

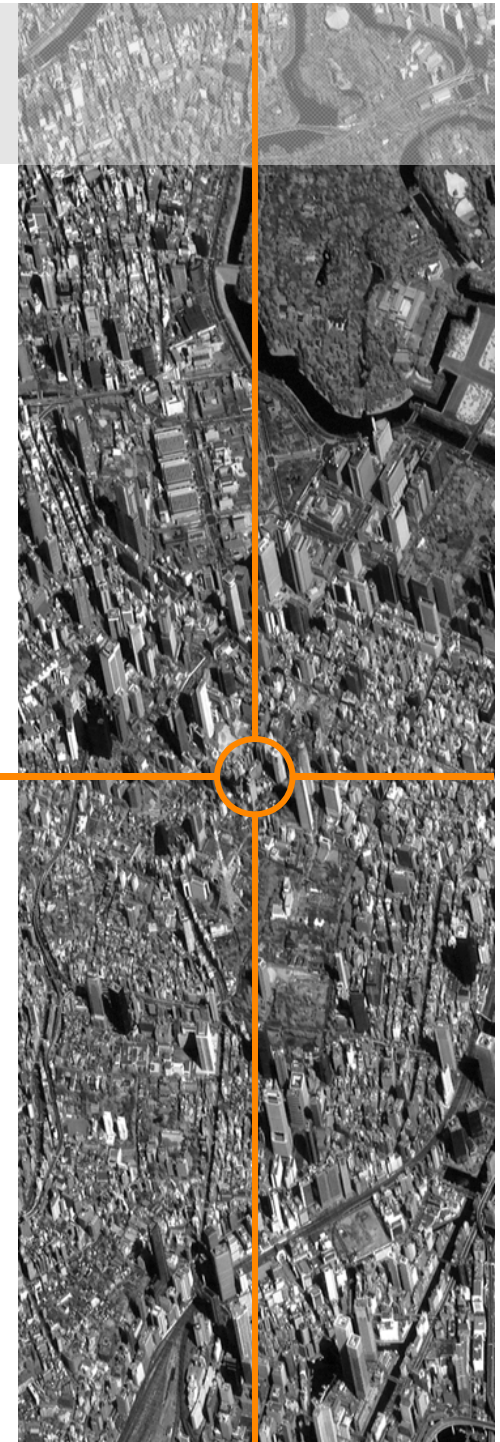
陸域観測技術衛星2号「だいち2号」データ利用シンポジウム

東南アジア地域におけるだいち2号等を用いた  
農業アプリケーション事例について

2015年11月17日

一般財団法人 リモート・センシング技術センター

奥村 俊夫



# 食料価格乱高下及び農業に関する行動計画

- 2011年、フランスでG20として初めての農業大臣会合が開催
  - 食料安全保障の確保を目的として、食料・農産物価格の乱高下への対処等について議論
  - G20による具体的な取組が盛り込まれた、「食料価格乱高下及び農業に関する行動計画」に合意

## ＜行動計画の概要＞

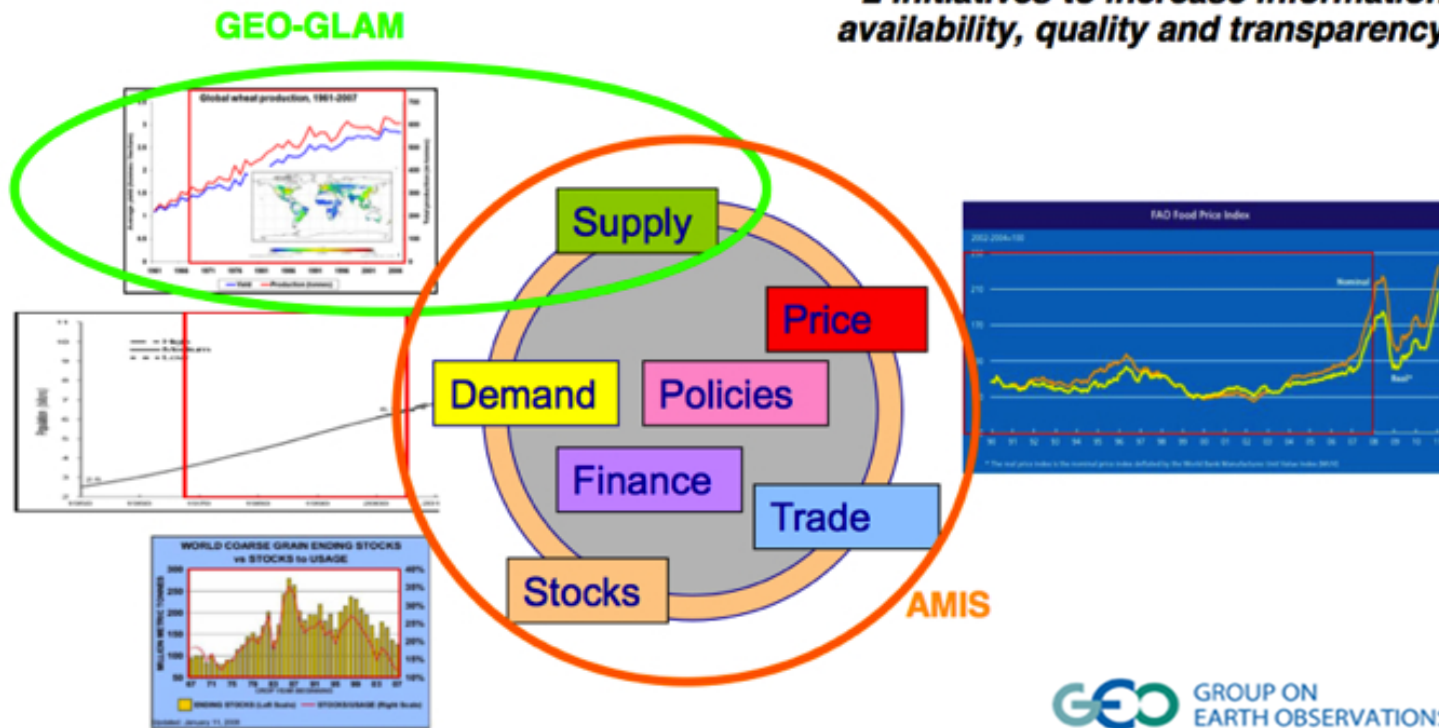
- (1) 農業市場情報システム (AMIS) (FAOに事務局)
- (2) 農業地理モニタリング (衛星情報等) →→→ GEO GLAMに委ねられた
- (3) 迅速対応フォーラム (危機の際に会合)
- (4) 緊急人道食料備蓄 (国連世界食糧計画 (WFP) によるパイロットプロジェクト等)

農水省ホームページより: <http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokkyo/g8agri/2011g20.html>

- 作物生産予測や気象予報を改善するため、最新のツール、特にリモートセンシングを用い、地球観測に関する政府間会合を通じて地理情報に基づく農業生産モニタリングに関する自主的な国際ネットワークを立ち上げることを決意する。この「世界農業地理モニタリングイニシアティブ」は、より正確な収穫の予測データを提供するという点で、AMISにとって価値のあるものとなる。

農水省ホームページ 行動計画(仮訳)より: <http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokkyo/g8agri/2011g20.html>

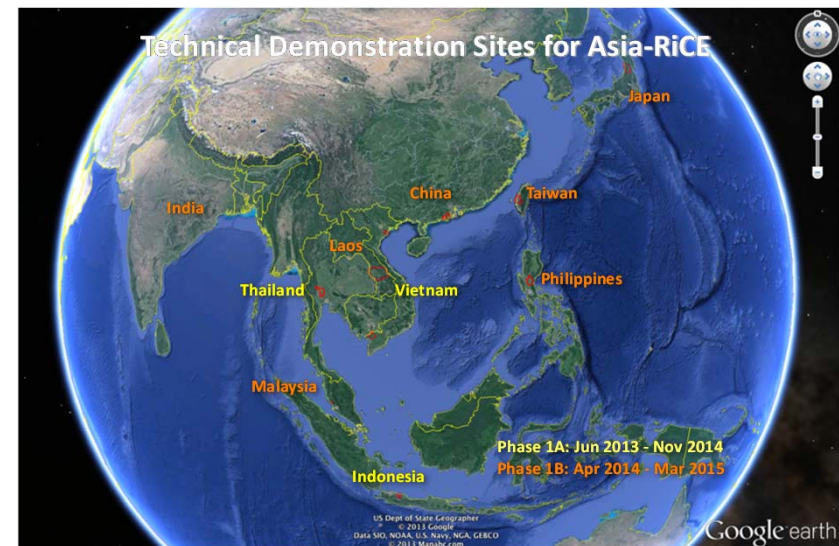
**2 initiatives to increase information availability, quality and transparency**



# Asia-RiCE for GEO GLAM/AMIS



- GEO GLAMイニシアティブにおける水稲に関わる部分に担当するため、JAXAが主導でアジアの宇宙機関および農業機関と連携し、Asia-RiCE (Asia Rice Crop Estimation & Monitoring) を立ち上げ
- アジア域の主要作物である水稲のモニタリング(作付、収量、作況見通し)について、リモートセンシング技術を用いた情報をGEO GLAMを通してFAO AMISに提供



<http://www.asia-rice.org>

# 人工衛星を用いた農業モニタリングの応用

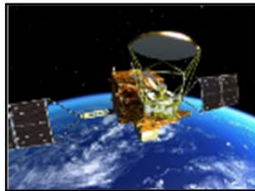
定期的、持続的な情報提供のため、一つの衛星・センサではなく、国際的なコンステレーションも踏まえた利用可能な複数衛星・センサの最大限の活用による時間分解能、空間分解能の補完が不可欠

## Satellites/Sensors

### SAR



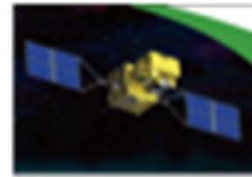
### Microwave Radiometer



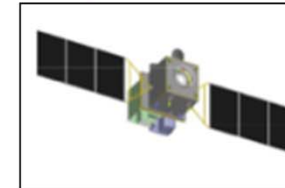
### Precipitation Radar



### Optical Sensor (Global Imager)

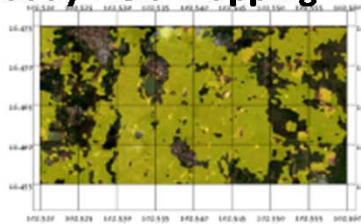


### Optical Sensor (High Res.)

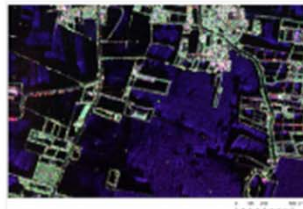


## Products from satellite data

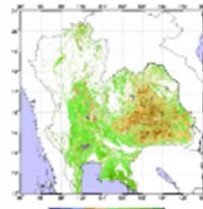
### Paddy Field Mapping



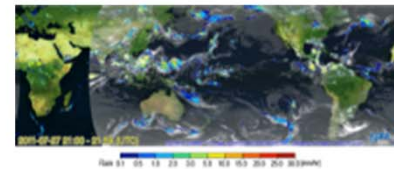
### Flood Monitoring



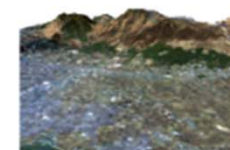
### Crop Growth



### Agro-meteorological Monitoring



### Topography



## Agricultural Applications

Agricultural  
Stat

Early Warning

Damage  
Assessment

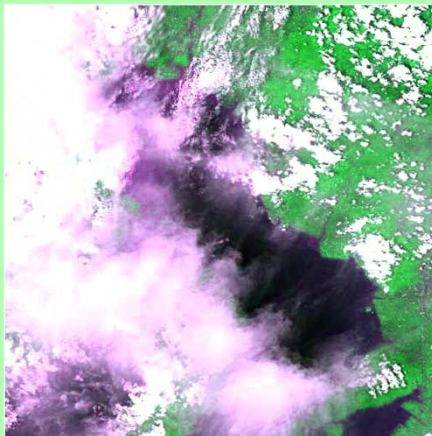
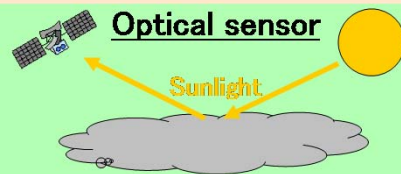
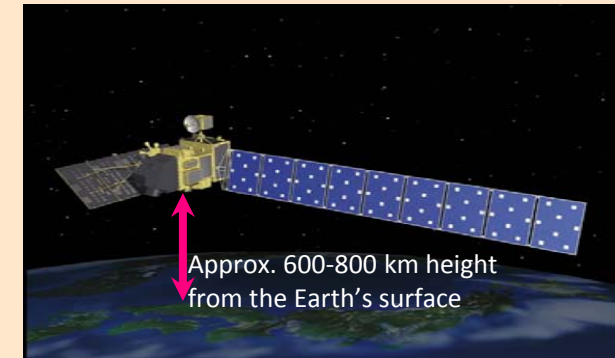
Land Resource  
Management



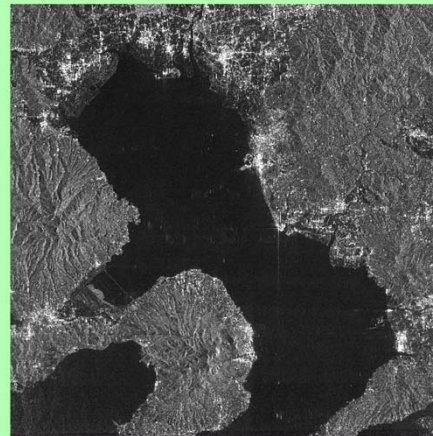
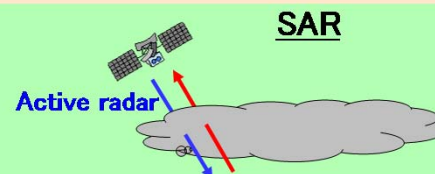
# 農業地理監視における地球観測衛星、SARの特徴

## 地球観測衛星の特徴：

- 広域(アクセスが困難な地域含む)
- 一貫性のある定期的な観測
- 準リアルタイム
- 費用対効果



ALOS AVNIR-2 : The cloud covers the ground in the optical sensor image.



ALOS PALSAR : SAR can observe the ground under the cloud.

Observed simultaneously

## Synthetic Aperture Radar (SAR)の特徴：

- 雲の影響を受けにくい
- 雲の多いアジア域ではSARが有効
- 時系列解析による水稲の識別

# 水稲作付面積、収量推定ソフト INAHOR



## ■ 水稲作付面積、収量推定ソフト INAHORの開発

- INAHOR : “INternational Asian Harvest mOnitoring system for Rice”
- 時系列SARデータを用いて水稲作付けマップ、面積情報などを提供
- JAXA請負業務にてRESTECが設計開発

## ■ 主な機能

- 水稲作付けマップ提供(生育ステージ分類を含む)
- 水稲作付け面積、収量情報の提供

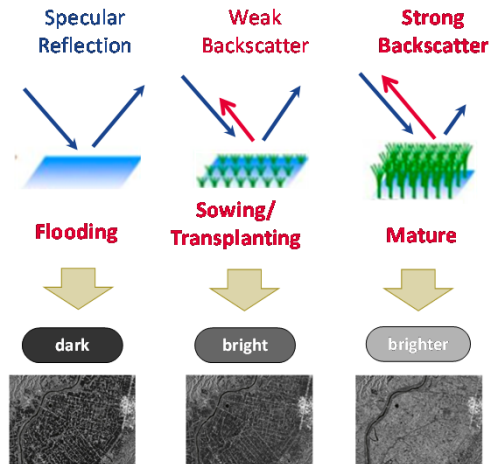
## ■ 入力データ

- 時系列SARデータ(ALOS PALSAR、ALOS-2 PALSAR-2、RADARSAT-2、Sentinel-1)

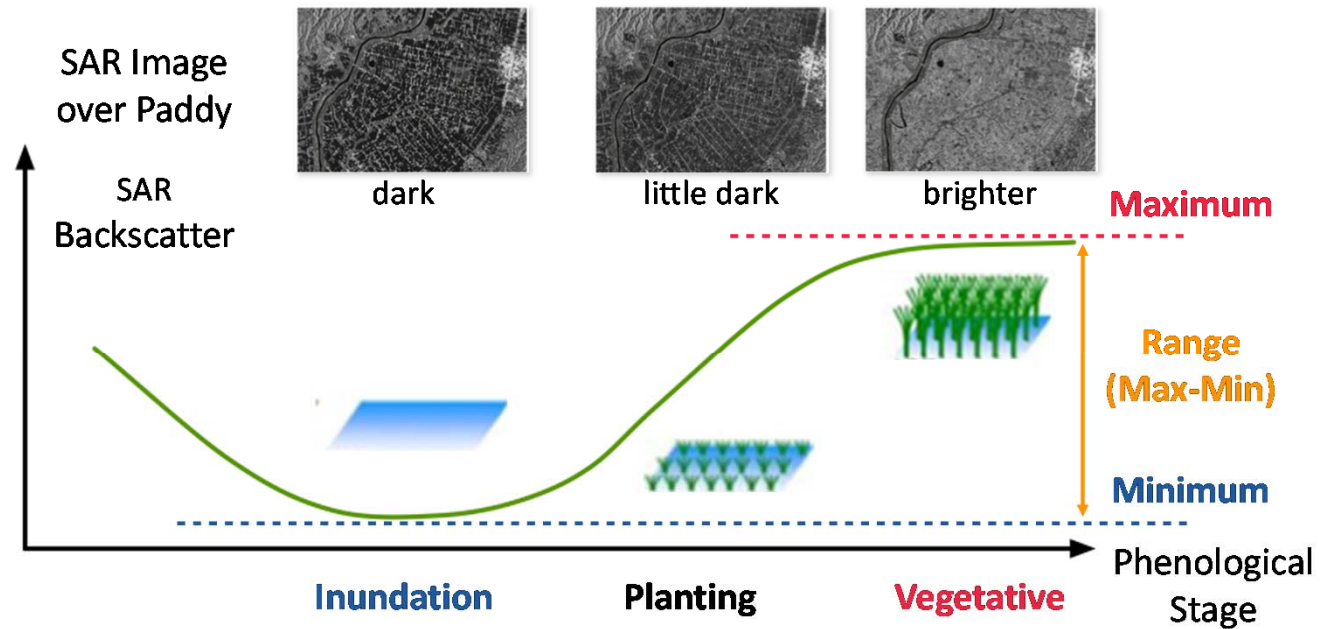


# 水稲作付面積、収量推定ソフト INAHOR

## ■ 水稲識別の基本的な考え方



- Paddy rice area has “Inundation” and “Vegetative” stages.



If (**Minimum** < Threshold1) and (**Range** > Threshold2)  
 (Inundation stage?) (Vegetative stage ?)



Rice Planted Area



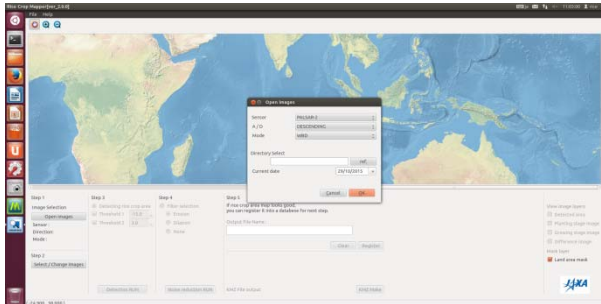


# 水稲作付面積、収量推定ソフト INAHOR

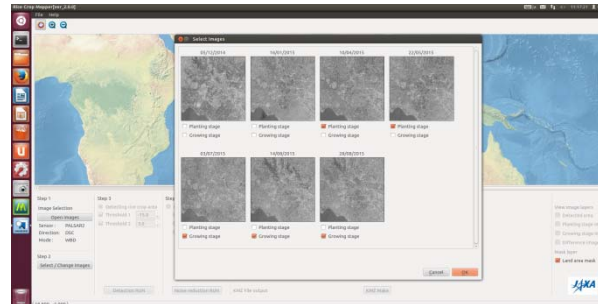
## ■ INAHORの設計・開発コンセプト

地方の統計職員の方を対象ユーザとし、容易に衛星データから統計に役立つ情報が得られるように設計・開発を実施

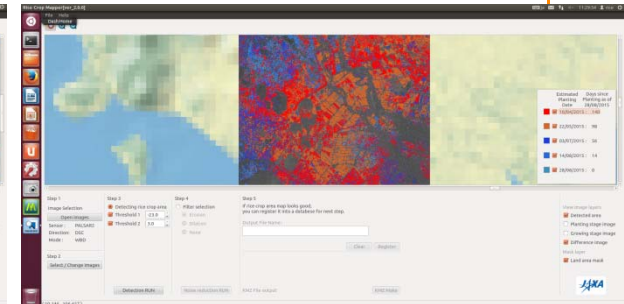
### 1) 衛星・センサ選択



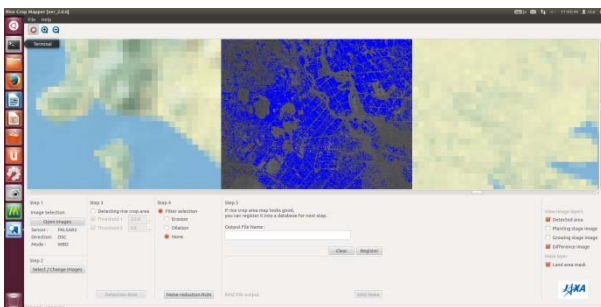
### 2) 田植期、生育期画像選択



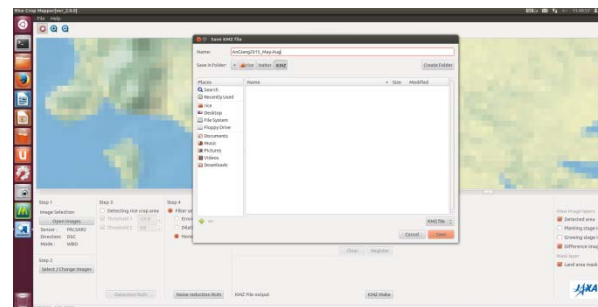
### 3) 閾値設定、水稲識別



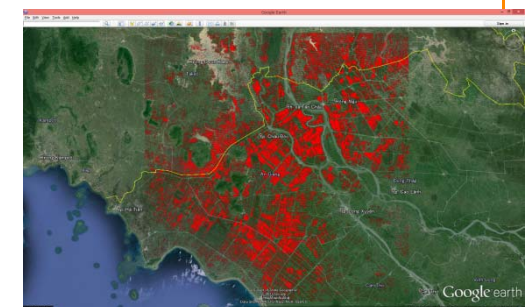
### 4) 2値化、フィルタリング



### 5) 水稲作付マップ保存



### KML出力対応





# INAHORを用いた事例紹介

## ■ Innovative Data Collection Methods for Agricultural and Rural Statistics

(ADB RCDTA リージョナル能力開発技術支援プロジェクト 8369)

## ■ APRSAF SAFE プロトタイピング

- Rice Crop Monitoring in the Mekong Delta, Vietnam
- SAR Technology Application for Paddy Crop Monitoring in Central Area of Paddy Production, in Indonesia

(JAXAのテクニカルアドバイザー支援)

\* ADB: アジア開発銀行

\* APRSAF (Asia-Pacific Regional Space Agency Forum): アジア・太平洋地域宇宙機関会議

\* SAFE (Space Applications for Environment): 宇宙技術による環境監視



Japan  
Fund for  
Poverty  
Reduction



This project aims to enhance the capabilities of **IN**ternational **A**sian **H**arvest **m**onitoring system for **R**ice (INAHOR), a software application developed by the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) for estimating rice crop area and production using radar satellite imagery.

## Impact:

More evidence-based policies and programs on food security

## Outcome:

Improved quality and timeliness of rice crop area and production estimates and forecasts.

## Outputs:

1. Customized software applications on analyzing satellite imagery and similar tools provided to pilot countries.
2. Selected staff in pilot countries are able to use output 1 as inputs into rice crop estimation and forecasting methods.
3. Online training program on the use of satellite imagery and similar tools for agricultural and rural statistics provided for open access.

# Innovative Data Collection Methods for Agricultural and Rural Statistics



Japan  
Fund for  
Poverty  
Reduction



## ■ 実施概要

改良したINAHOR (INAHOR-AD)を用い、4カ国における州・県単位での  
水稲面積、ステージなどの推定と地上検証データによる評価、これらの手法の現地への  
技術移転

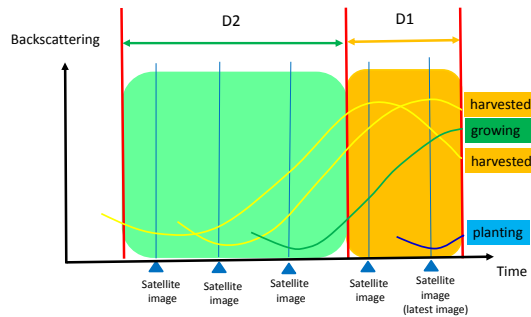
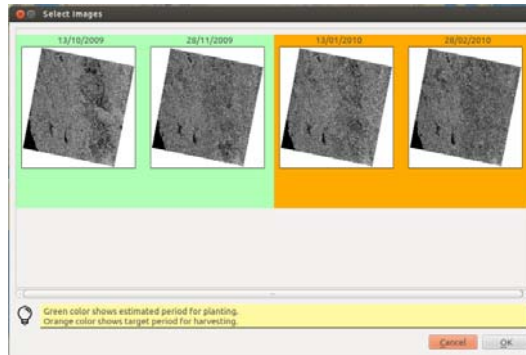
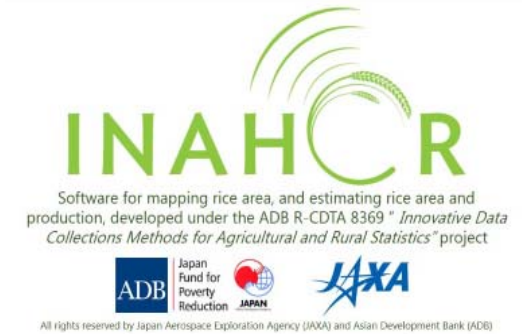
Executing Agency	Asian Development Bank
Source of Funds	Japan Fund for Poverty Reduction (貧困削減日本基金)
Pilot Countries	Lao PDR, Philippines, Thailand and Viet Nam
Technical Adviser	Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)
Implementation Period	June 2013 to November 2016
Consulting firm	RESTEC/AIT



# Innovative Data Collection Methods for Agricultural and Rural Statistics

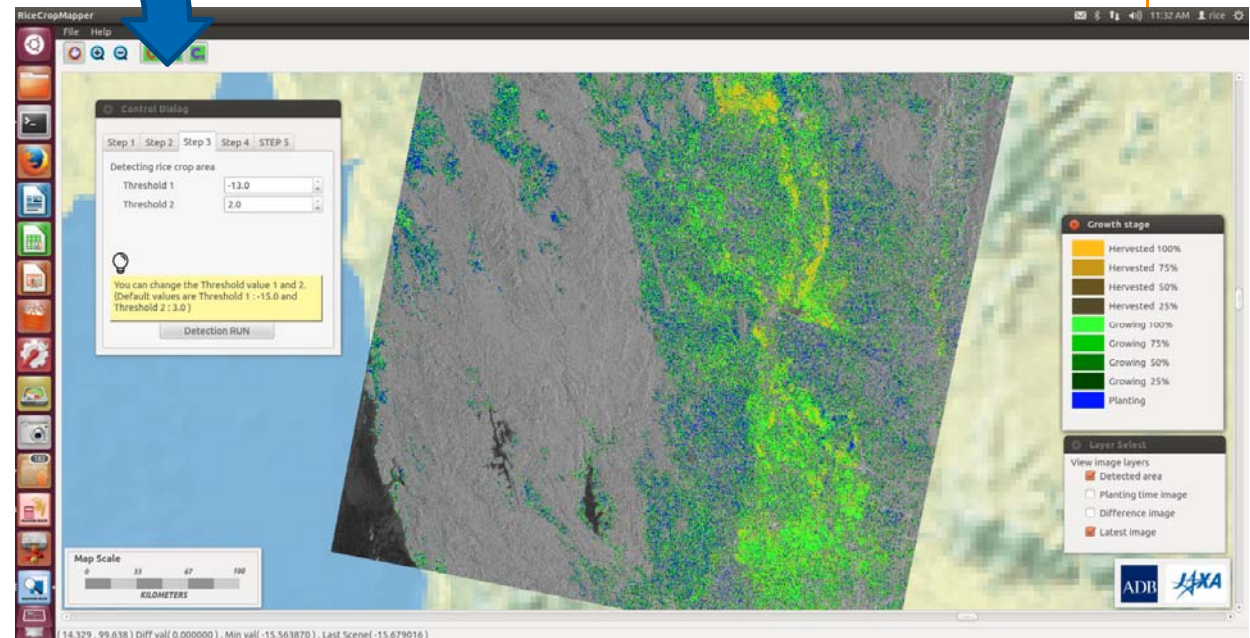
## 1. 水稲作付けマップ(生育ステージ分類を含む)提供

収量を求めたい期間を指定すると、必要な時系列データを自動で読み込み、田植え、生育、収穫の3つのステージに分類した水稲作付けマップを作成



D1: Rice crop period (one rice crop cycle (default is 100 days))

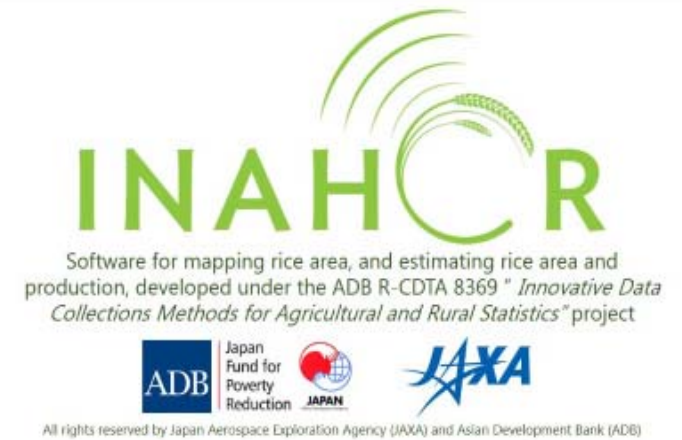
D2: Period to use to check a planting season data for target season (default is 150 days)



# Innovative Data Collection Methods for Agricultural and Rural Statistics

## 2. 収量情報提供

推定した水稲作付け面積を用いて、州・県、群、市町村といった3階層の境界域を対象に単収を入力し、収量を提供する。

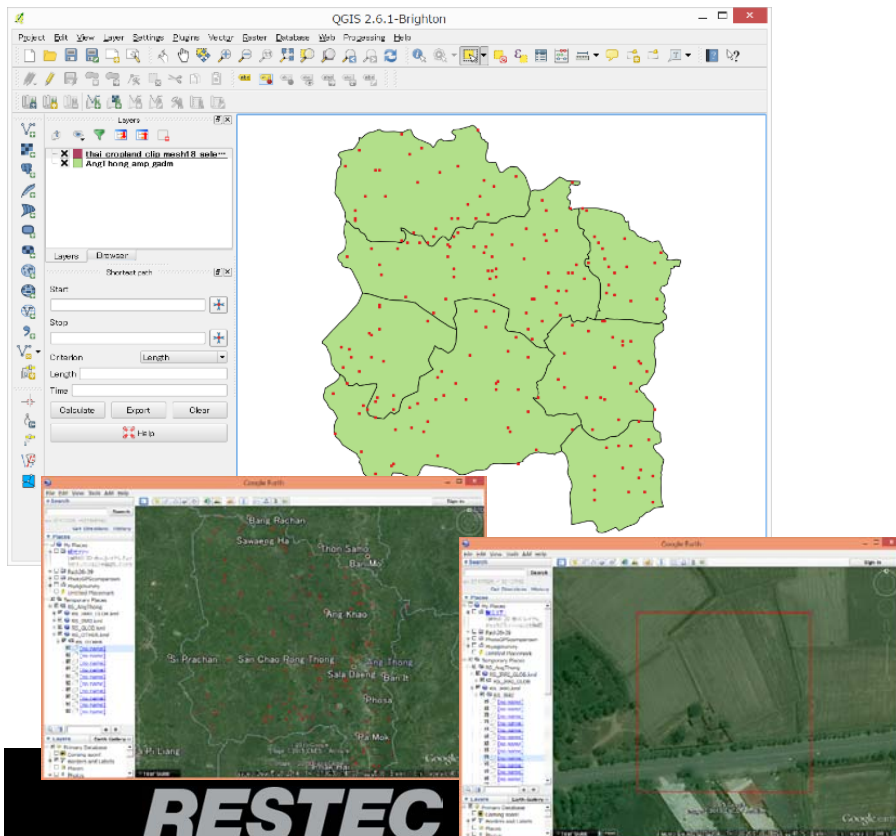


The screenshot displays the INAHOR software interface. On the left, a map shows a satellite view of a rice field with overlaid colored polygons representing planted areas and boundaries. A data table is open in the foreground, showing harvest and production data for various districts in Ang Thong province.

Province	District	Sub-District	Harvest Yield [t/ha]	Growing Yield [t/ha]	Planting Yield [t/ha]	Harvest acreage[ ha]	Growing acreage[ ha]	Planting acreage[ ha]	Harvest Production[t]
Ang Thong	Pho Thong	Ang Kaeo	5	5	5	2.74555	4.36604	0.485115	13.3562
Ang Thong	Wiset Cha...	Bang Chak	5	5	5	2.08496	9.68166	0.289005	10.239
Ang Thong	Pho Thong	Bang Chao Cha	5	5	5	2.22947	5.55302	0.443829	10.9151
Ang Thong	Pho Thong	Bang Phlap	5	5	5	0.299326	1.41406	0.402542	1.30568
Ang Thong	Pho Thong	Bang Rakam	5	5	5	0.278683	3.28227	0.97023	1.027
Ang Thong	Pa Mok	Bang Sadet	5	5	5	1.15602	6.96708	0.227075	5.32595
Ang Thong	Muang An...	Ban Hae	5	5	5	0.072251	0.71219	0.072251	0.211593
Ang Thong	Muang An...	Ban It	5	5	5	0.144502	2.73522	0.185789	0.588331
Ang Thong	Sawaengha	Ban Phran	5	5	5	0.959909	9.09333	1.53792	3.88608

# Innovative Data Collection Methods for Agricultural and Rural Statistics

3. 現地検証・推定結果の検証、トレーニング  
QGISなどを用いた調査地図面準備や、タブ  
レット端末を用いた現地調査の実施(120サン  
プル)。その結果をINAHOR-ADの検証に利用。





Japan  
Fund for  
Poverty  
Reduction



## ■ 実施内容・実施状況

### 1. 能力開発・技術移転

- リモートセンシング全般(光学、SAR)の基礎トレーニング実施
- ALOS PALSARアーカイブデータを用いたINAHORトレーニング実施
- 現地統計機関からのINAHOR-ADへの改善要求への対応
- タブレットを用いた現地調査のトレーニング実施

### 2. 水稻作付マップ、収量情報提供および検証作業

- 田植え時期の現地調査実施
- 収穫時期の単収調査を実施中(クロップカッティング)
- 観測計画の調整および観測状況の確認、プロジェクトで利用するALOS-2データの選定実施
- ScanSARプロダクトにおいて、スキャン間ムラの報告があり、データ調達が保留されていた
- 今後ALOS-2データ入手、INAHOR-ADによる処理および検証作業、閾値最適化の確立、それらを対象とした最終トレーニングを来年の上旬に実施予定



## プロトタイピングの概要(2014年から2016年)

### ■ Rice Crop Monitoring in the Mekong Delta, Vietnam

- 目的: 米の作付け地および生育の監視と米の単収と収量の推定

ALOS、ALOS-2を用いた水田マップ作成、単収推定モデル開発、単収マップ作成、GISデータベース作成などの実施

### ■ SAR Technology Application for Paddy Crop Monitoring in Central Area of Paddy Production, in Indonesia

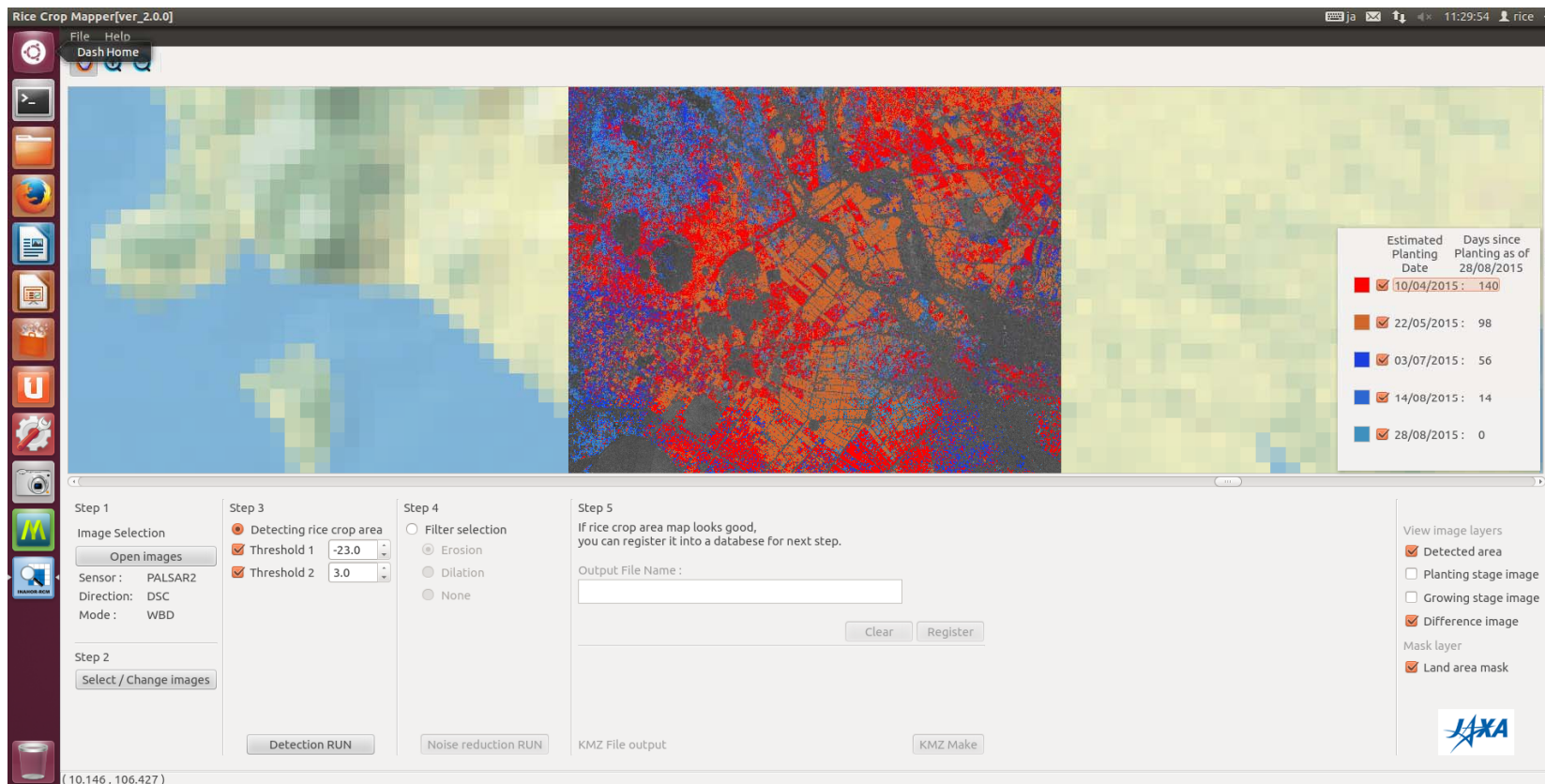
- 目的: 定期的な米の作付けエリアおよび収量の推定とモニタリングのための衛星データの活用の評価

SARデータを用いた水田マップの更新、収量予測評価のための毎月の生育状況(湛水・生育・収穫)の情報作成、現地調査に基づく収量推定モデルの開発

## ■ ベトナム メコンデルタの実施状況

現地機関に対し、2015年のALOS-2データを用いたINAHORのトレーニング実施(11/3)。

現在、現地機関にて処理結果の検証を実施中。



The screenshot shows the Rice Crop Mapper software interface. The main window displays a map of the Mekong Delta region, with a legend on the right side. The legend lists the following data:

Estimated Planting Date	Days since Planting as of 28/08/2015
10/04/2015	140
22/05/2015	98
03/07/2015	56
14/08/2015	14
28/08/2015	0

The interface also shows several steps for processing the data:

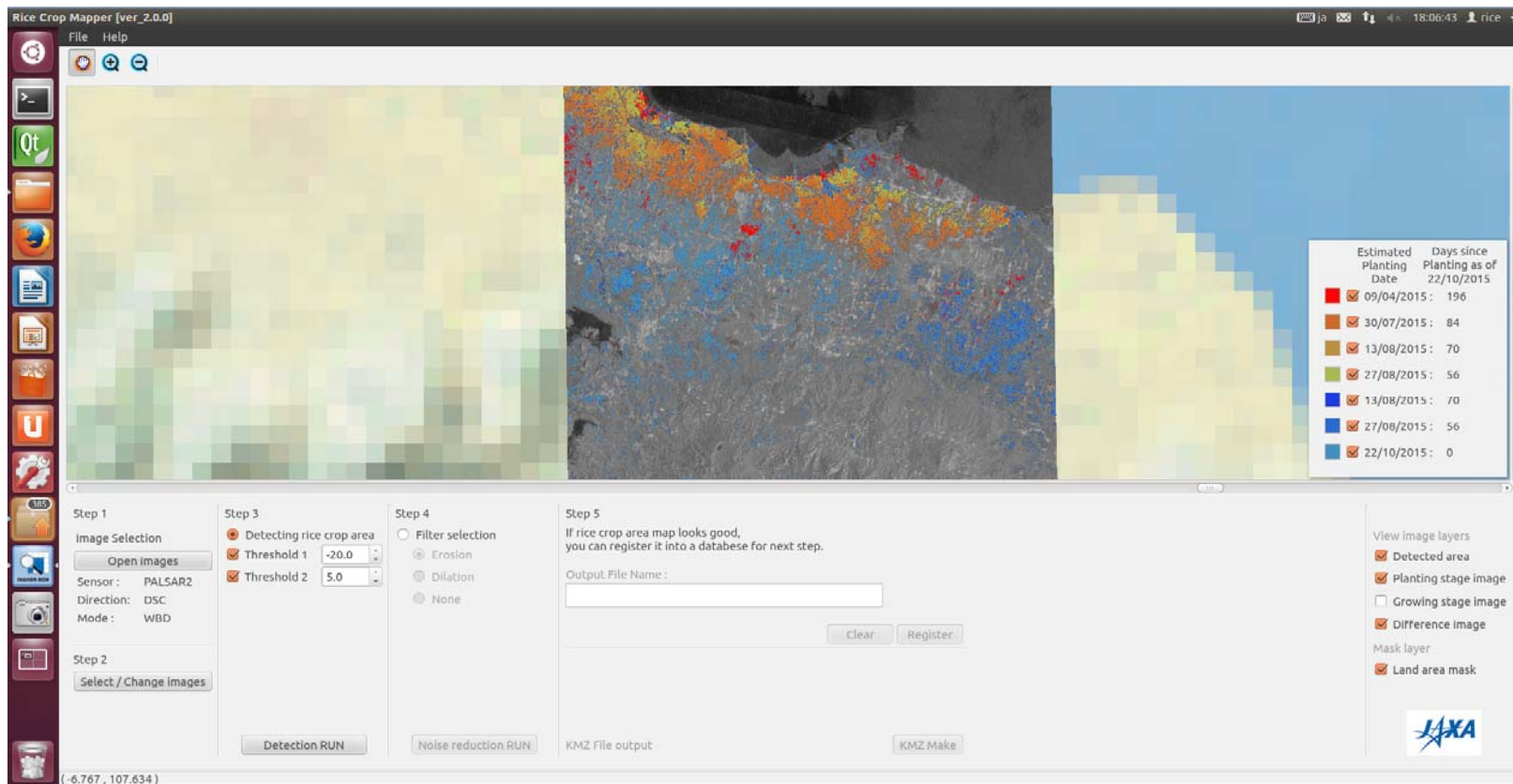
- Step 1: Image Selection (Sensor: PALSAR2, Direction: DSC, Mode: WBD)
- Step 2: Select / Change images
- Step 3: Detecting rice crop area (Threshold 1: -23.0, Threshold 2: 3.0)
- Step 4: Filter selection (Erosion, Dilation, None)
- Step 5: If rice crop area map looks good, you can register it into a database for next step. (Output File Name: [input field], Clear, Register)

Additional options include View image layers (Detected area, Planting stage image, Growing stage image, Difference image) and Mask layer (Land area mask). The JAXA logo is visible in the bottom right corner of the software window.

## ■ インドネシアの実施状況

現地機関に対し、2015年のALOS-2データを用いたINAHORのトレーニング実施(11/10)。

現在、現地機関にて処理結果の検証を実施中。



The screenshot shows the Rice Crop Mapper [ver\_2.0.0] software interface. The main window displays a satellite image with a color-coded overlay representing rice crop areas. A legend on the right side of the window provides the following data:

Estimated Planting Date	Days since Planting as of 22/10/2015
<input checked="" type="checkbox"/> 09/04/2015	196
<input checked="" type="checkbox"/> 30/07/2015	84
<input checked="" type="checkbox"/> 13/08/2015	70
<input checked="" type="checkbox"/> 27/08/2015	56
<input checked="" type="checkbox"/> 13/08/2015	70
<input checked="" type="checkbox"/> 27/08/2015	56
<input checked="" type="checkbox"/> 22/10/2015	0

The interface includes several control panels:

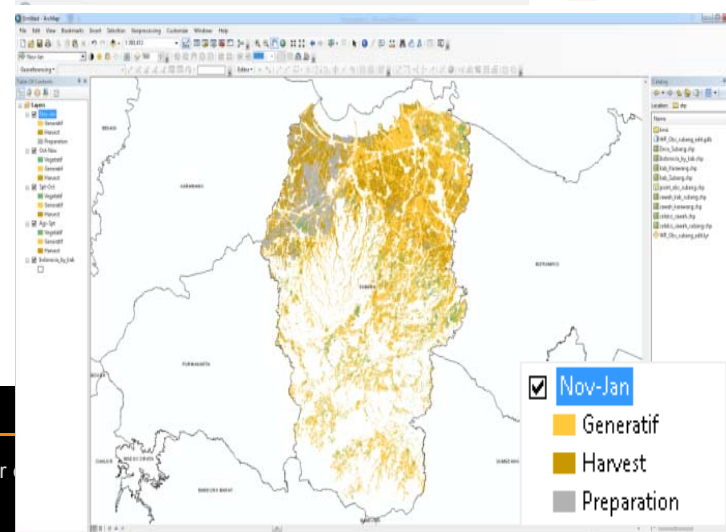
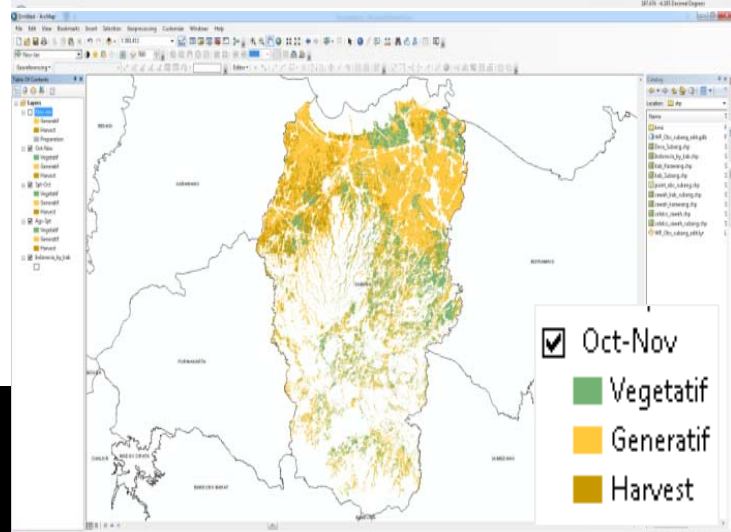
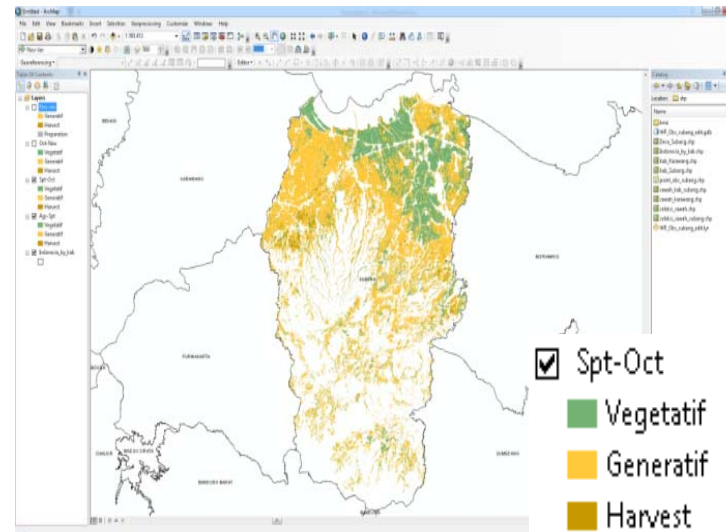
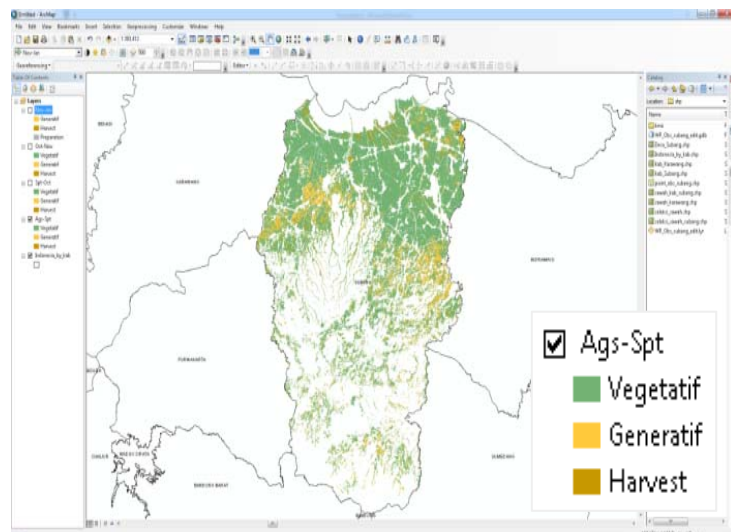
- Step 1: Image Selection** (Open images, Sensor: PALSAR2, Direction: DSC, Mode: WBD)
- Step 2: Select / Change images**
- Step 3: Detecting rice crop area** (Threshold 1: -20.0, Threshold 2: 5.0)
- Step 4: Filter selection** (Erosion, Dilation, None)
- Step 5: Register** (Output File Name, Clear, Register, KMZ Make)

Additional options include "View image layers" (Detected area, Planting stage image, Growing stage image, Difference image, Mask layer, Land area mask) and a "JAXA" logo.

# APRSAF SAFE プロトタイピング



対象地域 (Subang) における、2014年8月から2015年1月にかけての  
ALOS-2データを用いた、毎月の生育状況



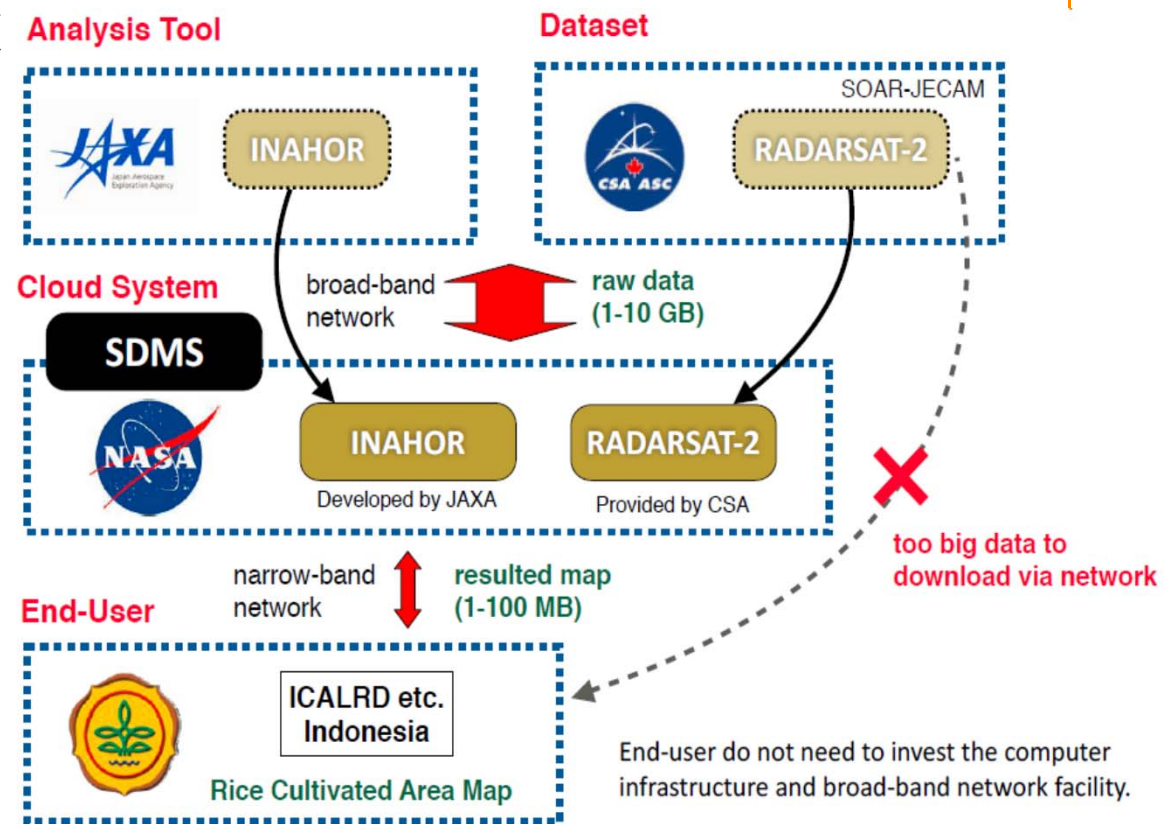
# APRSAF SAFE プロトタイピング



## ■ INAHOR on SDMS (クラウドコンピューター)

大容量の衛星データを大量にオンラインで伝送し、ハイスペック計算機により処理することは、東南アジア地域では容易ではない。その対策として、データおよび処理ソフトINAHORをクラウドに載せてエンドユーザに使って頂く試みも評価を行っている。

評価に当たっては、NASA・CEOS SEOが提供するクラウドを利用。  
(Space Data Management System)



# 実利用にむけての課題と対策

## ALOS-2を用いる際の現地機関等のニーズ

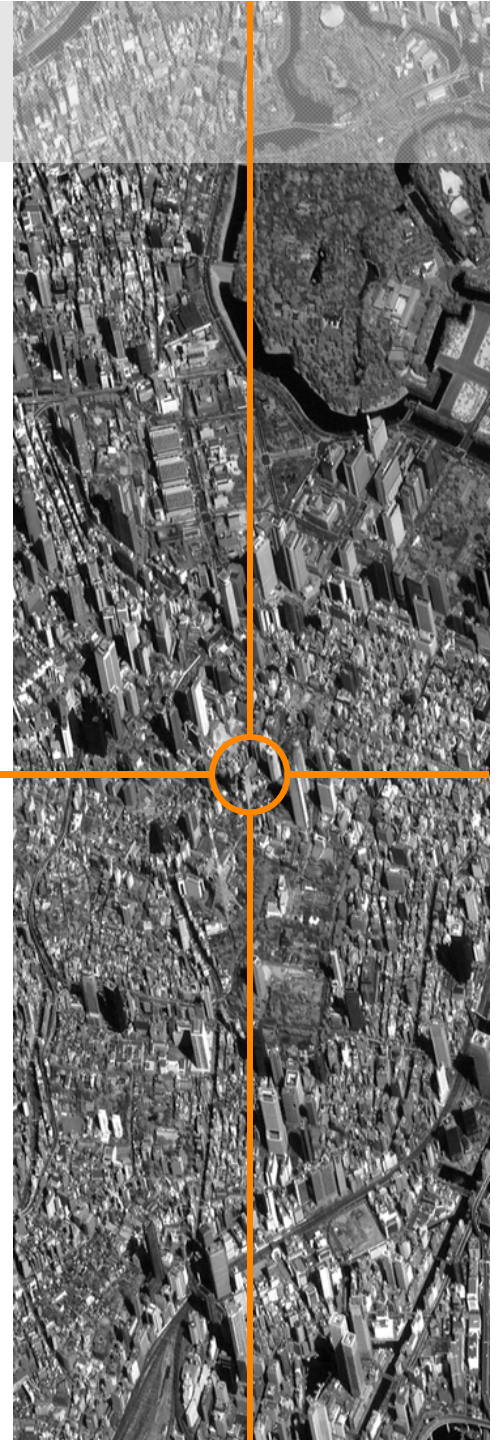
- 東南アジアでは年間を通じて稲作が行われ、毎月、作況情報を作成する必要があり、その実現のため、
  - 国土または主要な穀倉地帯といった広範囲のデータが必要不可欠で、
  - 2週間(最低でも毎月)の観測、データ提供を希望する声が多い、
  - 合わせて、データの調達のしやすさや、ネットワークを含む計算機環境などへの心配が挙げられた
    - ⇒ 継続的かつ同一観測モードによる、広範囲、高頻度の観測および適正な価格での提供
    - ⇒ クラウドサービスなどを活用した処理環境の提供
    - ⇒ Sentinel-1などのフリーデータとの組み合わせ解析による時空間の補完のための研究開発
    - ⇒ ALOS-2、INAHORなどの最大限の活用のためのPDCAサイクルの実施
- 米以外の作物も含めた農業管理、営農支援(効率的な病虫害対策、施肥、収穫、品質向上ブランド化など)への関心の声も多い
  - ⇒ ニーズに応えるための技術開発とその成果の提供。(INAHORの高機能化や農業気象情報と組み合わせた作況見通し、予測との連携)
- 実利用にむけたJAXA様との今後の協力を希望する機関もある(インドネシアなど)

# まとめ

## ■ まとめ

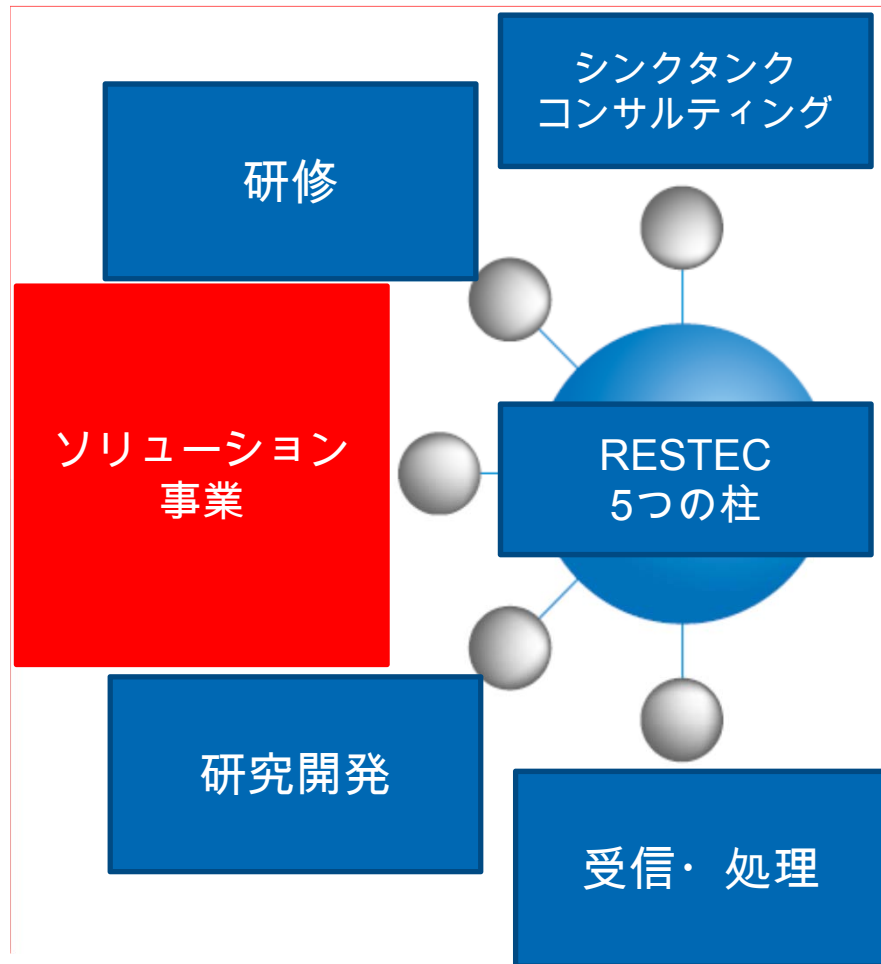
- G20が取り組む「食料価格乱高下及び農業に関する行動計画」に貢献するため、Asia-RiCEの活動において、ALOS-2などのデータを用い、アジア地域における米のモニタリングに取り組んでいる
- ALOS-2に関しては、2015年のデータがそろいはじめ、初期解析が終わったところ。今後、現地調査結果を用いて検証作業を行う状況  
⇒ScanSARのスキャン間ムラの影響が課題、Scan間ムラの解消を期待
- 実利用につなげるための観測計画、データ提供、能力開発などへのJAXA様などの役割に期待

## 参考情報





# RESTECの紹介



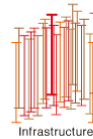
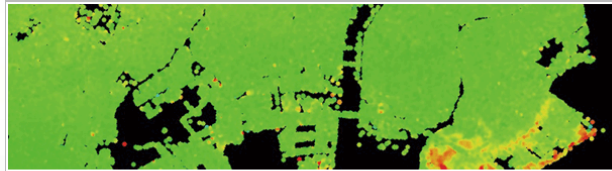
## 創立40周年

- 地球観測衛星データの受信・処理設備の開発、運用支援
- 衛星リモートセンシングに関わる研究開発
- 衛星リモートセンシングの普及啓発

## 2011年8月、一般財団法人に移行

- 社会利益のための衛星リモートセンシング技術を用いたソリューション事業の創造

# RESTECが取り組むソリューション事業の重点5分野



## Infrastructure

Detecting Dangerous Spots in Social Infrastructure in their early stages

Yamanokuchi (Dr.)



## Ocean

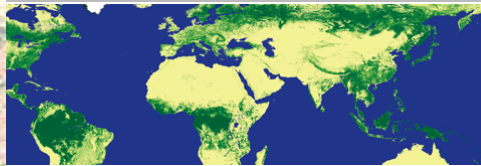
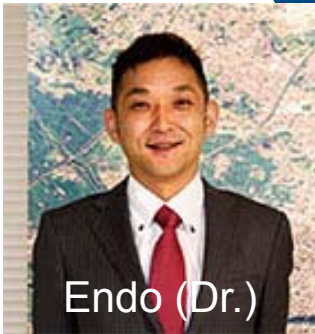
Surveying Wider Areas of Global Oceans and Smaller Localized Areas of Ocean

Okumura (Msc)



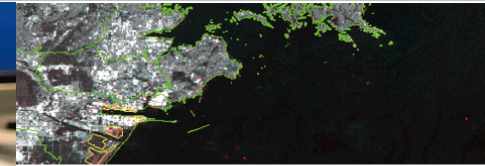
## Agriculture

Using Satellite Data to Vitalize Agriculture and Solve the Problem of Food Shortages



## Forest

Japan's Top Professionals Monitor Forests around the World from Space



## Disaster

Minimizing Flood Damage by Ascertaining the Movement, Spread and Amount of Water

A grayscale aerial photograph of a city, showing a dense urban landscape with a river winding through it. The image is split horizontally by a thin orange line.

Sense your Earth

***RESTEC***