第２回リモートセンシング技術を用いた災害軽減に関する研究委員会

話題提供資料

津波数値シミュレーションとリモートセンシングとの融合（越村俊一）

Remotely sensed monitoring tsunami-affected areas: Banda Aceh case」（Thuy Vu）

GEO（Global Earth Observation）Grid について」（松岡昌志）

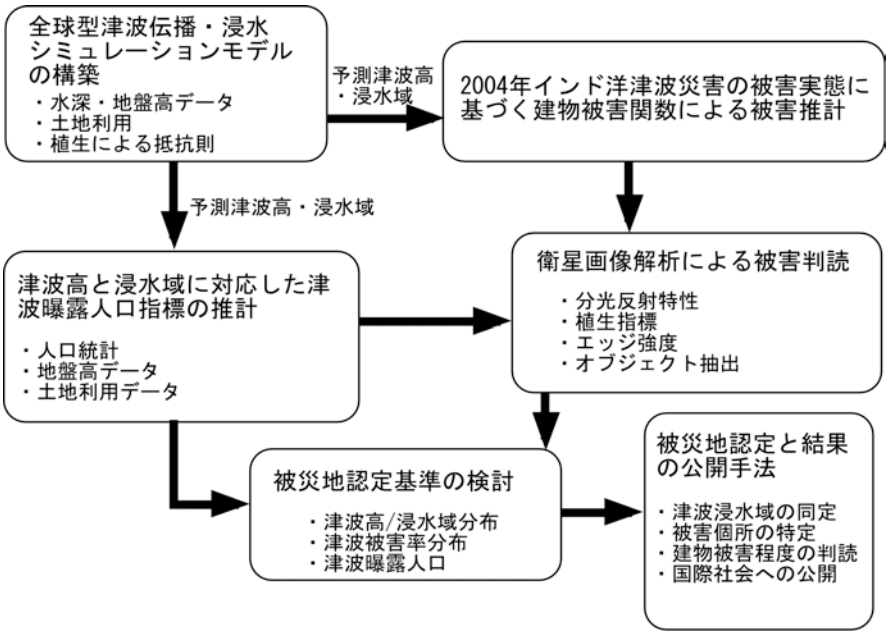
津波数値シミュレーションと リモートセンシングの融合

東北大学大学院工学研究科
越村俊一

Disaster Control Research Center
Tohoku University

地震工学会
リモートセンシング研究会

研究の流れ



Disaster Control Research Center
Tohoku University

本日の話題

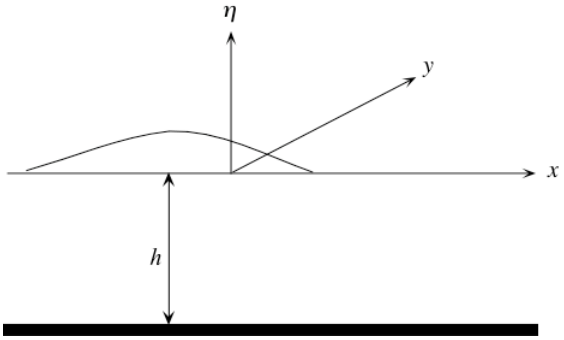
- Banda Acehの津波氾濫の建物被害関数
- 植生（マングローブ林）の被害関数
- 植生（マングローブ）の津波減災効果

Finite Difference Method of Non-linear Shallow Water Equations

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial \overline{u}(\eta + h)}{\partial x} + \frac{\partial \overline{v}(\eta + h)}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial \overline{u}(\eta + h)}{\partial t} + \frac{\partial \overline{u}^2(\eta + h)}{\partial x} + \frac{\partial \overline{u}\,\overline{v}(\eta + h)}{\partial y} + g(\eta + h)\frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{(\eta + h)^{1/3}}\overline{u}\sqrt{\overline{u}^2 + \overline{v}^2} = 0$$

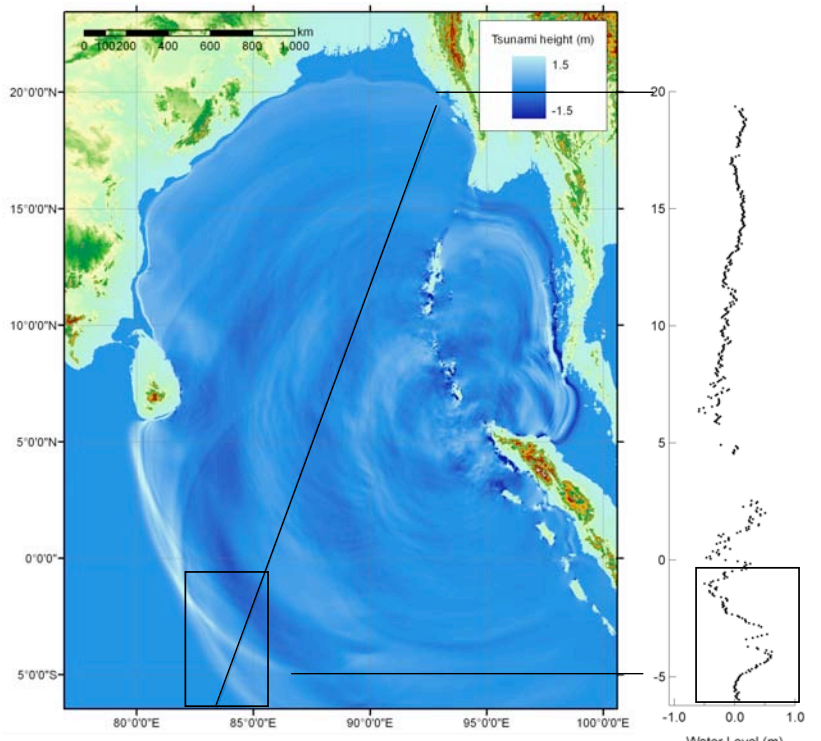
$$\frac{\partial \overline{v}(\eta + h)}{\partial t} + \frac{\partial \overline{u}\,\overline{v}(\eta + h)}{\partial x} + \frac{\partial \overline{v}^2(\eta + h)}{\partial y} + g(\eta + h)\frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{(\eta + h)^{1/3}}\overline{v}\sqrt{\overline{u}^2 + \overline{v}^2} = 0$$



u , v : Flow velocity
η : Water elevation
h : Still water depth

Jason-1 Altimetry Data (Joint Mission of NASA and CNES)

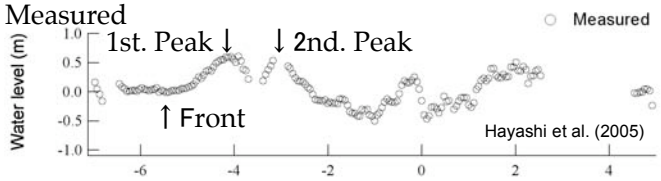
- Measured the sea surface level across the Indian Ocean approx. 2 hours after the quake.
- The measured tsunami front includes the information of tsunami source especially of the south, which might affect the tsunami to the northern Sumatra
- The tsunami source model, especially the slip amount should be consistent with this data.



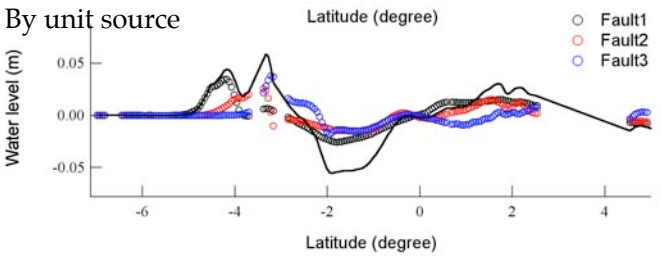
Disaster Control Research Center
Tohoku University

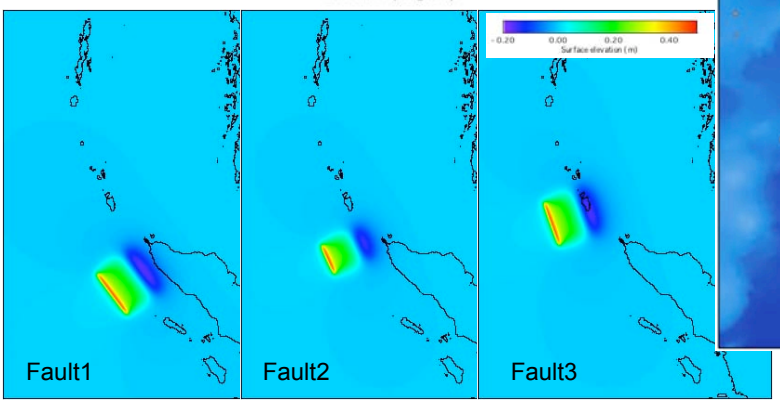
Tsunami Source Model

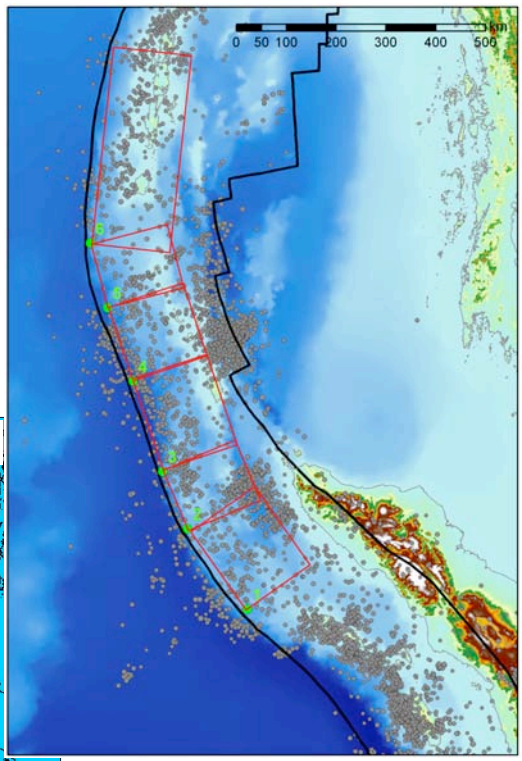
Measured



By unit source



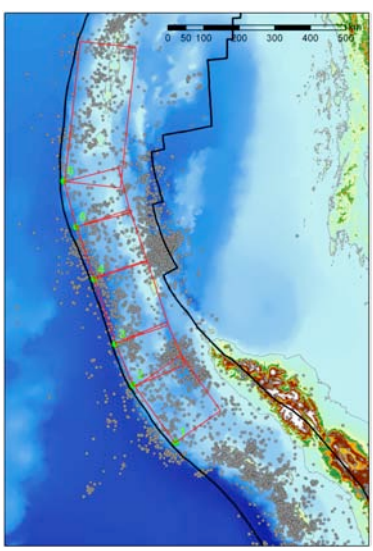


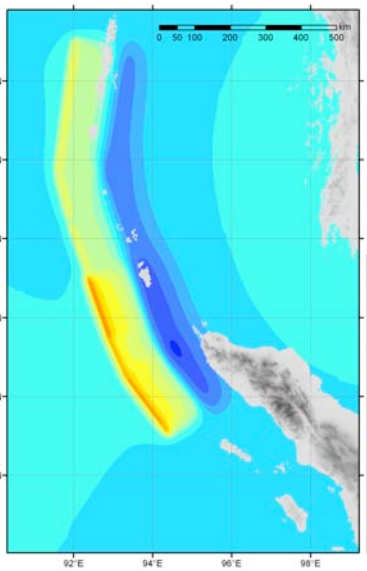


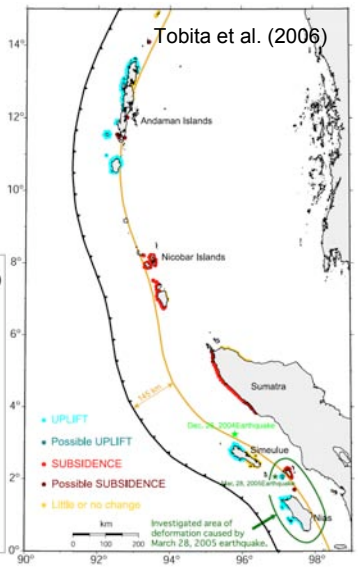
Disaster Control Research Center
Tohoku University

Tsunami Source Model

地震工学会
リモートセンシング研究会





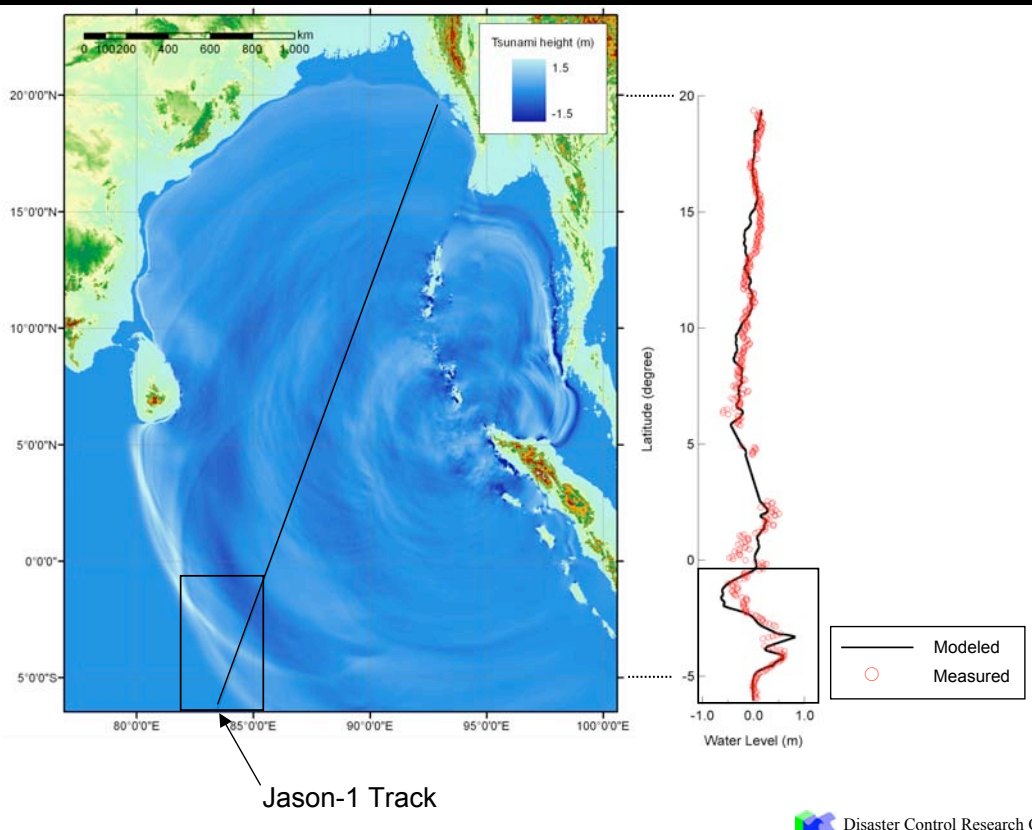


Segment	Latitude	Longitude	L	W	D	Strike	Dip	Slip	Depth	mu	Mo	Mw
1	3.03	94.4	200000.0	150000.0	14.00	323	15	90	10000	3.00E+10	1.26E+22	
2	4.48	93.32	125000.0	150000.0	12.58	335	15	90	10000	3.00E+10	7.08E+21	
3	5.51	92.87	180000.0	150000.0	15.10	340	15	90	10000	3.00E+10	1.22E+22	
4	7.14	92.34	145000.0	150000.0	7.00	340	15	90	10000	3.00E+10	4.57E+21	
5	8.47	91.88	125000.0	150000.0	7.00	345	15	90	10000	3.00E+10	3.94E+21	
6	9.63	91.57	380000.0	150000.0	7.00	7	15	90	10000	3.00E+10	1.20E+22	
											5.24E+22	9.08

Disaster Control Research Center
Tohoku University

Comparison with Jason-1 Altimetry Data

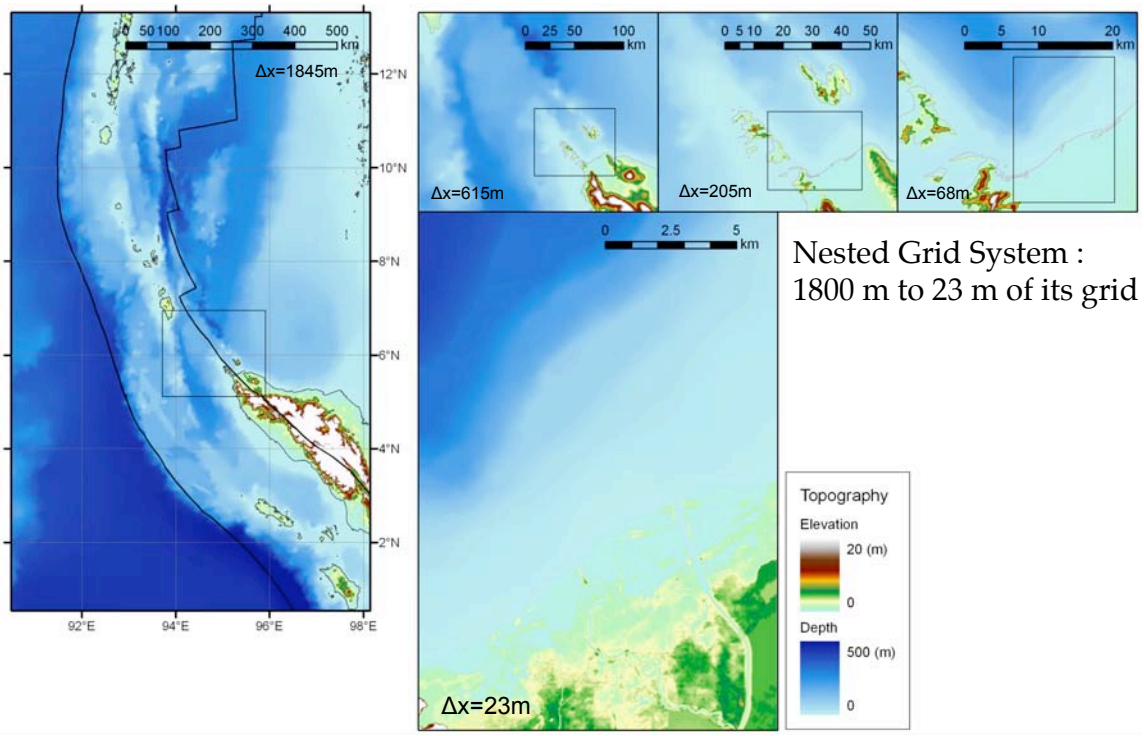
地震工学会
リモートセンシング研究会



Disaster Control Research Center
Tohoku University

Computational Domain for Inundation Model

地震工学会
リモートセンシング研究会

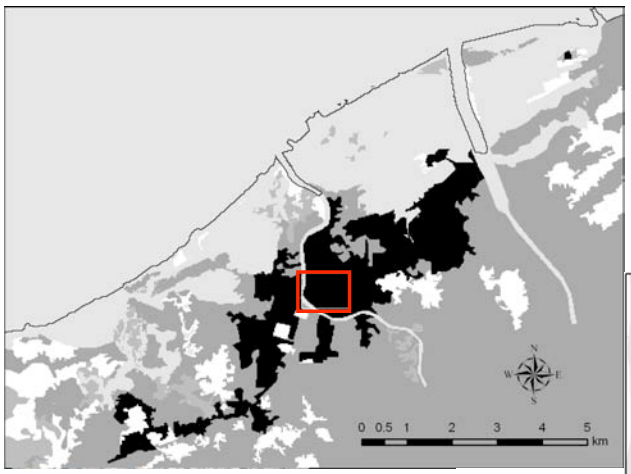


Nested Grid System :
1800 m to 23 m of its grid sizes

Disaster Control Research Center
Tohoku University

Resistance Low by using Equivalent Roughness Model

地震工学会
リモートセンシング研究会



Water, Natural Beach
Vegetation
Populated
Densely Populated

Occupation
0 / 100
0 - 0.2
0.2 - 0.4
0.4 - 0.6
0.6 - 0.8
0.8 - 1.0

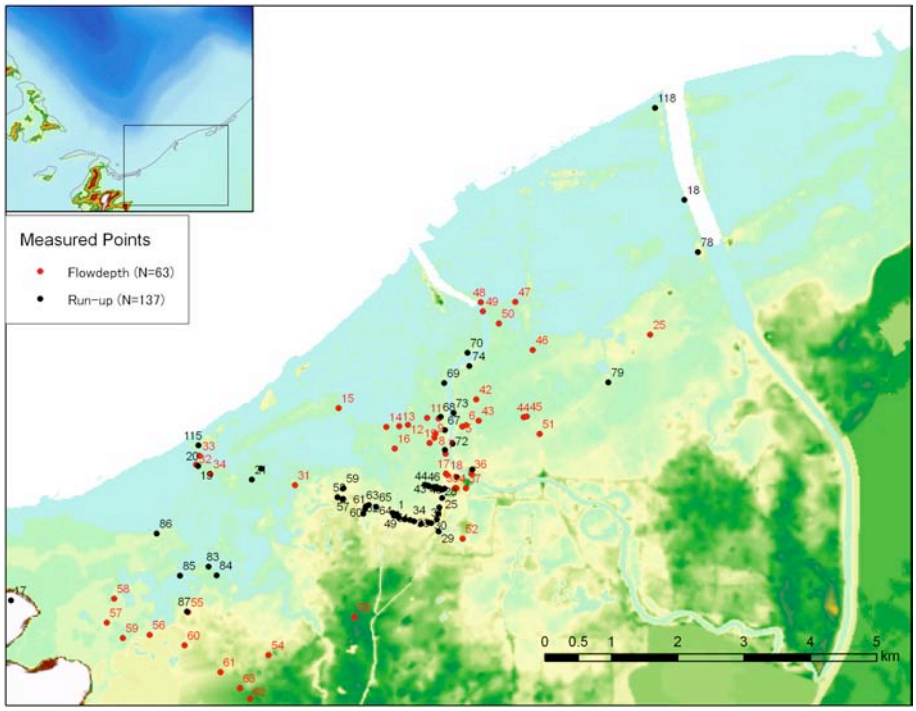
$$n = \sqrt{n_0^2 + \frac{C_D}{2gd} \times \frac{\theta}{100 - \theta} \times D^{4/3}}$$

θ : House occupation in 23 m grid (%)
D : Modeled flow depth
d : Horizontal scale of house
n_0 : Roughness Coefficient

Disaster Control Research Center
Tohoku University

Post-tsunami Survey Data

地震工学会
リモートセンシング研究会

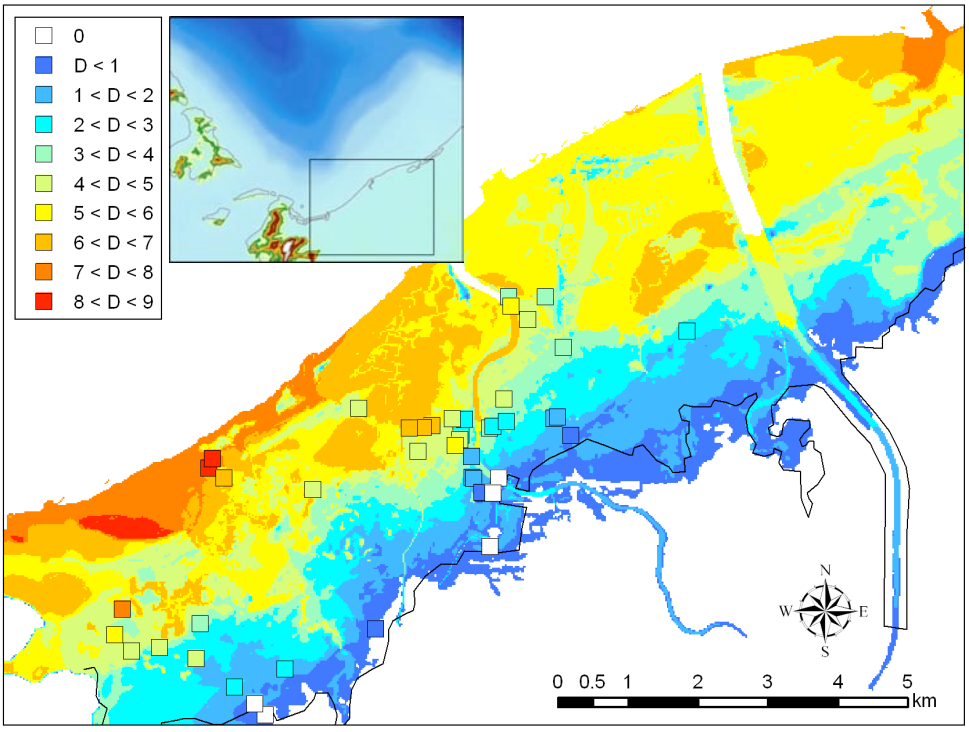


by Matsutomi et al. (2005) and Borrero (2005)

Disaster Control Research Center
Tohoku University

Model Validation : Inundation Depth

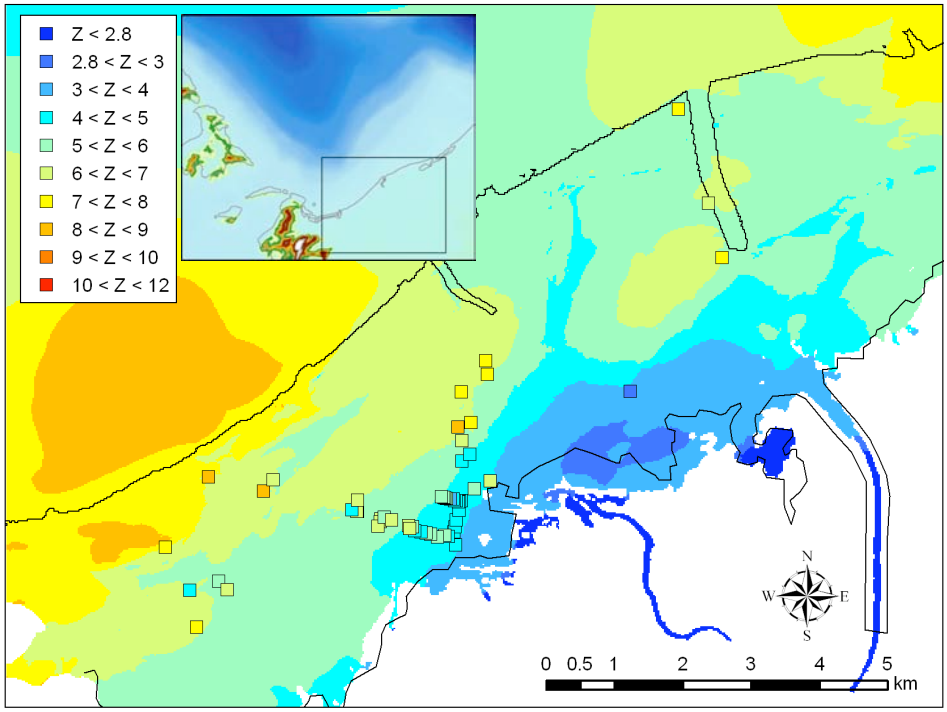
地震工学会
リモートセンシング研究会



Disaster Control Research Center
Tohoku University

Model Validation : Water Level

地震工学会
リモートセンシング研究会

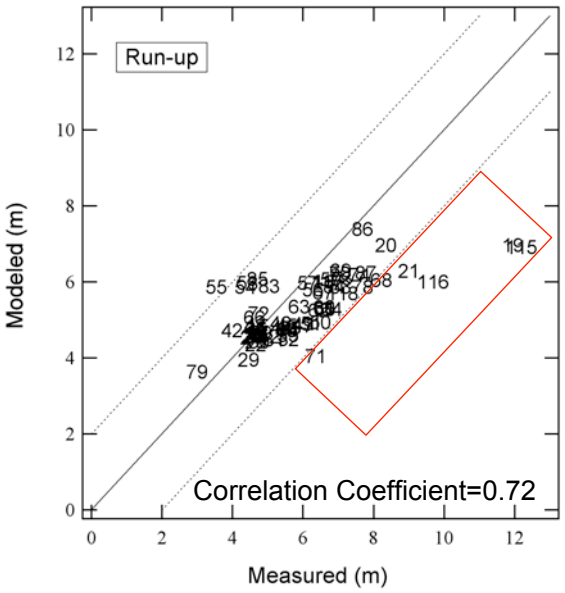


Disaster Control Research Center
Tohoku University

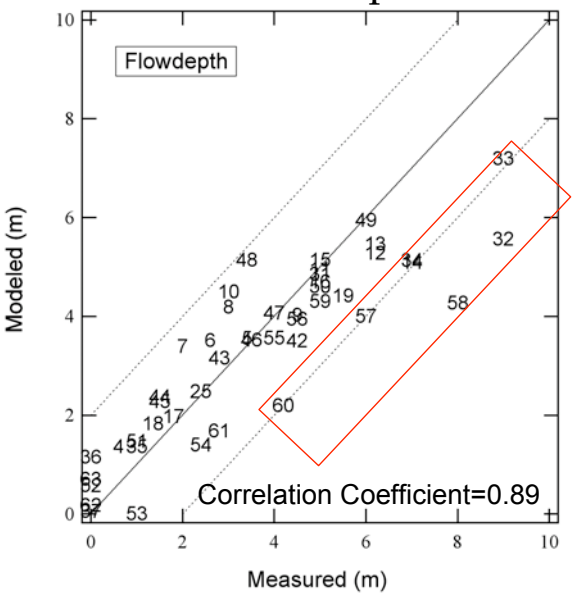
Model Validation

地震工学会
リモートセンシング研究会

Run-up



Flow Depth

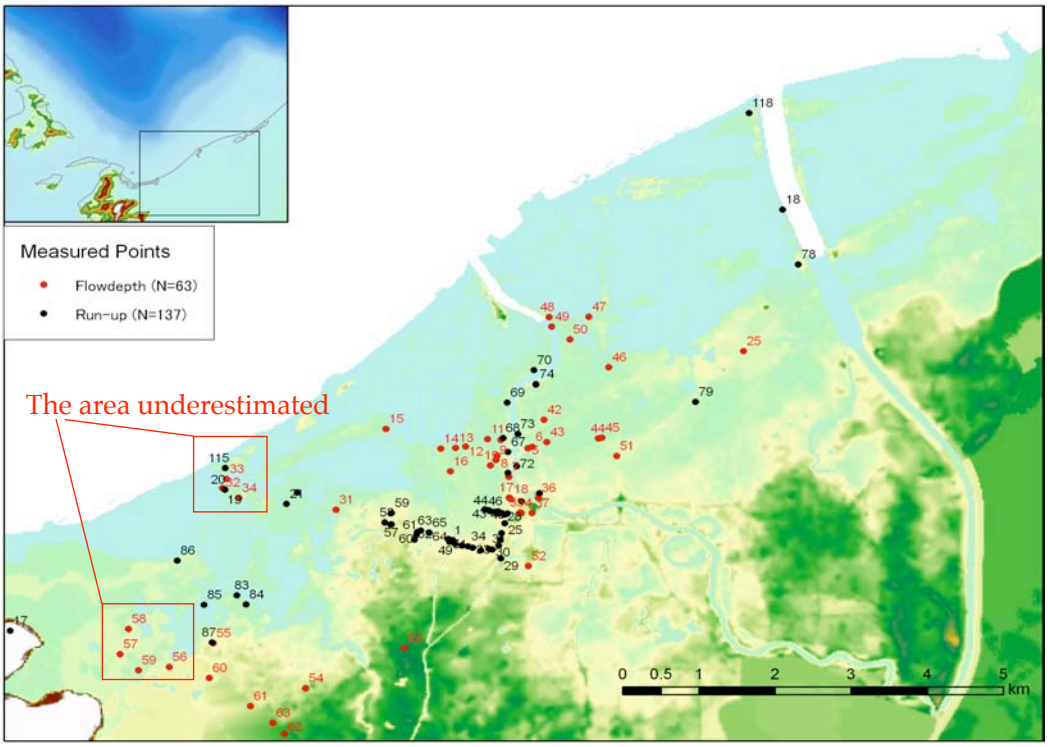


Number in the plot : number of the point measured

Disaster Control Research Center
Tohoku University

The area underestimated

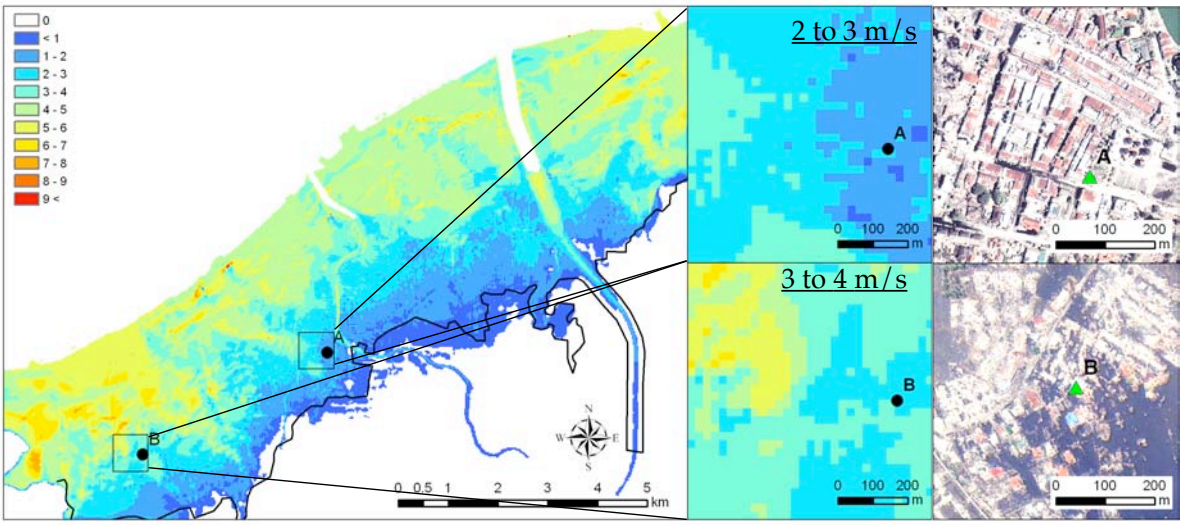
地震工学会
リモートセンシング研究会



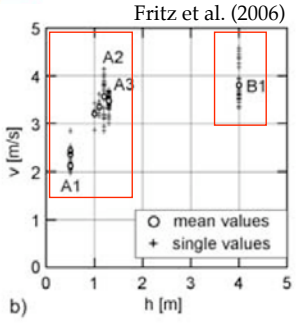
Disaster Control Research Center
Tohoku University

Current Velocity

地震工学会
リモートセンシング研究会

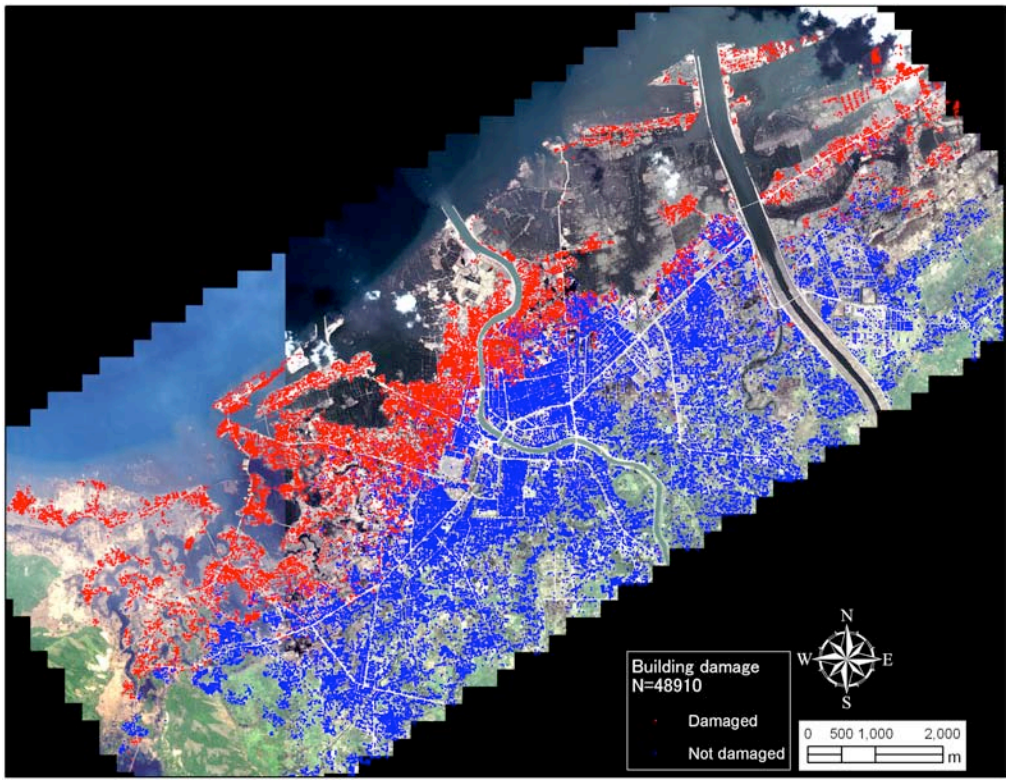


Fritz et al. (2006)



Building Damage
Visual Damage Detection by Researchers of SYIAH KUALA University

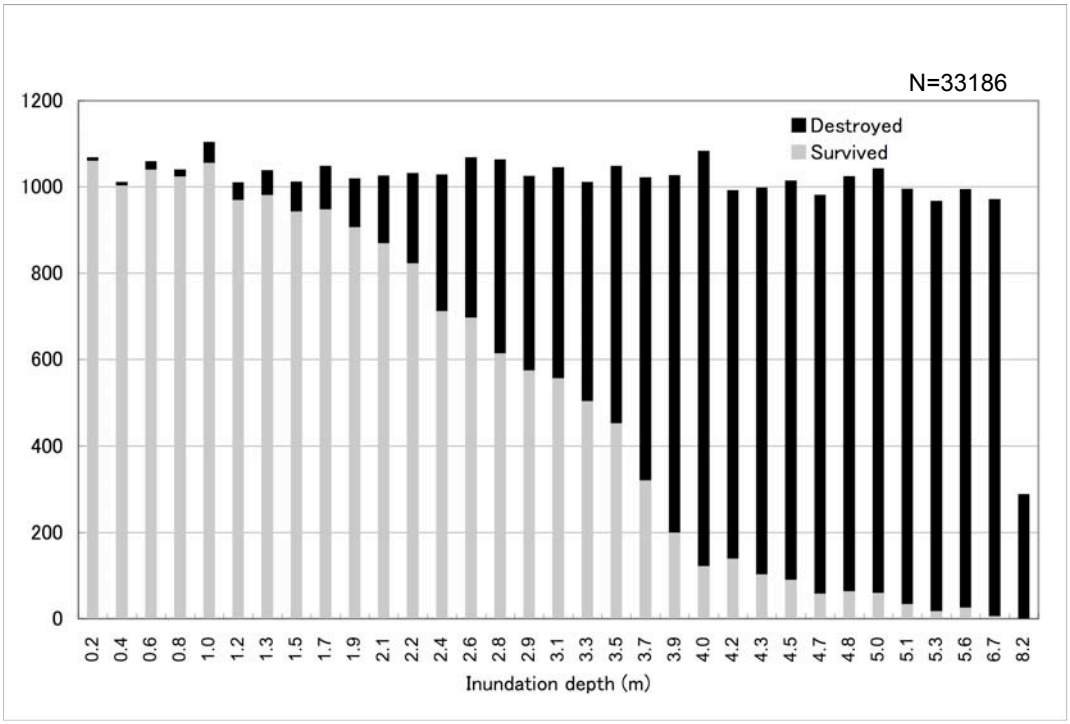
地震工学会
リモートセンシング研究会



Disaster Control Research Center
Tohoku University

ヒストグラム

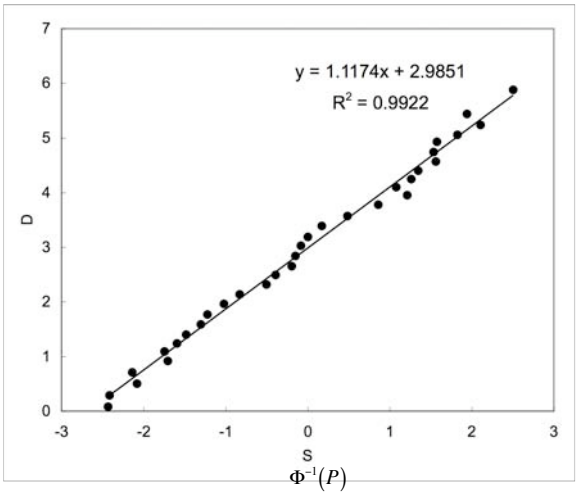
地震工学会
リモートセンシング研究会



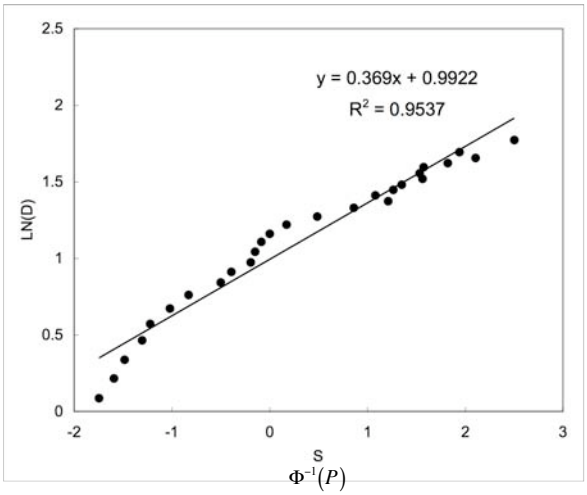
Disaster Control Research Center
Tohoku University

確率紙プロット（標準正規累積確率分布関数）

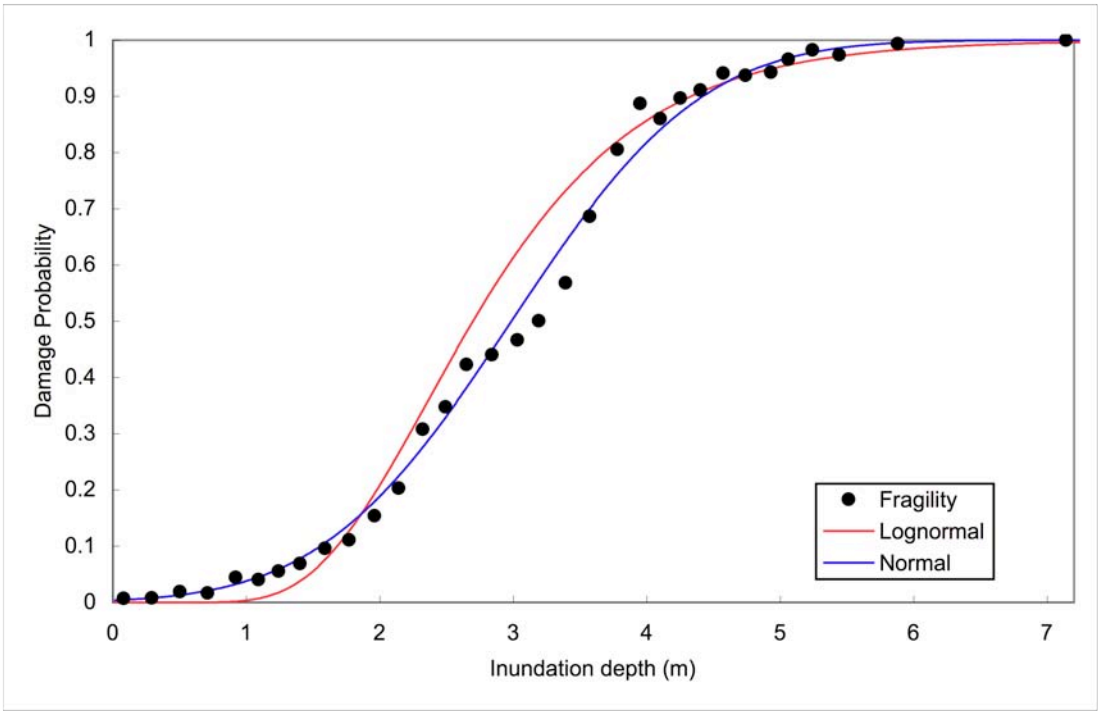
正規分布 $P=\Phi\left\{\frac{X-\lambda}{\zeta}\right\}$



対数正規分布 $P=\Phi\left\{\frac{\ln X-\lambda}{\zeta}\right\}$

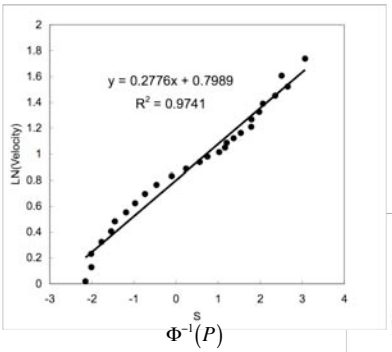


フラジリティ関数（浸水深・被害率）

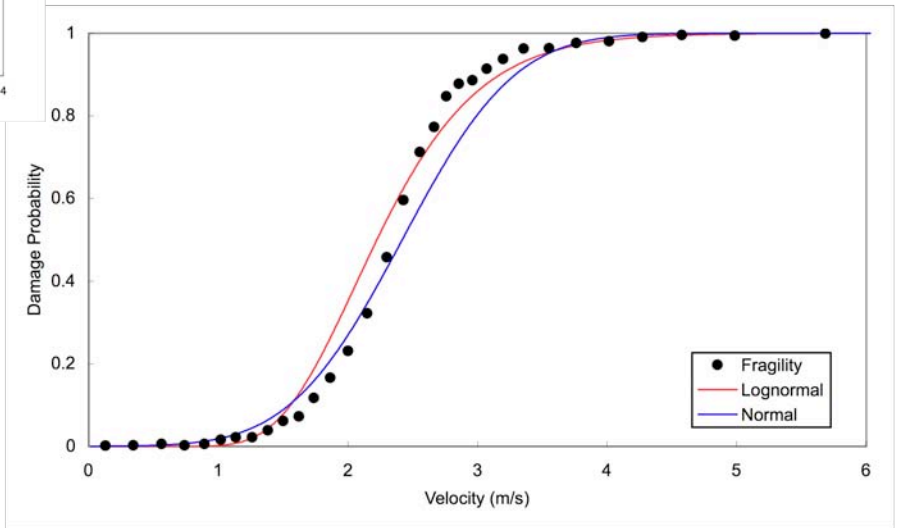


フラジリティ関数（流速・被害率）

地震工学会
リモートセンシング研究会



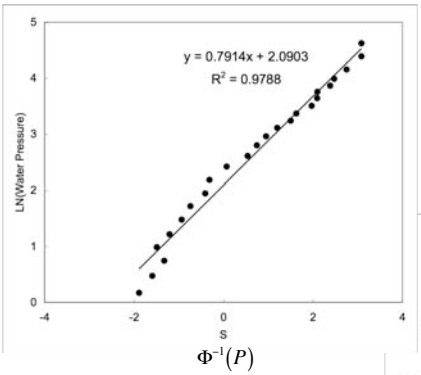
$\Phi^{-1}(P)$



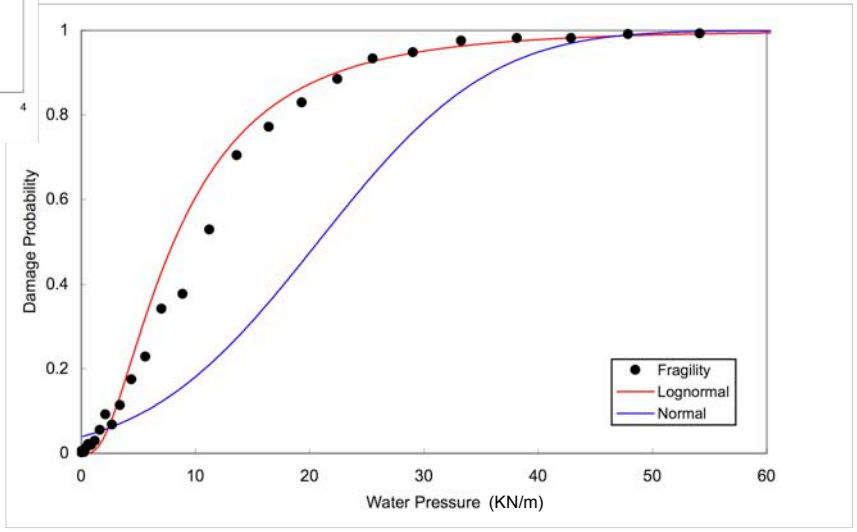
Disaster Control Research Center
Tohoku University

フラジリティ関数（単位幅流圧力・被害率）

地震工学会
リモートセンシング研究会



$\Phi^{-1}(P)$

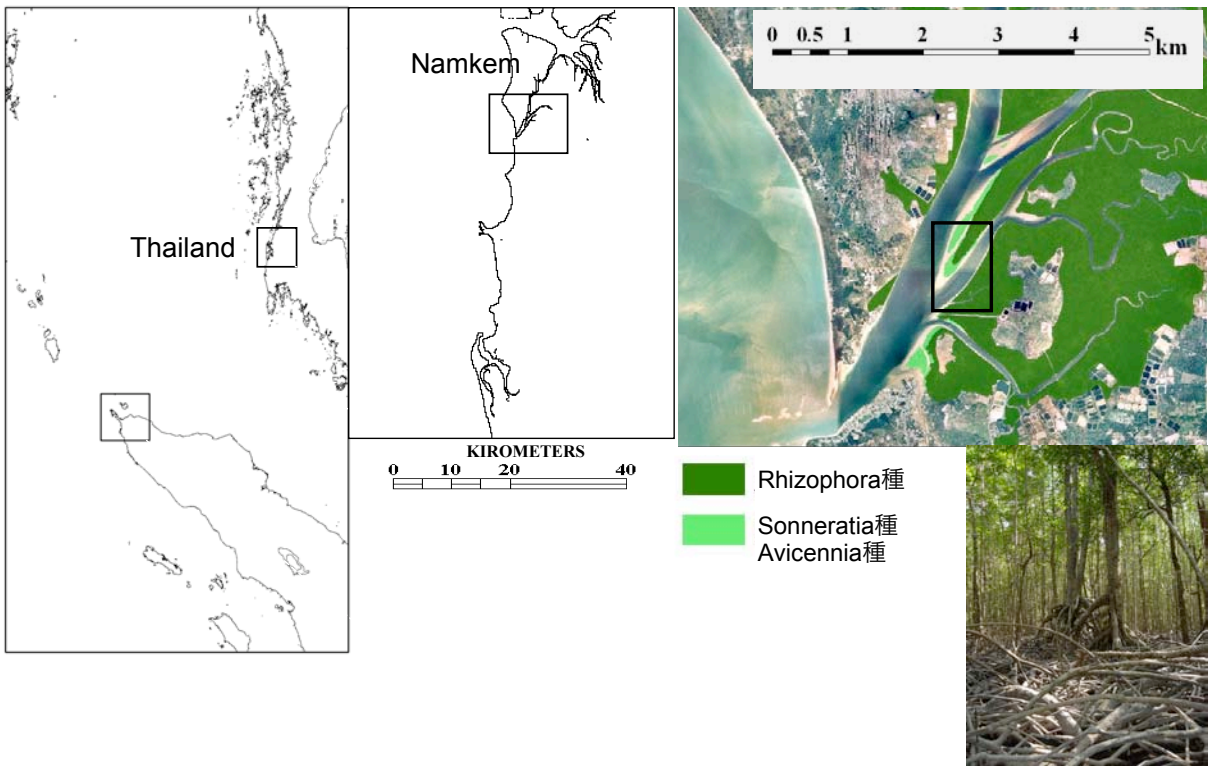


Disaster Control Research Center
Tohoku University

植生（マングローブ林）の被害関数構築

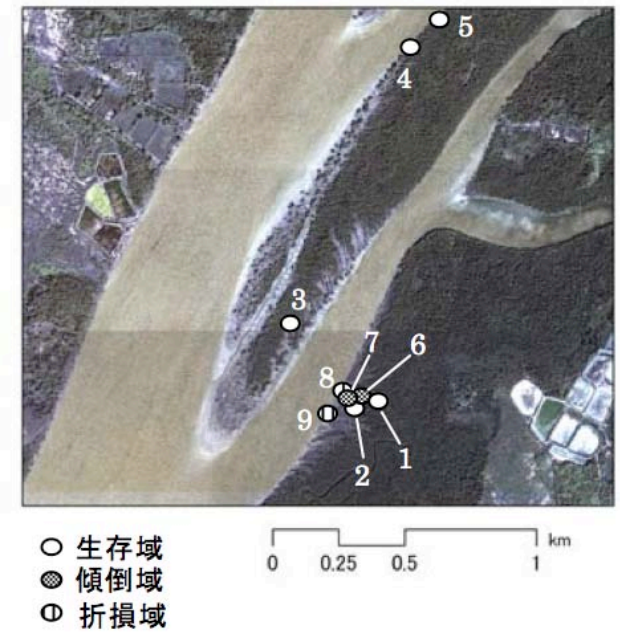
1. 現地調査（グランドトゥルース調査）
2. 数値解析によるハザード諸量の算定
3. 衛星画像解析（NDVI）
4. NDVIの閾値の設定
5. 破壊率の算定

対象地域



マングローブ林破壊状況の調査

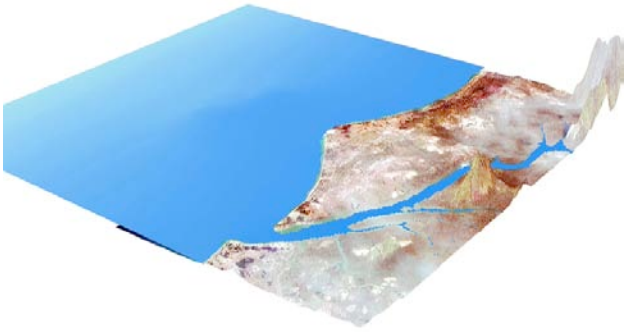
地震工学会
リモートセンシング研究会

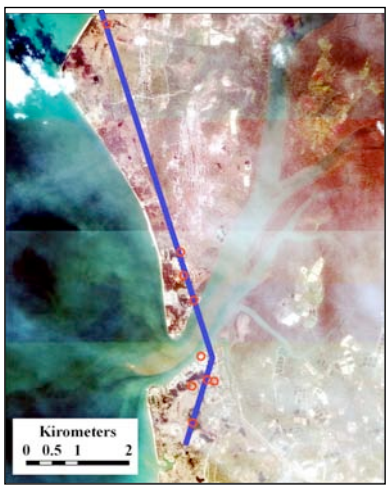


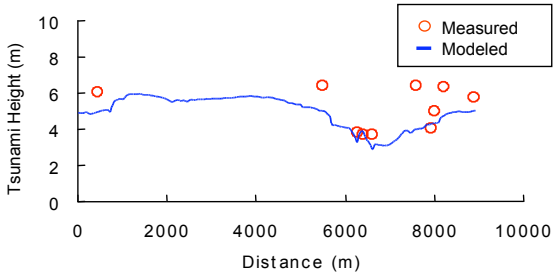
Disaster Control Research Center
Tohoku University

数値解析によるハザード諸量の算定

地震工学会
リモートセンシング研究会





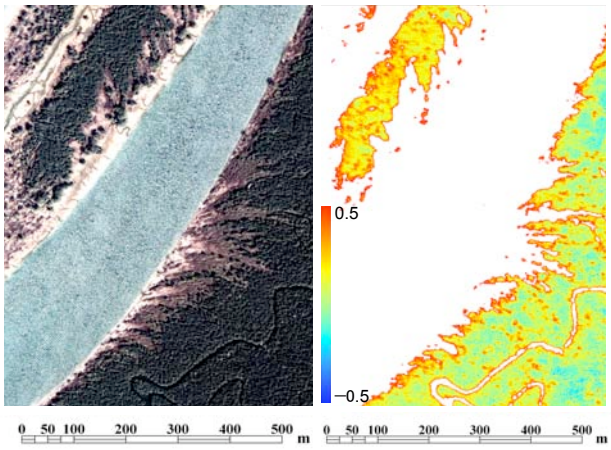


Disaster Control Research Center
Tohoku University

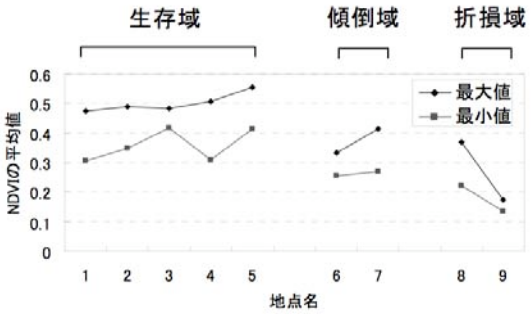
NDVIの算定とトゥース調査に基づく閾値の設定

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

閾値：NDVI=0.37

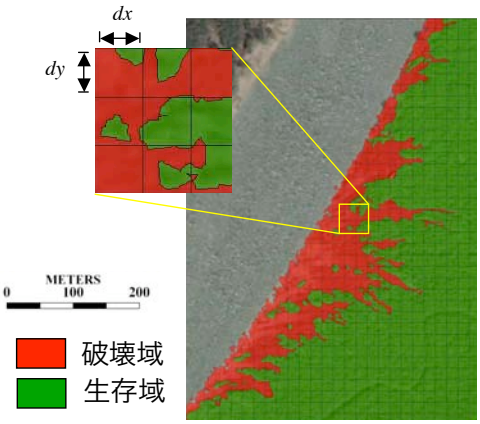


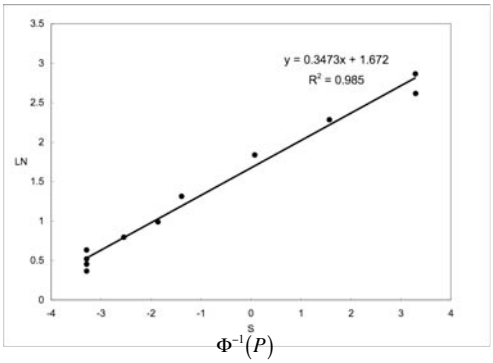
QuickBirdパンシャープン画像（2005年1月2日）



地点	平均	分散	データ数	最大	最小	状態
1	0.37	0.0017	289	0.48	0.31	生存域
2	0.42	0.0011	289	0.49	0.35	生存域
3	0.44	0.0115	272	0.48	0.42	生存域
4	0.41	0.0017	289	0.51	0.31	生存域
5	0.47	0.0229	272	0.55	0.41	生存域
6	0.3	0.0002	289	0.33	0.26	傾倒域
7	0.3	0.0327	289	0.41	0.27	傾倒域
8	0.27	0.0014	289	0.37	0.22	折損域
9	0.15	9E−05	289	0.18	0.13	折損域

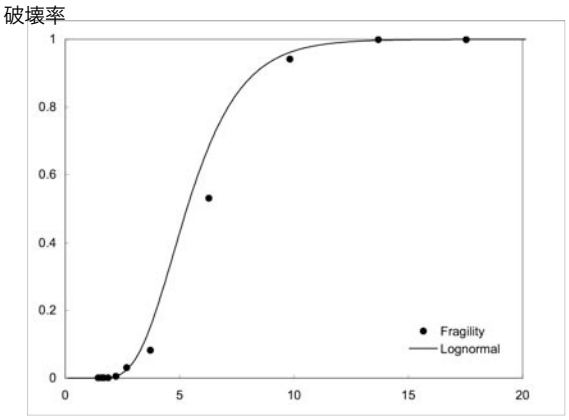
破壊率の算定





破壊率P_Dの定義：

計算メッシュ毎（約17m四方）のピクセル値をそれぞれカウント



Department of Urban Environmental Systems, Graduate School of Engineering, Chiba University

Remotely sensed monitoring tsunami-affected areas: Banda Aceh case

Tuong Thuy Vu

Available data – Date & Time

- 4 QuickBird scenes

Tsunami strike

2004 Dec. 26

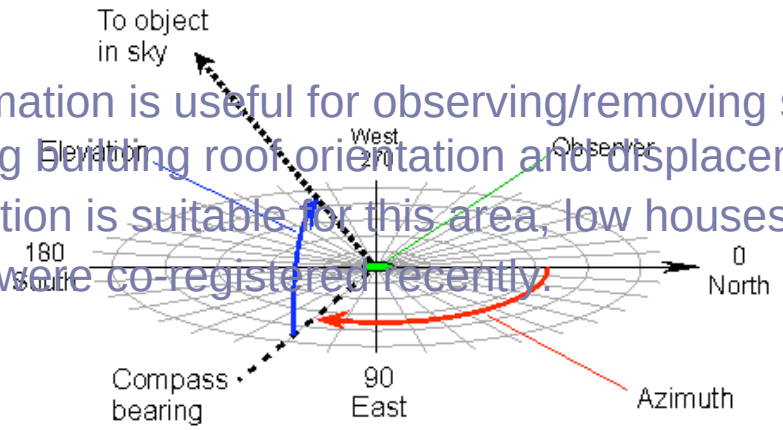
Acqui. Date	Acqui. Time (UTC) (local time: UTC+7hrs)	Format
2004 June 23	04:05:14.09	Pan-sharpened
2004 Dec. 28	04:08:02.96	Pan-sharpened
2005 Aug. 06	04:24:57.76	Pan-sharpened
2006 May 16	04:32:51.03	Pan-sharpened

Dry season **Rainy season**

- Monitoring the changes of land-cover/land-use is feasible

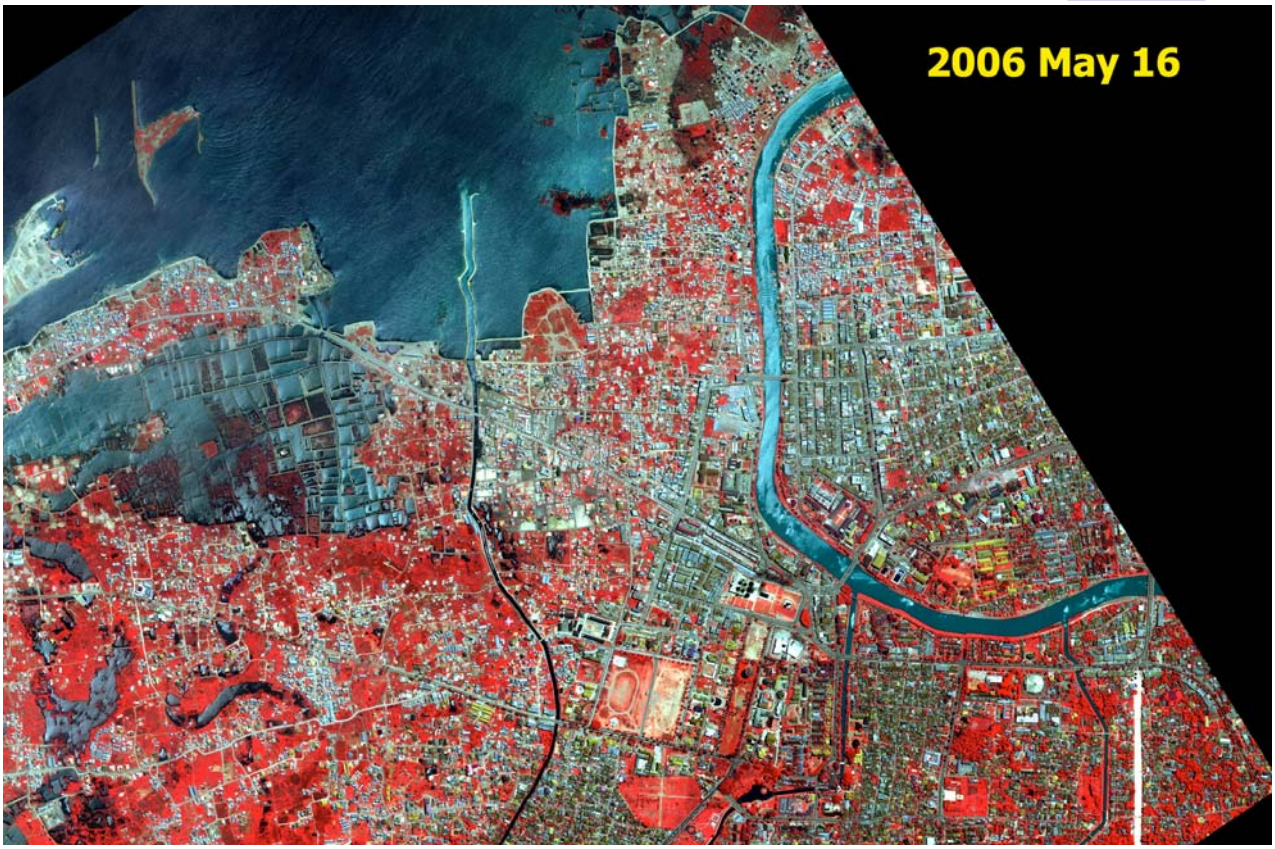
Available data – Sun & Sat. Position

Date	Sun Az.	Sun El.	Sat Az.	Sat El.	Offnadir
2004 June 23	49.8	60.8	99.7	88.1	1.7
2004 Dec. 28	142.7	53.5	104.8	66.2	22.2
2005 Aug. 06	58.6	67.6	337.2	70.6	18.2
2006 May 16	46.9	69.7	271.3	75.6	13.4



- The information is useful for observing/removing shadow and concerning building roof orientation and displacement.
- The condition is suitable for this area, low houses mainly.
- 4 scenes were co-registered recently.

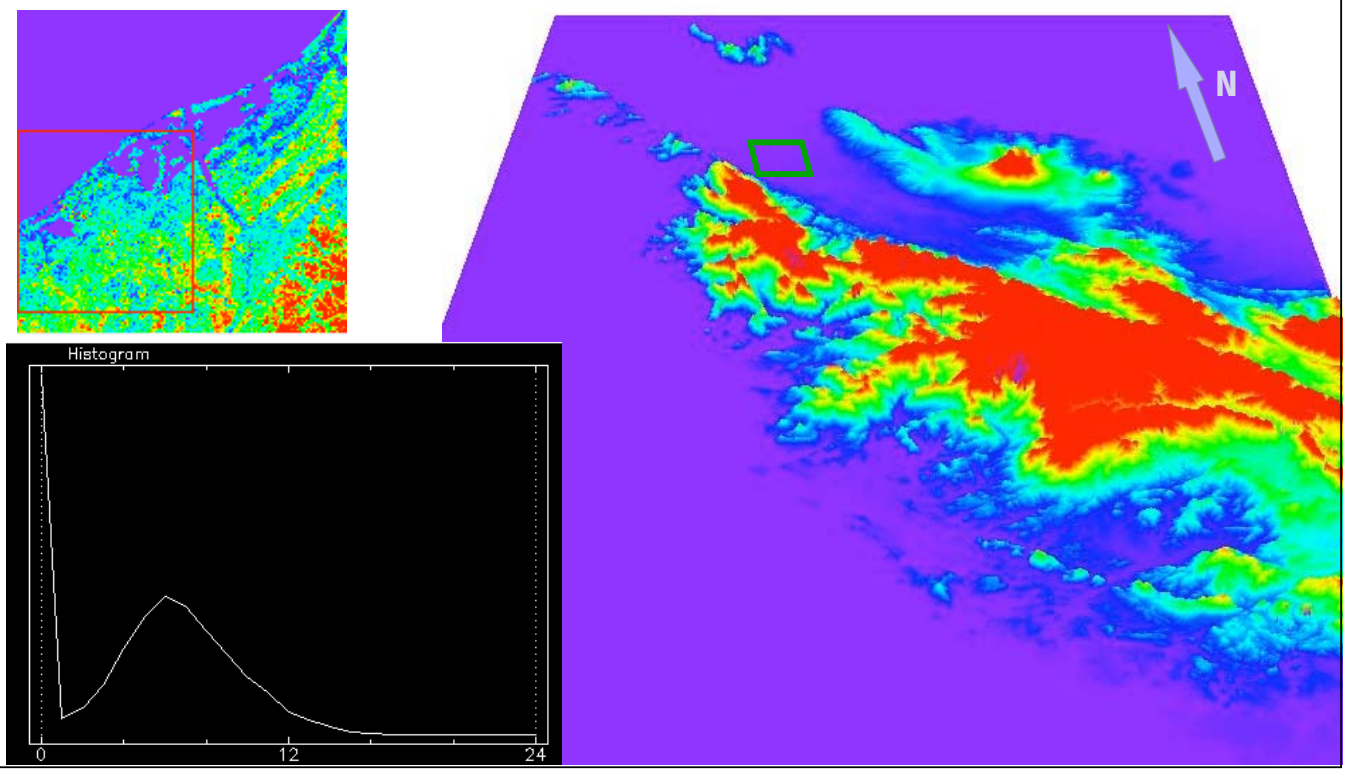
False Color Composite



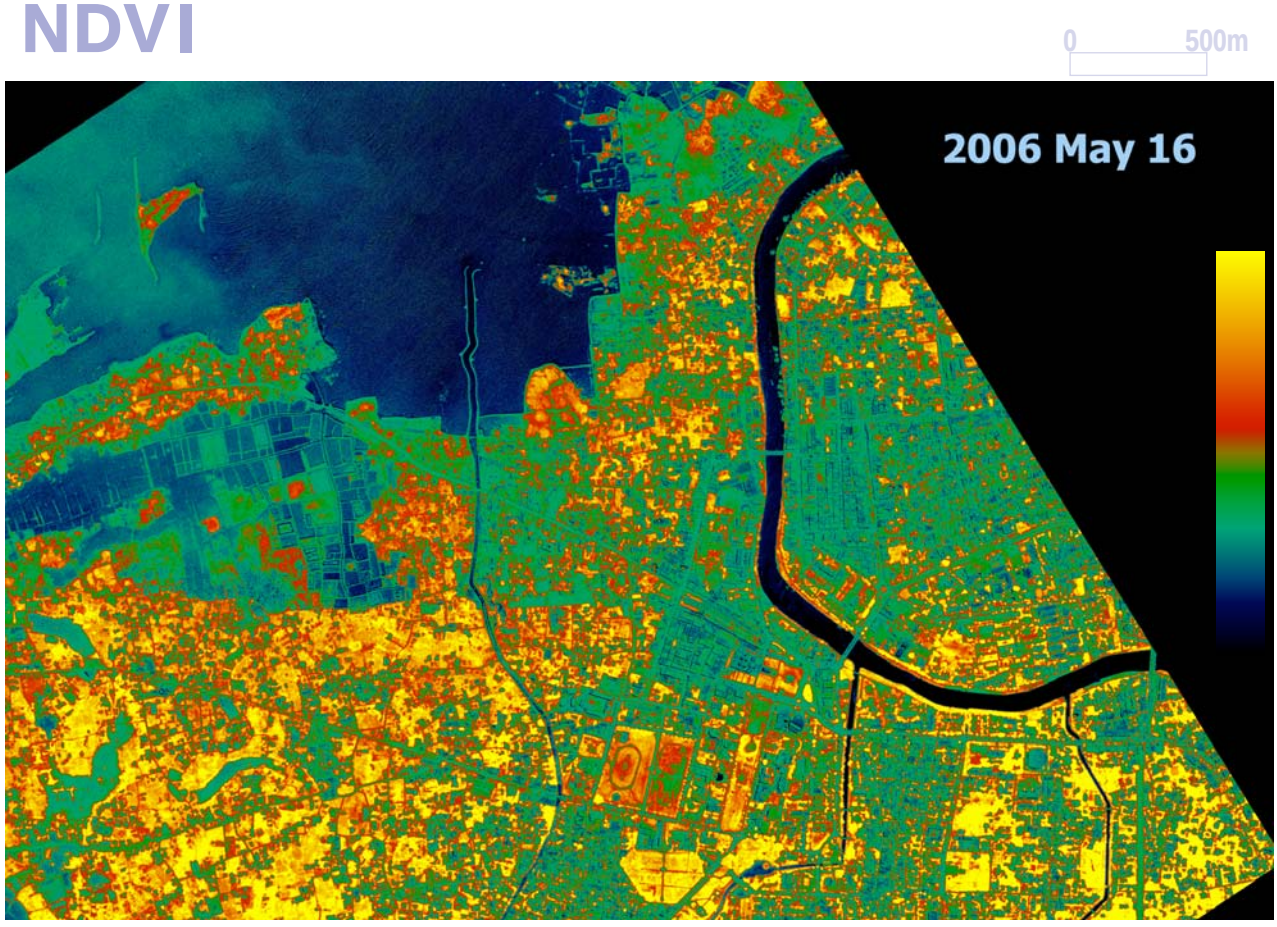
SRTM – DEM 90m

- Provided by USGS

Note: vertical error expected 16 meter



NDVI

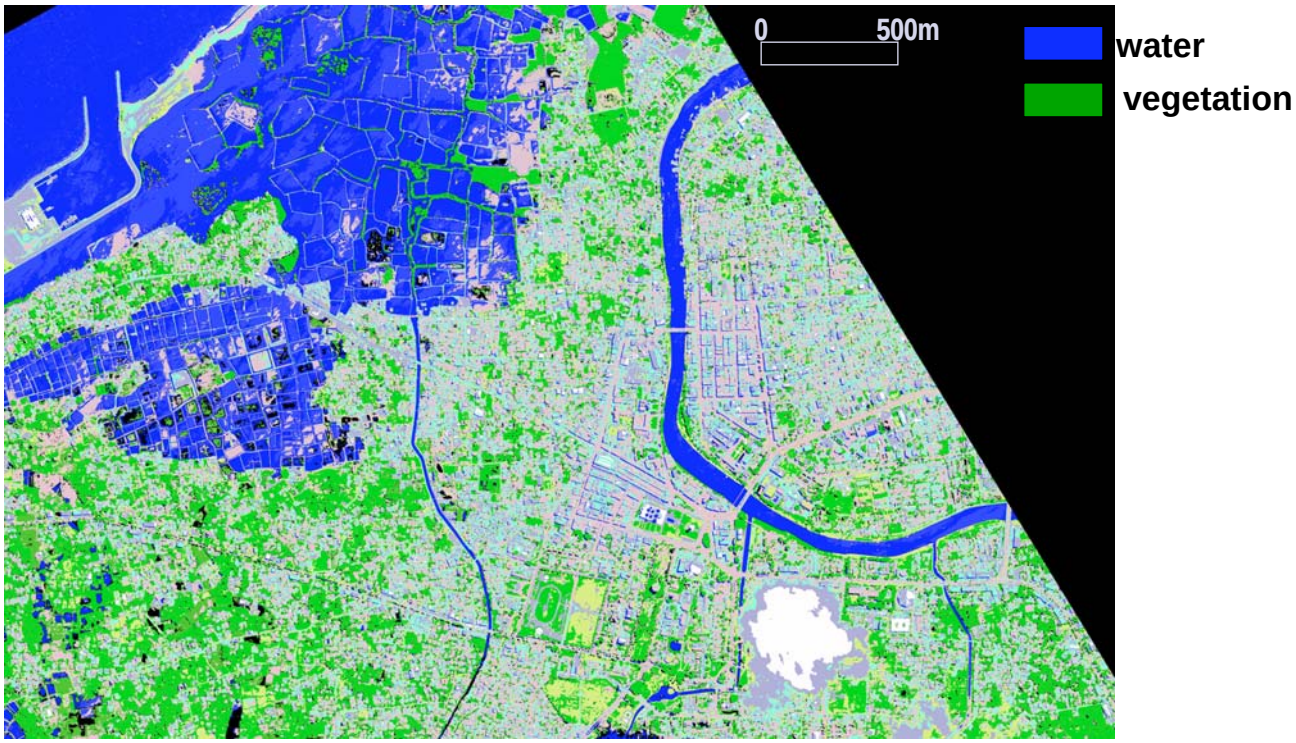


Quick land-cover map

- K-mean clustering is used to quickly observe the land-cover status
- The same number of class 15 used for 4 scenes.
- Due to
  - Wide-area observation
  - Rich information contained
  - Pixel-based method used
- We focus mainly on
  - The vegetation covered status
  - The water body
  - Debris areas of the just-after disaster scene
  - The building roof, road will be concerned in finer detailed processing.

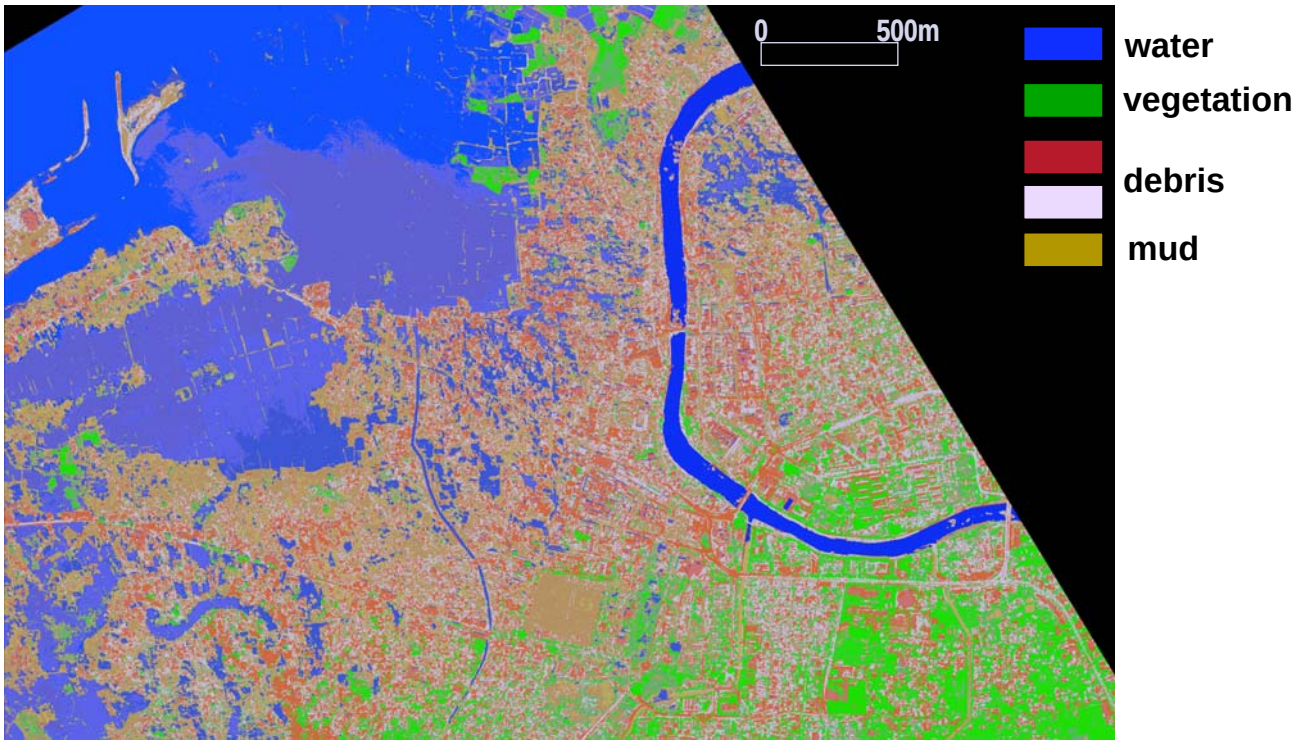
2004/06/23 land-cover map

- The only scene among 4 ones has a little cloud cover



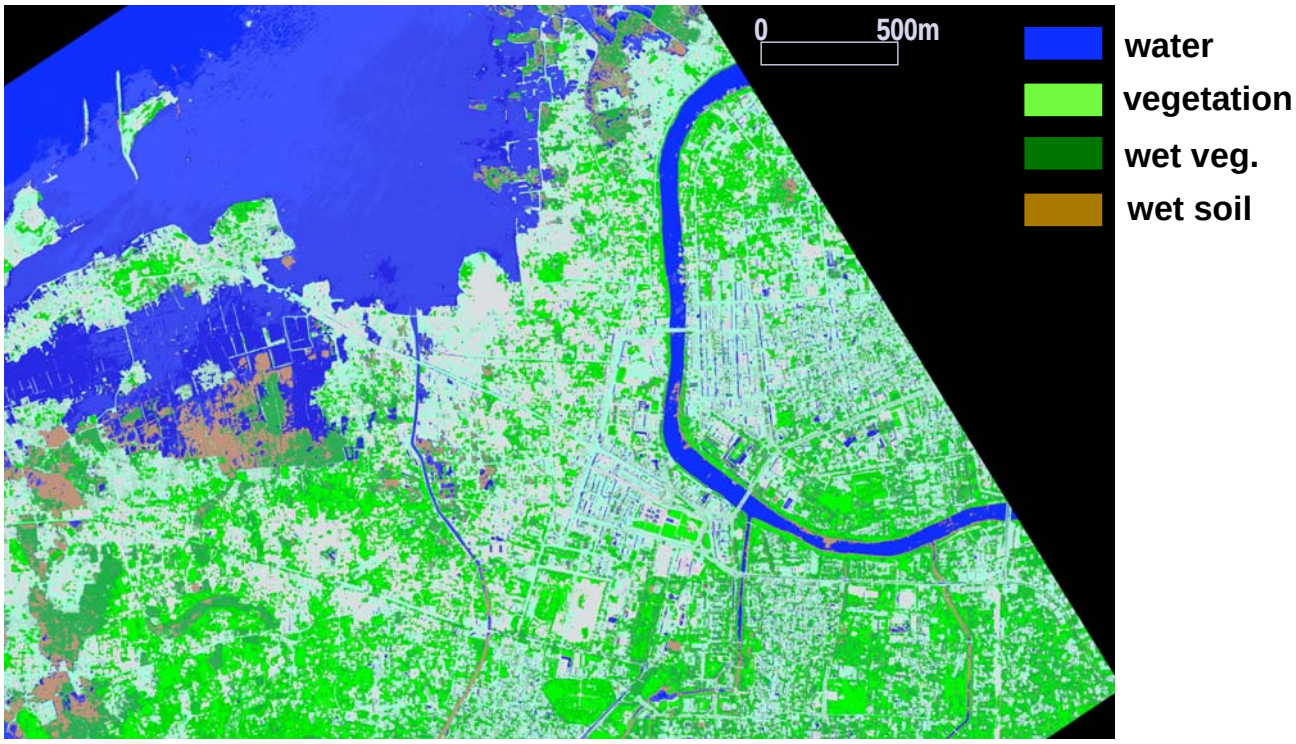
2004/12/28 land-cover map

- Domination of flooded areas, mud and debris areas



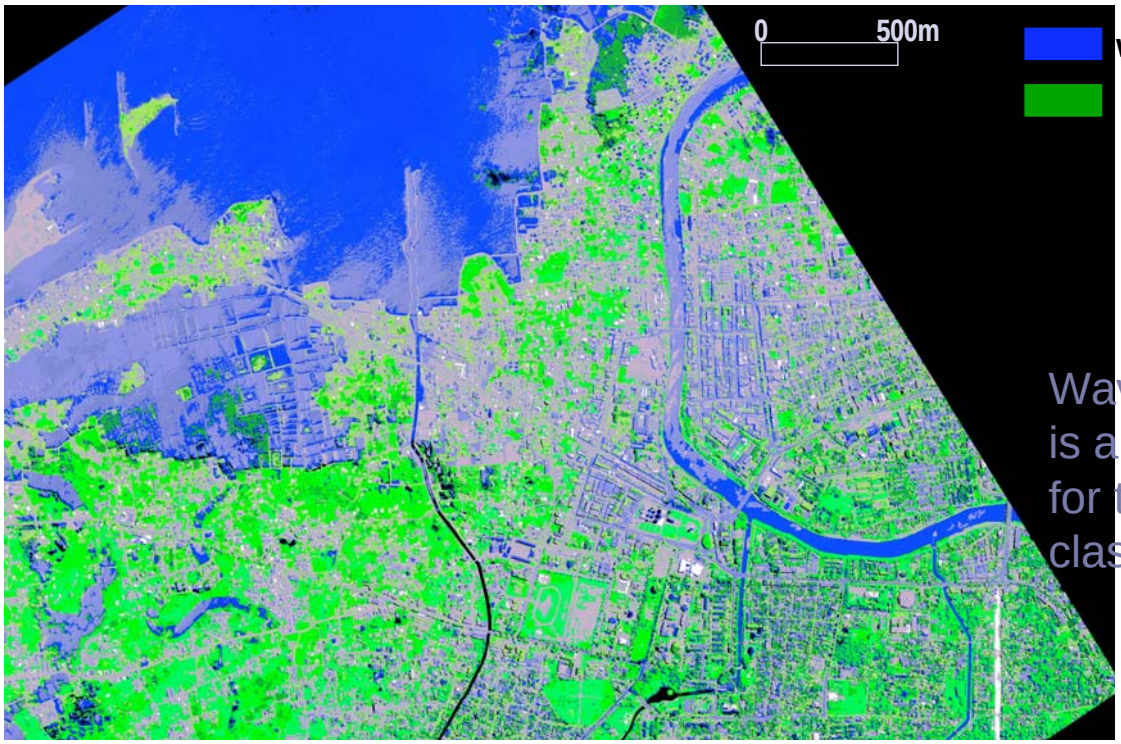
2005/08/06 land-cover map

- Existence of wet vegetation and wet soil?



2006/May/16 land-cover map

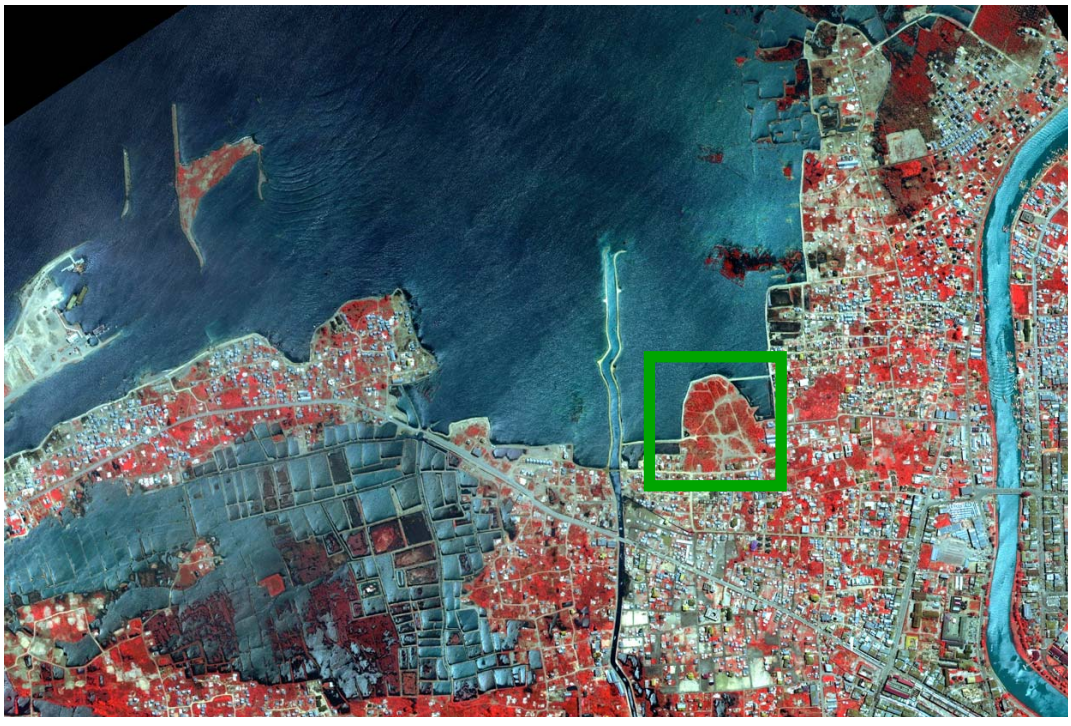
- Vegetated areas almost fully recovered, huge aquaculture area is recovered



Waving water is an obstacle for the classification.

Detailed observation (1)

- Modification of the coastal line, not all is lost but a little gain



Detailed observation (2)

- Destroy and recovery of aquaculture activities, temporary houses have been built.

Detailed observation (3)

- Vegetation was completely washed away
- The fasted recovery process
- However, it is unplanned vegetation such as grass or bushes
- It unclear if using only NDVI to monitor

Detailed observation (4-1)

- Building & Road

2004/06/23

2004/12/28

2005/08/06

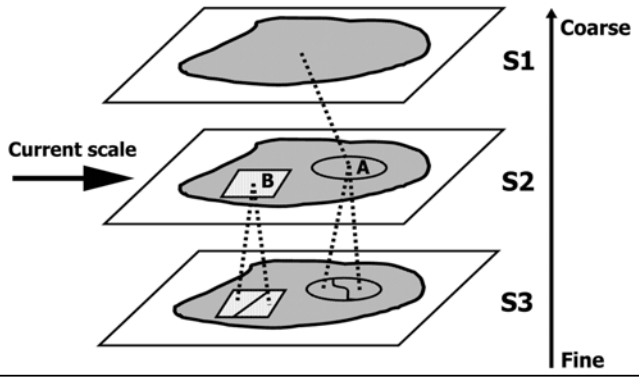
2006/05/16

Detailed observation (4-2)

- Core processing based on mathematical morphology

Scale-space generation

s = 9 *s* = 300 *s* = 1200



- Object link across the scale-space
- Object possesses a number of attributes like id, scale, father on coarser scale, area, etc.

Detailed observation (4-3) ■ Building & Road

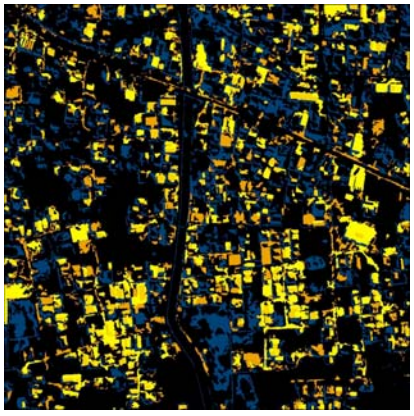
2004/06/23

2004/12/28

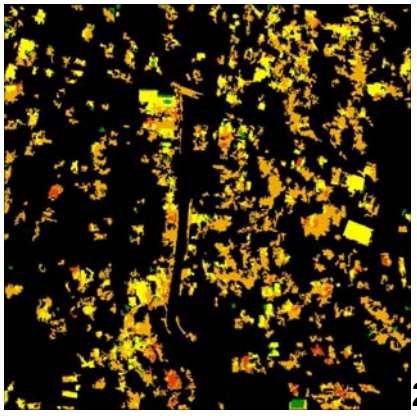
2005/08/06

2006/05/16

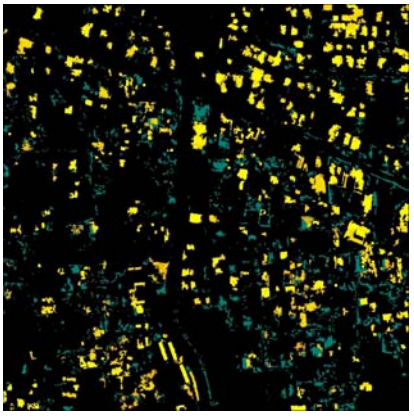
Detailed observation (4-3) ■ Building & Road



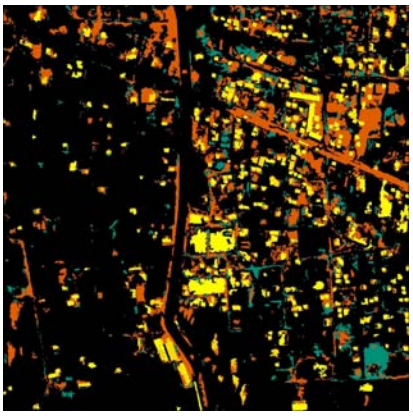
2004/06/23



2004/12/28



2005/08/06



2006/05/16

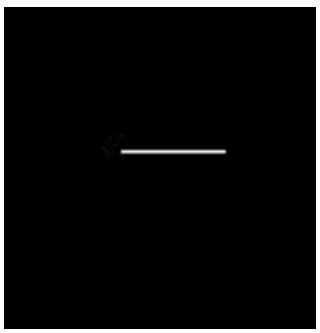
Detailed observation (4-4) - summary

- Confusion between buildings, roads and others, esp. in 2004/06/23 scene.
- It seems that in 2004/12/28 scene, the debris class is clearly discriminated.
- In 2005/08/06 scene, the debris of the demolished houses appears as very bright objects, quite easily to be discriminated.
- The newly constructed house dominate the extracted scene of 2006/05/16
- The different shading of building roof can help to classify to flat roof and gabled roof (+ shadow dimensions) → 3D reconstruction of buildings (hipped roof is more difficult).
- Challenge: How to extract only building?

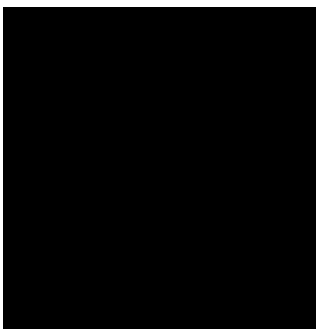
Discriminate building roof & others

- Object area and shape analysis
- The idea
  - Building roof is often the smaller object compared to bare soil and road
  - Shape analysis, based on the ratio between the skeleton and the area, for example

Long: 0.05028



Rectangle: 0.01717

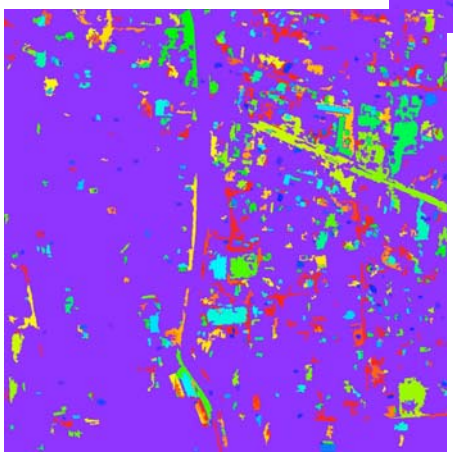


Round: 0.0

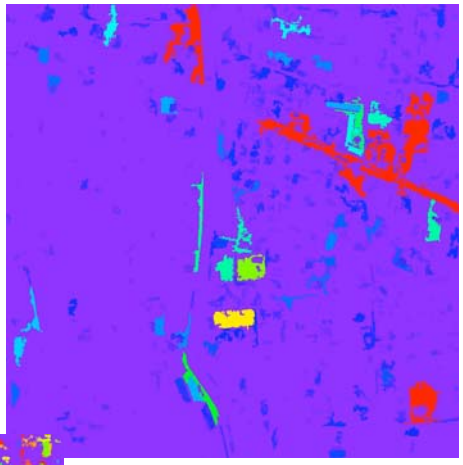
Discriminate building roof & others

- Test on 2006/05/16 scene

FCC



Shape

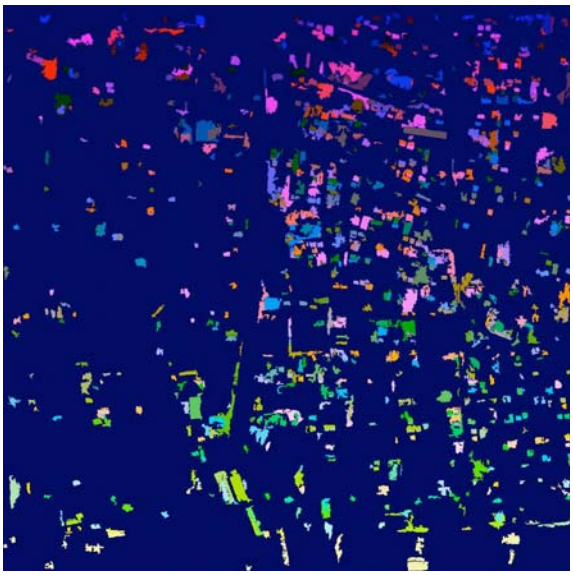


Area

Discriminate building roof & others

- Test on 2006/05/16 scene

FCC



Extracted building

Summary

- Many topics to exploit this data set
  - Applications (recovery process)
  - Improve the image processing algorithms

THANK YOU

GEO Grid 概要

For understanding the earth

- Concept and System to integrate Global Earth Observation data –

http://www.geogrid.org

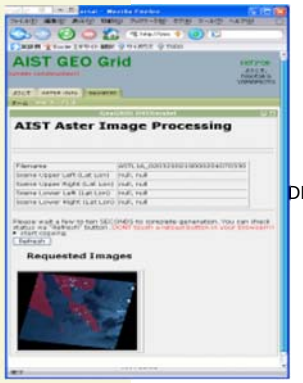
産業技術総合研究所

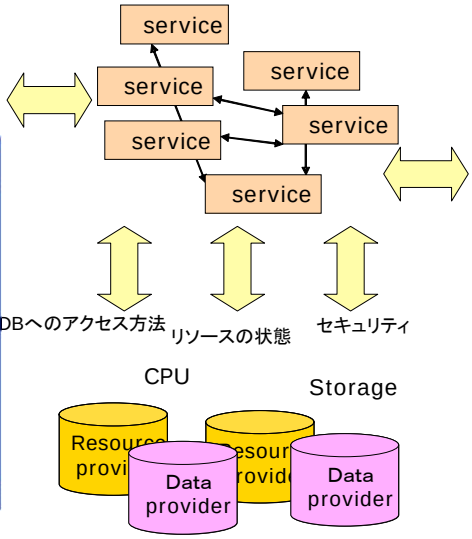
地球観測とグリッド技術 → GEO Grid

グリッド技術 とはなにか

- 次のような「カベ」を越えてデータを適切に統合を行う最先端の情報技術（IT）です。
  - 地理的に分散した距離のカベ
  - 所有者が異なった組織のカベ
  - アクセスが異なる方式のカベ

産総研はグリッド技術の世界のCOEのひとつです





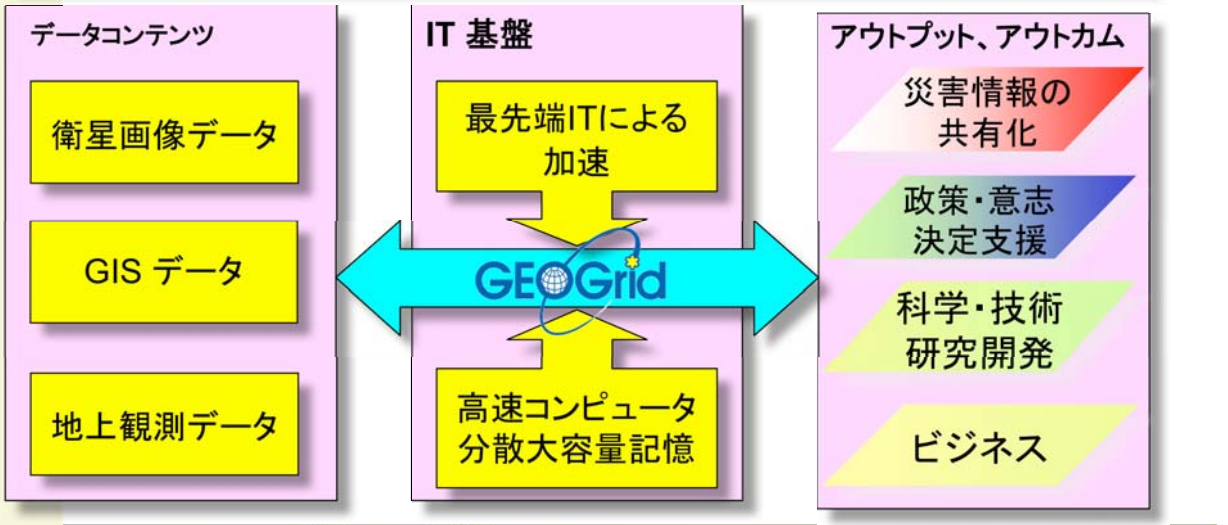
- グリッドは単に次のものではありません
  - パソコンの空き時間を集めたもの
  - スパコンをつないだもの…

GEO Grid の枠組み

地質学的データ・地球観測データと情報処理技術(グリッド技術)の融合

研究開発の背景

- GEOSS 実施10年計画
- 「地球観測の推進戦略」（総合科学技術会議）
- 「地理空間情報活用推進基本法案」



「第4の科学」e-Science

第3の科学：実験不能な高度な理論的計算をカバーする計算科学。
第4の科学：融合的な科学と分散・協業の実現技術。第3の科学を進め、
分散データの共有に基づく高度なデータ処理を柱とする科学的手法。

GEO Grid 概要

アプリケーション開
環境　農業　防災　資源　etc.

既存のGISデータ
など様々な
地図情報

GEO Gridシステム 標準的な Web Service で統合

OGSAによる標準アーキテクチャ

グリッド環境の計算資源

データグリッドによる
大規模データの仮想化

ASTERなど
衛星観測データ

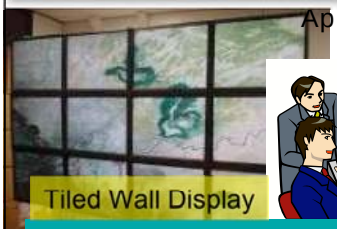
高精度デジタルマップ
（高次プロダクト）

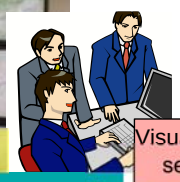
NASAなどの
衛星観測データ

GEO Grid システム概要

2. 標準web service interfaceの提供

Applications





Visualization service

地質　災害・防災　環境　農林業

Overlayable GIS data

地上観測データ
（フィールドセンサ等）
各種地図
都市空間情報　等

GML/G-XML等

4. 多様なViewerの選択枝

Std Web Service I/F

Interoperable

GEON

OGSA basic services

WSRF/WSN
Grid AAA

AIST CA

GEON CA

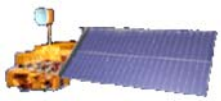
Data Grid

Base Data

DEM　ASTER

PALSAR　MODIS

Computing Grid
Application
hosting engine



JAXA Ground station

AIT Ground station

NASA Ground station

3. グリッド技術による情報共有基盤

Geometric, Radiometric & Atmospheric Correction
Mosaic & Composite,
Image Processing

210TB /P4 3.5TB(raid5)/node x 60C

AIST Supercluster (11TFlops)

AIST

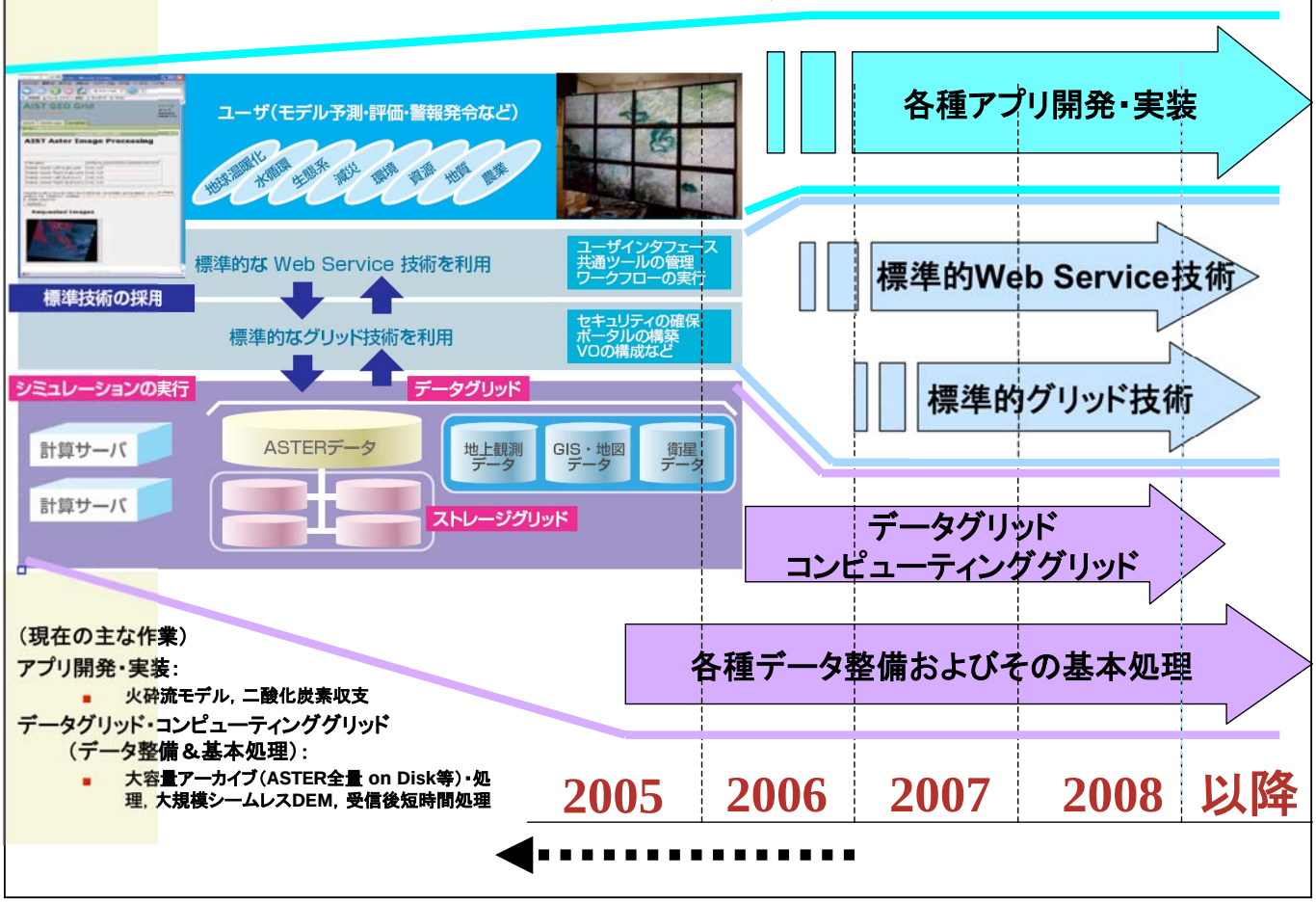
APAN

L0 or L1

ASTER/PALSAR L1 data will not be in public

1. ASTER, PALSAR等の衛星データの処理・提供

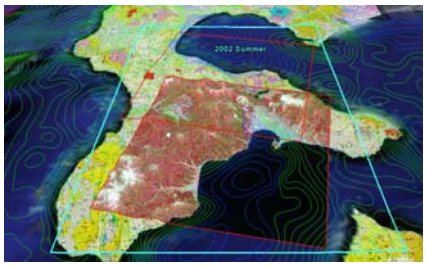
GEO Gridのロードマップ



GEO Grid

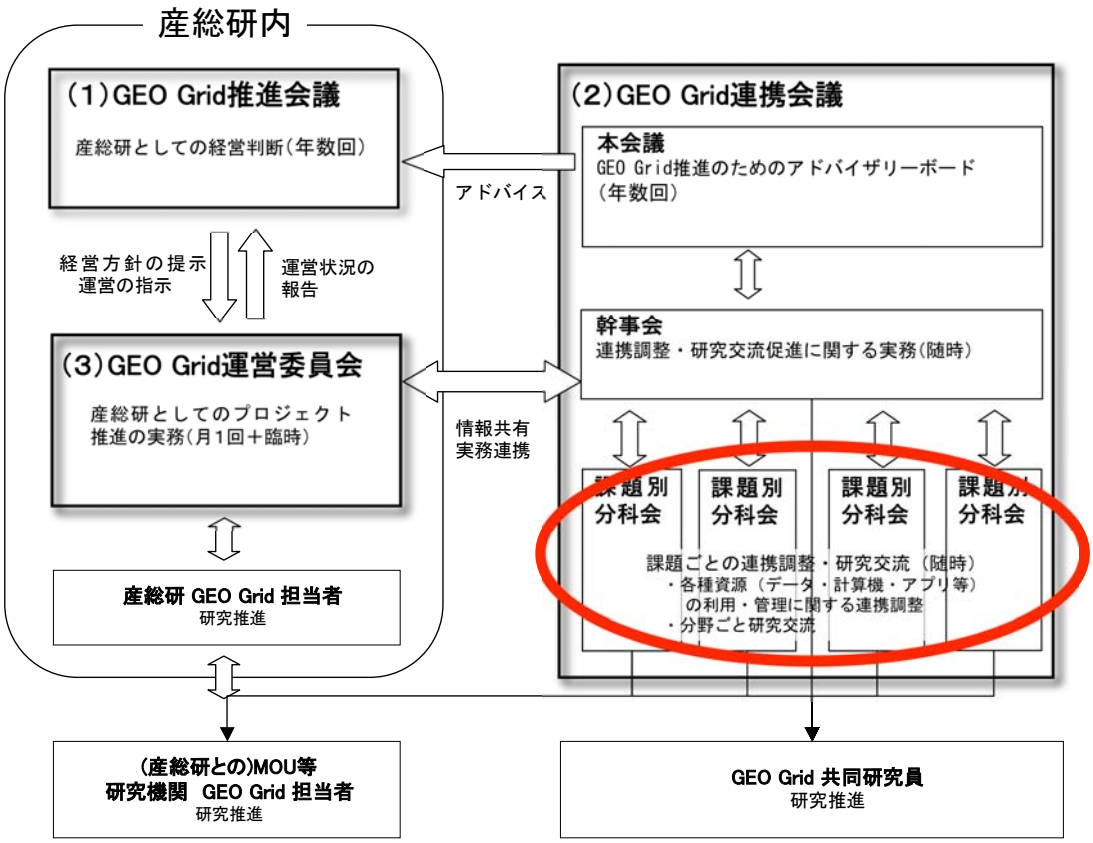
Global Earth Observation Grid

http://www.geogrid.org/



- GEO Grid はグリッド技術を用いて地球観測衛星データの大規模アーカイブを提供し、さらに各種観測データベースやGISデータと統合したサービスを安全かつ高速に提供し、しかもこれらのデータをユーザが簡単に使えることを目指したシステムです。
- 産業技術総合研究所では、経済産業省が有する地球観測衛星データ(ASTER及びPALSAR)と当研究所に長年蓄積された地球科学情報(地質および環境技術)をコアコンテンツとし、また、コアテクノロジとして国際標準に準拠したグリッド技術を提供し、GEO Gridの初期システムを構築します。
- 高度利用の研究開発は、外部研究機関との連携、および、国際的な協力関係をもとに推進し、地球観測サミット／GEOSS10年実施計画および総合科学技術会議・地球観測の推進戦略に寄与します。
- 地球環境保全・地球資源探査・自然災害軽減・危機管理など地球規模の社会的問題解決に貢献することを目指します。さらに、都市情報、地理情報、社会ニュース等と組み合わせた新たなビジネスモデルのサービスを支援します。

GEO Grid 連携会議 課題別分科会について



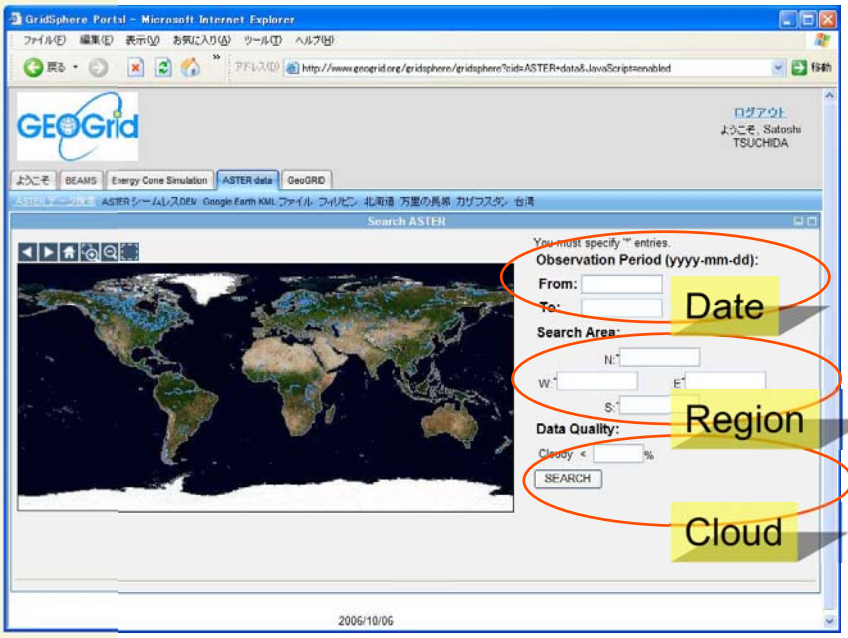
分科会にご協力を！

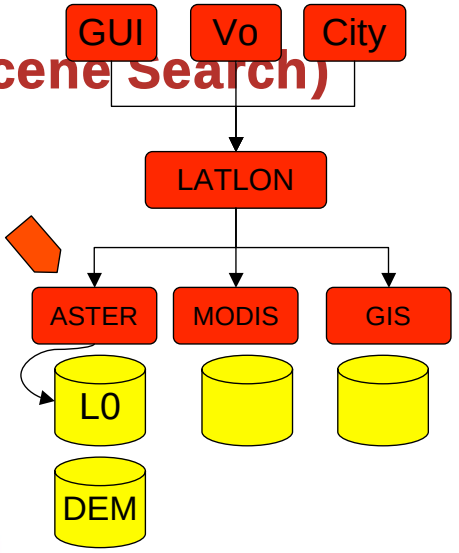
- 連携調整分科会
  - 各種資源(データ・計算機・アプリ)の利用・管理に関する連携調整、および、研究機関の間での連携調整
    - ASTERデータ利用連携調整分科会
    - MODISデータ利用連携調整分科会
    - ERSDAC－AIST連携調整分科会
    - ・・・・
- 研究交流分科会
  - 分野ごと研究交流：
    GEO Grid利用における分野ごとの窓口
    GEO Grid(もしくは要素技術。VO等)利用者・開発協力者の研究交流
    GEO Gridでのポテンシャルなデータ・アプリ管理者・VO管理者の研究交流
    - 情報・ビジネス・GIS研究交流分科会(準備担当・窓口：中村, r.nakamura@aist.go.jp)
    - 防災・地質　研究交流分科会　(準備担当・窓口：松岡, m.matsuoka@aist.go.jp)
    - 環境　研究交流分科会　(準備担当・窓口：岩男, iwao.koki@aist.go.jp)
    - ・・・

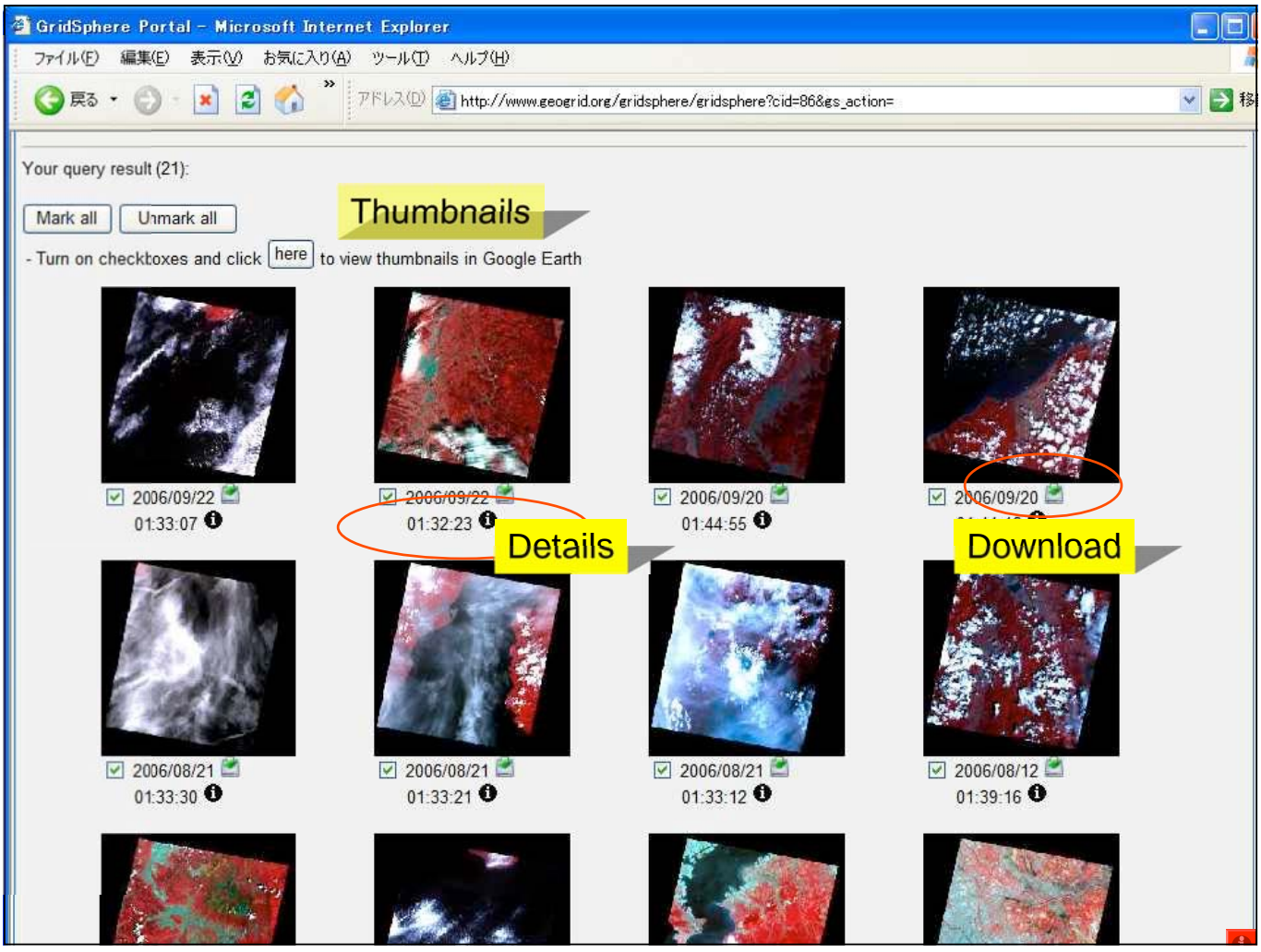
← 実質的な研究連携の場
分科会にご協力を！

Standard Service (ASTER Scene Search)

Scene Search Window



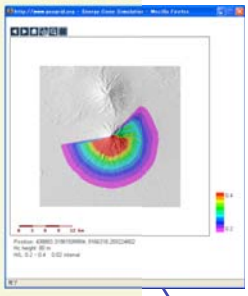




GEO Gridプロジェクト

各種地質情報

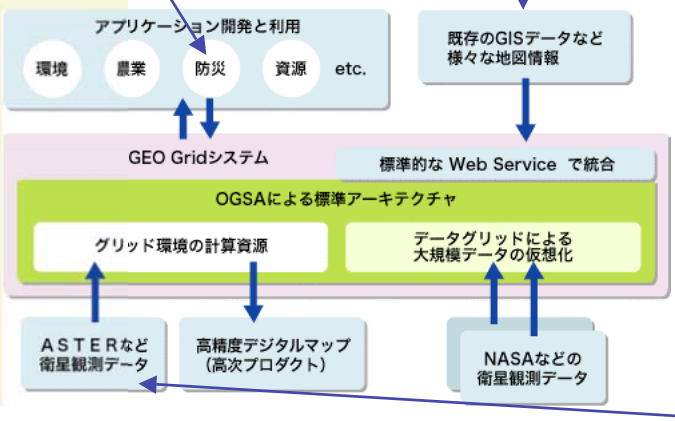
火山防災対策



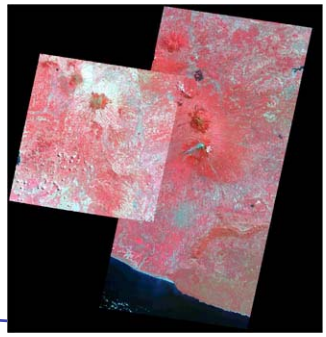
1．各種地質情報と衛星観測データの整備公開 (WebGISによる統合化）

2．都市地質情報の整備
（ボーリング情報，3次元地下構造）

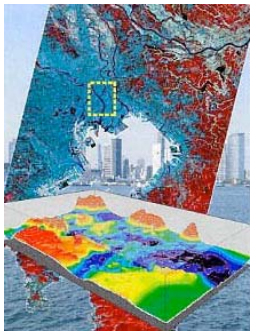
3．防災対策システムの拡充
（火山防災対策，地震津波対策等）



衛星観測データ



都市地質情報



GEO Gridでの地質課題例
ボーリングデータに基づく地下構造の解明

地質図
データベース

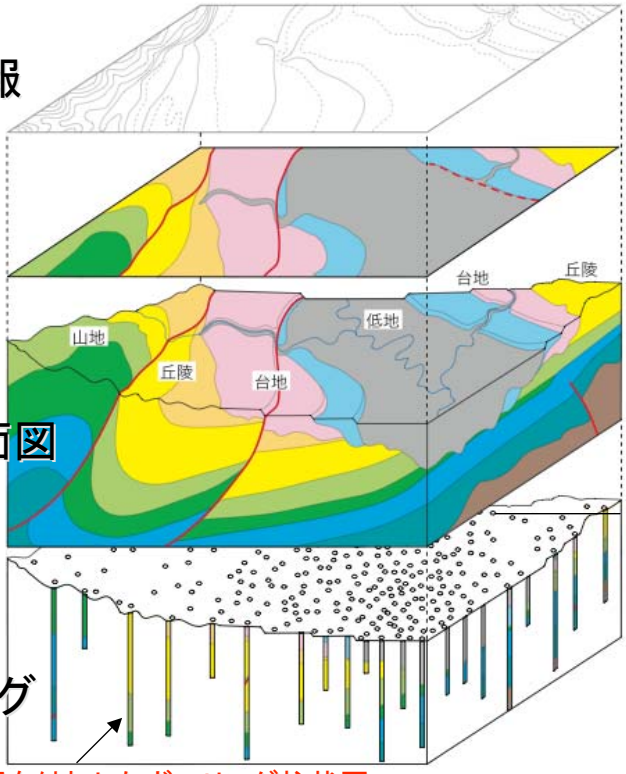
地形情報

1/2.5万
地質平面図

地質断面図

地質ボーリング
データベース

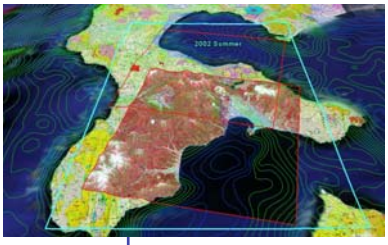
地質
ボーリング



地質情報を付加したボーリング柱状図

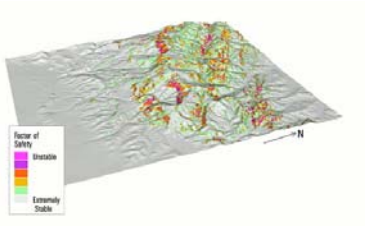
Disaster prevention and mitigation (Landslide)

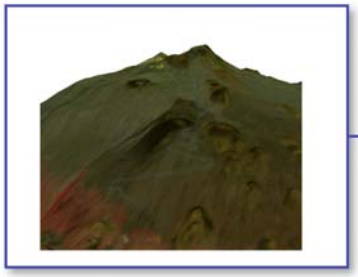
Geology map (GSJ)



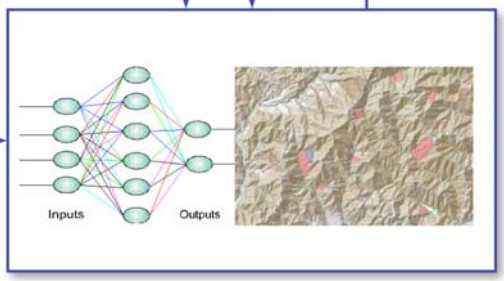
Rain fall
(AMEDAS/Fieldserver)

Early warning system based on Susceptibility map



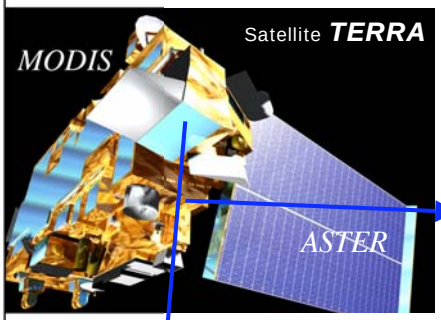


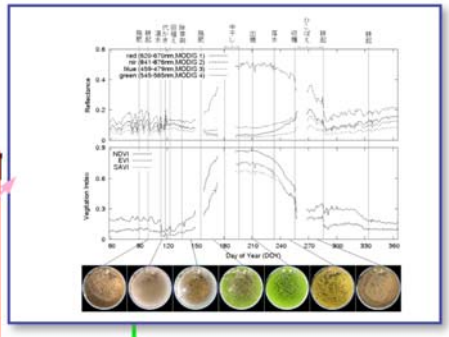
High resolution DEM
provided from ASTER



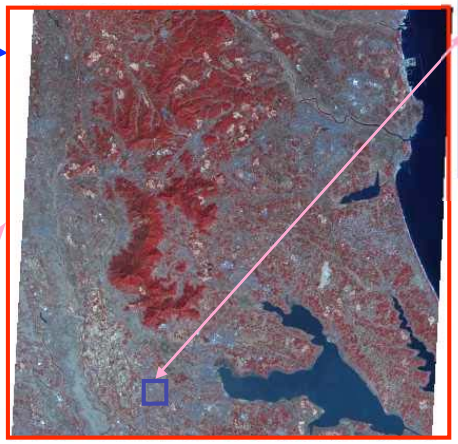
Neural network training using
actual landslide DB (NIED)

Environment monitoring

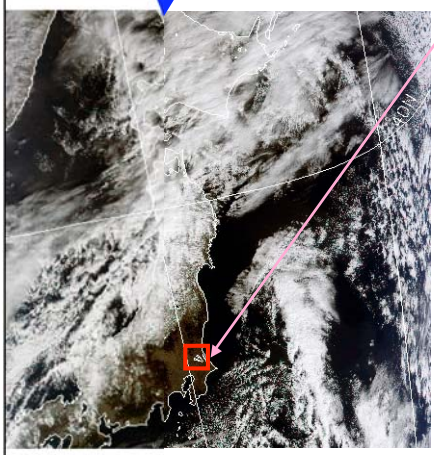




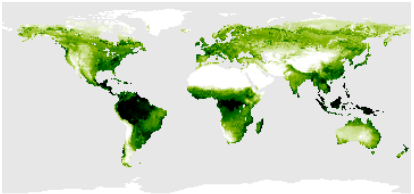
In-situ data for
validation/assimilation



Link through ASTER
high resolution images



Daily Global observation
by MODIS



Modeled Net Primary Production