

# 石仏情報学：石造物のデータ化および データに基づく石造物研究の推進に向けて

大塚恒平<sup>1</sup> 小池隆<sup>2</sup>

**概要：**筆者らは石造物のオープンデータを作成して公開するとともに、データ分析に基づく石造物研究に取り組んできた。本稿では、これまでの取り組みにおける課題を明らかにし、人文情報学の一分野としての石仏情報学の推進に向けて今後を展望する。

**キーワード：**石仏、文化財、オープンデータ、人文情報学

## Stone Monument Informatics: Contribution toward Data Creation and Data-driven Research on Stone Monuments

KOHEI OTSUKA<sup>†1</sup> TAKASHI KOIKE<sup>†2</sup>

**Abstract:** We have been creating and releasing open data on stone monuments and conducting research on them based on data analysis. In this report, we will clarify the issues that have arisen in our efforts to date and look toward the future for the promotion of stone monument informatics as a field of digital humanities.

**Keywords:** Stone buddha, Cultural assets, Open data, Digital Humanities

### 1. はじめに

歴史の継承、文化財保護のために時代にあったデータ化は必須であり、代々の先人によって行われてきた。我々の対象としている石造物は、それ自体が近世以前もっとも情報が長く残るメディアである石に、先人が残した記録である。その記録を拾遺集計し、時々の最新メディアで引き継ぐ取り組みは、奈良の高田十郎氏による1928年のガリ版刷り春日大社石灯籠悉皆調査を、埋もれさせず喜多野徳俊氏が1995年に商業出版で引き継いだように[1]、時代を越えた知のリレーとして行われてきた。

今この時代にも、時代にあったデジタルデータとして石造物調査を再構築し、次世代へ引き継ぐ活動が必要である。デジタル化以前の石造物調査の問題点は、対象の変化に柔軟に対応できない点がある。年月とともにデータが古くなり、石の位置もかなり変わったり、なくなったりすることがあるが、更新する仕組みがない。同じ石造物に対しても書籍間で書かれていることに齟齬もある。形態による分類では『石仏研究ハンドブック』[2]に従う例が多いが、複数の形態的特徴を併せ持つ場合など、うまく分類できないことも多い。緯度経度ではなく住所や所有者で所在を表す形式も、現代のように住所表記も変わり居住者も激しく変わる時代にマッチしない。

このような問題を解決しうるデジタルデータ化として、筆者ら以前にも個人によるデータ化の取り組みと Web 公

開もあるが、オープンデータではなく権利が不明確なものも多い。プロバイダのブログサービス停止によるサイトの消失とともに失われたものも多く、その場合でもライセンスが不明のため有志の引き継ぎができない問題があった。

先駆的な取り組みとしては加来利一氏による「千葉県の道標」があり[3]、CC BY でデータが提供され、図書館でも同成果をプリントアウトして設置しているケースもある。ただし「商用以外自由」という矛盾した表記も見られる。総括すると、単発の取り組みで終わることが多く、成果が蓄積され継続的に発展できない問題があった。

近年では、先人の警告を伝える災害記録の石造物が見直され、国立民族学博物館の寺社・石碑データベース[4]、あるいは国土地理院の自然災害伝承碑[5]のように、全国の石造物を網羅的にデジタル化する試みもあるが、大きな地域で特定の目的を持った対象だけに絞るため解像度が低く、限られた地域の小さな石造物まで悉皆的に整備する試みは少ない。

筆者らは地域ごとの小さな石造物まで、悉皆的にかつ共通の構造化をされたデータを整備する活動として、石仏情報学を提唱し報告する[6]。

### 2. ケーススタディ

#### 2.1 地蔵プロジェクト

地蔵プロジェクト[7]は、奈良市内の祠、石仏の存在を調

<sup>1</sup> Code for History

<sup>2</sup> 合同会社ミドリアイティ Midori IT, LLC.

査し、オープンデータで整備するプロジェクトである。奈良は街角の小祠や石仏ですら、1300年前の延喜式や700年前の織豊時代豪商屋敷跡にまで遡れるほどの歴史があり、新築マンションの土台に穴を穿って地蔵の置き場が設計されるほど、現代まで信仰が日常に溶け込んだ地域である。非常に高い密度で存在する奈良の祠、石仏をリストアップし他の街にない魅力として紹介すれば、新たな教育の可能性や観光ビジネスに繋がると考え、活動を開始した。本活動は石仏情報学に取り組む以前である2016年よりの活動のため、石造物だけではなく祠なども対象としており、2021年末までに363件の地物、1,034件の写真を収集し、公開サイトで公開している[8]。

活動の方向性は、位置その他属性メタデータと画像メディアを収集し、メタデータはGeoJSONでの管理とし、不特定多数での更新可能性を考えてGitHubをプラットフォームとした。メディアファイルは当初Wikimedia Commonsで整備したが、Wikimedia Commonsは誰もが更新できる結果、ファイル名書き替えの結果リンクが外れる問題なども生じ管理が煩雑になり、現状はGitHubでメディアまで管理している。位置、写真といった現地調査情報だけではなく、地誌や市史、コミュニティ誌記事などの文献情報は参照として連携できるようにしている。

飽くまで当初の方向性は、この街角に貴重な文化資産があると市民に気付かせるまでを視野とし、複数の石造物がある場合は「地蔵群」などとして整備しており、個別の石造物の設置時期、刻銘などを詳細整備するところまでは視野に入れていない。今後石仏情報学活動との連携を深める中で、石造物群を分割しての個別地物化や、汎用のデータ構造化を進める可能性がある。

また持続可能性を高めるため、後述する館林石造物悉皆調査で導入した汎用文化財データ管理ツール「Torii」や、月待ビンゴプロジェクトを参考にしたTwitterを通じた市民参加報告スキームを地蔵プロジェクトでも導入する予定である。「Torii」については館林石造物悉皆調査の項で詳述する。

## 2.2 月待ビンゴプロジェクト

月待ビンゴプロジェクト[9]は、Twitterを用いた市民参加型の石造物調査プロジェクトである。月待ビンゴの参加者は、「#月待ビンゴ」のハッシュタグを付け、緯度経度を記載し、月待塔の写真を添付してツイートする。月待塔には「十九夜」「二十三夜」のように月待行事を行う「アタリ日」が刻まれており、これらを「#19」「#23」のようにツイートに含めることによって月待塔の種類を示す。さらに、ビンゴゲームとしてのゲーミフィケーションを実現することにより、多くの種類の月待塔データを集めることへの動機づけをしている。



図1 月待ビンゴの画面

Figure 1 Screen image of Tsukimachi Bingo.

参加者が投稿したツイートから月待塔オープンデータを自動的に生成し、CSV、GeoJSONおよびKML形式のファイルとしてGitHub上でCC0で公開している[10]。データにはツイートおよびツイートに添付された写真のURL、月待塔の種類、位置情報、ツイートから抽出した造立年、POI (point of interest) 等の情報が含まれる。ツイートされた文章そのものとツイートに添付された写真はオープンデータには含まれない。後述するマップ類では写真付きのツイートを表示することができるが、それはTwitterの利用規約に基づく利用である。画像をオープンデータにできていないこと、画像提供の継続性がTwitter社の今後の運営方針に委ねられてしまっていることが大きな課題である。

2016年12月に開始し、2021年の1月までに延べ20数名の参加者により5,000件を超える月待塔データが生成された。

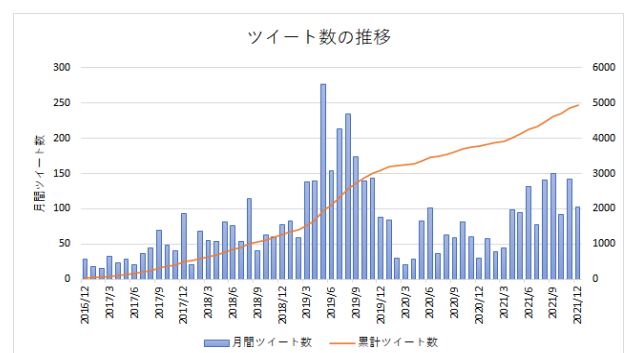


図2 月待ビンゴのツイート数の推移

Figure 2 Transition of tweet counts of Tsukimachi Bingo.

22 都県に分布する全ツイトを地図上にマッピングして表示した「月待ビンゴ 攻略マップ」[11]のほか、月待塔の種類（アタリ日）毎の地域分布密度を簡易的に可視化した「月待塔ヒートマップ」[12]、造立年による月待塔の広がり可視化する「月待塔 時系列マップ」[13]などを提供している。月待塔は種類によって存在する地域に偏りがあることは知られていたが、広範囲にわたる大量のデータによって可視化することが可能になった。

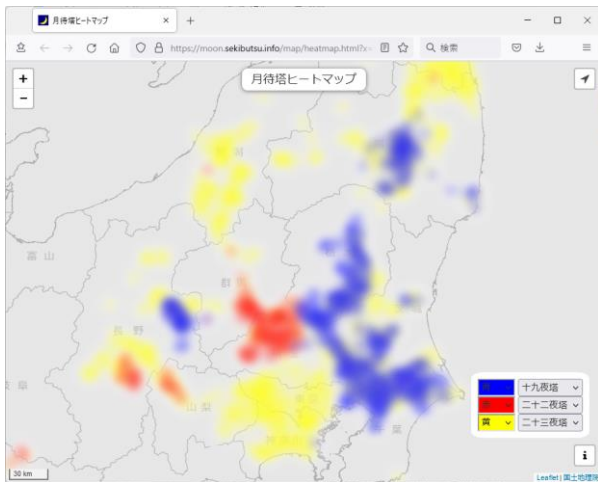


図 3 月待塔ヒートマップ  
 Figure 3 Heatmap of Tsukimachi-to.

データに基づく石造物研究の試みとして、深層学習を用いて「庚申」「念佛」の文字、地藏菩薩と如意輪観音の像を検出し、自動タグ付けを行った[14]。これによって、月待と庚申待という異なる信仰に基づいて造立された、併刻塔と呼ばれるタイプの石塔を画像から検出することができた。

「念佛」と刻まれた塔を種類ごとに集計した結果、十九夜塔に多く、二十三夜塔には1つも示されなかった(表1)。また、二十二夜塔は、(1)女人講による造立が多く、(2)刻像塔の場合には如意輪観音が彫られることが多いという点で十九夜塔と共通するにもかかわらず、ほとんど「念佛」が検出されなかったということも注目に値する。

さらに詳しく県別にみると、関東地方と比べて、福島県と長野県においては十九夜塔に「念佛」が含まれる割合が低ことも分かった。

以上の分析結果は、同じ女人講による月待であっても、「アタリ日」や地域によってその信仰内容に違いがあることを示唆するが、民俗調査の記録も合わせて検討しなければならないだろう。しかし、既に多くの地域において月待信仰は失われてしまっているため、石造物データの定量的な分析は今後さらに重要な研究手段となる。

表 1 「念佛」を含む月待塔の種類別集計

Table 1 Number of Tsukimachi-to including the word "Nembutsu".

月待塔の種類	「念佛」あり	ツイト総数
十九夜塔	223	1,408
十六夜塔	13	38
二十一夜塔	4	17
十五夜塔	3	20
十四夜塔	1	3
十七夜塔	1	56
十八夜塔	1	61
二十夜塔	1	56
二十二夜塔	1	304

### 2.3 石造物 3D アーカイブプロジェクト

石造物 3D アーカイブプロジェクトは、フォトグラメトリを使用して石造物の 3D モデルを作成し、デジタルアーカイブとして公開するプロジェクトである[15]。フォトグラメトリは、様々な角度から撮影された大量の写真を用いて対象物の 3D モデルを作成する技術である。石造物 3D アーカイブでは、1 基の石造物に対して百数十枚から 3 百枚以上の写真を用いて、細かな銘文の読解も可能なレベルの高精細なモデルを作成した。



図 4 天狗道祖神の 3D モデルのサムネイル画像  
 Figure 4 Thumbnail image of 3D Model of Tengu-Dosojin.

作成した 3D モデルはオープンデータとして Wikimedia Commons で公開した。Wikimedia Commons を利用した理由として、将来に渡ってサービスの提供が約束されているこ

と[16]が挙げられる。デジタルアーカイブにおいて持続可能性は重要である。一方で、ファイルサイズとファイル形式には制約があり、テキスト情報を持たない STL 形式に変換し、ファイルサイズ縮小のためにメッシュ数を削減しなければならなかった。

3D モデル化した個々の石造物についての情報は構造化データとして Wikidata に格納した。そのために、Wikidata プロパティの使用ルールを策定し、石造物の形態分類に使用する Wikidata 項目を追加するなど、石造物オントロジーの構築を試行した。

このプロジェクトに取り組んでいた 2019 年後半から 2020 年前半頃は、1 つの 3D モデルを作成するのにデスクトップ PC を使用して数時間を要した。2020 年 10 月に発売された iPhone 12 Pro には LiDAR スキャナが搭載されるなど、昨今の 3D 技術の普及はめざましい。今後の石造物データ化の活動においても、3D モデルは取り入れたいと考えている。

## 2.4 令和館林石造物悉皆調査プロジェクト

令和館林石造物悉皆調査プロジェクト[17]は、群馬県館林市内の石造物に対する先行調査に対し、後追い現況調査を行いオープンデータ化するプロジェクトである。館林にはほぼ 50 年前の有志による石造物の準悉皆調査があり、年代、サイズなど基礎情報だけでなく、刻銘なども解説されている。特に刻銘は、実際に現地調査を行い判明したがその後 50 年間の酸性雨などの要因で既に読み取り不可の地物もあり、非常に有用なデータである。しかし正確な場所と写真の整備がなく、現況との対応付けが困難になりつつある。放置すれば未来には完全に現況対照が不可能となり調査が無に帰すると考え、現況との突合せ活動を始めた。活動の開始時期は 2020 年 6 月頃である。

地蔵プロジェクトと同様、不特定多数での更新可能性を考えて GitHub をプラットフォームとし、メタデータは GeoJSON としたが、メディアファイルは当初より GitHub で管理している。調査の手順は、まず参照元書籍の掲載地物をデジタル化し、続いて大字名や寺社公民館など施設名を元に、機械処理で全件に非常におおまかな仮位置を付与した。番地や個人宅名の情報を持つ地物については、さらに 50 年前の住宅地図などとも突き合わせ、仮位置を手作業でさらに絞り込んだ。その後現況調査を行い、仮位置、種別、サイズ、年号などを頼りに文献上の地物と現況の地物を突き合わせ、現況や正確な位置、写真を取得し、データを更新する手順を採用している。

本活動は 2021 年初頭より、ぐんま史料ネット[18]の協力を受けている。ぐんま史料ネットは群馬県の文化財や歴史資料の防災・保全・継承に取り組む団体であるが、協力の結果、本活動の当初参照元書籍だけでなく、その他の市史、

広報誌なども拡張して対象にした石造物のリストが同団体によって作成され、一部の現況現地調査結果までも提供を受けた。

さらに 2021 年 11 月には、本活動の成果公開サイト[19]上に、月待ビンゴプロジェクトのアプローチを参考にした、Twitter を通じた簡易な報告スキームも導入した。この際、投稿テンプレートを通じて投稿画像のオープンデータ化に許諾を与える手順を導入し、市民投稿画像のオープンデータ化を可能にした。

これらの経路を通じて、2021 年末現在、9 冊の参照元書籍から 1,819 件の地物をデジタルデータ化し、およそ 3 分の 1 にあたる 613 件の現況調査を完了している。内訳はぐんま史料ネットからの提供が 121 件、Twitter からの報告が 8 件、直接調査が 484 件であり、写真メディアデータも 1,046 枚を収集し、先行研究で見落とされていた新規地物も 53 件発見した。

本活動では運用の効率化のためいくつかのツールを開発した。

ぐんま史料ネットからは協力データが Excel により提供され、初回のデータ融合はフォーマット変換で実現できた。しかし継続して現地調査などの協力を受ける場合、Excel の管理では git, diff などのツールを活用できず、GeoJSON で管理してもらうには、ぐんま史料ネットに QGIS などの学習コストが発生する問題があった。そこでデータの管理マスタを Excel と GeoJSON のダブルマスタとし、一方に加わえた修正をもう一方にも反映できるツールを開発し、Excel しか使えなくとも git, diff などの恩恵を受けられる仕組みを構築した。

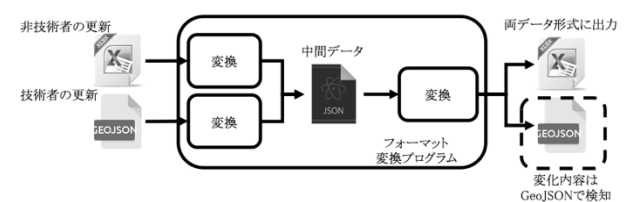


図 5 汎用文化財データ管理ツールの動作原理

Figure 5 Operation schema of a general cultural property data management tool.

このツールにデータスキーマ設計の自由度を加え、画像ファイルからのサムネイルと画像メタファイル生成機能、Web 公開のためのリレーションを解決した構造化 GeoJSON の生成機能などを付加した汎用文化財データ管理ツール「Torii (鳥居)」を開発した[20]。本活動は Torii の最初の適用例であり、続いて地蔵プロジェクトにも展開予定である。また将来にはデータフォーマット変換対象に

Wikidata や LOD (Linked Open Data) 形式との相互運用も検討し、石仏情報学としての汎用データ構造化との連携を視野に入れる。

その他、石造物上の風化した年号からの限られた読み取れる文字列から、あり得る年号を推定するツール「Harumi (春海)」を開発した[21]。元号、干支、年数などのうち読み取れた漢字をフォームに入力すると、候補の年号をリストアップするツールである。日本の年号に詳しくない歴史文化財の初学者でも、石造物の現地調査に従事する敷居を下げるツールとなっている。

図 6 日本の年号推定フォーム

Figure 6 Japanese calendar year estimation form.

## 2.5 車載カメラと AI による路傍の石造物調査

寺社の境内にある石造物とは異なり、路傍の石造物は再開発や災害によって人知れず失われてしまうことが少なくない。道路の拡幅に伴って設置場所が移動することもあり、常にデータを更新し続けることが肝要だが、広範囲に人手に依る調査をし続けることは困難を伴う。そこで、車両に搭載したカメラで撮影した動画から深層学習 (ディープラーニング) で石造物を検出し、位置情報を付けてデータベース化を試行している。

通常、車載カメラは前方または後方を撮影するように設置するが、路傍の石造物を捉えるために、車両進行方向に対して左側方に向けて設置した。解像度はフル HD (1920px × 1080px)、フレームレートは 60fps で撮影し、物体検出した前後 15 フレームを含む動画を 10fps として保存し、スローモーションで再生されるようにした。動画に写った石造物の目視による確認を容易にするためである。



図 7 路傍の石造物検出例

Figure 7 Example of roadside stone monuments detection.

石造物の位置は、動画とは別に取得した GPS ログを用いて決定している。GPS で取得した緯度経度は車両の位置であるため、撮影時の車両の進行方向と石造物までの距離を考慮して石造物の位置に変換しなければならない。現在はこの作業を人手により実施しており、将来的には自動化する必要がある。

2020 年 11 月に開始してから 1 年余りで、約 800 件のデータを収集・公開した。かつて複数の石造物を検出した場所を再訪したら何も検出されず、不思議に思って元動画を確認したら石造物が失われていたという例もあり (図 8)、変化の激しさを痛感した。

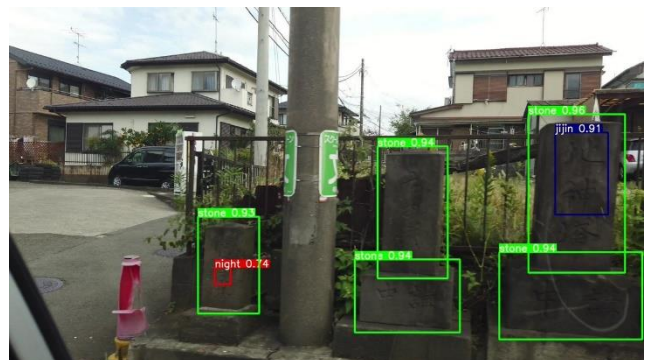


図 8 同一地点における変化。検出された石造物が消失。

Figure 8 Change at the same point. Detected stones were lost.

調査結果はマップで公開し[22], CSV形式と GeoJSON 形式のメタデータは CC0, 動画は CC BY のオープンデータとして提供している. メタデータの属性には, 撮影日付, 動画ファイルの URL, 緯度経度, 所在地, 人手で判断した石造物の種類, AI が検出したオブジェクト, OpenStreetMap における道路種別と道路名称が含まれる. 将来的には, 石造物の種類と道路種別を用いて, どのような道にどのような石造物が多いのか, というような分析を実施する計画である.

### 3. 総括と今後の課題

今後はさらにデータの質と量の向上を目指したい. 広範囲にデータを集めるには, 月待ビンゴのように敷居の低い市民参加の仕組みは必須である. しかし, 画像のオープンデータ化ができていない点と, Twitter への依存による継続性への不安という大きな問題を抱えている. 令和館林石造物悉皆調査プロジェクトのように, オープンデータ化の許諾を得て蓄積していく仕組みは重要である.

データに基づく石造物研究のためには, 石造物 3D アーカイブプロジェクトで試行したデータの構造化もさらに進めなければならない. 例えば銘文中に「中村」とある場合, それが村の名前なのか, それとも施主や石工の名前なのかというアノテーションがあるかないかでは, 研究利用における有用性が違って来る. 冒頭で指摘した形態分類の問題も含め, 石造物オントロジーの構築はそのベースとなる重要な作業であると考えている.

日々風化や破損が進み, 消失してしまうこともある石造物では, 過去のデータも極めて重要である.

すでに蓄積・公開されているデータには, 独自に ID が付与されているケースも少なくない. 名寄せしてリンクすることにより, 過去のデータも有効に活用できることが望まれる. また, 現時点における石造物の姿を未来に残すという点では, 3D データによるアーカイブも重要である.

近年急速に発展している人工知能は, 石造物データの作成においても有力なツールとなると考えている. 蓄積されたデータの量が多くなれば, 人工知能の性能を向上させることができる. そして人工知能を用いたデータの作成によって, さらにデータを増やすという好循環を回すことができる.

定量的な石造物研究は, 石造物そのものの研究に留まらず, 他の分野の研究への寄与も期待できる. 例えば石に刻まれた地名によって, 村の成立時期や変遷が判明するということもある. 限られた狭い地域では行われてきた研究手法であるが, より広範囲なデータを用いて行うことができれば新たな発見もあるだろう.

これまでの石造物のデジタルデータは, 広範囲だが密度

の低いものか, 範囲は狭いが密度の高いもののどちらかしか得られなかった. ケーススタディで得られた知見を用いて広範囲で密度の高いデータベースを構築することによって, データに基づく新たな石造物研究の道を拓きたい.

**謝辞** 令和館林石造物悉皆調査プロジェクトの推進にあたっては, ぐんま資料ネットの築瀬大輔群馬県立女子大准教授, 宮田圭祐氏, 井坂優斗氏に多大なご協力を頂いた. 謹んで感謝の意を表する.

### 参考文献

- [1]喜多野徳俊. 春日の神の石灯籠. 近代文藝社, 1995.
- [2]庚申講話会.石仏研究ハンドブック.雄山閣出版,1985
- [3]“千葉県の道標”. <http://kaku-net.jp/douhyou/>, (参照 2022-1-15).
- [4]“寺社・石碑データベース”. <http://sekihi.minpaku.ac.jp/>, (参照 2022-1-15).
- [5]“自然災害伝承碑”. <https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/denshouhi.html>, (参照 2022-1-15).
- [6]“石仏情報学会”. <https://sekibutsu.info/>, (参照 2022-1-15).
- [7]“地藏プロジェクト”. <https://github.com/code4history/JizoProject/wiki>, (参照 2022-1-15).
- [8]“地藏プロジェクト (成果公開サイト)”. <https://code4history.dev/JizoProject/>, (参照 2022-1-15).
- [9]“月待ビンゴプロジェクト”. <https://moon.sekibutsu.info>, (参照 2022-1-15).
- [10]“月待塔オープンデータ by 月待ビンゴ”. <https://github.com/midoriit/tsukimachito>, (参照 2022-1-15).
- [11]“月待ビンゴ攻略マップ”. <https://moon.sekibutsu.info/map/>, (参照 2022-1-15).
- [12]“月待塔ヒートマップ”. <https://moon.sekibutsu.info/map/heatmap.html>, (参照 2022-1-15).
- [13]“月待塔時系列マップ”. <https://moon.sekibutsu.info/map/timeseries.html>, (参照 2022-1-15).
- [14]小池 隆. 深層学習を用いた石造物の検出と分類. 研究報告 人文科学とコンピュータ, 情報処理学会, Vol.2021-CH-126, No.3
- [15]篠田 浩輔, 小池 隆. 石造物 3D アーカイブプロジェクト—その手法と可能性—. 研究報告 人文科学とコンピュータ, 情報処理学会, Vol.2020-CH-122, No.7
- [16]“Wikimedia Foundation Mission”. <https://wikimediafoundation.org/about/mission/>, (参照 2022-1-15).
- [17]“令和館林石造物悉皆調査”. <https://github.com/code4history/TatebayashiStones/wiki>, (参照 2022-1-15).
- [18]“群馬歴史資料継承ネットワーク (ぐんま史料ネット)”. <https://www.facebook.com/GunmaSiryoNet/>, (参照 2022-1-15).
- [19]“令和館林石造物悉皆調査 (成果公開サイト)”. <https://code4history.dev/TatebayashiStones/>, (参照 2022-1-15).
- [20]“汎用文化財データ管理ツール「Torii (鳥居)」”. <https://github.com/code4history/Torii/>, (参照 2022-1-15).
- [21]“年号推定フォーム「Harumi (春海)」”. <https://code4history.dev/Harumi/>, (参照 2022-1-15).
- [22]“車載カメラと AI による路傍の石造物調査”. <https://stone.midoriit.com/>, (参照 2022-1-15).