

メディカルコミュニケーションにおける 視覚情報の有効活用に向けた包括的展望 Graphical Abstracts に焦点を当てて

Visual information in medical communications: Graphical abstracts

原木 万紀子

Makiko Haragi, PhD

埼玉県立大学 健康開発学科健康行動科学専攻

School of Health and Social Services, Department of Health Sciences (Behavioral Sciences),
Saitama Prefectural University

Abstract

We can use words in combination with visual information when communicating with readers. As a result of the widespread use of technology, visual information has become used widely in medical communications. An example is the use of graphical abstracts (GA) in international journals to condense the essential points and highlights of a research paper within one image. The use of GAs is trending in the medical and scientific fields and is often required for submission to top journals. However, most medical researchers may not be able to create visual information correctly or ethically. Moreover, readers also need some skills to analyze the visual information. Therefore, this paper provides some tips for using visual information in medical communications, focusing on the concept of visual literacy (VL). We propose that VL would help in medical communications, especially when visual information is used.

要旨

コミュニケーションを行う際、言葉はもちろん視覚情報を用いることはコミュニケーションには不可欠であり、医療・医学分野においても、メディカルコミュニケーションにおける視覚情報はテクノロジーの普及も相まってその活用に注目が集まっている。その一事例として国際ジャーナルにおける Graphical Abstract (GAs) の使用拡大が指摘される。投稿時に論文の要旨及び重要点を1枚の視覚情報にまとめビジュアル化することが医療系だけでなく科学分野のトップジャーナルをはじめとして求められるなど、一つのトレンドとなっている。しかし現状多くの医学・医療専門家は視覚情報を的確に作成するスキルや法的・倫理的必要要件を認識しているとは考えにくく、また視覚情報を“読む”ため、情報の受け手は視覚情報を分析・評価するためのスキルも求められる。今後、視覚情報を作成して情報伝達をしていく発信者だけでなく、視覚情報を分析し評価し情報を得る受け手、両者どちらの立場に立った場合でも円滑に視覚情報を用いたコミュニケーションが実施できるよう、本説では、Visual Literacy (VL) という概念に注目しメディカルコミュニケーションにおける視覚情報の重要性とその可能性について言及する。

キーワード: 視覚情報、メディカルコミュニケーション、Graphical Abstracts, Visual Literacy.

Keywords: Visual information, Medical Communication, Graphical Abstracts, Visual Literacy.

1. 序文

インターネットの普及により、普及以前に比べ、画像や映像等の視覚情報を迅速に円滑に伝達できるようになったことで、視覚情報を介したコミュニケーションは日常だけでなく、様々な分野においてもその利便性が活用されている。医学・医療分野においても同様の傾向が見られ、様々なコミュニケーションフェーズにおいて視覚情報を活用した情報伝達及びそれらを円滑に活用していく

ための研究等が現在行われている。

Medical illustration (MI)

医学・医療分野で用いられている視覚情報の一例として、Medical illustration (以下 MI)が挙げられる。複雑な医療情報をイラストレーション化することで、对患者、医療従事者間、対メディアのコミュニケーションにおいて、適切に情報伝達を行うことを目的としたツールである。その歴史は古く、写真の技術がなかった時代に、解剖学的

な知見等を描き止めるために、用いられていたのが最初とされている¹⁾。

現代では写真等様々なデジタルツールを用いることが可能であるが、写真をそのまま用いるのではなく、イラストレーションを用いることは様々な利点がある。例えば、レントゲンや CT 等の画像は、それを専門に読解するための知識が必要であり、医学・医療に関連するすべての人々が等しく“読む”ことが困難である。そのような情報に対し、誰に対して何を伝えるのかを整理した上で、必要な情報に焦点を当てて描写することで、専門的な知識を持たなくとも、イラストレーションに含まれる情報を認識させることを可能にするツールが MI である。MI に対する研究も行われており、どの様な情報に対して、こういった描写（写実的か模式的か等）が適しているのかを、がん情報²⁾（自分の論文）や、健康教育教材³⁾（自分の論文）に応用した取り組みなども行われており、科学的な知見の蓄積も進んでいる。

MI はただ描けば良いというものでもなく、作成にあたり描くための技量だけでなく、医学・医療分野の基本的な知識を習得することも求められる。米国の Johns Hopkins 大学をはじめ、欧米諸国では、MI の専門家、メディカル・イラストレーターを育成するための修士課程が存在する⁴⁾ など、職業としても確立しており、医学・医療分野における代表的な視覚情報ツールの一つと考えられる。

Participatory Visual Methods (PVMs)

臨床場面や、論文・研究成果発表、プレスリリースで用いることが期待される MI に加えて、より質的な手法としても医学・医療分において野視覚情報が活用されている。その一つが、エスのグラフィーの手法と考えられている、Participatory Visual Methods (以下 PVMs) である。とりわけ公衆衛生学分野において用いられることが多く、参加型視覚調査、すなわち、参加者が自らビジュアルツールの作成に関わり、潜在意識を探る手法のことを指す⁵⁾。表象が難しい概念等に対し、言葉だけでなくビジュアル化を通して、知識の生産に貢献し、社会的主体へと概念化するパラダイムシフトとして用いられている⁶⁾。

エスのグラフィーの手法として、ビジュアルを用いることについて議論が生じているのも事実であるが⁶⁾、ここ数年において Public health に特化した PVMs の書籍⁷⁾や、手法に関する書籍等^{8),9)}が刊行されるなど、医療社会的分野における課題解決手法として注目されている。

Graphical Abstracts (GAs)

先の 2 つのツール、MI が医学・医療分野の様々なコミュニケーションのフェーズに活用され、PVMs が公衆衛生等の医療社会学よりの被験者の潜在意識を探るためのツールとして活用される中、研究に従事する研究者同士で用いられる視覚情報も存在する。それが、論文・学会投稿時に投稿者が作成を求められる、Graphical Abstracts (GAs) である。

GAs とは、1 枚の画像で構成読者が論文等の概要を素早く把握し、研究の目的や結果などの重要な情報を、閲覧

者が素早く確認できるよう設計された視覚情報¹⁰⁾★

(Cell Press Graphical Abstract Guidelines) の総称である。医学をはじめ、科学分野の急速な発展及び細分化に伴い、日々膨大な数の論文が投稿され出版され、研究者はオンライン上の膨大な文献の中から必要な論文への確にアクセスすることが求められる。論文にアクセスし、素早くどのような内容が記載されているのかを素早く取得することは、研究そのもののサイクルの円滑化にも貢献しうることが想定される。GAs は投稿者に、文章だけでなく視覚情報として論文の要旨を記述させることで、読者にオンラインでの閲覧を容易にし、素早く論文のテーマを特定すること、加えて論文に注目してもらい、読者を増やすことを目的として、主に医学及び科学分野にて使用が推奨されている¹⁰⁾。

2. GAs の変遷

Gas の歴史は 1970 年代にまで遡る。主に、化学分野の雑誌を中心に、1970 年代後半から、Chemical Biology や Nature Chemistry といった雑誌にて、GAs の作成を論文投稿時に作者に求めることが見受けられるようになった¹¹⁾。ドイツの応用科学系雑誌の“Angewandte Chemie”に掲載されたものが最初の GAs とされており、特に有機化学や無機化学分野等、分子、化合物の構造を視覚情報として提示する必要がある分野に GAs の使用が活発に見られた¹²⁾。その後、2010 年に発行された Cell の創刊号の論説、研究論文のオンライン表示方法の変化を提示した「Article of the Future」¹³⁾では、GAs の導入推奨が言及されており¹²⁾、その後、医学・医療分野では 2018 年以降に導入が活発化^{11),13)}し、現在医学・科学分野の多くの雑誌で GAs の活用が行われている。

近年では、GAs がどれだけ読者に影響を与えたのかを検証した論文も存在し、Twitter を用いた論文情報の拡散を試みた場合、論文タイトルに加え GAs をツイートすると、Twitter のインプレッション数が 7.7 倍に GAs をツイートすることで論文の訪問回数が平均 65.5 回から 175.4 回に増加¹⁵⁾したなどの調査も存在する。

GAs の種類

医学・科学分野の雑誌において活用が活発化している GAs であるが、分野によっても使用する GAs のスタイルが異なる。ここでは、現在分類として挙げられている、4 スタイルについていかにその違いと詳細について簡潔に言及する。

Diagram Style : 最も古いスタイルの GAs の種類。ダイアグラムを用いたスタイルは主に化学の分野で利用され¹¹⁾、視覚情報に加えて、高度な専門用語や略語を用いて構成されることが多い。

Infographic Style : 2015 年初頭～2016 年に人気を博したスタイルであり¹⁶⁾、Elsevier¹⁷⁾の学術雑誌に登場し、ニュースメディアでの使用も見られ¹⁸⁾★(GAs wiki16)、より視覚的に訴えるような視覚情報がしばしば用いられ、論文執筆者が作成するよりも、高度なビジュアル技術を用いて作られることが多く、読者は研究者のみならず、

市民等、幅広い層が想定される場合に用いられることが多い。

Visual Abstract Style : Visual Abstract Style は、2016年6月に *Annals of Surgery* の Creative Editor によって初めて導入された GAs の 1 スタイルである¹⁴⁾ ★ (GAs wiki7)。主に医学分野で用いられるスタイルで¹⁹⁾ ★ (GAs wiki9)、タイトルを含み、の重要な知見をテキスト及びビジュアル、データ等を提示し 1 枚の画像で構成するスタイルとして認識されている¹¹⁾。

Comic Style : いわゆる漫画的な手法を取り入れた GAs のスタイルであり、親しみやすく、多くの読者を取り込むことを目的とする場合に使用されるスタイルである。

医学分野における Visual Abstract Style (VAS) について
4つのスタイルの中でも医学・医療分野で用いられる主な手法は、Visual Abstract Style (以下 VAS) である。実際にどの様な VAS を作成すれば良いのかという事例は、個別の研究ごとに異なるので、確実な視点を言及するのは難しいが、Elsevier では GAs のガイドラインのページにおいて、手本となる例を掲載しており²⁰⁾、論文に掲載されている図表をそのまま使用するのではなく、論文のために 特別に作成された GA がベストとされており¹²⁾、デザインをシンプルに保ち、十分な余白を設けることで、主要なメッセージが伝わりやすくする工夫などが求められる²⁰⁾。

3. 課題点：誰が GAs を作成するのか

GAs の作成者は、論文を執筆する執筆者本人であることが想定される。論文の内容を熟知していなければ、視覚情報にそれらを落とし込むことができないと考えられるからだ。しかし、医学分野で用いられている VAS を用いて GAs を作成しようとなった場合、出版社によって規定は異なるものの、“タイトルを含み、の重要な知見をテキスト及びビジュアル、データ等を提示し 1 枚の画像で構成する”といった最低限の要件のみで、全ての研究者が社会的波及効果の期待できる視 GAs を作成できるのか、という点には疑問が残る。多くの研究者が GAs を作成するための視覚情報作成のための基礎訓練を受けているとは考えられず、今後さらに GAs を求める雑誌が今後医学分野に波及していく可能性も考えられるため、現時点で GAs を作成したことがない研究者にとっても、突如として作成を求められることも想定されうる。そのため、GAs の作成が論文作成の足枷となることも最悪考えうるのである。さらに情報を受け取る読者側も、作成された GAs を正しく受け取るための読解訓練が必要となる可能性も考えられ、GAs の広がり、研究者に視覚情報を的確に作成するだけでなく、正しく読み取るための読解力も同時に求める構造を生むことも想定されるのだ。

これら GAs がもたらす視覚情報作成・読解の課題をいかにして解決していくべきなのか、本説では、視覚情報を適切に活用することで視覚情報の適切な生産循環に貢献するための能力、Visual Literacy (以下 VL) がこれらの課題を解決する一手段と捉え、いかに VL の概要及び

その可能性について記述していく。

4. 考察：GAs の円滑な活用に向けた解決先：Visual Literacy (VL) とは？

米国図書館協会 (American Library Association) の一部会である、大学・研究図書館協会 (Association of College and Research Libraries: 以下 ACRL) が、2011年に提起した高等教育分野における定義によると、VL とは“個人が効果的に画像や視覚メディアを見つけ、解釈し、評価し、使用し、作成することを可能にする一連の能力”として示される。

VL がリテラシーの一つとして言及された最も古い例は、1939年に遡る。ロバート・デイビス (Robert Tyler Davis) が『*The Art Museum and the Secondary School*』という書籍内にて、アメリカの美術教育分野における視覚リテラシーの重要性という文脈で、VL を定義し使用している報告が存在し²¹⁾、当初は美術分野特有のリテラシーとして扱われていた。その後、1969年、*Audiovisual Instruction* という学術雑誌に投稿した学術論文²²⁾に VL について記載したこと²³⁾で、各分野において VL という概念が広がり、それぞれの分野で独自の解釈が行われ VL の定義そのものの自体が曖昧な状態となっていた。

上記の様な状況を打破すべく、また、テクノロジーの普及により、視覚情報が多くの人々の生活に欠かせない手段となっていったことから、ACRL では、2011年に VL を7つのキーコンピテンシーと、それに付随するパフォーマンス指標、そして期待される学習成果を全 100 項目近く設け提示した。VL の 7つのキーコンピテンシー²¹⁾ (HP) は以下の通りである。

- ① VL を有する学生は必要とされるビジュアル資料の性質と範囲を決定する
- ② VL を有する学生は必要なビジュアル情報を効果的かつ効率的に見つけ利用する
- ③ VL を有する学生はビジュアル情報の意味を解釈し分析する
- ④ VL を有する学生はビジュアルとその情報源を評価する
- ⑤ VL を有する学生はビジュアルを効果的に使用する
- ⑥ VL を有する学生は意味のあるビジュアルやビジュアルメディアをデザインし作成する
- ⑦ VL を有する学生はビジュアルやビジュアルのメディアの作成と使用を取り巻く倫理的・法的・社会的・経済的な多くの課題を理解し、倫理的に視覚資料にアクセスして使用する

VL と GAs

ACRL は高等教育での VL の普及を促進しているため、主語は“学生”となっているが、これらの点は視覚情報を情報伝達手段として扱う全ての人々に当てはまる能力であると捉えることができる。とりわけ、視覚情報を自ら作成し発信していく人々、GAs を作成する研究者等にとっては、これら 7つのキーコンピテンシーの全てが必要な視点として上がってくると考えられよう。とり

わけ、⑤-⑦では、視覚情報を実際にデザイン、作成し、作成において倫理的・法的な課題等が生じていないかを自身で確認する力が求められており、特に⑦の視覚情報の倫理的・法的な使用については、他者の画像の“盗用”、“著作権侵害”となるようなことが生じれば、作成に従事した研究者は研究不正を行ったと捉えられてもおかしくない。文献そのものの自体の“盗用”や“剽窃”はもちろん著作権侵害にあたることは、研究者でなくとも今や多くの人々が知る周知の事実であるが、視覚情報については同様の視点が広がっているとは言い難い。インターネット上で検索キーワードを入れれば、関連する画像が複数表示され簡単にコピーができる世界が、テクノロジーの普及により爆発的に広がったことから、視覚情報の適切な活用に関する必要な手順の啓発は十分とは言い難い。故に、ACRLをはじめとした図書館組織が、情報と情報資源の組織化、そして人と情報を繋ぐためのコミュニケーションの場の構築を視覚情報にも応用すべく、VLの定義を明瞭化したという背景が指摘できるのである。

また、キーコンピテンシーの①-④は、⑤-⑦のキーコンピテンシーを達成するためには必要な視点であり、かつ視覚情報の読者側の能力としても求められる点であるのではないかと推測される。そのため、視覚情報発信者だけがVLの能力を強化すればよいわけではなく、情報を受け取る読者側も同様に、VLの能力を有していることが求められるのである。

このVLを有した研究者が増えたと仮定をすれば、GAsを作成する際、適切なVASを選択し、的確にGAsを構築できることが見込まれるだけでなく、情報を必要とする医師・研究者への訴求力が高まることも期待される。加えて、情報の読者である人々もVLを向上させることで、迅速に視覚情報を把握し情報取得が行える点を考えれば、VLの向上そのものが、GAsを通したコミュニケーションの円滑・活発化に貢献しうるのではと仮定されるのである。

VLを促進するための学術的背景

しかしながら、実際に視覚情報がいかに情報伝達に重要とされるのかについて明らかにしなければ、VLそのものを推進することも難しい。ここでは、VL促進を進めるために指摘されている認知心理学分野の2つの学習促進理論について紹介したい。

1) Pavis (1971)の 二重符号化 (Dual-coding system)

言語処理システムだけではなく、同時に非言語処理システムの2つの処理システムが働くことが記憶の持続に繋がるという考え方²⁵⁾⁻²⁷⁾である。この考え方に準拠すれば、学習や教育を行う場面では、テキストだけではなく、それに付随したイラストを使用することで学習効率の向上が期待でき、視覚情報を解釈し理解すること、すなわちVLそのものが学習時の鍵となるため、VL向上が、二重符号化の作用をより円滑に生じさせるためにも重要な視点であることが指摘されるのである。

2) Swelle (1988)の 認知負荷理論 (Cognitive Load

theory: CLT)

新たな学習を行う際には、それに応じて認知の負荷がかかり、認知負荷の総量は以下の3種の認知負荷の合計²⁸⁾で表すことができると示す理論である。

- i) Intrinsic cognitive load (トピック固有の難易度)
- ii) Extraneous cognitive load (学習とは無関係な認知負荷)
- iii) Germane cognitive load (学習時の適切な認知負荷)

文章の冗長性を軽減し、認知負荷を定価させる 特に学習を行う際には、学習とは無関係な認知負荷であるii)の負荷をいかに減らしていくかが求められている。その負荷を減らすために、視覚情報をうまく使用することが鍵になると指摘²⁹⁾⁻³³⁾されているのである。

上記の2点の理論を拝借すれば、やはり視覚情報を用いることは、その情報そのものを素早く相手に伝達し学習してもらうことが可能であると考えられる。そして、その視覚情報を適切に操り、受け取るためにもVLという視点が重要となってくるのではと考えられるのである。

5. 結語：医学・医療分野におけるVLの今後の展望

VLという概念が医学・医療分野にも普及されはじめたGAs制作において大いに役立つ可能性があることは指摘できたが、実際にどのようにVLを能力として教育していくのかが、今後の課題となるだろう。VLの定義を制定したACRLは、7つのキーコンピテンシーを獲得するための、パフォーマンス指標と学習成果項目を設けている。既に他の分野では、それ等を用いて探索的な研究が行われるなど^{34),35)}、教育方法に関する模索も始まっている。今後それ等が科学的に確立していくことにより、医学・医療分野においてもVLとのさらなる向き合い方が、GAs以外の点でも見つかることを期待したい。

謝辞

本論文を作成する機会をいただきました、東京大学の木内隆弘先生、京都大学 中山健夫先生、岩隈美穂先生、岐阜大学の藤崎和彦先生、東洋大学の榊原圭子先生に感謝申し上げます。

研究資金

本報告はいかなる研究資金も使用しておりません。

利益相反自己申告

本報告では報告すべき利益相反事項はありません。

引用文献

- 1) CORL, F. M., GARLAND, M. R. & FISHMAN, E. K. 2000. Role of Computer Technology in Medical Illustration. *American Journal of Roentgenology*, 175, 1519-1524.

- 2) HARAGI, M., HAYAKAWA, M., WATANABE, O. & TAKAYAMA, T. 2021. An exploratory study of the efficacy of medical illustration detail for delivering cancer information. *Journal of Visual Communication in Medicine*, 44, 2-11.
- 3) HARAGI, M., ISHIKAWA, H. & KIUCHI, T. 2019. Investigation of suitable illustrations in medical care. *J Vis Commun Med*, 1-11
- 4) Association of Medical Illustrators, Enter the profession, Education. <https://www.ami.org/medical-illustration/enter-the-profession/education>
- 5) LOMAX, H. 2012. Contested voices? Methodological tensions in creative visual research with children. *International Journal of Social Research Methodology*, 15, 105-117.
- 6) BARLEY, R. & RUSSELL, L. 2019. Participatory visual methods: exploring young people's identities, hopes and feelings. *Ethnography and Education*, 14, 223-241.
- 7) MITCHELL, C. & SOMMER, M. 2018. *Participatory Visual Methodologies in Global Public Health*, Taylor & Francis.
- 8) MITCHELL, C., DE LANGE, N. & MOLETSANE, R. 2017. *Participatory Visual Methodologies: Social Change, Community and Policy*, SAGE Publications.
- 9) GUBRIUM, A. & HARPER, K. 2016. *Participatory Visual and Digital Methods*, Taylor & Francis.
- 10) Cell Press Graphical Abstract Guidelines. https://www.cell.com/pb/assets/raw/shared/figureguide_lines/GA_guide.pdf
- 11) IBRAHIM, A. M. 2018. Seeing is believing: using visual abstracts to disseminate scientific research. *Official journal of the American College of Gastroenterology / ACG*, 113, 459-461.
- 12) CHEMISTRY, N. 2011. The art of abstracts. *Nature Chemistry*, 3, 571-571.
- 13) MARCUS, E. 2010. 2010: A Publishing Odyssey. *Cell*, 140, 9.
- 14) GLOVICZKI, P. & LAWRENCE, P. F. 2018. Visual abstracts bring key message of scientific research. *Journal of Vascular Surgery*, 67, 1319-1320.
- 15) IBRAHIM, A. M., LILLEMÖE, K. D., KLINGENSMITH, M. E. & DIMICK, J. B. 2017. Visual Abstracts to Disseminate Research on Social Media: A Prospective, Case-control Crossover Study. *Annals of Surgery*, 266, e46-e48.
- 16) PFERSCHY-WENZIG, E.-M., PFERSCHY, U., WANG, D., MOCAN, A. & ATANASOV, A. G. 2016. Does a Graphical Abstract Bring More Visibility to Your Paper? *Molecules*, 21, 1247.
- 17) ZHOU, Y., ASPLUND, L., YIN, G., ATHANASSIADIS, I., WIDEQVIST, U., BIGNERT, A., QIU, Y., ZHU, Z., ZHAO, J. & BERGMAN, Å. 2016. Extensive organohalogen contamination in wildlife from a site in the Yangtze River Delta. *Science of The Total Environment*, 554-555, 320-328.
- 18) Your 'Microbial Cloud' Is Like a Floating, Invisible Fingerprint. <https://www.vice.com/en/article/wnjvvx/your-microbial-cloud-is-like-a-floating-invisible-fingerprint>
- 19) AMBROSINO, F. 2018. Visual abstracts to disseminate research on Twitter: A quantitative analysis.
- 20) Using graphical abstracts to enrich and expand the reach of your research, Elsevier. <https://www.elsevier.com/connect/using-graphical-abstracts-to-enrich-and-expand-the-reach-of-your-research>
- 21) PEÑA ALONSO, E. J. 2018. Visualizing visual literacy. University of British Columbia, pp41-44.
- 22) DEBES, J. L. 1969. The loom of visual literacy-- An overview. *Audiovisual Instr*, 14, 25-27.
- 23) MOORE, D. M. & DWYER, F. M. 1994. *Visual literacy : a spectrum of visual learning*, Englewood Cliffs, NJ, Educational Technology Publications, p14.
- 24) ACRL Visual Literacy Competency Standards for Higher Education. <https://www.ala.org/acrl/standards/visualliteracy>
- 25) PAIVIO, A. 1965. Abstractness, imagery, and meaningfulness in paired-associate learning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 4, 32-38.
- 26) PAIVIO, A. 1968. A factor-analytic study of word attributes and verbal learning. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 7, 41-49.
- 27) PAIVIO, A., YUILLE, J. C. & SMYTHE, P. C. 1966. Stimulus and response abstractness, imagery, and meaningfulness, and reported mediators in paired-associate learning. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 20, 362.
- 28) SCHNOTZ, W. & KÜRSCHNER, C. 2007. A reconsideration of cognitive load theory. *Educational psychology review*, 19, 469-508.
- 29) SWELLER, J. & CHANDLER, P. 1994. Why some material is difficult to learn. *Cognition and instruction*, 12, 185-233.
- 30) KALYUGA, S., CHANDLER, P. & SWELLER, J. 1998. Levels of expertise and instructional design. *Human factors*, 40, 1-17.
- 31) SWELLER, J., AYRES, P. L., KALYUGA, S. & CHANDLER, P. 2003. The expertise reversal effect.
- 32) AINSWORTH, S. 2006. DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and instruction*, 16, 183-198.
- 33) MAYER, R. E. 1997. Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational psychologist*, 32, 1-19.; MAYER, R. E. 2002. Multimedia learning.

Psychology of learning and motivation. Elsevier.

34) CANHAM, M. & HEGARTY, M. 2010. Effects of knowledge and display design on comprehension of complex graphics. *Learning and instruction*, 20, 155-166.

35) MATUSIAK, K. K. 2020. Studying visual literacy: Research methods and the use of visual evidence. *IFLA journal*, 46, 172-181.

***責任著者**

Corresponding author : 原木 万紀子

e-mail haragi-makiko@spu.ac.jp