



農業農村整備におけるICT技術の活用

一般財団法人 北海道農業近代化技術研究センター
札幌支所長代理・企画研究グループチーフリーダー
南部雄二

農業農村整備におけるICT技術の活用

- GNSS(GPS)の活用～精度はどうか？ GNSS
- 農業農村整備(NN)におけるGISの現状 GIS
～GISによるシミュレーション
～酪農地域のJAにおけるWeb-GISの活用
- 水田大区画整備 大区画整備
～基本的な整備内容
～GPSガイダンス、ロボット化を想定した整備
～均平度の維持、排水性の向上、できむらの解消
- 畑の電気探査 畑の電気探査
～圃場微地形と石礫分布区域の把握
- 草地の起伏修正 草地の起伏修正
～起伏修正のための地形情報の取得

※GNSS(Global Navigation Satellite System(全地球航法衛星システム))

2

GNSS①

I. GNSS(GPS)の活用～精度はどうか？

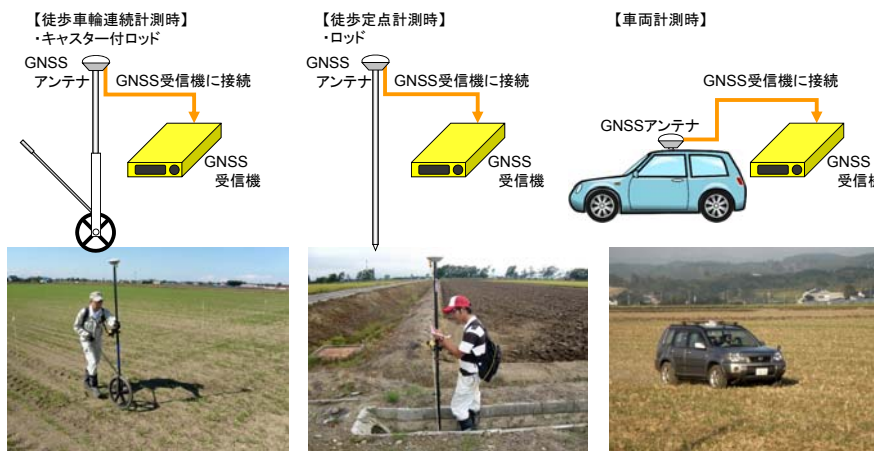
- GNSS(全地球航法衛星システム)は、公共測量に使用されており、**測量業務、情報化施工で活用**され効率化が図られている。
- 高精度GNSSの測位精度は、静止し測位した場合で、座標(x,y)⇒1～2cm程度、標高(z)⇒3～5cm程度とされている。
- 移動体で測位データを連続的に取得
デメリット:測位精度が劣化する可能性が大きくなる。
メリット:座標データと標高データを同時に取得でき、取得データ量が飛躍的に増加し、GIS(地理情報システム)で活用できる。

3

GNSS②

I -1. GNSSによる調査手法

※GNSS測位は、GLONASS補正信号の配信以前の調査のため、ネットワーク型(VRS方式)RTK-GPSで実施

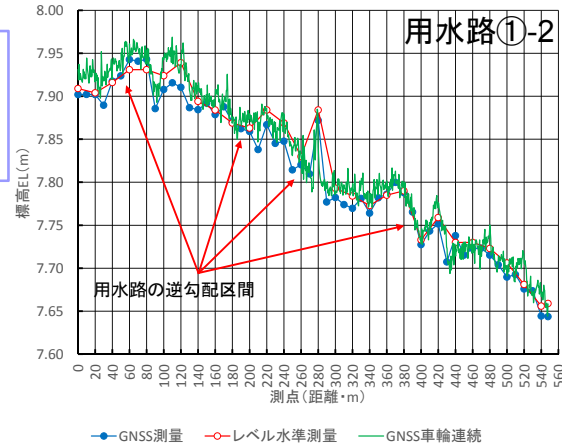


【VRS(仮想基準点)方式】国土地理院が設置した複数の電子基準点の観測データから、位置情報サービス事業者が作業現場の近傍に仮想の基準点を生成し、パケット通信により補正信号を配信するため、RTK-GPS受信機1台(移動局)で高精度な測位が可能。

4

I -2. 用水路不陸調査

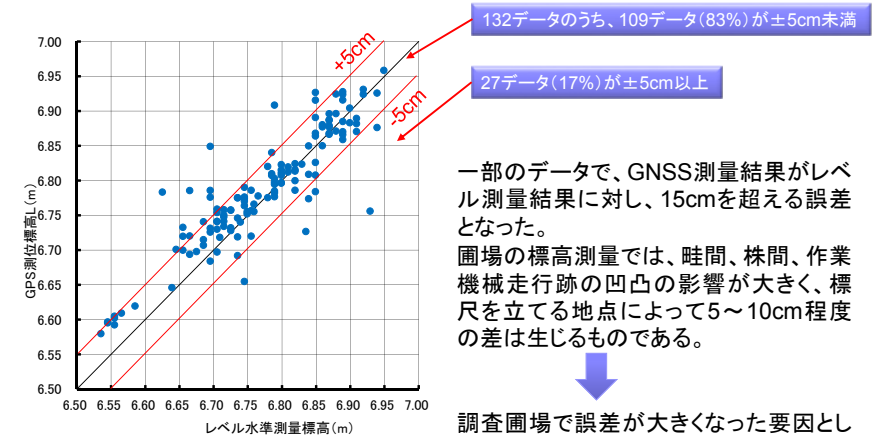
用水路不陸調査で、
水路敷高を測量。
【測点間隔】
GNSSは10m・連続
レベル水準測量は20m



⇒事業計画段階等の概測に、GNSS測量を用いて、用水路の不陸状況を把握することは可能であった。
⇒座標データも同時に取得できるので、延長が長い路線の場合でも、不陸箇所の復元が容易である。

5

I -3. 圃場地形測量



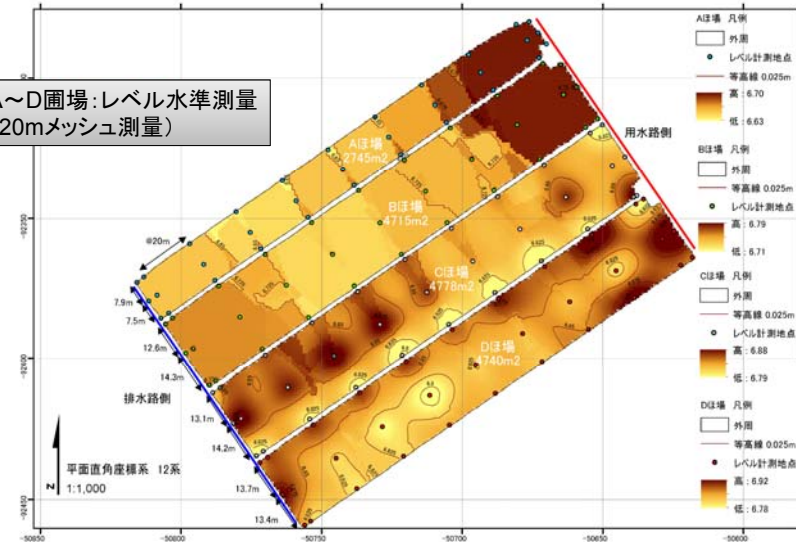
一部のデータで、GNSS測量結果がレベル測量結果に対し、15cmを超える誤差となった。
圃場の標高測量では、畦間、株間、作業機械走行跡の凹凸の影響が大きく、標尺を立てる地点によって5～10cm程度の差は生じるものである。

調査圃場で誤差が大きくなった要因としては、圃場の一部がチゼルプラウによって耕起されており、測定地点の土壌の影響等が考えられる。

6

I -3. 圃場地形測量～GISによるコンター図

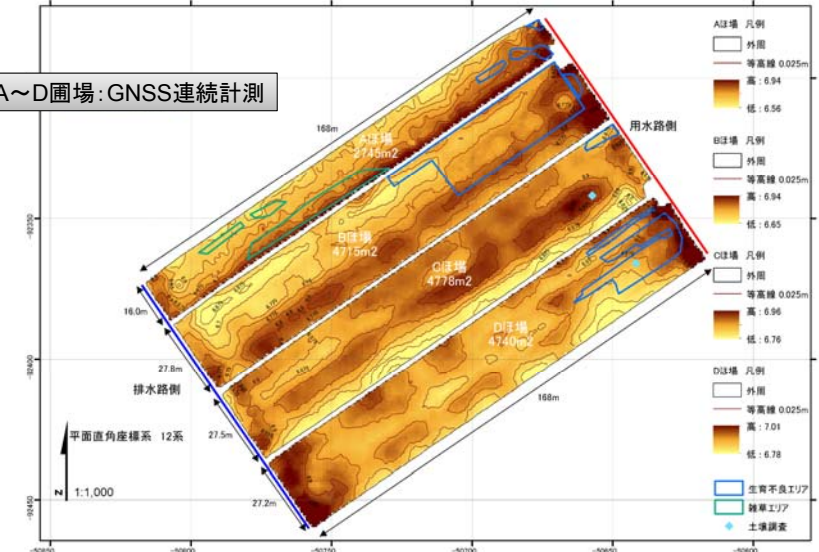
A～D圃場:レベル水準測量
(20mメッシュ測量)



7

I -3. 圃場地形測量～GISによるコンター図

A～D圃場:GNSS連続計測

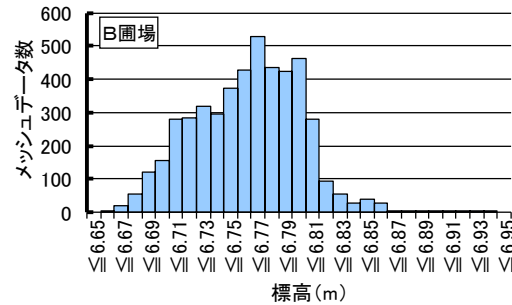


8

I -4. GISで解析データを活用

GNSSの計測データを使用して、GISのクリギング補間によって補間したデータにより、メッシュサイズ約1m×1mの標高メッシュデータを作成した。
メッシュデータは、均平度の評価にも利用可能である。

【標高メッシュデータのヒストグラム】(0.01m単位の階級)



GNSSによる連続計測は、多くの標高データ・座標データを取得できる。
GNSSデータをGISで処理することで、圃場の不陸状態を表現することが可能である。
GISの解析により、メッシュデータの作成が可能であり、データが活用できる。

9

I -5. 圃場でGNSSデータを効率的に取得

GPSガイダンス

～GGA信号をデータロガー、PCIに記録

GPS (GNSS) ガイダンス



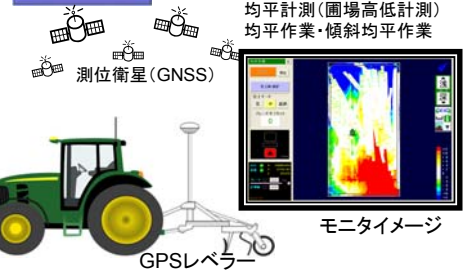
【主な作業】
耕起
碎土・整地
施肥
代かき
移植
播種
防除

【GPSガイダンス】作業幅を指定して、基準線に並行した作業経路をモニタ上で誘導。作業部分を画面上で塗りつぶし、作業未実施部分、作業漏れ部分を確認できる。
【自動操舵補助システム】設定した作業経路上を走行するためのハンドル自動操作。

GPSレベラーシステム

～圃場均平計測、マップ化が容易

GPSレベラー



【作業内容】
均平計測 (圃場高低計測)
均平作業・傾斜均平作業

【GPSレベラー】均平作業機 (レベラー) の作業高さの制御方式に、レーザー光に変わり、GNSS測位データを用いるシステム。
圃場の高低計測が可能で、高低マップを作成し、ノートPCのモニタで均平作業の進捗を確認しながら作業を実施。

圃場均平度の変化を把握、均平作業の実施判断

10

GNSSデータ(3次元)データの活用

- 農家説明に利用 (3Dイメージ図の作成)
現況と整備後の比較により、整備後をイメージしやすい。設計、施工の手戻り、手直し等が減少する。
- 切土、盛土の土工計算が容易
複数の圃場設計パターンへの提示、土工計算が容易である。
- 情報化施工に、3次元の設計データを活かせる。
- 出来形も3次元データで管理し、農家、土地改良区、市町村等へデータを引き渡す。
→GISで一元管理、営農管理に活用する。経年変化の把握等。
- ガイダンスの走行経路、ロボット作業の走行プログラムに活用できる。

基盤整備⇒測量・設計・工事コストの削減
営農⇒作業性の向上、収量・品質向上

11

Ⅱ. 農業農村整備(NN)におけるGISの現状

【水土里情報システム】(背景の航空写真、地形図、圃場区画等基本情報)

Web-GIS (Webブラウザのみでインターネットを介してサーバにアクセス) で、農地筆、耕区、農振地域、農業用水利施設、航空写真、地形図等が活用できる。

団体別利用事例

- 農地・水・環境保全向上対策事業に関する業務
- 耕作放棄地対策に関する業務
- 中山間地域等直接支払事業に関する業務
- 「農業委員会」
 - 農地基本台帳情報管理業務
 - 経営体経営地集積計画に関する業務
 - 農振農用地管理に関する業務
- 「JA」
 - 農用地利活用調整に関する業務
 - 農作業受託に関する業務
 - 地域振興作物育成に関する業務
 - 生産調整推進対策に関する業務

「NOSAI」

- 農業共済業務支援
- 「土地改良区」
 - 賦課金徴収業務に関する業務
 - 農業用水排水施設管理に関する業務
- 「北海道」
 - 生産基盤整備 (施設情報) に関する業務
 - 農業基盤関係調査及び事業計画管理業務
 - 鳥獣害対策業務
 - 水利施設ストックマネジメント業務

「水土里情報システム」ホームページより

【NN-GIS】(北海道農政部のNN業務に特化したGIS活用支援システム)

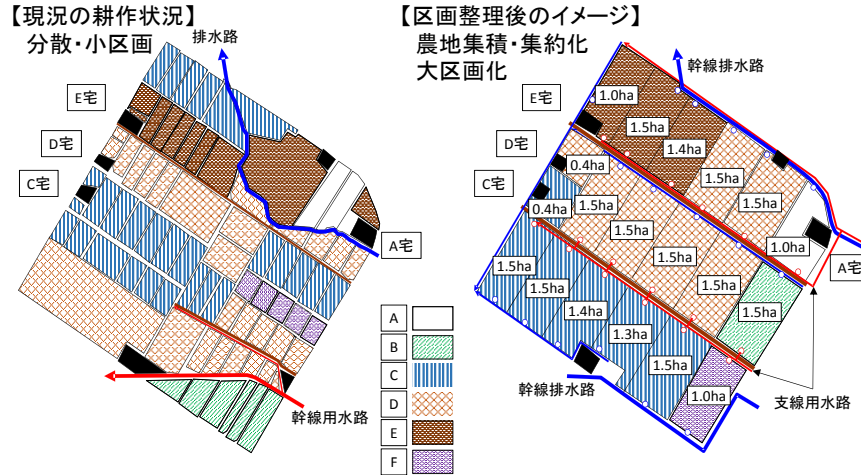
水土里情報システムの基本データをベースにして、最近年の圃場単位の整備履歴情報が蓄積されつつある。

効率的・効果的な整備、
保全管理手法を検討

農地・施設の長寿命化、
整備コストの縮減

12

Ⅱ-1. 大区画化と農地集積・集約化のシミュレーション



13

Ⅱ-2. 酪農地域のJAにおけるWeb-GISの活用

日本初、草地管理にGISとリモートセンシングを本格活用で地域創生推進
(標茶町農業協同組の事例)

これぞGIS/リモートセンシング！ 牧草の生育状況を衛星画像解析により把握。
地籍データと重ね合わせ、組合員が直感的に状況を把握し草地更新を実践

【GISデータ】

システムに搭載するデータの準備は最も苦労した部分。JA職員の努力の結果、地番図、圃場図、背景図、農家位置図が揃い、これらのデータと衛星画像の解析結果を重ね合わせることで、組合員が直感的に状況を把握できるようになった。

【農地GIS圃場管理支援システム】

サーバに各種GISデータが格納され、JA職員はクライアントPCのブラウザでWeb GISとしてアクセスし利用する。

※ESRIジャパン株式会社 ホームページより引用

【酪農地帯におけるGIS導入の優位性】

- ・管理範囲が広域、作付・区画割がシンプル、ドローン等リモセン活用の可能性がある。
- ・自給飼料の確保 ⇒ 草地整備、草地更新計画に活用
- ・放牧計画に活用 ⇒ 牧区管理が容易
- ・スラリー散布のシミュレーション ⇒ 燃料代、作業時間に直接反映
- ・最新情報での説明、きれいな図面での説明 ⇒ 組合員説明のわかりやすさ

14

Ⅲ. 水田の区画整理計画～大区画整備

土地改良事業計画設計基準 計画「ほ場整備(水田)」pp.78～83

【基準】3.5.4 大区画整備

- 生産性の高い土地利用型農業の確立のためには、農地の大区画化が重要である。作業効率の向上により、大規模な土地利用型農業の展開を目指す地区では、大区画整備を行うことが望ましい。

【基準の運用】3.5.4 大区画整備

- 大区画整備の利点は、作業効率の向上に代表される。そのため、特に耕区の計画について、その優位性が発揮されるよう計画を行う事が重要である。耕区の計画では、立地条件、農作業条件、水利条件、社会経済条件に加えて、均平度について留意することが必要である。

15

Ⅲ. 水田の区画整理計画～大区画整備

(5) 均平度

- 生育むら・農薬等の効果のむらを少なくして栽培管理を容易にし、用排水管理を効果的に行うためには、田面をできるかぎり均平にする必要がある。特に、大区画水田では、中小区画水田よりも高い均平度を求められる。しかも、代かきをしない乾田直播栽培を行う場合の均平度は移植栽培時以上のものが求められる。
- ほ場の均平作業は、工事施工時と営農時におけるものとに分けられるが、近年施工時にはレーザー装置付ブルドーザ等を利用するため、施工上の均平精度からは耕区の規模の制約はなくなっている。しかし、施工後の不同沈下等も考慮して耕区の規模を決定することが必要である。なお、区画が大きくなるにつれ、営農時における代かきによる均平作業も難しくなり、また輪作による畑利用が続いた場合、徐々にではあるがほ場の均平度は悪化するため、大区画水田においては営農時においても適宜レーザー付均平等を備えたトラクタ等による均平作業を行うことが望ましい。このようなことが可能な地区あるいは農家においては、均平度からの耕区の規模の制約はなくなる。

16

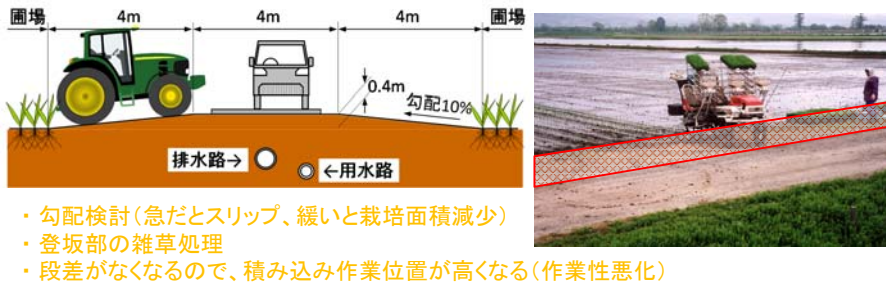
Ⅲ-1. 大区画整備の基本

■ 表面排水・吹き寄せ対策

- ①地表排水を考慮して長辺長を検討する。
- ②吹き寄せ対策として最多風向に短辺方向を合わせる。

■ 機能的な圃場として、農道・用排水路計画

- ①用水路・排水路の管路化による用地の節約、用排水管理の合理化、草刈作業等の軽減
- ②農道ターン方式の導入による作業性の向上
- ③機械作業の支障にならない、用水取水口、表面排水落口の配置



17

Ⅲ-2. GPSガイダンス・自動操舵補助システムは、 大区画圃場、大規模経営でより効果を発揮

■ 圃場大区画化、経営の大規模化に伴う生産性の向上

【GPSガイダンス・自動操舵補助システム導入の直接的な効果】

- ①労働生産性～機械制御、制御支援
営農（機械）作業の効率化・省力化、労働負荷の軽減、安全性確保
- ②作物生産性～精密農業の取り組みへ
土壌診断情報、作物収量・品質情報と位置情報の連係
リアルタイムセンシングによる小麦追肥（分肥）の可変施肥
→収量・品質の均一性向上、化学肥料の適正施用（資材コストの削減）

- ・効率化、省力化 ⇒ 燃料消費量減少、CO₂排出量削減
- ・施肥量減少 ⇒ 養分流出・溶脱防止

【2次的な効果】

環境負荷軽減 → 環境保全型農業



18

Ⅲ-3. 農作業のロボット化等に向けた大区画水田整備

(1) 将来的なロボット作業時の走行性確保

～走行の安定性、地上障害物（作工物）の低減

■ 作業機械の走行性確保（スリップ、蛇行、スタック回避）

- ①排水性向上～暗渠整備、補助暗渠の整備
- ②枕地をなくす～農道ターン方式の採用

■ 障害物の除去

- ①用排水路のパイプライン化
- ②機械走行の支障にならない取水口、排水落口の配置

大区画水田整備
の基本事項と同じ

(2) さらなる省力化の実現

■ 水管理の半自動化、完全自動化で、管理作業の省力化

- ①スマートフォン、タブレット端末で水深、水温等を確認し、電磁弁の開閉を操作
- ②用排水管理をプログラム化し、電磁弁を全自動制御

19

一般的な区画整備の事例



20

大区画整備の事例



農道ターン方式

耕作道



取水口



表面排水口



取水状況

21

大区画水田の機械作業の事例



農道ターン方式

従来の畦畔に比べ、栽培面積が少なくなるが、作業上のメリットが大きい。
・乾いているところでターンが可能である。
・枕地の泥濘化がない。



トラクタ2台の併走作業

市販が予定されている有人、無人の協調作業の導入に最適
・従来の作業機械が利用可能

22

大区画水田の代かき作業の例



荒代かき(1回目)は、表面の土と水の境目が見えるので走行経路の把握可能。



仕上げは、全て水面で、自分の位置を見失う。風の波立ちで、船酔いのようなになる。

GPSガイダンス、自動操舵補助システムの導入が効果を発揮！
RTK-GNSS(GPS)で作業精度の向上！

補正信号受信用アンテナ GNSSアンテナ



23

さらなる省力化への期待～水管理等管理作業の省力化

■ 大区化に伴う営農の省力化

① 水管理(用水、排水)

半自動化

～フロート制御、タイマー制御、リモコン制御

完全自動化 ※当時の機器水準では高額すぎて試験で終了

～用排水管理をプログラム化し、電磁弁を自動制御

⇒これからは、

圃場水管理システム～給排水スマホで操作！

② 草刈り～自動草刈り機の走行考慮

③ 畔塗り(漏水防止)～畔塗り作業の効率化

24

半自動化～フロート式・タイマー式自動給水栓

フロート式なので、水深の低下で動作。夜間～早朝取水はできない。

フロート式自動給水栓



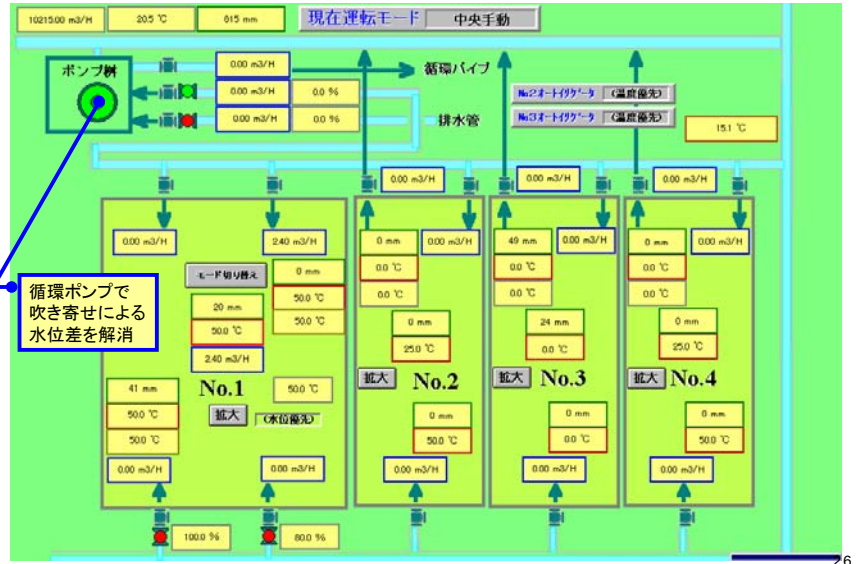
半自動化～タイマー式自動給水栓



25

自動水管理システム～完全自動 ※参考

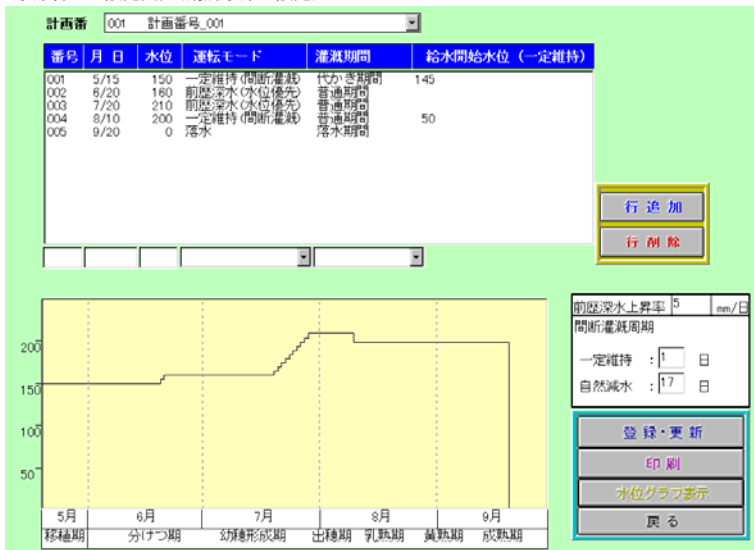
水田の用水・排水・水深情報表示画面



26

自動水管理システム～完全自動 ※参考

水深管理の設定画面(期別水深の設定)



27

Ⅲ-3. 大区画水田整備に伴う営農管理

- 均平度の維持が重要
～一定(一律)水深の確保
⇒レーザーレベラー、GPSレベラーシステム
- 排水性向上が重要
～融雪後の早期春作業の実施
～収穫作業、収穫後の管理作業の効率化
⇒心土破碎、補助暗渠(弾丸暗渠・疎水材型)
- 土壌養分のばらつきを少なくすることが重要
～できむらの解消

28

Ⅲ-3. ①均平度が悪いと均一な水深管理が困難

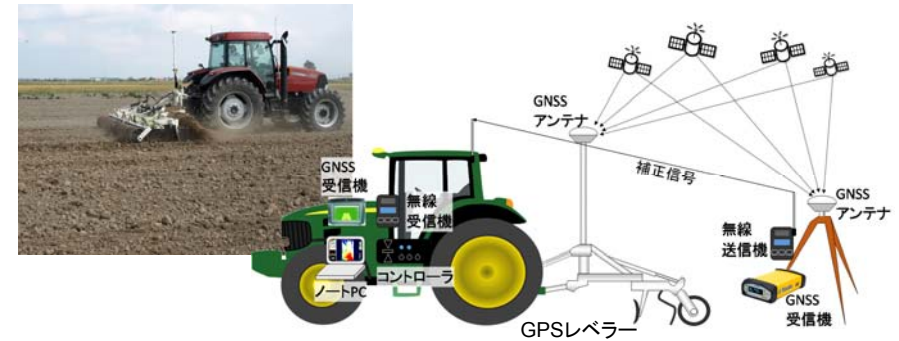
乾田直播栽培の初期入水事例



29

水稻栽培における圃場均平度の維持

- 圃場の大区画化により均平度の維持が重要である。
- 区画が大きいので、代かき作業だけでは対応が難しく、レーザーレベラー、GPSレベラーシステムによる均平作業が有効である。
→無代かき栽培(移植)、乾田直播栽培では、必須の作業である。

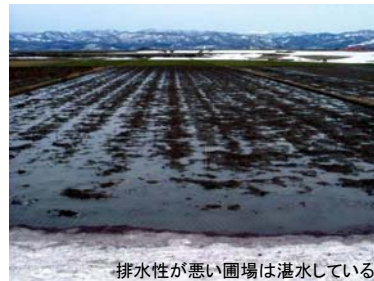


30

Ⅲ-3. ②排水性が悪いと春作業、秋作業が遅れる



排水性が良い圃場は乾きが早い



排水性が悪い圃場は湛水している



稲わらの搬出、心土破碎等の管理作業が困難

31

本暗渠と組合せる補助暗渠で排水機能の向上



ビリ砂利投入状況



モミガラ充填機(モミサブロー)

カッティングソーラ作業状況



用水路側枕地部分に集中的施工

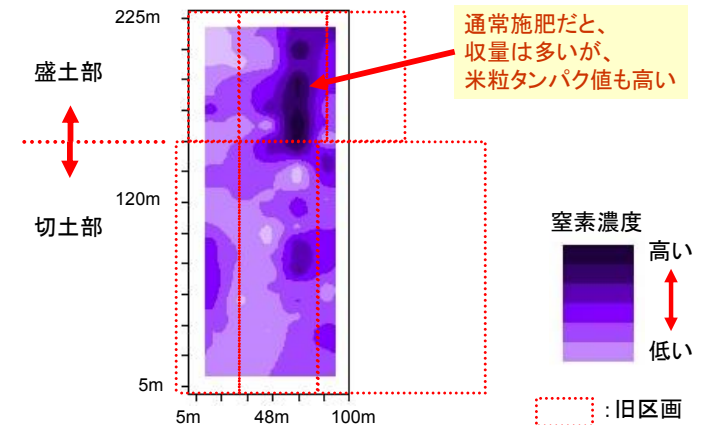
32

Ⅲ-3. ③整備後の土壌養分のむら

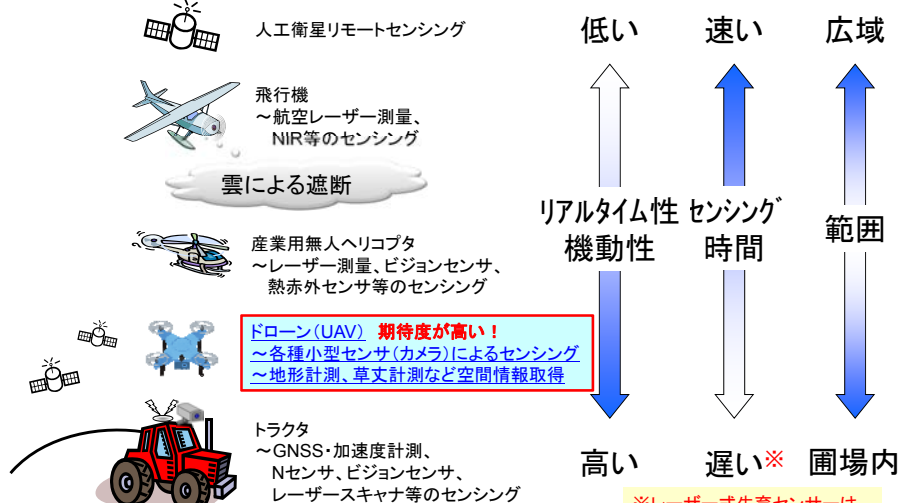
- 区画整理前、圃場ごとの土壌養分には“むら”がある。
- 区画整理後、切土部と盛土部等によって“できむら”が生じる。
～土壌養分のむらがあるため、適正な施肥管理が重要
- 土壌採取の位置情報と土壌診断結果を一括管理して、適正な施肥管理、経年変化の有無の確認が重要。
- リモートセンシングで、できむらを把握し、適正な施肥管理。
～収量、タンパク含量等の情報と一体的に管理することで、有効活用が可能になる。

土壌養分むら・できむらの実態

【整地工実施後(2年目収穫後)の全窒素】 区画規模: 240m×92m=2.2ha



リモートセンシングプラットフォーム



※リモセンは、グランドトゥルースが重要!

⇒ 既往の研究で明らかなものは良いが、新たに画像データと地上データとの相関性を確認し、有効な手法にするのは「けっこうたいへん!」

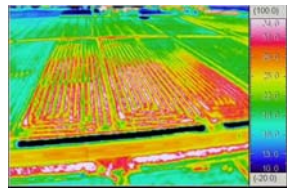
衛星画像によるできむらの判定 ～水稻

- NDVIを用いてタンパク含有率を推定
 - 圃場内の“できむら”(不均一性)の確認
- ↓
- 水管理により解消 (夜間～早朝取水)
 - 施肥管理により解消 (精密農業)

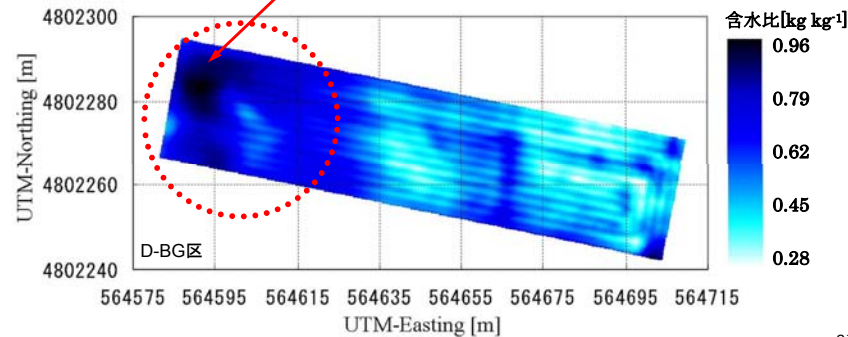
引用文献: 衛星画像を利用した リモートセンシング活用事例
発行: 北海道上川中央部良食味米産地リモートセンシング推進協議会
監修: 旭川地区農業改良普及センター



熱赤外画像を用いた土壌水分マップ



熱赤外画像



用水路側の表層の水分が多く、水はけが悪いので、
 ・サブソイラを細かく入れる
 ・モミサブローで補助暗渠を施工する
 ・暗渠の配線間隔を狭くする
 といった対応を検討し、排水性の改善を図る。



産業用無人ヘリコプタによるリモートセンシング

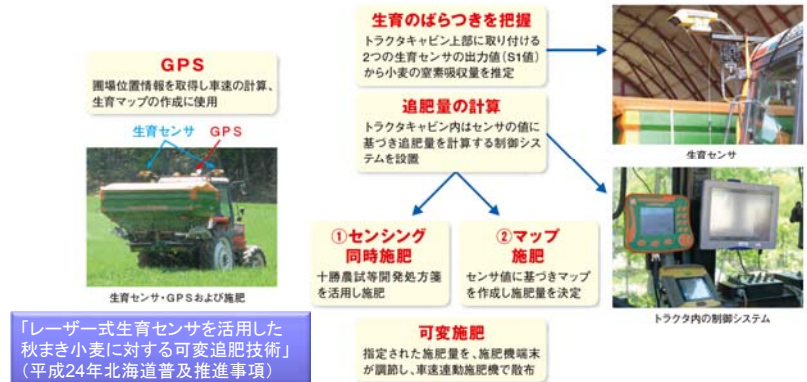
レーザー式生育センサーによる適量施肥



トラクタによるセンシングと施肥量制御

◇ 2波長のレーザーを発光し、その反射光を計測
 ⇒ 小麦の窒素含有量を推測し、適量施肥が可能で生育・品質の均一化が図られる。

可変施肥の基本システム



「レーザー式生育センサを活用した秋まき小麦に対する可変追肥技術」(平成24年北海道普及推進事項)

引用:北海道・道総研農業研究本部・ホクレン・北集・北海道米麦改良協会パンフレットより 38

IV. 畑の電気探査～圃場微地形と石礫分布状況の把握



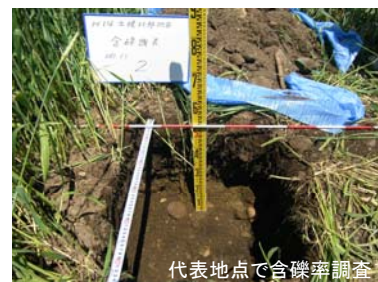
測線@5mでGPSによる地形測量、電気探査同時作業



移動式電気探査システムによるライン探査(麦作付中でも探査が可能)



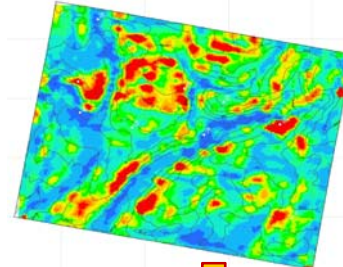
電気探査～点探査(ライン探査の校正、含礫率との相関検討)



代表地点で含礫率調査

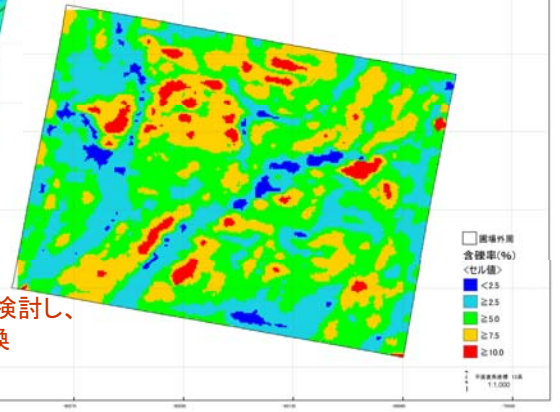
IV-2. GISで比抵抗マップと推定含礫率マップを作成

比抵抗と地形の合成マップ



窪地で含礫率が低いことがわかる。
 排礫は窪地の下層に埋め地形修正も実施した。

比抵抗と含礫率の相関性を検討し、
 回帰式で含礫率マップに変換



V. 草地の起伏修正のための地形情報の取得

起伏修正前



起伏修正後

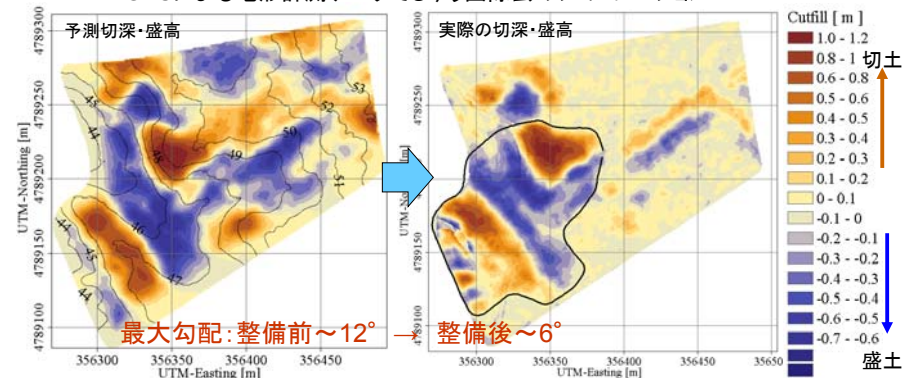


- ①牧草のできむら解消
- ②作業性・安全性の向上
- ③オペレータの疲労軽減

41

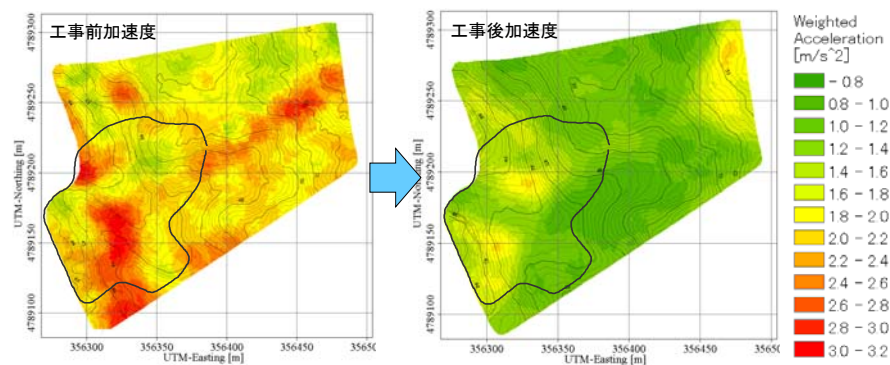
V-1. 起伏修正計画

作業性が悪化する地形の修正、牧草が湿害を受ける窪地の修正
⇒RTK-GPSによる地形計測データでしゅう曲除去のシミュレーション



42

V-2. 工事後の評価～牧草刈取作業時 加速度の変化



工事区画内平均=2.17m/s²

工事区画内平均=1.39m/s²

⇒牧草刈取り時のオペレータの疲労軽減

43