

# 生化学教育の観点からの科学教養番組の検証

## —NHK スペシャル人体Ⅲ「遺伝子」第1集の教材としての有用性—

### A Study of the science TV documentary in a viewpoint of the biochemistry education —The Universe within III the human genome DNA 1—

貞野宏之

Hiroyuki Sadano

1999年放映後ビデオとして販売されている「NHK スペシャル人体Ⅲ 遺伝子第1集」の内容を分析し、現在の教育現場で本作品を教材として使用する際に留意すべき問題点を探った。まず、本作品では人の遺伝子の種類は10万種類としているが、2004年のヒトゲノム計画の報告では2万4千個程度と修正された。この部分は本作品を教材として使用する場合には注意を要すると考えられた。一方で、2003年以後に本作品のCG（コンピューターグラフィック）映像が部分的に移植されたNHKの教育番組では、遺伝子の数の解説が修正されていることが判明した。次に、遺伝子の突然変異が受け継がれたイタリアの例の紹介で、特殊な遺伝子を運ぶヒトという意味の語句としてイタリア語で「ポルトーリ」という語句が紹介されている。今回の調査では、科学専門雑誌の文献にも当該語句の使用例は見られなかった。このことから、教育現場での「ポルトーリ」の語句の使用は一般性という面からは避けるべきと考えられた。本作品は秀逸なCG映像以外にも、生化学のみならず、現代の生命を幅広くとらえるための重要なメッセージが含まれており、科学ジャーナリズムの真摯な取り組みを教育界が重く受け止めるべき内容を含んでいる。生化学分野の進展により教材としての使用には留意すべき点は見られるが、そういった部分をおさえた上でも、本作品は十分に通用すると考えられた。

高校までの理科教育、大学や市民講座などでの科学教育において、マルチメディアの利用は機器や環境の整備により飛躍的に進んできている。以前は、NHKの学校放送を授業内で視聴するというものであったが、ビデオ録画再生機の普及により、録画した番組や市販ビデオの教材利用が進んできた。最近では、パソコンの普及により放送をパソコンで録画したり、市販DVDソフトが利用されるようになってきている。科学は実験や自然現象を対象とするため、視聴覚教材の利用は履修者の理解向上の為に有効と考えられる。ところが、科学は研究の進展により教育に賦する内容も時々刻々変化するのが普通であり、理科の教科書の内容も改訂のつどに見直される。その教科書の改訂に間に合わないほど、進展が著しい科学分野も存在する。そのひとつが生化学分野である。大学の講義で提示される内容は、2年間同じ内容では済まされない場合が

少なくない。報道される生化学分野のニュースが教科書の記載と相反する場合も出てきており、教育担当者はこの分野の進展に気を許すことはできない。大学以前の教育現場では、教科書の改訂サイクルの間は耐える基本的な内容が中心であるが、それでも、最新のニュース等にさらされる場合は同様であろうと推察される。

この教育現場で使用されるメディア教材はNHKの学校放送や科学教養番組の放送と、それらを収録したビデオが中心を占める。特に、科学教養番組のビデオ化されたシリーズが多くの大学の講義に利用されている。教材ビデオを使用して、実際には実験を行うことはない一般の講義や、実験や演習の補完教材として、実験の様子や解説を映像で見ることは、理解の向上につながることは明らかである。一方で、次のような問題点も提起される。(1)ビデオの内容が古く、教科書や

最新の知見と食い違う。(2)教科書やプリントに基づく教員の説明よりも、映像の印象が強く、履修者が教員の意図しない理解をしてしまう場合がある。このような問題点を考慮しても、メディア教材の教育利用への効果は高いとみられている。現在のところ、問題点を克服する方策として考えられるのは、教育担当者がメディア教材の不断の内容チェックを行うことと、履修者の理解内容の確認と改善を行うことである。また、そのような方策を教材ごとに、他の教育担当者に公開することも、よりよい改善のためには必要となることであろう。

本研究では、「NHK スペシャル人体Ⅲ遺伝子第1集」(文献1、2)を採りあげ、内容を分析し、最新の知見と比較し、問題点を明らかにした。また、講義において教材として使用する場合、履修者が教材の内容をどのように受け取るか、授業設計上、教員が留意すべき点等を考察した。

## 方法

ビデオ版「NHK スペシャル驚異の小宇宙人体Ⅲ遺伝子第1集 副題：生命の暗号を解読せよーヒトの設計図ー」(「人体Ⅲ遺伝子ーヒトの設計図ー」(文献2)を視聴し、シーンごとにテキスト化した。また、NHK放送より収録した「映像科学館 人体のしくみ(7)DNA」(文献3)についてもテキスト化した。さらに、NHK放送の「ジュニアスペシャル遺伝子(1)」(文献4)「BS ドキュメンタリー 動脈硬化との闘いー新薬開発の舞台裏ーthe Cure」(文献5)については、視聴の上、一部をテキスト化した。文献3と4では、「人体Ⅲ遺伝子ーヒトの設計図ー」の映像が一部に再使用されていたので、タイムラインとして対応させる表を作成した。これらに収集した文献資料を加えて比較分析を実施した。

計図ー」(「人体Ⅲ遺伝子ーヒトの設計図ー」(文献2)を視聴し、シーンごとにテキスト化した。また、NHK放送より収録した「映像科学館 人体のしくみ(7)DNA」(文献3)についてもテキスト化した。さらに、NHK放送の「ジュニアスペシャル遺伝子(1)」(文献4)「BS ドキュメンタリー 動脈硬化との闘いー新薬開発の舞台裏ーthe Cure」(文献5)については、視聴の上、一部をテキスト化した。文献3と4では、「人体Ⅲ遺伝子ーヒトの設計図ー」の映像が一部に再使用されていたので、タイムラインとして対応させる表を作成した。これらに収集した文献資料を加えて比較分析を実施した。

## 結果

### 「人体Ⅲ遺伝子ーヒトの設計図ー」の構成

表1には、各場面の開始時間(タイムライン)順にLAP(継続時間)、内容、映像の種類、登場者をまとめた。場面1では、「人体Ⅲ遺伝子」全6集に共通する大滝秀治による、谷川俊太郎の詩の朗読がある。これの位置づけはシリーズ全体の流れからみて最も適当な第6集についての論考において論ずることとする。

表1

場面	タイムライン	LAP	内 容	映 像	登 場 者
1	0:00	4:20	テーマ音楽、朗読、プロローグ	CG、実写、イメージ	朗読：声 大滝秀治、ナレーター：声 山根基世(ナレ)、コメント：ロジャー・ニュートン博士、リー・シルバー博士
2	4:20	1:36	番組の意図の説明	CG、実写	ナビゲーター：古屋和雄(ナビ)
3	5:57	3:29	DNAの構造	CG	ナレ
4	9:28	4:51	ボルタトーリの解説	CG、実写	ナレ、コメント：ルジェロ、ナビ
5	14:24	2:25	10万種類の遺伝子	CG	ナレ
6	16:59	4:20	10万種類のタンパク質	CG	ナレ
7	18:45	2:48	ボルタトーリの系図	CG、実写	ナレ
8	21:34	3:11	「分化」というテーマに転換	CG、実写	ナビ
9	24:46	5:09	マスターキー遺伝子	CG、実写	ナレ、コメント：ローズ・ホフマン、兄ハワード
10	29:56	12:41	ホメオティック遺伝子	CG、実写、イメージ	ナレ、コメント：ウィリアム・マクギニス博士
11	42:45	2:18	まとめ：ホメオティック遺伝子	CG	ナレ
12	45:06	3:02	エピローグ	CG、イメージ	ナビ、ナレ
13	47:07	0:41	エンドタイトル	字幕	

表1の解説 タイムライン：テーマからの開始時間、LAP：各シーンの継続時間、CG：コンピューターグラフィック

場面1では、プロローグとして、遺伝子技術からバイオビジネスが発展する世界、クローン技術からは遺伝子操作されたデザイナーベビーの誕生の予言が語られる。次に、第1集の内容説明として、遺伝子が体の設計図であること、その設計図の解説が1988年より国際プロジェクトによってはじめられ、2003年には終了予定であることが語られている(場面2)。場面3はこのシリーズを視聴するに当たってのDNAの基礎知識をCG(コンピューターグラフィック)と実写によって解説している。このCG場面は以後の第2集以後も頻繁に提示され、その都度にDNAの構造に関する知識が確認される。次に、本作の前半の主要テーマである、特殊な遺伝子を持ったイタリアの家系の解説が場面4である。遺伝子の突然変異が、この家系の保因者「ポルトーリ」において、コレステロールを分解する酵素に通常人よりも高度な能力を与えていることを説明する(場面4)。この酵素の能力の違いを説明するために遺伝子という設計図から、酵素(たんぱく質)が合成されるしくみを解説する(場面5、6)。前半部分の終わりとして、場面7では「ポルトーリ」の家系発見のいきさつが語られ、遺伝子が代々受け継がれるものであることを解説して終わる。後半部分は体を構成する各器官を作り上げる「分化」の司令をするしくみが、やはり遺伝子の設計図にあることを解説していく(場面8)。「マスターキー遺伝子」が各器官を作る鍵となる遺伝子であること(場面9)、この鍵となる遺伝子に指令を出す役割を持つ「ホメオティック遺伝子」が紹介される(場面10)。このホメオティック遺伝子が酵母菌からショウジョウバエ、ヒトを含む動物に驚くほど共通であることを解説する(場面11)。エピローグ(場面12)では、300年受け継いだポルトーリの遺伝子、また、あらゆる生命の中で体の形作りの設計図としての遺伝子の共通性が再度確認される。

### CGの効果

科学番組の映像の種類としては、主に実写、CG、イメージ映像がある。実写は研究所の施設の様子、実験の様子、コメントの様子という内容である。これに実際の録音とナレーションが加わる。CG場面は大きく3タイプに分かれる。まず(1)アニメーション：染色

体やDNA、酵素といった分子のイラストが動くアニメーションで、解説のため矢印や文字が加えられる。このタイプのアニメーションが従来の科学番組では主流であった。現在でも、テレビのニュースや解説番組の映像では頻繁に利用される。ところが、本作品ではこのタイプの映像は極端に少ないことが判明した。場面10の「ホメオティック遺伝子」の解説で使用されているのみである。(2)合成CG：ナビゲーターが解説する実写とCGを合成している。クロマキー手法と見られるが、動く遺伝子やDNAの横でナビゲーターが解説する映像となる。従来は解説者が模型等を取り扱いながら解説を行う場面に相当するものである。6集全編を通してナビゲーターが登場する場面の映像はこのCGが共通して使用されている。場面2、4、8で、遺伝子を表現するCGは46冊の百科事典から短冊状のシートに書き込まれた遺伝子の配列が抜き出されるといふ動きのある幻想的なイメージである。遺伝子が登場する場面では本シリーズで共通するものである。(3)フルモーションCG：詳細なCGによる背景の中で、CGのDNAやたんぱく質、細胞内の構造体が相互作用し機能する様子を描いている。背景は色彩が豊富で、立体感のある映像になっている。動きのある構造体の描写イメージは2通りある。核やミトコンドリア、リボソームといった細胞内の構造体は、滑らかな表面の立体構造物。2つ目が前者の細胞内構造物よりもはるかに小さいたんぱく質、DNA、RNAといった小分子の描写である。こちらは、DNAは2重らせん構造を表現した竹細工のような立体で塩基の部分はA、T、G、Cの塩基の略号が描かれている。RNAはDNAと類似する塩基からなる分子なのであるが、CGではDNAは青色、RNAはピンク色のひも状の分子として描写されている。次にたんぱく質、こちらは酵素機能を発揮する分子として、機械仕掛けのロボットというようなイメージになっている。立体の一部に歯車や、マジックアーム、ナイフ、槍状の機能部位があり、連続した動きで、他のたんぱく質やDNA、RNAに作用する様子が描写されている。

以上のようなCG映像のうち、フルモーションCGはこれまでにない詳細で独特であった。その後のNHKの教育番組でこの場面の映像は頻繁に再使用されている。

### 3 番組の比較

本作品のCG等をNHKは他の番組でも再使用している。このうち、「映像科学館 人体のしくみ(7)DNA」(文献3)、NHK放送の「ジュニアスペシャル遺伝子(1)」(文献4)を取り上げ、映像を比較した。

「人体Ⅲ遺伝子-ヒトの設計図-」の場面3は、「映像科学館 人体のしくみ(7)DNA」では、ほぼ完全に「DNAの構造」というクリップ映像に移植されている。ナレーションも男性アナウンサーの声になっている。高校の生物の授業や、大学教養の生命科学系の講義に適したクリップである。一方、「ジュニアスペシャル遺伝子(1)」では、実写も含みながらCGで同様な内容が解説されている。この番組は小学校高学年から中学生が対象とみられるが、少し高度な内容でも登場人物の小中学生がDNAの模型を扱い、先生から学ぶ形式で理解しやすくなっている。

次に、場面4は、「映像科学館 人体のしくみ(7)DNA」では取り上げられず、「ジュニアスペシャル遺伝子(1)」ではごく短いクリップに圧縮され、ナレーションも変更され、再利用されている。

次に、場面5と6の遺伝子の機能であるタンパク質が合成されるまでの仕組みについての内容であるが、「映像科学館 人体のしくみ(7)DNA」でも、ほぼ全CG映像が移植されている。一方でナレーションが大幅に変更されている。場面6では「縦に伸びるDNA

に丸い酵素がくっついて、画面左側に遺伝子の写しを送り出しています。遺伝子の写しは、核の外に向かいます。そして待ち構えていた暗号解読装置にかけられます。」というように、「丸い酵素」「遺伝子の写し」「暗号解読装置」という語句が使われ、対応する「RNAポリメラーゼ」「mRNA」「リボソーム」という用語は、全く使われていないことがわかった。一方、「映像科学館 人体のしくみ(7)DNA」では「遺伝子の写し」は「伝令RNA(mRNA)」に、「暗号解読装置」は「リボソーム」に置き換えられていた。後者では高校の教科書に沿った教材という性格に変えてきている。

次に、場面9、10の「マスターキー遺伝子」「ホメオティック遺伝子」の映像は、CGや解説アニメーション部分は「映像科学館 人体のしくみ(7)DNA」の「マスターキー遺伝子」クリップに移植されている。一方、遺伝子の異常が見つかったローズ・ホフマンさんや、研究者の実写の映像は除かれている。この遺伝子システムの発現調節の研究分野はこの1999年以降、非常に変化しており、「マスターキー遺伝子」「ホメオティック遺伝子」だけでは不足する状況である。ただ、他の知見も追加するべきであると批判するには、どの知見も複雑すぎて、高校生向けの解説としては難しいのではないかと考えられる。つまり、「映像科学館 人体のしくみ(7)DNA」の「マスターキー遺伝子」クリップは高校生には、高度すぎると考えられる。また、実

表2

番組名	人体Ⅲ遺伝子-ヒトの設計図-			映像科学館 人体のしくみ(7)DNA			ジュニアスペシャル遺伝子(1)		
	タイムライン	LAP	内容	タイムライン	LAP	主な相違点	タイムライン	LAP	主な相違点
3	5:57	3:29	DNAの構造	0:36	3:23	科学用語の使用	10:20	2:41	なし
4	9:28	4:51	ポルトトーリの解説	該当場面なし			34:10	00:30	「ポルトトーリと呼ばれる特殊な遺伝子をもつ人たちが暮らしている」
5	14:24	2:25	「10万種類の遺伝子」	0:55	2:06	「およそ3万種類の遺伝子」	該当場面なし ただし、谷田部氏が「人の遺伝子の数は24000」と言及している。		
6	16:59	4:20	「10万種類のタンパク質」	0:00	0:55	「10万種類」の言及はない			
9	24:46	5:09	マスターキー遺伝子	1:06	1:37	なし			
10	29:56	12:41	ホメオティック遺伝子	2:44	2:59	なし			

主な相違点：各番組の「人体Ⅲ遺伝子-ヒトの設計図-」との相違点。なし：相違点がなく、同様。該当場面なし：対応するタイムラインの映像がないことを示す。

写映像を削除したことにより、教材化したということであれば、さらに難解なものを作ってしまったといえる。実写の部分の、遺伝子の異常が見つかったローズ・ホフマンさんの明るい生き方、そのような人物の存在が人類への救いになるといった、全編を通したメッセージとして提供することのほうが意味深いと考えられた。

## 遺伝子の数

遺伝子の数について、本作品では場面5でCGの動きに合わせてナレーターが「(中略)これがDNAです。ここに10万種類の遺伝子が含まれています。今、まさにマルコさんの遺伝子の一つが働き始めました。まず、10万種類のうち必要な遺伝子だけが写し取られます。」と解説している。「人体Ⅲ遺伝子-ヒトの設計図-」の初放映は1999年5月2日であった。その後、人の遺伝子については、国際ヒトゲノム解読共同研究体(International Human Genome Sequencing Consortium)が2001年にnature誌「ヒトゲノムの初解読と解析」という論文で報告し(文献6)、同じ巻号の別論文でD. Baltimoreは「ヒトゲノムにはタンパク質の遺伝子がおよそ31,000個あると見積もっている。そのうち22,000個を一覧にしている。」と述べた(文献7)。共同研究体が「ヒトゲノム最終解読」として、2004年に報告した論文ではタンパク質の遺伝子は20,000から25,000個と見積もった(文献8)。

「人体Ⅲ遺伝子-ヒトの設計図-」の制作時点の「10万種類の遺伝子」は、どのようなデータに基づいたのかを明らかにするため、文献を調査した。「人体Ⅲ遺伝子-ヒトの設計図-」のオフィシャル本である、NHK「人体」プロジェクト「驚異の小宇宙・人体3遺伝子・DNA1」NHK出版(1999年5月6日)(文献9)では、番組解説の項では、遺伝子の数は「約10万種類」(p31)、「こうした設計図が、『遺伝子の書』の中に、およそ10万個書かれていて(略)」(p32)と、番組と同じ内容であるが、同文献内の「対談ゲノム社会学-遺伝子研究は社会をどう変えるか『ヒトゲノム研究が社会にもたらす光と影』」では「7~10万種類の遺伝子」と対談者の軽部征夫氏が発言している(p113)。参考文献に挙げられたB. Lewin著「遺伝子第6版」では人の遺伝子数は125,000個と見積もってい

る(文献10)。この文献は分子生物学分野の大学院レベルの教科書として多用されており、人体Ⅲ本編シリーズの諮問委員の一人である、榊佳之氏が訳者の一人になっている。この文献で紹介された遺伝子数の算出法は「既に知られたヒト遺伝子の平均的な大きさを用いて、隣接した遺伝子間の距離がその遺伝子よりは小さい(たとえば半分)と仮定して計算すると(略)」(p596)ということになる。つまり、特定されていない遺伝子数を既知の遺伝子の平均の大きさから推測したものであった。この値は当然のことながら、すべてのヒトゲノムが解読されたときには変更される可能性が高いものである。この他の日本語文献では、番組の諮問委員である中村裕輔氏が共著者になっている教科書(2001年2月発行)でも遺伝子の数を「ざっと100,000」(p30)と記述している(文献11)。

この他にも、別の算出根拠により遺伝子数の見積もり数が報告されている。1999年12月に日本の慶応大学を中心としたグループがヒトゲノム22番染色体の完全解読を発表した際の見積もりは45,000から61,000個であった(文献12)。これは23対の染色体のうち、1種の染色体の構造を基にしたものであるので、他の染色体上の遺伝子の配置も類似しているならば、近似した値であったはずである。しかし、他の染色体も同じ遺伝子の配置であるという保証はなかった。また別のアプローチとして、遺伝子が発現してRNAになるが、そのRNAの分析から遺伝子数を推測する手法も行われた。2000年6月の報告で細胞からEST(expression sequence tag)と呼ばれるRNAを200万個分析し、120,000個の遺伝子を見積もっていた(文献13)。以上のように、番組を制作していた時点では、遺伝子数の近似した値を出すことは困難であったと考えられる(図1矢印A以前)。

ヒトゲノム解読(2001年2月発表)の後に刊行された文献から、遺伝子の数の記述を調査したところ、30000から100,000と幅を持たせた記述(p112)(2001年7月、文献14)から、32,000(3万~4万)(2001年7月、文献15)とされている。この幅広い数値は、上限を従来の予測値100,000とし、下限を30,000~32,000のゲノムプロジェクトで得られた値とするとする暫定的なものであった(矢印B)。この後は、ゲノムプロジェクトによる遺伝子の予想精度が上がったこ

とが認知され、遺伝子数の予測値は26,000-32,000 (2001年9月、文献16)、35,000 (2001年9月、文献17)、33,000-37,000 (2002年2月、文献18) となった。ヒトゲノム最終解読(2004年)の発表以後は27,000 (2004年2月、文献19)、22,000(p10) (2005年3月、文献20)、22,000 (2006年2月、文献21) に落ち着いている。

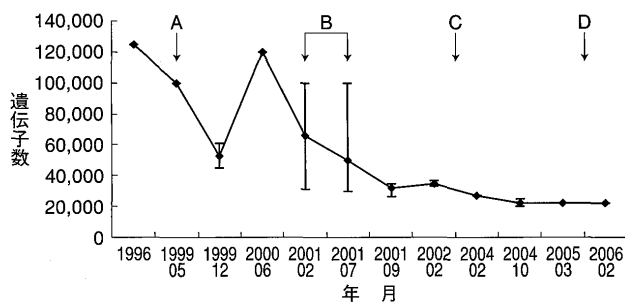


図1

図1の解説 遺伝子数：予測された遺伝子数、年月：文献の刊行年月、矢印A：「人体Ⅲ遺伝子-ヒトの設計図-」の放映時期、矢印B：ヒトゲノム解読発表から半年の時期、矢印C：「映像科学館 人体のしくみ(7)DNA」の放映時期、矢印D：「ジュニアスペシャル遺伝子1」の放映時期を示す。

この場面5を再使用した番組、映像科学館のナレーションでは「10万種の遺伝子が」が、「ここにおよそ3万種類の遺伝子が含まれています」に変更されていた(矢印C)。また、「ジュニアスペシャル遺伝子1」では映像の後、谷田部解説委員が「人の遺伝子の数は24000」と述べていた(矢印D)。このように、場面5を再使用した番組では適切に最新の知見が反映されていたと評価することが出来る。

### 「ポルタトーリ」

「ポルタトーリ」という語句の初出は場面4の「世界でたった38人だけが持つと言われる、動脈硬化を防ぐ遺伝子。この遺伝子を持つ人は一人残らず、イタリア北部にあるリモネという村の出身者です。(中略) この特殊な遺伝子を持つ人達は『ポルタトーリ』と呼ばれます。イタリア語で『遺伝子を運ぶ人』という意味です。」である。このほかにも、場面4内で8箇所、場面5で1箇所、場面7で8箇所の合計18箇所で、内訳はナビゲーターの発言内で1箇所、その他は、ナレーションの中で使用されていた。作品中で、「動脈硬化を防ぐ遺伝子」を「運ぶ人」という意味になる。この遺伝子は「アポA-1ミラノ」という名前でも11番染色

体上にあることが判明している。この名前は作品中では提示されない。イタリア語では「ポルタトーリ」は「ポーター、運搬人、荷役、支えるもの、伝える人(もの)、保菌者[医学用語として]」で、この保菌者に類する保因者(英語でキャリアー:carrier)が最も妥当な訳となると考えられた。

「映像科学館 人体のしくみ(7)DNA」では、「ポルタトーリ」は登場しないが、「ジュニアスペシャル遺伝子(1)」では、短いクリップで登場している。「ポルタトーリと呼ばれる特殊な遺伝子をもつ人たちが暮らしている」と、初出作品とほぼ同じ意味で使用されている。

### 考察

本作品の解説のCG場面が授業では使用しやすいので、タイムラインを参考にして、ビデオ、DVDを再生する方法が推奨される。ナビゲーターが解説する部分は教員が解説することによって、履修者の理解を増進することが可能と考えられる。映像科学館はNHKの大型科学番組から学校現場で利用しやすいようにクリップ化し、新たなナレーションを加えた作品である。細胞内の構造や、遺伝子の機能、酵素の機能といった様々な生命現象の解説に用いやすくなっている。従来は教員が板書で解説したり、限られた市販の細胞、DNA、たんぱく質分子といった模型を用いていたのであるが、本クリップ教材の利用によって映像を一時停止や、コマ送りして、動きを詳細に解説できるようになった。

背景の描かれ方は、日経サイエンス、ニュートンといった科学雑誌のカラーグラビアに掲載された細胞内のイメージを踏襲している。実際の細胞には色素がない限り色彩はない。電子顕微鏡写真や光学顕微鏡写真ではコントラストの違いで濃淡があるのみである。光学顕微鏡写真で色彩があるのは、細胞を固定した後に外部から染色したものである。細胞内で色素たんぱく質を合成させる手法も広く使用されるようになったが、基本的には細胞内は無色、コントラストのない世界である。科学雑誌のカラーグラビアは専門科学雑誌のイラストにも影響を与えた。これが、本作では、立体感のある色彩豊かな背景となった。当時の研究者に

とって、科学雑誌のカラーイラストになれてきていたので、それほど違和感はなかった。しかし、実際の細胞内のイメージとは違うということを履修者に認識させる必要はあると考えられる。

たんぱく質などの描かれ方は独特で、電子顕微鏡で捉えたたんぱく質の画像は、粘土細工かコッペパン様の構造である。これが、外皮をまとったロボット様で、機能部位はぜんまい仕掛けの歯車、ナイフ状である。たんぱく質の機能である他の分子を切断したり、接着したり、そのような機能を象徴する構造となっているわけである。これは履修者に、たんぱく質のアミノ酸の構造の一部がそのような機能を持っていることを理解させるうえでは有用である。また、全体に生物の体を構成する分子が、不定形な形状であいまいな機能を持つのではなく、形と機能が定まっており、機械仕掛けに働いていることを素直にイメージすることができると見られる。

これらの各場面のCGは、教材として生物学、生化学分野の教育現場で利用されている。また、生化学分野の進展により教材としての使用には留意すべき点は見られるが、その内容は5年を超えた現在も通用し評価は高い。

本作品を収録したDVD版において、ヒトゲノム計画の成果を踏まえた修正編の追加が必要と考えられた。2003年以後に本作品の映像が部分的に使用されたNHKの教育放送「映像科学館」では「3万4千個の遺伝子」、「ジュニアスペシャル」では「2万4千個程度」と修正されてきている。一方で、現在も発売されている本作品のDVD版では、全く修正や注釈も行われていない。使用する教員によっては、修正する解説を行われない場合もあると考えられるので、改訂版が出ない場合はDVDのパッケージに注釈を付加すべきではないだろうか。

アポA-1ミラノを発見したイタリアの研究者チューザレ・シルトリ（ミラノ大）が本作品の取材協力者になっている。この最初の報告によると、イニシャル表記になっているが、場面4と6でも「ポルトトーリ」として登場するマルコ氏の家族の中で、マルコ氏の父親とマルコ氏と妹の一人がアポA-1ミラノの遺伝子を持っていると報告されている（文献22）。この論文では「portatori」という語句は使用されていない

ことが判明した。また、PubMedという英語医学文献データベースの調査においても、英語の学術文献でportatori(e)はほとんど使われておらず、検索されたものはすべてイタリア語で書かれた文献のタイトルであった。そのほとんどが感染症の保菌者という意味であった。一方で、遺伝的変異の持つもの（保因者）という意味で使用しようと考えられた。

たとえば、イタリア語の論文タイトルが

“Diagnostica delle Talassemie: organizzazione e standardizzazione del depistage dei portatori e della diagnosi prenatale”であったものが、

英語訳

“Diagnostic of the Thalassemias: organization and standardization of the depistage of the carriers and the prenatal diagnosis”となり、「portatori」は「carrier」の意味と同義と見られた。

北イタリアのリモネ村をNHK取材陣が初めて訪ねたとき、村役場で、「動脈硬化になりにくい特殊な遺伝子を持つ人たちは『ポルトトーリ』と呼ばれていた。イタリア語で『遺伝子を運ぶ人』という意味だという。」(p21文献9)。取材陣は村役場で「ポルトトーリ」という言葉を聞いたのである。これは一般人が「アポA-1ミラノ」遺伝子を持つ数十人の人々を「保菌（因）者」「carrier」と同じ意味で「ポルトトーリ」と呼んでいたものと推測される。その後、取材陣はミラノ大のチューザレ・シルトリ氏を尋ね、「ポルトトーリの科学的背景」(P24)を聞いているとしている。つまり、村役場で聞いた「ポルトトーリ」という言葉を番組でも使用したのであって、専門用語ではないと考えられるのである。

2004年に米国の番組制作会社が作成した「動脈硬化との闘い—新薬開発の舞台裏—the Cure」において、本作品に登場したイタリアの家族が「アポA-1ミラノ」遺伝子を持つ家系として紹介されている。「イタリア語で保有者という意味の『ポルトトーリ』」と、「ポルトトーリ」の語句も使用されている。ただし、1999年放映の「人体Ⅲ遺伝子—ヒトの設計図—」を参考にしている部分があると推測され、「ポルトトーリ」のイタリア語に言及している可能性が考えられた。日本語の科学専門雑誌でも、「portatori」は使用されず、「変異遺伝子の家系」というような表現が一般的である。

一方、この語句はいくつかの大学で、本作品を教材利用を記したシラバスに表記されていることがネット上の調査で判明した。「ポルトトーリ」の語句がシラバスに表記された広島大学のケース（既にホームページ上からは削除）や大学の公開講座で紹介された長崎大学のケース（文献23）が例である。

視聴覚教材の影響力は高く、教員のプリントや板書での説明以上に「正しいもの」「確固とした定説」と受け取られる可能性がある。本作品では「ポルトトーリ」の語句が頻繁に使用されるため、この教材を視聴して、教員は意図しなくとも、履修者が「ポルトトーリ」という語句を通常の医学生物の用語として誤解して使用する可能性がある。教員は十分注意して解説を加えるべきである。

本作品が、先端的で秀逸なCG映像を駆使し、生命科学分野の最新の知見を専門的な用語をなるべく避けて、一般の視聴者が理解しやすく工夫をつくした内容であることには異論はないであろう。しかし、「マスターキー遺伝子」「ホメオティック遺伝子」の項は、筆者から見ると前半のDNAの構造と機能、遺伝子突然変異の内容と比べると、極端に難解な内容を取り込んでいるように考えられた。遺伝子発現の調節といった分野は非常な勢いで進展し内容の変化の幅は広く複雑で高度なため、高校までの生物学の教育課程では、より基本的な内容の解説にとどめられている。また、生物学や生化学の専門家にとっては、一般向けの詳細で、かつ齟齬のない解説は難題で躊躇されるものと考えられる。一方、別な視点からは、一般の視聴者にとってはDNAの基礎も突然変異の意味も「マスターキー遺伝子」「ホメオティック遺伝子」の意味合いも、それほど差はないレベルで理解されるものかもしれないとも考えられる。筆者はこのようなことを専門家である番組の諮問委員と作成スタッフは議論したうえで、「マスターキー遺伝子」「ホメオティック遺伝子」の部分構成したものとして推測している。

さて、難解な「マスターキー遺伝子」「ホメオティック遺伝子」の解説部分を除外した上で、この場面のメッセージ性のすばらしさを指摘しなければならない。このことが、この作品と全6集の価値を高めると思われるからだ。

ローズは先天的な遺伝子の変異で指の形成異常を持

ち中指と薬指は生まれたときから、曲がって1本になっている。夫と結婚後も「ローズさんは子供を作ろうとはしませんでした。子供に、自分達と同じ思いをさせたくないと思ったからです。そんな彼女を励ましたのが、ローズさんの夫でした。やがて妊娠し、検査をして突然変異が遺伝していることは分かったのですが、生む決心をしたのです」。生まれた2人の子どもにも指の異常はあり、手術を行っている。その子どもたちへの思いとして、「でも母は私が結婚して子供を作ることには何も言いませんでした。ただ、『自分で決めなさい、ローズ』って言ってくれたんです。そのことに、とても感謝しています。私も娘達に、自分で決めることによって言ってあげるつもりです。」と、ローズは語る。ナレーターが「遺伝子がわずかに違うことで、形が変わったローズさんの手。彼女はその現実を受け止めながら、精一杯自分らしく生きてきました。次の世代にもそんな生き方を伝えていけたらと願っています。」と締めくくっている。先天的な奇形を持った個人の、積極的な生き方を紹介している。「ポルトトーリ」は、遺伝子の変異で有利な体質を受け継いだ。これは遺伝子の突然変異の効果としては例外的なものといわれる。多くの変異は細胞や、個体の生存力を損なうのである。ローズの受け継いだ指の変異も、その個人に多くの困難を与えてきた。しかし、その個人が語るのである「自分で決めていい」生を与えられ、自分らしく生きてこられた、そのことを次の世代にも伝えたいのだ。「生」を奪われずに生まれ、「自分で決めていい」人生を歩むことができる、そのような世界を求めるべきではないかというメッセージがあるのである。ここにあらわれたメッセージは、2集においても第5集第6集においても繰り返し発信される。

本作品のまとめでは、遺伝子が生命の誕生から受け継がれ、少しずつの変化で多様な生物が生まれてきたと、進化の道筋をホメオティック遺伝子の役割と絡めて短くまとめる。この部分はさらに知見を加えなければならない部分であろう。まとめでは、最近の遺伝子技術の発達に対して、「しかし、遺伝子の世界は環境に合わせながら、およそ40億年という長い時間をかけて、ゆっくりと築き上げられてきたものです。だからこそ、これだけ多様な生命を生み出すことができたのだと、遺伝子は私達に問いかけているような気が



します。」とナビゲーターは語る。このメッセージは最終章6集で強く表出される。今後の研究ではこの部分について分析考察を加えてゆく計画である。

本作品は生物学や生化学、医科学分野の教材として有用である。さらに、倫理学分野に踏み込む内容で生命倫理学分野にも適当な教材といえることができる。テレビ番組という性格上、改訂版が放映される予定はないようである。今後も科学的内容に多少の修正点が生ずるようになって、前述のメッセージ性は揺るがない。教員が科学的事項の正確性を確認し、必要であれば修正した上で利用されることにより、多分野の生きた教材となり続けるであろう。

### 文 献

1. 驚異の小宇宙・人体Ⅲ 遺伝子 第1集 生命の暗号を解説せよ～ヒトの設計図～NHK 総合放送 林勝彦制作統括 1999年5月2日放映
2. NHK スペシャル驚異の小宇宙人体Ⅲ遺伝子DNA 第1集生命の暗号を解説せよ～ヒトの設計図～NHK エンタープライズ21、2003年10月24日
3. NHK 映像科学館 人体のしくみ(7)DNA NHK 教育放送 2003年放映 <http://www.nhk.or.jp/kagakukanjaframe.html> にて視聴可能
4. NHK ジュニアスペシャル 第1集ふしぎびっくり遺伝子ワールド NHK 教育放送 林勝彦・安斎尚志制作統括 2006年2月12日放映
5. BS 世界のドキュメンタリー 動脈硬化との闘い—新薬開発の舞台裏—the Cure ジーノ・デル・グエルチオ制作 エクスプローリア・プロダクション (アメリカ) 2004年
6. Initial sequencing and analysis of the human genome. International Human Genome Sequencing Consortium. Nature 409, 860-921 2001年2月15日
7. Our genome unveiled. David Baltimore, Nature 409, 814-815 2001年2月15日
8. Finishing the euchromatic sequence of the human genome. International Human Genome Sequencing Consortium, Nature 431, 931-945 2004年10月21日
9. NHK「人体」プロジェクト「驚異の小宇宙・人体3 遺伝子・DNA 1」NHK 出版 1999年5月6日
10. 遺伝子第6版 B. Lewin 著 菊池韶彦・榊佳之・水野猛・伊庭英夫訳 化学同人 1996年
11. ゲノムが世界を支配する、中村祐輔 中村雅美、講談社、2001年2月
12. The DNA sequence of human chromosome 22, I. Dunham, N. Shimizu, B. A. Roe, S. Chissoe et al. Nature 402, 489-496 1999年12月2日
13. Gene Index analysis of the human genome estimates approximately 120,000 genes. F. Liang, I. Holt, G. Pertea, S. Karamycheva, S. L. Salzberg and J. Quackenbush, Nature Genetics 25, 239-240 2000年6月
14. そこが知りたい! ポストゲノム、才園哲人、かんき出版、2001年7月
15. <図解>ヒトゲノム・ワールド 生命の神秘からゲノム・ビジネスまで、清水信義、PHP 研究所、2001年7月
16. 現代生命科学入門、小比賀正敬・中島陽子、慶応義塾大学出版会、2001年9月
17. 生物学入門、石川統編、東京化学同人、2001年9月
18. 基礎分子生物学第2版、田村隆明・村松正実、東京化学同人、2002年2月
19. 生命科学、柳田充弘・佐藤文彦・石川冬木編集、東京化学同人、2004年2月
20. こんなことまでゲノムで決まる 人生をあやつる30億文字の暗号、中込弥男、講談社、2005年3月
21. 生命科学、東京大学教養学部理工系生命科学教科書編集委員会編、羊土社、2006年2月
22. A-I Milano Apoprotein Decreased high density lipoprotein cholesterol levels with significant lipoprotein modifications and without clinical atherosclerosis in an Italian family. G. Franceschini, C. Sirtori, E. Paoletti, A. Capurso, K. Weisgraber and R. Mahley, J. Clin. Invest. Volume 66, 892-900 1980年11月
23. 構造ゲノミクス：構造に基づく創薬 伊藤 潔 薬学部公開講座：薬学講座—くすりの科学— <http://www.ph.nagasaki-u.ac.jp/japanese/topics/030919.pdf>