

小学校理科におけるがん教育教材に関する一考察

A Study on teaching materials for cancer education in Elementary Science

橋本健夫* 谷口一也**
Tateo HASHIMOTO Kazuya TANIGUCHI

Abstract

The rapid advancement of molecular biology makes state-of-the-art medical technology common in everyday life. Especially, the development of new medicine is remarkable in cancer treatment. Recently, new medicine which attacks the DNA of cancer cells has been developed. Although it is important to be familiar with cancer and its advanced treatment at an early age, school education in this field has not been well-developed yet. The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology has just started research meetings on cancer education, and is only now promoting this type of education. This research proposes three points of view about cancer education. First of all, we propose the necessity of cooperation between schools and outside organizations, such as local medical professional and healthcare centers. Secondly, we introduce some effective educational materials in cancer education. Lastly, we propose concrete educational contents of cancer education for late elementary grades.

キーワード：理科教育, がん教育, 教材開発

I はじめに

ITや分子細胞生物学などの科学技術が急速に社会に浸透し、身近な存在になりつつある。これらを理解し、活用するためには、学校教育における迅速な対応が必要となっている。中央教育審議会は21世紀を知識基盤社会と捉え、一層の科学技術の進展を推進すべきとの答申を行い¹⁾、そのために、学校教育の中で理科教育や情報教育などを通じて、基礎的な知識を習得するとともに科学の意義や有用性を実感させることを強調している。このための先端科学教材としては、iPS細胞やスマートフォンなど社会で広く話題になっている事象や生活に身近な医療分野、特にがん

* 関西国際大学教育学部

** 大阪府庁都市整備部

を取り上げることが有用であると考えられる²⁾。

近年、がん教育に関する制度的な整備が進められている。政府はがん対策基本法に基づき、平成24年6月のがん対策推進基本計画を策定した。その中で、5年以内に、学校での教育の在り方を含め、健康教育全体の中で「がん」教育をどのように展開すべきかを検討し、検討結果に基づく教育活動の実施を目標ととしている³⁾。この策定を受け、文部科学省は日本学校保健会主催の「がんの教育に関する検討委員会」に検討をゆだねた。その報告書は、近年の社会環境や疾病構造の変化等を踏まえ、また、国全体のがん対策の取組の中で、児童生徒への「がん教育」についての議論が高まっており、既に一部自治体では「がん教育」が始まっていると述べている⁴⁾。さらに、この報告書を受けて、文部科学省は平成26年度より「がん教育」の在り方に関する検討会をスタートさせ、がん教育の目的、内容、方法などの検討とともに、モデル授業の実施や教材の開発を進めている。

一方、中央教育審議会は、「理科の勉強が楽しいと答える中学生及び高校生の割合が国際的にも低い傾向があるなど、学習する楽しさや学習する意義の実感等については、更なる充実が求められるところであり、日進月歩で発展する科学技術と自然の事物・現象との関係を実感する機会を持たせることにより、理科好きの子供たちの裾野を拡大していけるよう、小・中・高等学校教育全体を通じて改善していくことが一層求められる」と指摘し⁵⁾、先端科学教育においても観察・実験を組み込んだ楽しい授業づくりを推奨している。そこで本稿においては、現在進められているがん教育に関する委員会や検討会の内容を踏まえ、小学校におけるがん教育の実践に活用できる観察・実験教材に関して考察を行う。

II. がん教育の在り方

1. がん対策推進基本計画

1.1. がん教育の開始時期

がん対策推進基本計画の中で、がん教育の開始時期に関しては「健康を維持・増進するためにはがんを含めた健康教育を小学校から行っていくことが重要」とされている³⁾。また、がん対策推進基本計画の策定にあたり、その中で「がん教育は理解できる小学校低学年より、家族とともに教育することが必要であり、大学生、成人では遅すぎる。」と述べるなど³⁾、発達段階に応じた教育を可能なかぎり早期からの実施することが重要となっている。

1.2. 教材に関する事項

教材は各自治体などにより現在開発中であるが、がん対策推進基本計画は、次の点に注意することが必要であると述べている³⁾。

- ①時間の限られている保健の学習の中では限界があるため、生物学やがんの研究といった事項もとりまぜて楽しみながら学習する。
- ②学生が自然科学(医学生物学)に対する興味や関心を持つ契機としてのがん教育が重要である。
- ③副読本、教育用アニメーション、映像などの教材の作成が必要である。
- ④がん医療の専門家が学校医に対してがん教育を施し、学校医が学童・生徒に対してがん教育

を行う仕組みが必要である。

2. がんの教育に関する委員会

がん対策推進基本計画を受けて、文部科学省の補助金事業として行われた「がんの教育に関する委員会」では、がん教育の目標や内容が具体的に示された⁴⁾。これらの目標や内容は次回の学習指導要領の改訂にも影響するものと考えられる。

2.1. 「がん教育」の目標（全文）

①がんに関して正しく理解できるようにする

がんが身近な病気であることや、がんの予防、早期発見・検診について関心を持ち、正しい知識を身に付け、適切な対処について理解できるようにする。

②いのちの大切さについて考える態度を育成する

がんについて学ぶことや、がんと向き合う人々を通じて、自他のいのちの大切さを知り、自己のあり方や生き方を考える態度を育成する。

2.2. 「がん教育」の具体的な内容（一部抜粋）

①がんとは（発生要因）

がんとは、体の中で、異常な細胞が際限なく増える病気である。がんには様々な種類があり、病気が進むと、元気な生活ができなくなったり、いのちを失ったりすることもある。また、がんには、たばこ、細菌・ウイルス、過量な飲酒、偏った食事、運動不足、持って生まれた素質など多様な原因がある。

②疫学

がんは、日本人の死因の第1位で、現在では、年間約36万人以上の国民が、がんで亡くなっている。これには人口の高齢化が大きな要因ともなっている。また、生涯のうちにがんにかかる可能性は、男性の58%、女性の43%（2008年であるが、年々増え続けている）。

③予防

がんになるリスクを減らすための工夫。たばこを吸わない、規則正しい生活とバランスのとれた食事をする、適度な運動、ワクチンを受けるなどの方法がある。

④早期発見・検診

⑤治療（手術、放射線、抗がん剤）

⑥緩和ケア

⑦生活の質

⑧共生

2.3. 「がん教育」の実施にあたって（一部抜粋）

小学校においては、「がん教育」をどのように取り扱うかについては、まず児童により身近な課題を扱うという観点も踏まえて検討していくことが必要である。

この「がんの教育に関する委員会報告書」を基礎資料として、現在、「がん教育」の在り方に関する検討会において、「がん教育」の定義、目標、内容、位置付ける教科等、実施する校種・学

年，進め方，家庭や関係諸機関との連携，配慮が必要な事項について検討がなされている⁶⁾。

3. 理科教育におけるがん教育

3.1. 教科横断的な教育の必要性

がん対策推進基本計画や「がんの教育に関する委員会」では，一部で教科横断的な取り組みが必要とされているが，その目標や内容をみると，保健体育以外の各教科の学習内容との関連性を示す資料が殆ど見られず，保健体育単独のがん教育カリキュラムとなっている。各自治体の実践例を見ても，理科や家庭科，道徳などの教科との関連性を示す取り組みは見当たらない。現在のがん教育の位置づけは試験的なものとは言え，小，中，高等学校の各学年で学習する生物や道徳の時間，総合的な学習の時間など幅広く検討し，実践に結び付けることが必要である。

3.2. 継続的な学習の機会

「がんの教育に関する委員会」で取り上げられた内容は多岐にわたり，数時間の学習で指導することは不可能である。教授方法としてビデオ教材や副読本，医師やがん患者からの話を聞くなど，が挙げられているが，うまくまとめられている教材を用いたとしてもすべてを指導することは難しく，各学年で何を指導するのかを詰めていく必要がある。また，がんの種類や治療方法は複雑で，分子標的治療や放射線治療など理解するためにはある程度知識が必要な治療法も複数存在している。さらに，先進医療において一部自費で治療を受ける混合診療も始まっていることを考えると，いのちの大切さや予防法について触れるだけでなく，最新の医療事情を理解できるようになる知識の積み重ねが可能となる学習の機会が必要と考えられる。

3.3. 教員のがん教育

各自治体の先行事例では，医師やがん患者による授業が多く見られる。こういった取り組みは効果的であるが，医師等の負担が大きいためすべての小，中，高等学校で実践するのは困難である。すべての学校でがん教育を実践するためには，教育内容を反映した教科書または，副読本を整備し，その内容を教員が正しく理解することが不可欠となる。ある委員からは「教員への教育は時間がかかりすぎて，実際的ではない」という指摘があったが⁴⁾，教員が理解できない内容を児童，生徒が理解することは難しい。指導書やその他の学習教材，大学教育や教員免許更新時の講習などにおいても学習の機会を作ることが必要であり，教員への教育をいかに実現するのかを検討すべきではないだろうか。

Ⅲ がん教育実験教材

1. がんと遺伝子

がんの教育内容は，前述のとおり様々取り上げられているが，現在使われている実験教材をがん教育に応用するために，がんと遺伝子の科学的性質を整理する。

1.1. がんと遺伝子

発がんの原因として遺伝子的な要因と生活環境やウイルスなどの環境要因とがあるが、どちらが原因だとしても細胞内の遺伝子に変化が起こり、細胞分裂が制御できずに無限に続く状態が、がんである。この遺伝子の変化は遺伝子をコードする DNA の変異や増幅、欠失、転座に起因する。このことを考えると、がんの基本を理解するためには、DNA の理解が不可欠である。そのため、がん教育の導入実験としては、DNA の性質を理解するための実験が適していると考えられる。

1.2. DNA の化学的性質（以下 DNA の性質とする）

DNA の化学的性質を教育実験に利用する観点から整理する。

- ①極性を持つ高分子であり水に溶ける。
- ②アルコールには解けず、凝縮して沈殿する。
- ③制限酵素などにより切断される。
- ④極性を持つ高分子でありマイナスに帯電している。
- ⑤260 nm 付近の紫外光を吸収する。
- ⑥水溶液中で熱を加えると二本鎖が相補鎖に分かれ（変性）、温度が下がると二本鎖に戻る。
- ⑦たんぱく質をコードしている。

2. 遺伝子関連教材

2.1. 化学的性質に基づく実験

がん教育として開発中の教材は、リーフレットや学習まんが、ビデオ教材、副読本などであり、実験教材の試みは見当たらない。しかし、理科教育のみならず保健体育で学習する場合にも、児童、生徒が興味を持って取り組める教材を開発することは大切であると考え、DNA の化学的性質を利用した実験を挙げる。

（1）DNA 抽出、アルコール沈殿

性質①を利用し、食用の肝臓や肉、口内細胞、植物など様々な試料から DNA は抽出することができ、性質②により簡易に可視化することができる。DNA 溶液にアルコールを加えて、沈殿させるだけのミニ実験も考えられる。条特別な機器を使用しなくても行うことができる。

（2）制限酵素処理と電気泳動

性質③により DNA を切断することができ、塩基配列などより詳しく学習することが可能である。また、性質④を利用した電気泳動により分離、性質⑤を利用し可視化することができる。電気泳動には、電気泳動装置が必要であるが、可視化は特別なカメラがなくでもできるような色素も販売されている。

（3）PCR（ポリメラーゼ連鎖反応）

性質⑥を利用して、必要な部位の DNA 配列を増幅することができる。様々な機能を持つ遺伝子を増幅することができる。サーマルサイクラーと言われる増幅器が必要であり、また、プライ

マーや d NTP などの試薬も必要になる。

(4) 遺伝子組み換え実験

性質⑦を利用し、大腸菌の中にルシフェラーゼ遺伝子を持つプラスミド DNA を形質転換することにより遺伝子組換え大腸菌（光る大腸菌）を作ることなどができる。遺伝子組み換え実験は、安全性と倫理面で注意が必要だが、高等学校の理科室でも基準を満たすことで実験が可能である。市販キットを用いることができ、特別な装置は必要としない。

2.2. 遺伝子関連の実験キット

株式会社リバネス、和光純薬工業株式会社、株式会社 DNA チップ研究所、バイオ・ラッド ラボラトリーズ（アメリカ）の各メーカーから販売されている実験キットを表1に示す^{7, 8, 9, 10}。

各メーカーとも前述した実験に関して実験キットを販売している。特に、制限酵素処理と電気泳動を組み合わせた実験に関して多く販売されているが、これは、高額な PCR 機や安全面で配慮が必要な形質転換実験に比べ、実験の導入が容易であることが理由の一つであると考えられる。

表1 遺伝子関連実験例

	製品名	実験名					必要機器
		DNA抽出	制限酵素処理・電気泳動	PCR	遺伝子組み換え実験	その他	
(株) リバネス	DNA 抽出キット	○					ウォーターバス
	遺伝子組換えキット				○		インキュベーター, オートクレーブ機
	DNA 鑑定キット		○				電気泳動装置
	PCR キット		○	○			PCR 機, 電気泳動装置
	DNA 切断・結合キット		○			○	電気泳動装置
	DNA 電気泳動キット		○				電気泳動装置
和光純薬工業 (株)	遺伝子組換え				○		インキュベーター, オートクレーブ機
	アガロースゲル電気泳動		○				電気泳動装置
	DNA 鑑定		○	○			PCR 機, 電気泳動装置
(株) DNA チップ研究所	ハイブリ先生	○		○		○	PCR 機, インキュベーター
バイオ・ラッド ラボラトリーズ	DNA モデルキット					○	—
	DNA 電気泳動キット		○				電気泳動装置
	DNA 断片分析キット		○				電気泳動装置
	フィンガープリント法キット		○				電気泳動装置
	Genes in a Bottle キット	○					ウォーターバス
	犯罪捜査用 PCR キット		○				電気泳動装置
	PV92 PCR キット			○			PCR 機, 電気泳動装置

3. がん教育教材としての遺伝子関連実験

3.1. 小学校理科における遺伝子関連実験

小学校の理科では、第4学年で「人の体のつくりと運動」を、第5学年で「動物の誕生」を、第6学年で「人の体のつくりと働き」を学習するが¹⁾、がん教育は、5年生或いは6年生において行うことが適切と考えられる²⁾。その場合、理科室の実験機器や安全性、時間、児童の知識などを考えると、以下の3つの実験が考えられ、これらを単独、または組み合わせた実践が想定される。また、現状の理科室の設備や教員の技能を考えると、電気泳動や遺伝子増幅、中学校以降で、遺伝子導入実験に関しては高等学校以降で行うことが適切である。

① DNA モデルキット

DNA モデルキットはDNAのモデルをプラモデルなどのように組み立てる実験キットであるが、DNAがヌクレオチドのポリマーであることや、二重らせん構造であることなどが学習できる。組立て時間は小学校高学年であれば15分から20分程度で可能である。

② DNA 抽出キット

DNA 抽出キットは付属の細胞からDNAを抽出し、アルコール沈殿により可視化する実験キットである。DNAが細胞に含まれていることが学習でき、可視化されることでDNAを身近に感じることができる。標準的な時間は30分から90分程度となっているが、実験中に待ち時間があり、解説や話し合いの時間が確保できる点は活用すべきと考えている。

③ DNA 沈殿

事前に準備したDNA溶液にアルコールを加え、沈殿する様子を観察させる実験である。各細胞中にDNAが存在していることを説明し、複数の生物由来のDNAを準備することであらゆる生物に共通してDNAが遺伝物質であることが理解できる。この実験自体は5分程度でも可能であり、また、DNA抽出キットと組み合わせた実践も可能である。

3.2. がん教育教材

各都道府県や国立がん研究センターの取り組みにより、副読本やリーフレットなどがん教育教材が開発されている²⁾。具体例として、橋本らが提案している小単元「ヒトの死」(小学校5学年)の5時間目「医療の進歩と健康」の一つの教材として分子標的薬を活用したパズル教材を提案したい。これまでの抗がん剤は、がん細胞と同時に正常な自分の細胞まで攻撃するものであったが、分子標的薬はがん細胞だけを攻撃する。その特異性は、がん細胞の中の遺伝子異常を狙い撃ちすることで達成されている。この分子標的薬の仕組みを、パズル教材化する。

具体的には、形と色で区別した複数の薬と、表面に薬に対応する形、色を持ったがん細胞のモデルを用意し、これをパズル形式で当てはめさせるのである。グループワーク形式での実践が想定され、最先端がん治療を楽しみながら学ぶことができる。

3.3. がんを理解するための小単元の編成

現在進められているがん教育の制度設計や副読本の作成などは、机上で議論するだけでなく授業実践を踏まえ、児童の反応を把握した上で行うことが重要である。そこで、上述した実験キットを用いて、がんや遺伝子を身近なものとして理解させるために、小単元「ヒトの死」の5時間

目の医療の進歩と健康に関して学習指導略案を構想した。

表2 学習指導略案（医療の進歩と健康）

第5学年 理科学習指導略案

児童 第5学年1組 男子 18名 女子18名 計36名

指導教諭 国際 太郎

1. 日 時 平成27年10月2日（金） 第2,3校時

2. 単元名 「ヒトの死」

3. 本時について

(1) 題材名

「ヒトの死」⑤医療の進歩と健康

(2) 本時の目標

医療の進歩に興味を持ち、がんが遺伝子の病気であることを理解する。

(3) 本時の観察・実験

DNAの抽出・エタノール沈殿、分子標的薬パズル

(4) 本時の展開

分	教師の支援	学習活動
5	1 前時までの復習を行う。 ・細胞、遺伝子とDNAの定義、性質	・掲示しながら、挙手と指名で確認する。(一斉)
5	2 観察・実験①の課題をつかむ。	
課題：サケの精巣からDNAを抽出しよう！（実験を通して、遺伝情報の担い手でありすべての生物が持つDNAを目で見、触れることにより、DNAを身近に感じ、その性質を理解させる。）		
35	3 DNA抽出キットを用いて、DNAを抽出させる。(実験①) ・Step.1 細胞をバラバラにする(手順1) ・Step.2 細胞を壊す(手順3) SDSが細胞膜を壊す試薬であることを伝える。 ・Step.3 DNAとタンパク質を分ける(手順4～6) NaCl溶液によりDNAからタンパク質が除去されることを伝える。 ・Step.4 DNAを沈澱させる(手順7) DNAが水に溶け、アルコールに溶けないことを理解させる。	・手順に従ってDNAを抽出する。(ペア) 1) サケの精巣に蒸留水を加え、葉さじですりつぶす。 2) すりつぶした精巣をビーカーに移し、蒸留水を加える。 3) SDS溶液を加え、ゆっくりと攪拌する。 4) NaCl溶液を加え、ゆっくりと攪拌する。 5) お湯で湯煎しながら、ゆっくりと攪拌する(約5分)。 6) お湯から取り出し、NaCl溶液を加え、攪拌しながら冷ます。 7) エタノールを加え、DNAを沈澱させる。(白い糸状の物質として可視化) DNAの性質を理解する。
【小休憩】		
10	4 観察・実験②の課題をつかむ。	・がん細胞を特異的に攻撃する方法を話し合う。(グループ)
課題：分子標的薬でがん細胞を攻撃しよう！（パズルを通して、分子標的薬が特定のDNAの変化(変異)を標的としていることを理解させる。）		
15	5 分子標的薬パズルにより、分子標的薬の特徴を理解させる。 ・これまでの抗癌剤との違いを認識させる。	・分子標的薬パズルを行う。わかったことをグループ内でまとめる。(グループ)
10	6 分子標的薬を含め現在の抗癌剤には限界があること、他の最新医療をパワーポイントと配布資料を用いて説明する。	・抗癌剤や最新医療に関して理解する。(一斉)
10	7 自分の健康に関して、本時及び前回までの授業を踏まえて文章でまとめさせる。	・がんが身近な病気であること、がんの予防、早期発見、検診など自分の健康と関連することを確認する。(個人)

IV おわりに

本稿では、現在進められているがん教育の制度設計について現状を調査し、これを踏まえて、小学校理科教育でがん教育を行う場合の導入実験について考察した。がん教育の制度設計は、現在進行形で進められており、がん教育の実践のためには、前報で提案したように産・官・学の連携が必要である²⁾。特に医師などの医療スタッフと学校現場が継続して連携するには、仕組みづくりが大切であり、そこでは地方自治体が重要な役割を担う。また、実験機器に関しても学校間のみならず、大学や研究施設とのシェアリングが考えられる。高価な機器は必ずしも各学校で所有する必要はなく、共有することで有効活用することができ、機関を超えたシェアリングを行うことで人的交流の促進も期待される。

教科書や副読本の学習、ビデオ学習などに加え、観察・実験を授業に組み込むことで、理解を容易にし、知識の定着も期待できる。また、楽しい学習を実践していくうえでも有用である。がん教育を保健体育や総合的な学習の時間で指導する場合でも、今回示したような観察・実験を組み込んだ学習が可能であり、がん教育が具体化される中で、観察・実験教材のさらなる開発と実践例の蓄積を進めていく必要がある。

【引用文献】

- 1) 中央教育審議会、『「生きる力」と資質・能力について』、中央教育審議会答申、2008
- 2) 橋本健夫、谷口一也、「関西国際大学紀要」、第16号 75-84、2015
- 3) 厚生労働省、「がん対策推進基本計画」、2012
- 4) 公益財団法人日本学校保健会、「がんの教育に関する検討委員会 報告書」2014
- 5) 中央教育審議会（第101回）配付資料「資料2-1.教育課程企画特別部会 論点整理」、38、2015
- 6) 文部科学省「がん教育」の在り方に関する検討会（第2回）配付資料「「がん教育」の在り方に関する各論点について」、2014
- 7) 株式会社リバネス HP <http://lvnshop.com/shopbrand/005/001/X>
- 8) 和光純薬工業株式会社 HP http://www.wako-chem.co.jp/siyaku/index_education.htm
- 9) 株式会社 DNA チップ研究所 HP <http://www.dna-chip.co.jp/products/sensei/>
- 10) バイオ・ラッド ラボラトリーズ HP <http://www.bio-rad.com/ja-jp/education>
- 11) 文部科学省、「小学校学習指導要領解説 理科編」、大日本図書、2008