

## 理科総合の課題とカリキュラム開発 2

角屋 重樹 池田 秀雄 畦 浩二  
柏原 林造 呉屋 博 林 靖弘  
平賀 博之 丸本 浩 三好 美織  
山下 雅文 山田 雅明

### 1. はじめに

自ら学び、自ら考える力などの「生きる力」を育成することをねらいとした平成11年告示の高等学校学習指導要領<sup>1)</sup>が来年度(平成15年)より実施される。この改訂で理科は、「基礎理科」, 「理科総合A」, 「理科総合B」の新科目が設置され, そのうちの1科目と「物理I」, 「化学I」, 「生物I」, 「地学I」をあわせた科目から2科目を必修とするように改められた。

昨年度, 本研究の第1報として高等学校学習指導要領で過去設置された「理科I」(昭和54年5月告示<sup>2)</sup>), 「総合理科」(平成元年3月告示<sup>3)</sup>), および本校が独自に開発・実践してきた「総合理科」<sup>4)</sup>と今回の「理科総合」を比較・検討してその課題を明らかにした。<sup>5)</sup>

今年度(第2報)では, 理科総合(本校では理科総合Aを実施予定)を実施するにあたり, その具体的なカリキュラムを立案し, その中でも特徴的な内容の探究的な学習のModuleを計画した。また, その学習で行う評価活動もあわせて計画した。

### 2. 理科総合のねらい

平成11年告示の高等学校学習指導要領で新設された「理科総合A, B」は, 中学校理科の基礎の上に, 自然の事物・現象に関する観察, 実験を通して, 自然の事物・現象について理解させるとともに人間と自然とのかかわりについて考察させ, 自然に対する総合的な見方や考え方を養うことを目標としている。特に「理科総合A」では, エネルギーと物質の成り立ちを中心に扱い, 科学技術や自然と人間の関わりについて考察させる。「理科総合B」では生物とそれを取り巻く環境を中心に扱い, 自然と人間の関わりについて考察させる。これらを通して, 自然の総合的な見方や考え方を育成し偏りのない自然観を育てることをねらいとし

ている。

この科目新設の背景として, これからの時代, 環境, 資源, エネルギーなどの問題や科学技術の発展と人間生活との調和が大きな課題となることが予想される状況がある。また, 一方で, 完全週5日制に伴い, 時間数の減少は避けられず, 小・中・高での内容の重複をなるべく避け, 内容を精選する必要もある。そこで, 高等学校までを国民の基礎的素養を育成する段階とし, 科学的素養や科学的なものの見方を育て, 基礎的な科学の知識, 概念, 原理・法則を調べる方法を身につけ, それらを有機的に関連させて自然の事象を総合的にとらえる力, つまり自ら学び自ら考える「生きる力」の育成が重要となるわけである。このため, 理科総合では, 「(1) 自然の探究 ア 自然の見方 イ 探究の仕方」が設けられた。(この部分は前回の高等学校学習指導要領の「総合理科」の「(1) 自然の探究」の一部が生かされている。)

「理科総合A, B」の共通のねらいとして以下の点が挙げられている。<sup>7)</sup> (以下引用)

- ・将来どのような進路にすすむ生徒にとっても市民として必要な基礎的な最小限の科学的知識や科学の概念を学習するようにしている。
- ・よく使われる観察, 実験器具の基礎的な操作や数値の処理やグラフの書き方, レポートの書き方など将来社会人となっても役立つ必要最低限の技能を身につけさせるようにしている。
- ・理科総合Aでは, エネルギーや物質の変化と変換で自然を見る見方, 理科総合Bでは, 多様性と共通性, 変化と平衡で自然を見る見方ができるよう物理, 化学, 生物, 地学といった内容を個々に学習するのではなく自然を総合的にとらえることを重視している。
- ・学習のまとめとして, 生徒自らが課題を設けて探究

し、その結果をまとめたり発表するようにしている。

### 3. 評価について

今回の学習指導要領の改訂に伴い、小学校、中学校の評価も相対評価から、絶対評価へと変更された。これは、「自ら学び、自ら考える、生きる力」の評価は知識・理解だけでなく、興味・関心や意欲、思考力など多方面にわたる評価が重要である点や生徒の進歩の状況などを評価し、指導へとつなげていくことが重要となっていることに由来する。また、児童生徒数の減少に伴い、集団の中での自分の相対的な位置付けを意味する相対評価では、客観性や信頼性が確保されにくくなっている状況や、学校の情報公開やアカウントビリティーの課題なども背景に関係していると予想できる。いずれにせよ、このような絶対評価を行っていく際、評価の観点は何であるか、どのような場面でどのような方法で評価活動を行うのかを、カリキュラム作成段階である程度明確にしておく必要がある。現在、国立教育政策研究所を中心として高等学校の各科目の評価規準の研究開発が進められているが、各校の状況に合わせ、教材に適した評価の規準を作成していくことが重要である。

評価の方法としては、生徒の行動分析（行動観察）、アンケートをはじめとする質問用紙法、報告書などの

成果物を対象とする評価、ペーパーテストによる評価などが考えられる。また、評価の形態としては教師による評価、生徒間の相互評価、生徒自身の自己評価などがある。しかし、1授業の中で多くの情報を得ようとすると、教師の活動が評価活動中心となり授業展開に影響を与え、評価のための評価になるおそれがある。内容のまとまりごとに「関心・意欲・態度」「思考・判断」「実験・観察の技能・表現」「知識・理解」の4観点で、授業の展開に無理のない程度に、評価活動を計画するのが望ましいと考える。

### 4. 理科総合Aのカリキュラム開発と評価

理科総合Aの年間計画を、学習指導要領の内容順に計画したものが表1である。週2時間での展開ということで、限られた内容となるが、各小単元に対応した探究的な活動を計画した。また、「(2) 資源・エネルギーと人間生活」では、学習指導要領通りの順にしているが、身近なエネルギーについて考えた後、エネルギーの抽象的概念の学習をするようになっており、系統性で課題が残る。この展開については逆転させることも可能で<sup>8)</sup>、今後の課題とする。その中で、本報では、「理科総合A」に特有な内容と考えられる「(2)ア 資源の開発と利用」と「(3)ア 物質の構成と変化」に関する探究的な活動のModuleを作成した。

表1 理科総合A 年間指導計画

対象学年 高等学校1年 週2時間 (70時間)

	大項目	単元	小単元	配当時間
1 学 期	(1) 自然の探究	ア 自然の見方		3
		イ 探究の仕方		4
	(2) 資源・エネルギーと人間生活	ア 資源の開発と利用	(ア) エネルギー資源の利用	6
			(イ) その他の資源の開発と利用 探究的な活動 ① 放射線と人間生活 ② 地下資源の利用	5
2 学 期	(2) 資源・エネルギーと人間生活	イ いろいろなエネルギー	(ア) 仕事と熱	9
			(イ) エネルギーの変換と保存 探究的な活動 ① 力学的エネルギー保存の法則 ② 電流回路でのジュール熱	8
	(3) 物質と人間生活	ア 物質の構成と変化	(ア) 物質の構成単位	7
			(イ) 物質の変化 探究的な活動 ① 物質の分類(身の回りの物質を分離する) ② 酸化還元反応とエネルギー	7
3 学 期	(3) 物質と人間生活	イ 物質の利用	(ア) 日常生活と物質	7
			(イ) 生物の作る物質 探究的な活動 ① プラスチックの合成と性質 ② 酵素のはたらき	7
	(4) 科学技術の進歩と人間生活		※グループごとの課題研究と発表会	7
			※探究的な活動①②はそれぞれ小項目(ア)(イ)に対応しており、その時間数は各小単元の配当時間に含まれている。	70

題名 放射線と人間生活

1. 単元（小単元） (2)資源・エネルギーと人間生活  
 ア 資源の開発と利用 (ア)エネルギー資源の利用

2. 単元の目標

(2)のアの内容の取り扱いとして、学習指導要領では「多様なエネルギー資源が発電や熱源に利用されていること及び蓄熱型のエネルギー資源の成因、分布、埋蔵量の有限性並びにこれらがエネルギーとして利用できる過程についての概略を扱い、環境への配慮が必要であることにも触れること。その際、羅列的には扱わないこと。原子力に関連して、天然放射性同位体の存在や、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線の性質にも触れること。」とされている。これらを通して、資源やエネルギーの有限性、人間社会との関わり、そして現在の課題について理解し、総合的に判断する思考力を育成する。また、これからの生活の中でこれらエネルギーや資源の有効利用を図る態度を育成する。

3. 学習指導計画

- ア. いろいろなエネルギー資源 ----- 4 時間  
 ① エネルギー資源とは  
 ② 化石資源  
 ③ 原子力エネルギー……[本探究活動計画はこの一部]  
 イ. エネルギー資源の利用 ----- 2 時間  
 ① エネルギー消費の移り変わり  
 ② エネルギー資源の有効利用

4. 探究的な活動のねらい

原子力や放射線については原子力発電を通しての知識が多く、ややもすると、どういうところから（どのような仕組みで）放射線がでるのかという科学的知識より、放射線や放射能は単に危険だという先入観が先に立ってしまう恐れもある。この探究活動では、幅広くエネルギー資源として学習する中で、原子力や放射線の利用について科学的に判断できる基礎的知識を身につけることを目標とする。そのために、身近な自然放射線を霧箱で直接観察したり、「はかるくん」をつかって自然放射線の測定を行うことで、興味・関心を高める。



図 霧箱での観察

また、この活動を通して、原子力や放射線の利用、および私たちの生活との関連について学習するとともに、人体への影響を含めて考察して、その安全利用について考える。

なお、この探究活動については、行った実験および結果・考察・感想などをレポートとしてまとめ提出する。

※「はかるくん」は、放射線計測協会が無料で貸し出しを行っている簡易放射線測定器で、 $\gamma$ 線を測定することができる。

5. 学習指導展開計画（2時間）

学習内容（時間配分）	学習活動・指導過程	指導上の留意点・評価活動
[導入] 放射線についての意識 (15分)	●放射線についての意識調査（アンケート実施）	アンケート調査を通して、放射線や原子力についての興味・関心を高める。 【関心・意欲・態度】→生徒観察

<p>[展開] 放射線・放射性同位体 について (50分)</p> <p>原子力・放射線の利用 (20分)</p>	<p>●霧箱による放射線の観察 [実験] ・霧箱の制作 ・トーチの芯, グローランプの芯からで る放射線の観察 [発問] どうして霧箱で放射線が見えるのだ ろうか。 →飛行機雲との類推→高速粒子の運動 →電離作用</p> <p>[発問] どんなものから, 放射線がでてい るだろうか。</p> <p>●「はかるくん」による自然放射線の測定 [実験] (探究活動) 班別行動 どんなものから放射線がでてい るか予想(仮説)を立て, 実験を行う。予想と結 果の差を考察する。</p> <p>●放射線を出す原子(放射性崩壊) [講義] ・放射線の種類, 性質 ・放射性同位体 ・放射線の防御=遮蔽, 距離, 時間</p> <p>●原子力の利用 [講義] ・放射線の影響と利用 ・核分裂, 核融合 ・原子力発電</p>	<p>※ 身近な製品(もの)から放射線 がでてい ることに気づかせる。 ※ なぜ, 放射線が霧箱で見えるか 疑問を持たす。 【関心・意欲・態度】→生徒観察 【実験技能】→行動分析</p> <p>【関心・意欲・態度】生徒観察 【実験技能】予想(仮説)を立てて 実験を計画し行ったか。まとめ方 は適切か。 → レポートによる評価 【思考・判断】放射線をたくさん出 しているものの共通点(共通の原 子)。宇宙線を含む自然放射線の 存在が確認できたか。 → レポートによる評価</p> <p>【思考・判断】放射線の人体への影 響について総合的に考察したか → レポートによる評価</p> <p>【知識・理解】【思考・判断】 → ペーパーテストによる評価</p>
<p>[終結] 原子力発電の課題 (15分)</p>	<p>放射線の人体への影響や放射性同位体の半 減期などの話を総合して, 原子力発電の課 題について考える。</p>	<p>※考える視点を列挙する程度に留め る。</p>

6. 探究活動の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
<p>・放射線に興味を持ち, 積極的に探究しようとする。</p> <p>・放射線を出す仕組みについて興味を持ち, 科学的に探究しようとする。</p>	<p>・不思議に思ったことについて科学的に考察し, その基本原理を説明しようとする。</p> <p>・放射線, 放射性同位体, 原子力の利用について, 総合的に判断できる。</p>	<p>・霧箱を適切に制作し, 放射線を安全に観察できる。</p> <p>・仮説を設定し, その検証をするよう, 実験を計画できる。</p> <p>・実験結果をグラフなどで表現できる。</p>	<p>・放射線を出す物質, 放射性崩壊, 核分裂, 核融合, 放射線の人体への影響及びその防御について理解し, その基本的な知識を身につけている。</p>

題名 地下資源の開発とリサイクル

1. 単元（小単元） (2) 資源・エネルギーと人間生活  
 ア 資源の開発と利用 (イ) その他の資源の開発と利用

2. 単元の目標

(2)のイの内容の取り扱いとして、学習指導要領では「金属、非金属資源となる元素が地殻の中に地域的に濃縮して鉱床をつくっていることについて扱うこと。また、海洋底を含めて資源の探査及びその有効利用にも触れるが、深入りしないこと。」とされている。ここでは、資源やエネルギーの有効利用に関連して、資源の有限性を確認するとともに、資源探査や資源の開発方法について学び、エネルギーや資源の有効利用を図る態度を育成する。

3. 学習指導計画

- ア. 資源は無尽蔵か ----- 2時間  
 ① 鉱床とは  
 ② 地下資源の埋蔵量  
 イ. 資源の探査と開発・リサイクル ----- 3時間  
 ① リモートセンシング  
 ② 資源開発かリサイクルか……[本探究活動計画はこの一部]

4. 探究的な活動のねらい

法的な整備が進み、リサイクルや再資源化がさまざまな分野で実施されている。しかし、その内容にどのような利点があるのか、市民に十分に理解されているとは言い難い状況である。リサイクルや再資源化によってどのようなメリットがあるのか、そのしくみを理解すれば、今まで以上にリサイクルや再資源化に積極的に取り組むことができるのではないだろうか。

我が国のアルミニウム缶は、きわめて高いリサイクル率を誇っている。なぜアルミニウムはリサイクルが進んでいるのか。新たにアルミニウムを精錬するために必要となる莫大な電力を使うより、リサイクルすることでコスト的にも安価になるという経済的な作用も大きく働いている。一方、ペットボトルは、回収までのシステムは整備されてきたが、再資源化で利用される量には限りがあり、回収されたペットボトルが山積みされる状況が起こっている。

この探究活動では、エネルギー消費の視点から資源の再利用、再資源化に焦点を当て、様々な資源において開発とリサイクルの両面からの比較を行い、いずれを選択すべきかの判断を生徒に行わせることを目指している。また、二酸化炭素排出量への換算や、エネルギー消費量への換算を扱い、リサイクルが必ずしも最善の策でない場合があることにも気付かせたい。

5. 学習指導展開計画（2時間）

学習内容（時間配分）	学習活動・指導過程	指導上の留意点・評価活動
[導入] リサイクルに関する意識調査 (15分)	●リサイクルや資源・エネルギー問題についての意識調査（アンケート実施）	アンケート調査を通して、リサイクルや資源・エネルギー問題についての興味・関心を高める。 【関心・意欲・態度】→生徒観察
[展開] アルミニウムについて (20分)	●実験 アルミニウムを溶かす（約660℃）	【技能・表現】→自己評価

<p>資源の再利用，再資源化 (20分)</p>	<p>&lt;演示&gt; 溶かしたアルミニウムを鋳型に流し込み，アルミ鋳物をつくる。</p> <p>&lt;発問&gt;なぜアルミニウムはリサイクルに適しているのか？</p> <p>●【講義】アルミニウムの精錬 ・ボーキサイトからアルミニウムを精錬する方法を概説する。 ・アルミニウムはどのような用途で利用されているか？</p> <p>●【文献・資料・インターネット検索など】(探究活動：グループ活動) ・アルミニウムをボーキサイトから精錬する場合と，リサイクルする場合のエネルギー消費量を比較させる。 ・他の資源について，リサイクルの現状の調査と，エネルギー比較を行う。 &lt;例&gt; 鉄，ペットボトル，ガラス 発泡スチロール，生ゴミ 自動車，コンピュータ 家電製品，建築資材 その他 ・資源を永続的に利用していくためにはどのような利用方法が必要か，エネルギー資源や金属，非金属など個別に検討させるとともに，社会全体として総合的な検討も行わせる。</p>	<p>溶かした後固めたアルミニウムの性質を確認させる。 【関心・意欲・態度】→生徒観察</p> <p>【関心・意欲・態度】→生徒観察</p> <p>【技能】適切な資料を選択して情報を集めて整理することができたか。まとめ方は適切か。 → レポートによる評価</p> <p>【思考・判断】エネルギー消費の視点から問題を捉えて判断することができたか。 → レポートによる評価</p>
<p>【終結】日本と資源 (15分)</p>	<p>●日本の鉱業資源の状況と課題についてその状況を解説し，資源をいかに有効に利用していくことが大切か認識させる。</p>	<p>【関心・意欲・態度】→生徒観察</p>

6. 探究活動の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
<p>・資源のリサイクルとエネルギーの関係について興味を持ち，科学的に探究しようとする。 ・社会として必要となる資源のリサイクルや再資源化に積極的に取り組む。</p>	<p>・日本の資源の状況について科学的に考察し，その状況からどのような考え方が必要か考察する。 ・資源のリサイクルとエネルギーの問題について，総合的に判断できる。</p>	<p>・アルミニウムを安全に融解することができる。 ・インターネットなどによる情報収集等をもとに考察し，わかりやすくまとめて発表できる。</p>	<p>・アルミニウムの精錬，リサイクルとエネルギーの関係等について理解し，基本的な知識を身につけている。</p>

題名 石油から作られる物質（プラスチック）

1. 単元（小単元） (3) 物質と人間生活

イ 物質の利用 (ア) 日常生活と物質

2. 単元の目標

(3)のイの(ア)の内容の取り扱いとして、学習指導要領では「半導体、磁性体、プラスチックの中から二つ又は三つの事例を選び扱うこと」とされている。このとき、自然界の物質から純物質を分離し、その組成を調べ、そこから新しい特性をもった有用な物質を作り出して生活を豊かにしてきたことと併せて、自然界の物質の循環の視点を養うことに留意する。具体的な事例として選んだものについて、それらの物質の特性や組成の観点に基づいたうえで、どのような原料からどのような特性が作りだされているかなどを平易に扱う。

3. 学習指導計画

(ア) 日常生活と物質

----- 7時間

① 鉱物からつくられる物質

② 石油からつくられる物質……[本探究活動計画はこの一部]

4. 探究的な活動のねらい

日常生活に深く関わっている物質としてプラスチックを取り上げて探求的な活動を行う際には、身のまわりで用いられている様々なプラスチックを集めて、その性質を調べることによって分類し、それぞれのプラスチックの共通点と相違点を探ることによって、より探求的な取り扱いをすることができる。その際、教師の側ではあらかじめプラスチックの種類がわかっている典型的なものを数種類用意して、まずそれらのプラスチックの性質について調べてみることから始める。その後、生徒自身が用意したプラスチックについて調べていくと、取り組みやすく、かつ探求的な取り扱いとして深めることができる。

さらに、分類したプラスチックの廃棄や再利用についての問題点や課題についても調べることにより、身近に利用しているプラスチックを限りある資源としてとらえる視点を養うとともに、環境に負荷をかけない利用方法やリサイクルについての課題について考えさせる。以上の内容をふまえたうえで、今回の実験および結果・考察・感想などとともにレポートとしてまとめて提出する。

5. 学習指導展開計画（2時間）

学習内容（時間配分）	学習活動・指導過程	指導上の留意点・評価活動
<p>[導入] プラスチックの種類について (10分)</p>	<p>●身のまわりにはどこにプラスチックが使われているかあげてみる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐熱性が要求される部分</li> <li>・絶縁性が要求される部分</li> <li>・気密性が要求される部分</li> <li>・強度が要求される部分</li> <li>・軽量化が要求される部分 など</li> </ul>	<p>日常生活のなかで利用されているプラスチックに対する興味・関心を高める。</p> <p>できるだけいろいろなプラスチックを使った商品のサンプルを提示する。(図・写真などの利用)</p> <p>【関心・意欲・態度】→生徒観察</p>
<p>[展開] プラスチックの性質を調べる (40分)</p>	<p>[発問] なぜプラスチックの種類によって利用方法が異なるのか</p> <p>●熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂を調べる</p> <p>[実験] いろいろな種類のプラスチックの薄片の比重・強度・耐熱性を調べる</p>	<p>※ プラスチック素材を加熱する実験から熱可塑性と熱硬化性の違いに気づかせる。</p> <p>熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂の典型的なものを数種類用意しておく。</p>

<p>探求活動 (40分)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プラスチックの薄片を熱湯で加熱して変化の様子を観察する。</li> <li>・さらに、プラスチックの薄片をピンセットでつまんでガスバーナーの弱火で加熱する。</li> </ul> <p>→サンプルを熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂に分類する。</p> <p>※熱可塑性樹脂は付加重合で、熱硬化性樹脂は縮合重合により生成する。[講義]</p> <p>●プラスチックに含まれる構成元素を調べる</p> <p>[実験] 銅線の先に少量のプラスチックをつけてガスバーナーで加熱する。プラスチックに塩素が含まれていたら、緑色の炎色が観察できる。</p> <p>●身近なプラスチックを実験により調べる(探求活動)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プラスチックの手触り・強度・透明性などの観察</li> <li>・耐熱性の実験</li> <li>・構成元素を調べる実験</li> <li>・プラスチックの原料や生成反応について調べる。(資料や文献による調査、付加重合か縮合重合かなど)</li> </ul>	<p>※なぜ、熱で柔らかくなるものと思えないものがあるのか疑問を持たせる。</p> <p>【関心・意欲・態度】→生徒観察</p> <p>【実験技能】→行動分析</p> <p>※反応の違いによって生成したプラスチックの化学的性質が異なることを確認する。</p> <p>&lt;注意&gt;プラスチックを燃焼させたときに生じる煙や有毒なガスに十分注意して換気に留意する。</p> <p>【関心・意欲・態度】生徒観察</p> <p>【実験技能】ある程度予想を立てて実験を行ったか。まとめ方は適切か。</p> <p>→ レポートによる評価</p> <p>【思考・判断】プラスチックの性質からわかることについての考察や資料による調査能力</p> <p>→ レポートによる評価</p>
<p>【終結】 プラスチックの分類 (10分)</p>	<p>●これまで調べてきたプラスチックの名称と分類を一覧表にまとめて実験・観察の結果を考察する基準を与える [講義]</p>	<p>【知識・理解】【思考・判断】</p> <p>→ペーパーテストによる評価</p>

## 6. 探究活動の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
<ul style="list-style-type: none"> <li>・プラスチックに興味を持ち、積極的に探究しようとする。</li> <li>・プラスチックの性質を調べることによってプラスチックに興味を持ち、科学的に探究しようとする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化学的な性質の違いの原因について興味を持ちその原因を理解しようとする。</li> <li>・プラスチックの利用について、素材の特性を生かした利用がなされていることに気づく。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プラスチックの化学的な性質を調べる実験・観察を安全に配慮した実験操作ができる。</li> <li>・実験結果からプラスチックを正しく分類することができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プラスチックの利用と廃棄についての課題を理解し、プラスチックを資源としてとらえ環境に配慮したプラスチックの利用方法についての知識を身につけている。</li> </ul>



題名 乳酸菌によるヨーグルトの作成

1. 単元 (小単元) (3)物質と人間生活  
 イ 物質の利用 (イ)生物の作る物質

2. 単元の目標

(2)のアの内容の取り扱いとして、学習指導要領では「人間が衣食住や医療の分野において生物のつくる物質に支えられていること、おだやかな条件下で特定の物質を効率よくつくる生物の働きなどを扱うこと。その際、自然界における生物の働きに与える合成物質の影響にも触れること。」とされている。すなわち、生物をただ単に衣食住の材料としてのみ捉えるのではなく、私たちの豊かな生活は生物の活動の恩恵のうえに成り立っている側面が多岐であることを理解させる。さらに、生物資源の有効利用、人間社会との関わり、そして自然環境におよぼす影響などの課題を総合的に判断する思考力を育成する。また、これからの生活の中で人工的に合成された物質を科学的に取り扱う態度も育成する。

3. 学習指導計画

- (イ) 生物のつくる物質 -----7時間
- ① 微生物のはたらきと食品
  - ② 生物体内の反応と酵素
  - ③ 微生物の医薬品への利用
  - ④ 合成物質の生物への影響
  - ⑤ 探求活動 -----2時間 [本探求活動計画はこの一部]

4. 探究活動のねらい

私たちの生活は、ふだん目に見えないような微生物とも深くかかわっている。微生物に対する生徒のイメージはややもすると、病気を引き起こす「ばい菌」のイメージが先行し、微生物に対する過剰な先入観をもってしまふ傾向がある。探求活動では、微生物によってつくりだされ、人間にとって役立つ物質が食品や医薬品を中心に数多くあることを学習することを通して、微生物や微生物が作り出した物質に対する科学的な基礎知識を身につけることを目標としている。同時に、微生物のからだのなかでは、おだやかな条件のもとで円滑に化学反応を進行させる酵素が働いている。そこで、乳酸菌による身近な発酵食品である「ヨーグルト」の作成を通して、微生物に対する興味・関心を高める。また、この活動を通して、生物を活用したバイオテクノロジーの有効利用についても考える。この探究活動については、調査した内容および行った実験と結果・考察・感想などはレポートとしてまとめ提出する。

5. 学習指導計画 (2時間分)

学習内容 (時間配分)	学習活動・指導過程	指導上の留意点・評価活動
I. 酵素と微生物についての調査 (60分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●生活の中の食品・日用品・医薬品の中に使われている酵素を見つけて、レポートにまとめる。</li> <li>①商品名、酵素名、はたらきをまとめる。</li> <li>②特に興味のある商品について、酵素とそれをからだの中で合成する微生物および商品の製造過程について調べる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※ 調査およびまとめのレポートは予め提出させておく。</li> <li>※ 調査・まとめ・発表は、グループごとに行う。</li> <li>※ 調査・まとめ・発表を通して、酵素や微生物についての興味・関心を高める。</li> </ul> <p>【関心・意欲・態度】→生徒観察およびレポートによる評価</p>

<p>II. 乳酸菌を使って ヨーグルトをつくろ う (60分) [導入] (5分) [実験] (30分) 乳酸菌とヨーグルト (10分)</p>	<p>●実験プリントにしたがって、手順のポイントを説明する。 ・市販のヨーグルトをろ過した乳清は、教師側で準備しておく。 ・次の3つの条件で牛乳パックを準備し、同じ時間培養する。 ①牛乳+生の乳清+恒温槽 (40℃) ②牛乳+生の乳清+冷蔵庫 (3℃) ③牛乳+煮沸した乳清+恒温槽 (40℃) 予想(仮説)を立て、実験を行う。 乳酸菌をスケッチして、大きさをマイクロメータで測定する。 ●乳酸菌とヨーグルトの製造過程 [講義] ・乳酸菌の種類、性質 ・発酵を行う微生物</p>	<p>【実験上の注意点】 ※ 雑菌の汚染をふせぐため、スプーンや容器は殺菌しておく。 ※ 牛乳パックは、開封後そのまま放置しない。 【関心・意欲・態度】→生徒観察 【観察・実験技能】→行動分析 【観察・実験技能】予想(仮説)を立てて実験を行ったか。実験結果からの考察は適切か。 → レポートによる評価 【知識・理解】【思考・判断】 発酵を行う微生物の共通点 →レポートによる評価</p>
<p>まとめについての説明 [終結] (5分)</p>	<p>実験結果が得られるまでは、約6～8時間かかる。グループごとに、結果を観察させる。3つの実験結果は、五感を使って観察させる。</p>	<p>※ 観察・実験結果および考察は、グループごとに、レポート提出させる。</p>

#### 6. 探究活動の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
<p>・生物がつくる物質や生物体内の化学反応に関心をもち、意欲的に探求しようとする。 ・日常生活で利用している食品や医薬品には、生物の働きに依存しているものがあるということに関心を持っている。</p>	<p>・生物が合成する物質と生物体内の化学反応について考察し、その基本的なしくみが判断できる。 ・生体内と生体外の化学反応のしくみの共通点と相違点が判断できる。</p>	<p>・インターネットなどによる情報収集等をもとに、自分の考えをわかりやすくまとめて発表できる。 ・観察・実験結果をもとに、仮説を検証し、自分の考えを報告書にまとめることができる。</p>	<p>・生物が合成する物質やそこに関わる酵素の化学的な特性を理解し、その基本的な知識を身につけている。</p>

#### 引用文献

- 1) 文部省, 高等学校学習指導要領, 1999年, 大蔵省出版局
- 2) 文部省, 高等学校学習指導要領, 1979年, 大蔵省出版局
- 3) 文部省, 高等学校学習指導要領, 1989年, 大蔵省出版局
- 4) 長澤武ほか8名, 総合理科の実践的研究, 広島大学附属福山中・高等学校中等教育研究紀要第35巻, 1995年, pp81-87 など
- 5) 角屋重樹ほか9名, 理科総合の課題とカリキュラム開発, 広島大学 学部・附属学校共同研究紀要第30号, 2002年, pp127-133
- 6) 文部省, 高等学校学習指導要領解説 理科編理数編, 平成11年12月, 大日本図書
- 7) 江田稔・三輪洋二編著 改訂高等学校学習指導要領の展開, 2000年, 明治図書, pp15-16
- 8) 江田稔・三輪洋二編著 改訂高等学校学習指導要領の展開, 2000年, 明治図書, pp66