口頭発表

2025年11月1日(土) 16:00 ~ 17:40 | C会場(共通教育棟 D21番教室)

[C4] 歴史・考古

司会：薄井 宏行

16:00 ~ 16:20

[C4-01] 中国･福建省･古城の３Ｄモデルの自動生成

*杉原 健一[1]、沈 振江[1]、滕 瀟[1]、村瀬 孝宏[2] (1. 金沢大学 理工研究域・環境デザイン学系、2. 中京学院大学　短期大学部)

16:20 ~ 16:40

[C4-02] 外邦図の画像識別による朝鮮半島の環境変遷の分析

*式見 悠一朗[1]、中谷 友樹[1]、関根 良平[1]、磯田 弦[1] (1. 東北大学)

16:40 ~ 17:00

[C4-03] 古地図にみる景観分析に基づく近世大井集落の空間認識

*磯野 綾[1] (1. 千葉工業大学)

17:00 ~ 17:20

[C4-04] デジタルアーカイブとGISの連携による博物館機能の拡張可能性－小樽市総合博物館所蔵『兵庫写真コレクション』の事例－

*蟬塚 咲衣[1,2] (1. 北海学園大学大学院文学研究科、2. 小樽市総合博物館)

17:20 ~ 17:40

[C4-05] 近世絵画史料『公余探勝図巻』の視点場推定－地形解析による柿木村南望の再検討と青羽根村南望の推定－

*片岡 勲人[1] (1. 東海大学)

©一般社団法人地理情報システム学会

中国･福建省･古城の３Ｄモデルの自動生成

杉原　健一*･沈　振江･滕　瀟***，村瀬　孝宏*****

Automatic Generation of a 3D Model of an Ancient Castle in Fujian, China

Kenichi Sugihara*, Zhenjiang Shen**, Xiaoruy Tang***, Takahiro Murase*****

Abstract: In this study, we focus on the automatic generation of architectural structures with curved roofs, which are commonly found in many temples and castles in Japan and China. It is said that, at the time, such curved roofs were constructed by master carpenters using the catenary curve formed by hanging a string as a reference. In previous studies, curved roofs were automatically generated by combining multiple roof boards—thin, rectangular, flat elements—into an overall curved shape. However, the program required to compute the width, inclination, and control point positions of each roof board became enormous and highly complex. In this study, in order to generate small-scale castle architecture in China, we propose constructing the roof using only two roof boards, which are controlled by four "control points" located at the edges of the boards. By adjusting the heights of the supporting columns and walls in the longitudinal direction according to these control points, we successfully generate a roof curved along the longitudinal axis and realize a seamless structure without gaps.

Keywords: 自動生成（automatic generation），３Ｄモデル（3D model），古代建築（ancient building），湾曲屋根（curved roof），中国古代城（Chinese vernacular castle）

１．はじめに

本研究では，図１に示すようなプロセスで，中国福建省の古城，特に「湾曲した屋根を持ち，中央に扉のない広間と祭壇のある古代建築」を自動生成するプログラムを開発した．これまでの研究(2013, 2016)と同様に，この３次元モデルの元になるのは図-１左の城全体を上空から撮影したオルソ画像である．GIS 上でオルソ画像上に建物境界線を描き，それに建物階数，種別などの属性情報を関連付け，自動生成の第二のプロセスである「GIS モジュール」にて，建物境界線が直角建物ポリゴンの場合は，それを互いに直交する長方形の集まりにまで分割，整形し，「CG モジュール」にて，各長方形の上に Box 形状の建物本体と屋根を配置して３次元建物モデルを自動生成する．ここで，３次元モデルを生成する意義として，発掘調査，考古学において，掘立柱の遺構と他の断片的な物証である遺物を分析し，建物などの上部構造である「上物」を推定，復元するが，そのとき，復元案が研究者によって異なり，往々にして，正確さを欠き，誤った思いこみの原因につながる．そこで，３次元ＣＧを用いて，上物の３次元モデル化を行い，議論を重ねれば，よりよい復元案につながる．また，遺跡や遺構は公共財であり，その情報公開は行政にとって必要なことであり，発掘調査の地図だけでなく，上物を復元する３次元モデルは分かりやすく，観光促進にも役立つと考えられる．このとき，「古代建築物」を復元するには，調査発掘企業が製作する地図や航空写真，古地図などの地図情報に基づき，主に，Maya，3dsMax や Rhino などの３次元ＣＧソフトを用いて，膨大な手作業にて，古代建築物を製作する．そこで，本研究では，その膨大な手作業を省くために，地図情報に基づき「古代の３次元モデルを自動生成するシステム」の開発を行うこととした．

２．既往の研究

現在，存在しない古代建築物を，ドローンなどのリモートセンシングの技術を用いて，その３次元モデルを復元することはできない．そこで，製作ルールで建物モデルを自動生成する「手続き型モデリング(Procedural Modeling) 」が，Müller ら(2006)によって研究され，ArcGIS CityEngine として，商品化もされた. Saldana(2015)は，この CityEngine を使って，ローマやヘレニズム時代の都市環境を３次元復元した．CityEngine では，モデリングを手順化，プログラミングすることで行われ，「ローマ都市製作ルール(Roman City Ruleset)」を構築し，古代ローマの自由民が住んだ住宅“ドムス（domus)”を街路に沿って，街路にあうように敷地や建物を生成した．ローマ都市の３次元復元では，都市を構成するもの(Temple,

*　会員　　金沢大学　理工研究域　環境デザイン学系　研究協力員 (Kanazawa University)
〒920-1192 金沢市角間町 E-mail: mjsbp812@yahoo.co.jp
**　非会員　金沢大学　理工研究域　環境デザイン学系 (Kanazawa University)　shenzhe@t.kanazawa-u.ac.jp
***　非会員　金沢大学　理工研究域　環境デザイン学系 (Kanazawa University)　tang.xiaoruy@gmail.com
****会員　中京学院大学　経営学部 (Chukyo Gakuin University)　murase@chukyogakuin-u.ac.jp

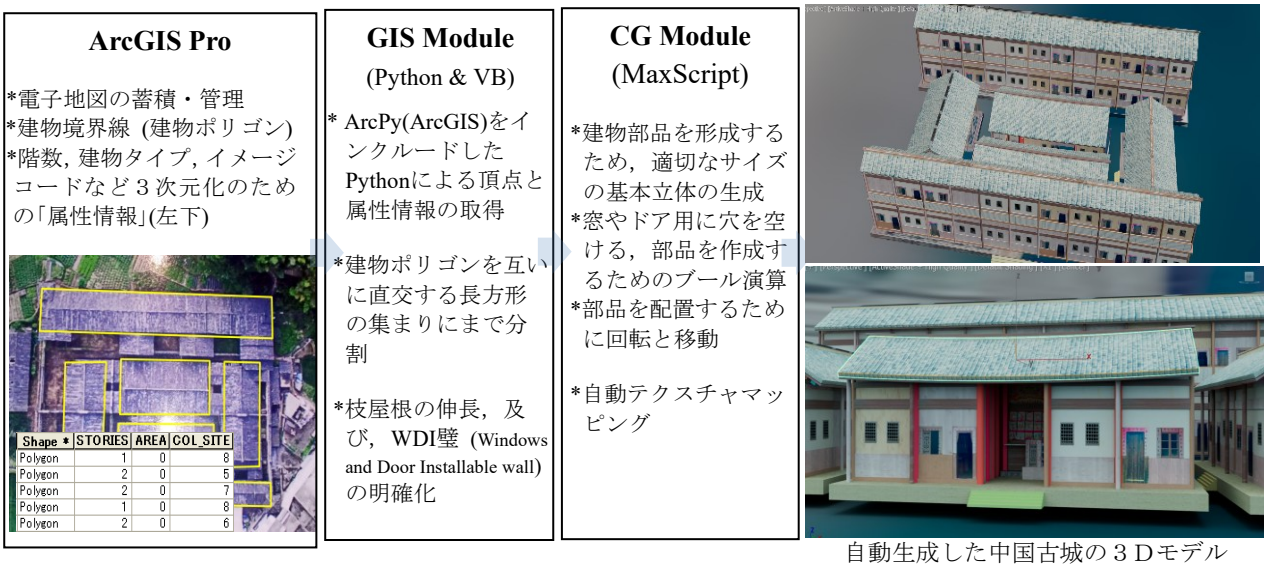


図１　自動生成システムの構成と３Ｄモデルの自動生成のプロセス

basilica，portico，Stadium/Theater 等)を全て復元し，その復元案が考古学者，建築史学者の考察や議論を引き起こし，よりよい復元案を導いた．

この手続き型モデリングにおいて，GIS が蓄積管理する電子地図から「建物境界線」を取り込んで，彼らの製作ルールにおいて，基本製作ルールに分類する．もし，「非直角建物ポリゴン」など，それができない形状であれば，ポリゴンの各辺がポリゴン内部方向に，自分自身に平行に一定速度で縮小するとき，各頂点の軌跡を辿ることで得られる「直線状の骨格(straight skeleton)」を利用するストレートスケルトン手法(1995)を用いて，非直角建物ポリゴンに対しても，屋根付き３次元建物モデルを自動生成する．但し，生成されるモデルは２次元図形を押し出し，スイープして得られる３次元モデルなため，柱や壁板，屋根板，屋根下構造物などを持たない表面モデル(surface model)である．

３．湾曲した屋根の自動生成

図 2(a)，(b)は，中国 福建省東部の湾曲した屋根を持つ古城の正面の写真と柱と柱の間の単位壁で右にドア，左にドアがある場合の写真と自動生成した３次元建物モデルを示す．中国古城の屋根は「平ら」ではなく，わずかに「湾曲」している．屋根の上部は傾斜が急で，下部はより緩やかな傾斜で，雨水がすばやく流れ落ちるようになっている．昔の職人たちは，このわずかに湾曲した屋根の断面形状を，両端を固定して垂らした糸の曲線を目安として決めたとされる(糸張り法)．この曲線は「カテナリー(懸垂曲線)」(2025)と呼ばれ，建築や土木において，例えば，橋やアーチの設計において，力が曲げモーメントを生じさせないようにするため使用されている．

この城の屋根の頂部にある「大棟(main ridge)」は，「桁行方向(長手方向)」に「湾曲」している．ここで「桁行方向」とは，建物を上から見たときに，その長方形の建物境界線の長辺に平行な方向を指し，それに垂直な方向は「梁行方向(短手方向)」としている．このように中国の伝統建築物の「大棟」は上向きに湾曲しており，それに伴って屋根も上向きに湾曲している．特に紫禁城などに見られる屋根は，縁に向かって上に反った独特の湾曲を特徴とし，その造形美が重視されている．

屋根は桁行方向に湾曲しているので，支える柱や壁の高さが同じであるとすると，湾曲によって隙間ができてしまう．これを是正するため，建物の東端および西端で屋根を支える柱や壁の高さを，中央部分の柱や壁よりもわずかに高くして隙間ができないようにする必要がある．自動生成プログラムにおいては，湾曲の度合いに応じて両端の柱および壁の高さに「補正値」を加え，湾曲した屋根板の最も低い部分が柱や壁の頂部と正確に合うようにしている．「補正値」は以下のように算出する．

図 3 では，長さ 10m で厚さ 2cmの薄い直方体に３次元ＣＧソフトである 3ds Max において，「ベンド(Bend)」モディファイヤを適用し，X 軸(桁行方向)に沿って曲げ角度

表 1『曲げ角度(BendAngle) 』に対する『屋根端の中心位置の測定 Z 値』，および『柱の高さ補正値』

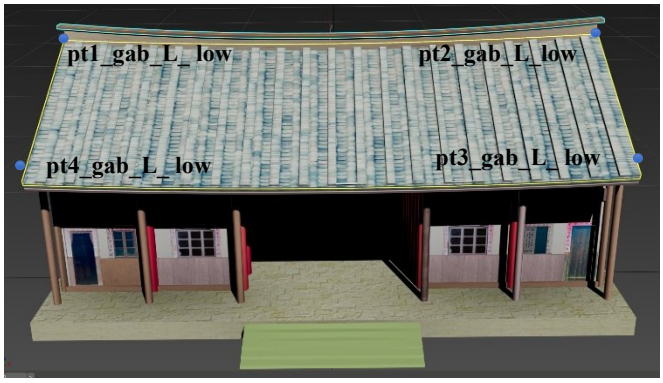
曲げ角度 (BendAngle)	屋根端の測定 Z 値 (Z value of the measured center of the roof end)	柱長の補正値 (Pillar height correction value)	補正値の変化 (The change in the correction value)
0	0.011		
2	0.055	0.044	
4	0.097	0.086	0.042
6	0.141	0.13	0.044
8	0.185	0.174	0.044
10	0.229	0.218	0.044
12	0.272	0.261	0.043
14	0.316	0.305	0.044



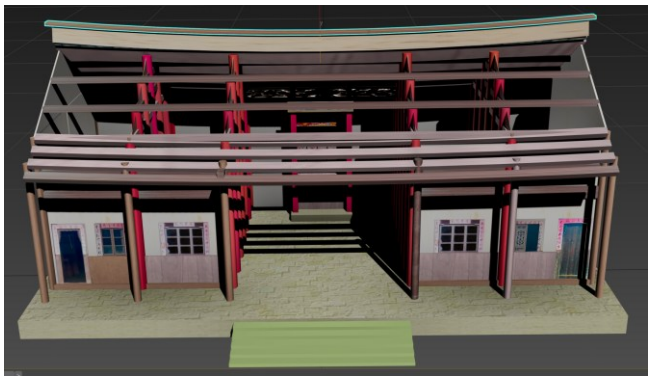
(a) 中国 福建省 東部の屋根が湾曲した古城の写真



(b) 柱と柱の間の単位壁で右にドア，左にドアがある場合



(c) 上から見て下側の切妻屋根板の４つの制御点(pt1,2,3,4)



(d) 屋根板を消して，柱，梁，桁，壁を表示した図

図２　中国 福建省東部の古城の写真と自動生成された３次元建物モデル

を 0 度から 150 度まで 5 度刻みで変化させた結果を示す．図 3(a)は「ベンド」モディファイヤを適用した一連の薄い直方体の透視投影図を示しており，図 3(b)は直方体群の正面図を示している．

湾曲屋根の東西両側を支える柱の高さを補正するためのデータを表 1 に示す．図中には，「ベンド」モディファイヤによる「BendAngle(曲げ角度)」，図 3(b)における屋根端の中心位置の測定 Z 値(高さ), そして「柱の高さ補正値」が次のように計算されている：

0.044 = 0.055 - 0.011，0.086 = 0.097 - 0.011，….

ここで，「0.011」は屋根板の厚さの半分を表している．

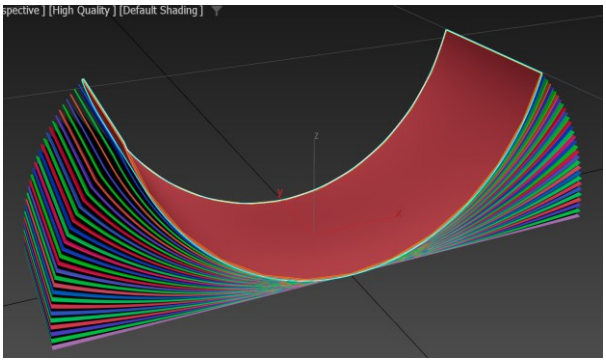
４．４つの制御点で屋根板の位置決め

これまでの研究(2009)で, 仮想空間上に屋根が湾曲した古代建築物である美濃国分寺を復元する３次元モデルを自動生成した．その大きな屋根は，湾曲していない薄い複数の直方体の屋根板を組み合わせて構築した．実際の古代建築物も湾曲した屋根は，湾曲していない薄く，幅が狭い複数の屋根板を巧みに組み合わせて製作される．しかし，３次元モデル生成のプログラミング(2009)において，この「複数の直方体の屋根板の組み合わせ」で，湾曲した屋根を構築するには，隣りあう屋根板が調和するように，個々の屋根板の幅，傾き，制御点の位置を調整する必要があり，調整するものの数が増えて，制御が複雑になる．そこで，本研究では，特に小規模な城の屋根を，複数枚の屋根板で構成するのではなく，南向き，北向きの屋根板をそれぞれ１枚で構成し，また，制御を複雑にしないよう，屋根板をその４つの端点で位置決めするようにした．

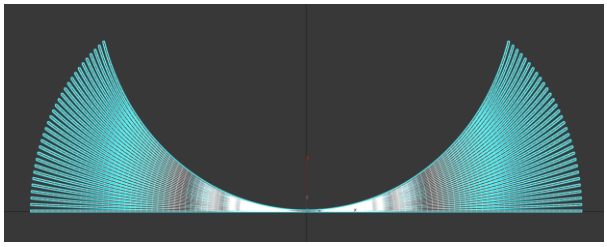
図 2(c)は，2 枚の屋根板を接合して構成する切妻屋根(gable roof)の南向きの屋根板を示す. 屋根板の位置と向きは 4 つの「制御点」(pt1,2,3,4_gab_L_low)によって制御される．ここで「pt1_gab_L_low」とは，切妻屋根板を上から見たとき(即ち，平面図上で)，「下側(_low)」に配置される屋根板の制御点 pt1 を指す．この屋根板は複数の重ね合わせた板で構成され，「pt1_gab_L_low」はそれらの中で最も下にあるもの(_L)を特に指す．これらの点(図 2(c))の座標値は，以下のような３次元位置データ([x , y , z])に設定する．

$$
\begin{aligned}
&pt1_gab_L_low=[-0.5*w_L,\ ext_ed23_41_L*cos(th_rf),\ gab_L_up_p1p2_z]\\
&pt2_gab_L_low=[0.5*w_L,\ ext_ed23_41_L*cos(th_rf),\ gab_L_up_p1p2_z]\\
&pt3_gab_L_low=[0.5*w_L,\ -0.5*w_S,\ h_st]\\
&pt4_gab_L_low=[-0.5*w_L,\ -0.5*w_S,\ h_st] \qquad (1)
\end{aligned}
$$

ここで，$ext_ed23_41_L = thick_L_rf * tan(th_rf)$ とし，辺である edge23 と edge41 は，上部および下部の屋根板間の隙間を埋めるように延長される. *th_rf* は屋根の傾斜角，*thick_L_rf* は最下層の屋根板の厚み，*h_st* は柱の高さ．これまでの研究(2013, 2016)で，分割された四角形の辺は，



(a)「ベンド」モディファイヤを適用した一連の薄い直方体の透視図



(b)「ベンド」モディファイヤを適用した一連の薄い直方体の正面図

図 3　長さ 10m の厚さ 0.02mの直方体に「ベンド(Bend)」モディファイヤを適用，曲げ角度を 0 度から 150 度まで 5 度刻みで変化

長辺(*w_L*)と短辺(*w_S*)に分類し，四角形の頂点は長辺の左上の頂点を「pt1」として，図 2(c)のように時計回りに番号を付ける．

また，式(1)において，

gab_L_up_p1p2_z = tan(th_rf)(0.5*w_S) + h_st + ext_ed23_41_L*sin(th_rf)*

とし，*pt1_gab_L_low* および *pt2_gab_L_low* は最も高い点を示し，*gab_L_up_p1p2_z* はその高さを表わす．

屋根板の位置は 4 つの制御点によって決定されるが，屋根板自体(box オブジェクト)には底面の中心に 1 つだけ制御点があるだけで，簡単に計算できる．

屋根モデルは，その屋根部材を作成し，配置するとき屋根モデルのローカル座標とその中心を 3ds Max の仮想空間の原点および座標軸に合わせて，部材を適切な位置に配置してモデル構築する．そして，屋根モデルは，それが建てられる「基壇」を「親」として設定すると，「子」である屋根モデルの部材は，「親」である基壇に対する相対位置と向きを維持し，「親」に追従して移動･回転できる．図 2(d)は，屋根板を消して，柱，梁，桁，壁などの城の構成要素が自動的に生成され，屋根板の下に正しく配置されていることを示す．

５．まとめ

これまでの研究(2009)で, 美濃国分寺を復元する３次元建物モデルでは，湾曲した屋根は，実在する屋根の構造と同じように複数枚の湾曲していない薄い直方体である屋根板を組み合わせて，自動生成した．しかしながら，屋根を構成する複数枚の屋根板の幅，傾き，屋根板の位置を決める制御点の位置をコントロールするプログラムは膨大で複雑になる．例えば，カテナリー(懸垂曲線)を x 軸方向に等間隔でサンプリングして，屋根板の幅と傾きを算出して，プログラムにデータテーブルとして格納し，それに基づいて，屋根板となる薄い直方体を生成する．次に, 平面図上でこれら屋根板をどう配置するか, 即ち，その制御点をどの線分上に，どう線分を分割する点に置くのかを算出する．特に最下部にある屋根板は，軒部のため延長する必要があり，その場合どのようにその制御点を持ってくればいいのか．これは，軒長として延長する長さを分割する線分の長さで割った値を分割比に加える．さらに，側面図で，その制御点の高さをどのように設定するかなど, プログラミングは複雑となる. そこで，本研究では，屋根を複数枚の屋根板で構成するのではなく，例えば，南向き，北向きの屋根はそれぞれ一枚の屋根板で構成し，一枚の大きな屋根板を，その４つの端点を制御点として，屋根板の平面図上での位置，側面図上での位置を決めることで，中国古城の３次元モデルを自動生成した．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費の研究課題番号：23K04156 と 24K06249 の助成を受けて遂行された．ここに謝意を表する．

参考文献

杉原健一･村瀬孝宏 (2016) 3 次元建物モデルの自動生成のための建物境界線のポリゴン整形，「土木学会論文集 F3（土木情報学)」, 72(2), I_167-I_174.

Marie Saldaña (2015) An Integrated Approach to the Procedural Modeling of Ancient Cities and Buildings, *Digital Scholarship in the Humanities*, Vol30, Pages i148‑i163, https://doi.org/10.1093/llc/fqv013

Müller, P., Wonka, P., Haegler, S., Ulmer, A., and VanGool, L. (2006) Procedural modeling of buildings, *ACM Transactions on Graphics*, pp.614‑623.

O. Aichholzer, F. Aurenhammer and D. Alberts, B.Gärtner (1995) A novel type of skeleton for polygons, *Journal of Universal Computer Science*, 1 (12), 752‑761.

Sugihara,K. (2009) : Automatic Generation of 3-D Ancient Building Models Based on a Digital Map, *22th CIPA The International Sci-entific Committee for Documentation of Cultural Heritage.*

Sugihara,K. and Kikata,J. (2013) Automatic Generation of 3D Building Models from Complicated Building Polygons, *Journal of Computing in Civil Engineering ASCE (American Society of Civil Engineers)*, 27, 476-488. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000192.

Catenary From Wikipedia, the free encyclopedia,(2025) : <https://en.wikipedia.org/wiki/Catenary>

外邦図の画像識別による朝鮮半島の環境変遷の分析
－歴史地図の土地利用・土地被覆のセマンティック・セグメンテーション－

式見悠一朗*・中谷友樹・関根良平***・磯田弦*****

Analysis of Environmental Transformation in the Korean Peninsula through Image Recognition of Gaihozu (the Former Japanese Army Maps)
- Semantic segmentation of land use and land cover in historical maps -

Yuichiro Shikimi*, Tomoki Nakaya**, Ryohei Sekine***, Yuzuru Isoda*****

Abstract: Gaihozu are “maps of external territories” compiled by the former Japanese Army from the Meiji era through the end of the Pacific War, primarily for military and colonial administrative purposes. Because they contain detailed geographic information for parts of the Asia–Pacific where historical sources are scarce, they constitute valuable materials for historical and geographical research. In this study, we target Gaihozu of the Korean Peninsula and apply U-Net to perform semantic segmentation into nine classes—paddy fields, buildings (three subclasses), water bodies, sandy–gravel areas, wetlands, muddy ground, and background. Before training, we conducted georectification to achieve spatial alignment with contemporary geospatial datasets. Training was carried out for 98 epochs; the Dice loss decreased to 0.2, and the mean IoU exceeded 0.6 and remained stable at that level. Going forward, by comparing the historical maps with present-day maps, we aim to quantify how conversions from low-lying and paddy areas to urban land have influenced current urban disaster vulnerability.

Keywords: 歴史地図（historical map），セマンティック・セグメンテーション（semantic segmentation），朝鮮半島（Korean peninsula），地形図（topographic maps），土地利用・土地被覆(land use/land cover)

１．はじめに

外邦図とは，旧日本陸軍が明治時代から太平洋戦争終結時にかけて整備した一連の国外の地図群を指す．資料に乏しい戦前のアジア太平洋地域に関する詳細な土地の記録として学術的に大きな価値を有する．衛星画像が登場する前の時代の貴重な情報源であり，現代のデータと組み合わせることで，変化の激しいアジア太平洋地域における環境や景観の変動，さらには地球環境問題の研究に活用できる可能性を外邦図は秘めている(小林, 2006)．

古地図画像には，手書きを含む描画方法や長年の保存による経年劣化に由来する，多くのノイズが含まれている．このため，古地図の正確なデータ化や分析には多くの課題があり，一般に機械を用いた解析が難しいとされている．しかし，この困難を克服するために，U-Net などの手法を用いてかつての湿地など土地被覆の変遷を分析する研究や，道路網・都市域の時系列変化を分析する研究などがみられるようになってきた (O’hara et al., 2024)．その一方で，このような機械的な手法を用いた古地図の研究は日本において数が限られている（田林，2025）．

外邦図に関する学術的価値は認識されており，目録などの整備が進められた 2000 年代以降に様々な研究が展開された．しかし，既往研究は外邦図の作成経緯に関するものや，人力で判読して個別地域を分析したものがほとんどである．本研究の目的は，外邦図の潜在的価値を機械学習により再解釈し，広域かつ再現可能な手法で歴史的土地利用・土地被覆情報を抽出し，環境変遷の分析や都市の災害脆弱性評価などの利用へと橋渡しすることである．

具体的には次の 2 点の達成を目指す．第 1 に，方法論の構築とその検証である．機械学習を活用した外邦図の解析手法を提案し，他地域・他時期へ展開可能な再現性と頑健性を検証する．そして第 2 に，提案した手法により，朝鮮半島の土地利用・土地被覆の変化を定量化することである．これにより，従来の手作業・個別事例中心の研究を超え，網羅性と統計的妥当性を備えた歴史的環境変化の実証を行う．

*　学生会員　東北大学大学院環境科学研究科 (Tohoku University)
〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 Email: shikimi.yuichiro.s2@dc.tohoku.ac.jp
**　正会員　東北大学大学院環境科学研究科・理学研究科 (Tohoku University)
*** 非会員　東北大学大学院環境科学研究科・理学研究科 (Tohoku University)
****正会員　東北大学大学院理学研究科 (Tohoku University)

2．資料

本研究では，朝鮮半島の外邦図を対象とする．外邦図は 2000 年代以降，国内の大学・研究機関によって目録化やデジタル化が進み，画像データによって閲覧可能な環境が整備された（中谷ほか，2024）．主要 4 拠点（東北大学・お茶の水女子大学・京都大学・大阪大学）が所蔵する外邦図のデータベース上では合計 20,916 枚が把握されている．一方で，外邦図の残存状況に地域的偏りがあることや，データベース上は存在しても画像データが欠損しているといった課題も残る．

こうした制約を踏まえ，以下の理由により研究対象を朝鮮半島と定めた．第 1 に，朝鮮半島のほぼ全域について地図が現存していることである．当該地域は図幅の残存率が高く空間的な欠落が少ないため，連続した図郭が確保できる．第 2 に，土地利用・土地被覆の詳細な情報が得られる地形図がほとんどであることである．朝鮮半島については 1:50,000 および 1:25,000 の地形図が多数を占め，等高線・河川・湿地・水田・建物記号など土地利用・土地被覆の判別に有効な記号体系が一貫して用いられている．第 3 に，外邦図同士での時系列評価が可能であることである．同一図幅について初版・修正版等の複数版が残る例が多く，外邦図間の差分解析（例：水田・低湿地の改変，市街地縁辺の拡大）を外邦図が作成された 1900～1940 年代にかけて行うことができる．

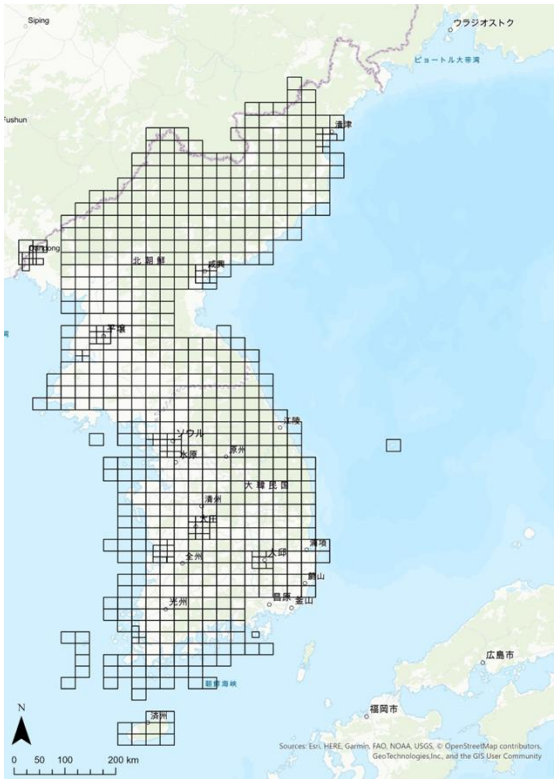


図 1　朝鮮半島を対象とした外邦図の分布

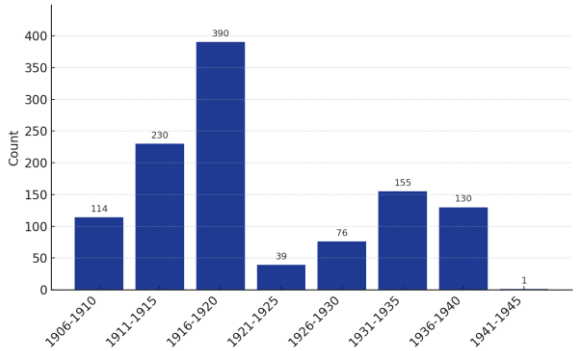


図 2　朝鮮半島の外邦図の年代別分布

3．方法

3.1　幾何補正

外邦図の「地図面（余白を除く描画領域）」を GIS 上に投影するため，以下の手順で幾何補正を行った．まず各図幅について，地図面の四隅のピクセル座標を手動で取得する．また，四隅近傍に印刷された経緯度表記を読み取り，それを日本の旧測地系(Tokyo Datum)に基づく緯度・経度情報として採用した．これらの取得した情報をもとに 旧測地系 から Web メルカトルへ変換した．その後，地図面を台形と仮定し，余白を一括トリミングした．

以上の画像処理を朝鮮半島かつ経緯度注記を有する 1,239 図幅に適用し，すべて GeoTIFF 形式で保存した．これにより，後続のタイル化・セグメンテーション処理を座標一貫で実施できる基盤を整えた．

3.2　検出する土地利用・土地被覆の選定

外邦図の記号体系と後年の実態との比較・災害脆弱性評価という将来の研究課題を踏まえ，9 クラス（水田・建物 3 種・水域・泥地・砂礫地・湿地・背景）に対するセマンティック・セグメンテーションを行った．これらの地図記号は判別性が高いという特徴をもつ．記号のみでは領域を確定することが難しいものもある中で，上に示した 9 クラスは判読から領域の確定までを比較的容易に行うことができる．

また，これらの土地利用・土地被覆は時系列での変化が大きく，水田から宅地への転換，水域改変や干拓・埋め立て，河川改修などが顕著であるため，外邦図と現代

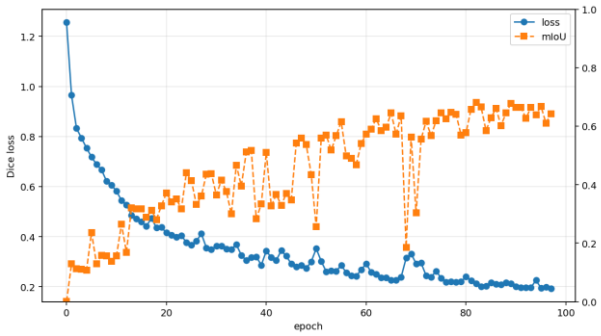


図 3　Dice 損失と IoU の平均値の推移

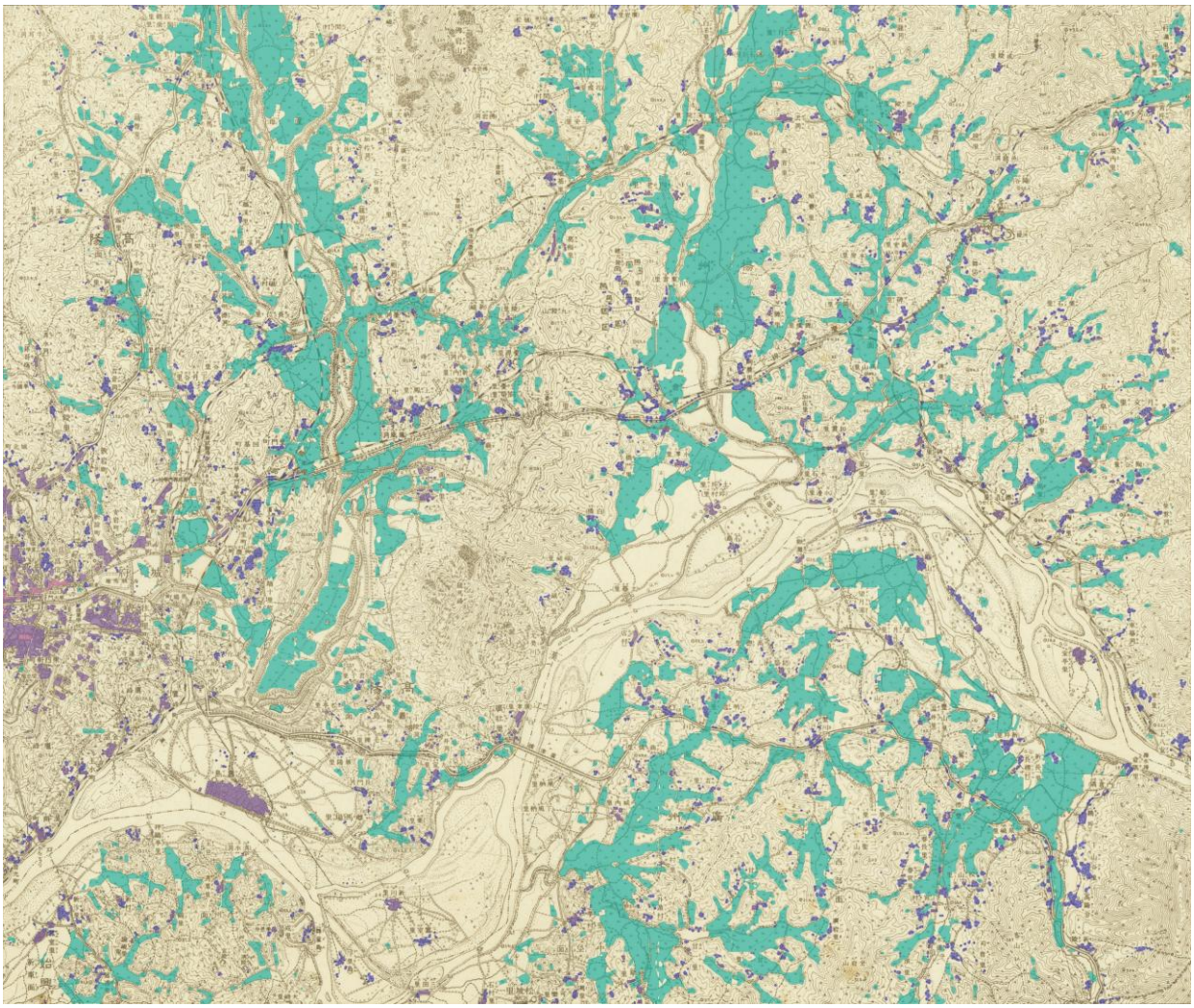


図 4　京城東部のセグメンテーションの結果（緑：水田，ピンク：建物が密集しているエリア，紫：大きい建物，青：建物）



図 5　京城の中心部付近の拡大図

地図を比較することで長期的な変化を定量化できる点にも学術的意義が見出せる．さらに，これらは都市の災害脆弱性と直接的に関連しており，特に水田・湿地・泥地・砂礫地は軟弱地盤や氾濫原として浸水・液状化に直結する．

こうした理由から，これら市街地および低湿地に関する 9 クラスは，外邦図を用いた歴史的土地利用変化の分析や都市の災害リスク評価においてセマンティック・セグメンテーションによる情報抽出の対象として優先順位の高い対象として本研究でとりあげることとした．

3.3　深層学習モデル

医療画像解析などに用いられる深層学習モデル「U-Net」を用いる(Ronneberger et al., 2015)．このモデルは画像のセグメンテーションを高精度で実行するために設計されている．U-Net の特徴は，エンコーダとデコーダの各層をスキップ接続で結ぶことにより，細かな情報を保持しながら詳細なセグメンテーションを可能にする点にある．現在，古地図のセグメンテーションにも広く使用されており，その性能の高さも実証されている(Mäyrä, 2023).

3.4　土地利用・土地被覆のセマンティック・セグメンテーションの実施

解析を始めるにあたって、CVAT（Computer Vision Annotation Tool）を利用して手動でアノテーションを行い、教師データとして利用するマスクデータを作成した。この作業にあたっては、1 枚の地図に 7 日ほどの時間を要した。

解析の手順としては，まず外邦図の画像を 384×384 ピクセル単位にパッチ化し，画像データとマスクデータを train，validation，test に 7:2:1 の割合で分割した．続いて，U-Net を用いたセマンティック・セグメンテーションの学習を train データで行い， Dice 損失によって精度を評価した．また，過学習を防ぐために validation データの IoU の平均値を用いた Early Stopping を導入し，学習の最適な終了時点を決定した．モデルの性能は validation および test データに対して IoU を算出することで評価し，最良の結果を示したモデルを保存した．この最適モデルを用いて全図の推論を行い，その出力結果をポリゴン化して解析に利用した．

４．結果

学習は 98 エポックにわたって行われた．ここでエポックとは，学習に使うデータセット全体を一回学習に使うサイクルを何回行ったかを指す数値である．

Dice 損失は訓練の進行に伴って一貫して減少し，終盤にはおおむね 0.2 前後に収束した．一方，各クラスの IoU の平均値は学習が進むにつれて顕著に改善し，最終的には 0.6 を超える水準に達した．その後のエポックでは 0.6 台で変動しつつも安定的に推移していたが，これは過学習の兆候を示さずに性能が飽和しつつあることを示すと考えられる．

これらの結果から，本モデルは外邦図の土地被覆判別において一定の判別性能を獲得したと考えられる．しかしクラス別に見ると，水田が約 0.7 の IoU を示したのに対し，他クラスでは 0.5 を下回ることが多い結果となった．

５．考察

本研究は，朝鮮半島の外邦図に対して U-Net を用い，水田・湿地・水域・砂礫地・泥地・建物（3 区分）・背景の 9 クラスを自動抽出できることを示した点に意義がある．とりわけ，歴史地図から得た土地被覆を幾何補正により現況データと空間整合させる一連のパイプラインを実装し，水田・低湿地から市街地への転用などの長期変化を定量化可能とした。

過去の湿潤地の残存・消失と現代市街地の重なりを定量比較することで，浸水リスクのような災害脆弱性の高い領域の抽出や優先的な災害対策のための候補地の提示といった実務的意思決定支援が可能となる．これを踏まえると，本研究の結果は，蓄積された外邦図画像のデータから防災計画を含む都市政策に資する地理情報を機械的に得る可能性が示された．また，戦前の朝鮮半島における市街地分布について，統一的かつ高精細な GIS データセットは現時点で確認できない．これに対し，外邦図の分析を通してそのようなデータセットを作成できる可能性も考えられる．100 年前の市街地の復元を通して，歴史地理学の発展に資することができると考えられる．

一方で，土地利用・土地被覆のクラス別 IoU の差は小さくない。主な要因は地図上での記号出現頻度の偏りが学習分布の偏りに直結した点にある．実用的応用に耐える堅牢性をさらに高めるには，以下の課題に計画的に取り組む必要がある．

（1）データ拡充とバランシング：出現頻度の低い記号（湿地・泥地・砂礫地など）を意識した追加アノテーションの実施，難例の重点サンプリング，クラス重み付け損失による不均衡学習の是正．

（2）劣化・印刷差への頑健化：退色・網掛け濃度・線幅差・スキャン解像度差を想定した色調補正や記号の線画強調（エッジ強調・形態学的処理）の導入．

（3）異なる種類の地図への対応：様式が少し異なる地図を適切に学習データに組み込む．

今後は，データ不均衡と図式多様性に起因するクラス間性能差を縮小することで，歴史的経緯を踏まえた防災計画・都市政策への応用可能性を一層高めていく予定である．また、中国やインドネシアなど外邦図の保存状況が良い他地域についても同様の手法が活かせるかの検証についても検討する予定である。

謝辞

本研究の推進には，JSPS 科研費 JP22H00245（代表：奥貫圭一）の助成を利用した．

参考文献

小林茂（2006）近代日本の地図作製と東アジア―外邦図研究の展望―．「E-journal GEO」，1（1）， 52-66.

田林雄（2025）地形図のデジタル化における AI の適用．「日本地理学会発表要旨集」，297.

中谷友樹，星田侑久，関根良平，磯田弦（2024）外邦図デジタルアーカイブ―アジア太平洋地域を中心とした旧日本軍製のデータベース―．「地理情報システム学会講演論文集」，未刊.

O'Hara, R., Marwaha, R., Zimmermann, J., Saunders, M., Green, S. (2024). Unleashing the power of old maps: Extracting symbology from nineteenth century maps using convolutional neural networks to quantify modern land use on historic wetlands. *Ecological Indicators*, **158**, 111363.

Ronneberger, O., Fischer, P., and Brox, T. (2015) U-net: convolutional networks for biomedical image segmentation. *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015, Lecture Notes in Computer Science*, **9351**, 234–241.

Mäyrä, J., Kivinen, S., Keski-Saari, S., Poikolainen, L., and Kumpula, T. (2023). Utilizing historical maps in identification of long-term land use and land cover changes. *Ambio*, **52**, 1777-1792.

古地図にみる景観分析に基づく近世大井集落の空間認識

磯野　綾*

Spatial Cognition of Ooi in the Early Modern Period Based on Landscape Analysis of Historical Maps

Aya Isono*

Abstract: This study focuses on the settlement of Ooi. Using GIS, historical maps were analyzed to clarify the characteristics of spatial perception in a settlement in the mountains. The analysis revealed that the historical maps were not drawn from a single viewpoint, but rather integrated landscapes observed from multiple perspectives into one map. In addition, the topography on the northern and eastern sides of the settlement, adjacent to pastureland, was drawn relatively accurately than the western side which was not adjacent to pastureland. These findings suggest that the spatial cognition of the settlement varied depending on location. Within the settlement, the area was illustrated in a planimetric style, whereas the pastureland was represented according to its visible form, suggesting that they were perceived as distinct types of spaces. In conclusion, this study suggests that the historical maps were not merely records of geographic information, but also representations that reflected the lives of the inhabitants of the Ooi in the early modern period and their relationship with the pastureland.

Keywords: 古地図（historical map），集落景観（settlement landscape），牧（pastureland），可視領域（visible area），幾何補正（geometric correction）

１．はじめに

１．１　研究背景

古地図や古絵図は，特定の地域の過去の景観や空間情報を記録した貴重な史料である [1]．伊能図に代表される国単位や郡の単位のもの，城下町のような為政者により計画的に整備された”まち”を対象としたもの，荘園等の郷村を対象とするもの等，その種類は多岐にわたる．これらは作成目的に応じた情報が記載され，地図に包含される当時の空間についての情報は地域の過去の姿を記憶する媒体としての重要性が広く認識されている．

こうした古地図研究において，GIS を利用した研究は主に，新たな研究手法の提示や景観復元を行うものが多い．研究手法の一例として，清水 [2]らは，基準点を用いた幾何補正を行い，古地図を現代の地図と統合利用するための手法を提示した．また，景観復元に関する既往研究では，平井 [3]が古地図，絵図及び古写真を用い，地形データや建築資料と組み合わせて 3D モデルを作成したうえで，視覚的復原を行い，幕末期の箱館の空間的特徴を明らかにした．一方，清水ら [4]は文献記述と古地図を組み合わせて都市景観を復原し，景観特性を多角的に分析することで，江戸の空間構造や特徴を明らかにした．

これらの先行研究の多くは，江戸に代表される計画的に整備された都市を対象としており，山間地域の村落や牧を対象とした研究は少ない．

１．２　研究の目的

本稿は山間地域で古地図が残されている千葉県南房総市大井集落を対象地とする．

同集落にはかつて存在した嶺岡牧に関する多数の史料の他，江戸時代中期以降に作図された嶺岡牧全体または大井集落に関する古地図が，13 種類現存する．

嶺岡牧は他の房総の牧と比較し，近現代における大規模な土地開発があまり行われておらず，古地図や文献を踏まえた当時の景観を追認しやすいという特徴がある．

本稿では，古地図や史料を集落の変遷過程を加味し，古地図に描かれた要素や景観分析から，都市とは異なる牧に接する山間の村落という特徴を持つ集落の景観及び空間認識の特徴を明らかにすることを目的とする．

２．研究方法

２．１　本稿の構成

本稿は，全 6 章で構成される．

第 1 章：本稿の背景と既往研究を整理し，本稿の新規性と目的を示す．

第 2 章：本稿の構成を説明し，研究手法について示す．

第 3 章:研究対象地及び本稿で用いる研究資料（古地図，文献資料）の概要を整理し，古地図に記載されている情報を整理する．

第 4 章：描画内容から場所が特定できる地点からの可視領域を抽出し，古地図が単一の視点または複数の視点の

*　正会員　　千葉工業大学　創造工学部（ChibaTech）
〒275-0016　千葉県習志野市津田沼 2-17-1　E-mail：isono.aya@p.chibakoudai.jp

いずれかから描かれたものかを考察する．
第 5 章： GIS で古地図の幾何補正を行い，国土地理院地図への重ね合わせる．その結果生じる歪み及び 4 章で抽出した可視領域より，古地図作成当時において集落内がどのように認識されていたかについて考察する．
第 6 章：以上をまとめ，古地図に描かれた要素や認識区分等を考察し，集落の空間認識の特徴を明らかにする．

２．２　研究手法

古地図作成当時の視対象・視点場や，集落内の重要な場所を明らかにするため，文献調査及び集落住民への平リングと合わせ，以下の手法を用いる．

２．２．１　3D 画像及び可視領域抽出の設定

景観特性の把握を行う為，古地図に描かれた景観の視点場が単一または複数のいずれかを考察するため，カシミール 3D 及び QGIS を用いて，各視点場の緯度経度の標高＋1.5m で視点高さを設定し，可視領域図および 3D 画像を作成する．なお，坪囲等のエリアとして描写された場所は特定の緯度経度ではない為，範囲の中で一番標高の高い地点を代表点として視点場とする．

視点場が単一であれば，描画された集落の構成要素すべてを視認できる地点が抽出される一方，被視頻度が構成要素数以下の場合，複数の視点場から古地図を描画したことが想定できる．

２．２．２　3D 画像及び可視領域抽出の設定

古地図作成当時の空間認識考察のため，QGIS の「ジオリファレンサ機能」を用いて歪み補正を行う．本稿では変形・不正確な地図に最も適しており，抽出画像も視覚的に滑らかな結果となるよう，変換タイプを薄板スプライン，リサンプリング方法をキュービックに設定した．

また，グラウンドコントロールポイント（以下，「GCP」という．）の必要数は最低 10 地点である．

３．大井集落及び古地図描画内容の特徴

３．１　古地図作成当時の大井集落

研究対象地である千葉県南房総市大井集落は，江戸時代（1600 年以降）に北側には江戸幕府直轄の嶺岡牧西二牧が，南側には柱木牧が設けられ，両牧に挟まれる形で存在した．集落と牧は土手垣で区分けされており，その出入り口には木戸が設置されていた．これは牧と関連がない周辺集落にはない特徴である．

大井集落には他の集落と同様，神社（三社）が存在しており，重複しないそれぞれの氏子地区を有していた．その一方で，江戸から嶺岡牧へ統括者が派遣されており，その統括者の管理の元，牧周辺の集落には他集落にはない牧を管理する「牧士」が存在していた．大井集落にも「牧士」が存在し，嶺岡牧の管理とともに集落内の土地の管理も行なっていたことが史料より明らかとなっている．また，この他にも集落内には幕府直轄の御林が存在し，

表 1　古地図の作成年代

年代（西暦）	一七九三	一七九四	一七九五	一八一八	一八二二	一八三一	一八三八	一八三九	一八四一	一八四三	一八四四	一八五二	一八五九	一八六一	一八六二	一八六五	一八六八	一八六九	一八七〇	一八七一	一八七四	一八七六	一八七七	一九二三	一九二九
幕府による改革	寛政の改革								天保の改革								大政奉還								
大井集落	岩本石見守禎岡牧の改革：種牡銅育畏の削減下草の涵養と杉の植付、里馬より野馬に重点 佐倉小金牧より駄馬3頭輸送 野馬役所に醸製薬書設く 等		5牧総馬数555頭	5牧総馬数615頭		岩糸村、沼村の柱木牧入会訴訟あり			柳原宣林金議定連印帳			白牛母子差遣候先触	このころ神崎与兵衛（房州）竹橋にて白牛醸払下げを受く		「野馬と心得ず捉え恐入候」文書	房州四群石高覚帳	大政奉還、幕府より新政府移管	白牛12頭となる	牧士制度廃止	牧御用無縁勤番之儀に付村々名主届書		伊勢道中記			
作成古地図		古地図7		古地図5		古地図1	古地図2				古地図3			古地図10							古地図11		古地図4	字限図

表 2　古地図の描画内容

古地図番号	作成年代		描写範囲		描画内容																				
					点的要素												線的要素			面的要素			その他		
					田	畑	寺社	木戸	住居	その他施設名	坪囲	御林 官林	私有地	村持 公有地	道	川	土手垣	山	牧	森林	地名	石高
古地図1	天保2	1831	広域	国・県											○	○					○	○
古地図2	天保9	1838	広域	国・県			○								○	○		○	●	○	○	○
古地図3	天保14	1843	広域	国・県			○								○	○		○			○	
古地図4	大正12	1923	広域	国・県			○			○					○	○	●				○	
古地図5	文政元	1818	中域	嶺岡牧	○	○	○	●							○	○	●	○	●	○		
古地図6	作成年不明		中域	嶺岡牧			○	●							○	○	●	○	●			
古地図7	寛政6	1794	中域	牧隣接集落	○	○	○	●							○	○	●	○	●			
古地図8	作成年不明		中域	牧隣接集落	○	○		●								○	●	○	●		○	
古地図9	作成年不明		中域	牧隣接集落			○								○	○	●					
古地図10	文久元	1861	狭域	大井集落	○	○	○	●	○			○			○	○	●	○				
古地図11	明治7	1874	狭域	大井集落	○	○	○	●			●	○	○	○	○	○	●		●			
古地図12	作成年不明		狭域	大井集落	○	○		●	○						○	○	●	○				
字限図	昭和4	1929	狭域	大井集落											○	○			●		○	

凡例：○古地図に記載有り．●古地図に記載がある牧に関連する施設等

炭を作成して江戸へ届けた記録が残っている．

以上のことから，大井集落は江戸との流通及び嶺岡牧の運営・管理と深く結びついていたといえる．つまり，土地利用だけでなく，年貢や経済活動を支える林及び田畑，人や土地の管理を行う寺社や牧士が，集落の歴史や空間認識を把握する上で重要な要素であると推察できる．

３．２　古地図の描画内容

研究資料の古地図 13 種類の内，作成年代が特定できた一部の地図を整理すると，その年代は多岐にわたり，江戸での改革前後など特定の時期に必ずしも作成されたものとは限らなかった（表 1）．

そこで，古地図に描かれている描画範囲と構成要素に基づいて分類を行ったところ，まず古地図の描画範囲は安房国の範囲が描かれた広域，牧周辺の複数の集落が描かれた中域，大井集落のみが描かれた狭域に大別できた（表 2）．次に，描画された地域の構成要素は，寺社や木戸・坪囲等の地図上のその場所で完結している点的要素，道や川・木戸囲等の主に集落間を結ぶ線的要素，山等の複数の地域に跨っている面的要素として描画されていた．

描画範囲の分類に基づくと，狭域図は点的要素が中域・広域図より多く描かれる傾向にあり，大井集落内の詳細な様相を分析する上で適している図であるといえる．

更に，描画範囲の広狭を問わず木戸・坪囲・土手垣・牧が描写されていることは，牧が地域の重要な構成要素の一つであったことを示している．また，建築物は統括者や牧士の家より寺社が描写されていることは，村落において微高地に設置される寺社が地域のランドマークとし

ての役割を担っていることを示している．

以上より，描画方法の違いや，作成年代，描画範囲及び描画内容が描く地図で異なることは，古地図の作成目的または使用目的が異なっていたことを示唆している．

４．古地図の視点場数の推定

文献資料及び古地図に描かれた構成要素の内，場所の同定が出来た寺社・木戸・山頂・辻・坪囲及び字の代表点の計 67 地点から可視領域を抽出した（図 1，図 2）．

結果，被視頻度 67 の場所は抽出されなかった．このことから，大井集落の古地図は単一ではなく，複数の視点場から描写されたことが想定できる．つまり，大井集落の集落景観は 1 か所から眺望できるシーン景観で認識されていたわけではなく，複数の視点場からの集合体（場の景観）として認識されたことを示している．

また，集落の北側に描かれている嶺岡牧の一部である山稜については 3D 画像と現地調査により，一丸木戸から古地図 8 と類似の眺望を確認できたことから（図 3.），古地図描写時の視点場の一つと推測できる．特に，古地図では愛宕山（標高 408m）が周辺山頂より高く描かれていること，また，古地図 6・7・9・10・11 には山腹の神社が描かれ，愛宕山と識別可能な形で描かれていたことは，この山稜の中でも重要視されていたことが示唆される．

しかし，今回の研究ではこれ以外の視点場の候補地を同定することは出来なかった．

５．近世大井集落における空間認識

５．１　古地図の歪み補正と空間認識の考察

大井集落内の詳細を描写している狭域の地図の内，年代が特定できる古地図 10（図 4）及び 11（図 5）を対象に歪み補正を行った．なお，古地図 10 は 25 定点，古地図 11 は 18 地点の GCP を設定した．

その結果，丸山川と大徳院西側の川の付近では，川の線形は実際の線形と類似していた（図 5 青色破線円）．これは GDP を近接して複数設定したことに加え，古地図の作成当時，各施設の位置を正確に描写する必要があった重要な場所であったことを示唆している．

また，位置のずれはあるものの，集落の北側の尾根沿いに設置された土手垣の線形の描写は実際の線形と類似していた他，集落の東端も両地図でほぼ同じ位置であったことから（図 4・図 5 緑色破線円），地形の認識は比較的正確であったと考えられる．一方，北側及び南側の土手垣は，両地図共に実際の位置より集落に近く描画されていたことから，嶺岡牧が集落に身近な存在として認識されていたと推察できる．これに対し，牧に接していない集落西端は位置・形状が正確ではなかった（図 4・図 5 紫色破線円）．前章で抽出した可視領域においても不可視領域であったことから，集落西側は牧に接する北・東側

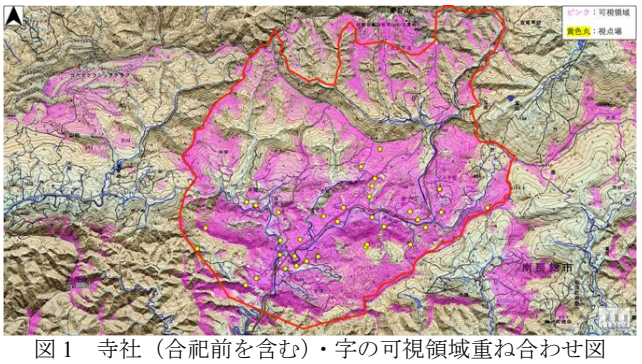


図 1　寺社（合祀前を含む）・字の可視領域重ね合わせ図

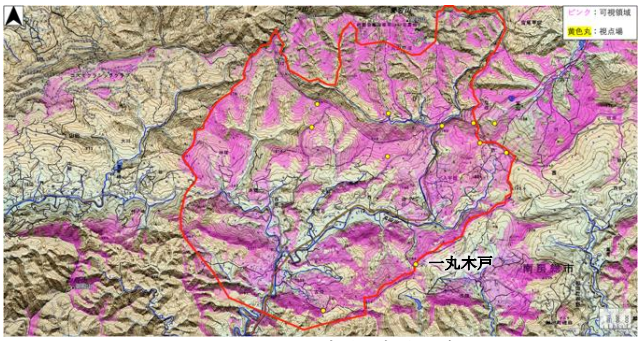


図 2　木戸・坪囲の可視領域重ね合わせ図

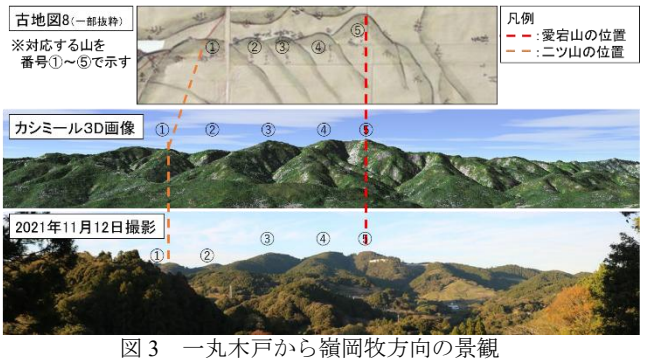


図 3　一丸木戸から嶺岡牧方向の景観

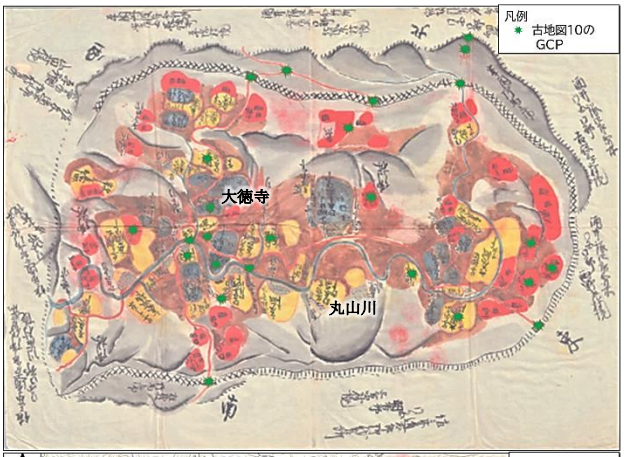
と異なり，詳細に描写する必要性が低かった，または，空間認識が曖昧であったことを示唆している．

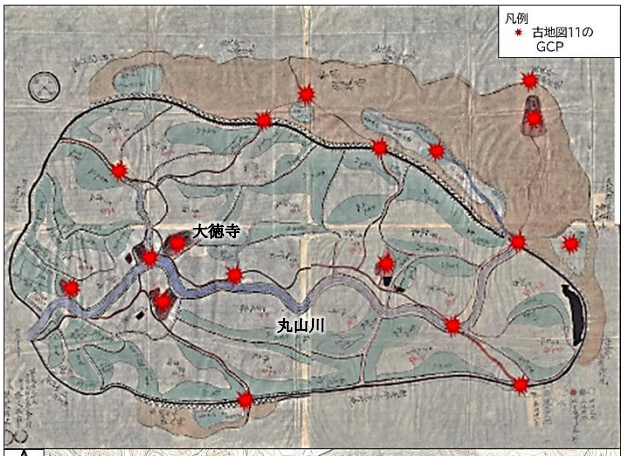
さらに，集落内部は平面図的に描写されている一方，周辺の山域（牧）は見た目の形として描写されており，山頂の位置は不正確であり歪みも大きかった．これらの分析結果は，集落の中心部と周辺の山域とが，空間を異なる方法で認識されていたことを示唆している．

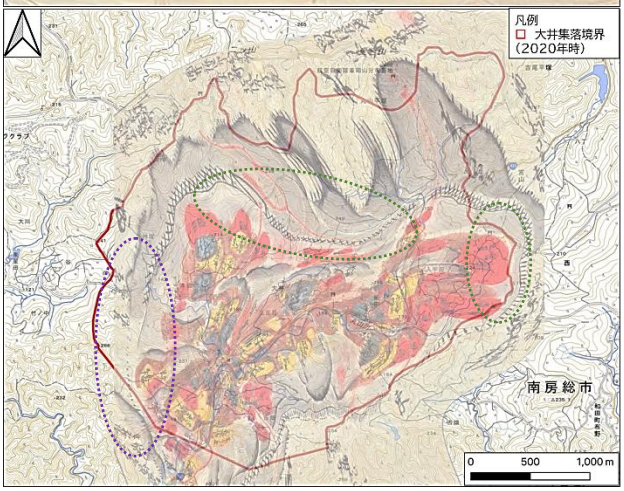
５．１　可視領域分析と空間認識の総合的考察

前章で抽出した寺社 30 か所及び字 13 か所からの可視領域は，牧より集落内部の被視頻度が高かった（図 1）．このことは，寺社からは集落内部が視認可能であった一方，牧の視認は重要視されていなかったと考察できる．また，木戸 8 か所及び坪囲 4 か所からの可視領域は，寺社と比較し，集落周辺の嶺岡牧及び柱木牧への可視領域が広域に抽出された一方，集落内部，特に沿川部の住宅・田畑のある場所は不可視領域として示された（図 2）．

以上の結果から，集落から視認可能であり，その生活域にある寺社や土地は，地域のランドマークや土地等の管理をする重要な場所として認識されていた可能性が示唆される．一方，「木戸」「坪囲」は牧の重要な構成要素で







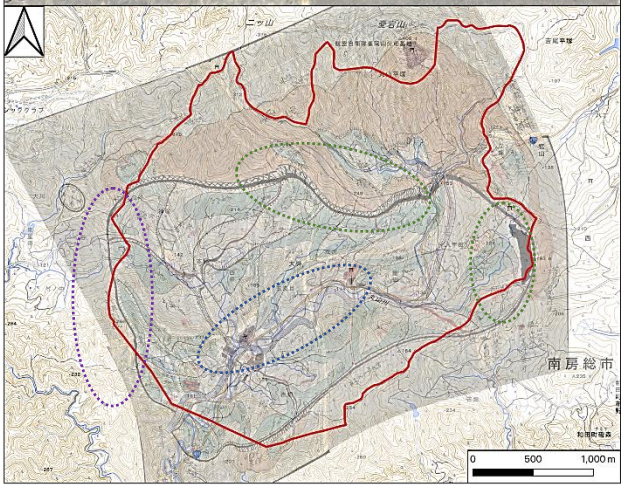


図 4　古地図 10 と補正後の図

図 5　古地図 11 と補正後の図

あり，嶺岡牧の状況を視覚的に把握することができる，牧の運営・管理上の要所であったことを示唆している．

６．結論

本稿で得られた主な結論は以下の 3 点である．

第一に，可視領域分析より，大井集落の古地図は複数の視点場からの景観を集合して描かれたことが明らかとなった．これは，特定の場所からの眺望景観（シーン景観）としてではなく，複数の視点場からの情報の集合体（場の景観）として認識されていたことを示している．

第二に，幾何補正分析および可視領域分析から，嶺岡牧が集落の空間認識に重要であることが示された．集落から牧は必ずしも視認できるわけではないにもかかわらず，牧に接する集落の北・東は地形の認識が比較的正確であり，身近な場所として認識されていた．一方，牧に接していない集落の西側は地形の認識が曖昧または詳細に描写する必要が無かった．このことは，集落内の空間は場所によって異なった認識をされており，牧がその認識に少なからず影響を与えていたことを示唆している．

第三に，幾何補正分析から牧と集落は別空間として認識されていたことが示された．集落の中心部は上空から俯瞰したかのような平面図的に描かれ，特に大徳院周辺等を詳細に描写されているのに対し，牧を含む周辺の山域は見た目の形として描かれていた．また牧の管理上重要な木戸や坪囲のみが詳細に描写されていた．これは集落に住む人々が生活の拠点である集落内と，それとは異なる目的で関わる牧とを，異なる空間として認識していたことを示唆している．

以上の結果から，大井集落における古地図は，地理情報を示すだけでなく，そこに住む人々の生活や，牧との関わりを反映した「認識の地図」であったといえる．

謝辞

本稿は，南房総市産学協働地域活力創造事業を活用し，千葉工業大学大学院都市環境工学専攻において大島悠登君が 2023 年度に執筆した修士論文を基に，構成を改め加筆修正したものである．ここに記して謝意を表する．

参考文献

1)鈴木順子（2006）古地図の文化的価値，「地図」Vol.44, No. 4,28-31
2)清水英範（1999）古地図の幾何補正に関する研究，土木学会論文集 No.625, IV-44, 89-98,
3)楊本直子（2010）耕地開発と景観の自然環境学-利根川流域の金星河川環境を中心に-，古今書院
4)清水英範（2008）布施孝志，中田真人：江戸の都市景観の再現に関する研究，土木学会論文集 D Vol.64, No.3, 473-492,

デジタルアーカイブと GIS の連携による博物館機能の拡張可能性
－小樽市総合博物館所蔵『兵庫写真コレクション』の事例－

蟬塚咲衣*

Extensibility of Museum Functions Through Collaboration of Digital Archive and GIS
- A Case of Hyogo Photography Collection Owned by the Otaru Museum -

Semizuka Sakie*

Abstract: According to the revised Museum Act, the utilization of digital technology for the digitization and public dissemination of museum collections is required. However, due to shortages of funding, personnel, and expertise, only about one-quarter of museums in Japan are currently implementing such initiatives. The Otaru Museum has begun a collaborative research project with the Art Research Center, Ritsumeikan University starting in 2024, focusing on the digitization of the "Hyogo Photography Collection," which comprises 2,536 items. However, simply digitizing, storing, and making these materials available online does not fully realize their potential value. Therefore, to enhance the core functions of the museum - namely "research," "collection," and "exhibition" - the "Hyogo Photography Collection" has been integrated into these activities through three projects utilizing GIS: "Location-specific Photography Investigation," "Citizen Participation Workshops," and "ArcGIS StoryMaps Digital Catalog." This paper reports on these digital archive activities and discusses the potential for future development.

Keywords: 昭和後期（late Showa period），デジタルアーカイブ（digital archive），パブリック・ヒストリー（Public history），景観写真（landscape photograph），写真資料（photographic material）

１．はじめに
１.１　研究の背景

小樽市総合博物館（以下，当館）は，1956 年に北海道で 4 番目の公立博物館として開館し，約 10 万点の収蔵資料を有する地域博物館である．約 70 年ぶりに改正された博物館法では，デジタル技術を活用した博物館資料のデジタルアーカイブ化とその公開が求められているが，資金不足や人員不足，ノウハウ不足などの制約から，実施している館は 4 分の 1 程度に留まっており，デジタルアーカイブを活用した積極的な事業展開ができていない現状がある．当館は公開型のデータベースを有していないことから，2024 年より立命館大学アート・リサーチセンターの共同研究課題として，ジャパンサーチと連携した横断検索システムに対応したデータベースの構築に取り組んでいる．一方で，構築中のデータベースの立ち上げから携わっている北海学園大学の学生から，「撮影当時の様子を若年層の市民は知らないため，現在と過去の比較する街歩きイベントや，小中学校の授業に活用することで，地域の文化を次世代に伝えることができるのではないか」など，検索システムに留まらない活用を望む声もある．

また，博物館の収蔵資料には，その資料が作成された場所，使用された場所，寄贈される直前まで保管されていた場所など，位置情報とは切り離せない側面がある．しかし，それらの情報は資料ごとに個別にテキストで記録されており体系的な理解が難しいものとなっていた．そこで，デジタルアーカイブと GIS を用いて資料に位置情報を付与する活動を市民や大学生などと協働しながら実施することで，個人が有する地域の記憶や資料を持ち寄って共有する場の創出に繋がり，公共の空間において歴史を創造するパブリック・ヒストリー（菅, 2021）の実践や地域課題の発見および解決に貢献すると考えた．

１.２　研究の目的

本研究では，当館所蔵の「兵庫写真コレクション」（以下，「兵庫写真」）2,536 点を対象とする．「兵庫写真」は，写真家の兵庫勝人氏が，昭和後期にあたる 1975～78 年頃に小樽の景観を撮影した写真群である．市民にとって日



図 1　兵庫写真コレクション（小樽市総合博物館所蔵）

*　学生会員　北海学園大学大学院文学研究科・小樽市総合博物館（Hokkai-Gakuen University・Otraru Museum）
〒062-8605　北海道札幌市豊平区旭町 4 丁目 1-40　Tel：011-841-1161

常的な風景である住宅街や路地裏などが被写体となっている点が特徴で，一部を埋め立てて道路にする前の，約50 年前の小樽運河の姿などを克明に記録しており，そこから小樽が歴史的な景観を活かした観光都市となるまでの歴史や先人の想いを感じさせる貴重な資料であることから，観光まちづくりへの活用も期待できる（図 1）．

本研究は，博物館の代表的な機能である「調査研究」，「収集」，「保管」，「展示」の 4 点のうち，「保管」部分の強化を目的に「兵庫写真」のデジタルアーカイブ化に取り組んできた．しかし，資料をデジタル化し公開するだけでは，検索を目的とする一部の利用者のみの活用に留まる懸念がある（田中, 2025）．そこで当館では，デジタルアーカイブの取り組みを博物館機能の「調査研究」，「収集」，「展示」へ拡張するため，試験的に「撮影地点特定調査」，「市民参加型ワークショップ」，「ArcGIS StoryMaps デジタル図録」という 3 つの実践を行った（図 2）．本稿では，市民や大学と連携した「兵庫写真」のデジタルアーカイブ活動から派生した，GIS を活用した博物館実践について時系列に沿って報告し，今後の可能性について検討する．

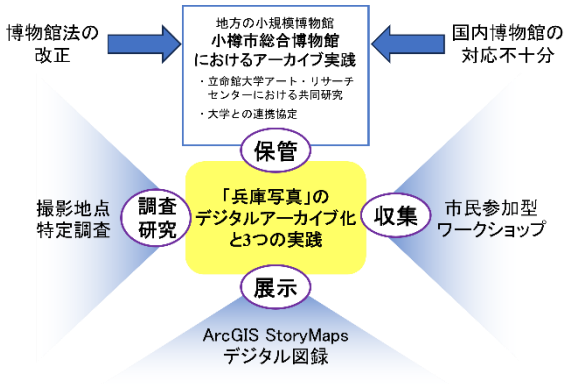


図 2　本研究における取り組みの模式図

2．撮影地点特定調査（調査研究）

2.1　調査の概要と手法

「調査研究」に関する実践として，2024 年 8 月 30 日～9 月 1 日にかけて，立命館大学の学生 16 名と北海学園大学学芸員課程の学生 6 名が，小樽市内で「兵庫写真」の撮影地点の特定調査を行った．

調査の手順は，まず，立命館大学アート・リサーチセンターで構築中の「兵庫写真」のデータベースから画像をダウンロードし，データベースに記載されている被写体のキーワードから撮影場所を推測する．「兵庫写真」には現存していない建造物も多いため，場所の推測には当館所蔵の 1982 年発行のゼンリンの住宅地図を用いた．次に，その写真の撮影地点に向かい，カメラアプリの「メモリーグラフ」を使用して「兵庫写真」と同一構図の写真を撮影する．そして，あらかじめ作成した「ArcGIS Survey123」の調査票に，撮影地点の位置情報と撮影した写真を添付して送信すると，「ArcGIS Online」上に情報が蓄積される．

2.2　調査の成果

3 日間に亘る調査の結果，小樽市内の稲穂地区，花園地区，運河周辺を中心に，63 地点を特定することができた．調査に参加した学生は，「地域の方が熱心に昔の小樽について語ってくださったのが印象的だった」と話し，撮影地点の特定に悩んだ際は，商店街のお店の方や，近くを通りかかった市民から話を聞くことで特定に至ったという（図 3）．

調査終了後に参加した学生を対象に実施したアンケートでは，「同じ構図を探すことが面白い．自然と小樽全体をよく観察しながら見て回ることになり，このプロジェクト自体が観光に使えるかもしれないと感じた」という地点を特定する取り組みの面白さと今後の発展に関する感想や，「現存していない建物がわかり，文化財保護に関する危機感を持てた」，「昔と同じ風景がそのまま残っていることに驚きと安心感を覚えた．地域の文化が今も大切に守られていて，地域の人々の思いや努力を感じ取ることができた」といった新旧の景観比較による気づきが見られた．また，「昔の写真だけを残すよりも，景観が変わっていく過程を比較できる点が有効だと感じた」や，「写真を同窓会やコミュニティの場へ持ち出し，市民の方の記憶を共有したり，認知症防止のための脳トレにも利用できるのではないか」など，「兵庫写真」を公開するだけでなく，活用することの有効性に関する提案があった．



図 3　撮影地点特定調査時の市民への聞き取りの様子

3．市民参加型ワークショップ（収集）

3.1　ワークショップの概要と手法

2．で述べた，撮影地点特定調査では，「ArcGIS Survey123」を用いて効率的に位置情報と画像データを収集することができた．そこで，同様の手法を用いて，市民が個人で所有している写真を位置情報と共に収集できるのではないかと考えた．スマートフォンなどのモバイル端末の普及により，個人が気軽に写真や動画を撮影しデータで管理できるようになった一方で，これまで博物館に資料として持ち込まれることが多かった紙焼きの写真やフィルムのように実体を持たないことから，歴史資料となる可能性を秘めたデータが日の目を見ずに消失す

る危険性がある．このような問題意識から，データの状態での「収集」に関する実践を試みた．

2024 年 10 月 5 日に開催したワークショップ「想い出の街・小樽を地図化する」には，20～70 代の 13 名が参加した．「ArcGIS Survey123」の調査票を用いて，自身が撮影した画像と撮影地点の位置情報，撮影時期，写真タイトルなどの情報と，その画像にまつわる想い出を収集した．ワークショップ中に送信されたデータは，「ArcGIS StoryMaps」を会場で表示し，参加者と共有したほか，当日の配布資料に二次元コードと URL を掲載し，帰宅後にも「ArcGIS StoryMaps」を閲覧できるようにした（図 4）．

３.２　ワークショップによる成果

1 人につき複数回の画像送信を可としたことや，イベントの翌日まで送信を受け付けたこともあり，43 件のデータを収集することができた．

ワークショップ終了後に参加者に実施したアンケートでは，特に懸念していた「ArcGIS Survey123」の調査票の操作難易度について，一部の年配の方から「操作が難しい」という声があったが，約 7 割の方から「操作は簡単だった」という回答が得られた．ワークショップでは操作手順を 1 つ 1 つ確認しながら参加者全員が同じペースで進め，「操作が難しい」と感じられた方には，当館職員等がサポートを行った．取り組みの感想には，「日常の写真は普段撮らないので，撮るきっかけになった」，「古い写真を，その位置まで共有できるのは，見るのが楽しかった」と好意的な声が多く寄せられた．「他の方がお持ちになった懐かしい写真を見ることができて良かった．スマホに慣れていない世代の方々がお持ちの写真を見たい」という声もあった．今回のワークショップでは，紙焼きの写真を持参いただいた参加者には，紙版の調査票に情報を書き込んでいただき，当館職員が写真をスキャンする形で対応した．また，「今回の手法でホームページなどで広く情報提供を求めると良いと思う」や，「恒常的に行われることで，地域の交流の場になる可能性を秘めていると思った」という継続を望む意見も見られた．



図 4　収集したデータを表示した「ArcGIS StoryMaps」．既に閉店した喫茶店の営業時の写真と，参加者がお店を訪れた際の想い出が書かれている．

４.１　デジタル図録の概要と手法

２.で述べた，「兵庫写真」を用いた景観写真の新旧比較を実施するようになってから，「スマートフォンなどで昔の写真を見ながら，小樽の街を歩いてみたい」という意見をいただくことが複数回あった．しかし，本研究で構築を進めている「兵庫写真」のデータベースは，検索の機能に特化し，住所や建造物の名称で写真を見つけられる一方で，そのまま街歩きに適用しようとした場合，博物館の来館者に多い観光客など，地域に関する知識や土地勘のない人々にとっては敷居が高くなってしまうことが懸念された．そこで，収蔵資料を順序だてて紹介することが可能で，位置情報も付与できることから，「ArcGIS StoryMaps」を用いてコンテンツを作成した．作品のテーマを決める際，当館は紙の図録を刊行する資金がなく，展示の記録が残らないことから，従来の PDF で公開される図録とは異なる形のデジタル図録として試作することとした．デジタル図録には，2024 年 8 月 10 日～10 月 20 日にかけて当館で開催した企画展「ストーリーマップでめぐる伊藤整の「幽鬼の街』」展」を取り上げた．理由としては，「幽鬼の街（昭和 12 年発行）」は作者が手書きした小樽の地図を軸に物語が展開する小説であり，「ArcGIS StoryMaps」との親和性の高さが認められていたためである（武田, 2023）．

デジタル図録では，展示室の図面に疑似的に位置情報を付与することで，順路に沿って室内を巡ることができるようにした．古地図をジオリファレンスし，商店の位置やメタデータを表示できるようにするなど，展示室で開催した際は展示スペースの関係で掲載が難しかった，詳細な情報を追加した．また，主人公が辿るルートに沿って，「兵庫写真」を含む当館所蔵の古写真を複数紹介し，景観の変遷を知ることができるマップも掲載し，「ストーリーマップでめぐる伊藤整の「幽鬼の街」展（ArcGIS StoryMaps デジタル図録）」として 2025 年 5 月に公開を開始した（図 5）．

図 5　ストーリーマップでめぐる伊藤整の「幽鬼の街」展（ArcGIS StoryMaps デジタル図録）

４.２　発表による反響

公開したデジタル図録は，ArcGIS ユーザー会主催で 2025 年 5 月 29 日～30 日にかけて東京で開催された「第 22 回 GIS コミュニティフォーラム」のマップギャラリー「ストーリーマップ部門」に出展した．同部門に出展された 18 作品中，3 位までの入賞には至らなかったが，市民や小樽市外に住んでいる自治体職員，大学生などから，「現在の小樽の風景との比較があり，このストーリーマップ片手に街を散策することができるため観光にも良

い影響がありそうだ」,「いつでもどこでも，地図や展示品を見ることができ，デジタルならではの良さを感じた」という感想や,「幽鬼の街」の小説自体や小樽の街に対する関心が高まったという声があった.

特に反響が大きかったのは，学芸員などの博物館関係者であった.「PDF などで単にファイルで公開するものとは一線を画した記録・公開の手段として勉強になった」や,「デジタルならではの強みが存分に活かされている」,「GIS を使った図録で，展示室全体のなかでの展示の位置がわかりやすい」などの手法に関する感想や,「展示を直接見られなかった人にも，見たことのある人にも楽しめる内容だと思った」という内容に関する感想をいただいた．最も多かったのが,「同じ悩みを抱えている」というものだった.「図録の予算が今後厳しくなりそうだ」,「どうにか限られたリソースでマンネリを打破すべく色々模索している」,「コンテンツを作ったが，維持費の面で苦労をした経験がある」など，資金不足やノウハウ不足は他の博物館でも共通の課題であることを再認識した.

５．おわりに

５.１　まとめ

本研究は，当初,「兵庫写真」を対象に横断検索に対応した公開型データベースの構築を行った．それだけでは，博物館資料の「保管」と公開を中心に行うものになりがちである．博物館機能のそれ以外の部分の充実を図るためには，やはりこの研究から派生した 3 つの実践が必要であった．それは，撮影地点特定調査（調査研究），市民参加型ワークショップ（収集），ArcGIS StoryMaps デジタル図録（展示）であり，博物館の基本的な機能である「保管」と公開以外の拡張が確認できた．この 3 つの関連事業を展開できたのも，中核に「兵庫写真」のような優れた写真資料のデータベースを構築し，Web 公開したことが挙げられる．根幹となる取り組みがあれば，そこから関連事業を派生させることは容易であることを痛感した.

博物館活動に GIS を用いる意義として，位置情報の取得が利点であった．通常，紙焼きのアルバムなどの寄贈を受けた際は，学芸員が撮影地点を 1 つ 1 つ調べる作業が必要だが，ワークショップでは撮影者自身が位置情報を付与することで，それが不要となった．さらに，デジタルであることのメリットとして，収集したデータを即時共有して語り合える点や，修正と更新のしやすさが挙げられる．例えばデジタル図録の取り組みでは，会期中に展示室内で実施した「ArcGIS Survey123」を用いた来館者アンケートの集計結果や，関連事業の実施報告など，通常は会期前に発行される紙の図録刊行時に掲載が難しい情報も，追加することが可能である.

また，３.で述べたワークショップの終了後に,「続きをやりたい」という感想を書いていた参加者が，後日，博物館への写真の提供を申し出るなど，自主的な行動が見られた．ワークショップで他の参加者が共有した写真や想い出は，後日当館でパネル展示を行ったが，それを見た来館者が自分の記憶を話し出す場面もあった．博物館が一方的に歴史の専門知識を語るのではなく，市民一人一人が地域の歴史を語り，双方が協働して地域の歴史に向き合う，パブリック・ヒストリーの実現可能性が高まった.

なお，この取り組みを博物館関係者に話したところ，具体的な金額や維持管理の方法に関する質問をいただいた．本研究では，Esri 社が提供する ArcGIS のアプリケーションを利用している．当館では資金がなく有料のソフトウェアの購入は難しいが，大学との連携協定や共同研究によって利用が可能となった．また，立命館大学アート・リサーチセンターなど豊富な経験を有する研究機関との連携によって，ノウハウに関しても助言を受けることができる．改正された博物館法においても多様な主体との連携により地域の活力の向上に寄与することが求められていることから，本研究も 1 つのモデルケースであると言える.

５.２　今後の課題

今回，試験的に行った実践であったが，好意的な声が多く，継続に向けて励みとなった．ただし，活動にデジタル技術を用いることから，操作が容易な方と難しい方がおり，サポートの体制を整える必要があるが，博物館職員のみで全て対応することは難しい．これまでの取り組みにおいて，操作を身に着けた元実習生が率先してフォローをする様子も見られたことから，当館が連携協定を結んでいる北海学園大学の博物館実習生にその役割を継続して担ってもらいたいと考えている．今後も，博物館活動に幅広い世代が参加できる場を提供し，地域の歴史や観光・まちづくりにも資する活動を継続していく.

謝辞

本研究は，立命館大学アート・リサーチセンター「小樽市総合博物館『小樽学』の進展を支える古写真データベースの構築と活用に関する研究」の研究成果の一部である.

参考文献

菅豊（2021）パブリック・ヒストリーとはなにか？.「パブリック・ヒストリー入門―開かれた歴史学への挑戦―」勉誠出版，3-68.

武田佑希子（2023）「幽鬼の街」小樽を歩く―伊藤整の坂にまつわる感覚的表現―. <https://storymaps.arcgis.com/stories/ba93876d1f2a42cd8eb88270f54350d6 >.

田中裕二（2025）博物館資料の「デジタル化」―公開と活用に向けたコレクション管理の現状と課題―.「全博協研究紀要」,（27），29-45.

近世絵画史料『公余探勝図巻』の視点場推定
－地形解析による柿木村南望の再検討と青羽根村南望の推定－

片岡勲人*

Viewpoint Estimation in the Early Modern Painting "Koyo Tansho-zu"
Re-examining “Kakinoki Village South View” and Estimating “Aobane Village South View” through Terrain Analysis

Isato KATAOKA *

Abstract: Kataoka (2024) estimated the viewpoint of “Kakinoki Village South View” from the Koyo Tansho-zu (1793) using Shizuoka Prefecture’s point cloud data and “Konjaku map”, identifying the riverside south of Karuno Shrine as a candidate. A 2025 field survey found no trace of the rocky terrain, and slope analysis using high-resolution terrain data from the Geospatial Information Authority of Japan suggested the rocks may have been buried due to land development. This led to a revised viewpoint on a hill north of the river junction, enabling a CG reconstruction closer to the painting’s composition. For the subsequent “Aobane Village South View”, the Jizō-dō was used to verify mountain features, and detailed stone wall depictions indicated the ruins of Kano Castle as a likely viewpoint.

Keywords: 景観視点場の推定表示システム (Landscape viewpoint estimation display system), 谷文晁 (Tani Buncho), 点群データ(point cloud data), 地形解析(Terrain Analysis)

１．はじめに

片岡（2024）では『公余探勝図』(1793)「柿木村南望」の視点場を静岡県の点群データと今昔マップを用いて推定し，軽野神社南側の川岸を候補とした．2025 年の現地調査では岩場の痕跡が確認できず，国土地理院の高精度地形データによる傾斜解析から，岩場が造成により埋没した可能性が示された．これにより河川合流地点北側の小山を新たな視点場とし，CG 再現した景観が絵画の構図により近づいた．続く絵画として「青羽根村南望」の視点場推定では，地蔵堂を基準に山の特徴を確認し，石垣描写から狩野城跡が有力候補とされた．

２．視点場の推定方法

２.１　数値標高 1m メッシュの 3DCG 化と稜線および遠近表示のリアルタイム可視化

数値標高データ（DEM）を用いた三次元地形の可視化に関しては，筆者が 2019 年から 2024 年にかけて開発を進めてきた『景観視点場の推定表示システム』（片岡，2019-2024）を活用した．本システムは，標高データの解像度が 1m メッシュに高精度化された場合でも，基本的な処理手順に変更を加えることなく対応可能である．

従来は，レンダリング処理によって山の稜線を描画していたため，視点移動に伴う稜線の変化を確認する際にリアルタイム性が欠如していた．この課題を解決するために，本研究では Blender の Shader Editor においてノード構成を再設定し，リアルタイムで稜線を強調表示できる環境を構築した．

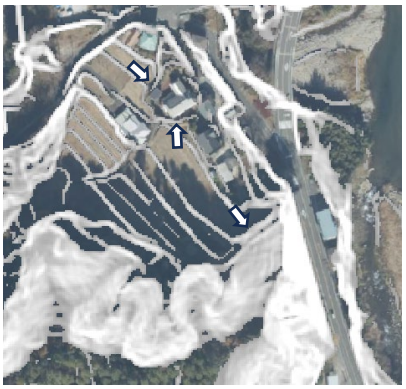


図 1 地形分析（筆者作成）

この改良により，視点場の移動に応じた稜線の変化を即時に確認することが可能となり，地形の立体的把握や視点場の検証作業が大幅に効率化された．

２.２　山の稜線の強調表示

山の稜線は，地形の輪郭を示す重要な要素であり，風景の奥行きや立体感を表現する上で不可欠である．特に，歴史的風景の再現や地形解析において，稜線の明瞭な描写は視覚的理解を促進する．

本研究では，Blender の Shader Editor を用いて，稜線の強調表示を目的としたシェーダーノード構成を設定した．

*　片岡勲人 正会員　東海大学観光学部（Tokai University）
〒259-1207　神奈川県平塚市北金目４丁目１－１　E-mail：isato@tokai.ac.jp

地表の基本的な色彩は Diffuse BSDF ノードにより表現し，稜線の強調には Glossy BSDF ノードによる鏡面反射特性を用いた．BSDF（Bidirectional Scattering Distribution Function）は，物体表面における光の反射・透過・散乱の挙動を定義するノードであり，視覚的質感の再現において中心的な役割を果たす．

これら 2 つの BSDF ノードは，Shader Mix ノードによって統合され，視点方向に応じた反射の強度を制御するために Fresnel ノードを係数として用いた．Fresnel ノードの IOR（屈折率）を 1.500 に設定することで，視線に対して斜めの面が強く反射されるようになり，稜線部分が自然なハイライトとして際立つ効果が得られた．これは自然界における光学現象に基づくものであり，山岳地形の立体感を強調する上で有効である（図３・４）．

以上の構成により，視点に応じて稜線が自然に強調され，地形の立体感と空間的把握が向上する．これは，風景 CG の精度向上のみならず，絵画や古地図に描かれた地形の再現にも応用可能であり，歴史的景観の復元において有効な手法となる．

２.３　遠景の山を白くかすめる

遠景の山が白くかすむ自然現象を CG 上で再現するために，本研究では視点からの距離に応じて地形の色調を変化させるシェーダーノード構成を設計した．これは，空気遠近法に基づく奥行きのある風景表現を可能にするものである．

まず，Camera Data ノードを用いて，視点から各ピクセルまでの距離（View Distance）を取得する．この距離情報をもとに，Map Range ノードにより値の範囲を変換する．具体的には，距離 480m から 2500m の範囲を 0.0〜1.0 に正規化し，Clamp 機能を有効化することで，範囲外の値を制限している．

この正規化された距離値は，Mix Shader ノードの係数（Fac）として使用される．これにより，Diffuse BSDF ノードで設定された地形の基本色と白色との間でブレンドが行われる．距離が近いほど地形本来の色が表示され，遠くなるほど白色に近づくことで，山が白くかすむような視覚効果が得られる（図３・４）．

この手法により，視点に応じた自然な霞表現が可能となり，風景の奥行きや空気感を強調する効果が得られる．特に，歴史的景観の再現や地形の視覚的解析において，遠景の表現精度を高める技術として有効である．

２.４　造成地に埋もれた地形・石垣の痕跡抽出に向けた DEM 解析

国土交通省より取得した 1m 解像度の数値標高モデル（DEM）を用いて，地形の傾斜情報を抽出した．提供された DEM は緯度経度（地理座標系）で記録されているため，傾斜解析に適したメートル単位の平面直角座標系（EPSG:6676，8 系）への変換を行った．

座標変換後，QGIS 上にて GDAL ライブラリを用いたラスター解析を実施し，傾斜（slope）を抽出した．解析には Zevenbergen & Thorne の手法を採用し，標高値の変化に基づいて各ピクセルの傾斜角を計算した．水平方向に対する垂直方向の単位比率は 1.0 に設定し，傾斜の単位はパーセントで出力した．

処理は以下の GDAL コマンドにより実行された：

gdal_dem slope「数値標高のファイル名」.tif OUTPUT.tif -of GTiff -b 1 -s 1.0

この傾斜抽出により，現地の造成によって埋没した可能性のある地形の痕跡や，石垣の存在を示唆する地形的特徴が明らかとなった．特に，緩やかな傾斜の中に急峻な変化が見られる箇所は，人工的な構造物の痕跡として，また，直線的な変化の中に，自然の造形がみられる点などが注目される．これらの情報は，歴史的景観の復元や視点場の再構成において，重要な手がかりとなる．（図１）



図２谷文晁（1793）『紙本著色公余探勝図』
柿木村南望



図３軽野神社南の視点場から CG 再現した風景
狩野城址方向

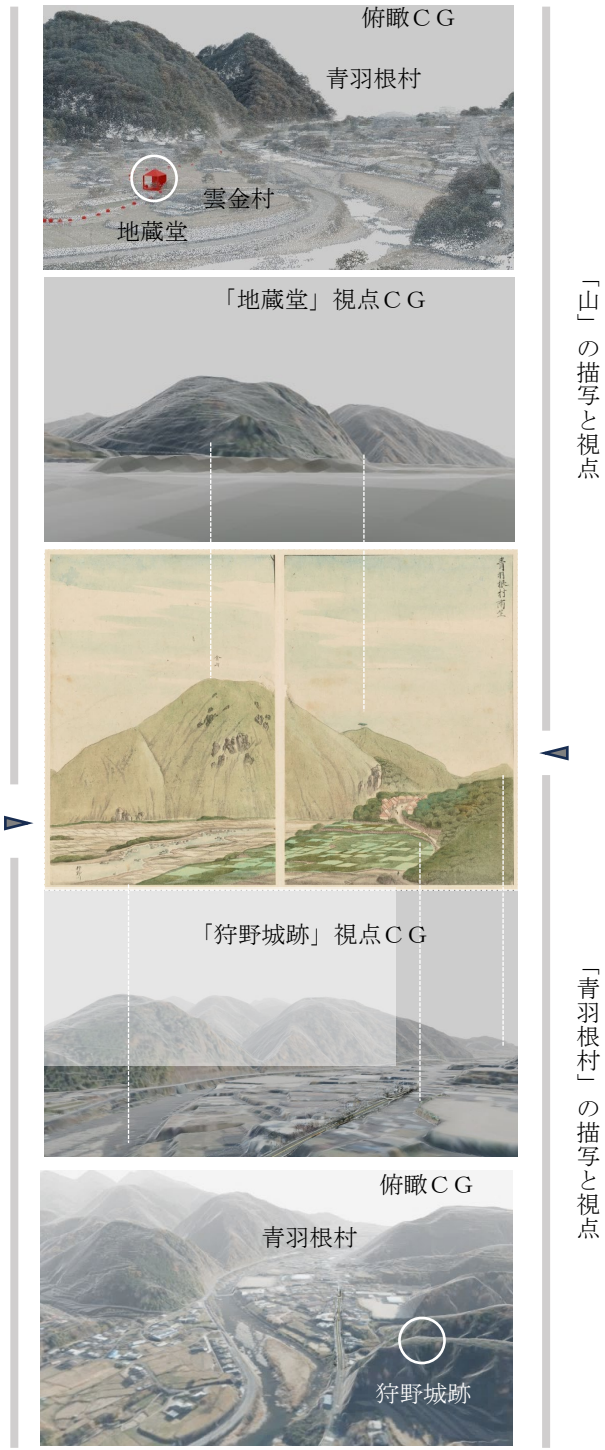


図４青羽根村南望の視点場推定

３．視点場の推定と構図の検証

『公余探勝図』(1793)「柿木村南望」および「青羽根村南望」の視点場推定について述べる．

３.１　柿木村南望

1mDEM を用いた傾斜分析により，柿木川と狩野川の合流地点北側に小規模な小山地形が存在することが確認された．また，その南側には，現在の造成工事などによ



図５青羽根村に描かれている石垣

り埋没した三角形状の小山があり，さらにその手前には，直線的な造成地形の中に自然地形の痕跡が認められた．

これらの地形情報をもとに，合流地点北側の小山を絵画描画の視点場，埋没した小山を描画対象として設定したところ，『公余探勝図』「柿木村南望」に近い構図を持つ CG 風景の再現が可能となった．根拠となる史料は見つかっていないが，小山どうしの間に描かれた板状の構造物は，当時の土地造成工事に関連する要素であった可能性があると考える．

地蔵堂が位置する地形は現在造成されているものの，現在も絵画に描かれた構成の名残が地形上に確認できる．

これらの成果は，地形解析と絵画構図の照合を通じて，歴史的景観の復元における視点場推定の有効性を示すものである（図３）．

３.２　青羽根村南望

『公余探勝図』「青羽根村南望」の絵画には，大きく山が描かれ，金山と記されている．同地区は雲金村である．その背後には名称が記されていない山々が連続して描かれている．このような構図に対応する場所を，筆者が開発した視点場推定ツールを用いて探索した．その結果，前掲の「柿木村南望」に描かれていた地蔵堂から復元した景観 CG が，絵画の構図に近い可能性が高いことが示された．絵師は狩野川を渡って地蔵堂へ向かい，そこから青羽根村方面を望んだ可能性が高い．

ただし，地蔵堂から青羽根村を望む視点では，絵画に描かれた石垣や地形の詳細は確認できなかった．そこで，さらにツールを用いて探索を進めた結果，狩野城跡から青羽根村を見下ろす視点において，「青羽根村南望」の構図に近い眺望が得られる可能性があることが示された．

さらに，現地調査によって，絵画に描かれた石垣の一部が現存している可能性があることを確認した．特に，石垣の高さは現代の乗用車を上回る高さがあり，当時の絵画に描かれていた石垣と人の比率に近い．

４．まとめ

本研究では,『公余探勝図』(1793）に描かれた「柿木村南望」および「青羽根村南望」の視点場を，最新の地形データと CG 技術を用いて再検討した．特に，2025 年に公開された 1m メッシュの高精度 DEM を活用することで，従来の視点場推定に比べて，地形の微細な変化や造成による埋没地形の痕跡をより精密に把握することが可能となった．

Blender による稜線強調表示や遠景の霞表現など，視覚的な工夫を加えた CG 技術の導入により，絵画に描かれた風景の空間的構成をリアルタイムに検証できる環境が整った．これにより，絵師の視点移動や構図の意図を地形的・視覚的に追跡することが可能となり，歴史的景観の復元に新たな知見をもたらした．

また，傾斜解析を通じて，造成地に埋もれた可能性のある地形や石垣の痕跡を抽出し，現地調査と照合することで，絵画に描かれた構造物の一部が現存している可能性が高いことが示された．これらの成果は，絵画資料と地形データを統合的に活用することで，歴史的風景の空間的再構成が可能であることを示している．

参考文献

片岡勲人 関口敦仁(2019)「近世絵画史料から見る景観視点場の推定表示システムの構築 −マルチ地理情報データの複合連動による３DCG 表示システム−」，一般社団法人 地理情報システム学会学術研究発表大会 第 28 回学術研究発表大会 講演論文集 28 pp 1-4

片岡勲人 関口敦仁(2020)「近世絵画史料から見る景観視点場の推定表示システムの構築 ：谷文晁・公余探勝図巻を事例として」，東海大学紀要. 観光学部 (10), pp. 29-38.

片岡勲人 関口敦仁(2020)「近世風景絵画史料の写実形態比較などの解析システムの構築 −タブレット型風景画検証システム−」，一般社団法人 地理情報システム学会学術研究発表大会 第 29 回学術研究発表大会 講演論文集 29 pp 1-4

片岡勲人 関口敦仁(2021)「近世風景絵画史料の写実形態比較などの解析システムの構築 −機械学習による風景画の作画方角の推定−」一般社団法人 地理情報システム学会学術研究発表大会 第 30 回学術研究発表大会 講演論文集 30 pp 1-5

片岡勲人 関口敦仁(2022)「近世絵画史料の景観視点場推定表示システムを利用した現代景観の検証 」一般社団法人 地理情報システム学会学術研究発表大会 第 31 回学術研究発表大会 講演論文集 31 pp 1-8

片岡勲人 関口敦仁(2023)「近世絵画史料『百富士（風刊-東海道)』「品川」から「金谷」の視点場推定 」一般社団法人 地理情報システム学会学術研究発表大会 第 32 回学術研究発表大会 講演論文集 F6-03,pp1-5, https://confit.atlas.jp/guide/event/gisa2023/session/26001-03/tables?yEWPgrjYkT

片岡勲人 関口敦仁(2024)「近世絵画史料『公余探勝図巻』における風景モチーフの写実性の検証―景観視点場推定表示システムとポイントクラウドデータの応用― 」一般社団法人 地理情報システム学会学術研究発表大会 第 33 回学術研究発表大会 講演論文集 C6-04, pp1-4

国土地理院. 「１ｍメッシュ（標高）の提供範囲 」 国土地理院公式ウェブサイト. https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa61005.html, 2025 年 8 月 31 日閲覧.

静岡県都市整備部「静岡県の高精度 3 次元地表点群データの活用」. https://www.pref.shizuoka.jp/machizukuri/1049255/1052183.html, 2024 年 8 月 30 日閲覧.

関口敦仁(2009)「地理情報を比較利用した近世絵画での写実性について −葛飾北斎『富嶽三十六景』をめぐる考察−」，情報科学芸術大学院大学紀要, vol. 1, pp. 39‐52.

関口敦仁 片岡勲人(2021)「日本の近世風景画における写実性の検証」，愛知県立芸術大学紀要(50), pp. 69-80.

谷謙二(2017)「今昔マップ旧版地形図タイル画像配信・閲覧サービス」の開発．GIS-理論と応用，25(1)，pp. 1-10.

谷文晁(1793)『紙本著色公余探勝図』東京国立博物館,[Online]. Available at: https://emuseum.nich.go.jp/detail?langId=&content_base_id=100324&content_part_id=000&content_pict_id=000 [参照: 7 月 -8 月 2023]