

jh200038-MDH

## 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)

### 概要

本研究テーマ(継続案件)では2019年度までにL3(レイヤ3)による拠点間ネットワークを構築し、データ処理(AIや画像処理、可視化など)を行ってきた。2020年度計画ではSINETのブロードバンドネットワーク性能を最大限に引き出しつつ、ビッグデータを伝送・共有・保存するための東北から九州および海外までの広域拠点をL2(レイヤ2)結ぶ分散クラウドシステムを実装した。具体的には、各拠点のサーバにおいてジャンボフレームおよび10Gbps通信を目指したTCP/UDPのバッファサイズ拡張設定を行った。さらに、各拠点ネットワークおよびJGN/SINET中継局においてもジャンボフレーム疎通設定を行った。これにより、デファクトスタンダードプロトコルであるTCPプロトコルと情報通信研究機構が中心となり開発しているHpFPプロトコルの通信性能比較を実施した。並行して、分散クラウド上において各分野のドメイン研究者がビッグデータ処理や可視化を行った。特に、上記L2VPNネットワークの高速性を活用し、国内外に展開している映像IoTデバイスから伝送される大規模映像データを、機械学習技術を活用して処理し、降雪検出や気象衛星データのリアルタイム可視化システムを構築した。

### 1. 共同研究に関する情報

#### (1) 共同研究を実施した拠点名

東北大学／東京大学／名古屋大学／京都大学／九州大学(他のVLAN接続拠点：NICT／千葉大／信州大／筑波大)

#### (2) 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

#### (3) 参加研究者の役割分担

本研究テーマ(継続案件)推進にあたり、システム構築を担当するシステム開発チームとシステムを利用して研究開発を進めるドメイン研究チームを構成する。前者は、すべての拠点大学担当者から構成され、後者は5-はそれ以外の大学・研究機関からの参加者から構成される。研究代表者(村田)が主としてドメイン研究チームを、副代表者(深沢)が主としてシステム開発チームを取りまとめた。

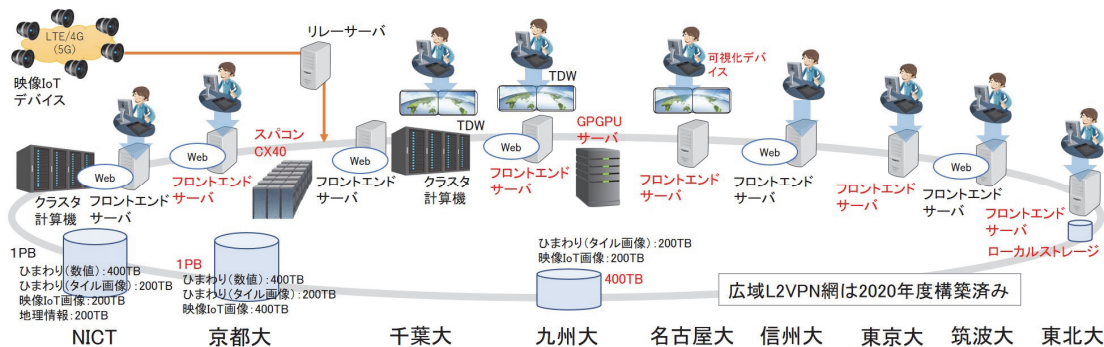


図 2-1 2020 年度構築の L2VPN 網を用いた学術研究における JHPCN 広域分散クラウド 2021 システム: 赤字はリソース申請分

## 2. 研究の目的と意義

本研究テーマ（継続案件）では 2019 年度までに L3（レイヤ 3）による拠点間ネットワークを構築し、スパコンや大規模ストレージによるデータ処理環境整備を行ってきた。2020 年度計画では SINET のブロードバンドネットワーク性能を最大限に引き出しつつ、ビッグデータを伝送・共有・保存するための東北から九州および海外までの広域拠点を L2（レイヤ 2）結ぶ分散クラウドシステム（図 2-1）を実装する。さらに分散クラウド上において各分野のドメイン研究者がビッグデータ処理や可視化を行う。

## 3. 当拠点公募型研究として実施した意義

当拠点公募型共同研究として実施する意義として、本研究で構築する広域分散クラウドサービスは 5 つ（東北大・東大・名大・京大・九大）の JHPCN 拠点大学および国内外大学の分散リソースを融合することが挙げられる。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。本提案の 5 拠点のうち、名大・京大・九大の 3 拠点は、広域分散クラウド上でそれぞれの特性を生かした役割を果たす。他の研究機関はこれを一つの統合システムとして利用する。

SINET5 および JGN のブロードバンドネットワーク性能を 100%引き出すことができる通信プロトコルおよびファイル転送ツールにより、各研究機関が自らの研究データを目的に応じて柔軟で快適に利用できる環境は JHPCN 自身の最終目的の一つであろう。一方、このような広域分散クラウドはそれ自身の開発だけを目的とすることは許されるべきではない。ドメイン研究においてこれまでの単一クラウド環境では不可能であった高い学術成果および社会実証・社会実装を達成して初めてその価値が評価されるべきである。本課題では地域気象および AI 画像処理において高い成果を挙げてきたドメイン研究者が本システム上でその腕を存分に振るうことでその目標を達成できる。そのた

めのエコシステム（データ収集技術、データ通信技術、データ処理技術、データ可視化技術、データ保存技術）はこの数年間の計画で実用レベルでの準備が整っている。

## 4. 前年度までに得られた研究成果の概要

村田が代表申請者として過去に申請（採択）した関連プロジェクトは表 4-1 のとおりである。これらの成果についてまとめると次のとおりである。本研究開発の目的は、JHPCN 拠点大学の情報基盤センターのコンピュータリソース（高性能スーパーコンピュータ、大規模ストレージ、大画面可視化デバイス/ディスプレイ）、および各種 IoT センサー（特に映像 IoT デバイス）を融合的に活用するビッグデータサイエンス基盤となる JHPCN 広域分散クラウド（図 2-1）構築である。デバイス環境の融合のためには、高速インフラストラクチャネットワーク（SINET、JGN、および国際ネットワーク）の有効活用が必要となる。上記研究では、NICT 等が開発している TCP と共通なインターフェースを有するトランスポート層プロトコルである HpFP (High-performance and Flexible Protocol) および高速ファイル転送ツール HCP tools を用いた基礎性能検証を行ってきた。HpFP は UDP ベースで設計されており、HCP tools は HpFP 版と TCP 版がある。HpFP や HCP tools を用いてコンピュータリソースや IoT デバイスを組み合わせ

表 4-1 これまでの JHPCN 採択プロジェクト

年度	タイトル
2015	クラウドを活用したビッグデータポスト処理環境実現のためのデータ伝送実験、(jh150033-IS02)
2016	SINET を活用したエピゲノムビッグデータ可視化システム技術開発、萌芽(九州大学、JHPCN-Q、EX1682)
2016	クラウドを活用した遠隔データの大規模可視化処理実験、一般課題学、HPC 科学計算コラボレーション PJ 研究、EX1651)
2017	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、(jh170034-ISH)
2018	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、(jh180054-ISJ)
2019	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、(jh190005-MDH)

ることでビッグデータ処理システムを構築し、ビッグデータサイエンス分野の様々なケーススタディを実施してきた。なお、これらの成果は国際会議で採択されている[4][9][10]。

### 5. 今年度の研究成果の詳細

テーマ①: HpFP プロトコルを基盤としたビッグデータ解析のための広域分散クラウドでは、10Gbps 通信環境（一部、1Gbps 通信環境）を活用した拠点間データ伝送・共有を進めた。各拠点大学・参加拠点の通信実験準備状況は表 5-1 の通りである。東京大、京都大、九州大、NICT、筑波大、千葉大は VLAN 設定およびジャンボフレームのためのスイッチ設定が完了している。10Gbps 通信のためには通信ノードにおける TCP および UDP バッファサイズの拡張が必要であるが、名古屋大、九州大を除いて設定済みである。東北大、名古屋大および信州大は環境構築中のため、2020 年度には計測ができなかった。

2020 年度はさらに、構築したネットワーク環境で高速データ伝送のための基礎通信性能測定を行った。通信スループットの測定結果を表 5-2 (TCP) および表 5-3 (HpFP) にまとめる。また、リモートにあるストレージへのファイル転送の計測結果を表 5-4、表 5-5 および表 5-6 にまとめる。なお、hperf は iperf3 に合わせて作成した HpFP ベースのネットワーク環境計測ツールである。2020 年度のサーバおよびネットワーク環境整備状況（表 5-1）よりすべての計測を実施することは難しく、計測可能であった通信路のみを計測した。これらによると、次のことが明らかになった。①2019 年度までの L3 環境での計測結果と比較すると総合的に L2VPN 環境でのデータ通信速度が高速化している。②環境整備（ネットワークおよびサーバ）が整っている環境ではスループットとして 10Gbps に近い速度を達成している。一方、達成できていない通信環境（たとえば京都大→筑波大）もあり、これらについては 2021 年度に原因究明と対策検討を実施する。③パケットロスレス環境

表 5-1 各拠点準備状況(現状)

	サーバ設置・設定	L2VPN	ジャンボフレーム	バッファサイズ拡張
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	設定待ち	設定待ち
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3月	設定済み 2021年4月
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	設定待ち
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 2020年12月	設定済み 2020年12月	設定待ち	設定待ち
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	設置済み 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

表 5-2 TCP 計測結果(iperf3による)

単位: Gbps

CI \ Sv	東京大	京都大	九州大	NICT	筑波大	千葉大
東京大	34.0	6.19	1.25	8.74	9.16	0.87
京都大	5.18	23.4	2.26	8.32	2.14	0.82
九州大	1.49	2.59	32.5	1.62	1.32	0.64
NICT	7.23	5.66	1.27	27.1	7.10	0.87
筑波大	8.63	8.21	1.10	8.80	24.3	0.86
千葉大	0.88	0.87	0.87	0.87	0.87	15.5

表 5-3 HpFP/UDP 計測結果(hperfによる)

単位: Gbps

CI \ Sv	東京大	京都大	九州大	NICT	筑波大	千葉大
東京大	11.6	5.21	2.11	7.96	2.18	0.87
京都大	5.71	5.65	1.94	6.18	2.13	0.84
九州大	5.35	5.44	7.01	5.30	2.21	0.64
NICT	8.45	5.10	4.43	5.70	7.95	0.85
筑波大	8.52	5.18	5.78	6.85	5.08	0.87
千葉大	0.87	0.87	0.78	0.87	0.87	2.91

では TCP でも十分な高速化を達成しており、HpFP の有利性はそれほど高くない。成果の詳細は表 5-4-1~表 5-4-3 と表 5-5-1~表 5-5-3、表 5-6 にまとめるが、2021 年度中に論文として成果を報告する予定である。なお、基礎通信実験以外の設定および実験実施状況は次のとおりである。

京都大には、VM サーバ上に HpFP サーバ環境を整備し、600TB ストレージへの HpFP プロトコルツールによるデータ伝送環境を整備した。NICT からのひまわり衛星データ伝送については 6 か月で 200TB のデータ伝送を完了した。また、映像 IoT システムからの映像データ（静止画像、動画）については、191 台の観測拠点（カメラ）からの画像を総計で 98TB（ファイル

表 5-4-1 各 10GB×1 ファイル転送:cp 計測(TCP)

単位: Gbps

CI \ Sv	東京大	京都大	九州大	NICT	筑波大	千葉大
東京大	8.28	0.24	—	0.59	0.72	0.35
京都大	0.94	0.74	0.94	0.85	0.82	0.48
九州大	—	0.24	4.14	0.19	0.17	0.14
NICT	1.07	0.48	0.84	1.19	0.91	0.58
筑波大	0.99	0.48	0.79	0.89	7.50	0.57
千葉大	0.26	0.27	0.24	0.24	0.20	2.33

表 5-4-2 10G×1 ファイル転送:HCP 計測(HpFP/UDP)

単位: Gbps

CI \ Sv	東京大	京都大	九州大	NICT	筑波大	千葉大
東京大	6.03	0.68	3.45	1.12	3.27	0.57
京都大	0.56	0.35	0.57	0.56	0.50	0.38
九州大	4.87	0.68	3.57	0.80	1.78	0.42
NICT	4.09	0.68	3.01	0.94	2.87	0.60
筑波大	6.21	0.68	1.90	1.07	5.45	0.51
千葉大	0.46	0.38	0.64	0.51	0.73	2.32

表 5-4-3 10GB×1 ファイル転送:HCP 計測(HpFP/TCP)

単位: Gbps

CI \ Sv	東京大	京都大	九州大	NICT	筑波大	千葉大
東京大	6.63	0.69	1.24	0.96	7.72	0.86
京都大	0.57	0.35	0.57	0.46	0.56	0.59
九州大	1.54	0.66	3.90	1.03	1.56	0.55
NICT	6.77	0.47	1.36	0.95	7.82	0.86
筑波大	6.51	0.69	1.26	0.97	6.92	0.86
千葉大	0.88	0.69	0.87	0.87	0.87	2.41

数 4 千 833 万) 伝送した。残りの 100TB は 2018 年度から継続している計算機シミュレーションデータ保存に利用した。京都大学スパコン XC40 への H. 264 コーデックおよび ffmpeg のセットアップに着手した。これにより、スパコンを活用した並列分散型画像処理を 2021 年度に実現する。名古屋大においては、HCP サーバをセットアップし、他拠点の HCP クライアントが

表 5-6 リモートマウント計測(dd コマンド)

単位: MB/s

CI \ Sv	東京大	京都大	九州大	NICT	筑波大	千葉大
京都大	116.0	97.4	102.0	114.0	108.0	86.9
NICT	138.0	65.0	111.0	931.0	119.0	90.0
筑波大	144.0	65.3	103.0	109.0	776.0	81.3
千葉大	29.1	34.6	31.1	39.2	40.0	695.0

※sshfsでマウント



表 5-5-1 各 1MB×10000 ファイル転送:cp 計測(TCP)

単位: Gbps

CI \ Sv	東京大	京都大	九州大	NICT	筑波大	千葉大
東京大	1.74	0.09	—	0.22	0.38	0.16
京都大	0.08	0.52	0.09	0.10	0.09	0.10
九州大	—	0.10	2.21	0.07	0.06	0.06
NICT	0.20	0.09	0.06	1.01	0.21	0.25
筑波大	0.31	0.08	0.05	0.22	7.78	0.20
千葉大	0.13	0.07	0.05	0.16	0.13	2.54

表 5-5-2 1MB×10000 ファイル転送:HCP 計測(HpFP/UDP)

単位: Gbps

CI \ Sv	東京大	京都大	九州大	NICT	筑波大	千葉大
東京大	1.62	0.47	1.91	0.97	2.11	0.45
京都大	0.44	0.27	0.43	0.43	0.12	0.34
九州大	1.60	0.45	1.94	0.97	1.34	0.41
NICT	1.81	0.44	1.51	0.90	2.88	0.65
筑波大	1.77	0.43	1.30	0.97	5.18	0.54
千葉大	0.48	0.42	0.40	0.48	0.59	1.62

表 5-5-3 1MB×10000 ファイル転送:HCP 計測(HpFP/TCP)

単位: Gbps

CI \ Sv	東京大	京都大	九州大	NICT	筑波大	千葉大
東京大	1.67	0.47	1.23	0.78	1.94	0.87
京都大	0.44	0.29	0.14	0.17	0.15	0.44
九州大	0.95	0.47	1.85	0.83	1.50	0.65
NICT	1.81	0.43	1.30	0.89	5.94	0.86
筑波大	1.23	0.48	1.24	0.76	6.19	0.84
千葉大	0.87	0.45	0.86	0.78	0.87	1.64

らの高速ファイル転送環境整備が完了した。これにひまわり衛星に関するデータ(総データサイズ 48TB、総データファイル数 850 万)を不老のホットストレージに転送した。さらに、これらのファイルをコールドストレージシステムに自動保存する仕組みを構築した。これにより、図 5-1 に示す遠隔データのコールドストレージの自動バックアップシステムの基盤は完成した。九州大については、テーマ③の ChOWDER による大規模データ可視化のための基礎環境(タイルドディスプレイ)整備は完了した。L2VPN 上の京都大 VM サーバ上に ChOWDER サーバを起動し、そこに接続した九州大タイルドディスプレイで超高解像度コンテンツ表示が可能なことを確認した。また、NICT に地図と数値標高データの配信サーバを構築した。今後は、

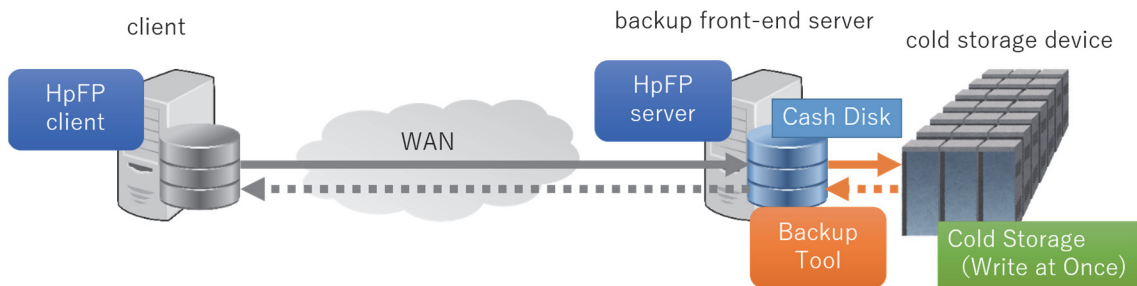


図 5-1 遠隔バックアップシステム概要: ユーザは HpFTP (HCP) クライアントアプリのファイル転送またはファイル同期機能を用いて名大ストレージ(キャッシュ領域として利用する)にデータファイルを伝送・保存し、スケジューリングに従って磁気ディスクに保存する。

これらのサービスを千葉大のタイルドディスプレイを含めて同期レンダリングする実験を検討する。信州大は、テーマ②について図 5-3(後述)のひまわりゲームサーバに高速接続し、スムーズな時系列データ可視化を行う PC を設置し、ひまわりゲームを高速に体験することに成功した。将来的には信州大に 10G 接続された小中学校において同実験を児童たちに対して行う。筑波大については、NICT から Gfarm 実験用のサーバ群 20 台(総コア数 208、総メモリサイズ 1,648GB)の移設および UPS の設置を完了した。2021 年度実験に向けて Gfarm 最新版(バージョン 2.7.18)のセットアップを準備中である。その際、システムの一部を、筑波大開発のコンシステントハッシュファイルシステム(CHFS) [21]で利用することとした。国立極地研究所は情報通信研究機構が独自開発したオープンソースの jQuery である Timeline および TileViewer を用いた時系列高解像度オーロラ画像データセットの準備と閲覧用 Web アプリケーション開発が進んでいる。Timeline および TileViewer はオープンソースとして Web 公開し(図 5-2)、現在、Github での公開準備中である。ビッグデータ利活用(東北大、情報通信研究機構、宇宙航空研究開発機構: HpFP プロトコルをベースとして開発した HCP ツールの Windows クライアント版を用いたデータファイル実験準備中である。(クライアントプリはおおむね完成しており動作検証中である。)

テーマ②: 気象衛星ひまわりデータリアルタイム処理、大規模可視化および地域気象との連携では、HTML5 の iframe 技術を用いて、ひまわりリアルタイム Web をベースとしたひまわりゲーム(図 5-3)の開発・公開を行った。特に「台風の軌跡を学ぶ」アプリケーションは気象組織の専門会と相談した上で子どもたちに何を学んでもらいたいかを十分に検討した。

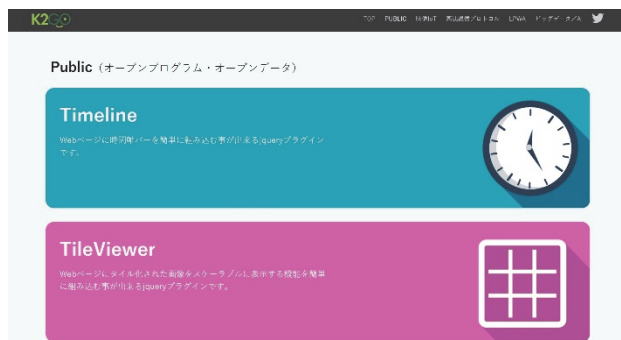


図 5-2 jQuery 公開 Web サイト(Timeline および TileViewer)  
<http://k2go.jp/public/>



図 5-3 ひまわりゲーム(台風の軌跡を学ぶ)

ひまわりリアルタイム Web の高度化については、2020 年度は図 5-4 に示すとおり、3 拠点でひまわりリアルタイム Web を負荷分散化した。2020 年 12 月に 3 拠点への均等なコネクション分配による負荷テストを開始し、2021 年 1 月からは実運用に入る。2021 年度はさらに冗長性を高めるために 5 拠点以上に拡張し、2021 年 6 月

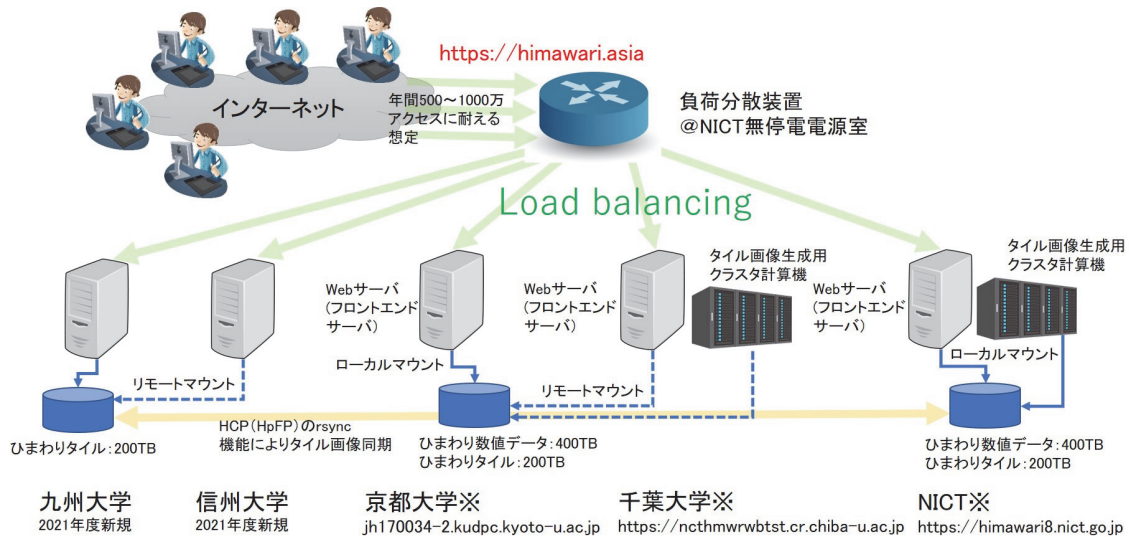


図 5-4 ひまわりリアルタイム Web 負荷分散システム (NICT/京大/千葉大は 2020 年完成、九州大/信州大は 2021 年度計画)



図 5-5 鳥の目カメラ画像特徴検出によるパノラマ写真再構成(ステッチング)

からの出水期に備える(年間 1000 万アクセス、1 日 100 万アクセスに対応できる予定である)。さらに、CPU 負荷、ストレージ負荷、ネットワーク負荷を総合的に加味したインテリジェント負荷分散アルゴリズムを検討する。

テーマ③: 映像 IoT 技術を活用した多地点カメラ画像処理による地域見守りでは、3 次元 WebGIS (iTowns) 上に映像 IoT 技術により取得した映像をオーバーレイする技術開発と、iTowns アプリケーションをタイルディスプレイ上に可視化するためのミドルウェア (ChOWDER) を用いたシステム開発を進めている。現在、鳥の目カメラ(高所カメラ)による画像と航空写真とのマッチング技術や高ズーム率画像をステッチングすることでレンズゆがみの影響を受けにくい超高解像度画像処理技術開発を進めている(図 5-5)。並行して降雪自動検出アルゴリズム開発を進めており、実用レベルでの自動判定が可能となった(図 5-6)。大規模可視化については、VLAN (L2VPN) 上で九



図 5-6 (上图)長野県千曲市の映像 IoT カメラによる降雪画像、(下图)画像処理技術による千曲市降雪自動検出結果: カラーバーは目視結果・グラフは雪片数の自動検出結果



図 5-7 九州大タイルディスプレイにおける ChOWDER を用いた超高解像度画像コンテンツ表示試験

州大のタイルディスプレイサーバー群が京都大 VM サーバ上の ChOWDER サーバにアクセスしてユーザ PC から送出された超高解像度画像データを大画面表示するための基礎試験を完了した (図 5-7)。

上記の降雪判定用の CNN (畳み込みニューラルネットワーク) プログラムについては、京都大学 XC40 の並列型 TensorFlow にポーティングし、性能評価を行っている。JHPCN が提供する他の並列計算機型 GPGPU 環境に対して GPU ベースの並列計算は処理速度の点では不利であるが、潤沢なメモリ空間を活用して処理する画像解像度を大きくとることができる利点がある。フル HD 解像度画像 (1080p) からの降雪検出を試みた詳細は中間報告書に記載済みであるが、 $256 \times 256$  ピクセル (雪片平均 10 個) のエリアを抽出し、目視による判定結果とともに学習データとすることで、エポック数、学習損失、モデル精度は十分ではないが、一般的な  $32 \times 32$  ピクセルでは実現できない降雪検出学習が可能であることがわかった。

## 6. 今年度の進捗状況と今後の展望

2020 年度計画は目標をおおむね達成し、その成果をもとに 2021 年度継続申請を行った。2021 年度はリソース要求を含めておおむね採択されており、基盤技術開発は最終段階に入り、テーマの主題は JHPCN 広域分散クラウドによるこれまででない学術研究成果の達成に重点を移す。

## 7. 研究業績一覧

### (1) 学術論文 (査読あり)

[1] P. Pavarangkoon(+), K. T. Murata, K. Yamamoto, K. Muranaga, A. Higuchi, T. Mizuhara, Y. Kagebayashi, C. Charnsripinyo(+), N. Nupairoj(+), T. Ikeda, J. Tanaka and K. Fukazawa, "Development of international mirroring system for real-time web of meteorological satellite data," *Earth Science Informatics*, vol. 13, no. 4, pp. 1461-1476, 2020, doi: 10.1007/s12145-020-00488-z.

[2] R. Ando, S. Watanabe, K. T. Murata and P. Kunakornvong(+), "Exploration of the earth environment using "Himawari-8" data of meteorological satellite and deep learning," *UTK Research Journal*, vol. 14, no. 2, pp. 1-9, 2020.

### (2) 国際会議プロシーディングス (査読あり)

[1] M. M. Sein, K. Htet, K. T. Murata and P. Somnuk, "Object Detection, Classification and Counting for Analysis of Visual Event," in *2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*, Kobe, Japan, Oct. 13-16, pp. 274-275, 2020, doi: 10.1109/GCCE50665.2020.9292058.

[2] P. Pavarangkoon, K. T. Murata, K. Yamamoto, N. Fujita, H. Ohkawa, H. Mikai, Y. Ikehata, K. Muranaga, T. Mizuhara, A. Takaki and Y. Kakizawa, "Performance Evaluation of High-Performance and Flexible Protocol on Data Mover Challenge," in *2020-5th International Conference on Information Technology (InCIT)*, ChonBuri, Thailand, Oct. 21-22, pp. 265-269, 2020, doi: 10.1109/InCIT50588.2020.9310956.

[3] S. Phon-Amnuaisuk, K. T. Murata, L. Kovavisaruch, T. Lim, P. Pavarangkoon and T. Mizuhara, "Visual-Based Positioning and Pose Estimation," *Neural Information Processing, Part of the CCIS*, vol. 1332, Online, , Nov. 18-22, pp. 597-605, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-63820-7\_68.

[4] T. Connie, M. K. O. Goh, V. C. Koo, K. T. Murata and S. Phon-Amnuaisuk, "Improved Parking Space Recognition via Grassmannian Deep Stacking Network with Illumination Correction," *International Conference on Computational Intelligence in Information System*, vol. 1321, Tokyo, Japan, Nov. 13-15, pp. 150-159, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-68133-3\_15.

[5] M. Kasim, K. T. Murata, N. Midun, T. Mizuhara, P. Pavarangkoon and S. Phon-Amnuaisuk, "Use Case of HPVT in Counting Stars: A Vision-Based Approach of Monitoring Natural Events," *International Conference on Computational Intelligence in Information System*, vol. 1321, Tokyo, Japan, Nov. 13-15, pp. 172-181, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-68133-3\_17.

[6] K. Sangrit, K. Tungpimolrut, U. Lewlompaisarl, M. Chatpoj, J. Karnjana, K. T. Murata, W. S. H. Suhaili, J. D. Cruz, F. Asarias, P. Siharath, D. Bouangeune and T. L. L. Thein, "Experiments on LoRa Communication Used in a Relay Station Network for Disaster Management," *International Conference on*

Computational Intelligence in Information System, vol. 1321, Tokyo, Japan, Nov. 13–15, pp. 225–232, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-68133-3\_22.

### (3) 国際会議発表 (査読なし)

- [1] P. Pavarangkoon, K. T. Murata, K. Yamamoto, A. Higuchi, T. Mizuhara, Y. Kagebayashi, A. Takaki, K. Muranaga, C. Charnsripinyo, B. B. R. Lara, J. J. S. Marciano, Jr., E. Yen, S. C. Lin and K. Fukazawa, "Himawari Data Transfer to Asian Countries," in JpGU – AGU Joint Meeting 2020, Virtual, Japan, Jul. 12–16, pp. MGI41-P01, 2020.
- [2] P. Pavarangkoon, K. T. Murata, T. Yumura, K. Yamamoto, T. Mizuhara, Y. Kagebayashi, Y. Kakizawa and K. Muranaga, "An Initial Report of StarBED for HpFP Development," in JpGU – AGU Joint Meeting 2020, Virtual, Japan, Jul. 12–16, pp. MGI41-P02, 2020.
- [3] 柿澤康範, 高木文博, 水原隆道, 影林佑哉, Pavarangkoon Praphan, 村永和哉, 山本和憲, 村田健史, "HpFP: 高速データ伝送アプリケーション開発 (1)," in JpGU – AGU Joint Meeting 2020, オンライン, 日本, Jul. 12–16, pp. MGI41-P03, 2020.
- [4] 青木俊樹, 水原隆道, 村田健史, 山本和憲, 山崎孝成, Pavarangkoon Praphan, 村永和哉, "Raspberry Pi による映像 IoT の独自プログラミング開発手法 (3)," in JpGU – AGU Joint Meeting 2020, オンライン, 日本, Jul. 12–16, pp. MGI41-P04, 2020.
- [5] ヌリシラジ マハダド, 水原隆道, 青木俊樹, 村田健史, 山本和憲, 村永和哉, Pavarangkoon Praphan, "Raspberry Pi の耐久性検証とインテリジェントウオッチドッグ開発," in JpGU – AGU Joint Meeting 2020, オンライン, 日本, Jul. 12–16, pp. MGI41-P05, 2020.
- [6] 水谷耕平, 村田健史, 山本和憲, Praphan Pavarangkoon, 村永和哉, 水原隆道, "千曲市センサーネットワークによるデータ収集," in JpGU – AGU Joint Meeting 2020, オンライン, 日本, Jul. 12–16, pp. MGI41-P07, 2020.
- [7] 村永和哉, 村田健史, 山本和憲, Pavarangkoon Praphan, "時空間同期 Web による大規模 4 次元 GIS アプリケーション(1)," in JpGU – AGU Joint Meeting 2020, オンライン, 日本, Jul. 12–16, pp. MGI41-P09, 2020.
- [8] 北本朝展, 村田健史, "歴史的行政区域データセット β 版をはじめとする幾何データ共有サイト「Geoshape」の構築," in JpGU – AGU Joint Meeting 2020, オンライン, 日本, Jul. 12–16, pp. MGI41-15, 2020.
- [9] 水原隆道, 青木俊樹, ヌリシラジ マハダド, 山本和憲, 村田健史, 村永和哉, Pavarangkoon Praphan, 浅井信行, Tungpimolrut Kanokvate, Lewlomphaisarl Udom, Karnjana Jessada, "LPWA (LoRa) と映像 IoT 技術開発 (1)," in JpGU – AGU Joint Meeting 2020, オンライン, 日本, Jul. 12–16, pp. MGI41-18, 2020.
- [10] 村田健史, "STARS : Spatially and Temporally Acquired Records Synchronizer," in JpGU – AGU

Joint Meeting 2020, オンライン, 日本, Jul. 12–16, pp. MGI41-06, 2020.

- [11] J. Karnjana, P. Aimmanee, A. Tanatipuknon, P. Dillon and K. T. Murata, "Change Detection in Multi-temporal Remote Sensing Images for Landslide Monitoring," in ASEAN IVO Forum 2020, Online, Japan, Oct. 28–28, 2020.
- [12] J. Karnjana, S. Keerativittayanun, K. Sangrit, P. Dillon, A. Tanatipuknon, P. Aimmanee and K. T. Murata, "Real-time Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks and Remote Sensing Techniques for Landslide-prone Areas in the Northern Region of Thailand," in Virtual Conference on DISASTER RISK REDUCTION, Online, , Mar. 19–21, 2021, in print.

### (4) 国内会議発表 (査読なし)

- [1] 建部修見, "CHFS: コンシステントハッシュファイルシステムの設計," 情報処理学会研究報告ハイパフォーマンスコンピューティング(HPC), vol. 22021-HPC-178, no. 22, pp.1–8, 2021.
- [2] 北本朝展, 村田健史, "歴史的行政区域データセット β 版をはじめとする地名情報基盤の構築と歴史ビッグデータへの活用," 情報処理学会研究報告, vol. 2020-CH-124, no. 1, オンライン, 日本, Sep. 5–5, pp. 1–8, 2020.

### (5) 公開したライブラリなど

- [1] Timeline(jQuery)  
<http://k2go.jp/public/Timeline/TileViewer>
- [2] ひまわりゲーム  
<http://k2go.jp/public/TileViewer/>
- [3] 千曲市降雪画像(Youtube)  
[https://youtu.be/Wx\\_rxbPTzig](https://youtu.be/Wx_rxbPTzig)

### (6) その他 (特許, プレスリリース, 著書等)

- [1] "ひまわりリアルタイムアプリ「宇宙開発利用大賞」国土交通大臣賞", 電波タイムズ, 2020/5/18.
- [2] "小笠原諸島・西之島は溶岩流出で拡大継続 火山活動の変化を気象衛星でも捉える", Infoseek ニュース 他, 2020/6/28.
- [3] "球磨川から流出の大量の土砂 気象衛星で捉える", Infoseek ニュース 他, 2020/7/04.
- [4] "東京など関東南部で「かなとこ雲」が目撃される", Infoseek ニュース 他, 2020/8/31.
- [5] "台風の勢力 衛星画像で探る「ひまわり8号」データ活用 発達する「目」や雲の動き より正確に", 朝日新聞(19面), 2020/9/10.
- [6] "【サイエンスBOX 追う】台風直接観測 強さ予測へ「目」の付近 気圧・風速機器投下", 読売新聞, 2020/10/9.