

# 採択課題名 準衛星コンステレーションを利用した高度水稻営農情報システムの構築と実証

体制	主管研究機関： 株式会社ビジョンテック	期間	平成24年度～平成26年度 (3年間)	規模	予算総額(契約額)：21百万円		
	共同研究機関： 北越後農業協同組合				1年目	2年目	3年目
					5百万円	9百万円	6百万円

## 1. 研究開発の背景・目標

### 背景

人工衛星を栽培管理に利用するには、生育段階ごとに衛星データが必要になる。しかし現実には、回帰周期や被雲の影響、季節的要因等により単一の衛星では生育管理に必要な情報が得られないことが多く、それが衛星データの利用を阻害している。

### 目的

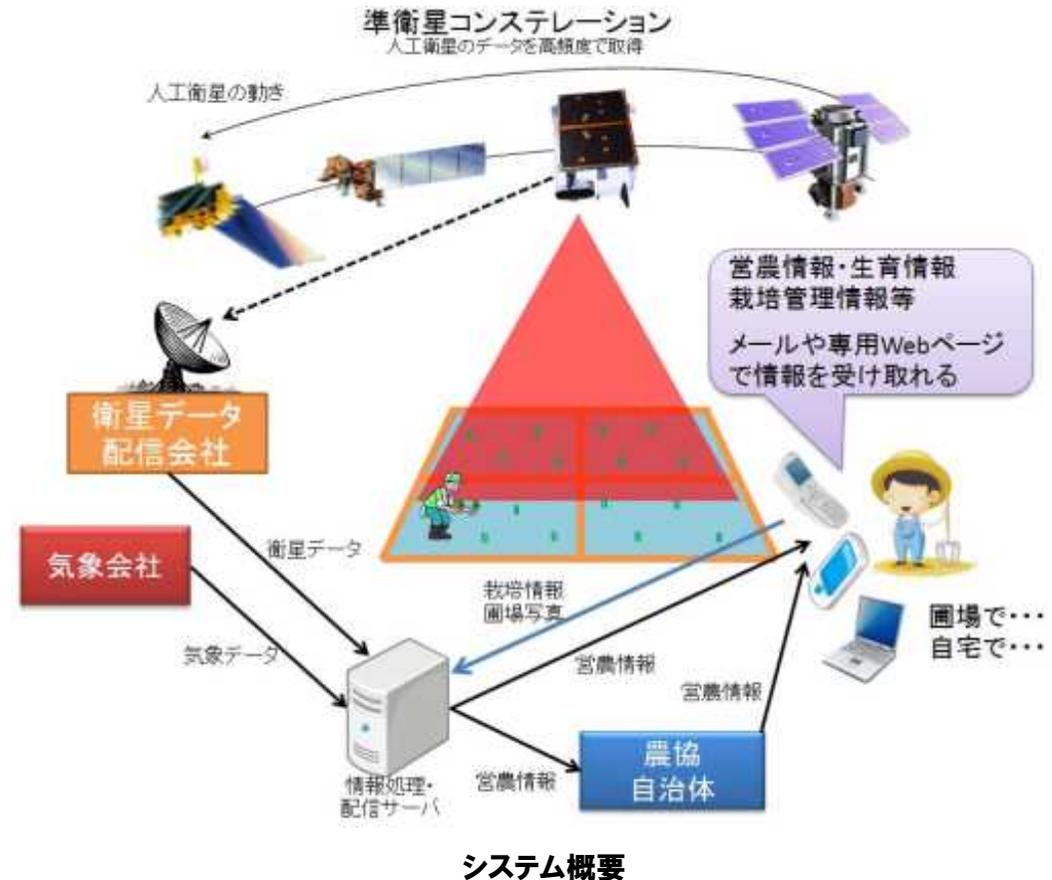
準衛星コンステレーション(異なる衛星による観測データを複合利用する技術)により継続的で間断ない観測を実現し、田植えから刈り取りまで、営農期間中の必要な時に必要な情報の利用を可能とし、宇宙を利用した農業情報インフラとして働くことを目標とする。

## 2. 研究開発の概要と期待される効果

本研究開発では、作付けから刈入れまでの営農期間を通じて様々な場面で衛星データが利用される。従って、営農者とその関係者による頻度の高い利用とその定着が期待できる。また、構築されたシステムはサクセスモデルとして、新潟県内は元より全国の米生産地での利用の普及・拡大に資することが期待される。

さらに、農業生産現場における継続性と間断のない観測を可能とする準衛星コンステレーションの実証は、我が国の来るべき本格的衛星コンステレーションの先導的役割を担うもので、「食の安全・安心(食の安全保障)」を目指す農業分野での利用の拡大と定着が期待できる。

特に、我が国のリーダーシップの下、「米」を主食とするアジア中進国と連携し、経済的負担の分散や衛星の障害(ALOSの突然の運用停止)によるリスクの分散が図れる衛星コンステレーションの利用効果を示すモデルケースとなり、衛星利用技術と精密農業技術を融合した新しい農業情報として利用の定着が期待でき、農業における農業情報インフラの一角に位置付けられ、定常的な利用に供することが期待できる。



### 3. 「国民との科学・技術対話」の推進に関する取組

#### 1) 大学・研究機関の一般公開での研究成果の講演

実施日	イベント	講演題名	種類
2014/12/	平成26年度地球観測技術等調査研究委託事業「大学発小型衛星が育む未来の宇宙利用者たち」「宇宙ベンチャー創成塾」九州工業大学	地球観測衛星を利用したビジネスの創出	講演
2014/9/30	「AIST・筑波大学TCIベンチャー技術発表会」 主催：筑波大学・産業技術総合研究所イノベーション推進本部ベンチャー開発部・(株)つくば研究支援センター	水稻圃場情報提供サービス「AgriLook®」の開発	講演
2013/10/31	国立研究開発法人農業環境技術研究所30周年記念ワークショップ 「作物産地インテリジェンスへの空間情報技術の戦略的利用に向けて」	良食味・高品質米の安定生産への利用のためのビジネスモデル	講演

#### 2) 一般市民を対象としたシンポジウム、博覧会、展示場での研究成果の講演・説明

実施日	イベント	講演題名	種類
2015/3/4	農業関連企業との意見交換会 主催：全国農業青年クラブ協議会		展示会
2014/12/12	ニイガタ×宇宙 主催：新潟中心商店街協同組合 共催：JAXA 後援：新潟市	ニイガタ×農業 「ニイガタおいしい食」	講演（補助）
2014/10/24	つくばビジネスフェア2014		展示会
2014/10/17	茨城新聞掲載	衛星で水稻生育観測	新聞
2014/10/2.3	東京ビジネス・サミット2014	ビズアース	展示会
2014/9/13	宇宙開発フォーラム2014 パネルディスカッション 主催：宇宙開発フォーラム実行委員会 後援：外務省、文部科学省、JAXA、日本宇宙フォーラム	加速する宇宙ビジネス～衛星データ利用拡大に向けた戦略と課題～	講演
2014/5/30	第10回GISコミュニティフォーラム 第4回農業GISセッション -持続可能な農業を目指して- 主催：ESRIジャパン 後援：(一社)日本写真測量学会 (一社)日本リモートセンシング学会ほか	GISとリモートセンシングを利用した水稻生産管理システムの開発	講演

#### 3) インターネット上での研究成果の継続的な発信

・北越後農業協同組合管内を対象としたアグリルック農業情報サービスの一般向けページを継続的に公開している。

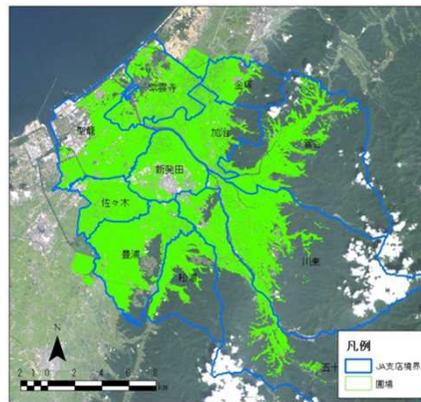
ホームページアドレス <http://www.agrilook-info.com/kitaechigo.pub/>

## 4. 実施内容

### ①準衛星コンステレーションの構築(高頻度観測によるタイムリー性の向上)

衛星データを調査し、準衛星コンステレーションに使用する画像(平成19年～平成25年度)を収集した。現在、運用している衛星を調査し、準衛星コンステレーションに利用可能な衛星センサをまとめた。データ収集を**可能な限り自動化**した。

米国は、今後も、空間分解能30mのLANDSATシリーズによる観測の継続とデータの**無償提供**を予定している。欧州では、2014年6月にDeimos-2(スペイン、回帰周期4日、空間分解能4m)が打ち上げられるなど、10m以下の空間分解能の衛星により**数日間隔で観測可能な体制作り**が進められ、価格も**低廉化**してきた。さらに、WorldView-2のような既存の高解像度衛星のデータも徐々に価格が低下しており、準衛星コンステレーションを行う環境は、整いつつある。



実証地域と圃場の分布

### 収集した中分解能衛星データのリスト

No.	衛星/センサ	分解能	観測角	太陽高度	観測日
1	TERRA/ASTER	15m	0.0	51.94	2008年9月18日
2	ALOS/AVNIR-2	10m	0.0	59.15	2009年8月25日
3	LANDSAT-7/ETM+	30m	0.0	60.84	2010年5月3日
4	ALOS/AVNIR-2	10m	-37.0	55.93	2010年8月25日
5	ALOS/AVNIR-2	10m	29.0	60.57	2010年8月26日
6	ALOS/AVNIR-2	10m	0.0	58.16	2010年8月28日
7	ALOS/AVNIR-2 (RPC)	10m	-	-	2010年8月28日
8	ALOS/AVNIR-2	10m	-27.8	55.63	2010年8月30日
9	ALOS/AVNIR-2	10m	-37.8	52.70	2010年9月6日
10	LANDSAT-7/ETM+	30m	0.0	61.73	2011年5月6日
11	UK-DMC2	15m	12.0	60.63	2011年5月16日
12	LANDSAT-7/ETM+	30m	0.0	66.08	2011年6月7日
13	LANDSAT-7/ETM+	30m	0.0	64.79	2011年7月9日
14	UK-DMC2	22m	15.7	60.10	2011年7月12日
15	DEIMOS-1	22m	13.7	62.78	2011年7月21日
16	UK-DMC2	22m	12.0	56.61	2011年8月10日
17	DEIMOS-1	22m	13.7	55.84	2011年8月15日
18	Beijing	32m	13.6	37.52	2011年9月2日
19	LANDSAT-7/ETM+	30m	0.0	65.17	2012年5月24日
20	TERRA/ASTER	15m	-8.6	68.52	2012年6月2日
21	DEIMOS-1	22m	3.6	64.04	2012年6月27日
22	DEIMOS-1	22m	0.2	63.75	2012年7月10日
23	LANDSAT-7/ETM+	30m	0.0	62.53	2012年7月27日
24	DEIMOS-1	22m	13.9	58.49	2012年8月1日
25	TERRA/ASTER	15m	-8.6	63.31	2012年8月5日
26	UK-DMC2	22m	17.6	57.17	2012年8月19日
27	RapidEye	30m	7.3	64.16	2012年8月21日
28	TERRA/ASTER	15m	0.0	58.42	2012年8月28日
29	LANDSAT-7/ETM+	30m	0.0	59.27	2013年4月25日
30	RapidEye	5m	6.9	69.62	2013年5月9日
31	TERRA/ASTER	15m	2.9	68.97	2013年5月27日
32	LANDSAT-8/OLI	30m	0.0	67.46	2013年6月4日
33	LANDSAT-7/ETM+	30m	0.0	66.56	2013年6月12日
34	UK-DMC2	22m	12.1	61.83	2013年6月24日
35	LANDSAT-7/ETM+	30m	0.0	66.04	2013年6月28日
36	LANDSAT-8/OLI	30m	0.0	61.77	2013年8月7日
37	DEIMOS-1	22m	25.7	58.78	2013年8月14日
38	LANDSAT-7/ETM+	30m	0.0	58.98	2013年8月15日
39	TERRA/ASTER	15m	0.0	61.86	2013年8月15日
40	LANDSAT-7/ETM+	30m	0.0	55.08	2013年8月31日
41	RapidEye	5m	12.0	57.50	2013年9月9日
42	RapidEye	5m	7.9	53.70	2013年9月19日
43	RapidEye	5m	13.4	74.00	2014年5月30日
44	RapidEye	5m	2.5	74.90	2014年7月2日
45	RapidEye	5m	9.8	71.50	2014年7月26日
46	RapidEye	5m	20.2	70.80	2014年7月29日
47	TERRA/ASTER	15m	0.0	65.07	2014年8月2日
48	RapidEye	5m	11.2	60.82	2014年8月31日
49	TERRA/ASTER	15m	0.0	56.85	2014年9月3日

### 準衛星コンステレーションの候補とした衛星

衛星名	センサ	PAN(m)	MS(m)	バンド数 (MS)	観測幅 (km)	回帰日数 (日)	打ち上げ日	設計寿命	打上国/機関	赤道通過時刻	軌道周期 (min)	軌道高度 (km)
TERRA	ASTER		15	4	60	16	1999.12.18	5	米国	10:30	98.9	705
SPOT 5	HRG	5	10	4	60	26	2002.5.4	5	フランス	10:30	101.4	826
SPOT 6	NAOMI	1.5	6	4	60	26	2012.9.9	10	フランス	10:00	-	694
SPOT 7	NAOMI	1.5	6	4	60	26	2014.6.30	10	フランス	10:00	-	694
THEOS	MS		15	4	90	26	2011.7.1	5	タイ	10:00	101.4	822
RapidEye 1～5号機	REIS		6.5	5	80	5	2008.8.29	7	ドイツ	11:00	96.7	630
UK-DMC 2	SLIM-6		22	3	330, 638	5	2009.7.29	5	英国	10:30	98.2	686
DEIMOS 1	SLIM-6		22	3	330, 600	5	2009.7.29	5	スペイン	10:30	98	686
LANDSAT 7	ETM+	15	30	7	185	16	1999.4.15	6	米国	10:00±15	99	705.3
LANDSAT 8	OLI	15	30	8	185	16	2013.2.11	5	米国	10:00-10:15	99	705.3

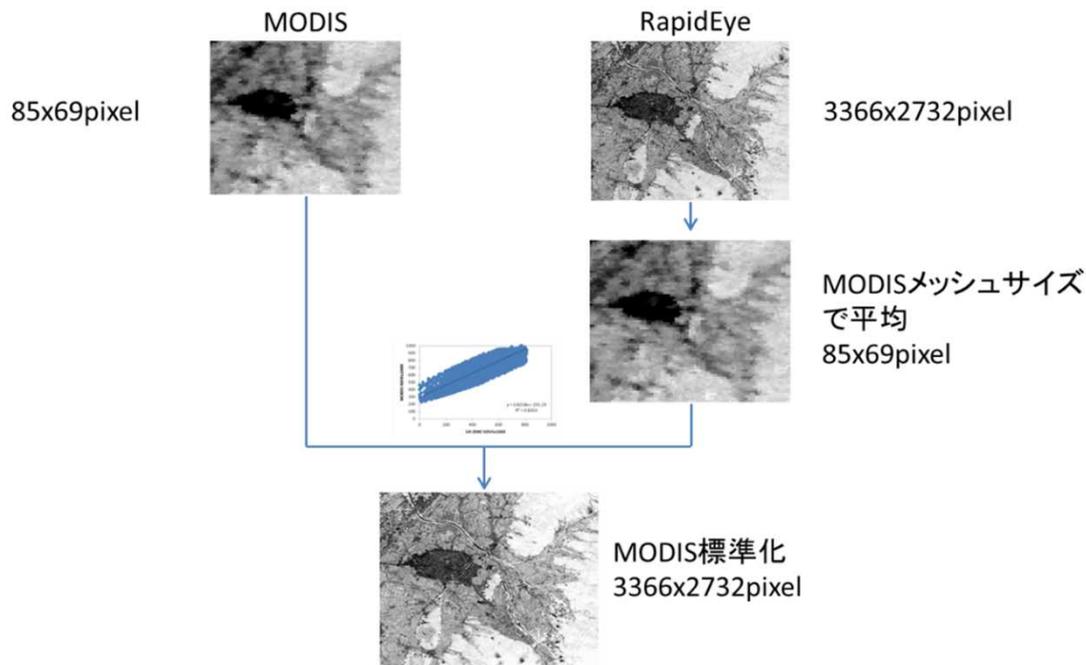
### 衛星データ検索サイトを登録したWebブラウザ



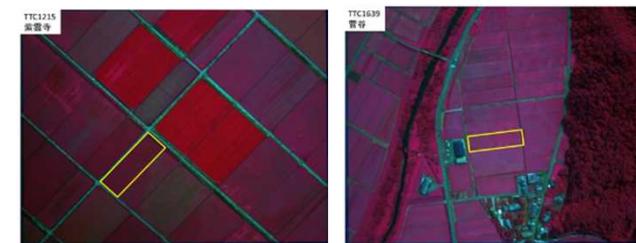
## 4. 実施内容

### ②空間分解能の異なる衛星データの混在利用を可能にするデータフュージョン技術の開発

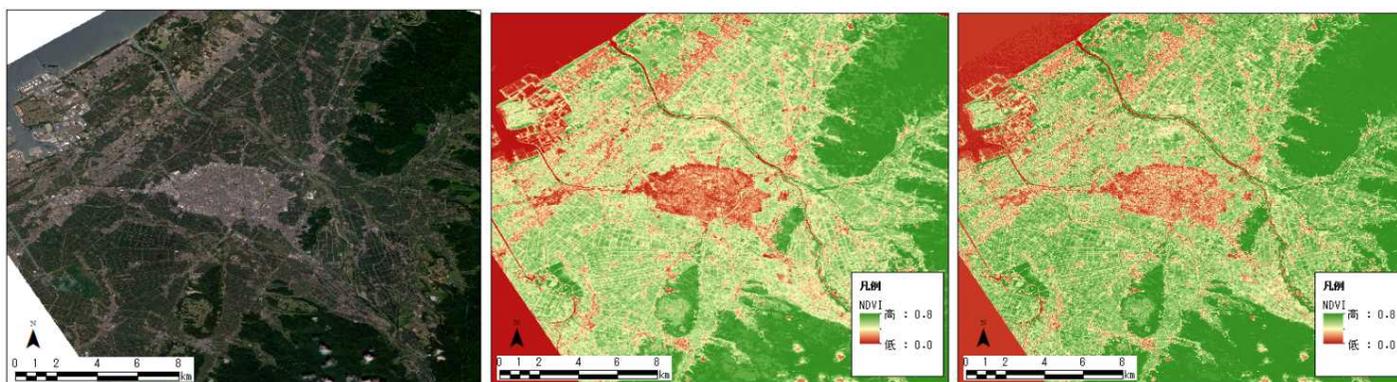
準衛星コンステレーション画像データセットに混在する異なる種類の衛星データを同様に扱えるようにするため、TERRA/MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) の独自開発した雲除去フィルタNRFで処理した時系列データセットを基準として標準化処理を行った。収集した衛星データ、有人機モザイク処理データ、JA北越後から提供された地上計測データを用いて精度評価を実施し、精度評価と利用実証結果を参考にアルゴリズムの再検討とプログラムのチューニングを行い、準衛星コンステレーション画像を利用可能にするデータフュージョン技術を完成させた。



標準化処理の概略図

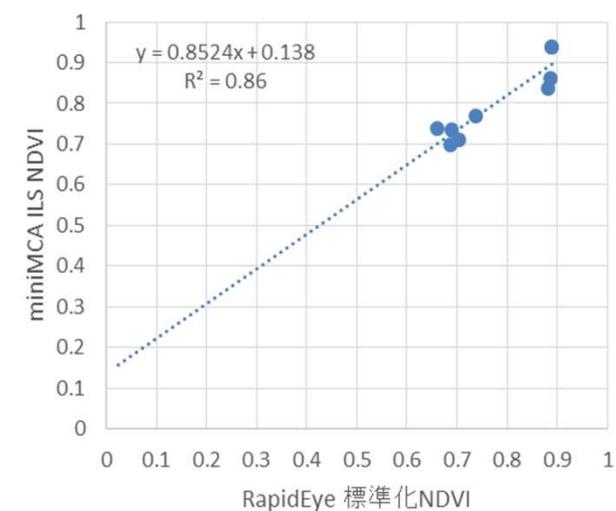


航空機から撮影した圃場の近赤外カメラ画像 (黄色枠は追記した実証圃場の境界)



標準化前後の画像サンプル(2014年7月2日)

左: トルーカラー画像  
 中: 標準化前のNDVI画像 (全体の平均は0.476)  
 右: 標準化後のNDVI画像 (全体の平均は0.534)



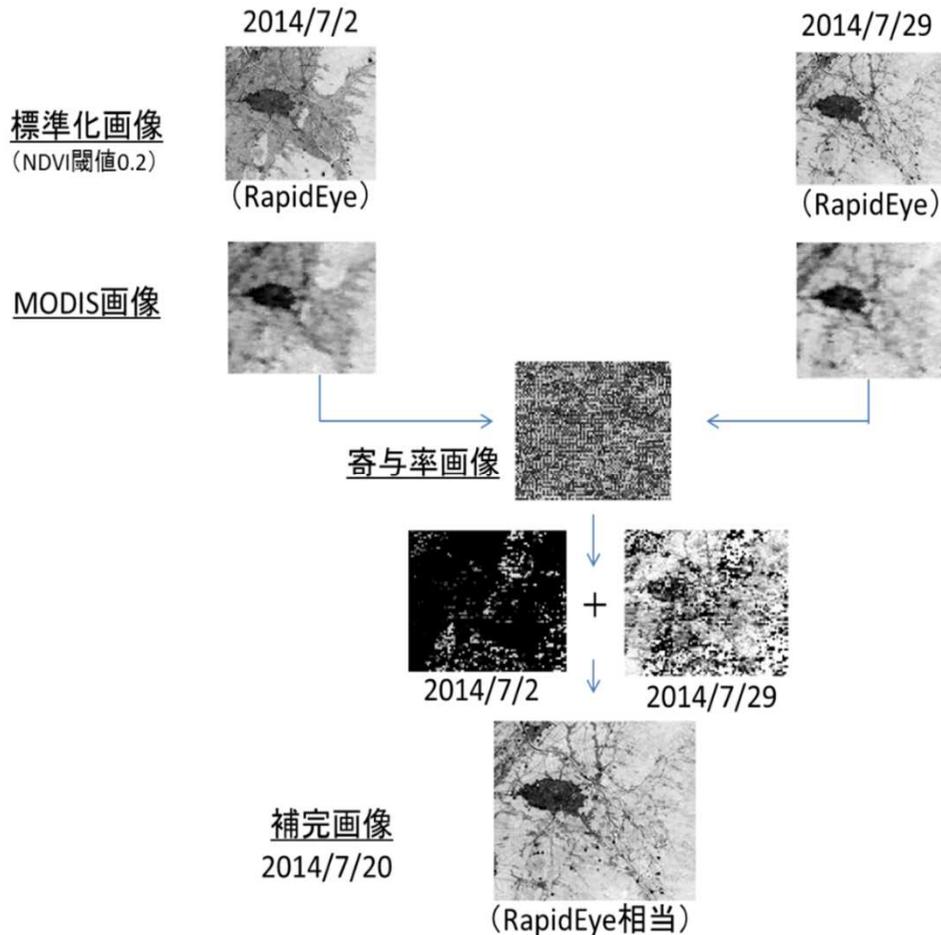
人工衛星 (RapidEye、2014年8月31日観測) 標準化データと空撮によるNDVIの相関 (作付水田、河川敷、大豆畑)

## 4. 実施内容

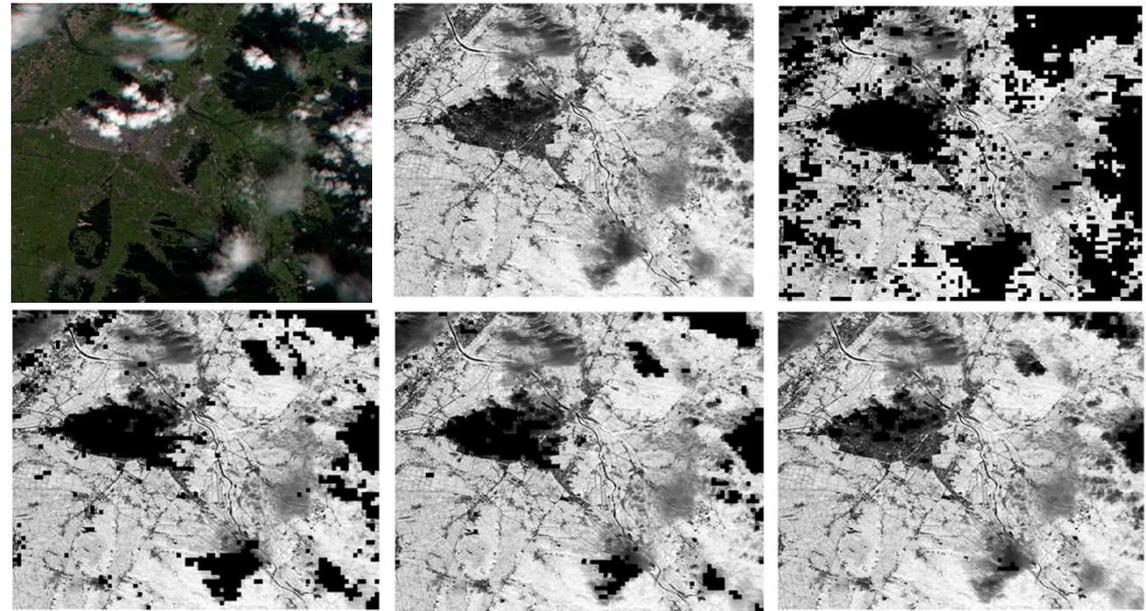
### ③グローバル衛星を利用した時系列データセットによる準衛星コンステレーション観測データの観測頻度補完法の開発

中空間分解能の準衛星コンステレーション観測データに標準化処理を行ったデータと高頻度観測衛星データを利用して雲除去および任意日の内挿補完画像作成を行うプログラムを開発した。

準衛星コンステレーション画像から中空間分解能の雲除去時系列データセットを生成し、高次プロダクトの作成に活用できるようにした。

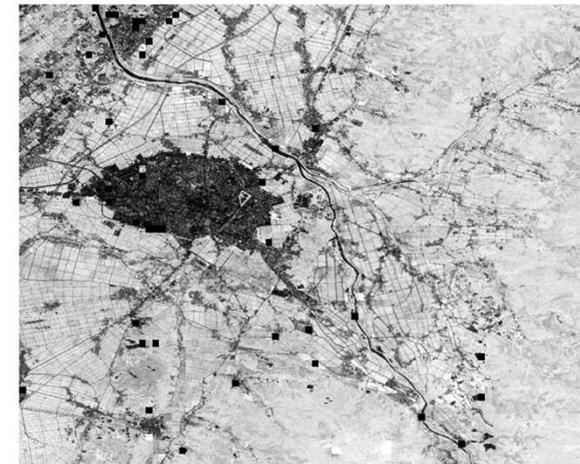


内挿補完アルゴリズムの概略図



NDVIを閾値とする雲域判別手法の評価

左上: トゥルーカラー画像、中上: 標準化画像、右上: NDVI残差>0.1  
 左下: NDVI残差>0.15、中下: NDVI残差>0.2、右下: NDVI残差>0.3



内挿補完画像サンプル(2014年7月20日の推定画像)

## 4. 実施内容

### ④通信端末を利用した営農者への直接情報配信システムの構築と実証運用

複数の衛星データや気象データを時系列的に利用し、定期的に生成した農業情報をWebで配信するシステムを開発・運用し、JA北越後（共同参画機関）管内で利用実証を行った。インターネットを介して随時閲覧できるWebGIS型データベースとその情報閲覧端末を「**AgriLook(アグリルック)**」でと称し、商標登録（登録第5547891号）し、アグリルックJA北越後版をインターネット上で一般公開した。

ホームページアドレス [http://www.agrilook-info.com/kitaechigo\\_pub/](http://www.agrilook-info.com/kitaechigo_pub/)

また、情報を**メールで配信するシステム**も開発し実証を行った。

JA北越後の各支店で営農指導担当者がタブレットを携帯し、葉色や食味予測などの情報を生産者と共有し、栽培方針を検討するコミュニケーションツールとして活用した。JA北越後担当者からタブレットで提供する情報について、JA内部の評価の報告を受けた。それによると、営農指導担当者に紹介した平成26年度当初から提供情報やその使い方など全般的に評判がよく、JA北越後では当事業で購入した2台のタブレットに加えてJA独自の予算で9台追加し、営農指導担当者向けのアグリルック操作説明会を開催するなど、1支店当たり1台体制で、利用実証が行われた。その結果、新潟県を中心に全国からアクセスがあり、平成26年4月～10月の利用者は**651名**でアクセス数は**約9,200回**に上った。メール配信システムの登録利用者アドレス数は**337名**だった。



アグリルックの表示画面

(タブレットPC、スマートフォンでも使用可能)



アグリルックの利用の様子

= 配信先一覧 =

支店: 全て

支店名	氏名	支店コード	取引先コード	住所	配信欄目1	配信欄目2	備考1	備考2	メールアドレス	※ 気象情報配信
青森	豊嶋米太郎	2	6200116	長畑 長畑1041-1	090-XXXX-XXXX		test		fuji@vty.co.jp	<input checked="" type="checkbox"/> 配信を有効
岩手	豊嶋米三郎	3	6422116	下内竹 神子塚366-1	090-XXXX-XXXX		test		realbreakin@msn.com	<input checked="" type="checkbox"/> 配信を有効
山形	栗屋太郎	6	6100233	梅園 梅園2-1-16	090-XXXX-XXXX		test		laborium@gmail.com	<input checked="" type="checkbox"/> 配信を有効
神奈川	栗屋次郎	14	6434232	梅園 梅園2-1-32	090-XXXX-XXXX		test		hoge@hoge@hoge	<input checked="" type="checkbox"/> 配信を有効

メール配信システム用配信ユーザ管理用画面(サンプル)

## 4. 実施内容

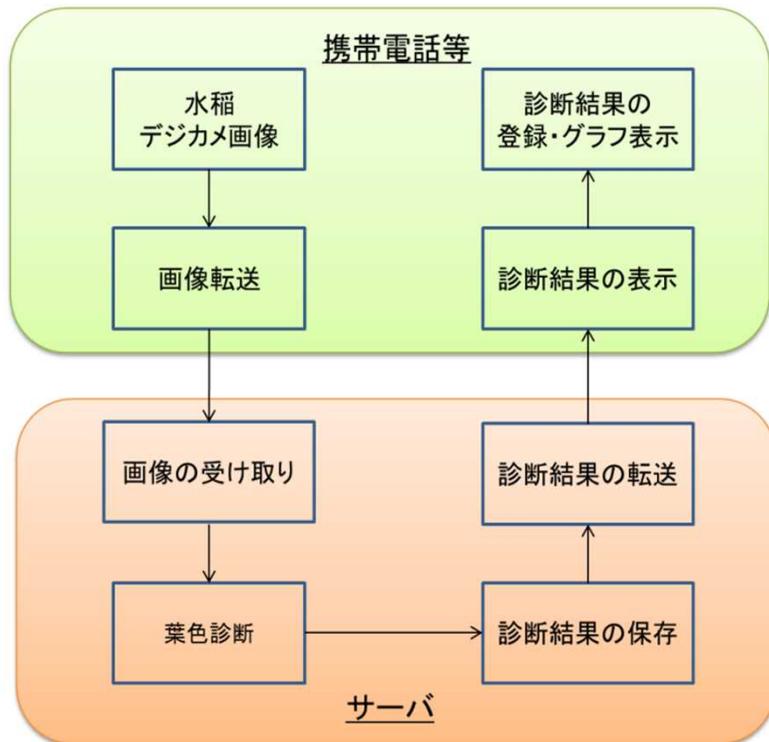
### ⑤携帯電話等で撮影された圃場画像のグランドツルース化とそれを用いた補正処理による一筆単位の生育情報の高精度化を図るフィードバックシステムの構築と実証

Webブラウザを利用して携帯電話やタブレットPCで撮影した画像ファイルをサーバに転送し、サーバで画像診断を実施して診断結果の数値情報をWebブラウザに表示し、データを記録して時系列変化をグラフ表示できるようにした。

当初はアップロードされた画像を全自動でグラフ表示する設計であったが、撮影日時とアップロード日時が異なる場合や、空の映り込みや葉色カラースケールの映り込みが不十分な写真の処理による異常値のグラフ表示を防ぐため、処理結果を確認した後、登録する仕組みに改良した。



葉色診断用画像のサンプル



デジタルカメラ画像の処理フロー



デジタルカメラ画像と葉色診断用ユーザーインターフェース  
(右下のシートに入力した値がグラフ表示される。)

## 4. 実施内容

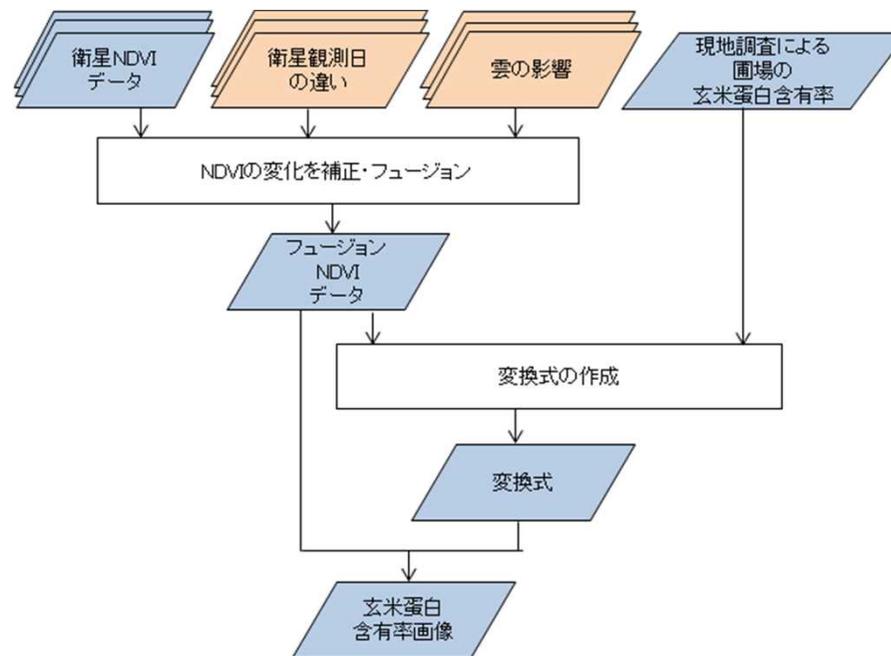
### ⑥衛星データ(コンステレーションデータ)から新潟県で標準的に使用される食味計による計測値への変換方法の開発と実証

衛星データから得られる正規化植生指数 (NDVI) を新潟県が標準的に使用する食味分析計 (TM-3500、静岡製機製) 相当の玄米蛋白含有率に変換する方法を確立し、食味予測マップを作成した。この方法の完成により、食味予測マップと分析値の相関を高めた。

食味マップの作成については、ベクターベースの準衛星コンステレーションを行い、異なる日に観測された衛星データによるNDVIを任意の日のNDVIに換算し、新潟県が平成24年度までに統一して導入した静岡製機製の食味分析計 (TM-3500) 相当の玄米タンパク含有率に変換して出力した。

平成25年度は、圃場のうち、水稻が作付された圃場とその他の作物が作付された圃場を判別するため、RapidEye (2014年5月30日)、COSMO-SkyMed (2014年6月2日) を使用した。水稻が作付された圃場を判別した後、RapidEye (2014年8月31日)、ASTER (2014年9月3日)、MODIS\_NRFデータを用いて食味予測を行った。

食味予測マップはJA北越後でコシヒカリの収穫が始まる前の2014年9月10日に管理者用ページで閲覧できるようにした。栽培現場ではタブレットおよび印刷したマップを生産者に見せて、土作りや栽培管理の指導に利用しており、JA北越後の営農指導担当者から、食味予測マップは現在のJA北越後の利用法において実用的な精度を有しているとの報告が得られた。



食味マップの作成フロー



食味分析計 (TM-3500、静岡製機製)



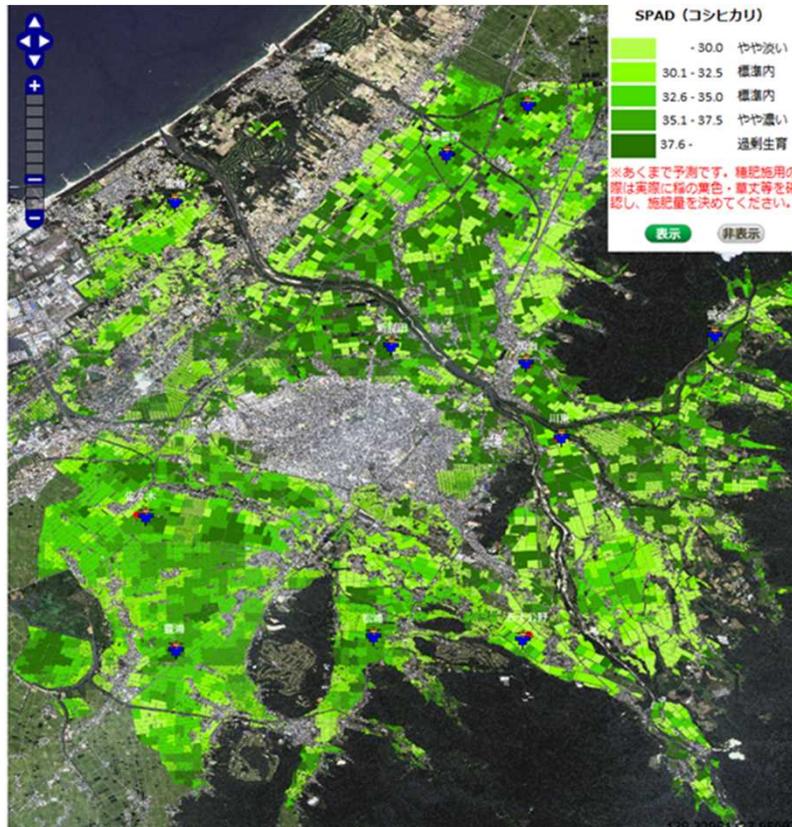
アグリルックによる食味推定マップの表示

## 4. 実施内容

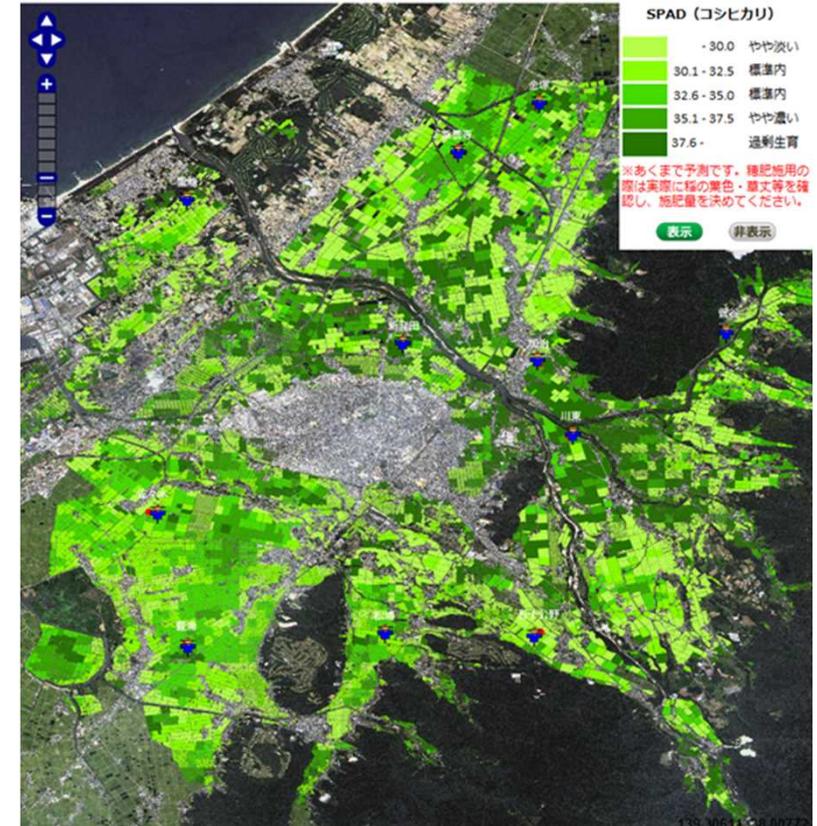
### ⑦時系列衛星過去データを用いた予測情報の抽出法の開発と実証

現地データを経験的パラメータとして用いたアルゴリズムにより生育予測画像(NDVI)から葉色予測画像(SPAD値)を作成し、圃場毎のピクセル値(SPAD値)を抽出し、マップを作成してアグリルックで表示可能にするプログラムの開発を行った。

JA北越後から栽培管理の中でも品質に大きな影響を与える穂肥時期に確実な葉色情報の提供を行うよう要請があり、2014年7月13日と7月20日の予測葉色を7月1日と7月11日に提供するなど、開発したシステムを用いれば被雲を除去した情報を確実に指定した日に提供することが可能である。また、その情報の精度については、食味予測、葉色予測等について現場を回っている営農指導担当者から妥当で実用上支障はないとのコメントが得られた。



10日後の葉色予測マップ(2014年7月13日時点の葉色:7月1日に提供)



10日後の葉色予測マップ(2014年7月20日:7月1日に提供)

## 5. その他の研究成果

### 1) 成果展開の状況

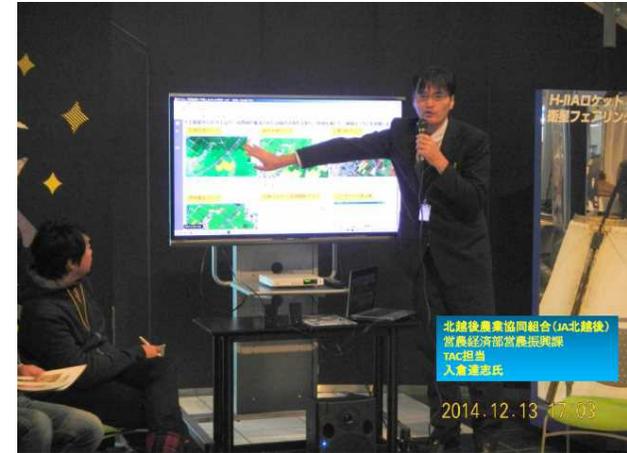
本研究の成果である、インターネットを介して随時閲覧できるWebGIS型データベースとその情報閲覧端末を「AgriLook(アグリルック)」で商標登録(登録第5547891号)し、アグリルックJA北越後版を公開している。

ホームページアドレス [http://www.agrilook-info.com/kitaechigo\\_pub/](http://www.agrilook-info.com/kitaechigo_pub/)

衛星データ等の情報を「時系列的に利用する」効果や「場所を選ばず利用できる」利便性への理解が広がり、ユーザ毎に時系列衛星データを主軸としてカスタマイズし、提供するサービスの事業化は着実に進んでいる。その結果、内閣府宇宙戦略室の調査による「衛星データをビジネスに利用したグッドプラクティス事例集」に掲載された(2014年3月)。

ホームページアドレス <http://www8.cao.go.jp/space/goodpractice/jireisyu.html>

JA北越後以外にも、約20数件のJA、農業法人、地方行政においてアグリルックの試験運用を実施して頂いている。展示会や研究発表(講演会)の場を積極的に活用し、時系列衛星データ利用の普及活動に取り組んでいる。

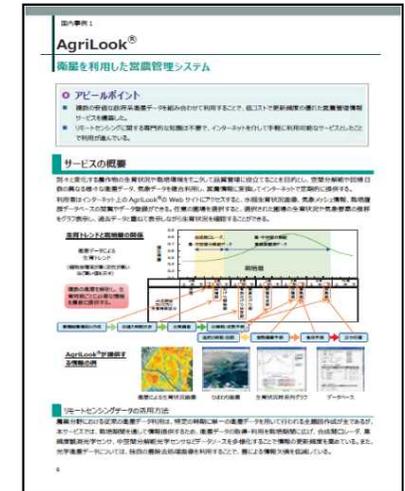


共同研究機関のJA職員による人工衛星の農業利用の取り組み紹介

### 2) 今後の研究開発計画

TPP(環太平洋パートナーシップ協定)の大筋合意を受け、輸入品に対する競争力を強化し、輸出も見据えた「攻めの農業」への転換が求められている。このような中、農業の高品質安定生産、省力化・規模拡大に向けて、『農業ICT化』の重要性はますます高まっている。日本の精密な栽培管理に要求される情報は、圃場単位の分解能で希望の時期に確実に提供される必要がある。この要求を満たす情報提供を行うため、

- ①中分解能衛星コンステレーション衛星画像の時系列・空間解析技術の研究開発
- ②中分解能衛星コンステレーション画像とメッシュ農業気象データを活用した稲・麦・大豆栽培管理支援システムの研究開発の実施を計画している。



内閣府が作成した衛星データをビジネスに利用したグッドプラクティス事例集の抜粋

これまで得られた成果 (特許出願や論文発表数等)	特許出願	研究論文 (査読付き)	その他研究発表	プレスリリース	展示会	受賞等
	全体: 1 (商標登録)	全体: 0	全体: 8	全体: 1	全体: 8	全体: 1
受賞リスト	内閣府「衛星データをビジネスに利用したグッドプラクティス事例集」に選定(2014年3月)					

# 事後評価表

※「4. (2) 成果」以外については平成27年3月末現在で記載

1. 課題名 準衛星コンステレーションを利用した高度水稻営農情報システムの構築と実証
2. 主管研究機関 株式会社ビジョンテック
3. 事業期間 平成24年度～平成26年度
4. 総事業費 21百万円
5. 課題の実施結果
(1) 課題の達成状況
「所期の目標に対する達成度」 本研究では、準衛星コンステレーション（異なる衛星による観測データを複合利用する技術）により継続的で間断ない観測を実現し、田植えから刈り取りまで、営農期間中の必要な時に必要な情報の利用を可能とし、宇宙を利用した農業情報インフラとして働くことを目標とするものである。  「達成する所期の目標（1～7）」は、以下の通りである。
1) 空間分解能10～50m程度の旬単位時系列データセットの生成法の確立。 中空間分解能衛星データ（30m以下）の空間分解能を保持して時系列データセットを生成可能なプログラムを開発し、目標が達成された。
2) 旬単位データセットを利用した雲なし植生指標画像の生成法の確立。 衛星TERRA/MODISの旬単位データセットを利用した雲なし植生指数画像を生成するプログラムを開発し、目標が達成された。
3) 情報端末（例えばスマートフォン、iPad等）を利用した情報配信システムの確立。 パソコンの他、タブレットPCやスマートフォンでも情報が見られるようにシステム開発を行った。カウンターパートであるJA北越後の管内11支店がそれぞれタブレットを1台ずつ所有し、各営農指導担当者が生産者への営農指導時に、その情報を利用する体制ができ、目標が達成された。
4) 作付け時期の違いによる生育状況の補正法の確立。 正規化植生指数（NDVI）の時系列変化データを使用し、生育状況（SPAD値など）の補正を行う方法を確立し、食味推定マップの作成に活用できるようにし、目標が達成された。
5) 衛星観測データから得られる正規化植生指標値を新潟県の標準計測法による食味値（玄米蛋白含有率）へ変換する手法の確立。 水稻の坪刈りや食味分析を行い、新潟県の標準計測装置による食味値に変換する方法を確立し、衛

星データから「玄米蛋白含有率 (%)」を単位とする食味推定マップを生成し、提供するなど、目標が達成された。

**6) 携帯電話等を利用した一筆単位の情報収集とその集約化による生育状況などの 10 日先程度の予測法の確立。**

携帯電話等で撮影されるデジカメ画像をサーバにアップロードして葉色診断を行い、診断結果を Web 上に表示するシステムを開発した。また、穂肥時期と穂肥量を決定する材料として 2 時期の葉色予測マップを 10 日前に提供するなど、目標が達成された。

**7) 低労力、低コストで精密農業を実現し、水稻営農の基盤インフラとしての定着を目標に 1000 件程度の営農者の利用実績を作ること。**

新潟県を中心に全国からアクセスがあり、平成 26 年 4 月～10 月の訪問者数は 650 人で閲覧ページ数は 9,160 に上った。また、気象情報とコメの品質情報を直接配信できるメール配信システムを構築し、JA 北越後職員および生産者のその登録アドレス数（利用者数）は 337 人で、WEB 利用者との合計で約 1000 人の利用実績を作るなど、目標が達成された。

「必要性」

・科学的・技術的意義（独創的、革新性、先導性、発展性等）

農業分野のみならず、あらゆる衛星光学リモートセンシングの実用化において被雲による観測の不確実性は最大の問題である。データ取得の確率・安定性を高め、必要な時期のデータ取得を可能にする衛星コンステレーション技術は、衛星光学リモートセンシングを社会実装するために今後、不可欠になる。準衛星コンステレーションデータの利用技術を開発し、栽培期間を通して農業生産の現場で実証した本研究成果は、様々な分野における今後の衛星データ利用の可能性を示した。

・社会的・経済的意義（産業・経済活動の活性化・高度化、国際競争力の向上、知的財産権の取得・活用、社会的価値（安全・安心で心豊かな社会等）の創出等）

準衛星コンステレーション技術の活用により衛星リモートセンシングデータが安定的に利用可能になり、情報インフラとして利用できることを示唆した。衛星データを新たな情報源として活用することにより、農業栽培管理技術の向上が図られ、高品質安定生産、一等米比率の向上、買取り価格の向上につながり「攻めの農業」を実践するための新たなツールとなり得ることを示した。また、衛星データの利用頻度が各段に高まる技術であることから、宇宙利用の活性化・高度化を促し、宇宙利用の意義と重要性の普及・啓蒙に貢献した。

・国費を用いた研究開発としての意義（国や社会ニーズへの適合性、機関の設置目的や研究目的への適合性、国の関与の必要性・緊急性、他国の先進研究開発と比較における妥当性等）

衛星データの栽培管理への活用は世界中で取り組まれているが、天候が良く粗放的な農業が行われる地域を対象にしたものがほとんどである。これは衛星の観測確率や空間分解能に起因しており、被雲の問題を根本的に解決した情報利用例は見られない。日本や東南アジアなど多雨地帯においてはこのような利用方法は困難で、被雲の問題を解決する情報利用技術は先進的で、本研究成果で得られた衛星データ利用技術は、日本国内はもとより海外においても必要である。既に海

外から本開発技術の利用の希望が具体的に来ている。

#### ・その他国益確保への貢献

日本の農業は、高齢化、担い手不足、耕作放棄地の増加、国内自給率の低下や、TPPの問題など様々な問題を抱えて内憂外患の状態にある。農業を ICT化する技術は、定量的な指針を示し、地元 JA 職員との会話の材料になり、担い手育成に貢献する。栽培管理の省力化に貢献し農家の規模拡大にも貢献する。また、和食ブームの中、農業の工業化（生産管理情報の利用）による安全で高品質な寿司米や酒米など米の食し方によるブランド化を図るなど欧米諸国への輸出拡大への貢献が期待できる。更に、適切に管理された農地は、景観保全のほか、洪水や土砂災害などの自然災害リスクを軽減する緩衝材として重要な役目を果たし、国民の安全・安心、財産の保護に貢献する。

#### 「有効性」

一時期に観測された衛星リモートセンシングデータを利用して「葉色マップ」や「食味マップ」という結果を得る従来の利用法とは異なり、本研究は、時系列データを用いて必要な時期の情報を生成し、栽培管理に役立てるための衛星利用技術開発とその実証である。新たな衛星データ利用方法を利用した情報を生産現場で実証し、そのフィードバックにより改修を行ったシステムの情報が、事業終了後の平成 27 年度も利用され、平成 28 年度も利用予定であることから実用化・事業化に向けて有効性の高い成果が得られたことが類推できる。また、事業を通して JA 北越後の担当者の衛星データ利用に対する理解と知識が深まり、JA 各支店の営農指導担当者自身が生産者の質問への対応や、講演会での演者として講演をすることが可能になるなど実践を通して衛星データ利用の知識を有する人材の養成をも行うことができた。

本研究で示した解析手法は、農業以外の分野でも衛星データの実用化・事業化のための長年の課題のブレークスルーとなり、有効性は十分と言える。

#### 「効率性」

年度ごとに計画・実施体制の見直しを適切に行い、適切な担当者を配置して効率的に予定通りに課題を遂行することができた。実証地である JA 北越後のフィードバックを反映し、情報の表示内容や表現方法の変更も行い、共同研究機関の担当者がタブレットを所有して生産者とのコミュニケーションツールに位置づけ活用するなど、研究成果の利用が軽労化や省力化などに寄与し、費用対効果の向上を実証することができた。従って効率性も十分であったと言える。

## （２）成果

※平成 27 年 11 月 1 日現在

#### 「アウトプット」

衛星データは、定期的に、広い範囲をほとんど同時に恣意性なく観測して得られるという大きな特徴がある。反面、観測のインターバルが衛星の回帰周期に依存し、利用に供するタイムリー性が得ら

れないことや植生など物理的特性が分かる衛星光学センサでは雲下の観測ができないという致命的な欠点があり、これが普及のための大きな障害であった。

本事業での成果は、この障害を最小化する技術開発を行い、衛星データの最大の特徴である「時空間情報として固定化し、また、長期保存ができ、さらに、過去に遡っていつでも活性化できる」という特徴を最大限に利用し、水稻の生産現場における軽労化や効率化に寄与し、その品質向上のために供する「過去の生育状況パターンや逐次更新される生育状況などの時空間情報」を、インターネットを介して随時閲覧できる WebGIS 型データベースをクラウド上に構築、その情報を閲覧する端末「AgriLook (アグリルック)」を開発し、JA 北越後版を公開している。なお、「AgriLook (アグリルック)」は商標登録した(登録第 5547891 号)。

ホームページアドレス [http://www.agrilook-info.com/kitaechigo\\_pub/](http://www.agrilook-info.com/kitaechigo_pub/)

本事業の所期の目標設定は農業情報サービスの公開とインターネットを介した 1000 人の利用者からのアクセスとした。結果は、新潟県を中心に全国からアクセスがあり、4 月～10 月のアクセス数は 650 人、9,160 回に上った。メール配信サービスには 350 人の登録があり、所期の目標として設定した約 1000 人の利用者を達成しており十分と言える。

#### 「アウトカム」

JA 北越後でのアグリルックの活用に伴い、導入前 (H23 年度) と比較して、①一等米比率は+4pt、②販売高は+8.1%、③集荷量は+1.5%、④1 俵あたり販売高は+6.6%となり、米価下落の環境下において、北越後米の価値・収益力の向上に貢献した。特に、営農指導員の施肥等に関する栽培管理指導への活用は、圃場単位の葉色を適度にコントロールすることを可能にした。

また、アグリルック JA 北越後版を公開したことにより、衛星データを利用した農業情報サービスの知名度が高まり、講演要請や展示会出展依頼、新聞への掲載、内閣府宇宙戦略室の調査による「衛星データをビジネスに利用したグッドプラクティス事例集」への掲載 (2014 年 3 月) など様々な情報提供依頼があり、それらの研究発表 (講演会) や展示会の場を積極的に活用し、本事業成果の利用促進・普及活動に取り組んでいる。

アグリルックは、現在 (平成 27 年 3 月以降に発生)、JA 北越後以外にも、各地の地方行政、JA、営農法人など 20 数件ほどで導入・試験運用されており、農水省のプロジェクトにおいても「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」や「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) - 農業」、「気候変動適応産地づくり」の事業の中で、自治体レベルにおける情報インフラとして試用されているなど、研究成果は着実に現場に広がっている。また、海外においても、中央アジア、東南アジア、南米などの海外の開発途上国からの引き合いも得ており、大きな波及効果が得られている。

#### (3) 今後の展望

「攻めの農業」に向けて様々な企業が農業 IT サービスを展開しているが、既存の農業情報サービスを展開する企業のほとんどはデータソースを気象データに頼っている。今後、衛星コンステレーションの発展に伴い、対象物の状態を直接モニタリングできる衛星データの重要性が高まり、衛星データ

と気象データを相互利用した栽培管理情報の提供サービスへの要望は益々高まってくる。

今回の研究成果は、今後発展していく、農業 ICT の基礎となるもので、今後、日本の農業インフラになり得るように、他作物、他品種への対応の要望、小麦、大豆、あるいは果樹やお茶などへの利用の要望に応じていく。

さらには生育予測や収量予測、加えて病虫害発生 of 早期発見や発生危険度予測など、ビッグデータとも言える衛星データを 10 年間分集積して解析し、「日本全国の農業圃場の旬単位に 250m メッシュの細かさで生成した作物生育状況の過去 10 年間の時系列空間情報データセット」を利用した予測モデルを構築するなど、高度で使いやすく、多様な産地で実用化できるように、さらなる研究開発を進める予定である。

## 6. 評価点

**S**

評価を以下の 5 段階評価とする。

- S) 優れた成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に著しく貢献した。
- A) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献した。
- B) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献しているが、一部の成果は得られておらず、その合理的な理由が説明されていない。
- C) 一部の成果を挙げているが、宇宙航空利用の明確な促進につながっていない。
- D) 成果はほとんど得られていない。

### 評価理由

従来、年に 1~2 枚の衛星データを利用するのが一般的だった農業分野の衛星データ利用を覆し、継続的に衛星データを取得し、利用する仕組みを作り、その効果が実証された。また、ユーザは PC やタブレット、スマートフォンなどの ICT 端末を使用して、必要な情報を、いつでも、どこでも利用することができるようになり、衛星データであることを意識せず、「情報」を利用できる環境になった。この結果、実証地である JA 北越後では衛星データを利用した農業情報の利用が根付き、今後も継続して使用する予定で、既にインフラ化されていると言える。さらに、本提案の「ひまわり 8 号データ」利用による進展も期待できる。

また、本課題により衛星データの農業利用に有用なシステムが構築され、これらの成果をホームページや講演会・新聞等で広く発信するとともに、農水省関係プロジェクトでの試用や中央アジア、東南アジア、南米などの海外の開発途上国からの引き合いを得るなど、宇宙航空利用の促進に著しく貢献している。

今後、他作物への応用など、さらなる広がりを期待したい。