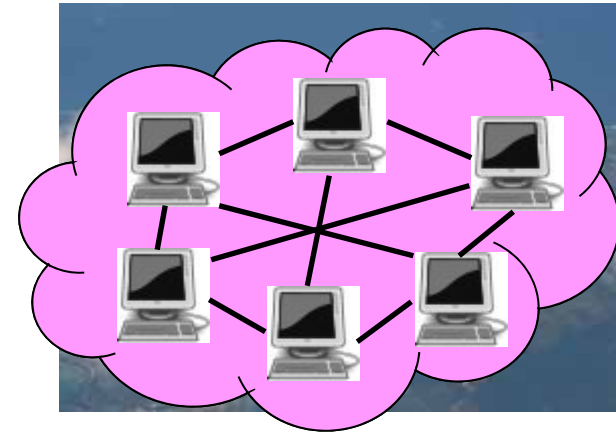


フェーズドアレイ気象レーダの データ利用のためのクラウドの活用 コンピューティング



佐藤 晋介(NICT)、水谷文彦、和田将一、丸井英樹((株)東芝)、
牛尾知雄(大阪大)、吉川栄一(JAXA)、治達人((株)セック)、
花土弘、川村誠治、村田健史、浦塚清峰、井口俊夫(NICT)

気象学会2012年度秋季大会@北海道大学
2012年10月03日

研究目的

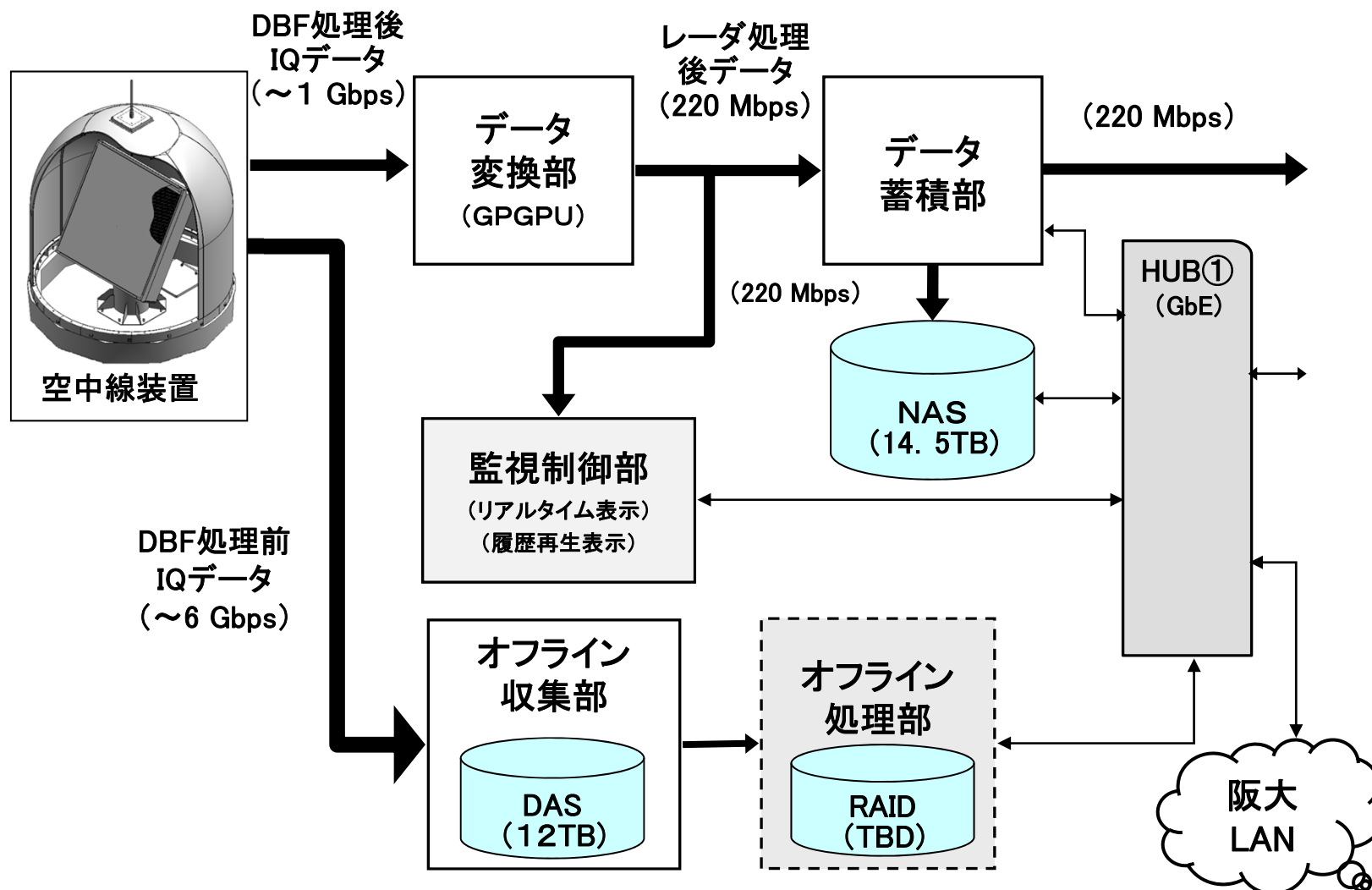
- フェーズドアレイ気象レーダは、10～30秒間で隙間のない完全な3次元降水分布を高分解能で観測することができるが、従来のパラボラアンテナによる気象レーダに比べて100倍程度(*)のデータレートの大規模データを生成する。
- この大規模データをリアルタイムで解析処理したりアーカイブしたりするために、高速ネットワーク上に構築されたNICTサイエンスクラウドを用いたデータ利用システムの開発を行う。

(*) 距離60km(100m間隔)、方位角360° (1.2° 間隔)、仰角90° (110仰角)の3次元観測を30秒間で行う場合、従来のレーダが15仰角のボリュームスキャンを5分間かけて行う観測と比べると約7倍の観測データを1/10の時間で生成することになりデータレートは約70倍となる。10秒観測の場合はその3倍となるが観測距離が約半分となるためデータレートは約100倍となる。

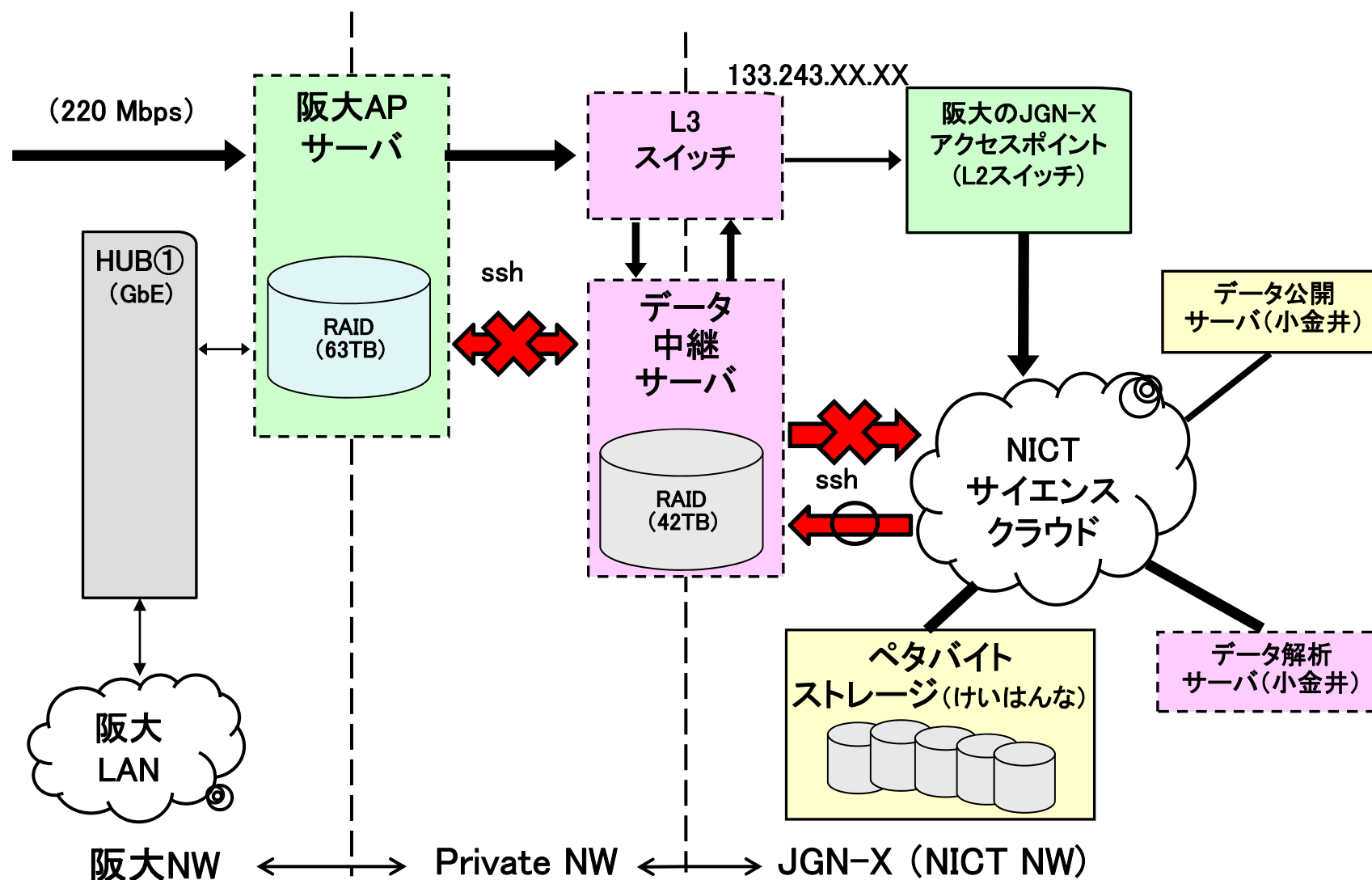
	工学データ (L1)	物理データ (L2)	直交座標データ(L3)
1	受信電力 (Pr-MTI)	受信電力 (Pr)	・反射強度 (Ze) ・ドップラー速度 (Vr) ・降雨強度 (R) など ⇒ netCDF ファイル
2	受信電力 (Pr-NOR)	反射強度 (Ze)	
3	ドップラー速度 (Vr-MTI)	ドップラー速度 (Vr)	
4	ドップラー速度 (Vr-NOR)	速度幅 (W)	
5	速度幅 (W-MTI)	降雨強度 (R)	(その他)
6	速度幅 (W-NOR)		・ オフライン処理用 IQデータ (L0) ・ Web公開用 クイックルックデータ(QL)
7	SN判定値 (SN-MTI)		
8	SN判定値 (SN-NOR)		

AUTO.1 (10 sec.)	300 range × 320 sector (AZ) × 111 angle (EL) × 2 byte = 20.3 MB / file 13 file 合計サイズ(ヘッダー含む): 275 MB / 10sec 220 Mbps
AUTO.5 (30sec.)	600 range × 300 sector (AZ) × 110 angle (EL) × 2 byte = 37.8 MB / file 13 file 合計サイズ(ヘッダー含む): 493 MB / 30sec 131 Mbps

※ GPGPUを用いたデータ変換部で同時に生成される上記の13種類のデータ(L1, L2)は極座標系で2 byteバイナリーで保存される。この13ファイルは、10秒運用モードの例では最大データレート220Mbpsで転送され、30秒運用モードでは131Mbpsとなる。もし10秒モードで24時間連続運用するとデータ容量は2.3TB/日となり、L3データを含めると更に大きくなるが、実際には無降雨時の運用の一時停止やデータ圧縮により、トータルのデータサイズはその数分の一以下となると見込んでいる。

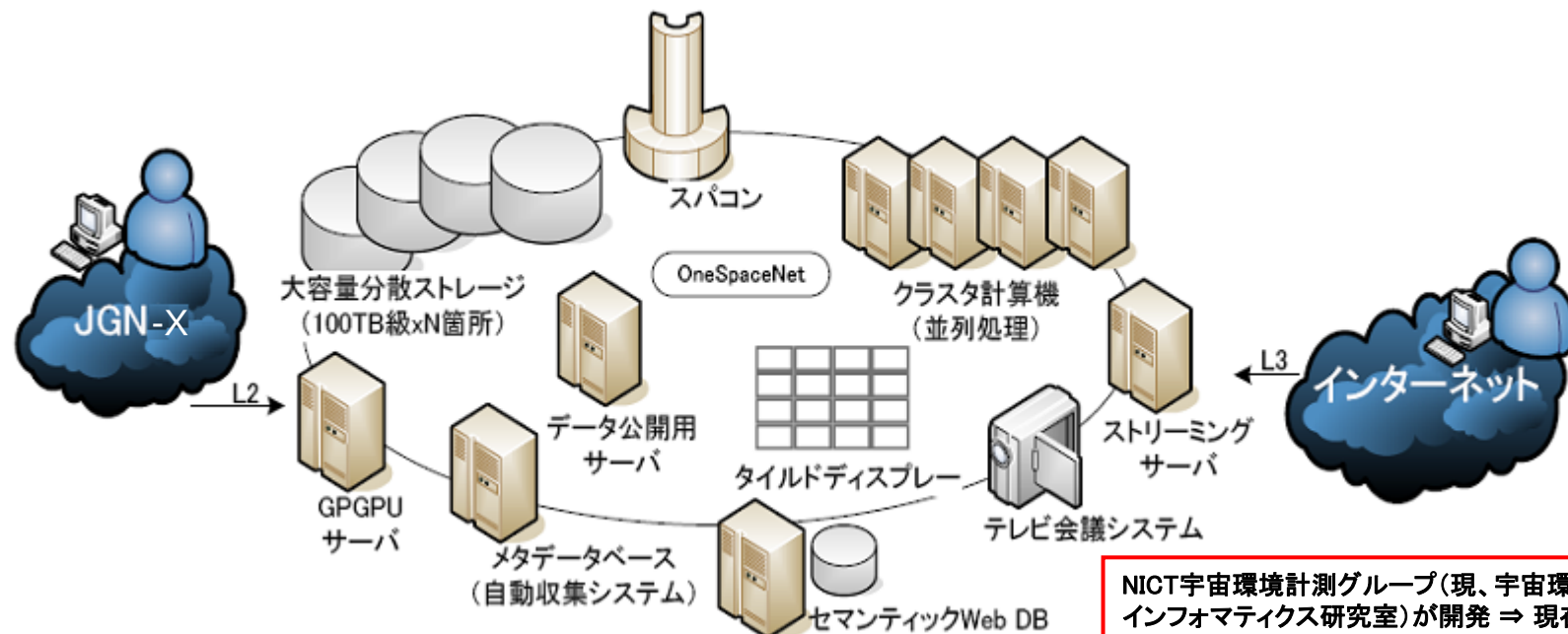


データシステム系統図 (太矢印は4~10Gbps、細矢印は1 Gbpsケーブル)

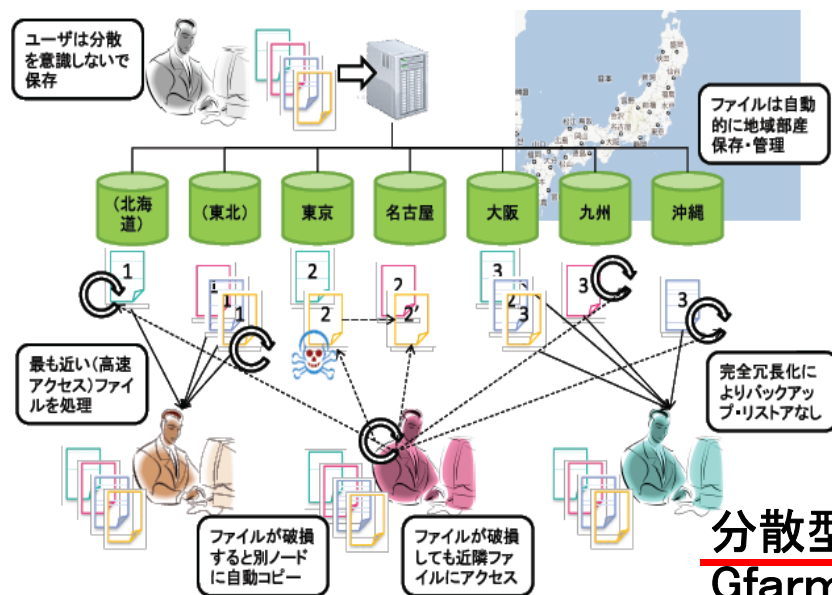


データシステム系統図 (太矢印は4~10Gbps、細矢印は1Gbpsケーブル)

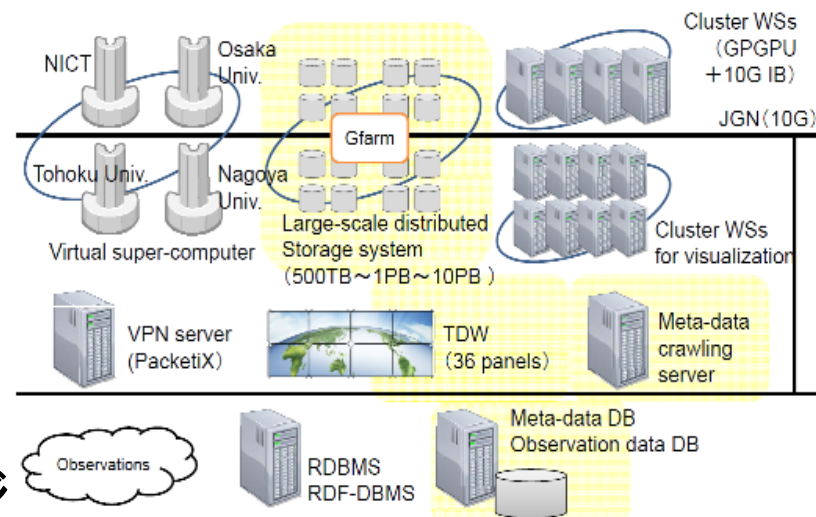
NICTサイエンスクラウド



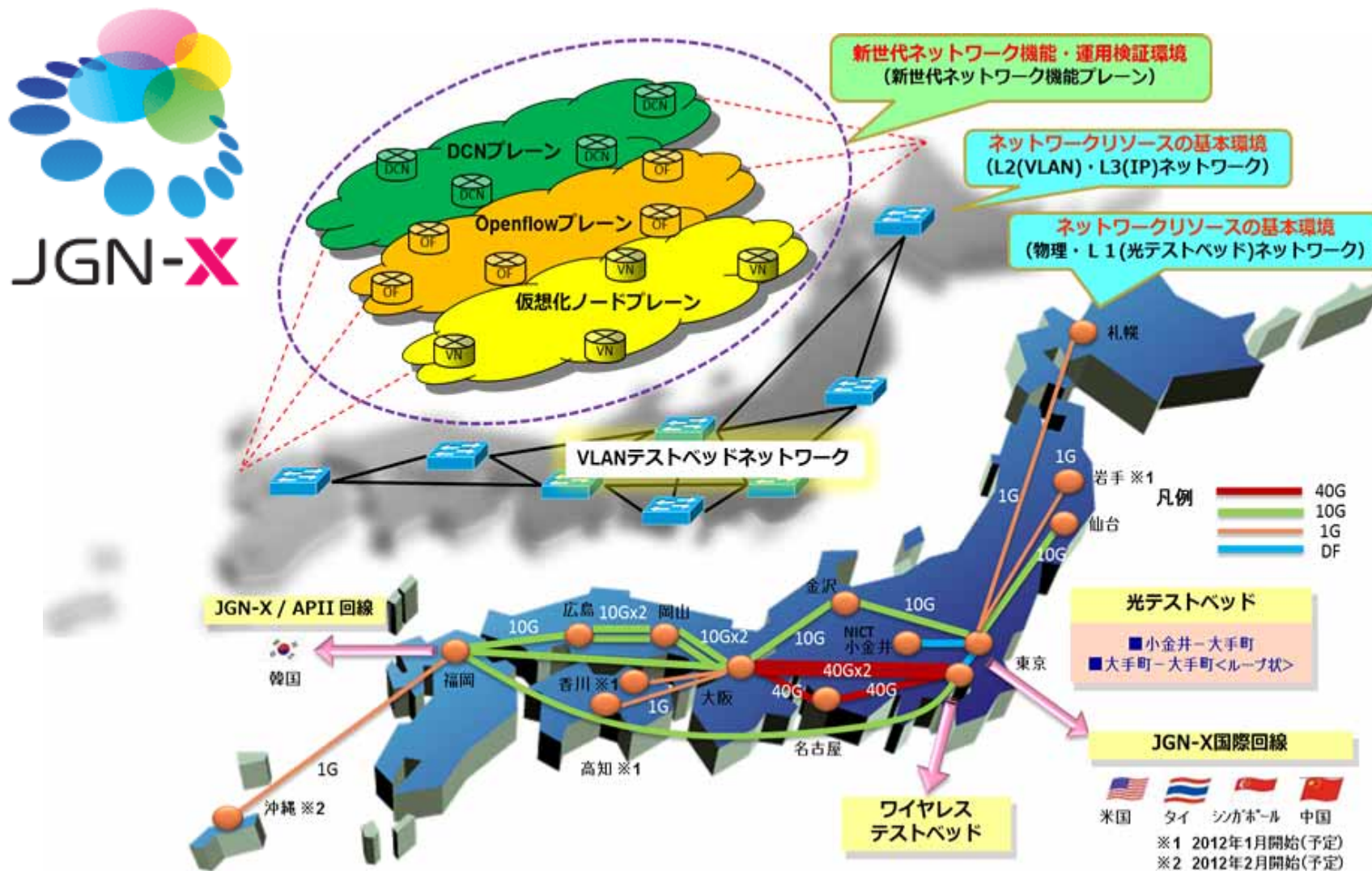
NICT宇宙環境計測グループ(現、宇宙環境インフォマティクス研究室)が開発 ⇒ 現在は、NICT統合データシステム研究開発室が整備



分散型ストレージ Gfarm (Grid Data Farm)



JGN-X (New Generation Network Testbed)



JGN (H11~)

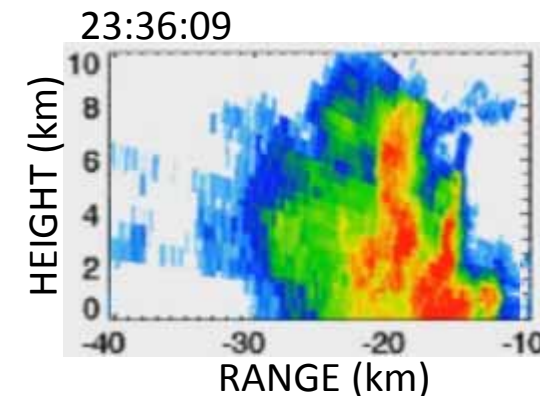
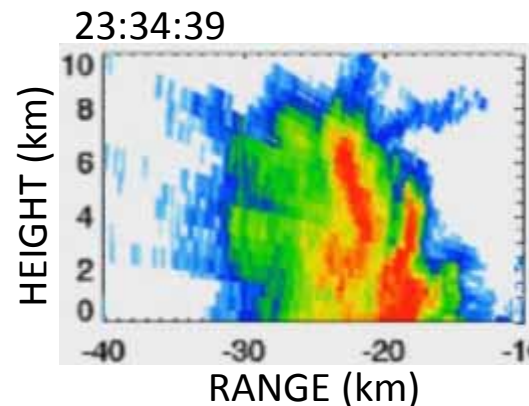
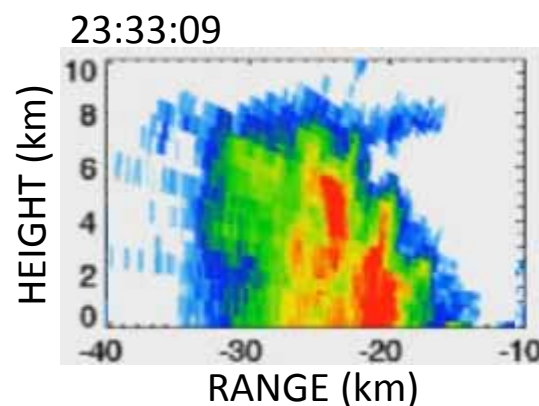
JGN2 (H16~)

JGN2 plus (H20~)

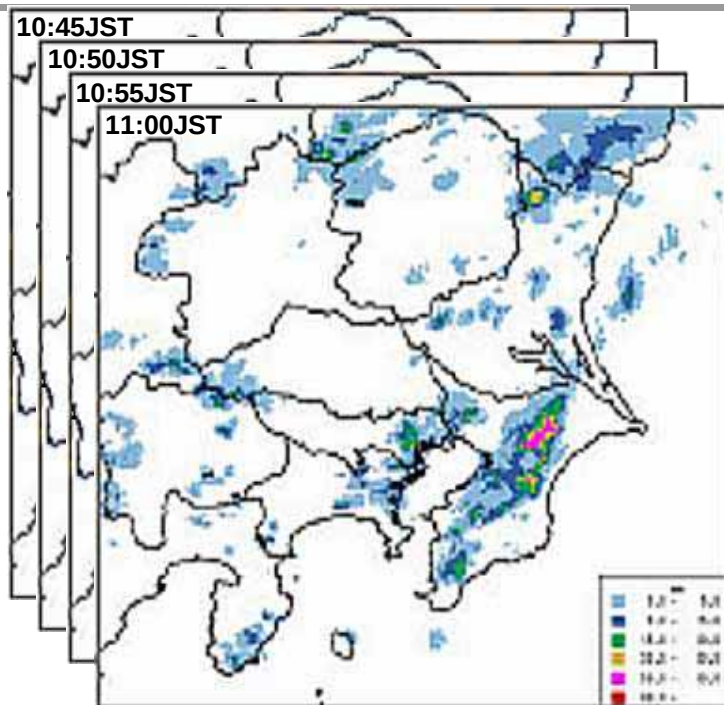
JGN-X (H23~)

- QL画像(降雨強度のみ)を阪大に設置する
データ中継サーバでリアルタイムに作成
 - レイテンシー(遅延)を少なくするためには、ファイルサイズの小さな画像をその場で作成して、データ公開サーバへ転送
 - 公開QL画像は、とりあえずは降雨の水平分布(従来同様)
- 3次元直交座標に変換した Z_e 、 V_r 、 R 等のレベル3データ(netCDF)は、NICT小金井に設置予定のデータ解析サーバで作成
 - L3データはユーザ要求に応じて、データ公開サーバに転送
 - 試行的に3次元可視化コンテンツなどを自動作成する予定
- 外部研究ユーザはNICTサイエンスクラウドに
ログインして、観測データを利用してもらう

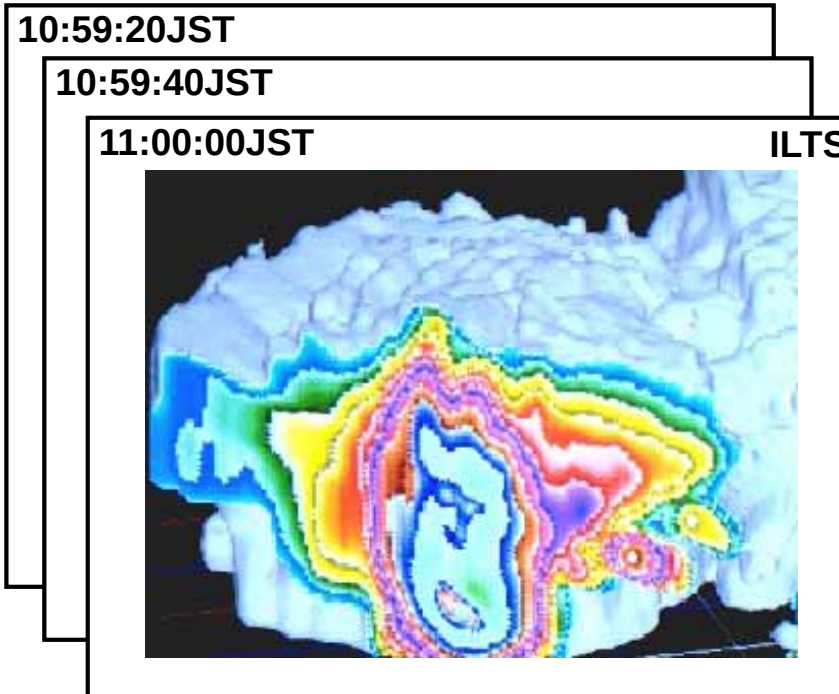
- ★ 各研究者が自分の手元に大容量データをコピーして解析するのは非現実的
- NICT小金井にあるサイエンスクラウドGWからログイン
- (フェーズドアレイ専用)データ解析サーバ@NICT小金井
- 必要なライブラリ、主要なアプリはプリインストール
- IDL, AVS などのライセンスも整備
- サイエンスクラウド内の大容量アーカイブデータへのアクセス



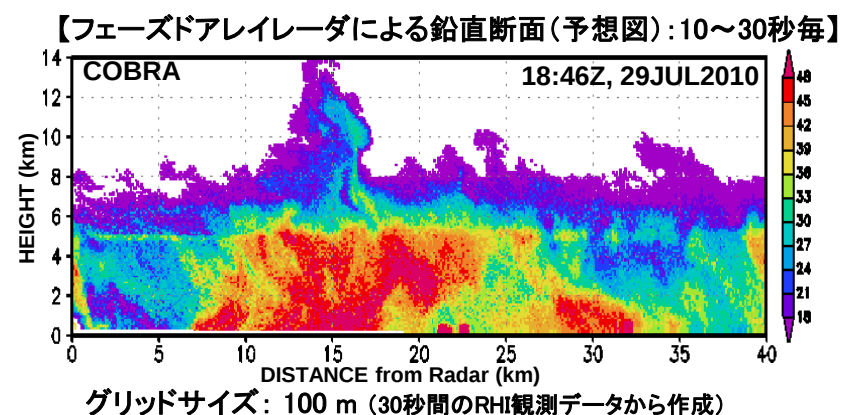
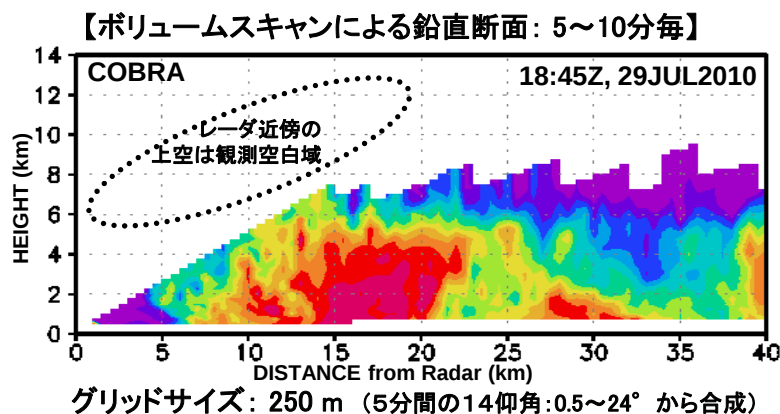
3次元観測データの利活用（可視化）



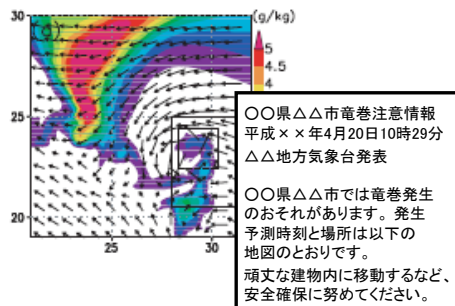
【現状】1～5分毎の水平分布による降雨
短時間予測 ⇒ 急激な発達は予測困難



【将来】10～30秒毎の詳細な3次元観測データ
⇒ 雨滴の発生・成長・落下による予測が可能



フェーズドアレイレーダの応用分野



数値予報モデルへのデータ同化、
きめ細かな竜巻注意情報
【気象庁】



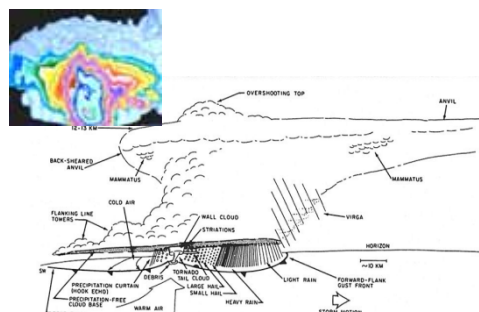
洪水予測、土砂災害予測
【河川局】



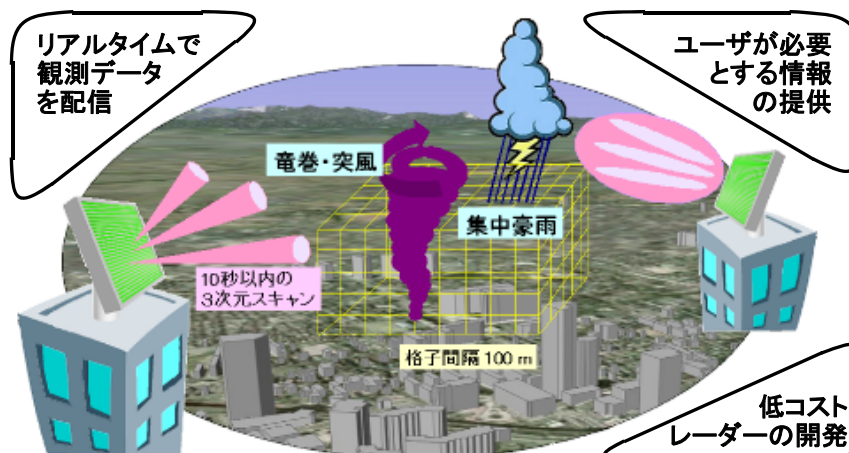
ダム放流(洪水調整)
【ダム管理事務所】



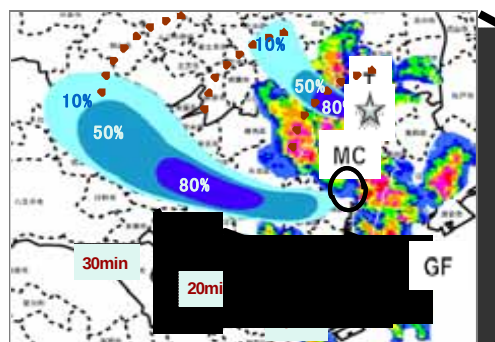
航空管制【航空局】



突発的・局所的現象の解明
【研究機関・大学】



住民避難勧告【市町村】

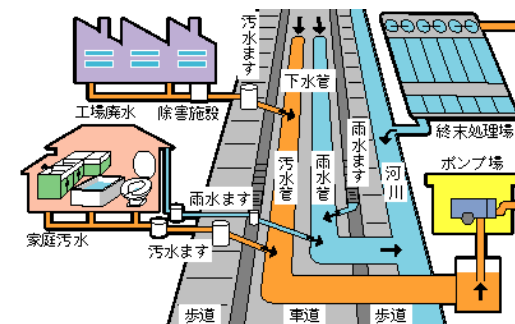


一般市民への情報提供
【民間気象会社】

次世代ドップラーレーダー技術の研究開発
【総務省・NICT】



列車安全運行【鉄道会社】



下水道ポンプ制御【市町村】

- フェーズドアレイ気象レーダの大規模データをリアルタイム処理してアーカイブするために、NICTサイエンスクラウドを用いた「データ利用システム」の設計を行った(今年度中に開発完了予定)。
- 将来的に数100TBに達するような大容量データを確実に保存するとともに、ユーザがそれらの大規模データを自由に使った解析研究を行うための共用プラットフォームを提供できると考えている。
- 今後は 3次元可視化コンテンツ利用の検討に加え、他の観測データや数値モデル計算結果を合わせた所謂「ビッグデータ」による研究成果に期待。