

地震津波碑と3D デジタルモデルを活用した防災教育

海洋研究開発機構 超先鋭研究開発部門* 谷川 亘

徳島大学 人と地域共創センター† 井若 和久

Historical Disaster Education Program using Earthquake and Tsunami Monuments and 3D Digital Technology

Wataru TANIKAWA

Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology.
200 Monobe-Otsu, Nankoku, Kochi, 780-0066 Japan

Kazuhisa IWAKA

The Center for Community Engagement and Lifelong Learning, Tokushima University. 1-1,
Minamijo-Sanjima-Cho, Tokushima, Tokushima, 770-8502 Japan

We conducted an educational program for young students to learn historical natural disaster through old stone monuments by using advanced digital technologies (SfM-FOV). The digital technology improves our legibility of the inscription on the stone and allows us to record and preserve exquisite digital copies of the monuments. Therefore, the educational program that introduced these technologies attracted the students to learn historical disasters that will occur in their future.

Keywords: Stone Monument, Disaster Preparedness Education, SfM-FOV, Nankai Earthquake, Storm Disaster.

§ 1. はじめに

自然災害碑は、過去に発生した大規模地震や水害などの自然災害の状況や教訓が巨石の表面に刻まれている。近年、その碑に記録されていた自然災害と類似した災害(東北地方太平洋沖地震や平成三十年7月豪雨)が発生したことから、過去の自然災害を学び将来への警鐘を鳴らすシンボルとしてその価値が再評価されている。国土地理院は地図上で自然災害(伝承)碑の位置情報を提供するサービス

(<https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/denshouhi.html>)を開始し、他機関でも同様の地図情報の提供が始まっている[国立民族学博物館(2017), 鈴木・他(2020)]。また、デジタル化の技術を自然災害碑に対して活用する試みも進められている。例えば、デジタルカメラの画像を用いて、石碑の碑面を数値表層モデル化(DSM)したり[谷川・他(2021)], 拓本を代替する「ひかり拓本」[上楯・他(2019)]という技術を用いたりして、石の色や日影の影響で読みにくい碑文を

表1. 土佐清水市で過去に発生した自然災害と関連する自然災害碑

災害発生年	災害	土佐清水市三崎・下川口地区の自然災害碑
1707年	宝永地震	①下川口春日神社地震碑
1854年	安政南海地震	②三崎十字橋碑 ③三崎浦震災供養石仏
1920年	大正九年八月の台風	④三崎川堤防復旧記念碑 ⑤下川口郷災害記念碑
1935年	昭和十年八月の台風	
1946年	昭和南海地震	⑥三崎平ノ段震災記念碑
1964年	昭和三十九年九月の台風	
1970年	昭和四十五年八月の台風	
2001年	平成十三年九月の豪雨	⑦下川口災害一周年記念碑 ⑧下川口災害七周年記念碑 ⑨下川口高知県西南部豪雨伝承碑

* 〒783-8502 高知県南国市物部乙 200

電子メール: tanikawa@jamstec.go.jp

† 〒770-8502 徳島県徳島市南常三島町 1-1

電子メール: tokushima-minami@tokushima-u.ac.jp

判読しやすくする試みが行われている。また、風化により損傷が進行している石碑全体を風化と無縁の3Dデジタルモデル化をすることで未来永劫保存しようという取り組みも行われている[谷川・他(2017)]。

一方、ウェブ上で公開されている自然災害碑の地図情報や3D デジタルモデルが、防災教育や自然科学教育の現場で実際に有効活用されているのかは疑問である。そこで、学校教育現場や地域の住民に対してデジタル技術を通じて自然災害碑の理解を深めてもらうことを目的として、科研費助成事業研究成果公開促進費「ひらめきときめきサイエンス」を活用したプログラムを企画した。本プログラムは、自然災害碑が近くにあり、その災害碑を教材として活用できる地域で実施した。また、同地域で生活する小学校高学年から高校生を対象とした。

§2. プログラム概要

本プログラムは、高知県土佐清水市で実施した(会場:竜串ビジターセンター「うみのわ」、日時:2021年11月15日)。土佐清水市は南海トラフ地震の津浪

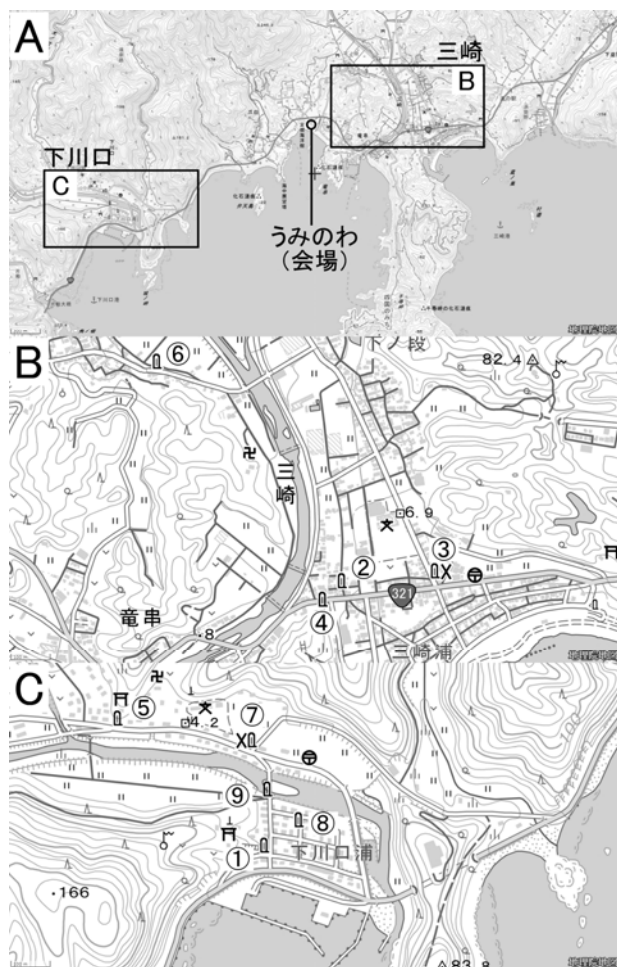


図1. 見学した自然災害碑の位置(①～⑨)

災害と豪雨水害が幾度となく発生し、災害を引き起こしている(表1)。そのため、自然災害と関係する石碑が多く建立している。特に、1998年高知県西南部豪雨災害と南海トラフ地震による津波浸水被害が著しかった下川口地区と三崎地区には多くの災害碑が建立している(図1)。江戸時代から平成時代までの様々な時代の自然災害碑を観察できる点もこの地域の災害碑の特徴である。

本プログラムでは

1. 土佐清水市で発生した自然災害とそのしくみを理解しよう。
2. 自然災害碑の役割と問題点を理解しよう。
3. 3Dデジタル技術を使った(災害・石碑)記録方法の可能性を考えよう。

という3つの目標を掲げ、目的達成のために以下の実習を計画した。

実習1:石碑を観察して自然災害碑をもっと知ろう:実際に自然災害碑を観察して、どこにどのような内容が書かれているか明らかにする。様々な自然災害碑を比較して特徴や違いを考える。

実習2:自然災害碑のミニチュアを作って記録(コピー)を残そう: SfM 多視点ステレオ写真測量技術[早川・他(2016)]を用いて自然災害碑の3D デジタルモデルを作成し、3Dプリンタでミニチュアを作成する。

実習3:自然災害碑に隠れている文字をデジタル技術で見つけよう: SfM 技術を活用して、現場や写真で判読しづらい文字を判読可能にする。

最後に本プログラムの総括として、グループディスカッションにより『目指せ「石碑ハカセ」!最終試験』と題した以下の課題を実施した。

『(想像してみてください)今からX年後に、南海トラフ地震が発生して、みなさんの住む街が大きな被害を受けました。大きな津波が押しよせて、港・橋・小学校が大きな被害を受けました。みなさんは、地震の揺れと同時に、急いで近くの避難場所に逃げたため、助かりました。その後、みなさんは、この大地震の経験について、「石碑」を活用して、後世のひとたちに伝える役割を任命されました。さて、みなさんはどんな石碑を建てますか?』

野外見学、実習および、最後の課題は班ごとに分かれて実施した(全3班、各班5~6名)。

§3. 実施内容

本プログラムは、はじめに自然災害碑の機能的役割と土佐清水市で発生する自然災害の事例を紹介



図2. 三崎十字橋碑(図1②)を前に碑文を観察し課題に取り組む生徒たち

する講義を行った後、自然災害碑を見学した(実習1)。実際の石碑を前に、あらかじめ用意した教材に書かれた問題を解きながら、石碑と関係する自然災害の推定、災害の発生年、碑文の文字の判読を実施した(図2)。下川口地区の水害碑は洪水時の最大水位の位置が石碑に表示されていることから、その計測を行い、浸水高を実感した。また 3D デジタルモデル作成用の画像をデジタルカメラで取得した(実習2)(図3A)。写真の撮影方法と3D モデルの作成方法については谷川・他(2021)に従った。3D モデル作成には時間の制約があるため、本プログラムではあらかじめ用意したデモ用の写真素材を用いて 3D モデルの作成方法を学習し、3Dプリンタでミニチュアを作成した(図3B)。

実習 3 は下川口高知県西南部豪雨伝承碑を対象に実施した。この石碑は高知県西南部豪雨災害(2001年9月6日～7日)[国土交通省河川局(2002)]で氾濫を起こした宗呂川に架かる旧下川口

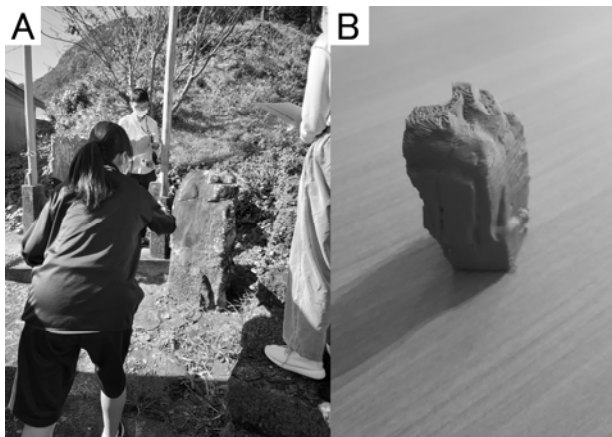
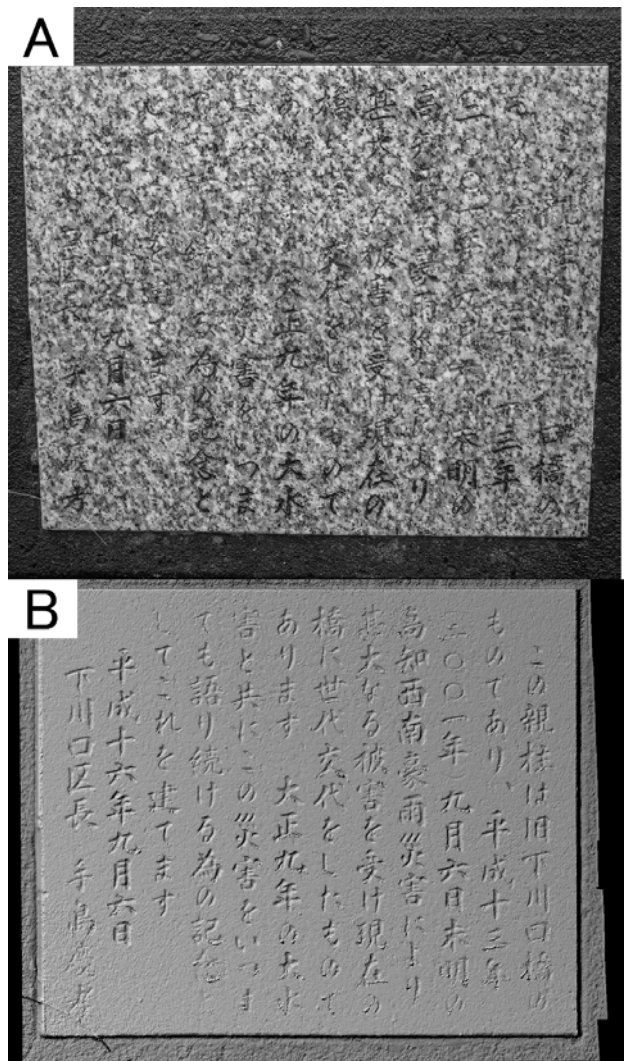


図3. (A) 3D モデル用の写真撮影(B) 3D プリンタで作成した模型(下川口春日神社地震碑)

橋の親柱に設置されている。花崗岩製の石板に碑文が書かれているが、岩石の色と陰により見えづらくなっていることを確認した(図4A)。DSM のモデル作成は数枚の写真でできることから、いずれの班も短時間で DSM を作成し、碑文の文字を明瞭化できることを確認した(図4B)。

『目指せ「石碑ハカセ」！最終試験』の実習は、導入部の進行は講師が行ったものの、その後講師の進行役無しで生徒が率先してアイデアを出し合い議論を進めていた。3班から考案された未来の石碑は、目立つこと(大きい、カラフルなど)、人の目に付く場所に設置すること(学校のそばなど)が共通した特徴として認められた(図5)。石碑に着色するという想像を絶する非常にユニークなアイデアが紹介されて、自然災害碑に強い固定観念を持っていたことに気づかされたと同時に、目的に即した災害を伝えるシンボル・



17.3 mm

図4. 高知県西南部豪雨伝承碑(図1⑨)。(A) 写真(B)写真から構築した DSM モデル

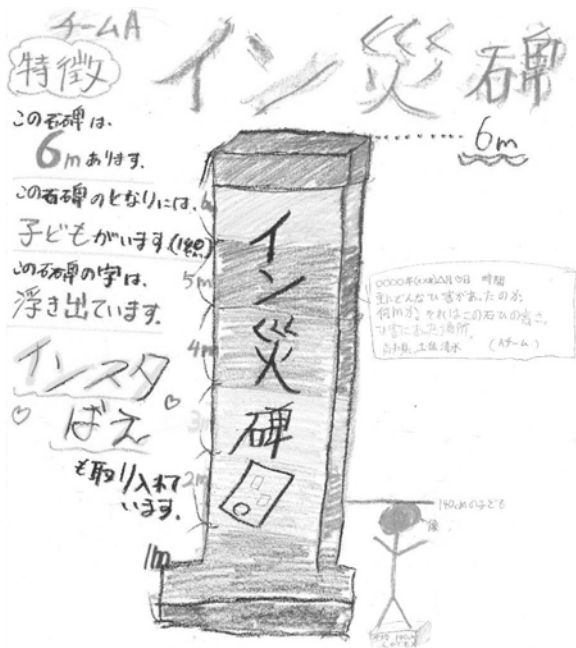


図5. 生徒たちが考案した未来の自然災害碑

ランドマーク作りの重要性を感じた。

§4. おわりに

本プログラムでは、自然災害碑に3D デジタル技術という付加価値を加えることにより、文字の判読性向上や過去の災害に対する将来への伝承を意識した自然災害碑を学習することができた。自然災害碑が身近に存在しない地域に対しては、地図情報、3D モデル、およびデジタル仮想空間(VR)を活用した自然災害碑の紹介が期待できる。そのため、自然災害碑と接点がない地域でも本プログラムに類する学習や企画の実施が期待できる。また、自然災害碑をはじめとした歴史文化遺産を保存する方法として、SfM 技術ベースの DSM 構築以外にも、3D スキャナーやひかり拓本の技術もある。様々な方法を比較することで記録・保存方法の問題の検討や、災害碑の新たな一面の発見も期待できることから、次回以降のプログラムでは紹介していきたい。

今回、石碑見学の途中で、偶然高知県西南部豪雨災害を経験した方に話を伺うことができた。生の声を聴くことは、おそらく石碑の見学よりも何倍も印象を持って災害の恐ろしさを伝えることができる。自然災害を伝承していく取り組みは、本プログラムで実施した方法以外にも様々な方法があるが[鈴木(2021)], 被災者の肉声は過去の自然災害を伝える重要なコンテンツであり、その記録を保存し、防災教育プログラムへ活用することは今後の課題である。

謝辞

本プログラムを開催するにあたっての一連の準備について高知県土佐清水市、土佐清水市ジオパーク推進協議会、および高知大学浦本豪一郎講師には甚大な協力を頂いた。高知大学橋本善孝教授、原忠教授には 3D モデル作成のためのハードウェアとソフトウェアのサポートを頂いた。海洋研究開発機構高知コア研究所管理課(笠谷・沖吉)には広報活動を中心に協力頂いた。本研究は日本学術振興会科学研究費助成事業(科研費番号 20HT0112, 15K12487)の補助を受けて実施した。高知県立歴史民俗資料館から貴重な所蔵資料の借用許可を頂いた。

対象地震:1707 年宝永地震, 1854 年安政南海地震, 1946 年昭和南海地震

文献

- 早川裕彦・小花和宏之, 2016, 小型無人航空機を用いた SfM 多視点ステレオ写真測量による地形情報の空中計測, 物理探査, **69**, 297-309.
- 木村昌三・小松勝記・岡村庄造, 2002, 歴史探訪 南海地震の碑を訪ねて, 毎日新聞高知支局, 159pp.
- 国土交通省河川局, 2002, 災害列島 2001 情報の提供と活用, 16-18.
- 鈴木比奈子・谷川亘・内山庄一郎・浦本豪一郎, 2020, 地域の災害経験の共有ー災害記念碑デジタルアーカイブマップの公開ー, 2020 世界災害語り継ぎフォーラム.
- 鈴木比奈子, 2021, 過去の自然災害記録に見る災害アーカイブの展望ー三陸沿岸の津波災害に関する事例を中心にー, 地学雑誌, **130**, 177-196.
- 谷川亘・浦本豪一郎・内山庄一郎・折中新・山品匡史・原忠, 2017, 高知県の地震津波碑の保全に向けたデジタルアーカイブ化計画, 歴史地震, **32**, 127.
- 谷川亘・内山庄一郎・浦本豪一郎・鈴木比奈子・大橋育順, 2021, SfM と DSM を用いた地震津波碑のデジタル複写による文字の判読, 歴史地震, **36**, 149-158.
- 上相英之・多仁照廣・蝦名裕一, 2019, 判読可能な津波碑文画像の取得方法の提案, 歴史地震, **32**, 258.