

●優秀賞

科学的に探究する力を育むための 小中連携の在り方

宮城県白石市立東中学校 さとうたくや 佐藤拓也

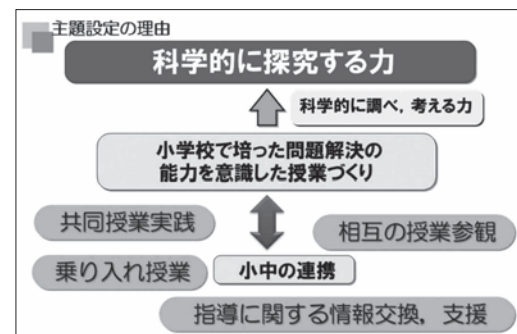
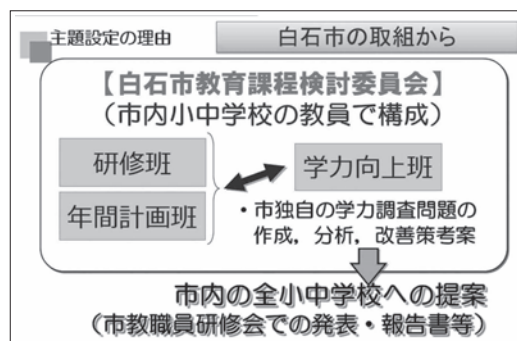
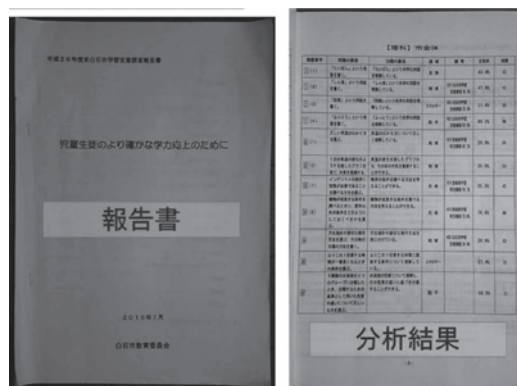
はじめに

白石市には、市内小中学校の教員で構成される「教育課程検討委員会」の組織があり、学力向上に向けた市独自の学力調査問題の作成・分析・改善策の提案などを行っている。

私も委員として、主に小学校理科の定着問題の作成・分析に携わってきた。

また、宮城県教育研修センター（現総合教育センター）での専門研究及び県内小学校への科学巡回訪問、宮城県学力向上成果普及マンパワー活用事業として実施される該当小学校理科の校内研修会への参加、小学校理科中核教員養成事業の講師などの経験等を通して、小学校の理科教育の現状を数年に渡って見てきた。最近強く感じていることは、小学校で身に付けた問題解決能力を中学校の学習の中でより生かし、探究的な学習活動を充実させていくことの重要性である。また、小学校の教員の理科授業への苦手感や指導上の悩み、小中の学習内容の接続・系統性への理解不足（小中双方）などが課題として感じられる。

本校の生徒においては、仮説を立てたり、実験方法を考えたりすること、実験結果から科学的に分析・解釈して考察まで導くこと、それを分かりやすく表現することなどが課題である。



1 研究のねらい

- (1) 小学校で培った問題解決能力が、中学校の学習のどの単元のどの場面で生かせるかを、授業実践を通して探る。
- (2) 中学校理科において、科学的に探究する力を育むために、小中の連携をどのように行っていけばよいかを探る。

2 研究の方法と内容

- (1) 白石市の小学6年生を対象とした理科の学力調査の結果の分析や各種研修会での先生方の声などを参考に、小学校で身に付けた問題解決能力を中学校の理科授業の中でどのように生かせばよいかを検討し授業実践を行う。

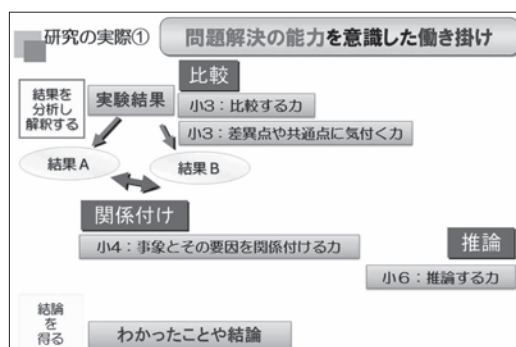
①具体的な手だて

小学校学習指導要領で学年ごとに重点が置かれている問題解決の能力は下表の通りである。

小学 3年	自然事象の差異点や共通点に気付いたり、比較したりする能力。
小学 4年	自然事象の変化とその要因とを関係付ける能力。
小学 5年	変化させる要因と変化させない要因を区別しながら、観察、実験などを計画的に行っていく条件制御の能力。
小学 6年	自然事象の変化や働きについてその要因や規則性、関係を推論する能力。

これらはあくまでもその学年で中心的に育成する能力であるが、「下の学年で培った問題解決の能力は、上の学年の問題解決の能力の基盤となるものである」とされている。

中学校においては、「科学的に探究する能力の基礎と態度を育てること」が目標の一つとされている。具体的には、目的意識をもって観察、



実験などを主体的に行い、得られた結果を分析して解釈する活動を充実させることであると考え。そのために、生徒と教師が共に意識して授業を進めることが有効であると考え、小学校で段階的に身に付けてきた四つの問題解決の能力を意識した課題（「比較する」「関係を考える」「条件に注目する」「原因を推測してみる」「規則性を考えてみる」「何と何が関係しているか考えてみる」「何が起きたのか推測してみる」）を、板書やワークシートに明示して授業を行うこととした。

- (2) 小学校での授業実践（白石市校種間交流研修事業）と小学校教員による中学校の授業の参観を行い、小中の教員間での学び合いと情報交換を行う。

3 研究の成果と課題

(1) 中学校における授業実践から

- ① 第3学年「化学変化とイオン」の、塩化銅水溶液に電流を流す実験において、結果をまとめる場面や考察する場面で、問題解決の能力（比較してみる、結果から起こったこととその要因を推論してみる）を意識した発問により、次ページの写真のように、モデル図や言葉で自分の考えを表現する生徒が増えた。

研究の実際①		検証及び考察
段 階	比較したり関係付けたりしたことの言語化の支援	
結果を 分析し 解釈する (考察)	【2】結果 陰極側...赤い物質が付いた。 銅が溶けていくと銅イオンが出てくるから、 陽極側...ブクブクと酸素がでる。 ブクブクと酸素がでる。 電圧をかけたときの様子 既習事項を想起させる工夫 電流=電子の流れ ①と② → 向き合う ②と③ → 向き合う ③と④ → 向き合う	

研究の実際①		検証及び考察
段 階	生徒の感想より	
結果を 分析し 解釈する (考察)	・原子が、どういふはたらきをして陽極や陰極に移動するのかが気になった。他の原子はどちらの極に引き付けられるのかも知りたい。 ・今回、考察が自分だけの力で書けたので、もっと自分で書けるように努力していきたい。 ・実験から考察までの間に、わからないことがわかるようになっていきました。 ・2年生の電気の勉強が関係していたことに驚いた。電気ので、電極に引き付けられたことは分かったが、なぜ、銅は茶色なのに、塩化銅水溶液は水色なのかとても不思議に思った。	

② 第3学年「エネルギーと仕事」における、「エネルギーの大きさを変える条件は何か」という探究活動において、小学校5学年の条件制御の能力を意識した授業を行った。

まず、調べる事象(従属変数)とその要因(独立変数)を明確にし、独立変数を個人で考えさせてから、班での話し合い活動により、その独立変数を整理・分類し、科学的な妥当性を検討させた。その後、班で予想をたて、その予想を確かめるための実験計画を考えさせた。その結果、実験後の生徒の考察(結果の分析)への記入率が8割以上となり、内容も予想に照らし合わせて根拠を入れて表現するものや、自己の考えを結果を基に修正しているものなど、科学的

な文章表現をする生徒が増えた。

(2) 小学校における授業実践から

5月に本校の学区内にある白石第一小学校において、T2として授業実践を行った。授業案を作成する段階から、問題解決の能力を意識したことで、中学校のどの単元にその考え方が応用できるかを、小学校、中学校双方の立場で確認することができた。以下は、そのときの報告書及び授業案と生徒の感想である。

校種間交流研修・報告書

所属校名（	白石市立東中学校	氏名（	佐藤 拓也
1 研修期日	平成27年6月8日（月）、6月9日（火）、6月12日（金）		
2 研修校名	白石市立第一小学校		
3 研修内容（概要のみ）	6年2組、3組の理科の授業づくりと授業実践を担任教諭と一緒にいった。実践した単元は、「動物のからだのはたらき」で、その第2次「呼吸のはたらき」の3時間である。また、授業前と授業後に、主に問題解決能力の育成にポイントをしぼって、工夫点を話し合い、その成果について事後に検討を行った。それ以外に、6年1組の理科の授業を参観した。さらに、小学校の理科の授業を行う上での課題や問題点などについての情報交換会を行うことができた。小学校における理科の指導に関する現状把握と、中学校理科指導に生かせることを話し合った。		
4 研修の成果・感想等	(1) 成果 6年2組、3組の理科の授業づくりと授業実践を通して、問題解決能力育成のための指導上工夫すべき点が明確になった。それは、観察、実験を行う前の、課題把握の段階での疑問のたせ方と、それに必要な工夫の仕方、方法を考えさせるための支援の在り方、さらに、観察、実験結果から考察する場面での発問の仕方である。今回の実践では、科学マジックを導入に取り入れ、学習への意欲付けを行うことの有効性、空気の気体組成割合という既習事項を示してから、「全部の気体が必要なのか」という疑問を引き出す発問などが有効であると確認できた。また、6年1組の理科の授業参観から、教室でまとめの授業を行う際に、電子黒板を活用することの有効性を確認できた。さらに、小学校の理科の授業を行う上での課題や問題点などについての情報交換会を通して、教材研究する時間確保の問題、観察、実験器具の使い方の事前把握、考察を考えさせるための発問の仕方について課題があることがわかった。 今回のような小中の連携を行って、中学校理科教師が支援していくことの必要性を強く感じた。また、それらの課題を把握した上で、中学校での理科指導を行うべきであると思った。 (2) 感想 これまで中学校での教職経験しかない自分にとって、小学校での研修は、貴重な体験となった。長期研修での小学校への科学巡回訪問の経験はあったが、実際の授業は初めてだったので、中学生徒の発達段階の違いや、書くのにかかる時間の違い、考え方の違いなど大変勉強になった。しかし、3日間の児童の感想の中に、科学の意義の大切さや中学校理科授業への期待が記入されていて、とてもうれしく思った。この3日間の研修の成果を無駄にすることなく、今後の指導に生かしていきたい。		

校種間交流研修日誌

- 1 研修者氏名 (佐藤 拓也)
- 2 研修者所属名 (白石市立東中学校)
- 3 研修校名 (白石市立白石第一小学校)
- 4 研修期間 6月8日（月）、9日（火）、12日（金）
- 5 研修内容と記録

	6 / 8 (月)	6 / 9 (火)	6 / 12 (金)
授業前	研修先への挨拶 日程の確認	日程の確認	日程の確認
1		6年1組理科 授業参観	授業準備 教材研究
2	授業準備 教材研究		6年3組理科 授業実践③
3	6年2組理科 授業実践①	6年2組理科 授業実践②	6年2組理科 授業実践③
4	6年3組理科 授業実践①	6年3組理科 授業実践②	授業後の片付けと反省のまとめ
5			
6	授業後の片付けと反省のまとめ	授業後の片付けと反省のまとめ	
放課後	事前・事後検討会 次時の授業の準備	事前・事後検討会 次時の授業の準備	事後検討会 情報交換会
反省等	初めての小学校での勤務だったので、緊張したが、教頭先生からの助言や担任の先生との情報交換で、授業を無事行うことができた。	実験を行う授業だったので、時間を気にしながらの指導になったが、児童たちの活発な動きと反応にも助けられ、目標とするところまで終えることができた。	教室での結果整理やまとめの授業は、中学校同様に難しいと感じた。授業案の8割しか到達しなかったもので、残りの指導を担当の先生にフォローしていただくこととした。3日間の研修の成果を生かしたい。

平成27年度 校種間交流研修（白石市立第一小学校）

第6学年 理科科学学習指導略案 授業者：東中学校 佐藤 拓也

●単元名：2 動物のからだのはたらき 第2次 呼吸のはたらき（3時間）

第1時 授業の概略：導入の二つの科学マジックを通して、事象には必ず原因があり、それを解明していくことが科学であること、指示薬の意義などに気付かせる。その後、既習事項である空気の成分について確認した上で、人は呼吸によって空気の何を取り入れているかに問題をもたせ、話し合って発表させる。
【第1時のねらい】 ①事象を科学的に調べることの意義を知り、理科の授業に意欲的に取り組んでいこうという姿勢をもつことができる。 【自然事象への関心・意欲・態度】 ②人は、呼吸をして空気中の何を取り入れているかに興味をもち、それらの事柄について考え、これからの学習の見通しをもつことができる。 【自然事象への関心・意欲・態度】

段階	学習活動	学習形態	教師の指導、支援（＊）、留意点（※）		準備物
導入 12分	1 「落ちない水」という科学マジックを見る。	一斉	提示	・二つの紙コップの片方に水を入れ、どちらに入っているか惑わすように机の上で数回まわす。	・紙コップ ・水 ・高吸水性ポリマー
			発問 演示	「水はどちらに入っていますか？」 ・数名の児童に聞き、「入っている」と答えた方の紙コップを教師の頭の上で傾け、水が落ちないようにすを見せる。	
	2 「落ちない水」の種明かしを聞く。	一斉	説明	・児童の反応を見ながら、もう片方の紙コップを逆さまにし、水が入っていないことを見せる。 ・片方に「高吸水性ポリマー」という物質が入っていて、それが水を吸い取って落ちてこなかったことを伝える。	
	3 「色が変わる水」という科学マジックを見る。	一斉	提示	※現象には必ず原因やそれを起こすしくみ（原理・原則）があることに触れる。	・ペットボトル ・フェノールフタレイン溶液 ・水酸化ナトリウム ・うすい塩酸
			発問 演示	・よく洗ったペットボトルに水を入れ、ふたをして数回振ると色が赤くなることを超能力風（念じて振ると担任の好きな赤色に変わる）に見せる。	
	4 「色が変わる水」の種証かしを聞く。	一斉	説明	「何かしかけがあるのかな？」 ・数名の児童にきいた後、「じゃあ、魔法の水を入れます。」と言ってビーカーの透明な液体を入れると、もとの透明な色に戻る様子を見せる。	
			説話 板書	・ペットボトルには「フェノールフタレイン」というアルカリ性になると赤くなる薬品が最初から少量入れあり、ペットボトルのふたの裏には「水酸化ナトリウム」という水に溶けるとアルカリ性になる物質がはってあったこと、魔法の水は「塩酸」でアルカリ性の性質を変えるはたらきがあることを伝える。	

段階	学習活動	学習形態	教師の指導、支援（※）、留意点（※）	準備物
導入 12分			※水溶液の性質については今後学習していくこと、「フェノールフタレイン」は中学校で用いる薬品であること、及び色が変わることで性質を調べる「指示薬」という種類の薬品であることに簡単に触れる。 ・再度、現象には必ず原因やそれを起こすしくみがあることを強調し、分らないことを解明し、世の中に役立てていくのが科学であるというような話をする。	
展開 26分	5 前時までの学習の確認 人は生きていくために食べ物のほかに、空気を吸っていることを確認する。 6 既習事項の復習 空気の成分について思い出し、確認する。 7 問題把握 人は呼吸によって空気の何を取り入れているのだろうか？という問題を把握する。 8 調べる方法を考える 問題を調べる方法を考え、実験と考察への見通しをもつ。	一斉 一斉 一斉 一斉	発問 「人は生きていくために食べ物のほかに何を取り入れていたでしょうか？」 ※自由に発言させながら、空気も必要であったことに気付かせる。 発問 「空気にはどんな気体が含まれていたか覚えていますか？」 指名 ※数名の児童に発言させ、空気の成分を板書する。 板書 窒素：約78%、酸素：約21%、 二酸化炭素：約0.04% 発問 「人は空気中の三つの気体全部を必要としているのでしょうか？」 板書 ※自由に発言させる。 発問 「どのようにしたら調べることができるでしょうか？」 板書 指名 ・数名の児童に発言させながら、最終的にはき出した空気と吸う空気（まわりの空気）の酸素と二酸化炭素の割合を、石灰水や気体検知管を用いて比較すればよいことに気付かせる。	

段階	学習活動	学習形態	教師の指導、支援（＊）、留意点（※）		準備物
展開 26分	9 次時に、はき出した空気（呼吸）は吸う空気（まわりの空気、吸気）と成分が違うかを調べる実験を行うことを確認する。		支援	* 意図する意見が出ない場合は、T2が「物の燃え方と空気」の学習の際、何か使った器具や薬品はなかったかという補助発問をする	
			説明	・次時に、石灰水や気体検知管を用いてはき出した空気と吸う空気の気体成分の違いを調べる実験を行うことを告げる。	
終結 7分	10 今日の学習活動を振り返り、ワークシートに考えたことや思ったこと、疑問、感想等を記入し、数名が発表する。	個人	指示	・ワークシートを配り、本時の学習を振り返って、自分が考えたことや思ったこと、疑問に思ったことなどを自由に書くように指示する。 ※本時の活動をしっかりと振り返らせたい。 ※なるべく多くの生徒に発表させたい。	ワークシート

第2時 授業の概略：前時に確認した実験（教科書の「実験2」）を行うことを告げ、はき出す空気の窒素、酸素、二酸化炭素それぞれの割合がどう変わるかを予想させた上で、班ごとに実験を行う。実験の結果は、ノートに記録させ、次時に発表することを予告する。

6 / 9

【第2時のねらい】

人がはき出した空気と吸う空気（まわりの空気）の気体の成分の違いを、結果を予想しながら正しく調べ、記録することができる。

【観察、実験の技能】

段階	学習活動	学習形態	教師の指導、支援（＊）、留意点（※）		準備物
導入 10分	1 前時に確認した、はき出した空気は吸う空気（まわりの空気）と違うかを調べる実験を行うことを確認する。	一斉	確認 板書	・問題を板書し、前時に確認した、はき出した空気は吸う空気（まわりの空気）と違うかを調べる実験を行うことを告げる。	
	2 実験A 代表生徒二名が、はき出した空気と吸う空気（まわりの空気）の違いを、石灰水で調べる様子を見る。	一斉	指示 演示	・代表生徒二名を教卓に呼ぶ。 ・二つのポリエチレンの袋に石灰水を入れ、代表生徒にそれぞれ持たせる。一人には、袋に息をふき込ませる（袋の中で3回く	ポリエチレン袋 石灰水 ストロー セロテープ

段階	学習活動	学習形態	教師の指導、支援（＊）、留意点（※）	準備物
導入 10分	結果から、はき出した空気の二酸化炭素が増えていることに気付く。		らい吸ったりはいたりさせる）。もう一人にはまわりの空気を入れてふくらませる。二人同時に、袋を振るように指示し、息をふき込んだ方の袋中の石灰水が白くにごる様子を確認させる。 ※保護メガネを着用させる。 発問 「石灰水が白くにごったということは、どういうことでしょうか？」 ⇒二酸化炭素が増えた？ 「袋の中は全部二酸化炭素なのでしょうか？」 「酸素や窒素の割合はどうなったのでしょうか？」 「班ごとに気体検知管で調べてみよう」	保護メガネ
展開 28分	3 既習事項の復習 気体検知管の使い方、注意点を確認する。 4 実験B『はき出した空気の気体の割合は吸う空気（まわりの空気）とどう違うかを気体検知管で調べる。』 以下の説明を聞き、班ごとに準備物を用意してから、実験に取り組み、結果をノートに記録する。 ①ポリエチレンの袋を1枚準備する。 ②一度しぼませた後、息をふき込む。（袋の中で数回くらい吸ったりはいたりするとよい。）	説明 演示 板書 説明 支援 指示 演示	・まわりの空気をビニール袋に集め、気体検知管の使い方と注意点を説明しながら、吸う空気（まわりの空気）の気体の割合を知らせる。 ※検知管の先は危ないこと、酸素用の検知管は熱くなるので注意することを確実に伝える。 ・実験名を板書し、準備物や手順を説明する。 ※実物を見せながら説明する。 ＊実験中は、T1、T2が各班をまわり、支援する。 ・実験の役割分担をさせる。 ①実験Bで、ふくろに息をはき出す。 ②実験Bで、気体検知管で酸素の割合を調べる。	気体検知管 （酸素用と二酸化炭素用2種） ポリエチレン袋 ビニールテープ はさみ

段階	学習活動	学習形態	教師の指導、支援（＊）、留意点（※）	準備物
展開 28分	③袋にはさみで切りこみを入れ、気体検知管（酸素用と二酸化炭素用それぞれ）で調べ、記録する。 5 次時に、実験の結果を発表し、まとめることを確認する。		③実験Bで、気体検知管で二酸化炭素の割合を調べる。 ④実験結果を記録する。時間を測る。 ※はき出した空気中の二酸化炭素は、0.03％～1％用では測定できないので、0.5％～8％を使用させる。 ※人以外の動物の実験結果として、教師が自宅で飼っている犬のはいた息の袋でも試して見せる。 ・次時に、気体検知管を用いて呼気と吸気の成分の違いを調べる実験を行うことを告げる。	
終結 7分	6 今日の学習活動を振り返り、ワークシートに考えたことや思ったこと、疑問、感想等を記入し、数名が発表する。	個人	指示 ・ワークシートを配り、本時の学習を振り返って、自分が考えたことや思ったこと、疑問に思ったことなどを自由に書くように指示する。 ※本時の活動をしっかりと振り返らせたい。 ※なるべく多くの生徒に発表させたい。	ワークシート



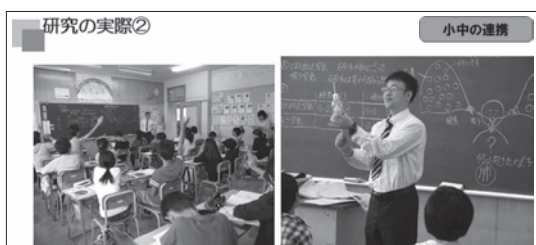
研究の実践②

小中の連携



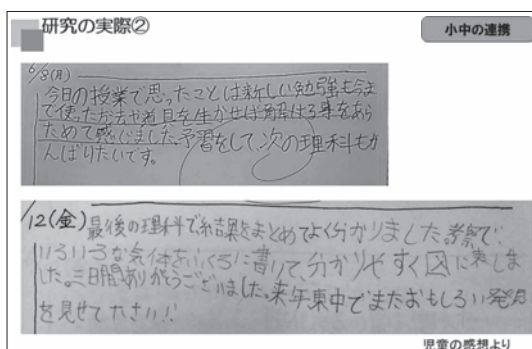
研究の実践②

小中の連携



研究の実践②

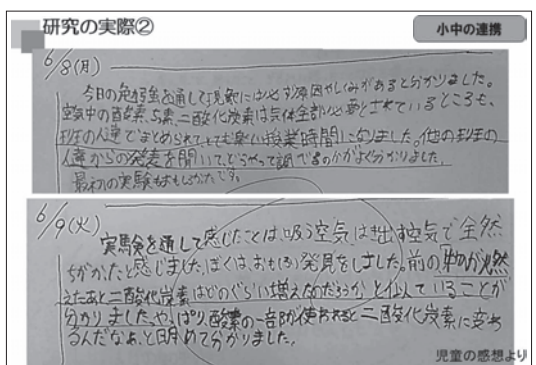
小中の連携



研究の実践②

小中の連携

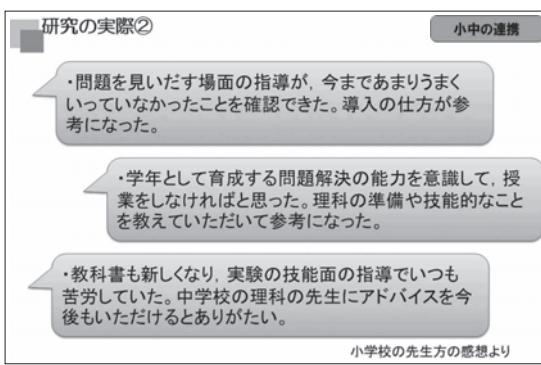
児童の感想より



研究の実践②

小中の連携

児童の感想より



研究の実践②

小中の連携

小学校の先生方の感想より

(3) 小学校の教員との交流から

小学校では、最近理科専科の教員が指導する学校が増えてきているが、理科専科以外の教員は、まだまだ理科指導に苦手意識をもっていると感じた。私がこれまで携わってきた各事業等における小学校の教員の感想を通して、理科の授業に関する情報交換や実験、観察に関する技術的なサポート、問題解決の能力を意識した模擬授業等を、中学校の理科教員が小学校に向いて積極的に行っていくことの有用性を再確認している。また、そのことで逆に中学校の理科教員が小学校で行われている理科の指導内容を

を知り、小学校で身に付けた問題解決の能力を意識しながら探究的な学習を進めていくことができると思う。

(4) 今後の課題

本県及び本市には校種間交流研修事業や小学校理科中核教員養成事業等の小中連携を図る機会があり、小中間でそれぞれの教員が互いに授業を行う機会をどれだけつくれるかが課題である。小中での継続的な取組が探究する能力の育成に不可欠であり、その系統的な指導を確立していきたい。