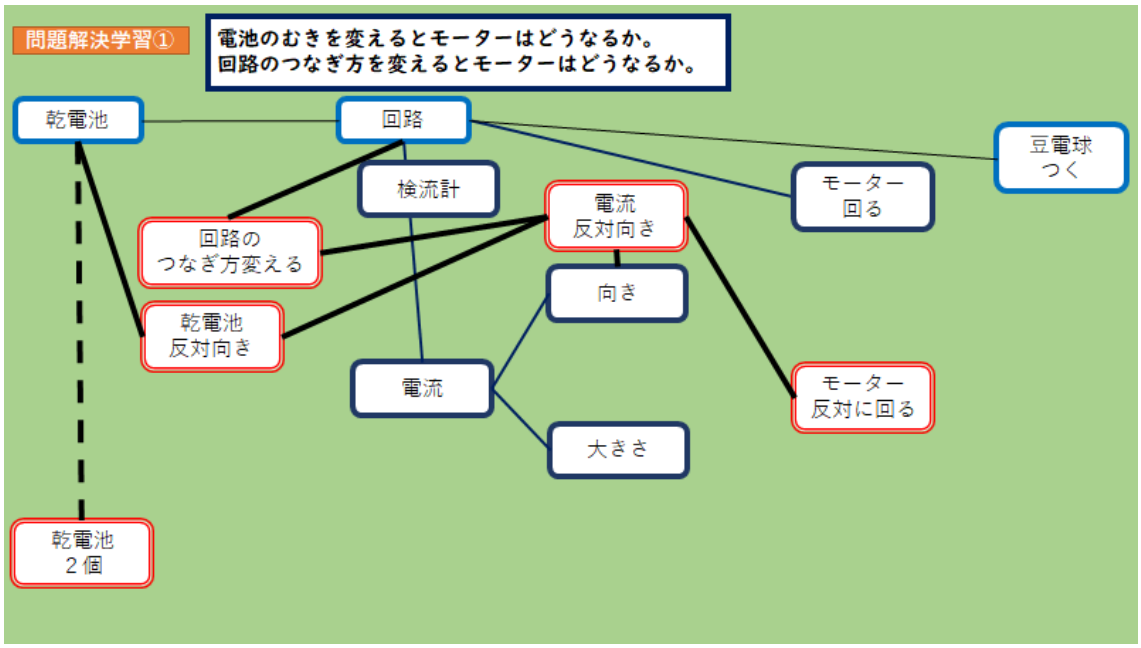

図６　第２，３時（問題解決学習１回目）の知識の構造化

２回目の問題解決学習を行う第４，５，６時では，「乾電池２個」になるとモーターがどうなるのか予想した児童がその後，「乾電池２個」の「直列つなぎ」と「並列つなぎ」の回路で豆電球がつく様子を観察することで，「直列つなぎ」と「並列つなぎ」では，「電流」の「大きさ」に違いがあることのではないかと考え，「直列つなぎ」は「電流大」になり「モーター速く回る」など，モーターの回る速さまで詳しく予想する。予想を確かめるために，「乾電池２個」で「直列つなぎ」と「並列つなぎ」の回路を作って，電流の大きさやモーターの回る速さ

を確かめる実験を計画する。計画した実験を行い結果を出し，予想が合っていたのかどうか確かめることを通して，「電流大」の知識を中心に，電流が大きくなる「直列つなぎ」の知識と，電流が大きくなると起こる現象「モーター速く回る」「豆電球明るい」の知識などが獲得され，ネットワークとして構成されると考えられる（図７）。

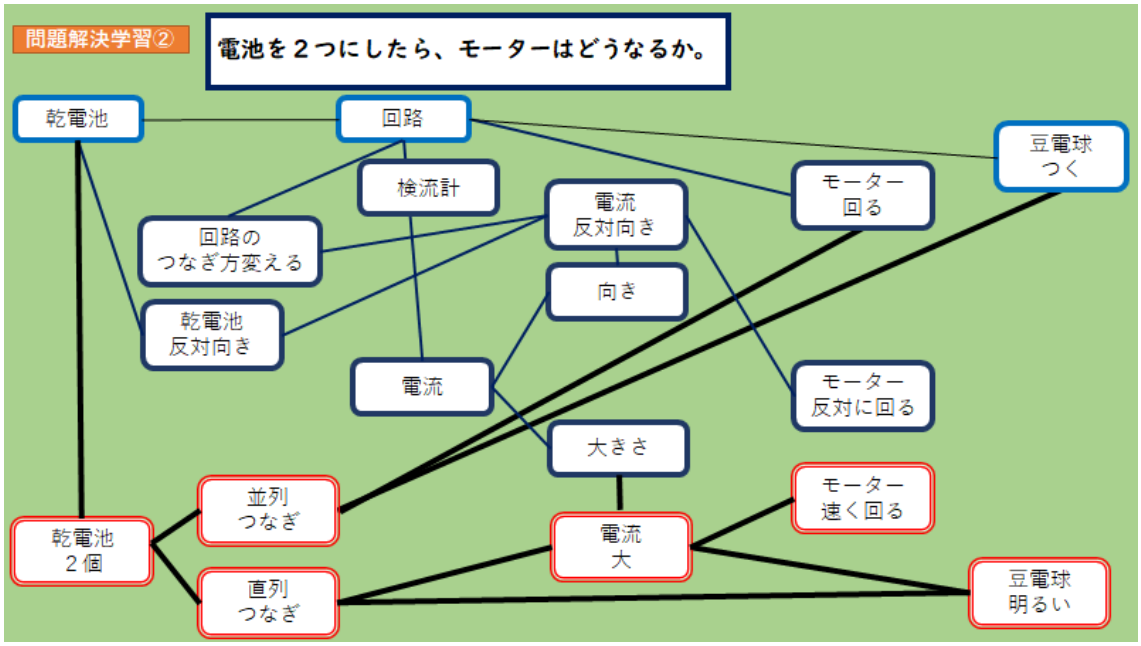

図７　第４，５，６時（問題解決学習２回目）の知識の構造化

以上のように知識の構造化に関して分析を行った。

３－２　パフォーマンス課題の平均値の推移

先に挙げた問題解決力の４つの下位能力（１）仮説（予想）を立てる力，（２）確認するための観察・実験を計画する力，（３）仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力，（４）考察する（結論を導く）力の育成を検討するために，学年全体（２学級　36 人）を対象に，単元実践前と実践後にパフォーマンス課題を小学校３年生で学習した既習の内容で作成し，実施した。（１）仮説（予想）を立てる力，（２）確認するための観察・実験を計画する力，（３）仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力，（４）考察する（結論を導く）力の４つの下位能力を評価するルーブリックを基準に０～２点に得点化した。（１）仮説（予想）を立てる力は，まだ起きていない現象がどうすれば起こるのか予想と予想する理由を考えることができたか，（２）確認するための観察・実験を計画する力は，ある予想が合っているか確かめるためにどんな実験を計画すればよいのか考えることができたか，（３）仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力は，ある予想と，実際に起きた現象を比べてどうだったのか考えることができたか，（４）考察する（結論を導く）力は，ある実験の結果からどんなことが分かったのか考えることができるのかを評価基準とした（表３）。実験群 18 名，対照群 18 名の回答について，対応のある t 検定を用いて，単元学習前と単元学習後のパフォーマンス課題の平均の差を比較した。（表４，５，図８，９）

実験群の「問題解決力」においては単元学習前と単元学習後のパフォーマンス課題の平均点

を比較したところ，単元学習前に比べて単元学習後は有意に高かった($t(18)=3.79, p<.05$)（表４）。それぞれの下位能力の結果を見てみると，実験群の（２）確認するための観察・実験を計画する力においては，単元学習前に比べて単元学習後が有意に高く（$t(18)=3.36, p<.05$），実験群の（３）仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力においては，単元学習前に比べて単元学習後が有意に高く（$t(18)=3.00, p<.05$），実験群の（４）考察する（結論を導く）力においては，単元学習前に比べて単元学習後が有意に高かった（$t(18)=2.14, p<.05$）。一方，対照群の「問題解決力」においては，単元学習前と単元学習後のパフォーマンス課題の平均点に，有意差は見られなかった。また，下位能力に関しても有意な差は見られなかった（表５）。このことから，単元の中に問題解決学習を取り入れることにより「問題解決力」が育成されることが示された。

表３　パフォーマンス課題で問題解決力を測定する評価基準

問題解決力		(1)仮説（予想）を立てる力	(2)確認するための観察・実験を計画する力	(3)仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力	(4)考察する（結論を導く）力
得点	2	まだ起きていない現象がどうすれば起こるのか予想と予想する理由を考えている。	ある予想が合っているか確かめるために十分な実験を考えている。	ある予想と，実際に起きた現象を比べて予想通りなのかそうでないのか正しく判断できる。	実験の結果からどんなことが分かったのか十分な内容で考えている。
	1	まだ起きていない現象がどうすれば起こるのか予想を考えている。理由はない。	ある予想が合っているか確かめるために実験を考えているが内容が不十分。	ある予想と，実際に起きた現象を比べることができているが，予想通りなのかそうでないのか正しく判断できない。	実験の結果からどんなことが分かったのか考えているが内容が不十分
	0	まだ起きていない現象がどうすれば起こるのか考えることができない。	ある予想が合っているか確かめるために実験を考えるとができない。	ある予想と，実際に起きた現象を比べることも，予想通りなのかそうでないのか正しく判断することもできない。	実験の結果からどんなことが分かったのか考えることができない。

表４　問題解決力の育成を検証するために実施したパフォーマンス課題の結果（実験群）

項目(実験群)	単元学習前		単元学習後		テスト間の
	平均値	SD	平均値	SD	t 検定
問題解決力	3.44	1.98	5.22	2.04	t(18)=3.79**
(1)仮説（予想）を立てる力	1.55	0.60	1.61	0.59	t(18)=0.29
(2)確認するための観察・実験を計画する力	0.83	0.83	1.50	0.76	t(18)=3.36**
(3)仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力	0.55	0.68	1.06	0.70	t(18)=3.00**
(4)考察する（結論を導く）力	0.50	0.83	1.06	0.97	t(18)=2.14**

** p ＜.05

表５　問題解決力の育成を検証するために実施したパフォーマンス課題の結果（対照群）

項目(対照群)	単元学習前		単元学習後		テスト間の
	平均値	SD	平均値	SD	t 検定
問題解決力	4.33	2.03	4.61	1.77	t(18)=0.75
(1)'仮説（予想）を立てる力	1.89	0.31	1.94	0.23	t(18)=0.33
(2)'確認するための観察・実験を計画する力	0.78	0.63	0.83	0.60	t(18)=1.00
(3)'仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力	0.78	0.79	0.83	0.69	t(18)=0.32
(4)'考察する（結論を導く）力	0.89	0.99	1.00	0.94	t(18)=0.36

** p ＜.05

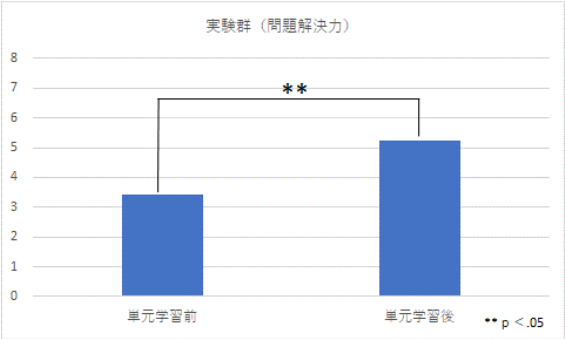

図８　実験群（問題解決力）

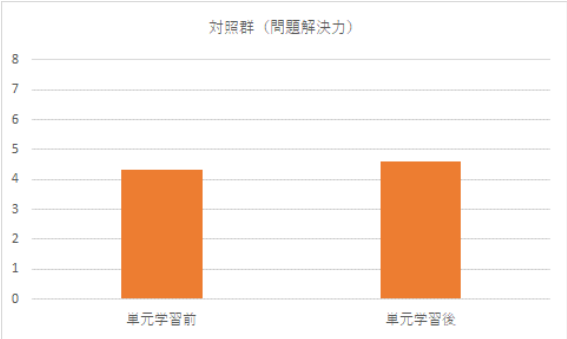

図９　対照群（問題解決力）

３－３　「問題解決シート」記述の平均値の推移

問題解決学習を行うことにより，先に挙げた問題解決力の４つの下位能力（１）仮説（予想）を立てる力，（２）確認するための観察・実験を計画する力，（３）仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力，（４）考察する（結論を導く）力の向上を検討するために，実験群

（18 人）を対象に，問題解決学習１回目（第２，３時）と２回目（第４，５，６時）の実施後に「問題解決シートの」記述を得点化した。（１）仮説（予想）を立てる力，（２）確認するための観察・実験を計画する力，（３）仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力，（４）考察する（結論を導く）力の４つの下位能力を評価するルーブリック（表６，表７）を基準に０～２点に得点化した。（１）仮説（予想）を立てる力は，乾電池の向きや回路のつなぎ方を変えたとき，乾電池を２つにしたときにモーターがどうなるのか予想と予想する理由を考えることができたか，（２）確認するための観察・実験を計画する力は，自分の予想が正しいかどうかを調べるためにはどのような実験を計画すればよいのか考えることができたか，（３）仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力は，実験結果が自分の予想と比べてどうだったのか考えることができたか，（４）考察する（結論を導く）力は，実験の結果からどんなことが分かったのか考えることができるのかを評価基準として設定して，採点を行った。

欠席による欠損値を除いた，実験群 18 名の問題解決シートの記述について，対応のある t 検定を用いて，問題解決学習１回目（第２，３時）と２回目（第４，５，６時）の記述を得点化した平均の差を比較した（表８）。

表６　問題解決シートで問題解決力を測定する評価基準（問題解決学習１回目）

問題解決力		①仮説（予想）を立てる力	②確認するための観察・実験を計画する力	③仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力	④考察する（結論を導く）力
得点	2	乾電池の向きや回路のつなぎ方を変えたとき，モーターがどうなるのか予想と予想する理由を考えている。	自分の予想が正しいかどうかを調べるためにはどのような実験を計画すればよいのか考えている。	実験結果が自分の予想と比べて予想通りなのかそうでないのか正しく判断できる。	実験の結果から乾電池の向きや回路のつなぎ方を変えるとどうなることが分かったのか考えている。
	1	乾電池の向きや回路のつなぎ方を変えたとき，モーターがどうなるのか予想しているが理由を考えることができない。	自分の予想が正しいかどうかを調べるためにはどのような実験を計画すればよいのか考えているが，内容が不十分。	実験結果と自分の予想を比べることができているが，予想通りなのかそうでないのか正しく判断できない。	実験の結果から乾電池の向きや回路のつなぎ方を変えるとどうなることが分かったのか考えているが，内容が不十分。
	0	乾電池の向きや回路のつなぎ方をかえたとき，モーターがどうなるのか予想できない。	自分の予想が正しいかどうかを調べるための実験が考えられない。	実験結果と自分の予想を比べることも予想通りなのかそうでないのか正しく判断することもできない。	実験の結果から乾電池の向きや回路のつなぎ方を変えるとどうなるのか考えられない。

表７　問題解決シートで問題解決力を測定する評価基準（問題解決学習２回目）

問題解決力		①仮説（予想）を立てる力	②確認するための観察・実験を計画する力	③仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力	④考察する（結論を導く）力
得点	2	乾電池を２つにしたとき，モーターがどうなるのか予想と予想する理由を考えている。	自分の予想が正しいかどうかを調べるためにはどのような実験を計画すればよいのか考えている。	実験結果が自分の予想と比べて予想通りなのかそうでないのか正しく判断できる。	実験の結果から乾電池を２つにするとどうなることが分かったのか考えている。
	1	乾電池を２つにしたとき，モーターがどうなるのか予想しているが理由を考えることができない。	自分の予想が正しいかどうかを調べるためにはどのような実験を計画すればよいのか考えているが，内容が不十分。	実験結果と自分の予想を比べることができているが，予想通りなのかそうでないのか正しく判断できない。	実験の結果から乾電池を２つにするとどうなることが分かったのか考えているが，内容が不十分
	0	乾電池を２つにしたとき，モーターがどうなるのか予想できない。	自分の予想が正しいかどうかを調べるための実験が考えられない。	実験結果と自分の予想を比べることも予想通りなのかそうでないのか正しく判断することもできない。	実験の結果から乾電池を２つにするとどうなるのか考えられない。

表８　問題解決力の向上を検討するために記述を得点化した問題解決シートの結果

項目(実験群)	問題解決学習１回目		問題解決学習２回目		1回目→２回目
	平均値	SD	平均値	SD	t 検定
問題解決力	5.61	1.67	5.94	1.54	t(18)=0.97
(1)仮説（予想）を立てる力	1.50	0.60	1.61	0.59	t(18)=0.56
(2)確認するための観察・実験を計画する力	1.22	0.53	1.67	0.47	t(18)=3.68**
(3)仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力	1.56	0.68	1.61	0.59	t(18)=0.29
(4)考察する（結論を導く）力	1.33	0.47	1.06	0.62	t(18)=2.55

** p ＜.05

「問題解決力」全体では有意な差が見られなかったものの，下位能力の（２）確認するための観察・実験を計画する力においては，有意な差が見られた。（t(18)=3.68, p<.05）（表８，図 10）。このことから，問題解決学習を繰り返し行うことによって（２）確認するための観察・実験を計画する力が向上していくことが示された。

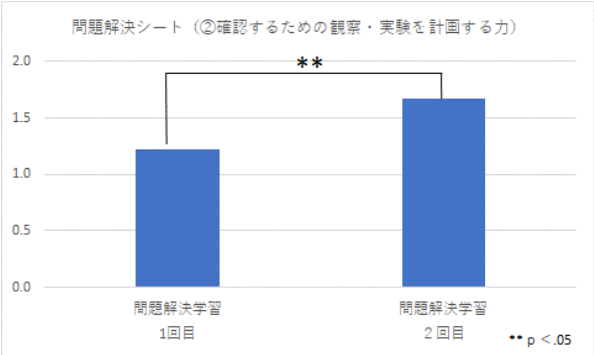

図 10　「問題解決シート」平均値の推移

４　成果と今後の展望

本研究の目的は，「問題解決力」を育成するために，これまでの各研究者や実践者が定義している問題解決学習を整理して「問題解決力」を明らかにすること。さらに，小学校理科の「A 物質・エネルギー」の内容区分において「問題解決力」の育成を図る単元開発を行い，その効果を明らかにすることであった。小学校４年生「電流のはたらき」について，先行研究から「問題解決力」の定義や指導方法を整理し，それを基に単元を開発し，授業実践を行った。

「問題解決力」を育成するために開発された単元の学習によって得られる知識の構造を分析したところ，１回目の問題解決学習では「電流反対向き」の知識を中心に，２回目の問題解決学習では「電流大」の知識を中心に，知識が獲得され，ネットワークとして構成されることをモデルにして明らかにした。

単元実践前と実践後にパフォーマンス課題を小学校３年生で学習した既習の内容で作成し，実施した結果，実験群では単元の中に問題解決学習を取り入れることにより「問題解決力」が育成されることが示された。下位能力の結果を見てみると，「問題解決力」の中でも（２）確認するための観察・実験を計画する力，（３）仮説（予想）と結果を関係付けて妥当性を判断する力，（４）考察する（結論を導く）力が育成されることが示された。

「問題解決シートの」記述を得点化し，問題解決学習１回目（第２，３時）と２回目（第４，５，６時）の記述を得点化した平均の差を比較することにより，問題解決学習を繰り返し行うことによって（２）確認するための観察・実験を計画する力が向上していくことが示された。

本研究では「A 物質・エネルギー」の内容区分の「電流のはたらき」の単元開発を行ったが，「A 物質・エネルギー」の「とじこめた空気と水」や「水のすがたと温度」などの単元，「B 生命・地球」の内容区分の単元でも，問題解決学習をうながす単元を開発する必要がある。

小学校学習指導要領（平成 29 年告示）では，各学年で育成することに重点が置かれている問題解決の力が掲げられている（表９）。これらの問題解決の力は，その学年で中心的に育成するものであるが，実際の指導に当たっては，他の学年で掲げている問題解決学習の力の育成についても十分に配慮することが示されている。本研究では，小学校４年生を対象に他の学年で掲げられている「問題解決力」の下位能力にも配慮しながら問題解決学習を行ったが，各学年の系統性に応じた「問題解決力」を検討していく必要がある。

表９　学習指導要領で各学年で育成することに重点が置かれている問題解決の力

	各学年で育成することに重点が置かれている問題解決の力
３年	自然の事物・現象の差異点や共通点を基に，問題を見いだす【問題を見いだす】
４年	自然の事物・現象から見いだした問題について，既習の内容や生活経験を基に，根拠のある予想や仮説を発想する【予想や仮説を発想する】
５年	自然の事物・現象から見いだした問題についての予想や仮説をもとに，解決の方法を発想する【解決の方法を発想する】
６年	自然の事物・現象から見いだした問題について追究し，より妥当な考えをつくりだす【より妥当な考えをつくりだす】

【謝辞】

本研究を推進するにあたり，全面的な支援をいただいた袋井市立今井小学校の職員の皆様に，この場を借りて厚く御礼を申し上げます。

【附記】

本研究は，令和元年～３年度科学研究補助金基盤研究（C）（課題番号 19K02728 研究代表者 石上靖芳）を受けての研究成果の一部です。

引用・参考文献

・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）」
・池田純也（2018）「問題解決の力を高める理科学習～自己調整学習による問題解決を通して～」愛知教育大学教育実践研究科(教職大学院)修了報告論集 (9)　211-220.
・伊藤龍太（2014）「問題解決の能力を育成する小学校理科の指導に関する研究」教育実践総合センター研究紀要（40）．43-52.
・小林辰至（2006）「理科教育における問題解決能力育成に係る実践研究の不易性」科学教育研究．Vol．30No.１１-２
・小林辰至（2017）「探究する資質・能力を育む理科教育」大学教育出版
・楠瀬弘哲，国沢亜矢，中城満，蒲生啓司（2019）「思考を操作に依存させる～児童に自己の思考の自覚を促すための仮説検証型理科問題解決学習の構成～」高知大学学校教育研究　創刊号　115-122
・文部科学省（2011）「小学校理科の観察，実験の手引き」
・文部科学省（2017）「小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編」
・長沼祥太郎（2015）「理科離れの動向に関する一考察～実態および原因に焦点を当てて～」科学教育研究 Vol.39No.２　114-123
・成瀬直美（2013）「小学校理科における問題解決能力を育成する指導のあり方」神奈川県立総合教育センター長期研究員研究報告 11　19-24.
・静岡県教育委員会義務教育課（2018）「平成 30 年度全国学力・学習状況調査の結果について」
・高垣マユミ・田原裕登志（2005）「相互教授が小学生の電流概念の変容に及ぼす影響とそのプロセス」教育心理学研究，53　551-564.
・田村学（2015）「授業を磨く」東洋館出版社