

地球環境統合データプラットフォーム を作り続けて40年

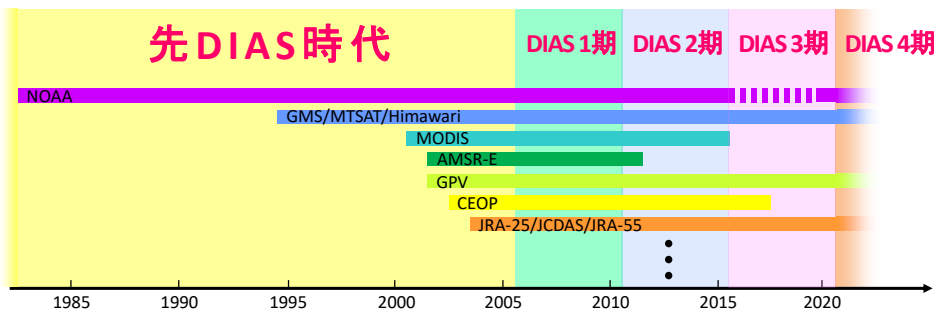
喜連川(国立情報学研究所所長、東大特別教授)
根本、生駒、安川、山本、西川、平川(東大生研)
池内先生(東大社基)小池(土木研)など

構成

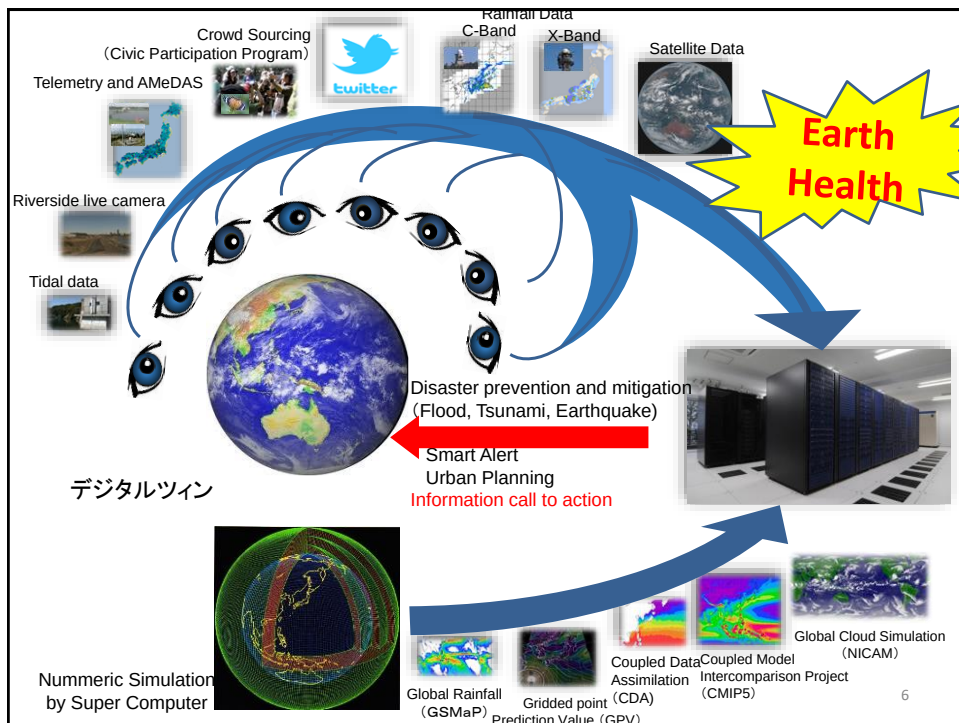
- スピーチ 喜連川
- Q&A
 - 海洋関係 石川先生(JAMSTEC、DIASプロジェクト取り纏め)
 - デジタル関係 生駒先生(東大 EDITORIA)

ご依頼 ① DIAS以前の創成期の話が聞きたい

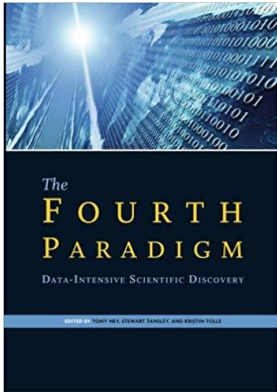
約40年：東大生研 地球環境データ
プラットフォームの開発の歴史
DIAS：全体の開発期間の後半約半分



ワクチン30年



科学の新潮流：データ(駆動)サイエンス NII



Tony Hey



2009年10月1日

計算からデータへのシフト

支配方程式の無い世界への挑戦

The Evolution of Science

- **Observational Science**
 - Scientist gathers data by direct observation
 - Scientist analyzes data
- **Analytical Science**
 - Scientist builds analytical model
 - Makes predictions.
- **Computational Science**
 - Simulate analytical model
 - Validate model and makes predictions
- **Data Exploration Science**
 - Data captured by instruments
 - Or data generated by simulator
 - Processed by software
 - Placed in a database / files
 - Scientist analyzes database / files



7

NOAA アンテナ

1980年に六本木キャンパス（当時）に設置され、1981年から試験運用、1983年から本格稼働



故 高木 幹雄 教授

手作り受信局 と アナログレコーダ

(bit synchronizer,
frame synchronizer)) 81-

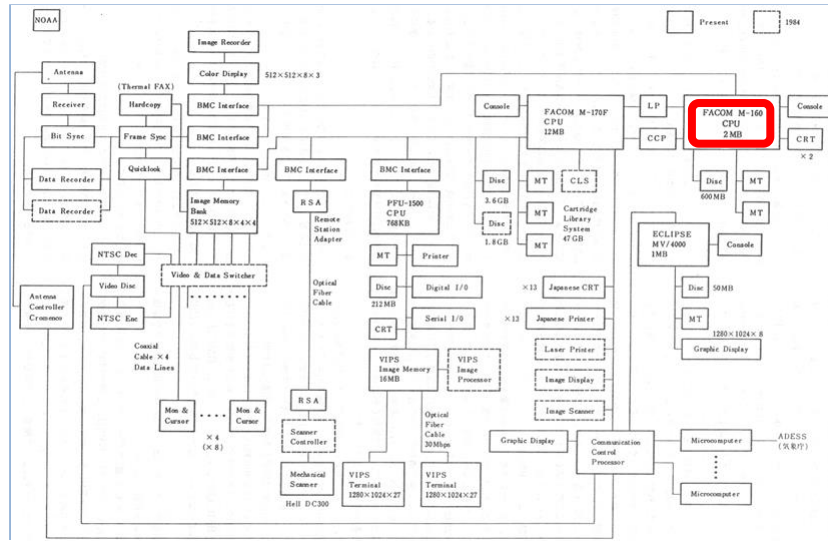
Analog Data Recorder 82-



メインフレーム・コンピュータ (FACOM M160/170)



システム構成（1984）



1984年

まず記憶装置を作ろう！ 8mm tape archive 1992-



STK 9310 (Powder Hornの中古) High End Storage(6000 tapes) 2001- SUNからOS開示



地球観測データ統合解析システム ≒ 100PB



$PB = 1000 \times 1000 \times GB$



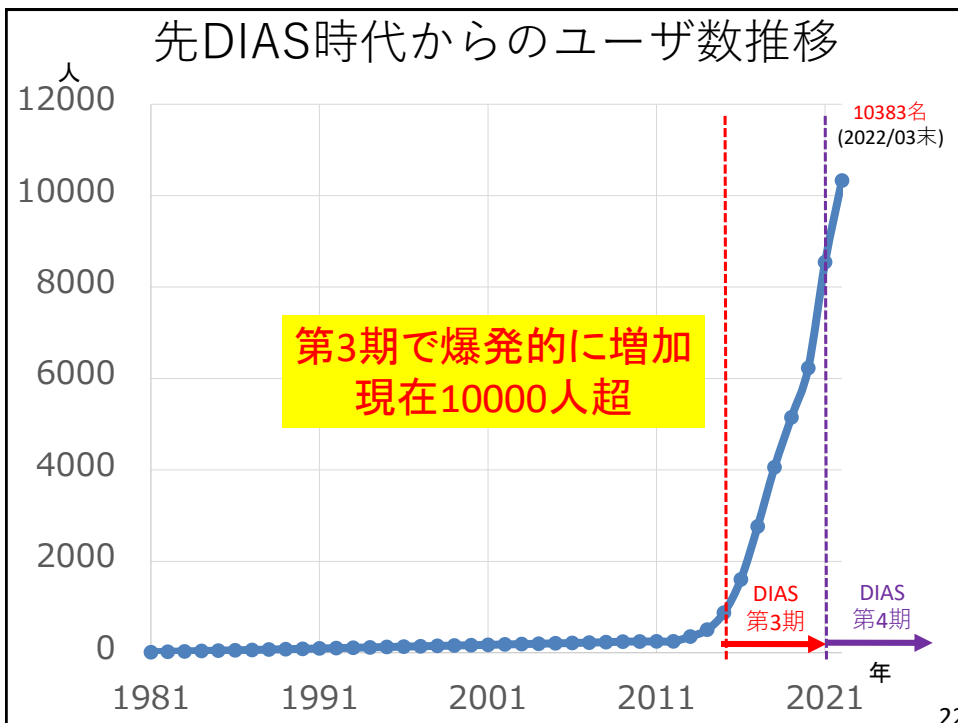
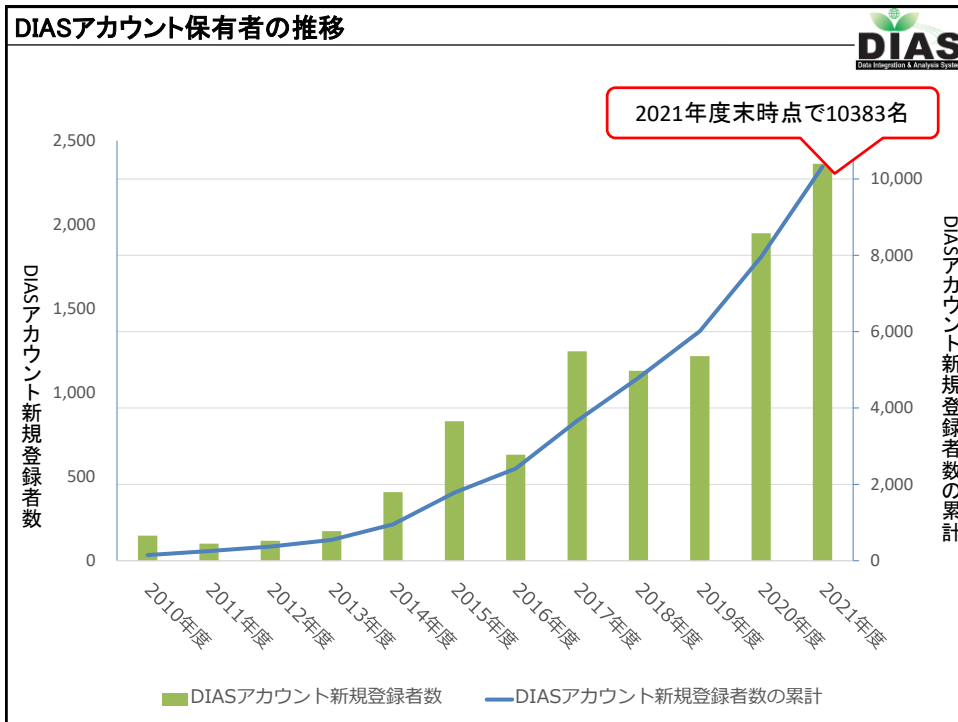
DIASにおける「情報爆発」

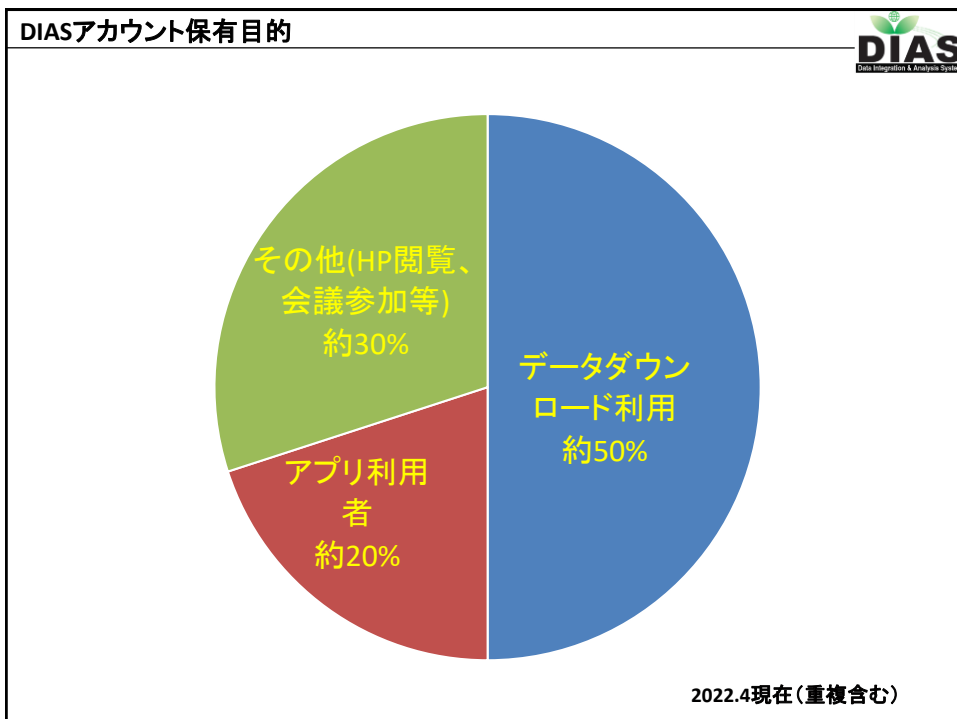
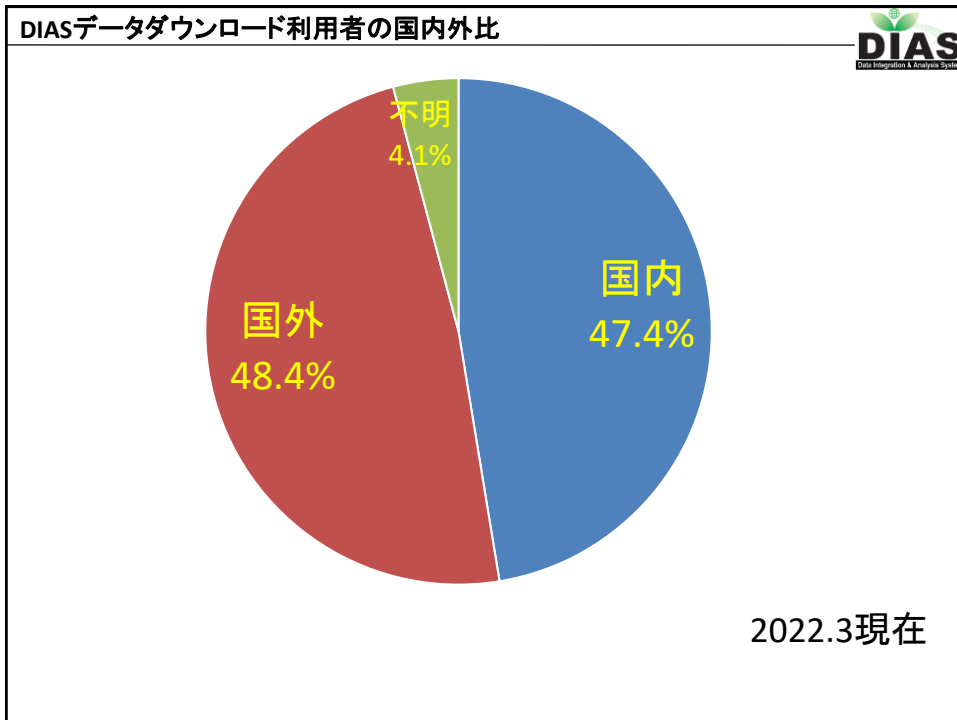
30年 = 百万倍
We are surviving





ユーザ数推移



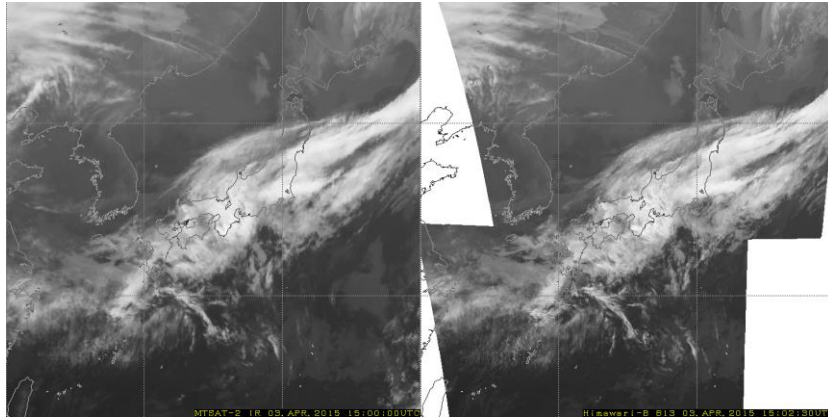


ご質問 ②
海洋のデータの特異性はあるか？

2、3次元(連続体)

Himawari-8 vs Himawari-7

Temporal resolution



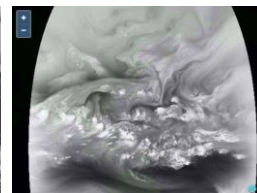
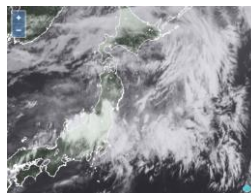
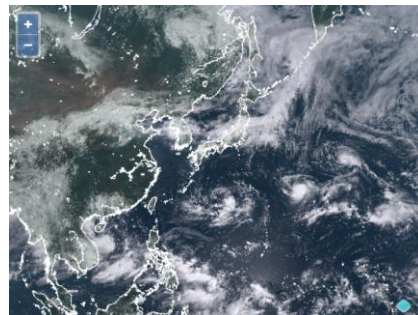
from Japan Meteorological Agency web page

ひまわりマップAPI

- 利用者が作成するWebアプリケーションに対して、タイル地図形式でひまわり画像を表示するインタフェースを提供。
- 可視カラー画像、赤外（バンド13）、水蒸気（バンド8）画像を提供。

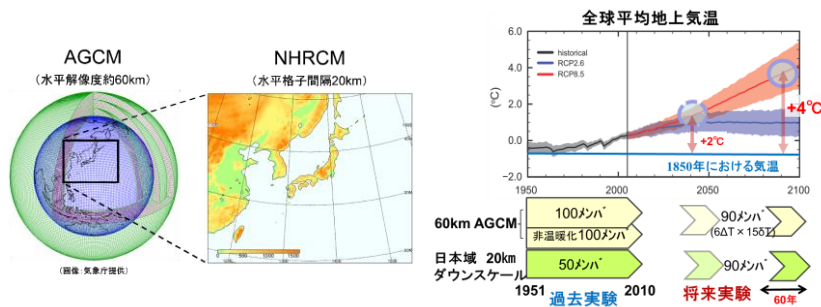
例)

```
map = new EasyMap(
  'map',
  {area: 'fldk', /* 観測 */
   channel: 'vis', /* チャネル */
   center: [138.0, 37.0], /* 中心位置 */
   zoom: 6, /* ズームレベル */
   datetime: dt, /* 日時 */
   mask: true, /* 陸・海マスク */
   shoreline: true /* 海岸線 */
});
```



d4PDF

- ・全世界および日本周辺領域について、それぞれ60km、20kmメッシュの高解像度大気モデルを使用した高精度モデル実験出力
- ・過去6000年分(日本周辺域は3000年分)、将来については5400年分



d4PDFオリジナルデータダウンロード

- ・実験名、期間、変数カテゴリ、アンサンブルを指定して、ダウンロード

The screenshot shows the 'd4PDFダウンロード' (d4PDF Download) interface for global model data. It includes a search bar, a list of experiments, and a table of variables. The table has columns for '実験名' (Experiment Name), '期間' (Period), '変数カテゴリ' (Variable Category), and 'アンサンブル' (Ensemble). The '変数カテゴリ' column is highlighted in red.

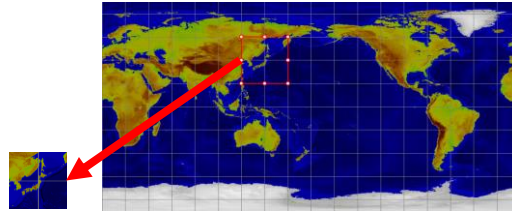
全球モデル実験データ

The screenshot shows the 'd4PDFダウンロード' (d4PDF Download) interface for regional model data. It includes a search bar, a list of experiments, and a table of variables. The table has columns for '実験名' (Experiment Name), '期間' (Period), '変数カテゴリ' (Variable Category), and 'アンサンブル' (Ensemble). The '変数カテゴリ' column is highlighted in red.

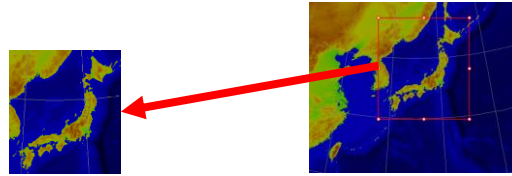
領域モデル実験データ

d4PDF切り出しAPI

- 利用者環境において、コマンドラインにより指定された期間、変数、領域に従い、オリジナルファイルよりデータを切り出し、提供。
- 切り出されたファイルに対するGrADS用 Gridded Data Descriptor Fileを作成、添付



全球モデル実験データ



領域モデル実験データ

例) d4pdf-extract -f 195101 -t 195112 -w 120 -e 150 -n 60 -s 30 GCM/HPB/m001/sfc_avr_mon UA VA

期間

領域

モデル/実験/アンサンブル/カテゴリ

変数

2021年度 CMIP6データの公開

- 約44,500データセット, 378,000ファイル

日付	内容	データセット数	ファイル数	Source ID	Activity
2021/4/14 削除		2542	4122 MRI-ESM2-0	DAMIP	
2021/4/14 公開		2542	4122 MRI-ESM2-0	DAMIP	
2021/5/10 削除		1590	2832 MRI-ESM2-0	OMIP	
2021/5/10 公開		1590	2832 MRI-ESM2-0	OMIP	
2021/5/25 削除		2442	3249 MRI-ESM2-0	AerChemMIP, C4MIP, CFMIP, FAFMIP, GMMIP, PMIP	
2021/5/25 公開		2442	3249 MRI-ESM2-0	AerChemMIP, C4MIP, CFMIP, FAFMIP, GMMIP, PMIP	
2021/7/12 削除		20	76 MRI-ESM2-0	AerChemMIP, DAMIP	
2021/7/12 公開		20	56 MRI-ESM2-0	AerChemMIP, DAMIP	
2021/8/13 公開		1400	8225 MRI-ESM2-0	CMIP	
2021/8/30 削除		1960	2776 MRI-ESM2-0	ScenarioMIP	
2021/8/30 公開		1960	9336 MRI-ESM2-0	ScenarioMIP	
2021/9/2 削除		276	1641 MRI-ESM2-0	CMIP	
2021/9/2 公開		276	1641 MRI-ESM2-0	CMIP	
2021/9/7 公開		3360	11532 MRI-ESM2-0	ScenarioMIP	
2021/9/9 削除		964	1240 MRI-ESM2-0	DAMIP	
2021/9/9 公開		3902	6766 MRI-ESM2-0	CMIP, DAMIP	
2021/9/9 公開		968	2484 MRI-ESM2-0	DAMIP	
2021/9/10 削除		356	356 MRI-ESM2-0	DAMIP	
2021/9/10 公開		3396	3852 MRI-ESM2-0	DAMIP, ScenarioMIP	
2021/9/10 公開		356	712 MRI-ESM2-0	DAMIP	
2021/9/17 削除		2944	5064 MIROC6	ScenarioMIP	
2021/9/17 公開		53	417 MIROC6	ScenarioMIP	
2021/9/17 公開		210	210 MIROC6	ScenarioMIP	
2021/9/17 公開		2734	13004 MIROC6	ScenarioMIP	
2021/9/21 公開		510	12678 MRI-ESM2-0	CMIP, ScenarioMIP	
2021/11/24 公開		29	299 MIROC6	CMIP, ScenarioMIP	
2021/11/24 削除		29	299 MIROC6	CMIP, ScenarioMIP	
2021/12/21 削除		1640	1880 MIROC6	DCPP	
2022/2/4 削除		3168	272448 MIROC-ES2L	ScenarioMIP	
2022/2/16 削除		820	940 MIROC6	DCPP	
2022/2/22 削除		15	72 MIROC6	CMIP, ScenarioMIP	
合計		44514	378410		

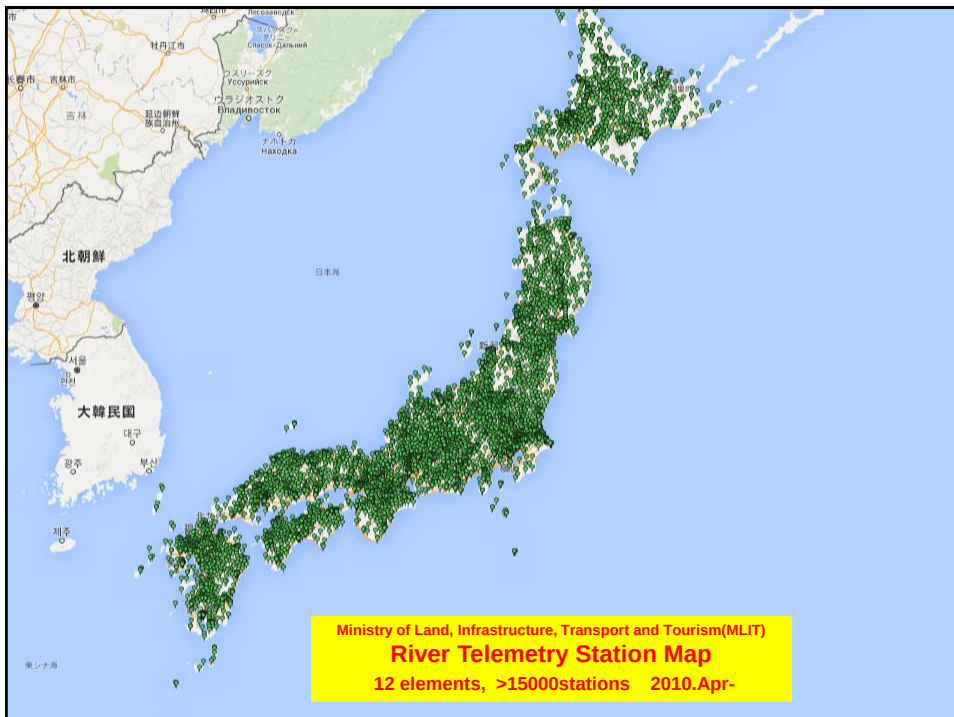
d4PDF + CMIP

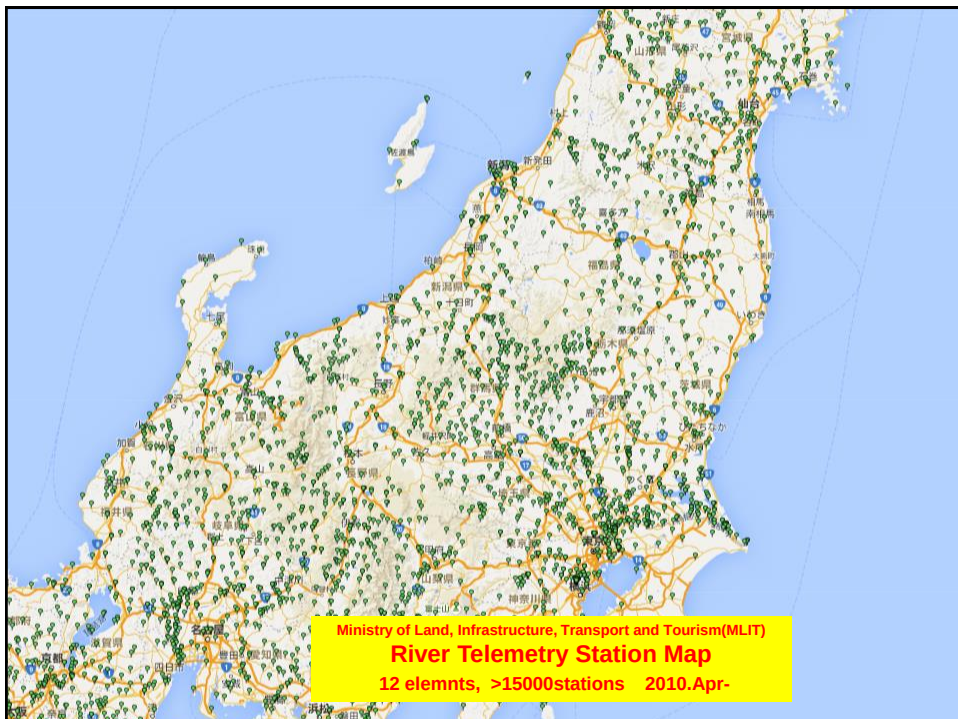
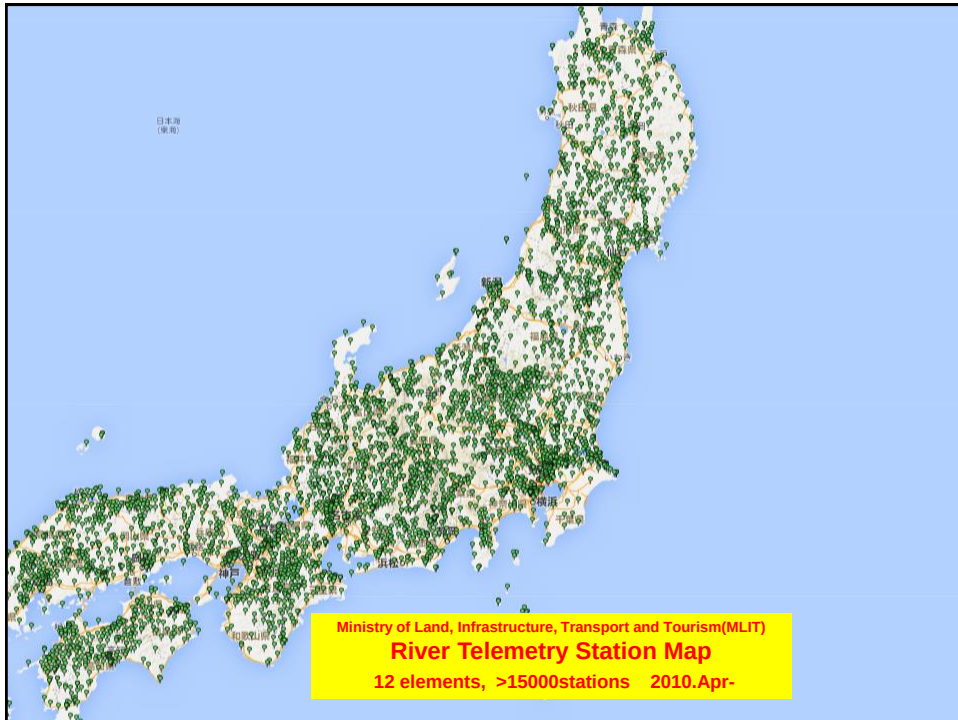
> 10 PB!

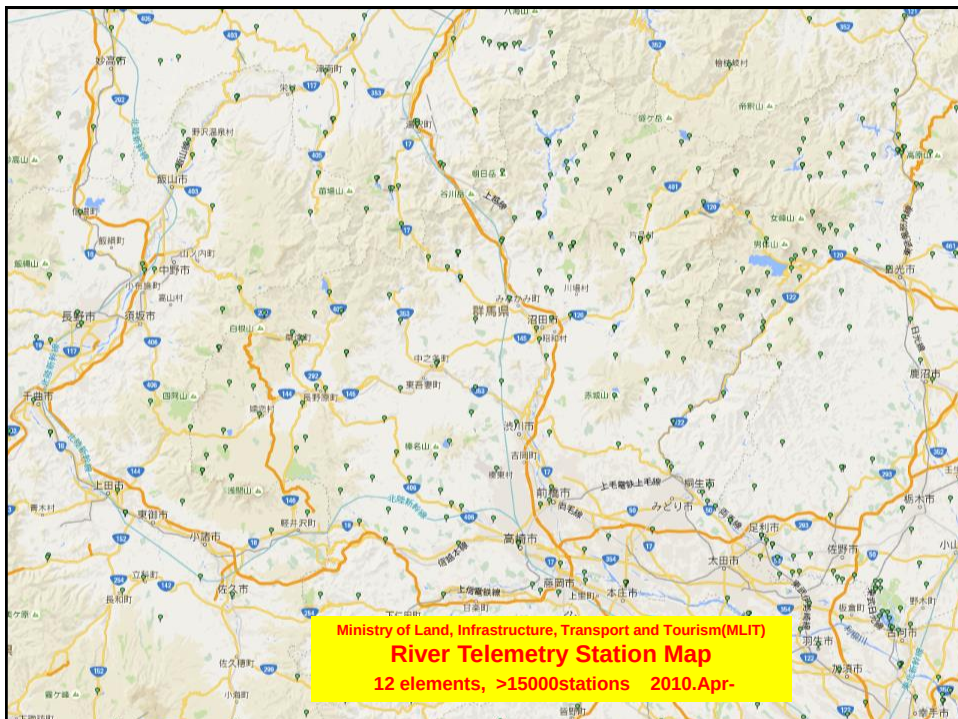
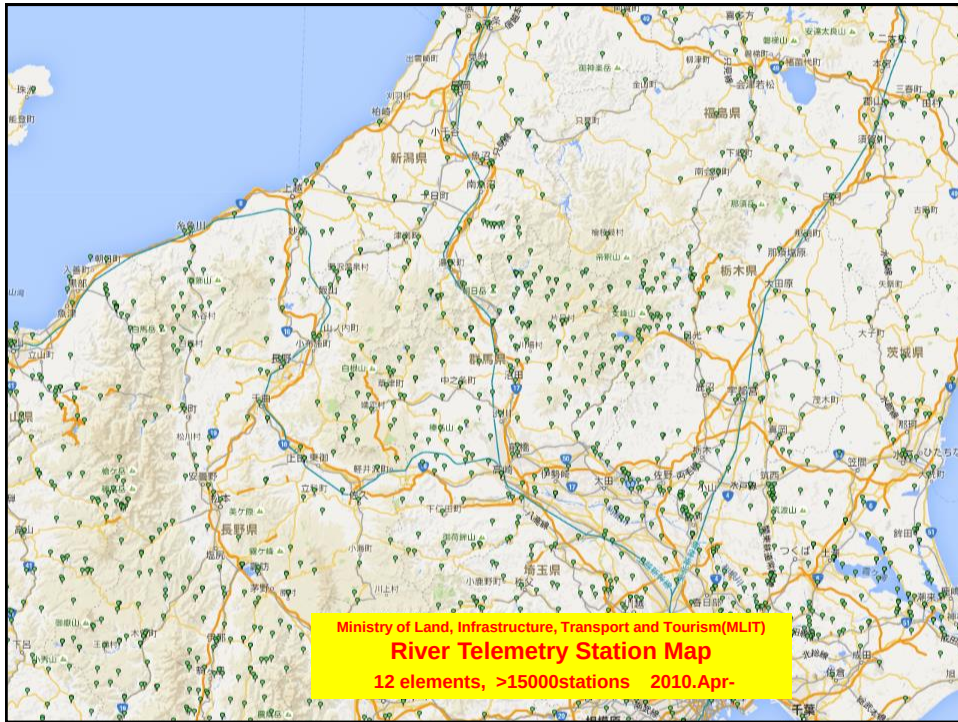
点データ

河川テレメトリデータ

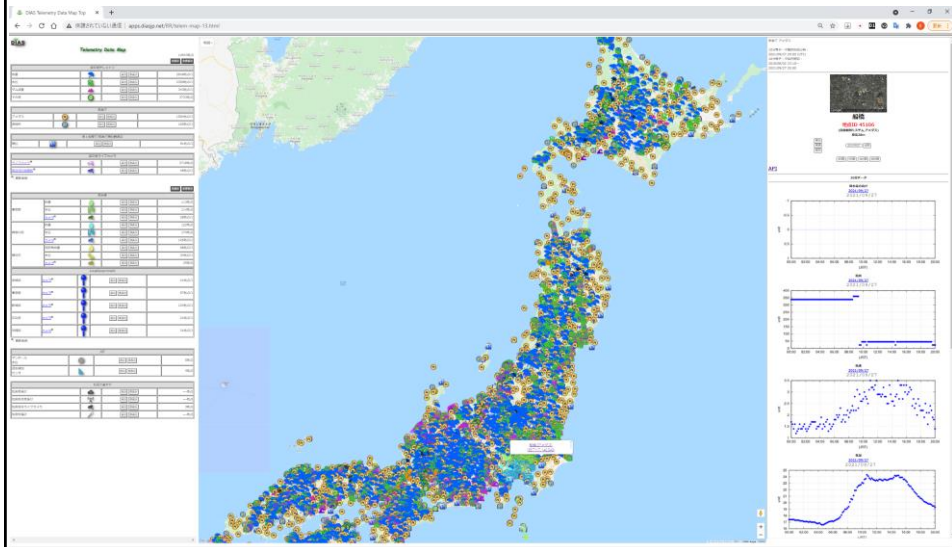
- 国土交通省管轄の10地方整備局
480水系約15000観測地点10分毎テ
レメトリデータ(現在は124水系4365
地点)
- 2014.3までは12分類約300種、
2014.4からは3分類約30種(うち公開
16種)のデータ
- 2014.4の配信方式変更に伴い、アプ
リケーション連携システムを改良
- 主系:駒場,副系:千葉で二重化
- WebDHMへのリアルタイム配信(利
根川=実行中、鶴見川=対応済運
用準備中)
- 2010.4から取得・サービス開始





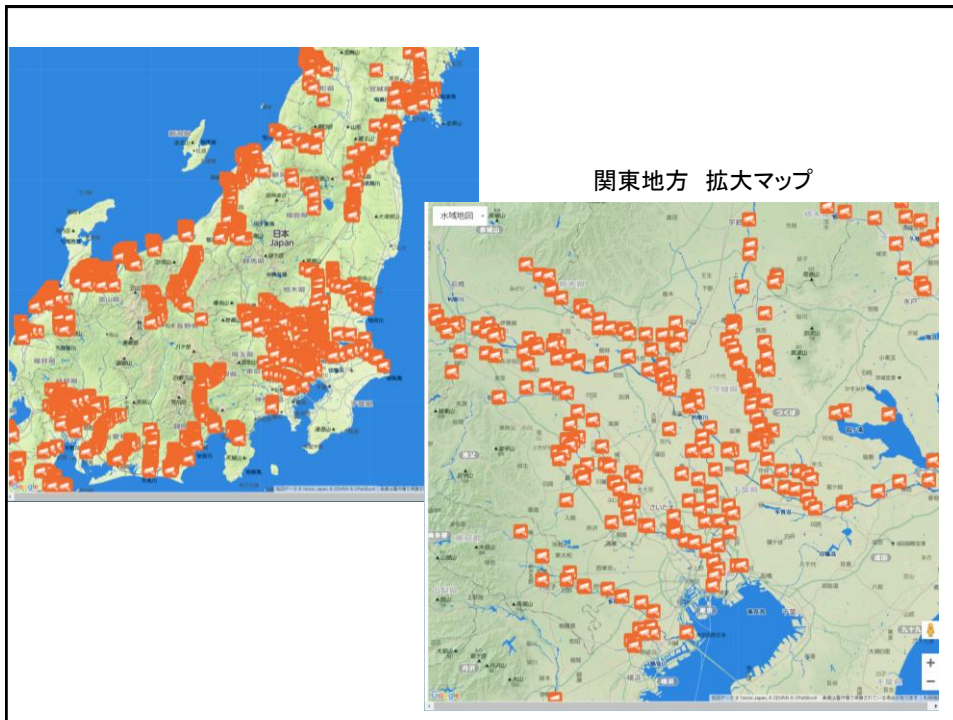


リアルタイム観測データ用UI



テレメトリ雨量・水位・ダム諸量・その他、アメダス・測候所、潮位、国交省ライブカメラ、自治体ライブカメラ、マンホール水位、浸水検知センサ、知床気象計、流水ライブカメラ等

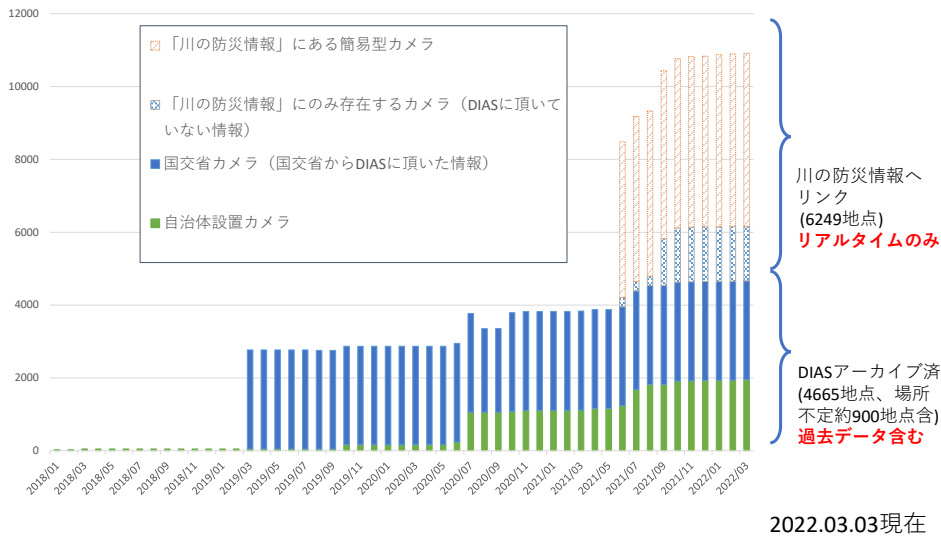
点 X 面



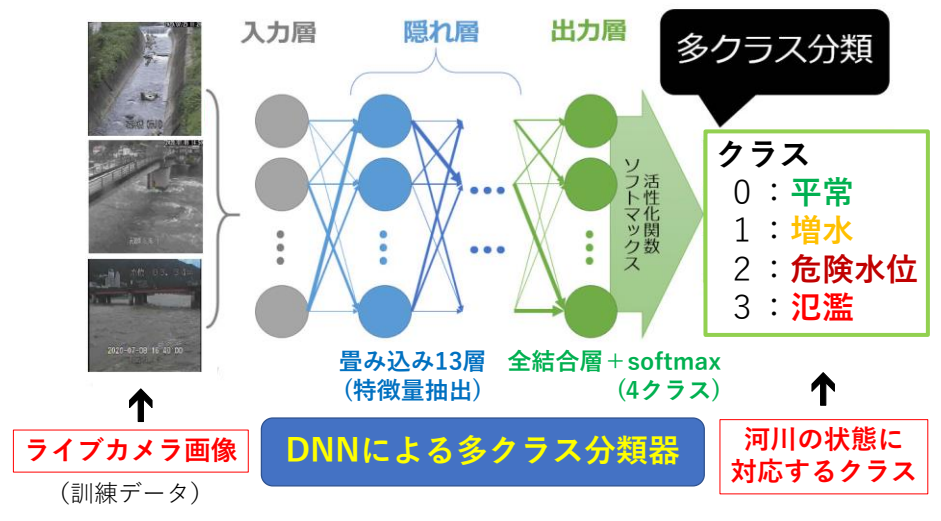
全国10000地点 河川ライブカメラ画像



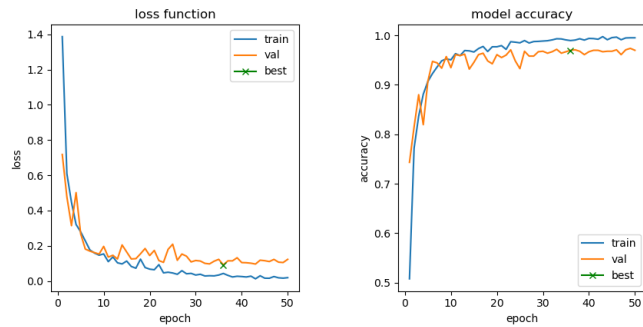
DIASで利用可能な 河川ライブカメラ数の推移(2018-)



ライブカメラ画像を用いた氾濫認識 『多クラス分類問題』として定式化



学習曲線



テスト結果

- テストデータ (1,030枚) を学習済みDNNを用いた分類テストを実施
- 正解率 **95.6%**

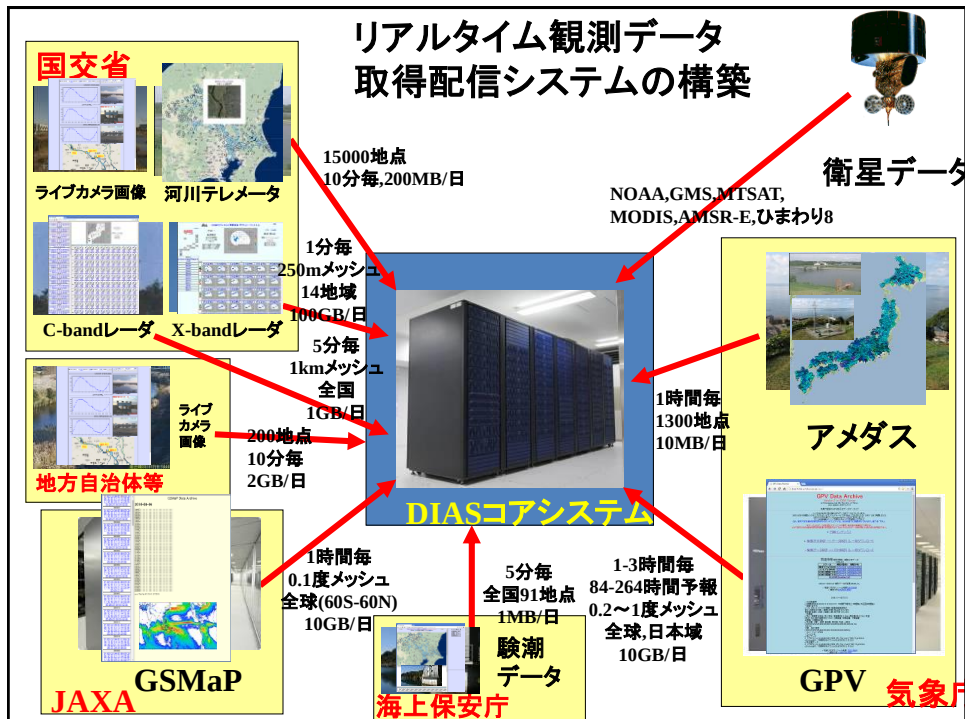
True class	Predicted class				
	0	1	2	3	4
0	272	0	0	0	0
1	24	154	10	1	0
2	12	4	93	14	0
3	6	0	4	110	0
4	0	0	0	0	326

深層学習を用いた氾濫画像の自動認識 (球磨川水系)

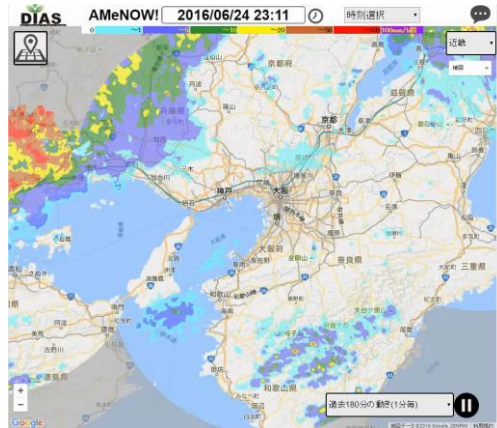


■ 平常(usual)
 ■ 増水中(rising)
 ■ 危険水位(critical)
 ■ 氾濫(flood)

リアルタイム性



AMeNOW! リアルタイム降雨情報サービス



2015/10 公開
降雨情報を地図上にリアルタイム表示
PC,スマホ,タブ対応
アカウント登録不要
過去データ表示/動画表示/現在地表示/全国合成表示機能

<http://rain.diasjp.net/>

XRAINオリジナルデータダウンロード

- 期間、地域/サイト、データ種別(RAW、一次処理、合成雨量)、レーダ仰角を指定して、オリジナルなるデータをダウンロード

期間

地域

レーダ仰角

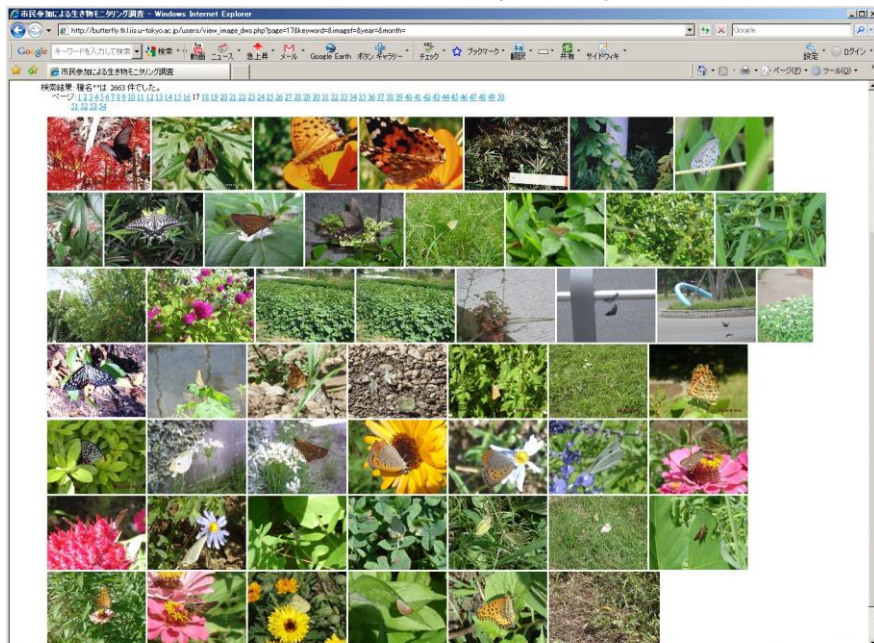
データ種別

サイト

ひまわり+XRAIN

1日1TB超

蝶ビューワ(画像)



データ詳細ページ

調査項目

画像1
(羽の表)

画像2
(羽の裏)

画像3
(周辺環境)

調査地をマップで表示

約10年ぶりに東京都で確認した種 (アサマイチモンジ)

2011年9月

2011年8月

ドローン

自律型UAVによる平常時・災害時の河川モニタリングの実装に向けて

検討の背景：水害調査の課題

- ① **災害調査の制限**：調査時の人手が不足。危険な場所へのアクセスが困難。
- ② **横断的かつ迅速な対策検討の必要性**：災害時に様々な分野の専門家による横断的な議論が必要。
- ③ **平常時の情報の不足**：調査の際、どこを調査すべきか不明確。平常時から災害時にどういった変化が起こったか不明確。

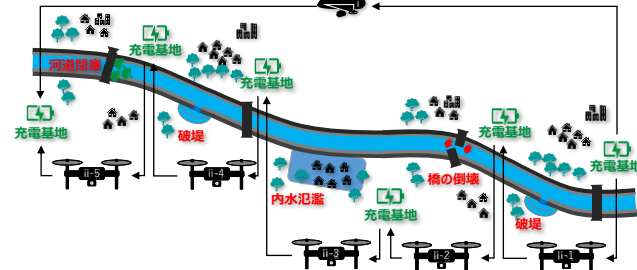
目標：自律型UAVによる災害調査・平時モニタリングの社会実装

- ① 自律型UAVを利用することで、人手不足による**調査制限の解消**。
- ② 動的に被災状況等の情報収集。リアルタイムの状況を踏まえて、**遠隔での議論が可能**。
- ③ 災害時に加え、**平常時のモニタリング**（河川巡視、河道状況調査、堤防・構造物点検）を行い、災害時に有効活用。災害前後の変化の把握や効率的な調査が可能。また、システムの定期的な動作確認が可能。

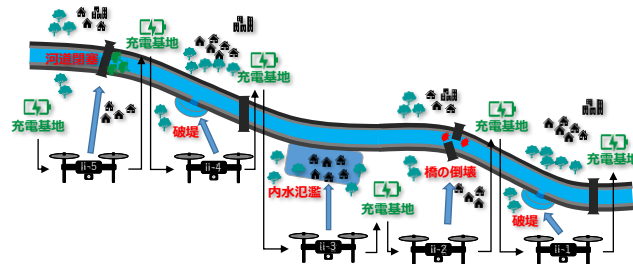
実装のイメージ



＞ 発災時の被災状況の把握



＞ 発災後から復旧時にかけての詳細な状況の把握



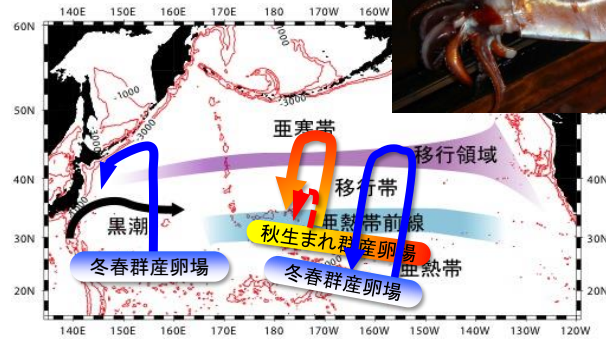
要するに極めて
多様なデータ構造

ご質問 ③
海洋における予見される凄いアプリは？

海洋関係も部分的にDIASで取り組んでいた。

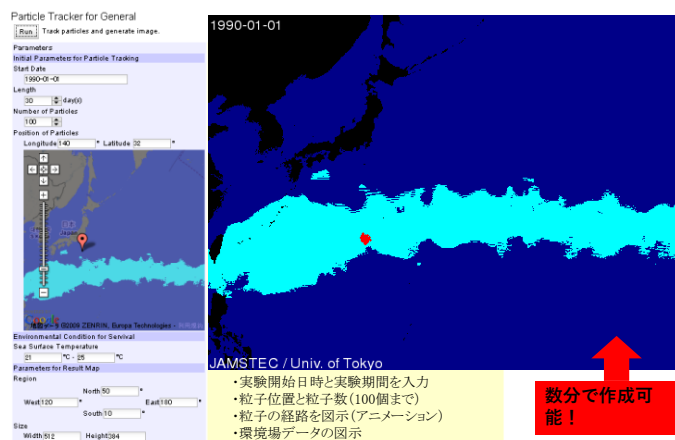
淡路先生、石川先生に
お世話になりました。

アカイカの季節移動

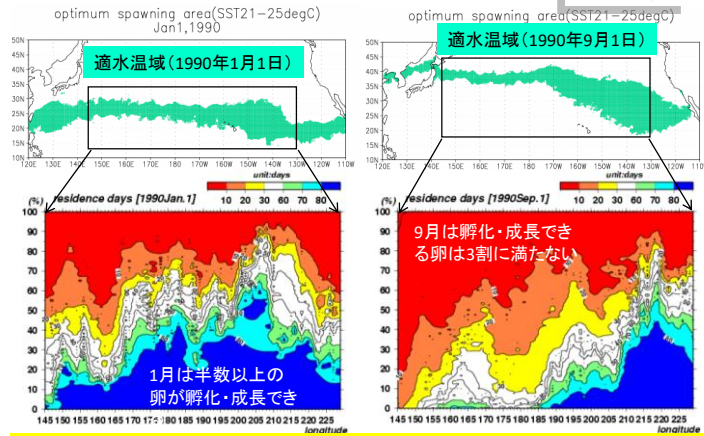


暖かいところで生まれて、寒いところで成長する
(寒いところの方が餌が多い)

アカイカ卵稚仔粒子追跡ツール(DIASアプリ)



アカイカ卵稚仔生残適水温での 滞留日数の経度分布



アカイカ卵稚仔生残のためには適水温内に2週間～1か月以上留まることが必要(黄色より下)

Science Diplomacy

魅力的な場のデザイン 創発の源泉

0 to 1

地球環境研究者

デジタル研究者

底力を試す！

- 1) 多様な(リアルタイム)データ
- 2) 多様API
- 3) IT フルサポート

UserCode : System Code

1:1

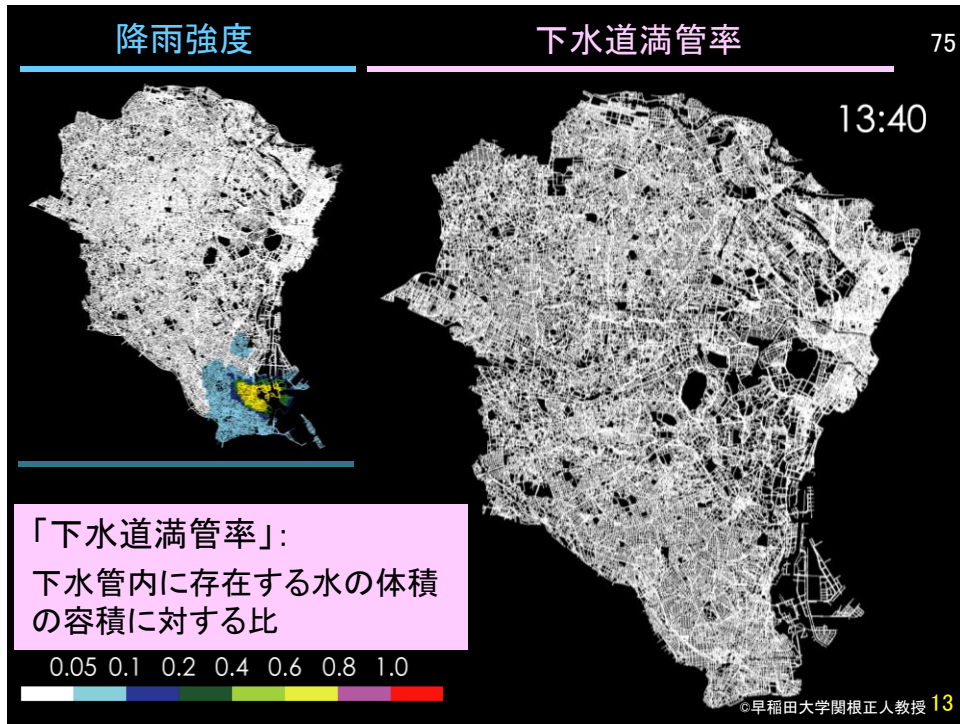
Only One rather than #1

関根先生(早稲田大学)実時間浸水予測

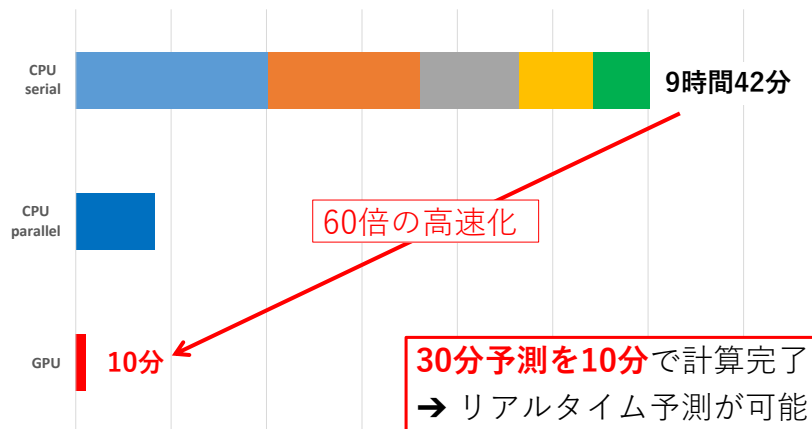
国私連携



2019.05.20 18:10-
NHKニュース 首都圏ネットワーク



GPUによるS-uiPSの高速化 ～30分先までの浸水予測に要する計算時間～



IT屋が主導した場合の例

避難誘導VR動画(抜粋)

-大分県日田市清水町-

洪水発生時の避難シミュレーション

五倍速

蜃気楼等リアルタイム観測・予測システム: Zekkei Explorer

Zekkeiプロジェクト

北見工業大学 工学部 准教授 舘山一孝



モバイルSINETとDIASを利用した気象・海象情報の収集と統合解析

**地球環境監視：知床半島の気象観測空白域での
気象データの収集と統合解析，情報配信**



世界自然遺産である知床半島の気象・海象
特性の把握，監視が必要



・モバイルSINET-LPWAハイブリッド通信型
気象計を開発，知床岬・知床連山に設置
・気象衛星NOAAデータ受信



DIASアプリで環境情報の収集・統合・表示

気候変動の生態系への影響監視，安全・安心な水産業・
ツーリズム，防災力の向上 → 林野庁，環境省，知床財団，市町村と連
携



**DIASの応用研究：特異な自然現象の発生予測と
データ駆動型観光への活用**



北海道は気象や雪氷，生物が作り出す絶景が存在

国立大学法人 北海道国立大学機構 帯広畜産大学 小樽商科大学
北見工業大学



科学的アプローチによる様々な自然現象のモデル化と発生予測
をDIASで実施 → 新たな観光ビジネスモデルの創出

お約束

必ず世界に負けないシステムをお作り致します！

「夢」



SINET 6 開通式





SINET国内回線 2022



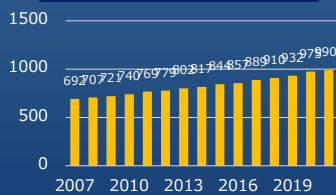
拡張DC 20拠点



SINETの利用状況



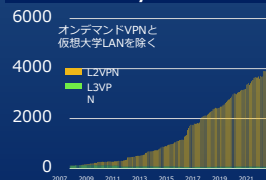
加入機関数



通信トラフィック



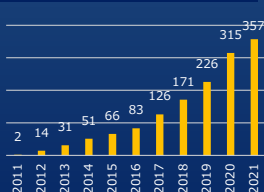
L2VPN/L3VPN



仮想大学LAN



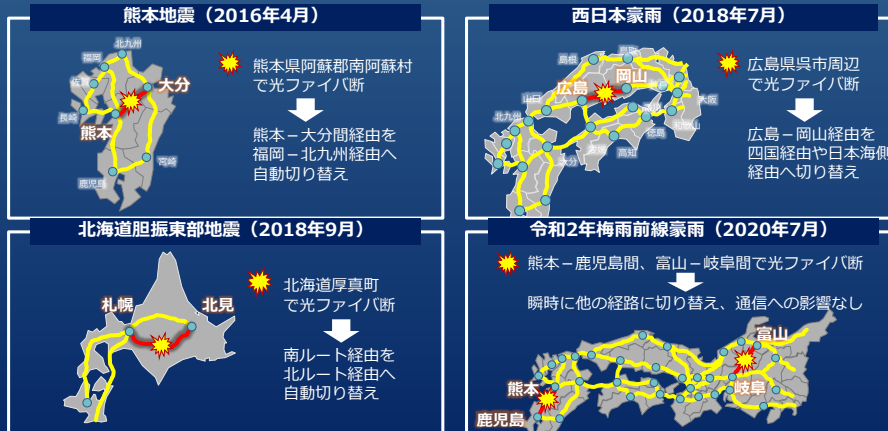
SINET直結クラウド利用



高安定性・高信頼化の効果



激甚化する災害による光ファイバ断に対して瞬時に経路を切り替え、安定した運用を継続

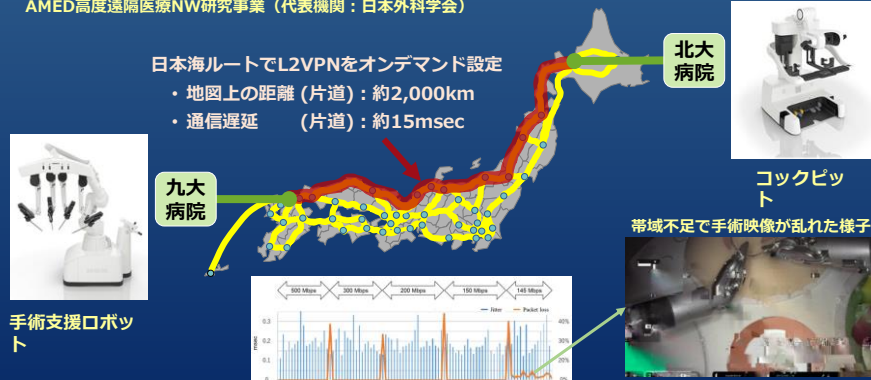


手術支援ロボットを用いた遠隔手術実証



手術支援ロボットに必要な通信帯域を 約2,000km の距離で実証

AMED高度遠隔医療NW研究事業（代表機関：日本外科学会）





研究データ基盤との一体化

次世代プラットフォーム 2022-2027年度



SINET6と研究データ基盤を連携させた革新的なプラットフォームへ

研究データ基盤

ネットワーク基盤

