



Title	科学的な概念図の制作法を学ぶワークショップの開発
Author(s)	有賀, 雅奈; ARIGA, Kana
Citation	科学技術コミュニケーション, 34, 47-60
Issue Date	2024-03
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/109332">https://doi.org/10.14943/109332</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/91398">https://hdl.handle.net/2115/91398</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	jjsc34_05_Ariga.pdf



報告

# 科学的な概念図の制作法を学ぶワークショップの開発

有賀 雅奈<sup>1</sup>

## Development of a Workshop for Learning Methods of Creating Scientific Diagrams

ARIGA Kana<sup>1</sup>

### 要旨

近年、研究者には研究者同士あるいは市民とのコミュニケーションにおいて科学的な概念図を作成することが求められるようになった。一方で、研究者がわかりやすく関心を引く概念図を制作する方法を学ぶ機会は極めて少ない。そこで本研究では研究者が概念図の制作のスキルを身に付ける機会を創出することを目指し、科学的な概念図制作法を学ぶワークショップを開発することとした。制作の手順や考え方を伝える講義と既存の概念図の分析の演習を行ったうえで Adobe Illustrator を利用して科学的な概念図の課題制作を行う演習を実施し、一部にオンライン形式を取り入れて全5回のワークショップを設計した。本稿ではこのワークショップの詳細と、企業のR&D部門の担当者10名に試行した際のアンケートと事前事後制作課題の表現力の変化の分析結果を報告し、ワークショップの意義と課題を考察する。

キーワード：概念図, ビジュアル・デザイン, サイエнтиフィック・イラストレーション

Keywords: diagram, visual design, scientific illustration

### 1. はじめに

本研究のテーマは研究発表の図や研究の広報資料、一般への発信で用いる科学的な概念図の制作法の指導法の確立である。科学的な概念図とは、科学知識を伝達するサイエンティフィック・イラストレーションの一種であり、メカニズムや実験手法などの科学的な内容を説明する際に、その内容を要素や矢印などを使って論理や変化、関係性などを図示したものである。したがって、解剖図や標本画などの科学分野の伝統的なイラストレーションのように観察して詳細に描画するものとは異なり、比較的抽象的な要素と、その要素どうしの関係性を視覚的に表現したものである。模式図やポンチ絵、モデル図、研究概要図、インフォグラフィックスなど、別の名称で呼ばれるものも含む。

科学においては、研究者間、あるいは一般向けなどのコミュニケーションに概念図を利用することがある。なかでもライフサイエンス分野では、20世紀後半以降細胞・分子レベルの議論が活発化しており、目に見えない分子（タンパク質やDNA、RNAなど）の構造や挙動、影響、相互作用な

どを表現するのに概念的なモデル図が利用されることが多い。また技術面でも、特に90年代以降は論文のパワーポイントや Adobe Illustrator などの作画ができるコンピューターソフトの普及により、研究者自身が概念図を制作する機会が増加している (Ariga and Tashiro 2022)。また、多くの論文雑誌は2000年代以降のオンライン化により、論文の量が劇的に増加している (Larsen and von Ins 2010)。科学者は大量の情報をブラウジングする必要があるため、理工系を中心に論文内容を1枚で伝える「グラフィカル・アブストラクト」が普及してきた (Editorial of Nature Chemistry 2011)。「グラフィカル・アブストラクト」では研究の方法や成果などの要点を表現する必要があり、研究手法や提案するモデルの概念図が利用されることが多い。さらに、国内の競争的研究資金の申請においても、申請書に概念図を掲載することが推奨されている。例えば日本学術振興会特別研究員などの申請では、申請書のテンプレートに適宜概念図を用いるよう注意書きされている。

さらに、日本では2000年代以降、研究者の社会的責任として、研究成果のアウトリーチが求められるようになった。例えば、2004年に発行された科学技術白書(平成16年版)では科学者の社会的責任を果たすためにアウトリーチが求められるという記載があり、2010年に総合科学技術会議は3,000万円以上の公的研究資金を獲得した研究者に国民との科学・技術対話(アウトリーチ活動)を義務づけている。アウトリーチはウェブサイトや講演、サイエンスカフェ、冊子制作などがあり、このような活動においても一般の人に理解を促すことを目指し概念図が使われることが多い。企業活動においても、研究開発の成果やリスクを一般の人に科学的に伝える際にはモデル図や概念図が利用される。

以上のように、研究者は多くの場面で概念図を制作する機会がある。このような概念図には、対象の二次元・三次元的な構造の理解を促す、目や関心を引くといった言葉にはない効果が認められており、科学的な概念図は推論や理解において有用な役割を果たすと言われている (Hegarty 2011 など)。

一方で、図はあればいいというものではなく、よりわかりやすくするためには工夫が必要である。また、不適切な図は、かえって誤解を招いたり理解を妨げたりする危険性もある。グラフィック・デザイン分野では情報を解りやすく伝えるイラストの制作方法論が議論されており、指南する書籍なども多い (櫻田 2013 など)。しかしながら科学分野では、レイアウトなどのグラフィック・デザインについては田中 (2013) など議論があるものの、科学的な概念図の制作方法をいかにして教育・指導するのかについては、研究も実践もわずかしかない (Nayak 2019)。このため、研究者の多くは美しくわかりやすく描く方法などに困難さを感じているという指摘もある (田中・小林・三輪 2011)。

上記の課題を踏まえ、本研究では科学的な概念図の制作方法を実践的に学ぶことができるワークショップを開発することを目標とした。指導内容をパッケージ化し、学会や企業等と連携して実施していくことで、科学者や学生などが概念図を制作するスキルを学ぶ機会を創出し、科学者間、あるいは科学と社会の科学技術コミュニケーションをより円滑化することに貢献することを目指す。

## 2. ワークショップの設計

開発するワークショップの目的は上記の問題意識に合わせ、「研究者が自分の力でわかりやすく科学情報を伝える概念図を制作する力を習得すること」とした。そのうえで、具体的な目標を以下のように掲げた。

- (1) 演習形式により実践的なスキルを身に付け、受講直後からそのスキルを活用できるようにすること
- (2) 研究者など社会人も含めた対象に実施可能な期間・形式であること

(3) わかりやすく関心を引く図のアイデア (図案) を考え、視覚的にデザインするための知識や考え方が学べること

(4) 既存の図の分析や受講者同士の相互学習により、図案のアイデアの幅を広げられること

これらの目標により受講者が具体的に制作に取り組むことができるようになることを目指している。著者はこれまでセミナー講演や個別指導で1000人以上の研究者や学生にイラスト制作を指導してきた。その際によく聞く悩みとして、ソフトの使い方やデザインの基礎について学んでも、いざ自分で制作しようとする図案のアイデアが浮かばない場合や、制作した図をもっとよくしたいと考えても具体的に何をしたらよくなるのかわからないといった意見がある。このため、目標(1)の演習や(3)の知識伝達に加え、(4)にも重点を置いて実施したいと考えた。

ワークショップの具体的な設計の際には、まずはこれまでに概念図を含む科学的なイラスト制作方法についてどのような教育が報告されているのかを調査した。研究者を対象とした科学的な概念図教育については、国内外で関連する研究・報告は少ない(Nayak 2019; Agrawal and Ulrich 2023)。PCソフトを用いて概念図を制作するという文化自体が比較的新しいものであり、教育方法が樹立されていないものと考えられる。科学・医学のイラスト教育についての国内の教育プログラムとしては、川崎医療福祉大学医療福祉デザイン学科のメディカルイラストレーションコースや2010年~2012年にかけて東北大学で実施された「サイエンスイラストレーションサマースクール in sendai」と名古屋大学で実施されたサマースクールがある(有賀 2015)。さらに、筑波大学では芸術系の学生と理系の学生を対象に、サイエンスビジュアルゼーション演習を実施している(日本サイエンスビジュアルゼーション研究会 2022)。ほかには東北大学サイクロトロン・RIセンターで実施された大学院生や研究者・技術者向けのインフォグラフィック制作のワークショップや(Arigo and Tashiro 2016)、イラストにかかわる短時間のセミナーなどがみられる。

このような教育プログラムの中で最も本研究の関心に近いのは、筑波大学サイエンスビジュアルゼーション演習である。この演習は2006年に芸術学類学生を対象に始められ、2010年以降に理系を含む学生が受講可能になった演習形式の授業である。関心に近いと考えたのは、描画的なスケッチではなく概念図を対象としていること、セミナー形式ではなく演習形式のため具体的なスキルを身に付けることが可能であること、教育期間が3日間と比較的コンパクトにまとまっているためである。これらは目標「(1) 演習形式により実践的なスキルを身に付け、受講直後からそのスキルを活用できるようにすること」と「(2) 研究者など社会人も含めた対象に実施可能な期間・形式であること」を達成するうえで重要である。また、ビジュアル・デザインのプロや研究者も利用する標準的な図制作ソフト Adobe Illustrator の操作方法も学ぶことができるため、既存のイラスト素材に頼らない自由度の高い概念図制作が可能となる。

筑波大学サイエンスビジュアルゼーション演習の具体的なプログラム内容は、2015年実施分の授業のウェブページによると、1日目にオリエンテーションと科学的な課題の説明(2時間)、ライティングの講義(1時間)と Adobe Illustrator 基本演習(2時間)を行い、2日目にアイデアスケッチのチェック(2時間)、データ作成(2時間)を行い、数週間後の3日目に最終チェックとデータ修正(3時間半)、プレゼンテーションと講評(2時間半)を行う流れで進められる。担当教員はデザインが専門の講師1名、科学専門の講師が3名、ライティングを指導する講師が1名であり、受講者数上限は40名、Adobe Illustrator 未使用者も対象に含まれている(創造的復興支援教育プロジェクト 2015)。Adobe Illustrator の指導内容の一部については担当講師である田中(2018)によって書籍にもまとめられている。

本ワークショップでは筑波大学の演習の流れを土台としたうえで、独自の方法や内容を追加することとした。追加したのは、第一に、概念図制作の考え方や具体的手順を指導する講義や演習であ

る。これは目標「(3) わかりやすく関心を引く図案を考え、視覚的にデザインするための知識や考え方が学べること」の達成を目指すものである。イラスト制作やデザインに関しては経験的・理論的に知見が蓄積されており（例えばウイリアムズ 2016; 田中 2013; 高橋・片山 2014; 原田 2012; 有賀・高柳・永田・原・田端 2022 など）、著者自身もプロとしての制作経験をもつセミナー講師として指導を重ねてきた。このような成果を整理して伝達することで、ただ経験するよりもより効率的な学びが可能になると考えられる。

第二に、講義と課題に「既存の概念図の分析」を追加した。これは目標「(4) 既存の図の分析や受講者同士の相互学習により、図案のアイデアの幅を広げられること」の達成を目指すための演習である。内容としては受講者に既存のイラストや概念図のなかで真似してみたいと思うイラストを多数探してもらい、なぜ良いと思うのか分析してもらい、そのなかでも特に良いと考えた数枚について講義時に批評を発表してもらおうというものである。「図案が思いつかない」「アイデアが浮かばない」という事態を避けるため既存の図案を多く見てもらい、デザインの選択肢を増やしてもらおうと同時に、受講者同士で自分とは異なる図の見方を学んでもらうことを意図した。

第三に、コロナ禍や遠隔地でも実施可能な形式として、オンライン形式を取り入れることとした。これは目標「(2) 研究者などの社会人も含めた対象に実施可能な期間・形式であること」を達成するためのものである。ただし、Adobe Illustrator の操作指導については、その場で実演したり、操作を見せたりする方が効果的と考えため、Adobe Illustrator の指導については対面とした。

なお、時間や労力がかかるにも関わらず Adobe Illustrator の操作指導をワークショップに含めたのは、先行事例として筑波大学サイエンスビジュアルゼーション演習で指導されていたことに加え、これまでの著者のワークショップ等での指導経験のなかで、図案作成力のみを育成しても、その図案通りに PC ソフトでイラストを作画するスキルがなく、結局イラストを完成させることができないことがあるという声があったためである。ソフトとして Adobe Illustrator を選んだのは、現代の研究者はモデル図を Adobe Illustrator や Microsoft PowerPoint を使用して作成することが多いという報告があること (Perkel 2020; 田中・小林・三輪 2011)、このうち Microsoft PowerPoint では円や長方形などの図形では表現できない複雑な形状の要素の作画は実用的に効率が悪く、Adobe Illustrator を習得した方が受講者にメリットが多いと考えたためである。

なお、筑波大学の演習にあったライティング講義は現在では実施されておらず、概念図制作と比較的関連性が低いこと、また、講師を招聘する負担を軽減するという実務上の理由のため、今回のワークショップでは省略した。また、指導人数も試行段階であることから、20 名以下に設定した。

以上を踏まえた指導概要（実際の実施日程を含む）を表 1・表 2 に示す。

表 1 ワークショップの概要と時期

	指導内容	時間	対面/オンライン	実施形式	実施日程
1	わかりやすい概念図の作り方	2 時間	オンライン	講義	6 月 23 日
2	既存の概念図の分析	2 時間	オンライン	講義・発表	7 月 27 日
3	制作課題のテーマ提示	2 時間	オンライン	講義	8 月 5 日
4	Adobe Illustrator の使用方法	6 時間	対面	演習	9 月 13 日 9 月 14 日
5	課題作品発表と講評	2 時間	オンライン	講義・発表	10 月 17 日

表2 ワークショップの課題の内容と時期

指導内容	取り組み期間	提出内容
① 既存の概念図の収集と分析	6月23日 - 7月10日	既存のイラスト計20枚とそれに対する批評文章
② 制作課題の図案作成	8月5日 - 8月20日	図案のスケッチ1枚
③ 制作課題作品の作成	9月14日 - 10月8日	作品1枚

### 3. ワークショップの実施

ワークショップの効果検証に当たっては、株式会社山田養蜂場 R&D 部門 10 名が調査に協力した。株式会社山田養蜂場は岡山県に本社を置くミツバチ製品の通信販売を行う企業であり、今回協力したのは健康や美容に関する科学的な研究・情報発信を担う担当者である。全員 Adobe Illustrator 未経験、理系出身でデザイン・芸術の訓練は未経験である。企業研究者に協力を依頼したのは、企業においてもグラフィカル・アブストラクトや論文の図を制作することがあること、社内外の非研究者や生活者に向けても概念図を制作するニーズがあることに加え、ワークショップに参加し調査に協力する者を公募で募集するよりもワークショップ評価のための調査の依頼やその管理がしやすいこと、学生ではない研究者でも取り組めるのかを検証できることが理由である。なお、株式会社山田養蜂場の希望により、営業部門 9 名についても特別参加というかたちでワークショップに参加したものの、参加の動機や背景知識が研究者とは異なるため、今回のワークショップの評価の分析対象からは除外した。

また、制作課題の課題設定と概念図の講評を担う科学が専門の講師として、筑波大学のサイエンスビジュアルイノベーション演習を担当した経験のある 2 名の生命科学系研究者を招聘した。2 名の招聘講師は第 3 回、第 5 回の講義に参加したほか、受講者が作成した課題（図案と完成作品）への講評や文書によるフィードバックを行った。実施期間は 2022 年 5 月～11 月であり、実施日程は表 1・表 2 に示した。以下、実施の詳細を示していく。

#### 3-1. 【第 1 回】わかりやすい概念図の作り方

はじめに概念図制作の考え方や具体的手順を指導するため講義を行った。内容としては、概念図の制作前の準備から仕上げ、評価までの一連の流れの中で必要な基本的な知識を、既存の文献と著者の経験に基づいて整理した。具体的なトピックは、1) どのようなときに概念図が有効か（スライド例：図 1a）、2) 図のコンセプトの構築、3) リサーチの方法、4) 既存の図の収集と参照の仕

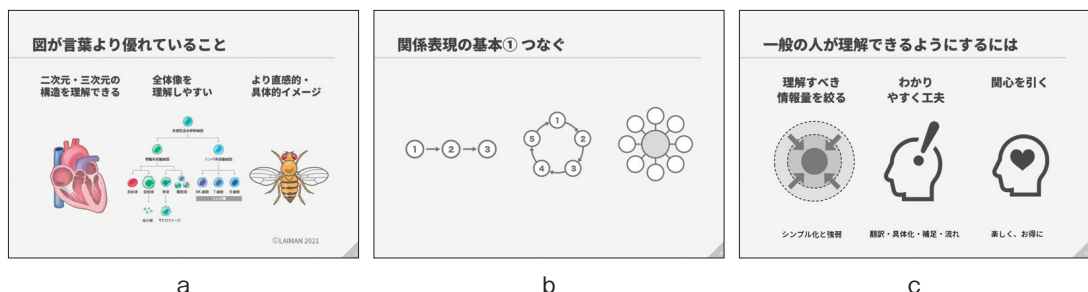


図1 講義スライドの例

方, 5) 図案のアイデア構築 (スライド例: 図 1b), 6) 情報量の調整, 7) 表現の方法, 8) 図のビジュアル・デザイン (色・フォント・レイアウトなど), 9) 図がわかりにくい理由と改善方法 (スライド例: 図 1c) である。

### 3-2. 【第 2 回】既存の概念図の分析

アイデアの引き出しを増やしてもらうための演習として, 受講者に既存の概念図の分析をしてもらった。自分が真似してみたい見た目のイラスト 10 枚, わかりやすいと思う科学のイラスト 10 枚の計 20 枚をインターネットや書籍等で収集してもらい, それぞれに対して良いと思った理由を文章で書いて提出してもらった。また, なかでも特に良いと思ったイラスト数枚について, 第 2 回目の講義時に批評を発表してもらった。収集したイラストに対する受講者からの批評には, 例えば「動物や建物の特徴をアイコンにすることで, 少ないスペースで情報を書き込めない場合にも相手に何を示しているか理解させることができる」といった意見や, 「よい例をカラー, 悪い例をグレーで示し, 直感的にわかりやすい」, 「文字と矢印がメインだが, 起点となる臓器のイラストを入れることでわかりやすくなっている」といった意見など, わかりやすさや雰囲気, 演出方法などに関する意見が出された。受講者が集めたすべてのイラストはオンライン上のフォルダで全員が見られるようにした。

### 3-3. 【第 3 回】制作課題のテーマ提示

第 3 回講義時に 2 名の招聘講師が課題内容や評価の観点の文章と口頭で説明した。2 名の招聘講師は自らの専門を踏まえそれぞれに図制作課題のテーマを設定した。提示された課題テーマは以下のとおりである。

- ① 招聘講師 1 の課題テーマ「新しい臓器移植法による難病治療」  
対象：大学生及び一般市民  
サイズ：A 4 横位置でフルカラー (スクリーンに映写して使用)
- ② 招聘講師 2 の課題テーマ「ウイルス遺伝子リソースバンクの創設」  
対象：生命科学研究者, 大学生及び一般市民  
サイズ：A 4 横位置でフルカラー (スクリーンに映写して使用, ウェブに掲載)

なお, 図のターゲットとしては, 研究者向けよりもより表現上の工夫が必要な「一般市民向け」を基本とした。また, 運営側は受講者をランダムに半分に分け, 取り組むべき課題のテーマを 1 つずつ割り当てた。図を制作するための参考資料は招聘講師が用意したものを提供したほか, 受講者自身にもリサーチをしてもらった。受講者は第 3 回の講義を受けた後, 鉛筆で図案 (図 2) を作成し, 提出した。提出された図案に対して招聘講師と著者が文書にて個別にフィードバックを行った。フィードバックの内容としては, 招聘講師らは例えば「問題は, いろいろ取り上げたので, それぞれのイラストが小さくなってわかりにくいこと」といったわかりやすさに関する指摘や, 「『入手先』と書いてしまうと『ウイルスそのもの』と齟齬があるのでもう少し表現の工夫ができるといいです」といった科学的な観点からの指摘などを行った。著者は例えば「情報量は媒体に対して多い」, 【中略】目を引くという意味では細部すべてに絵はなくても大丈夫。簡潔な説明文を検討してほしい」といったデザインに関する指摘などを行った。

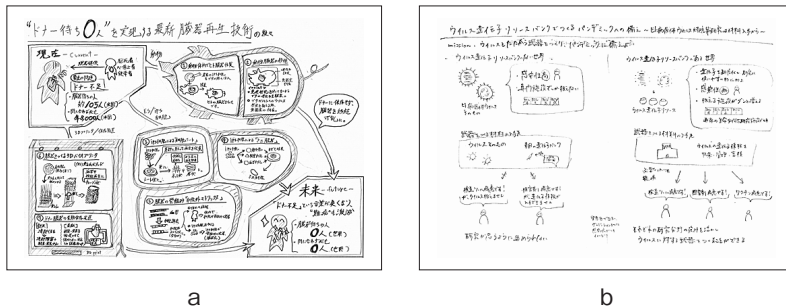


図2 招聘講師の課題テーマに対する図案

### 3-4. 【第4回】 Adobe Illustrator の使用方法

Adobe Illustrator の使用法を対面で指導した(図 3ab)。 Adobe Illustrator の機能や基本操作を確認したうえで、著者が使い方を見せながら、受講者とともに Adobe Illustrator 操作学習用に著者が用意した練習課題(図 3c)を制作するという流れをとった。また、希望者には個別に制作課題の図案に関する質問への回答も口頭で行った。第4回以降、受講者は各自で概念図の制作作業を行った。

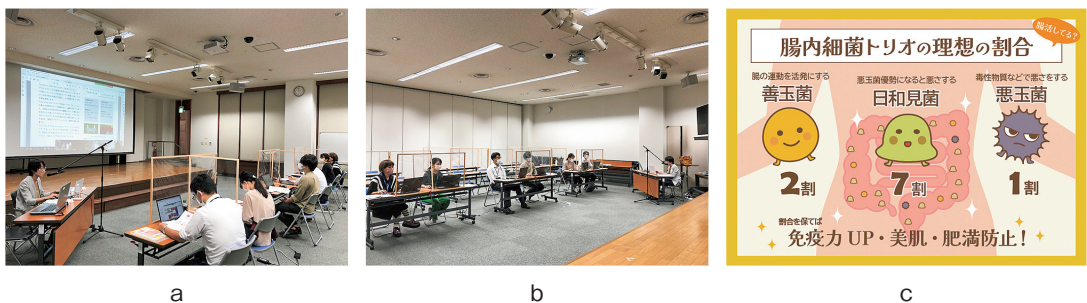


図3 Adobe Illustrator 演習の練習課題と演習の様子

### 3-5. 【第5回】 課題の完成作品発表と講評

第5回では受講者が制作した完成作品について、受講者ひとりひとりが感想や工夫した点、苦労した点などを発表した。受講者が実際に作成した完成作品のうち2例を図4に示す。また、招聘講師が担当した受講生にひとりずつ講評を行った。最後に著者が全体的な良い点と課題を講評した。

ワークショップ終了後には、招聘講師と著者が文書でも個別にフィードバックを行った。フィードバックの内容としては、招聘講師らは例えば「全部盛り込んでいるのにすっきりしているのは凄いです」といった良い点の指摘や、「本当は左右での内容の対比なので、例えば「danger」と「safe」のような対比は目立つように配色などが工夫できると良い」といった改善点の指摘を行った。著者は例えば「ラフ時点の課題だった文字数や情報量も思い切って削り込んだおかげで、スッキリ見やすいです」といった良い点や、「タイトルや見出しはもっとスペースをとって大きくしたいです」といった改善点の指摘を行った。

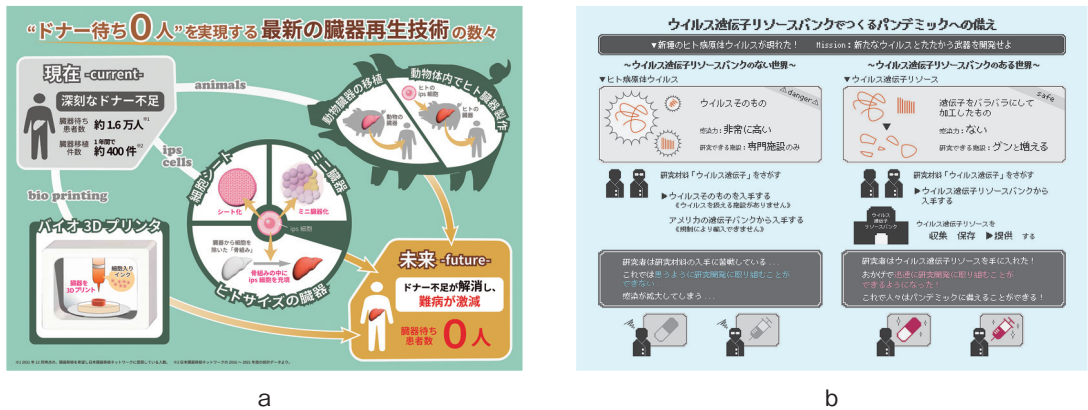


図4 招聘講師の課題テーマによる課題完成作品

#### 4. ワークショップの評価

ワークショップの評価は主に2つの方法で行った。第一に受講者を対象としたアンケートである。毎講義回後に満足度などを問う任意の無記名式のアンケートを実施した(回答は各回 n=7~8)。また、ワークショップ終了後には全体について問うアンケートを実施し、受講者全員 (n=10) から回答を得た。

第二に、受講者全員にワークショップ受講前と受講後に同じテーマで概念図を書いてもらい、どのように表現が変化したのかを検証した。概念図のテーマは、受講者の関心に近い指定の論文の内容説明であり、他の社員向けに説明するための概念図という設定で制作してもらった。これら2つの評価結果を以下に示していく。

##### 4.1 アンケートによる評価

受講者の全体的な満足度や学びについて検証するため終了後のアンケートにて全体の満足度を5段階評価(満足・やや満足・どちらともいえない・あまり満足でない・全く満足でない)で尋ねたところ、図5aに示すとおり回答は満足とやや満足のみであった。「科学の図制作の基本を学ぶことができたと感じますか」「学びを今後にかせると感じますか」という問いについても5段階評価(とてもそう思う・そう思う・どちらともいえない・そう思わない・全くそう思わない)で尋ねたところ、図5bcに示すとおり結果が得られた。cについては「どちらともいえない」が1名いたものの、全体としては高評価であり、科学的な概念図制作法の学習機会として機能したと考えられる。

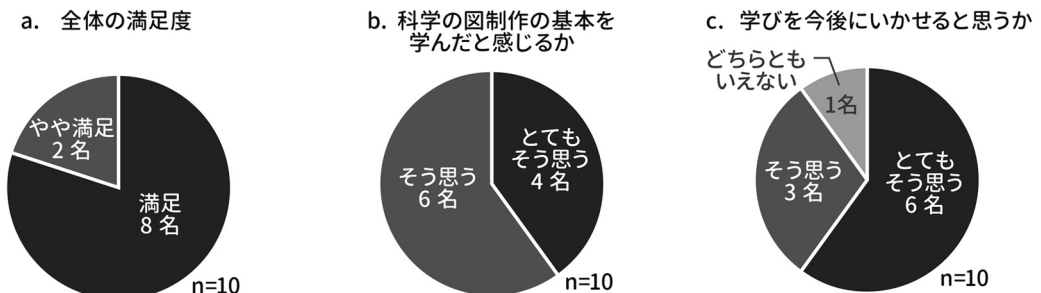


図5 ワークショップ全体の学びと満足度

また、実施にあたっての受講者にとっての負担感も尋ねた。表2に示した課題①既存の概念図の収集と分析、②制作課題の図案作成、③制作課題作品の作成それぞれについて「ワークショップ課題としての負担の大きさはどれくらいだったと感じますか」という問いを5段階評価(大きすぎる・やや大きい・ちょうどよい・やや小さい・小さすぎる)で尋ねたところ、図6a~cに示すとおり、「ちょうど良い」と「やや大きい」のみであった。また、「講義の回数(全5回)はいかがでしたか」という問いを5段階評価(多すぎる・やや多い・ちょうどよい・やや少ない・少なすぎる)で尋ねたところ、無回答1名をのぞいて「ちょうどよい」と「やや少ない」のみであった(図6d)。このことから、ワークショップは受講者にとって過剰な負担ではなかったと考えられる。ただし、今回は会社により業務時間中の取り組みが認められていたため、業務外で実施する場合は別の回答になる可能性がある。この日数や課題でよいのかは、引き続き検討する必要がある。

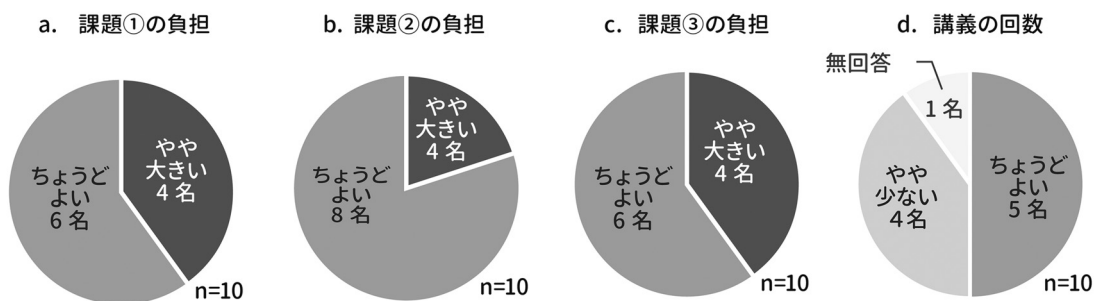


図6 ワークショップ全体の学びと満足度

では、受講者はどのような学びをしたのか。アンケートで「今回のワークショップで特に学ぶことができたと思う項目を選んでください(最大3つ)」と尋ねた。選択肢は、田中・小林・三輪(2011)の調査において、科学イラストを作成する際に研究者が表現上困難だと思うことと、研究者が参考にしたいイラストガイドの項目を尋ねたアンケートの選択肢と同一のものとした。その結果、選択者が多かったのは、「ソフトウェアの使い方」(8名)と「わかりやすく表現する方法」(7名)であり、「画面の構成方法」や「かたちや線の描き方」なども比較的多かった(図7)。田中・小林・三輪(2011)の調査では、表現上困難だと思うことと参考にしたいイラストガイドの項目としていずれも、「センス良く美しく描く方法」、「わかりやすく表現する方法」、「配色方法」の選択者が上位であった。今回の結果では3項目とも複数の回答者がおり、なかでも「わかりやすく表現する方法」の選択者が多かったことから、ある程度研究者のニーズを満たしたものと考えられる。一方で、本ワークショップでは「立体的な表現」や「写実的な表現」について、研究者が作成する概念図ではあまり利用しない表現ではないかと考え、指導をしなかった。しかしながら、「立体的な表現」についてはどのように表現すればよいのか講義中に受講者から質問が出ており、講習のなかで補足する必要があると考えられる。

次に本ワークショップで新たに組み込んだ(1)概念図制作の方法や手順を講義や演習で指導、(2)既存の概念図の分析、(3)オンライン形式の採用という点に効果はあったのかを検証する。

まず前述の(1)と(2)の評価を検証するため、終了後のアンケートにて講義・課題ごとの満足度を5段階評価(満足・やや満足・どちらともいえない・あまり満足でない・まったく満足でない)で尋ねた。その結果を図8に示す。概念図の講義が第1回目、既存の概念図の分析が第2回目と「収集課題」である。第1回の概念図の基本の講義に対しては満足とやや満足のみであった。また、第

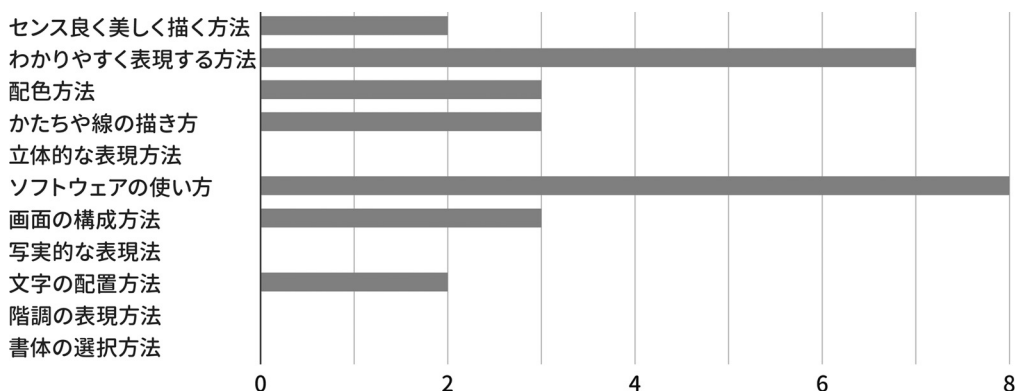


図7 「ワークショップで学ぶことができたこと」(最大3つ)の結果

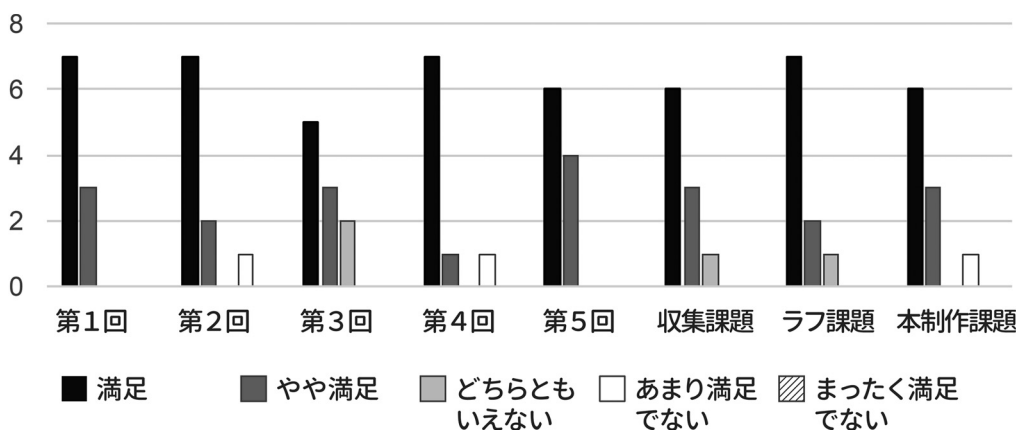


図8 講義・課題ごとの満足度

1回目直後のアンケートでは「実践的な内容で、業務に活用できると感じた」「サイエンスイラストを作成の前に何を意識すればよいか、明確にすることができた」といった意見が出ており、図制作に関する理解が得られたものと考えられる。

第2回と「収集課題」の、イラストを集めて批評を発表してもらおうというコンテンツに関しても、基本的には満足度が高い。一方で、第2回講義に対しては「あまり満足でない」が1名いた。理由は自由回答でも明記されていないため明確ではない。第2回目直後のアンケート (n=8) の自由記述を確認すると、改善してほしいこととして、受講者の発表の時間が押してしまい、発表順が後半だった方は駆け足になってしまったことにたいする苦言や、講師のフィードバックがもう少し多いと良いという意見が出されていた。このため、受講者の発表時間のコントロールに注意する必要があると考えられる。学びに関する意見としては、「他者の視点を学ぶことができた」という内容が3名、「他者の発表の中に自分も真似したいと思うイラストがあった」という内容が2名みられた。このことから図案のアイデアの幅を広げるという目的を少なくとも一部の受講者に関しては達成したと考えられる。

(3) オンライン形式の採用の影響についても終了後のアンケートの自由記述で尋ねたところ、第4回の Adobe Illustrator 講習以外はオンラインで問題ないという意見が3名、第4回の Adobe Illustrator 講習は対面がよかったという意見が5名、第5回は対面が良いという意見が1名であっ

た。Adobe Illustrator 講習は対面とし、それ以外は必要に応じてオンラインを併用しても問題ないと考えられる。

ワークショップ全体の課題についても検証した。ワークショップで改善してほしい点を自由記述で尋ねたところ、複数の受講者が回答した意見として、受講者による発表時間の管理改善（2名）、Adobe Illustrator の指導の充実に関わる意見（2名）、受講者の普段の業務に合わせた課題内容にほしいという意見（2名）がみられた。Adobe Illustrator の指導の充実については、実際講義を行った著者の実感としても、操作の慣れや適応の程度に受講者の間で大きな違いがあり一部の受講者にはさらなるサポートが必要であったと考えている。本制作の課題については、今回は生命科学系研究者を招聘し課題テーマを提示してもらった。そのテーマがすべての受講者の関心やモチベーションに近いとは限らないため、選択制にするなどの検討は必要である。以上を踏まえると、受講者に発表してもらった講義回では時間配分を改善する必要があること、Adobe Illustrator の操作のサポートを充実させること、課題内容のレベルや分野を複数用意し、選択制にするなど関心に近い内容で課題に取り組めるよう配慮することなどの改善が必要と考えられる。

## 4.2 事前事後の概念図の変化

ワークショップ前と後に同じ内容で概念図制作をしてもらった。具体的なテーマは、ミツバチが作り出す樹脂状の物質であるプロポリスの機能に関わる科学論文を読んだうえで、プロポリスの機能を説明する図を制作してもらおうというものである。10名に対して3つの論文を割り当て、ワークショップ前後でまったく同じ課題に取り組んでもらった。ワークショップ前は Microsoft PowerPoint を、ワークショップ後は基本的には Adobe Illustrator を使用して作成してもらい、既存の素材なども利用可とした。事前・事後の制作例の一部を表3に掲載する。

事後課題に取り組む前の「【第2回】既存の概念図の分析」の講義の際に、著者は受講者に事前課題に対するフィードバックを行っている。フィードバックとしては、例えば表3の参加者Aに対しては、良い点として、「フロー図形式でまとまっている。プロポリスくんをキャラ化する手法が見る人の印象に残って良い」という指摘を、改善点としては、「できれば健康な血管を上にも独立させ、高脂肪食と、高脂肪食+プロポリスで左右同じ高さにしたい。また、グラフはシンプルではあるけれど、読みこなすのは非専門家にはつらいかもしれない。グラフをカットして高脂肪食と、高脂肪食+プロポリスのフローを左右で揃えると対比がしやすい。最終的な結論をもっと囲みや太字で強調したい」という指摘を行った。多くの受講者はフィードバックも踏まえて修正を行っていた。

制作された概念図を分析すると、提出されたすべての概念図について事後課題では構成やレイアウト、見せ方に大きな変更がみられた。事前課題では既存の素材を配置するのみだったものが、事後課題では背景色を活用したり、大きなタイトルを入れたり、色合いのバランスをとったりするなどしてわかりやすく魅力的にみせようとする工夫がみられた。また、概念図の要素について、ほとんどの受講者が事前課題では既存の素材か基本図形を利用していたのが、事後課題では Adobe Illustrator で素材を自作をするようになった。このため、形状やレイアウトに自由度が増し、全体として統一感のある作風になる傾向があった。一方で、事前課題で利用していた無料素材はプロや制作経験が豊富なアマチュアが作成したものであるため、素材を自作に切り替えたことで事後課題では見た目がやや拙くなる例はみられた。また、事前事後で比較するとデザインは改善されている一方で、例えば要素の揃えが不完全だったり、強弱の付け方が小さかったり、一部のフォントが小さくて読みにくいなど、自由度が上がったことの裏返しとして、作図の上で注意すべき点への細かな配慮が必要になったことが予想された。一度だけの演習でプロと同じようなクオリティの図を作成するのは不可能であるため、制作を継続することでスキルを向上していく必要があると考えられる。

表3 事前課題と事後課題の変化の例

	事前課題	事後課題
受講者 A		
受講者 B		
受講者 C		

5. まとめ

本研究では、研究者が科学的な概念図の制作方法を学ぶことができるワークショップを開発することを目標とした。具体的な目標として、(1) 演習形式により実践的なスキルを身に付け、受講直後からそのスキルを活用できるようにすること、(2) 研究者などの社会人も含めた対象に実施可能な期間・形式であること、(3) わかりやすく関心を引く図案を考え、視覚的にデザインするための知識や考え方を学ぶこと、(4) 既存の図の分析や受講者同士の相互学習により、図案のアイデアの幅を広げることに設定したうえで全5回の講義・演習、3回の課題提出というかたちでプログラムを設計した。講義演習では、第1回で概念図制作の方法論を指導する講義を、第2回では既存の概念図の分析発表を、第3回では制作課題のテーマ提示を、第4回では Adobe Illustrator の使用方法を、第5回で課題の完成作品発表と講評を行った。第4回のみ対面とし、それ以外はオンライン形式とした。アンケート結果からは、全体の満足度や科学的な概念図制作の基本の学びの実感度は高く、受講者にとって学びがあったと考えられる。また、アンケートの回答から概念図制作の方法論を指導する講義はわかりやすく表現する方法の学びにつながり、既存の概念図の分析は、時間管理や作業量に課題がみられたものの、図案のアイデアの幅を広げることに繋がったと考えられる。さらにオンラインの形式については Adobe Illustrator の操作指導以外はオンラインでも良いと考えら

れた。事前事後の課題制作物の表現を分析すると、事後課題においては背景や色使い、レイアウトなどに意図的な工夫がみられるようになっていた。以上を総合的に判断して本ワークショップは科学的な概念図制作の基本を学ぶプログラムとして機能していると考えられた。

一方、アンケートや制作課題から見出した課題としては、時間管理の方法や課題テーマ設定、Adobe Illustrator の操作修得のサポートに改善や工夫が必要であることである。また、一度制作を経験しただけでプロのようなレベルに達することは不可能なため、ワークショップ後も継続的な制作を促していく必要もある。

全体を通じた課題として、今回は筑波大学のサイエンスビジュアライゼーション演習の担当経験者に招聘講師となってもらったので、指導側にノウハウがあった。しかし、受講者の関心に応じて課題テーマにバリエーションを増やそうとすると、そもそも誰を招聘講師として招いてテーマを提示するのかについても慎重に検討する必要がある。加えて、指導側についても課題提示や指導のノウハウを蓄積していく必要があるだろう。今後は今回の取り組みで明らかになった課題について改善を行い、大学や研究所の研究者、学生などを含めた多様な層に実施し、検証と改善を重ねていきたい。

## 謝辞

本研究の実施にあたっては、株式会社山田養蜂場の社員の皆様にご一言やご協力を頂きました。また、筑波大学医学医療系の小林麻己人氏、理化学研究所 バイオリソース研究センターの三輪佳宏氏に招聘講師としてご協力をいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

本研究は桜美林大学学内学術研究振興費 (22\_02) の助成を受けて実施されました。

## 参考文献リスト

- Agrawal S. and Ulrich P. 2023: "A Picture is Worth 1000 Words: Teaching Science Communication with Graphical Abstract Assignments," *Journal of Microbiology & Biology Education*, 24(1), e00208-22.
- 有賀雅奈 2015: 「日本のサイエンス／メディカル分野のイラストレーターによる団体活動の動向調査」『科学技術コミュニケーション』17, 23-34.
- 有賀雅奈・高柳航・永田徳子・原彩子・田端実 2022: 「患者と医療者双方にとって効果的な患者説明資料のメディカルイラストレーションとは」『日本メディカルイラストレーション学会誌』4(1), 46-60.
- Ariga, K. and Tashiro, M. 2016: "Educational Practice of Scientific Visualization at CYRIC," *CYRIC Annual Report 2014-2015*, 107-112.
- Ariga, K. and Tashiro, M. 2022: "Change in the Graphics of Journal Articles in the Life Sciences Field: Analysis of Figures and Tables in the Journal, "Cell," *History and Philosophy of the Life Sciences*, 44, article number 33.
- Editorial of Nature Chemistry 2011: "The Art of Abstracts," *Nature Chemistry*, 3, 571.
- 原田泰 2012: 『手描きで考え、伝える図解表現使いこなすブック』日本能率協会マネジメントセンター。
- Hegarty, M. 2011: "The Cognitive Science of Visual-spatial Displays: Implications for Design," *Topics in Cognitive Science*, 3, 446-474.
- Larsen, P. O. and von Ins M. 2010: "The Rate of Growth in Scientific Publication and the Decline in Coverage Provided by Science Citation Index," *Scientometrics*, 84(3), 575-603.
- Nayak S. and Iwasa J. H. 2019: "Preparing Scientists for a Visual Future. Visualization is a Powerful Tool for Research and Communication but Requires Training and Support," *EMBO Reports* 20, e49347.
- 日本サイエンスビジュアライゼーション研究会 2022: 「筑波大学におけるサイエンスイラストレーション課題の紹介」, [https://www.geijutsu.tsukuba.ac.jp/~jssv/enshu\\_2022.html](https://www.geijutsu.tsukuba.ac.jp/~jssv/enshu_2022.html) (2023年5月1日閲覧)。
- Perkel, J. M. 2020: "The Software that Powers Scientific Illustration," *Nature*, 582(7810), 137-138.

- 櫻田潤 2013:『たのしい インフォグラフィック入門』ビー・エヌ・エヌ新社.
- 創造的復興支援教育プロジェクト 2015:「サイエンスビジュアルゼーション演習」,  
<https://www.geijutsu.tsukuba.ac.jp/~satanaka/sv/index.html> (2023年5月1日 閲覧).
- 高橋佑磨・片山なつ 2014:『伝わるデザインの基本: よい資料を作るためのレイアウトのルール』技術評論社.
- 田中佐代子 2013:『PowerPoint による理系学生・研究者のためのビジュアルデザイン入門』講談社.
- 田中佐代子 2018:『論文・学会発表に役立つ! 研究者のための Illustrator 素材集: 素材アレンジで描画とデザインをマスターしよう!』化学同人.
- 田中佐代子・小林麻己人・三輪佳宏 2011:「科学者によるサイエンスイラストレーション作成の実態」『芸術研究報』32, 59-70.
- ウイリアムズ, R. 2016: 米谷テツヤ・小原司・吉川典秀 (訳) 『ノンデザイナーズ・デザインブック [第4版]』マイナビ出版.