

COOL

The 7th Symposium 2026

by the International Research Center
for Color Science and Art

Color Science and Art: Enriching Culture

lab

[PROCEEDINGS]

第7回 シンポジウム 2026

The 7th Symposium 2026 by the International Research Center for Color Science and Art

文化を彩るカラーサイエンス&アート

Color Science and Art: Enriching Culture

東京工芸大学色の国際科学芸術研究センターは、2026年2月21日(土)に「第7回シンポジウム2026」を開催いたします。当日は「文化を彩るカラーサイエンス&アート」をテーマとし、3件のゲストによる基調講演の他、本学教員による工芸融合の研究成果を報告いたします。会場とZoomを利用したオンラインの同時開催となります。

The International Research Center for Color Science and Art of the Tokyo Polytechnic University (TPU) will hold the 7th Symposium 2026 on February 21, 2026. Under the theme of "Color Science and Art: Enriching Culture", the symposium will feature 3 keynote speeches and announcements by the faculty members on research findings for integrating technology and art. The symposium will be held onsite and online over Zoom.

※[注意事項]本シンポジウムは会場とオンラインで開催予定です。最新情報は必ず公式ホームページでご確認ください。
[Notes] The symposium is scheduled to be held both onsite and online. Please check the official website for the most up-to-date information.

基調講演者 Keynote Speakers

松山 隆之… 能楽師(重要無形文化財保持者)、公益財団法人 梅若会 評議員、一般社団法人 梅若実文庫 理事

MATSUYAMA Takayuki… Noh actor (Important intangible cultural property holder), Councillor, Umewaka-kai (Public Interest Foundation), Director of the Umewaka Minoru Library (Inc.)

テーマ:「能楽ことはじめ」脳裏に焼き付く舞台芸術の空間色彩 theme: "The Beginnings of Noh" The spatial colors of performing arts that remain in your memory

本センター監修「ずかん色」2026年1月発行にあたって

松井 竜馬、左雲 裕介… 株式会社技術評論社 販売促進部 法人営業課

MATSUI Ryoma, SAKUMO Yusuke… Corporate Sales Section, Sales Promotion Department, Gijutsu-Hyoron Co., Ltd.

テーマ:「ずかん色」のケーススタディから探る 企画・書店・図書館流通について theme: A Case Study of "The Visual Dictionary of Colors": From Planning to Bookstore and Library Distribution Networks

山船 晃太郎… 一般社団法人クロノナウト 代表理事

YAMAFUNE Kotaro… Representative Director, Chrononaut

テーマ:水中・船舶考古学におけるフォトグラメトリの応用と文化財保存 theme: Application of Photogrammetry for Underwater Archaeology and Cultural Heritage Protection

日時 Date and Time

2026 2/21 (土) 10:00 - 17:00 (懇談会 17:15 - 18:45)

10:00-17:00, Saturday, February 21, 2026 (Social gathering will be 17:15-18:45)

会場 Venue

東京工芸大学中野キャンパス6号館1階6101教室

東京都中野区弥生町1-10

Nakano Campus of Tokyo Polytechnic University #6101, No.6 Building 1F
1-10 Yayoicho, Nakano City, Tokyo

公式ホームページ Official Website

<https://collab.t-kougei.ac.jp/symposium2026/>

オンライン参加 Online Participation

会場開催と同時にオンラインでもシンポジウムの映像を配信します。Zoomを使用しますので、専用サイトからご登録いただき、事前にZoomのURLを受け取ってください。

The program will be broadcast online over Zoom. Please register in advance to receive the Zoom URL.

お問い合わせ Contact Us

mail: office@collab.t-kougei.ac.jp phone: 046-242-4111

参加費 Entry Fee

無料 Free

登録 Registration

公式ホームページから事前登録をお願いいたします。なお、当日でも参加できます。

Please register on the official site in advance. Participants may register on the day of the symposium.

事前登録フォーム Registration Form

<https://forms.gle/Y24BTd2MrGN9xn2A6>

展示 Exhibition

当日は、色の国際科学芸術研究センターの研究成果をポスター展示などでご紹介します。

Projects from research findings of the International Research Center for Color Science and Art will be on display on the day of the event.

展示会場:6号館地下1階ギャラリー6B01

Venue: Gallery 6B01, No.6 Building B1

懇談会 Social Gathering

発表者や参加者が意見交換できる場として懇談会を予定しています。We will hold a social gathering where presenters and participants can exchange opinions.

会場:6号館地下1階ギャラリー6B01 時間:17:15-18:45 参加費:無料

Venue: Gallery 6B01, No.6 Building B1 Time: 17:15-18:45 Fee: Free

主催 Organizer

東京工芸大学 色の国際科学芸術研究センター

The International Research Center for Color Science and Art, Tokyo Polytechnic University

後援学会 Academic Supporting Organizations

日本写真学会 The Society of Photography and Imaging of Japan

画像電子学会 The Institute of Image Electronics Engineers of Japan

日本印刷学会 The Japanese Society of Printing Science and Technology

日本画像学会 The Imaging Society of Japan

日本色彩学会 The Color Science Association of Japan

日本写真芸術学会 The Japan Society for Arts and History of Photography



色の国際科学芸術研究センター 第7回シンポジウム2026

The 7th International Symposium 2026 by the International Research Center for Color Science and Art

文化を彩るカラーサイエンス&アート
Color Science and Art : Enriching Culture

学長からのご挨拶

吉野 弘章



東京工芸大学は、1923年に日本初の写真専門の高等教育機関として創立した小西写真専門学校を前身とし、すでに100年以上の歴史と伝統を持っています。本学では、創立当時からテクノロジーとアートが融合した最先端のメディアであった写真の教育と研究を原点とし、現在では工学部と芸術学部という二つの学部からなる極めて特色ある総合大学へと発展しています。

2016年度に文部科学省の私立大学研究ブランディング事業に採択されたことを契機として、色の国際科学芸術研究センターが設立されました。本センターは、本学のルーツである写真・印刷・光学といった学問分野に根差し、今日の工学部と芸術学部の二つの学部に通ずる全学的な研究テーマとして「色」を取り上げた、国内の大学で唯一の「色」の

国際的な研究拠点です。

色の国際科学芸術研究センターでは、「色」について楽しく学ぶことができるカラボギャラリー (col.lab Gallery) を厚木キャンパスに設置しています。カラボギャラリーでは、写真・映像・拡張現実・プロジェクションマッピング・CGなど、最新のメディアアートの手法によって「色」についての研究成果を発信する、本学ならではの公開施設といえるでしょう。

今回で7回目となる色の国際科学芸術研究センター主催のシンポジウムでは、「文化を彩るカラーサイエンス&アート」をテーマとし、「色」から直接連想する研究から発展させて、学際的な「彩り」もシンポジウムの範疇と捉え、本学の特色を体現するテクノロジーとアートを融合する研究も合わせて発表いたします。

東京工芸大学では、このような色の国際科学芸術研究センターの活動などを通して、未来を創造する工学と芸術の発展に資することを目指してまいりますので、どうぞこれからの取り組みにご期待ください。

色の国際科学芸術研究センター 第7回シンポジウム2026

The 7th International Symposium 2026 by the International Research Center for Color Science and Art

文化を彩るカラーサイエンス&アート
Color Science and Art : Enriching Culture

センター長からのご挨拶 内田 孝幸



東京工芸大学 色の国際科学芸術研究センターは、おかげさまでこの度、「第7回シンポジウム2026」を開催する運びとなりました。今回のシンポジウムは「文化を彩るカラーサイエンス&アート」をテーマとし、3件の基調講演のほか、本学教員による15件の研究成果発表を予定しております。

本センターは、2016年度の文部科学省「私立大学研究ブランディング事業」の選定事業の一環として発足して以来、「色」に関する工芸融合プロジェクトを積極的に推進してまいりました。さらに、令和3・4年度（2021・2022年度）には文化庁「大学における文化芸術推進事業」にも採択され、新たな展開を迎えることができました。これまでに本センターの助成を受けた

研究課題も数多く、各方面における継続的かつ特色ある取り組みを通じて、近年では社会的にも広く認知される研究拠点へと成長しつつあります。

昨年度の本シンポジウムにおいて、出版社の方より企画をご紹介いただいた『ずかん「色」』は、本年1月初旬に「当センター監修」として刊行されました。本書は、創立当初より附属展示施設カラボギギャラリーにて展開してきた展示内容や解説パネル、パンフレット等の資料が契機となり実現したものであり、本センターの活動の一つの集大成と位置づけられると考えております。本年は創立10年目という節目の年でもあり、これまでの歩みを振り返るとともに、今後の新たな文化的展開への可能性を示唆する年でもあると感じております。

本シンポジウムでご講演いただく松山隆之氏（能楽シテ方観世流）は、第8回企画展『陰翳（いんえい）の中の色彩美 — 日本の伝統 —』（2021年12月～2022年3月）における展示およびワークショップでも多大なるご協力を賜りました。昨年6月公開の歌舞伎を取り上げた映画『国宝』が現在もロングラン上映を続けるなか、日本の伝統文化で美意識や様式に深く関わる能楽を本シンポジウムで取り上げることは、文化の広がりや彩りを「色」という視点から探究してきた本センターの立ち位置と、今後の方向性を示すものと考えております。

また、本センターは工学研究科と芸術学研究科にまたがる工芸融合機関としての特性を活かし、「口頭発表と展示」という形式により研究・制作活動の成果を公開いたします。会場にてご参加の皆様には、ぜひ展示会場にもお立ち寄りいただければ幸いです。東京工芸大学 色の国際科学芸術研究センターは、国内唯一の「色の国際科学芸術研究拠点」としての使命を果たすべく、今後も色を鍵とした多彩な文化の広がりを伴う活動を継続してまいります。

色の国際科学芸術研究センター 第7回シンポジウム2026

The 7th International Symposium 2026 by the International Research Center for Color Science and Art

文化を彩るカラーサイエンス&アート

Color Science and Art : Enriching Culture

司会・座長

内田孝幸	10:00~10:05	<p>開会挨拶 Opening Address 吉野 弘章, 東京工芸大学 学長 YOSHINO Hiroaki (President TPU)</p>
	10:05~10:50	<p>Keynote Speech 1 基調講演 1 「能楽ことはじめ」脳裏に焼き付く舞台芸術の空間色彩 “The Beginnings of Noh” The spatial colors of performing arts that remain in your memory 松山隆之 (能楽師 (重要無形文化財保持者)、公益財団法人梅若会 評議員、一般社団法人梅若実文庫 理事) MATSUYAMA Takayuki (Noh actor (Important intangible cultural property holder)、Councillor, Umewaka-kai (Public Interest Foundation)、Director of the Umewaka Minoru Library (Inc.))</p>
森山剛	10:50~11:05	<p>事業研究者講演 1 Presentation 1 美的・造形的観点からアプローチするメタマテリアルの工芸融合設計 Design of Metamaterials through the Fusion of Engineering and Art from an Aesthetic and Morphological Perspective 越地福朗, 大嶋 正人, 内田 孝幸, 山田 勝実, 福田 豊 KOSHIJI Fukuro, OSHIMA Masato, UCHIDA Takayuki, YAMADA Katsumi, FUKUDA Yutaka</p>
	11:05~11:20	<p>事業研究者講演 2 Presentation 2 大気圧プラズマ刺激による植物色変化と生体反応に関する研究 Studies on plant-leaf-color changes and biological responses induced by atmospheric-pressure-plasma stimulation 實方真臣, 内田孝幸, 杉山立志 (東京農業大学), 乗越亮 (東京農業大学), 横山英佐 (サレジオ工業高等専門学校) SANEKATA Masaomi, UCHIDA Takayuki, SUGIYAMA Ryuji (Tokyo University of Agriculture), NORIKOSHI Ryo (Tokyo University of Agriculture), YOKOYAMA Eisuke (Salesian Polytechnic)</p>
	11:20~11:35	<p>事業研究者講演 3 Presentation 3 江頭春樹資料調査と天然色写真を復元する試み Research into Haruki Egashira's materials and attempts to restore his natural color photographs 行谷時男, 小原真史, 山田勝実, 矢島仁 (元東京工芸大学) YUKIYA Tokio, OHARA Masashi, YAMADA Katsumi, YAJIMA Hitoshi</p>
上野一磨	11:35~11:50	<p>事業研究者講演 4 Presentation 4 ポリゴンの可視形状の面積の評価による色計算手法の構築 A Study of a Color Calculation Method Based on Evaluating the Visible Shape Area of Polygons at Each Pixel 今給黎隆 IMAGIRE Takashi</p>
	11:50~12:05	<p>事業研究者講演 5 Presentation 5 視覚障害者向けゲームのためのボタン型インタフェースの開発 Development of a Button-based Game Interface for the Visually Impaired 中村 隆之, 原 寛徳 NAKAMURA Takashi, HARA Hironori</p>
	12:05~13:05	<p>昼休み Lunch Break / 展示見学 Exhibition Tour</p>
内田孝幸	13:05~13:20	<p>基調講演 2 Keynote Speech 2 「ずかん色」のケーススタディから探る 企画・書店・図書館流通について A Case Study of “The Visual Dictionary of Colors”: From Planning to Bookstore and Library Distribution Networks 松井竜馬, 左雲裕介 (株式会社技術評論社 販売促進部 法人営業課) MATSUI Ryoma, SAKUMO Yusuke (Corporate Sales Section, Sales Promotion Department, Gijutsu-Hyoron Co., Ltd.)</p>
	13:20~14:05	<p>基調講演 3 Keynote Speech 3 水中・船舶考古学におけるフォトグラメトリの応用と文化財保存 Application of Photogrammetry for Underwater Archaeology and Cultural Heritage Protection 山船晃太郎 (一般社団法人クロノナウト 代表理事) YAMAFUNE Kotaro (Representative Director, Chrononaut)</p>
	14:05~14:15	<p>休憩 Break</p>
	14:15~14:30	<p>事業研究者講演 6 Presentation 6 生成系AIの進化とメディア文化変容に関する領域横断的研究 Interdisciplinary Research on Transformation of Media and Arts with Advent of Generative AI 小川真入, 阿部一直, 久原泰雄, 片上大輔 OGAWA Masato, ABE Kazunao, KUHARA Yasuo, KATAGAMI Daisuke</p>

山田勝実	14:30~14:45	<p>事業研究者講演 7 Presentation 7</p> <p>ミドラボ2025-2026 「学ぶ」「つくる」「暮らす」「つながる」が一体となったもうひとつのキャンパスづくりに向け MIDOLABO 2025-2026 Toward the creation of a satellite campus for 'learning', 'producing', 'living' and 'connecting'</p> <p>森田芳朗,田村裕希,高城光,海老澤模奈人,香月歩,鍛佳代子,久原泰雄,細萱敦,森山剛,八尾廣,山本佳嗣 MORITA Yoshio, TAMURA Yuki, TAKASHIRO Hikari, EBISAWA Monado, KATSUKI Ayumi, KITAI Kayoko, KUHARA Yasuo, HOSOGAYA Atsushi, MORIYAMA Tsuyoshi, YATSUO Hiroshi, YAMAMOTO Yoshihide</p>
山田勝実	14:45~15:00	<p>事業研究者講演 8 Presentation 8</p> <p>より創造的な芸術表現のためのルーメンプリントの科学的理解の促進 Promoting scientific understanding of lumen prints for more creative artistic expression</p> <p>大和田良,山田勝実, OHWADA Ryo, YAMADA Katsumi</p>
	15:00~15:15	<p>事業研究者講演 9 Presentation 9</p> <p>地域性に適応できる農水産物及び環境のモデル化に関する研究 A Study on the Computational Modeling of Agro-Fishery Products and Environments Adaptable to Regional Characteristics</p> <p>森山剛,野口有里紗(東京農業大学),Pinnara Ket(カンボジア工科大学),福井貴大,藤垣元治 MORIYAMA Tsuyoshi, NOGUCHI Arisa (Tokyo University of Agriculture), Pinnara KET (Institute of Technology Cambodia), FUKUI Takahiro, FUJIKAKI Motoharu</p>
	15:15~15:25	休憩 Break
今給黎隆	15:25~15:40	<p>事業研究者講演 10 Presentation 10</p> <p>地形、建築物の内部構造を俯瞰できる3Dモデルの構築と新しいモデリングへの挑戦 3D Model Construction for Overlooking Terrain and Building Interior Structures and Advancing New Modeling Techniques</p> <p>内田孝幸,越地福朗,安田洋司 UCHIDA Takayuki, KOSHIJI Fukuro, YASUDA Youji</p>
	15:40~15:55	<p>事業研究者講演 11 Presentation 11</p> <p>次世代小型衛星への搭載を目指した高機能電気推進システムの実験研究 Experimental Study on Advanced Electric Propulsion Systems for Next-Generation Small Satellites</p> <p>上野一磨 UENO Kazuma</p>
	15:55~16:10	<p>事業研究者講演 12 Presentation 12</p> <p>導電性高分子による構造色反射膜の設計と作製 Design and fabrication of structural color reflective films using conductive polymers</p> <p>山田勝実,越地福朗,常安翔太,内田孝幸 YAMADA Katsumi, KOSHIJI Fukuro, TSUNEYASU Shota, UCHIDA Takayuki</p>
越地福朗	16:10~16:25	<p>事業研究者講演 13 Presentation 13</p> <p>渡辺義雄著『伊勢神宮』を対象とした建築写真の空間表現に関する研究 A Study of Spatial Expression in Architectural Photographs, on "IseJingu" by Yoshio Watanabe</p> <p>山村健 YAMAMURA Takeshi</p>
	16:25~16:40	<p>事業研究者講演 14 Presentation 14</p> <p>心理的距離の推定がゆがむ原因の解明 Investigating the Causes of Distortion in Perceived Psychological Distance</p> <p>加戸瞭介 KATO Ryouzuke</p>
	16:40~16:55	<p>事業研究者講演 15 Presentation 15</p> <p>写真家：秋山武雄のドキュメンタリー映像製作 A documentary film about Takeo Akiyama</p> <p>景山貴史 KAGEYAMA Takafumi</p>
	16:55~17:05	<p>閉会挨拶 Closing Address</p> <p>内田 孝幸, 色の国際科学芸術研究センター 長 UCHIDA Takayuki (The Director of the International Research Center for Color Science and Art, TPU)</p>
	17:15~18:45	ポスター展示 & 懇談会 Exhibition Tour and Social Gathering

「能楽ことはじめ」脳裏に焼き付く舞台芸術の空間色彩

“The Beginnings of Noh”

The spatial colors of performing arts that remain in your memory

松山 隆之

Takatyuki Matsuyama

能楽師（重要無形文化財保持者）、公益財団法人 梅若会 評議員、一般社団法人 梅若実文庫 理事
Noh actor (Important intangible cultural property holder), Councillor, Umewaka-kai (Public Interest Foundation),
Director of the Umewaka Minoru Library (Inc.)

～概要

舞台芸術（芸能）は非科学的要素を多く含みつつも、独自のセオリーを構築し人々に訴え続けている。なかでも能楽は、日本の古典芸能（演劇）の根底に位置するものであり、国内において重要無形文化財に指定され、国際的にはユネスコ無形文化遺産に認定されるに至っている。

本講演では、シンポジウムテーマ「文化を彩るカラーサイエンス&アート」のもと、能楽における表現手段や意図するモノを探り、紐解く中から未来につながる伝承を模索してみる。

～はじめに

写真の制作に撮影する者と写るモノ（被写体）が存在するように、芸能には上演する者と観客が存在する。世阿弥の言葉を借りると演じ手は「仕手」、観客は「見手」となる。

能楽において仕手が表現する際に、見手の捉え方を意識して演じることは必須であり、いくなれば仕手の感情よりも上位に置かれるのが見手の感情とも言える。

見手が舞台の情報を獲得する手段としては、見ること・聴くことがほとんどで、その他にその先にある「想像すること」となり、あくまでも無形である。この非科学的な空想力を見手からいかにして引き出そうとしているのか。この探究が、科学の研究に少しでもお役に立てることを望みつつ、進めてみたいと思う。



千手

～表現(マンパワーと自然の力)

能楽は室町期に大成した芸能であり、650年もの間、創作と伝承を繰り返して今に至る。その歴史において当時から変わらず続いている、人の力と自然の力を重ね合わせているという点は特出すべき一面ではなかろうか。大成期（室町期）に屋外上演であった歴史から、人知の及ばない自然に対しても演出に活用する術を持ち合わせている。自然光を受けた時の装束の多彩さは、東京工芸大学 色の国際科学芸術研究センター「カラボギャラリー」第8回企画展『陰翳の中の色彩美-日本の伝統-』にて実証されたことは記憶に新しい。

そのように、偶然を必然とする概念の中には、中世の道教や仏教などの思想が色濃く残っており、長

い年月を経て今もなお日本文化に受け継がれていることも見逃すことが出来ない。また、仕手は登場人物の個性（種族・性別・老若など）を如実に演じ分ける一方で、抽象的な表現を多用することによって、見手の解釈に自由性を増している。

～狙い

数多の演目を無為自然に体現することによって、仕手と見手に共感性を生み出す。所作では、長い時間を静止することでさえ動きの一つと捉え、内面的に演技を増すことによって、マンパワーの可能性を十分に発揮してゆく。その緊張感を見手が肌で感じ取り、集中力を舞台上に還元する。まさに、人の意識空間を彩る芸能である。また、能楽の謡は、言葉の意味として場面を説明する目的に留まることなく、心情や物語に奥行きを仕組む手段として、漢詩・和歌を多く転用している。さらに独特の節回しによる空間のクラデーションやコントラストは、聴覚による心理的効果によって見手の脳裏が鮮烈に彩られてゆく。これは、言葉が聞き取りにくいことによるメリットとも解釈できるところは皮肉かもしれないが、重要な役割を担っている。

これらの他にも、動かない謡わないといった静けさ「間（ま）」の文化も無為であると思われる。そのようなマインドフルネスの体現と一体化した見手の心を癒し続けてきたのかもしれない。

道家の荘子は「万物斉同」を説き、世阿弥は「離見（りけん）」を伝え、能楽には「遊びの余地」が備わっている。

～これから

古典芸能は、現代では様々なジャンルに区分されるであろう要素を合わせ持ったまま歴史を歩んでいる。能楽にも、現代人に忘れられた感性が多く隠されているのかもしれない。

伝統の継承は、先人の感性を元として現代人の感性が塗り重ね合わされることで、研ぎ澄まされてゆくことを指している。現代の科学技術の進歩スピードからすると、科学技術が近い未来に伝統芸能に活路を見出す時が、目前に迫っているのかもしれない。



陰翳の中の色彩美日本の伝統
カラボギャラリー第8回企画展



鞍馬天狗

『ずかん 色』のケーススタディから探る 企画・書店・図書館流通について

Presentation Title: "A Case Study of 'The Visual Dictionary of Colors': From Planning to Bookstore and Library Distribution Networks"

松井竜馬*, 左雲裕介*, 佐藤丈樹*, 古藤祐介**

Ryoma Matsui, Yusuke Sakumo, Takeki Sato, Yusuke Koto*

(株)技術評論社*、(株)シュガーソニック代表(編集者)**
Gijutsu-Hyoron Co.,Ltd*,Sugarsonic,Inc**

1.はじめに

『ずかん 色』は、東京工芸大学「色の国際科学芸術研究センター」の監修のもと、1月13日に発売された。「しゃぼん玉が虹色に見える仕組みは?」「あの色は動物にどう見えている?」「なぜ4色だけでカラー印刷ができるの?」「日本の伝統的な美意識と色はどんな関係にあるの?」などなど、工学(テクノロジー)と芸術(アート)の視点から、色の世界を巡る知的探究図鑑である。「色」にまつわる身近な疑問から専門的な探究について、子どもから大人まで楽しめる内容となっている。



Fig.1 『ずかん 色』表紙デザイン

書名:ずかん色
監修:東京工芸大学 色の国際科学芸術研究センター
定価:2,970 円(本体 2,700 円+税 10%)
発売日:2026 年 1 月 13 日
判型:B5、頁数:128 ページ
ISBN:978-4-297-15362-5

2. 書籍流通と図書館の役割について

一般の書店流通とは異なり、我々「法人営業課」の主戦場は学校図書館や公共図書館である。この市場に出版社から取次を経て本が届く背景には、図書館流通に特化した専門の仕組みが存在する。その中核を担うのが、全国の図書館が利用する巨大なデータベースである。我々が提供する近刊情報や見本がこのデータベースに登録されることで、全国の図書館での迅速な検索・発注が可能となる。

しかし、届いたばかりの本はまだ単なる「商品」に過ぎない。これを「蔵書」に変えるのが「装備」の工程である。不特定多数の利用に耐えるよう、「ブッカー」と呼ばれる透明カバーをかけ、背ラベルや IC タグを装着する。この「装備」という鎧を纏って初めて、本は公共の財産として棚に並ぶ。

この際、書籍の分類を定めるのが「日本十進分類法(NDC)」である。内容に基づき 0 類から 9 類までの数字を割り振ることで、膨大な資料の中から目的の本を導き出せるようになる。このように、専門の流通網と現場での細やかな工程を経て、一冊の本は地域の人々や子どもたちが安心して手に取れる「図書館の本」となるのである。

3. 営業担当の取り組み

図書館の選書は、公費という市民の財産を預かる責任の重い仕事である。私たちの役割は単なる「書籍紹介」にとどまらない。司書が「なぜこの本が必要か」を周囲へ論理的に説明できるよう、客観的な裏付けを提供する存在であるべきだ。当社のシステム「お仕事 Web」を活用し、企画背景や学術的意義、ターゲット層の詳細を精査・提示し、司書が抱える選書という業務を論理的に解決する一助となる。また、物理的な「棚(NDC)」の制約を超えた提案も重要である。例えば本書は理科の棚(400 番台)に置かれることが多いが、実際には芸術の棚(700 番台)や情報技術の棚(500 番台)に直結した内容を含んでいる。目次構成と学習指導要領の単元を詳細に照合し、「光の性質」から「印刷やディスプレイの表示原理」まで、学年をまたいで長く活用できる資料としての価値を言語化

して届けることが、我々営業の果たすべき役割である。

例)

- ①目次:動物・昆虫の目(本書:32 頁)
→小学校第5・6 学年:生物のつくり(人の体のつくりと感覚)
- ②目次:眼球の構造(本書:20 頁-21 頁)
→中学校 第二分野:動物の生活と生物の進化(目などの感覚器官の仕組み)
- ③目次:電磁波(本書:10 頁)
→高校物理:波(電磁波、回折、干渉)



Fig.2 『ずかん 色』中面 1

4.書籍の企画検討から制作工程

本書の誕生までには、編集部内での検討に加え、編集局長や販促部も加わる「編集会議」という二段階の厳しい審査が存在する。既存の書籍との差別化や出版の意義などが問われ、論理的な裏付けが提示できない場合は再提出となり企画の見直しが必要となる。この関門を突破して初めて制作がスタートする。実際の紙面作りにおいて、我々が最も心血を注いだのは「感覚の可視化」である。「色はどうやって感じるのか(第1章)」「色はどう再現されてきたのか(第2章)」といった、人間が感覚的に捉えている領域を、いかに直感的なビジュアルに落とし込み、子どもたちへ分かりやすく伝えるか。監修者から届く熱のこもった手書きクラブを起点に、その想いや情報の密度を損なうことなく、一コマ一コマのレイアウトを練り上げた。例えば、カラーフィルム製造工場の暗闇の中での工程など、「目に見えない場所での科学的こだわり」を丁寧に描き出すことで、ごまかしのない知識を届ける。こうした地道な編集作業の積み重ねこそが、子どもたちが科学的な事実を正確に理解するための、具体的な判断材料となるのである。

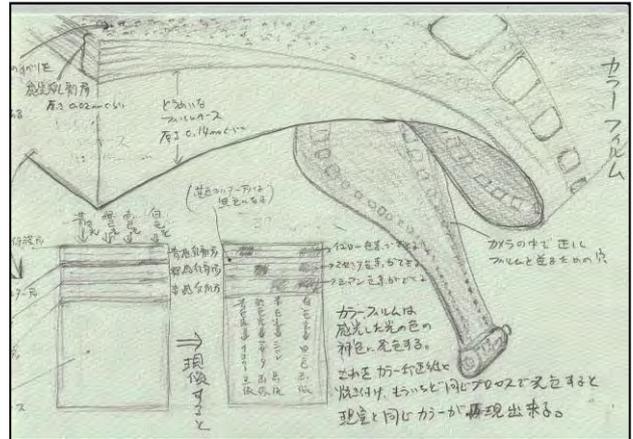


Fig.3 紙面イメージラフ(手書き)



Fig.4 『ずかん 色』中面2

5.おわりに

技術評論社では、大学や研究機関における研究成果の出版や、新たな出版企画のご相談も随時承っている。具体的な構想があれば、ぜひ相談いただきたい。また本発表で紹介した『ずかん 色』は、ご来場者限定かつ2026年2月までの期間限定で特別販売を行っている。以下のQRコードより、詳細な書籍情報の確認、および購入が可能である。

出版・企画の相談



送料無料販売



水中・船舶考古学におけるフォトグラメトリの応用と文化財保存 Applications of Photogrammetry in Underwater and Nautical Archaeology and Cultural Heritage Preservation

山船晃太郎
Kotaro Yamafune

一般社団法人クロノナウト、689-3513 鳥取県米子市岡成186番地
186 Okanari, Yonago, Tottori 689-3513, Japan

概要

水中考古学では、発掘調査における記録作業の高精度化と効率化が長年の課題であった。近年、デジタル写真から高精度な三次元(3D)モデルを生成するフォトグラメトリ(多視点写真測量、SfM / Structure from Motion)が急速に普及し、2026年頃までには多くの水中発掘プロジェクトで標準的手法となった。本稿では、フォトグラメトリの水中・船舶考古学における活用法を(1)学術研究、(2)教育普及、(3)遺跡保護の三領域から整理する。

1. はじめに

水中考古学の調査は、水中での作業時間が厳しく制限されるため、調査工程のなかでも記録作業が大きな課題となってきた。陸上・水中を問わず、考古学的発掘で重要な工程の一つは、発掘された遺跡・遺物の状態を正確に残す「記録」である。発掘現場で取得された記録にもとづいて歴史研究や解釈が行われるためである。しかし水中では、潜水病等による時間的制約によって十分な記録時間を確保しにくく、陸上で一般的なレーザー扫描仪(LiDAR)やトータルステーション等の計測機器をそのまま適用することも困難であった。このため、2000年以降も水中遺跡では、手作業による記録が長く用いられてきた。

2. 「フォトグラメトリ(多視点写真測量)」とは

こうした状況のなか、2011年頃以降、水中考古学の発掘現場で導入が急速に進んだ記録技術がフォトグラメトリである[1]。日本では多視点写真測量やSfM(Structure from Motion)とも呼ばれ、デジタル写真画像から高精度なデジタル3Dモデルを生成できる点に特徴がある。水中ハウジングを装着した一眼レフカメラ等、従来の水中調査で使用してきた撮影機材を概ねそのまま活用できるため、導入障壁が比較的低かったことも、水中考古学分野における普及を後押しした要因の一つである。

フォトグラメトリにより作成されるデジタル3Dモデルは、構築された表面形状データ(メッシュ)に、画像由来のテクスチャ(色彩・質感)情報を付与できる。これにより、

より写実的な三次元表現を実現でき、潜水作業を短時間に保ちつつ、調査記録の精度と可視性を同時に高められる。(図1)

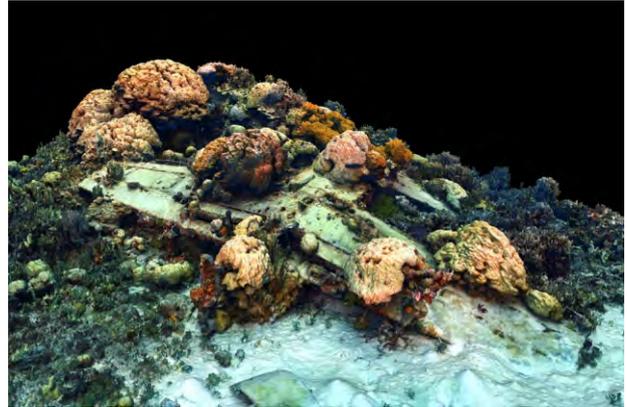


図 1、ミクロネシア連邦チューク諸島環礁内に沈む零式艦上戦闘機を対象としたフォトグラメトリによるデジタル3Dモデル。

3. 学術研究・教育普及・遺跡保護への活用

フォトグラメトリが水中考古学の現場で活用される理由は、単に作業時間の効率化と高精度な記録手段であることに限られない。より重要な要因として、作成されたデジタル3Dモデルが「学術研究」「教育普及」「遺跡保護」という異なる三領域で有効に利用できる点が挙げられる[2]。

3.1 学術研究

フォトグラメトリによる3D計測は、それ自体が直ちに「考古学」と同義ではない。考古学とは、遺跡・遺物から得られる情報を解釈し、歴史像を再構成する「研究」である。フォトグラメトリの有用性は、その研究に不可欠な詳細情報を、遺跡から短時間で取得できる点にある。

デジタル3Dモデルから抽出可能な考古学的情報の代表例として「実測図」が挙げられる。3Dモデルを変換して作成される実測図は、手実測に比して精度が高く、多量の計測データを保持する。さらに上方視点の平面図に限らず、前後左右上下など任意方向からの図面を抽出できる点が特徴である。(図2) このため、デジタル3Dモデルに基づく実測図作成は「遺構」に加え、展開図等を要する「遺物」の研究にも有効である。

また、フォトグラメトリ・ソフトウェアでは、画角とレンズ

歪みを補正した高解像度モザイク画像であるオルソモザイク(オルソ画像)を生成できる。オルソモザイクには寸法および座標情報を付与でき、GISに取り込んで遺構・遺物の位置を空間情報として整理・解析することが可能となる。さらに、従来の手実測では作成が困難であった断面図、DEM(Digital Elevation Model)、等高線・等深線等も3Dモデルから抽出でき、遺跡に関する詳細情報を効率的に取得できるようになった。

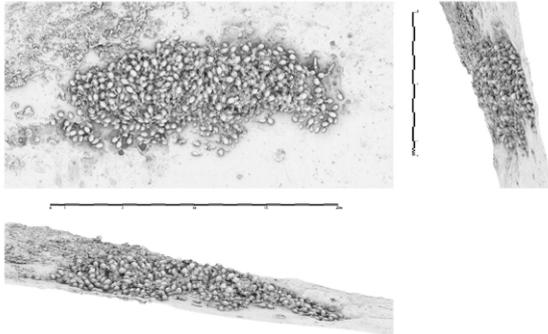


図 2、クロアチア沖に沈む古代ローマ時代の沈没船(レタヴィツァ沈没船、紀元 1 世紀前半)を対象としたフォトグラメトリ 3D モデルに基づく実測図。

3.2 教育普及

第二の活用領域は、博物館展示等を含む「教育普及」である。陸上遺跡でも、研究成果を展示等を通じて地域住民や来訪者へ還元する活動は重要であるが、水中遺跡ではその必要性がさらに高い。水中遺跡はスクーバダイビング技能を要し、法制度上の保護対象であることも多いため、許可なく遺跡周辺で潜水する行為が禁止される場合が多い。結果として、遺跡が近傍海域に存在していても、地域住民や観光客が実見することは容易ではない。

このような制約の下で、遺跡をデジタル 3D モデルとして可視化し、潜水を伴わずに高精細なテクスチャ情報とともに提示できるフォトグラメトリは、教育普及の観点から有効な手段となる。具体例として、CG アニメーション、ホログラム投影、3D プリンタによるジオラマ制作、超高解像度のオルソモザイクを実物大で出力して床面・壁面に掲示する実物大 2D 画像展示などが挙げられる。近年は VR(Virtual Reality) や AR(Augmented Reality)、メタバース(仮想空間)への応用も進み、活用範囲は拡大している。

3.3 遺跡の保護

第三の領域は水中遺跡のモニタリング(監視・経年変化の把握)への応用である。水中考古学の実務で深刻な課題となっているのが「トレジャーハンティング」であり、盗掘・破壊によって遺構や遺跡環境を損壊させ、遺物を不法に持ち去る行為を指す。陸上遺跡では監視体制強化などにより大規模盗掘が減少してきた地域もあるが、水中遺跡は視認性が低く、接近に潜水技能を要するため発見・抑止が難しい。その結果、貴重な積荷を伴う沈

没船遺跡は標的となりやすく、現在でも世界各地で水中文化遺産が盗掘・破壊の被害を受けている。

フォトグラメトリでは3Dモデル生成の過程で点群データも得られる。同一遺跡を異なる時期に記録した複数の点群を *CloudCompare* 等のソフトウェアを使用し比較することで、差分を変化として可視化・定量化し、損壊や遺物欠失などの状態変化を検出できる。さらに一次データが高解像度のデジタル写真であるため、差分解析で特定された損壊箇所について該当部分の画像を抽出し、3Dモデルから寸法も計測することで、被害の位置・範囲・形態を詳細に記録・特定できる。盗掘品が後日オークション等で発見された場合でも、現地で撮影された高解像度画像と寸法を証拠資料として提示し、遺跡由来であることを裏付けることが可能となる。これにより、従来は困難であった立証の問題を軽減し、取締りおよび被害回復・盗品回収の実効性を高められる。

4. まとめ

フォトグラメトリの価値は記録の高精度化にとどまらない。第一に、実測図、オルソモザイク、断面図、DEM等の派生資料を迅速に生成し、GIS等と連携して分析可能な学術データ基盤を提供する点に意義がある。第二に、水中遺跡は一般公開が難しいという構造的制約を有するため、デジタル3Dモデルは博物館展示、CG・ホログラム・3Dプリント、さらにVR/AR等を介した教育普及において高い有効性を持つ。第三に、点群差分解析等を用いることで盗掘や破壊の検出、被害の可視化・定量化、高解像度画像にもとづく証拠性の強化が可能となり、遺跡保護の実務に資する。

フォトグラメトリを用いた遺跡のデジタル3Dモデルは、適切な品質管理の下では遺跡のデジタルツインとして長期的な保護と再分析可能性を担保する一次記録となり得る。これが実現されるならば、デジタル技術およびAIと共存する時代に適合した、新しい水中考古学の研究と保護の形が具体的に展望可能となる。

5. 参考文献

- [1] McCarthy J., Benjamin J., Winton T., van Duivenvoorde W. *3D Recording and Interpretation for Maritime Archaeology*. Coastal Research Library vol 31. Springer, Cham. (2019).
- [2] Yamafune, K., Torres, R., and Castro, F. Multi-Image Photogrammetry to Record and Reconstruct Underwater Shipwreck Site in *Journal of Archaeological Method and Theory* 24.3: 703-725. (2017).

美的・造形的観点からアプローチする メタ材料の工芸融合設計

Design of Metamaterials through the Fusion of Engineering and Art from an Aesthetic and Morphological Perspective

越地 福朗, 大嶋 正人, 内田 孝幸, 山田 勝実, 福田 豊

Fukuro Koshiji, Masato Oshima, Takayuki Uchida, Katsumi Yamada, Yutaka Fukuda

東京工芸大学、243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1
*5-45-1 Iiyama-minami, Atsugi, Kanagawa 243-0297, Japan

概要

メタ材料は、「自然界に存在する物質にはない特性を持つ人工的物質」である。従来、頑丈なものをつくりたいならば、「堅く、重い、頑丈な材料」を集めて組み合わせてつくるしかなかった。一方で、メタ材料では、その逆転が許容され、「軽くて柔らかい頑丈な素材」をつくることができる。このようなメタ材料の内部をマイクロに観察すると、芸術的で美しい構造である場合が多い。本研究では、従来の工学的アプローチのみならず、美的・造形的観点からのアプローチを加えた工学と芸術の両輪で、メタ材料の工芸融合設計に挑戦した。

1. はじめに

近年、「自然界に存在する物質にはない特性を持つ人工的物質」であるメタ材料に注目が集まっている。メタ材料を利用することで、ものづくりの自由度を革新的に拡張することができる。従来のものづくりは、「材料ありき」であり、頑丈なものをつくりたいならば、「堅く、重い、頑丈な材料」を集めて組み合わせてつくる方法がとられていた。一方で、メタ材料では、このものづくりの考えに逆転が許容される。たとえば、「頑丈なのに、軽くて柔らかい素材」をつくることができる。これまでに各学術分野でメタ材料がデザインされているが、その内部をマイクロに観察すると、それらの構造は芸術的で美しい場合が多い。しかしながら、こうした構造をアートの観点から研究した例は皆無である。本研究は、従来の工学的アプローチのみならず、美的・造形的観点からのアプローチを加えた、工学と芸術の両輪で、メタ材料の工芸融合設計に挑戦するものである。

2. 電磁メタ材料

一般に、エレクトロニクス分野におけるメタ材料は、電磁メタ材料と呼ばれており、自然界にない電磁特性を実現するために、金属や誘電体などの微細な基本単位を規則的に配列さ

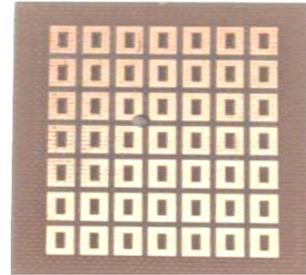


Fig. 1 Metasurface made from printed circuit board

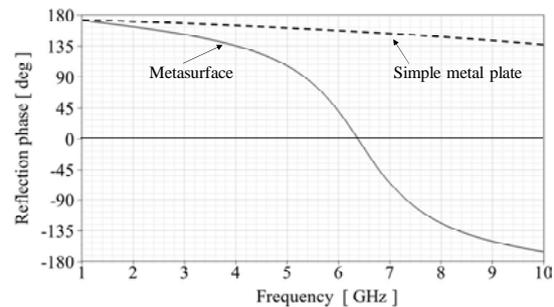


Fig. 2 Reflection phase

せた周期構造によって実現されている。

この周期構造によって電磁波の振る舞いを制御し、特定の周波数帯における吸収や遮断などの特徴的な電磁特性を生み出すことができる。すなわち、メタ材料によって電波・光の方向や強度を自由自在に制御可能であり、アンテナや空間フィルタ、吸収体などとしての応用が可能である。

3. メタサーフェス：面状のメタ材料

メタ材料のうち、周期構造が面状になっているものをメタサーフェスと呼んでいる。我々は、これまでに、図1のような、電子回路などに用いられるプリント基板上に、四角形リングの銅箔パターンを周期的に配置したメタサーフェスを実現している。

一般に、金属面(金属板)は、電波の位相を 180° を反転して(逆相にして)反射することが知られている。しかしながら、我々の設計したメタサーフェスは、特定の周波数において、電波の位相を反転せず、位相差なし(同相のまま)で反射することができる。図2は図1に示すメタサーフェスと金属板の反射位相特性を示したものである。同図からわかるとおり、メタサーフェスにおいては、6.4 GHzにおいて、反射位相 0° (同相)で反射していることがわかる。まさに、ミクロ(金属材料)の性質と異なる特徴をマクロ(構造)で実現し、自然界に存在しない特性を有する反射板の設計に成功していることがわかる。さらに、この反射板をアンテナに応用すれば、従来よりも薄型のアンテナが実現できる。我々は、従来よりも薄型かつ広帯域に動作可能な円偏波アンテナの実現にも成功している[1]。

4. 美的・造形的観点からアプローチした透明なアンテナ

一方で、我々は、これまでに、美的・造形的観点から、透明なアンテナの実現にも挑戦している。図3(a)は、Indium Tin Oxide (ITO)透明導電膜を用いた広帯域透明アンテナである。同図(b)からわかるとおり、3 GHz以上の周波数帯で $S_{11} < -10$ dBであり、透明であるという美的・造形的な美しさを持ちながら、良好なアンテナ特性を得ることに成功している[2]。

5. 透明なメタマテリアルの工芸融合設計

ここでは、従来の工学的アプローチのみならず、美的・造形的観点からのアプローチを加えた工学と芸術の両輪で、メタマテリアルの工芸融合設計に挑戦する。

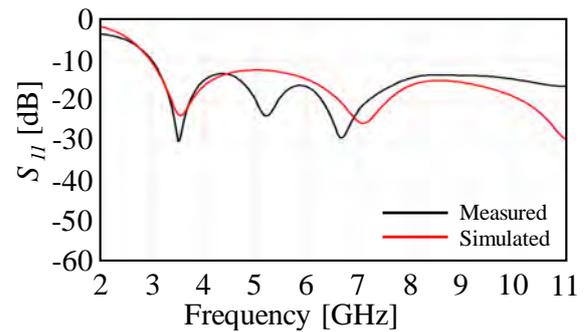
図4は、図1、2に示したメタサーフェスの工学的なアプローチと、図3に示した透明アンテナの美的・造形的なアプローチの両面から設計し、試作した透明なメタサーフェスの写真である。同図のメタサーフェスは、特定の周波数帯で電波を遮断するフィルタの機能の特徴として有する。

近年、第6世代移動通信システム(6G)の検討が始まっている。6G通信システムの利用にあたっては、既存システムや隣接セルとの電波干渉が課題とされており、これらの干渉を適切に制御(抑制・遮断)することが求められる。

本研究で実現した図4のような透明なメタサーフェスは、窓ガラスなどにも適用することが可能であり、上述したような居住空間における6G通信システムの課題解決の一助となると考えている。



(a) A picture of transparent antenna



(b) S_{11} Characteristics

Fig. 3 Transparent ultra-wideband antenna

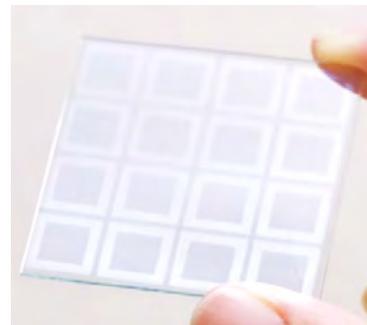


Fig. 4 Transparent metasurface

参考文献

- [1] 越地福朗, 他, “メタサーフェスを利用した広帯域・薄型円偏波アンテナ”, MES2024, 12C1-2, pp.1-3, Nagoya, Japan, September 2024.
- [2] F. Koshiji, et al., "Transparent antenna with high radiation efficiency and high optical transmittance using dielectric-metal-dielectric composite materials based on ITO/Ag/ITO multilayer film", Transactions of The Japan Institute of Electronics Packaging, Vol.15, pp. E22-001-1-7, July 2022.

大気圧プラズマ刺激による植物色変化と生体反応に関する研究 Studies on plant-leaf-color changes and biological responses induced by atmospheric-pressure-plasma stimulation

實方真臣, 内田孝幸, 杉山立志*, 乗越亮*, 横山英佐**

Masaomi Sanekata, Takayuki Uchida, Ryuji Sugiyama*, Ryo Norikoshi*, and Eisuke Yokoyama**

東京工芸大学、243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1

* 東京農業大学、243-0034 神奈川県厚木市船子1737

** サレジオ工業高等専門学校、194-0215 東京都町田市小山ヶ丘4-6-8

概要

最近、大気圧プラズマ(Atmospheric-Pressure Plasma: APP)を用いたプラズマライフサイエンスの研究が、その研究領域を急速に拡大させながら発展している。本研究においては、植物葉(ツバキ葉)に対する照射実験を行ない、APP刺激による植物葉表面における変化を、葉緑素量測定およびRGB(色の三原色)成分分析からの評価・検討した結果について報告する。

1. はじめに

大気圧プラズマ(Atmospheric-Pressure Plasma: APP)は、大気圧下かつ低温でのプラズマプロセッシング(PP)を可能とし、およそ手が手にできるモノすべてをプロセスの対象とできる。近年、その扱いやすさ、手軽さからAPPを用いたPPの研究が急増している^[1-2]。現在、その応用は材料などの工学に限らず農学、医学など様々な学問分野への拡がりをみせている^[1-2]。本研究は、植物における生体反応の抑制・制御に用いられる農薬や薬品の代替えを、APP刺激によって引き出すことを目的として、植物葉へのAPP刺激を試み、葉緑素量とRGB色変化として植物葉の変化・応答の検出を試みる。

2. 実験方法

2.1 大気圧プラズマスプレーと照射実験

大気圧プラズマスプレー(通称:プラズマペン)は、ガラス製パストールピペットを本体とし、それに銅電極を加工・設置することで作製した。バリア放電用電源にはオゾン発生用高電圧電源(LHV-10AC、ロジー電子)を用い、放電電圧の調整にはスライダックを用いた。大気圧プラズマ放電は、流量調整器を用いて0.3 L/minの流量で純アルゴン(G3)を流しながら発生させた。

APP照射を行う植物葉試料には、採取後に葉の持ちがよく、APP照射したのち長時間の観測に適した試料としてツバキ葉を選んだ。また、プラズマ照射範囲を限定するため、葉への密着性が比較的良好な厚さ0.1 mmのテフロンシートにφ3 mmの孔を空けた絶縁マスクを作成し、APP照射を行った。照射位置と大気圧プラズマスプレー開口端から葉表面までの照射距離を変えたAPP照射は、

ツバキ様をXY軸可動ステージに乗せることで、また大気圧プラズマスプレーをZ軸直動ステージに固定することで可能とした。

2.2 葉緑素量測定

ツバキ葉の葉緑素量(SPAD値)の測定には、葉緑素計(SPAD-502plus, コニカミノルタ)を用いた。葉緑素量の評価は、照射部葉の表裏の測定値、および葉の

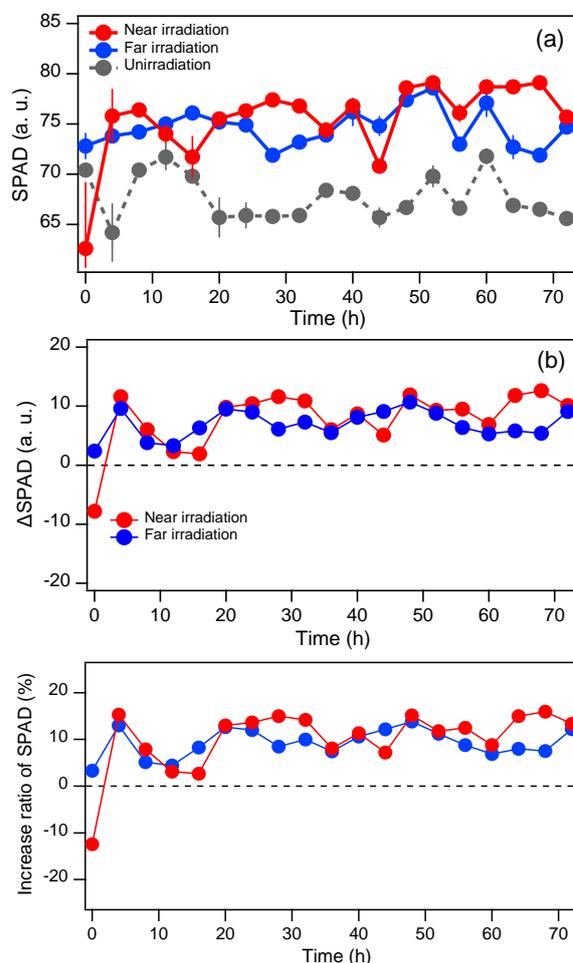


Fig. 1 SPAD (a) , and SPAD difference (b) and increase ratio, which subtracted and normalized between irradiation and unirradiation data, at near (red circles) and far (blue circles) irradiation points.

未照射部表裏の値を基準値として行った。ツバキ葉の葉緑素量のばらつきは、測定点で複数回測定の数から得られた誤差により評価した。

2.3 RGB色測定

ツバキ葉のRGB色の測定は、色差計(TESS-3250, 佐藤商事)を用いた。RGB色の変化量の評価は、照射部葉の表裏の各RGB色の測定値、および葉の未照射部表裏の各RGB色の測定値を基準値として行った。

3. 結果と考察

3.1 葉緑素量変化

図1(a)に、近照射(16.4 mm: 赤丸)、遠照射(20.0 mm: 青丸)、未照射(灰丸)のSPAD値に対する経時変化を示す。特徴的なのは、未照射部に対して、近・遠照射ともにSPAD値が増加している点である。未照射部に対するSPAD値の増加分について、近・遠照射に対してさほどの差がないのは(図1(b))、APP照射による葉の損傷が目視できない程度の弱いAPP刺激を行ったためと考えられる。一方、SPAD値が増加した点については、ツバキ葉表面の光沢保護層の損傷によって、葉緑素計の計測光の反射率の低減によって見せかけの葉緑素量の増加を示したものと考えられる。それと一般に、採取後数日間、ツバキ葉は生体を保つため、未照射部の12 h, 38 hに見られるようなSPAD値の盛り上がり(図1(a))、葉緑素体等の概日リズムを反映している可能性がある。逆にそうであるならば、図1(b)の同時間に見られる下がり(特に近距離の結果)、APP照射によって概日リズムが失われたこと(植物ホルモンの活性変化)を示唆している可能性が考えられる。

3.2 RGB色変化

図2に、近照射(塗りつぶし丸)および未照射(白抜き丸)の、色のR値(a)、G値(b)、B値(c)の経時変化を示す。結果の特徴は、①葉の色調はRG成分が同程度に強く、B成分が弱いということ、②APP照射により、RG成分は退色傾向に、B成分の変化は小さい(図2(d): 各時間での未照射値から照射値を引いた値)。傾向②に関しては図2(e)の未照射値に対する減少率についても、同様の傾向が観測された。

4. 結論と今後の課題

本研究を通じて、APP刺激によるツバキ葉照射部の変化(応答)においてRG値の減少率とSPAD値の増加率の間に相関性のあることを見出した。この原因と機構の解明については、今後の研究課題としたい。

5. 参考文献

- [1] 堀勝, 応用物理学会誌, 89(12), 701 (2020).
- [2] 金子俊郎, 応用物理, 92(10), 592 (2023).

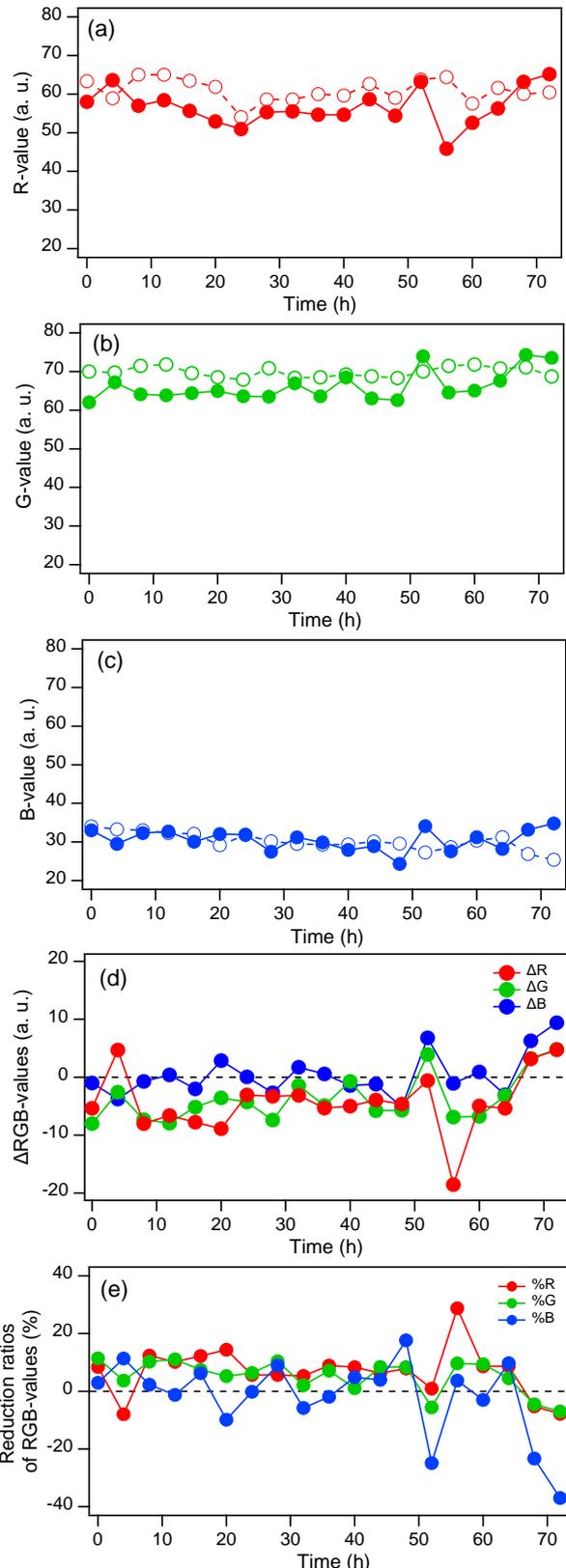


Fig. 2 R-value (a), G-value (b), B-value (c), and RGB-values differences (d), reduction ratios of RGB-values, which subtracted and normalized between irradiation and unirradiation data, at near irradiation point.

江頭春樹資料調査と天然色写真を復元する試み

Research into Haruki Egashira's materials and attempts to restore his natural color photographs

行谷時男, 小原真史, 山田勝実, 矢島仁*, 久下謙一**

Tokio Yukiya, Masashi Kohara, Katsumi Yamada*, Hitoshi Yajima**, Kenichi Kuge**

* 東京工芸大学、243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1

** 千葉大学アイソトープ実験施設

1 はじめに

江頭春樹の遺した「江頭先生標本二千点」には、概ね1920年代から1960年頃までの小西六のカラー写真開発に関する実物資料が含まれている。しかしそれら資料に解説はなく、内容の把握は困難を極めているが、「さくら三色用フィルム」の改良に関することや、六櫻社に於ける乳剤製造の実際について明らかになったことなどを、これまでの国際シンポジウムで発表してきた。

今回は、1920年代と思われるガラス乾板による三色分解画像からカラー合成を試みた。以前からカラー合成はおこなってきたが、機材及び材料の制約から従来はスキャナーでデータ化し銀塩カラーペーパーに出力していた。

今回は、江頭氏のラボノートとしての手帳の解読が進んだことから、銀塩感光材料をふくむ全ての写真材料を自作して1920年代当時の方法によるカラー画像の品質を確認することが狙いである。

使用した資料は、本学写真学科 小原真史 准教授の研究により、1920年代前半ごろの秩父宮雍仁殿下であることがほぼ確実である三色分解画像の一組を使用した。また、画像の特徴から、ヨスベ式の光学系を持つ三色分解撮影機によると思われる、1925年に発売されたヨスベで撮影された可能性がある。

2 資料の詳細

4名の男性が邸宅の庭に立つ、四つ切りサイズ(10x12inch) ガラス基板の画像で、3色分解の一組と思われる正焼きの銀塩ポジおよび同画像の裏焼きのシアン色のポジ画像2枚である。画像の縦横比は1:0.75である。また、シアン版と思われる画像の鮮鋭さに比べて、マゼンタ版とイエロー版と思われる2枚の画像はやや鮮鋭さが低い。

3 研究の方法

3.1 復元法の決定

一組の三色分解画像が銀塩ポジ画像の正焼きであったこと、同じ画像が染色された裏焼きのポジとして存在していたので、ピナタイプ法による印画作成を試みた可能性が強いと判断し、ピナタイプ法に依る再現を試みることにした。

3.2 ピナタイプ法とは

撮影でできた裏焼きネガから、密着あるいは引き伸ばしで正焼きポジを作り、これを重クロム酸カリウムを加えたゼラチン版に密着露光し硬化ゼラチンによる裏焼きネガ像を作る。ここに、非硬化ゼラチンを選択的に染める性質の色素を作用させると、色素による裏焼きポジ像になる。

ここに膨潤した(非硬化)ゼラチンを塗布した紙を密着させると、染料は、ゼラチン版から紙に塗布されたゼラチンに移動し、紙上に正焼きの色素画像ができる。シアン、マゼンタ、イエローと繰り返し転写すれば天然色印画ができることになる。

3.3 原版の複製

原版は約100年を経たガラス乾板であり、何らかの衝撃による破損の恐れに加え、ゼラチン版への焼き付け時に熱の影響も懸念されたので、資料から銀塩感光材料に密着で複製を作って使用した。

当初は製版用感光材料の利用も考えていたが、既に製造終了していることが判明し、複製用の感光材料は自作することにした。

銀画像からの複製だけなら感色性レギュラーの感光材料で間に合うが、シアン色乾板からの複製も視野に入れ、臭化銀を含み色素増感が可能で、かつ製造が容易な乳剤処方を検討し、六櫻社の実用処方の中から、クロロブロマイド紙用で無水洗乳剤の「染井」に注目した。

大きなロットの実用処方を1/100に小ロット化し、カドミウム塩を除き、代わりに微量のヨウ化カリウムを加え、硬膜剤を入れずに塗布する処方を新たに開発した。ヨウ化カリウムの添加量は極めて微量だが、感度とコントラストに大きく影響するので正確な秤量が必須である。

塗布は四つ切り1枚あたり乳剤35gを目標に、水平にしたホットプレート上で行い、塗布、セット、通風乾燥、いずれも水平を保ったまま行った。

なお、乳剤塗布に先立ち裏面には書道用墨汁を加えたゼラチンを塗布し、ハレーション防止の裏引きとした。裏引き層は、現像処理工程の最後にヘラとタワシで物理的に除去した。

4 カラー合成

4.1 ゼラチン版焼き付け

三色分解ポジの複製乾板と重クロム酸ゼラチン板を密着し、映画照明用 575 W HMI 灯から約 2 m で 15 分の焼き付け露光。

露光後、水で重クロム酸カリウムを溶かし出し、色素で染色し、ゼラチンを塗布した紙に順次転写しカラー合成をした。

なお、重クロム酸カリウムの溶出液は環境に放出せず、廃液タンクに回収し適切に処理した。

4.2 染色

使用色素

ピナタイプ用色素としての商品は、もはや存在しないので、代用としてシアン=メチレン・ブルー、パテント・ブルー。マゼンタ=サフラニン。イエロー=タートラジンを試用した。

それぞれの 1% 水溶液で染色後、水洗して硬化ゼラチン部の色素を流し去ってからゼラチン紙に密着させ、ゴムヘラでスクイーズすることで気泡を追い出し、ゼラチン版の色素を紙のゼラチン層に移行させた。

5 結果

5.1 重ね合わせ

オリジナルの原版には、トンボマーク等の明確な印もなく、目視での位置合わせは困難が予想されたので、複製原版にはトンボマークを付けた。しかし、それでも濡れて伸びたゼラチン紙上の画像との位置合わせは困難であった。さらにイエロー版はトンボ自体もほとんど見えず、重ね合わせ自体が困難であった。

5.2 色素

ピナタイプ用にはゼラチンの硬化部は染めず、非硬化部を染める色素が必要であるが、パテント・ブルーは逆に硬化部を強く染める性質で、この目的にそわなかった。またタートラジンは硬化部、非硬化部の染まり方の差が少なく、どちらも同様に染まる傾向があり好ましい性質ではなかったため、現在、再度色素探索中である。

5.3 色彩再現

そもそも各版に含まれる色素の量は常に変動し、その濃度を一定に保つことは困難で、それを転写する際の移動する色素量を定量的に把握することはできない状態であった。

色彩は、3色素のバランスで成り立つものであり、色素量およびその移動量の管理が勘に頼る限り、好ましい色彩に仕上げるのは非常に難しいと感じた。

5.4 細部表現

1版だけの色素転写なら、かなりの表現の可能性があると感じたが、版を重ねるごとに合わせの不一致から精細性が損なわれ、重ね合わせの精度向上の工夫がない限り良いものはできないと感じた。



Fig. 1 試作したピナタイプ印画

6 考察

今回試みたピナタイプ法による天然色印画作成は、各版の重ね合わせの困難に加えて転写する色素量の調節が難しいなどの困難を伴い、好ましい色彩を再現するにはかなりの熟練が必要で、効率的に印画を作成することは極めて難しいと感じた。

歴史的にはこの後にヨスペ法が開発され、ゼラチンレリーフによる色素量の制限が可能になったことには必然性を感じた。

この写真からおおよそ15年を経て江頭春樹が開発した「さくら発色転写現像紙」は、色素を発色現像で形成するもので、露光量に比例した色素ができることで、色彩の調節が正確に再現性良く行えるようになった背景には、ピナタイプ法などの色素による染色法の欠点の克服が課題であったと思われることを、実際の作業を通じて痛感した。

7 参考文献

- 1) 鎌田彌壽治, 伊東亮次 “天然色寫眞術”, 太陽堂書店, 東京, 1929, p. 281,302,
- 2) 長口宮吉, “天然色寫眞”, 廣川書店, 東京, 1950, p.64, 67,

8 謝辞

乳剤製造に使用した実験器具は本学工学部 山田勝実教授から借用したものであり、厚木キャンパス内で実験室の整備と使用を許可された吉野弘章学長に厚く感謝いたします。

ポリゴンの可視形状の面積の評価による色計算手法の構築

A Study of a Color Calculation Method Based on Evaluating the Visible Shape Area of Polygons at Each Pixel

今給黎隆
IMAGIRE Takashi

東京工芸大学 芸術学部、164-8678 東京都中野区本町2-9-5
Faculty of Arts, Tokyo Polytechnic University, 2-9-5 Hon-cho, Nakano-ku, Tokyo 164-8678, Japan

概要

本研究は、昨年度のシンポジウムで発表した研究と同じテーマに対して、異なる方向から挑戦する提案である。画面の各画素に対してポリゴンが表示される形状を評価し、その面積を用いることで、画素に対するポリゴンの寄与の部分を計算し、エイリアシングを除去する。

1. はじめに

本研究は、第6回国際シンポジウム2025での研究である事前積分計算によるストライプサンプルフィルタリング[1]を発展させた研究である。ジャンルとしては、コンピュータグラフィックスにおけるアンチエイリアシングという色の变化の激しい部分で生じるちらつきを抑えるための技術に対する研究である。昨年度の研究では、テクスチャサンプリングというオブジェクトの表面に張り付ける模様を読み込む際のエイリアシングを助教するための研究を実施した。現在のゲームや映像でのコンピュータグラフィックスは、このテクスチャという技術は欠かせないため、研究の価値は高い。しかしながらエイリアシングが発生する理由は1つだけではなく、ポリゴンエッジによるエイリアシングも存在する。ポリゴンエッジによるエイリアシングとは、物体を仮想空間内で表示するためのポリゴンメッシュに関して、ポリゴンの境界が他のオブジェクトや背景と接する際に発生するエイリアシングである。多くの場合、他のオブジェクトや背景の色は、表示しようとするポリゴンの色と大きく異なるため、境界部分での色の急激な変化が生じ、視覚的に不快なちらつきが発生する。このエイリアシングは、テクスチャサンプリングとは異なる性質を持つため、別のアプローチが必要となる。本研究では、このポリゴンエッジによるエイリアシングを抑えるための新しい色計算手法を提案する。

2. 従来研究

2.1 タイトル

リアルタイムグラフィックスでは多くのアンチエイリアシング手法が提案されている。古典的なSSAA[2]は高解像度で描画して縮小することで高品質な画像を得るが、解像度に比例してメモリと処理負荷が増大する。これに対しMSAA[3]は、奥行判定などを高解像度で行いながら色計算は出力解像度で済ませることで、計算コストを抑えつつエイリアシングを低減する。画像処理ベースのFXAA[4]は輝度差の大きい境界を検出し、境界をグラ

デーションで置き換えてジャギーを緩和するが、画素内の微細な色変化を取り込むわけではない。

時間方向を利用するTAA[5]はサブピクセル単位でサンプリング位置を変えながら前フレームと合成してエイリアシングを抑える一方、残像が出やすい。TAAを拡張したUnreal EngineのTSR[6]やAMDのFSR[7]などもあるが、実装の非公開や頻繁な更新により研究用途での厳密な比較は難しい。深層学習を用いるDLSS[8]も存在するが、未学習のパターンでは十分に除去できない場合があり、縞模様のような高周波模様は追加学習なしでは改善が難しい。総じて、完全なエイリアシング除去は未達である。

除去が困難な一因は、多くの手法が画素内を「点」のサンプルで評価する点にあり、サンプリング定理[9]によりナイキスト周波数を超える細部は表現できない。TAAは複数時刻で実質的にサンプル間隔を詰められるが、周期性のため間隔をゼロにはできない。画素内を広く評価する代表例としてミップマッピング[10]があり、縮小テクスチャを用いて1回の参照で複数テクセルの情報を取り込む。ただしポリゴンが斜めになると、傾き方向の情報が不足しやすい。この問題に対し異方性サンプリング[11]は傾きに応じてサンプル数を増やすが、傾きが大きいと不足してエイリアシングが残り、また一方向のみ強化するため直交方向のエイリアシングは改善しにくい。この問題に対処するために、昨年度の研究[1]では、縞模様のテクスチャに対して、各ピクセルでの明暗の領域を評価し、その濃さによりテクスチャの詳細度を変化させることで、一画素内のテクスチャの変化を取り込み、エイリアシングの除去を実現した。

しかしながら、提案手法はテクスチャのサンプリングに伴うエイリアシングに対応をしていない。エイリアシングとしてはポリゴンエッジに伴うちらつきも存在する。特にビルや多くの窓が並んだ建物などの凹凸が周期的に繰り返される人工物ではこれらのエイリアシングが目につきやすい。ビルのような人工物は都市で多く見られ、都市が主となる現代的なゲーム、映像では問題が生じやすい。この問題に対応するために、同じ物体を表現するポリゴン数を減じたポリゴンメッシュでのモデルを用意し、距離に応じて表示するモデルを切り替えるLoD (Level of Details)[12]が用いられるが、元の物体の形状と異なってしまうため、映像の品質が低下してしまう。

3. 提案手法

3.1 GPUによるソフトウェアラスタライズ

提案法は、各画素を覆うポリゴンをすべて描画し、その寄与を計算することで、レンダリングを行う。画素を一部でも覆うポリゴンのレンダリングは、ポリゴンをコンサバティブラスタライズにより描画することで実現できる。しかしながら、コンサバティブラスタライズの設定は可能ではあるものの、汎用性が低下するため、今回はGPUを使ったソフトウェアライズを行う。具体的には、コンピュータシェーダを用いて、全てのポリゴンを走査し、各画素について、画素の四角形とポリゴンの三角形との交差判定を行い、交差がある場合にその画素でポリゴンが描画されるとみなす。

3.2 ポリゴン同士の交差判定

一つの画素の中で複数のポリゴンが描画される場合がある。それぞれのポリゴンの前後判定を計算し、手前にある領域を画素内で表示される領域をみなし、表示する色として寄与させていく。ただし、前後判定は片方のポリゴンが他方のポリゴンの前に完全に来るだけではなく、ポリゴンが交差する場合がある。したがって、ポリゴンが交差する交点を求め、交点をつないだ稜線で画素内部を空間分割することで、正確な寄与を求める。なお、この空間分割は、ポリゴンとポリゴン外の空間を区別するポリゴンの境界にも用いる。なお、ポリゴン間に隙間が生じないように、交点はポリゴンごとに保持するのではなく、画素の中でリスト構造として保持し、複数のポリゴンで境界の頂点の位置を共有する。

3.3 ポリゴンの色の計算

ポリゴンの画素内の形状は一般的な多角形である。しかしながら、多角形を直接取り扱うのでは交差判定の計算が煩雑となる。したがって、ポリゴンの交差が生じた際は、交差後の形状が凹多角形になった際は、多角形を凸多角形に分解し、さらに三角形分割を行うことで、交差判定及び面積の計算をシンプルに実行する。ポリゴンの色は三角形分割された頂点毎に色を求め、その色を加重平均することで、近似ではあるが、ポリゴンのないの変化を取り込んだ色の反映を行う。

4. 結果

本稿執筆時は、まだ基礎アルゴリズムの実装中であり、講演時に結果の画像および動画を記す。

6. 参考文献

- [1] 今給黎 隆, 事前積分計算によるストライプサンプルフィルタリング, 第6回国際シンポジウム2025, 色の国際科学芸術研究センター (2025).
- [2] LELER, W. J. (1980) "Human Vision, Anti-aliasing, and the Cheap 4000 Line Display," In Proc. of SIGGRAPH 1980, ACM Press / ACM SIGGRAPH, New York, K. Akeley, Ed., Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, ACM, 14 (3), 308–313.
- [3] AKELEY, K. (1993) "Reality Engine graphics," In Proc. of SIGGRAPH 1993, ACM Press / ACM SIGGRAPH, New York, K. Akeley, Ed., Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, ACM, 109–116.
- [4] Lottes, T. (2009) "FXAA," http://developer.download.nvidia.com/assets/gamedev/files/sdk/11/FXAA_WhitePaper.pdf, 3, 6.
- [5] Brian K. (2014) "High Quality Temporal Supersampling." Advances in Real-Time Rendering for Games, SIGGRAPH Courses.
- [6] Epic Games (2022) "Temporal Super Resolution." <https://docs.unrealengine.com/5.2/en-US/temporal-super-resolution-in-unreal-engine/>
- [7] AMD (2023) "AMD FSR 3 Now Available." <https://www.amd.com/en/technologies/fidelityfx-super-resolution/>
- [8] LIU E. (2020) "DLSS 2.0 – Image reconstruction for real-time rendering with deep learning," In GPU Technology Conference (GTC). 1, 2.
- [9] Nyquist, H. (1928). "Certain topics in telegraph transmission theory," Transactions of the AIEE. 47 (2): 617–644.
- [10] WILLIAMS, L. (1983) "Pyramidal parametrics," In Proceedings of ACM SIGGRAPH 1983, 1–11.
- [11] NVIDIA (2000) "Ext texture filter anisotropic." http://www.opengl.org/registry/specs/EXT/texture_filter_anisotropic.txt
- [12] CLARK, J. H. (1976) "Hierarchical Geometric Models for Visible Surface Algorithms," Communications of the ACM, 19 (10), 547–554.

視覚障害者向けゲームのためのボタン型インタフェースの開発 Development of a Button-based Game Interface for the Visually Impaired

原寛徳, 中村隆之 *

Hironori Hara, Takashi Nakamura *

東京工芸大学, 164-8678 東京都中野区本町2-9-5

* Tokyo Polytechnic Univ., 2-9-5 Honcho, Nakano-ku, Tokyo 164-8678, Japan

概要

本研究の目的は、視覚障害者も健常者も利用できる、音源を内蔵したボタン型インタフェースと、そのデバイスを利用したゲームの開発である。著者らは昨年度の研究で、プロトタイプデバイスと、音によるもぐらたたきゲームを制作した[1]。プレイした結果、1台ずつ音が鳴ったボタンを押していく仕様では、プレイが単調になる印象を受けた。またデバイスの位置は変わらないため、驚きの要素がないことも気になった。そこでモーターを用いてデバイスを移動させる装置を制作し、ゲームにも楽しさにつながる要素を追加した。

1. はじめに

色は現実世界で重要な情報を持っており、例えば緑と赤のボタンがあった場合、赤い方が動きを止めるボタンかもしれないといった、操作の結果が想像しやすいように作られていることが一般的と言える。

ビデオゲームにおいても指示された色のボタンを押すゲームデザインは一般的であるが、視覚障害者にとっては、その重要な色情報が失われてしまっている事がある。そこで音が視覚障害者にとって色の代わりとなると考える。

本研究の目的は視覚障害者か健常者かに関わらずビデオゲームのユーザーインタフェースとして利用できる、音声でボタンの場所や状態を提示できるボタン型インタフェースの開発である。同時にそのデバイスを利用し、視覚障害者でも健常者でも楽しめるゲームの開発を目指している。

2. 試作した音源内蔵ボタンとゲーム

2.1 制作したデバイス

昨年度の助成を受けた研究にて、ボタンから音声が出る事で位置を示し、同時にボタンの状態をユーザに伝えられるデバイスを開発した。外観を図1に示す。

ボタン上部中央にスピーカーを設置し、デバイス内部に組み込まれたMP3再生モジュールによって、あらかじめSDカードに収録された音声を再生できる。CPUにはM5Stack Basicを採用し、PCとESP-NOW[2]による双方向の無線通信が可能である。デバイスはバッテリー駆動が可能であるが、M5Stack Basicの内蔵バッテリーは容量が少ないため、4倍程度の容量を持つバッテリーに交換している。筐体は3DプリンターでPLA樹脂を用いて制作した。手が触れる部分の直径は10cmである。



図1 デバイス外観



図2 プレイの様子

2.2 制作したゲーム

ゲームは音が鳴ったボタンを叩くもぐらたたきである。プレイ時の様子を図2に示す。ボタンは3個用意し、二等辺三角形になる位置に設置している。左右のボタンは60cm間隔であり、左右のボタンから高さ30cmのところ3個目のボタンを置いている。立ってプレイした状態で、机の上に置いた各ボタンの真上に頭を移動できるような距離感である。

ゲームは1台ずつ音が鳴ったボタンを押していく。4秒に1回音が鳴り、全8問で1セットが終わる。次の音が鳴るまでの時間や全問題数は、何回かプレイしているうちにこの値に落ち着いたものである。ボタンを叩かずに次の音が鳴る、あるいは音が鳴っていないボタンを叩くと不正解としてカウントされる。

2.3 プロトタイプでのプレイの印象

著者や学生が目隠した状態でプレイした。この段階では視覚障害者には遊んでもらっていない。

遊んだところ、同時に1台しか音が鳴らない仕様では迷う要素がなく、プレイが単調になる印象を受けた。以前に鳴った音の印象とも比較しやすい。

また、プレイしていて意外性を感じることはなかった。その要因としては、ボタンに動きがないことが影響していると感じた。道具としての機械ではボタンの位置が固定されていることは当然だが、遊びとして考えれば変化がなく、これもプレイの単調さにつながった可能性がある。

プレイの結果から、音源が移動すると驚きを生むのか、同時に複数音がなるとプレイヤーに迷いが生じるのか、ということが気になった。これらを確かめるべく、モーターを用いて物理的にデバイスを移動させる装置を制作するとともに、ゲームにもプレイヤーを惑わす仕組みを追加することに至った。これらの実装・検証を行った上で、視覚障害者に遊んでもらうことを目指す。

3. ボタンの移動

3.1 先行研究

ボタンを動かした先行研究として横溝らの研究がある[3]。触覚フィードバックを利用して誤操作を防ぐことを目的とし、視覚障害者による使用も想定されているが、動かしているのはキートップのみであり、ボタンの位置が大きく変化するものではない。加えて視覚障害者による検証は行われていない。

3.2 構造

移動機構は2軸ではなく、縦方向に複数のボタンを配置し、それぞれが左右にだけ移動することを想定している。仕組みとしてはプリンターのヘッドをイメージしている。

プリンターのヘッドは位置決めの正確さが求められるため、タイミングベルトを用いた機構が一般的である。一方でスリップが発生しないため力が強く、安全面の懸念がある。本稿のもぐらたたきはボタンを見ずに叩くため、空振りして地面を叩くことが起こり得る。地面の手の位置にボタンが強い力で移動してきて当たるのは、避ける必要がある。そこで4輪の台車を動かしてボタンを移動させる方式を採用した。移動に必要な十分な程度のグリップ力のタイヤで移動してくるのであれば、仮に手に直接当たったとしても強い力ではなく、本体は車輪が空回りして進まないため、安全性は高い。

3.3 制作した移動機構

制作した移動機構を図3に示す。これを土台とし、土台の上に台座を取り付け、台座にボタンを乗せる。土台の下面にはキャリッジが取り付けられ、床に固定されたガイドレールにはまるようになっている。ガイドレールはスガツネ工業社のミニガイドレールを使用しており、図4のようになる。土台は図5のように蓋の下に置かれるため、プレイヤーに見えるのはボタンと台座の上面だけである。

モーターには一般的に入手できる42mm角のステッピングモーターを採用した。正確な位置決めを行わない場合でも、マイコンで制御可能かつ遅く回転させることが容易なステッピングモーターを用いる方が利点が多い。モーターはL6470チップを搭載したモータードライバモジュールで動作させる。

土台の前後にはマイクロスイッチが取り付けられており、ガイドレールの両端付近に来ると壁に接触し、接触した場合はモーターの回転を反転させる。厳密な位置制御よりも、現在位置に関わらず自由に移動し、壁に当たれば反転する動きの方が、プレイのたびにランダム性が発生し、単純なルールของเกมゆえに面白くなると考えた。

CPUにはSeeed Studio XIAO ESP32C6を採用し、ボタン同様、ESP-NOWによる無線通信が可能である。つまりPCからは、ボタンには音の再生の指示を、土台にはモーターのON/OFFを指示することになる。

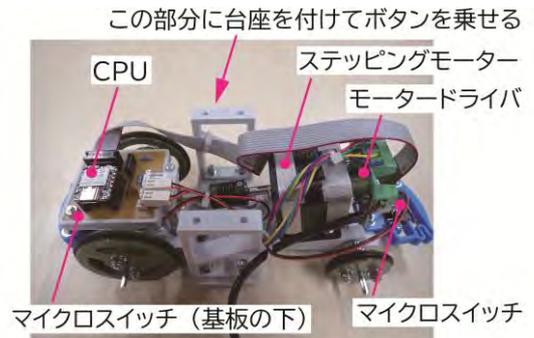


図3 移動機構 (土台)

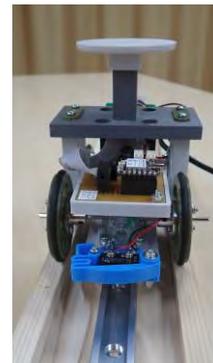


図4 台座設置後の土台

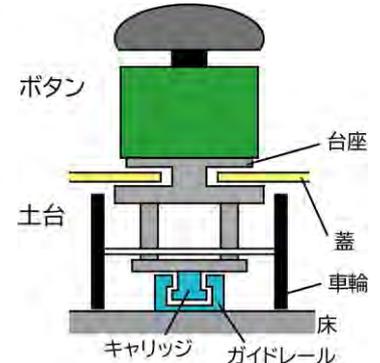


図5 ボタンと土台を移動方向正面から見た様子

4. ゲームに追加した要素

鳴らす音の印象が体験に大きく影響すると感じたので、ボタンを見ずに押すような状況として目覚まし時計のアラーム音を採用した。視覚障害者が健康者に関わらず状況がイメージしやすく、ボタンを押す行為に対し、やらされているという印象を持ちにくいと考えた。

またプレイが単調であると感じさせないように、1台だけでなく2台以上の音を同時に鳴らす仕様を追加し、迷う要素となることを期待した。

5. まとめ

音源を内蔵したボタンを移動させる機構を制作し、ゲームの部分にも惑わせる要素を追加した。

この後、視覚障害者の方に実際に遊んでもらい、フィードバックを受ける予定である。その結果についてはシンポジウム場で発表する予定である。

6. 参考文献

- [1] 中村隆之, 原寛徳, 「音源内蔵ボタンによる視覚障害者向けゲームの開発」, 色の国際科学芸術研究センター 第6回国際シンポジウム2025 (2025).
- [2] ESP-NOW公式資料, <https://www.espressif.com/en/solutions/low-power-solutions/esp-now>
- [3] 横溝有希子, 馬場哲晃, 「動きを伴うボタンにおけるユーザの動作方向識別評価」, 情報処理学会インタラクティブ2016, pp.379 - 382(2016).

生成系AIの進化とメディア文化変容に関する領域横断的研究（2） —脳波信号データによる生成AIアートの動向に関する考察— Cross-disciplinary research on the evolution of generative AI and media culture transformation (2) —Current Developments of Generative AI Arts using BCI Technology based on EEG Signal Data —

小川真人
Masato Ogawa

東京工芸大学、164-8678 東京都中野区本町2-9-5
2-9-5 Hon-cho, Nakano-ku, Tokyo 164-8678, Japan

概要

本研究は、「生成AI」(generative AI)の進化による芸術文化変容に関する研究の第二年目にあたり、本主題に関する工芸融合論的視座に立った芸術学的検討をおこなった。まず、今年度の実施状況のポイントを整理し、次に最近の注目すべき動向として「ブレイン・コンピュータ・インターフェース(BCI)」技術を芸術面で応用する動向を検討し、第三に本学大学院メディアアート専攻芸術学領域の修士作品における脳波生成AIメディアアートのコンセプトを紹介し、最後に人間とAIの否定的対立を止揚する両者の「共創」の新たな表現地平を展望する。

はじめに

生成AIの進化は行き詰まるどころからさらに加速し、今や社会の至る所に導入されている[1]。他方、生成AIの加速度的発展のうらで、その幻滅をかたり、ポスト生成AI時代の文化的貧困と質的墮落を語る傾向もある。本研究はAIと人間との差異を考慮しつつ、双方の「協働」や「共創」の意義を考えてきた。ヒントを与えたのがいわゆる「脳AI融合」研究のアートへの接近であった[2]。そうした動向を背景に、本学大学院メディアアート専攻芸術学領域では、脳波信号データによるインタラクティブな生成AIアートの制作および研究を指導した。これを通じて芸術学領域の学生と教員は、脳波生成AIをめぐる人間とAIの「共創」についてさまざまに討議し考察した。

2. 「BCI」技術と生成AIアート

2024年秋、東京大学の「PRESS RELEASE」に脳とAIの接続に成功とあった[3]。ネズミの脳皮質の局所場電位(LFP)をとり、それをもとにAIに絵を描かせるシステムである。潜在拡散モデル(LDM)はノイズから画像をつくり出すが、ここではそのノイズ成分に神経活動が使われ、「脳活動と人工知能を融合した描画システム」が実現したという。これは、1970年代以来の「BCI」技術研究の積み重ねのうえに登場した成果である。

近年、つまり2020年代前半、「脳波」(EEG=electroencephalographic)を用いる生成AIの技術やアート表現の成果が次々に発表されていた。

(1) オスロ大学の研究者たちが「EEG信号」からAIで芸術的に感情を表現する研究成果を2021年に発表した[4]。これはStyleGAN2ADAを利用しつつ「怒り」や「幸福感」の感情を示す人物画をデータ学習させた成果である。

(2) 中国精華大学深圳国際研究院のグループが2023年、脳波信号から高品質画像を生成する「夢拡散 DreamDiffusion」モデルを発表する[5]。脳波ベースの画像生成は車や犬、風景など、多様性を拡大させている。従来、画像生成AIは、人が言語で入力するプロンプトが一般的であり、また、画像から別の画像の生成もあったが、今や人間の意識活動の根底にある脳活動を脳波シグナルとしてとりだした生成が注目を集めている。

(3) 従来型の生成AIモデルを改良し脳波シグナルベースの生成AIに利用する研究も注目されている。2024年春、中国大連大学の研究者たちは「改良型GAN」を利用した「EEG信号データ拡張」を発表する[6]。彼らは、人間脳波そのものでない人工脳波を処理する改良型GANモデルL-C-WGAN-GPを使用して注目された。

(4) インタラクティブアートにも脳波生成AIは用いられる。2025年2月大分での国際会議「ICAROBO2025」で、台湾国立芸術大学のラジャバクスらは「思考拡散 ThoughtDiffusion」という、体験者が自分の脳波から生成の画像を見る「神経学的フィードバックneurological Feedback」で自分の内面状況変化を反映させるインタラクティブなシステムを発表した[7]。脳波ベースの生成AIアートは今や最注目の分野となりつつある。

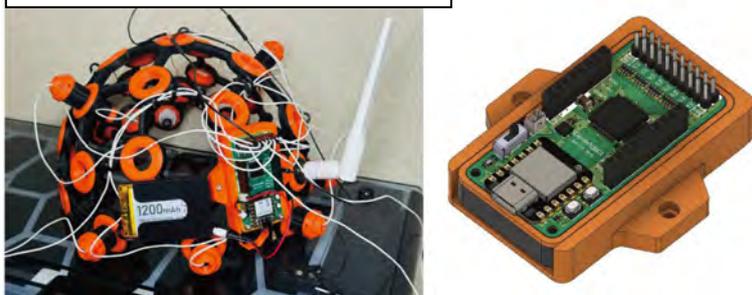
(5) 神経科学と芸術が融合した領域名として「ニューロテックアートneurotech art」があるが、絵画やイラストだけではない。音楽の作曲、さらには障害者のアート創作支援も含まれる。現代アートでは、ユイグ(Pierre Huyghe, 1962-)の作品『UUmwelt』(2018)が脳活動を導入して著名である。ユイグは「磁気共鳴機能画像法」(fMRI= functional magnetic resonance imaging)を用いて脳活動データを得ている。しかし今日、神経活動の観測には「EEG」もなお一般に用いられており、血液中の酸素の濃度の変化によって活動を観測する「fMRI」に比較して、「EEG」は時間分解能において秀

でているという。つぎにみる本学大学院修了作品も「EEG」の自作脳波計のメディアアートである。

3.自作脳波計による脳波生成AIアート

本学大学院生齋藤達也の修了作品は、《GenericBCI》と称される独自改造の脳波測定装置 (fig.1) を用いる脳波生成AIアートである。市販の商用脳波測定デバイスOpenBCI社『Cyton Biosensing Board』に入手し、基盤を改造している。池谷らの実験手法[8]を参照しつつ改変を施している。本作では、以下の三方式が実装される。「A

Fig.1 《GenericBCI》筐体と基盤



方式」は「脳波波形を潜在空間に書き込む」もの、「B方式」は「脳波の統計的特徴をシード値という中間表現に変換した上で、そこからノイズを生成する」もの、「C方式」は「外部から入力された画像と脳波由来のノイズを混合して画像を生成する手法」で、「img 2img」と呼ばれる画像変換技術を応用したものである[9]。画像生成には生成AIモデルStable Diffusion ver.1.5が使われる。これらの計測機器と実験により、EEG脳波データの学習から生成される「《差異脳波》という帰属先をもたない波形を創発させる」という[10]。

4. 考察

ポイントは、この脳波生成AIアートで何が描かれているかである。ここで参照されるのがコノリー[11]の「内在的フィールド」概念である。コノリーは、ルクレティウス、スピノザにまで遡る唯物論的思考の歴史まで参照しつつ、人間の意識や意志に関する脳科学的あるいは唯物論的解明をおこなう[12]。そのさい「内在的フィールド」は、「意識の直接届かないところにある内在的なもの」としての「思考の没意識的次元」でありつつも、「思考そのもの」や「意識的判断」に影響をおよぼすもの、そして「神経学的過程に潤色されている」ものとされる[13]。「内在的フィールド」は、なお名状しがたいものでありつつも、われわれにAIと人間的思考の関係について省察を誘うものと思われる。

5. まとめ

脳波生成AIアートの出力する画像をこうした「内在的フィールド」の現前と断定するには検討の余地がある。それでも、脳波生成AIアートの研究および制作は人間とAIとの「共創」への重要な貢献である。生成AIの進化は人間の創造的活動を委縮させるものではなく、むしろさらなる人間拡張への一歩をしるすものである。

注

- [1] 『令和七年版 情報通信白書』 p.20
- [2] 紺野大地、池谷裕二『脳と人工知能をつないだら、人間の能力はどこまで拡張できるのか 脳AI融合の最前線』（講談社2021年刊）。論文は以下を参照。Kotaro Yamashiro, Nobuyoshi Matsumoto, Yuji Ikegaya [University of Tokyo] “Diffusion model-based image generation from rat brain activity” [in: PLOS ONE 19(9), September 6, 2024] <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0309709>、池谷裕二、山本皓太郎、松本信圭「脳活動をシードとした芸術的創造」（『日本神経回路学会誌』 Vol.32, No.1 2025, pp.30-37）
- [3] 「ネズミの脳で絵を描くことに成功—脳とAIを接続することで実現」 UTokyo PRESS RELEASE) https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/press/z0111_00064.html
- [4] Riccio et al. “AI-based artistic representation of emotions from EEG signals: a discussion on fairness, inclusion, and aesthetics” [in: Proceedings of Politics of the Machines – Rogue Research 2021, Berlin Germany, pp.336-343]
- [5] Yunpeng Bai et al. “DreamDiffusion: Generating High-Quality Images from Brain EEG Signals” <https://github.com/bbaaii/DreamDiffusion>.
- [6] Xiuli Du et al. “Electroencephalographic Signal Data Augmentation Based on Improved Generative Adversarial Network” [in: Brain Science 2024, 14, 367] Brain Sci. 2024, 14, 367. <https://doi.org/10.3390/brainsci14040367>
- [7] Janaka Rajapakse “ThoughtDiffusion: An Interactive Installation for Exploring Neuro-Art from EEG Data with Stable Diffusion Models” [in: The 2025 International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB2025), Feb.13-16, J:COM Horuto Hall, Oita, Japan]
- [8] 池谷裕二、山本皓太郎、松本信圭「脳活動をシードとした芸術的創造」（『日本神経回路学会誌』 Vol.32, No.1 2025, pp.30-37）
- [9] 齋藤達也『脳波生成AIと画像生成AIを用いた「内在する場」の構築 —意識以前の生成プロセスを呈示するメディアアート—』（本学大学院修士副論文2026） pp.44-47
- [10] Ibid. p.61
- [11] コノリーWilliam Eugene Connollyは、ジョンズ・ホプキンス大学教授（政治学）。
- [12] William E. Connolly “Brain waves, transcendental fields and techniques of thought” [in: Radical Philosophy 94 (March/April 1999), pp.19-28]
- [13] Ibid. p.21

ミドラボ2025-2026：「学ぶ」「つくる」「暮らす」「つながる」 が一体となったもうひとつのキャンパスづくりに向けて

MIDOLABO 2025-2026 Toward the creation of a satellite campus for 'learning', 'producing', 'living' and 'connecting'

森田芳朗, 田村裕希, 高城光,
海老澤模奈人, 香月歩, 鍛佳代子, 久原泰雄, 細萱敦, 森山剛, 八尾廣, 山本佳嗣

東京工芸大学、243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1

概要

ミドラボは、東京工芸大学と神奈川県住宅供給公社の連携協定(2018年)にもとづく厚木市緑ヶ丘団地と周辺エリアの活性化プロジェクトである。本学の持つアートとテクノロジーの力を生かし、コースや学部を超えた学生・教員のコラボレーションを通じて、高経年集合住宅団地の新しい価値づくりに向けた活動を進めている。

高度経済成長期に大量建設された全国の団地で、高齢者の孤立や空き家の増加が問題となっている。一方、長い時間を経た団地には、緑豊かなオープンスペースや蓄積された暮らしの記憶など、新しい住宅地にはないさまざまな資産も眠っている。これらの資産を団地のなかに閉じ込めず、まわりの地域にも開いていけば、団地の課題解決につながったり、地域の日常がより豊かなものになっていくのではないかと。

そうした思いから、ミドラボでは、団地集会所での場づくりの実験「ミドリバ」や、団地のオープンスペースを開いてつなぐ「オープンストリート」の活動に取り組んでいる。

1. 団地集会所のリノベーション

緑ヶ丘団地にはコミュニティの拠点として設けられた集会所があるが、近年はほとんど利用されていない。そこで、この集会所を地域に開き直すための改修工事を行なった^{注1}。

2025年度は、この集会所の内部を貫く幅10m強のディスプレイウォールの棚板を建築コースの学生DIYワークショップで取り付けした(写真1)。この棚は、団地や周辺地域の住民がさまざまな展示物を介して交流するきっかけを生み出す装置として機能している。

2. オープンストリート構想と多義的フォーリー

フェンスで閉ざされた団地のオープンスペースを少しずつ開き、相互につないでいくことで、新しい道を生み出す。それが「オープンストリート」構想である。

この道を楽しむしかけとして、多義的なフォーリーを提案している。2022年度は新しい道の起点となる「リングベンチ」、2024年度は改修された集会所の和室を新しい道に向けて開く「北窓のフォーリー」を設計・施工した(写真2)^{注2}。リングベンチは、地域住民と結成したガーデニングクラブで世話をする大きなフラワーポッドとしても親しまれている(図3)。



写真1. ディスプレイウォール：棚板施工WS



写真2. 北窓のフォーリー：施工現場見学会



写真3. リングベンチ：地域住民との花壇化作業*

3. ミドリバの運営

新しくなった集会所を「ミドリバ」と名付け、2025年度からは、この場を地域に開かれた居場所として開く実験を開始した（写真4）。

具体的には、AIでカラー化した昔の団地の写真展示、コミュニティキッチンを利用した100円カフェ、お絵描きイベント、ランチ会などを通じて、住民が気軽に滞在できる場づくりに取り組んだ。

団地の雑草の植生に着目した「はらっぱプロジェクト」もスタートした。悩みの種の雑草も、目を凝らせばさまざまな種類と個性がある。その世界を見える化し、ミドリバでの交流を生むしかけのひとつとした。

4. ミドリバのVIとBGM

芸術学部のメンバーも、ミドリバのデザインに加わった。

サークル活動のデザイン研究会が担当したのは、ミドリバのヴィジュアルアイデンティティ（VI）である。ミドリバのロゴ、コースターや名刺などのグッズ、建物の出入り口を彩るのれんのデザインと制作を進めた（写真5）。

また、毎年恒例のイベント「ミドラボオープンハウス」では、オープンストリート構想で生まれた新しい道を手づくりのランタンでライトアップするイベントを行い、多くの住民と時間をともにした（写真6）。

IM学科の学生を中心とするサウンド研究会には、ミドリバで流すオリジナルBGMの制作を依頼した^{注3}。

5. ウェルネス住宅の学習マンガ化

高齢年の団地の住戸を健康で快適な住まいに手軽に改修するウェルネス住宅の実証実験。2025年度は、工学部の研究を取材し、本学ならではの学習マンガを制作する企画^{注4}とのコラボレーションを実施した。

6. 活動の情報発信

ミドラボは、活動の对外発信にも努めている。2025年度は、工・芸の学生代表3名が「あつぎDREAMフェスタ2025」^{注5}に登壇し、若者が取り組む地域活動の可能性について議論した（図7）。このイベントは、前述のミドリバのBGMを市民に披露する機会にもなった。

注釈

- 1) 国土交通省、人生100年時代を支える住まい環境整備モデル事業の助成を得た（代表提案者：神奈川県住宅供給公社）。
- 2) コニカミノルタ科学技術振興財団研究奨励金の助成を得た（研究代表者：田村裕希）。
- 3) いずれも学生によるCo-G.E.I.チャレンジ2025の助成を得た（指導責任者：高城光、久原泰雄）。
- 4) 2025年度工芸融合研究（成果公開型）、「工学部の研究を取材した本学独特の学習マンガの可能性を探る研究」（研究代表者：細萱敦）。
- 5) 日本青年会議所第53回神奈川ブロック大会×厚木市制70周年記念事業として厚木中央公園で開催された。

* 写真：高橋菜生写真事務所



写真4. ミドリバ*



写真5. ミドリバののれん*



写真6. ミドラボオープンハウス2025*



写真7. あつぎDREAMフェスタ2025

より創造的な芸術表現のための ルーメンプリントの科学的理解の促進

Promoting scientific understanding of lumen prints for more creative artistic expression

大和田良, 山田勝実
Ryo Ohwada, Katsumi Yamada

東京工芸大学, 164-8678 東京都中野区本町2-9-5
Tokyo Polytechnic University, 2-9-5 Honcho, Nakano-ku, Tokyo 164-8678, Japan

概要

ルーメンプリントは、印画紙を長時間マスク露光し、現像処理を省略して定着処理のみにより生成される画像である。黒白印画紙を使用しながらも、薄紅色や薄紫色など黒以外の色調が現れることを特徴とする。本研究では、各色調の再現特性を特性曲線および三角レーダーチャートで示し、その定量評価を行うとともに、該当色調発生の科学的要因を解明することを目的とする。

1.はじめに

本研究では、現代のオルタナティブ写真技法の一つとして注目されるルーメンプリントを用いた各種印画紙の色調再現について、日本写真芸術学会誌で報告した内容¹⁾に、新たに試験した感光材料の結果と特性曲線を加えて報告する。ルーメンプリントは、従来の黒白銀塩印画紙を用いて得られる画像であるが、通常露光とは異なり、太陽光やUV露光器などの強い光源で長時間露光を行うのが特徴である。現像処理を省略し定着処理のみを行うことで、薄紅色、薄紫色、象牙色などの独特な色調を呈する。本研究では、この発色の要因についても各種試験を実施した。色調再現は、印画紙の種類・製造年代・保管状況、露光方法、定着液の処方など多様な要素によって変化する。本研究は、現在入手可能な印画紙を収集し、各種色調再現を報告しつつ、発色の要因を解明することでルーメンプリントの科学的理解を促進することを目指す。

2. 方法

2.1 色調再現の評価

評価用試料作成のためのネガ制作には、ピクトリコプロ・デジタルネガフィルム TPS100 を使い、印刷にはエプソンの顔料インクジェットプリンタ SC-PX1VL を使用した。通常、特性曲線の作図では、

炭素または銀の光学楔が用いられるが、本試験では実際の作品制作に基づき、色素による誤差拡散法で濃度形成されるインクジェットプリントによって、14 のステップに分けたステップタブレットを作成した。各ステップの濃度測定には白黒透過濃度計 T5 plusⁱⁱ⁾ を使用し、得られた ISO 視感濃度ⁱⁱⁱ⁾ を特性曲線の横軸とした。露光には、メタルハライドランプを用い、一部比較用として太陽光による焼き付けを行った。定着処理には水に対してチオ硫酸ナトリウム 15%、亜硫酸ナトリウム 1.5% を加えた溶液を使用し、処理時間は 20°C で 5 分。定着処理後は流水水洗を経て、画像保護処理として富士フィルムの AG ガード浴を行い、乾燥させた後、必要に応じてフラットニングを行った。試料の反射濃度測定はエクスライツ社の eXact Basic を用い、試料のハイライト部、ハーフトーン部、シャドウ部の 3 点を測定し、得られた CMY の三つの値を三角レーダーチャートとして作図。ステップタブレットの露光結果から得られた特性曲線では、縦軸に濃度 (Density)、横軸は相対露光量 (Rel. log. H) とした。

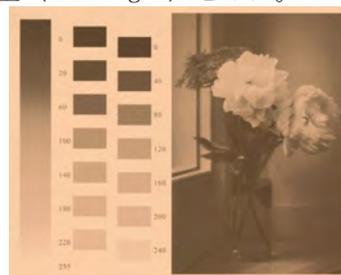


写真 1 ORIENTAL NEW SEAGULL G-3(1987)

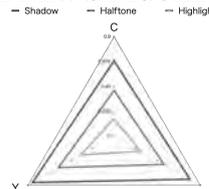


図 1 写真 1 の色調再現

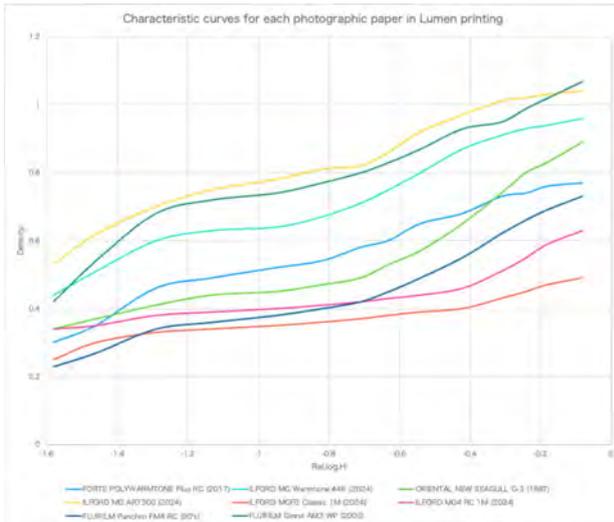


図 2 各種印画紙の特性曲線

3. 結果と考察

得られた結果から、印画紙の種類を含む諸条件によって、本技法の色調再現性は多様に示された。各印画紙の特性曲線から、濃度域が広く良好な色調再現が期待できるものと、濃度域が狭く軟調で不明瞭な再現にとどまるものが定量的に明らかとなった。これにより、従来は個々人の経験知に依存していた印画紙の特性評価を客観的データとして提示でき、より多くの制作者がルーメンプリントに適正のある、表現意図に沿った印画紙選択が可能になった。図 2 の ILFORD MGFB に対して全反射率の波長依存性を測定した。その結果を図 3 に示した。露光量が最も少ない箇所 (255) において波長 488 nm 付近に吸収極大が認められた。これは赤色の反射に相当している。この吸収は露光量が増加すると吸収が強まると同時に極大波長が長波長側にシフトしている。仮にこの発色の原因物質が球形の銀ナノ粒子であれば、露光量の増加とともに粒子数の増加及び粒径

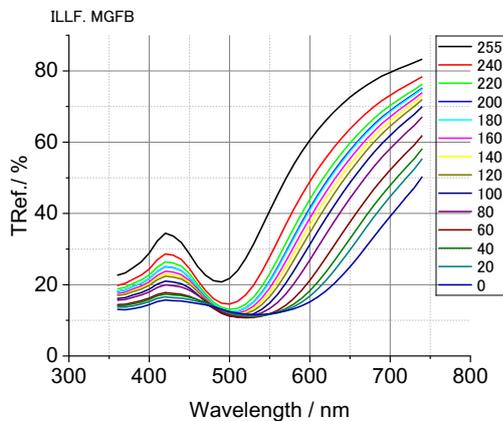


図 3 ILFORD MGFB の全反射スペクトル

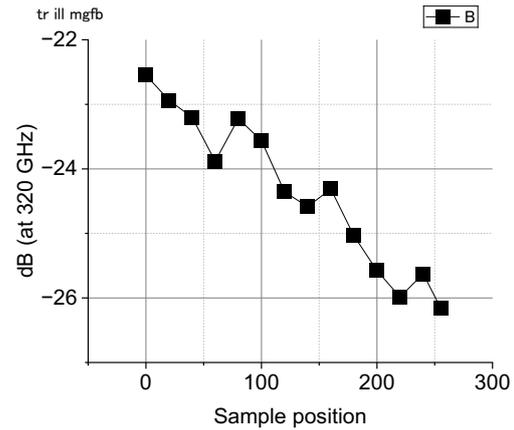


図 4 ルーメンプリント印画紙 (ILFORD MGFB) に 320 GHz のサブテラヘルツ波を照射したときの透過エネルギーとサンプル位置の関係

も増大することが考えられる。刺激により銀ナノ粒子はテラヘルツ波を放出するといわれており、銀ナノ粒子の量を予想するために、テラヘルツ波を照射してみた。図 4 には測定箇所と透過してくるテラヘルツ波の強度の関係を示した。図 3 との関係で考えれば、露光量の増加とともにテラヘルツ波の透過量が增大していることが明らかとなった。銀粒子が増えることで放出されるテラヘルツ波の強度が増しているものと考えられる。今後、発色原因物質の直接観察を行い、形状や大きさを明らかにする予定である。

多様な色調再現が得られる本技法を応用することで、現代写真表現においては更なる拡張が期待される。また、期限切れの黒白銀塩印画紙を利用可能である特性を生かし、感光材料の有効的な活用手段が提供できる。

i 大和田良,ルーメンプリントを用いた写真表現の実践, 日本写真芸術学会誌, 令和 6 年度第 33 巻・第 1 号 pp.10-18 (2025)

ii 白黒透過濃度・透過率 T5 plus

https://www.ihara-group.com/color_products/白黒透過濃度計-t5-plus/

対応規格「ISO 5-2:2009 写真及びグラフィック技術 - 濃度測定 - 第 2 部: 透過濃度の幾何条件」に準拠

iii 日本写真学会「写真用語辞典」(写真工業出版社) -p.170

地域性に適応できる農水産物及び環境のモデル化に関する研究

A Study on the Computational Modeling of Agro-Fishery Products and Environments Adaptable to Regional Characteristics

森山剛, 野口有里紗*, Pinnara Ket**, 福井貴大, 藤垣元治***

Tsuyoshi Moriyama, Arisa Noguchi*, Pinnara Ket**, Takahiro Fukui, and Motoharu Fujigaki***

東京工芸大学, 〒243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1

* 東京農業大学, 〒243-0034 神奈川県厚木市船子1737

** Institute of Technology of Cambodia, P.O. Box 86, Russian Federation Blvd, Toul Kork District, Phnom Penh, Cambodia

*** 福井大学, 〒910-0017 福井県福井市文京3-9-1

概要

近年の急激な気候変動に対応するためにデータ駆動型農業、いわゆるスマート農業の取組みが世界的に広がっている。本研究では、土壌及び気候を計測するセンサーを接続したセンサーネットワークを構成し(環境センサーシステム)、そこで得られるデータを基に、観測される環境変数から灌水や施肥のコントロール量を算出し、農作物の生育量を予測する計算モデルをクラウド上に作成する(農地モデリング)。本モデルを土壌や気候の異なる農地で実験することによって、地域性に適応できるモデルを明らかにすることを目的とする。

1. はじめに

農業分野では、人手不足や生産性の低下などの課題を有している。また、昨今の急激な気候変動に即応するために経験の蓄積と対処法の共有を加速する必要性に迫られている。そこで、e-StatやWAGRIといった公的なデータベースが整備されてきているが、各農家に最適な計算モデルの構築には人手による入力や長年の知見が必要なのが現状である[1]。

その中で灌水管理は作物の収量に大きな影響を与えるため、クラウドとIoTをもとにした灌水システム[2]や、水資源や気候リスク、AIモデルとセンサーデータにもとづく自動灌水制御システム[3][4]が報告されている。また、農研機構のWAGRIを活用したサービスも提供されている[5]。

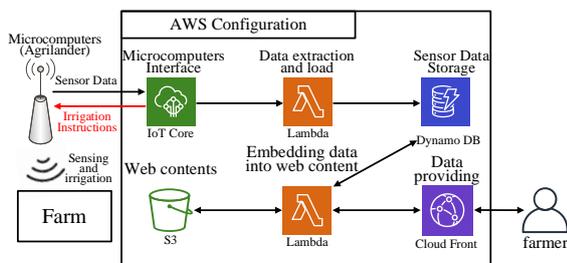


Fig. 1 A schematic overview of the proposed system.

しかしながら、これらのシステムではデータの可視化に力点が置かれ、センサーの校正情報を含め農園の地域性を管理する機能はない。

3. 地域性を反映するデータ駆動型農業モデル

3.1 理想センサーネットワークの構成

地域適応化を実現するため、各圃場に設置するセンサーネットワークでは、気温及び湿度、日照時間に加え土壌の水分量や電気伝導度といった地域性データ、作物の品種や作付けの時期といった作物データ、さらに作業内容や履歴、進捗といった作業デ

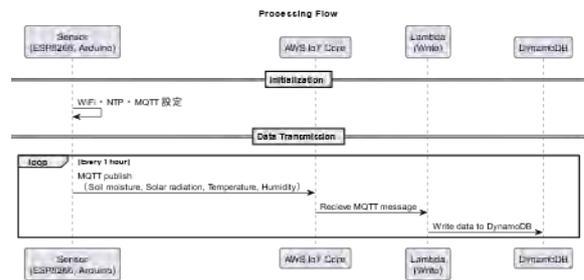


Fig.2 Sequence diagram of the proposed sensor system.



Fig.3 Automated irrigation circuit with soil sensor.

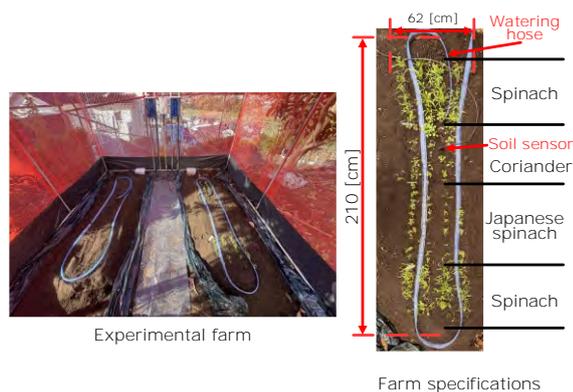


Fig.4 Our experimental farm with the automated irrigation system.

ータを収集する。その際、農薬や肥料に関する情報は外部データベースを活用してアーカイブ化し、将来的には、それらの配合や散布量を提案する機能へと結びつける。また、ユーザーフレンドリーなGUIを備えることで直感的な操作を可能にする。計算モデルで使用するデータの格納先やWebサーバなどの計算資源はクラウドサーバーを採用する。公的データベースからのデータ収集や圃場に設置したセンサーネットワークのデータは欠損値や異常値の整形処理を行い、クラウド上のデータベースに格納する。

3.2 本研究で実装した自動灌水システム

灌水量の決定には、土壌の保水性や排水性といった物理性を算出する必要がある。既に報告されている方法は作物係数や蒸散量を考慮に入れた精密なものだが、ロボットによる常時運転に向かない[6]。Fig.1に提案方式の構成、Fig.2にモジュール間の通信を示す。本研究では、グラスITフィールズ社製 Agrilanderに土壌水分センサーDFROBOT SEN0193を接続したFig.3のシステムをFig.4の実験農場にインストールした。本システムは1時間ごとに起動し気温と湿度、土壌水分量、日照量を取得しAmazon Web Servicesを利用してクラウド上のデータベースに保存すると同時に、最大圃場容量のときの土壌センサー値を100%とした際の40%~60%に保たれるように灌水を行うようにした。

3.3 センサーの校正と土壌水分特性の同定

土壌が同じ量の水分を含む場合にも、土の組成や土の含む有機物によって水を保持する強さ（水分張力、pF値）が異なる。また、pF値は土壌の含む水分量によって変化する。そこで土に保持させる既知の水分量との対応関係から土壌水分センサーを校正し、また水分量を段階的に変化させた際のpF値を求める（Fig.5）。



Fig.5 Calibration of soil moisture characteristics using pF meter.

4. まとめと今後の展望

現在急速に必要な性の高まったデータ駆動型農業、いわゆるスマート農業について、自動灌水システムを実験農場に実装した。土壌水分センサーの校正ののち同定した土壌水分特性に基づいた自動灌水を行うアルゴリズムを作成した。今後、国内及びカンボジア王国の地域性の異なる農地で、適切な水分量を保持した場合とそうでない場合とで土壌成分や野菜の生育を比較する実験を行う。

6. 参考文献

- [1] T. Kawamura, T. Katsuragi, A. Kobayashi, M. Inatomi, H. Eguchi: "Research Data Platform for Data-driven Agriculture", Journal of Information Processing, Vol.2 No.2, pp.21-31 (2021)
- [2] Bouali E, Mohamed R, El-Mahjoub B, Abdennabi M, Safae B, Tareq A, Driss B: "Enhancing water management in smart agriculture: A cloud and IoT-Based smart irrigation system", Results in Engineering, Vol.22, No.102283 (2024)
- [3] Elias B, Yitbarek A: "Small-scale irrigation (SSI) farming as a climate-smart agriculture (CSA) practice and its influence on livelihood improvement in Offa District, Southern Ethiopia", Agriculture and Food Research, Vol.12, No.100534 (2023)
- [4] Sitharthan R, Rajesh M, Vimal S, Saravana, Kumar E, Yuvaraj S, Abhishek K, Jacob I, Vengatesan K: "A novel autonomous irrigation system for smart agriculture using AI and 6G enabled IoT network", Microprocessors and Microsystems, Vol.101, No.104905 (2023)
- [5] 農研機構, "農業データ連携基盤活用事例集 NEC 営農指導支援システム", pp. 2-6 (2020)
- [6] 関 勝寿, 岩田 幸良, 柳井 洋介, 亀山 幸司, "団粒構造が発達した土壌の水分特性曲線の回帰手法の改良", 土壌の物理性, Vol. 155, pp. 35-44 (2023)

地形、建築物の内部構造を俯瞰できる3Dモデルの構築と 新しいモデリングへの挑戦

3D Model Construction for Overlooking Terrain and Building Interior Structures and Advancing New Modeling Techniques

内田孝幸, 越地福朗, 安田洋司

Takayuki UCHIDA, Fukuro KOSHIJI, and Youji YASUDA

東京工芸大学, 243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1

Tokyo Polytechnic University, 5-45-1 Iiyama-minami, Atsugi, Kanagawa 243-0297, Japan

概要

本研究では、3Dモデルの構築に①多視点からの3D構築技術であるフォトグラメトリ、②レーザー光によるスキャンで構築する3D点群モデル、さらには③構造化光プロジェクションを伴った3D構築の3つの方法を、文化財などの建築物や洞窟などの自然遺構に適用し、その有効性を検証した。これらの3Dアーカイブの一部や、文化財所有、管理の市や、洞窟の所有者の公認を得て、カラボのHPで一般公開に至っている。

はじめに

近年の3Dに関わるスキャンならびに、構築技術の進展には目をみはるものがあり、多種多様なスキャナとともにそれらから得られたデータを、3D構築ソフト(SfM)によって視覚的に分かりやすく、かつ精度よく図面や3Dモデルを作成できるようになっている。これらの技術に伴って、歴史的な文化財や自然遺構などの貴重な建築物の3D化、いわゆるデジタルツインの作製が盛んに行われるようになってきている。本研究では概要で述べた異なる3つの3D構築技術を用い、比較検討を行いながら、その利点を組み合わせ、実際の建築物や自然遺構への適用について調べた。[1,2]

2. 3D化の方法とその適用対象

2.1 フォトグラメトリ、SfMによる3D構築

フォトグラメトリは他視点画像からの3D構築という技術であり、本研究では、地形や建築物などを、多視点の位置から撮影した画像を元に、SfMソフトを用いて3D構築を行った。この場合は、照明(UAVの場合は自然光)の当たり具合や画像のオーバーラップ率、GCP(対空標識)などを適切に設定・設置して撮影を行った。

2.2 ハンディLiDARによる3D点群構築

ハンディLiDARは近年、技術進展と共に低価格化も進み、短時間で精細な3D点群が得られることから、自動車の自動運転を始め、各分野で急速に応用が展開されている。特に、LiDARにSLAM(自動地図作成と自己位置推定)を組み合わせたLiDAR-SLAMによって、小型、軽量化が進んでいる。精密でmm精度を要求する測定では、TLS(地上型レーザースキャナ)を用いる場合が多いが、最近ではLiDAR-SLAMの技術進展が進み、その多方面での応用が期待されている。このため可搬性を活かしながら、3Dスキャンを、歴史的建造物などに対して行った。

2.3 構造化光プロジェクション方式を用いた3D構築

ここではMatteport Pro2を用い、専用のサーバーでの3D化処理によってワークスルー型の3D化やドールハウスや寸法図面が構築できる。技術のほとんどは開示されていないが、細かい赤外線スポット光を被写体に照射し、その歪みから奥行き形状を推測している。さらに正面、上下45度に向けた3方向のカメラを水平に8方向(八角形)に回転し4K画質のカメラでステッチすることで、質感の高い3Dを構築できる。

さらに本装置で作成したワークスルー3Dは、通常のPCやスマートフォンといった特段、画像処理に特化したようなものでなく、通常の端末でも、その3D空間をストレスなく自由に歩き、4K画質で360度見渡せることに、大きな利点がある。筆者らは、この利点を活かすべく、鎌倉市や相模原市の歴史的建造物を3Dアーカイブし公開かつ、双方のHPで公開を行っている。さらに、これまで本学厚木キャンパスで公開しているカラボギャラリーの公開も開始した。筆者らは、これまでに数々の、地形、建築物のスキャン、撮影、3Dモデル化、公開を行っているが、ここでは、上述の2.1~2.3の技術の一例を紹介する。

3. 結果と考察

3.1 旧華頂宮邸におけるドローンによる3D構築

Fig.1に鎌倉市の文化財、鎌倉市文化財(鎌倉の景観重要建築物等、指定第29号)の旧華頂宮邸の3Dを示す。



Fig.1 旧華頂宮邸をドローンで空撮し、3Dモデリングした例。カメラ位置は水色のタイル(撮影者:岩田悠希)

撮影した数百枚の写真を、SfMソフトを用いてカメラ位置を決定後、タイポイント生成、メッシュ構築の後、テクチャー画像を張付けしてFig.1のようなリアリティの高い3Dの外観を得ることができる。これらの3Dモデルを提示する場合、実際の写真と区別がつかなくなるため、この

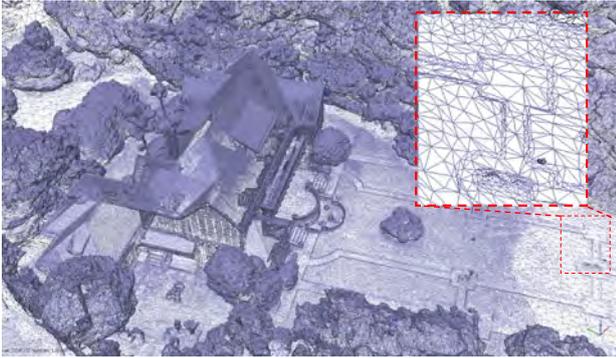


Fig.2 旧華頂宮邸 3D のメッシュ表示, 破線は拡大図

図面と同様に、メッシュで構築した図として Fig.2 を示す。ドローンではその性質上建物の屋外を地形と庭を撮る場合が多い。最近では、狭隘環境でも飛行できるドローンもあるが、ここでは割愛する。

3.2 ハンディ LiDAR による 3D 点群構築

前述の 2 でも述べたように、LiDAR は 1 秒間に数十万発のレーザー光を点、線、走査して、全体の空間の距離を測定することで、今回の機材ではこのスキャナを持って立っている位置から、約 100m の半径の 3D 空間が点群として、僅か数秒で生成される。このスキャナをもって SLAM の技術で、生成される 3D を矛盾なく重ね合わせることで、歩いた経路の建物の内部であれ、外部であれ、3D モデルが構築される。点群には一般に色情報はなく、反射強度やえられた、高さや経過時間をインデックスとしてマッピングする。最近では別途カラー撮影用の 360 カメラで空間の色情報を取得し、その点群に色付けも可能になっている。今回の旧華頂宮邸の一部カットモデルを Fig.3 に示す。

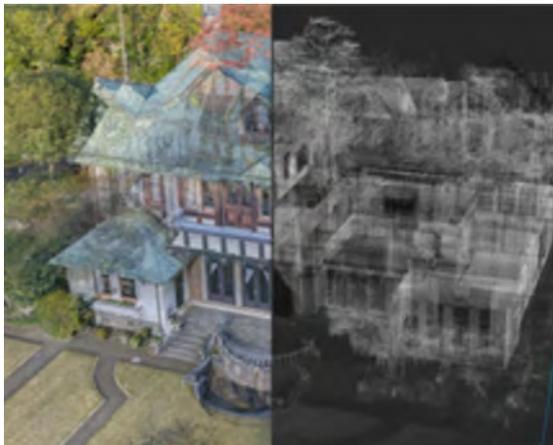


Fig.3 旧華頂宮邸 3D 点群モデル
左：外観 右：内部透視表示

これまで LiDAR は 3D でもどちらかというと、その性質上、寸法精度の高い 3D 図面として位置づけられていたが、最近では、色付けの技術も向上し、前述のフォトグラメトリから構築した 3D と外観の質感も近づきつつある。

我々は、双方の利点を利用し合理的に重畳することを主眼において、研究を進めている。具体的には、地形を含む外の外観は、ドローンで撮影しフォトグラメトリで 3D 構築を行う。他方、地上や室内の詳細はハンディ LiDAR で構築しそれぞれの 3D を得る。これらは、全く別の原理で 3D 化されたものではあるが、3D としては同じであるので、撮影対象の領域の外側、4 点に GCP (対空標識、地上

の正確な位置情報 (座標) を共通でスキャンし、これらを Key に重ね合わせることで、外部と内部を重畳した 3D モデルが構築できる。

上記の 4 点は高精度衛星位置測位システムである RTK-GNSS を使って、地上の絶対座標を取得できる。これを用いて、上記の 3D 空間の座標にヘルマート変換をかければ、得られた 3D 空間全体が絶対座標のデジタルデータとなる。これは、滅失などへの対策としてデジタルデータ、デジタルツイン作成できるため、文化財や歴史的建築物には有効な方法と位置づけられる。

2.3 構造化光プロジェクション方式を用いた 3D 構築

構造化光プロジェクション方式とは、赤外線の特徴的なメッシュやランダムドットを被写体にアクティブに照射し、その歪みから、距離を推定するもので、単独の自然光に頼った、フォトグラメトリよりも合理的に被写体のデプスが測定できる。同時に、水平、斜め上と下を向けた 4 K 画質のカメラによって、質感の高いテクスチャを得ている。この奥行の精度の高い 3D に、質感の高いテクスチャを張り付けることで、リアリティ・臨場感の高い 3D 空間が構築でき、さらにその空間を自由に歩き回れる特徴を有する。このため、文化財や歴史的建築物の 3D 表示には適しており、現在、鎌倉市、相模原市で合計 4 件 (旧華頂宮邸、旧諸戸邸、旧陸軍通信学校将校集会所、旧笹野家住宅) のウォークスルー表示の 3D を、本学ならびに市の HP に掲載している。



Fig.4 (a) 旧華頂宮、ドールハウス表示 (b) ウォークスルー表示の一例

工学的にはこの新しい技術による 3D の寸法精度、信頼性などを慎重に検討する必要があり、それらは現在検討中であり、建築物では論文に[1]まとめ、別途地形、洞窟は現在執筆中である。さらに、上述の 1~3 の方法の他に 3 DGS (3D ガウシアンブラッキング) の技術進展が目覚ましくこれらを考慮に入れながら目的に応じた適切な 3D 構築が期待される。

4. 参考文献

- [1] 内田孝幸, 海老澤模奈人, 岩田悠希, 星野龍彦, 武井琉奈, 熊坂憲広, 越地福朗, 正洋樹, 中川真人「歴史的建造物, 旧陸軍通信学校将校集会所のデジタルアーカイブの検討」日本写真学会誌vol 88, p1-13 (2025) オープンアクセス
- [2] カラボの HP での、上記ほか 5 件の 3D 公開
<https://collab.t-kougei.ac.jp/portfolio/cultural-properties/>
- [3] 鎌倉市での HP 掲載、「旧華頂宮邸における IT 活用」
<https://collab.t-kougei.ac.jp/portfolio/cultural-properties/>
- [4] 相模原市での「さがみはらデジタルアーカイブ」
<https://digital-sagamihara.jp/digital-archive/29732/>
<https://digital-sagamihara.jp/digital-archive/29627/>

次世代小型衛星への搭載を目指した 高機能電気推進システムの実験研究

Experimental Study on Advanced Electric Propulsion Systems for Next-Generation Small Satellites

上野一磨
Kazuma Ueno

東京工芸大学、243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1

概要

本研究が対象とする宇宙電気推進は、化学推進に比べ数桁高い比推力(燃費に相当)を有し、小型衛星を多数用いた衛星間通信により地球規模の通信サービスを可能にするなど、宇宙利用の急拡大を支えている。宇宙ビジネスの競争激化に伴う高性能小型衛星の高集積化は、重量の増加に繋がり推進余裕を逼迫する。限られた質量・電力で機動的な軌道・姿勢制御を実現する技術が将来的な課題である。本稿では、高機能電気推進システムの実験研究について概説する。

1. はじめに

近年、通信・観測を目的とした小型衛星の利用が急速に拡大し、軌道上での高度な運用(編隊維持、衝突回避、地上目標追従観測など)を支える推進システムの重要性が増している。推進系は軌道・姿勢制御を担うだけでなく、衛星寿命やサービス継続性にも直接関与する。特に衛星間通信コンステレーションでは、軌道投入誤差の補正、定常運用時の軌道維持、デオービットなどに推進が不可欠である[1-3]。

宇宙用電気推進は、推進剤を電力で加速して高い排気速度を実現できるため、化学推進に比べて比推力が高く、限られた推進剤質量で大きな総 ΔV を確保できる。一方で、小型衛星は電力・質量・体積の制約が厳しく、衛星の高性能化(搭載機器の高集積化)に伴う質量増加は推進余裕を逼迫させる。今後は、限られた資源の範囲で、より機動的かつ高精度な制御を可能とする推進システムが求められる[4]。

当研究室では、従来は大型宇宙機向けに検討されてきた高出力電気推進を小型化し、(1)小型、(2)十分な推力、(3)出力を細かく制御可能な「高機能電気推進システム」の実現を目指している。本稿では、自己誘起磁場型MPDスラスタを対象として、推進性能の整理と実験装置・計測手法の構築状況を述べる。

2. 電気推進

電気推進の性能は、主に比推力と推進効率によって評価される。比推力 I_{sp} は、推進剤1kgあたりに

得られる運動量の指標であり、次式で定義される

$$I_{sp} = \frac{T}{\dot{m}g_0} \quad (1)$$

ここで、 T は推力、 \dot{m} は推進剤の質量流量、 g_0 は標準重力加速度である。一方、推進効率 η は、投入した電力のうちどれだけ推進剤の運動エネルギーとして有効に変換されたかを示す指標である。圧力推力を無視すると、推力 T は

$$T = \dot{m}v_e \quad (2)$$

と表され、推進効率は次式で定義される。

$$\eta = \frac{\frac{1}{2}\dot{m}v_e^2}{P} \quad (3)$$

排気速度 $v_e = I_{sp}g_0$ を用いると、推進効率と比推力の関係は次式で表される。

$$\frac{T}{P} = \frac{2\eta}{I_{sp}g_0} \quad (4)$$

式(4)から入力電力と効率が一定であれば比推力を高めるほど T/P が低下することが分かる。すなわち、電気推進では比推力と推力密度の間に本質的なトレードオフが存在し、ミッション要求(必要推力、運用時間、搭載電力)に応じた方式選定と最適設計が必要となる。

3. 自己誘起磁場型MPDスラスタ

MPD (Magnetoplasmadynamic) スラスタは、放電により推進剤をプラズマ化し、大電流によって生じる電磁力(ローレンツ力)でプラズマを加速する高出力型電気推進である。自己誘起磁場型MPDスラスタは、外部磁場を用いず、電極間に流れる電流により生じる自己磁場を利用して推力を得るため、構造が比較的簡素で小型化に適している。準定常かつ電磁推力が支配的な条件下では、推力は次式で近似される。

$$T = \frac{\mu_0}{4\pi} \ln\left(\frac{r_a}{r_c}\right) I^2 \quad (5)$$

ここで、 I は放電電流、 r_a および r_c はそれぞれアノード半径およびカソード半径、 μ_0 は真空の透磁率である。この式は、推力が電流の二乗に比例し、電極

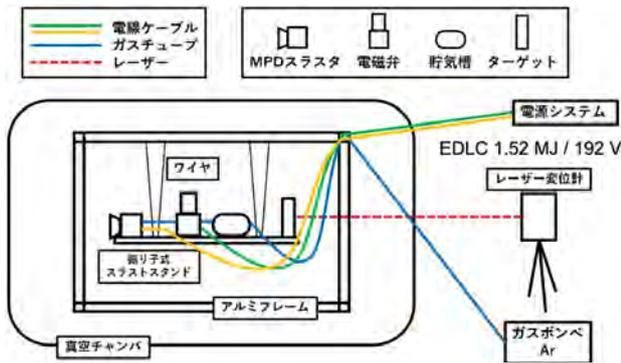
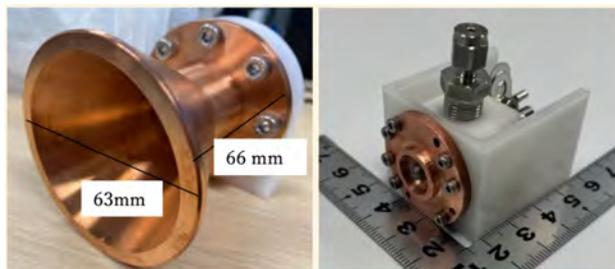


図 2 : 実験装置概要図



a) 性能評価用スラスト (b) 小型化研究用スラスト

図 3 : MPD スラストヘッドの外観

の絶対寸法そのものではなく半径比（形状）に依存することを示しており、大電流動作により高推力密度を実現できる点が MPD スラストの特長である。一方で、高電流に伴う電極損耗、放電安定性、点火再現性などが課題となるため、推力・効率と耐久性を両立する設計と制御が重要となる。

4. 実験装置および計測手法

4.1 短パルス準定常作動と電源系

本研究では、MPD スラストの基礎特性取得のため、短パルス準定常作動による実験装置を構築している。MPD スラストは大電流・高電力を要するため、連続作動では熱負荷・電極損耗が大きい。そこで、1 ms 程度の短時間放電を用い、電極・構造の熱的制約を回避しつつ、準定常状態の推力特性評価を可能としている。将来的には連続パルスや短時間定常作動へ拡張し、より実運用に近い条件での検討を行う。

現在の実験系では、電源として電気二重層コンデンサ（EDLC）と高速スイッチング素子 IGBT を組み合わせ、最大 100 kW 級のパルス電力供給が可能である。今後はコンデンサ増強に加え、オイルコンデンサおよびイグナイタ回路を用いた電源系を導入し、最大 1 MW 級までの作動で様々な実験を可能にする環境を構築する予定である。また、IGBT による PWM 制御を用いることで、放電電流波形を能動的に制御し、推力の時間的変調や可変推力作動の実現を目指す。図 2 に実験装置概要を示す。

4.2 スラストヘッド

スラストヘッドは目的の異なる 2 種類を用いる。

推進性能の基礎特性評価用と、小型衛星搭載を見据えた小型化研究用である。いずれも本研究室の卒業生が在学時に設計した。構成はカソード、アノード、推進剤供給ポートからなり、推進剤にはアルゴンガスを用いる。カソードは電気放出特性の高い LaTh 材、アノードは無酸素銅を採用した。性能評価用は本学工作室にて CNC 加工により製作し、小型化研究用は学生主体で製作・改良を進めている（図 3）。

4.3 放電電圧・放電電流計測

放電電流は kA 級となるため、回路への影響を抑える目的で非接触型電流計を用いる。放電電圧は点火時に 1 kV を超える場合があるため、高電圧プローブにより測定する。これらの信号に加え、作動トリガ等を含む複数信号を多チャンネルデータロガーで同期記録し、最大 100 kS/s で取得する。これにより、1 ms 程度の短パルス準定常作動における電圧・電流波形を十分な時間分解能で把握し、推力応答との対応解析を可能とする。

4.4 推力計測

推力計測には振り子式スラストスタンドを用いる。短パルス作動では推力を定常値としてではなくインパルスとして評価し、放電 1 回あたりの推力インパルス I_T は、振り子の変位応答から求められ、パルス幅 Δt を用いて平均推力 T を次式により算出する。

$$T = \frac{I_T}{\Delta t} \quad (6)$$

真空チャンバ内での実験では、背景圧力やプラズマによるファシリティエフェクトが推力測定に影響を与える可能性がある。これらの影響を考慮し、測定条件の整理および結果解釈に注意が必要となる。

5. まとめ

本稿では、次世代小型衛星への搭載を視野に入れた高機能電気推進システムの基礎検討として、電気推進の推進性能指標を整理し、自己誘起磁場型 MPD スラストの特徴と推力近似式を示した。さらに、短パルス準定常作動に基づく 100 kW 級実験装置、PWM による推力制御方針、電気計測および推力インパルス計測手法を述べた。今後は 1 MW 級環境の整備と高出力領域での作動特性取得、小型化検討を進め、小型衛星への適用可能性を評価する。

参考文献

- [1] 栗木恭一, 荒川義博: 電気推進ロケット入門, 東京大学出版会 (2003).
- [2] OECD: The Space Economy in Figures (2023).
- [3] World Economic Forum: Global Risks Report 2022, Chapter 5 “Crowding and Competition in Space” (2022).
- [4] NASA: “4.0 In-Space Propulsion”, NASA SmallSat Institute (Page Last Updated: Feb 14, 2025).
- [5] D. O’Reilly, G. Herdrich and D. F. Kavanagh: Aerospace 8, 22 (2021).
- [6] J. Zhang et al.: Space: Sci. & Technol. 2022, 9865174 (2022).

導電性高分子による構造色反射膜の設計と作製

Design and fabrication of structural color reflective films using conductive polymers

山田勝実, 越地福朗, 常安翔太, 内田孝幸

Katsumi Yamada, Fukuro Koshiji, Shota Tsuneyasu, and Takayuki Uchida

東京工芸大学, 243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1

Tokyo Polytechnic University, 5-45-1 Iiyama-minami, Atsugi, Kanagawa 243-0297, Japan

概要

屈折率の異なる導電性高分子の薄膜を交互に積層させ、構造干渉色による金属様光沢色を発現させる。そのために新しい多層膜調製方法を採用した。金属様光沢の色調の設計は、フレネル式に基づく反射率計算によって行った。

はじめに

屈折率の異なる高分子を超薄膜で交互に積層したも
のから金属様光沢が得られること(東レ(株)製の
PICASUS等)、それぞれの高分子の屈折率、膜厚およ
び積層回数により紫外-可視-赤外の幅広い波長域で任
意の反射特性を有する積層膜が設計できることが知ら
れている。しかしながらこの多層膜を得るためには高度
な製造プロセスが必要とされる。また、これらの色調は
固定されており、電気刺激等では変更できない。一方、
私たちは導電性高分子の単量体が酸化され重合が起
こる電位と得られた高分子が還元される電位を交互に
印加すること(多段階定電位電解(MS-PS)重合)で金
属様光沢が得られることを報告している。[1,2]ここで
は、屈折率の異なる導電性高分子を超薄膜で交互に積
層させ任意色調の金属様光沢膜を得るために、電磁界
シミュレーションを行い必要な膜厚や積層回数を割り出
し、MS-PS重合を行う。また、得られた多層膜を電気化学
的に酸化還元することで、金属様光沢の色調を変更でき
るようにする。

2. 方法

2.1 電解重合

重合溶液は、0.1 Mの過塩素酸リチウム、25 mMのピ
ロール(モノマーA)、50 mMの3-メトキシチオフェン(モノ
マーB)をアセトニトリルに溶解させたものを用いた。IT
O付きのガラス電極を重合溶液に浸して、Ag/Ag⁺を参
照電極、白金を対向電極として、電解重合を行った。

2.2 反射率測定

得られた多層膜は、d/8タイプの積分球を備えた測
色計や光入射および検出角度を変えられる分光光
度計を用いて、反射率の波長依存性を測定した。

2.2 反射率のシミュレーション

反射スペクトルの計算は、市販ソフトTFCalcを用いた。
それぞれの高分子の屈折率Nと消衰係数Kの波長依
存性データをもとに、それぞれの膜厚や積層回数か
ら、反射スペクトルを計算した。

3. 結果と考察

3.1 ヘテロ導電性高分子多層膜の設計

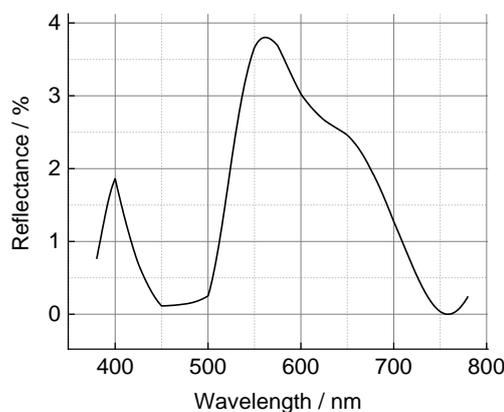


Fig. 1 Simulated reflectance spectrum of 5 layer multilayer films of PPy and PPy/PMT copolymer.

まず図1にポリピロール[PPy] (膜厚50 nm) 膜を電
極上に固定化し、次にPPy/ポリ(3-メトキシチオフ
ェン)[PMT]共重合体 (膜厚10 nm) を積層し、この
手順をもう1回繰り返す、最後にポリピロール (膜
厚50 nm) を積層した場合に計算された反射スペク
トルを示した。波長562 nmに反射率3.8%の反射極大
が得られた。この波長域の反射は黄緑色に相当する。

3.2 積層膜の作製

予備的な実験によりピロールは印加電位+1.0 V以
上、3-メトキシチオフェンは同+1.4 V以上で酸化さ
れることが明らかとなっている。二つの単量体が含
まれている電解液中で電位+1.4 Vを印加すると、両
単量体が酸化され、共重合体が電極上に析出する。
よって、-1.0 Vの還元側折り返し電位から+1.0 Vの酸
化側折り返しの電位掃引 (走査速度200 mV/s) を行
い、続いて-1.0 Vから+1.4 Vまで電位掃引を行う。こ
れを何回か繰り返す、最後に+1.0 Vまでの電位掃引
を行った。(図2) 得られた多層膜に白色光源を照

射し、透過色および反射色を観察した時の写真 (a:7周, c: 11周) を図3に示した。還元状態の多層膜は、透過で黒色、反射で金色を示した。

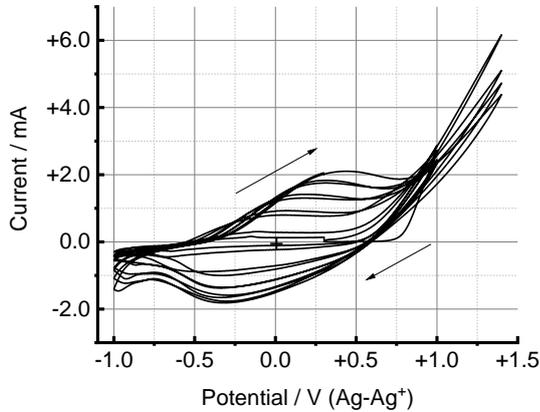


Fig. 2 Cyclic voltammograms during electropolymerization of pyrrole and 3-methoxythiophene. Scan rate is 200 mV/s

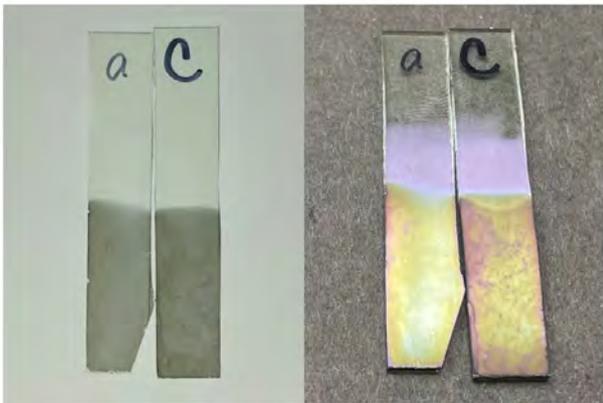


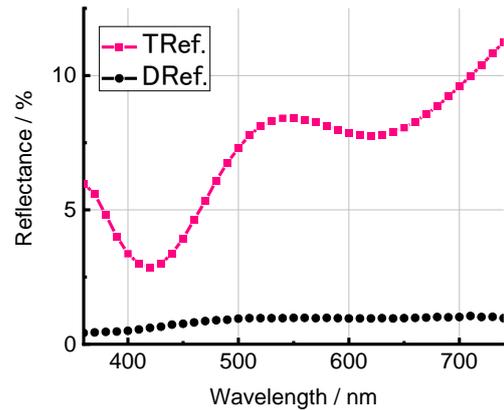
Fig. 3 Photographs of the obtained PPY/PPy+PMT multi-layer films (a:7cycles, c:11cycles) in the reduced state. The left is a transmitted color image, the right is a reflected color image.

3.3 積層膜の光学特性

図4に、図3の7周膜 (a) の反射スペクトルを測定した結果を示した。全反射スペクトル (図上T) には波長550 nm、反射率8.4%の反射極大が認められた。図上Dの拡散反射成分は比較的少なく、金色の金属様光沢となっていることが明らかになった。シミュレーションと反射極大波長はほぼ一致しているが、反射極大の反射率は実測の方が大きくなっていった。現状のシミュレーションが干渉する条件になっていないためではないかと考えられる。図5には、白色光の入射角と検出角を10度と60度で測定した正反射スペクトルを示した。白色光の垂直入射に近い10度での測定では、波長560 nmに反射極大が認められた。一方、60度での測定では、反射極大は520 nm

付近にシフトしていることが明らかとなった。このような反射極大の変化は反射色の変化として観察される。角度による色調変化は、多層膜や規則構造による構造干渉色による場合があり、本件も多層膜構造による色調が現れているものと考えられる。しかしながら、得られた反射スペクトルは、形状がブロードであり、干渉による反射に特徴的なシャープな形状ではない。今後は多層膜の表面や断面の状態の確認を行う。

Fig. 4 Total reflection spectrum and diffuse



reflection spectrum of PPY/PPy+PMT multi-layer films (a:7cycles) in the reduced state.

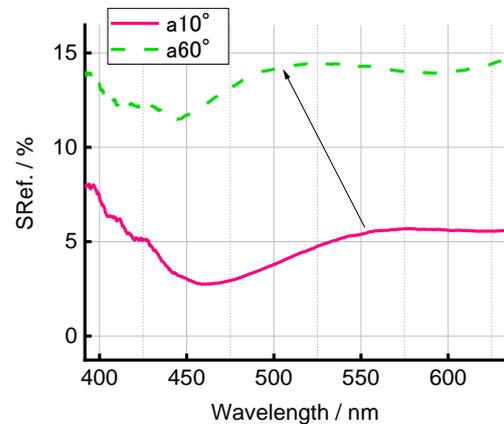


Fig. 5 Specular reflection spectra of PPY/PPy+PMT multi-layer films (a:7cycles) in the reduced state measured at 10 and 60 degrees.

4. 参考文献

- [1] K. Yamada, Bull. Soc. Photogr. Imag. Japan., 34-2, 31-33 (2024).
- [2] K. Yamada, Bull. Soc. Photogr. Imag. Japan., 35-2, 19-21 (2025).

渡辺義雄著『伊勢神宮』を対象とした建築写真の 空間表現に関する研究

A Study of Spatial Expression in Architectural Photographs, on “IseJingu” by Yoshio Watanabe

山村健*

Takeshi Yamamura*,

東京工芸大学、243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1

概要

本研究は、建築写真研究の一環をなすものである。本研究では、写真家・渡辺義雄の代表作である書籍『伊勢神宮』(平凡社、1973年)に掲載された建築写真を主な対象とし、そこに表現された空間表現について考察を行うものである。これまで論者は、建築写真研究の対象を別の作家で研究を進めてきたが、第一次資料へのアクセスの難しさから研究を中断せざるを得ない局面に遭遇した。そのため、渡辺義雄を新たな対象として研究を開始する萌芽的研究である。

1.1. 研究の背景

渡辺が生前に以下の言説を残している。「建築写真としては、画面の隅々まで細心の注意の下に仕上げられて、十分に説明的であるために、鮮鋭な描写で美しい階調を整えて見なければならぬ。(中略)その選択された構図の中に、建築の性格から来る雰囲気は自然に表れてくる種類の写真が、よい建築写真としての条件をある程度満たすものだろうと思う¹⁾とある。

渡辺は我が国における建築写真家としての地位を築いた嚆矢であるが、その渡辺が述べる「よい建築写真」は、いまだに未解明であるといえる。現代は、建築の表現がSNSなどを介して多様に伝播し、またAIなどのアルゴリズムによって画像が自動的に取捨選択される時代である。そうした現代においてこそ、渡辺のいう「よい建築写真」の在り方を明らかにすることは、一つの指針を獲得する上でも非常に有益であると考えられる。

1.2. 研究目的と方法

本研究は、建築写真家・渡辺義雄の代表作である『伊勢神宮』を対象とし、以下の考察を行うことで、渡辺が建築写真を用いて実践した空間表現の手法を明らかにすることを目的とする。

第一に、渡辺の言説を対象として、渡辺の建築写真に関する思想を概説する。

第二に、『伊勢神宮』という書籍の特徴を整理したうえで、そこに収められた写真の特徴を、先述の言説に従って分類する。ここでは、第一に抽出された「図面的写真」と「空間的写真」の二種に分類して写真を整理する。

第三に、次に、それら両者の関係について考察・分類を行う。

第四に、上記で分類した写真を用いて、動画として再構成を試みる。

最後に、以上の分析を踏まえて結論を示す。

2. 渡辺義雄の建築写真に関して

2.1 写真の分類

渡辺は、1920年代後半(大正末期)から芸術写真の先駆者的な役割を担った写真家の一人として、既往の写真とは一線を画し、大型カメラによる精密描写や小型カメラによるスナップショット作品を発表するなど、日本の近代写真の発展に寄与した。戦後は、伊勢神宮や、建築家フランク・ロイド・ライトが設計した帝国ホテル、『奈良六大寺大観』などを撮影し、独自の視線で捉えた建築作品を対象とする写真は、写真界のみならず建築界にも大きな影響を与えた。

その渡辺は、建築写真を次のように定義している。「建築写真は建築を写した写真であることはいままでもない。建築は人間が人間の用途に適するように工夫して造った構造物であり、独立的にも集会的にも、また環境的にも、それぞれに新しい秩序ある空間を創造しようとする苦心が払われてできていると考えられる。したがって、用途により、人により、異なった型の建築ができ、また異なった性格の建築が生まれるともいえる。建築写真とは、結局その性格を表現する写真であって、人物写真でいう肖像写真と同様と考えてもよい²⁾と述べている。さらに渡辺は、建築写真を次のように分類している³⁾。

- A. 建築の性格表現を主とする写真
- B. 建築の表面的な形だけを素朴に写す実用的な写真
- C. 建築の性格とは別に、固有の構造の一部ではあるが、その建築的要素から離れて、単に構成的興味の強い造形写真
- D. 建築あるいは建築群が主体となる建築的風景、あるいは都市景観、すなわち建築と道路、交通機関との関係を示す情報写真なども建築写真の分野として考えられるもの

そこで本研究では、これらを次のように定義する。

- A. 性格の写真
- B. 図面的写真
- C. 造形的写真
- D. 風景の写真

ここで、拙稿においても指摘したように、さらに建築写真は営業写真と芸術写真の二種類に分類できる。営業写真とは、竣工写真として用いられることが多く、建築家の意図が主体となって表現される、いわば二次元で描かれた図面を写真によって立体的かつ説明的に撮影したものを指す。一方、芸術写真とは、建築家の意図よりも写真家が主体となり、画角、構成、周辺風景との関係性のなかで撮影された写真をいう。この分類に従えば、AとBは職業写真の範疇に、CとDは芸術写真の範疇に入ると考えられる。ただし渡辺は、「元来、建築は、種々の藝術的な要素を含む総合的な美の表現であって、その外観の形態は様式表現の代表的なものであり、これを完全に描写し得れば、建築写真としては第一の意義を全うしたものである。建築は個々のそれ自身に用途をもつものが総合された全体をもって、建築としての使命を果たすのである。単に、壁だけとか、窓だけとかいう切り離されたもの自身では、建築を構成する一つの要素であって、それ自身で建築を代表するものとは限らないから、単にそれらをクローズアップした部分写真では、本来の建築写真とは言い難いものと思う⁴⁾」と述べ、両者が共存する必要性について言及している。

2.2 渡辺義雄による『伊勢神宮』の系譜

渡辺は、歴史上初めて伊勢神宮を正式に撮影した写真家であると位置づけて差し支えない。

初回は、第59回式年遷宮(1953年)に際して行われた伊勢神宮の撮影である。この撮影成果は、『伊勢—日本建築の原型』(1962年、朝日新聞社)として、モノクローム126点の写真により構成され、丹下健三、川添登の両氏による文章とともに出版された。

第二回目は、第60回式年遷宮(1973年)の撮影であり、モノクロームとカラーの双方で撮影が行われた。その成果は、『伊勢神宮』(1973年、平凡社)として刊行され、モノクローム70点、カラー49点の写真で構成されている。

第三回目は、第61回式年遷宮(1993年)の撮影である。この撮影を経て、『渡辺義雄の目 伊勢神宮』(1994年、講談社)が出版され、モノクローム26点、カラー47点の写真によって構成された。本書は、約四十年にわたる伊勢神宮撮影の集大成として、三度の撮影による写真を統合したものとなっている。

2.3 渡辺の撮影した写真の特徴

渡辺が撮影した写真を、前述の四つの特徴をもとに分類した代表的なものをまとめたものが、Fig.1である。まず、写真を職業写真と芸術写真に大別し、次にAからDの四種に分類する。職業写真においては、建築図面との対比的な関係が明確であるのに対し、芸術写真においては写真家独自の個性が強く反映されるため、対応する建築図面が存在するものはほとんどないと指摘できる。

次に、これらの写真相互の関係について述べる。Fig.1に示した「内宮正殿北面全景」「内宮正殿西北側全景」、ならびに「内宮正殿の千木」の三点である。これらはい

ずれも同一の建築を対象としているが、各写真が観察者に与える情報はそれぞれ異なっている。「内宮正殿北面全景」は建築の全体像を伝えるものであり、「内宮正殿西北側全景」は斜めの構図を採ることで、建物の奥行きや周辺環境との関係を理解しやすくしている。さらに

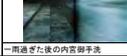
写真の種類	分類	渡辺撮影の写真	図面
職業写真	図面的写真		
	性格的写真		
芸術写真	造形的写真		なし
	風景写真		なし

FIG.1 渡辺義雄の写真的分類

「内宮正殿の千木」は、屋根の細部に焦点を当てることで、建築ディテールの理解を促すものである。

千木とは、もともと古代住居において屋根に付された装飾であったが、次第に神社建築における主要な意匠となった部位である。なかでも伊勢神宮に見られるように、先端の切断面が地面に対して垂直となる「外削ぎ」は、男神を象徴する重要な意匠として位置づけられる。渡辺は、このような建築の特徴を、図面的写真、性格的写真、造形的写真へと段階的に提示することで、観者があたかもその建築を体験しているかのようなシーケンスをもって説明しているといえる。

この仮説をもとに、書籍に掲載された写真を動画として再構成してみると、前述した写真の順序に沿って写真集全体が構成されていることが確認できる⁴⁾。すなわち渡辺は、一般の参拝者が立ち入ることのできない伊勢神宮の聖域を歩き回るかのような視点を写真表現によって構築し、読者に対して境内の空間的体験を視覚的に提示しているといえる。

まとめ

以上をもって渡辺義雄著『伊勢神宮』の建築写真を通じた空間表現の一端を明らかにできたと考えている。本研究は、工芸融合研究(萌芽型)として渡辺義雄の伊勢神宮を対象として考察を進めてきたが、今後は帝国ホテルなどを対象として、同様の手法で分析を進めることで、渡辺義雄の建築写真の表現方法に関する研究を進めていきたい。

参考文献

- 『伊勢—日本建築の原型』、朝日新聞社、1962年
- 『伊勢神宮』、平凡社、1973年
- 『渡辺義雄の目 伊勢神宮』、講談社、1994年

註

- 1) 渡辺義雄、『特殊写真 アサヒカメラ教室6』、1966年、朝日新聞社、p.123
- 2) Op.cit.2、p.123
- 3) 渡辺義雄、『アルス最新写真大講座 第5巻 各種撮影法 前編』、1935年、アルス、p.145
- 4) Op.cit.3、p.147
- 5) 動画 : <https://www.tky-lab.com/about-1>

心理的距離の推定がゆがむ原因の解明

Investigating the Causes of Distortion in Perceived Psychological Distance

加戸 瞭介*
Ryousuke Kato *

東京工芸大学, 243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1

概要

本研究は、性格特性と表情が心理的距離の推定に与える影響を検討した。実験の結果、神経症傾向の高い群は、高速で接近する不快表情に対し推定が大きく歪むことが判明した。これは性格特性が、知覚/認知の初期段階に影響を及ぼしている可能性を示唆している。

1. はじめに

1.1 心理的距離に感情が与える影響

ヒトは自己に接近してくる物体(接近刺激)がネガティブ感情を喚起するもの(不快刺激)の場合、非不快刺激(中性刺激・快刺激)に比べて、速く接近してくると認識する[1]。言い換えると、中性刺激に比べて不快刺激では心理的距離の推定がゆがむといえる。この心理現象には、自己にとって脅威となる刺激に優先的に気づき、それに対処することが生物の生き残りにとって重要であるという原始的な背景がある。また、音を用いた先行研究によると、接近刺激に対する心理的距離は実験参加者の性格特性によって変化することがわかっている[2]。具体的には、神経症傾向が高い群は低い群に比べて、接近する不快な音に対する速度の推定がゆがむ傾向にあるとされている。

1.2 初期的な知覚/認知処理にあたる顔処理

不快刺激や中性刺激といったヒトの感情を誘発する刺激は大きく分けて①多様な表情を浮かべているヒトの顔画像、②風景や物体といった場面の2種類に分けられる。いずれの画像も感情を誘発する効果があることは知られているが、顔画像の知覚および認知にあたってはヒトは特異的な処理過程を持っているとされている。さらに、顔画像を呈示された際にはN170という事象関連脳電位が発生することが知られており、顔は知覚/認知処理の中でも初期段階で処理されているとされる[3]。

1.3 本研究の目的と仮説

そこで本研究では、心理的距離の推定における処理過程に着目し、接近刺激に初期的な知覚段階で処理される顔刺激を用いることで知覚/認知処理の初期段階においても神経症傾向の影響がみられるのかどうかを検討する。もし神経症傾向の影響が知覚/認知処理の初期段階でも見られるのであれば、神経症傾向が高い群

は低い群に比べて不快な接近刺激に対する速度の推定がゆがむ(=過大に評価される)と考えられる。

2. 方法

2.1 実験参加者

クラウドソーシングサービスを用いてオンライン上で募集した21名(女性2名)が参加した($M = 40.86$ 歳, $SD = 6.75$)。このうち、1名については入力内容に不備があったため分析の段階で除外した。なお、実験に先立って、実験参加者の神経症傾向を計測するためにTen Item Personality Inventory (TIPI-J)[4]への回答を求め、神経症傾向の項目の平均値より高い参加者を神経症傾向高群、低い参加者を低群として分類した結果、各10名に振り分けられた。

2.2 装置と刺激

視覚刺激は各実験参加者の保有するPCディスプレイ上に提示された。実験はPsychoPy[5]で作成の上、心理学実験プラットフォームであるPavlovia上で実施された。実験参加者はディスプレイから約40cm離れた位置(視距離)から刺激を観察した。

実験では48枚のカラー画像が視覚刺激として呈示された。視覚刺激にはKarolinska Directed Emotional Faces (KDEF; [6])を用いた。KDEF画像は正面を向いた画像のうち、快(幸福表情)・中性(無表情)・不快(恐怖表情)の3種類から男女が同数となるように選定した結果、感情カテゴリ(快/中性/不快)×性別(男性/女性)の6種類各8枚に分類されたものを用いた。顔画像のサイズは188×254ピクセルであった。なお、オンライン実験では実験参加者ごとにディスプレイサイズが異なるため、実験前のキャリブレーションで得られた情報をもとにして、顔画像の網膜上の大きさを統一した。

2.3 手続き

実験では、まずキャリブレーションを実施し、その後time to collision(TTC)課題が実施された。

キャリブレーションでは画面上に四角形が表示され、各実験参加者が保有するクレジットカードサイズのカードをディスプレイへ押し当てながら四角形を同じサイズにすることが求められた。キャリブレーション終了後、TTC課題が実施された。TTC課題では、灰色の背景の中心に黒い十字の注視点が1,000ms呈示されたのち、

中心に呈示された顔画像が2,000 msかけて接近(拡大)し、消失した。顔画像が消失した後も顔画像が画面から飛び出して自分へそのまま近づいてきていると仮定してもらい、顔画像が自身に衝突したと推定したタイミングでスペースキーを押すまでを1試行とした。TTC課題は24試行 × 6ブロックで構成されており、課題開始前には12試行分の練習課題が設けられた。また、実験参加者はブロック間に休憩をとることができ、休憩時間ごとに視距離が約40cmであることを確認するように求めた。

顔画像の接近速度は高速、中速、低速の3パターンが用意された。接近速度ごとの初期サイズや衝突までにかかる正確な時間(物理的衝突時間)をTable 1に示した。なお、消失する直前の顔画像の縦幅は24.5°で統一された。

2.4 データ解析

顔画像が消失してからキーを押すまでにかかった時間を心理的衝突時間とし、物理的衝突時間との差分に絶対値をとった値を心理的距離のゆがみの指標とした。心理的距離のゆがみについて、神経症傾向(高/低) × 表情(快/中性/不快) × 速度(高速/中速/低速)の3要因分散分析を実施した。

3. 結果

Figure 1に結果を示した。神経症傾向(高/低) × 表情(快/中性/不快) × 速度(高速/中速/低速)の3要因分散分析を行った結果、速度の主効果が有意であった($F(2, 36) = 18.91, p < .001$, 偏 $\eta^2 = .512$)。下位検定の結果、高速は中速に比べて($p_{adj} = .003$)、高速は低速に比べて($p_{adj} < .001$)、中速は低速に比べて($p_{adj} = .004$)、速度の差分が有意に小さくなっていた。神経症傾向と表情と速度の交互作用が有意であった($F(4, 72) = 2.92, p = .040$, 偏 $\eta^2 = .140$)。修正 Shaffer 法に基づく多重比較の結果、神経症傾向が高い群では低速で接近する不快表情は快表情($p_{adj} = .024$) および中性表情($p_{adj} = .017$)に比べて速度の差分が有意に小さくなっていた。

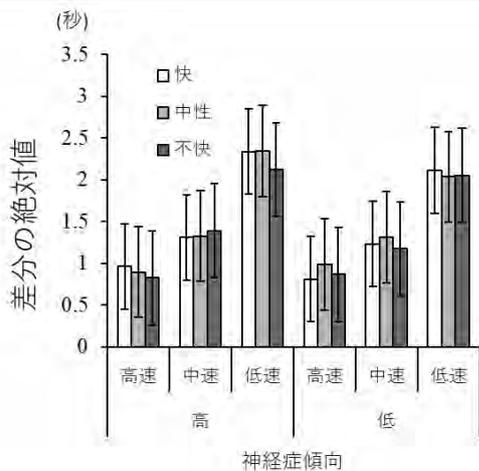


Figure 1 心理的距離のゆがみの結果 (エラーバーは標準誤差)

Table 1 顔画像の接近条件

	想定開始距離 (cm)	接近速度 V (m/s)	開始時の縦幅 (°)	物理的衝突時間 (秒)
高速	120	0.469	5.4°	0.85 s
中速	80	0.269	8.1°	1.49 s
低速	50	0.119	13.0°	3.36 s

4. 考察

知覚/認知処理の初期段階においても神経症傾向の影響がみられるのかどうかをTTC課題を用いて検討した。その結果、神経症傾向の高い群において、不快表情が低速で接近した際には心理的距離の推定がゆがむ傾向にあった。この結果は、性格特性という高次の認知機能であったとしても、比較的初期的な処理過程に影響を及ぼしている可能性を示唆しているといえる。

低速で接近した場合にのみ速度の推定に歪みが発生していた原因の一つとして、高速や中速条件は比較的变化が急激であったため、推定にかかる処理資源量が十分に確保できなかった可能性がある。そのため、神経症傾向が高い場合でも高速や中速で接近した場合に心理的距離の推定のゆがみが見られなかったと考えられる。

5. 結論

知覚/認知処理の初期段階においても神経症傾向の影響がみられる。

6. 参考文献

[1] Brendel, E., Hecht, H., DeLucia, P. R., & Gamer, M. (2014). Emotional effects on time-to-contact judgments: arousal, threat, and fear of spiders modulate the effect of pictorial content. *Experimental brain research*, 232(7), 2337-2347.

[2] Riskind, J. H., Kleiman, E. M., Seifritz, E., & Neuhoff, J. (2014). Influence of anxiety, depression and looming cognitive style on auditory looming perception. *Journal of anxiety disorders*, 28(1), 45-50.

[3] Hinojosa, J. A., Mercado, F., & Carretié, L. (2015). N170 sensitivity to facial expression: A meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 55, 498-509.

[4] 小塩真司・阿部晋吾. (2012). 日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J) 作成の試み. *パーソナリティ研究*, 21(1), 40-52.

[5] Peirce, J. W., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M. R., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., Lindeløv, J. (2019). PsychoPy2: experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*.

[6] Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). The Karolinska Directed Emotional Faces - KDEF, CD ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet, ISBN 91-630-7164-9.

写真家：秋山武雄のドキュメンタリー映像製作

A documentary film about Takeo Akiyama

景山 貴史

Takafumi KAGEYAMA

東京工芸大学、164-8678 東京都中野区本町2-9-5
2-9-5 Hon-cho, Nakano-ku, Tokyo 164-8678, Japan

概要

本研究では、写真家の秋山武雄氏を対象としたドキュメンタリー映像制作を通して、「都市としての東京の変遷」についての分析を実践的に行う。

秋山氏は70年以上のキャリアにわたって、東京の下町や庶民の暮らしを丁寧に記録してきた「アマチュア」写真家である。氏の写真は、時の社会の息づかいや人々の日常を映す貴重な歴史的資料として評価されているが、映像を介することで、静止画だけでは伝わりにくい時代の雰囲気や感情を生き生きと再現したい。また、秋山氏は自身も戦前から下町で暮らす「当事者」であり、驚異的な記憶力と魅力的な下町言葉で、写真をもとに当時の風俗を活写する「語り」にも定評がある。そこで、本研究では積極的にこの「語り」を取り入れた上で、写真と映像の表現を実践的に分析しつつ、単なるドキュメンタリーを超えた「動く詩」としての側面をもたせ、写真というメディアの可能性を再定義する試みとしたい。

1. はじめに

本研究の目的は、秋山武雄氏のドキュメンタリー映画を作ることで、彼の写真が持つ歴史的・芸術的価値を保存しつつ、その背後にある人間性や時代性を立体的に描き出すことにある。それは単なる写真家の記録を超え、観客に過去と現在をつなぐ視点を与え、写真というメディアの力を再発見させる機会になりうると考える。

2. 秋山武雄氏

2.1 略歴

秋山武雄氏は1937年に東京都台東区浅草橋で生まれた。100年以上続く実家の老舗洋食屋である「一新亭」を継ぐために厨房に立つ一方で、15歳からアマチュア写真家として写真を撮り始めた。明け方から店の準備が始まるまでの間にカメラ片手に自転車東京中を走り回って写真を撮り、昼は厨房で本職としての仕事をこなし、夜は現像作業に没頭した。

1957年にはNHKが主催するアマチュア写真

コンテストで1位を獲得するなど、テレビ、雑誌などで東京の写真を多数発表してきた。70年以上にわたるキャリアを通して撮り溜めた写真のコレクションは数万点にも及び、東京下町の庶民の様子を丁寧に記録した作品群は、歴史的にも貴重な資料となっている。

1979年と1981年にアサヒカメラ誌年度賞、1985年に日本カメラ誌年度賞、2012年には第18回土門拳文化賞奨励賞を受賞。写真集団むぎ代表、ニッコールクラブ浅草支部長を務め、読売新聞にて「秋山武雄の懐かし写真館」連載中。著書に『東京懐かし写真帖』、『東京レトロ写真帖』がある。

2.2 語り

このように写真家として高い評価を得ている秋山氏であるが、氏の特筆すべき点は、「語り」の才にも秀でている点である。生まれも育ちも浅草橋である氏は、生粋の東京の下町育ちであり、その「江戸言葉」の名残も豊かな語り口は、「戦前戦後をつなぐ東京下町文化の当事者」の証言としても魅力的である。

また、氏の「語り」の魅力は、記憶の引き出しの量にもある。高齢にも関わらず、自身の撮影した写真について、当時の時代風俗を驚くほど克明に活写しつつ滔々と語ることができる。一般財団法人日本カメラ財団(JCII)にて受け持っている講義などで、常に観客から喝采を受けているのは、この「記憶力と語り口」による魅力ゆえである。

氏の写真コレクションには一定の評価がなされているのに対し、「語り」について映像作品として収めた記録は皆無であることもあり、「写真語り」を積極的に映像に収めるドキュメンタリーを構想した。

2.3 アマチュア写真家

秋山氏の写真は、木村伊兵衛や土門拳といった巨匠の影響を受けつつも、「アマチュア」写真家であるが故に、定点的な記録を可能とさせ、日本のリアリズム写真の一端となり、独自の芸術性を築いたとも言える。

本研究は秋山氏の手法や視点を次世代への記録として残すだけでなく、それらが、現代における「アマ

チュア」芸術の意義を問いつつ、現代のデジタル写真文化と対比させ、「写真とは何か」、「記録と芸術の境界は何か」といった問いを投げかける機会となりうる。特に、現代では画像がWEBメディアを通して瞬間的に、ある種過剰に消費される中で、秋山氏の丁寧な観察と時間の積み重ねが持つ写真における意義を再評価し、問いかけとして提供できる点にも本研究の意義がある。

3. 製作

3.1 準備

まずは秋山武雄氏に関する資料データの収集、過去の個展や講演会の調査などを実施した。本来であれば撮影に入る前に、秋山氏の営む洋食屋へ赴き、秋山氏ご自身にお話を伺い、取材すべき対象の選定、ドキュメンタリー映像の中で取り上げる秋山氏の写真作品の選別などに時間をかけたかったのだが、秋山氏の講演会が5月下旬に、また、しばしば氏の作品のモチーフともなった浅草橋界隈で最大規模の鳥越祭が6月上旬に予定されていたこともあり、スケジュールの調整が難しいイベント関連の撮影はこうした準備と並行しながら進められることとなった。

今回、企画意図を伝え、打ち合わせをするなかで、秋山氏と氏の活動のサポートをするご家族からも企画への賛同と協力を得ることができた。



Fig. 1 鳥越祭を撮影する秋山武雄氏

3.2 撮影

上記の講演会や鳥越祭の取材も含めると、撮影は2025年5月～11月にかけて複数回行われた。秋山武雄氏の営む洋食屋「一新亭」において、秋山氏が厨房で鍋を振るう様子なども撮影することができたが、図らずも一新亭は老朽化によって建て替えられることが決定しており、歴史的な建物の最後の姿を映像としてしっかり記録できたことは僥倖であった。

氏が読売新聞で連載している人気企画「秋山武雄の懐かし写真館」についても、読売新聞社の許可のもと、取材風景を撮影することができた。現在では口

述筆記のかたちをとる同企画について、まとまった記録は残っていないため、希少な機会を記録できた。

作品の中心となる秋山氏の語りの部分は綿密な打ち合わせの上、一新亭店内にてインタビュー形式で撮影することにした。高齢である秋山氏のかつての同志達は既に鬼籍に入っているため、秋山氏について第三者の立場から十分に語れる人物は既にないのことだった。そのため、作品の中心は秋山氏本人のインタビューで構成することになり、複数のインタビューを敢行することとなった。

3.3 仕上げ

上記のような撮影素材を盛り込んで秋山氏の通史となるドキュメンタリー映像の作成を進めている。秋山氏の全面的な協力のもと、映像内で使用する写真の選別も行いつつ、編集作業は11月頃から撮影と並行して行ってきた。

今回のドキュメンタリーでは、秋山氏が卓越した写真家であることに加え、写真を通した「語り」のできる人物であることを最大限に活かすよう意図した。写真は原理的に動画より情報量が少ないが、そうした写真が一定の持続をもって連続することで生まれる「余白」に、視聴者の想像力を喚起する効果が生まれることを意図した。

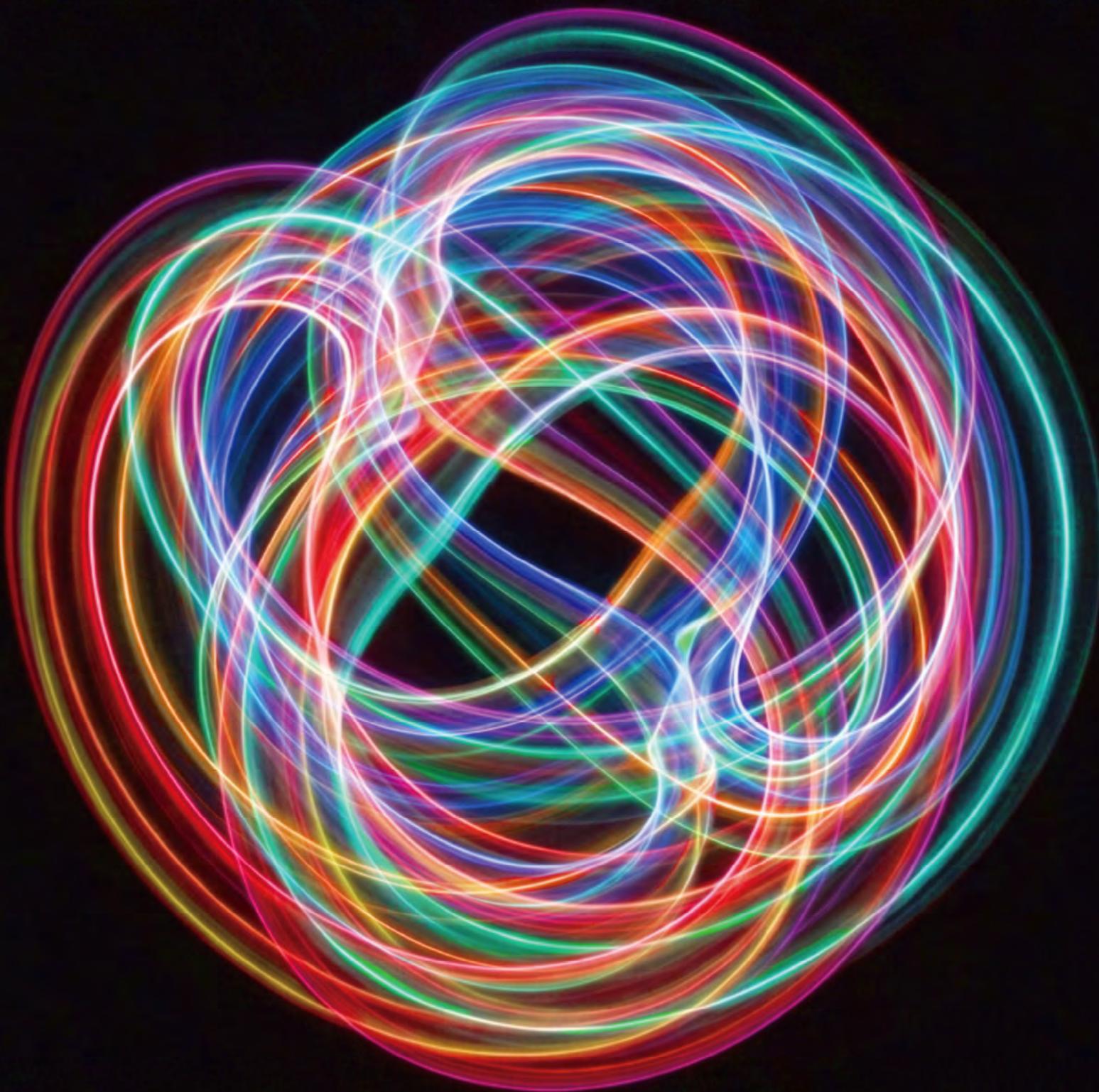
昨今のYouTubeで隆盛を極める刺激と情報に溢れたテンポの早い映像とは対極にある試みともいえる。

4. 今後の課題

今後の課題としては、撮影対象を第三者の視点で語れる人物がいない場合、どのように本編内のナラティブを構築するかという点が挙げられる。本編では、撮影対象が写真家であるため、写真を多く引用することでドキュメンタリーとしての表現の幅を持たせる試みを実践できたものの、当事者の一人称語りのみでドキュメンタリーを構築する場合、単純なナラティブに終始してしまい、表現としての強度が弱くなる恐れがある。事前のリサーチで複数の話者を想定できる状況であるか否かは確認しておくべきであった。

5. まとめ

本研究における成果は、第一に映像作品としてまとめられている。今後、作品を公開する機会を設けながら、こちらが意図した通りの効果が得られているか、その検証等も行っていきたい。



[Date]

2026.2.21 Sat. 10:00-17:00

[Organizer]

The International Research Center for Color Science and Art,
Tokyo Polytechnic University (TPU)

[Venue]

Nakano Campus of Tokyo Polytechnic University