

平成24、25年度 調査研究

高等学校理科における新学習指導要領に応じた教材の開発

1 はじめに

平成21年3月に告示された新学習指導要領に基づく教育課程は、平成24年度から理科・数学の先行実施が始まり、年次進行で進められている。理科の開設科目については、新学習指導要領解説にも示されているように「生徒の能力・適性，興味・関心，進路希望等に応じて学べるよう履修の柔軟性を向上させる」ことを重視しながら、各学校の実情に合わせた教育課程の編成が行われているところである。

しかし、新学習指導要領で設けられた科目や標準単位の改訂、大学入試センター試験の出題科目の選択方法の一部変更等もあり、理科教員（以下「教員」と表記）の教科指導に対する不安が高まっている。

そこで、本研究では、学習内容の定着と教員が抱える不安の解消を目指して、授業で活用できる教材を開発し提案しようと考えた。

2 研究の目的

新学習指導要領の先行実施が始まったことを受け、新しい教育課程の実施に関して学校現場が抱えている課題を探る。また、その課題を解決するための方策を検討し、学校現場で有効に活用できる教材を研究・開発することで、理科学習指導の充実を図る。

3 研究の方法

(1) 平成24年度

- ① 講座受講者等に対し、理科の「基礎を付した科目」の教育課程実施状況等を調査する。同時に「基礎を付した科目」の授業を行う上での課題の集約を行う。
- ② 課題に対する解決策を検討し、学校現場で有効に活用できる教材を開発する。

(2) 平成25年度

- ① 「生徒の理解に時間がかかった項目」、「専門外の基礎科目を担当する教員が指導する上で困難を感じた項目」を各種講座で調査する。
- ② 調査結果を分析し、特に専門外の科目を指導する場合に授業等で有効に活用できる教材を開発する。

4 調査結果

(1) 教育課程実施状況

講座受講者等に対し、理科の「基礎を付した科目」の教育課程実施状況について調査した。また、講座受講者以外の学校については、各学校の要覧を用いて調査した。なお、今回は県立高等学校の平成24、25年度入学生に対して、3年次（定時制の場合は4年次を含む）までに開設予定の「科学と人間生活」及び「基礎を付した科目」について集計した（表1、表2）。

表1 平成24年度入学生用教育課程における開設予定科目数

	普通科を設置する高校	専門学科 総合学科	定時制 通信制
科学と人間生活+基礎1科目	0	5	4
科学と人間生活+基礎2科目	2	6	1
科学と人間生活+基礎3科目	9	7	4
科学と人間生活+基礎4科目	7	1	3
基礎を付した科目3科目	8	2	0
基礎を付した科目4科目	7	0	0
計	33	21	12

表2 平成25年度入学生用教育課程における開設予定科目数

	普通科を設置する高校	専門学科 総合学科	定時制 通信制
科学と人間生活+基礎1科目	0	5	3
科学と人間生活+基礎2科目	2	6	2
科学と人間生活+基礎3科目	10	7	4
科学と人間生活+基礎4科目	6	1	3
基礎を付した科目3科目	7	2	0
基礎を付した科目4科目	8	0	0
計	33	21	12

平成23年4月1日発表の大学入試センタープレス発表資料で示された「センター試験における理科の出題科目の選択方法」が、平成24年7月24日に一部変更された。先行実施に伴う新しい教育課程に従った理科の授業も始まっていたが、長崎県内の県立高等学校においては、表1、表2からもわかるように教育課程の実施状況について、平成24年度、25年度で大きな変動はみられず、新学習指導要領解説の中にも示されている「生徒の能力・適性、興味・関心、進路希望等に応じて

学べるよう履修の柔軟性を向上させる」ことを重視しながら、各校の実情に合わせた教育課程の編成が行われていたことが読み取れた。

しかし、しま地区の高校や小規模校のような、教員数（講師も含む）が2～3名の学校においても、進路選択の幅を保証するために「科学と人間生活+基礎3科目」「科学と人間生活+基礎4科目」「基礎を付した科目3科目」「基礎を付した科目4科目」を設定している学校があり、教材研究や専門外の科目を指導することへの負担増が予想される。特に、大学入試センター試験においては「基礎を付した科目」4科目のうちから、2科目を選択解答させることとしたことより、受験指導に対して不安感を募らせる教員が増えている現状にある。

(2) 「基礎を付した科目」の授業を行う上での課題等について

「基礎を付した科目」を担当している教員から聞き取り調査を行った結果、**図1**に示した意見が聞かれた。なお、**図1**は類似する意見をまとめ、いくつかの項目に分類して示している。

図1 聞き取り調査の集約

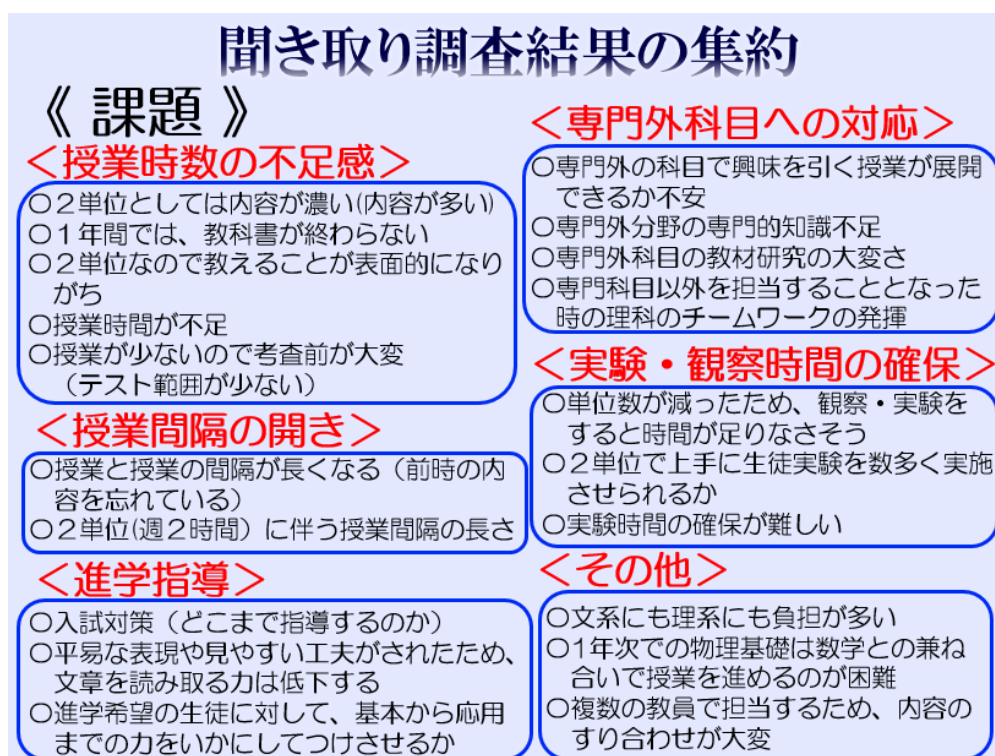


図1中の＜授業時数の不足感＞、＜授業間隔の開き＞、＜実験・観察時間の確保＞の項目で見られるように、「基礎を付した科目」の内容を2単位で実施することについて課題を感じている教員が多かった。

＜授業時数の不足感＞では、授業内容を精選する必要性について議論が集中したが、発展や参考で示されている内容も基礎を付さない科目につながる内容だったり、

生徒の理解の深化のためには取り扱う必要があるものがあり、大幅な精選は難しい様子であった。

＜授業間隔の開き＞については、2単位では前時の学習内容との継続が難しいことについて課題を感じていた。さらには、行事などによって授業が欠けると、クラスによっては2週間以上授業ができない等の問題点もあり、学習内容の定着に不安を感じていた。

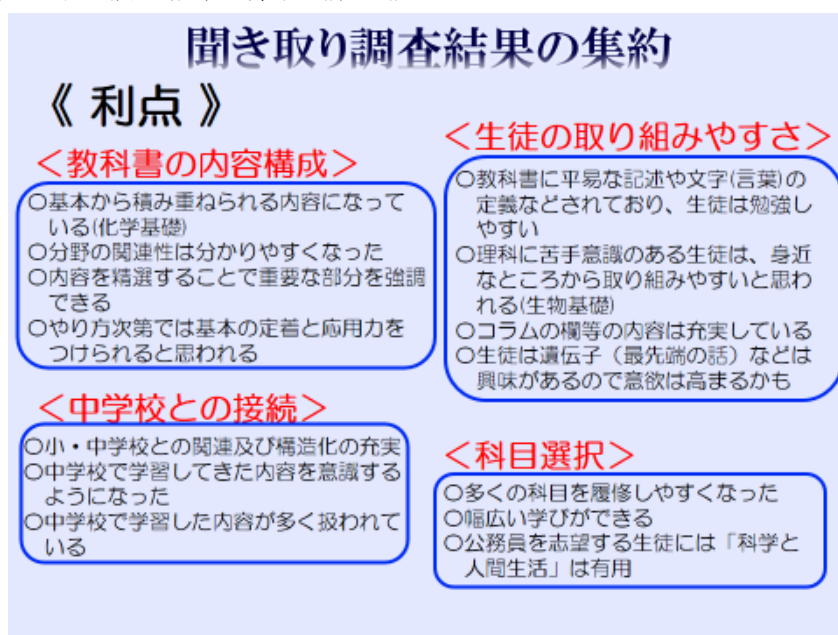
前述のように授業進度に関わる課題を抱えているため、「実験・観察時間の確保」の項目に示されるような実験・観察に消極的な意見が聞かれた。しかし、これは新学習指導要領の「理科の目標」に示されている「自然の事物・現象に対する関心や探究心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な自然観を育成する。」ことと逆行しており、至急改善を求めなければならないところである。

また、特に不安感が大きかったのが＜専門外科目への対応＞として示した項目である。「生徒の能力・適性，興味・関心，進路希望等に応じて学べるよう履修の柔軟性を向上させる」ことを重視するには当然、選択科目を多く設定する必要がある、その設定によっては専門外の科目を指導（受験指導も含めて）しなければならない。教授方法への不安、生徒の興味・関心を高める話題に関しての知識不足に対する不安、受験指導に対する不安など、専門外の科目を教えることへの不安感、抵抗感が強く感じられた。また、教材研究についても専門の科目の指導に加えて専門外の科目の準備を行うことになり、負担が大きくなっていることが感じられた。

＜参考＞

課題を感じている一方で、改訂により授業の進めやすさや生徒の授業への取り組みやすさに利点を感じている意見も聞かれたので、その内容を図2にまとめてみた。

図2 聞き取り調査結果の集約《利点》



授業を進める上で利点として出てきた内容については、授業の効率化、学習内容の定着に向けての大きなヒントとなるようである。特に、今回の改訂では、小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を図っている。そのことから<中学校との接続>については、授業の年間計画や授業の導入時における工夫として取り入れ、授業改善に生かして欲しいと考える。

(3) 「生徒の理解に時間がかかった項目」、「専門外の基礎科目を担当する教員が指導する上で困難を感じた項目」についての調査結果

平成24年度の調査において、教員が抱えている大きな課題が<授業時数の不足感>、<専門外科目を教える不安感>であった。そのことから、平成25年度は授業進度を確保し、生徒の理解をサポートする教材の検討を進めるために「生徒の理解に時間がかかった項目」を調査することとした。加えて、専門外科目を教える際の不安感を解消する教材を検討するために「専門外の基礎科目を担当する教員が指導する上で困難を感じた項目」を調査し、授業等で有効に活用できる教材の開発を進めることとした。しかし、2つの内容について調査した結果、両者の関連性は高く、明確に区別することが不可能であったため、各科目ごとにまとめて示すこととした。

【物理基礎】

- ① 発展・参考の取扱い（極力扱わず、あまり時間をかけないようにした。）
- ② 計算が必要な項目（生徒は計算が苦手。計算することが主目的のようになり、単元の内容理解が疎かになる。）
- ③ 数値を文字に置き換えるという概念
- ④ 「力の合成と分解」、「運動」（1年生は数学で二次関数や三角関数をまだ学習していない。）
- ⑤ 「電気」（どのような動画が生徒にとってわかりやすいのか判断に困った。選ぶのに時間がかかった。）
- ⑥ 「波動」分野の導入

【化学基礎】

- ① 参考・発展分野をどこまで取り入れて授業するか。
- ② 「原子の構造」、「粒子の結合」（イオン結晶の構造や錯イオン、組成式、化学結合など）
- ③ 「物質量（mol）と化学変化」
- ④ 「酸化・還元」（中和滴定、酸化数、酸化剤と還元剤、弱酸・弱塩基の遊離）
- ⑤ 「極性」（説明に時間がかかり、工夫も必要）

【生物基礎】

- ①「光合成」、「呼吸」、「ATP」（化学反応式や仕組み等、どこまで踏み込めば良いか判断に困った。）⇒参考・発展の取扱い
- ②「セントラルドグマ」（転写、翻訳、タンパク質合成）
- ③「免疫」（細胞性免疫と体液性免疫のしくみが複雑。旧課程から記述内容に変更点なども見られた。）
- ④「酸素解離曲線」（グラフの読み取り、割合の計算）
- ⑤「腎臓の働き」（濃度計算、濃縮率）
- ⑥「恒常性」（自律神経系とホルモン）

【地学基礎】

- ①受験地学を考えた時、どこまで詳しく教えるかを悩む時がある。
⇒参考・発展の取扱い
- ②「生物の変遷」以外（知識や話題が不足しているため。）
- ③「地層の形成」（層理面、リップルマーク、クロスラミナなどがイメージさせづらい。自分も詳しく観察したことがないため。）
- ④「宇宙の構造と進化」（スケールが大きいので生徒が理解できる話ができただろうかが心配）

5 教材の検討

多くの教員が課題点として挙げた内容や科目間で共通する内容に着目して教材開発の方向性を探ることとした。

（1）参考・発展の取扱いについて

参考・発展は、生徒の理解に時間がかかる内容や複雑で高度な内容のことが多い。しかし、受験や基礎を付さない科目に関係する内容も含まれており、取捨選択が難しいとのことであった。現段階では、同じ所属校で専門の教員と相談しながら取扱いの程度を調整している教員が多かった。ただ、相談できる専門の教員がいるところは良いが、しま地区の高校や小規模校では専門外の教員が自ら判断しなければならない状況もあり、参考・発展については取扱いに苦慮しているようである。

なお、平成24年9月11日に独立行政法人大学入試センター試験・研究統括官から日本生物教育会に対して、次のような回答がなされた。

新学習指導要領下で行われる大学入試センター試験に
関する質問と要望について

2. 教科書の発展的な部分の出題を控えてほしいとの御要望について

大学入試センター試験の出題は、高等学校学習指導要領に準拠することとしていることから、学習指導要領に示されていない発展的な内容は、これまで出題範囲の対象としていません。

ついては、新高等学校学習指導要領により実施される大学入試センター試験においても、「発展」は出題範囲に含めないこととしております。

この回答より、「生物基礎」以外の科目においても同様のことが予想されることから、今回の教材作成の内容では「発展」の内容は扱わないこととした。

(2) 生徒が苦手とする、計算や目に見えない現象についての説明の工夫について

生徒が苦手とする内容として、多くの教員から計算や目に見えないものをイメージすることが挙げられた。

「基礎を付した科目」でも計算を必要とする内容が各科目で含まれており、特に文系の生徒には苦手意識もあることから、どうしても指導に時間がかかってしまう。また、時間がかかった割には、生徒の理解が深まっておらず、工夫を必要とするところである。また、現象を説明する際にイメージや考え方が重要になってくるものもあるが、なかなか上手く生徒に伝えることができなかつたとの意見もあった。

具体的には、「物理基礎」の「運動」、「化学基礎」の「物質量 (mol) と化学変化」、「生物基礎」の「腎臓の濃縮率」などが挙げられ、現象をイメージした後、計算につなげていく内容に関して手立てが必要である。

(3) 教材研究の負担感について

全ての教員が、自身の専門科目の指導を行う一方で専門外の科目についても教材研究を行っている状況である。複数の科目での教材研究を行うことだけでも負担がかかるが、それに専門科目としない科目が加わるとどうしても時間がかかる様子であった。特に、自身が履修したことがない科目については、「自分が教科書を理解することで精一杯」「(詳細が分からないため) 生徒に正確なイメージを伝えきれない」など、指導に不安を感じていることが伝わってきた。物理・化学を履修してきた教員にとって「生物基礎」の「体内環境の維持」、逆に生物・化学を履修してきた教員にとっては「物理基礎」の「電気」や「波動」などの分野についてはサポートを要すると考えられる。「地学基礎」については、地学を履修した経験のある教員も少なく、全般的に負担がかかっている状況にあることが感じられた。

(4) 知識不足による、生徒の興味・関心を持たせる授業展開への不安感について

「(3) 教材研究の負担感」とも関連するところではあるが、専門としない科目の内容に関して知識が不足しているため、日常生活や社会との関連を示し、理科を学ぶことの意義や有用性を生徒に実感させきれていないのではないかとの意見が聞かれた。このことについては学習指導要領解説の「改訂の要点」にも示されており、授業の展開の中で重要になってくる場所である。ただ、科学技術の進展には目覚ましいものがあり、教材化に向けては難しい面がある。また、指導する教員一人一人の個性が発揮されてよい場面であるとも考える。不安な面はあると思うが、日常生活や社会の動きに対するアンテナを張り、魅力ある授業を目指してほしいと考えるところである。

以上が、各科目で出された意見と多くの教員と情報交換を行い、考察したことを合わせて集約した内容である。あらためて、以下にまとめてみた。

- ①参考の取扱いについて
- ②生徒が苦手とする、計算や目に見えない現象についての説明の工夫
- ③教材研究の負担感
- ④知識不足による、生徒の興味・関心を持たせる授業展開への不安感

以上のことより、次の3点を考慮して分野の検討を行い、教材の開発を進めた。

- ①「参考」等で生徒が苦手とする分野・項目を中心に教材作成を進める。
- ②授業進度の確保（説明時間の短縮）をサポートする教材を作成する。
- ③専門外の科目を指導する教員自身の理解を深める（教材研究時に指導内容の確認としても利用できる）PPTのアニメーション教材を作成する。

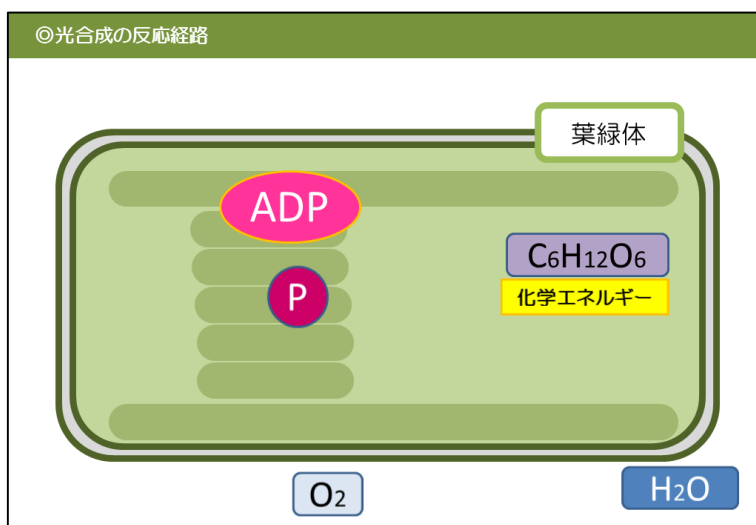
なお、今回の調査研究では「生物基礎」に焦点を絞り、教材の開発を行うこととした。

6 成果物

成果物については、当教育センターWebページの「玖島の杜」に掲載している。

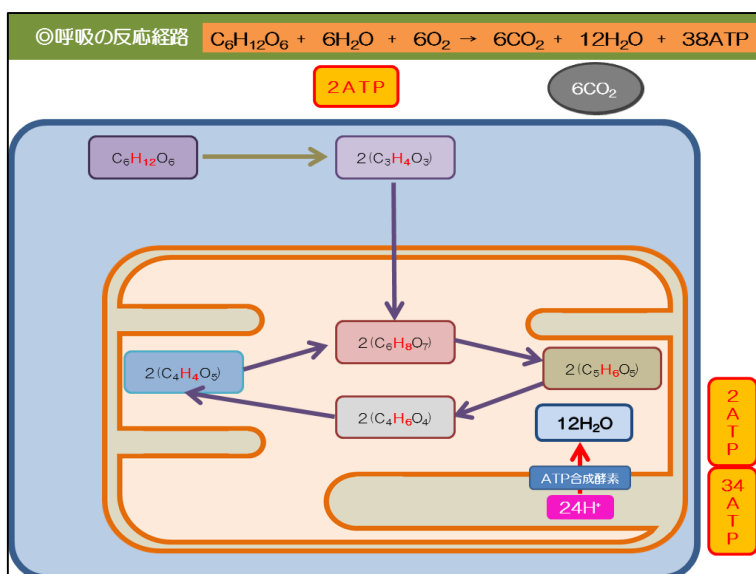
(1) 光合成のしくみ（細胞とエネルギー）

光合成の反応経路は複雑であることから、教員の説明にも、生徒の理解にも時間がかかる分野である。そこで、教科書に記載されている内容で光合成のしくみについてわかりやすく指導できる教材として作成した。



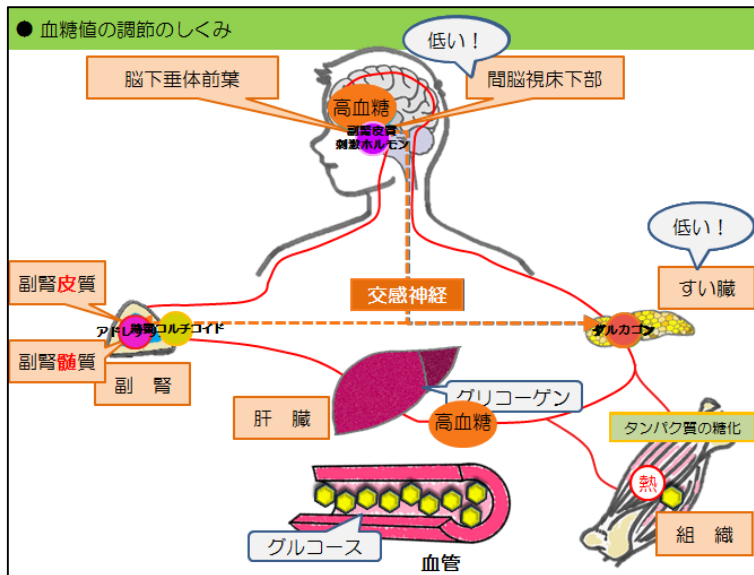
(2) 呼吸のしくみ（細胞とエネルギー）

呼吸の反応経路は複雑で、その反応式も「参考」の取扱いとなっている。そこで、短時間で教科書に記載されている呼吸のしくみについて説明できる教材として作成した。



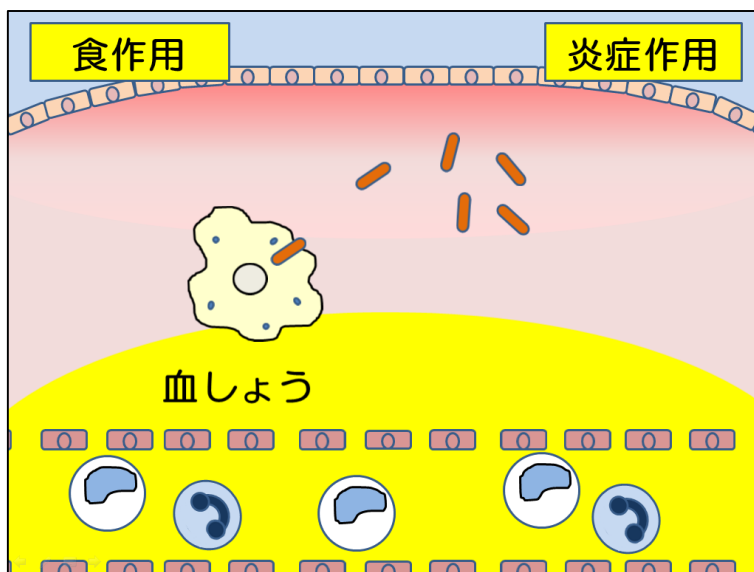
(3) 血糖量の調節（体内環境の維持のしくみ）

血糖量は自律神経系とホルモンの協調により一定の濃度に保たれている。複数のホルモンが関わっており、フィードバックによる調節も行われることから、生徒にとって複雑に感じられる。そこで、視覚的に自律神経系とホルモンによるフィードバックの様子を説明する教材として作成した。



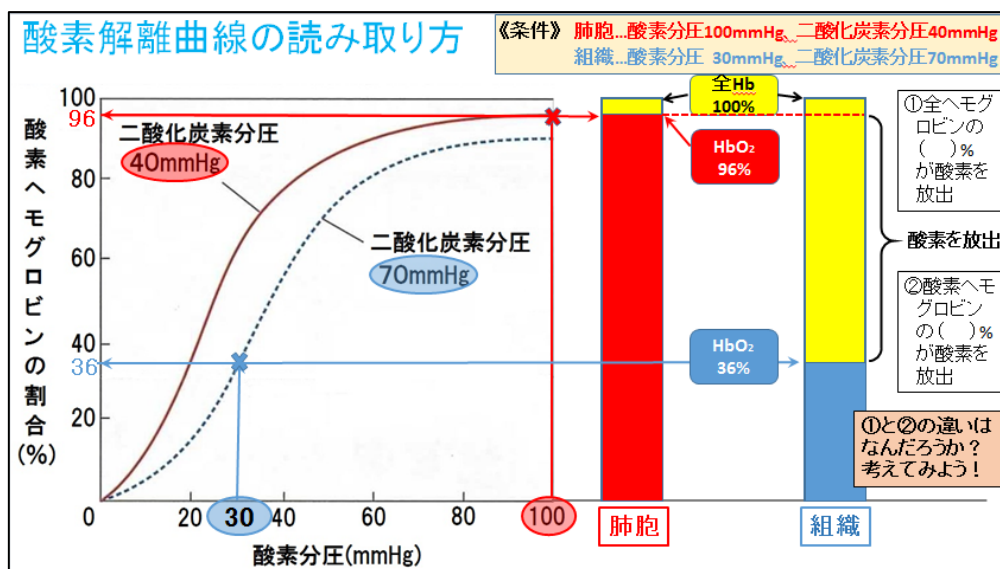
(4) 食作用と炎症作用のしくみ（免疫）

免疫全般については、今回の改定で旧課程よりも詳しく扱われている。特に食作用と炎症作用については、自然免疫の一つとして具体的に示されているため、アニメーションで説明できる教材として作成した。



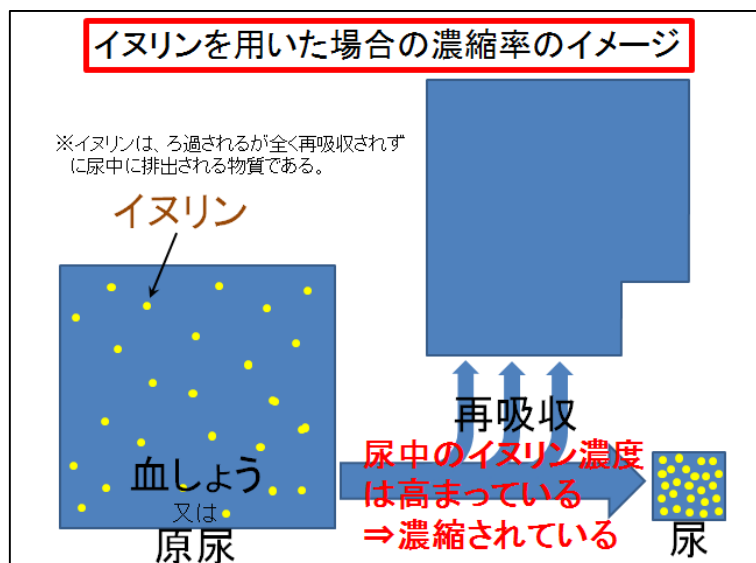
(5) 酸素解離曲線（体内環境）

酸素解離曲線は、一つの図の中に複数の曲線が示されているため、生徒が混乱しやすい項目である。そのため、読み取り方についての説明には工夫が必要となり、時間を要する。そこで、アニメーションを用いて段階を追って読み取り方を確認することができる教材として作成した。



(6) 濃縮率の計算（体内環境）

濃縮率は計算があることで生徒が苦手とする項目である。また、それにもまして考え方が重要になる項目であるため指導に時間がかかる項目である。そこで、授業時において、考え方のイメージを与えるための教材として作成した。



7 今後の課題

平成24、25年度における調査研究においては、「生物基礎」に焦点を絞って教材を作成してきた。しかし、今後は、調査結果に基づいて「物理基礎」「化学基礎」「地学基礎」についても、教材の開発が必要と考える。各種講座において、教材として提示できるように、今後も検討及び教材の作成を進めていかなければならない。

また、今回作成した教材について、その効果を検証し、教材の手直しを行っていく必要がある。そのために、今回作成した教材については講座等で提示し、活用してもらう必要があると考える。また、活用後には、「教員の負担軽減に繋がったか」、「生徒の理解を深めることができたか」等について実態を把握する必要性が出てくる。

8 参考文献

- | | |
|----------------|--|
| 文部科学省（2009） | 「高等学校学習指導要領」 |
| 文部科学省（2009） | 「高等学校学習指導要領解説理科編理数編」 |
| 大学入試センター（2010） | 「プレス発表資料－平成21年告示高等学校学習指導要領に対応した大学入試センター試験の数学、理科の出題科目等について」 |
| 大学入試センター（2012） | 「プレス発表資料－平成27年度大学入試センター試験からの理科の出題方法等の一部変更について」 |
| 大学入試センター（2012） | 「新学習指導要領下で行われる大学入試センター試験に関する質問と要望について」 |