HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ゲノム科学への導入のためのポスター 『一家に1枚ヒトゲノムマップ』
Author(s)	加納, 圭; 川上, 雅弘; 室井, かおり 他
Citation	科学技術コミュニケーション, 5, 133-147
Issue Date	2009-03
DOI	https://doi.org/10.14943/34641
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/36214
Type	departmental bulletin paper
File Information	JJSC_no5_p133-147.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

報告

ゲノム科学への導入のためのポスター
『一家に1枚ヒトゲノムマップ』

加納圭[1,2] 川上雅弘[3] 室井かおり[2] 加藤和人[1,2,3]

A poster for the introduction to genome science: "Human Genome Map for Every Home"

KANO Kei, KAWAKAMI Masahiro, MUROI Kaori, KATO Kazuto

Abstract
Posters are popular multimedia presentations to provide information. We made a poster to introduce genome science, a Human Genome Map for Every Home, and discussed the prospects of posters as science communication tools. Posters could be used as science communication tool in that 1) they can depict the whole image in their large space,
2) it is easy to give and take them, 3) they have ripple effect, 4) they serve as tools for promoting communication through the knowledgeable persons or teaching programs.

Key words: poster, science communication, genome science, illustration

1. はじめに

1.1 ゲノム科学の発展

今日のゲノム科学の発展によりゲノム配列が解読された生物数は指数関数的に増加しており，2007年終わりまでに641種もの生物のゲノムが解読されてきた（KEGG, 随時更新）．

これらのゲノム解読で得られた情報はすべての生物・医学研究の基盤であり，その成果は生活，医療，産業といった分野で広く用いられ，遺伝子組換え生物，クローン動物，遺伝子診断，遺伝子治療といったバイオテクノロジーは身近なものになっていきている．また，他の生物のゲノムとヒトゲノムとを比較することによって，生物としての人間がどのようなものであるかを調べる研究も進んでいる．2003年のヒトゲノムの完全解読終了後，いわゆるポストゲノムシークエンスの時代（以下，ポストゲノム時代）においては，世界各国で何万人，何十万人のゲノムの解析が進み，ゲノムの個人差と病気のなりやすさとの関係を調べる研究が進んでいる（Topol, Murray, and Frazer 2007）．新しい医療を生み出すという社会的・医学的側面だけでなく「人間を知る，生物を知る」という知的探求の面においても，ゲノム研究は今後ますますの発展を成し遂げていくであろう．

2009年1月17日受付　2009年2月10日受理
所　属：1 京都大学大学院生命科学研究科
2 京都大学物質－細胞統合システム拠点
3 京都大学人文科学研究所
連絡先：kkano@lif.kyoto-u.ac.jp

1.2　日本の初等・中等教育におけるゲノム科学の扱い

ポストゲノム時代において，ゲノム科学に関するリテラシーは現代人にとって重要な科学リテラシーの1つであると考えられる．そしてそのリテラシーを身につけるにあたってまず重要であるのは初等・中等教育であろう．ところが，現行の日本の初等・中等教育のカリキュラム[1]においては「ゲノム」についての学習は高等学校での選択科目である「生物Ⅱ」に限られている[2]．このことは，義務教育を終えた後に高等学校に進学し，なおかつ「生物Ⅱ」を選択したものにだけゲノムリテラシーを身につける機会が与えられることを示している．実際に，現行課程（2005年度から2008年度[3]）における教科書需要冊数（文部科学省2005, 2006, 2007, 2008a），高等学校本科（全日制，定時制）の総生徒数（文部科学省2008b），中学校卒業者の高等学校等進学率（文部科学省2008b）から見積もった[4]「生物Ⅱ」を学習する子どもの割合は17.1～18.5％と非常に低く，年々減少傾向にある．

1.3　先行研究から得られた示唆

諸外国における先行研究から，メンデル遺伝から学習し始めたとしてもゲノム科学の基礎（たとえば，遺伝子とは何で，どこにあり，どのように他の構造と関係するのかといったこと）が十分に理解されていないことが明らかになった（Lewis and Kattmann 2004, 202-204, Banet and Ayuso 2000, 328, Marbach-Ad and Stavy 2000, 204）．バネットら（2000, 328）はその判断の理由として，多くの生徒が植物は①細胞からできていない，②染色体や遺伝子を含んでいない，③生殖しないと考えており，しかも生徒らはメンデルのエンドウ豆に関わる問題にほとんど興味を示さないことを挙げている．

これらの状況を改善するには，日常経験により近い内容や自分自身に関する事柄から，例えばヒト遺伝学に関する事項から学習し始めることが重要であると示唆されている（Lewis and Kattmann 2004, 204, Banet and Ayuso 2000, 330, Marbach-Ad and Stavy 2000, 204-205）．特に，ヒトゲノムは多面的な生物学的意義を発見するための興味深くかつ首尾一貫した枠組みを提供することができるホットトピックであることが示唆されている（Boyle 2002 , 371）．

1.4　ゲノム科学への導入のための科学コミュニケーションツールの開発

日本においてもメンデル遺伝から学習し始めるため，たとえ「ゲノム」について学習しても，他国の報告と同様に多くの生徒がゲノム科学の基礎を十分に理解していないと予想される．そこで筆者らは先行研究から示唆された改善案に沿って，「ヒト」ゲノムに関するトピックスを用いて，ゲノム科学への導入として用いる科学コミュニケーションツールを開発することにした．

ゲノムの語源（gene + -ome（whole）or gene + chromosome）からもわかるように，ゲノムの理解には染色体（chromosome）全体（-ome）を俯瞰し，ゲノムの全体像を把握することが必要不可欠である．つまり，ゲノムの理解にはヒト染色体24本の鳥瞰図が必要とされるが，それを表現するには大きなスペースが必要となる．そこで，筆者らは「ポスター」という媒体を用いることとした．

2.「一家に1枚ヒトゲノムマップ」

筆者らは「ポスター」という媒体を使用した科学コミュニケーションツールとして，ゲノム科学情報を要約したポスター「一家に1枚ヒトゲノムマップ」を制作した．本章では，「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の概要，制作の流れ，およびその特徴について見ていく．

2.1 「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の概要

ヒトゲノム解読完了宣言の日からちょうど3年後の2006年4月14日に「一家に1枚ヒトゲノムマップ」を発表した．A１・A2判サイズのポスターの他，A2・A3判サイズのPDFファイルを一家に1枚ヒトゲノムマップ(web版)[5]や科学技術週間[6]のwebページ[7]から自由にダウンロードできる．また，財団法人科学技術広報財団が実費頒布を行っている．

このポスターはゲノム科学の基礎知識を要約する3つのセクション(a)～(c)で構成されている(図1)．

セクション（a）はヒトの全遺伝子の約1%にあたる266個の遺伝子をマッピングしたヒト染色体地図を示している．つまり，このセクションは1：100スケールのゲノムワイド地図の縮図であり，それによってヒトゲノムのエッセンスを概観することができる．また，その内35の項目を選び，テキストによる詳細な説明とそれらの生物学的機能を理解する助けとなるイラストレーションを必要に応じて加えた．

セクション（b）は，「染色体」「DNA」「遺伝子」「タンパク質」の関係を概説している．現在の日本の初等中等教育のカリキュラムにおいては，ゲノム科学の基本ともいえるこれら4つの用語の関係を一度に学習する機会が存在しない[8]．そこで，これら4つの用語の関係をテキストとイラストレーションを用いて概説した．

セクション（c）では，ヒトゲノムや他の生物のゲノムに関する情報を4つのコラム（a'）～（d'）に分けて紹介した．これらはいずれも「理解」させることへ主眼を置いてつくられたものではなく，「興味」を引き出すことを目的としてつくられた．そのため，いずれも解説は簡略化されている[9]．コラム（a'）では「ヒトの遺伝」，コラム（b'）では「ヒトゲノムの個人差，特に一塩基多型（SNPs）[10]」，コラム（c'）では「様々な種のゲノムの違い」，コラム（d'）では「ゲノム科学の応用，及び付随する倫理的・法的・社会的課題（ELSI[11]）」を取り上げた．

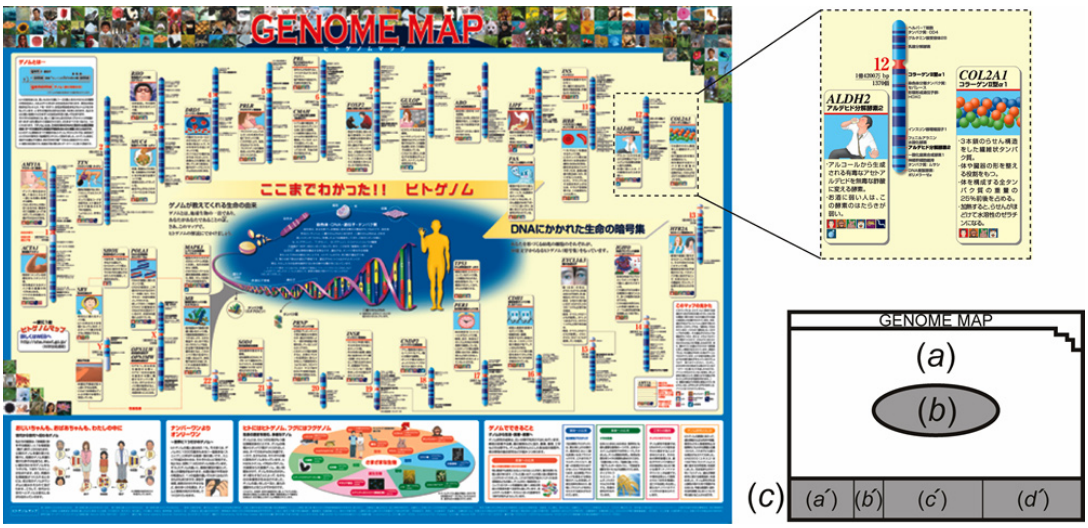

図1　「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の3つのセクション（a）～（c）
（a）ヒトゲノムの全体像　（b）「染色体」「DNA」「遺伝子」「タンパク質」の関係　（c）ゲノム科学に関する4つのコラム：（a′）ゲノムは世代から世代へと受け継がれる（b′）一塩基多型（SNPs）（c′）さまざまな生物におけるゲノムの多様性（d′）ゲノム科学の応用と倫理的・法的・社会的課題（ELSI）

2.2 「一家に1枚ヒトゲノムマップ」制作の流れ

「一家に1枚ヒトゲノムマップ」制作の流れを図2に示した．この流れに沿って，特に注目すべき9のポイントを述べる．

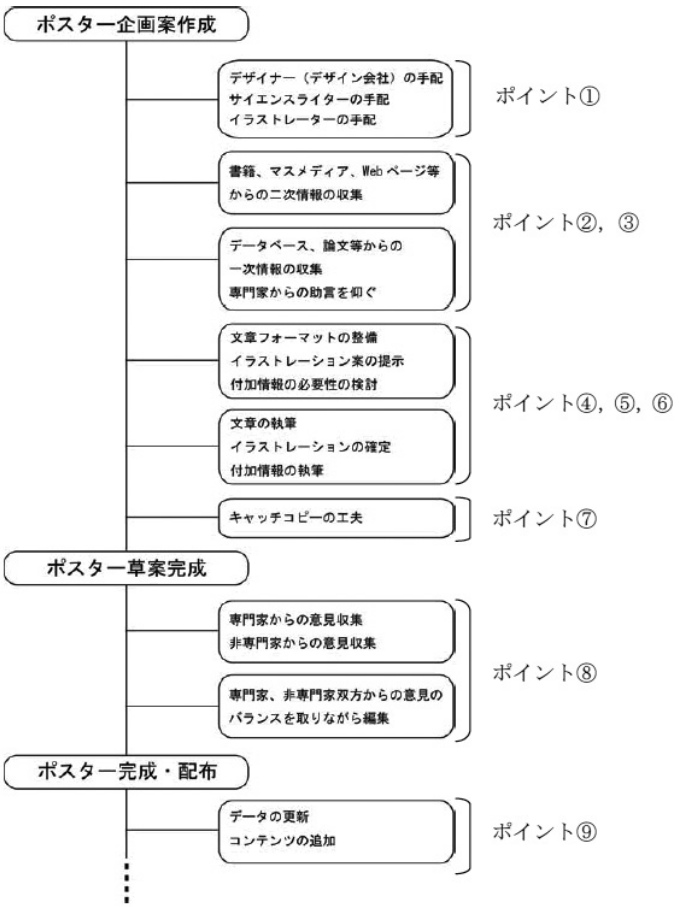

図2 「一家に1枚ヒトゲノムマップ」制作の流れ

ポイント①：プロフェッショナルの制作体制への組み込み

ポスターとして最低限満たさなければならない条件は一定水準をクリアしたデザインである．そこでデザイン理論を熟知したデザイナーを制作体制に組み込むことが必要であった．また，イラストレーションはポスターといったマルチメディアプレゼンテーションを制作する際には非常に重要な要素となる．そのため，こちらの意図することを汲み取ってイラスト化することができるイラストレーターを制作体制に組み込む必要があった．このような人材は教育機関や研究所にはいなかったため，こちらの企画案に興味を示し，内容を良く理解してくれるプロのデザイナー，イラストレーターを探し出し，制作体制へ組み込んだ．

また，一般向けのサイエンスライティングを行うことができる人材も必要であった．一次情報に接していた筆者ら制作者らは得てして文章が専門的になる傾向が強かった．そこでサイエンスライターを制作体制に組み込んで添削を受けながら進めるのが一番良い方法であると考えた．

ポイント②：一次情報の利用

科学情報を扱う上で最も重要なことは言うまでもなく情報の信頼性であり，書籍，マスメディア，webページ等から得られた二次情報は，一次情報で裏付けられるべきである．そこで，使用した科学情報は基本的に論文やデータベース等で得られる一次情報に限った．主なデータベースとしては，Gene Cards[12] やNCBI Map Viewer[13] を用いた．

ポイント③：「制作途中段階」における専門家の助言

全ての専門分野に対する一次情報に精通することは不可能である．そこで，論文やデータベース等の選定，各専門分野における見解等については，文部科学省科学研究費特定領域研究「ゲノム」4領域に所属している各専門家に助言を求めた．

ポイント④：フォーマットの整備

ポスター全体の統一感やコンセプトを前面に出すために，文章やイラストレーションのフォーマットを整備した．例えば「ゲノム科学への導入」という目的に対しては「専門用語をなるべく使用しない，イラストレーションは「装飾機能や変換機能14）を持つものをメイン」にといったフォーマットを，「病気の遺伝子というものはなく，正常な機能を持つ遺伝子が変異すると病気になることを伝える」という目的に対しては「必ず最初に正常機能について記述する」というフォーマットを整えた．

ポイント⑤：専門用語の言い換え

専門用語の多用は非専門家の理解を阻害してしまうため，できるだけ専門用語の使用は控えた．しかしながら，科学情報を要約するに当たって専門用語の使用を避けることができない場合は．専門用語を言い換えた．例えば「アポトーシス」を説明するために「細胞が自分から進んで引き起こす細胞死」，「ペプチド」を説明するために「アミノ酸数個が連なった」といった説明書きを加えた．

ポイント⑥：「付加情報」の追加

目的となる部分に関する科学情報だけでなくその付加情報を入れておくことにより，主たる科学情報がより深いものになると考えられる．また，付加情報があることにより，サイエンスコミュニケーター・教育者が科学コミュニケーションツール・教材として使用しやすくなる可能性がある．そこで，「一家に1枚ヒトゲノムマップ」ではセクション（c）を追加した．

ポイント⑦：「キャッチコピー」の工夫

限られたスペースの中に情報を盛り込み，かつ，興味を惹くポスターを作るために，各コンテンツを簡潔に言い表すキャッチコピーを工夫した．たとえば，一塩基多型を説明するコラムには「ナンバーワンよりオンリーワン～世界に1つだけのゲノム～」というキャッチコピーをつけた．

ポイント⑧：「草案」に対する非専門家の意見収集

専門家，非専門家の双方が納得のいくものに仕上げる目的で，専門家だけでなく，非専門家からの意見収集も行った．主に「一家に１枚ヒトゲノムマップ」の監修である文部科学省・基盤政策課の人達から意見を収集した．

ポイント⑨：定期的な改訂

近年の科学の発展は非常に早く，制作当時の情報がすぐに陳腐なものになってしまう可能性が高い．ゲノム科学では頻繁にデータベースが更新されており，特に遺伝子数は更新頻度が高い．「一家に1枚ヒトゲノムマップ」では，発表から2年半の間に3回のマイナー改訂（第1版第2刷～4刷）と，1回のメジャー改訂（第2版第1刷）を行い，改訂情報は随時科学技術週間のweb上[7] で発表した．

2.3 「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の特徴

「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の特徴の１つとして，マルチメディアプレゼンテーションを使用

している点が挙げられる．マルチメディアプレゼンテーションとは，2つのフォーマット「言葉（印刷されたテキストもしくはナレーション）」と「ピクチャ（イラストレーションもしくはアニメーション）」で指導的メッセージを発する方法である（Mayer and Moreno 2002, Mayer 2003）．紙面を用いる場合であれ，コンピューターを用いる場合であれ，生徒達は「言葉」だけ（シングルメディアプレゼンテーション）よりも「言葉」と「ピクチャ」の組み合わせ（マルチメディアプレゼンテーション）からの方がより深く学習することが示されてきた．この事実は「マルチメディア原理（multimedia principle）」と呼ばれる（Mayer and Moreno 2002, Mayer 2003）．

また，マルチメディアプレゼンテーションの制作に関しては，メイヤーにより提示されている原理（Mayer and Moreno 2002, Mayer 2003）を利用することができる．メイヤーが提示している原理は制作過程に沿った具体的な内容が多く，取り込みが容易である．また，対照実験を用いた調査でその教育効果が実証されている．そのため，科学コミュニケーションツールとしてマルチメディアプレゼンテーションを使用することは効果的であると考えられる．「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の制作においては，以下の２つの原理を取り入れた．

1. coherence principle : 余計な情報が削減された時に学習が増強される
2. spatial contiguity principle :「言葉」が「ピクチャ」のすぐ近くに置かれた時に学習が増強される

また，「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の特徴の１つとして，様々な機能を持つイラストレーションを組み合わせて使用している点も挙げられる．

一般的に，イラストレーションには様々な機能が備わっていることがこれまでに明らかにされている．1つの分類である「レビンの5つの機能（Levin's five functions）」によるとテキスト付きのイラストレーションの機能は以下の5つに分類される（Carney and Levin 2002）．

1. 装飾（decoration）：テキストの内容とほとんどもしくは全く関係のないイラストレーションでページを装飾
2. 描写（representation）：テキストの内容の一部もしくは全てを反映
3. 組織化（organization）：テキストの内容の構造的枠組みを提供
4. 解説（interpretation）：難解なテキストを明快にする
5. 変換（transformation）：テキスト情報を思い出しやすくする記憶増強要素

これらの内，装飾だけがテキストの学習に対する有効性が見られないが，動機付けに対する効果が見られる．残りの4つの機能においてはテキストの学習に対する効果が見られる．

「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の目的はゲノム科学への「導入」であり，ゲノム科学を「詳説」することを目的としていない．そこで，レビンの5つの機能の内「解説」機能は「一家に1枚ヒトゲノムマップ」にはそぐわない．よって，「一家に1枚ヒトゲノムマップ」中で用いられたイラストレーションは「解説」を除く4機能「装飾」「描写」「組織化」「変換」で構成された．

「組織化」は「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の根幹ともいえる「染色体地図」で用いられた．具体的には，「ゲノムとは･･･」というゲノムの定義についての解説文，「このマップの見かた」という「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の見かたに関する解説文を「組織化」する形でヒト染色体（1～22番，X，Yの24種類）と各染色体上の遺伝子の位置がイラスト化された（図3）．また，「このマップの見かた」内の凡例を示すイラストレーションも組織化の機能を持つ．染色体地図を世界地図のように見せることにより，ゲノムの全体像の把握をしやすくし，「ゲノム」という用語の学習が促進されることが期待される．

「装飾」機能を持つイラストレーション・写真はゲノム科学に関心のない人の興味を惹くきっかけを提供する目的で多数用いられた（図4）．これらは「一家に1枚ヒトゲノムマップ」を読み始め，

ゲノム科学の基礎を学習し始めるための動機付けとなることが期待される．

「描写」機能を持つイラストレーション・写真は，装飾機能を持つイラストレーション・写真により惹きつけられ，「一家に1枚ヒトゲノムマップ」を読み始めた人を対象に配置した（図5）．これらは科学的事実を反映しているため，ゲノム科学への知的好奇心を刺激し，ゲノム科学をより深く学習し始めるきっかけとなることが期待される．

「変換」機能を持つイラストレーションは，言葉遊びとして用いられた（図6）．体内「時計」に目覚まし「時計」，遺伝子「砂漠」[15] に砂「砂漠」を掛けた．これらのイラストレーションがあるおかげでより記憶に残りやすくなることが期待される．

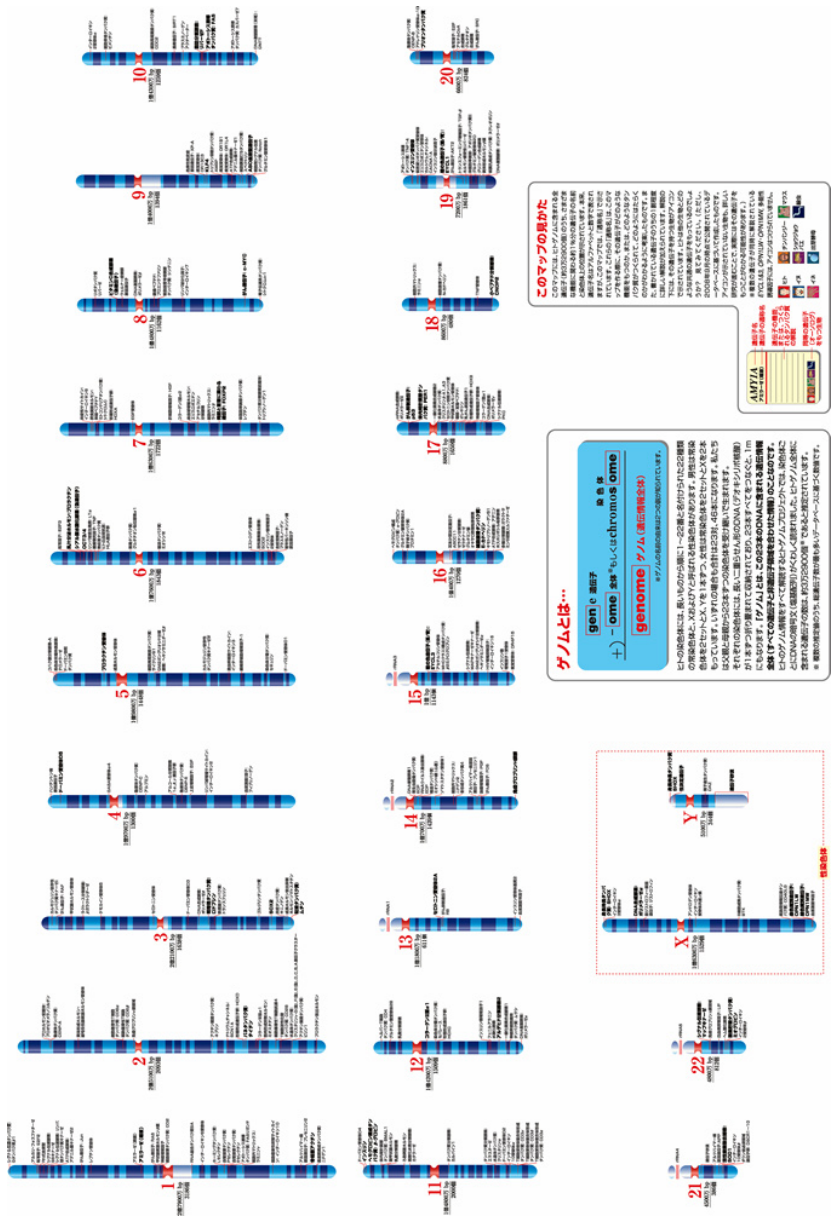

図3 「一家に1枚ヒトゲノムマップ」内で用いられた組織化（organization）機能を持つイラストレーション

図4　「一家に1枚ヒトゲノムマップ」内で用いられた装飾（decoration）機能を持つイラストレーション・写真（第2版で用いられたヒトiPS細胞の写真を含む）

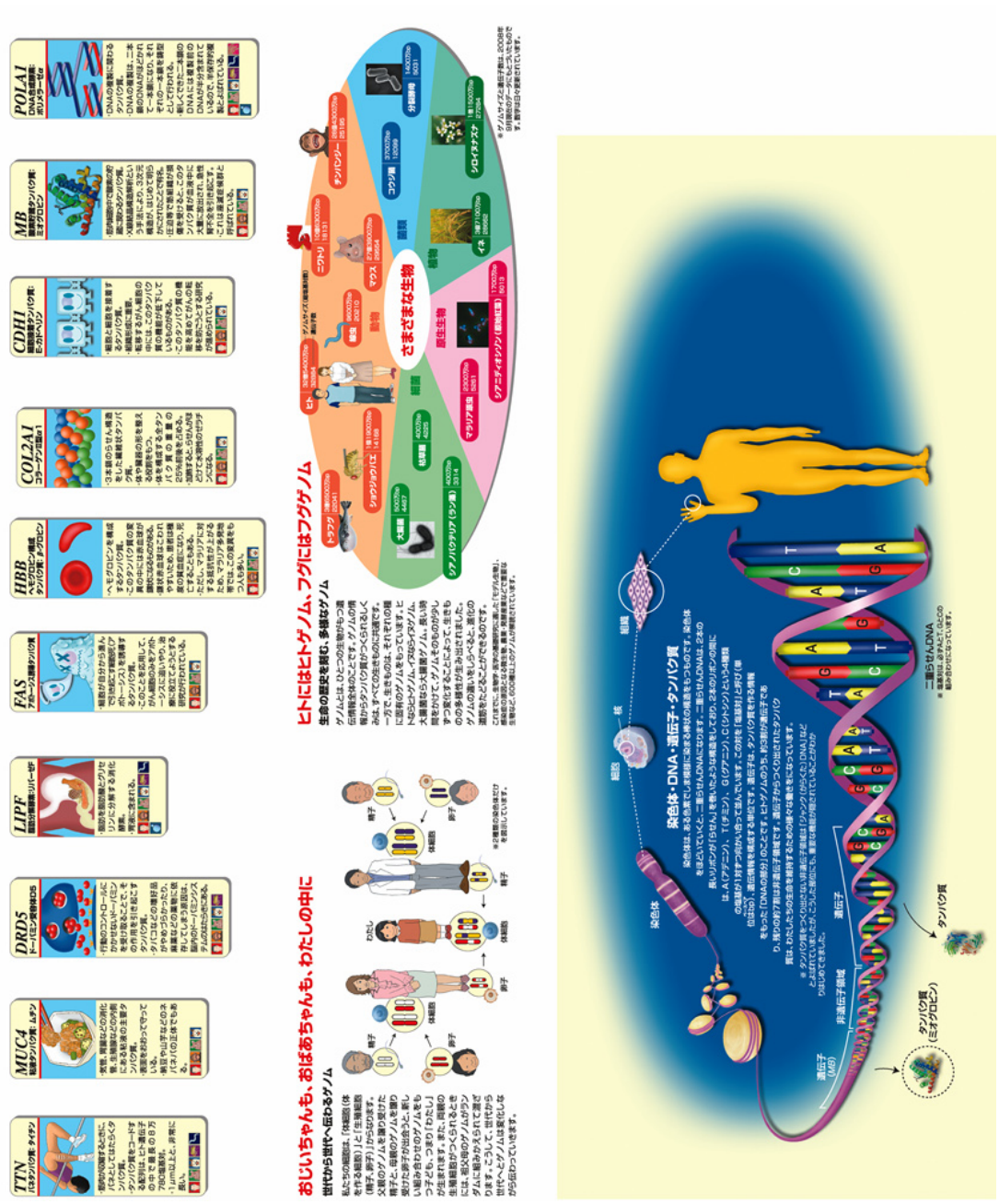

図5　「一家に1枚ヒトゲノムマップ」内で用いられた描写（representation）機能を持つイラストレーション

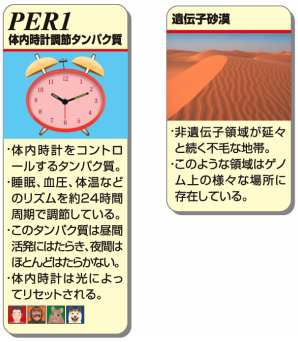

図6　「一家に1枚ヒトゲノムマップ」内で用いられた変換（transformation）機能を持つイラストレーション

3.　「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の配布と成果

3.1　主な配布先・配布数

「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の著作権は，公的ルートからの普及を図るために財団法人科学技術広報財団に移譲された．科学技術広報財団が印刷・販売元となり，科学技術広報財団のwebページ，一部の大学生協や書店などで実費販売[16]され，これまでに34,000枚が販売された．

また，第47回（2006年度）科学技術週間においては全国の小・中・高等学校へ40,000枚が無料配布された他，全国科学館連携協議会または全国科学博物館協議会に加盟している科学館等（331館）を通じて来場者へ50,000枚が無料配布された．さらに，文部科学省科学研究費特定領域研究「ゲノム」4領域主催の「ゲノムひろば2006」および「ゲノムひろば2007」において計6,000枚が来場者に配布され，筆者らが所属する京都大学大学院生命科学研究科生命文化学分野からも14,000枚を希望者に配布した．結果として計144,000枚が平成19年度までに配布された（表1）．

表１　一家に１枚ヒトゲノムマップの配布先，配布数

配布・販売対象	配布・販売元	配布・販売枚数（千枚，概数）
全国の小・中・高校	文部科学省	40〔無料〕
来館者	科学館(331 館)	50〔無料〕
「ゲノムひろば 2006, 2007」来場者など	文部科学省科学研究費特定領域研究「ゲノム」4 領域	6〔無料〕
一般市民，教員など	京都大学大学院生命科学研究科生命文化学分野	14〔無料〕
一般市民，教員など	財団法人科学技術広報財団	34〔有料〕
	計	144

3.2　科学コミュニケーションツール・教材としての活用事例

「一家に1枚ヒトゲノムマップ」は広く普及すると同時に，様々な場所での使用が試みられてきた．高等学校生物の副読本である「新訂生物図表（浜島書店）」（2008年度版より掲載），「スクエア最新図

説生物（第一学習社）」(2008年度版より掲載),「サイエンスビュー生物総合資料（実教出版）」(2009年度版より掲載予定）内に組み込まれた．また，神戸市青少年科学館においては特大パネルとして新館3階第5展示室「生命の科学」に常設展示されている．同様に，NHK高校講座生物第23回 DNA研究とその応用（2007年10月15日放映，順次再放送）内においても特大パネルとして使用された．その他，中学，高校，大学における実験や授業内における補助教材として使用されているとの報告も届いている．

4. 考察

4.1 媒体として「ポスター」を用いた点について

「ポスター」という媒体は，広い紙面を活用することができることが利点の１つである．この利点を活かせば，PCのディスプレイ，教科書，書籍，パンフレット等では表現できなかった全体像を描き出すことができると考えられる．しかしその反面，必ず1枚の紙面内に情報を収めなければならないという制約がつくため,必要最低限の情報を要約して凝縮させる必要がある.そのため,「ポスター」は体系的な学習というよりはむしろエッセンスの概観という目的に合う媒体ではないかと考えられる.

また,「ポスター」という媒体は「紙媒体」であることも利点の１つである．ITメディアを選択した際には，お年寄りなどのいわゆるIT弱者が疎外されてしまう可能性が高いという問題点がある．その点,「ポスター」のような紙媒体はあらゆる世代に受け入れられる可能性が高いだろう．しかしながら，ウェブページやポッドキャスト[17] のようなITメディアを通じて無料で配布できるツールに比べると，単価が安いとはいえお金がかかることが「ポスター」という媒体の課題の１つとして挙げられる．この課題をクリアするには,「一家に1枚ヒトゲノムマップ」のように文部科学省,「特定領域ゲノム4領域」といった関連機関から予算を獲得するか，受け手に実費負担をお願いするといった手段で対処する必要があるだろう.「一家に1枚ヒトゲノムマップ」のケースでは，実費による販売でもこれまでに34,000枚もの部数が出ていることから，実費負担程度であれば頒布の阻害要因になる可能性は低いのではないかと考えている.

さらに,「ポスター」は部屋の壁，廊下，掲示板等に貼られることを目的とした紙媒体である．そのため，1枚のポスターを多人数が目にするという状況が生じやすいと考えられる．つまり,「ポスター」という媒体を使用すれば実際の配布枚数の数倍の人への波及効果を得ることができる．この点はポスターがパンフレット等の他の紙媒体よりも効果的な点であると考えられる.「一家に1枚ヒトゲノムマップ」のケースでは,日本全国の初等･中等教育機関に1枚ずつ計4万枚が配布された.たった1枚でも，学校のような多くの人々が出入りする公共スペースで掲示されれば，多くの生徒が目にする機会になったと推察される．今後は，ポスターの掲示の実態調査等を行うことにより，より詳細な波及効果についての調査も必要であろう.

4.2 「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の科学コミュニケーションツール・教材としての効果

「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の科学コミュニケーションツール・教材としての効果について考察するために，それを科学コミュニケーションツール・教材として活用した経験を有する人たちを対象に4件の半構造化インタビュー[18]を行った.時間は90分程度で,対面もしくは電話にて行った(表2).

表２　インタビュイーの属性と活用事例及びその対象者

No. (方法)	属性 (人数)	‘活用事例	対象者
1 (対面)	出版社編集部 (2名)	・高等学校理科「生物」の副読本への組み込み	高校生，高校教諭
2 (対面)	科学館スタッフ (1名)	・常設展示「生命の科学」における展示パネル	来館者
3 (電話)	高等学校理科教諭 (1名)	・NHK高校生物講座内での特大パネルの使用 ・高等学校における「生物Ⅱ」の授業内での使用（生徒にはA3白黒印刷されたものを配布し，教諭が特大パネルで演示）	高校生 (生物Ⅱ履修者)
4 (対面)	国立大学教員 (1名)	・授業「バイオインフォマティクス」内での使用(プロジェクターで投影された映像を用いて説明) ・授業「化学実験：PCR法による遺伝子型の解析」内における使用（ポスターを貼り付けたボード使って説明）	理学部化学科３回生 (大半が初学者)

以下で，インタビュー調査で得られた結果について考察を行う．

(1)「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の科学コミュニケーションツール・教材としての特徴について

「一家に1枚ヒトゲノムマップ」は24種類全ての染色体が描かれている点が特徴的である」(No.2, 4)，「100分の1スケールの染色体地図の縮図になっていることが特徴的である」(No.3)「教科書等で取り上げられている基本的内容が数多く含まれているため教材として扱いやすい」(No.3, 4) との意見が得られた．

これらの結果からは「一家に1枚ヒトゲノムマップ」がゲノムの全体像を見せている点や，初等・中等学校の教科書における記載と相性が良い点において，科学コミュニケーションツール・教材として有用である可能性が示唆される．

(2)　初学者への効果について

「解説者がいないと活用の仕方に戸惑うのかもしれない．実際，多くの子ども達は目の前で少し立ち止まるだけですぐにどこかに行ってしまう．」(No.2) という意見が得られたが，

初学者を対象とする場合，配布･展示するだけでは，目を惹き，立ち止まらせることはできても，内容を理解するといった段階までは至らないのかもしれない．

しかし，「高校時に生物を未履修だった生徒達は，説明しはじめると興味を持って読み始めた」(No.4) という意見も得られており，内容を理解した人が解説を行うことにより，興味を持たせることができる．学校教員，両親・祖父母など身近な有識者がその役割を果たすことができるであろう．その際，教育プログラムを活用することも１つの有効な手段と考えられる (Kano et al. 2008)．

(3)　既習者に対する効果について

「すでにゲノム科学の基礎について学習した生徒達は，アミラーゼやABO血液型遺伝子といったすでに教科書で学習済みの遺伝子だけでなく，がん抑制遺伝子や体内時計調節タンパク質といった通常教科書では出てこない遺伝子にまで興味を持って解説文を読んでいた」(No.3)「記載されていない99％の遺伝子にどんなものが含まれるのかを気にする生徒や，遺伝子解説付きの日めくりカレ

ンダーが欲しいという意見を出した生徒もいた」(No.3) という意見が得られた.

これらの結果は，既習者は個々の遺伝子の専門的内容に強い関心を持つこと，そして一家に「1枚ヒトゲノムマップ」はその関心をある程度満たすことができた可能性を示唆する.「一家に1枚ヒトゲノムマップ」は導入としての役割だけでなく，より深い興味を引き出すツールにもなり得るかもしれない.

5. 結語

今回，筆者らは新しい「科学コミュニケーションツール」として「科学情報を要約したポスター」を制作し，その可能性について考察を行った.その効果については検証されるべき点が多く残されているが，①広い紙面を活用して，既存の媒体では表現できないような全体像を描ける点，②紙媒体でかつ単価が安いため「誰でも」「手軽に」配布・入手できる点，③掲示による波及効果を兼ね備えている点，④有識者や教育プログラムを介してではあるが，初学者とのコミュニケーションツールとして活用できる可能性がある点において,「科学情報を要約したポスター」は科学コミュニケーションツールとして取り得る選択肢の1つであると考えられる.

近年，日本において科学コミュニケーション活動が盛んになってきており，それに伴って「ポッドキャスト」や「サイエンスカフェ」といった新しい「科学コミュニケーションツール」が用いられ始めてきた．しかしながら，それらの科学コミュニケーションツールの有効性については様々な可能性が検討されている段階である（隈本 2007, 松田 2008）．今回筆者らが提案した「科学情報を要約したポスター」の有効性についても今後さらに検討されていく必要があるだろう．本報告がそのきっかけとなれば幸いである.

謝辞

高木利久先生, 辻省次先生, 藤山秋佐夫先生, 小原雄治先生をはじめとする特定領域研究「ゲノム」4領域関係者の皆様からは,「一家に1枚ヒトゲノムマップ」制作の際に，貴重なご意見や資料を快くご提供いただきました．また, 文部科学省基盤政策課の山口治氏には「一家に1枚ヒトゲノムマップ」の立案から発行に至るまで様々な貴重なアドバイスを頂きました．厚く御礼申し上げます．インタビューをご快諾くださった皆様にも深くお礼申し上げます.

本研究は，文部科学省特定領域研究ゲノム4領域（応用ゲノム）の助成を受けて行われました（科研費番号17019032　研究代表者：加藤和人）.

注

1) 小・中学校は2002年度から，高等学校は2003年度から
2) 「生物Ⅰ」の教科書の中には脚注に「ゲノム」という用語が書かれているものもあるが，本文中で詳しい説明がなされているわけではないため,「学習する」という範疇に入っていないと判断した.
3) 生物Ⅱを履修する学年は高校3年生が一般的である．2003年度入学者が3年生になるのが2005年度であるため，2003年度，2004年度の教科書需要冊数は非常に低いものとなっている．そのためこれらの年度は調査対象から外した.

4)

表 3 「生物Ⅱ」需要冊数、高等学校本科の総生徒数、高等学校への進学率から見積もった「生物Ⅱ」の履修率、「生物Ⅱ」を学習する子どもの割合

	A「生物Ⅱ」需要冊数	B 総生徒数 (3 学年の総計)	C「生物Ⅱ」履修率(%)*1	D進学率 (%)	E「生物Ⅱ」を学習する子どもの割合(%)*2
2005 年度	227,469	3,596,820	19.0	97.6	18.5
2006 年度	219,231	3,485,676	18.9	97.7	18.4
2007 年度	207,381	3,397,735	18.3	97.7	17.9
2008 年度	195,950	3,357,682	17.5	97.8	17.1

*1 $C = \{A \div (B/3)\} \times 100$　*2 $E = \{(C/100) \times (D/100)\} \times 100$

5) http://www.lif.kyoto-u.ac.jp/genomemap/

6) 発明の日（4月18日）を含む1週間．全国の各機関では，おもにこの期間に各種科学技術に関するイベントなどを実施することとなっている．

7) http://stw.mext.go.jp/

8) 主要出版社4社（東京書籍，第一学習社，数研出版，啓林館）における「理科総合B」「生物Ⅰ」「生物Ⅱ」の教科書（平成14年～平成16年検定分）による．

9) 興味を持ちより深く学習したい人のために一家に1枚ヒトゲノムマップの解説書にあたる書籍『ヒトゲノムマップ』(加納圭 2008) が刊行されている．

10) 同種の生物間のゲノムを比較した際に見られる一塩基の違いのことをいう．

11) Ethical, Legal, and Social Implicationsの略.

12) ヒト遺伝子に関するデータベース.http://www.genecards.org/

13) ヒトを含む様々な生物の染色体地図に関するデータベース.
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mapview/

14) イラストレーションの機能については2.3で言及する．

15) 遺伝子砂漠とは，非遺伝子領域が延々と続くDNAの部分のことをいう．

16) 販売請負店は科学技術広報財団のwebページ（http://www.pcost.or.jp/）で公表されている．また，A1サイズは200円，A2サイズは100円で実費販売されている（2009年1月現在）．

17) webサーバ上にアップロードされた音声ファイルや映像ファイルを，ユーザーがインターネット経由でダウンロードし，携帯型MP3プレイヤーやパソコン等で再生して視聴するというもの．更新情報をxml方式でweb上に公開するRSS (Really Simple Syndication) を併用することで，あたかも放送局のようにRSS登録者に一斉に番組を頒布できる（隈本 2007）．

18) あらかじめ決めておいた質問項目について，インタビューの流れの中で尋ねていくインタビュー手法.必ずしも事前に作成した質問項目の順番に尋ねられるわけではない.

●文献

Banet, E. and Ayuso, E. 2000: "Teaching genetics at secondary school: a strategy for teaching about the location of Inheritance Information," Science Education, 24, 313-351

Boyle, J.A. 2002: "Using the human genome - a case study in education," Biochemistry and Molecular Biology Education, 30, 368-371

Carney, R.N., and Levin, J.R. 2002: "Pictorial illustrations still improve students' learning from text," Educational Psychology Review, 14, 5-26

Kano, K., Yahata, S., Muroi, K., Kawakami, M., Tomoda, M., Miyaki, K., Kosugi, S., Kato, K. 2008: "Multimedia presentations on the human genome: Implementation and assessment of a teaching program for the introduction to genome science using a poster and animations," Biochemistry and Molecular Biology Education, 36, 395-401

KEGG : KEGG Organisms: http://www.genome.jp/kegg/catalog/org_list.html（随時更新）

隈本邦彦 2007 :「科学技術コミュニケーションにおけるpodcastingの可能性」『科学技術コミュニケーション』2, 16-29

Lewis, J. and Kattmann, U. 2004: "Traits, genes, particles, and information: re-visiting students' understandings of genetics," International journal of Science Education, 26, 195-206

Marbach-Ad, G. and Stavy, R. 2000: "Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena," Journal of Biological Education, 34, 200-205

松田健太郎 2008 :「日本のサイエンスカフェをみる : サイエンスアゴラ2007でのサイエンスカフェポスター展・ワークショップから」『科学技術コミュニケーション』3, 3-15

Mayer, R.E., and Moreno, R. 2002: "Animations as an aid to multimedia learning," Educational Psychology Review, 14, 87-99

Mayer, R.E. 2003: "The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media," Learning Instruction, 13, 125-139

文部科学省 2005:「教科書制度の概要: 付表3. 教科書の種類数・点数・需要冊数（平成17年度用）」

文部科学省 2006:「教科書制度の概要: 付表3. 教科書の種類数・点数・需要冊数（平成18年度用）」

文部科学省 2007:「教科書制度の概要: 付表3. 教科書の種類数・点数・需要冊数（平成19年度用）」

文部科学省2008a「教科書制度の概要: 付表3. 教科書の種類数・点数・需要冊数（平成20年度用）」

文部科学省 2008b:「平成20年度学校基本調査速報：調査結果の概要（初等中等教育機関，専修学校・各種学校）」http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/08072901/001.pdf

Topol, E.J., Murray, S.S., and Frazer, K.A. 2007: "The Genomics Gold Rush," American Medical Association, 298, 218-221