

- P2 ▶ 歴史ビッグデータで日本を読み解く
北本 朝展
- P6 ▶ 作品の「美しさ」をデータから「観る」
佐藤 いまり／石原 慎
- P10 ▶ 劇場の柱を「透明化」する映像と情報学 児玉 和也
- P14 ▶ 3次元センシング技術とデジタルアーカイブ 池畑 諭
- P18 ▶ ジャパンサーチの目指す
「デジタルアーカイブが日常となる未来」 高野 明彦
- エッセイ ▶ 古典籍から本格化する人文学のデータ駆動型研究
大山 敬三

[特集]

日本の文化芸術と情報学



[特集] 日本の文化芸術と情報学

歴史ビッグデータで 日本を読み解く

日本列島に残された、数億点とも言われる古文書群。それらの記録は貴重な文化遺産であり、過去を知るための情報源でもある。しかし、現代の私たちにはなじみが薄い存在だ。そこで情報学とデジタル技術を組み合わせることで、これらを身近なものに変えようとする取り組みが、北本朝展 教授によって進められている。近世のくずし字解読に生かされた AI 認識、歴史ビッグデータの構築、さらにそれらの先に見えてくる人文科学研究の DX（デジタル変革）とは、どのようなものなのか。北本教授に聞いた。

北本 朝展

KITAMOTO, Asanobu

国立情報学研究所 コンテンツ科学研究系 教授
ROIS-DS 人文学オープンデータ共同利用センター長

聞き手

宮代 栄一氏

MIYASHIRO, Eiichi

朝日新聞 編集委員

人文学の研究を変える デジタル技術の活用

— 北本先生が研究している
人文学におけるデジタル技術の
活用とはどういうものでしょう。

私自身は入力・処理・出力という3つの局面に分けて考えています。まず、入力ですが、これまで紙の本だけが研究対象だったものが、撮影したりスキャンしたりすることで、資料をデジタルデータとして使うことができるようになります。処理に関しては、そうしたデジタル化された画像のくずし字などをAIで読むだけではなく、巨大な量のデータを一望して分析することで、大きなメリットが生じると思います。一方、これらの研究成果などを、電子ジャーナルや、データの集合体であるデータセットなどの形で公開するのが、出力です。データを改めてデジタル入力することなく、そのまま利用できるといった利点は大きいと思います。

このように、人文学に関わる3局面全てでデジタル化が進めば、研究もバージョンアップし、将来的には歴史研究のやり方自体も変わってくると思っています。

— 研究が変わるとは？

例えば、以前は、古典籍（こてんせき）や歴史資料は図書館や専門の収蔵施設に行き閲覧するのがスタンダードでした。しかし、コロナ禍で図書館に行けない時期が長く続いた結果、ウェブで見ることが普通になってきたように思います。

また、人文学のDX化に関するものとして、AIを利用した「く

ずし字認識サービス」があります。2018年に研究を開始した当初はその利用に懐疑的だった人も、現在は「これはこれで便利だし、受け入れられる」と思うようになってきています。AIと人間は優劣を競うものでも、対立するものでもなく、使い方次第で人の作業を補うものだということが理解されてきたように思います。

人文学研究を後押しする 「AIくずし字認識サービス」

— 「くずし字データセット」と「くずし字認識サービス」とはどのようなものですか。

日本に残されている古典籍や古文書の総点数は数億点とも言われていますが、一方で、近世のくずし字を読める人は数千人と、全人口の0.01%に過ぎません。

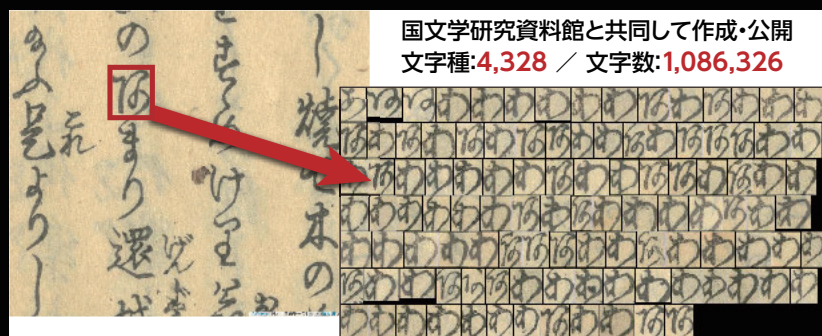
そこで国文学研究資料館（国文研）と、私がセンター長を務める人文学オープンデータ共同利用センター（CODH）が協力して、2016年から提供を始めたのが、「日本古典籍くずし字データセット」です。4千を超す文字種と100

万を超えるくずし字の字形を集めて、データセットとして提供しています。そしてこのデータセットを学習したAIを用いたのが、「AIくずし字認識サービス」で、無料で公開しています。このサービスでは、顔検出や自動運転ですでに使われている物体検出技術を応用して文字を認識しています。古典籍の画像を読み込むと、1ページあたり約1秒、条件が良ければ95%以上の精度で、くずし字を現代の活字に変換してくれます。

— スマートフォンのアプリも開発されたそうですね。

2021年8月に、AIくずし字認識アプリ「みを（miwo）」をiOS版とAndroid版で無料公開しました。名前の「みを」は「源氏物語」14帖の巻名である「みをつくし」（船の水路を示す杭のこと）から、くずし字を読む人々の道標になることを願って付けました。これまでに15万回以上ダウンロードされ、200万件以上の画像に対してくずし字認識が行われています。

AIくずし字認識サービスを作った当時は、スマートフォン・アプリま



日本古典籍くずし字データセット：古文書から文字画像を切り取り（この図の場合は現代のひらがなの「あ」という）情報を与える。変体仮名は同じ「あ」であってもさまざまな形があり、それら1つ1つに情報を与え、集めたものがデータセットだ。AIくずし字認識サービスは、AIがこうしたデータセットから学習し、解読したいくずし字がどの文字であるかを推測、現代文字に置き換えている。 <http://codh.rois.ac.jp/char-shape/>



Android版とiOS版アプリで公開されている「みを(miwo)」の操作画面。くずし字資料をスマートフォンのカメラで撮影し、認識ボタンを押すだけで現代文字に変換される。アプリの利用は無料。 <http://codh.rois.ac.jp/miwo/>

では考えていなかったのですが、外出先で古文書を目の前にしたら、その場ですぐに使いたい、といった要望が多かったため、開発に至りました。ユーザーは研究者にとどまらず、古書店の方や、学生さんにも広がっています。現在も1日2千から4千件ほど、コンスタントに使われています。

「みを(miwo)」の最大のメリットは、誰でも、簡単にくずし字が読めることです。それによって、利用者と古典籍の距離が縮まります。

—— 逆に、現代文をくずし字に変換するサービスも提供されているのですね。

はい。「そあん(soan)」と名付け、2023年8月から公開しています。アイデア自体は昔からあり、実際に国文研が「くずし字、いろいろ」というサービスを作り、今も公開していますが、一般的なくずし字画像をコラージュしているの、文字の大きさの単位がそろわないという課題がありました。一方、私が分析に関わっている古活字版(こかつじばん)の活字画像を使えば、文字の大きさを揃えることができることに気づきました。そこで、日本の出版史上最も美しい書物の1つと言われる「嵯峨本」の古活字を素

材に開発しました。

—— 現代文をくずし字に変換するメリットはなんですか。

文字には、自分で使うことによって覚えていくという側面があると思います。そうは言っても、今の私たちがくずし字を使おうと思っても、筆を使って一文字ずつ書きでもしない限り、使って覚えるのは難しいのではないのでしょうか。しかし、このサービスを使えば、誰でも簡単にくずし字で文章を書けます。今まで、くずし字の学習が難しいとされてきた理由は、現代人にとって、それが内容も背景となる文化も分からない文字の羅列だったからです。でも「そあん(soan)」を使えば、内容も背景も分かるくずし字文を作成することができます。

また、「そあん(soan)」をLINEで使えるようにできないかという話もあります。くずし字を使ったコミュニケーションによって、人文学がより身近な存在になるかもしれません。

——くずし字認識での今後の課題はなんですか。

くずし字の現代文字への変換からさらに踏み込んで、現代の日本語へ自動翻訳することです。Chat GPT などを使って、古文を

入力すると、それが現代文になるかどうかを試行しているのですが、できる場合とできない場合があります。

漢字中心の文章よりもひらがな中心の文章の方が、ChatGPT による翻訳は難しいようです。句読点もなく、現代の文章と大きく違うため、ChatGPT が文章の流れを読み取ることができないのです。漢字混じりの文に書き換えて入力すると、結構読めるようになるのですが、それには人手が足りないというのが現状です。

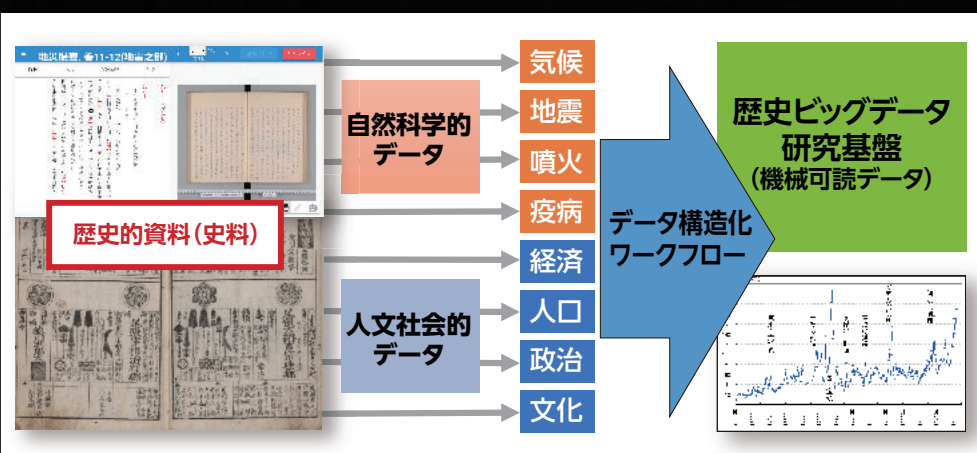
歴史ビッグデータで隠れた史実を発掘する

—— 現在進めている、歴史ビッグデータの構築作業とはどんなものなのでしょうか。

文部科学省の科学研究費を使ったプロジェクトとして、近世の歴史地震や武鑑に関する記録を中心に進めています。具体的には、近世の日記や瓦版、大きな地震について記された本などを対象に、読み解きと入力を行っています。江戸後期の安政の大地震などだと、関連の記録がかなり残っているので、記録の内容と江戸の古地図などを対応させることで、地震後、どこから火災が発生し、人々がどう避難したのかを把握できるのです。

江戸時代の大名や幕府役人の





歴史ビッグデータの統合解析：歴史資料に残る、自然科学的データや人文社会的データを構造化し、歴史ビッグデータの研究基盤を構築するプロジェクトが進められている。
<http://codh.rois.ac.jp/historical-big-data/>

名前や石高(こくだか)などを記した年鑑にあたる「武鑑」の読み解きもしています。国文研には、全頁がデジタルデータ化された武鑑が380点あるのですが、中には発行年が書かれておらず、年代がはっきりしないものも少なくありません。そこで、内容や版木の改変などを見比べながら、時系列に年代を推定する作業をしています。

このほか、武鑑に記された人名ごとにその記録の変化を集積することで、ある人がいつ頃、どんな役職を経て出世していったのかを追いかけることなども可能です。

—— 人文学のDX化が目指すものはなんですか。

デジタル技術を使わないと分からなかったような、新たな歴史的事実を明らかにすることです。今は基礎となるデータを構築している段階ですが、資料の総体が大規模化することで、初めて出てくるものがあると思うのです。

巨大なデータ群であるビッグデータには Volume(量)に加え、Velocity(速度)、Variety(多様

性・組み合わせ)、Veracity(正確性)の4Vが求められます。このうち、歴史ビッグデータで重要なのは、Variety(バラエティ)だと私は考えます。

社会現象というのは、さまざまな局面でつながっているものです。例えば、冷夏になると米が不足し、米の値段が上がった結果、飢饉や暴動が起きて、政情が不安定になるなどとも言われます。しかし、これらが本当にこの順で起きていたのかは実際分かりません。ビッグデータを構築し、1点1点資料を積み上げ、突き合わせていくことで、詳細で正確な状況が見えてくると思うのです。

科学の理論的な枠組みは、実験→理論→計算と変化してきたと言われており、これらは第1の科学、第2の科学、第3の科学と呼ばれています。そして、これらに続く、機械学習などを用いて大量のデータを駆使する科学が「第4の科学」です。

私たちの祖先が残した古典籍や歴史資料は元々、人間が読む

ために生まれたものですが、今後は人間と共にコンピュータもそれらを読み、人間には難しい部分を機械が支援して、助け合う時代がやってくるでしょう。

日本には、世界的にも稀有とされる、数億点もの古典籍や歴史資料が残されています。先人たちがせっかく残してくれた貴重な財産を、ただ埋もれさせるのではなく、しっかり活用していくためにも、歴史ビッグデータの構築と分析は必要なことだと考えます。

聞き手からのひとこと

記者は7年前、国文研の研究者らが読み解いた、江戸の料理本のレシピに基づく卵料理や豆腐料理が都内の百貨店で市販される、という記事を書いたことがある。今回、その際に使われたのが、北本教授が立ち上げに関わった、江戸の料理文化を現代に生かすための「江戸料理レシピデータセット」であることを知り、驚いた。今後、歴史学の本格的なDX化が進めば、近世のみならず、あらゆる時代の歴史像は大きく変容していく可能性がある。歴史研究者による活用を期待したい。



宮代 栄一

朝日新聞 編集委員

明治大学大学院博士課程修了(博士・史学)。1989年、朝日新聞社に入社。以後、専門記者として、歴史・考古学・古美術・文化財の収蔵・活用などに関する記事を主に執筆している。共著に『空白の日本古代史』(宝島社新書)ほか。



作品の「美しさ」を データから「観る」

レオナルド・フジタ（藤田嗣治）は、独自の技法で「乳白色の肌」を描き、絶賛を浴びた。その画材研究は多くの研究者によって進められてきたが、作品の修復や画面保護用のニスが施されることが多かった当時の絵画からは、フジタが意図した肌質感が本当はどのようなものだったか計り知れないところも多い。今回、画面保護等の手が加わっていない作品「ベッドの上の裸婦と犬」を分光蛍光分析し、絵画の内部から画家の制作意図を探った。美術作品への新たなアプローチとなる今回の研究について佐藤 いまり 教授、石原 慎 特任研究員にその内幕を聞く。

プロジェクトメンバー：内呂博之（ポーラ美術館）、三木学（株式会社ビジョナリスト）、中本翔太（東京大学）、浅野祐太（国立情報学研究所）、平諭一郎（東京藝術大学）、西田眞也（京都大学）

佐藤 いまり

SATOH, Imari

国立情報学研究所

コンテンツ科学研究系 教授/主幹

石原 慎

ISHIHARA, Shin

国立情報学研究所

コンテンツ科学研究系 特任研究員

芸術作品が持つ“美しさ”を データから「観る」意義

—まずは今回の研究背景とともに研究を始めた経緯について教えてくださいませんか？

佐藤 今回、多くのフジタ作品のコレクションを持つポーラ美術館からお話をいただき、フジタの描く肌質感表現技法の解明が始まりました。これまでの先行研究でも、顔料の詳しい配置、組み合わせなどの空間分布までは分かっていなかったのです。

私はもともと工芸品が好きで、その色艶、漆塗りの質感などに惹かれていたこともあり、学際情報学を扱う大学院（東京大学大学院学際情報学府）に在籍当時から科学とアートを融合させた「美術作品の“美しさ”とは何か」という解析に興味を持っていました。そのため、今回の研究を通してアート作品の「質感」を科学的に分析することに大きな意義を感じました。

石原 私は東京工業大学大学院

在籍時より、光の現象を情報でどう解き明かすかについて研究してきました。コンピュータビジョン分野の画像解析技術と光学の専門知識を融合させることで、水中などでの光の波長解析に基づく計算を行っていました。今回のフジタ研究のテーマは少し毛色が違うのですが、佐藤先生からお誘いを受けて、「人が芸術作品として作った光の現象に迫る」という点が面白そうだと思い、参加しました。

佐藤 石原さんは大学院時代に、紫外線や可視光や近赤外線といった光の波長の解析をテーマに研究に取り組んでいたため、まさに今回の光の波長に着目した研究には、ぴったりだと思い声をかけたのが始まりです。

肉眼では見えない 本物の質感を捉えるために

——フジタの描く「乳白色の肌」における、肌質感表現技法の今回の研究成果について教えてください。

佐藤 今回の私たちの研究では、フジタの作品の中でも、特に《ベッドの上の裸婦と犬》(1921年、ポーラ美術館蔵)に焦点を当てています。フジタの作品の中でも、人肌やシーツの白の美しさが評価されている作品であると共に、修復やニスの塗布が行われておらず、制作当時の状態がよく保たれていることが、解析対象に取り上げられた理由です。この作品に紫外線を当てたところ、複数の顔料がさまざまな場所によって使い分けられていることが分かったのです。(図1)

石原 この時代の作品では、先行研究によって数種類の白が使



通常（白色光源下で）の見え方



紫外線光源を照射した場合 (図1)

われていること自体はすでに明らかになっていました。しかし、いざ実物を見ても肉眼ではその差が判別できなかったのです。今でもよく覚えていますが、初めて実際の絵を見た時は、呆然としてしまいました。どの角度から見ても、ただただ白く、違いはほとんど確認できませんでした。

——そんな中、紫外線によって異なる蛍光発光顔料をフジタが意図的に使い分けていた可能性にたどり着いたのですね。

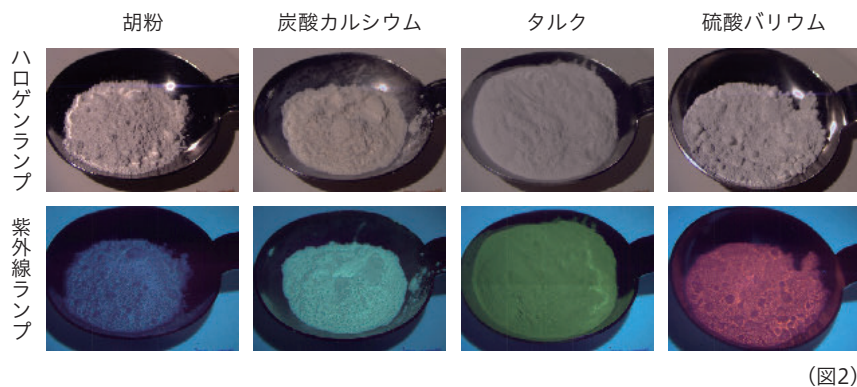
佐藤 はい。そもそも蛍光発光とは、実は私たちの生活の中に溢れています。蛍光成分を主とする対象以外は、肉眼で蛍光色そのものを確認することは難しいものです。蛍光発光する顔料があることは知られていますが、蛍光発光に基づく情報処理技術を発展させて、「紫外線を当てた時に観察される蛍光発光色を分離する」という技法を美術分野に応用して解析を行ったのは、今回の研究が最初の試みではないかと思っています。とはいえ、今回のフジタの絵の解析に関しては、当初はそこまでするつもりはありませんでした。しかし、石原さんが何を思ったか、「ちょっと紫外線を当ててみましょう」と。

石原 最初は、「乳白色の肌」とい

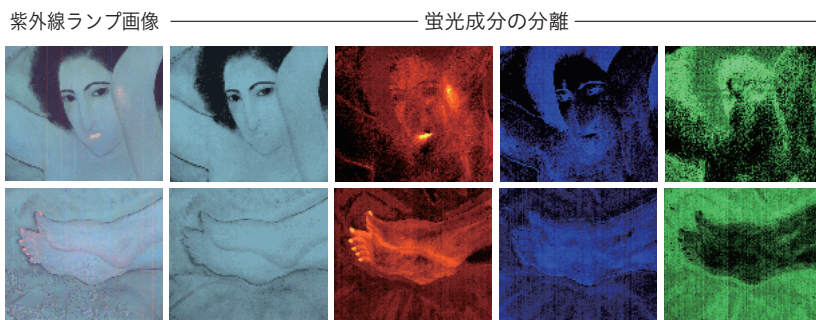
うくらいですから、肌の散乱光を分離する手法が使えるのではないかと思っていました。もともとフジタが画材にベビーパウダーを使っているという文献はあり、最初は、「パウダーを使って実際の人間の肌のような光の散乱を起こさせているのでは?」と考えました。しかし実際には、絵の具の層がとても薄くて、人肌と同じような光の散乱は返ってきませんでした。そこで試したのが紫外線を用いた蛍光発光の解析だったのです。すると、4つの白色の顔料が、まったく違う輝きを示したのです。これがフジタの描く肌質感に関係しているのではないかとひらめきました。

——今回の研究では使用されていた蛍光発光する白色の顔料にはどんな種類があり、どのように使い分けていたのでしょうか?

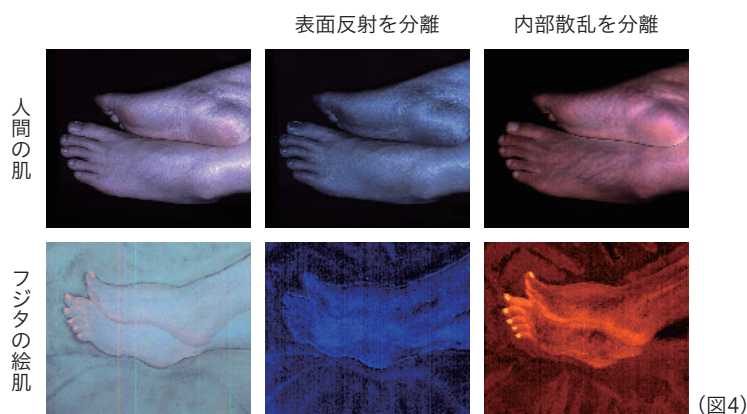
佐藤 過去に進められてきた調査や文献からフジタの絵の白色顔料では、炭酸カルシウム、タルク、硫酸バリウムが使われていることが推測されます。これらをハロゲンランプ下で比較してみると、発する波長はそのどれもほぼ横一直線で重なります。ハロゲンランプの光は、ほぼ人の可視光の波長と同じなので、肉眼で見た時に、色としての違いはほとんど



(図2)



(図3)



(図4)

ない単純な白色ということになります。しかし、紫外線ランプを当てた場合には、炭酸カルシウムは青緑、タルクは緑、硫酸バリウムは赤の蛍光発光が見られました。また、炭酸カルシウムを主成分とする胡粉は青く蛍光発光しました。(図2)

《ベッドの上の裸婦と犬》において複数の顔料は、腹部を中心に青色、乳首や足の爪、犬の肉球など膨らみのある部分には赤色、シーツは緑色の蛍光発光と使い分けられています。その結果として見えてくる画像は、通常の光線下で見えるよりも格段に肉感的で、かつ

艶めかしく見えるのです。これは驚きでした。(図3)ポーラ美術館の学芸員の方も「蛍光発光色が背景と人の肌で明確に分かれたときは、これはすごいものを見てしまったなという驚きがあった」と話されています。顔料として用いられている蛍光成分の分離については、当時、東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻に在籍していた中本翔太さんが、ノイズなどにも頑健な分離技術の開発に取り組みました。

石原 さらに、フジタが人肌の光学現象を、蛍光発光を用いて再現したのではないかとという仮説

を立て、人肌の表面反射と内部散乱成分を観測する技術を試しました。すると、フジタの絵画において赤色が使われていた膨らみのある部分と似ていることが分かりました。これにより、フジタが実際の人肌の反射における内部散乱を意識し、絵画面上に光学的に再現していたのではないかと考えられます。(図4)

同時代の他の画家の作品の解析も行ってみたのですが、フジタのように美しい蛍光発光の色合いを示すものはみられませんでした。通常、絵具を2度、3度と塗り重ねていくにしたがって、下層の蛍光発光は失われていってしまいます。例えば、ルノワールやフジタの師にあたる黒田清輝の絵を同様に蛍光発光で見ても、絵のごく一部に蛍光成分のハイライトは見られるものの、意図的な使い分けなどは認められませんでした。ただ不思議なことに、黒田清輝が師事したラファエル・コランの作品では、赤の蛍光発光成分が意図的に使われているようにも見えました。とはいえ、コランの場合、“使い分け”されているように見えるのは1色だけでした。フジタの作品では、複数の蛍光発光成分を広範囲に、明確に使い分けられていることが認められるため、まさにフジタ特有の作風と言えるかと思います。

実際に、フジタが蛍光発光をはっきり意識していたかは分かりません。しかし、黒田清輝やルノワールとは違って何度も塗り重ねず、日本画のように、あらかじめ置く色を決めて描くフジタの手法だからこそ見えてきたものでは

あると思います。

新たなアプローチで 貴重な作品を未来につなぐ

— 今回の研究過程を振り返ってのご苦労や喜びはありますか？

佐藤 やはり白色の顔料としてどんな素材が使われていたかが先行研究で明らかにされていたのは大きく、それがあって初めて今回の成果があったと思います。とはいえ、それらの違いを明らかにできたのは、石原さんの粘り勝ちの部分もあって、きちんと素材に立ち戻って特徴を確認したことが大きいですね。

特に難しさという点では、絵画作品には劣化の原因となる強い紫外線を当てることができない



ため、いかに微弱な蛍光発光を分離するか、ノイズを除去するかには苦戦しました。

また、嬉しかったのは、この研究を進めていく過程で、多くの美術関係の方たちが光学解析を非常に好意的に捉えてくださり、研究に協力してくれたことです。

— 今後の展望として、この研究をどのようなことに生かしていきたいですか？

佐藤 美術教育において、今回のような科学的分析の存在を知ること、新しい作品作りや研究にもつなげていければと思います。

また、すでに具体的に進めてい

るのが、この解析を元に顔料の構成や塗る場所、厚みなどまで再現した作品のレプリカを作成するという試みです。

私たちは、「フジタが当時描いた状態のまま」の作品を、美術館で見ることではできません。作品の劣化を防ぐために紫外線をカットしたり、強い光線は当てたりしてはいけななどの条件があるためです。しかし、本物は朝見た時、昼見た時、夜見た時で印象が異なっていた可能性があります。そこで、新たな解析結果も盛り込んだレプリカを作成することで、本当にフジタが見た／描いた作品を検証ができるかもしれないと、次の一步として研究を進めているところです。もちろん、フジタ自身がどこまで意図してその塗り分けを行ったかは分からないのですが、少なくとも美術を学ぶ人にとって、そうした違いを知ることが意味があるのではないかと思います。

石原 私は、今回の研究など最新の解析を踏まえ、より詳細なデータをデジタル上に記録することも重要だと思っています。古い美術作品などは、過去の測定や解析ではデータとして不十分な部分もあります。その上、度重なる修復などでオリジナルのデータはどんどん失われていってしまいます。貴重な美術作品を未来に残すためにも、作品のあらゆる情報を保存することは大切な課題として進めていかなければいけないと思います。今回の研究結果も踏まえると、素材や使用している場所などをより厳密に考える必要性が高まったのでは



ないでしょうか。

— その他に、現在力を入れている研究などがありますか？

佐藤 解析を行うに当たっては、従来かなり大がかりなセッティングをする必要がありました。例えば、大きな計測装置を持ち込んだり、作品の一部を削って解析したりなどです。そのため、さまざまな面で負担が大きく、現地で解析できることの条件も限られてしまいます。そこで現在は、JST未来社会創造事業の研究助成を受けて、対象となる作品を動かしたり壊したりすることなく、3次元の対象物であっても手軽に光学解析できるカメラの開発に中央大学の河野行雄先生の研究室と共に取り組んでいます。

開発中の光学解析カメラは、シート状で軽くて持ち運びが簡単で、フレキシブルで曲げ伸ばしが可能なので、対象を包み込むような状態で解析することができます。

実際、美術品の解析において、絵画とは違う立体物の場合はどうしても死角ができてしまいますが、このフレキシブル光学解析カメラを使えば、3次元構造の対象物が何から作られているのかといった素材解析から内部構造がどうなっているのかまで測定が可能になります。ゆくゆくは、動かすことのできない大きな壁画なども解析できるかもしれません。完成すれば「いつでも・どこでも」さまざまな美術作品の解析ができるようになるので楽しみです。

本研究は、文部科学省科学研究費補助金 学術変革領域研究(A)「実世界の奥深い質感情報の分析と生成」(20H05950)、科学技術振興機構 未来社会創造事業「カスタマイズ可能な光学センシングの確立と社会・生活に新たな価値をもたらす光情報の高度利用創出」(JPMJMI23G1)の助成の元で行われました。

劇場の柱を「透明化」する 映像と情報学

ライブ配信もめずらしくない昨今、劇場での「生」の臨場感は、演者と観客の特別な時間と空間の共有体験だ。しかし、劇場では、座席によって、柱や機材などの障害物で見えづらい場合があるという問題が残る。そうした障害物を「透明化」する研究を進めているのが児玉 和也 准教授だ。障害物を「透明化」するとはどういうことなのか、さらにその技術が秘めた社会貢献への可能性を聞いた。

児玉 和也

KODAMA, Kazuya

国立情報学研究所 コンテンツ科学研究系准教授

劇場の柱を透明化すれば、 全席がS席の臨場感

——現在進められている映像と情報学の研究では、どのようなことを目指しているのでしょうか。

複数台のカメラや特殊なカメラを使ってさまざまな光の情報を記録し、それらの情報から、被写体を撮影条件とは異なった自由な視点や焦点で見せる方法を研究しています。この技術を使うと、壁や柱などで物理的に遮られている場所でも、障害物がまるで透明化したかのように、その後ろにある光景が見えるようになります。

——その研究によって、具体的にどのようなことができるようになりますか。

例えば、古い劇場やホール、ライブハウスなどは、建築物を補強するために客席にも柱があり、そ

れによって舞台が見えにくい席が存在します。そういった席でも鑑賞料金が他と同じ金額に設定されていると、たまたまそのような席にあたって、ステージを鑑賞しなければならなくなった人は、不公平感が生じることもあると思います。

そういう劇場では、柱にディスプレイを設置し、舞台全体の映像を投影しているケースもありますが、それではせっかく現場へ見に行っているのに、臨場感が失われてしまいます。もし、柱の向こう側の光景をリアルタイムで立体的に見られれば、そのような席に座った人でも、劇場での臨場感を得られるのではないのでしょうか。

私が進める研究では、多視点・多焦点の撮影技術と表示技術を組み合わせ、柱の向こう側を仮想的に透けて見るようにします。

ちなみに市販のポータブルゲーム機で、立体画像が見られるものがありますが、それは左眼右眼の2方向で固定された視点からしか立体的に見ることができません。しかし、私が研究している技術では、100人くらいの観客が自由に動き回りながら、誰もが縦横どの方向からでも3次元で舞台を鑑賞できることを目指しています。

——これまでそのような技術は存在しなかったのでしょうか。

例えば「カメラアレイ」という技術がありますが、実用化にはいくつかの課題があります。カメラアレイでは、映像撮影用のカメラを格子状に配列した装置を使い、被写体をさまざまな異なる角度(視点)から同時に撮影して、視差の付いた複数の映像を取得します。その映像をコンピュータに伝送して解析すれば、正面からの撮影だけでは写らない被写体の側面の状態や、3次元空間内での配置などを知ることができるでしょう。ただし、まずは情報処理するデータ量の問題があります。1秒あたり1台のカメラの映像だけでも数百メガバイトあるので、数十台、数百台のカメラの映像だと数十ギガバイトの大きさになり、コンピュータ上に情報を伝送、集約することすら非常に困難です。さらに、それらの情報をリアルタイムに処理してさまざまな方向への立体映像を作り上げるには、現状の高性能GPUを使って、何台、何十台も並列処理をさせる必要があります。

また、カメラアレイは非常に高額で周辺機器も含め数千万以上の費用がかかります。台数が多いた

め、頻繁にどこかのカメラが壊れるリスクもあり、立体映像が不安定なものになってしまうのが実際です。もし、壊れるたびに修理するとすると、また費用がかかります。ライブハウスの柱を透明化するのにそんなに多大なコストがかかるのだったら、いっそのこと建物自体を改築した方が良いでしょう。

また、各自がゴーグルなどを装着し、柱の向こうの空間を重畳した映像を提示する技術もありますが、それだと舞台を鑑賞する観客に物理的に制限がかかり、公演内容に集中できないというデメリットがあります。

そこで、メガネなし立体ディスプレイが望ましい、となります。もちろん、水平だけでなく垂直の方向にも内容が変化する映像を見せるとなると処理が大変です。ある人が「この視点から映像を見たい」と言った時に、その人のために特定の視点だけを処理して見せるのはそれほど難しくないので、複数の観客が複数の視点からの映像を見たいとなると、やはり従来技術の延長だけでは装置の大型化が必要です。

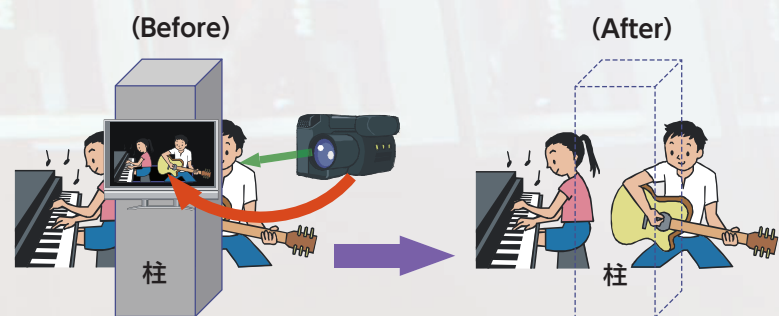
——いずれも、文化芸術の現場

で活用していくことは、あまり現実的ではなさそうですね。

はい、元々柱などの障害物を「透明化」する技術を研究しようと思ったきっかけは、私自身がライブハウスに音楽イベントを見に行った時に、大きな柱があってステージが見えづらい、と、演者も観客も困惑していたことです。その時に、既存の技術と、私が普段から研究していることを組み合わせれば、ユーザーが本当に求める技術を生み出すことができるのでは、と考えました。

「3Dテレビ」など、映像メディアに「立体感」を付与する「3次元画像」の技術はこれまでも開発されてきましたが、それほど普及していないのが現状だと思います。なぜかという、その技術を使うシーンにおいて、「3次元である意味」がそれほどなかったからだと思います。

一方、柱の「透明化」は、ニーズがある技術だと身をもって感じています。なので、私が進める研究では、できるだけ低コストで観客にも制約を与えず、実際に使ってもらえることを目指しているのです。音楽でも演劇でも、インディー



劇場での柱の「透明化」イメージ: (Before) 座席によって、観客からは柱などの障害物で演者が見えないため、演者のビデオ映像を柱などに設置したモニターで表示して対処。(After) ミラーアレイ型多視点撮像系と3Dメガネなしの立体ディスプレイによって柱の透明化を図ることにより、どこに座っても臨場感あるステージが体感できる。

ズシーンなどでこれから羽ばたこうという人たちを支える施設に実際に使ってもらえるように、いずれは数十万円以下で利用可能となるような構成を想定しています。

「ミラーアレイ」で既存装置をコンパクト化

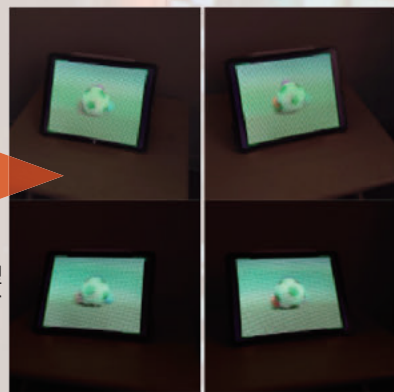
—これまでの課題を克服し、障害物の“透明化”を実現するために、どのような技術を用いているのでしょうか。

私は、大学の頃から光線情報処理や、焦点が異なる2枚の画像から、両方とも焦点が合っている画像を作るという研究をしていました。そこから多視点と多焦点が互いに変換可能であることを発見し、その効率化に必要な信号処理も分かってきたので、これを応用した立体映像情報の補間や圧縮に取り組んでいます。

それらの研究と先ほど説明した「カメラアレイ」の技術を掛け合わせて、柱の“透明化”を図ります。まず前提として、高価で装置規模が大きいカメラアレイを使わずに、複数の視点からの映像を一度に撮影するには、「レンズアレイ」を使う手法があります。カメラは1台にして、レンズを格子状に並べて撮影するのです。そうすれば、簡単にコンピュータへ取り込めるので、処理がしやすくなります。ただ、レンズアレイの例として「ライトフィールドカメラ」というシステ



ピンホールアレイ(簡易立体ディスプレイ)小型プロトタイプデモ:回路基盤をピンホールとして流用し、タブレットへ装着、光線場を再現。水平、垂直の視差に対応。映像はピンホールを通り、板上に立体的にディスプレイされる(右図)



ムがありますが、このシステムでは個々のレンズの口径が小さいので、取り込める光の量も少なくなります。そのため、静止画を撮って後から立体的に見ることはできても原理的に暗い画像になってしまうのです。まして、1枚1枚が短い時間で少ない光の量しか取り込めない動画を撮影しても、ノイズだらけでリアルタイムの立体映像としては活用できません。

そこで、私が設計、開発したのが、パラボラアンテナのように放物面に沿って鏡を格子状に並べた「ミラーアレイ」です。ミラーアレイならば、コストも抑えられ、動画撮影に十分な光量で多視点の映像が得られて、なおかつ1台のカメラで撮影できるので、データ伝送に無駄がない上、映像処理もゲームパソコンのGPUレベルのスペックで可能です。また、立体映像を表示するディスプレイも、開発段階では高性能なものや大掛かりな装置は必要ありません。輝度の高いタブレットPCの表面に無数の穴が空いているボードなどを被せるだけでも、見る方向に合わせた立体画像を計算して表示できます。その品質はデバイス技術の発展、低コスト化に応じて高めれば良いので、今は透明

化を実現するリアルタイムの計算に注力しています。

—従来の3Dの立体映像を作り出す技術との違いはなんですか。

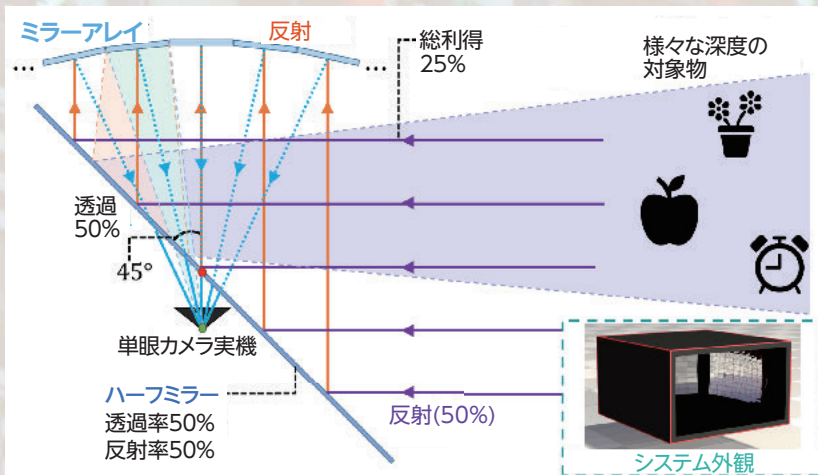
これまで3D映像といえば、立体的に前に飛び出すようなアトラクション的なものの制作に力が入られていました。しかし、前述したとおりそういった映像の使い道は限定的です。私が研究しているのは、実際に見えている空間となじみの良い、奥行きを感じさせる立体映像技術になります。

博物館や文化遺産の見学にも広がる活用の可能性

—そうした技術は、舞台鑑賞の邪魔になる障害物を透明化する以外にも、活用の可能性がありそうです。

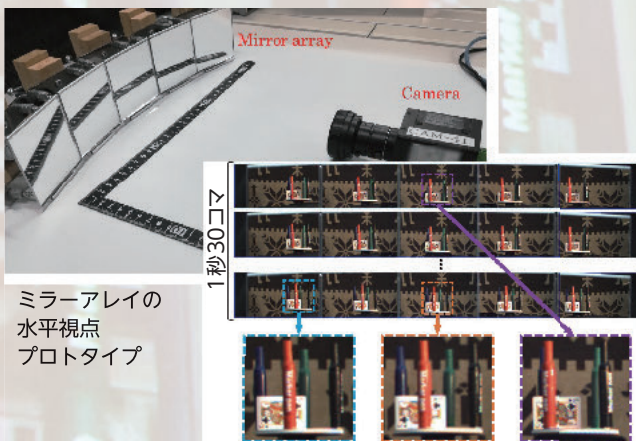
例えば、最近では舞台の背景をプロジェクションマッピングなどで表示するような演出も増えましたが、横から見たらすべて平面ですし、人が横切ると映像が遮られてしまうので、舞台での動きも制約されます。そこにこの技術を活用すれば、舞台の上でも奥行きが感じられる背景が作れるようになり、さらに表現の幅が広がるかもしれません。また、東京にいるアーティストと、大阪にい





ミラーアレイと単眼カメラによる簡便な撮像系構築の概念図

ハーフミラー(マジックミラー)に写った対象物は、角度をつけて並べられた鏡=ミラーアレイの各ミラーでさらに反射し、単眼カメラ上にまとめて記録されることにより、立体的に出力される。



ミラーアレイの水平視点プロトタイプ

るアーティストの映像をコンサート会場で合成して、臨場感を損なわずにコラボレーションを楽しむこともできます。

他にも博物館や美術館でも、壁や柱の後ろなどから、自由な視点で展示物を見ることが可能です。貴重な美術品を地方でバーチャル展示させるようなイベントもできるかもしれません。会場で透明化された柱の中に壺などを仮想的に置けば、どの方向からも鑑賞できます。

——通常は観光客が入れない、文化遺産の奥を外から見学することもできるかもしれませんね。

そうですね、建物の前に置かれたディスプレイから、自由な角度

で中が覗けるというのも良さそうです。現在、そのような施設の場合、中の映像を撮っておいてディスプレイで流している場合もありますが、透明化による閲覧が良いのは、コンテンツを作る必要がなくて、建物の中に専用のカメラを設置しておくだけで実現できますから。

安全・安心な社会の構築にも貢献

——文化芸術以外に、この技術が活用できる分野はありますか。

私が注目しているのは、安全対策の分野です。その中でも、今後重要になってくると思っている

分野の1つが自動車です。今、自動車はさまざまなパーツが電子化されていますが、中にはバックミラーも、カメラの映像を表示する電子ミラーにするという話があります。しかし、電子ミラーは老眼の人だと焦点が合わないという課題があります。本物の鏡は、光線を反射しているので20メートル後ろにいる車は、鏡を通して焦点は20メートル後ろのままですが、電子ミラーだと、近くにあるディスプレイに目のピントを合わせなければならず、老眼の人は焦点が合わず大変危険です。

——そこに、この立体映像が活用できるのですね。

像ではなく光線全体を超高速で再構成し、通信できるので、焦点の問題もクリアできます。このように、安全・安心な社会に役立てるという意味では、自動車だけでなく、街中の曲がり角などを“透明化”することによって対向車や通行人が見やすくなり、交通事故を減らすこともできるかもしれません。

——そういった場面で活用される映像は、それほど精細でなくても大丈夫そうですね。

そうだと思います。映像の品質が落ちてても十分意味のある領域というのはあるので、最初は昔の電光掲示板のレベルで十分だと思います。たとえ解像度が低くても、実空間の中で見られなかったものが見えて、ちゃんと整合性が取れていればいいのです。

具体的な活用を可能とするには、“透明化”の技術はまだ課題が多いのですが、研究を進めてぜひ実現させたいですね。

池畑が専門としている3次元センシング技術は、3次元センサーやカメラを用いて、私たちの周囲の物体や環境の奥行きや形状を正確に測定する革新的な技術である。この技術は、自動運転車で道路や障害物を認識するシステム、工業ロボットが精密な作業を行うための目として、またスマートフォンの顔認証システムやゲームでのジェスチャー認識など、私たちの日常生活の多くの側面で重要な役割を果たしている。さらに、医療分野では、患者の体内を3次元で可視化し、より正確な診断や治療計画の策定に貢献している。しかし、3次元センシング技術の応用はこれらの実用的な用途に限られない。文化や芸術の遺産のデジタルアーカイブにおいても、この技術は重要な役割を果たしている。この記事では、3次元センシング技術が文化・芸術遺産のデジタルアーカイブにどのように貢献しているのかを詳しく解説する。

3次元 センシング技術と デジタルアーカイブ

池畑 諭

IKEHATA, Satoshi

国立情報学研究所

コンテンツ科学研究系 助教



デジタルアーカイブと 3次元センシング

3次元センシング技術は、歴史的、文化的、芸術的遺産の保存、さらには一般公開のためのデジタルアーカイブの形成において重要な役割を果たしてきた。例えば、考古学的な構造や状態のモニタリング、建築物や芸術作品が変更される際の詳細な記録のアーカイブ、ビジターセンターや博物館のプレゼンテーション用の3Dモデルやアニメーションへの貢献、オブジェクトのデジタル幾何モデルからのレプリカ生成等のためのツールとして広く受け入れられるようになった。

3次元センシング技術とデジタルアーカイブの結びつきは古くからあり、初期の段階では、高価で複雑な機器が必要であり、特に大規模な文化・芸術遺産のデジタル化に利用されてきたが、時間とともに、コンピュータビジョンやコンピューテーショナルフォトグラフィ等の情報技術や、ドローンをはじめとする空撮技術との結びつきが強くなり、気軽に低コストになり、小規模な文化・芸術遺産やアクセスが困難な遺跡にも適用可能になっていった。

また、デジタルアーカイブは、時代の経過で失われた場所にある文化遺産や、自然災害や人為的な破壊から失われた遺産の記録としても重要である。近年では、「みんなの首里城デジタル復元プロジェクト」(図1a)と題された、一般から募った写真から火災により焼失した首里城をCGとして復元するというプロジェクトが記憶に

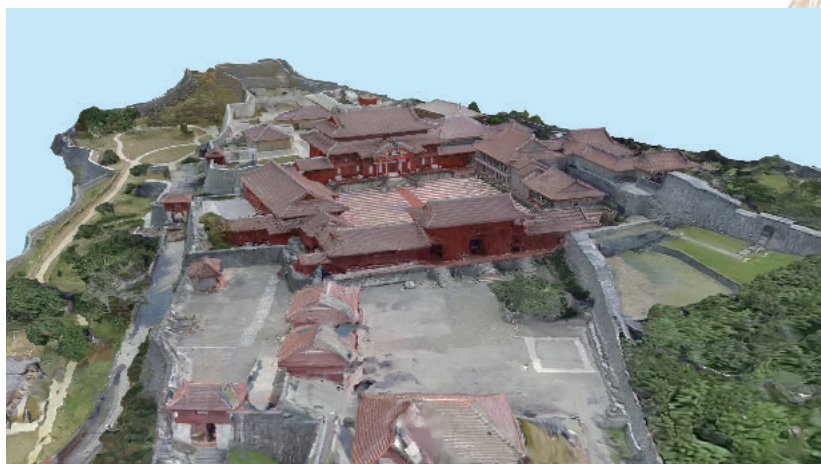
新しい。さらに、デジタルアーカイブは計測だけではなく可視化技術とも強く結びついている。例えば東京大学で行われた「バーチャル飛鳥京」プロジェクト(図1b)のように、仮想現実(VR)や拡張現実(AR)技術と組み合わせることで、教育や一般公開における新しい体験を提供し、文化遺産の魅力をより広範な観客に伝える手段となっている。総じて、3次元センシング技術は文化遺産のデジタルアーカイブにおいて中心的な役割を果たし、その保存、研究、公開の方法を根本的に変えた。

デジタルアーカイブに 使われる代表的な 3次元センシング技術

文化・芸術遺産のデジタルアーカイブに用いられる3次元センシング技術は「レーザースキャン」、「フォトグラメトリ」、「構造光スキャン」など多岐にわたる。レーザースキャンは、自身の電磁放射に基づく能動的センシング手法であり、文化・芸術遺産の正確な寸法や形状をデジタル化するために

使用され、破損や劣化のモニタリング、修復計画の策定に役立てられている。一方、フォトグラメトリは、デジタルカメラと環境光源を用いた受動的センシング手法であり、手軽に色や細部の詳細な記録を行うことに適している(図2a)。構造光スキャンは、特定のパターンの光を物体に投影し、その反射を分析することで3次元データを得る方法で、より小さな文化・芸術遺産の計測に利用されている。これらの技術は、文化・芸術遺産のデジタルアーカイブの形成に不可欠であり、研究者や保存専門家にとって価値あるリソースを提供している。

レーザースキャンやフォトグラメトリは、大規模な文化・芸術遺産の形状計測に適しているが、一方で一部の文化・芸術遺産の持つ美しい表面の光沢や絵画の油絵具の繊細な凹凸などを記録・再生するには必ずしも適していない。それらを保存するための手法として用いられるのが、「反射率変換イメージング」である。反射率変換イメージングは、2001年にHP



(図1a) 3次元センシング技術を用いたデジタルアーカイブの例「みんなの首里城デジタル復元プロジェクト」(引用: <https://www.our-shurijo.org/>)では、東京工業大学の川上氏が中心となり2019年10月31日火災により消失した首里城を持ち寄った過去の写真から3Dモデルとして復元するという試みが行われている。



(図 1b) 3次元センシング技術を用いたデジタルアーカイブの例
AsukaLab inc.「バーチャル飛鳥京」(引用: <https://www.asukalab.co.jp/projects/virtual-asukakyo/>) では東京大学池内・大石研究室が中心となり、古代飛鳥京の仮想復元や Mixed Reality技術を利用した観光ガイドシステムの構築を行っている。

Labsによって開発された、被写体とカメラの位置を固定し、光源の位置を変えながら複数の画像を撮影することで、光の変化で生じる表面の反射や微細な形状の変化を記録する技術である(図2b)。これらの画像は、単一のファイルに処理され、マウスなどのポインティングデバイスを使用して、光の方向を制御しながら様々な照明条件下で被写体を鑑賞できる。物体と光との相互作用を捉える事ができる反射率変換イメージングは、文化・芸術遺産の材料の特徴、反射挙動解析や研究において主要な知覚的および認知的手がかりとして用いられてきた。これには、化石、古代の石器、油絵、くさび形文字のタブレット、硬貨コレクション、アンティキティラ島の機械などが含まれる。光と被写体のインタラクションは、形状よりも興味深い側面を捉えることができる場合が多々存在するのである。

反射率変換イメージングと密接に関連した技術として、コンピュータビジョンには、フォトメトリックステレオと呼ばれる技術が存在し、しばしば混同される。これは、被写体を異なる光源環境下で撮

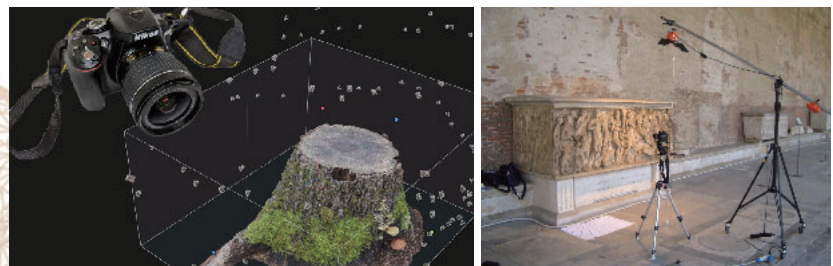
影した複数枚の画像から、被写体の形状や材質を復元するという技術である。対象に様々な方向から光を当てて画像を撮影し、それに対して処理をするという点は共通だが、反射率変換イメージングが主に文化・芸術遺産の光とのインタラクションの可視化が目的なのに対して、フォトメトリックステレオは被写体の形状や材質といった3次元情報の復元が目的となる。

一般的に、コンピュータビジョンにおける3次元復元は、アルゴリズムの改善と性能の向上を目的として発展してきたが、デジタルアーカイブで用いられるフォトグラメトリや反射率変換イメージングなどの技術はソフトウェア開発と密接にかかわり、アルゴリス

ムのみならず、出力できるフォーマットや可視化の利便性といった総合的なパッケージとして発展してきた歴史を持つ。文化・芸術遺産のアーカイブという文脈では、計測のみならず、人間が見るためにそれを可視化できるという側面は非常に重要である。もちろん形状そのものの記録が目的になる事もあり得るが、フォトグラメトリにせよ反射率変換イメージングにせよ、デジタルアーカイブにおける3次元センシングでは、時代を超えて人間が再度鑑賞する事ができるという点を考慮する事が重要なのである。

デジタルアーカイブと自由視点合成技術の可能性

近年コンピュータビジョン分野で盛んに研究が行われている「自由視点合成技術」が文化・芸術遺産のデジタルアーカイブのために有用だと期待されている(図3)。自由視点合成は、被写体を様々な視点からカメラで撮影して得られた画像群から全く別の視点の画像を合成する技術である。フォトグラメトリ等で主に用いられる多視点ステレオ法などの多視点



フォトグラメトリおよび反射率変換イメージング

(左: 図 2a) フォトグラメトリ(引用: <https://blog.siggraph.org/2021/08/exploring-nature-as-a-resource-in-virtual-reality.html/>) はデジタルカメラで多数の視点から撮影する事で被写体の詳細な形状を復元する技術であり、(右: 図 2b) 反射率変換イメージング(引用: <https://vcg.isti.cnr.it/Publications/2006/DCCS06/>) では被写体に対して異なる位置から光を照射し陰影の情報を記録する。記録した画像は分析や可視化に利用される。



(図3) 自由視点合成技術を用いたデジタルアーカイブの事例
 (引用: <https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLVIII-M-2-2023/453/2023/>)
 ナーフに基づく自由視点合成(下例)は点群ベースのフォトグラメトリ(上例)では困難な樹木などの複雑な形状に対して特に有効であるといわれている。

3次元形状復元技術とは異なり、あくまでも任意視点での画像の品質が重視される。

自由視点合成そのものはコンピュータグラフィックスやコンピュータビジョンの分野では長らく研究が行われてきたが、高撮影・計算コスト、低品質により応用に制限があった。しかし、自由視点合成は2020年にUC Berkeleyが発表した「ナーフ(NeRF: Neural Radiance Fields)」と呼ばれる技術の出現によって極めて現実的な技術となった。この技術は、従来の点群やメッシュといった3次元空間の表現を、形状や色を表すニューラルネットワークを用いた表現に置き換え、様々な視点の画像からこのネットワークを学習することで、被写体の複雑な幾何形状を復元するのみならず、非常に写実的な自由視点合成を可能にする。また、従来の自由視点合成において困難な視点依存効果(例えば視点変化によって生じる表面反射)を極めて精緻に再現する事ができる。つまり、フォトグラメトリと反射率変換イメージングの良い所取りのような技術なの

である。

この技術は瞬く間に認知され、コンピュータビジョン、コンピュータグラフィックスの分野で後続の研究が様々に行われた。例えばナーフの欠点として高品質だが、計算コストが高く、視点合成がリアルタイムで行えないという制約は、NVIDIA社が開発した「Instant NGP」と呼ばれる技術によって劇的に改善された。極めつけに、近年発表された「ガウシアン・スプラティング」という技術では、空間表現に計算コストの高いニューラルネットワークを用いずに、軽量のガウス関数の重ね合わせを用いることで、自由視点合成はスマートフォン上であってもリアルタイムで処理可能な技術となりつつある。自由視点合成技術は既に「Luma AI」などでサービス化も行われており、誰でも利用可能な技術となっている。

自由視点合成技術の進化は現在もとどまる事を知らない。従来のデジタルアーカイブでは、主に静止した文化・芸術遺産の計測・可視化に限定されていた。しかし、自由視点合成技術は空間のみな

らず時間の変化さえも記録可能になりつつある。例えば、Preferred Networks社が提供している「PFN 4D Scan」は先述したナーフ技術を動画像に拡張し、アーティストのパフォーマンスを極めて高品質に記録・再生するデモを展示し話題を集めた。

終わりに

本稿では文化・芸術遺産において3次元センシング技術がどのように活用されてきたのかについて解説した。筆者が専門とするコンピュータビジョン分野では、研究の具体的な応用先としてデジタルアーカイブを例に挙げるが、これまではインターフェースやソフトウェアの実装を含むエンドユーザに対するサービスとして発達してきたデジタルアーカイブの3次元センシング技術と、アルゴリズムの独自性や復元性能そのものに焦点が当てられてきたコンピュータビジョンの間で分野間の乖離があった。しかし、ナーフをはじめとする自由視点合成技術の発展によって、2つの領域の垣根がなくなりつつあり、今後互いに相互作用をしながら更なる発展を遂げていくのではないかと期待している。また、コンピュータビジョン分野において今現在、観測が限られた場合の3次元復元における大規模モデルや生成AIの活用可能性が試され、その有効性が示されつつある。デジタルアーカイブにおいても同様に結びついていくのか、はたまた、決して結びつくことがないのか、今後の動向についても目が離せない。

ジャパンサーチの目指す 「デジタルアーカイブが 日常となる未来」

デジタルアーカイブの力で文化的歴史的情報の蓄積を社会の活力に変えられないか。

2015年から内閣府知財戦略本部や国立国会図書館を中心に、そうした議論が続いている。4年前に公開された「ジャパンサーチ」もそこから生まれた。その母体となった実務者委員会の座長を務めた国立情報学研究所(NII)の高野明彦名誉教授に、ジャパンサーチ、そしてデジタルアーカイブの未来について聞く。

高野 明彦

TAKANO, Akihiko

内閣府デジタルアーカイブ
戦略懇談会メンバー
国立情報学研究所 名誉教授

日本のデジタル アーカイブを集約する ジャパンサーチ

— デジタルアーカイブとは何ですか？

これまで日本の文化的歴史的記録は、博物館、美術館、図書館や公文書館、自治体、寺社、大学などが資料を保存継承し、個別に資料現物を利用する場を提供してきました。しかし、デジタル技術の進歩により、資料の発見性や利便性を高めつつ、遠隔からも高精細画像や全文データを利用できるサービスの構築が進んでいます。厳密な定義ではありませんが、これを従来の所蔵資料管理のためのデータベースとは区別して、「デジタルアーカイブ」と呼んでいます。コンピュータの誕生以前から様々なメディア（媒体）を使って伝承されてきた記録を、現在のデジタル情報技術で取り扱いやすい形に変換して、電子メディアに記録し直す活動ともいえます。

— ジャパンサーチについて概要を教えてください。

内閣府で始まったデジタルアーカイブ関連機関の実務者による議論では、デジタルアーカイブの整備・活用は、私たちの社会の活力増進に大いに貢献すると再確認され、国の知的財産推進計画にも「デジタルアーカイブ社会の実現」という目標が掲げられました。ジャパンサーチは、我が国のさまざまな機関が構築・公開しているデジタルアーカイブの分野横断的統合ポータルとして構想され、まとめて検索、閲覧、活

用するためのプラットフォームを目指しています。内閣府委員会の定める運営方針の下、システム構築・運用は国立国会図書館が担当しています。2024年2月末現在、147機関、227個のDBと連携し、2,950万件のデータを収録しています (<https://jpsearch.go.jp/stats>)。

ジャパンサーチの役割は、アーカイブ機関、つなぎ役、活用者を媒介して、デジタルアーカイブを活用するためのプラットフォームを提供することです。全体像を図1に示します。ここで、つなぎ役とは分野ごとにメタデータを集約して標準化や整理を行うサービスです。文化庁とNIIが運営する「文化遺産オンライン」などがこれにあたります。

— ジャパンサーチはデジタルアーカイブの一つですか？

よく誤解されますが、ジャパンサーチ自体はデジタルアーカイブではありません。様々な分野の信頼できるデジタルアーカイブの情報を集約して提供していますが、収集対象はメタデータやサムネイル、プレビュー画像が中心で、個々のデジタルアーカイブが提供するコンテンツデータは収集していません。

一般の検索サービスと似ていますが、ジャパンサーチの検索範囲はインターネット全体ではなく、連携先のデジタルアーカイブが提供するコンテンツのメタデータに限られます。本の書影や書誌データ、美術作品のサムネイルなどは見つかりますが、資料コンテンツの利用には連携先サイトへ飛ぶ必要があります。



(図1) デジタルアーカイブの共有と活用のために

コンテンツ利用を促進する工夫として、個々の資料コンテンツの利用条件やライセンス状況をメタデータと共に明記するよう推奨しています。これにより、活用者は個々の連携先サイトで確認せずに、自分の用途に合ったコンテンツを分野横断的に探すことができます。ぜひ一度、お試しください。

ジャパンサーチ戦略方針 2021-2025「デジタル アーカイブを日常にする」

— デジタルアーカイブが私たちの社会を変える可能性について教えてください

デジタルアーカイブは次の3つの価値の提供を通じて、私たちの社会を大きく変える力を持っていると考えています。

(1) 記録・記憶の継承と再構築、

(2) コミュニティを支える共通知識基盤、(3) 新たな社会ネットワークの形成、です。

(1) で重要なのは、これまで別々に継承されてきた記録の写しが、同一のデジタル空間上に作られることで、新たな関係性の発見や記録の再構築が促されることです。(2) は時間的・空間的制約を超えて多くの情報がアクセス可能になることで、私たちが学び、考え、議論するために必要な共通の知識基盤を提供しやすくなります。一見相互に矛盾するような情報が集まってくることも、デジタルアーカイブ特有の価値だと考えられます。(3) は分野や地域を超えてデジタルアーカイブが連携することにより、新しい分野間や人間同士の繋がりが生まれるということです。

— 今後、ジャパンサーチはど



(図2) ジャパンサーチ戦略方針 2021-2025
(<https://jpsearch.go.jp/about/strategy2021-2025>)

のような社会を目指しますか？

これからの日本が目指すべきデジタルアーカイブ社会について、「ジャパンサーチ戦略方針 2021-2025」をまとめました(図2)。上で述べたデジタルアーカイブの3つの価値とそれらを最大化するためにジャパンサーチを使って取り組むべき4つのアクションを挙げています。ジャパンサーチのミッションを次のように定めています。「新しい情報技術とアーカイブ連携を通じて、日本の文化的・学術的コンテンツの発見可能性を高め、それらを活用しやすい基盤を提供することで、デジタルアーカイブが日常に溶け込んだ豊かな創造的社会を実現します。」

——「デジタルアーカイブを日常にする」とはどのようなことですか？

これから日本が実現を目指すデジタルアーカイブ社会については、「アクションプラン」の中で次のような例を挙げています(<https://jpsearch.go.jp/about/actionplan2021-2025>)。

・デジタルアーカイブが情報やコ

ミュニケーションのインフラとなっている。

・様々なプラットフォームが相互にデータ連携して社会のインフラになっている。

・デジタルアーカイブのビジネス利用が社会に浸透し、成果が生まれている。

・多くの人が「デジタルアーカイブ」という言葉を意識することなくデジタルアーカイブを使っている。

・何かを知りたいと思ったときに、信頼性のあるサイト・機関から情報を得ることが習慣づいている。

・デジタルアーカイブを使って、「見る・知る・調べる」を楽しむ人が増え、生活や学びに密着して使われている。

震災で認識した 記憶を繋ぐ アーカイブの価値

——最初に携わったデジタルアーカイブは何ですか？

少し昔話になりますが、2002年の秋、私たちは研究室で開発中の連想検索技術を実装した

「Webcat Plus」という、大学図書館1,000館の所蔵目録検索サービスを公開しました。書籍の目次情報を手がかりに、自由文や選択した書籍群から類書を探す仕組みでした。キーワード検索とは異なる柔らかな検索機能に関心を持った文化庁幹部が「美術館や博物館、お寺や神社が発信する文化財情報はキーワード検索ではうまく見つからない。連想検索は使えないか?」とNIIに相談に来られたのです。文化財版のWebcat Plusということで、連想検索の開発元である私の研究室が引き受けました。

文化庁の手配で全国の文化施設から作品情報や画像を提供してもらい、国宝や重要文化財など指定文化財をはじめ、仏像、絵画、工芸作品などのデータを収集整理してワンストップで検索、閲覧できる「文化遺産オンライン」を実現しました。2004年に試行版、2008年に正式版公開、2022年のリニューアルを経て、現在では年間600万ユーザが使う定番サイトに成長しました(<https://bunka.nii.ac.jp/>)。文化財分野のつなぎ役としてジャパンサーチとも連携しています。

文化遺産オンラインは、公開当時は世界的にも珍しいサービスで、国内はもちろん海外の機関からも注目されました。その後、EUはGoogleに対抗して「Europeana(ヨーロッパアナ)」を立ち上げ、米国でも各所で文化財やアート分野の大規模なデータ公開が進みました。2011年には、文化遺産オンラインの国際化を目指して米国に出張して

Smithsonian, MET, ARTSTORなどのデジタルアーカイブ部門を訪ねて、データ連携の可能性について議論しました。奈良博の宮崎幹子さん、文化遺産オンライン立ち上げメンバーの丸川雄三さんも一緒でした。そして、帰国予定日の前々日の2011年3月11日、ニューヨーク市内のホテルで東日本大震災の映像を見て声を失いました。

—— 震災後、デジタルアーカイブの見方が変わりましたか？

帰国後、しばらくは現実感のない日々でした。それまで科学的事実を伝えていたと思っていた専門家の言葉が信用できなくなり、専門家同士でも基本的事実の認識が食い違うことを多く目撃しました。結果、将来も揺るがない事実認識を自分が行えるという自信は消え去り、すべては暫定的な解釈に過ぎないという世界認識に辿り着きました。ユーザ個々人が主体的に真実を選び取るための情報技術を追求してきた私にとって、研究の目的を見失った気分でした。そんな頃、奈良博の宮崎さんから、国宝「玄奘三蔵絵」（全12巻・全長190m）全体を展示する展覧会を開くので、そこで使うデジタルビューアの制作を私の研究室でという話をいただきました（<https://www.narahaku.go.jp/>

exhibition/special/201107_tenjiku/）。鎌倉時代から伝わる長大な絵巻と初めて向き合っ、玄奘三蔵の物語を大型スクリーンで自在に眺めるシステム作りにチーム全員が没頭することで、また元気が出てきました。ちょうどその頃、文化遺産オンラインで整理していた文化財の所在データが震災後の文化財レスキュー隊の仕事で大いに役立ったという嬉しい報告も届きました。さらに、文化遺産オンラインに各地の津波記念碑が多数登録されていることに気づきました。このように平時にはあまり意識せずに受け継いできた記録が、ある日突然、重要な意味を持つ存在になり、見る人の心に語りかけてくることを実感しました。

311情報学： 複数の物語を伝える メディアとしての デジタルアーカイブ

—— デジタルアーカイブは真実を記録できるのでしょうか？

おそらく文化遺産オンラインを担当していた影響だと思いますが、国会図書館の震災アーカイブ（ひなぎく）など震災関連アーカイブ作成に関わるいくつかの委員会に参画しました。遠い過去の記録の整理だけでなく、現在進行中の活動について多面的に記録していこうとするアーカイブ構築は新しい挑戦でした。

活動を通じて遠い異分野の専門家と出会い、事実を別の角度から捉える方法を学びました。そこで生まれた新しい人の繋がりが

ら、のちのデジタルアーカイブ学会も生まれました。

その頃感じていた専門知や専門家の限界に関する違和感を言葉にしようと、『311 情報学』（岩波書店）というタイトルの共著書も出しました。私の主張は、「専門家が語る物語には語り手の世界観が反映される。個々の物語はいつも部分的であり、一つの物語によって出来事の全体像を捉えることは、本質的に困難だ。芥川龍之介が『藪の中』で描いたことも、相互に矛盾する物語の集まりとしてしか本当の真実は語り得ないということだったのかもしれない。」

「真実」を記憶するためのアーカイブ作りとは、この矛盾を内包するかもしれない複数の物語を集めて、相互に関係づけながら記録することだといえる。」

—— デジタルアーカイブの未来について夢を聞かせてください

上の本のあとがきに書いたことが、今も私の指針になっています。「日本社会が大震災のダメージからゆっくりと回復していくプロセスそのものをつぶさに記録していくデジタルアーカイブは、現在の日本の社会のあり方を映す鏡のような役割を担うことになる。真実に近い自らの姿をいろいろな角度から眺められる良い鏡を作り、将来の日本社会が今よりも透明で美しい佇まいをもつことに貢献すること、それが『311 情報学』の挑戦である。」

いつまでも複数の真実の物語が記録され、語り継がれる場所として、デジタルアーカイブを作り続けられる未来を夢見ています。



NII ニュース・トピックス一覧 NEWS TOPICS

期間: 2023/12/1 (金) →
→ 2024/2/29 (木)



各ニュースの詳細は
オンラインでご覧になれます。

www.nii.ac.jp/news/2023

Facebook

[www.facebook.com/
jouhouken/](https://www.facebook.com/jouhouken/)

X (Twitter)

twitter.com/jouhouken

YouTube (音が出ます)

[www.youtube.com/user/
jyouhougaku](https://www.youtube.com/user/jyouhougaku)

情報犬ビットくん

X (Twitter)

twitter.com/NII_Bit

NII Today

ご意見募集中

www.nii.ac.jp/today/iken

メルマガ

購読随時受付中

www.nii.ac.jp/mail/form

NII Todayはオンラインでバックナンバーもご覧になれます。

www.nii.ac.jp/today

冊子版は、学校図書室、研究機関など団体への配本を受け付けています。お申込み、配本停止は、kouhou@nii.ac.jp 広報へメールでご連絡ください。個人への送付は行っておりませんが、冊子は東京千代田区一ツ橋の学術総合センタービル1階に常設されており、ご自由にお持ちになれます。

ニュースリリース

NEWS RELEASE

2024

- 2/29** 量子技術の教材データベースの充実化
～九大、慶大、名大、東大との協働で量子技術の人材育成を推進～
- 1/30** 情報研シリーズ最新刊『これからの「ソフトウェアづくり」との向き合い方』を刊行
- 1/19** カーボンナノチューブの眼が捉えたシルエットで検査物内部の材質と外観を推定 ～ナノ科学×情報工学によって非破壊検査技術の壁を突破する～
- 12/18** 量子技術高等教育拠点でオンライン講義の配信を強化 ～九大、慶大、名大、東大との協働で量子技術の人材育成を推進～
- 12/7** 眼底画像から性別を推定するAIを一般公開 ～性差のある疾患研究での活用に期待～

受賞

AWARDS

2024

- 2/22** 吉田 悠一 教授(情報学プリンシプル研究系)が船井学術賞(船井哲良特別賞)を受賞
- 2/6** 平原 秀一准教授(情報学プリンシプル研究系)が2023年度マイクロソフト情報学研究賞を受賞
- 2/2** 吉田 莉乃さん(児玉研究室、共同研究員、東京理科大学大学院)、児玉 和也 准教授(コンテンツ科学研究系)らの論文がIWAIT 2024 Best Paper Awardを受賞

2023

- 12/7** 石川 裕 教授(アーキテクチャ科学研究系)が一般社団法人情報処理学会 2023年度コンピュータサイエンス領域功績賞を受賞

2023年度NII退職記念講演会

開催日時: 2024年3月26日(火)
13:30～15:00

開催方法: オンライン(ライブ配信)

講演者: 佐藤 健 教授

※参加方法など詳細は↓こちらをご覧ください

www.nii.ac.jp/event/2024/0326.html



新刊案内

これからの「ソフトウェアづくり」との向き合い方

(情報研シリーズ25)

国立情報学研究所監修 石川 冬樹 著

ISBN: 978-4-621-05391-1 (C0255)

2024年1月30日刊行



NII-IDR ユーザフォーラム2023開催!

2023年12月11日(月)にIDRユーザフォーラム2023を開催しました。今回は4年振りとなるオンサイト(一橋講堂 中会議場)での開催でしたが、会場には約150名の方にお越しいただき、またオンラインでも30名ほどにご参加いただきました。当日は、データセット利用者により、ポスターセッションで26件、スタートアップセッションで21件の発表があり、その中から、実行委員の投票により8つの研究発表に賞が授与されました。データの利活用に関する活発な意見交換がされ、大いに盛り上がった1日となりました。

NII-IDR ユーザーフォーラム

2023

国立情報学研究所 情報研究センター(NII-IDR)では、毎年2月に名古屋を主会場とする大規模のユーザーフォーラムを開催しています。そのほか、全国各地に分散した大学等の研究者や学生が参加できるオンラインセッションも実施します。

その内容の一環として、データの提供やデータ利用の機会を設け、研究者と研究者の間で協力を進める上にも貢献し、本学にもユーザーとしての役割を果たすことにも期待がかかります。

データ提供者による トーク・ポスター発表

提供データを用いた発表

- ・ポスターセッション
- ・ウェビナーセッション

※発表を募集します！ [募集先①]

日時

12月11日(月)

10:00～18:00

参加費無料

前回受賞者による講演

調査賞受賞：山田 中道賞 岡田 昌弘

会場

一級講座 全座席満 (国研ビル地下駐車庫)

東京駅千代田線一ツ橋駅より徒歩1分

[協賛企業]


















[協力] アダプトワークス・イン・株式会社

[お問い合わせ]

国立情報学研究所 ID事務局 E-mail: id-off@nii.ac.jp

URL: <https://www.nii.ac.jp/doc/id/userforum/>

※本ページの掲載内容は予告なく変更される場合があります。





↑会場となった東京千代田区の一橋講堂・中会議場には、データセットご提供大学・企業等の皆様、データを活用した研究のポスター発表をされた皆様など約150名にお越しいただきました。

「IDRユーザフォーラム」とは、国立情報学研究所(NII)のデータセット共同利用研究開発センター(DSC)が運営するデータセットの共同利用事業である「情報学研究データリポジトリ(IDR)」を通じて、データのご提供者と利用者が一堂に会し、直接意見交換できる場です。このようなフォーラムを通じて研究者コミュニティの一層の発展に寄与することを目的として、毎年12月前後に開催しています。



↑ポスター発表で来場者にプレゼンテーションする研究者。
会場には47件のポスター発表が掲示され、各ポスター前では、研究者
によるデータセットを利用した研究成果の説明、質問への回答など
が活発に行われていました。



「情報学研究データリポジトリ(IDR)」では各種のデータセットを民間企業や大学等研究者から受け入れて研究者に提供するためのサービスを行っています。IDRユーザフォーラムの状況やご案内の他、現在提供されているデータセットのリストや受入に関する情報についても下記Webサイトに掲載していますので、データセットの利用を希望される方、データセットの受入を希望される大学、民間企業の方等はこちらをご覧ください。 www.nii.ac.jp/dsc/idr



古典籍から本格化する 人文学のデータ駆動型研究

大山 敬三

OYAMA, Keizo

国文学研究資料館 特任教授/古典籍データ駆動研究センター長
国立情報学研究所 名誉教授/特任教授/データセット共同利用研究開発センター長

科学の第4パラダイムとしてデータ

中心科学が提唱されてから十数年を経て、わが国の人文学においてもデータ駆動型研究への取り組みがようやく本格的に始まろうとしている。文部科学省の学術フロンティア推進事業の1つである「データ駆動による課題解決型人文学の創成」が国文学研究資料館(以下、国文研)により2024年度より10年計画で実施される予定である。これは2023年度までの10年間実施されてきた先行事業「日本語の歴史的典籍の国際共同研究ネットワーク構築計画」の後継事業という位置づけとなる。

先行事業の主要な成果の1つが、約30万点の古典籍(江戸期以前の写本や書籍)の画像データベースの構築と、それを既存の目録データベースと統合した「国書データベース」の公開である。わが国初の古典籍の本格的なデジタルアーカイブともいえよう。

後継事業では、その拡充・機能拡張はもとより、画像データのテキスト化を行ってデータ駆動型研究の基盤を構築するとともに、人文情報学の主要なツールであるテキスト解析への展開、異分野連携によるコンテンツ解析、古典籍のマテリアル分析などの研究を実施する計画である。さらに、国文研が属する人間文化研究機構の各機関と連携

してデータ駆動型人文学の横展開も予定している。

ちなみに筆者は、先行事業の推進のために国文研に設置された委員会の外部委員として、当初より事業のモニタリングや評価に関わってきたが、2022年度に国文研に設置された「古典籍データ駆動研究センター」のセンター長を拝命し、国文研の中で後継事業を推進する立場となった。

ここで少し振り返ってみると、欧米ではDigital Humanitiesが20年ほど前から広まりを見せ、国家レベルのプロジェクトとしてのデジタルアーカイブの構築やOCR技術との相性の良さも相まって、今では人文学の主要な一領域となっており、データ駆動型人文学はその自然な延長上に位置づけることができる。

一方、わが国でも人文情報学の研究が同時期から進められてきたが、日本語という言葉の特性やデジタルアーカイブの構築の遅れなどから、国立国語研究所の日本語言語コーパスなど一部を除くとデータの蓄積が散発的にしか進まず、やむなく情報処理手法の研究開発に軸足が置かれてきた感がある。そうした中、2017年度に人文学オープンデータ共同利用センター(CODH)が正式発足し、国文研との共同研究な

どを通じてデータ駆動型研究への取り組みが開始された。

しかし、人文学研究の主対象は何と言ってもテキストであり、データ駆動型研究のためには大規模で網羅性のあるテキストデータベースが不可欠である。後継事業ではなくし OCR 技術を活用して画像データをテキスト化する計画であるが、現在の文字認識精度は平均で95%程度であり、資料の状態や筆跡によっては著しく精度が落ちる。そのままでは研究に使えないというのが人文学者のほぼ一致した意見であろう。しかも、すべての校定を人力で行うには数百年、あるいはそれ以上を要するとの見積りもある。だからOCRは使えない(あるいは使うべきでない)という者もいる一方、それでも何とか使えないかと考える者もいる。そこで、一緒に知恵を働かせて力を発揮できるのが情報学研究者ではなかろうか。

古典籍は文学・歴史・芸術などの限られた学問分野でしか使われないと思われがちであるが、実はそれ以外にも商業、防災、疫学、気象、地震、天文など、現代的にも価値を持つ多様なコンテンツが含まれており、様々な分野に有益な先人の知見が埋もれている。これを埋もれたままにしないためにも、情報学に対する期待は大きい。

情報から知を紡ぎます。



国立情報学研究所ニュース: NII Today 第102号 令和6(2024)年3月
発行: 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所
〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋2丁目1番2号 学術総合センター

本誌についてのお問い合わせ: 総務部企画課 広報チーム
EMAIL: kouhou@nii.ac.jp

発行人: 黒橋 禎夫

編集委員長: 越前 功

編集委員: 池畑 諭、金子 めぐみ、込山 悠介、水野 貴之、竹房 あつ子(ABC順)

外部編集委員: エクスライト

デザイン: 新藤 岳史

表紙イラスト: 市村 譲

