

根釧地域の 飼料用トウモロコシ圃場の特定

北海道農業ワーキンググループ

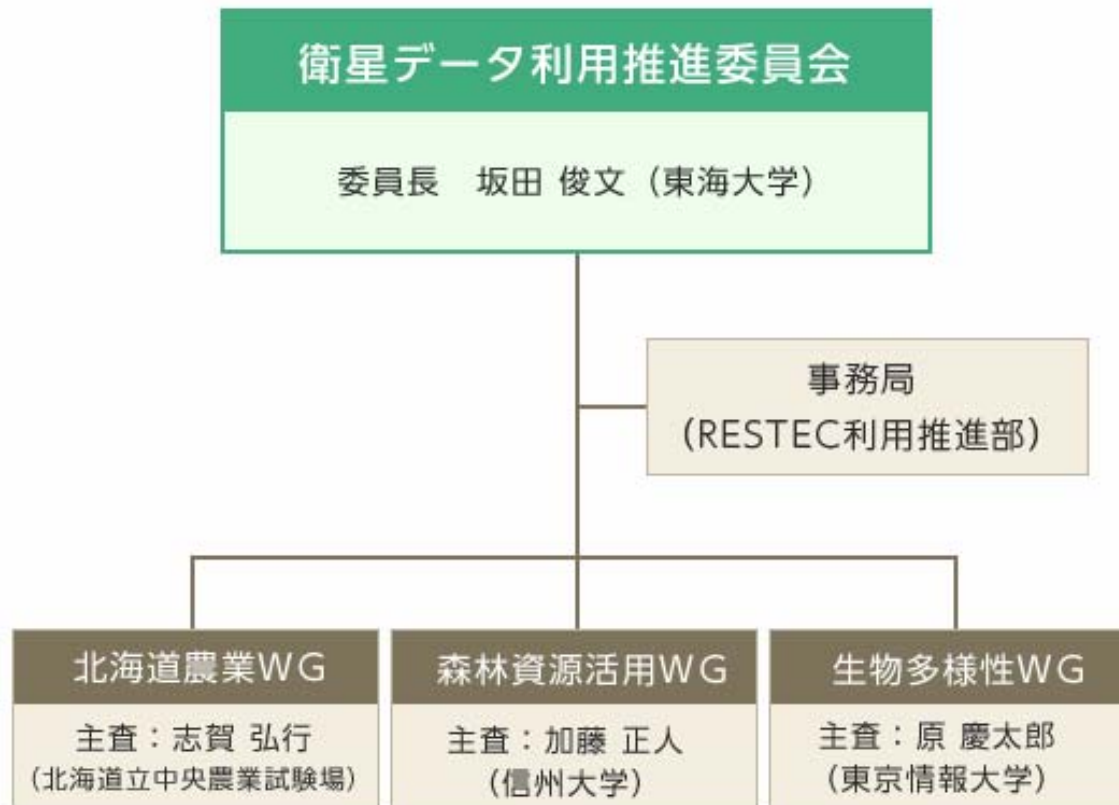
(独)農業環境技術研究所

石塚直樹

衛星データ利用推進委員会

(COSDAP=Committee On Satellite Data Application Promotion)

衛星データ利用推進委員会は、JAXAの衛星利用促進活動の一環として衛星データの新たな利用モデルの創出や衛星データの実利用の実現と展開を図るため、設立された。



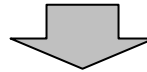
北海道農業における衛星データの利用推進 (北海道農業WG)

- テストサイト：北海道標津郡中標津町
- 想定ユーザ：根釧農業試験場
- WGが目指す成果
 - ✓ 北海道農業における衛星データ利用モデルの構築
 - ✓ PALSARデータによる飼料用とうもろこし圃場の分布把握
- 実施内容
 - ✓ ユーザニーズの調査
 - ✓ 現地調査の実施(中標津町、10/1～2)
 - ✓ PALSARデータ解析(2007～2009年)
 - ✓ 解析結果の評価

飼料用とうもろこしを取り巻く状況

○原油価格の高騰
○中国の穀物輸入の拡大

○米国のバイオエタノール政策
○米国や欧州等の異常気象



とうもろこし価格の高騰→配合飼料価格の高騰



燃料、肥料、その他生産資材の価格高騰もあり
酪農・畜産経営に深刻な影響



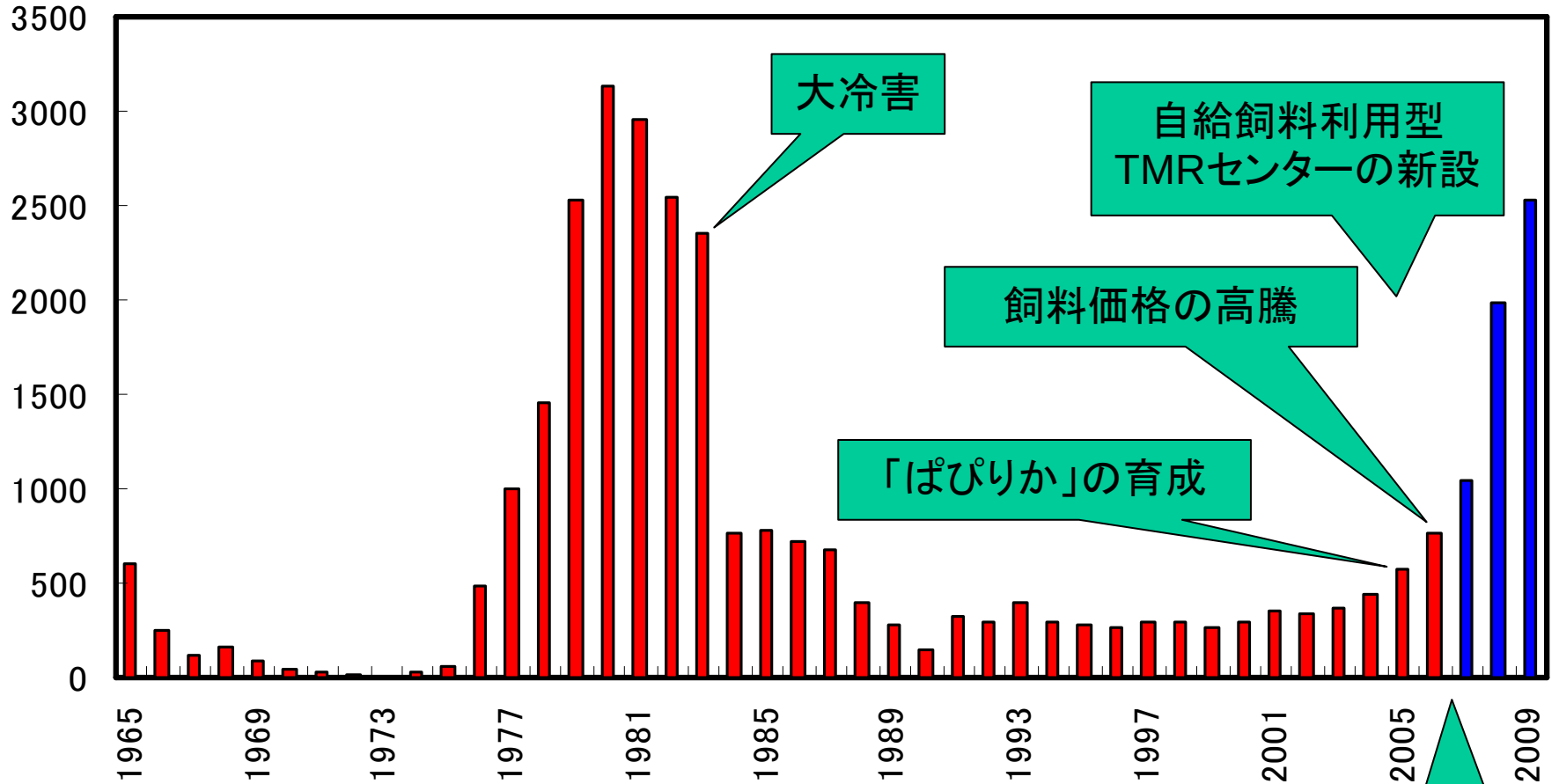
自給飼料に立脚した酪農・畜産への転換が求められている



根釧地域での飼料用とうもろこしの栽培気運の高まり

根室地域の飼料用とうもろこし栽培面積の推移

(ha)



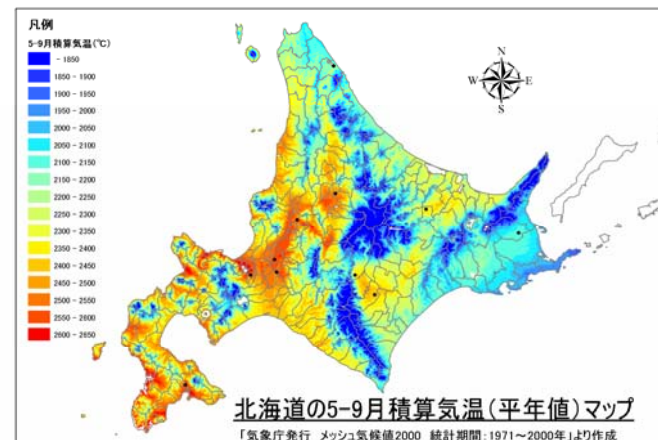
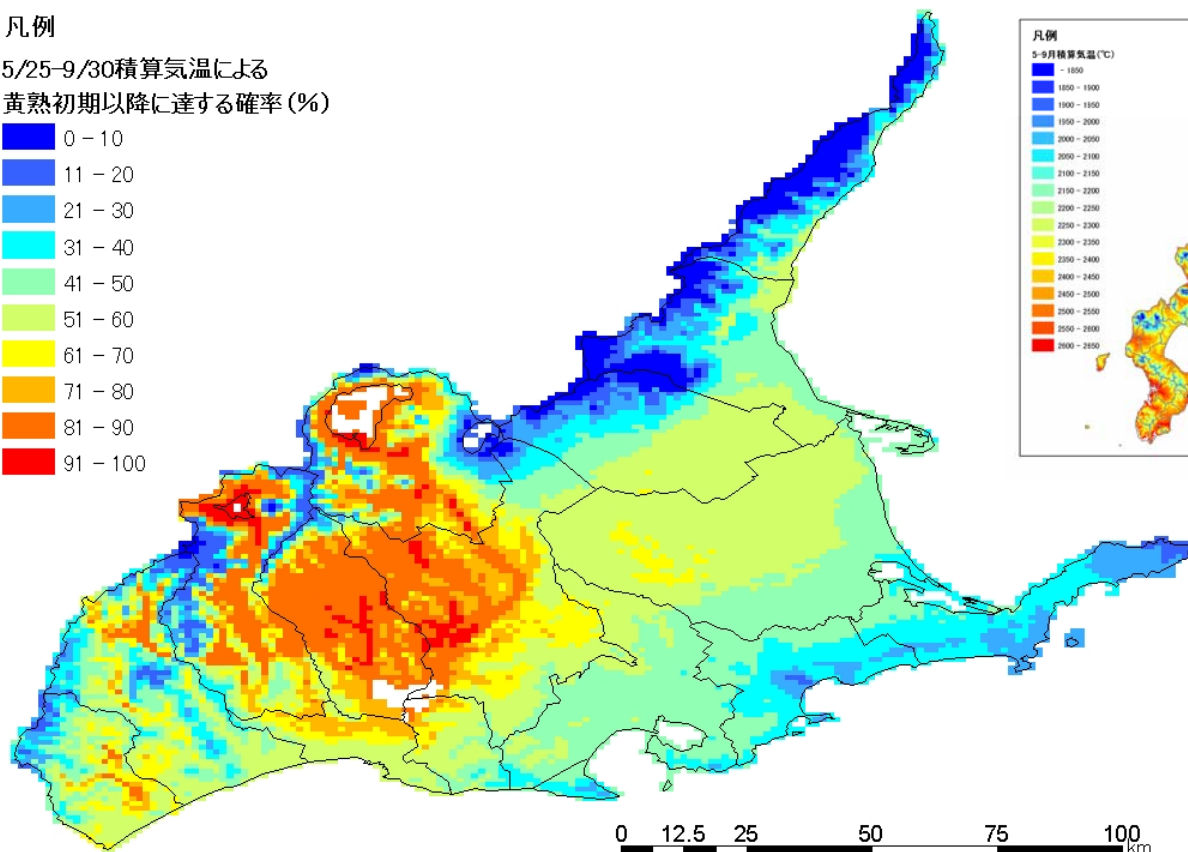
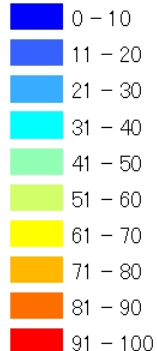
※2007年からは根室農業改良普及センター調査値。

農林水産省統計
調査終了

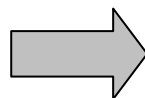
気象条件的リスクの正確な把握

凡例

5/25-9/30積算気温による
黄熟初期以降に達する確率(%)



冷害リスクが少ない地域で
栽培することが重要



作付け圃場の面積、分布を把握する
ことは営農指導上非常に重要

○「安定栽培地域マップ」の作成は「えさプロ」の予算で行い、農業環境技術研究所
清野豁が作成したデータおよびアメダスデータのメッシュ化システムを用いた。



KONSEN AGRICULTURAL
EXPERIMENT STATION

現地調査および地上データ

目的

とうもろこし作付け圃場の分布データをSARデータの解析で得るために、その解析と検証に必要なグランドトゥルースを取得する。

方法

調査日 2009年10月2日

調査地域 中標津

調査項目 とうもろこし圃場 草丈、株間、畝間、実の数、畝方向
位置情報、収穫状況、写真

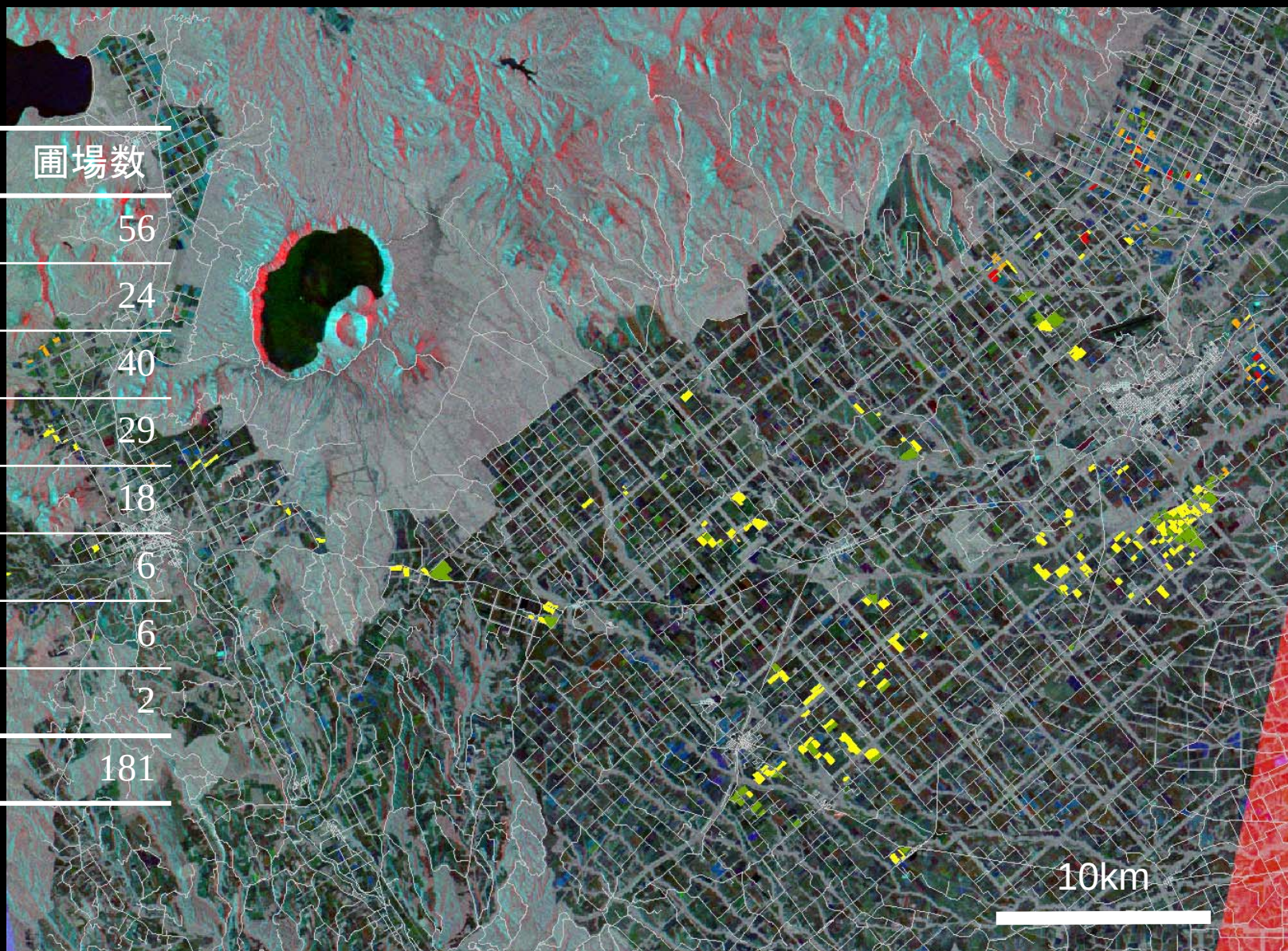
他畑作物圃場 畝方向、位置情報、収穫状況、写真

※10月1日、3日、4日 とうもろこし作付け圃場の確認調査 位置情報・写真

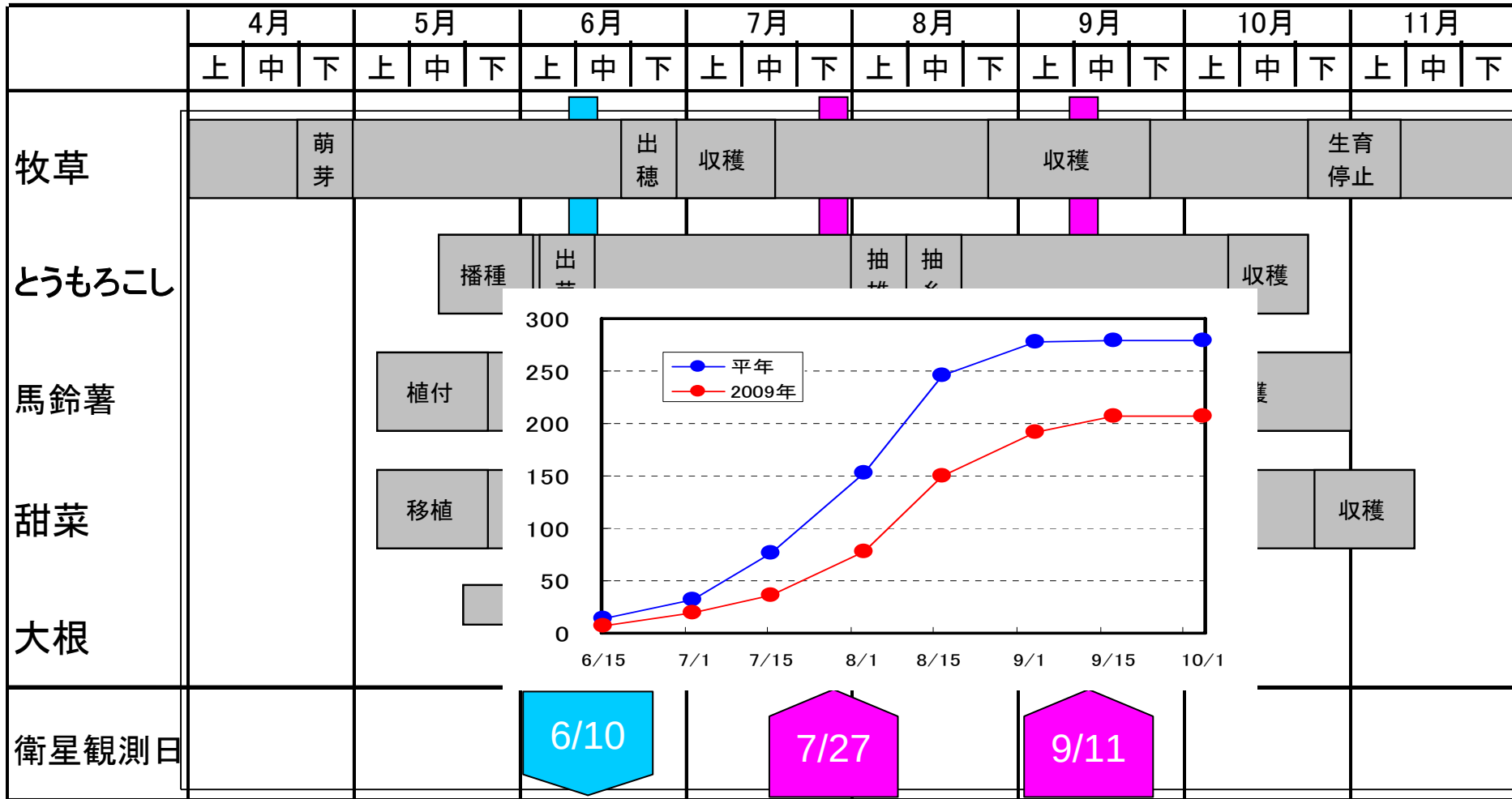


KONSEN AGRICULTURAL
EXPERIMENT STATION

作目	圃場数
とうもろこし	56
牧草	24
馬鈴薯	40
てん菜	29
大根	18
ブロッコリー	6
エン麦	6
その他	2
総計	181



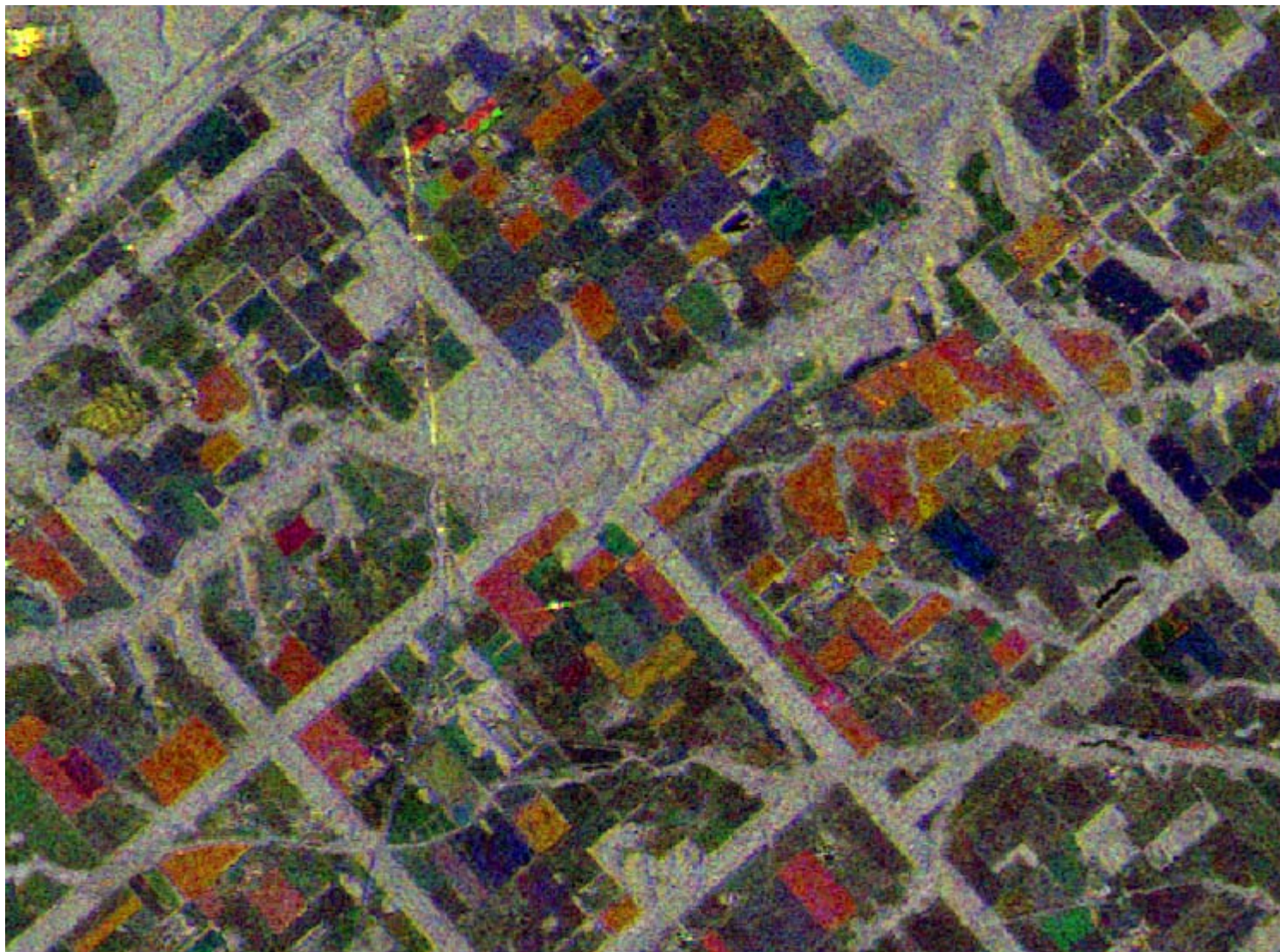
主な作付作物の生育時期と衛星観測日



FBS-Dsc
(HH)

FBD-Asc
(HH+HV)

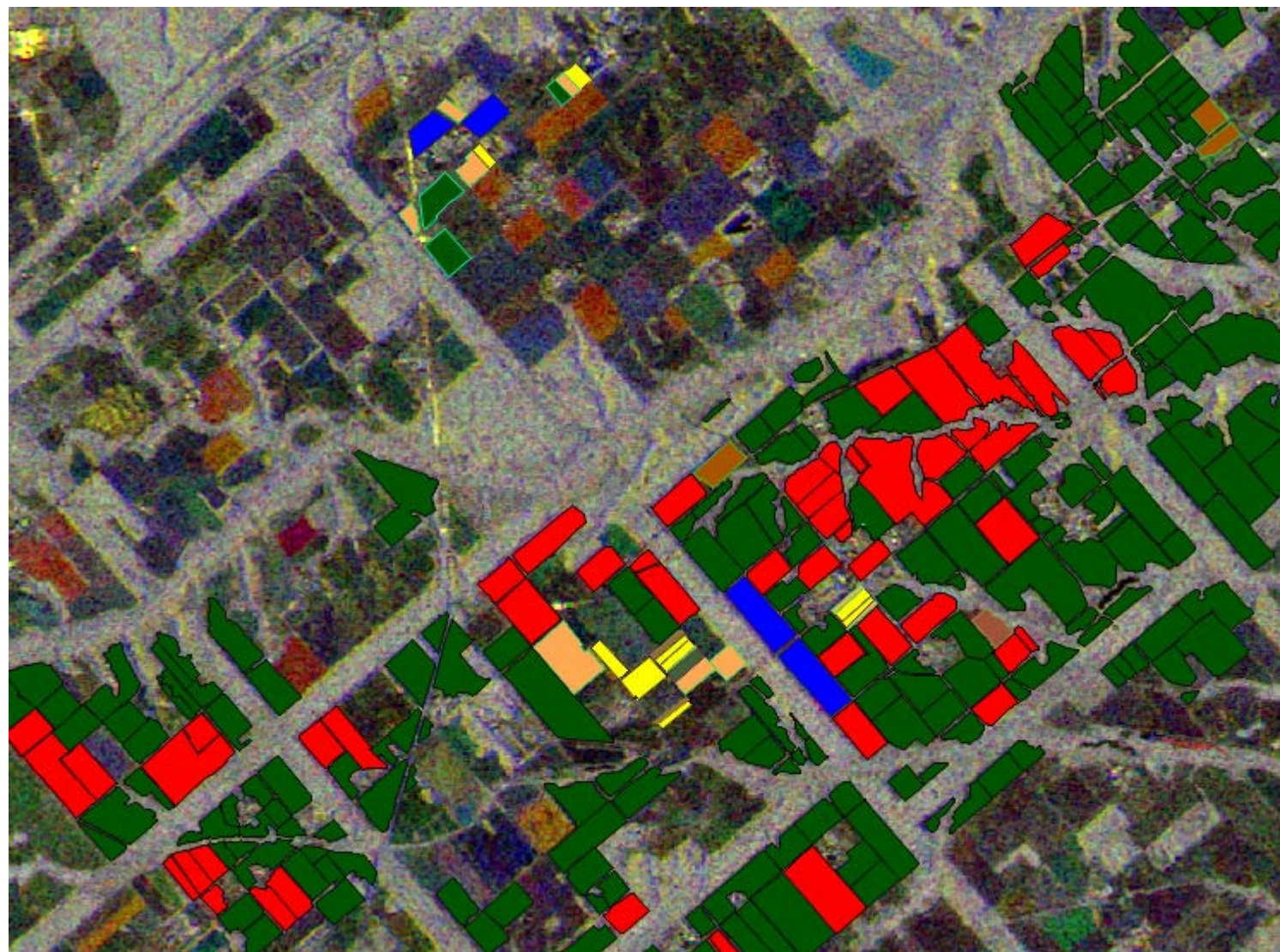
FBD-Asc
(HH+HV)



照射方向(Dsc) ← 照射方向(Asc) ← 2.5km

PALSAR R:G:B=9/11:7/27:6/10

入手した現地データ



とうもろこし



牧草



馬鈴薯



その他



甜菜



大根

照射方向(Dsc) 照射方向(Asc)

PALSAR RGB=Sep/July/June

2.5km

10月の現地調査にて確認

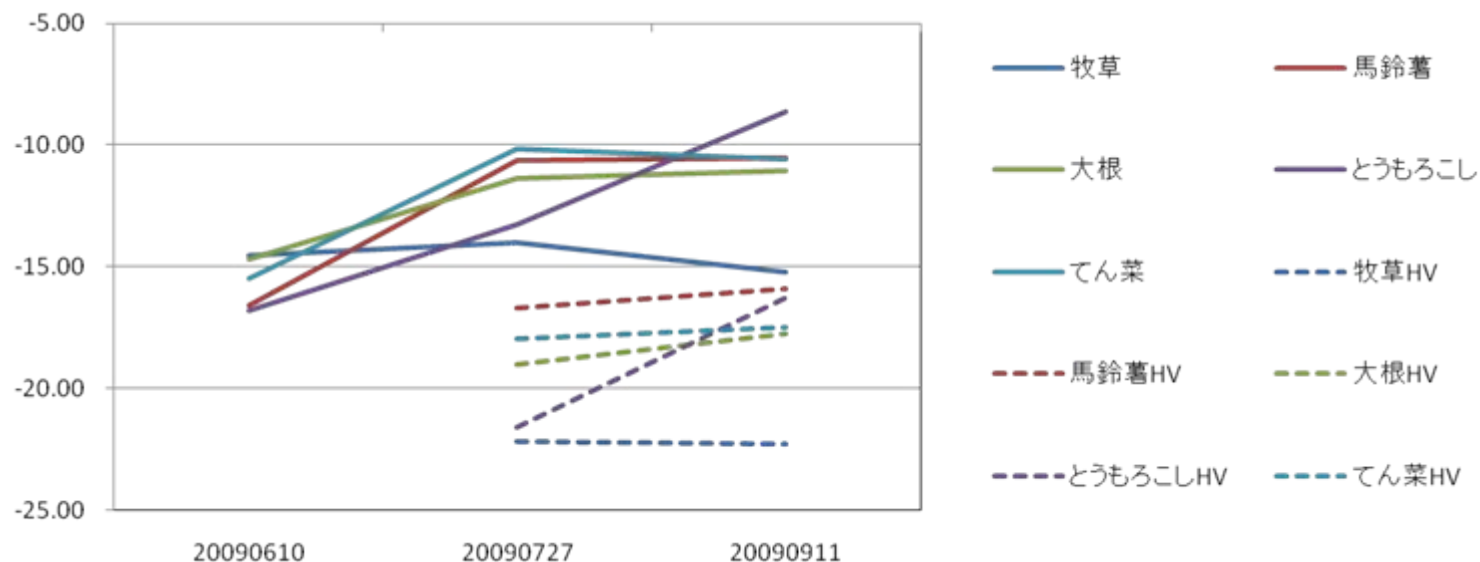


照射方向(Dsc) 照射方向(Asc) 2.5km

PALSAR RGB=Sep/July/June

閾値の決定方法

各作付の平均値の時系列変化



とうもろこしに注目した各種統計量

	差分平均	SD	差分閾値		平均	SD	閾値(平均-2SD)
9月-6月HH	8.181	1.853	4.474	090610HH	-16.792	0.608	
9月-7月HV	5.329	1.144	3.041	090727HH	-13.277	1.374	
9月-7月HH	4.665	1.332	2.002	090911HH	-8.612	0.878	-10.367
				090727HV	-21.613	1.480	
				090911HV	-16.284	0.855	-17.995

とうもろこし作付の判定方法

判定1 : 6-9月HH差分閾値判定結果と9月HH閾値判定結果のAND判定

判定2 : 6-9月HH差分閾値のみで判定

判定3 : 7-9月HV差分閾値判定結果と9月HV閾値のAND判定

判定4 : 7-9月HV差分閾値のみで判定

判定5 : 6-9月HH差分閾値判定結果と7-9月HV差分閾値判定結果のAND判定

判定6 : 7-9月HH差分閾値判定結果と9月HH閾値判定結果のAND判定

判定7 : 7-9月HH差分閾値のみでの判定

判定8 : 7-9月HH差分閾値判定結果と7-9月HV差分閾値判定結果のAND判定

判定の評価

とうもろこし作付圃場とそれ以外の圃場に分け、衛星画像による分類結果と
現地調査結果と比較

判定5(6-9月HH差分閾値と7-9月HV差分閾値のAND判定)			
	衛星で とうもろこし	衛星で それ以外	
とうもろこし	53	3	56
それ以外	2	115	117
	OA		97.1%

173圃場(とうもろこし56圃場)で評価

最高正解率97.1%

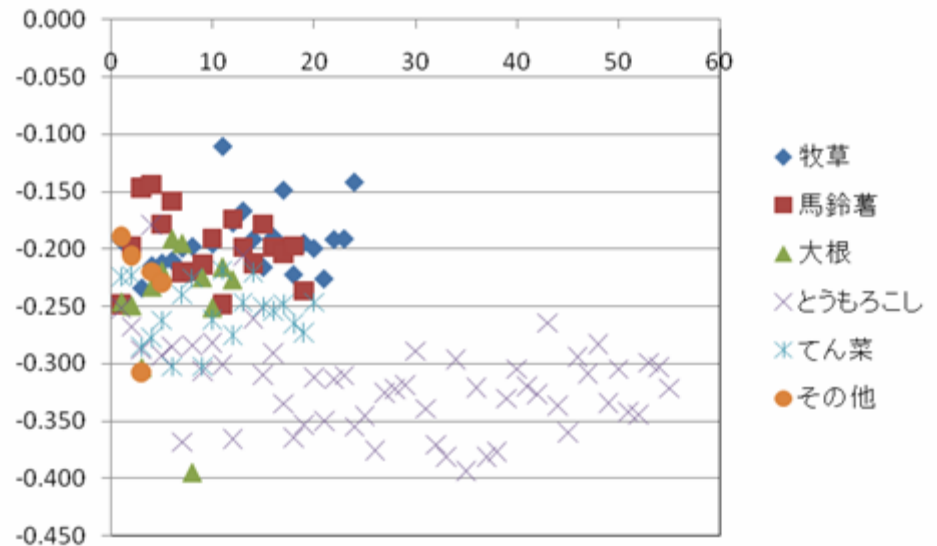
NDPI(Normalized Polarimetric Index)によるほ場の特定

NDPI「 $NDPI = (HH - HV) / (HH + HV)$ 」による指数判定に基づき、ポリゴンベースでの解析と精度評価を行う

	平均	SD	ほ場数	
牧草	-0.18	0.08	24	
馬鈴薯	-0.20	0.11	19	
大根	-0.24	0.15	11	
ブロッコリー	-0.23	0.10	2	閾値
とうもろこし	-0.32	0.13	55	-0.264
てん菜	-0.26	0.11	20	ほ場数計
エン麦	-0.25	0.09	4	135

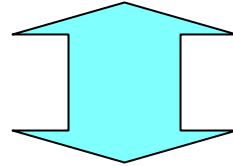
20090911FBDHHとHVのNDPI

20090911FBDHHとHVのNDPI			
	衛星で とうもろこし	衛星で それ以外	
とうもろこし	52	3	55
それ以外	12	68	80
	OA		88.9%



- ◆ 閾値として、とうもろこしほ場ポリゴン平均値+1sigma(-0.18)では大きすぎるため、右上の散布図を参考に、全画素の平均値(-0.264)を閾値として設定
- ◆ 時系列画像(6月あるいは7月と9月)がなくても、9月の2偏波画像1シーンから90%近い精度でとうもろこしほ場を特定することが可能であった

データが揃っていれば非常に高い精度でとうもろこし
圃場を特定可能であることが確認された



- 非常に精度は高いが、ポリゴンがある圃場だけしか解析できないのでは適用範囲が狭い
- PALSARは基本観測計画に則って運用されるため、こちらで観測をコントロールすることは困難

確実にデータが取得されるSARの利点を活かす
ためには、**確実に解析結果が出せることが重要**



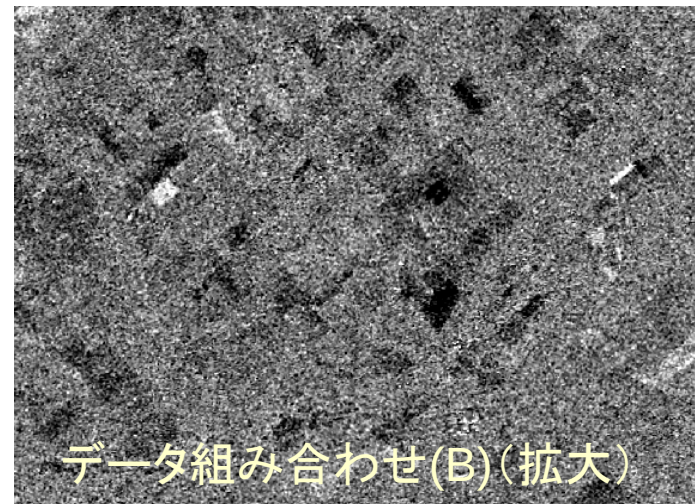
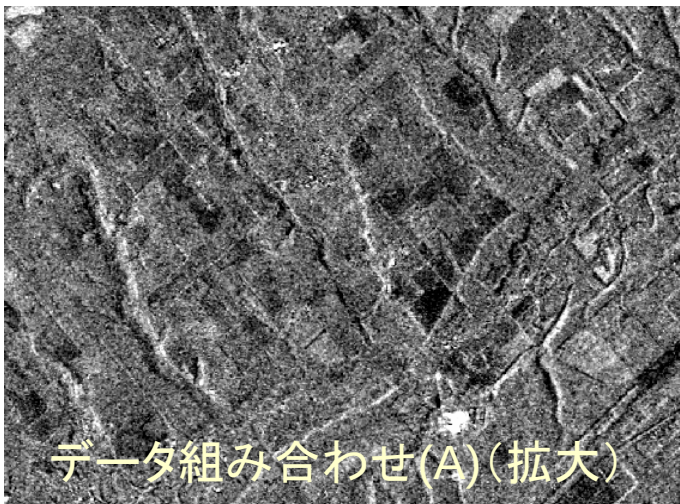
- ◆PALSARの運用の影響を受けづらいシンプルな手法
- ◆ポリゴン情報がない圃場でも判別できる手法
- ◆手法適用における留意事項の整理

2009年度2時期のPALSAR画像データを用いた後方散乱係数の 差分によるとうもろこし作付候補地の抽出解析

データ組み合わせ	差分平均値	標準偏差	閾値	精度
(A)2009年9月AscHH-6月	8.17	3.74	4.43	70.4%
(B)2009年9月AscHH-7月	4.85	1.40	3.45	93.3%
(C)2009年9月AscHV-7月	5.55	2.21	3.34	93.3%

AscHV
※閾値は(差分平均値-1Sigma)で設定.ポリゴン内で求めた

- ◆ AscとDscが混在するものは照射方向が違うことによる影響が大きい(A)
- ◆ 7月と9月のデータ間で衛星進行方向(Asc / Dsc)が揃っていればポリゴンを用いた差分解析だけでも90%を超す精度に達した
- ◆ 空間分解能の低いFBDでも精度90%以上が得られた



2007-2008年にさかのぼってのとうもろこしほ場候補地の抽出解析

- 2007年以降の2時期のPALSARデータを用いて、その**差分値**によってとうもろこしほ場候補地を抽出し、その面積変化を調べる。
- 抽出解析作業は中標津町内において**画像ピクセルベース**での解析とする

利用するデータ

- ① 2007年6月5日(FBS/Dsc/HH)と9月5日(FBS/Dsc/HH)
- ② 2008年6月7日(FBS/Dsc/HH)と9月7日(FBS/Dsc/HH)
- ③ 2008年6月8日(FBD/Asc/HH)と9月8日(FBS/Asc/HH)
- ④ 2009年6月10日(FBS/Dsc/HH)と9月11日(FBD/Asc/HH) : 閾値決定用

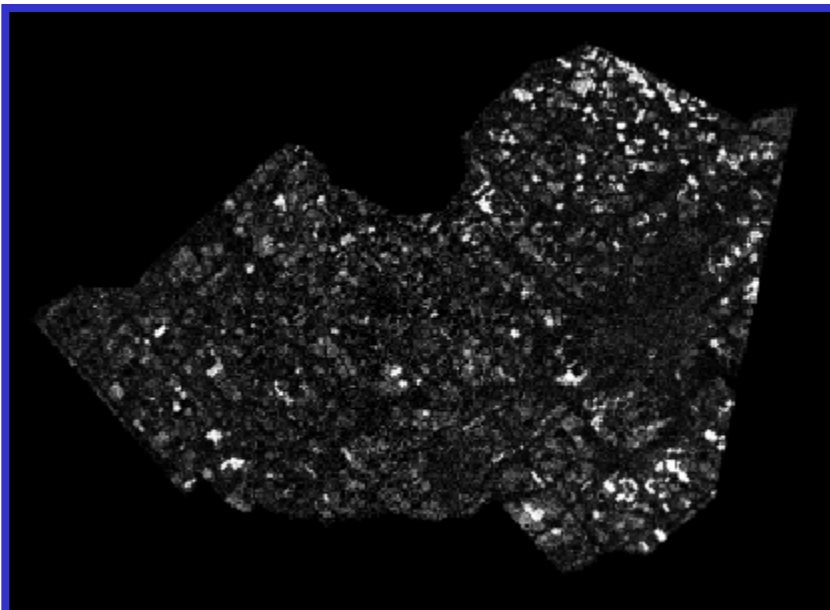
とうもろこしほ場判定方法

9月と6月のPALSAR画像間で差を取り、差が一定の閾値以上の場合にとうもろこしほ場と判定する

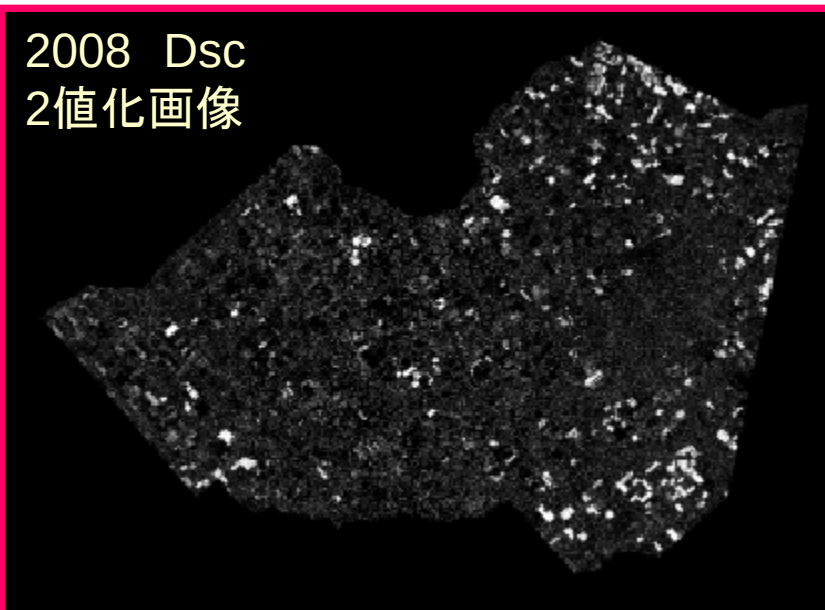
用いる閾値

2009年9月と6月のPALSAR差画像から、とうもろこしほ場ポリゴンの統計値に基づいて決定した閾値(平均値 - 1sigma = 4.43)を使用

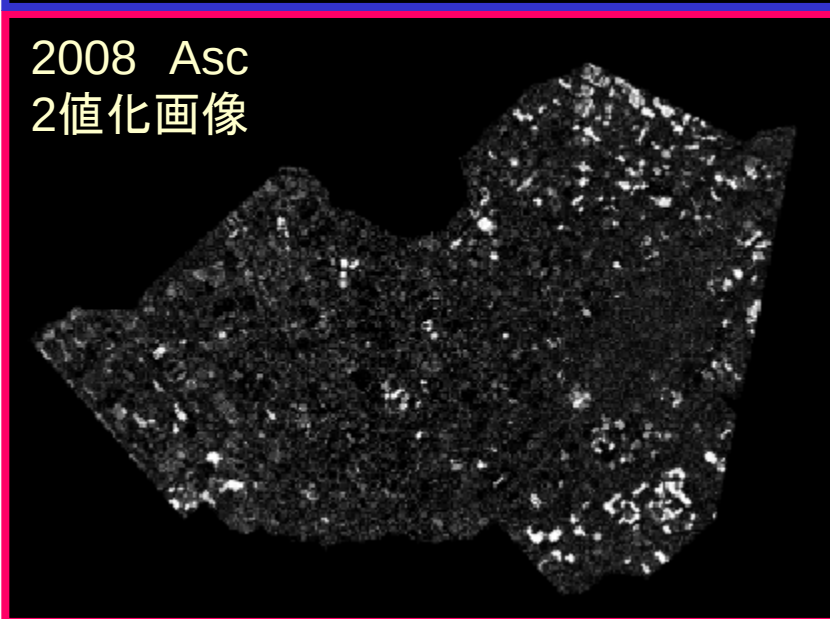
2007-2008年にさかのぼってのとうもろこしほ場候補地の抽出解析



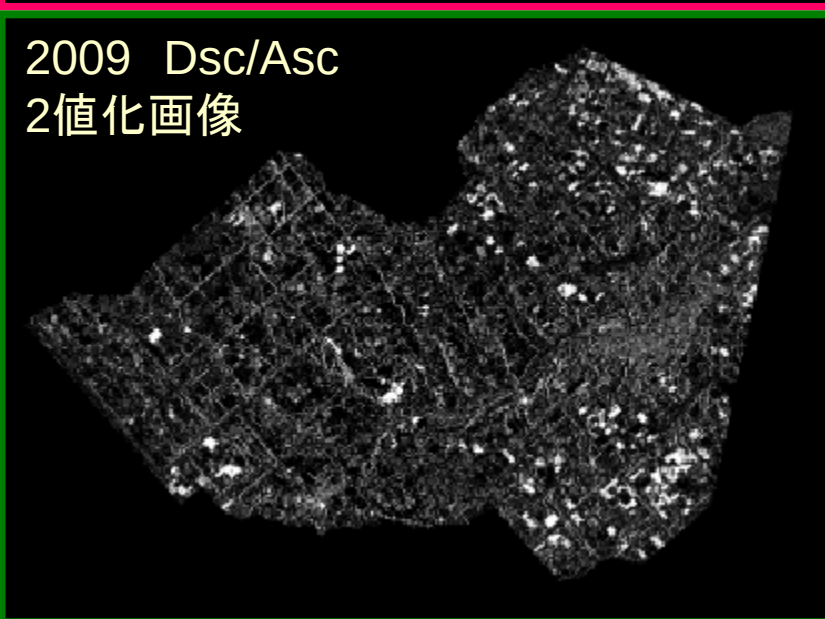
2008 Dsc
2値化画像



2008 Asc
2値化画像



2009 Dsc/Asc
2値化画像

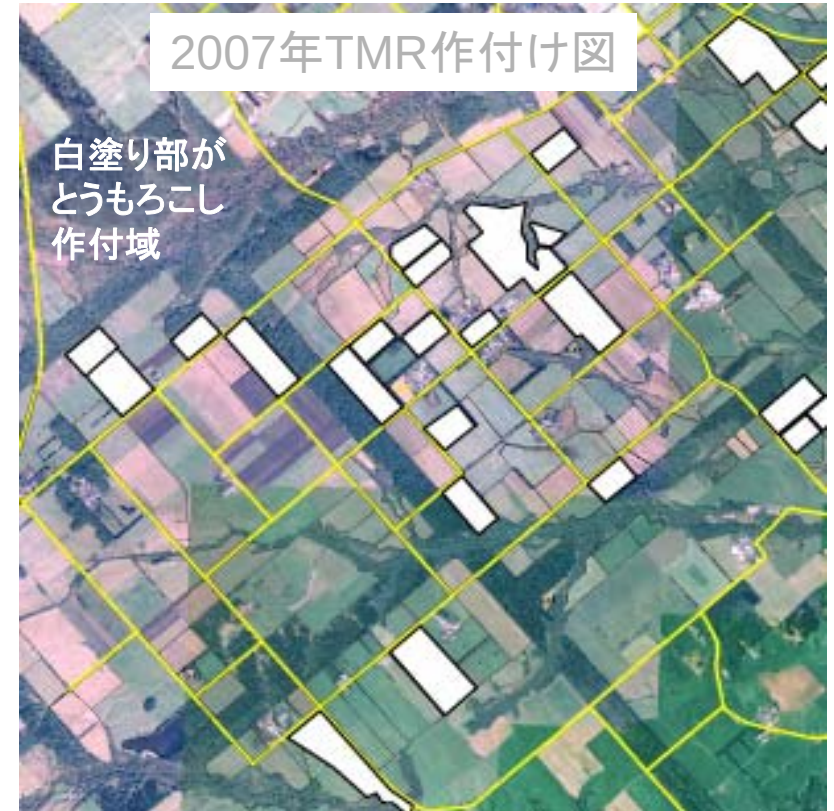
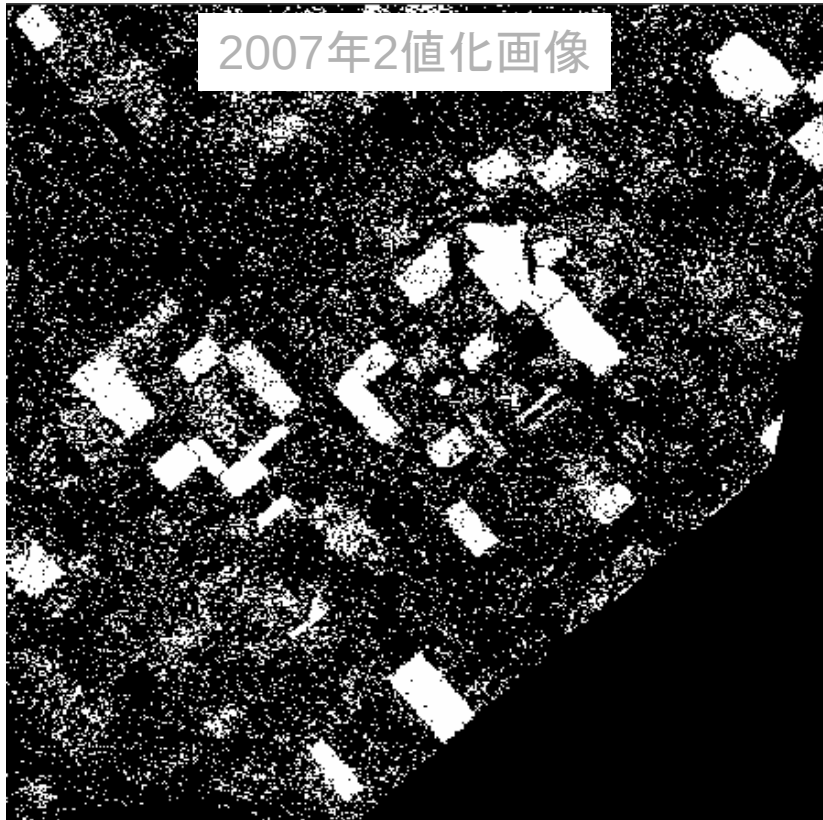


2007-2008年にさかのぼってのとうもろこしほ場候補地の抽出解析

ペア	閾値を超えた画素数	面積	備考
①2007/0905/0605/HH/Dsc/Dsc	1,481,400	57,867,188 m ²	
②2008/0907/0607/HH/Dsc/Dsc	1,414,332	55,247,344 m ²	6/6夜若干降水
③2008/0908/0608/HH/Asc/Asc	1,445,868	56,479,219 m ²	6/7夜若干降水
④2009/0911/0610/HH/Asc/Dsc	1,908,396	74,546,719 m ²	Asc/Dsc混在
*とうもろこしほ場ポリゴン面積	165,909	6,480,820 m ²	

- 面積(画素数)でみた場合, とうもろこしほ場ポリゴンの約8倍以上の面積がとうもろこしほ場候補地となっている→(ノイズの問題と集計範囲の違い)
- ④の2009年のデータで画素数が多いのは, AscとDscを用いたことにより, レーダー照射方向が異なることが影響している
- ②と③: (ほぼ)同一日付のAsc画像による結果③とDsc画像による結果②の間で, 面積の違いは約2.2%であった
- ②と③: 6月にそれぞれ弱い降水(10mmと2.5mm, 観測の12時間前からの積算)影響は不明
- 2007年から2009年にかけて, 明瞭なとうもろこしほ場候補地面積が増加したという傾向は読み取れなかった.

今後へむけて



2007,2008年共にTMRセンターの情報とPALSAR差分画像の結果は視覚的にはよく合っていた

→閾値だけでの抽出に加え、一定面積をもつ部分のみを抽出するなどの工夫による求積精度向上の可能性は十分にある

まとめ

- PALSAR時系列データを用いポリゴン情報のある圃場について、様々な組み合わせを試したところ、最高97.1%の精度で飼料用トウモロコシ畑を特定することが可能であった
- 最もとうもろこしが生長した9月の2偏波データだけでも90%近い精度で特定が可能であった
- 2時期の後方散乱係数の差だけを用いたシンプルな手法でも90%を超える精度で特定が可能であった
- 空間分解能約20mでも90%を超える精度が得られた
- レーダ照射方向や偏波が同じペアを利用することが重要であることが明らかになった
- 軌道の違いによる特定精度の違いは2.2%であった

今後の課題

- ピクセルベースでの求積手法の高度化
- 作付面積の経年変化の把握
- 今年度の冷害の影響を把握
- 作況・被害等の物理量推定

トウモロコシ畑 レーダー解析

作付け分布 衛星でピタリ

文部科学省所管の財団法人リモート・センシング技術センター（東京）、道立根釧農試（根室管内中標津町）などは、人工衛星のレーダーを使ってトウモロコシのほ場を撮影した画像データを解析することで、正確な作付け分布図を作る手法を開発した。

道立根釧農試などが開発

営農指導に活用

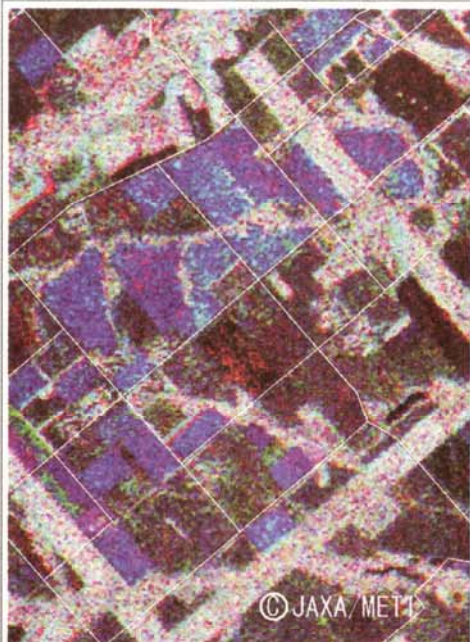
作付け状況を把握するには手の掛かる現地調査などが必要のため大幅に省力化できるほか、効果的な営農指導に結びつく新技術として注目されそうだ。

輸入飼料の高騰を受け、自給用のトウモロコシの作付面積は増えているが、一目で確認できる広域の作付け分布図はほとんど作られていない。農業関係者にとって適地適作を指導するうえで分布図作製は課題だった。宇宙航空研究開発機構（宇宙機構）の衛星データの利用で解決策を探ろうと、同センターや根

釧農試、東北大学などが研究を進めてきた。宇宙機構は地球を46日周期で回る観測衛星「だいち」を運行し、人間の目と同じ原理の光学センサーを使った撮影を行っている。カラーでは10倍の大きさの地上の物体を識別できるが、悪天候時には撮影できないという制約があった。

今回の研究は「だいち」に搭載されたレーダーを使い、電磁波の一種であるマイクロ波を地上に照射し、作物が反射するデータを解析する仕組み。マイクロ波は降雨や雲に影響されなため、天候を気にせず撮影できる。今年6～9月に中標津町内の農業地帯を3回撮影して解析、データを三原色で合成した。その結果、青色に浮かび上がった部分について地上で現地調査をしたところ、実際のトウモロコシ作付け状況とほぼ一致した。

同センターの改井洋樹促進課長は「トウモロコシは背丈がありマイクロ波を反射しやすいため、今回の成果につながった。今後検証を進め、他の作物にも応用する研究を進めた」と話している。



④「だいち」撮影の画像データを解析したトウモロコシ作付け分布図（青色部分がトウモロコシ、白線は道路）⑤実際のトウモロコシ作付け分布図