



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	サイエンスイラストレーション制作における協働プロセス : 『幹細胞ハンドブック』を事例に
Author(s)	大河, 雅奈; Okawa, Kana; 加藤, 和人 他
Citation	科学技術コミュニケーション, 8, 41-55
Issue Date	2010-12
DOI	https://doi.org/10.14943/47090
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/44525
Type	departmental bulletin paper
File Information	JJSC8_004.pdf



サイエンスイラストレーション制作における協働プロセス

～『幹細胞ハンドブック』を事例に～

大河雅奈¹, 加藤和人^{2,3,4}

Collaboration to Make Scientific Illustrations:
A Case Study of “Stem Cell Handbook”

OKAWA Kana, KATO Kazuto

Keywords: science communication, scientific illustration, science illustration, science visualization

1. はじめに

近年、科学者は自らの研究コミュニティ以外の人々とコミュニケーションを行うことが求められる (e.g. House of Lords 2000). 科学者がコミュニケーションする際には、相手の意見を聞くことと同時に、相手が理解できるようわかりやすく伝えることが重要となる。情報をわかりやすく伝える上では、言語のほかに視覚的要素、すなわちイラストレーションやアニメーション、写真などを利用することが有効である (e.g. Mayer and Moreno 2002, Mayer 2003). 特に、サイエンスイラストレーション (科学的知識を伝える図解) は動画等と比較して制作コストが安く、様々な媒体に掲載できるので利用しやすい。実際、サイエンスイラストレーションは科学者の情報発信の際に伝統的に用いられてきた (Ford 1993). 近年のサイエンスコミュニケーション活動においても、ポスターやwebサイト、プレゼンテーション資料、書籍など、様々な場面で利用されている。

サイエンスイラストレーションを制作する際には、科学者自らが制作するほか、プロフェッショナルなイラストレーター¹⁾と協働して制作する場合がある。科学者とイラストレーターが協働する際には、何をどのようにして描くのか、どこを修正すべきかなど、両者の間で様々なコミュニケーションが行われる (Hodges 2003). しかし、実際の制作現場において、具体的にどのような意見が交換され、いかにして協働的にサイエンスイラストレーションが制作されるのか、その詳細は明らかになっていない。このため、サイエンスイラストレーション制作のプロセスや課題が科学者や広報などの間で共有されておらず、制作に関わる課題の改善は個人が経験的に取り組むしかなかった。

本稿では科学者や広報関係者とイラストレーターがどのようにサイエンスイラストレーションを制作するのか、広報小冊子「幹細胞ハンドブック」の事例をとりあげて報告する。その上で、サイエンスイラストレーション制作における協働はどういうものなのか、そしてその課題は何かという

2010年3月31日受付 2010年9月6日受理

所属: 1. 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科

2. 京都大学大学院生命科学研究科

3. 京都大学人文科学研究所

4. 京都大学物質-細胞統合システム拠点

連絡先: birds.kana@gmail.com

ことを考察したい。

2. 「幹細胞ハンドブック」におけるサイエンスイラストレーション制作

筆者らは研究所の広報小冊子、「幹細胞ハンドブック」制作の企画と制作への参加を行った。本章ではまず「幹細胞ハンドブック」とはどのようなもので、誰によって制作されたのかを示す。その上で、イラストレーションの具体的な制作プロセスを示し、最後にイラストレーション制作の全体的な流れを整理する。

なお、本報告の内容は、制作の際交換された電子メール、イラストレーションのデータ、さらに、小冊子制作の4カ月後に行ったCiRA広報担当者、イラストレーター、デザイナー各1名に対しての制作の感想や制作の際の発言の意図を確認するためのインタビュー（1時間～2時間半）のデータに基づいて書かれている。

2.1 広報小冊子「幹細胞ハンドブック」の概要

「幹細胞ハンドブック」は、京都大学iPS細胞研究センター（2009年3月当時の名称、Center for iPS Cell Research and Application, 以下CiRA）²⁾が2009年3月に発行した、A4全12ページの広報冊子である。幹細胞に関する情報を、一般市民にわかりやすく伝えることを目指して制作された。小冊子の印刷物はCiRAのシンポジウム等で配布され、PDFファイルがCiRAのウェブサイトの専用ページにおいて配布されている³⁾。

小冊子の内容を大まかに説明すると、まず導入としてからだの中でおきている再生現象を紹介した後、幹細胞の機能や種類に関する基礎知識や将来の応用可能性を説明し、最後に社会的な課題を簡潔にまとめている。「幹細胞ハンドブック」では、イラストレーターによって制作されたイラストレーションが表紙を含め8ページ分（1～8ページ）に掲載されている。そのほかの図表として、デザイナーによって制作された模式図や表、CiRAが所有するヒトiPS細胞の写真（裏表紙）も掲載されている（表1参照）。

表1 「幹細胞ハンドブック」で利用された図表一覧

ページ	章の名前	図の役割	イラスト、表のタイトル
1	(表紙)	パンフレットの看板、インパクトと関心の誘引	「表紙」
2	はじめに	目次の修飾	「ページ背景の装飾」
3	からだの再生	イメージの補助	「プラナリアの再生」
4	幹細胞とは	幹細胞とは何かの説明	「幹細胞の分裂と分化」
5		成体幹細胞の説明	「からだの中の幹細胞」
6		ES細胞とiPS細胞の違い	「ES細胞の作製法とiPS細胞の作製法の比較」
7		様々な幹細胞の比較	「幹細胞の比較」
8	幹細胞の可能性	幹細胞がどのように役立つ可能性があるのか説明	「幹細胞と治療が期待される病気」
9			「幹細胞研究の進歩が影響を与える分野」
10	研究と社会とのつながり	倫理的問題と幹細胞研究の社会、政策とのつながりの説明	「幹細胞研究の発展に関する要因」
11			
12	(裏表紙)	幹細胞の知識の整理とCiRAのイメージの醸成	「幹細胞まとめ」 「ヒトiPS細胞写真」

「幹細胞ハンドブック」の制作には、表2にあげるような制作関係者が関与した。CiRAは小冊子を発行した研究センターであり、加藤研究室は筆者が所属していた京都大学大学院生命科学研究科生命文化学分野研究室を指す。Tane+1.LLCとGRID CO., LTDはそれぞれイラストレーションとデザインの会社である。また、幹細胞に関する専門的な研究経験がある人を「科学者」⁴⁾と表記した。

表2 主要な制作関係者の一覧

所属・立場	人数	分類表記	まとめ表記	役割
CiRA 研究戦略本部 国際広報室	2名	CiRA制作者	CiRA グループ	内容に関する提案と確認、事務手続きの 管理等を担当。
CiRA 研究戦略本部 研究統括室	1名	CiRA制作者	CiRA グループ	内容に関する提案と確認を担当。
CiRA 研究戦略本部 研究統括室	1名	CiRA「科学者」	CiRA グループ	監修者として参加。
CiRA センター長	1名	CiRA「科学者」	—	監修者として参加。
CiRA ファカルティ	19名	CiRA「科学者」	—	内容・科学的正確性の確認を担当。 (PI11~12名、助教3名、研究戦略本部4名)
加藤研究室制作者	1名	加藤研制作者	加藤研グループ	企画、制作と意見の取りまとめを担当。
加藤研究室制作者	1名	加藤研「科学者」	加藤研グループ	企画、制作と科学的確認を担当。
加藤研究室協力者	1名	加藤研「科学者」	—	内容の科学的確認に協力。
加藤研究室協力者	3名	加藤研協力者	—	内容の確認に協力。
イラストレーター	1名	イラストレーター	—	イラストレーションの作成。
デザイナー	1名	デザイナー	—	レイアウト制作と印刷会社への連絡等。
印刷会社	—	印刷会社	—	印刷を担当。

注) 本稿の筆頭筆者は表中の加藤研究室制作者 (加藤研制作者) に当たり、もう一人の筆者は表中の加藤研究室制作者 (加藤研「科学者」) にあたる。

2.2 個別のイラストレーション制作プロセス

次に、サイエンスイラストレーションがいかに制作されていったのかということ、制作されたイラストレーションのなかで活発な議論が行われた「表紙」、「ES細胞とiPS細胞」、「細胞」の3つのイラストレーションをとりあげて示す。制作プロセスを示す際には、特にコミュニケーションによってどのようにイラストレーションが修正されるか、すなわち「科学者」とイラストレーター、その他の制作者からどのような意見が出され、その意図が何であったのか、そしてその意見によってイラストレーションがどのように変化したのかという観点からプロセスを記述していく。

なお、斜体文字は発言の引用である。引用の末尾には括弧をつけ、どの立場の人の発言なのか、表2における分類表記とまとめ表記に従って明記した。また、引用中の下線は、筆者が引いたものである。

A. 「表紙」のイラストレーションの制作プロセス

表紙のイラストレーション制作は加藤研制作者がCiRAグループとデザイナー・イラストレーターにアイデアを提示することから始まった。「幹細胞ハンドブック」の主題は幹細胞であるため、表

紙には幹細胞のイラストレーションがふさわしい。しかし、幹細胞は形に特別な特徴がなくイラストレーションにしたときに普通の細胞と見分けがつかないと考えられた。このため、「分化する」という特徴に着目して、幹細胞が別の細胞に分化していくプロセスを段階的に示す案が考え出された。加藤研制作者がその案をもとに、上から下に向かって幹細胞がマクロファージに分化するプロセスを示した下描き(ラフドローイング)を作成し、CiRAグループやイラストレーター、デザイナーに提示した(図1)。



図1 ラフドローイング
(制作: 加藤研制作者)

これに対し、イラストレーターは図1の案ではシンプルになってしまうため、神経細胞が組織として広がる図という複雑な構造を描き込める図案にしたほうがよいのではないかと提案した。この提案がなされたのは、表紙のイラストレーションは単調になることを避け、インパクトを与えるべきであるとイラストレーターが考えていたためである。

次に、イラストレーターは、自らの提案に沿って、詳細まで描き込んだ表紙の図案(予備ドローイング)を制作した(図2)。図2に対し、加藤研グループは、線が絡み合うイメージから見の人がグロテスクに感じてしまうことを懸念した。このため、イラストレーターに対し、加藤研制作者が神経細胞の数や突起の数を減らす、あるいは構造をシンプルにする、血管を描かないといった提案を行った。

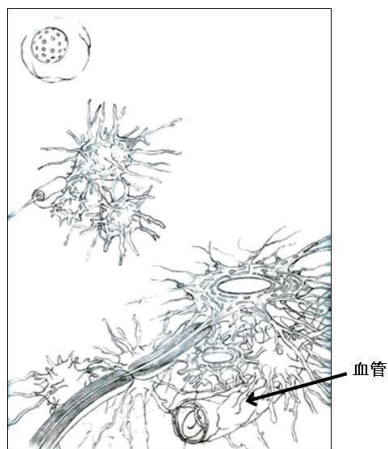


図2 予備ドローイング
(制作: イラストレーター)

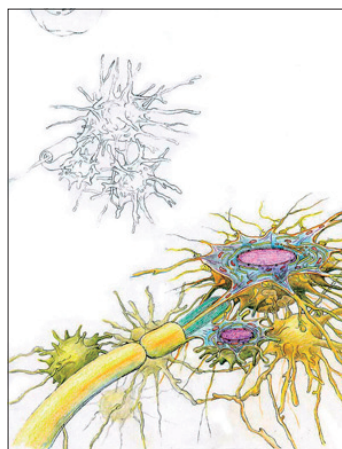


図3 色つき予備ドローイング
(制作: イラストレーター)

この提案に対してイラストレーターは以下の返答を行った。

「現状の線描きでは同率に目に来ますが手前にあるもの奥にあるものを描き分けて行くと少し込み入ったぐらいのスケッチの方がバランス良いと思います。(中略)提案された変更を全部入れると非常にさっぱりした絵になってしまいますが大丈夫ですか?現状のまま仕上げてサンプルで送った以前の作品よりさっぱりします。目を刺激する黒線が無くなるからですが」(イラストレーター)

現状の図案は線の印象が強いものの、完成図では線の印象が減るため、現段階ではシンプルにしない方が良いと言う意味である。加藤研制作者は完成図を正確に予測するのは難しいと判断し、イラストレーターにグロテスクさに関する判断を委ねることに決めた。

イラストレーターは再び表紙の図案を作成した(図3)。この段階では以前のイラストレーションと異なり、血管のイラストレーションが消去された。血管のイラストレーションを除いたことに関しては、イラストレーターから以下のような意見が出された。

「血管を抜いた事で同系の色ばかりになります、カット面があるので持つと思う」(イラストレーター)

「持つ」というのは、シンプルで単調になりすぎることを避けることができたということの意味している。ここでイラストレーターが考慮しているのは、単調さを避けることにより絵としてのインパクトを維持する必要性である。加藤研制作者の意見を部分的に取り入れつつ、細胞の断面を複雑に表現することにより、表紙としてシンプルになりすぎることを防いだということであった。

また、神経の色には黄色が選ばれた。これは知名度のある解剖学の本の多くが黄色系の色を使っていることから、混乱を避け、すぐに神経と分かってもらいやすくする効果を期待し、イラストレーター自らが判断した。この色遣いに対し、CiRA広報担当者が、解剖書に合わせる必要はないのではないかと指摘をした。その理由は、CiRA広報担当者が黄色という意外性に驚いたこと、地味ではないかと考えたこと、さらに他のイラストレーションが解剖書に準じていないのなら、神経細胞も準ずる必要はないと考えたためであった。この指摘に対し、イラストレーターは、細胞の色使いは統一されておらず、一般的にはイラストレーターの個人の判断で決めているという回答を行った。つまり、答えはないということである。これらの問答の結果、ひとまず黄色でイラストレーションを作成し、必要があれば完成後にPhotoshopで全体の色調を変更するということが決まった。

その後、図3案をもとに完成版の表紙のイラストレーションが描かれた(図4)。この図にデザイナーが背景と文字を入れる等の調整を行い、表紙が作られた(図5)。完成した表紙に対して、CiRA広報担当者は高い評価を示し、色遣いが変更されることはなかった。

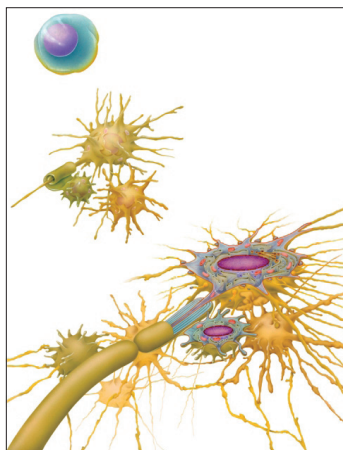


図4 完成作品
(制作：イラストレーター)



図5 実際の表紙
(制作：デザイナー・イラストレーター)

B. 「ES細胞とiPS細胞」のイラストレーションの制作プロセス

まず初めに、イラストレーションのラフドローイングが加藤研制作者によって検討された。このイラストレーションの目的は、「ES細胞は受精卵から、iPS細胞は体細胞から作成されるということを示す」ことであったため、由来や作成方法の違いを強調する図案が検討された。さらに、胚盤胞と体細胞の違いを理解できない読者がいる可能性を考慮し、胚盤胞とは受精卵が分裂してできた発生初期の細胞の集まりであること、体細胞とは私たちのような大人の人間の体の中にもある細胞であることを示す図を付加することが決められた。以上の情報をもとに加藤研制作者がイラストレーションのラフドローイングを作成した(図6)。

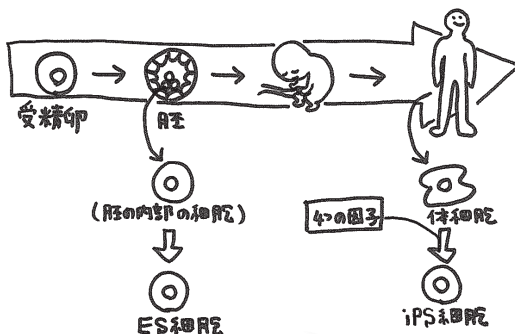


図6 ラフドローイング原案
(制作：加藤研制作者)

このラフドローイングでCiRAグループ、加藤研グループともに異論はなかった。しかし、完成版に向けてページのレイアウトを構成する段階になると、隣のページ(見開きの同一のページ内)に、類似したイラストレーションが掲載されることが決められた。そのイラストレーションでは、受精卵からヒトにいたるプロセスと、5種類の幹細胞の由来をリンクさせており(図7)、図6の内容をほぼすべてをカバーしていた。このため、これらの図の類似性が、読者に混乱を招く可能性が指摘された。

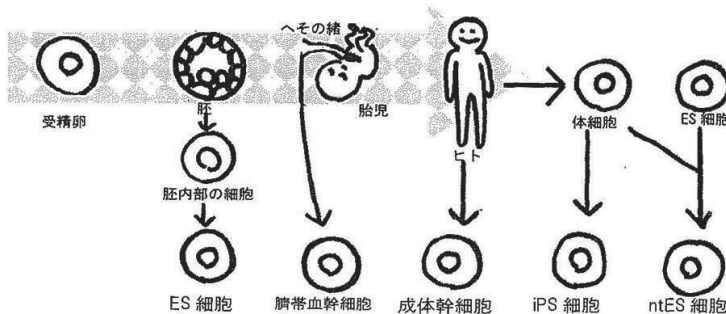


図7 ラフドローイング (隣のページに掲載されたもの)
(制作：加藤研制作者)

そこで加藤研制作者が、ES細胞とiPS細胞の由来と作成方法の違いのみを示す案として、図8を提示した。

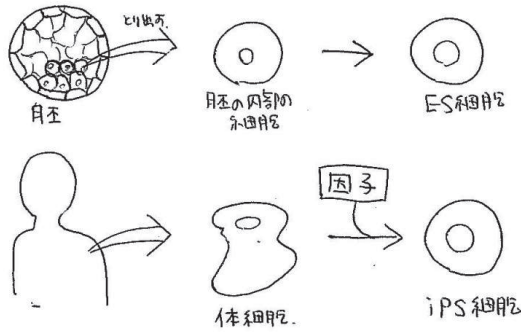


図8 ラフドローイング修正案
(制作：加藤研制作者)

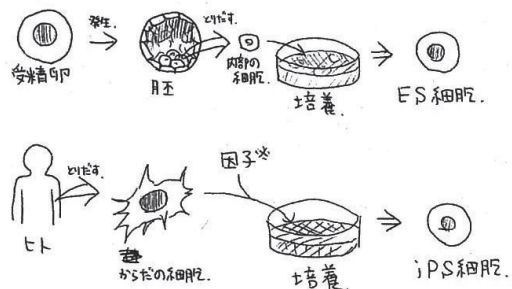
これに対し、CiRA制作者からは胚盤胞の中の内部細胞塊がどれかわからないという意見や、胚の内部の細胞とES細胞との違いがわかりにくいという意見が出された。わかりにくさを防ぐ対策として、加藤研制作者は細胞を色分けし、矢印に工夫を加えることを提案した。この議論に対し、CiRA グループのCiRA「科学者」から、以下のようなコメントが出された。

「絵の運び方、クローズアップの仕方が適切ではないのでこのような誤解を生んでいるように思います。形態としてはESもiPSも上皮系ですから図のようにまるい形状であっています。しかし、ESの方はICM^①をクローズアップする前に受精卵から始まるべきかと思います。それが発生していった、「ICMを取り出してディッシュで培養する」という風に改良できればと思います。こうすればiPSの方はいきなりヒトがでてきても違和感ないと思いますが、「線維芽細胞?を生検でとりだし、ディッシュで培養する」という風に丁寧に書き起こせないかとおもいます。

あと「因子」と単に書くのもいいですが、どんな機能を持っているのだろうと思う人もいます。思いますから、「遺伝子の読み手である転写因子などを外部導入する」といったふうに補足してはどうでしょう」(CiRA「科学者」)

ES細胞やiPS細胞の制作プロセスを丁寧に記述し制作の流れをイメージしやすくすることで、読み手が描かれた細胞を混同してしまう危険を回避できるという意見であった。

以上の意見をふまえ、内部細胞塊がどの細胞かわかるよう色を変えること、ES細胞の方は受精卵からイラストレーションを始めること、ディッシュで培養するという表現を入れること、因子には注釈をつけることを変更点として加藤研制作者により再度ラフドローイングが提示された(図9)。



※ 因子とは、いくつかの遺伝子や、遺伝子を働かせるタンパク質などのこと

図9 ラフドローイング修正案2
(制作：加藤研制作者)

図9のラフドローイングで問題がないとされたため、これをもとにイラストレーターがイラストレーションを作成した。さらにデザイナーによりラベリング、矢印の追加がなされ、イラストレーションが完成した(図10)。

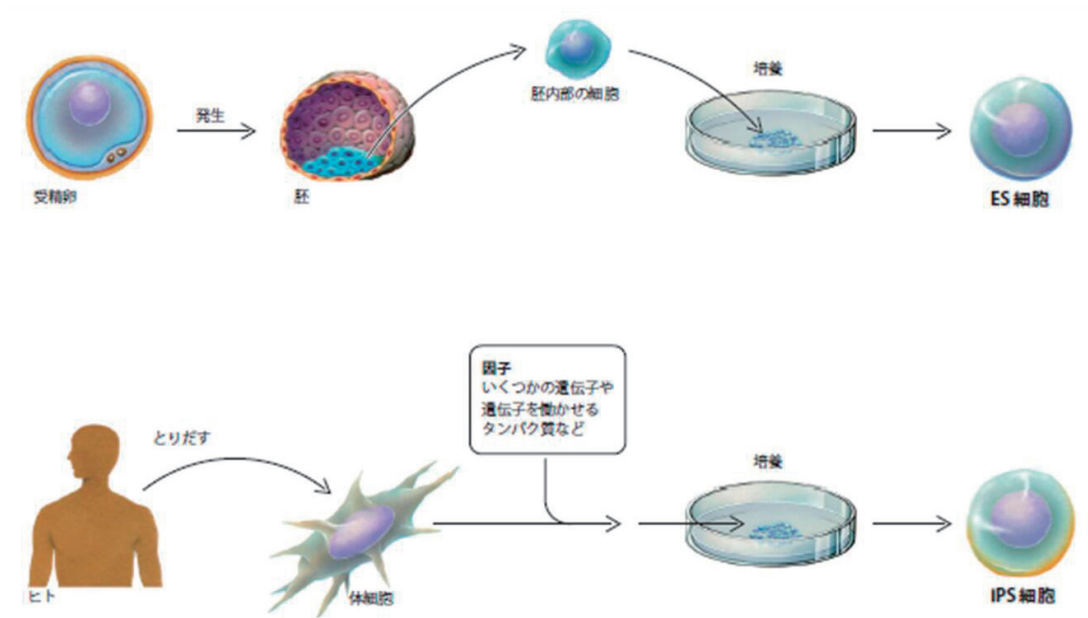


図10 完成作品
(制作：デザイナー・イラストレーター)

C. 「細胞」のイラストレーションの修正プロセス

ここでは、「科学者」とイラストレーターの意見が異なった例を示す。小冊子中に多数掲載されている「細胞」のイラストレーションは、当初核膜孔が描かれていた(図11)。核膜孔とは細胞核に存在する小さな穴であり、核の内外の連絡口としての機能を持つ。この核膜孔の開口部は約10nmほどであり、光学顕微鏡では確認できない。この核膜孔に関し、「科学者」からイラストレーターに対して次のような質問が出された。

「細胞の絵で、多くの場合核の絵に非常にはっきりと核膜孔が描かれているように思います。光学顕微鏡ではそれほどはっきりと見えないのではないかと思います。どういう理由でそうなっているのかお教えいただけませんか。僕自身にとっては少し違和感があります」(「科学者」)

「科学者」は科学的に正確ではない表現に対して不自然さを表明した。これに対するイラストレーターの回答は、以下のとおりである。

「ご指摘の核膜孔は確かにこのスケールでは見えないが、核膜孔を多くのアーティストが入れる理由は、『他の器官と区別のため』が大きな理由と思われる。私は、核に特徴的だから入れています。後はシンプルになりすぎるのを避ける意味、絵としてのバランスです。

正確な縮尺を表すのが非常に難しい分野で、見る側の理解が及ぶ範囲で、色んな形でのデフォルメが上手く見せるのに必要。正確にスケールを意識するより解かり易く要点を視覚的に受け取っていただくのが中心である」(イラストレーター)

イラストレーターは正確さ以上に分かりやすく伝えることを重視しているということであった。この回答に対し、「科学者」は、以下のように返答した。

「光学顕微鏡では見えないものであり、今回は他の小器官と混同することは絶対にないと思う。(中略) 過去に培養細胞を顕微鏡で見ながら実験をしていたのだが、その感覚からいっても『なし』バージョンのほうが自然」(「科学者」)

つまり、今回の文脈においては、核膜孔がなくても核を他の構造体と誤認することはないということ、自らの研究体験からみても、ない方が自然であるということであった。最終的には「科学者」の意見が受け入れられ、核膜孔は消去された。(図12)



図11 核膜孔のある細胞
(制作：イラストレーター)



図12 核膜孔のない細胞
(制作：イラストレーター)

2.3 サイエンスイラストレーション制作の全体像

以上が個別のイラストレーション制作プロセスの例であった。次に、この制作プロセスを踏まえつつ、「幹細胞ハンドブック」におけるサイエンスイラストレーションがどのようなプロセスで制作されたのか、その全体の流れを示したい。

制作プロセスの流れを、図13に示した⁶⁾。図はサイエンスイラストレーターであるHodgesが示した科学者とイラストレーターの仕事の進行のあり方のフローを参照して作成している (Hodges, 1989, Hodges, 2003, 木村, 2002)。図13の流れを、以下に順を追って説明する⁷⁾。

まず、加藤研グループがイラストレーションのアイデアの下描き(ラフドローイング)を作成した(図中①)。このラフドローイングはCiRAグループ、CiRAファカルティに渡され、間違いや不明瞭な点があるかどうか確認が行われた(②)。加藤研グループは、②の確認を踏まえてイラストレーションの修正を行い、修正されたラフドローイングをイラストレーターに送付した(③)。

イラストレーターは、提示されたラフドローイングをもとに、詳細まで描きこんだ線画の下描き(予備ドローイング)を作成した(④)。この予備ドローイングは加藤研グループ、CiRAグループによって内容の確認が行われたあと、修正すべき点がまとめられ、イラストレーターに伝えられた(⑤)。イラストレーターは修正点を踏まえた色付き予備ドローイング(⑥)を作成した。これは色合いを確認するため下描きであり、表紙など一部のイラストレーションのみで行われた。

色付き予備ドローイングの確認が終了すると(⑦)、イラストレーターは完成版イラストレーションの制作を開始した。完成版イラストレーションがそれぞれ質的に8割ほど仕上がると、全イラストレーションが加藤研グループに送られた(⑧)。⑧の段階は期限の関係から修正可能な最後の段

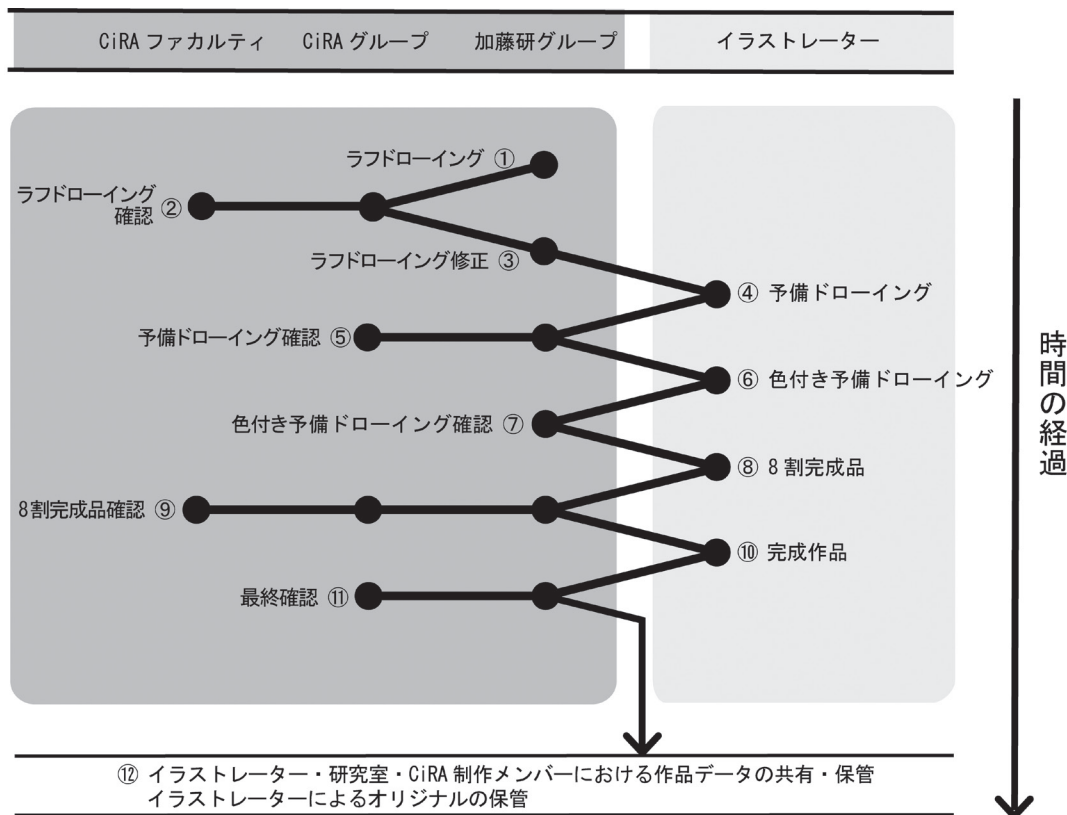


図13 制作プロセスの流れ

階であったため、この段階のイラストレーションは制作関係者全員、すなわち加藤研グループ、CiRAグループ、CiRAファカルティによって確認された。

⑨で出された全ての修正点を踏まえ、イラストレーターが完成品を仕上げた(⑩)。完成したイラストレーションはデザイナーにより矢印やラベル(言葉)等が付加され、紙面上に配置されて、「幹細胞ハンドブック」の冊子が完成した。完成版「幹細胞ハンドブック」の紙面上に配置されたイラストレーションは、冊子の文章とともに加藤研グループとCiRAグループによって最終確認が行われた(⑪)。

冊子が完成すると、イラストレーターとCiRAグループ、加藤研グループの合意に基づき、イラストレーションの高解像度の電子データが制作メンバー内で共有・保管された。オリジナル(電子データになる前の、紙媒体の作品)はイラストレーターにより管理された(⑫)。

以上をまとめると、本事例のイラストレーションは、アイデアを示すためのラフドローイング、事前の確認のための予備ドローイング(色つき予備ドローイングを含む)、完成品(8割段階も含む)という順で制作され、それぞれの段階でCiRAグループ、加藤研グループ、CiRAファカルティによる確認が行われるという流れがとられた。

上記3種のイラストレーションの役割は、それぞれ異なるものである。ラフドローイングは、イラストレーションの発注側(CiRAファカルティ、CiRAグループ、加藤研グループ)のアイデアを整理し、イラストレーターに示すための下描きであった。予備ドローイングは、完成品のイラストレーション制作が、途中で図全体の描き直しが必要なレベルの変更が求められることを事前に防

ぐために作成された。このため、線画ではあったものの、完成品と同じレベルまで詳細に描きこまれていた。完成品は、冊子に実際掲載されるイラストレーションであり、予備ドローイングとそれに対する修正点に忠実に作られた。3種のイラストレーションは、ラフドローイング、予備ドローイング、完成品と、後半に行くほど修正される回数が減り、変更内容が小さくなった。これは描き込みが少なく修正が容易な図案の段階で、できるだけ修正を済ませ、制作の労力を削減するためであった。

また、CiRAファカルティ、CiRAグループ、加藤研グループ、イラストレーターの役割も異なるものであった。CiRAファカルティは主に科学的な確認を担い、好みや美的な視点からの指摘はほとんど行わなかった。CiRAファカルティは、負担を最小限に軽減するため、重要な時（初めの方向性の確認と修正がきく最後の段階）のみ内容の確認を行った。加藤研グループとCiRAグループは、イラストレーターとCiRAファカルティの間のコミュニケーションを仲介し、わかる範囲での科学的な判断と、わかりやすさ、対象者への配慮、雰囲気に関する判断を行い、制作方針を示す役割を担った。イラストレーターは制作側の意図を理解し、制作側の確認を受けながらイラストレーションを制作した。

3. 考察

本章では以上の事例から見出された、協働的なサイエンスイラストレーション制作の特徴や課題を考察する。

3.1 協働的制作におけるコミュニケーション

本事例では意志の疎通ができない、あるいは、意見の対立が悪化して緊張状態になるといったコミュニケーション不全はほとんどみられなかった。しかし、その原因となりうる意見の対立は、頻繁にみられた。

制作関係者から異なる意見が出される場合、違いの内容には大きくふたつの種類がみられた。ひとつは、そもそも目標が異なる場合である。たとえば、「細胞」のイラストレーションの修正プロセスで、加藤研「科学者」は科学的な正確さの実現、イラストレーターは分かりやすく伝えることを目標に意見を述べた。この場合、両者の目標は異なっている。

もうひとつは、目標は同じであるが、判断結果が異なる場合である。たとえば、「ES細胞とiPS細胞」のイラストレーション制作のラフドローイング修正（図8, 9）において、加藤研制作者はシンプルな図案を作成したのに対し、CiRA「科学者」は情報を付加することを提案した。両者とも「わかりやすさ」を実現することを目標としているものの、判断の根拠や結果は異なっている。

以上のような判断軸の違いが生まれるのは、専門性や背景知識の違いからくる優先順位、判断軸の違いによるものであると考えられる。イラストレーションの目標は読者に伝えたい科学的知識を誤解なく理解してもらい、記憶に残ってもらうことである。この目標を達成するためには、科学的正確さ、わかりやすさ、インパクト等複数の要素に配慮しなくてはならない。この要素の優先順位の判断には、制作関係者それぞれの背景知識が影響している。実際、「科学者」は科学的な点、イラストレーターは図の役割や見た目、それ以外の制作関係者（広報など）は冊子のわかりやすさを重視する傾向があった。このため、制作関係者間で意見の違いが生じると考えられる。

また、それぞれの職業の特性や習慣によって「わかりやすい」「インパクトがある」などと感じるのに必要な要素は異なると考えられる。たとえば、科学者の場合は科学的な説明が詳細に提示された方が理解しやすいかもしれないし、仲介的人材の場合は詳細な説明を省いた方が頭に入り易いと

感じるかもしれない。このため、目標を共有していても、意見に違いがおきるのだろう。

本事例においては、上記のいずれの場合でも、どのような意図や根拠をもって発言したのか制作関係者同士で理解したことが、対立の悪化を防止した。もちろん理解するだけでは合意には至らないものの、お互いが明確な根拠を持っているという気づきを得ることは、相手の意見を尊重することにつながると考えられる。また、相手の意見に同意できなかった場合でも、それぞれの制作関係者が結論を留保する、相手の専門性を信頼して判断を委ねるなど、自分の意見に固執せず冷静に判断を行ったため、円滑なコミュニケーションが達成されたと考えられる。

しかし、これらのプロセスを経ても意見の対立が解消されない場合もあった。それは、見た目や印象に関する判断の違いである。見た目に関する判断とは、たとえば図2のイラストレーションをどれほどグロテスクに感じるかということである。このような判断には、制作関係者内でもばらつきがみられた。印象の問題は好みや感覚の影響が強いため、判断基準や優先度が明確ではなく、意見が収束しにくい。本事例で意見がまとまらなかった場合には、制作の最高責任者に判断を委ねることでその混乱を回避した。全員が納得いく最終判断の決定方法を定めることも、制作関係者の重要な仕事であると考えられる。

次に、本事例のコミュニケーションの方向性についても考えたい。本事例ではイラストレーションの発注側が、イラストレーターに描く内容を指示するという一方向的なコミュニケーションではなく、イラストレーターと「科学者」、そのほかの制作者が互いに意見を提示し、理解しあうという双方向的なコミュニケーションが行われた。この結果、相手の意見を踏まえながら意見が述べられ、互いの専門性が制作に活かされることにつながった。しかし、双方向的なコミュニケーションを行うには一方向性よりも多くの時間と労力を費やす必要がある。本事例に限らず、イラストレーション制作には厳しい時間的制限があることが多く、常に双方向的に納得いくまで議論し合えるとは限らない。どの議論にどれだけ時間を費やすかということは、制作アジェンダを基準に常に判断する必要がある。結果で示した三種のイラストレーション（ラフドローイングなど）の役割の違いを考慮すると、双方向的なコミュニケーションはアイデアを固める制作の初期段階にできるだけ多く行うことが有効であると考えられる。

3.2 科学者とイラストレーターの協働における仲介の働き

本事例では結果でも述べたように、加藤研グループとCiRAグループが、イラストレーターとCiRAファカルティの間でのコミュニケーションを仲介した。仲介とは、科学者とイラストレーターの意見を引き出して理解し、整理して両者に示すこと、現在制作のどのような段階にあり、何が問題になっているのかを制作に関連する人々に明示することである。これにより論点が整理され、コミュニケーションが円滑になった可能性は大きい。また、メールでのコミュニケーションの場合、制作関係者はランダムかつ同時進行に意見を出していくため、どの議論が現在話し合うべきもので、どの議論がすでに解決したのか、制作関係者内でわからなくなることがある。このため、どの議論がどれだけ進んでいるのか整理して示すだけでも、科学者やイラストレーターの負担を軽減することが可能である。

一方で、仲介による弊害もあると考えられる。もっと話し合われるべき議題が仲介した制作関係者のバイアスによって大きく取り上げられなかった可能性や、仲介によって科学者とイラストレーターのコミュニケーションの機会が制限された可能性が指摘される。仲介の人材はファシリテーションするだけでなく、自らも意見を提示していたため、自分の意見が有利になるよう話を進めた可能性もある。このため、自分の意見に固執せず、メタな視点から制作状況を把握することが仲介する人には求められると考えられる。

本事例は仲介として加藤研グループとCiRAグループの双方が関わっており、人数が多く特異な例であると考えられる。しかし、通常のイラストレーション制作においても、科学者とイラストレーターの仲介的な人材として広報あるいは、コーディネーター、アートディレクター、科学コミュニケーター、出版の編集者などがいると考えられる。コミュニケーションの機会を設け、科学者とイラストレーターの意見を円滑に引き出し、とりまとめを行うという働きは、イラストレーション制作における仲介的な人材においてもある程度共通すると考えられる。今後、仲介を行う人材がどのような仕事を担っているのか、どのような課題があるのかということ、他の事例も含めて検証する必要があるだろう。

3.3 科学者の関与

本事例では、重要なときのみメーリングリストを利用してCiRAファカルティに確認を依頼した。これはCiRAファカルティに所属する科学者の負担を軽減するためである。しかし、この方法だと科学者側に「幹細胞ハンドブック」の意図や目的がどれほど伝わったのか、科学者がどれほど興味を示したのかを確認することが難しい。また、CiRAファカルティにどれほどの頻度で確認を依頼して良いのかということも、明確でないまま制作が進められた。

今回の事例から言えることは、メーリングリストではなく特定の科学者に直接確認を依頼した方が、同じメールベースのコミュニケーションでも、多くの意見を引き出しやすかったということである。事例ではCiRAグループ、加藤研グループに幹細胞研究のバックグラウンドを持つ「科学者」がおり、彼らは科学的確認も担った。このことが制作を円滑に進めることに貢献した可能性が大きい。少数の科学者に頻繁にコミュニケーションに参加してもらう方が、科学者の関与の方法としてはふさわしいのかもしれない。

3.4 協働する上で重要なこと

上記から得られた示唆をまとめると、科学者とイラストレーターと広報などのその他の人材が協働する際には、第一に両者が意見を出し合えるようにすること、そしてその意見の意図、根拠を提示し、理解し合うことが重要である。そしてその上で、制作目的、制作環境、時間的制限といった制作の文脈に合わせ、どの意見がどれだけ重要かという順位付けを行うことが重要である。これを達成するためには仲介的な人材が両者のコミュニケーションをファシリテートすることが有効であると考えられる。現在行われている議論が、何を指した何についての議論なのかを整理し、制作関係者が理解しながら話し合えるよう支援を行うことが、仲介的な人材の重要な役割である。

第二に、上記のような話し合いをしても時間内に意見がまとまらなかった場合には、全員が同意できる最終判断方法を決めることが重要である。議論されている問題に関する知識や経験が最もあるメンバーや、制作の最高責任者に判断を委ねるといった解決方策は、混乱を避ける上である程度必要である。

第三に、双方向的なコミュニケーションを制作の初期にできるだけ多く行うことである。イラストレーションの修正は、制作後期になればなるほど難しく、制作の負担が大きくなる。このため、制作初期にできるだけ密に話し合っただけでイラストレーションの図案を決定し、制作後期は単純な確認にとどめるという流れにすることがふさわしい。

第四に、科学者とコミュニケーションする方法を考えることである。科学者にどれだけ負担を求めたいのかということ、制作の目的や状況によっても異なるため、制作ごとに判断する必要がある。この際、少数の科学者に頻繁にコミュニケーションに参加してもらうことは、有効な方法である。

以上の四点を行う上では、誰がどのような役割を担うのか、ある程度合意しておく必要がある。また、コミュニケーションのための時間や機会を確保する必要もある。時間と機会を確保するためには、コミュニケーションに関わるコスト（移動費など）も考慮した制作費用の支払いを、発注する機関や組織が認める必要がある。また、コミュニケーションしながら制作を行う重要性を、制作関係者や制作関係者とともに働く人々（科学者なら、その人が所属する研究室内のメンバー等）が理解する必要もあると考えられる。

4. おわりに

最後に、本稿の意義を改めて述べたい。本稿はイラストレーターが制作に関与するサイエンスイラストレーション制作に注目した。サイエンスイラストレーションは多くのサイエンスコミュニケーション活動で利用されているにも関わらず、その制作過程はあまり明らかになっていない。筆者はこれまで科学者やコミュニケーターから、イラストレーターへの依頼方法や価格、制作過程に至るまで、どのように行えばよいのかわからないという声を聞いてきた。このような事態を改善するためにも、サイエンスイラストレーション制作がどのように行われているのか、明らかにする意義がある。

また、イラストレーターへの注目は、学問的にも価値があると考えられる。イラストレーターは科学者と市民間のサイエンスコミュニケーションの媒介者であり、同時に自身も科学者とコミュニケーションを行うアクターのひとりである。また、科学者とイラストレーター間では単なる情報伝達ではなく、ゴールを共にして協力し合うという、異分野専門家どうしの協働が行われる。このような特徴的な役割を果たすイラストレーターと科学者の関係性を検討することは、科学コミュニケーション分野の協働や科学コミュニケーターのあり方に対し有意義な知見をもたらすのではないだろうか。今後、サイエンスイラストレーション制作プロセスやイラストレーターに対する注目が、少しでも高まることを期待する。

謝辞

幹細胞ハンドブックの制作と制作プロセスの分析には、iPS細胞研究センターの皆さまとイラストレーターの奈良島知行氏、デザイナーの八十島博明氏にご協力をいただきました。また、本研究を進めるにあたっては、イラストレーター、デザイナー、アートディレクター、技師の方々と、コミュニケーター、広報担当者の方々にご協力をいただきました。拙稿をまとめる際には、京都大学加藤研究室の方々に多くの助言をいただきました。厚くお礼申し上げます。

注

- 1) 実際のイラストレーション作成には、イラストレーターのほかにもデザイナー、アートディレクターなどが関与する。サイエンスイラストレーション制作を行うイラストレーターには科学以外のイラストレーション制作も担う通常のイラストレーターのほか、科学専門のイラストレーターも存在する。特に欧米では、メディカル、またはサイエンス（サイエンティフィック）イラストレーターという職業が確立し、専門家向け、一般向けのイラストレーションから科学に関わるアニメーションやCGまで様々なメディアの視覚物の制作を担っている。海外のサイエンスイラストレーターについてはAssociation of Medical Illustrators (AMI) (<http://www.ami.org/>) やGuild of Natural Science Illustrators (GNSI) (<http://www.gnsi.org/>) を参照のこと。
- 2) 制作当時は京都大学iPS細胞研究センターであったが、2010年4月より京都大学iPS細胞研究所となった。<http://www.cira.kyoto-u.ac.jp/j/index.html>

3) PDFファイルは以下のページからダウンロードできる。

http://www.cira.kyoto-u.ac.jp/j/pressrelease/pdf/stemcellhandbook_revised3_100501.pdf

- 4) 本調査では分析の過程で背景知識の違いが考え方の違いに影響することが見いだされたため、「科学者」の定義を幹細胞に関する専門的な研究経験がある人（大学院教育を受けた人や研究員等）とした。厳密には職業としての科学者ではないため、括弧（「」）をつけて表現している。
- 5) ICMとはinner cell massの略称であり、胚の内部の細胞（内部細胞塊）を指す。
- 6) 2.2 で示した各イラストレーションのプロセスには、紙面の関係上一部省略した段階があるため、図13で示した流れよりも段階が少なく記述されている。また、全てのイラストレーションが完全にこの流れと同じプロセスで制作されたわけではなく、例外もみられた。例外がみられたのは、イラストレーションの修正内容によって、必要な作業が変わるためである。
- 7) ここでは流れを明示するために、デザイナーの関与を省略している。デザイナーはイラストレーターが描いたイラストレーションに矢印やラベル（言葉）、背景色を挿入したり、紙面上のレイアウトを行っており、実際のイラストレーションの完成にはデザイナーも重要な役割を果たした。

●文献：

- Ford, B. J. 1993: *Images of Science: A History of Scientific Illustration*, The British Library Publishing Division.
- Hodges, E. R. S. 1989: "A working Relationship Between the Scientist and Artist," *Bioscience*, 39, 2; Academic Research Library.
- Hodges, E. R. S. 2003: *The Guild Handbook of Scientific Illustration*, Van Nostrand Reinhold.
- The House of Lords 2000: "Science and Society." <http://www.publications.parliament.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/38/3801.htm>
- 木村政司 2002: 「サイエンティフィック・イラストレーション」『日本大学芸術学部紀要』36, 29-38.
- Mayer, R.E. 2003: "The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media," *Learning and Instruction*, 13, 125-139.
- Mayer, R.E., and Moreno, R. 2002: "Animations as an aid to multimedia learning," *Educational Psychology Review*, 14, 87-99.