

# 分野・部門横断的アプローチの試み： 熊本地震対応とSATREPSマレーシアの事例

国立研究開発法人防災科学技術研究所

先端的研究施設利活用センター 戦略推進室 室長  
(兼)気象災害軽減イノベーションセンター(土砂災害)

酒井直樹

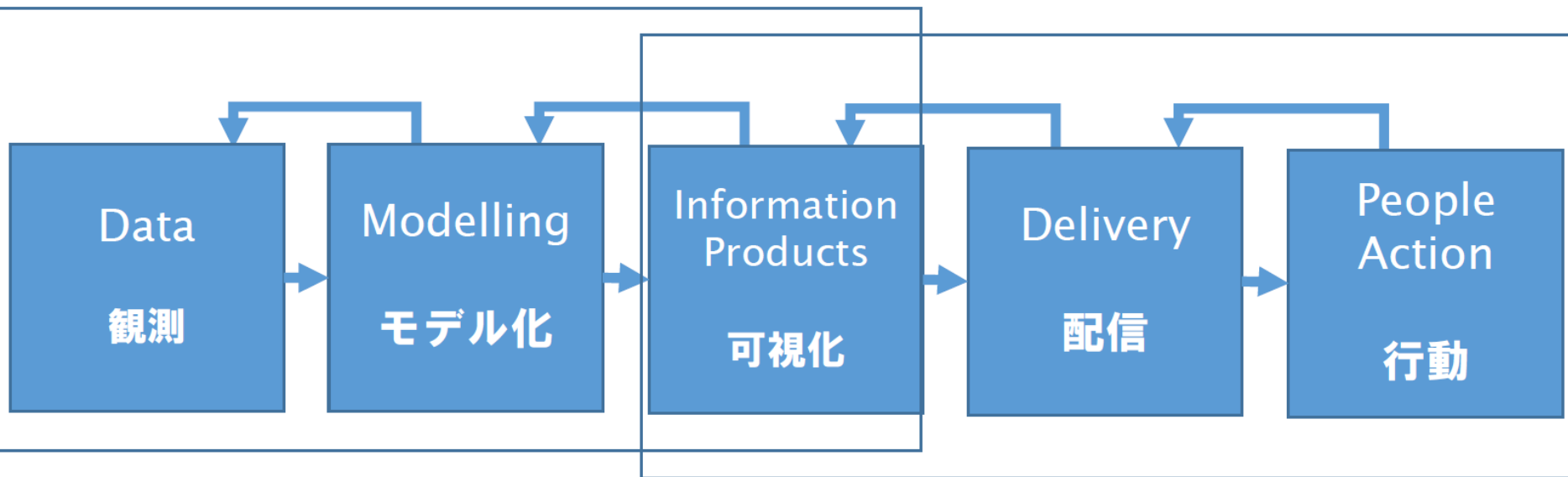


# 政府の熊本地震災害現地対策本部



# 分野・部門横断的アプローチ(TDA)とは

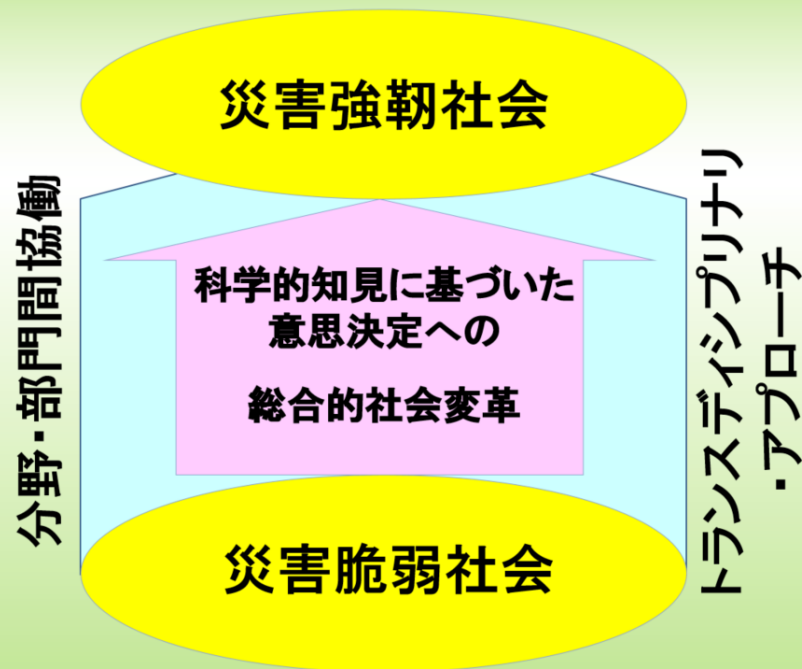
“Inter-disciplinarity” (理学, 工学, 社会学, 心理学等の融合)  
科学的技術的課題



“Trans-disciplinarity”  
(住民, 消防団, NPO, 自治体等)  
社会実装に向けた課題

この流れを阻害する原因を排除し最適化を行うことが重要

# TDAに向けたタイムラインの活用



## タイムラインによる情報共有

早め早めの防災・減災行動が、命を守り、経済被害を最小化する

タイムライン 「何時」、「何を」、「誰が」が地域をつなぐ



環境防災総合政策研究機構

- 地域の特性を生かしたタイムライン
- 各団体・各組織における情報の共有
- リアルタイム情報を用いた物理的な根拠に基づく意思決定



地域におけるきめ細かなリアルタイム情報が必要

IoT・AI・ビッグデータ



# 住民の声：ここに住み続けられるのか

①安全：（社会機能）  
大地震後の降雨による土砂災害にどう対応するか

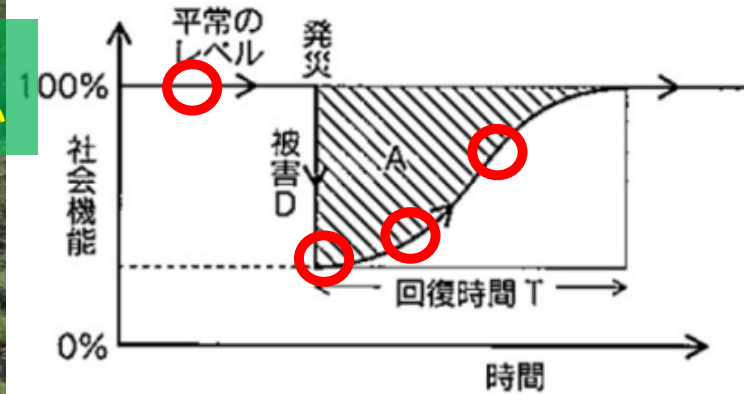
客観的

②リスクコミュニケーション

主観的

③安心：（住民）  
ここに住み続けられるのか？

住民が必要とする防災情報が変化



社会機能の回復程度  
＋  
リアルタイム防災情報

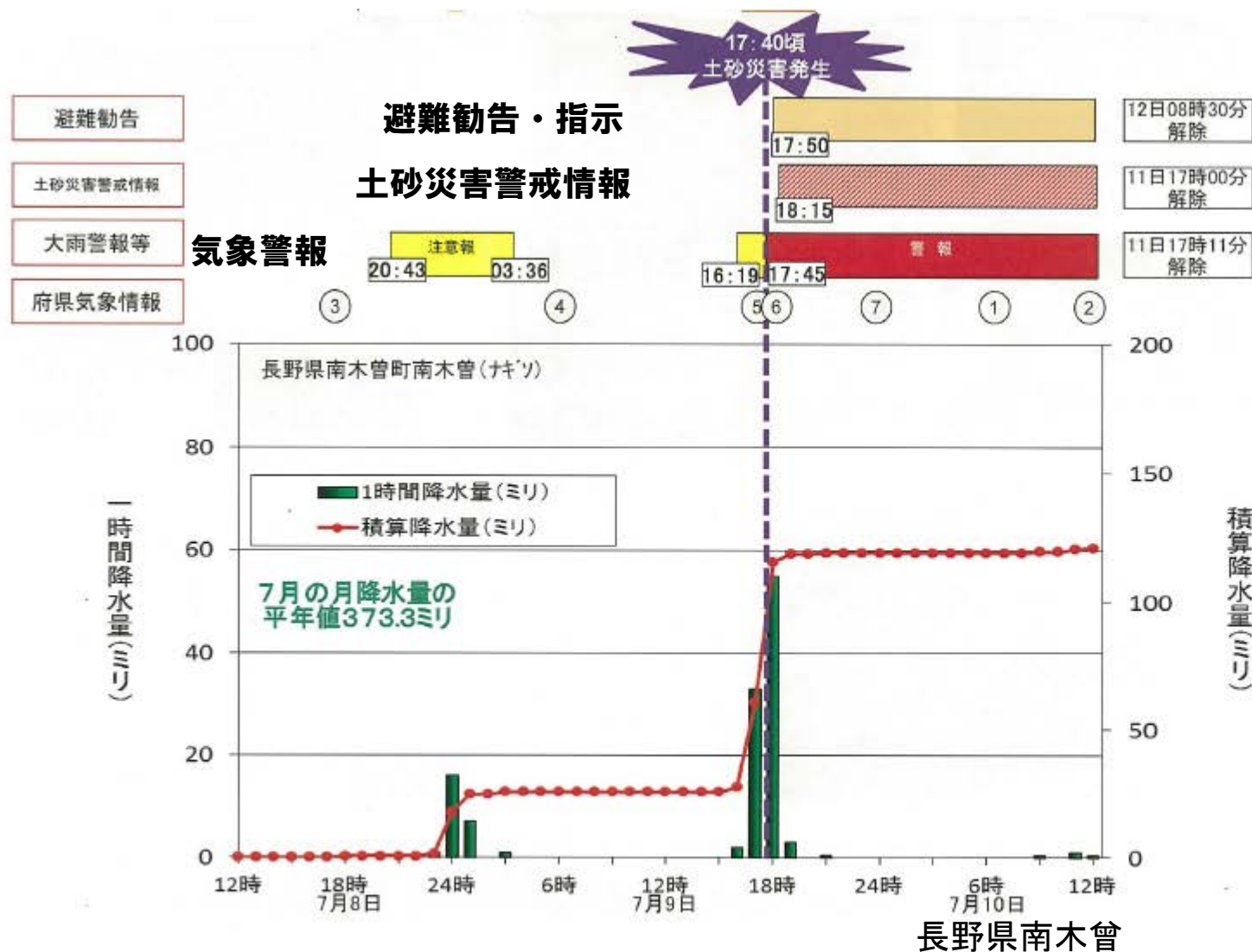
空間： 広 → 狭

時： 長 → 短

人： 多 → 個

- ①起こりうる現象の災害リスクの客観的な評価
- ②地域に合ったリアルタイム防災情報の提供と理解
- ③住民にリスクを納得して行動してもらう

# 豪雨時の警報，避難勧告の事例





# 山中に現れた地表地震断層



**西原村、集団移転提案へ**  
熊本地震 活断層付近の7地区

熊本地震の本震で震度7に襲われた熊本県西原村が被害の大きい7地区に集団移転を提案する方針を固めた。付近に活断層が通っていることから、将来的に住むのが難しいと判断したため、6月1日に住民説明会を開く。その後、地区ごとの住民の意向を確認し、同意が得られれば移転候補地の選定に入る。

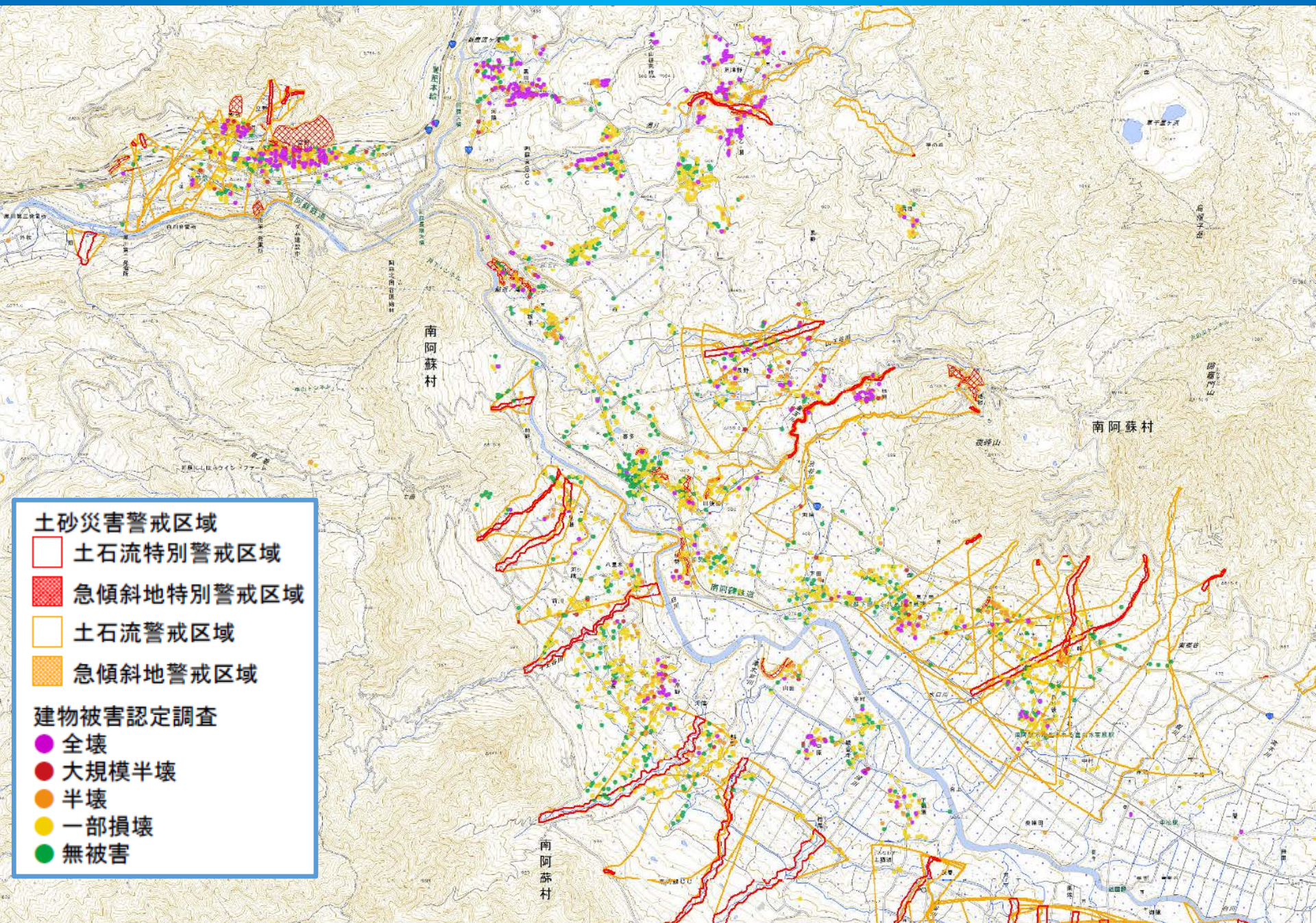
熊本地震で、集団移転について検討しているのが明らかになったのは初めて。村によると、対象は大切畑や古閑、布田、風堂などの計約150世帯。大部分が山の斜面やふもとに家屋が立っていて、全壊か大規模半壊した家が多く、高齢化も進んでいる。各地区は活断層付近にあり、再び地震が起きればさらに家屋が倒壊する危険性がある。複数の地区に山すそがかる大塚（標高409m）の山肌の一部に亀裂が入り、村は将来的に住むには危険と判断した。

村は国の補助が得られる「防災集団移転促進事業」の仕組みを使う考えで、住民説明会では、事業の手順や受けられる補助金などについて説明する。とみられる。集団移転は、地区全戸でなくても一定戸数の同意が得られれば、移転候補地を選定し、移転計画作りができる。村は活断層を避けて、各地区からあまり離れていない場所を選ぶ意向。被害が激しかった一部の地区から5月中旬に集団移転の要望が出て、村が検討を始めたという。

日置和彦村長は「集団移転には時間がかかり、70歳以上の住民に家を建てる元気があるかわからない。住宅の問題は早急に手をつけた方がいいと判断した」と話した。北崎孝子、吉田恵



# 土砂災害警戒区域と建物被害





# どんな場所で何を測るのか？ 熊本の場合！











# 崩壊後に残った土砂（土石流危険渓流）





# 東下田川での観測事例

## 台風16号時の状況





# 斜面モニタリング状況

熊本地震被災地域におけるLP計測および地上観測調査による地形・地盤情報の整備システム

雨読み込み ホーム 実況情報 雨量情報 ダウンロード ログアウト 管理画面 2016/10/31 13:20



|           |             |   |   |   |
|-----------|-------------|---|---|---|
| 西原村・大峰山地区 | 10/31 13:10 | 0 | 0 | 0 |
| 幸下田川1     | 10/31 13:10 | 0 | 0 | 0 |

|      |             |   |   |   |
|------|-------------|---|---|---|
| 垂玉川1 | 10/31 13:10 | 0 | 0 | 0 |
| 西ヶ江川 | 10/31 13:10 | 0 | 0 | 0 |

|      |             |   |   |   |
|------|-------------|---|---|---|
| 芝原川1 | 10/31 13:10 | 0 | 0 | 0 |
| 一里山川 | 10/31 13:10 | 0 | 0 | 0 |

|     |             |   |   |   |
|-----|-------------|---|---|---|
| 湊川  | 10/31 13:10 | 0 | 0 | 0 |
| 南郷谷 | 10/31 13:10 | 0 | 0 | 0 |

|       |             |   |   |   |
|-------|-------------|---|---|---|
| 山王谷川1 | 10/31 13:10 | 0 | 0 | 0 |
|-------|-------------|---|---|---|

## 現地降水量のリアルタイムデータ一覧

熊本地震被災地域におけるLP計測および地上観測調査による地形・地盤情報の整備システム

雨読み込み ホーム 実況情報 雨量情報 ダウンロード ログアウト 管理画面 2016/10/31 13:20



|      |       |        |      |
|------|-------|--------|------|
| 全表示  |       |        |      |
| 計測地名 |       |        |      |
| 時刻   | 1時間雨量 | 24時間雨量 | 連続雨量 |

|    |             |      |       |       |
|----|-------------|------|-------|-------|
| 01 | 10/31 13:18 | 0.89 | 0     | -0.16 |
| 02 | 10/31 13:18 | 0.62 | 0     | -     |
| 03 | 10/31 13:19 | 0.46 | -0.54 | 0.41  |
| 04 | 10/31 13:18 | 1.01 | -     | -     |
| 05 | 10/31 13:18 | 1.08 | -     | -0.07 |
| 06 | 10/31 13:18 | 0    | -0.53 | 0     |
| 07 | 10/31 13:18 | 1.14 | -     | 0.57  |
| 08 | 10/31 13:18 | 1.34 | -0.31 | -     |
| 09 | 10/31 13:18 | 0.75 | -     | -     |
| 10 | 10/31 13:18 | 0.45 | -0.33 | -0.19 |

|    |             |      |       |       |
|----|-------------|------|-------|-------|
| 01 | 10/31 13:18 | 1.81 | -     | 0.57  |
| 02 | 10/31 13:18 | 2.52 | -     | -0.38 |
| 03 | 10/31 13:06 | 0.71 | -     | -     |
| 04 | 10/31 13:17 | 0.92 | -0.14 | -0.36 |
| 05 | 10/31 13:18 | 0.48 | -0.51 | 0.45  |
| 06 | 10/31 13:17 | 2.09 | -0.12 | 0.38  |
| 07 | 10/31 13:17 | 0.04 | -     | -     |
| 08 | 10/31 13:18 | 1.3  | 0.15  | -0.29 |
| 09 | 10/31 13:18 | 2.32 | 0.23  | 0.23  |
| 10 | 10/31 13:18 | 1.81 | -0.24 | 0.53  |

|    |             |      |       |       |
|----|-------------|------|-------|-------|
| 01 | 10/31 13:18 | 1.86 | 0.52  | 0.22  |
| 02 | 10/31 13:14 | 0.95 | -     | -     |
| 03 | 10/31 13:18 | 1.03 | -     | -     |
| 04 | 10/31 13:19 | 0.69 | -0.04 | 0     |
| 05 | 10/31 13:19 | 1.65 | 0.1   | -0.07 |
| 06 | 10/31 13:18 | 1.57 | 0.34  | -     |
| 07 | 10/31 13:18 | 1.5  | -     | 0     |
| 08 | 10/31 13:18 | 1.85 | 0.26  | 0.47  |
| 09 | 10/31 13:15 | 1.33 | -     | -0.08 |
| 10 | 10/31 13:18 | 1.97 | 0.28  | 0.02  |

|    |             |      |       |       |
|----|-------------|------|-------|-------|
| 01 | 10/31 13:17 | 0.34 | -0.24 | -     |
| 02 | 10/31 13:18 | 2.46 | -0.78 | -0.43 |
| 03 | 10/31 13:17 | 1.98 | 0.67  | 0.63  |
| 04 | 10/31 13:18 | 1.22 | -0.22 | -0.5  |
| 05 | 10/31 13:18 | 1.82 | 0.45  | 0.09  |
| 06 | 10/31 13:17 | 0.92 | -     | -     |
| 07 | 10/31 13:18 | 1.02 | -0.32 | -0.25 |
| 08 | 10/31 13:18 | 0.58 | 0.18  | 0.18  |
| 09 | 10/31 13:18 | 1.98 | -0.1  | 0.76  |
| 10 | 10/31 13:18 | 0.5  | -     | -     |

|    |             |      |       |       |
|----|-------------|------|-------|-------|
| 01 | 10/31 13:18 | 0.8  | -0.35 | 0     |
| 02 | 10/31 13:17 | 0.99 | -     | -     |
| 03 | 10/31 13:18 | 0.93 | 0.21  | 0.85  |
| 04 | 10/31 13:19 | 0.36 | -0.71 | -0.43 |
| 05 | 10/31 13:19 | 0.36 | -     | -     |
| 06 | 10/31 13:19 | 0.98 | -0.36 | -0.36 |
| 07 | 10/31 13:19 | 1.94 | 0.34  | -     |
| 08 | 10/31 13:18 | 1.43 | -     | 0.78  |
| 09 | 10/31 13:19 | 1.52 | -0.05 | -     |
| 10 | 10/31 13:18 | 1.22 | -0.32 | -0.32 |

|    |             |      |       |       |
|----|-------------|------|-------|-------|
| 01 | 10/31 13:15 | 1.18 | -     | -     |
| 02 | 10/31 13:18 | 0.57 | 0.15  | -0.02 |
| 03 | 10/31 07:40 | 1.65 | -     | -     |
| 04 | 10/31 13:18 | 1.12 | -     | -     |
| 05 | 10/31 13:18 | 1.89 | -     | -0.3  |
| 06 | 10/31 13:17 | 2.11 | -     | -     |
| 07 | 10/31 13:18 | 3.43 | 0     | 0.12  |
| 08 | 10/31 13:17 | 2.73 | -     | -     |
| 09 | 10/31 13:18 | 1.53 | -0.33 | -0.36 |
| 10 | 10/30 12:00 | 1.62 | -     | -     |

|    |             |      |       |       |
|----|-------------|------|-------|-------|
| 01 | 10/31 13:18 | 1.07 | 0.2   | 0.2   |
| 02 | 10/31 13:19 | 0.6  | 0.03  | 0     |
| 03 | 10/31 13:18 | 0.85 | -0.41 | -     |
| 04 | 10/31 13:18 | 1.64 | 0.05  | 0     |
| 05 | 10/31 13:19 | 1.12 | -0.45 | -0.46 |
| 06 | 10/31 13:18 | 0.46 | 0     | -     |
| 07 | 10/31 13:15 | 0.89 | -     | -     |
| 08 | 10/31 13:18 | 1.04 | 0.52  | 0.38  |
| 09 | 10/31 13:19 | 0.72 | 0.71  | -     |
| 10 | 10/31 13:18 | 0.61 | -0.35 | 0.01  |

|    |             |      |       |       |
|----|-------------|------|-------|-------|
| 01 | 10/31 13:19 | 1.47 | -0.69 | -0.33 |
| 02 | 10/31 13:18 | 1.34 | -0.13 | -0.13 |
| 03 | 10/31 13:19 | 1.39 | -     | 0.23  |
| 04 | 10/31 13:18 | 0.84 | -     | -0.37 |
| 05 | 10/31 13:18 | 1.76 | 0     | 0     |
| 06 | 10/31 13:18 | 1.12 | 0.44  | -0.19 |
| 07 | 10/31 13:18 | 0.35 | -     | -0.15 |
| 08 | 10/31 13:18 | 1.43 | -0.17 | -0.02 |
| 09 | 10/31 13:19 | 1.75 | 0.59  | 0.07  |
| 10 | 10/31 13:19 | 0.82 | -0.11 | -0.09 |

|    |             |      |       |       |
|----|-------------|------|-------|-------|
| 01 | 10/31 13:18 | 1.6  | -     | -     |
| 02 | 10/31 13:18 | 2.08 | 0.02  | 0.21  |
| 03 | 10/31 13:18 | 1.45 | -0.57 | -0.36 |
| 04 | 10/31 13:18 | 2.28 | 0.33  | 0.77  |
| 05 | 10/31 13:18 | 1.69 | -0.02 | -     |
| 06 | 10/31 13:18 | 0.65 | 0.64  | 0.06  |
| 07 | 10/31 13:17 | 1.98 | 1.29  | 0.86  |
| 08 | 10/31 13:18 | 1.37 | -0.34 | -     |
| 09 | 10/31 13:17 | 1.68 | -     | -     |
| 10 | 10/31 13:17 | 1.45 | 0.99  | 0.75  |

傾斜計センサーで観測された地表面変状のリアルタイムデータ一覧  
(※センサー転倒を検知すると赤色表示に変わる)

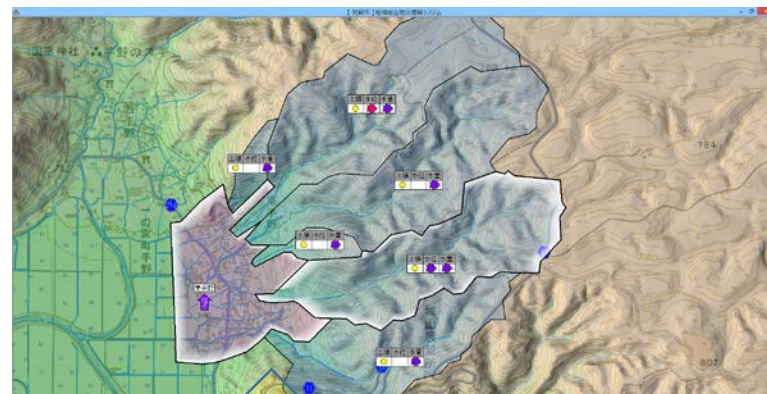
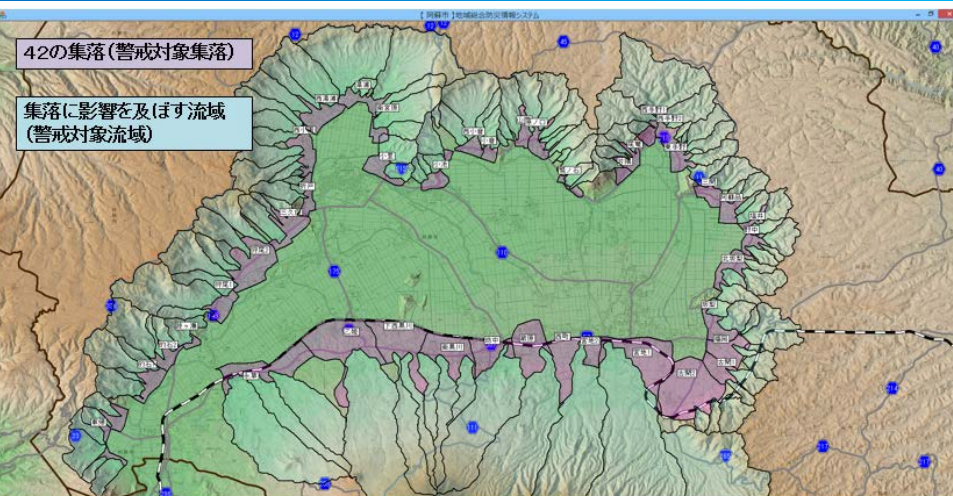
西原村・大峰山地区 幸下田川1 垂玉川1 西ヶ江川 芝原川1 一里山川 湊川 南郷谷 山王谷川1

MAP

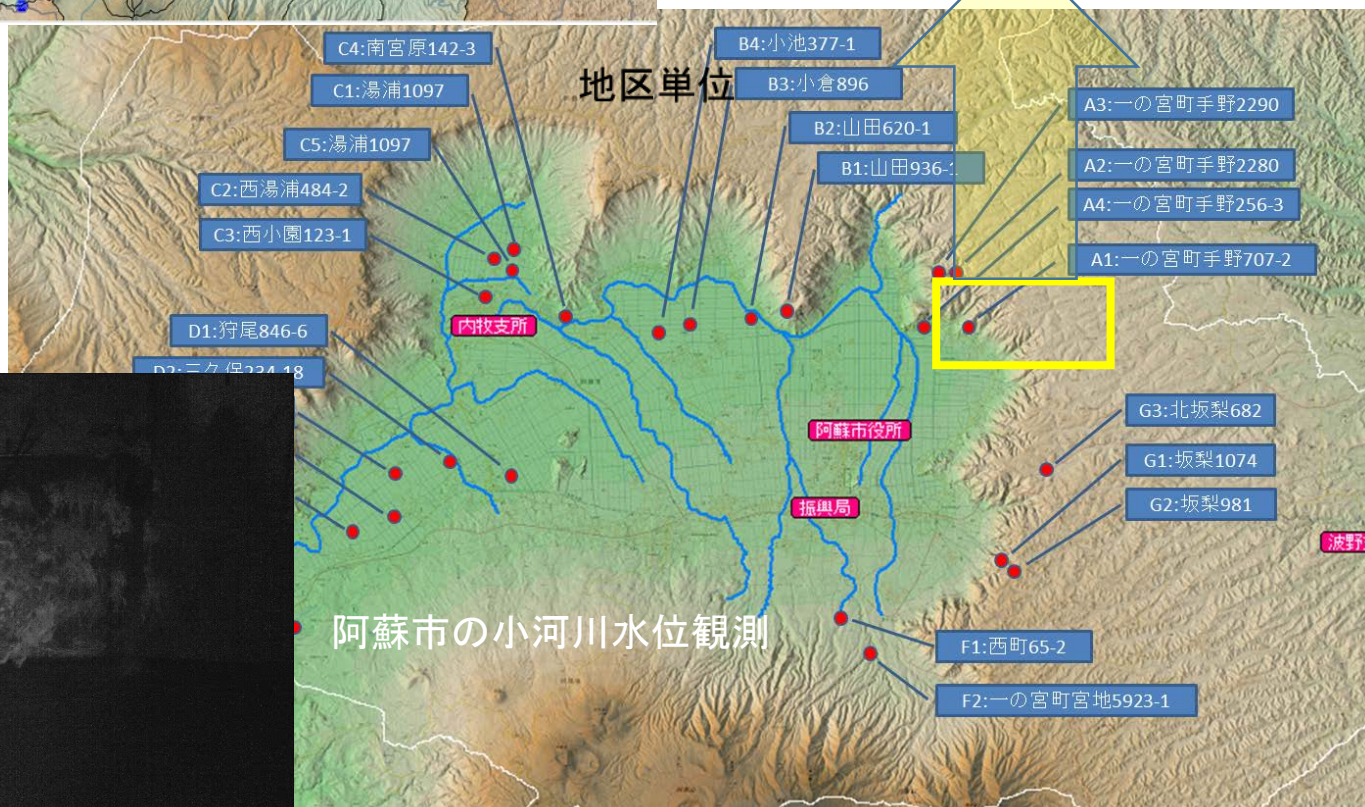
一分ごとに計測，センサー転倒を検知し担当者へメール



# 自治体に必要な危険度の見える化を目指す単位



地区単位



# 今後のセンサー技術（自律型無線センサーシステム）

| 項目      | 現状のセンサーシステムの課題                              | 今後のセンサーシステムへの要求<br>（普及への道）           |
|---------|---------------------------------------------|--------------------------------------|
| センサ     | 大型、高価                                       | 小型、安価、高耐久性・高信頼性<br>MEMS型加速度センサー      |
| （回路）    | 消費電力大                                       | 低消費電力、専用回路                           |
| （パッケージ） | 設置が不自由、大型、高価                                | 高耐久、設置が自由、小型、安価<br>（メンテフリーのセンサー）     |
| 電源      | 有線（設置困難、敷設コスト高い、<br>災害時断線）<br>電池（寿命短い、交換大変） | 自律電源（環境発電）<br>振動、熱（温度差）、太陽光、風        |
| 通信      | 有線（設置困難、敷設コスト高い、<br>災害時断線）                  | LPWA無線（遠隔、多数）、低消費電力                  |
| クラウド    | データ数限定                                      | ビッグデータ処理、予兆検知（危険度評価）<br>（多数点計測、常時計測） |

何を何のために測るのか？（**真の**ニーズが重要）



# Malaysia-Japan SATREPS Project

JST/JICA Program in Malaysia, 2011/6-16/6

**RESEARCH AND DEVELOPMENT FOR REDUCING GEO-HAZARD  
DAMAGE IN MALAYSIA CAUSED BY LANDSLIDE AND FLOOD**

**March 17, 2016**

Dewan Za'ba

Kementerian Pendidikan Tinggi  
Putrajaya, MALAYSIA.

By Professor Dr. Habibah Lateh  
登坂博行（東京大学教授）



マレーシアは熱帯気候と大きな降雨量（年間3000mm程度）による風化、浸食が激しく、斜面崩壊（地すべり、土砂崩壊など）による道路、送電鉄塔の被害、首都や北部ケランタン、東海岸側、マラッカなどにおける洪水氾濫被害が多い。



# 参画組織Organizations concerned

## Research team in Malaysia

- Universiti Sains Malaysia (USM)
- Multimedia University (MMU)
- Universiti Tenaga Nasional (UNITEN)

## Research team in Japan

- 東大 登坂教授 (代表) The University of Tokyo (UT)
- 千葉大 Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University (CEReS)
- 防災科学技術研究所 National Institute of Earth Science and Disaster Resilience (NIED)
- 土木研究所 International Centre for Water Hazard and Risk Management (ICHARM)
- ビジョンテック Experts from Vision Tech Inc.(VTI)
- 京大, 茨城大、九州大、新潟大、Kyoto Univ., Ibaraki Univ., Kyushu Univ. Niigata Univ.

## Ministries/Organizations in Malaysia

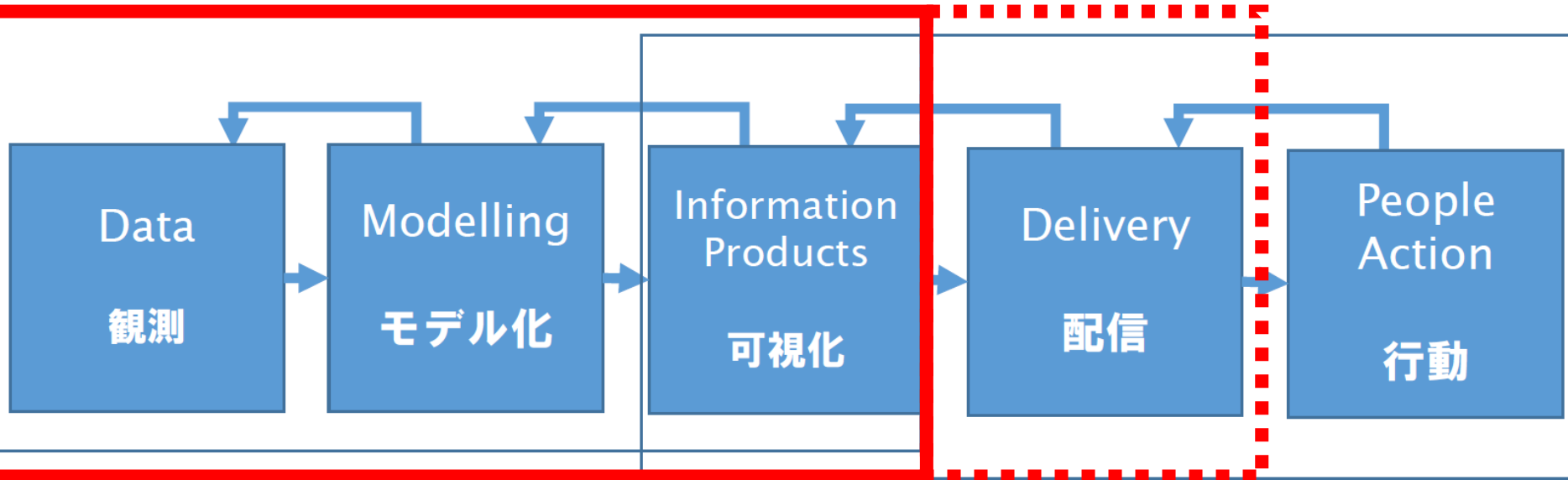
- Economic Planning Unit (EPU)
- Ministry of Higher Education (MOHE)
- Ministry of Science, Technology and Innovation (MOSTI)
- National Security Council (NSC)
- Public Works Department (PWD)
- Department of Irrigation and Drainage (DID)
- Malaysia Remote Sensing Agency (MRSA)
- Malaysia Meteorological Department (MMD)



# SATREPSマレーシア

“Inter-disciplinarity”

科学的技術的課題



“Trans-disciplinarity”

社会実装に向けた課題

部門間における情報の可視化（一元化）とEWSの構築

# REAL TIME EARLY WARNING FOR LANDSLIDE



Geomorphological, Geological, Geotechnical, Hydrological and Slope Geometry data.



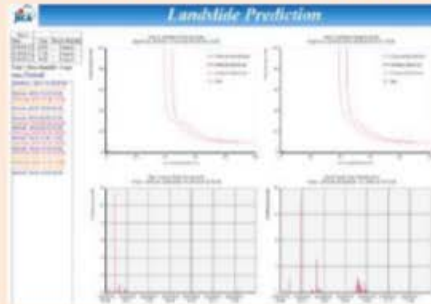
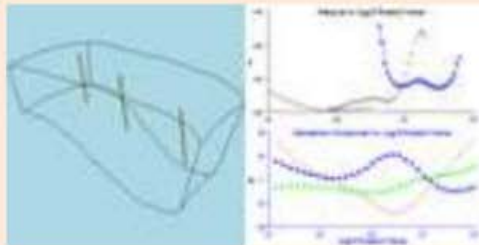
Rainfall, Water level, Slope Movement, moisture content



Forecasting system through

- Intergration of field information and satellite data
- Real time data

Stability calculations And Predictions



RESULTS AND LEVEL OF WARNING



Decision making



Alerting

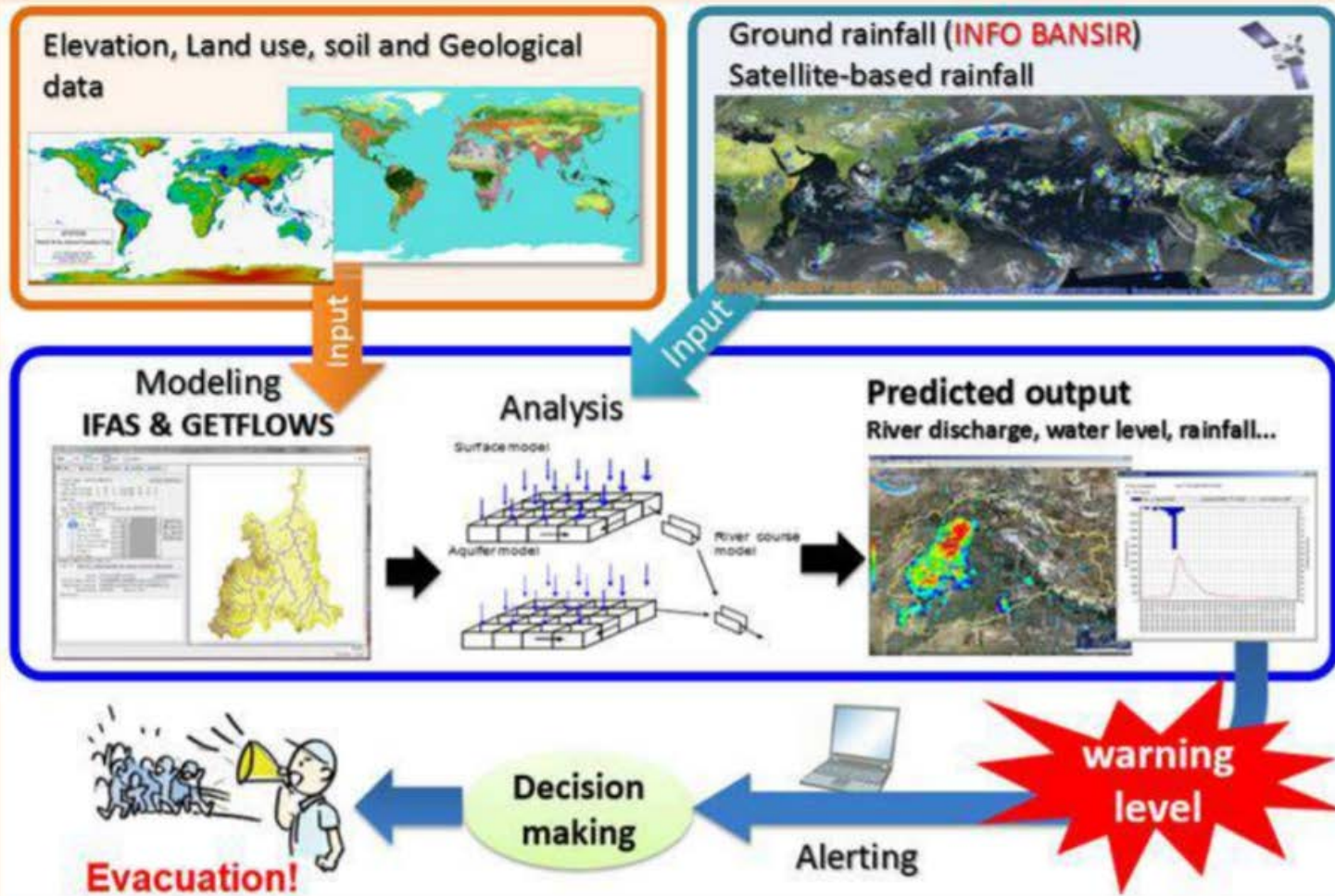
warning level



# REAL TIME EARLY WARNING FOR FLOOD

Forecasting system through

- real time satellite data
- intergration of field information
- intergration of historical field observation data

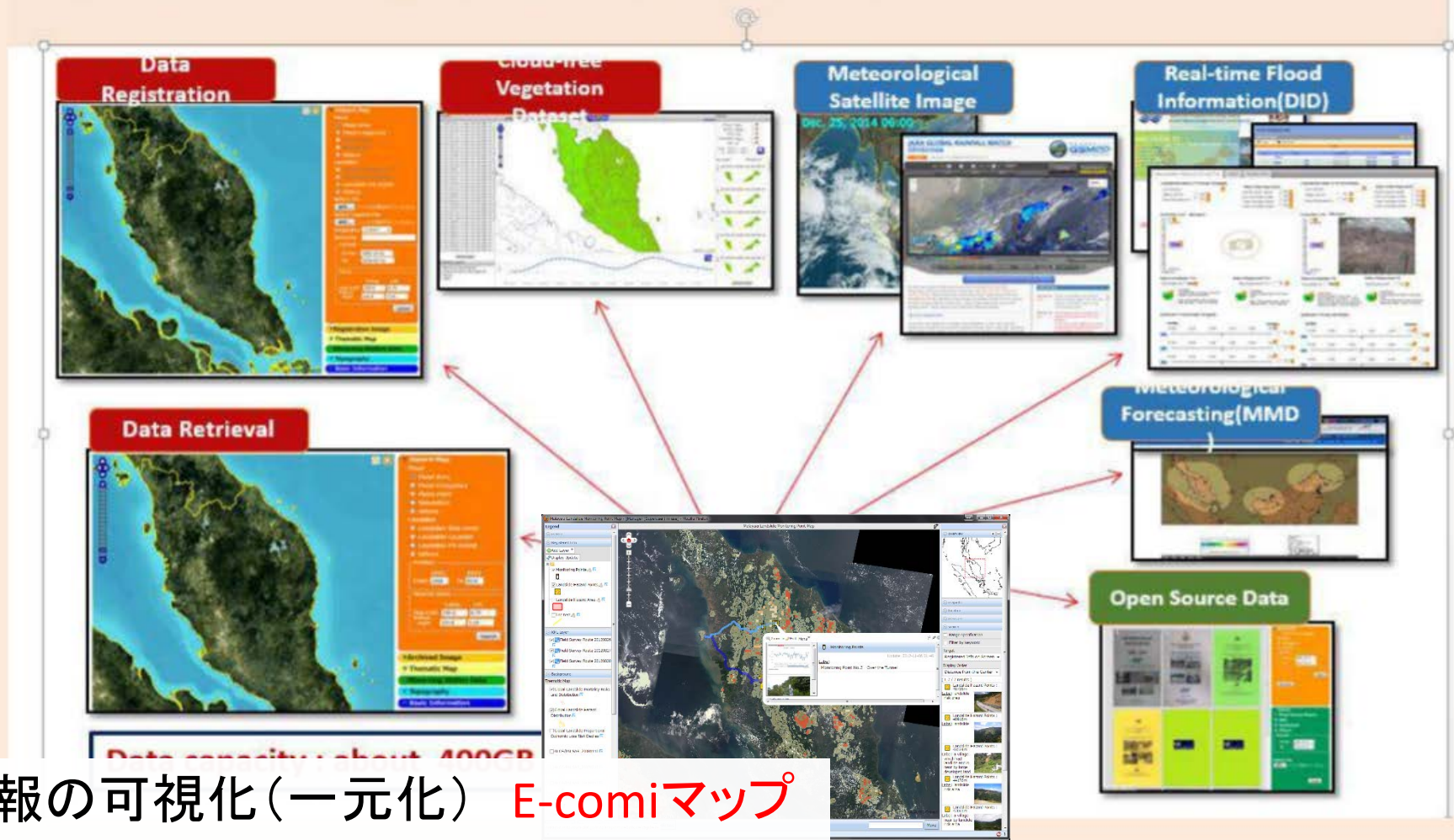


# DISASTER DATABASE



Hazard Watcher has following five functions

1. Data Registration (Upload)
2. Data retrieval (Download)
3. A 10-day-cloud free vegetation data
4. Portal sites to DID's and MMD's Home Page
5. Open source data





# ENGAGING SCHOOL CHILDREN IN DISASTER AWARENESS

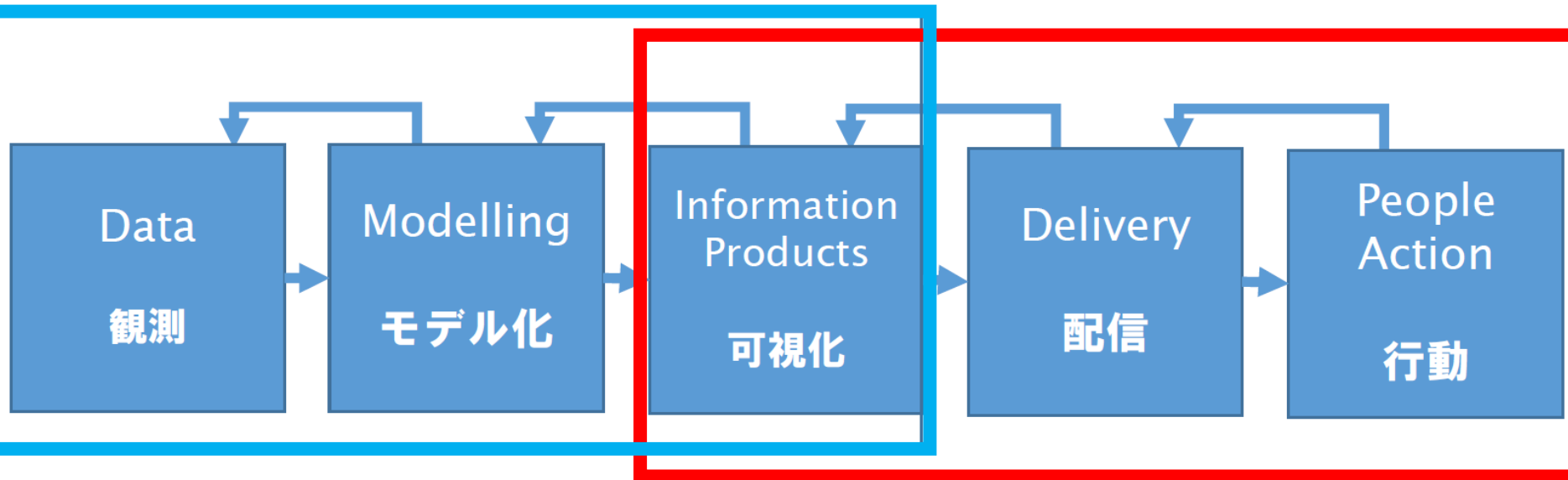


# NIED as a Whole Aims at High Quality “Risk Communication”

“Inter-disciplinarity”

科学的技術的課題

分野融合的 (interdisciplinary)  
分野横断的 (transdisciplinary)



“Trans-disciplinarity”

社会実装に向けた課題

この流れを阻害する原因を排除し最適化を行うことが重要





ご静聴頂きありがとうございました。