

2021年度 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点公募型共同研究

「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」

代表：村田健史（情報通信研究機構・京都大学）

副代表：深沢圭一郎（京都大学）

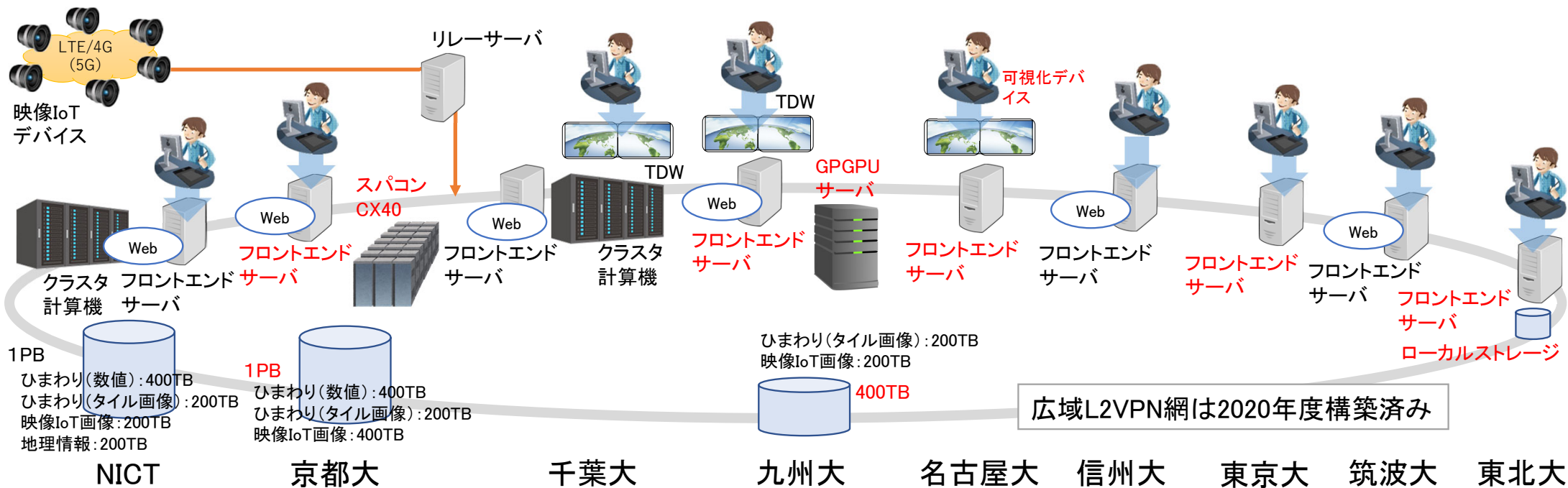
研究分担者

岡部寿男(京都大学・学術情報メディアセンター)、菅沼拓夫(東北大学・サイバーサイエ
ンスセンター・情報通信基盤研究部)、江川隆輔(東北大学・サイバーサイエンスセン
ター)、阿部亨(東北大学・サイバーサイエンスセンター)、建部修見(筑波大学・計算科学
研究センター)、日下博幸(筑波大学・計算科学研究センター)、樋口篤志(国立大学法人
千葉大学・環境リモートセンシング研究センター)、片桐孝洋(名古屋大学・情報基盤セン
ター)、嶋田創(名古屋大学・情報基盤センター)、大島聡(名古屋大学・情報基盤セン
ター)、小野謙二(九州大学情報基盤研究開発センター)、岡村耕二(国立大学法人九州
大学・情報基盤研究開発センター)、南里豪志(九州大学・情報基盤研究開発センター
先端計算基盤研究部門)、笠原義晃(九州大学・情報基盤研究開発センター)、川鍋友宏
(理化学研究所・計算科学研究センター)、原田浩(理化学研究所・計算科学研究セン
ター運用技術部門)、田浦健次郎(東京大学・情報理工学系研究科)、山口龍太郎(東京
大学・情報理工学系研究科電子情報学専攻)、小林一樹(信州大学・学術研究員工学
系)、鈴木彦文(信州大学・総合情報センター)、木村智樹(東北大学・学際科学フロンティ
ア研究所)、山本和憲(情報通信研究機構・総合テストベッド研究開発推進センター)、村
上雄樹(情報通信研究機構・総合テストベッド研究開発推進センター)、佐藤知紘(情報
通信研究機構・テラヘルツ研究センターテラヘルツ連携研究室)、寺蘭淳也(情報通信研
究機構・テラヘルツ研究センターテラヘルツ連携研究室)、長妻努(情報通信研究機構・
耐災害ICT研究センター企画連携推進室)、河野英昭(九州工業大学大学院工学研究
院・電気電子工学研究系)、新見道治(九州工業大学大学院情報工学研究院・知能情報
工学研究系)、菊田和孝(情報通信研究機構・ネットワーク研究所レジリエントICT研究セ
ンター サステナブルICTシステム研究室)、西村竜一(情報通信研究機構・ネットワーク研
究所レジリエントICT研究センター サステナブルICTシステム研究室)

研究目的と意義

- 近年のビッグデータサイエンスを加速するため、2020年度に構築した9拠点をL2VPNで結ぶ全国規模の分散クラウドシステム（以下、JHPCN広域分散クラウド2021）を活用し、計算機リソースを駆使した各ドメイン分野でのデータ駆動型研究およびアウトリーチを実施する。
- 本提案の5拠点のうちの京都大・九州大の2拠点とNICT・千葉大・筑波大は、広域分散クラウド上で特性を生かした計算機リソース提供を行う。他の3拠点（東北大、東大、名古屋大）、信州大を含む9拠点のドメイン研究者はクラウドリソースを結合した統合サービスを利用した実データの可視化・解析やアウトリーチ活動を実施する。
- 2021年度は大規模ストレージ上にIoTセンサーデータや気象・環境データのリアルタイム収集・保存を行い、拠点上のどのサーバからでも必要なデータにアクセスする環境を整備する。これにより、画像処理技術研究者、気象・防災科学研究者、大規模可視化研究者およびそれらの処理データ・2次データの利用者はこれらのデータを存分に解析することができる。
- SINETおよびJGNの高速通信性能（低遅延性と低損失性）を100%活用することで、データエンジニアやデータサイエンティストがデータの収集はもちろん、必要なデバイスを用いてデータ保存場所を意識することなく自由にペタバイト級データを解析できる柔軟で快適な学術研究環境の実現は、JHPCNの拠点連携課題および大規模データ・大容量ネットワーク利用課題の意義である。

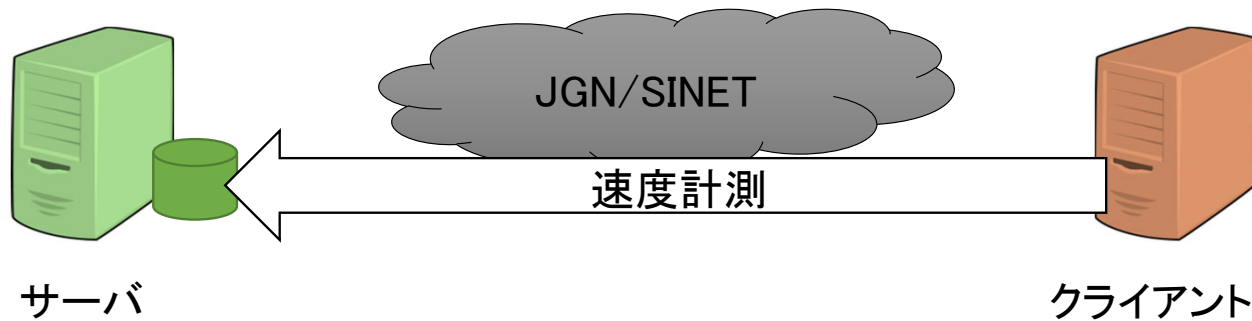
JHPCN2020システム図(提案)



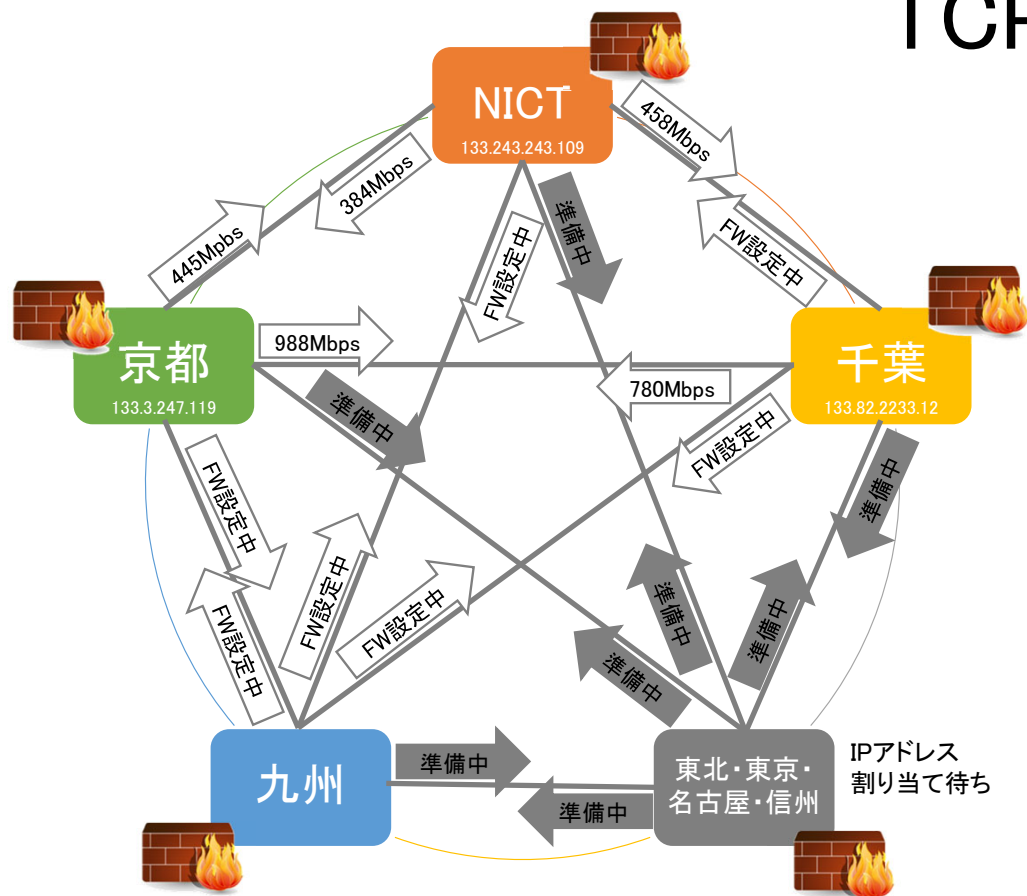
研究計画

- ① HpFPプロトコルとL2VPN網によるビッグデータ解析のための広域分散クラウド構築と実用性検証(継続)
 - ・【リソース】拠点のフロントエンドサーバ
- ② 気象衛星ひまわりデータリアルタイム処理と大規模可視化および地域気象との連携(継続)
 - ・【リソース】ストレージシステム:京大600TB、九大200TB
- 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(継続)
 - ・【リソース】京都大学スパコン、ストレージシステム:京大400TB、九大200TB)、九大GPGPU計算機
- ④ 時空間データGISプラットフォームを活用した大規模分散協調型可視化(新規)
 - ・【リソース】名大可視化デバイス

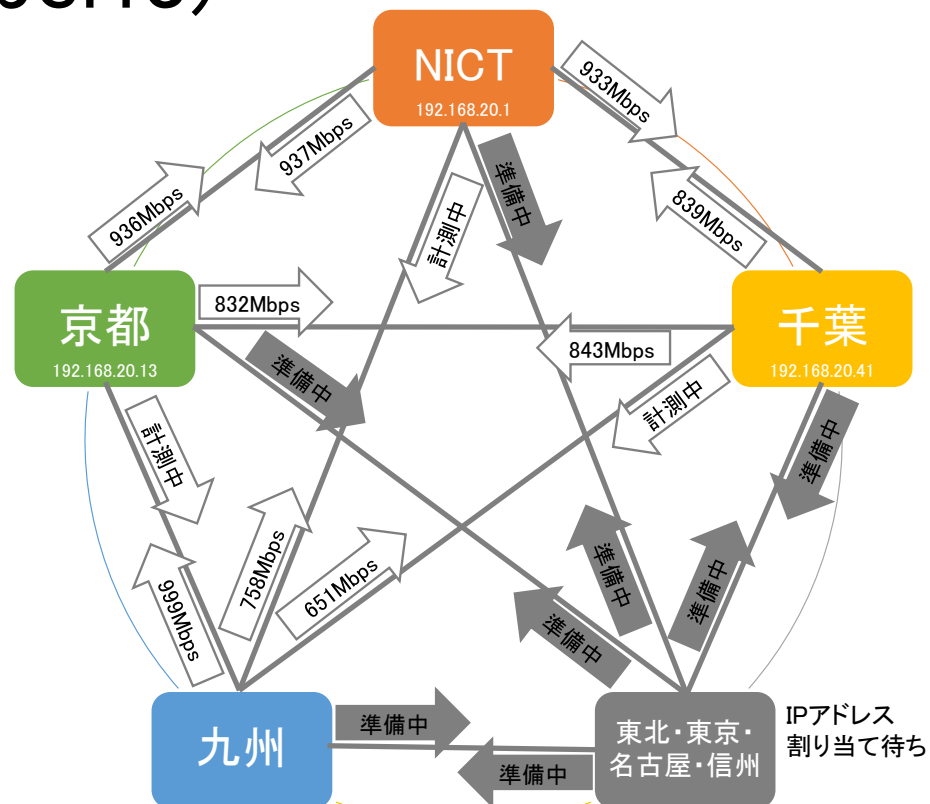
①HpFPプロトコルとL2VPN網によるビッグデータ解析のための広域分散クラウド構築と実用性検証(継続)



2020年度成果 TCP (iperf3)



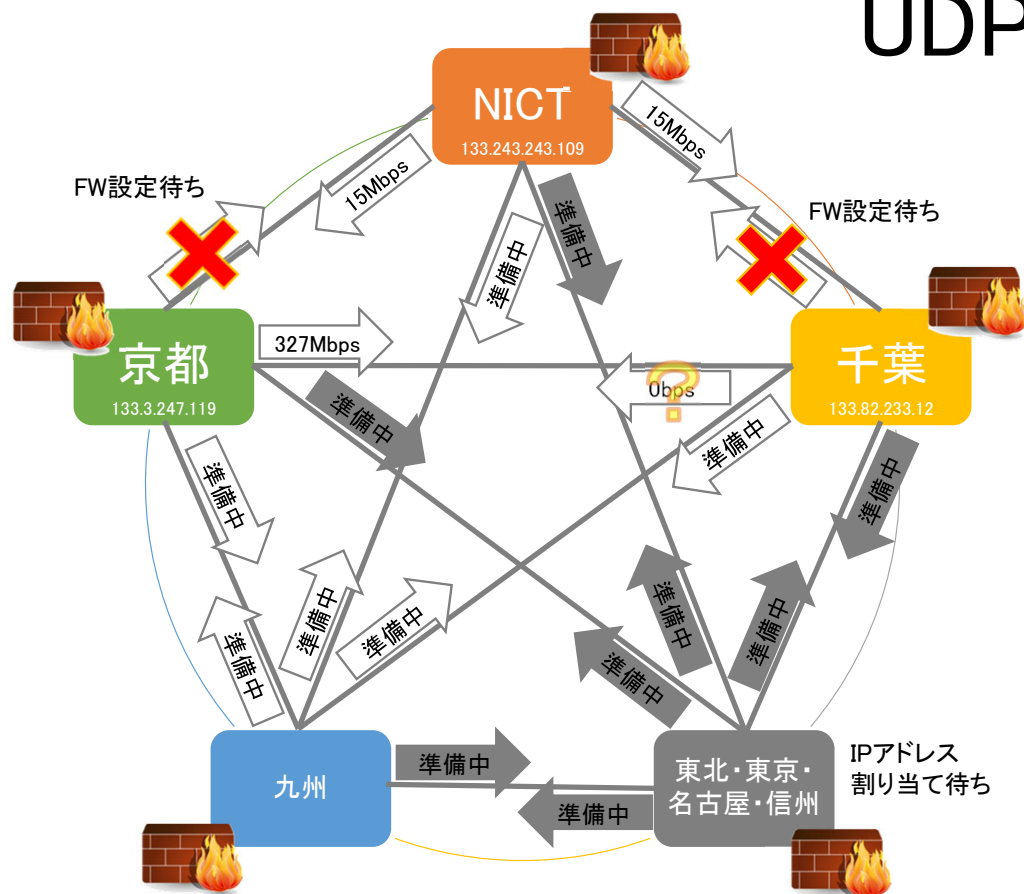
L3 (Firewall)



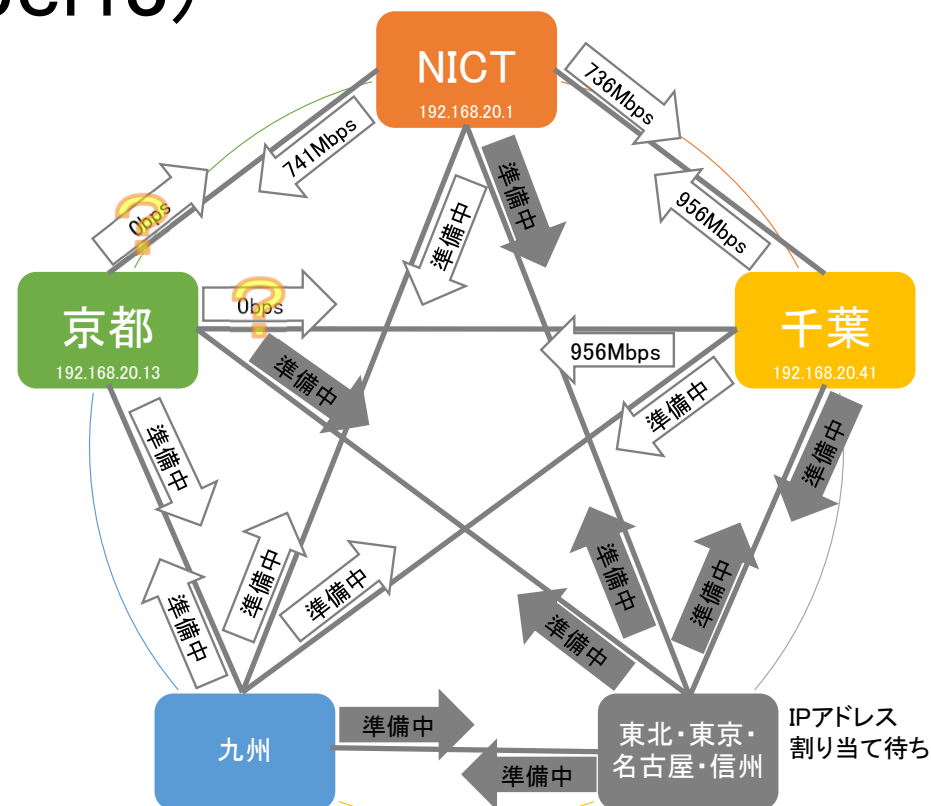
L2VPN (VLAN)

2020年度成果

UDP (iperf3)

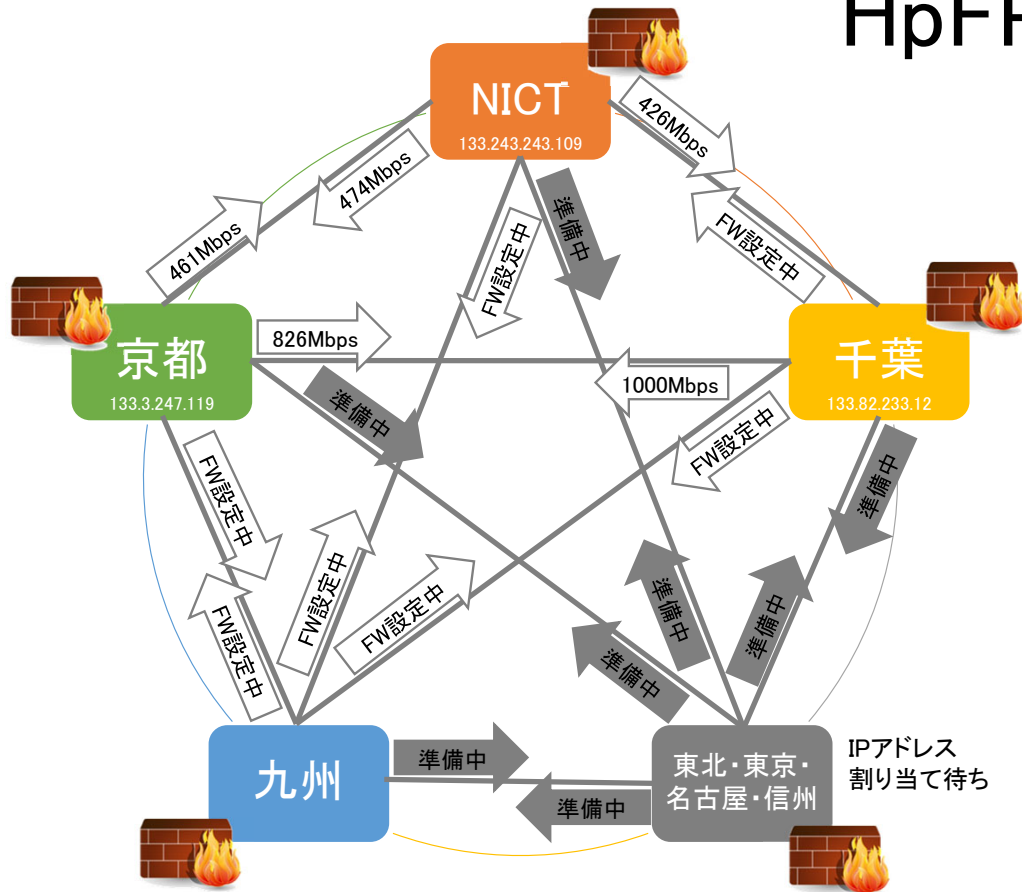


L3 (Firewall)

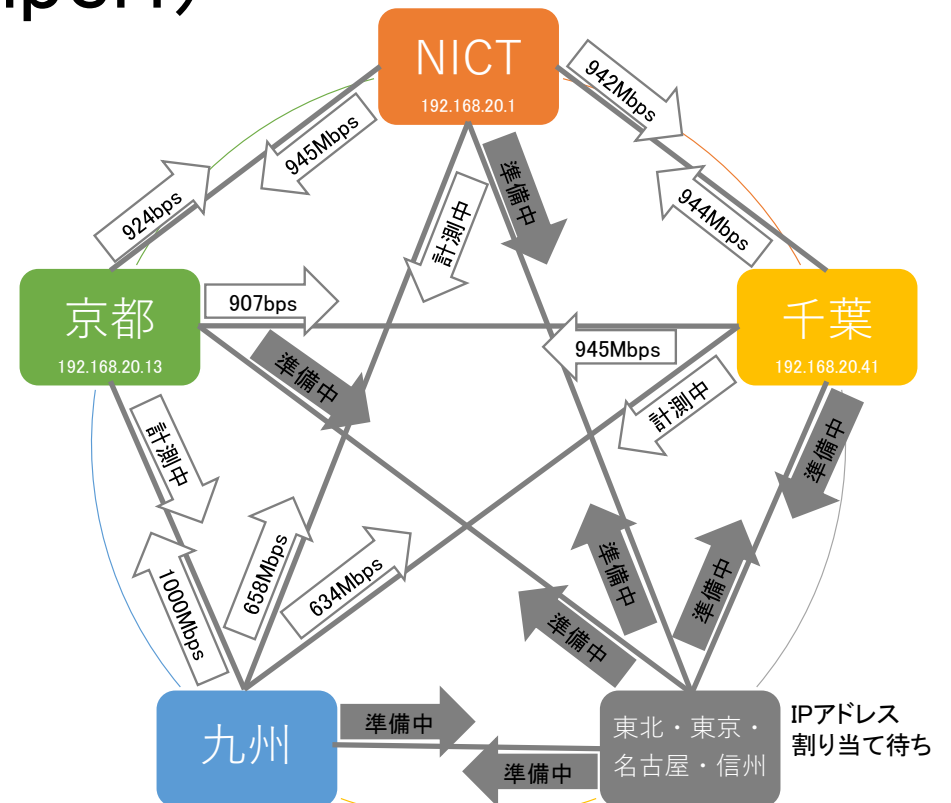


L2VPN (VLAN)

2020年度成果 HpFP (hperf)



L3 (Firewall)



L2VPN (VLAN)

2021計測計画 クラウドシステムによる研究開発成果 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				
東京大				
名古屋大				
京都大				
九州大				
NICT				
信州大				
筑波大				
千葉大				
理研				

2021計測計画

クラウドシステムによる研究開発成果

ネットワーク遅延計測 (ping)

単位：ms

CI \ Sv	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画

クラウドシステムによる研究開発成果

パケットロス計測 (iperf3 -UDP)

単位：%

CI \ Sv	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画

クラウドシステムによる研究開発成果

TCP計測(iperf3 -TCP)

単位：Gbps

CI \ Sv	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画

クラウドシステムによる研究開発成果

UDP計測 (iperf3 -UDP)

単位：Gbps

	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画 クラウドシステムによる研究開発成果

HpFP計測 (hperf -fairモード)

単位：Gbps

	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画

クラウドシステムによる研究開発成果

HpFP計測 (hperf -aggressiveモード)

単位：Gbps

CI \ Sv	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画

クラウドシステムによる研究開発成果

10GB × 1ファイル転送: scp計測(TCP)

単位: Gbps

	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画

クラウドシステムによる研究開発成果

10GB × 1ファイル転送：HCP計測 (HpFP/UDP)

単位：Gbps

CI \ Sv	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画

クラウドシステムによる研究開発成果

10GB × 1ファイル転送：HCP計測 (HpFP/TCP)

単位：Gbps

CI \ Sv	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画

クラウドシステムによる研究開発成果

500KB × 20000ファイル転送：scp計測(TCP)

単位：Gbps

CI \ Sv	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画

クラウドシステムによる研究開発成果

500KB × 20000ファイル転送：HCP計測 (HpFP/UDP)

単位：Gbps

CI \ Sv	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画

クラウドシステムによる研究開発成果

500KB × 20000ファイル転送：HCP計測(HpFP/TCP)

単位：Gbps

CI \ Sv	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

2021計測計画 クラウドシステムによる研究開発成果 リモートマウント(sshfs+ddコマンド)

単位：MB/s

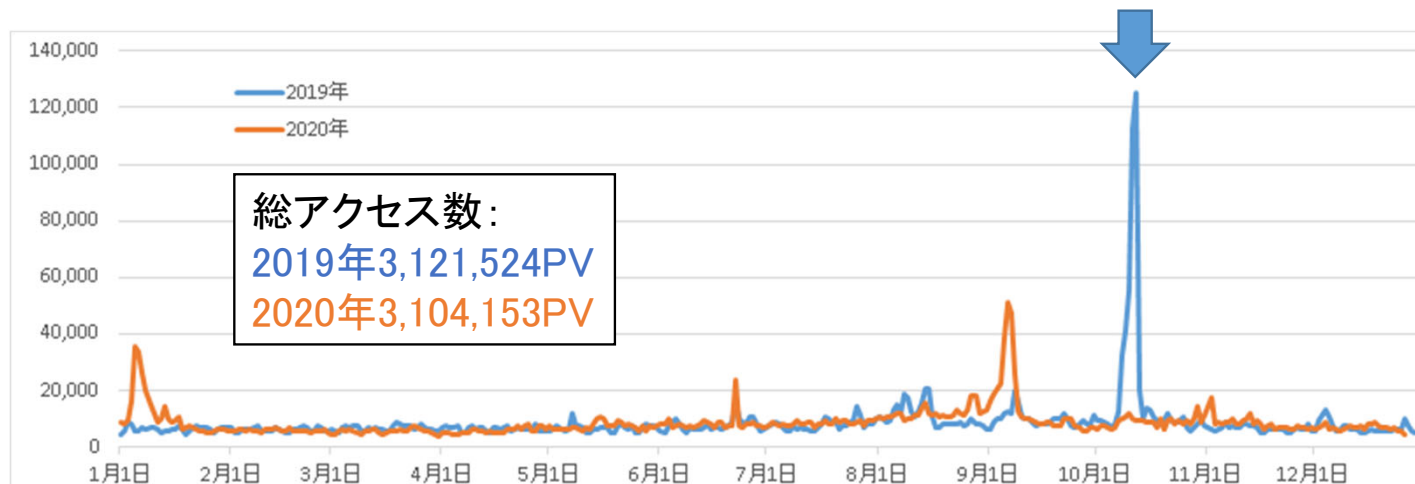
CI \ Sv	東北大	東京大	京都大	九州大	NICT	信州大	筑波大	千葉大	理研
東北大									
東京大									
京都大									
九州大									
NICT									
信州大									
筑波大									
千葉大									
理研									

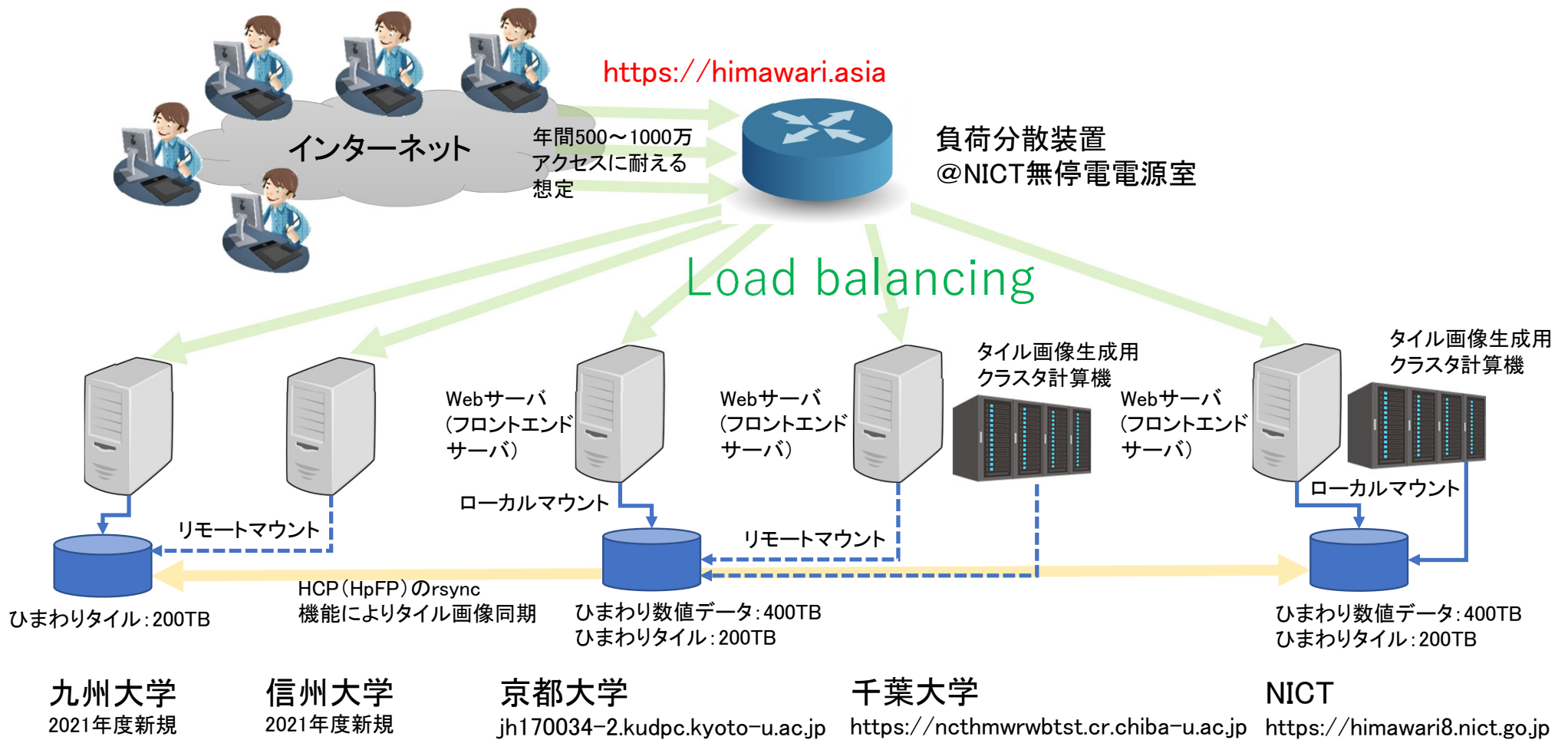
②気象衛星ひまわりデータリアルタイム処理と大規模可視化および地域気象との連携(継続)

ひまわりリアルタイムWeb負荷分散の必要性

2019年台風19号(期間中アクセス数:約50万PV)

1日のアクセス数@10月12日:125,138PV(CPU負荷が1600%を超えた(16コアサーバ)ためアクセスが頭打ちとなった)

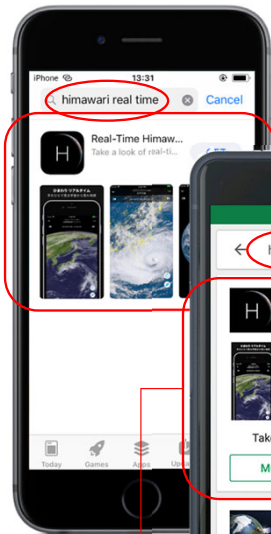




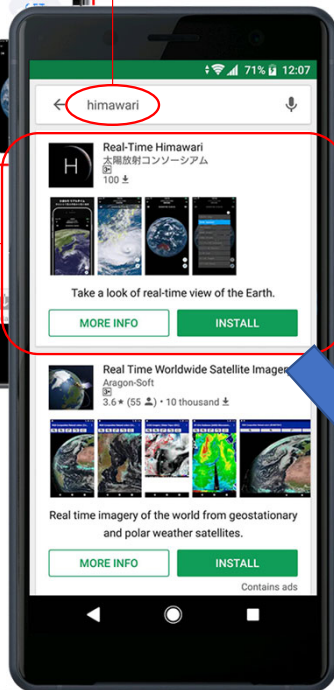
Smart Phone application (for citizens)

Free Download on Apple Store & Google Play

Apple Store



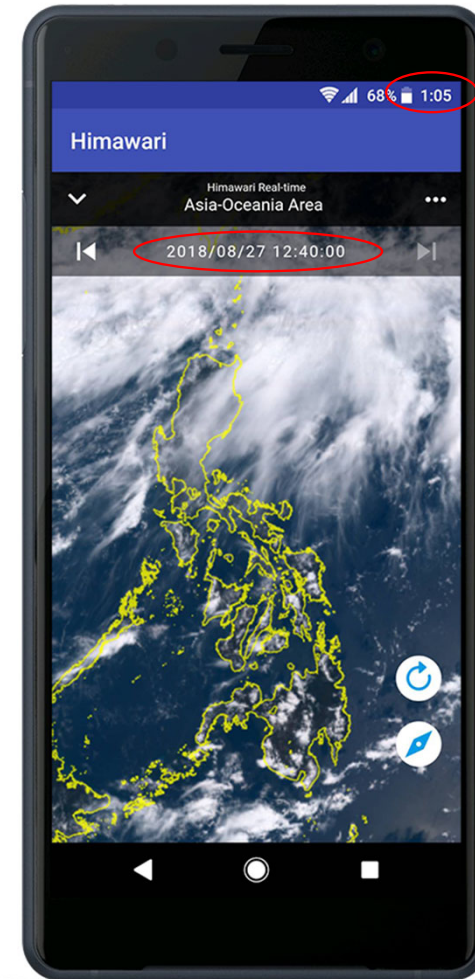
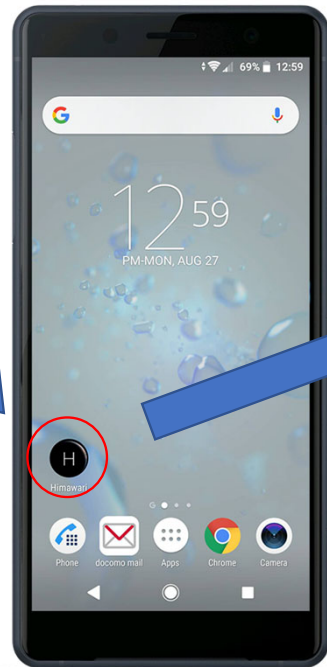
“himawari” or
“himawari real time”



Google Play

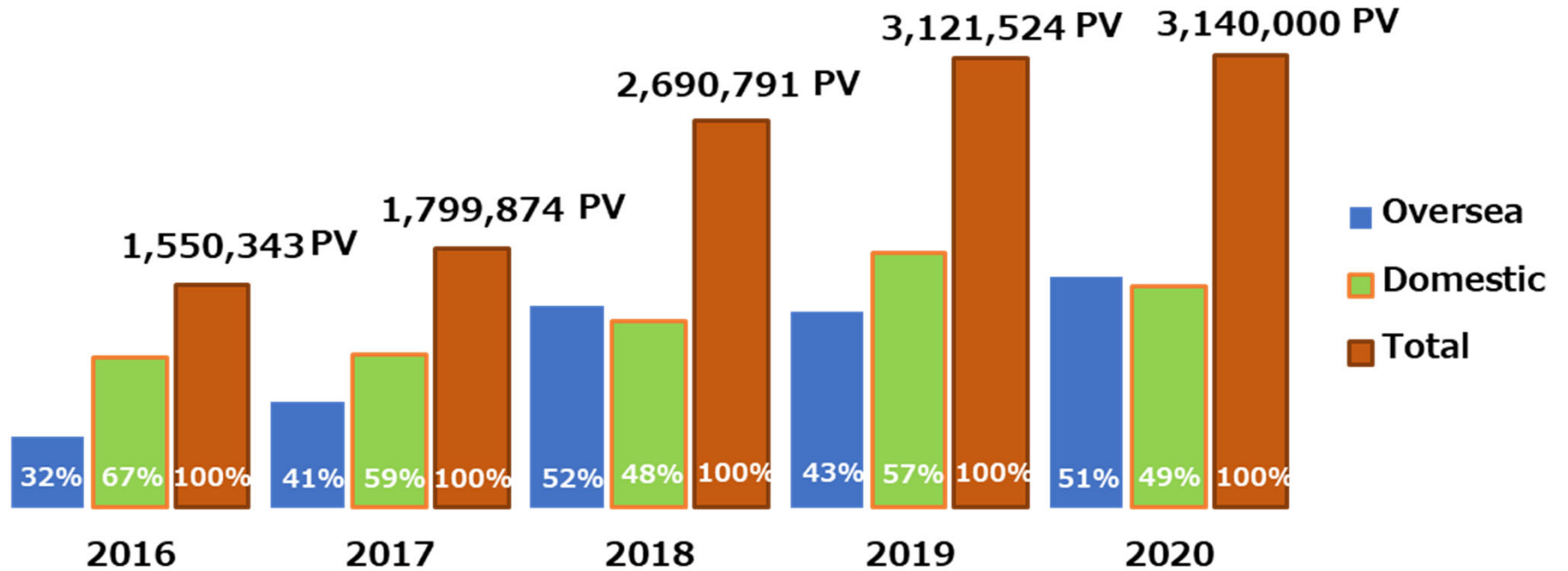
Real-Time Himawari
Solar Radiation Consortium

Smart Phone (Android8)



You can get Earth
view with only 25
min. delay

Access numbers to Himawari real-time web site

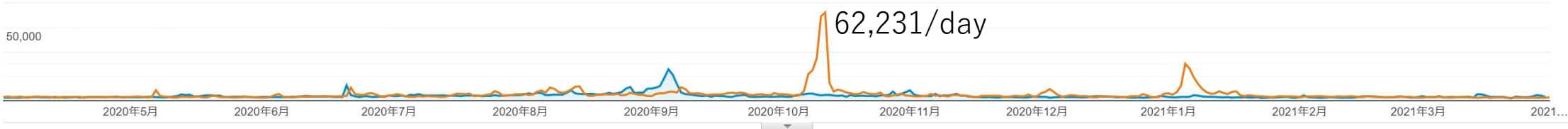


2020/04/01 - 2021/03/31: ユーザー

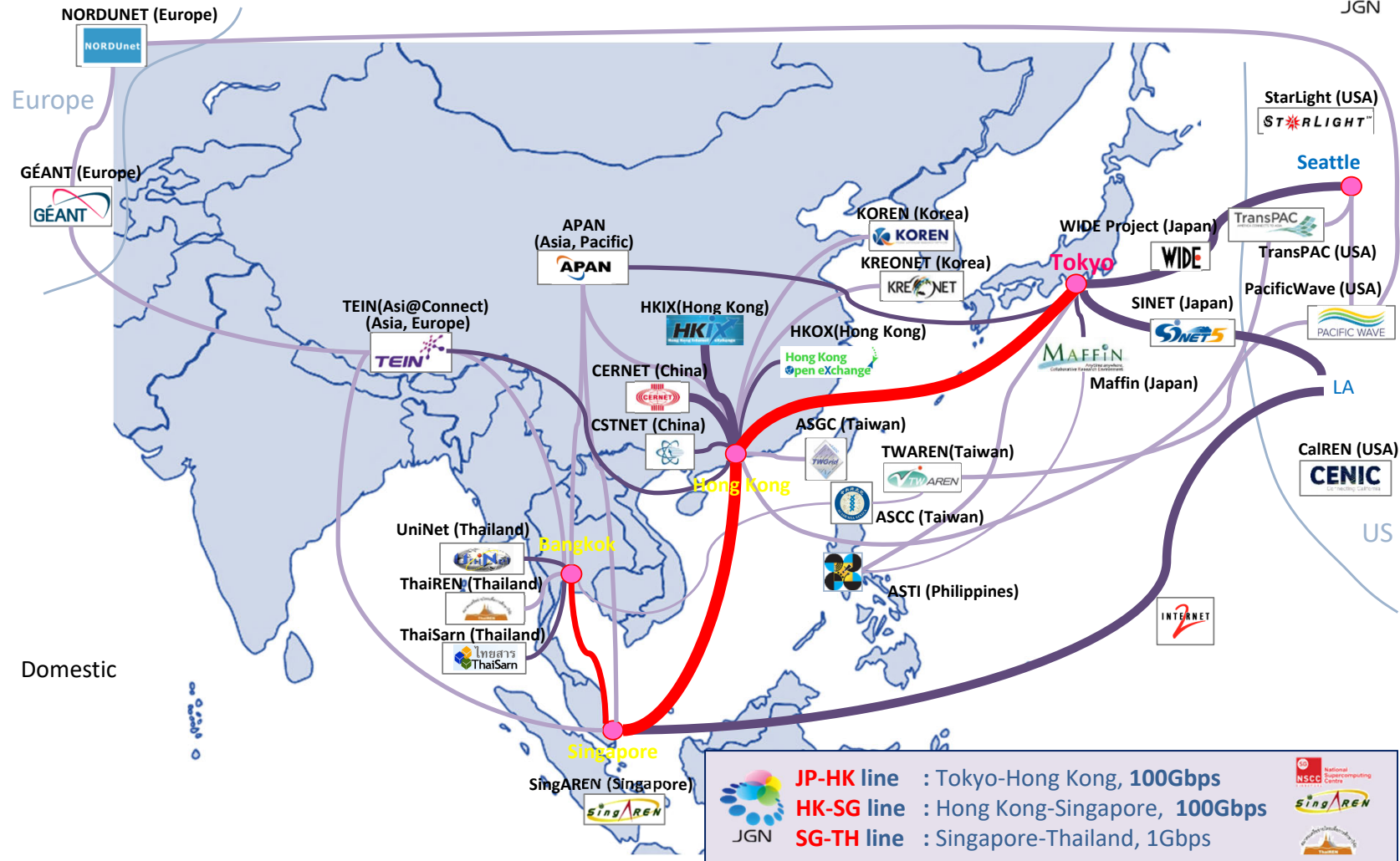
2019/04/01 - 2020/03/31: ユーザー

100,000

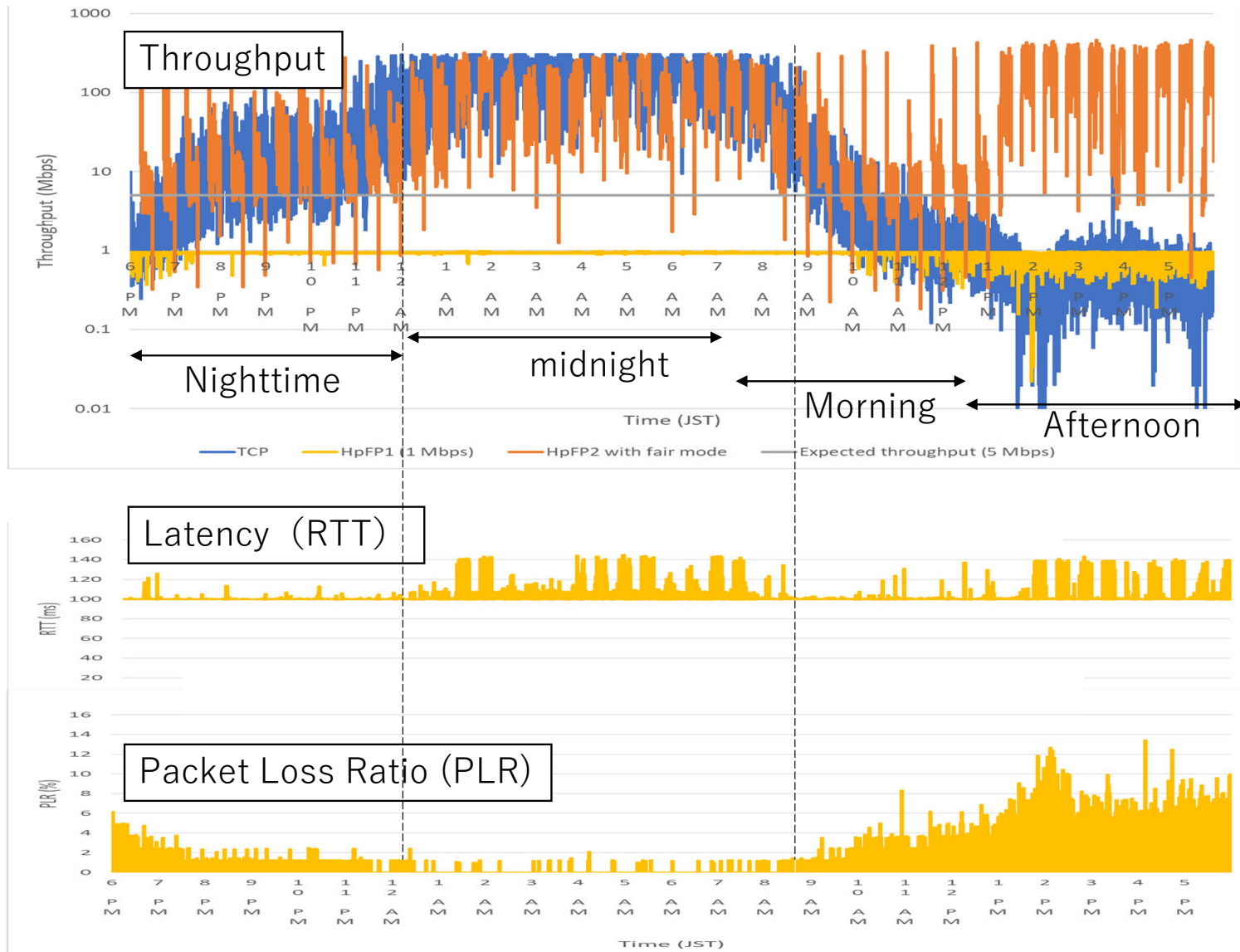
50,000



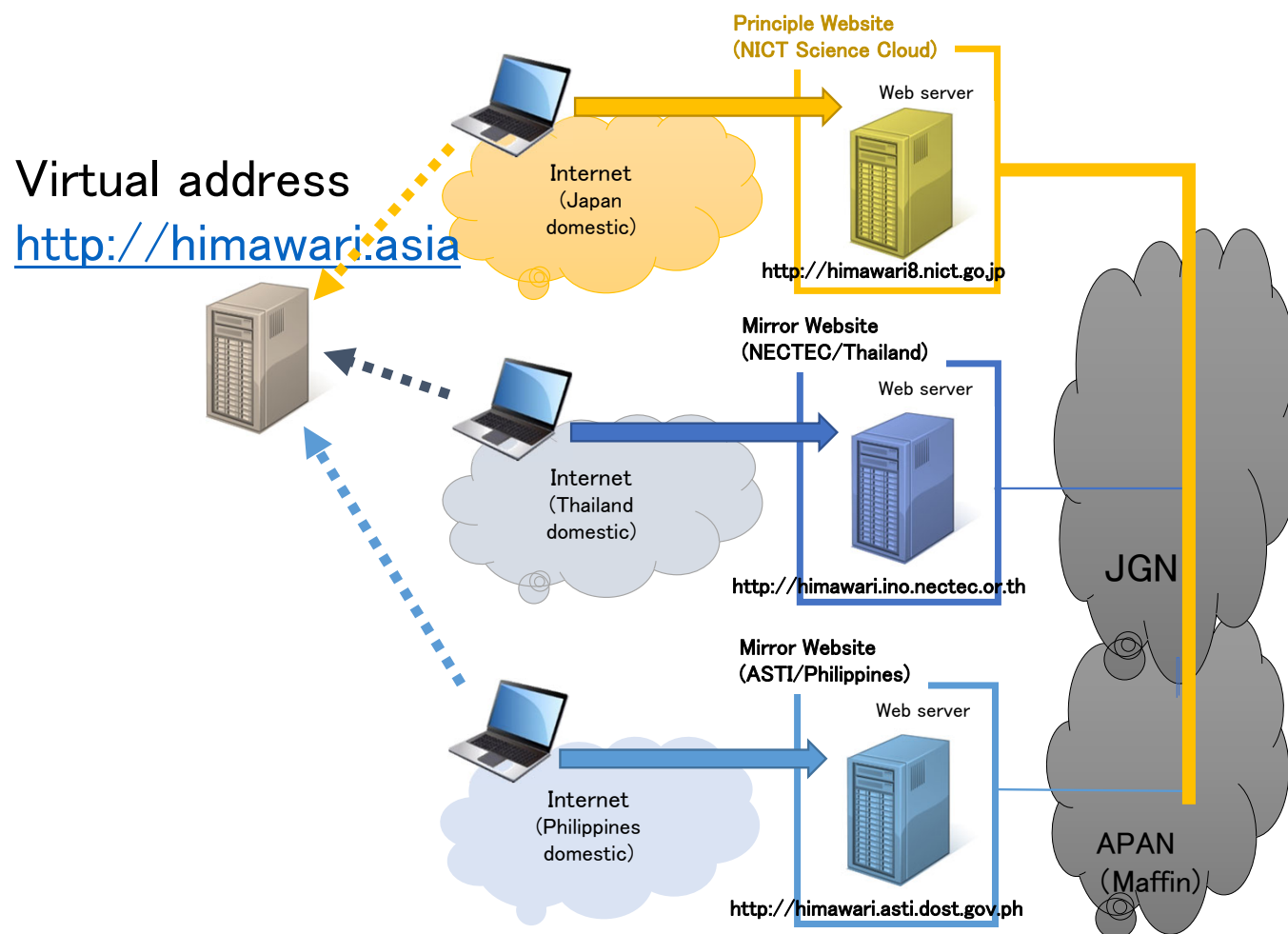
JGN Global Networks



RTT, PLR and Throughput between NICT (Japan) and ASTI (Philippines)



Access Speeds

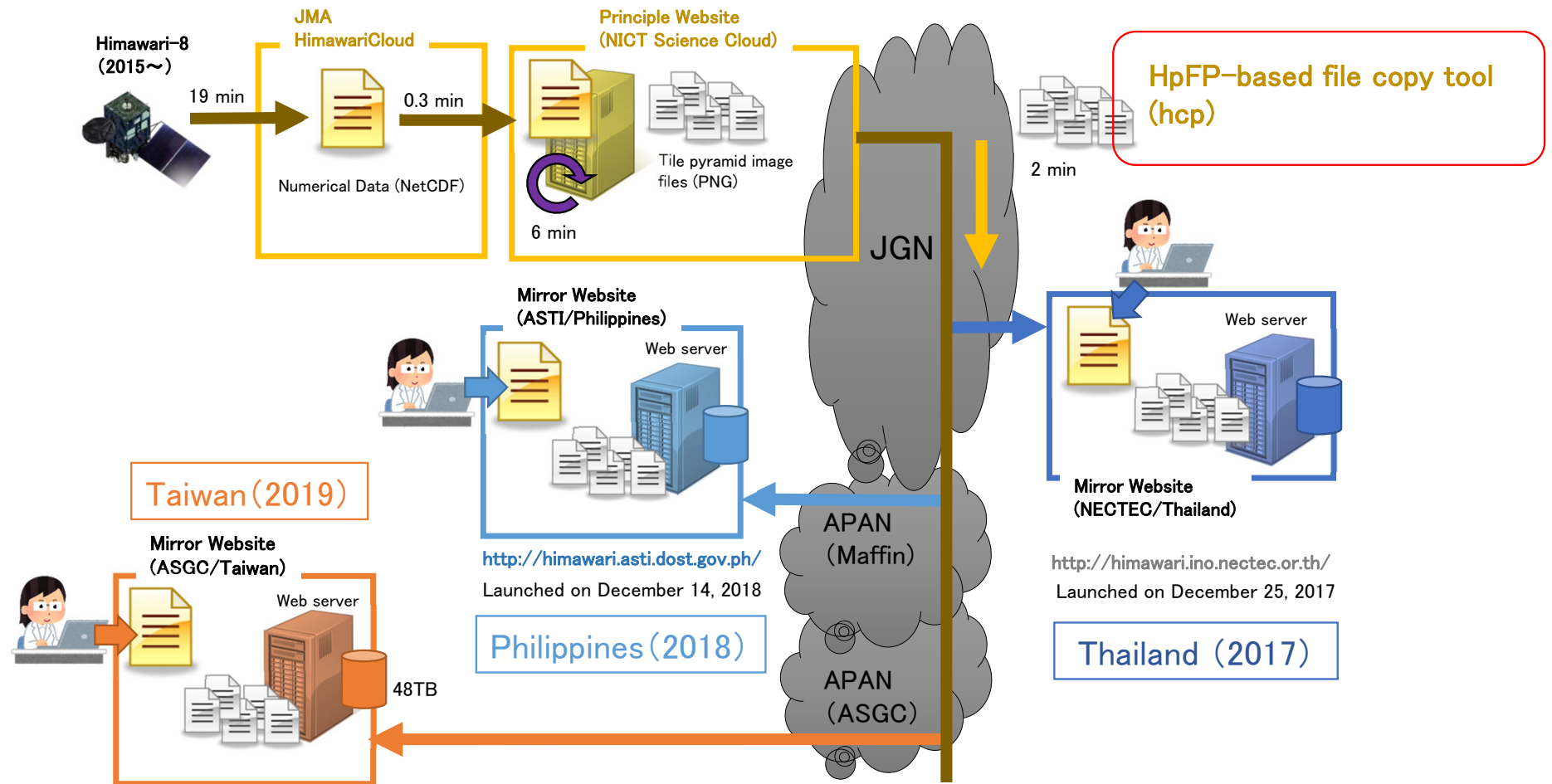


Web server	Access speed(s)
NICT	1.45
NECTEC	7.51
ASTI	2.77

Web server	Access speed(s)
NICT	6.37
NECTEC	2.05
ASTI	4.68

Web server	Access speed(s)
NICT	3.53
NECTEC	5.54
ASTI	1.79

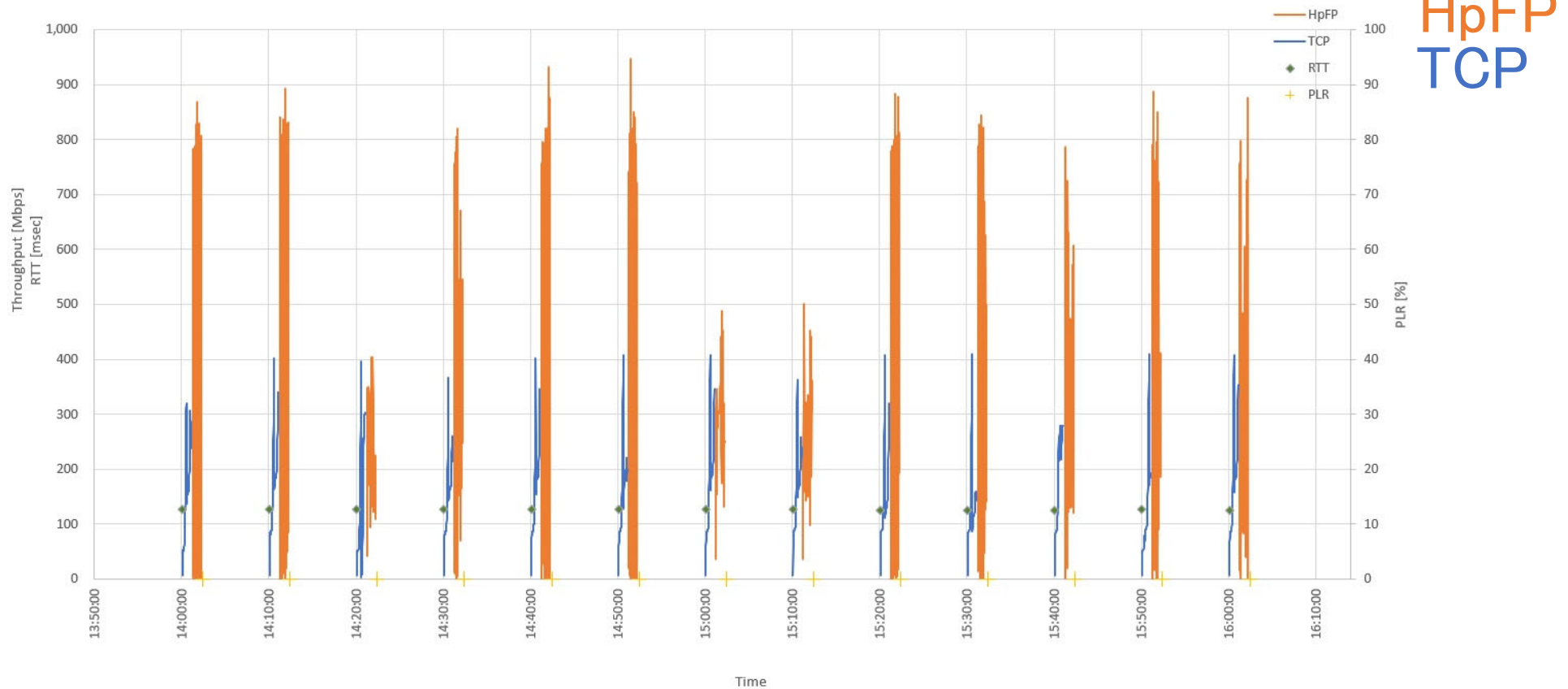
Mirroring of “Himawari real-time” to Taiwan (2019)



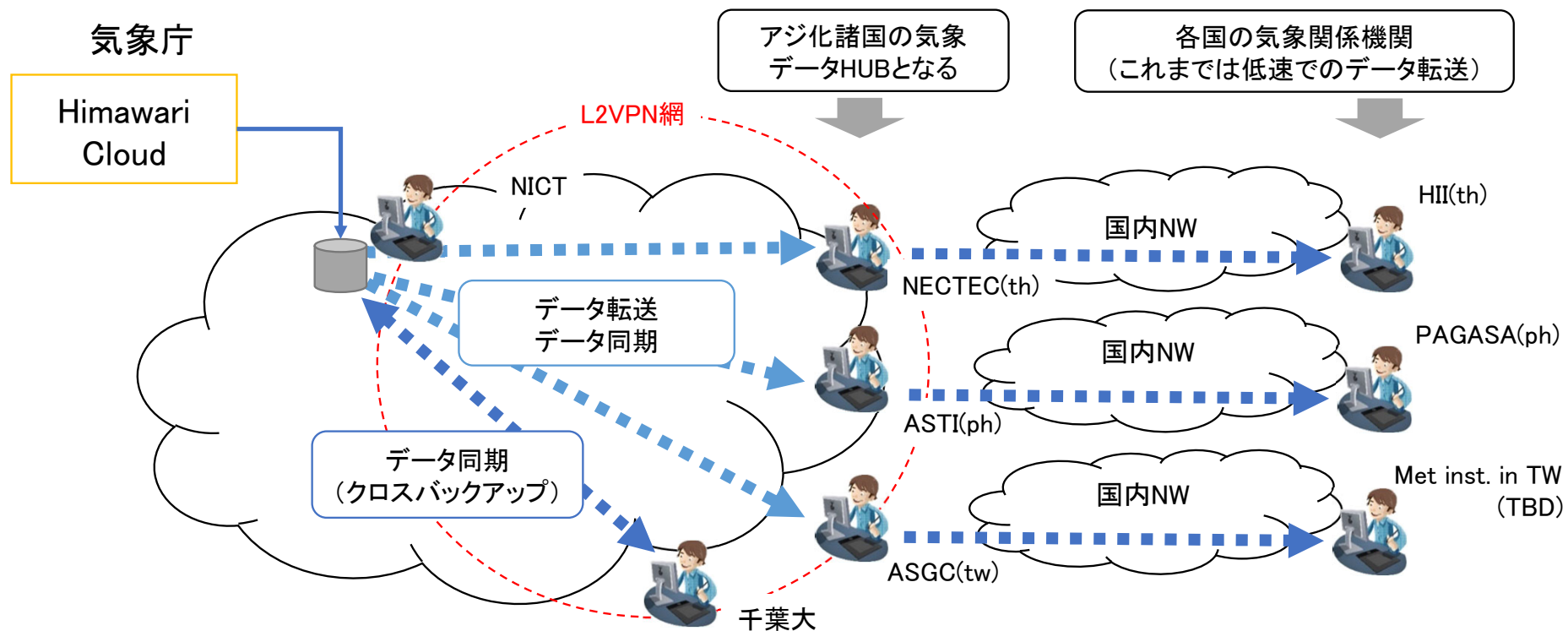
Examination: HpFP (hperf) and TCP (iperf3) throughput performances from NICT to ASGC

measurement: 30 sec. transfer every 10 min.

iperf3/hperf3 Server:NICT Client:TAIWAN 2021/4/20



Proposal: Sharing Himawari data over JGN/APAN (NICT is ready to go!)



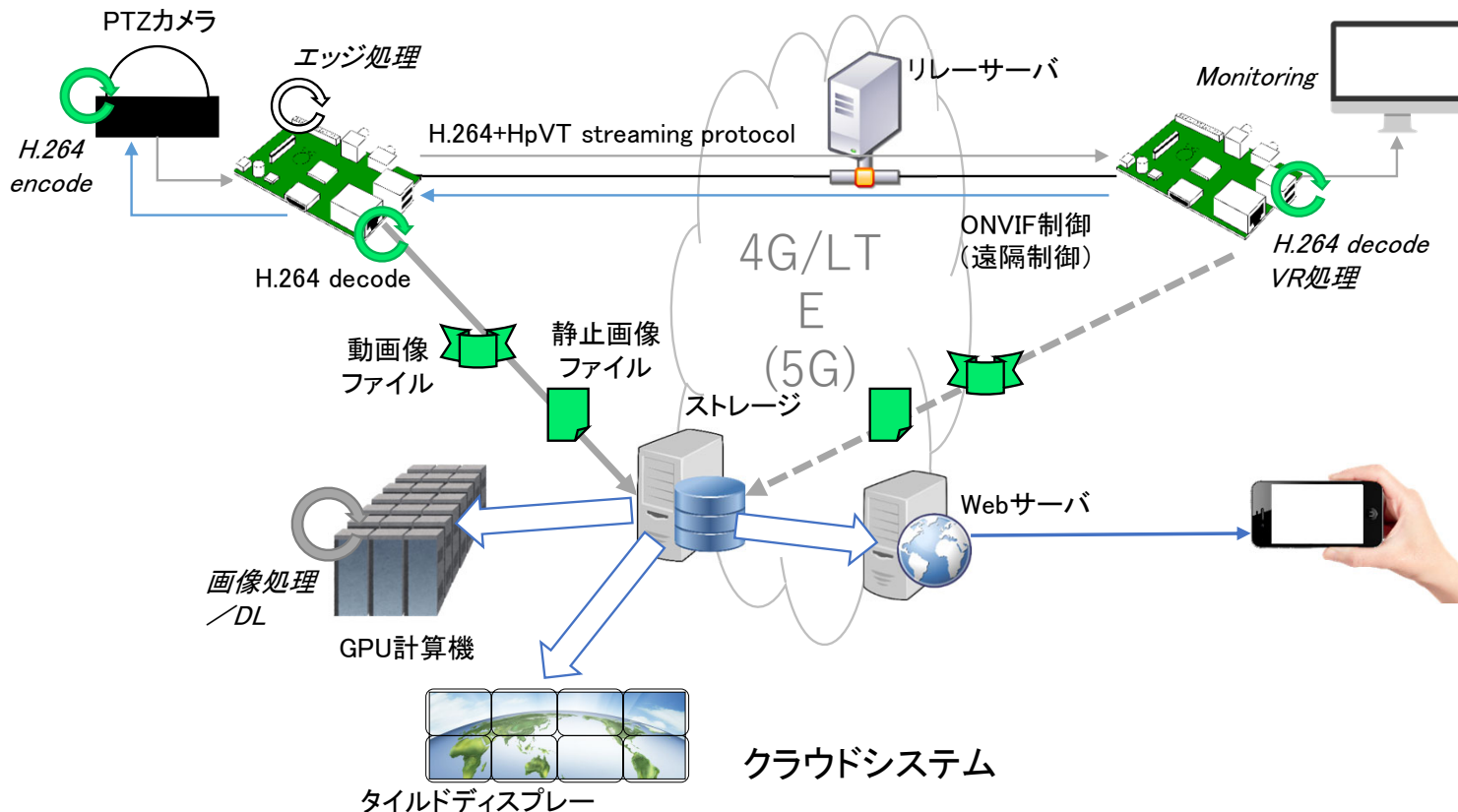
③映像IoT技術を活用した多地点カメラ画像処理による地域見守り(継続)

背景:映像IoTシステム(NICTが開発)

映像IoTシステム概要

映像伝送システム

映像受信システム



日本経済新聞

2019年4月21日(日)

路面凍結や損傷、AIで検知 ウェザーニュース

2018/12/20 17:37

保存 共有 印刷 他

ウェザーニュースは20日、車載カメラの映像を人工知能(AI)で解析して路面状況を判定するシステムを2019年夏をめどに実用化すると発表した。道路を管理する自治体などに売り込む。これまで目視で凍結や損傷を判別してきたが、発見に時間がかかった。人により結果が分かれるという課題もあった。最新技術を使うことで、素早く発見して事故を防ぐ。

開発するのは「AI道路管理支援システム」。同システムを使った路面の凍結や積雪把握に関する実証実験を19年1〜3月に数日間行う。10月の盛岡市での実験ではアスファルトに入ったひびを検知できた。



積雪の多かった17年度、盛岡市で雪解け時に道路の損傷が約4800件みつかったという。パンク被害は例年の10倍にあたる200件程度に達した。迅速な発見が事故防止に欠かせないと判断した。

画像の拡大

車載カメラがAIの判断に使える高解像度の映像を送れるようになった

車両に搭載したカメラで、道路状況を撮影。システムに動画データを集約して分析する。高速走行する車両から大量のデータ転送するには高い技術が欠かせない。同社は国立研究開発法人の情報通信研究機構(NICT)などの協力を得て実現した。

HpVTプロトコル技術

- H.264/H.265ベース(4K)
- フレーム伝送の均等化
- NWモニタリングによるインテリジェントなペーシング

鳥の目カメラのコンセプトと実際の設置事例

映像IoT技術による地域見守り(本テーマは鳥の目カメラを対象)



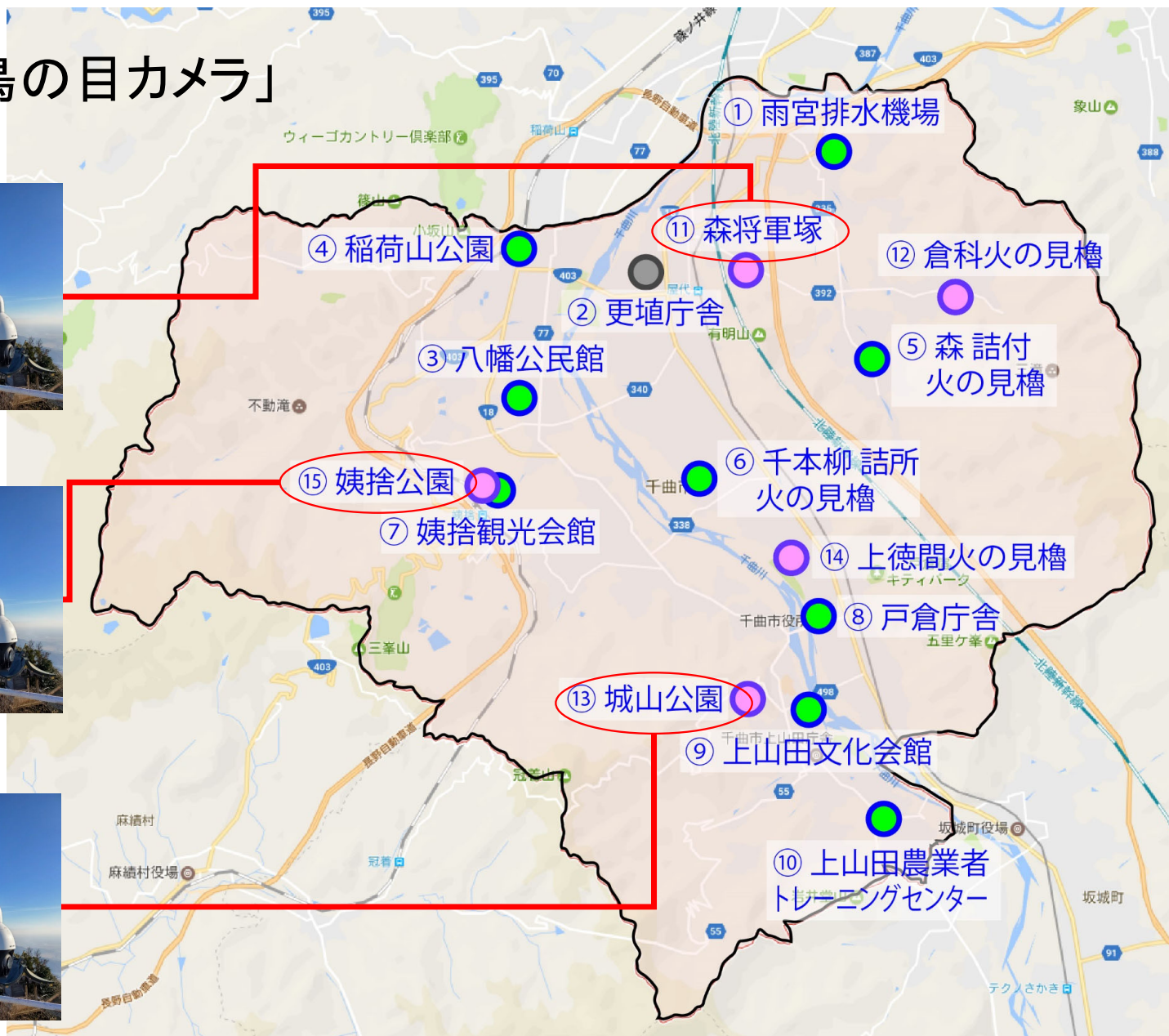
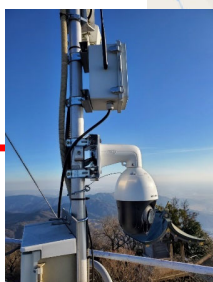
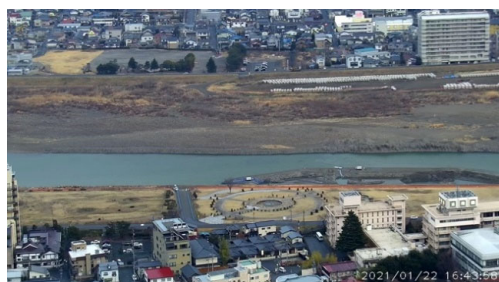
千曲市設置の鳥の目カメラ事例
(カメラ外観と撮画像例)



これまでに設置した他の鳥の目カメラ



長野県千曲市設置「鳥の目カメラ」

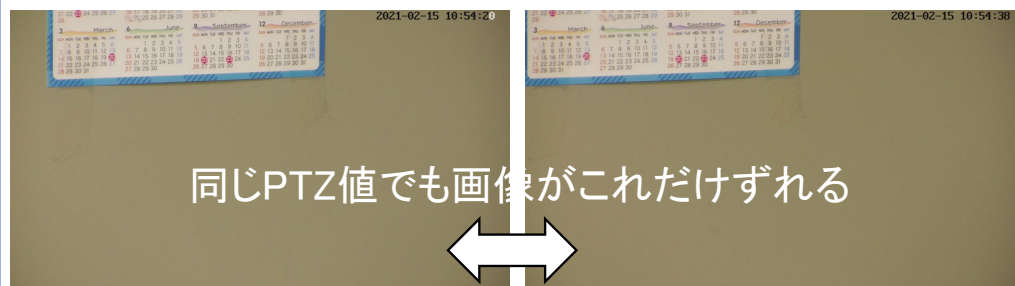


これまでの研究開発(1) 映像IoT技術の高度化

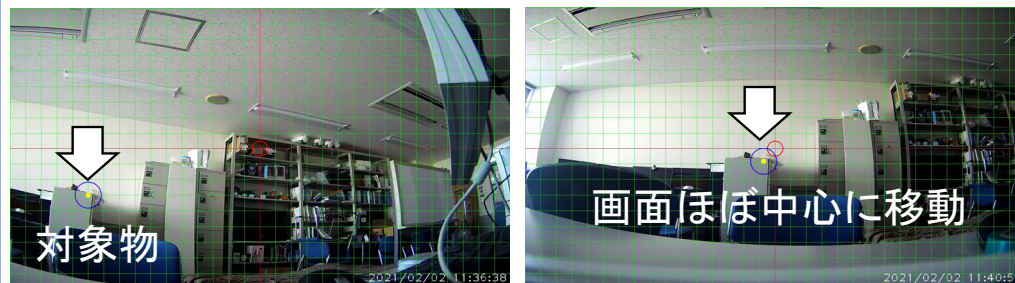


安価なPTZカメラ(\$200
~)

遠隔PTZ自動操作
(九工大新見とのコラボレーション)



安価なPTZカメラの場合、同じPTZ値でも位置ズレが生じる→画像マッチング技術を使うことで自動補正に成功



安価なPTZカメラであっても1回のPTZ操作で画像上の任意の対象物を中央に寄せるツール開発に成功

マッチング技術による画像のブレ補正



・毎日同じ時刻に
同じ画角での撮像
→自動補正を使用
することで位置ズ
レを最低限に



・安価なPTZカメラ
の場合、設置状況
によっては風の影
響も受ける→自動
補正を使用するこ
とでブレを軽減

これまでの研究(2) 画像マッチング・ステッチング高速化

■ パノラマ画像生成～パン・チルト操作～



フルHD(1920×1080)11枚画像の
ステッチング(10200×1200)事例

GPUによる高速化 CPU: Intel Core i9-9900K @3.60GHz, memory: 64G, GPU: GeForce RTX 2080 Ti

パノラマ画像生成: CPUによる約5.2秒⇒GPUを用いることで3.7秒
(画像枚数が増せばGPU効果はさらに大きくなる)

■ 画像はめ込み(マトリョーシカ画像生成)～ズーム操作～



研究開発計画

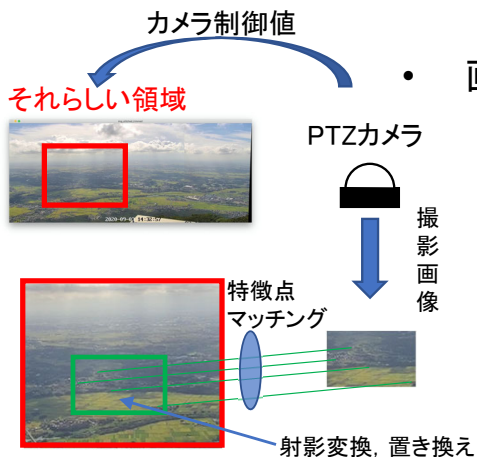
OpenCVのスティッチングモジュールを用いたPTZカメラ連続画像からのリアルタイム俯瞰画像作成



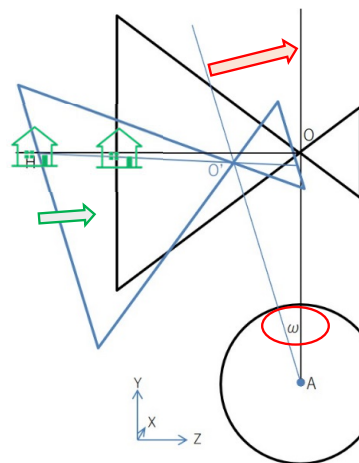
- 超高解像度画像(横:1920×25×2, 縦:1080×25)生成(1250枚相当)
 - OpenCVパラメータ設定により96000×27000の人工画像を生成し、PNG形式で書き出し⇒読み込みできることは確認済み⇒実画像に対する実装
 - パノラマ画像は元画像を含めて約32Gのメモリ空間が必要⇒スパコンまたはハイスペック計算機をAIテストベッド@NICTで利用

画像のスティッチング(リアルタイム)

- フルHD(1920×1080)を96000×27000中にリアルタイムに入れ込むために特徴点探索を「それらしい領域」に絞る
- PTZパラメータで「それらしい領域」を決めておいて、AKAZE特徴点マッチングで位置決め
- この処理をリアルタイム&定常的に行う



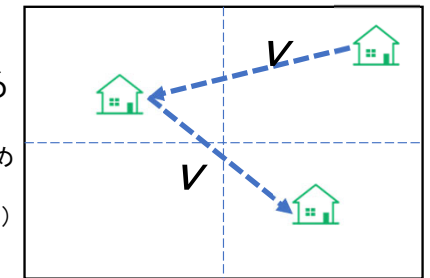
画像内の特定対象物を拡大・追跡・映像伝送する技術によるロボット型カメラ制御



本開発で用いるPTZカメラ雲台
(オフセットがあるため安価なPTZカメラと比較して制御が複雑)

本技術開発の概要

①マッチングライブラリを使って特徴点を自動抽出(複数点も可)。



- ②カメラを ω 回転させて対象物を画面内で移動する。
- ③マッチングライブラリで移動ベクトル $v(px)$ を求める。
- ③3回繰り返すことで未知数 Z 、 L および f を求める。

$$v = f \frac{Z \sin \omega - L(1 - \cos \omega)}{Z \cos \omega - L \sin \omega}$$

Z 値: 対象物までの距離

L 値: 2軸のずれ

f 値: 焦点距離

v : 画像内での対象物の位置

ω : 対象物を中心に移動する雲台回転角

未知数

オフセットがある雲台で画面内の任意点を別の任意点(中心点)に移動する手法確立

将来計画(本成果の活用事例)

将来計画(本成果はこのような活用される)



• 新規性・独創性

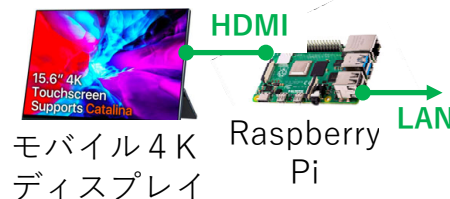
- 鳥の目カメラによるインテリジェントな地域見守りは新しい発想ではないが、現実には誰も成功していない。
- 映像IoT、エッジ・クラウドハイブリッドAI、CPS型WebGIS、大規模可視化技術の融合により実現する。

• 将来性(ステップアップ計画)

- 第1ステップ(2021年度): 本プロジェクト
- 第2ステップ: NICT耐災害ICT研究センター連携・防災コンサル企業(P社・A社)連携
- 第3ステップ: 国土交通省・水局連携(現在は議論を始めたところ)

④時空間データGISプラットフォームを活用した大規模 分散協調型可視化(新規)

等倍表示だから現象全体と詳細構造が同時に観察できる！



廉価なハードウェア
30セットで構成

予備実験システム

JGN/Internet

分析対象
データソース

ChOWDER
Server

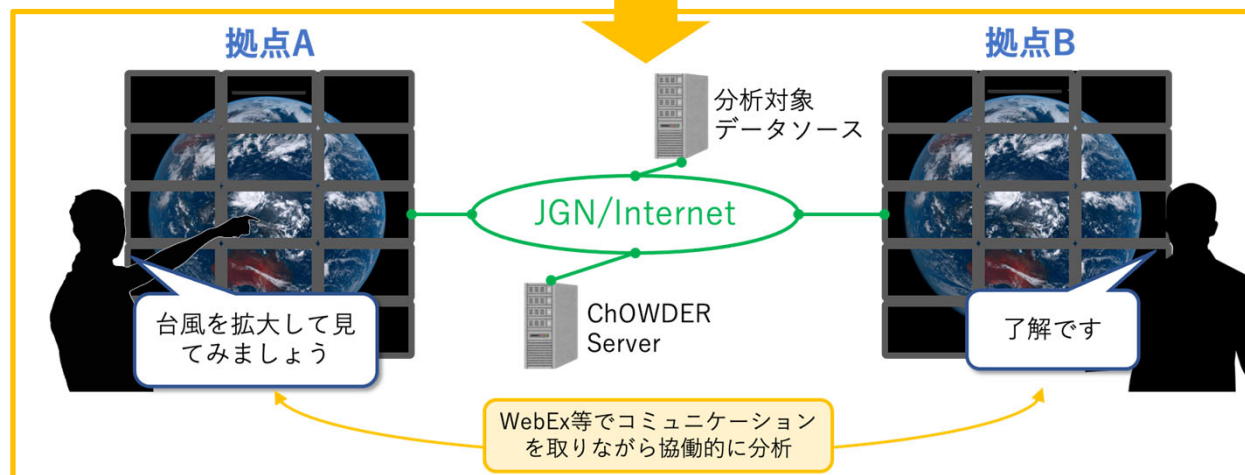
本提案者開発の
ミドルウェアを利用

ChOWDER (The Cooperative Workspace Driver)

- A Web-based Scalable Display System for
 - Team discussions
 - Remote collaboration among multiple sites
 - Large scale visualization
- Built on modern web technologies
 - HTML5, JavaScript, P2P-protocols, etc.



任意の構成でディスプレイを分割配置、拠点間の協調動作が可能

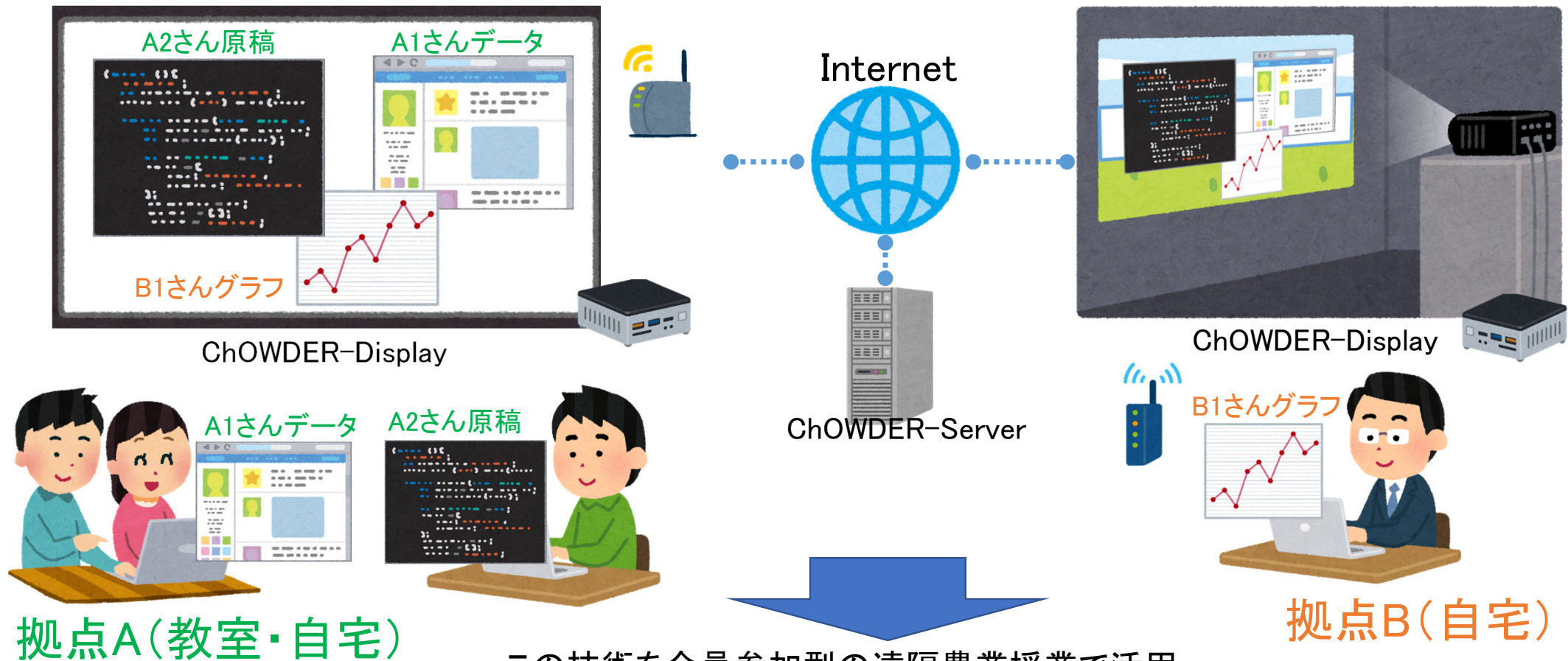


気象衛星ひまわりカラーフルディスク等倍表示の複数拠点同時表示 (世界初)

本提案の目的：
ウィズコロナ・ポストコロナ時代に
マッチした、パーソナルかつ協働的
な超高解像度分析・可視化環境を提
案、その試作・評価を通して実用性
を検証する。

ChOWDERによる遠隔コンテンツ・データ同期

ユーザPC上のコンテンツを大きなディスプレイ上で共有 & 遠隔地ディスプレイでもミラーリング表示



- この技術を全員参加型の遠隔農業授業で活用
- それぞれの生徒は自分のデータ、文書、画像などを教室全員と共有

広域Gfarm性能検証(予定)

