

理科はヒトの感動財産！－城北中の取組み

Science is Exciting Fortune for human beings!

久保木 淳士

Atsushi KUBOKI

福山市立城北中学校

Johoku Junior High School, Fukuyama City



【要約】「理科はヒトの感動財産！」をモットーに、観察・実験から感動や探究心を呼び起こし、生徒が納得して理解できるような楽しい理科授業を目指し、実践をしてきた。一单元の中で、生徒の興味・関心を引くような実験、身近にあるものを使った実験を軸とし、問題解決的な探究学習を組み入れた。单元の中で習得・活用・探究をバランスよく組み立てることを意識した。2017年4月から半年間の横断的な調査では、中学校入学時に比べ理科が好きな生徒が平均95%にまで増えたことが確かめられた。

【キーワード】：理科教育，観察実験，理科好き，探究学習，習得・活用・探究

1 城北中学校の取り組み

2017年度の入学生についてIEA（国際教育到達度評価学会）の1999年の調査（TIMSS-R：第3回国際数学・理科教育調査の第2段階調査）とほぼ同じ設問で設問した結果は、表1、図1のようになった。

「理科が好き」という生徒の割合は、2017年5月から、平均95%でほぼ一定している。この数字は、1999年時調査の日本平均55%を大きく上回り、国際平均79%やシンガポールの86%をも上回っている。確実に理科好きが育っているといえる。

表1 各設問に対して、肯定的に回答した生徒の割合の変化（福山市立城北中学校・2017年入学。単位は%）

2017年 中1

	4月*	6月	7月	10月	11月
理科が好き	80	96	93	96	94
理科の勉強が楽しい	80	96	98	93	93
理科の勉強は退屈	28	8	2	4	3
理科の勉強はやさしい	55	43	41	36	31
理科は生活の中で大切	89	90	92	92	84
科学を使う仕事をしたい	16	17	27	20	21

※4月の項は、入学後の生徒に対して「小学校時の理科授業」について質問したものを掲載している。

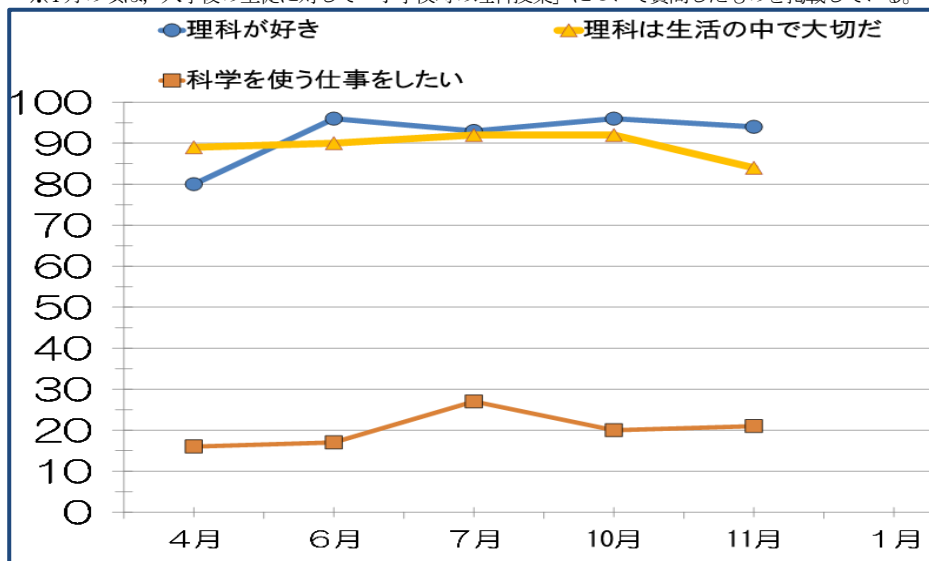


図1 「理科が好き」「理科は生活の中で大切」「科学を使う仕事をしたい」に肯定的に回答した生徒の割合

2 理科授業づくりに向けて

平成29年度 小・中学校新教育課程説明会（中央説明会）における文部科学省説明資料が現在公開されている。これまでの学習指導要領改訂に向けての背景や動き、さらにまとめ等が網羅されている。

<http://melmaga.mext.go.jp/c/CHL01Lg0024E>

「主体的・対話的で深い学びの充実のために、単元などの数コマ程度の授業のまとまりの中で、習得・活用・探究のバランスを工夫することが重要」とある。アクティブラーニングという言葉はもう強く主張されなくなったが、言葉を変えて主体的・対話的・深い学びとなって学習指導要領に明記されている。

谷和樹氏（玉川大学教職大学院 教授）は、「トークライン」東京教育技術研究所2017年11月号にて、主体的・対話的・深い学びを以下のように分析されている。



主体的な学び

トークライン2017年11月号

「子ども任せにして時間効率の悪い“はい回り”をさせる」のではない。

熱中する学びの面白さを保障する
教師の授業力

頭を振り絞って考えることで
何かに挑戦し、乗り越える力

将来の職業に関連する知識を意識する、
キャリア教育の視点

社会の中で人と関わっていくための、
基本的な教養

対話的な学び

今学んでいる内容について・・・

多様な人と対話する

先人の考え方（書物等）で考えを広げる

深い学び

知識との関連を考えなければならない

各教科等の知識・技能を習得する。

習得した知識を活用して、
より上位の概念を獲得する。

獲得した概念を基に、
学習対象についてさらに考える。

新たな問題を発見・解決したり、表現したり、
新しい何かを創造したりする。

向山行雄氏（帝京大学教職大学院 教授）は、「トークライン」東京教育技術研究所2017年11月号にて、主体的・対話的・深い学びを充実するために、実践すべき授業を以下のよ

うに述べている。



トークライン2017年11月号

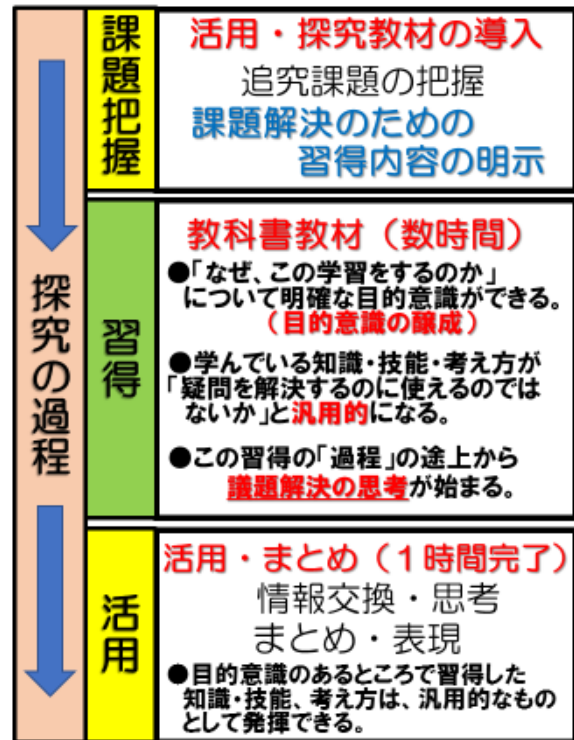
はてな？の授業

子どもが「問い」を持ち、それを追究する。

追究のエネルギーに火をつける発問

教師が優れた教材を準備する。
意欲を喚起する示し方をする。
考えを深める発問をする。
話し合い活動を交通整理する。

小笠原豊氏（中部大学現代教育学部 准教授）は、以下のように単元に探究の過程（課題把握⇒習得⇒活用）を組み立てることを提案し、授業開発を行っている。



↑2017年9月28日福山市立城東中学校 トップイメージ獲得講座 小笠原氏講演資料より
一時間の授業パーツや発問、組み立ても大切だ。さらに、単元（または小単元）の習得・活用・探究のバランスが大切なのである。単元の流れの中で、どのような問いを持たせ、学習に向かわせるか？というストーリーもカリキュラムマネジメントとして研究を進めていかなければならない。本年度、中学一年・化学単元にて、上記のような視点で単元構成をし、授業実践を行った。

2 優れた実践を追試する

1) 中1化学は「気体X」がオススメ!

小森栄治氏（日本理科教育センター代表理科教育コンサルタント）の「気体X」の授業実践は、未知の気体を学習した気体の性質をもとに、徹底的に実験させたつぷり探究させる。中1でも、男女を問わず熱中して実験を行う。



参考：小森栄治（2003）：気体Xを探ろう，
化学と教育，51(11)，672-673

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/51/11/51_KJ00007743638/_article-char/ja/

「気体X」は、生徒自らの予想に対し、期待した結果がなかなか得られない。例えば、酸素と予想した生徒は「火のついた線香が激しく燃える」と期待するが、火は消える。「酸素ではない」ことに気づき、他の実験を考えるようになる。このとき、強い達成要求・課題解決の意欲が生まれる。熱中のための起爆剤となる。

3 「OOX」で中1化学の単元を構成

このような強い達成要求・課題解決の意欲を引き出すために、「サイエンスミッション (Science Mission)」として、小単元の中に活用する展開を構成した。

ここで、ポイントは『小単元の中に』である。単発で、1～2時間の時間で完結するものではない。小単元の中で、単元を貫くテーマを実験・観察を通して課題を解決させるのである。

小森栄治氏「気体X」の追試に加え、以下の「OOX」シリーズを7つ、小単元に組み込み、実践した。

大単元	中1 化学分野「身の回りの物質とその性質」	学習内容
探究の過程を繰り返すバイラルアップ	1 Science Mission 気体Xを特定せよ!	気体の性質
	2 Science Mission 白い粉ABCを特定せよ!	有機物・無機物
	3 Science Mission プラスチックXを特定せよ!	プラスチックの性質
	4 Science Mission 金属Xを特定せよ!	密度
	5 Science Mission 角砂糖Xを特定せよ!	溶解 溶解度曲線
	6 Science Mission 表示Xの科学的な理由を説明せよ!	状態変化 体積変化
	7 Science Mission 物質αβγを特定せよ!	状態変化 融点
	8 Science Mission 混合液Xから純粋なエタノールを取り出せ!	状態変化 沸点 蒸留

4 「OOX」シリーズ

①「白い粉ABC」

りかつー

理科通信

【Science Mission】白い粉末A～C

1年理科
No. 20 103R
2017. 9. 12(火)



見た目は片栗粉! ?
理科準備室の奥から、正体不明の白い粉末が見つかった・・・

科学的な方法を用いて、どのようにして、見分けられるか! ?

気体Xに続く、
Science Mission 第2弾!

②「プラスチックX」

りかつー

理科通信

【Science Mission】プラスチックX

1年理科
No. 24
2017. 9. 28(木)



理科室の準備室の奥から、古びたプラスチック容器が発見された。

プラスチックの名前は明記されていない・・・

分類して、再利用するために、このプラスチックの正体を特定する必要がある。

白い粉ABCに続く、
Science Mission 第3弾!

③「金属X」

「蔵から出てきた箱の中から江戸時代の小判が発見された。この小判の金属の正体は何か?」生徒は本物の小判だと思い「金ではないか?」と予想する。電気・熱伝導性や展性・延性等は全員で確認させ、密度の測定の実験性を気づかせる。最後に、学年全体で平均値をもとに考察させ、誤差が生じた場合の原因も考えさせる。小判は真鍮のレプリカである。

※平成29年（2017年）度城北中学校
公開研究会にて授業提案を行った。

課題把握	探究の過程	活用
鉄1kgと銅1kgどちらが重い? 密度の考え方導入 金属ABCの特定をせよ。 活用・探究教材の導入	教科書教材（3時間完了） 密度の計算スキル “金”の計算 メスシリンダー 電子てんびん を使った密度の測定 “1円玉の測定”	活用（1.5時間完了） Science Mission 金属Xを特定せよ! まとめ（0.5時間完了） これまでの探究を振り返って（授業日記）

中1 化学分野<密度>

「えっ?」「なぜ?」「調べてみたい!」
深い理解解決
達成要求の高い
意欲をもたせる

中学理科
計算スキル

課題と考察を正対させた
“探究用”実験ノート

課題
- 調べたいもの
- 調べたい理由
- 予想 (仮説)
- 実験方法 (手順)
- 結果 (観察)
- 考察 (結論)

活用

④「角砂糖 X」

「今からハンドパワーを見せます」と言って溶けない角砂糖とすぐに溶ける角砂糖を見せる。久保木が本当にハンドパワーを使っていたと信じる生徒もいる。演出力も大切。

⑤「表示 X」

状態変化で温度が上がると体積が増えるという事実を教えた後に、「飲料水の表示です。凍らせないでください。内容液が膨張し、容器が破損することがあります」と示す。温度が下がっても膨張するのは、表示として正しいか？と投げかけ、科学的な理由を説明せよと、Missionとして投げかける。

⑥「物質 α β γ 」

5 課題と考察を正対させた実験ノート

STEP 1

1つの実験テーマでノート1枚とし、実験の過程を課題と考察・結論が正対した形で正確にノートに記録させる。(右図)

この際、①疑問・調べたいこと・予想(課題) ②考えられること(考察)を明確に意識させるために、色の違うカード(ふせん)を用意し、それぞれに書かせる。上部に、課題のカード、下部には、考察のカード、その間には実験の方法や結果を図や表を用いて記入する。とくに、課題と考察を正対するように記録させる。

STEP 2

課題⇒方法⇒結果⇒考察完結した代表的なノートを授業中に印刷し、クラスの生徒全に配布する。その際、理科室にプリンターを用意しておく。つまり、ノートによる情報交流を教師がファシリテートする。これにより、生徒の情報交換が行われると同時に、支援が必要な生徒に対してのヒントノートとなる。ごく簡単な実験でも、自分で実験を行い、ノートにまとめることを評価し、印刷して配布する。他の生徒の追試も、貴重なデータであるとし、積極的に印刷する。

探究学習の際、①個々の生徒の実験内容の把握、②生徒の情報交換が不十分、③つまづいている生徒の支援、④生徒が取り組んでいない実験をどのように理解させるか…などが問題となる。これを解決するためのノートによる情報交流を教師がファシリテートする。

6 生徒の授業日記・アンケートより

定期的なアンケートの中に、記述式の感想を書かせるようにしている。また、「授業日記」と称して、Science Mission を終えた後に、今の考えを書くように指示をし、これまでの学習を学んだことなどを振り返らせるようにしている。以下、一部掲載する。

▽これまでの学習を通して、まとめる力がついてきたと思う。理由は自分から～を持ってきてという言葉をかけることなどができたきたからです。この力と考えて動く力がまざり合ってきたことだと思うので、この力を落とさないように進化していきたいです。

▽今までの自分たちで調べる実験は何かわからない物質を答えるもので、とても楽しく意欲的に実験できました。班の人と準備をして実験するので協力する力も身につく、役割を考えることもできました。また、他の人の意見を聞いていると「そういう考えもあるのか」と自分の考えになかったことを知り、考え方の幅が広がりました。

▽小学校のころは、先生がやっている実験を見て、結果や、考察をかいていたけど、中学生になって、自分たちで考えて実験したりして、分かりやすいと思う。特に、気体の実験などがすごくたのしかった。

▽普通の授業でも映像を使ったり、実際に実験を自分たちでやるなど体験型理科もあったので、小学校よりも難しくなっているはずの中学校理科の方が何千倍も楽しかったし、好きになりました。

▽小学校の頃、理科は嫌いだったし苦手だったけど中学生になって、理科が好きになったし授業が楽しくなり、その日の理科の授業でしたことなどを自主ノートに書いて分からなかったところを少しずつ

減らせていくことができ、とっても嬉しかったし、達成感がありました。これからももっと頑張っていきたいです。

▽Science Mission はふだんの授業と少し違って自分たちで思ったことを実験にできるのが楽しいです。自分の思ったことだから疑問はたくさんあるし予想もすぐ立てられます。白い粉A～Cは見た目が片栗粉でも実験をすると違っていたりしておもしろかったです。班で実験をするのがたのしかったので、これからもいろいろな Science Mission をきかくしてほしいです！！

▽私がサイエンスミッションで学んだことは、実験することの楽しさです。私は理科はあんまり好きではなくて、実験もそこそこでした。しかし、実験をつうじて、みんなで協力することで実験することの楽しさや、理科のおもしろさなどを学ぶことができました。

▽私は理科は好きだけど、化学はそんなに好きではありません。でも白ブリ（基礎基本ドリル）をやったり、リカッターをみてみたり、授業により集中することで、少しは好きになれたかもしれません。暗記などもとても多いのですが、おやしネタで笑いながら寒いと言いながら覚えていきたいです。またサイエンスミッションどんどんしていきたいです。（まってますよ。）

▽小学校の理科の実験では、先生が〇〇を準備して、〇〇を〇〇して・・・など言われるがままに動いていたけれど、中学校の理科の実験は单元ごとにサイエンスミッションがあって、先生は何も言わず、自分たちの思考のもと実験や考察をするので、自立的な力もつくし、単元の総まとめもできるので楽しい。

7 CRTの結果（検証）

2018年1月にCRTテストを実施した。

中1化学単元「身の回りの物質」は、全国平均通過率より上回る結果となった。

今後、各設問の正答率など分析を深めたい。

	いろいろな物質 の性質	水溶液	状態変化
全国	62.6	61.3	68.7
久保木 受け持ち クラス 平均	65.5	59.2	70.0

※5クラス167名

8 次の5つの物質について、下の問に答えなさい。



1 A～Eの5種類の物質を有機物と無機物に分けようと思います。有機物とはどのような物質ですか。次のア～エの中から最も適切なものを1つ選びなさい。

- {
 ア 燃える物質 イ 燃えると二酸化炭素を発生する物質
 ウ 電気を通す物質 エ 燃えるが二酸化炭素は発生しない物質
 }

2 A～Eの物質の中で、有機物はどれですか。すべて選びなさい。

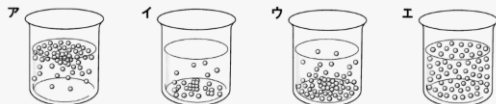
3 A～Eの物質の中で、金属はどれですか。すべて選びなさい。

9 水200gに砂糖50gを溶かし、砂糖水をつくりました。

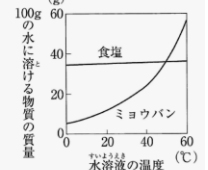
1 この砂糖水の質量パーセント濃度は何%ですか。

- {
 ア 4% イ 5% ウ 20% エ 25%
 }

2 砂糖が水に溶けたときの様子を粒子のモデルに表そうと思います。最も適切なものはどれですか。



10 右のグラフは、食塩（塩化ナトリウム）とミョウバンについて、100gの水に溶ける量が温度によってどのように変化するかを表したものです。



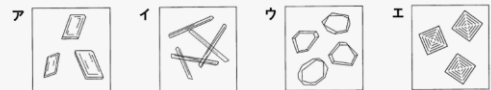
1 食塩やミョウバンのように液体に溶けている物質を何といいますか。

- {
 ア 固体 イ 溶質 ウ 溶媒
 }

2 それぞれの水溶液から、溶けている物質を取り出そうと思います。このときの方法として、温度を下げるとよいものを、ア～ウの中から選びなさい。

- {
 ア 食塩だけ イ ミョウバンだけ ウ 食塩とミョウバンの両方
 }

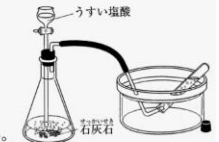
3 食塩水から取り出した結晶を顕微鏡で観察してスケッチしたものはどれですか。



11 石灰石にうすい塩酸を加えて、発生した気体について調べました。

1 図のような気体の集め方を何といいますか。

- {
 ア 上方置換法 イ 下方置換法
 ウ 水上置換法
 }



2 このとき発生した気体は何ですか。書きなさい。

3 この実験で発生した気体と同じ種類の気体が発生するものを選びなさい。

- {
 ア 亜鉛にうすい塩酸を加える。
 イ 二酸化マンガンにオキシドール（うすい過酸化水素水）を加える。
 ウ 発泡入浴剤に湯をかける。
 }

12 ロウが液体から固体に変化する様子を調べました。



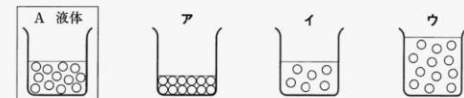
1 体積の変化を調べるために、最初にしておくとよいことを選びなさい。

- {
 ア 液体のときの重さを、ビーカーごと量しておく。
 イ 液面の高さのところに印をつけておく。
 ウ 液体のときの温度を測っておく。
 }

2 ロウが液体から固体に変化したとき、①体積と、②質量はそれぞれどうなりますか。

- {
 ア 減る イ 増える ウ 変化しない
 }

3 ロウが液体である様子をAのようなモデルで表しました。このロウが冷えて固体になった様子を表しているモデルとして正しいものを、ア～ウから選びなさい。



13 液体のエタノールをポリエチレンの袋に入れ、熱湯をかける袋がふくらみました。袋がふくらんだのはなぜですか。また、袋をそのままにしておくとうなりますか。



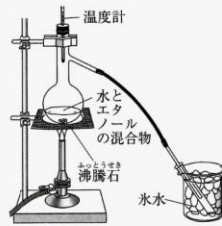
- {
 ア エタノールが温められ、質量が増えて袋がふくらんだ。温度が下がると質量が減るので、袋はしぼんでしまう。
 イ エタノールが液体から気体となり、体積が増えて袋がふくらんだ。温度が下がると、再び液体にもどるので、袋はしぼんでしまう。
 ウ エタノールが別の物質となり、気体が発生して袋がふくらんだので、温度が下がっても袋はふくらんだままである。
 }

14

水とエタノールを3:1の割合で混ぜた液を加熱して、出てきた気体を氷水で冷やし、液体にして試験管に集めました。

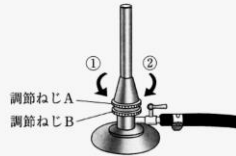
- 1 加熱するフラスコの中に沸騰石を入れておくのは、なぜですか。

- ア はやく沸騰させるため。
- イ 低い温度で沸騰させるため。
- ウ 勢いよく沸騰させるため。
- エ 突然沸騰するのを防ぐため。



- 2 ガスバーナーに火をつけると、炎の色は赤色でした。青色の炎にするには、どのようにしたらよいですか。

- ア 調節ねじAを、①の向きに回す。
- イ 調節ねじAを、②の向きに回す。
- ウ 調節ねじBを、①の向きに回す。
- エ 調節ねじBを、②の向きに回す。



- 3 初めに試験管にたまった液体には、エタノールが多く含まれていました。そのようになるのはなぜですか。理由を「エタノールの沸点」「水の沸点」の2つの言葉を使い、30字程度で書きなさい。