

jh230057

HPC と高速通信技術の融合による大規模データの拠点間転送技術開発と実データを用いたシステム実証試験

村田 健史 (情報通信研究機構)

深沢圭一郎 (京都大学学術情報メディアセンター)

概要

ビッグデータサイエンスを加速するため、全国規模で構築した JPCN 広域分散クラウドをベースとしたシステム実証実験を行った。2023 年度は、2022 年度に引き続き①広域分散性と異種計算機リソース融合のための基礎性能検証を進めた。さらに②広域分散クラウドの特性を活かしたデータ駆動型研究を実施した。将来は 1Tbps が予想される SINET により高速接続された各拠点計算資源をシームレスに融合利用するための基礎実験を実施した。広域分散クラウドをベースに、ひまわりリアルタイム Web と日射量 Web の 2 つのアプリケーションについて、国内 5 拠点での負荷分散による研究系システムでは難しい 365 日 / 24 時間の連続運用を実現した。国内各地 (約 30 か所) に設置した映像 IoT システムによる画像収集システムを構築し、WebRTC によるリアルタイム映像配信および遠隔 PTZ (パン・チルト・ズーム) 操作アプリケーションやバーチャル展望台、3 次元 WebGIS ツールなどの Web アプリケーション開発を進め、映像の公開を実現した。

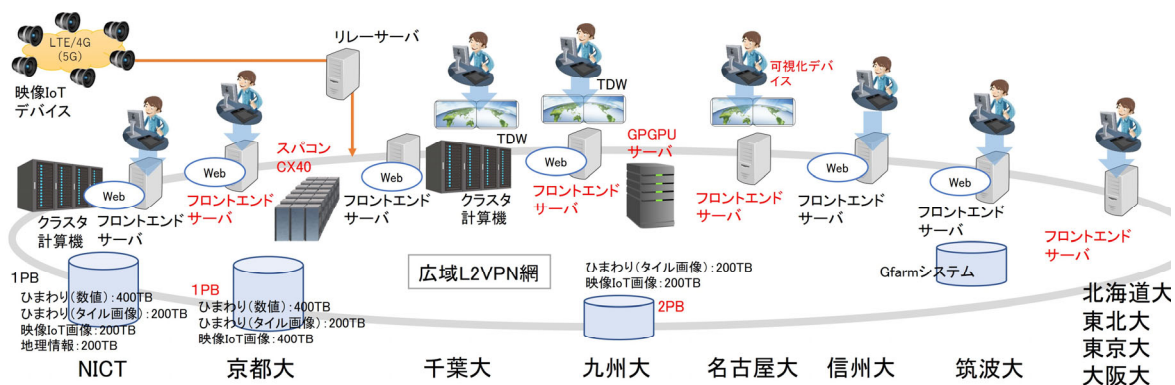


図 1. 2023JPCN 広域分散クラウド (提案)

1. 共同研究に関する情報

(1) 共同利用・共同研究を実施している拠点名

北海道大学 情報基盤センター
 東北大学 サイバーサイエンスセンター
 東京大学 情報基盤センター
 名古屋大学 情報基盤センター
 京都大学 学術情報メディアセンター
 大阪大学 サイバーメディアセンター
 九州大学 情報基盤研究開発センター

(2) 課題分野

データ科学・データ利活用課題分野

(3) 共同研究分野

超大規模データ処理系応用分野
 超大容量ネットワーク技術分野
 超大規模情報システム関連研究分野

(4) 参加研究者の役割分担

2023 年度は、2022 年度に引き続き①広域分散性と異種計算機リソース融合のための基礎性能検証を進めた。さらに②広域分散クラウドの特性を活かしたデータ駆動型研究を実施した。本提案では、テーマ①を担当するシス

テム担当者とテーマ②を担当するドメイン研究者から構成される。①については、各拠点および非拠点大学のシステム開発チームメンバーに L2VPN をベースとした広域クラウドシステムの構築の協力を求めた。②のドメイン研究チームメンバーは拠点リソース（スパコン、大規模ストレージ、GPGPU 計算機、大規模可視化環境）を縦横無尽に利用して学術成果を挙げた。

	サーバ設置・設定	L2VPN	ジャンボフレーム	パッファサイズ抑
北海道大	設置済み 2022年4月	設定済み 2022年8月	設定不可	設定待ち
東北大	設置済み 2020年4月	設定待ち	設定待ち	設定待ち
東京大	設置済み 2020年4月	設定済み 2020年12月	設定済み 2020年12月	設定済み 2021年5月
名古屋大	設置済み 2020年4月	設定済み 2021年2月	設定済み 2021年5月	設定済み 2021年6月
京都大	設置済み 2020年4月	設定済み 2020年7月	設定済み 2021年5月	設定済み 2021年4月
阪大		設定待ち	設定待ち	設定待ち
九州大	設置済み 2020年8月	設定済み 2020年8月	設定済み 2021年2月	設定済み 2021年5月
NICT	設置済み 2020年4月	設定済み 2020年9月	設定済み 2020年2月	設定済み 2021年4月
信州大	設置済み 2022年3月	設定済み 2020年12月	設定待ち	設置済み 2022年2月
筑波大	設置済み 2020年9月	設定済み 2021年2月	設定済み 2021年2月	設定済み 2021年4月
千葉大(1G)	設置済み(1G) 2020年4月	設定済み 2020年7月	設定済み 2020年12月	設定済み 2021年4月
理研	サーバ準備中	設定待ち	設定待ち	設定待ち

図 2. JHPCN 各拠点準備状況（2023 年度開始時点）

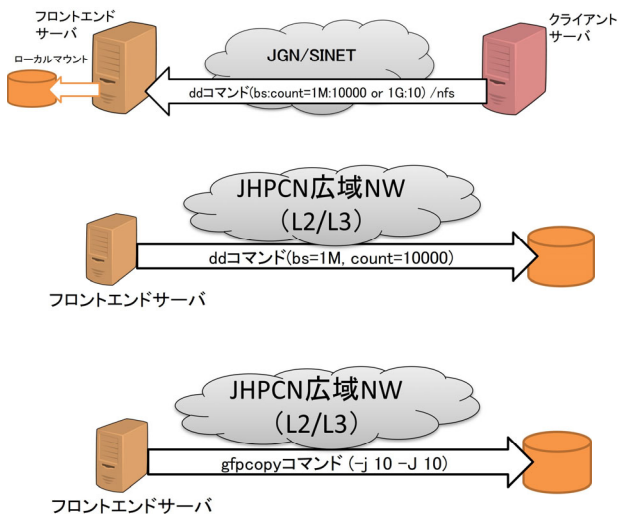


図 3. クラウドシステムによるリモートマウント実験図：上から、nfs+dd コマンド実験、Gfarm + dd コマンド実験、gfpcopy (10 並列) 実験

2. 研究の目的と意義

広域分散性と異種計算機リソース融合のための基礎性能検証(課題①)では、JHPCN で唯一の多拠点広域接続型の広域 L2VPN 網(図1)を構築しており、これに基づいて分散するストレージ、スパコン、GPUサーバ、Webサーバを融合するシステムの開発と利活用をテーマとしている。

広域分散クラウドを実際に構築し、ドメイン研究で利用するためには改善せねばならない点が多くあり、2023 年度にも実用面からの課題が残っている。これらを一つずつ解決する必要がある。

広域分散クラウドの特性を活かしたデータ駆動型研究(課題②)では、JHPCN で実施される研究の多くはスパコンによる大規模計算をテーマとしているが、本申請では広域分散クラウド特性を活かした、または広域分散クラウドでないと実現できないドメイン研究として、エッジ・クラウドハイブリッド処理のためのクラウドスパコン利用、拠点間リモートマウントストレージによる数 100TB データを対象とした Web アプリケーション冗長化、グローバル観測と広域分散クラウドの融合など、JHPCN 広域分散クラウドならではのユニークな分散リソース利活用研究課題を進める。

3. 当拠点の公募型研究として実施した意義

本研究で構築した JHPCN 広域分散クラウド 2023 は 7 つの JHPCN 拠点大学(北海道大・東北大・東京大・名古屋大・京都大・阪大・九州大)と 4 つの国内他大学(NICT、千葉大、筑波大、信州大)の分散リソースを L2VPN 網上で融合するが、このような大規模な広域分散計算環境の構築は当拠点公募型共同研究でなくては実現が難しい。

4. 前年度までに得られた研究成果の概要

① HPCN 広域分散クラウド 2022 性能検証

2022 年度は、2021 年度までの東北大・信州大・筑波大・千葉大・東大・NICT・名大・京大・九州大間での L2VPN 網の敷設に加え、国内全拠点での L2VPN 網の実現(JHPCN プログラムの最終目標の一つともいえる)にむけて、北大と阪大(および 2021 年度までに敷設されなかった東北大)を L2VPN 網に追加してこれらを含めた基礎通信性能検証を各拠点のフロントエンドサーバ間で行う計画であった。図2に示す通り、北大は VLAN 設定がなされたものの東北大、阪大は設定されなかった。また、北大および信州大については、ネットワーク制約上の理由でジャンボフレームの設定ができなかったことが分かった。

さらに、JHPCN 広域分散クラウド実現に向けた分散リソース結合実験として、L2VPN 網により異なる

る拠点間でのリソース融合利用の実験を進めた。具体的には、次の実験を行った。(1)拠点 A の計算機が拠点 B の大規模ストレージを遠隔マウントし、Web アプリや可視化アプリによる大規模データ処理を行った。遠隔マウントは NFS および Gfarm を用いた(図3)。今後の論文投稿のために詳細なデータは本報告書には記載しないが、リモート NFS マウントは dd コマンドで 0.5~3.5Gbps 程度であり、ローカルストレージアクセスと比較すると低速であるが、Web アプリで利用するなどでは実用性が十分であることが分かった。一方、Gfarm は 0.2~0.0Gbps 程度であり、十分な速度を得ることができなかった。gforcopy は 3~4Gbps を達成した。

さらに、京都大学拠点の大規模ストレージと九州大学拠点の大規模ストレージのデータ(1PB)を、HpFP のファイル同期機能(hsync)を用いて定期的にクロスバックアップする実験を行った。データ通信速度は 1Gbps 以上を達成したが、各拠点の定期メンテナンス、システムリプレースなどで長時間連続実験を行うことはできなかった。

さらに、将来の拠点間 100Gbps 超データ伝送に向けて、HpFP プロトコルの性能試験を行った。HpFP プロトコルは、SC Asia21 の Data Mover Challenge (DMC21)において国際回線上(日本・オーストラリア間)で 100Gbps 超でのファイル転送に成功している。この技術を JHPCN 広域分散クラウドで活かす準備として、遅延・パケットロス率を変更しての拠点間ネットワークパラメータ(遅延、パケットロス)による 100G 室内実験および九州大学学術情報メディアセンターの FX700 を用いたデータ通信実験を行った。今後の論文投稿のために詳細なデータは本報告書には記載しないが、室内実験ではチャンネル数 18、パケットロス率 10%において約 50Gbps を達成した。またボトルネックがメモリバンド幅にあることを確認した。さらに、FX700 を使うことでメモリバンド幅がボトルネックにならない環境での計測を行った結果、並列数を増やした計測では最大 55Gbps を記録したが、過去の 100Gbps 環境で行った実験よりも低いスループットになった。

② 広域分散クラウド特性を活かしたドメイン研究

2021 年度はひまわりリアルタイム Web の国内複数拠点での負荷分散を達成したが、2022 年度は新たに九州大および信州大に Web サーバを立ち

上げた。ストレージは九州大学を利用したが、毎月のメンテナンス(2~3 日)のために、実用性を確認するには至らなかった。

映像 IoT データリアルタイム処理システム開発を進めた。2021 年度は九州大 GPGPU 計算機および京都大学スパコンで降雪地域に設置した映像 IoT システムによる静止画像および動画像(15 台)に適用する仕組みを構築中し、これを閲覧するための各種 Web アプリケーションを開発に着手した。今後の論文投稿のために詳細なデータは本報告書には記載しないが、1 分~10 分間隔で取得される静止画像を情報通信研究機構が開発した PTZ (パン・チルト・ズーム)制御技術と時系列画像ブレ補正技術を用いて画像のずれを修正後にタイムラプス動画像を作成した。具体的には、30 台の映像 IoT システムからの画像をリアルタイムに取得し、京都大学スパコン上でタイムラプス動画像(1 日 1 ファイル)をバッチジョブ型で生成するシステムを確立した。なおこれらの Web アプリでは後述の Github (図 4)においてオープンソース化を行った各種 API を駆使している。

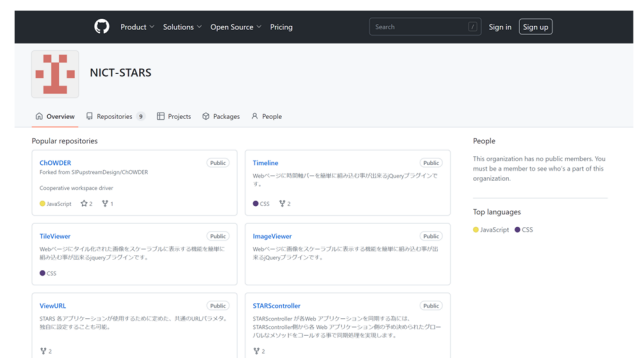


図 4. Github での OSS 公開 (2023 年度末)

さらに、今後の論文投稿のために詳細なデータは本報告書には記載しないが、九州大学 GPU 計算機上で取得画像(動画像およびタイムラプス動画像)を OpticalFlow 技術(煙探知)、DeepSort 技術(車両検出)、独自アルゴリズムによる河川水位評価、Magnification 技術(赤ちゃん見守り)によりリアルタイム処理する技術開発を行った。また、映像 IoT 技術の発展として、3 次元地理情報システムとの連携を進めた。特に iTowns などの 3D WebGIS 環境において気象データや地理情報データの時系列可視化を進めた。

インフラサウンドシミュレーションについては、実

パラメータでのリアルタイムシミュレーションの実現性について検討した。その結果、広域(100km オーダー)でのシミュレーションを JHPCN が提供するスーパーコンピュータでリアルタイム計算することは容易ではなく、今後の工夫が必要であることが分かった。Chowder による TDW 可視化については後述の Github(図4)においてオープンソース化を行い、またピラミッドタイル画像ビューア(Github(図4)において OSS 公開した API)により超高解像度画像を可視化することに成功した。



図5 ひまわりリアルタイム (GIS 版)

間(現在は 10 か月)のひまわり衛星データ公開を実現した。また、高レベル(市町村レベル)の短期間画像と低レベル(都道府県レベル)の長期間画像の 2 種類のピラミッドタイル画像を組み合わせた Web アプリケーションを開発した(図5)。

また、今後の JHPCN 広域分散クラウドでの遠隔ストレージシステムの有力候補である筑波大学に設置した Gfarm/HCFS システム利活用実験として、各拠点のフロントエンドサーバからのデータ転送およびファイル I/O 速度計測を実施中である(2024 年継続課題)。

②広域分散クラウドの特性を活かしたデータ駆動型研究

A)時空間データ GIS プラットフォーム構築

2023 年度でまず、時空間データ GIS プラットフォームを JHPCN 広域分散クラウド上に構築した。①の大規模ストレージ上にひまわり衛星データを含むリアルタイム気象データ、国土地理院や国交省の地理情報(GIS)データ、映像 IoT システムが収集する画像データ保存を進めた。また、これらのデータを処理するための API・ライブラリ・アプリケーションについて、京都大学やNICT、信州大学のフロントエンドサーバ上に実装した。AI処理が必要なアプリケーションについては九州大学のシステム B に実装した。Web アプリケーションを公開するための Web サーバとしては九州大システムは頻繁なシステムメンテナンスのために連続運用をすること

5. 今年度の研究成果の詳細

①広域分散性と異種計算機リソース融合のための基礎性能検証

本申請では、京都大学および九州大学に 1PB ストレージを申請した。本年度も京都大学および九州大学ストレージでは定期的な計画停電やシステムメンテナンスによる停止が行われている。ひまわりリアルタイムやローカルひまわり等の Web アプリケーション、映像 IoT システムおよび本年度から追加のゲノムデータの BCP/BCM を実現するために、HpFP(High-performance and Flexible Protocol)をベースに作成したファイル同期プロトコル hsync により、数 10~数 100TB クラスのデータセットのバックアップおよび同期を進めた。(ネットワーク設定に時間がかかっており、2024 年度の継続課題である)。現在は、データ同期対象をローカルひまわりのピラミッドタイル画像に限定し、可能な限り長期

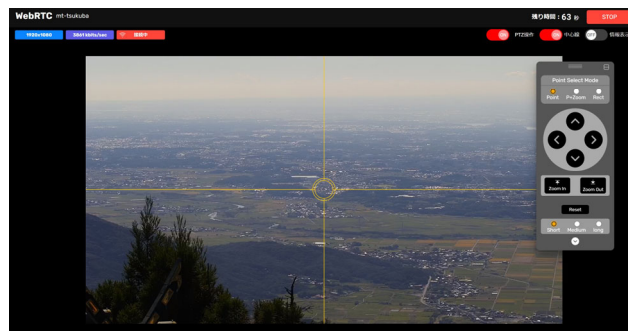


図6 WebRTC アプリケーション (つくば山頂カメラリアルタイム閲覧・操作)

はできなかったため、京都大学、NICT、千葉大学等のフロントエンドサーバを用いた。

B)映像 IoT 技術高度化



図 7 Cesium による 3DwebGIS ツール

これまで情報通信研究機構が中心となり、長野県千曲市や茨城県つくば市などに映像 IoT システムを設置してきた。これらのシステムでは PTZ (パン・チルト・ズーム) 機能を有する IP ネットワークカメラを用い、遠隔地から PTZ 操作を行うことができる。現在、遠隔 PTZ 操作用 API および WebRTC による動画像ストリーミング配信用 API とアプリケーション (図6) を開発し、一部公開を開始した。また、九州大学システム B を用い、Optical Flow 高速化や AI (DeepSort) によるリアルタイム画像処理アプリケーションを開発した。アプリケーションが対象物

(たとえば噴煙) を検知すると、PTZ 操作により自動的に対象物を中心に移動、さらにズームインする。並行して映像ストリーミングを自動的に開始することで、Web 上で噴煙の状況を確認できる。

C) 3次元時系列 GIS 環境整備

上記 A) の GIS データを用いた 3 次元時系列 WebGIS 環境を整備した。基盤となる 3 次元 WebGIS ライブラリは、iTowns および Cesium (図7) を用いた。国土地理院データ (DEM データ)、国交省データ (国土数値情報、PLATEAU 建物データ)、行政境界データ (情報学研究所) を選択することで、任意位置 (任意視点) からの地形や都市情報を含む 3 次元 GIS 可視化が実現できた。さらに、情報通信研究機構が開発し、オープン化を行った Web アプリ用の時間表示ツール (Timeline) を導入した。これにより、A) においてデータベース化した各種気象データを 3 次元空間上で地理情報と併せて時系列可視化することができた。

D) 時空間データ WebGIS アプリケーション開発

上記の高度化した映像 IoT 技術と 3 次元時系列 GIS を融合した高度な時空間データ WebGIS アプリケーションを開発した (図8)。本 WebGIS アプリケーションでは、フィールドに設置した映像 IoT システム (PTZ 機能を有する IP ネットワークカメラ) からのリアルタイムストリーミング画像と 3 次元 GIS 画像を連動して表示できる。後者では前者の IP ネットワークカメラ設置位置と同じ GIS 空間内の位置に仮想 PTZ カメラを設置し、前者の IP ネットワークカメラの PTZ 値と後者の仮想カメラの PTZ 値を連動させることで両者の画角をできるだけ一致させる。操作は IP ネットワークカメラカメラからも仮想カメラからも行うことができる。これにより、地図上の任意地点 (たとえば橋) を選択すると地図中心に橋が移動する。同時に、IP ネットワークカメラが自動的に橋の方に向く。その際、両者の画角をできるだけ一致させることで、両画面の対比が容易となった。

E) 映像公開 Web アプリケーション

本プロジェクトでは、2020 年より映像 IoT による画像収集を開始し、すでに 30 を超える拠点からの映像を JHPCN 広域分散クラウドストレージに保存し

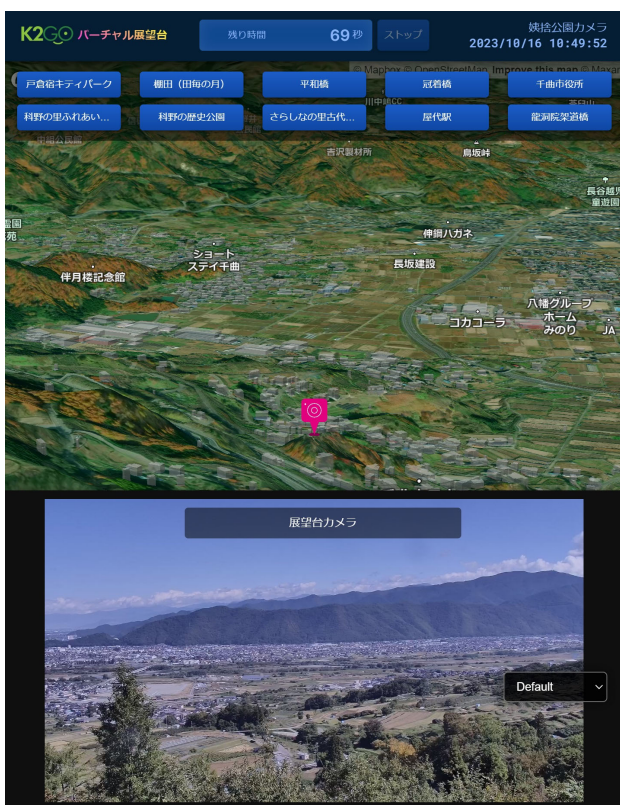


図 8 バーチャル展望台 (2.5D WebGIS と映像 IoT 画像の連動)

ている。2023 年度中に、これらのうち 10 か所の映像を Web アプリケーションから公開する準備中である。千曲市(3 カメラ)、つくば市、富士山(御殿場市)、仙台市(東北大)、鹿児島県始良市を設置済みであり、東京都多摩地区(4 カメラ)を準備中である。

F)その他

申請テーマには含めていなかったが、2023 年度の JHPCN 別課題である合成人口データ(大阪大学)のスケラブル可視化に着手した(2024 年度にも継続して進める)。

6. 進捗状況の自己評価と今後の展望

本申請で利用する JHPCN 広域分散クラウドは、以下の研究業績、公開ライブラリ、特許、著書の成果が多数挙がっている。また、同クラウドをベースとして、国交省受託案件(映像 IoT 技術を活用した護岸うちあげ高モニタリング)、ROIS-DS(大学共同利用機関法人情報・システム研究機構データサイエンス共同利用基盤施設)公募型共同研究、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第 3 期スマート防災、JAXA(宇宙航空研究開発機構)宇宙航空科学技術推進委託費、富士山測候所利用、東北大共同研究(マイシイタケプロジェクト、有害鳥獣モニタリング、火山監視)、名古屋大学 ISEE(宇宙地球環境研究所)共同利用などの共同研究申請も進んでいる。テーマ①のクラウド性能検証対象としてだけでなく、テーマ②～④の研究開発プラットフォームとしても重要であるため、継続的に申請を行っていききたい。

7. 研究業績

(1) 学術論文 (査読あり)

[1] Kikuta, K., Murata, K. T. and Murakami, Y., "A daytime smoke detection method based on variances of optical flow and characteristics of HSV color on footage from outdoor camera in urban city," *Fire Technology*, pp. 1-26, 2024, doi: 10.1007/s10694-023-01522-4.

(2) 国際会議プロシーディングス (査読あり)

[1] M. Nagasaki, Y. Sekiya, A. Asakura, R. Teraoka, R. Otokozawa, H. Hashimoto, T. Kawaguchi, K. Fukazawa, Y. Inadomi, K. T. Murata, Y. Ohkawa, I. Yamaguchi, T. Mizuhara, K. Tokunaga, Y. Sekiya, T. Hanawa, R. Yamada and F. Matsuda, "Design and implementation of a hybrid cloud system for largescale human genomic research," *human genome variation*, vol. 10, no. 6, pp. 1-9, 2023, doi: <https://doi.org/10.1038/s41439-023-00231-2>.

(3) 国際会議発表

- [1] T. O. Sato, M. Niimi, H. Takashima, S. Ishii, M. Takabayashi, K. Yamamoto, T. Murata, H. Yoshida and Y. Kasai, "Algorithm to estimate aerosol concentration with image analysis techniques: SNAP-CII," in *iCACGP/IGAC joint International Atmospheric Chemistry Conference*, Online / Manchester, UK, Sep. 11-15, 2023.
- [2] T. O. Sato, M. Niimi, H. Takashima, S. Ishii, M. Takabayashi, K. Yamamoto, K. T. Murata, H. Yoshida, T. Nakayama, M. Yoshikawa and Y. Kasai, "Validation of aerosol concentration of satellite remote sensing with citizens' camera-driven measurements," in *The 14th International GEMS workshop*, Hotel Hidden Cliff, Jeju, Korea, Sep. 6-8, 2023.

(4) 国内会議発表 (査読なし)

- [1] 菊田和孝, 長妻努, 白岩雅輝, 村田健史, 岩本正敏, 村上雄樹, 小倉振一郎, "映像 IoT 技術を利用した動物のタペタムの検出と追跡," *信学技報*, vol. 123, no. 306, 北九州学術研究都市 学術情報センター, 日本, Dec. 11-12, pp. 40-42, 2023.
- [2] 吉川俊平, 甲斐稜大, 福木姫菜子, 村上雄樹, 村田健史, 河野英昭, "映像 IoT 地域見守りシステムのためのヘイズ除去処理手法の検討," *信学技報*, vol. 123, no. 306, 北九州学術研究都市 学術情報センター, 日本, Dec. 11-12, pp. 34-39, 2023.
- [3] 村上雄樹, 菊田和孝, 村田健史, 水原隆道, 青木俊樹, 加賀谷仁秀, 揚野峰人, "映像 IoT システム紹介," *信学技報*, vol. 123, no. 306,

- 北九州学術研究都市 学術情報センター, 日本, Dec. 11-12, pp. 30-33, 2023.
- [4] 菊田和孝, 村田健史, 長妻努, 西村太志, “映像 IoT 技術による桜島モニタリング技術開発,” 日本火山学会講演予稿集 2023 年度秋季大会, かがしま県民交流センター, 日本, Oct. 18-20, pp. 84, 2023, doi: 10.18940/vsj.2023.0_84.
- [5] 村田健史, “新しい IoT の取り組み～月火星箱庭構想のための通信要素技術紹介,” 会津大学学際研究フォーラム 2023, 会津大学, 日本, Oct. 1-2, 2023.
- [6] 長妻努, 岩本正敏, 村田健史, 東海林淳二, 村上雄樹, 川鍋友宏, 小林一樹, 川口友和, 鈴木陽一, 吉田一志, “映像 IoT 技術の農業教育分野での活用事例,” 2023 年度電気・情報関係学会九州支部連合大会(第 76 回連合大会)講演論文集, 崇城大学, 日本, Sep. 7-8, pp. 356, 04-2P-01, 2023, doi: 10.11527/jceek.2023.0_356.
- [7] 福木姫菜子, 吉川俊平, 甲斐稜大, 河野英昭, 村上雄樹, 村田健史, “ヘイズ除去処理による映像 IoT 展望カメラ画像の高品質化と利用価値向上,” 第 39 回ファジィシステムシンポジウム 講演論文集, 軽井沢, 日本, Sep. 5-7, pp. 882-885, 3F2-1, 2023, doi: 10.14864/fs.39.0_882.
- [8] 小池武志, 白岩雅輝, 長妻努, 村上雄樹, 村田健史, 渡邊俊史, “ICT を用いたデータ駆動型農業の福島県三春町での展開,” 2023 年度東北支部連合大会, 岩手県立大学, 日本, Sep. 5-6, 2023.
- [9] 菊田和孝, 村田健史, “Magnification と Optical flow を利用した赤ちゃん見守りシステム技術開発,” 信学技報, vol. 123, no. CAS-97,VLD-98,SIP-99,MSS-100, 小樽商科大学, 日本, Jul. 6-6, pp. 43-46, 2023.
- [10] 村田健史, 西村竜一, 菊田和孝, 鈴木陽一, 長妻努, 東海林淳二, 滝沢賢一, “レジリエント自然環境計測プロジェクト(3),” 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. MGI31-01, 2023.
- [11] 佐藤知紘, 新見道治, 高島久洋, 石井昌憲, 高林正典, 山本和憲, 村田健史, 吉田一志, 中山智喜, 吉川真由子, 笠井康子, “SNAP-CII: Algorithm to estimate aerosol concentration using commonly used camera,” 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. MGI31-02, 2023.
- [12] 菊田和孝, 村上雄樹, 村田健史, “オプティカルフロー分散を利用したモニタリング映像での煙検出,” 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. MGI31-03, 2023.
- [13] 菊田和孝, 村上雄樹, 村田健史, “映像 IoT システムでの DeepSort による移動体追跡,” 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. MGI31-04, 2023.
- [14] 村上雄樹, 村田健史, 川鍋友宏, “PTZ 操作可能な高所カメラから撮像されたデータに基づく超高解像度パノラマ画像生成処理技術,” 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. MGI31-05, 2023.
- [15] 村田健史, 川鍋友宏, 村上雄樹, 村永和哉, 山崎亮三, “時空間データ GIS プラットフォーム(2),” 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. MGI31-06, 2023.
- [16] 柿澤康範, 水原隆道, 高木文廣, 深沢圭一郎, 村永和哉, 山本和憲, 川鍋友宏, 村田健史, “HpFP: 高速データ伝送アプリケーション開発(4),” 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. MGI31-09, 2023.
- [17] 北本朝展, 村田健史, “歴史的行政区画データセットの拡大と歴史ビッグデータ研究への活用,” 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. MGI31-10, 2023.
- [18] 山崎亮三, 村上雄樹, 村田健史, 菊田和孝, 山本和憲, “商用電源のない場所における映像 IoT 伝送実験結果,” 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. MGI-P06, 2023.
- [19] 青木俊樹, 水原隆道, 村上雄樹, 菊田和孝, 村永和哉, 山本和憲, 川鍋友宏, 村田健史,

- 深沢圭一郎, "Raspberry Pi による映像 IoT の独自プログラミング開発手法(6)," 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. MGI-P07, 2023.
- [20] 水原隆道, 森岡将貴, 今園記代, 青木俊樹, 菊田和孝, 山本和憲, 村上雄樹, 川鍋友宏, 村田健史, 村永和哉, "LPWA(LoRa)と映像 IoT 技術開発(4)," 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. MGI-P08, 2023.
- [21] T. T. Tsuda, Y. Ando, H. Nakagawa, W. E. Ward, M. Tsutsumi, Y. Hozumi, K. Hosokawa and K. T. Murata, "Initial data analysis for temperature retrieval in the middle atmosphere using limb sounding by Himawari-8/AHI," 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. PEM15-P09, 2023.
- [22] 菊田和孝, 村田健史, 西村太志, "映像 IoT システムによる火山のリアルタイム噴煙検出," 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. SVC33-04, 2023.
- [23] 村松弾, 松島健, 長妻努, 村田健史, 西村太志, 畑誠斗, 田辺暖柊, "霧島硫黄山南火口群における表面活動の長期的変化," 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. SVC29-01, 2023.
- [24] 畑誠斗, 西村太志, 松島健, 村松弾, 長妻努, 村田健史, 小園誠史, 田辺暖柊, "霧島硫黄山のガス噴出現象 —地震計アレイと映像データの解析—," 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. SVC31-P15, 2023.
- [25] S. Karigane, T. T. Tsuda, Y. Miyoshi, Y. Hozumi, Y. Ando, K. Hosokawa, H. Suzuki and K. T. Murata, "Investigation on PMC variations in the Southern Hemisphere observed by Himawari-8/AHI," 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. PEM12-P35, 2023.
- [26] 長妻努, 村田健史, 菊田和孝, 村上雄樹, 松島健, 村松弾, 田辺暖柊, 西村太志, "2022 年 9 月 19 日に観測された霧島硫黄山南火口群における特異的な表面活動," 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. SVC31-14, 2023.
- [27] 菊田和孝, 村上雄樹, 村田健史, "映像 IoT システムによる高効率降雪検出," 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ/オンライン, 日本, May. 21-26, pp. ACC25-08, 2023.
- [28] 村田健史, 村上雄樹, 菊田和孝, 長妻努, 東海林淳二, 川鍋友宏, 山本和憲, 鴨川仁, 深沢圭一郎, 小林一樹, 水原隆道, 金野太一, "日本一高い! 景色を一望できるタイムラプスビューアー!", 認定 NPO 法人富士山測候所を活用する会 第 16 回成果報告会 予稿集, オンライン, 日本, Mar. 18-18, pp. 46-48, 2023.
- (5) **公開したライブラリなど**
 情報通信研究機構が中心となり, 申請者との協力により開発した時空間データ GIS プラットフォーム技術およびレジリエント自然環境計測技術を活用した OSS(API, ライブラリ)を図9に示す Github 上で進めている。公開済みの OSS は 6 件であるが, さらに 5 件の OSS の公開準備を進めている(NICT の内部承認手続き中)。
- (6) **その他(特許, プレスリリース, 著書等)**
 村田健史, "目と耳と手で見る・診る・視る自然環境〜レジリエント自然環境計測技術," AI・データサイエンス論文集, vol. 4, no.L2, pp. 31-35, 2023.