

今福線の3次元点群データ取得とデータ活用方策の提案

藤原 宏志

1. はじめに

「今福線研究分科会」は2010（平成22）年に発足し、本年度で活動は14年目となる。2022年から「鉄道遺構研究分科会」へと名称変更し、今福線以外も含めた鉄道遺構研究を行う分科会へと様変わりしてきた。

これまでの今福線に関する分科会報告書では今後の研究課題として「遺構の現地計測と図化」が報告されていた。今福線には建設当時の構造物図面など残っていないことから、分科会ではテープ等による実測および日本国有鉄道における標準図集等を参考にし、図化作業が行われてきているが、現状は一部構造物に限られている。

今後、鉄道遺構を後世に残すための一手段として3次元点群データを取得することによる有効性を確認する取組を実施した。取り組むための体制として、私が勤務するカナツ技建工業株式会社およびICT施工を始めとしたBIM/CIMの取組に関して相互協力関係（i-Conエトセトラ隊）にある株式会社共立エンジニアのご協力を頂き、今福線の主要な構造物である5連アーチ橋、4連アーチ橋、今福第一トンネル付近の橋脚群を対象に3次元点群データ取得作業を行ったこと、そして取得した3次元点群データの今後の活用方策の可能性等について提案・報告を行う。

2. 3次元点群データの現地計測

（1）現地調査

現地計測に当たる担当者は今福線の予備知識および現地の地理的状況に不安があることから、株式会社ウエスコ（当時）に勤務され、当分科会の幹事を務めておられる和田浩さんのご協力のもと、事前の現地調査を2023年7月27日に実施した。



写真1 現地調査（7月27日）

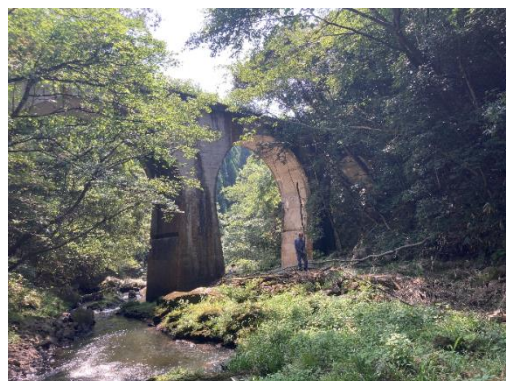


写真2 現地調査（7月27日）

現地調査の視点としては、当社が所有する地上型3Dレーザースキャナ（以下、RTC360と略する。）の現地据付と対象構造物全体がスキャン可能であるか確認を行った。

また、最近話題になることが多い NeRF（ナーフ）技術の有効性を確認することも目的の一つに加えることとして、現地で撮影した映像から 3 次元点群データ化する技術についても有効性を確認することにした。現地調査結果を踏まえ、対象構造物へのアクセスが容易であること、また対象構造物を側・下面部からも計測する必要があるため、構造物下面部に市道や河川の高水敷きがあり、RTC360 の据付が可能と判断した 5 連アーチ橋および 4 連アーチ橋を対象として計測することにした。地上型 RTC360 のみでは対応が不可能と思われるが、LS 搭載 UAV を活用することで計測対応が可能と思われる今福第一トンネル付近の橋脚群を第二段階の対象候補とすることにした。

現地調査後、現地計測の日程調整を進めたが、今年の夏は異常ともいえる猛暑であり、健康面を考慮して 2023 年 8 月 28 日に第一段階の計測を行った。第一段階の計測が完了した後、LS 搭載 UAV を所有される株式会社共立エンジニアさんに協力をお願いして、2023 年 10 月 19 日に今福第一トンネル付近の橋脚群の 3 次元点群データの取得作業を実施した。

（2）5 連アーチ橋（現地計測 8 月 28 日）

GNSS による座標測定を行いながら、アーチ橋下面部を計測するため、RTC360 の設置替えを 8 回、橋梁上部（県道部）を計測するため機械の設置替えを 2 回、合計 10 回の設置替えを行い計測した。計測完了までの時間は約 1 時間半を必要としたが、順調に作業を実施、完了している。



写真 3 地上型 3D レーザースキャナ (RTC360) による計測状況



写真 4 GNSS、ターゲット設置状況

（3）4 連アーチ橋（現地計測 8 月 28 日）

GNSS による座標測定を行いながら、アーチ橋側・下面部を計測するため、機械の設置替えを 6 回、橋梁上部（鉄道部）を計測するため機械の設置替えを 7 回、合計 13 回の設置替えを行った。5 連アーチ橋に比べて、機械の設置替え回数が増加した理由は 4 連アーチ橋の下を流れる河川の左岸側堤防の張り出しなど地形の変化に対応するためである。山間部における天気の変化は激しく、計測途中で急遽雨雲が発生して、線状降水帯による集中豪雨となり、計測を中断せざる負えない状況となった。降雨は短時間で弱まる気配がないため、豪雨の中で最低限の現地計測を行い、約 2 時間程度で観測は終了した。



写真5 地上型3Dレーザースキャナ
(RTC360)による計測状況



写真6 GNSS、ターゲット設置状況

(4) 今福第一トンネル付近の橋脚群（現地計測 10月19日）

計測作業着手時にGNSSによる座標測定を行ったが、通信環境が確保できず（衛星5局、45度範囲で死角がない）再度、時間を空けて実施したところ座標測定が無事完了できた。

LS搭載UAVの点群取得のための準備作業として、標定点設置を行うと共に、小型ドローンによる飛行コースの試験飛行を実施した上で、点群測量を実施した。小型ドローンによる試験飛行に合わせて映像取得しており、この映像は後にNeRF（ナーフ）による3次元点群データ変換に使用した。並行作業として橋脚下面部からはRTC360による計測作業を今福第一トンネル側から下府川右岸側を対象に実施した。対岸部（左岸側）は樹木および下草がブッシュ化していること、地元の方から最近、熊も出没している情報も頂いたことから、立ち入りは困難であると判断して立ち入りは中止することにした。全体作業は約2時間程度で完了した。



写真7 UAV飛行状況とRTC360
による計測状況



写真8 現地計測に使用した機器類

(5) 取得データの処理作業（内業）

外業で取得した3次元点群データを持ち帰り、データ処理を行うためには、処理したデータを最終的にどのような方法で活用するか、その使い方によっても処理方法は違ってくる。

今回行った3次元点群データの取得は、「はじめに」でも記載しているとおり、「遺構の現地計測と図化」を最終的な目的としてスタートしているので、図化までの流れを意識して、データ処理および見せ方の検討・対応を行った。

整理番号	活用方法	見せ方・活用方法	特徴・メリット
1	3次元点群データとして活用（そのまま）	①TREND POINT（ソフトがない場合ビューワ）で閲覧 ②HP等で閲覧（動画）	①自分が見たい場所を自由に閲覧が可能 ②TREND POINTで編集した動画（視点は編集時点で固定）で閲覧（受け身）
2	VR上で活用	VRゴーグル（イベント等で活用するイメージ）	現地に行かなくても、立体的に規模感も感じることができる。あわせて自分で好きな所を確認できる
3	図化して活用	CADソフト	TREND POINT等から任意のCADソフトに出力 現況を確認する時、任意の断面で断面計測が可能

図1 取得データの活用イメージ（案）



写真9 5連アーチ橋3次元点群データ（TREND POINT）

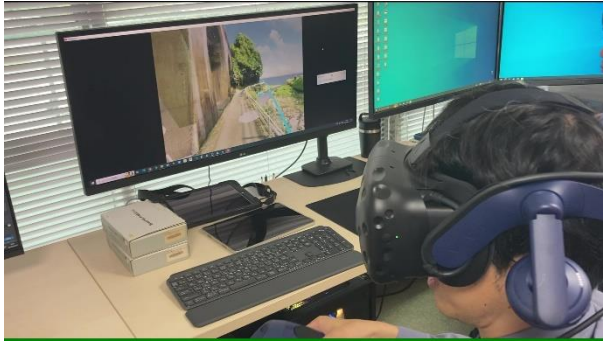


写真10 5連、4連アーチ橋VRの状況

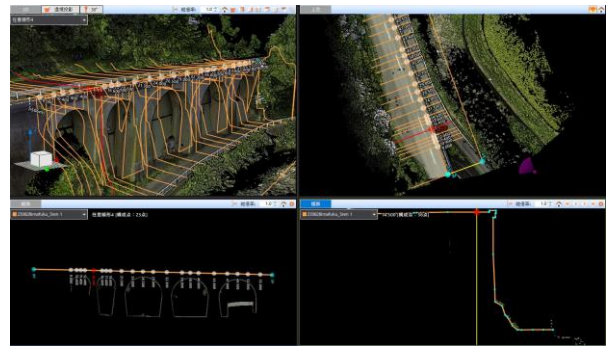
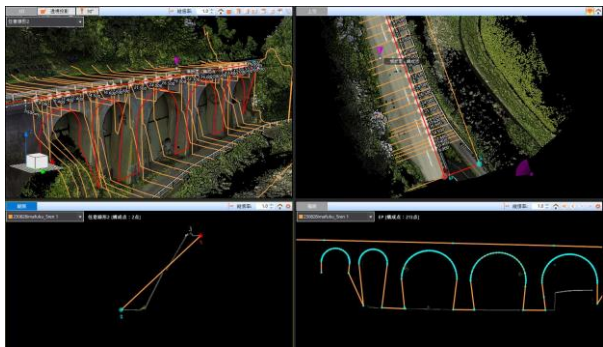


写真11 点群処理システムによる断面計測状況

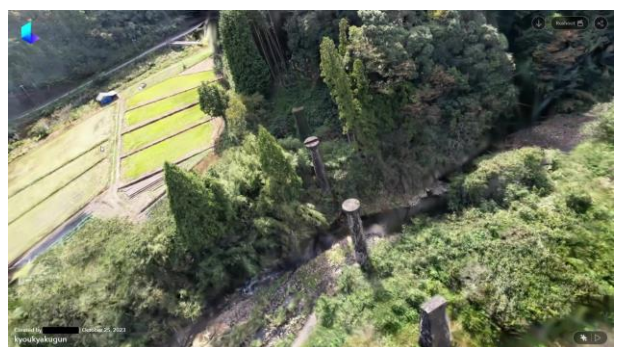


写真12 映像からNeRF技術で3次元データへの変換

3. SNS等による情報発信とその効果



写真 1 3 SNS による情報発信

取組状況については、カナツ技建工業株式会社が運営する X (旧 Twitter) により定期的な情報発信に努めた。現地調査段階、5連アーチ橋、4連アーチ橋および今福第一トンネル付近の橋脚群の現地計測状況や内業を完了した後、3次元点群データの成果などの情報発信を行った。また、島根県技術士会の鉄道遺構研究分科会とのリンクを貼ることで、分科会の取組内容の紹介に努めた。情報発信については研究報告書とりまとめ時点も継続・運営している。

アクセス数の変化、主なリツイートの内容として、2023年7月31日～2023年11月8日の間にとりまとめた記録を紹介する。

アクセス数の変化、主なリツイートの内容

7月31日に#広浜鉄道#今福線として情報発信を開始して、11月8日現在これまで21回の情報発信を実施している。単純平均となりますが、

インプレッション数 8,273回 (最高21,184、最低2,759)

エンゲージメント数 185回 (最高346、最低71)

エンゲージメント率 2.2% (最高5.0%、最低1.3%)

フォロワー 2022

フォロワー数 2000 クラスでは、エンゲージメント率2～3%と言われており、概ね平均的な反応と思われる。

主なコメント、リツイートの内容 (一部抜粋)

- ・デジタルでの保存、普及していきそうですね
- ・状況の保存と評価に役立ちそうな映像ですね。過酷な塩害地域や自然災害の判断にも使えそうです。
- ・隠れたインフラの跡地、全国にありますね。時代の変化とロマンを感じられそうです。
- ・(現地調査映像をNeRF) これは凄い、ドローン撮影みたい。
- ・失われた図面の構造物へリバーズエンジニアリングできそうな技術ですね。新しい世界がひらけるかもしれません。

- ・こんなに綺麗に取れるんですね。すごい綺麗
- ・ビルとかでも 3DCG にできるんですか？
- ・広浜線の 3D データは心躍ります。
- ・そのうち、景観のデータ保存のようなことまでできるかも？と思えるデータですね。

コメントとしては、概ね好意的なものや、また、今後の活用に向けて前向きにとらえるコメントが多いと感じた。

ツイート本文	時間	提供媒体	インプレッション	エンゲージメント	エンゲージメント率	リツイート	返信	いいね	ユーザープロフィールクリック	URLクリック数	ハッシュタグクリック	詳細クリック	メディアの再生数	メディアのエンゲージメント数
<p>幻の広浜鉄道 #今福線 「ワндаと巨像」を彷彿させる今福線旧線の橋脚群 i-Con エトセトラ隊でお世話になっている #共立エンジニアさんにご協力頂き #RTC360 2台とLS搭載UAVによる3次元計測を実施 これぞ新旧技術のコラボレーション 壮麗な眺め https://t.co/zLhRhft8v https://t.co/gd1tth9epk</p>	2023-10-19	写真	10409	207	2%	6	2	73	16	1	9	31	69	69
<p>幻の広浜鉄道 #今福線 土木遺構の広浜鉄道は図面が残っていないとの事 図面作成の手段として4連アーチ橋で取得した点群データを活用して見 ようという試み #TRENDPOINT の断面抽出機能を使えば縦横断面図作成出来ちゃう https://t.co/5ij0vu1OW https://t.co/14SQduOA74</p>	2023-10-18	映像	8395	186	2%	8	1	72	9	0	1	30	718	65
<p>幻の広浜鉄道 #今福線 点群処理した4連アーチ橋、5連アーチ橋を #Twinmotion のVRで散歩 点群では川など撮れない部分はあれど、臨場感の再現という意味では写真 の比ではないなあ 凄くリアル。そしてバツと簡単に日照シミュレーションをしたり出来るのが改め てすごい https://t.co/LxmZvKlqQS https://t.co/XjnXjsNav</p>	2023-09-07	映像	7171	242	3%	15	3	95	11	1	2	33	1548	81
<p>幻の広浜鉄道 #今福線 先日のスキャンで取得した5連アーチ橋のデータがこちら 橋の下で8ターン、道路上で2ターン、計10ターン 所要時間約1時間ほど 特徴点として配置するターゲットはGNSSで座標取得 下部と上部が座標値によりきっちり合っているね？ #TRENDPOINT https://t.co/MgDGYQaC6N https://t.co/8ef45MA4zC</p>	2023-09-03	映像	21184	278	1%	11	0	99	40	0	4	67	1557	56
<p>幻の広浜鉄道 #今福線 4連アーチ橋も、#RTC360 でスキャン 順調な作業中 ホツン 雨が まあ多少涼しくなるかと思ったのが甘かった ゲリラ豪雨 傘は機械のために使ったもののケース収納前に機械の湿気対 策をしっかりとします ちなみに人は下着までびちゃびちゃ https://t.co/MgDGYQb9Wl https://t.co/nKRfyVVAEF</p>	2023-08-31	写真	8208	163	2%	4	1	83	10	0	3	24	38	38
<p>幻の広浜鉄道 #今福線 今福線の土木遺構データ化の取組 手始めに5連アーチ橋 土木遺構を今ある技術のレーザースキャナ #RTC360 でスキャン 時を超えた技術のコラボ 図面すら残っていないらしいので、点群から図化まで仕上げてみようかな https://t.co/RSzlyajTmj https://t.co/1ITPpUnJm</p>	2023-08-30	写真	13602	346	3%	4	1	76	67	0	4	103	91	91
<p>幻の広浜鉄道 #今福線 土木学会選定土木遺産認定の5連アーチ橋 アーチ橋の山側に擁壁を設け県道の一部として使用されています このアーチ橋は無数の橋造物です 時代背景から鉄が不足していたので 先人たちの創意工夫と技術力に頭が下がります #NoRE #LumaAI https://t.co/4KAvESBTun https://t.co/Nca6gG3mZl</p>	2023-08-17	映像	12023	300	2%	11	1	80	13	0	5	91	1054	99
<p>幻の広浜鉄道 #今福線 今福線旧線での最長の橋脚群 円形の橋脚は流水の影響を小さくするためのもので、全国的にも貴重な存在 とのこと まるで「ラピュタ」や「ワндаと巨像」の世界に入り込んだよう 多くの方に知って欲しい #LumaAI #NoRE https://t.co/odOkQFa9jz https://t.co/w6cDhVIMp</p>	2023-08-16	映像	9684	151	2%	6	1	77	9	0	0	31	954	27
<p>幻の広浜鉄道 #今福線 こちらは川の中に聳える立派な2基の橋脚 対岸の茂みには、埋もれるような形で有福第三トンネルの坑口が見えており ます 時の移ろいに思いをはせる土木遺構？ #LumaAI #NoRE https://t.co/azEILHlafx https://t.co/LGo4Wg9Bg3</p>	2023-08-15	映像	8793	172	2%	4	3	86	21	0	1	38	856	19
<p>幻の広浜鉄道 #今福線 幻で終わった今福線の保存と利活用の活動に、我々カナツ技連もお手伝 いさせていただきます ファンタジー感溢れる遺構の数々。こんな素敵な場所が身近にあったなんて 随時情報発信していくので、是非ご注目ください 島根県技術士会HP https://t.co/qZ80G47lbK https://t.co/3kE9NMvGvA</p>	2023-07-31	写真	13231	290	2%	7	2	119	20	13	5	64	60	60
			173724	3877	2%	131	28	1660	290	30	66	792	13484	874

図2 SNSによる情報発信への反応状況（一部抜粋）

4. 今後の活用策（提案）および今後の取組

現在進行中の分科会の取組ではテープ等による実測および日本国有鉄道における標準図集等を参考にして図化作業が行われてきているが、もし今回の取組のように 3 次元計測技術によるデータ取得を行うかによっては研究会の取組が大きく様変わりすると思われます。

前述の「2. 3次元点群データの現地計測、(5) 取得データの処理作業（内業）」でも触れたように 3次元点群データを活用すれば図化は可能となる上、『見せ方』という付加価値を得ることが出来ます。

今後、3次元計測技術を行うとなれば以下のような検討・調整が必要となります。

- (1) データ取得対象物周辺の除草作業
- (2) 機材の調達
- (3) 人員の確保
- (4) データの保存先
- (5) データの活用方法
- (6) 予算

将来的には朽ち果てる運命の構造物、将来世代への残し方といずれの対処(解体 or 補修)をするにしても周辺状況までデータ化出来る 3次元計測技術は良くも悪くも研究会の取組の幅を大きく広げることになると思います。

最後に最近話題の NeRF（ナーフ）技術に関してコメントすると、この技術は映像から 3次元点群データを作成する技術となりますが、そのデータ変換に使用される LumaAI（ルマエイアイ）とは人工知能による変換技術となり、AI が判断するため同じ映像で変換しても再現性が 100%にならない可能性もあります。この再現性の課題もある技術ではありますが、今後大いに活用される技術でないかと感じました。この技術を活用した構造物の点検業務への活用等が期待されると考えております。