

（三）化学Ⅰの問題点と取り扱い

—本校における化学Ⅰカリキュラム展開試案の骨子—

中原 吉 晴

はじめに

昭和48年度から実施される改正指導要項（化学Ⅰ・Ⅱ）の大綱的最終案とみなされる内容が発表された。

これによると、化学Ⅰ・Ⅱの目標は、次の3項目、すなわち

- (1) 自然の事物、現象の中に化学的な立場から問題をみだし、実験観察を行い、情報を集め、推論し仮説をたて、検証を行うなどにより、科学の方法を習得させ、創造的な能力を育てる。
- (2) 探究の課程を通して化学的な事物、現象に関する基本的概念や原理・法則を系統的に理解させ、これらを活用する能力を伸ばし、自然のしくみや働きを分析的ならびに統合的に考察する能力と態度を養う。
- (3) 自然の事物、現象に対する科学的な見方や考え方を通して科学的な自然観を育て、また、化学が人類の福祉向上に役立つことを認識させる。となっている。

ただし、化学Ⅱの目標(2)では、太字部の、系統的に理解させ……が系統的な理解を深め……と異っている点が注目される。

すなわち、目標(1)では、探究的学習での科学の方法論を、(2)では、化学の教材構造化を、(3)では、化学教育の学習的立場と人間生活との関連を示しているとみられよう。

ここで、化学Ⅰ・Ⅱの項目内容を一読すると、目標(1)(2)(3)をふまえての探究的学習が重視され、内容的には教材の精選と系統化をうちだし、従来の化学と比較して、粒子性とエネルギー、これに物質の構成（構造）面もとりあげられていることが特色といえよう。

このことは、改正指導要領の化学Ⅰ・Ⅱの内容の取扱いでの共通的3項目、すなわち、

- (1) 内容を構成するに当たっては、とくに物質の構成、化学反応とエネルギーなどの基本的な事項を理解させるようにする。
- (2) 化学的に探究する過程において、とくに観察、推論、仮説の設定、実験の計画、実験による検証、データの解釈、モデルの形成、操作的定義など、科学の方法を習得させるようにする。
- (3) 観察や実験は特定の事項にかたよることなく、できるだけ、内容の全域にわたるようにし、この中には定量的な実験を含めるようにする……。

と、なっている。

ただし、化学Ⅱでは、化学Ⅰの項目の(1)のうち、太字部の物質の構成が物質の構造と性質、また、理解させ……が、理解を深めると異っている。

こうみると、化学Ⅰ・Ⅱを通じて粒子性とエネルギーとが、化学の学習をつらぬく中心概念としてクローズアップされ

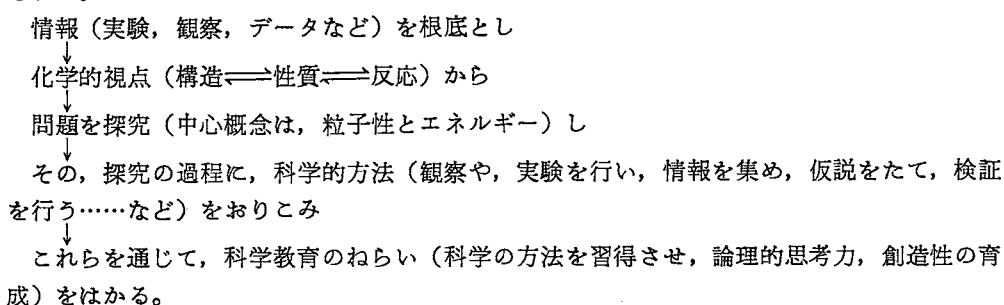
化学Ⅰの学習では粒子（構成的）性とエネルギー的概念で化学反応を探究する

化学Ⅱの学習では粒子（構造的）性とエネルギー概念で構造や反応を探究するとみることもでき、教材精選の視点が粒子性とエネルギーという科学構造の線上にたつ、教材構造化の試みも可能となると考えられる。

これについて、石川県化学研究グループでは、すでに教材の構造化について、科学教育のねらい、化学学習の視点、学習を包括する中心概念をどうとらえるか……の教育学的検討を重ね、この要説（下記）を、北信越理化福井大会（昭和44年）、日本理化学協会大阪大会（昭和55年）と継続して発表（石川県立二水高等学校永田恭一教諭）してきた。

- 1 科学教育のねらい 情報（実験観察）を根底とした論理的考察力、創造性の育成。
- 2 化学学習の視点 物質を構造 \rightleftharpoons 性質 \rightleftharpoons 反応の面から探究実習する。
- 3 探究学習の中心概念 粒子性とエネルギーを中心概念とし1のねらいから2を進める。

従って、科学教育のねらい、学習素材の視点、探究の中心概念のつながりは、次のように表わされる。



この石川県案を、改正指導要領と対比してみると、要点的にはほぼ一致しているといえよう。

なお、理科全般にわたる改正として、一次試案から律速段階が削除され、また第3款の2の(1)に、「必要に応じて科学の発展の歴史にも触れるようにする」という事項が新たに追加されたが、これらも、上記の福井、大阪両大会での石川県の要望事項であったことを付記しておきたい。

なお、石川県化学研究グループでは46年度の北信越金沢大会での研究事項として、化学Ⅰの具体的内容を県下のブロック別に検討する組織化が進められている。

これに対し、理論的教育実践を行いうる本校では、上記研究グループのかたがたと密接な連絡を保ち、この46年度から、化学授業に新化学Ⅰをとり入れ、実践学習に踏みきる態勢をととのえている現状にある。

〔1〕化学Ⅰにおける内容的問題点

まず、改正指導要領の化学Ⅰ・Ⅱを原文のまま、対比し、これを参考として問題点のいくつかを提起してみることとする。

化学 (1) の 内 容	化学 (2) の 内 容
<p>(1) 化学量と化学式</p> <p>ア 化学量 原子量, 化学式量, モル</p> <p>イ 化学式 組成式, 分子式, 構造式, 化学反応式</p> <p>(2) 物質の状態</p> <p>ア 気体, 液体, 固体 理想気体の状態方程式, アボガドロの法則, 気体分子運動, 分圧, 結晶</p> <p>イ 溶 液 溶解, 溶解平衡, モル濃度, 溶液の性質</p> <p>(3) 化学反応</p> <p>ア 化学反応と熱 反応熱, 熱化学方程式</p> <p>イ 化学平衡 化学平衡の移動</p> <p>ウ 酸と塩基の反応 中和, 水素イオン濃度</p> <p>エ 酸化還元反応 電気分解, 電気分解の法則, 電池, 酸化剤・還元剤</p> <p>(4) 物質の性質</p> <p>ア 物質の性質と化学結合 塩, 分子性物質, 金属</p> <p>イ 元素の周期律 アルカリ金属, ハロゲン, 不活性気体, 周期表, 炭素化合物, 原子構造のモデル</p>	<p>(1) 物質の構造</p> <p>ア 原子の構造 電子のエネルギー準位, 同位体</p> <p>イ 化学結合 イオン結合, 共有結合, 金属結合</p> <p>ウ 分子の構造と性質 簡単な分子の構造, 極性, 水素結合, 分子間力</p> <p>エ 遷移元素 遷移元素の特徴, 錯イオン</p> <p>(2) 平衡と反応の速さ</p> <p>ア 化学平衡 平衡定数, 乱ざつさ</p> <p>イ 反応の速さ 活性化エネルギー, 触媒</p> <p>(3) 炭素化合物と高分子化合物</p> <p>ア 炭素化合物 構造, 反応</p> <p>イ 合成高分子化合物 合成, 構造</p> <p>ウ 天然高分子化合物 無機高分子化合物 有機高分子化合物</p>

化学 I の内容的問題点

- 1 化学 I のみ履修する場合と, 化学 I ・ II を段階発展的に履修する場合とを比較するとき, 化学 I の教材内容の取扱いをどうするのか。

すなわち, 化学 I の内容は, これのみでやめる生徒を考慮にいれて, 化学の各分野になるべく触れさせるよう留意するのか, あるいは, 化学 II と関関してさらに深く学習する生徒に重点をおき, 化学 I ・ II の教材構造のなかで化学 I の展開をはかるうとするのか。とくに, 化学 I のみを履修する生徒の学習内容のミニマムをどういう視点から, どこでおさえるか, 3 単位の時配と併せ考えると, かなり慎重な討議が必要となろう。

- 2 改正指導要領の項目の配列について

化学 I の大項目配列は

- (1) 化学量と化学式 → (2) 物質の状態 → (3) 化学反応 → (4) 物質の性質

となっている。これを

(1) 化学量と化学式→(2)物質の状態→(3)物質の性質→(4)化学反応

とするかなど、いずれにしても、科学教育のねらい、学習の視点、探究の中心概念とてらし合わせ、各小項目との関連において、学習する教材の構造化をはかる必要がある。

3 項目における内容的取扱いの問題点

化学Ⅰの単元項目{(1)(2)(3)(4)}と分野の小項目{ア、イ……}とについて、各単元を1つのまとまりとみたととき、教材構造全体をつらぬく中心概念と、単元学習の鍵とみられる基本的な概念が新たに導入され、この中心概念と各単元での基本(鍵)概念とが調和発展した spiral な学習形態となることが望ましい。

上の観点に立ち、化学Ⅰの教材の構造化と精選、内容的取扱いの問題について要点的に触れてみたい。

(1) 化学量と化学式

アの化学量(原子量、化学式量、モル)、イの化学式(組成式、分子式、構造式)では、static な粒子性とモル概念とをどのような指導過程で学習させるのが望ましいか。たとえば、化学史をとりあげるにしても、どういう史観にたち、これと実験、データ、モデルなどを具体的にどうかみ合わせ、探究過程の学習を進めたらよいかなど、初期学習におけるきめのこまかい教材研究が重要となる。

また、化学量の取り扱いについては、改正指導要領の内容の取り扱いの(3)のイに「単なる計算に終わることなく、実験を通してこれらの化学的な意味をじゅうぶんに理解させるようにする」と明記していることも付記しておきたい。

(2) 物質の状態

アの気体、液体、固体(理想気体の状態方程式、アボガドロの法則、気体の分子運動、分圧、結晶)、イの溶液(溶解、溶解平衡、モル濃度、溶液の性質)……の内容は、上述(1)の化学量と化学式での Static な粒子概念と比較して、粒子を dynamic な概念としてとらえる教材展開とみることができる。

また、物質の構成面では、気体分子の熱運動、溶液と蒸気圧など、粒子の構成とエネルギーとが教材の精選、構造化の一視点となることも考えられる。

なお、改正指導要領の内容の取り扱いの(4)によると、下記の事項については、特にその範囲や程度に配慮するものとする。とあり、

ア。(2)のアの「理想気体の状態方程式」については、実在気体との違いについても触れること。

イの「溶液」については、コロイドも扱うこと。

イの「溶液の性質」については、沸点の上昇、凝固点の降下なども扱うこと。

とあることを付記しておきたい。

(3) 化学反応

アの化学反応と熱、イの化学平衡、ウの酸と塩基の反応、エの酸化還元反応……の内容は、エネルギーと、平衡あるいは競合の概念が、単元をささえる基本的概念としてみることができ。

標題(化学反応)からみても、各項目(ア、イ、ウ…など)での実験内容とその取り扱いが問題となろう。

実験については、内容がエネルギーや平衡の概念理解に適し、広く活用できるもので、

化学Ⅱの学習にさいしても十分に発展されるものが望ましい。

また、各項目にまたがる関連分野の系統性、あるいは学習指導の展開法、化学種の種類の精選など、とくに検討すべき問題点も多い単元といえよう。

1 化学反応と熱

内容の項目は、反応熱と熱化学方程式となっている。ここで、改正指導要領の内容的取り扱いの(1)の「内容を構成するに当っては、特に、物質の構成、化学反応とエネルギーなどの基本的な事項を理解させる…」を適用すれば、

反応熱には、燃焼熱、生成熱、中和熱などの学習に、結合エネルギーの概念もとりいれられることが予想され、こうして物質の構成とエネルギーとの関連の中で熱化学の学習も活かされてくると考えられる。

2 化学平衡

内容の項目は、平衡の移動とあるのみである。これについては、第1次案での「化学平衡移動の法則」とあったものから「法則」の項が削除された。それゆえ、取り扱いも、化学平衡の移動という広い概念を指導できるわけで、可逆反応、平衡の概念、ル・シャトリエの原理とその適用など…が考えられるが、反応速度、活性化エネルギーなど、反応論的に重要な化学概念とエネルギーとの関連など、化学Ⅰ・Ⅱの内容的取扱いで、はばをもたせた Spiral な教材の構造化はどうであろうか。

なお、改正指導要領の内容的取り扱い(4)によると、〔Ⅰ、化学平衡〕については「化学平衡に対する温度・濃度などの影響を定性的に扱うこと」とある。

3 酸と塩基の反応

内容の項目は、中和、水素イオン濃度の2項目である。改正指導要領による内容的取扱い(4)によると、「ウ、酸と塩基の反応」については「水素陽イオンの授受も扱うこと」とあり、Børnsted 酸の扱いが明記されており、この酸に対応した共役塩基も考えると、競合概念を生かした指導もゆるさされるというみかたもできる。

酸・塩基を独立した電解質として取り扱うか、あるいは電解質の中での取り扱いとするのか、また、酸や塩基の化学種を、どんな視点からどこまでしぼりきれるかなど、いずれにしても、精選された化学種の範囲で、電解質も含めた酸・塩基の重要な概念が多面的に探究できる教材配列の検討が望まれる。

4 酸化・還元反応

内容の項目は、電気分解・電気分解の法則・電池・酸化剤・還元剤の順となっており、学習指導にさいしては、実験観察の導入から電子授受による酸化・還元の理解をねらっているようにみうけられる。

酸化・還元への導入は指導者により異なるであろうが、まず、実験観察による導入に異存はないと考えられる。ここでも、電池、酸化剤・還元剤の教材精選と、実験内容とその取り扱いが問題となるが、上記の(3)酸と塩基の学習とあわせ、資料やデーター（例えば酸化還元電位表）の活用による競合概念の理解など、新しい指導法とか、これを支える適切な実験内容の開発など、これからの期待される内容が多い。

(4) 物質の性質

内容の項目は、アの物質の性質と化学結合（塩、分子性物質、金属）、イの元素の周期律（アルカリ金属、ハロゲン、不活性気体、周期表、炭素化合物、原子構造のモデル）である。

これによると、アでは、まず、物質を塩、分子性物質、金属に分類し、事実の情報資料で比較分類し、これを化学結合の面とあわせて理解させ、元素の周期律では、単元(1)、(2)、(3)でえられた化学的知識や概念を周期表と関連させ、やはり、比較分類的な学習ができるようにはかられている。

しかし、項目の内容を改正指導要領の順で吟味すると、**かならずしも系統関連的に組織されたといいきれない点**がみうけられる。

例えば、物質の性質と化学結合のあとに原子構造モデルが配列されていること、また、物質の性質が(2)の物質の状態ときりはなされて取り扱われていること、また、物質の性質の探究に、分子の構造(形)、極性の手がかりが与えられていないこと。

さらに、炭素化合物については、改正指導要領の内容的取り扱いの(4)のウで、**その特徴を概括的に扱う**とあるのみで、その具体的内容は全く明示されていない現状である。とくに、有機化合物を物質の状態、物質の性質など項目の間できりはなして扱うとき、炭素化合物の化学種の内容と位置づけなどが問題となる。

さらに、アの化学結合、イの原子構造モデルは、化学Ⅱの(1)のアの原子構造や、イの化学結合へと、化学Ⅰ・Ⅱとの関連学習の面からみれば、教材の配列が系統段階的に発展している。しかし、化学Ⅰのみ履習する生徒の側からみて、最終時期での学習となり、これでは、化学Ⅰのうち、とくに(2)、(3)あるいは(4)の学習が、これまでの学習形態(記述的傾向)を脱しきれない内容に流れる恐れがある。

もともと、指導要領は、指導内容や順序を拘束するものでなく、一応の基準を示したものとみることができる。

改正された指導要領が、従来のものと比較して、内容的にも一段と簡略化されたのは、多様化する生徒の素質とてらし、ミニマムな項目を示したとみるべきで、その点、現場をあずかる教師側では、生徒の実態に即したはばのある教材の展開がまかせられているとみるべきであろう。

〔2〕本校における化学Ⅰのカリキュラム構成の基本的態度

どんな教科でも、何(教材内容)を、どのように(学習指導法)展開するかが、現場教育のテーマである。

この場合、教科の学習をどんな立場(視点)から捉えていくか…で、教材内容の構造や、学習指導の形態も、かなり異質のものとなる。

化学教育を問題にする場合でも、まず、化学教育のねらいとは何か…という再認識を出発点とし、科学と教科化学との性格の関連性、学習教材への視点、化学の学習をつらぬく中心概念など、ねらいに即した学習内容と指導の形態とを解明していくことが先決ではないかと考えられる。

1 科学教育のねらいと、教科化学の性格

科学教育のねらいは、前述のごとく情報(実験、観察、データ)を根底とする論理的思考力、創造性の開発で、この基本目標は、他の理科教科、学年を問わず、普遍的なものと考えられる。

ただ、教科別の性格、あるいは、生徒の素質、年齢差により指導の内容、方法に差は生ずるが、指導にさいして用いられる「化学的…、物理的…」という表現の底には、化学や物理などによる教科の性格、あるいは特性をふまえての「科学的な」見方や考え方も含まれてい

るとみることができる。たとえば、教科としての化学は、物質を素材とし、その性質や変化を探究する分野の科学である。このように、物（質）を素材として科学的なねらいを育成するには、まず、学習素材としての物（質）自体の内容をどのような視点からスポットし、その探究の過程を通じて、問題解決の鍵ともいえる中心概念を何にするかが問題となる。

2 化学を支える中心概念

物質（気体、液体、固体）は粒子（原子、分子、イオン）で構成され、その集合状態（あるいは構造）と性質とは互に関連性があり、また、化学（あるいは状態）変化にはエネルギーの移動がともなう。

それゆえ、物質の構造、性質、変化を探る教育化学では、学習をつらぬく中心概念として、粒子性とエネルギーとがあげられよう。

粒子性とエネルギーとを中心概念にとりあげる理由として、これら二つの概念が、物質の構造、性質、変化（あるいは反応）を包括できるより広い概念であり、また、現代科学の立場からみても、粒子性 \longleftrightarrow エネルギー \longleftrightarrow 波動性という、きわめて重要な概念転移をも含んでいるからである。

3 単元（系統的）構成の基本的態度

単元の構成にあたっては、まず、科学教育のねらいと、探究の中心概念とをたて糸とし、よこ糸に、化学的視点での重要概念をおりこみ、中心概念の段階的發展と学習事項の系統的配列とが体系的に活かされ、化学教育のねらいが達成されるよう留意した。

そのため、教材の構成（展開）では、まず、化学の理論的すじみちとしての科学構造を組み立て、これに生徒の実態、あるいは学習素地（Learning Readiness）を考慮し、教材の展開ができるかぎり教育的に構造化されるよう配慮した。

例えば、大単元について、単元を1つのまとまりとし、その単元をつらぬく、化学的に主要な、しかも根底となる概念、換言すれば、単元を通じて探究学習する場合の包括概念（あるいは大概念、鍵概念）を設定し、教材構造全体をつらぬく中心概念と、各大単元で設定される主要基本概念とが、互いに Spiral な形態をとる化学教育的な構造化も試みてみた。

本校における化学Iのカリキュラムにおける大単元の配列と主要基本概念とを要点的に例示すると

大単元の項目	中心概念	（単元での主要基本概念）
1 物質の構成	粒子（Static）性	
2 物質の状態	粒子（dynamic）性+エネルギー	
3 物質の性質	粒子（構成的）性+エネルギー+（平衡概念）	
4 化学反応	粒子（構成的）性+エネルギー+（平衡・競合概念）	

〔3〕改正指導要領に基ずく、化学Iの教材展開の試案

次に示す、化学Iの教材展開の試案は、筆者による昭和38年度から昭和45年度までの、粒子性とエネルギーに基ずく化学現代化カリキュラムでの実践指導の経験と、改正指導要領の内容を土台としてまとめ、これに46年度のNHK放映番組を位置づけ、本年度から本校で実施している具体案の骨子である。

内容的にも、かなり未熟で、問題点も多くあると考えられるが、この試案が、読者の現場における化学Iへの問題検討のたた台ともなれば幸いである。

改正指導要領における化学 I の教材展開と TV 番組の位置づけ

月	単元の項目 (配時)	内容取り扱いの要点	TV 番組 (内容)	
4	1 物質の構造	<ねらい>粒子(static)概念とその適用	<化学変化> 化学変化の考え方の変遷を通して、その本質を理解させる。	
	<1>粒子の概念(5) a) 原子, 分子の化学史 b) 帯電粒子の化学史	<ul style="list-style-type: none"> 化学的粒子観を探究史的に取り扱う 帯電粒子の現象史(実証的に帯電粒子像を理解) 分子説からモル概念と式量の数値の関連を理解 気体反応の法則と分子説から原子価概念をひきだす 		
	<2>モルの概念(3) a) 分子説と式量 b) 分子説と原子価	<ul style="list-style-type: none"> モデルをまじえ, 化学式の基礎知識を与える 反応式の基礎的知識とその取り扱い方を理解する 		
5	<3>化学式(4) a) 分子式, 構造式, 組成式 b) 化学(イオン)反応式	<ul style="list-style-type: none"> モデルをまじえ, 化学式の基礎知識を与える 反応式の基礎的知識とその取り扱い方を理解する 	<分子と原子> 物質の連続性, 非連続性の概念, 分子, 原子の大きさ	
	2 物質の状態	<ねらい>粒子(dynamic)性とエネルギー		<気体> 液体, 固体と比較した場合の気体の性質の相違点
	<1>気体の通性(5) a) 気体状態方程式 b) 実在の気体 c) 気体の溶解度	<ul style="list-style-type: none"> ボイル・シャルルの法則と気体の状態方程式との関連 排除体積, 分子間力と, $R = PV/T$のずれを探究する 気体の分圧, ヘンリーの法則 		
<2>溶液の通性(4) a) 溶液と濃度 b) 蒸気圧と平衡 c) 希はく溶液の理論	<ul style="list-style-type: none"> 溶液の組成と濃度(重量%, モル/l, モル/Kg溶媒) 蒸気圧, 潜熱と状態平衡 蒸気圧と沸点, 沸点上昇, 蒸気圧低下 			
6	<3>物質の三態(3) a) 三態の粒子モデル b) 三態変化とエネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 三態と粒子のバネモデル, 三態の物理的性質の比較 三態の状態変化とエネルギー(潜熱, 分子間力, 熱運動) 	<原子の構造> 周期律表にみる原子の配列と原子の構造との関係を知る <周期律> 元素間の化学的性質の類似性と漸移性 <化学結合> イオン結合, 共有結合, 金属結合の違いと電子の働き	
	3 物質の性質	<ねらい>粒子(構成的)性とエネルギー, 平衡概念		
	<1>原子の構造(4) a) 核構造と原子量 b) 元素の周期律	<ul style="list-style-type: none"> 原子構造の科学史, 同位体と原子量 周期表と価電子配置, 元素の原子価と陰陽性 		
7	<2>化学結合 a) イオン結合, 共有結合 b) 分子の形と極性	<ul style="list-style-type: none"> 核外電子の閉殻構造, 価電子の授受と共有, 結合の極性と陰陽性, 電子構造式 周期表での価電子配置と結合の 		

月	単元の項目 (配時)	内容取り扱いの要点	T V 番組 (内容)
9	<3>構造と性質(8) a) 塩, 分子性質, 金属 b) 溶解, 溶解平衡 c) コロイド溶液	方向性 ◦物質の構成と性質(沸点, 融点, 電気的性質)との比較と関連, 結晶基本三形 ◦物質の構成と溶解の機構, 固体の溶解度 ◦コロイドの性質(微粒子性と帯電性)	<イオン性物質> イオン性物質と金属, 分子性物質との相違点 <溶解> 溶解現象を観察し, 溶媒と溶質の分子間に働く結合力を調べる
10	4 化学反応 <1>化学反応と熱(5) a 熱化学方程式 b) 反応熱とエネルギー	<ねらい>粒子性とエネルギー, 平衡と競合の概念 ◦熱化学方程式の基礎知識, 状態変化とエネルギー ◦燃焼熱, 生成熱, 結合エネルギー, 溶解熱, 中和熱ヘスの法則(エネルギーサイクル的に理解)	<化学反応とエネルギー> エネルギーの出入り電気エネルギーとの関係
	<2>化学平衡(3) a) 可逆反応と平衡 b) 平衡の移動	◦可逆反応, 活性化エネルギー, 反応速度 ◦平衡の概念と移動, ル・シャトリエの原理	<反応の速さ> 温度, 濃度と反応速度, 化学反応と反応速度との関係 <化学平衡> 可逆反応, 非可逆反応の相違から化学平衡の原理を知る
11	<3>酸と塩基の反応(8) a) 電離平衡 b) 水素イオン濃度 c) 中和と塩	◦電解質の強弱, 電離平衡とイオン濃度 ◦水の水素イオン積, 水素イオン濃度 P H ◦加水分解, 中和滴定, 塩の化学	<酸と塩基> 広い意味での酸, 塩基とは, どのような物質であるかを知る
12	<4>酸化還元反応(8) a) 金属の電化列 b) 電気分解と電池 c) 酸化剤・還元剤	◦金属の電化列, 酸化還元と電子の授受 ◦電気分解と電解の法則, 電池(電気的エネルギーの概念) ◦半電池, 酸化数, 電子授受の競合概念	<酸化の還元> 酸素の授受, 電子の授受による酸化・還元のおえ方 <電気分解> 電解の法則を実験的に導き, 溶融電解の原理を知る
1	<5>金属の化学(7) a) アルカリ金属 b) 第3周期の金属 c) 金属イオンの反応	◦単体, 酸化物, 水酸化物の比較化学 ◦単体, 酸化物, 水酸化物の比較化学 ◦電化列と金属の化学, 主要な金属イオンの反応	
	<6>非金属の化学(5) a) ハロゲン元素 b) 水素と水素化合物	◦単体, 水素化合物の構造と性質との比較化学 ◦水素, 第2周期の水素化合物, 水と硫化水素	

月	単元の項目 (配時)	内容取り扱いの要点	T V 番組 (内容)
2	c) 酸素と酸素化合物 <7>炭素の化合物(8) a) 炭化水素 b) 官能基の構造と性質 c) 酸素を含む化合物 d) 窒素を含む化合物	<ul style="list-style-type: none"> 酸素。炭素、窒素、イヤウの酸化物、酸素酸の比較化学 炭素化合物の特性、鎖式炭化水素、芳香族炭化水素 官能基の構造と特性(極性、沸点、融点、水溶性) アルコール、アルデヒド、脂肪酸、エステル、石炭酸 ニトロベンゼン、アニリン、アミノ酸 	<有機化合物の合成> スルファニルアミド合成への過程における化学反応
3	5 天然資源の利用 (6~8) <1>無機化学工業 a) アルカリ工業 b) アンモニアの合成 c) 接触硫酸 <2>生物体の化学 a) セッケンと合成洗剤 b) アミノ酸と調味料 c) セルロースと酢酸繊維 <3>合成高分子化学 a) 石油化学工業 b) 合成樹脂 c) 合成繊維 d) ゴムの化学	<ul style="list-style-type: none"> 食塩水の電気分解単元(4)の<4>のb), <5>のa) 関連単元(4)の<2>のb, <6>のb) 関連単元(4)<2>b, <6>c 油脂の加水分解, 洗剤の基本構造と洗浄作用 タンパク質とアミノ酸の化学構造と性質, 調味料 セルロースの化学構造, 高分子化合物と繊維の分子 石油の熱分解と改質 塩化ビニール, 石炭酸樹脂 テトロン, ナイロン 天然ゴムとネオプレン 	<界面現象, 2のa> 単分子膜で分子の大きさを測定し, 活性剤の働きを知る <アミノ酸とタンパク質, 2のb> アミノ酸, タンパク質の構造と, 化学的性質 <糖類, 2のc> 糖を分解してその成分を調べ, 糖の分子構造を理解する <高分子化合物の合成, 3のc> ナイロン等, 高分子化合物合成の過程とその性質

<付 記>

上表の単元項目に対応して位置づけてあるTV番組は、昭和46年度にNHKから放映される前記19項目の題材である。

これによると、計画表で実施される単元項目と、これに対応するTV番組の放映月日が重ならないことになる。

しかし、上表は、昭和48年度から実施される改正指導要領をふまえての化学Iのカリキュラム試案であるから、この試案に備えて、46年度のTV番組をVTRでストックしておき、これを上表に位置づけたものと考えられたい。

1 単元の配列構成について

大単元の(1)、物質の構成から(4)の化学反応まで、中心概念を粒子性とエネルギーでつらぬき、(2)の物質の状態につづいて(3)の物質の性質とを結びつけ、この(3)と(4)では、平衡、競合の化学的大概念をSpiralに組みこんで教材の系統化をはかってみた。

この試案と、改正指導要領の目標の(2)、すなわち、化学教材の構造化との関連を要説する

と

- 目標の(2) 化学的な事物、現象に関する基本的な概念や、法則の系統性を理解させる……が
- 試案での 大単元(1)物質の構成から(4)の化学反応での<4>酸化還元反応まで。……つづいて
- 目標の(2) これらを活用する能力を伸ばし、自然のしくみやはたらきを分析的ならびに、総合的に考察する能力と態度を養う。……が
- 試案での 大単元(4)の<5>の金属の化学から、<7>の炭素化合物、あるいは、大単元(5)の天然資源の利用までと考えられたい。

なお、改正指導要領の内容の取り扱いの(3)のIで「無機化学工業、たとえば、硫酸、アンモニア・ソーダ工業などは、各事項の中で触れるようにすること」……から、(5)の取扱いは、指導者や時配、生徒の実態により、はばのある取り扱いのできることが望ましいと考えられる。

2 大単元(4)化学反応の単元構成

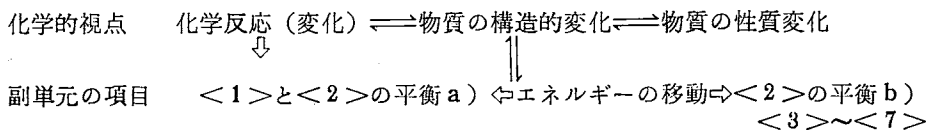
1) 大単元の項目配列

(1)物質の構成、(2)物質の状態、(3)物質の性質とし、(4)の化学反応の配列をあとにしたのは、次の理由による。

大単元(1)、(2)、(3)では、物質の物理的状态と性質に関する基礎的事項や概念の理解に重点をおく教材内容とし、(4)の化学反応では、さらに物質の探究を化学変化として捉えるために重要な、基本的概念や事項を学習し、その(大単元 1.2.3)適用あるいは活用ができる教材の構造化をはかるためである。

2) 副単元の項目配列

化学的視点にたつ物質の探究を、中心概念のエネルギーと関連させ、これを要点的に図示すると



<1>化学反応と熱

まず、化学変化にともなうエネルギーの移動を熱化学的にとりあげ、反応熱では、物質の構造的要素も加味したエネルギーサイクルの概念で探究させたい。

<2>化学平衡

平衡(動的つりあい)とは何か……を、可逆反応、活性化エネルギー、反応速度など、エネルギー的視点からとりあげる。また、平衡の移動では、条件因子(温度、濃度、圧力)と、その動きを明らかにする。

<3>酸と塩基の反応

副単元をつらぬく大概念(包括概念)は、平衡と競合の概念とする。それゆえ、酸と塩基は、電解質の電離平衡として取り扱い、酸と塩基の反応では、 H^+ の授受、すなわち、*Bronsted-Lowry*の酸・塩基概念も適用する。

できれば、共役の酸・塩基表を活用し、競合概念の理解もはかりたい。

<4>酸化・還元反応

酸化・還元反応は、電子の授受(実験例:金属のイオン化傾向)で導入し、単極電

位による電化列のなりたちを知る。

電気分解、電池では、電気的エネルギーの概念も導入し、極板の化学種、イオン濃度と電位との関連など、実験をまじえ、平衡概念の理解と適用をはかる。

酸化例・還元剤では、酸化還元電位表を活用し、半電池の組み合わせ実験もまじえ、電子授受の方向性や、かたよりの強さなど競合概念の理解を深めたい。

<5>金属の化学と<6>非金属の化学

副単元の配列で<5>の金属の化学を前にしたのは<4>のa)金属の電化列、b)の電気分解と関連が深く、<6>の非金属の化学が<7>の炭素化合物とすぐ結びつくこと。また<5>と<6>は、いずれも周期表にもとづく単体とその化合物の比較化学に重点をおいた教材で、<6>の非金属の化学での物質の構造的な内容が<5>と比較して多面的な理由による。

<7>炭素化合物

炭素化合物は、構造と性質、構造と反応の一連性、また、反応の形式(付加、縮合、重合、エステル化……)など、他元素と異なる特性をもつ。

さらに、合成有機化合物、生物体の化学など、これらの分子構造と生理作用との関連も含めた将来の展望として捉えると、内容的にも独立した単元として取り扱うことが望ましいと考えられる。

化学Iにおける時配と、上記の学習内容をあわせ考えると、従来の有機化学と比較して、その学習内容を数分の一に精選する必要がある。

従って、教材(有機化合物)の精選にあたっては、選んだ基本物質が上記の諸条件を充足し、さらに実用的な有機化合物に対しても、それらの構造や性質を比較類推できるものが望ましい。

ここで、取り扱う基本物質として、炭素数2の化合物と、芳香族化合物とを分類的に例示すると

鎖状炭化水素(C_2H_4 , C_2H_2) アルコール(C_2H_5OH) アルデヒド(CH_3CHO) 脂肪酸(CH_3COOH) エステル($CH_3COOC_2H_5$) 芳香族炭化水素(C_6H_6) フェノール(C_6H_5OH) ニトロ化合物($C_6H_5NO_2$) アミン($C_6H_5NH_2$) ……

などが考えられる。

3 大単元(5)天然資源の利用

天然資源が化学的な立場から、どのように利用されているかを<1>無機化学工業<2>生物体の化学<3>合成高分子化合物に分類して取り扱う。

これら<1>、<2>、<3>の内容は、これまでに学習された知識や概念が適用、あるいは応用できような教材構成となっているから、授業の進度、生徒の実態により、各単元でその都度触れるか、あるいは適当にカットするなど、はばのある取扱いができるよう、単元の最後に配列した。

たとえば、化学IIも復習する生徒の場合、改訂指導要領化学IIの(2)平衡と反応の速さ、(3)炭素化合物と高分子化合物を学習するから、この点で、大単元(5)の天然資源の利用のカットも考えられ、この時配を、他の単元項目、あるいは実験などにふり向けられよう。

これに対し、化学Iのみ復習する生徒の場合を考えると、逆に、大単元(4)の<7>炭素化合物や、大単元(5)の天然資源の利用の重要性もますますことになり、他の単元とのかねあいのもとので、学校の実情に応じた教材の取捨が必要となろう。

<1>無機化学工

業食塩水を原料とする化学工業として、a) アルカリ工業、空気を原料とする化学工業として、b) アンモニアの合成、c) 接触硫酸をとりあげる。

a) アルカリ工業

○食塩水の電気分解(隔膜法) 関連単元(4)の<4>のb), (4)の<5>のa)

b) アンモニアの合成

○アンモニアの合成(ハーバー法) 関連単元(4)の<2>のb), (4)の<6>のb)

c) 接触硫酸

○接触硫酸 ○硫酸の性質 関連単元(4)の<2>のb), (4)の<6>のc)

<2>生物体の化学

生物体を構成する油脂、タンパク質、セルロースなどの天然資源と製品との関連を構造に重点をおき、化学的に理解する。

a) セッケンと合成洗剤

○油脂(エステル)のケン化 関連単元(4)の(7)のc)

○洗剤の基本構造と洗条作用 関連単元(3)の<2>のb)と<3>のb), (4)の<7>のb)

b) アミノ酸と調味料

○加水分解(タンパク質とアミノ酸) ○味の素 関連単元(4)の(7)のb), c), d)

c) セルロースと酢酸絹糸

○水酸基のアセチル化 ○高分子化合物と繊維の分子 関連単元(4)の(7)のb), c)

<3>合成高子化合物

合成有機化学に有用な種々の低分子化合物が、石油の熱分解やリホーミングによって得られることから、まず、a) 石油化学工業をとりあげ、b) 合成繊維、c) 合成樹脂、d) ゴムの化学をとりあげ、高分子化合物の構造と性質の関連を調べる。

a) 石油化学工業

○石油の熱分解、クラッキング、 関連単元(4)の<7>のa)

○エチレンから得られる化合物 関連単元(4)の<7>のa), c)

b) 合成繊維

合成繊維にはポリエステル系(テトロン)ポリアミド系(ナイロン)など、いろいろな結合形式があるが、いずれも、長い繊維状の高分子化合物で、これらの繊維の物理的、化学的性質は、分子を構成する原子団の構造と深い関係のあることを調べる。

○テトロン(ポリエステル) 関連単元(4)の<7>のc), (3)の<2>のb)

○ナイロン(ポリアミド) 関連単元(4)の<7>のc), d), (3)の<2>のb)

c) 合成樹脂

樹脂は、結合のなりたちから熱可塑性(付加重合による繊維状高分子化合物:例、ポリビニル系樹脂)と、熱硬化性(縮重合による多型合型の高分子化合物:例、石炭酸樹脂)の二種類があることなど、樹脂の性質を、結合のなりたちと、構造の二面から調べる。

○塩化ビニール樹脂 関連単元(4)の<7>のa)

○石炭酸樹脂 関連単元(4)の<7>のc), d)

d) ゴムの化学

天然ゴムとネオプレンの構造の比較から、構造の共通点、性質のちがいを調べる。

○天然ゴム、加硫 関連単元(4)の<7>のa), b), (3)の<2>のb)

○ネオプレン 関連単元(4)の<7>のa), b), (3)の<2>のb)