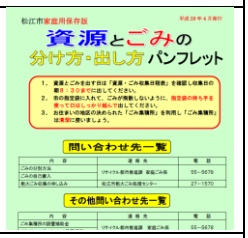
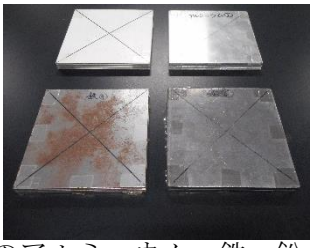
理科部実践②　中学校　第１学年　「身のまわりの物質」　２０時間

目標　観察・実験などを通して，身のまわりの物質の性質や変化に着目しながら物質固有の性質や共通点を見いだし，観察・実験の技能を身につけ，物質の性質について根拠を示しながら説明することができるようにする。

第１章　「身のまわりの物質とその性質」

時	学習活動の概要	指導上の留意点
1	単元の導入 身のまわりにある様々な「もの」について 　どのようなものがあるか？ 　どのような使われ方をしているか？ 　姿やようすが変化するものがあるか？ 具体物をあげて考える **物体と物質** **探究の課題の設定**	**Point1** **生徒に身近な事物から疑問を引き出す** ・身近な物質を提示 ・様々な材質のコップを示し，物体と物質について説明する **Point2** **「課題」を設定し単元の見通しをもつ**
	探究の課題 **身のまわりの物体では物質のどのような性質が利用されているのだろうか？**	
2	身のまわりの物体をごみとして捨てるには？ 分別しなければならない（松江市の場合は？） 　どうやって物質を特定するのか？	松江市のごみの分別のリーフレットを配布  **Point2** **「課題」を設定し単元の見通しをもつ**
	今日の課題　　**物質を特定するにはどのような方法があるのだろうか？**	
	これまで(小学校)の学習や経験から考えよう ・見た目でわかるものもある ・燃やしてみる　　・電流を通すか ・磁石につくか　　など	実験を行うときに大切なこと 安全に　正確に　効率よく 掲示して 常に意識させる
	今日の課題の結論　　物質の性質のちがいを利用して物質を区別することができる いくつかの方法を組み合わせて考えると物質を特定することができるだろう	
3 4	**今日の課題**　　**金属を特定するにはどうしたらよいのだろうか？**	
	様々な物質から金属を特定するには？ ・金属光沢がある　・電気や熱の伝導 ・延性や展性がある 金属の種類を特定するには？ ・鉄は磁石につく　・銅は赤い色をしている ・密度	・金属製品を調べ，それぞれの特徴をまとめさせる  同じ大きさのアルミニウム，鉄，鉛，紙を用意し比較させる
	今日の課題の結論　　金属光沢など金属共通の性質で金属を見分ける 金属の種類は密度によって特定することができる	

時		学習活動の概要	指導上の留意点
5		５種類の白い粉末についての説明を聞く デンプン（コーンスターチ） 砂糖　炭酸水素ナトリウム クエン酸　食塩 ↓ どれも似たような粉 どれがどれか区別できない ↓ わからなくなったら？	ラムネ菓子の作り方を説明し５種類の白い粉末を提示する 物質名とともに料理で使う商品も示す わからなくなったという想定をする
	今日の課題　　白い粉末を区別するにはどのようにしたらよいだろうか？		
		見た目では区別しにくい場合何を調べるか？ 物質の性質を比べる どのような方法が考えられるか？**実験計画を立てる**・見た目，顕微鏡やルーペによる観察，手触り ・水に溶かしたようす→量や液性 ・熱したときの変化　　・密度を調べる ・ヨウ素液の色の変化　・味を調べる　　など	物質特有の性質から物質を特定してきたことを確認する 具体的な方法や実験器具も考えて実験書に記述させる
6		物質を特定するための手立てや方法を習得する ・安全な実験への意識 ・安全なガスバーナーの使い方 ・自分達の計画した実験方法の安全性	実験を行うときに大切なこと 安全に　正確に　効率よく 掲示を指して確認する （薬品を口に入れることはしない）
7		５種類の白い粉末の性質を調べる実験を行う **実験の目的　　デンプン・砂糖・炭酸水素ナトリウム・クエン酸・食塩の性質を調べる** 知っていること ・食塩を水にとけ，水溶液は中性　など 調べること ・粒の見た目や手ざわり，ルーペや顕微鏡観察 ・水に入れたときのようすや液性を調べる ・熱したときのようすを調べる　　など 実験を行い，結果を実験書にまとめる 実験結果を表などにまとめ，学級全体で考察する 有機物と無機物についての説明を聞く	これまで（小学校の学習）でやったことのない実験は薬品を使用して正しい結果が出やすいようにしておく やったことがあった実験でも班で相談したうえで実験を行ってもよい 時間を指定し，１時間の中でまとめることができるように伝える 必要に応じて再実験の指示をする 有機物と無機物の説明をする
8		わからなくなった５種類の粉末を特定する **実験の目的　　不明の粉末Ａ～Ｅの性質を調べ，粉末を特定する** （コーンスターチ・砂糖・重曹・クエン酸・食塩） Ａ～Ｅの物質を特定するためにはどのような実験をどのような順序で行えばよいかを班で話し合い計画する 他の班と実験方法について情報交換をし，自分たちの実験方法を練り直す 実験の準備をし実験を行う（班ごとに活動）	安全に　正確に　効率よく 再度確認する ・今回は食品であるが，口に入れたりはしない ・検証できる実験方法を効率よく組み

Point1
生徒に身近な事物から疑問を引き出す

Point2
「課題」を設定し単元の見通しをもつ

Point3
実験計画を立てる

Point3
実験計画を立てる

9		＜ある班の実験方法＞ 水にとかす　→　とけない＝コーンスターチ ↓とける リトマス紙につける→　アルカリ性＝重曹 ↓　　→　酸性＝クエン酸 粉末を加熱する　→　変化なし＝食塩 ↓ とけて黒くなる＝砂糖 実験結果をまとめ，考察する 結果の共有をしＡ～Ｅの粉末を特定する 　重曹と酸性水溶液の演示実験から，ラムネ菓子を口に入れると「シュワシュワ」する理由を確認する **Point1 生徒に身近な事物を取り上げる**	合わせる（新たな方法を用いない） Ａ～Ｅは薬品ではなく食品を使用した ※実験で食品・調味料を使用すると，薬品を使用した時とは異なる結果が出る→特に食塩を加熱すると変色する 各般の発表では特定した物質名と根拠を示す 　砂糖とデンプンを少量の水で練ると口の中でとろける甘いお菓子になる 　重曹に酸性のクエン酸水溶液を加えると二酸化炭素が発生するようすを演示する
	今日の課題の結論　見た目だけでなく，物質の性質を調べ，いくつかの性質を総合的に判断して物質を特定する		
10	**今日の課題　生活の中で，多くのプラスチック製品が使われているのは，なぜだろうか？**		
		プラスチックを利用したものをあげる プラスチックの性質を調べる プラスチックの種類と性質をまとめる	身近な例を紹介する 安全に　正確に　効率よく 種類と性質について解説する
	今日の課題の結論　プラスチックは加工がしやすく，様々な性質のものが作られているため，それぞれの用途に応じたプラスチックを利用することが可能である。		
探究の課題の結論 身のまわりにある製品は，金属やプラスチックなどの性質を活かして作られている。 また，それぞれの特徴を組み合わせて適材適所に用いられている。			

第2章「気体の性質」

時		学習活動の概要	指導上の留意点
1	**導入**　シャボン玉が浮き上がったり，落ちたりするようすを見て，疑問に思ったことを出し合う		**水素や二酸化炭素，空気の入ったシャボン玉を飛ばす**
探究の課題　身のまわりの気体では物質のどのような性質が利用されているのだろうか？			
1	**今日の課題　身のまわりで利用されている気体にはどのような性質があるのだろうか？**		
		気体の種類をあげる　安全に　正確に　効率よく 気体の性質を調べる実験を行う 気体の性質を記録する	・におい方や燃える気体の火のつけ方など具体的な操作方法を説明する ・水への溶け方は演示実験で紹介する
2		気体を発生させ，何かを特定する実験を行う ・石灰石＋塩酸・二酸化マンガン＋過酸化水素水 実験結果をまとめ，考察をし気体を特定する	気体名を伏せて実験させ，前時で学習した気体の性質をもとに特定をさせる
	今日の課題の結論　それぞれの気体は種類によってそれぞれ特有の性質をもち，それを活かして利用されている　→　生徒は具体例を複数あげる		
3	**今日の課題　気体はどのようにして集めることができるのだろうか？**		
		気体の水へのとけやすさと空気に比べた密度のちがいによって集め方が違うことを確認する	生徒に課題について考えさせ 水上・上方・下方置換法を紹介する
	今日の課題の結論　水にとけにくい気体は水上置換法，とけやすく空気より密度が小さい気体は上方置換法，とけにくく空気より密度が大きい気体は下方置換法であつめることができる		
探究の課題の結論　燃えやすい，水にとける，体に害がある，密度が小さいなど気体にも，それぞれ特有の性質があり，その性質を利用して，私たちの生活の中で活かされている			

第3章「水溶液の性質」

時		学習活動の概要	指導上の留意点
探究の課題　身のまわりの水溶液では物質のどのような性質が利用されているのだろうか？			
1	**導入**　液体につるしたミョウバンが小さくなっていくようすと，大きくなっていくようすを比較する 疑問・とけるとはどういうことだろうか？ ・とけた物質をどうやってとりだすのだろうか？ ・とける量にはきまりがあるのだろうか？		水にミョウバンの結晶をつるしたものと飽和水溶液中で再結晶させたものの連続写真を紹介する
	今日の課題　物質が水にとけるとはどのようになることなのだろうか？		
		長いアクリルパイプ中の水に食塩を１粒入れてゆっくり降下しながら，小さくなり見えなくなる様子を観察する 縦型水槽内の水に岩塩をつるし，とけていくようすを観察する ２つの観察からとけるようすを絵や図で示し，文で説明を加える 	 粒子モデルに限定せず生徒一人ひとりが説明しやすい方法で描くようにする
2		とけるようすを実験してくわしく調べてみよう どのような調べ方があるか？ ・とけるものととけないものを比べる ・とけて見えなくなっても水の中にある（質量） ・水溶液を放置しても均一のまま 実験を行う ①　食塩・コーヒーシュガー・デンプンのとけ方の違いを観察する ②　物質と水の質量と水溶液の質量の比較 ③　ろ過したろ液中に溶質があることを確認 結果　↓ 考察：結果をもとに物質が水にとけるようすを見直し，モデルで表す	前時の生徒の図を紹介する ・粒子モデル・斜線や塗りつぶし 小学校の５年生の学習をヒントに考えさせる 生徒の考えをもとに，教科書の実験内容を紹介する ろ過の操作方法の説明をする 見えないものをわかりやすく表す方法としてモデルがあることを紹介する 水に粒子を入れたモデルと２種類の粒子を混ぜたモデルを紹介する
	今日の課題の結論　物質を入れたとき，液が透明になって全体に均一に広がり，時間がたってもこさがどこも変わらない状態が水にとけるということである		
3	**今日の課題**　水にとけた物質のこさはどのようにして表せるのだろうか？		
		水溶液　溶液，溶質，溶媒について知る 純粋な物質と混合物についての説明を聞く 質量パーセント濃度についての説明を聞く（例題）	水溶液の用語について説明する 純粋な物質と混合物，質量パーセント濃度について説明する
	今日の課題の結論　混合物である水溶液のこさは質量パーセント濃度（溶液の質量に対する溶質の質量の割合〔%〕）で表すことができる		
4	**今日の課題**　水に溶けている溶質をとり出すにはどのようにすればよいのだろうか？		
		溶質だけをとり出す方法はあるか？ ・水溶液の水を蒸発させて溶質をとり出す ・水溶液の温度を下げて溶質がとり出す 実験　食塩と硝酸カリウムを水にとかし温度変化と溶媒の蒸発による再結晶させる実験を行う 結果をまとめ，考察を行う	小学校で学習したこと ミョウバンを温めてたくさんとかし冷やすとミョウバンがとり出せる 食塩水の水を蒸発させると食塩がのこること（ミョウバンも）
5		実験から硝酸カリウムは水の温度が高いほどよくとけることがわかる　↓ 溶解度曲線と飽和水溶液についての説明を聞く	
	今日の課題の結論　溶液中の溶質は，温度による溶解度の差を利用したり，水を蒸発させたりして再結晶させるととり出すことができる		

Point1
生徒に身近な事物を取り上げる

時		学習活動の概要	指導上の留意点
6		ビデオ「料理番組」を見て５種類の水溶液について知る ・食塩水（海水程度の濃度） ・重曹水溶液（飽和水溶液に近い） ・食酢　・炭酸水　・シロップ（砂糖水） 課題を把握する ５種類のびんの区別がつかなくなった	ビデオで水溶液を紹介する ・映像で水溶液を使用している状況を説明することで，身近な水溶液であることを印象付ける ・水溶液の濃度などの状況を２分で説明する ５種類のびんのラベルがはがれて水溶液の区別がつかなくなった
	今日の課題　５種類の水溶液を区別するにはどのようにすればよいのだろうか？		
		水溶液の調べ方を個人で考える 水溶液の性質に着目して，水溶液を区別するための調べ方を考える ・白い粉のところで実験方法を考えた ・性質を知った上で見分ける（不明な場合は実験したうえで行う） 水溶液の調べ方を班でまとめる 各班８枚のマグネットシートに記述する 全体で共有 各班から出された水溶液の調べ方を比べて，１項目ごとに調べ方が妥当かを検討する ・見た目（炭酸水の泡・水溶液の色・とろみ） ・においをかぐ ・重曹と酢が混ざると泡がでる ・リトマス紙，ＢＴＢ溶液，フェノールフタレイン溶液の色の変化 ・石灰水を加える ・水を蒸発させて再結晶させる（炭酸水は出ない） ・加熱して黒く焦げるかどうか 各班で自分たちの実験方法を検討する 水溶液を効率よく区別するための調べ方を選択し，手順を考える 実験方法について他の班と情報交換をし，自分たちの班の実験方法について再検討を行う ・自分たちの方法ですべて特定できるか？またより根拠を明確にした方法はないか？ ・効率的な方法になっているか？ ・危険な実験になっていないか？	実験を行うときに大切なこと 安全に　正確に　効率よく 掲示を指して確認する （薬品を口に入れることはしない） Ａ４半分のマグネットシートにホワイトボードマーカーを班に渡す ※炭酸水は蓋つきのびんの中では泡は止まり，他のびんにも泡はつくので見た目の区別はつかない ※食酢は果実酢の色があまりないものを水で分からないくらい薄め，氷酢酸を加えている ※シロップはとろっとしている

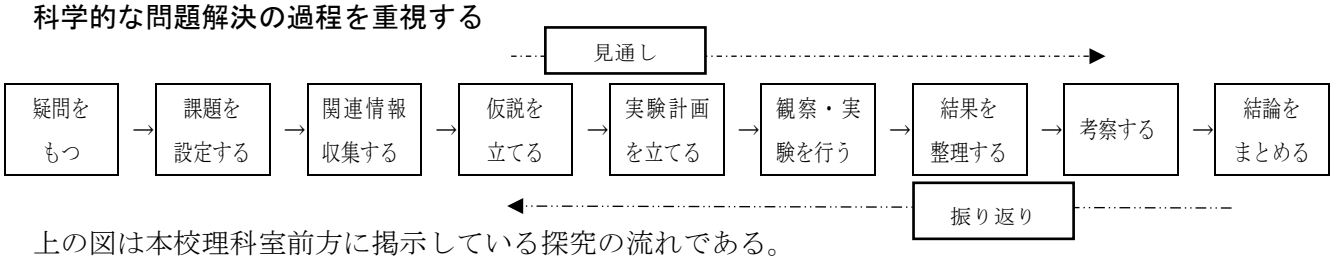
Point2
「課題」を設定し単元の見通しをもつ

Point3
実験計画を立てる

時		学習活動の概要	指導上の留意点
7		今日の課題を確認し，各班で実験計画の確認をする 　実験器具は何を使うか？ 　前時の他の班のやり方を聞き，再検討や変更を加えてもよい 計画に基づいて実験を行う ＜ある班の計画＞ 　におう　　→　あり食酢 　　↓なし 　ＢＴＢ溶液を加える　→黄色　炭酸水 　　↓緑　　→青色　重曹水溶液 　加熱して変化をみる　→黒くなる　シロップ 　　↓変化なし 　食塩水 各班で結果をまとめ，個人で考察をする 全体で水溶液の確認を行う（答え合わせ）	実験を行うときに大切なこと 安全に　正確に　効率よく 掲示を指して確認する 各班で必要なものは前時に確認し　すべて用意する 特定した根拠を明確にさせる
	今日の課題の結論　水溶液や溶質の性質の違いをいくつか調べることにより，５種類の水溶液を区別することができる		

ポイント解説

科学的な問題解決の過程を重視する



上の図は本校理科室前方に掲示している探究の流れである。

このような科学的な問題解決の過程において，理科の見方・考え方をはたらかせる場面を工夫する。

自然事象を質的・量的な関係などで捉え，比較・関係付け・条件制御・推論・分析・解釈など科学の方法を用いて考えるようにはたらきかける。

Point1　身近な事物事象から生徒の疑問を引き出す

中学校の粒子領域（化学分野）は原子などの粒子概念を形成していく領域としてあつかわれている。身のまわりにあるすべてのものが同じように，とらえることができるためにも，子どもたちにとってできるだけ身近な事物・事象を扱うようにした。「普通にある」ものであっても，出会わせ方を工夫することで，子どもが「あれ？」「不思議だな」「なぜだろう」という疑問をもち，知りたい・調べたいという関心・意欲につなげられると考えている。

単元の導入では，特別なものではなく，どこにでもあるコップを並べて見せた。子どもたちはそれぞれのコップを比較し，材料に注目し，なぜ様々な材料（物質）が使われているのかに疑問を見出していった。また，白い粉末を紹介するときにラムネ菓子をつくる材料として紹介したり，５種類の水溶液でも料理を手軽にする準備として説明したり（オリジナルの料理番組ビデオを撮影）するなど，授業の導入や授業の途中で疑問を投げかける時も，できるだけ身近にあるものや日常生活の場面と重ねて紹介することで，自分の問題としてとらえられやすくなると考えている。

Point2 課題を設定する

本校理科部では，小単元をかけて探究活動をしていくための課題を「探究の課題」とし，その「探究の課題」を構成する，それぞれの授業１時間～数時間で解決できる課題を「今日の課題」としている。時間ごとの「今日の課題」を解決していくことで，大きな「探究の課題」に向かうようにしている。

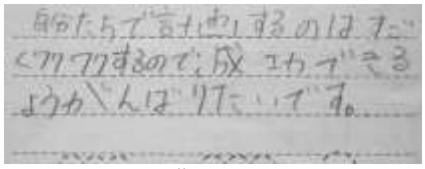
Point1で子どもがもった疑問を，生徒同士の相談からできるだけ生徒の言葉で課題につなげたいが，１年生では単元を見通した課題を設定することは難しく，途中で見直しが必要なこともあった。

今回は，『身のまわりの物体では物質のどのような性質が利用されているのだろうか？』という「探究の課題」を設定し，第２章，第３章では物体をそれぞれ気体，水溶液に変えただけである。ずっと同じ課題が設定できたことで，子どもたちが毎回の授業で物質の性質に注目し，それが日常生活にどうかかわっているのかを考えることができた点はよかった。一方で，第３章の水溶液を扱う単元では，「今日の課題」が『物質が水にとけることは物質がどのようになることだろうか？』などとなると，「探究の課題」と「今日の課題」が直接一致しない内容になることもあったため，章ごとに「探究の課題」を設定し，ある程度具体的な課題とした方が取り組みやすいといえる。

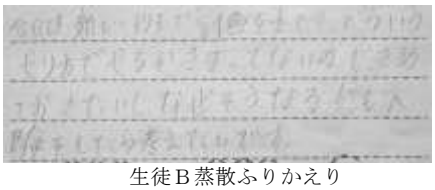
Point3 実験計画を行う

東京書籍の教科書にある「じっくり実験しよう」では，実験計画を取り入れた内容になっている。

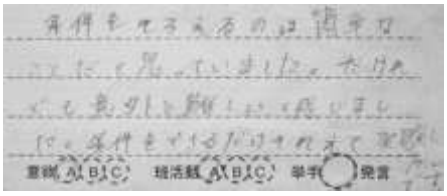
１年生では「植物の蒸散量と給水量」実験ではじめて実験計画を立てさせた。その後発展として，「蒸散量を変える条件」，「光合成と二酸化炭素の吸収」，「浮力の大きさ」のそれぞれの実験で実験計画を班ごとに立て，実験を行った。



生徒Ａ蒸散ふりかえり



生徒Ｂ蒸散ふりかえり



生徒Ｃ浮力ふりかえり

生徒Ａ，Ｂは蒸散量を変える条件，Ｃは浮力の大きさを調べる実験計画を立てたときのふりかえりである。条件制御のむずかしさを記述している生徒もあるが，自分たちが計画した実験に向けて意欲的な記述をしている。

１年生粒子領域で「じっくり実験しよう」は「白い粉末を区別」の実験があたっていて，５回目の実験計画である。小学校の学習をヒントにして，ある程度の予想をして実験方法を考えることはできるが，１年生の段階では，実験結果をもとに物質を特定するだけの知識が不十分である。今回は，物質名を明らかにした試薬で水に入れたり加熱したり実験を行い，その物質の性質を明らかにしたあと，不明な５種類の粉末を区別する実験を計画させた。このようにして行った実験では，教科書にない炭酸水素ナトリウムとクエン酸を加えて行っているが，実験によってそれぞれの物質の性質を知っているため，確実に物質を特定することができた。

また，今回は５種類の水溶液の区別も行った。小学校５年生の水溶液の内容に加え，この単元で学習したこと，植物の単元で扱った薬品や気体の性質なども含めて，水溶液の区別につながると考えて設定した。

生徒Ｄ　５種類の粉末を区別する実験計画

上：班で話し合って
まとめた調べ方

左：調べ方を確認した板書

これまでに学習したさまざまなことを活用して多くの意見が出てきた。

自分達の実験から思うような結果が得られない班もみられるが，さらなる練り直しや再実験をする時間を確保できていないため，子ども達の「もっとちゃんと探究したい」という欲求にこたえられていない。回数を増やして慣れてきてはいるが，まだ科学的な問題解決の過程を１つひとつおさえながらすすめる必要がある。

成果と課題

今年度の１年生では，自然の事物・事象との出合わせ方を工夫し，そこから子どもが抱いた疑問や問題から課題を設定することを工夫した。特に単元の導入の場面で，１時間で「探究の課題」を子どもの言葉を使って考えた。「身のまわりの物質」の単元では，単元を通して子どもの考えがつながると考え，１つの「探究の課題」で通してみたが，中学校の単元内の内容の幅が広いため，抽象的になったり，こじつけのような展開になったりしないようにするには，言葉を選ぶことが難しい。東京書籍の教科書では章ごとに「before & after」が掲載されているが，このように章ごとに大きな課題を設定していく方が子どもにとっても考えやすいように感じている。

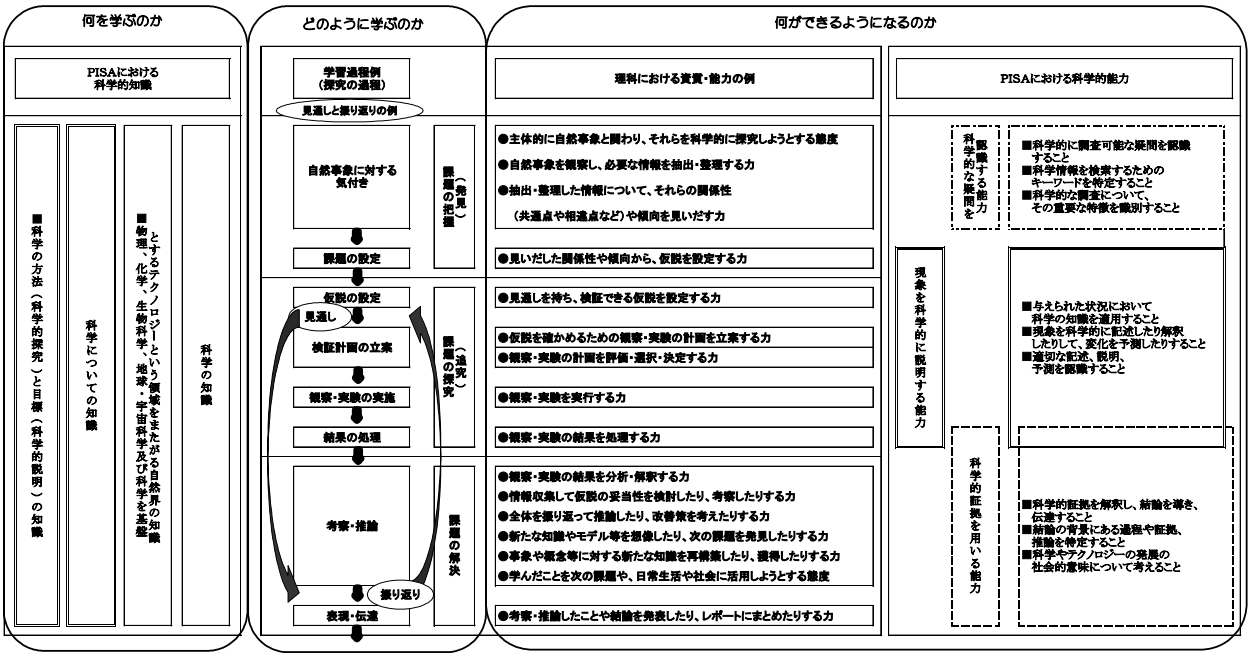
実験計画は，それまでに学習したさまざまなことをつなげることができる。特に１年生では小学校の理科の学習を思い出させて，それをうまく活用することで，計画できる実験が多くあることに気付いた。今回は教科書の実験を一度行い，その物質の性質を知ったあと，不明な物質や水溶液についての実験計画を立てる方法を用いたが，１年生ではみんながわかっていることをもとに，問題を解決していく手順を踏むことが大切だと思った。

授業の時間数の中に，課題設定の時間と実験計画とその実施の時間を盛り込むことができた。１年生では回数を重ねて行っていくことが大切だと考えて行ったが，その方法や進め方には改善が必要だと感じている。３年間で子ども達が，自分の問題を自分で解決していくための力をつけるための実践を探っていきたい。

（文責　野崎朝之）

理科における資質・能力をどう捉え、どのように実践するか

先年度、「論点整理」で捉え直された育成されるべき資質・能力の３つの視点（何を学ぶのか、どのように学ぶのか、何ができるようになるのか）の中に、ＰＩＳＡの科学的リテラシーの評価の枠組みである「科学的能力」と「科学的知識」、それに加えて“探究の流れ”が無理なく位置づけられると述べ、その図を明示した。２０１７年６月には、小学校及び中学校学習指導要領と同解説理科編も公表されたことから、先年度に示した図を新学習指導要領に合致させるように図を発展させた。理科における資質・能力の例とＰＩＳＡの科学的リテラシーの評価の枠組みである「科学的能力」と「科学的知識」、それに加えて“探究の流れ”の３つが無理なく３つの視点の中に位置づけられることを示した図を次に示す。



附属学校園理科部の今年度の研究はこの枠組みで行った。もちろん、小学校は小学校、中学校は中学校の実態に即して微妙に図の捉えや内容・方法に変化を加えながら行っている。来年度もこの図をもとに、小学校・中学校の実態に即した授業実践を行えばよいと考えている。

図を見ると分かるように、課題の把握→課題の探究→課題の解決、という探究の流れの中で「科学の知識」と「科学についての知識」を学びながら、ある時には「科学の知識」と「科学についての知識」を縦横無尽に駆使しながら新しい「科学の知識」を獲得するプロセスを通して、理科における資質・能力やＰＩＳＡによる科学的能力に示された姿が実現できる力を身につけていくと捉えられる。

来年度から、附属学校園の実践研究のあり方とその公表のしかたが大きく変わると聞いている。附属学校園理科部の取り組みが、より地域の小学校・中学校の理科授業改善に直接反映されるようになるために、上述したようなこれまで積み重ねてきた基礎的研究を大きく変更する必要はないと、筆者は考えている。上述した枠組みでの授業提案を小学校においても中学校においても行えば、教員のキャリアステージにおける「自立・向上期」及び「充実期」（新規採用時から１１年目）の教員に求められる教科指導（理科）に関する実践的指導力を身につけるための少なくとも一つ以上の方途は提案できると筆者は考えている。くわしくは、筆者がこれから公表する原稿を参照されたい。

（共同研究者：自然環境教育講座，栢野彰秀）