

写真資料のクラウドアノテーションシステムの開発： 『渋沢栄一伝記資料』別巻第10を事例に

橋本雄太（国立歴史民俗博物館） 金甫榮（渋沢栄一記念財団） 中村覚（東京大学）
小風尚樹（千葉大学） 井上さやか 茂原暢（渋沢栄一記念財団）
永崎研宣（人文情報学研究所）

概要：近代の写真資料のデジタル公開が進みつつあるが、その効果的な活用には撮影場所や被撮影者の名前などセマンティックな情報の構造化が欠かせない。本研究では『渋沢栄一伝記資料』別巻第10に収録された700点あまりの写真を対象に、写真資料のクラウドアノテーションシステム「渋沢栄一フォトグラフ」を開発した。このシステムは写真に写った人物のタグ付け、撮影場所の特定、文字情報の翻刻、関連する写真のアップロード、文献情報の登録などをサポートし、写真資料の活用を寄与する情報を構造化して付与する。クラウドソーシングによる大規模なデータ付与を可能にするため、このシステムは教育学の手法のひとつである「協調学習」の仕組みを応用している。

キーワード：クラウドソーシング、渋沢栄一伝記資料、IIIF、アノテーション

Shibusawa Eiichi Photograph: A Crowdsourced Annotation Platform for Shibusawa's *Denki shiryō*

Yuta Hashimoto (National Museum of Japanese History) Boyoung Kim (Shibusawa Eiichi Memorial Foundation) Satoru Nakamura (University of Tokyo) Sayaka Inoue / Toru Shigehara (Shibusawa Eiichi Memorial Foundation) Kiyonori Nagasaki (International Institute for Digital Humanities)

Abstract: Although the digitization of modern photographic material has been accelerating, it is essential for the effective use of these materials to digitize the semantic information such as the location where the picture was taken and the name of the person photographed. In this study, we have developed “Shibusawa Eiichi Photograph”, a crowd-annotation system that aims to annotate over 700 pictures included in the supplementary volume 10 of *Shibusawa Eiichi Denki Shiryō*. This system supports the tagging of people in photographs, identification of locations where photographs were taken, transcription of textual information, uploading of related photographs, and registration of bibliographic information. The system is designed according to a pedagogical method called “collaborative learning” to enable crowd annotation through citizen participation.

Keywords: Crowdsourcing, Shibusawa Eiichi, IIIF, Annotation

1. はじめに

近年、古写真資料のデジタルアーカイブ化が急速に進展しつつある[1,2,3]。また最近では IIIF (International Image Interoperability Framework) [4] に準拠した写真資料の公開も一般化しつつある [5, 6]。一方で、膨大な点数が残る写真資料を研究資料として有効に利用するためには、写真画像そのもののデジタル化のみならず、写真資料の内容を記述する種々のセマンティックな情報を構造化して記述することも同様に重要である。たとえば写真の撮影日時や撮影場所、写真に写り込んだ人物の名前や文字情報の翻刻などがそうした情報に含まれる。写真資料にこれらの情報を付与する主な手段は、人手により資料に「アノテーション」を施すことであるが、膨大な点数の写真資料に適切なアノテーションを付与するには多大な労力が必要である。一方、近年は、人手による作業が必要となる大量の資料

のデジタル化においてクラウドソーシングが広がりを見せており、これを組み込んだワークフローを採用する事例が人文学をはじめとする研究向けの資料についても増えつつある [7,8]。写真資料についても、アノテーションの作業にクラウドソーシングを導入することが考えられる。

本研究の目的は、このような写真資料のクラウドアノテーションを実現するシステムを実際に構築し、その有用性を評価することである。本研究ではアノテーションの対象として『渋沢栄一伝記資料』別巻第10に収録された700点あまりの写真資料を使用する。

『渋沢栄一伝記資料』（以下『伝記資料』）は、全68巻（本編58巻、別巻10冊）、約48,000ページにわたる膨大な資料集であり、日本近代史、経済史研究の基礎資料であることからデジタル化によるオープンアクセス化が進められている。本編（索引を除く57巻）は2016年から [9]、別巻第1、第2は2021年春から「渋沢栄一

ダイアリー」[10]としてインターネット上で公開されたが、残りの別巻第3~第10及び本編の索引巻である第58巻は未公開のままである。このうち別巻第10には、渋沢栄一の一生を追う形で前期、中期、後期、また、諸影、邸宅、永眠、記念事業という構成で写真がまとめられている。そこには、人物やもの、風景だけでなく、文書や石碑のような文字情報も多く含まれており、日本の近代史研究に資するテーマが多く秘められているといえる。

こうした資料の性質を踏まえて、本研究では『伝記資料』別巻第10に収録された700点あまりの写真資料を対象に、クラウドソーシングによって次の2種類の作業を実施する。第一は、写真の撮影場所や写真に登場する人物など、写真資料の整理と検索性向上に役立つ情報をアノテーションとして写真資料に付与する作業である。第二は、写真に関連する文献や撮影場所の現在の姿など、写真資料の内容理解に寄与する情報を同様にアノテーション情報として蓄積する作業である。以下ではこれらの作業を「タスク」と総称する。

2. 関連研究

膨大な点数の写真資料のアノテーションをクラウドソーシングにより実現するアイデアは新しいものではない。たとえばシチズンサイエンスのプラットフォーム Zooniverse[11]では、19-20世紀のシベリアで撮影された古写真を市民参加により分類するプロジェクト Siberian Photographs[12]や20世紀米国で流通した絵葉書を市民参加によりタグ付けするプロジェクト Postcard Tags[13]が進行中である。2019年にはユネスコが、同機関の所蔵する5,000点の写真資料の翻刻をボランティアと協働して実施するプロジェクトを発表した[14]。また、古写真と同一構図の写真をモバイルデバイスで撮影し、撮影場所の推定や災害研究への応用をめざす「メモリーグラフ」[15]という取り組みもある。

3. 課題と手法

上に挙げたような成功事例も知られる一方で、いまもって学術領域のクラウドソーシングを成功に導くことは非常に困難である。これはクラウドソーシングを実現するにあたって、次のような課題を解決する必要があるためである。

- (1) **多数の参加者の動員** 膨大な分量のタスクを実施するために多数の市民を参加者としてクラウドソーシングのプラットフォーム上に集める必要がある。
- (2) **継続的参加のための動機づけ** 多数の参加者の関心を一時的に惹いただけでは十分ではなく、大量のタスク実施には長期

間作業に従事してもらう必要がある。そのためにはプロジェクトに継続的に参加する動機を与えることが不可欠である。

- (3) **作業成果の品質管理** プロジェクトに参加する大多数の市民は必ずしも関連分野の専門家ではないため、プロジェクト成果物の品質を担保するには特別な工夫が必要になる。

これらの課題に対するアプローチとして、本研究では、教育学における「協調学習 (collaborative learning)」の手法を応用する。協調学習とは、複数の学習者が意見を交換し、協力し合いながら解を導こうとする学習形態のことである。教師から学習者へと一方向的に知識が教授される伝統的な「一斉教授」の形態と比較して、協調学習には次のような利点が存在すると説明される[16]。

- (1) 社会的刺激による学習の動機付けの強化
- (2) 学習形態の多様化
- (3) 社会的相互作用による学習の実現
- (4) 他者への説明を通じた学習者の知識の洗練化

協調学習とは一種の総称であり、実際には「ジグソー法」など多種多様な教育手法が協調学習というラベルのもとに実践されているが[17]、おおむね次の条件を満たす教育実践が協調学習とみなされるようである。

- (1) 学習者間のコミュニケーションが可能である
- (2) 学習者間において知識やスキルの水平的な共有を実現される
- (3) 問題解決にあたって学習者間の協働が可能である

本研究では、上の3条件が達成されるようにクラウドソーシングシステムを構築する。つまり、写真資料のアノテーション作業を通じて、参加者間に協調学習のプロセスが発生するようにシステムを設計する。

協調学習のプロセスをクラウドソーシングに取り入れる利点は四つある。第一に、システムを「学習サービス」として公開し、幅広い参加者を動員することが可能になる。第二に、一般に長期的プロセスである学習を組み込むことで、参加者の継続的参加が期待できる。第三に、参加者の相互協力を成果物の相互チェックの手段として利用することで、クラウドソーシングの成果物の品質向上に役立てることができる。第四に、クラウドソーシング参加者に知識やスキルの習得という明確なメリットが生まれる。

4. アノテーションシステムの実装

本研究で構築した渋沢栄一写真資料のクラウドアノテーションシステム「渋沢栄一フォトグラフ」について、資料のアノテーションに関わる機能と実装の過程を説明する。協調学習に関わる機能については次節で述べる。

4.1. 写真データの準備

『伝記資料』別巻第10は328ページからなる。写真資料は各ページに複数枚掲載されており、写真にまつわる渋沢栄一に関する説明文に加え、各写真には通し番号と短いキャプションが付されている。別巻第10のページの例を図1に示す。

クラウドアノテーションシステムは Web アプリとして構築するため、実装にあたってまず写真資料そのものを Web 上でアクセス可能にする必要がある。そこで、すでにページごとにデジタルスキャンされている『伝記資料』別巻第10の各ページ画像を IIIF Image API[18]対応の画像サーバーでホストした。これにより、別巻第10の各ページが IIIF Image API 形式で参照可能になった。

ただし、図1に示したように写真資料は各ページに複数枚掲載されており、個々の写真画像への参照を可能にするには、ページ画像中に写真画像が占める位置を特定する必要がある。そこで Google が提供する機械学習サービスの AutoML Vision[19]を用いて、写真画像の切り出し位置を認識するモデルを構築した。AutoML は機械学習モデルの設計・構築を自動化するサービスで、モデルの構築に必要な種々のハイパーパラメータを、タスクや教師データに合わせて自動的に設定する。本研究では、30点の座標特定済み写真を含む18枚のページ画像を教師データとして機械学習モデルをトレーニングし、このモデルを用いて328枚のページ画像に含まれる写真資料の位置座標を予測した。AutoML のモデルは概ね正しく位置を特定したが、一部で誤認識が見られた。そこで予測結果を手動で補正する Web システムを構築し、全体の3割程度の予測結果を修正した。

なお、この補正システムも含めて本研究で構築したシステムは、いずれもフロントエンド JavaScript フレームワークである Vue.js[20]と Google が運営する BaaS (Backend as a Service) である Firebase[21]を使用して開発した。

4.2. 写真資料と説明文のビューワ

次に、写真資料と説明文を閲覧するためのビューワ機能を構築した。写真資料の説明文は、渋沢栄一記念財団の過年度の事業を通じて全文デジタルテキスト化が完了しており、表示テキストにはこのデータを加工して利用した。ビューワ

ワでは、別巻第10の構成通り、写真資料と説明文が交互に表示される(図2参照)。各写真資料にはキャプションとアノテーション件数が表示され、ここから資料のアノテーション画面に遷移することができる。

4.3. アノテーション機能の概要

本システムで参加者が実施するのは次の6種類のタスクである。

- (1) 写真に登場する人物の特定
- (2) 写真の撮影場所の特定
- (3) 文字情報の翻刻
- (4) 建造物や風景などの現在の写真の投稿
- (5) 写真の内容に関する文献情報の登録
- (6) 写真に内容に関するコメントの投稿

タスクの作業結果は写真資料への「アノテーション」として記録・共有される。上記のうち(1)から(3)は、作業の完了・未完了状態を判定できる「完了可能な」タスクである。他方で(4)から(6)は、正解を持たず、特定時点で完了することのない「オープンな」タスクであるといえる。そこで「渋沢栄一フォトグラフ」では、各写真資料の(1)から(3)のタスクの完了状態を作業進捗の指標として用いた。別巻第10の700点あまりの写真資料に対して、(1)から(3)の作業が完了すれば、クラウドソーシングとしての本プロジェクトは完了したことになる。

4.4. 写真に登場する人物の特定

以下では個別のタスクについて説明する。

別巻第10には、栄一本人の肖像写真を含む多数の人物写真が収められている。各写真に登場する人物を特定することは、渋沢栄一を取り巻く社会ネットワークの把握に役立つ。

人物の特定は、単純に人名をテキストとして入力するのではなく、識別子を有する何らかの典拠データへのリンクとして表現されることが望ましい。「渋沢栄一フォトグラフ」では、「渋沢栄一ダイアリー」ですでにデータベース化された人物情報を典拠データとして使用した。「渋沢栄一フォトグラフ」の参加者は、写真資料中から人物の顔の位置を選択し、該当する人物を人物データから検索してリンクすることができる(図3参照)。ただし人物データベースに当該人物の情報が収録されていない場合は、参加者自らが人物についての情報を収集し、システム管理者に人物データベースへの登録を依頼することができる。システム管理者による承認手続きを経ると、当該人物の選択が可能になる。

4.5. 撮影場所の特定

人物と同様に、別巻第10には多数の風景写真や建造物の写真が収められている。本システムではこうした写真の撮影場所を地図から特定し、

アノテーションとして付与することができる（図 4 参照）。また、地理情報システム GeoLOD[22]から地名を検索し、その緯度経度を用いることも可能である。

撮影場所の特定結果の一覧を地図上にプロットするページも用意されている。こうした可視化は渋沢栄一の足跡を地理的に把握する上で役立つ。

4.6. 文字情報の翻刻

別巻第 10 には文書など文字情報を含む写真も多数収録されており、資料の検索性向上のためにはそれらを翻刻しておくことが望ましい。本システムには文字情報の翻刻を入力するための簡易エディターが附属しており、参加者は翻刻をアノテーションとして入力できる。また、地図など文字情報をひとつなぎのテキストとして表現しにくい資料の場合は、写真資料中の領域を選択して翻刻を「埋め込む」ことも可能である。

4.7. 建造物や風景などの現在の写真の投稿

別巻第 10 には渋沢栄一の邸宅をはじめ多数の建造物や風景写真も全集に収録されており、建築史の観点からも興味深いものを含んでいる。本システムでは、こうした建造物や風景の現在の姿を参加者が撮影し、アップロードすることができる。

アップロード時には撮影者名と撮影日の入力が必要で、アップロードされた写真は CC BY-SA ライセンスで公開される。全参加者の投稿写真を時系列順に一括表示するページも用意されている。

4.8. 写真の内容に関連する文献情報の登録

参加者は写真の内容に関連する書籍、論文、Web ページの情報を登録することができる。登録した文献情報はインデキシングされ、一覧ページにて閲覧と検索が可能になる。

4.9. 写真の内容に関連するコメントの投稿

写真の内容に関連するコメントを投稿することも可能である。コメントは参加者間の自由なコミュニケーションに利用することが意図されている。

5. 協調学習を実現するためのデザイン

以下では、本システムにおいて参加者間の協調学習を促すために導入した設計上の工夫と、その期待される効果について述べる。

5.1. アクティビティの記録

本システムでは、写真資料へのアノテーションを含む参加者による全アクティビティはすべて記録され、「作業履歴」タブから参照可能になる。また、アノテーションを付与する際には常

にその理由や典拠をコメントとして残すことが求められる。

人物や撮影場所の特定などアノテーション作業には写真資料に関わる背景知識が求められることがあるが、参加者の判断理由をコメントとして記録しておくことで、暗黙知が明示化され、他の参加者がその知識を習得することが可能になる。

5.2. アクティビティの共有

参加者のアクティビティは作業履歴タブで表示されるだけでなく、全参加者共通のタイムライン画面とプッシュ型の通知機能を通じて他参加者に共有される（図 5 参照）。タイムライン画面は参加者のアクティビティを時系列順に表示するものであり、通知メニューは過去に参加者がアノテーションを付与した写真資料の更新情報を表示するものである。

参加者間のアクティビティ共有を促進することで期待される効果は 2 点ある。ひとつはコメントに記述された知識（典拠情報や判断プロセス）が参加者間で水平伝播することであり、いまひとつは参加者に社会的刺激をもたらすモチベーション向上に繋げることである。

5.3. 参加者間の協働

難易度の高いタスクを実行するにあたって、参加者はコメントや「議論」タブを通じて他参加者の助言を求めることができる（図 6 参照）。また、アノテーションの内容は誰でも上書き可能である。たとえば参加者間の議論を通じて写真の撮影場所の推定地点が誤っていることが判明すれば、場所情報の修正が可能である。

このように複数参加者がコミュニケーションを取り協働することで、アノテーションの内容が多重チェックを受け、作業成果の品質向上に寄与することが期待される。

5.4. 相互評価に基づく競争

参加者の全アクティビティには、SNS 等一般的な「いいね」を付与することができる。受け取った「いいね」の総数は記録され、サイトトップ画面にてランキング形式で表示される（図 5 参照）。

クラウドソーシングにおけるランキングの導入は「ゲーミフィケーション」と呼ばれ、参加者の競争意欲を刺激することで参加者のモチベーション向上を促す手法として一般的である。

「渋沢栄一フォトグラフ」では、ランキングの指標を参加者間の相互評価に限定しているが、これは参加者の競争意欲が自然に利他的行動・協力的行動に繋がることが意図されている。



図 1. 別巻第 10 のページ画像の例

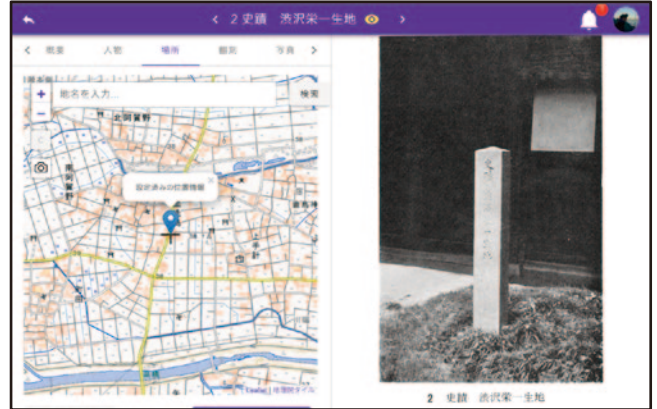


図 4 撮影場所の設定画面



図 2 写真資料および説明文のビュー



図 5 作業履歴のタイムライン表示



図 3 タグ付け対象の人物の選択画面



図 6 「議論」タブを介した参加者間の情報交換

6. おわりに

最後に本研究の課題と展望を述べる。本稿を執筆している2021年10月時点で「渋沢栄一フォトグラフ」は公開されておらず、一般の参加者によるアノテーションはまだ実施されていない。本システムの有用性を評価するためには、システムを一般公開し、次のような情報を収集する必要がある。

- (1) 参加者数やアノテーションの実施件数など参加動向を示す各指標
- (2) 位置情報や翻刻テキストの正確性など作業成果の品質を示す各指標
- (3) 参加者の参加動機や社会的背景などについてのアンケート結果
- (4) アンケート結果の分析にもとづくアノテーション作業によって得られた教育効果

本研究では『渋沢栄一伝記資料』別巻第10の収録写真を対象としたシステムを構築したが、写真資料のクラウドアノテーションの手法自体は任意のジャンルの資料群に適用可能である。そこで将来的な展望として、「渋沢栄一フォトグラフ」を任意の写真資料群に適用可能なプラットフォームへと拡張することが考えられる。この拡張版システムでは、別巻第10収録の写真資料のアノテーションは一個の「プロジェクト」として扱われ、複数のアノテーションプロジェクトが並行してプラットフォーム上で進行することになる。このように特定テーマに特化した参加型システムから一般的なプラットフォームへと成長した事例には Zooniverse や「みんなで翻刻」がある。

本稿の冒頭で触れた通り写真資料のデジタル化は急速に進展しつつあり、写真資料一般を扱うプラットフォームの存在は今後の人文科学研究にとって重要性を増していくものと思われる。

謝辞

本研究は2021年度国立歴史民俗博物館総合資料学奨励研究「市民参加型プラットフォームによる写真資料のデータ構築と活用」の支援を受けたものです。

参考文献

- [1] “東京国立博物館古写真データベース”. https://webarchives.tnm.jp/infolib/meta_pub/G000002070607HP/, (参照 2021-10-31).
- [2] “東京大学史料編纂所古写真データベース”. <https://wwwap.hi.u-tokyo.ac.jp/ships/shipscontroller/>, (参照 2021-10-31).
- [3] “日本古写真グローバルデータベース”. http://oldphoto.lb.nagasaki-u.ac.jp/global/top/jp_top.php, (参照 2021-10-31).
- [4] “International Image Interoperability Framework (IIIF)”. <https://iiif.io/>, (参照 2021-10-31).
- [5] “華北交通アーカイブ”. <http://codh.rois.ac.jp/north-china-railway/>, (参照 2021-10-31).
- [6] “東京大学総合図書館所蔵写真帖『東京帝國大學』”. <https://iiif.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/repo/s/shashincho/page/home>, (参照 2021-10-31).
- [7] “Transcribe Bentham”, <https://www.ucl.ac.uk/bentham-project/transcribe-bentham> (参照 2021-10-31).
- [8] “みんなで翻刻”, <https://honkoku.org/>, (参照 2021-10-31).
- [9] “デジタル版『渋沢栄一伝記資料』”. <https://eiichi.shibusawa.or.jp/denkishiryu/digital/main/>, (参照 2021-10-31).
- [10] “渋沢栄一ダイアリー”. <https://shibusawa-dla.github.io/app1/>, (参照 2021-08-21).
- [11] “Zooniverse”. <https://www.zooniverse.org/>. (参照 2021-10-31).
- [12] “Siberian Photographs”, <https://www.zooniverse.org/projects/gievon/siberian-photographs-cap-dot-bl-dot-uk-project-eap016>, (参照 2021-10-31).
- [13] “Postcard Tags”. <https://www.zooniverse.org/projects/newberry/postcard-tag>, (参照 2021-10-31).
- [14] “DIGITIZING OUR SHARED UNESCO HISTORY Project for safeguarding and promoting UNESCO's documentary heritage”. <https://digital.archives.unesco.org/en/collection/photos/?mode=gallery&view=horizontal&sort=random%7B1634793873036%7D%20asc>, (参照 2021-10-31).
- [15] 北本 朝展. メモリーグラフ：景観の時間変化をアーカイブする新しい写真術. デジタルアーカイブ学会誌. 2020, 4 巻, 2 号, p. 124-127.
- [16] 岡本敏雄編著. インターネット時代の教育情報工学1. 森北出版. 2000 年.
- [17] Dillenbourg, Pierre. “What Do You Mean by Collaborative Learning?” In *Collaborative-Learning: Cognitive and Computational Approaches*, 1–19. Oxford: Elsevier, 1999.
- [18] “IIIF Image API 2.1.” <https://iiif.io/api/image/2.1/>, (参照 2021-10-31).
- [19] “Google AutoML Vision.” <https://cloud.google.com/vision/>, (参照 2021-10-31).
- [20] “Vue.js”. <https://vuejs.org/>, (参照 2021-10-31).
- [21] “Firebase”. <https://firebase.com/>, (参照 2021-10-31).
- [22] “GeoLOD”. <https://geolod.ex.nii.ac.jp/>. (参照 2021-10-31).