

熊本地震による農山村地域の被災状況に関する現地調査と 農業基盤情報を取り入れたGISデータベースの構築

東京農業大学地域環境科学部 教授 岡澤 宏
カトマンズ大学工学部 教授 ビム プラサド シュレスタ

Field Survey and Development of GIS Database for Agricultural Infrastructure Information on Rural Areas Affected by the Kumamoto Earthquake

Hiromu OKAZAWA *Prof. Dr.*

Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture, Japan

Bim Prasad SHRESTHA *Prof. Dr.*

School of Engineering, Kathmandu University, Nepal



Japan Science and
Technology Agency



研究連携／Research collaboration

アンケート調査／Questionnaire survey

J-RAPID Nepalのプロジェクトチーム
Scientific team of J-RAPID Kumamoto & Nepal



宮城県, 福島県, 茨城県, 長野県, 水土里ネット
ト長野, 山梨県, 静岡県, 熊本県,

*Prefectural government &
Land Improvement Association
Miyagi, Fukushima, Ibaraki, Nagano,
Yamanashi, Shizuoka, Kumamoto*



**Development of
GIS Database for
Agricultural
Infrastructure
management**

熊本県農村振興局
農村計画課, 技術管理課
*Kumamoto Prefectural
Government*

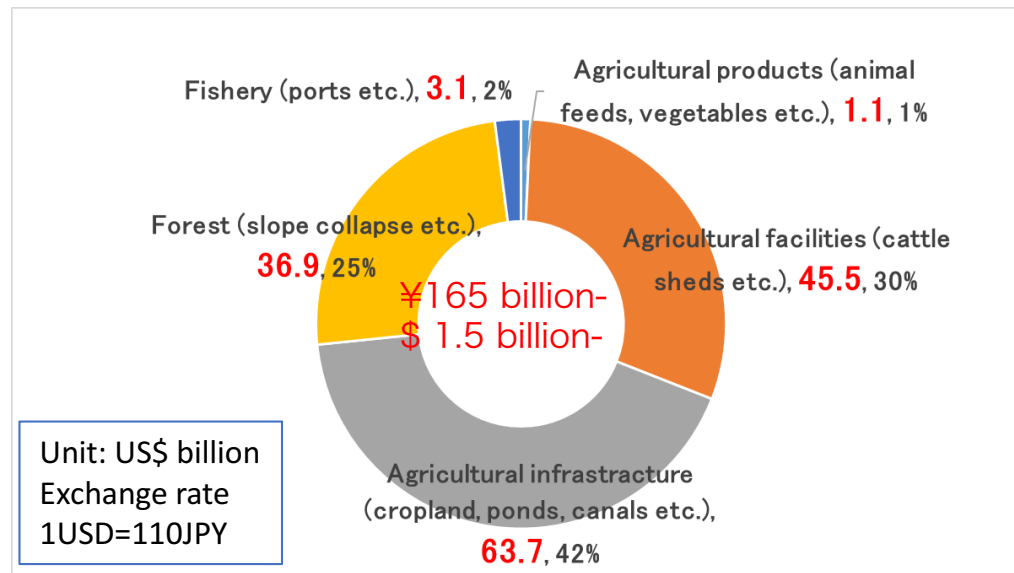
GISデータの提供／Supply of GIS data

水土里ネット熊本
*Kumamoto Federation of
Land Improvement Association*

熊本地震（14・16 Apr. 2016）の農業被害

Damage to Agriculture by Kumamoto Earthquake (Apr. 14 and 16, 2016)

- 農林水産による被害総額は1,653億円で過去最大の被害額。
 - 震災後の豪雨被害（6月）によって被害額は更に増加。
 - 熊本県は全国で農業出荷額5位，農業所得4位の農業県であり，早急な農地復旧無くして熊本県の復興はあり得ない。
- Total cost of damage to agriculture, forestry and fisheries is ¥165.3 billion recorded the highest ever.
 - The damage cost increased further by the torrential rain in June, 2016.
 - Kumamoto cannot be recovered without restoration of agricultural lands as the prefecture is ranked 5th in the value of shipment of agricultural products and 4th in income from agriculture in all over Japan.



分類	被害額（12月現在）
農作物家畜・生乳・野菜など	12億円
農業施設畜舎・農舎・共同施設など	500億円
農地等農地・ため池・水利施設など	701億円
林業関係産地崩落・治山施設など	406億円
水産関係漁港など	34億円
農林水産関係被害額	1,653億円



熊本県の農業事情

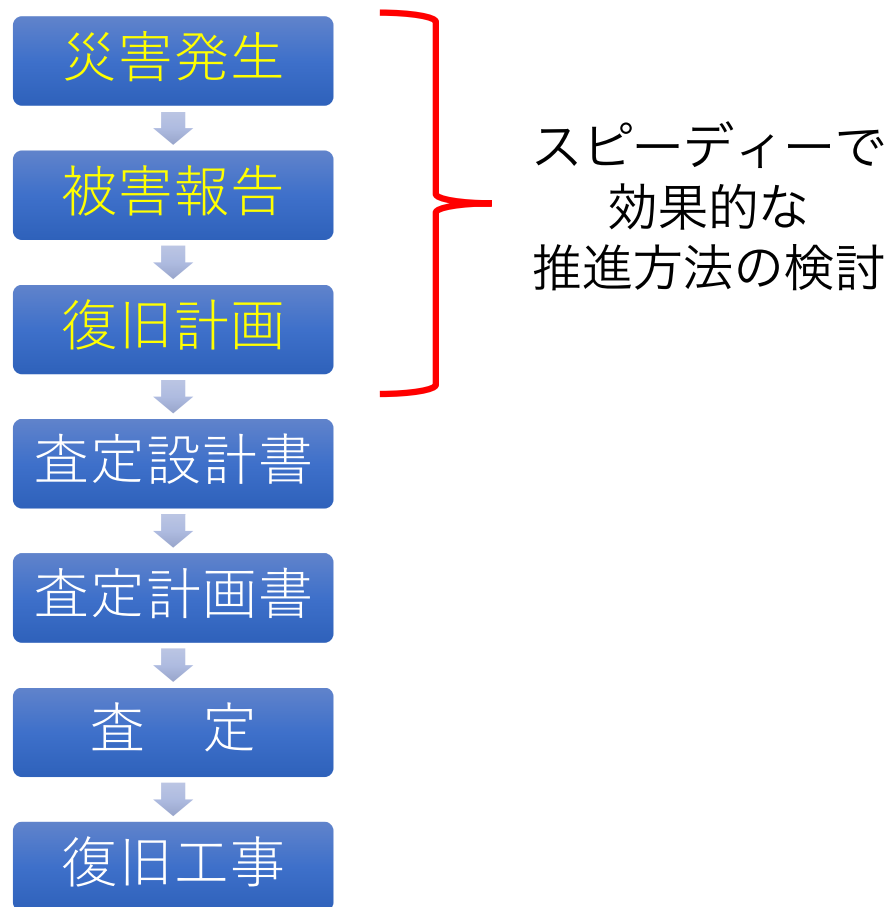
Agricultural Fact of Kumamoto



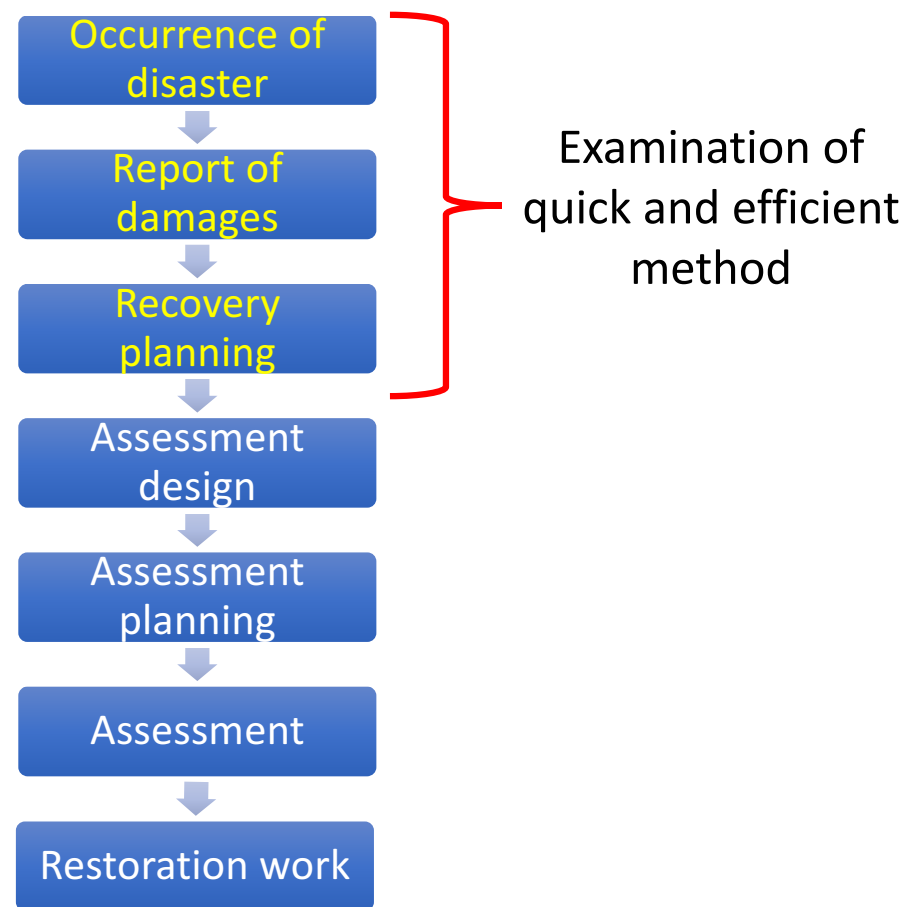
- 熊本県阿蘇地域は、農業の生産性に加えて貴重な動植物の保全や農村景観の創出といった多面的機能が評価され、2013年に世界農業遺産に認定された。
- 震災による農業被害によって、農業の生産性、農産物のブランド力や観光価値の低下が深刻な問題となっている。
- 被災地では農業従事者の高齢化が進んでおり、復旧の長期化は生産者の就農意識の低下を招く。これらのことから、迅速な生産基盤の復旧が求められている。
- 農業施設の被害が深刻なため、基盤施設の復旧が急務であり、そのためには農業被害をリアルタイムで管理できる農業基盤GISデータベースが必要不可欠となる。

- Aso region of Kumamoto Prefecture became a site of Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS) in 2013 for the high value of the multifunctional roles of their agriculture such as the agricultural productivity, conservation of flora and fauna, landscapes etc.
- The agricultural damage by the earthquake is causing serious issues such as decrease of its productivity, brand power and value of tourism
- In the affected area, aging of farmers has been an issue, thus lengthening of recovery can trigger the lowering of the farmers' desire to work. Hence, the prompt recovery of agricultural basis is necessary
- GIS database of agricultural infrastructure is necessary, which can manage agricultural damages in real time, due to the serious damages to agricultural infrastructure and the urgency of those recovery

災害復旧事業の流れ



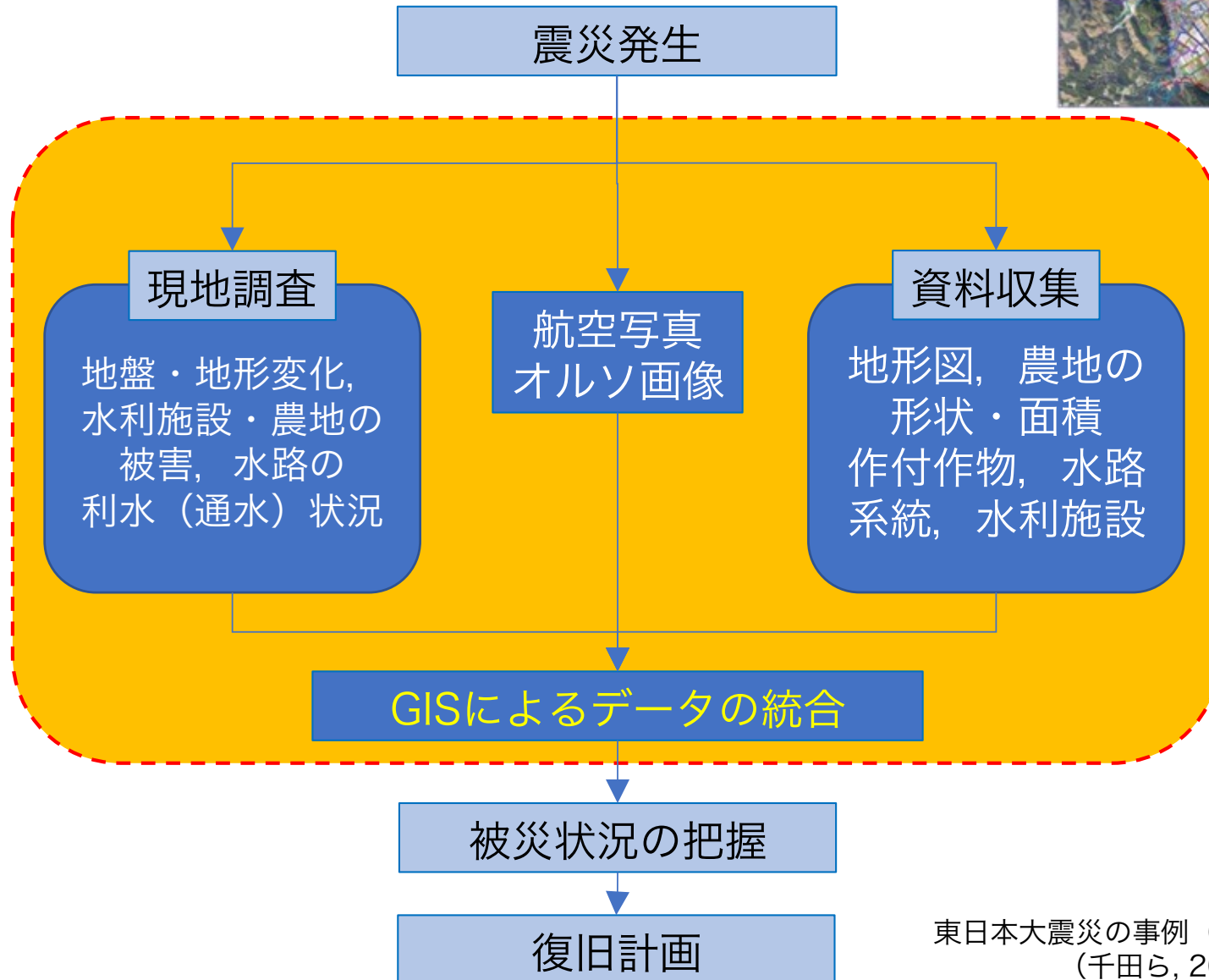
Flow of the restoration project



農林水産省HPより抜粋。

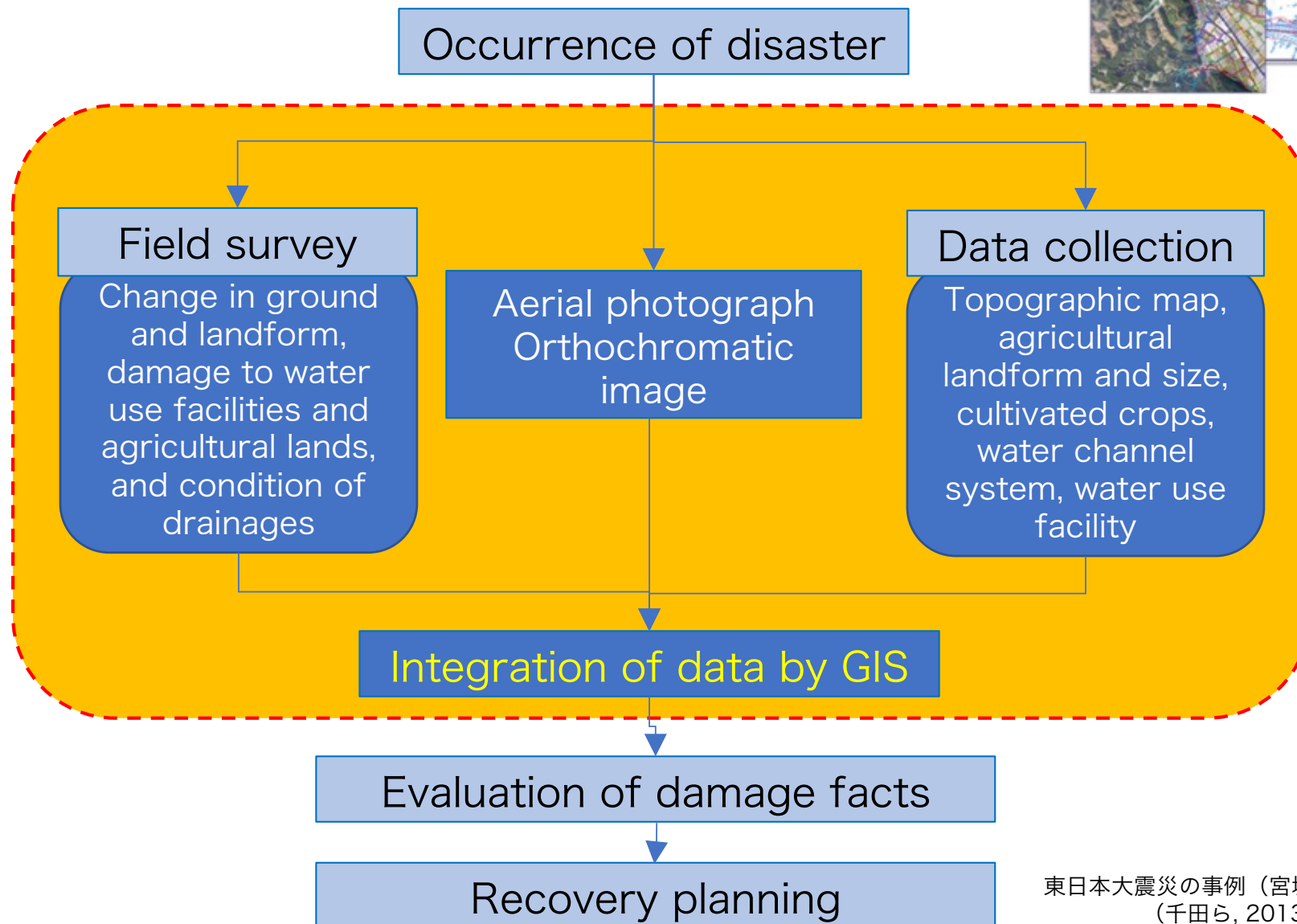
Reference: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

震災発生から復旧計画までの流れ (宮城県の事例を参照)



東日本大震災の事例（宮城県）を参考
(千田ら, 2013)

Flow from Occurrence of earthquake to recovery planning (referring to the case of Miyagi Prefecture)



東日本大震災の事例（宮城県）を参考
（千田ら, 2013）

現状の問題点/Current Issues

農業関係のGISデータベースの整備

- 各都道府県の水土里ネット（土地改良事業団体連合会）を中心とした農業関係機関（国・県・市町村・農業委員会・土地改良区・農業協同組合・農業共済組合など）が関係情報を共有できるGISデータ管理システムが整備済み。
- 都道府県によってデータの整備状況が異なる。アンケート調査で確認。

航空／衛星画像の取得

- 数年に一度、航空機によって取得し、保管している。
- また、震災があると迅速にデータ取得をする。
- 高額のため、通常では短期間間隔でのデータ収集は難しい。

GIS database related to agriculture

- GIS data management system has been managed all over Japan. Thus, agriculture-related organizations such as governmental, prefectural and municipal departments, agricultural committees, agricultural mutual benefit association, etc. as well as Agricultural Land Improvement Association in each prefecture can share the related information
- Arrangement of GIS data differs among prefectures

Usability of aerial and orthochromatic images

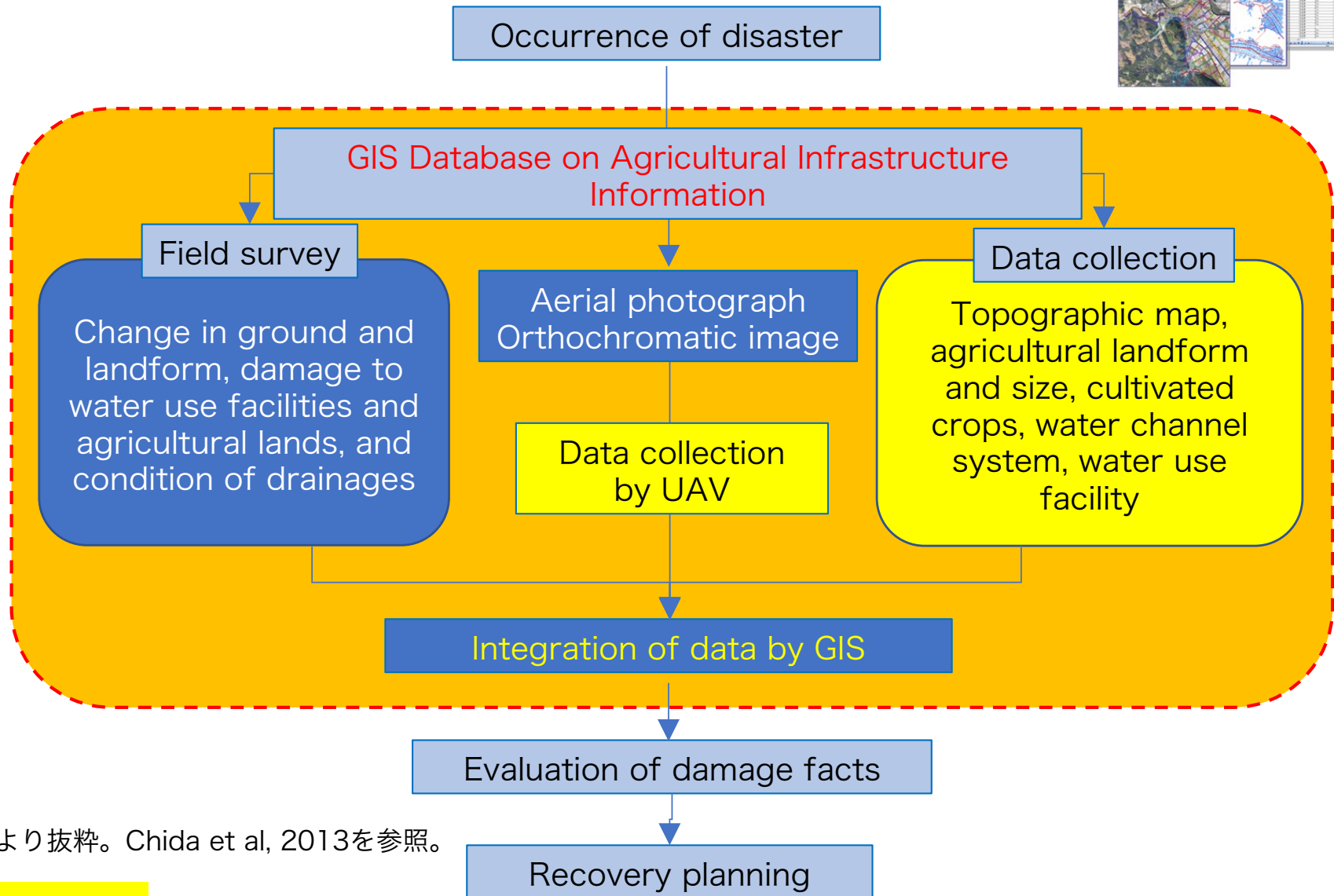
- Obtained and stored once a few years by airplanes
- Obtained after earthquakes
- No real-time data due to high price

プロジェクトの目的/Objective of Project

1. 熊本地震の経験を活かし、震災に対する復旧の迅速化を可能にするGISデータベースの管理法を明らかにする。
2. アンケート調査から現状の問題点を抽出し、アジア地域に適用できる震災前と震災後に必要不可欠となるデータを明らかにする。
3. 震災復旧には航空／衛星画像が必要不可欠であるが、主に利用される航空写真による撮影には経済的・労力的な制約が発生する。ここでは小型無人航空機（UAV）による画像取得の有用性について明らかにする。
4. これらの研究成果から、アジア地域に適用できる自然災害（地震）に必要な農業基盤GISデータベースの作成手法（作成マニュアル）を作成する。

1. Clarify a management system of GIS database that can contribute to the prompt recovery from earthquake disasters, based on the experience of Kumamoto Earthquake
2. Clarify what GIS data is important to be prepared in the time of pre- and post-earthquakes through finding the current issues by questionnaire survey
3. Although aerial photograph or satellite images are useful for recovery from earthquake disasters, those costs financial and labor burden. Thus, clarify the usefulness of obtaining images from Unmanned Aerial Vehicles (UAV)
4. Create a method (making manual) of GIS database on agricultural infrastructure information which are useful for natural disasters (earthquake) in Asia region based on this research result

Building a New Flow from Disaster Occurrence to Recovery Planning (KUMAMOTO MODEL)

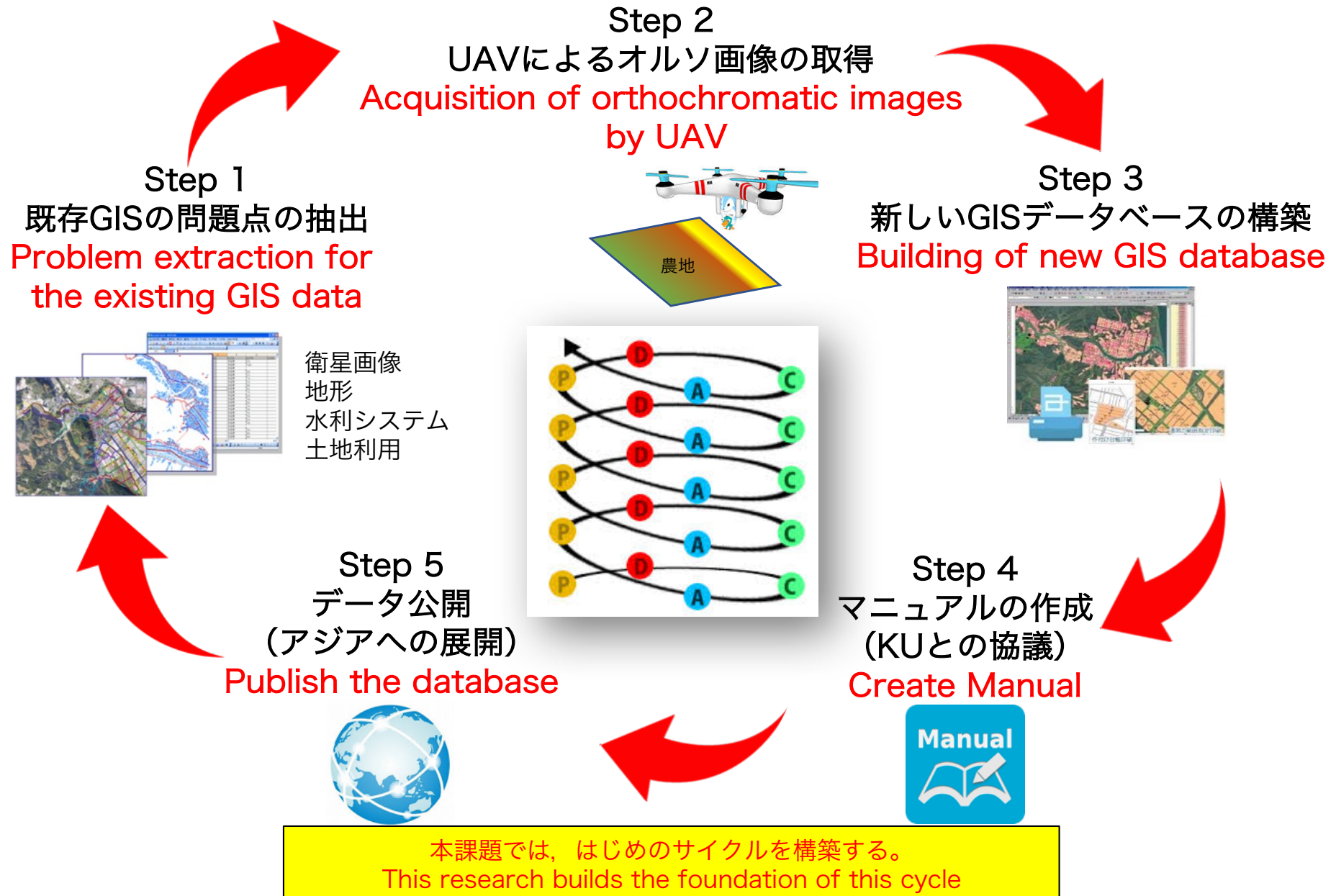


農林水産省HPより抜粋。Chida et al, 2013を参照。

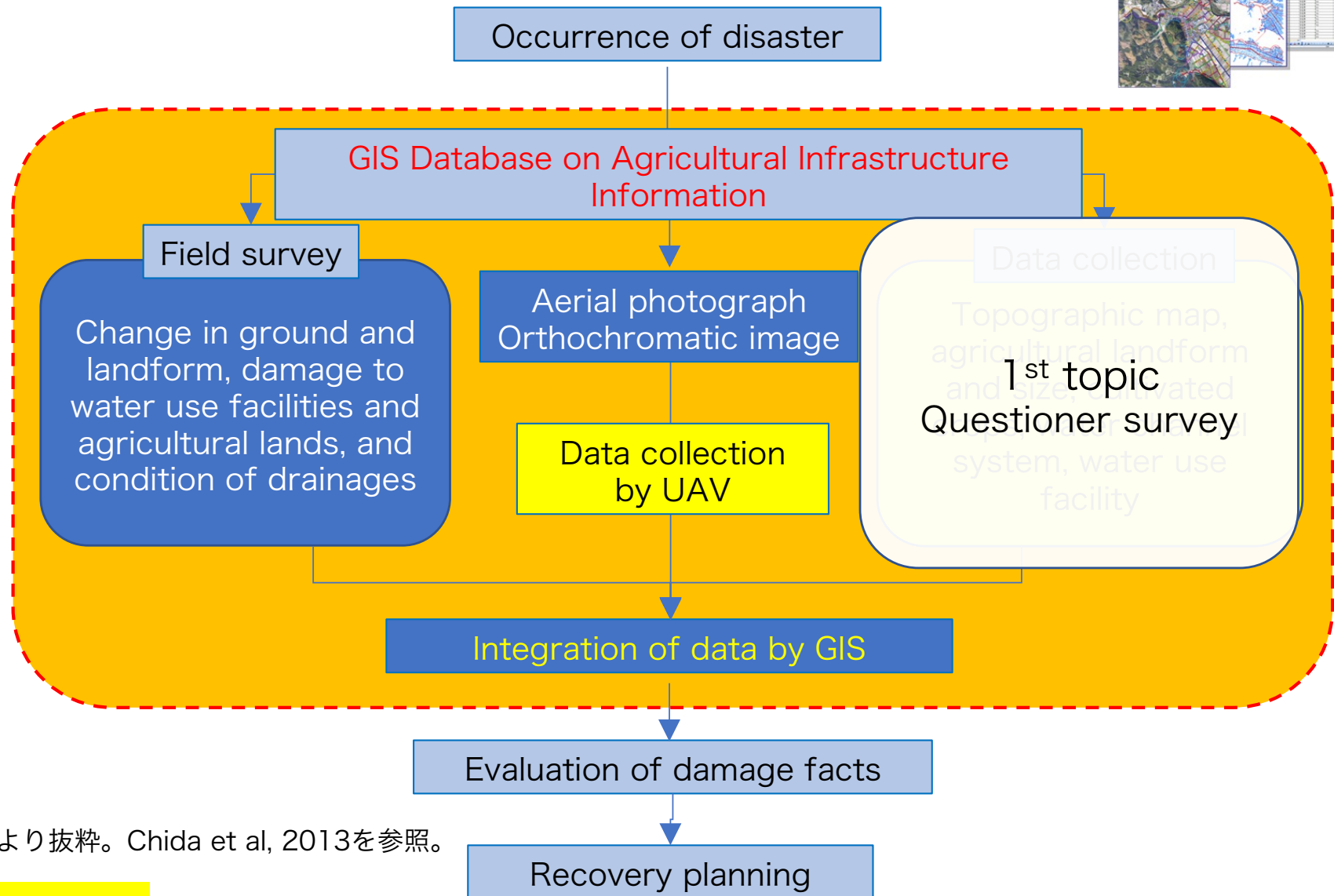
**Speedier and
More efficient**

Building of "Kumamoto Model" for the new GIS database manual

研究のフロー/Research Flow



Building a New Flow from Disaster Occurrence to Recovery Planning (KUMAMOTO MODEL)



農林水産省HPより抜粋。Chida et al, 2013を参照。

**Speedier and
More efficient**

Building of "Kumamoto Model" for the new GIS database manual

アンケートによるGISデータベースの課題抽出

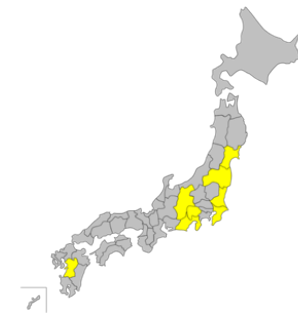
Questionnaire Survey on Issues of GIS database

地震災害による被災した県としていない県において、農業関連の災害情報の収集や復旧・復興のためにどのようなGISデータが高い必要性を認識されたか調査した。

- 宮城県、福島県、茨城県、千葉県、長野県、山梨県、静岡県、熊本県で実施し、11件の回答を得た。
- 11件のうち、県からの回答が6件、土地改良区からの回答が4件、県と土地改良区が合同での回答が1件であった。
- 11件のうち、過去に地震により被災した県からの回答は10県（宮城県、福島県、茨城県、千葉県、長野県、静岡県、熊本県）、被災していない県は1県（山梨県）であった。
- 海外事例として、ネパールより回答を得た。

Surveyed on what kind of GIS data has high importance for information collection about disaster damages to agriculture and its recovery/reconstruction in prefectures where both have experience of earthquake disasters and have not.

- 11 answered received from Miyagi, Fukushima, Ibaraki, Chiba, Nagano, Yamanashi, Shizuoka and Kumamoto
- Among 11 answers, 6 answers are from Prefectures, 4 from Agricultural Land Improvement Association (ALIA), and one answer from collaboration of prefecture and ALIA
- Among 11 answers, 10 prefectures have experienced earthquake disasters (Miyagi, Fukushima, Ibaraki, Chiba, Nagano, Shizuoka and Kumamoto) and one prefecture have not (Yamanashi)
- As a foreign case, surveyed by Kathmandu University, Nepal



アンケートの内容（要約）

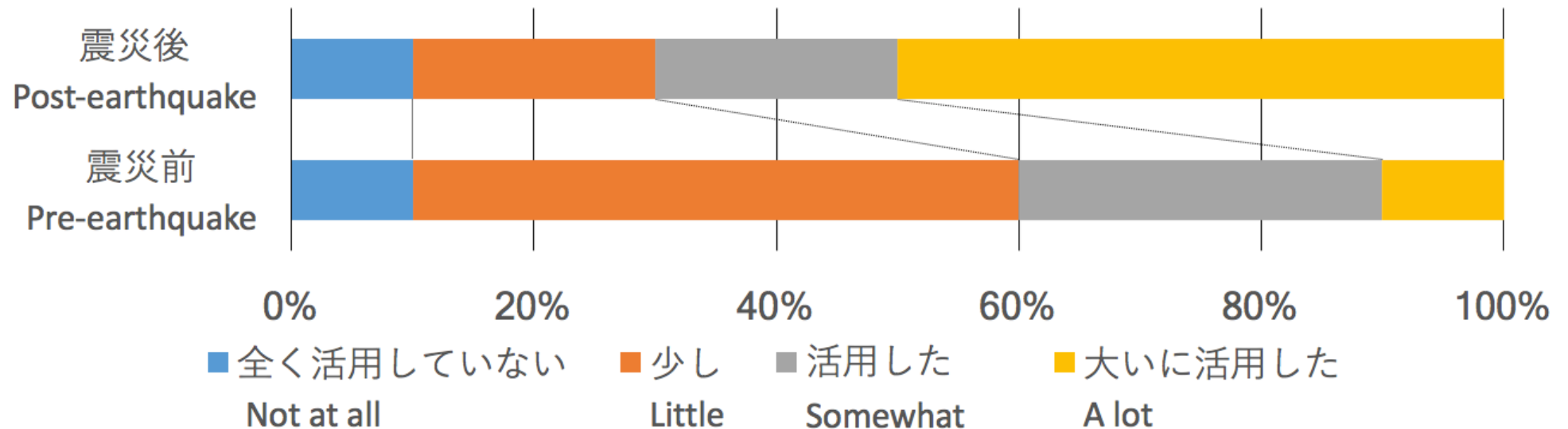
Summary of Questionnaire Survey



1. 震災前において、農業関連のGISデータをどれほど活用していましたか。
2. 震災前において、どのような農業関連のGISデータを所有していましたか。
3. 農業関連のGISデータを活用できる専門性を持った職員は何名いますか。
4. 農業関連のGISデータは災害情報の取得にどれほど役立ちましたか。
5. 震災後に農業関連の災害情報の収集に向けてGISをどれほど活用しましたか。
6. 農業関連のGISデータは復旧・復興にどれほど役立ちましたか。
7. 実際にどのようなデータが具体的に活用されましたか。
8. 震災後、農業関連のGISデータ活用の必要性は高まりましたか。
9. 復旧・復興に向けて、震災前に採っておくべき農業関連のGISデータはなんですか。
10. 復旧・復興に向けて、震災後に速やかに採るべき農業関連のGISデータはなんですか。

1. Before the earthquake disaster, how much did your institution use GIS data related to agriculture?
2. What kind of GIS data related to agriculture did your institution have before the disaster?
3. How many experts who can use GIS data related to agriculture are there in your institution?
4. How much useful was GIS data related to agriculture for information collection about disaster damage?
5. How much did your institution use GIS data related to agriculture for information collection about disaster damage after the earthquake?
6. How much did you use GIS data related to agriculture for recovery and reconstruction after the earthquake?
7. If your institution used any GIS data, what kind of data did was used?
8. After the earthquake disaster, was the importance of GIS data increased as your institutional recognition?
9. Is there any GIS data related to agriculture which were recognized as it should have collected before the earthquake for the recovery and reconstruction?
10. Is there any GIS data related to agriculture which were recognized as it should have collected immediately after the earthquake for the recovery and reconstruction?

農業関連のGISデータをどれほど活用していましたか。
How much did your institution use GIS data related to agriculture?



- 震災前は「全く活用していない」「少し」の合計が60%を占めたが、震災後には「活用した」「大いに活用した」が70%となった。
- このことから、震災復旧にはGISが有用なツールであることが明らかになった。
- 一方、災害がなければGISの活用法は限定されることも明らかになった。

- Before the disaster, the rate of “Not at all” and “Little” are 60 % in total. However, after the disaster, “Somewhat” and “A lot” occupied 70% in total
- It showed the usefulness of GIS for the recovery from earthquake disasters
- However, it showed that its usefulness is limited if there is no disaster

アンケートによるGISデータベースの課題抽出 Identification of Issues on GIS Database by Questionnaire Survey

GISで整備しておくべきデータ

データ	Data	Japan		Nepal	
		Pre-earthquake (%)	Post-earthquake (%)	Pre-earthquake (%)	Post-earthquake (%)
水利施設（水路）	Information of agricultural water	19	23	19	12
農地整備状況	Condition of agricultural land	13	8	0	12
地形図	Geography map	13	5	19	19
圃場図・地籍図	Map of farming field/Map of landowners	11	13	0	6
農地面積	Area of agricultural land	11	14	0	0
所有・耕作者情報	Information on land owner or farmer	9	11	0	0
土地利用図	Land use	6	3	19	6
作付作物情報	Information on cultivating crops	4	5	0	0
その他	Other	13	19	19	24

- 被災前に準備すべきデータとして、水路の通水状況を取り入れた水利施設、農地の整備状況、地形図があり、これらは高分解能の画像データで対応できる項目である。
- 圃場図・地籍図、農地面積、所有・耕作情報も重要なデータとして認識されていた。これらのデータは、GISデータベース（水土里情報システム）として整備されているデータである。
- 震災後、速やかに収集すべきデータとして水利施設が多い。用水の通水常用をリアルタイムで把握するためである。

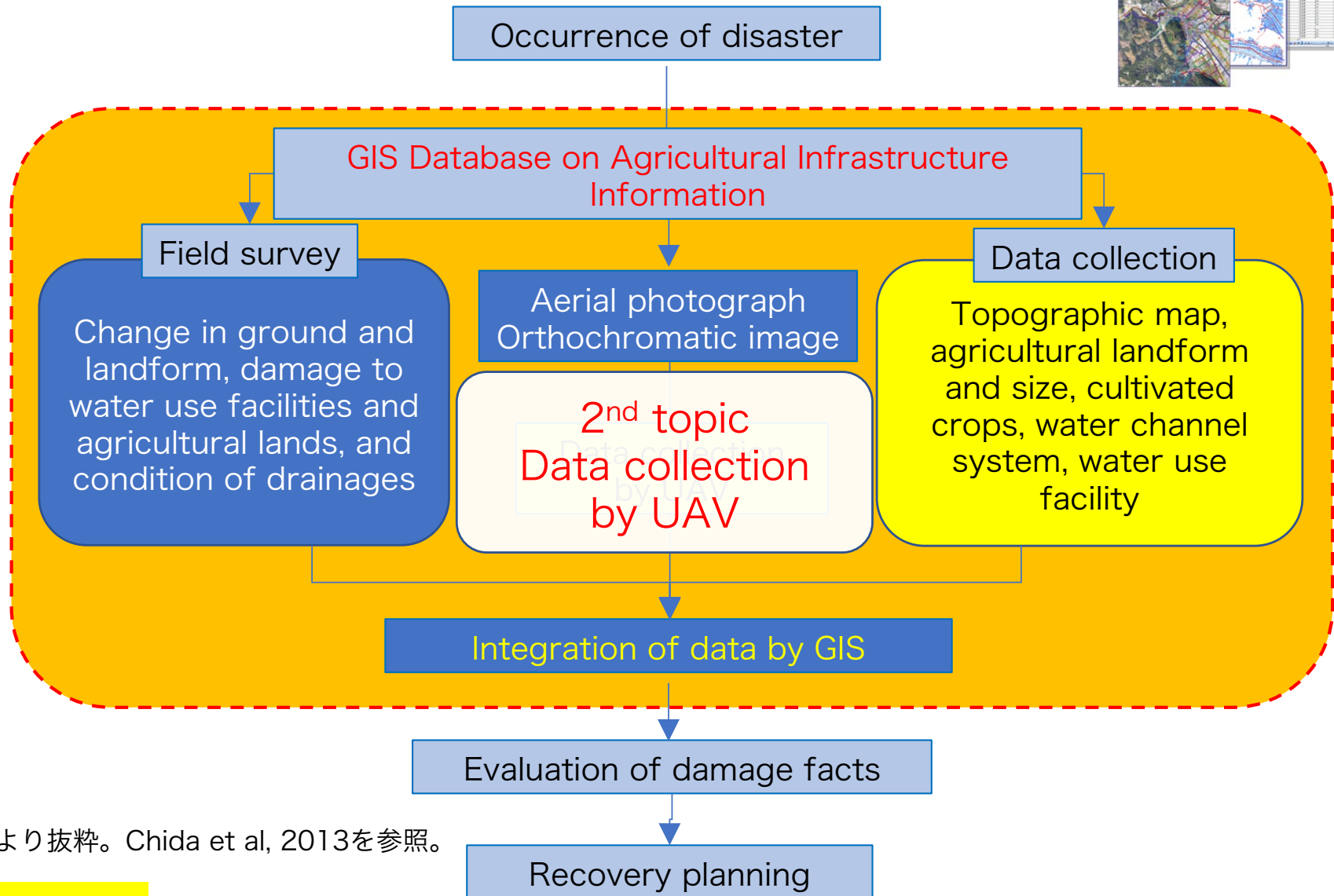
- As data which need to be prepared in the pre-disaster time, “Information on agricultural water”, “Condition of agricultural land” and “Geography map” are chosen largely. These are data which can obtain from high resolution image data
- “Map of farming field/Map of landowners”, “Agricultural land area” and “Information on land owner or farmer” are also regarded as important data. These data are already managed as GIS data by agricultural organizations all over Japan
- Agriculture-related data which are considered as which should be obtained right after the earthquake disaster is “Information on agricultural water”. That aims to grasp the condition of water flow in channels in real time.

アンケートによるGISデータベースの課題抽出 Identification of Issues on GIS Database by Questionnaire Survey

- 行政にとって、GISは震災後に効果を発揮する有効なツールである。
- GISデータベース（水土里情報システム）として整備されている「圃場図・地籍図」，「農地面積」，「所有・耕作情報」といったデータが有効に活用されていることが明らかになった。
- 震災後の復旧を迅速に進めるには、日頃から（震災前に）「水利施設」「農地整備状況」「地形図」を整備しておく必要がある。これらのデータは高解像度の航空／衛星画像によって管理できる。
- 震災に対する備えとして、震災前（通常時）にGISの稼働率を上げるかが重要となる。航空／衛星画像の活用方法。

- For administration, GIS is a useful tool that can work effectively after the earthquake disaster
- It clarified that GIS database which are managed by the related organizations such as “Map of farming field/Map of landowners”, “Agricultural land area” and “Information on land owner or farmer” are used effectively
- To advance the recovery promptly after the earthquake disaster, it is necessary to manage “Information on agricultural water”, “Condition of agricultural land” and “Geography map” in the daily basis. These data are available from the high resolution aerial or satellite images
- As preparation for earthquake disasters, preparation and management of GIS data from the daily basis (in the pre-earthquake time) is important

Building a New Flow from Disaster Occurrence to Recovery Planning (KUMAMOTO MODEL)

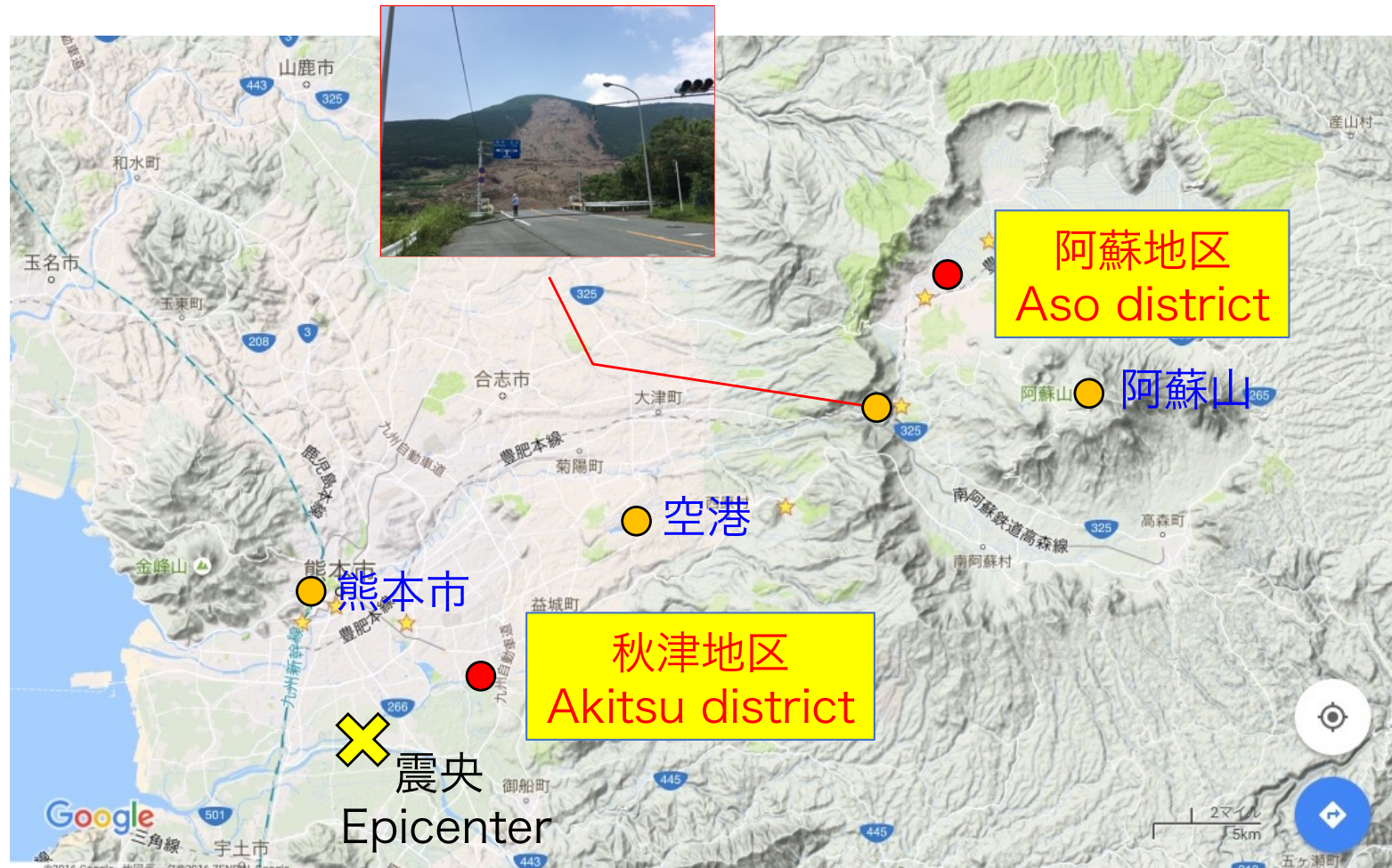


農林水産省HPより抜粋。Chida et al, 2013を参照。

**Speedier and
More efficient**

Building of "Kumamoto Model" for the new GIS database manual

調査対象地区 Research sites



阿蘇地区の農地被害/Damage to Agricultural lands in Aso



地割れ
Cracks



水路の破損
Damage to water channels



水路の漏水
Water leakage channels



地盤変形
Ground deformation



水利施設の人為的破損
Artificial damage to water use facility

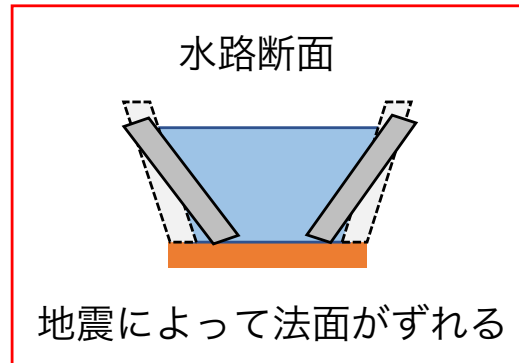
秋津地区の概要/AKITSU district (Research site)



Post-seeding of soybeans
ダイズ播種直後



Slope movement
法面の移動

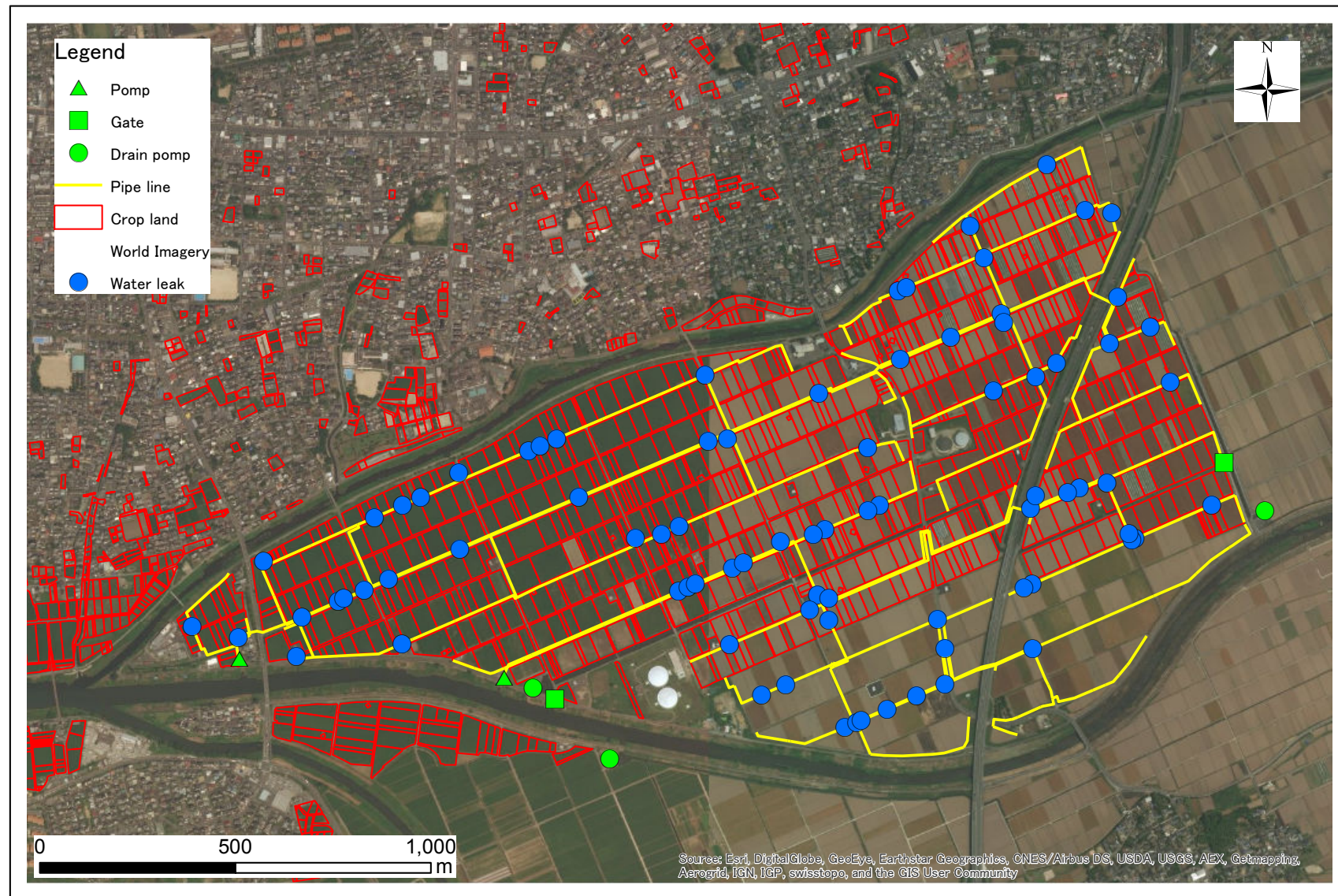


Pre-harvest of soybeans
ダイズ収穫前

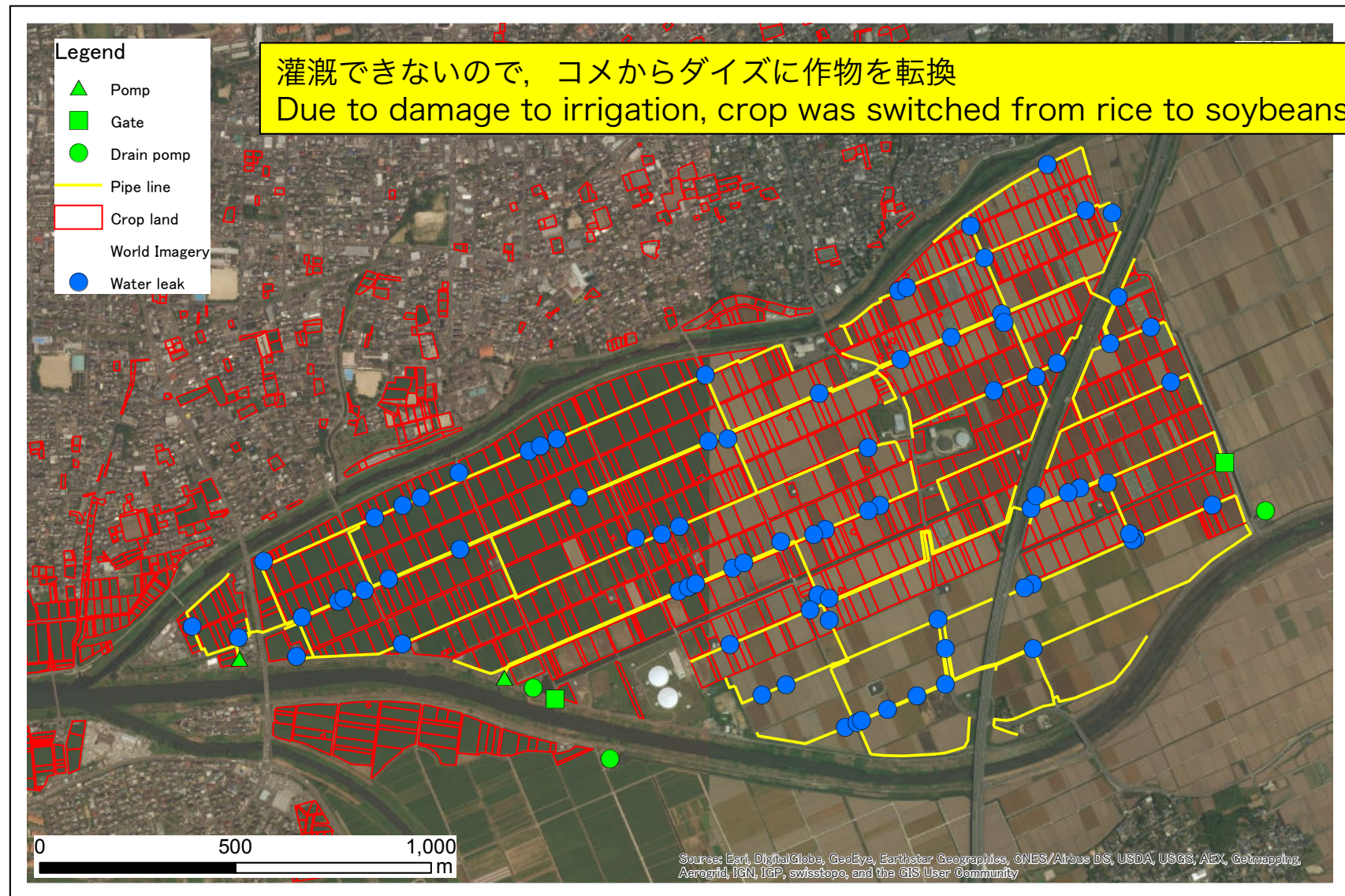
- 近年に土地改良事業が実施済み。昨年に幹線排水路の整備が終わったばかり。
- 震災後は農地利用が可能であったが、水田の不均平と水利施設の破損によって灌漑は困難であった。そのため、水稻をあきらめ、栽培実績のあるダイズが栽培されていた。
- ダイズが7月初旬に一斉に播種され、11月に収穫された。

- Recently agricultural land improvement construction was done. Last year, main drainage canal was renovated.
- After the disaster, although the lands were available for agriculture, irrigation was not usable due to the unequal level of paddy field and breakage of water-use facility. Thus, rice cultivation was given up but soybean were cultivated instead
- Soybeans were sowed in the early July and harvested in November in 2016

秋津地区の水路被害 Damage of Water Channels in AKITSU district



秋津地区の水路被害 Damage of Water Channels in AKITSU district



Drone (UAV) Monitoring



Phantom 3 (DJI)／Sequoia (Parrot)

発売開始 2015／2016
最高高度 150m
飛行時間 20分
解像度 0.5cm～5cm
撮影波長 Red edge, 赤, 緑,
近赤外, 可視カメラ
価 格 10万円／90万円 (アプリ込み)

Satellite Monitoring



テラ(Terra)衛星／アスター(ASTER)

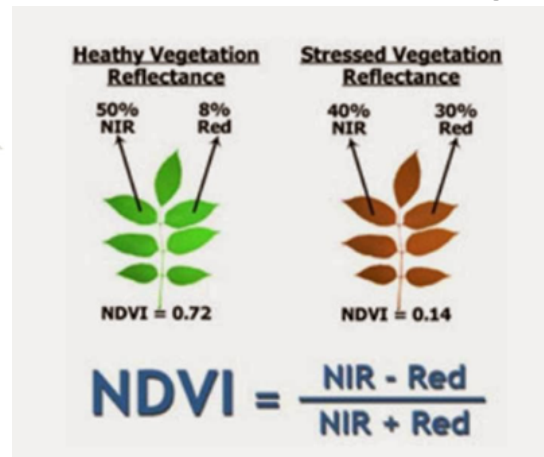
運用開始 1999年12月18日
軌道高度 705km
回帰日数 16日
速 度 約99分／1周回 (地球)
解像度 15m／30m ／ 90m
撮影波長 14バンド
画像は無償提供

UAVによるリモセン技術の活用/Application of UAV

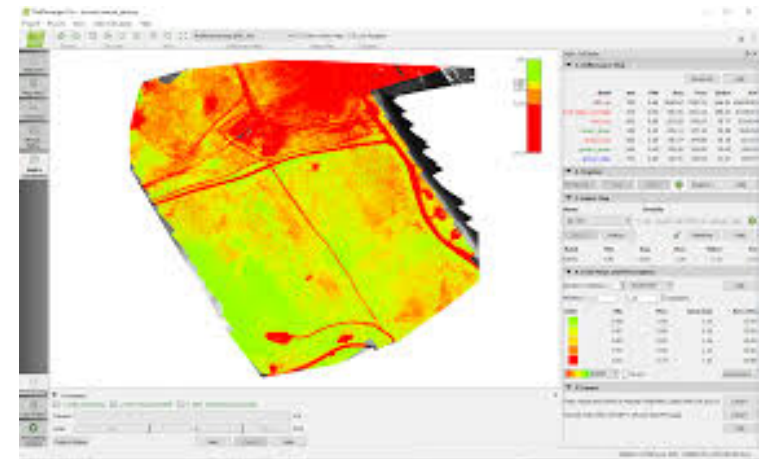
Normalized Difference Vegetation Index



DJI Phantom 3 + Sequoia
(Ref. Mica sence)



<http://www.ece.montana.edu/seniordesign/>

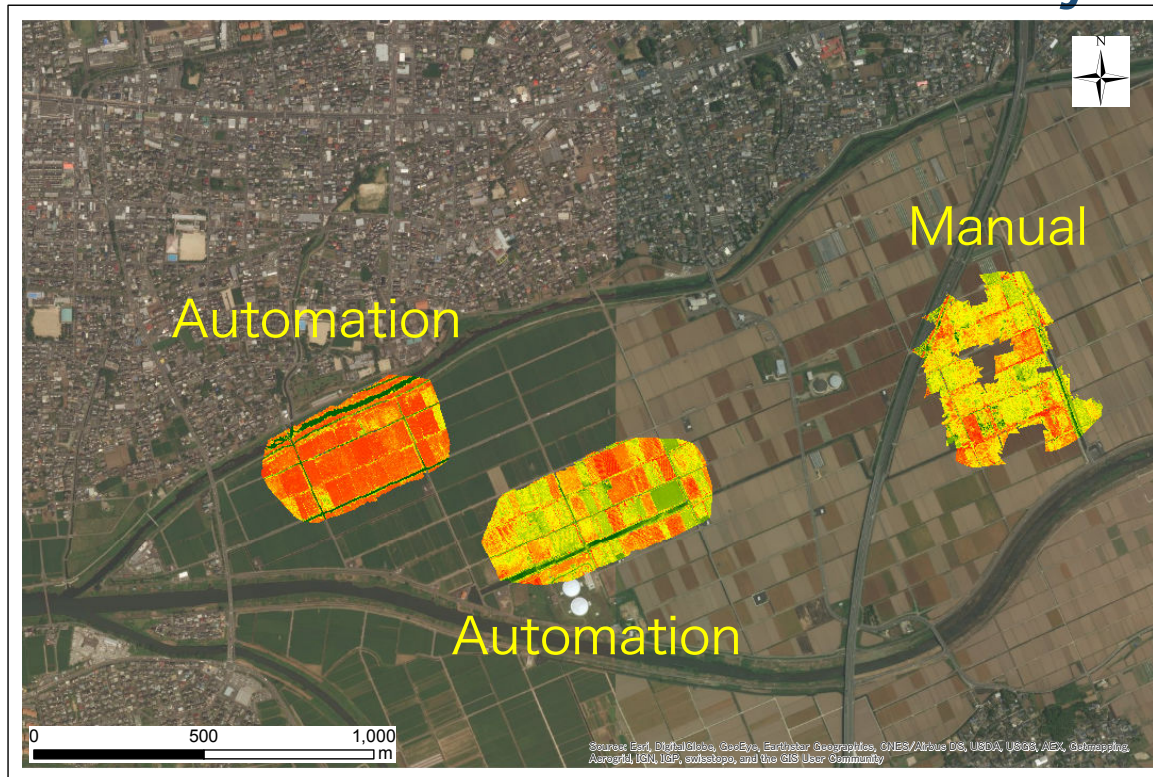


- 震災に備えた画像の蓄積だけではなく、システムのマルチ利用が必要。
- 農業復興に必要なことは「収量評価」の可視化。
- 従来では農家が経験的に把握するか、収穫後に収量を基に圃場単位で把握。
- 小型センサーによる収量予測が簡単に行えるが国内での事例はない。
- 震災後の収量評価に活用できないか？

- Gathering of images not only for earthquake disasters but also for multi-purpose is important
- Visualization of “evaluation of yield” is necessary for agricultural reconstruction
- Conventionally, farmers grasped the impact of disaster by the yield changes based on their experiences or based on the yield per unit of land in the post-harvest
- Prediction of yield is easily possible by small sensors but there is no previous case in Japan
- Is it available for yield prediction in the post-disaster?

UAV+Sequoiaによる計測

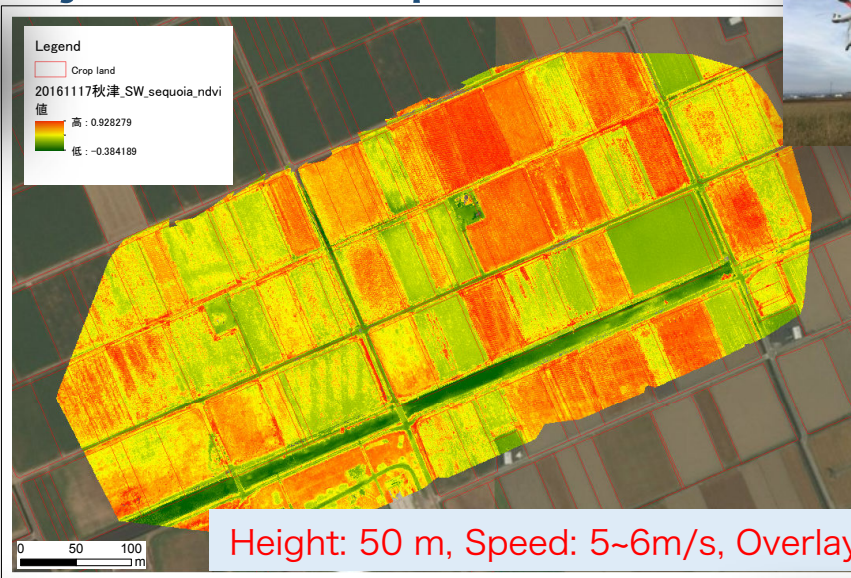
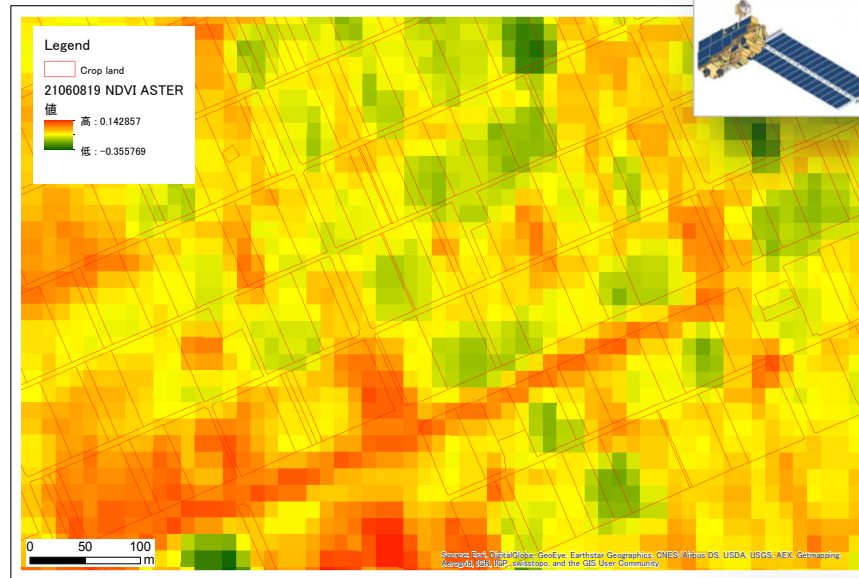
NDVI Measurement by UAV & Sequoia



- 秋津地区の3エリアでUAVによるNDVIの計測を行った。
- 自動飛行モードで2エリア, マニュアルモードで1エリアを計測した。
- マニュアルモードでは安定した飛行ができないので, エリア内に欠測箇所が発生した。
- 自動飛行モードで計測する必要がある。

- NDVI measuring was conducted in three spots by UAV in Akitsu district
- 2 spots were done by automatic flight mode and one spot was by manual flight mode.
- Due to the difficulty of stable flight by the manual mode, it caused failure to cover the whole spot
- It needs to measure by automatic flight mode

UAV+Sequoiaによる計測 NDVI Measurement by UAV & Sequoia

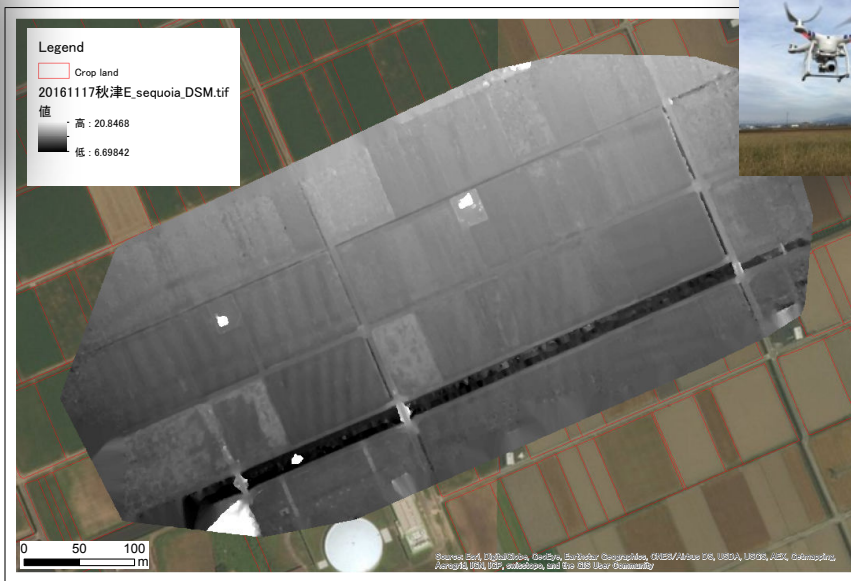


Height: 50 m, Speed: 5~6m/s, Overlay: 70%

AsterによるNDVI



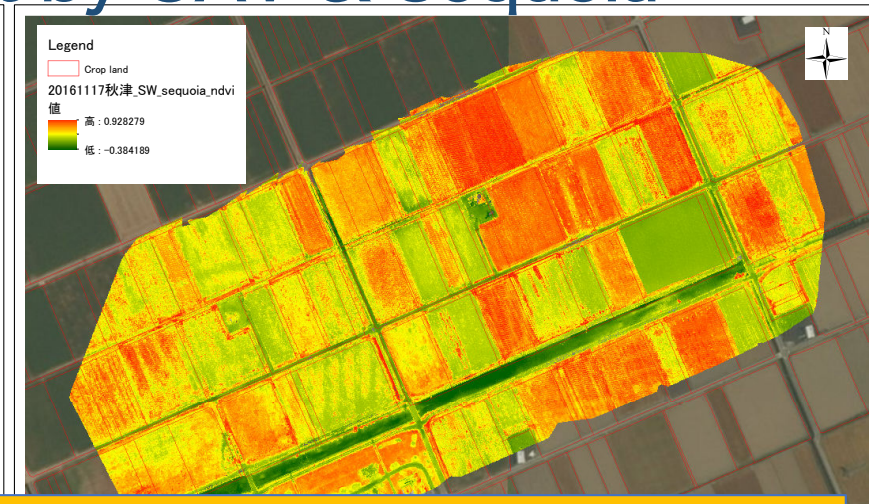
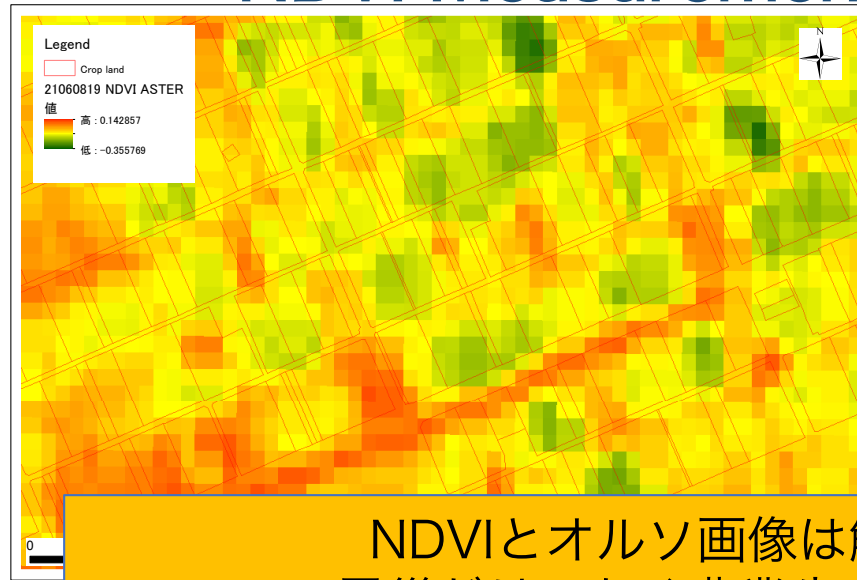
UAVによるNDVI



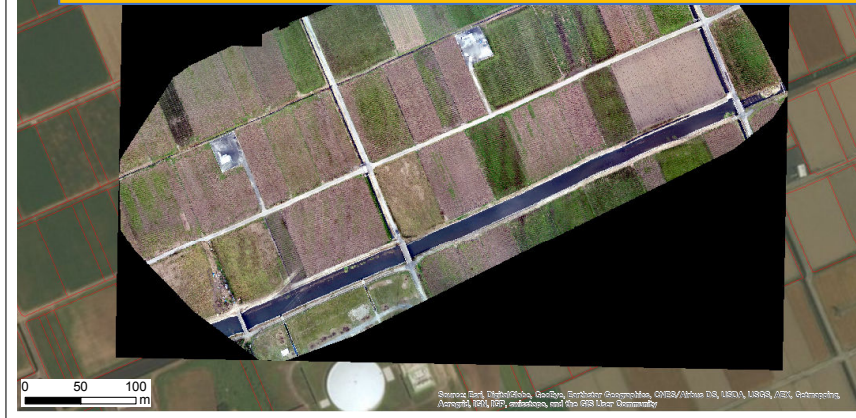
UAVによるオルソ画像

UAVによるDSM(Digital Surface Model)

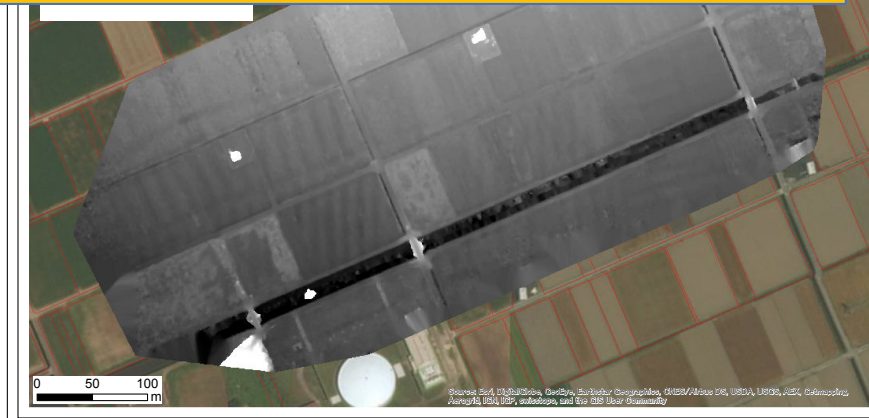
UAV+Sequoiaによる計測 NDVI Measurement by UAV & Sequoia



NDVIとオルソ画像は解像度が高く（5cm），
震災だけでなく農業生産性の評価にも活用可能。
NDVI and orthochromatic image have high resolution (5cm),
thus it is applicable for evaluating not only earthquake damages
but also agricultural productivity

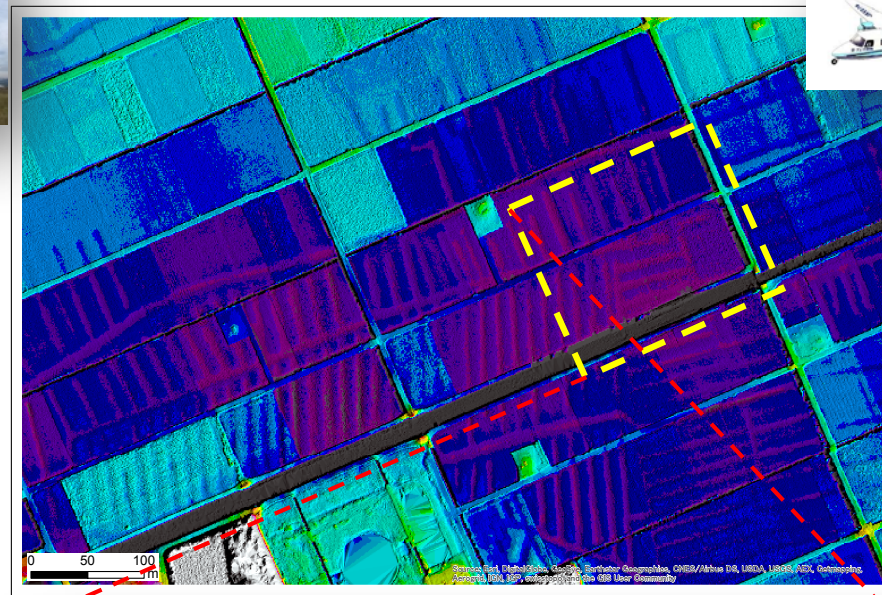
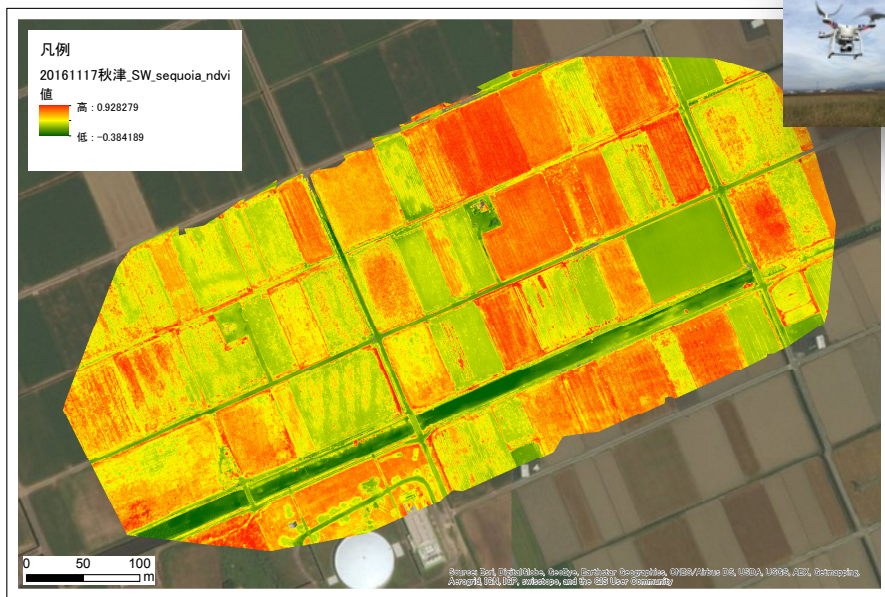


UAVによるオルソ画像



UAVによるDSM(Digital Surface Model)

地形変化とダイズの生育 Ground Deformation and Growth of Soybean



地形による生育状況の違いがNDVIより確認された。原因は不明だが、圃場の平坦性が植物の生育に影響を及ぼしていると推察される。

→ 圃場の平坦性を維持することが重要。

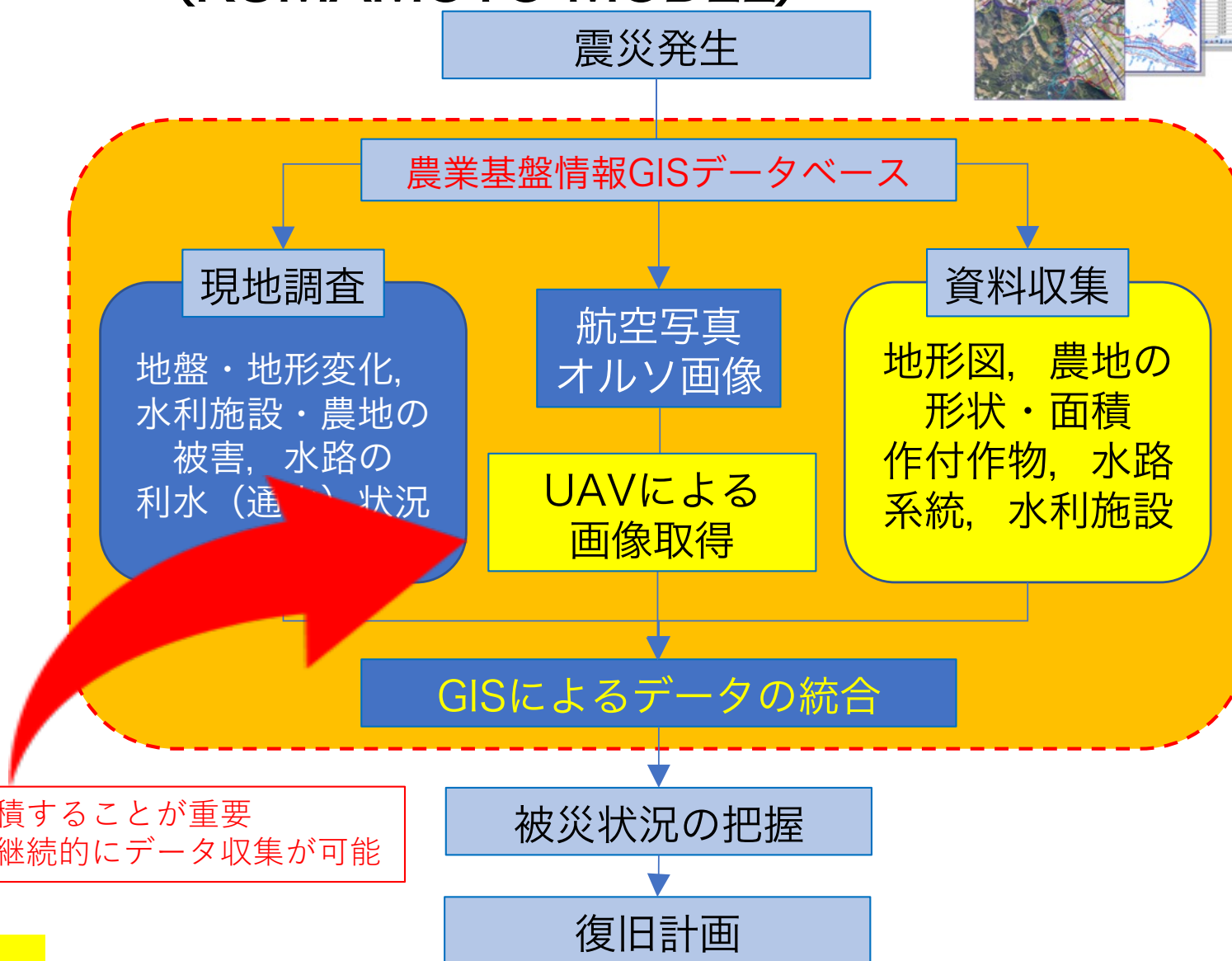
The difference of growth condition based on topography is detected by NDVI. The cause is not clarified but it is guessed that the ground level of lands affects the vegetation growth

Thus, it is important to maintain the flatness of lands





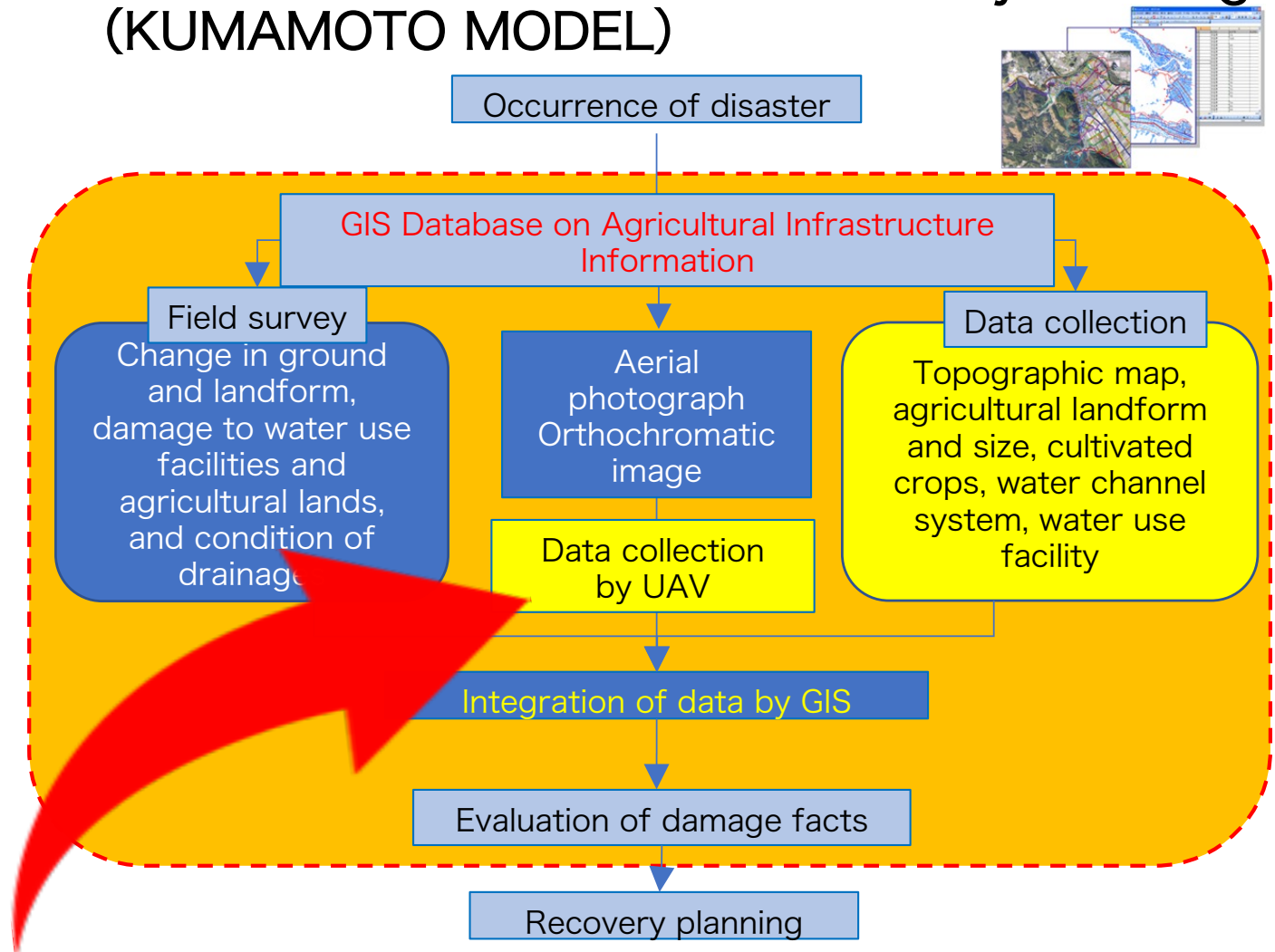
(新) 震災発生から復旧計画までの流れ (KUMAMOTO MODEL)



より迅速に,
より効率よく

GISデータベースマニュアル「KUMAMOTO MODEL」の構築

Building a New Flow from Disaster Occurrence to Recovery Planning (KUMAMOTO MODEL)



It is important to collect data continuously
Continuous data collection is possible for multi-purpose use of data

***Faster and
More efficient***

Building of "Kumamoto Model" for the new GIS database manual

今後の課題/Future task

- 一部の都道府県でしかアンケートを実施していないため、データ収集数を増やし、国内での農業分野におけるGISの整備状況、課題点をより詳細に検討必要がある。
- 今回採用した小型センサー（Sequoia）は国内での実績がきわめて少ない。大学、NPOが主体となって、その有用性を広めていく必要がある（震災復旧のデータ蓄積にもつながるため）。
- 国内のみではなく、震災被害が多発しているアジア諸国でも取り入れられるGIS整備法をマニュアル化し（KUMAMOTO MODEL）、広く公開するとともに、継続的に改善をしていく必要がある。

- It needs to clarify the current status of GIS database management related to agricultural field in Japan and discuss the issues in the more details by conducting questionnaire survey in a larger scale
- Because the mobile sensor, 'sequoia' applied this time has very little been used in Japan. Thus, it needs to spread its usefulness by universities and NPOs as it can lead to data accumulation for the time of disaster recovery.
- It needs to create a method called "KUMAMOTO MODEL" for regularizing a GIS database management method as it can be applied in Asian countries where earthquakes frequently occur and continuously improve the method.

謝 辞/Acknowledgement

- 科学技術振興機構（JST）の関係各位には本研究プロジェクトの助成を頂くとともに、非常に貴重なご助言を頂きました。
- 熊本県農林水産部農村計画課，水土里ネット熊本の皆様には貴重なデータ提供をいただきました。
- 宮城県，福島県，茨城県，千葉県，長野県，山梨県，静岡県，熊本県の関係各位にはアンケート調査に対してご対応いただきました。
- 多くの方々のご支援を頂いて本研究が成立していることを銘記し、深く感謝いたします。

This research is financially supported by JST (Japan Science Technology Agency).

Farm Village Planning Division, Agriculture and forestry Marine Products Department of Kumamoto Prefecture and Agricultural Land Improvement Association of Kumamoto, provided us for valuable data.

Agricultural departments of Miyagi, Fukushima, Ibaraki, Chiba, Nagano, Yamanashi, Shizuoka and Kumamoto Prefectures cooperated on our questionnaire surveys.

Herewith, we express our gratitude to all those who supported our research.

ご清聴ありがとうございました。
Thank you for your attention!
Dhanyabad!

Tokyo University of Agriculture
Institute of Environmental Rehabilitation
and Conservation
Kathmandu University