

# 新教育課程における探究活動のあり方について

——化学ⅠBにおいて探究活動をおこなうために——

丸本 浩

1994年度から実施される新教育課程では、実験や観察などをおこない探究活動や課題研究を積極的に取り入れるように提言してある。しかし、現実には各校のおかれた様々な状況のなかで、探究活動などをスムーズに実施するために、解決せねばならないさまざまな課題が残されている。ここでは、どのような課題があり、その課題を解決するためにはどのような方法が考えられるか、ということについて考察した。また、化学ⅠBにおける探究活動をにふさわしいテーマの実例や、そのようなテーマの決定方法から実施するための要領、レポートの指導の在り方やその評価の在り方等、本校のこれまでの実践例などをまじえながら考察をおこなった。

## 1. はじめに

1994年（平成6年）度から学年進行をもって実施される高等学校の新教育課程における理科の目標は、次のように示されている。<sup>1)</sup>

自然に対する関心を高め、観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な自然観を育成する。

この目標によれば、観察、実験などを行うことをはっきりと明言しているわけで、探究活動を行ない、探究の過程を通して科学の方法を身に付け、論理的な思考力や判断力などを高めていくことが重要である。

また、理科の組織は 総合理科（4）、物理、化学、生物、地学の各ⅠA（2）、ⅠB（4）、Ⅱ（2）というよように編成される。（ ）内は習得単位数を示す

この新しい科目編成に対応したカリキュラムをどのようにするかということは新カリキュラムの本格的な実施を目前として、現在各高等学校でいろいろと検討を重ねていることと思われる。

カリキュラムがどのようなものになるかということはたいへん重要なことであるが、どのようなカリキュラムを編成するにしても、観察、実験などを行い探究活動などを実施することには変わりはない。

ここでは、化学ⅠBにおける「探究活動」の目的やそのテーマ、および本校での実践例等をまじえて、「探究活動」の在り方について検討する。

## 2. 「探究活動」の目的と意義

「探究活動」の目的と意義については、さきに示した理科の目標の中に端的に示されている。ここでは、「化学ⅠB」の性格や目標をあきらかにすることによって、「化学ⅠB」における「探究活動」の位置付けがより鮮明になるとと思われるので、まずこのことから明らかにする。

「化学ⅠB」の性格は「化学Ⅱ」とともにつぎのように特長づけられている。<sup>2)</sup>

「化学ⅠB」及び「化学Ⅱ」は、中学校理科の基礎の上に、更に進んだ化学的な方法で自然の事物・現象に関する問題を取り扱い、基本的な概念や原理・法則を理解させるとともに、探究の過程を通して、科学の方法を習得させ科学的な自然観を育てる科目である。（中略）……

「化学ⅠB」の内容は、中学校理科第1分野との関連を考慮し、「(1)物質の構造と状態」、  
「(2)物質の性質」及び「(3)物質の変化」の三つの大項目からなり、それぞれの項目では基礎的で比較的平易な事項をとり上げ、基本的な概念や原理・法則を一通り学習できるようになっている。

また、それぞれの大きな項目ごとに、新たに「探究活動」が設けられ、そこでは、観察、実験の実施、化学的に探究する方法の訓練、創意ある研究報告書の作成を行なわせるよう、その実践が求められている。（中略）……

「化学Ⅱ」の内容は、「化学ⅠB」との関連を図りながら、その内容を更に深めるために、「(1)反応の速さと平衡」、「(2)高分子化合物」及び「(3)課題研究」の三つの大項目から構成されている。（中略）……

「化学ⅠB」の「探究活動」及び「化学Ⅱ」の「課題研究」は、生徒の実態等に応じて課題を選び、興味、関心と学習意欲を高めさせるよう工夫することが大切である。

上記の文中で下線を引いた部分は、「探究活動」に関する特長を表している。ここでは、「化学ⅠB」の三つの大項目に関する「探究活動」をそれぞれ行なえば良いと考えられ、各項目の内容に応じた「探究活動」のテーマを設定し、生徒の実態や各校のおかれた状況に応じて実施することになる。

そこで、各校の実状に応じて「探究活動」を実施するためにつぎの四つの事項について検討する必要がある。

① 「探究活動」のテーマとしては、どのようなものがふさわしいのか。

（どのような課題を与えるべきか）

② 「探究活動」は化学ⅠBのカリキュラムのなかに、どのように取り入れて実施すればよいのか。

（時期やタイミング・期間など）

③ 「探究活動」を実施するときどのような点に留意すればよいのか。

（実験の準備や平素の指導について）

④「探究活動」を実施した時、生徒の評価はどのようにすればよいか。

(レポートの指導方法などを含んだトータルな評価)

以上の4つの項目について、これから検討する。

### 3. 「探究活動」を実施するために


①「探究活動」のテーマとしては、どのようなものがふさわしいのか。


(生徒にどのような課題を与えるべきか)

このことを考えるためには「化学ⅠB」の内容について具体化する必要がある。以下の表は「化学ⅠB」の内容とそれに対応する「探究活動」のテーマの実例を示したものである。

「化学ⅠB」の内容	探究活動のテーマの実例
<p>(1) 物質の構造と状態</p> <p>ア、物質の構成 (ア)物質の構成単位と成分元</p> <p>(イ)物 質 量</p> <p>イ、原子の構成 (ア)原子構造のモデル</p> <p>(イ)元素の周期表</p> <p>ウ、化学結合 (ア)イオン結合 (イ)共有結合</p>	<p>(1) 物質の構造と状態</p> <p>ア、物質の構成 (ア)身近にある物質の成分元素を調べる</p> <p>◎貝殻、食塩、砂糖、海草、卵白、などの成分元素調べる</p> <p>(イ)化学変化と物質量の関係を調べる</p> <p>◎炭酸水素ナトリウムの熱分解の定量実験</p> <p>◎マグネシウムリボンと塩酸による水素の発生量</p> <p>◎オキシドールの分解による酸素の発生量 (オキシドールの濃度を求める)</p> <p>イ、原子の構成 (ア)イ)周期表の同族元素の性質や同一周期の元素の類似点や相違点を調べる</p> <p>◎アルカリ金属 (Li, Na, K) の性質を調べる</p> <p>◎アルカリ土類金属 (Ca, Sr, Ba) の性質を調べる</p> <p>◎Mg とアルカリ土類金属の性質を比べる</p> <p>◎ハロゲン (F, Cl, Br, I) の性質を調べる</p> <p>ウ、化学結合 (ア)イ)物質の性質と化学結合を関連させた実験を行なう</p> <p>◎電解質 (食塩、塩化アンモニウム、硫酸銅など)、非電解質 (砂糖、ブドウ糖、アルコール尿素など)、金</p>



「化学 I B」の内容	探究活動のテーマの実例
<p>イ、有機化合物</p> <p>(ア)炭化水素</p> <p>(イ)酸素を含む化合物</p> <p>(ウ)窒素を含む化合物</p>	<p>(単体の性質の比較、化合物の性質の比較について反応性や類似点、相違点などを比べる)</p> <p>◎イオンについては、類似点や相違点などに着目して2、3種類の金属イオンの分離をおこなう (<math>\text{Ag}^+</math>、<math>\text{Cu}^{2+}</math>、<math>\text{Zn}^{2+}</math>、<math>\text{Fe}^{3+}</math>、<math>\text{Al}^{3+}</math>等)</p> <p>◎工業的に生産される単体や化合物について、製法の原理や、身の回りでの利用方法について調べる (<math>\text{NaOH}</math>、<math>\text{NaCl}</math>、<math>\text{HNO}_3</math>、<math>\text{NH}_3</math>、<math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>等)</p> <p>◎「仁丹」の表面物質を探る(本校で実施・柏原・山王)<sup>4)</sup></p> <p>イ、有機化合物</p> <p>(ア)~(ウ)炭化水素や官能基を含む化合物の性質や反応のついて調べる</p> <p>◎いろいろな炭化水素の性質を比べる</p> <p>(飽和、不飽和、沸点、融点、燃焼の様子、製法、化合物の用途、などの観点について、メタン系、エチレン系、アセチレン系、シクロアルカン、芳香族など)</p> <p>◎アルデヒドの性質について調べる (きれいな銀鏡反応を行なうための工夫)</p> <p>◎いろいろなエステルをつくる (エステルの生成量の定量化への試み)</p> <p>◎芳香族の分離 (アニリン、ニトロベンゼン、サリチル酸、フェノール類)</p> <p>◎いろいろな染料の合成 (アゾ染料等)</p>
<p>ウ、物質の性質に関する探究活動</p>	
<p>(3) 物質の変化</p> <p>ア、酸と塩基の反応</p> <p>(ア)酸・塩基</p> <p>(イ)中和</p>	<p>(3) 物質の変化</p> <p>ア、酸と塩基の反応</p> <p>(ア)日常生活と関係の深い物質の中から適当なものを選び探究する</p> <p>◎食酢の濃度決定 (中和滴定)</p> <p>◎いろいろな溶液のPHを求める (万能PH試験紙等の使用により測定する)</p> <p>(食品、果汁、洗剤、上水、下水、酸性雨、河川水、</p>

「化学 I B」の内容	探究活動のテーマの実例
イ、酸化還元反応 (ア)酸化・還元  (イ)電気分解  (ウ)電池  ウ、化学反応と熱 (ア)反応熱 (イ)熱化学反応	海水、いろいろな塩の水溶液など) ◎炭酸水素ナトリウムと水酸化ナトリウムの示差滴定 (中和滴定曲線を作成する…PHをその都度求める、 理論的なグラフと実験で求めたグラフを比較する。 コンピューターの使用により中和滴定曲線を作成する) イ、酸化還元反応 (ア)◎酸化・還元滴定 (オキシドールの濃度を $\text{KMnO}_4$ より 求める、硫酸鉄(II)等) ◎塩素系と塩酸系の漂白剤の混合 (塩素ガスの発生) (イ)◎電気分解の条件をいろいろと変化させてみる (電解質 溶液の濃度、温度、電極の種類、電流と電圧等、ファ ラデーの法則の検証) ◎身の回りの物質の電気分解をして、どのような変化が 起こるか予想する…結果の深い考察 (ウ)◎金属や電解質溶液で各種の電池を作り、その起電力を 調べる…酸化還元電位との比 ◎いろいろな電池を分解してその構造を調べる (電池の構造、各部分の電位差の測定…水銀に注意) ウ、化学反応と熱 (ア)(イ) ◎ヘスの法則を実験的に検証する ( $\text{NaOH}$ (固) + $\text{HCl}$ aq の反応を二通りの反応方法で行いトータルの反 応熱を比較する、中和熱+溶解熱) ◎簡易熱測定装置の自作による様々な反応熱の測定 (同一反応を構造の異なった熱量計で測定)
エ、物質の変化に関する探究活動	

以上のテーマはほんの一例で、その外にも色々なアプローチのしかたが考えられる。従来の実験書や教科書に示されている実験と本質的には大きな違いはなく、むしろ、その実施にあたって生徒に  
いかに探究させるか、という観点でテーマを設定するように心がけるべきである。

従来の実験書や教科書に示されている実験を、以下に示す三つの発想で探究活動としてふさわしい  
ものに改良することができよう。

- (ア) 身近な物質について調べる
- (イ) 実験の条件を変化させて調べる

(ウ) 定性実験を定量実験に変えてみる

② 「探究活動」は化学 I B のカリキュラムのなかに、どのように取り入れて実施すればよいのか。  
(時期やタイミング・期間など)

化学 I B のカリキュラムがどのように実施されるかによって、この問題は大きな影響を受ける。まず、週 4 時間で実施する場合は、1 年間で化学 I B を終えることになるので、年間の授業計画の中に探究活動の時間を十分に取り入れることができると思う。その場合、3 つの大項目についてそれぞれ 1 回ずつおこなうため 1 ~ 3 学期のそれぞれ 1 回ずつ、合計 3 回おこなうことになる。

探究活動はレポートを提出させて評価するので、各学期に 1 回ずつ実施して生徒の学習の状態を評価し、その後の指導に役立てることは大変重要である。

実施のタイミングは探究活動を行なうテーマの単元が終了した直後が、最も望ましい。しかし、学校行事等の制約からなかなかベストのタイミングで実施できるとはかぎらない。そこで、探究活動のテーマを選ぶための条件のひとつとして年間計画における教材の配列や探究活動を実施するタイミングも十分考慮する必要がある。

週 2 時間 (2 年間) で化学 I B (4 単位) を実施する場合は、週あたりの時間数が少なくなるので、同じ時間数の探究活動を行なうとしても実施期間が長くなる。したがって、実験の途中で準備室等に実験途中の試料や器具を放置する期間が長びき大変である。また、週 2 時間と週 4 時間とでは授業の進みかたが違う (当然週 4 時間の方がゆとりがあり進み方も調整できる) ので、週 2 時間の場合はおのずと探究活動を行なうゆとりが教師になくなるだろう。

実施する時間数は、実験に 2 ~ 3 時間かける程度が適当だと考えられる。生徒にレポートを提出させる期間を含めて 1 ~ 2 週間で探究活動にくぎりをつけることが望ましい。

ここで、探究活動のテーマを生徒自身に決めさせる「自由度」を大きくすればするほど、テーマを決めるための時間が多くかかる。教師が一方的にテーマを与えればこのような心配はいらぬが探究活動の主旨から考えると、できるだけ生徒の自主性を育てるように配慮すべきである。

③ 「探究活動」を実施するときどのような点に留意すればよいのか。  
(実験の準備や平素の指導について)

②の後半でふれた点と多少重なっているが、探究活動を行なうためには、平素から実験を行なう授業を展開するように心がけると良い。

しかし、各校の設備やいろいろな条件により、毎時間実験を行なうということは困難な点も多々あるかもしれない。だが、演示実験でもよいから (できれば生徒実験の方が望ましいが) 何か実験を行い、生徒に観察させて、記録させ、考察させるクセ (訓練) をつけなくてはならない。

教師自身が意識的に実験を取り入れるように心がける必要がある。

日頃は、ほとんど実験を取り入れずに、いきなり探究活動を行なおうとしても、生徒はてきぱきと

した活動をする事ができないであろう。そのようにならないためには、平素の授業で実験の結果や考察をかきこんだプリントを提出させて、教師がいろいろな生徒の実験に対する疑問等に答えるようにする、などの実践を積み重ねておくとよい。

また、長期休暇中の課題として、自由研究などの課題をだして、レポートの書き方の指導を行なう方法も有効である。

同一の生徒集団に対して、繰り返して自由研究や探究活動、課題研究を行なうと、生徒のレポートの書き方や実験のに対する慣れ（コツや感のようなもの）は上達し、生徒の発達段階に応じて深く探究し、いろいろと考察できるようになる。

設備や施設の面では、やはり実験をおこなうために必要な基本的な器具・薬品機器などを充足しておく必要がある。本校では、器具の洗浄→乾燥→収納といったシステムを確立してスムーズに生徒実験ができるように条件の整備を進めている。

以上のように、探究活動をおこなうためには、どのようにして無理のないように実験をおこなう体制を確立していくかということがたいへん重要である。

- ④「探究活動」を実施した時、生徒の評価はどのようにすればよいか。  
(レポートの指導方法などを含んだトータルな評価)

「評価をいかにおこなうか？」ということは探究活動の授業そのものを行なうよりも大変なこともかもしれない。なぜならば、生徒はテストを受けて何点だった、というような評価には慣れているが、漠然とした評価にはなじんでいない。一方教師もはっきりとした評価基準や評価方法を確立していないと、単なる教師の好みによる偏った評価をおこなってしまうことも考えられるのである。

そこで、教師はいかに公正で探究活動の意義を生かすような評価をするかという課題に直面することになる。このような課題を解決するために、つぎのような方法が考えられる。

(ア) 生徒の自己評価を取り入れる。

(イ) 生徒間の他己評価を行なう。

(ウ) 複数の教師による評価を行なう。→探究活動のチームティーチング

(ア) 生徒の自己評価を取り入れる。

生徒の自己評価について、探究活動のレポートのひとつの項目として取り扱おうと良い。たとえば

- ① 選んだテーマについての実験方法は適切だったか？
- ② 共同実験者と協力できたか？
- ③ 実験の内容や方法などについてよく理解できたか？
- ④ 実験によって得られた結果について十分に考察できたか？
- ⑤ さらに疑問が生じたらそれを解決する努力をしたか？



などの観点について、1～3段階、または、1～5段階の達成度で評価させる。

**(イ) 生徒間の他己評価を行なう。**

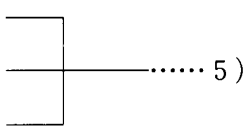
生徒の提出したレポートをそのクラスの生徒でお互いに読みながら、お互いのレポートの評価をおこなう。この作業により、生徒は自分の実験の内容とその他のグループの実験とを比較できるうえに、レポートの書き方や考察の観点や視野が広がるという成果が得られる。生徒はお互いのレポートを読み合うことによって、良い刺激を得ることができる。これは、探究活動を有効にするためのひとつの方法である。

**(ウ) 複数の教師による評価を行なう。→探究活動のチームティーチング**

生徒の活動の様子を観察することは、一人の教師では限界がある。複数の教師による探究活動の指導ができれば、実験の準備やその他の作業がスムーズにできるだけでなく、各グループごとに細かいアドバイスをすることができる。と同時に生徒の活動の様子についての評価をしながら、授業を行なうことができる。また、生徒の提出したレポートを評価するときに、一人の教師の評価だけよりも複数の教師による評価のほうがより客観性・信頼性を高めることができる。

**4. 授業展開の実戦例**

最近の探究活動の本校での実践例を以下に示す。詳細は本校の研究紀要を参照してもらいたい。なお、参考として中学理科第一分野での探究活動の実践例も示した。探究活動の実践のノウハウは共通しているので、参考にしていきたい。

- ①気体の性質に関する探求活動  
——シャルルの法則の検証——（高2）……3）
  
  - ②遷移金属元素の単体と化合物に関する探求活動  
——「仁丹」の表面物質を探る——（高3）……4）
  
  - ③第一分野での探求活動（中2）
  - ④電気分解に関する探求活動（中3）
  - ⑤酸とアルカリに関する探求活動（中3）
- 

**5. おわりに**

探究活動を実施するために解決すべきいろいろな条件について、本校のこれまでの実践例にもとづいて提案した。が、一方では、探究活動を行なっても、こと大学入試に関するかぎり、授業の進度が遅くなって不利であるとか、実験も演習を行なうほうが生徒の学力がつくとか、探究活動を行なっても推薦入試などで評価されないのが無駄だ、というような考え方があ

試を控えているので、なかなか探究活動などをやっている暇はないというわけである。

しかし、一旦大学に入学した後で、たとえば理工系の生徒が、将来すぐれた研究者になりたいと思っても、単なる知識だけしか暗記していない学生にとっては基本的な実験の技術や科学的なものの考え方を身につけるところから大学で学ばなくてはならない。そのような生徒には、もっと早い時期にこのようなことを学ばせる必要があり最近の生徒の理科系離れをくいとどめるためにも、探究活動などの試みを通じて生徒が自然科学を学ぶおもしろさや楽しさを少しでも体験できるように、努力しなくてはならない。

#### 参考文献

- 1) 、 2) 文部省：高等学校学習指導要領解説、平成元年
  
- 3) 柏原林造　：広島大学附属福山中高等学校　中等教育研究紀要  
第31巻、1991年、P.19
  
- 4) 柏原林造他　：広島大学附属福山中高等学校　中等教育研究紀要  
第30巻、1990年、P.35
  
- 5) 丸本　浩　：広島大学附属福山中高等学校　中等教育研究紀要  
第32巻、1992年、P.39