

平成 26 年度

## 第 1 回 土地改良研修会

講演 「ICTを高度に活用した次世代農業」について

北海道大学 大学院農学研究院 教授

生物資源生産学部門生物生産工学分野 農学博士

野口 伸



一般社団法人 北海道土地改良設計技術協会



## ICTを高度に活用した次世代農業

北海道大学 大学院農学研究院 教授  
生物資源生産学部門生物生産工学分野 農学博士  
野口 伸

野口でございます。本日は平成 26 年度第 1 回土地改良研修会という場でお話をさせていただく機会をいただきまして、光栄に存じます。

今紹介にありましたように、私自身はどちらかというと営農のほうにかかわる仕事をしておりますけれども、常々基盤整備と営農というものはリンクして考えていかなければいけないだろうと思っておりまして、きょうもそのあたりの話もさせていただきたいと思えます。そういう点で皆さんと情報交換させていただければと期待しているところでございます。

きょうは「ICTを高度に活用した次世代農業」（\*1）ということで 90 分程度時間をいただいております。

### 【トピック：スライド2】

本日の話題は、大きく三つに分けます。一つは、北海道農業、日本農業の現状と情報化・ロボット化への期待です。皆さんご存じのとおり、最近では、政府を中心にロボット化や、ICT活用というのが非常に注目されております。そのあたりのことです。

2 番目に、先ほど紹介いただきましたけれども、私個人は、農業のトラクターの自動化とか無人化とかロボットトラクターとか、そういった研究を中心に進めておりました。最近では国のプロジェクト等を実施しておりまして、土地利用型におけるロボット技術というのを進めているところでございます。そのあたりのお話をさせていただきたいと思えます。

3 番目に、政府に対して昨年あたりからプッシュしているのがG空間情報プロジェクトでございます（\*2）。その社会実証事業というのを今提案していて、一部事業化というか、研究開発の事業になっているところでございます。このあたりのことを少しご紹介させていただければと思っているところでございます。

### 【北海道農業の現状と課題：スライド3.4】

まず最初に、北海道農業の現状と情報化・ロボット化への期待ということでございます。これを皆さんにお話しするのは釈迦に説法なので簡単に済ませますけれども、日本全国を見ると、過去 20 年間で農家戸数は半減近くしているわけです。そして、就業者の平均年齢も 66 歳になるということでございまして、労働力不足は深刻です。これは言うまでもございませぬ。また、食料自給率は 39%で先進国で最低ですし、今申しましたように、就業者人口は過去 20 年間で約 54%まで減っています。平均年齢も 66 歳だということで、日本農業を持続的にこれから発展させることを考えた場合、本当に危機的状況にあるというのは言うまでもございませぬ。

北海道に目を転じましても、皆さんご存じのとおり、北海道は食料生産基地で、具体的には、農業粗生産額が 1 兆円で全国の約 12%。いろいろな作物について全国 1 位の生産量を誇っているというところでございます。規模につきましても、言うまでもなく本州、

都府県とは全然規模が違う。平均でございますけれども、約 11 倍のサイズがあるわけがございます。

こういった環境にある北海道農業ではございますが、実際には担い手不足、労働力不足というのは深刻でございます。農家戸数も日本全国と同じように半分に減っています。そして、これは北海道の試算でございますが、これからの 15 年以内には 60% ぐらいになるだろうと予測されているわけです。農家人口に占める 65 歳以上の高齢者比率も、2010 年には 32%、2025 年には 38% になるということが見込まれているわけでございます。本州ほどシリアスではございませんけれども、高齢化が進むということは間違いないわけでございます。

#### **【トピック：スライド 5】**

こういう環境の中でどうやって安定して食糧を生産し、また供給していくのかということが重要なポイントでございます。わかりやすいのは、人にかわる人工物が作業してくれれば人手が要らなくなるということです。要するに、ロボット技術や自動化技術といったものを役立させることが、非常にわかりやすい解決策の一つだろうと見ることができるわけです。

今、政府を中心にかなりこういった技術が注目されています。最近総理官邸に設置されたロボット革命実現会議というのがございますけれども、その中の柱の一つが農業利用でございます。人手不足、高齢化、労働力不足が深刻な領域についてロボット技術を導入するというのが、今、日本政府としてはかなり重点的に考えているところでございます。そのあたりの話をさせていただきたいと思っております。

#### **【農業技術の自動化技術：スライド 6】**

まず、農業機械の自動化技術です。これは北海道でもかなり普及している技術でございますが、ガイダンスシステムというのが既にごございます。大区画な水田、圃場をつくった場合に農家の皆さんは有用だ、有効だということで、かなり普及が進んでいる技術でございます。そして手放し運転ができるオートガイダンスシステム。こういうふうにもーターをハンドルのところにつけて、自動的に操舵してくれるというものも既にかなり普及しています。

どの程度普及しているかと申しますと、道庁の調べによりますと、ガイダンスシステムと言って、真っすぐ走るためには、ハンドルを少し右に切ったらいよとか、もう少し左に切ったらいよというのを教えてくれるシステムで、これがかなり導入されています。それから、自動操舵システムは、腕の未熟な人でも真っすぐ作業ができる、走ることができるというように自動的に操舵してくれるシステムで、オートガイダンスシステムと申しますけれども、これもふえています。

#### **【北海道におけるガイダンスシステム等の普及状況：スライド 7】**

これは平成 24 年の数字ですから、現在ではオートガイダンスシステムがさらにふえていると思っております。皆さんご存じだと思いますけれども、GPS の固定点を各地域で単費で立てたりしております。そういったものは、こういった技術を活用したいという農家のニーズによるわけでございます。

#### **【米国におけるオートガイダンスシステムの利用：スライド 8】**

これはアメリカにおける、相当前の例でございます。世界で一番大きい農機メーカーで

ジョン・ディアという会社のものです。こういう風に、農家はオートガイダンスシステムを使いながら、今の市場の動向とかテレビを見ながら作業できますよということをPRしています。大体、アメリカの中西部の穀倉地帯、イリノイとかあのあたりでは、半数ほどの農家がこういったオートガイダンスシステムを使っているというのが現状です。北海道はこれからでございますけれども、先ほど申しましたように、普及が急速に進んでいるという状況にあるわけです。

これには人が乗っているわけですが、腕の未熟なオペレーターでも真っすぐに作業させることができるというメリットがあります。ただ、やっぱり人が乗っていなければいけませんので、労働力不足を解消する、省力、省人化という点では十分ではございません。うちの研究室は、無人で動く機械を開発しております。

#### **【北海道大学ビークルロボティクス研究室のロボットたち：スライド9.10.11.12】**

写真には少し特殊な機械も入っておりますが、全て無人で動く機械でございます。コンバインやトラクターも開発しております。

ここには出ていませんが、トラクターでは8台ぐらい、無人で動く機械をつくっています。後ほど紹介しますが、大區画水田ではポートも使われていますので、ポートなんかも無人化しています。

その他には、リモートセンシング関係の開発もやっています。無人ヘリを使ったリモートセンシングや、衛星画像についても取り扱っております。車両や、ヘリコプター、飛行体、人工衛星などを活用した新しい農業技術を開発研究するというのを、我々のミッションとして進めているところでございます。

#### **【トピック：スライド13～17】**

先ほど申しましたように、今政府はロボット化について注目しています。これはつい最近出た読売新聞でございますけれども、先ほど申しましたように、ロボット革命実現会議というのを首相官邸に設置いたしまして、2014年未までに5カ年計画を策定するというミッションに進めております。この中の重点4分野のうちの一つが農業でございます。その農業の中でも具体的な事例として、ここにありますが、無人で作業するロボットトラクターなんていうのが入ってまして、このロボット関係には来年度52億の予算要求を農水省が出しています。そのうち重要なものとして、大規模実証というのが入っています。これには二十何億がついています。この二十何億を使って、各地域にこういった技術を入れた実証試験を行うというのを一つの目玉にしています。これはロボット革命実現会議を念頭に置いた施策でございます。こういったことが現在進められているところです。

この革命会議には、農林水産大臣、経産大臣等関係閣僚が加わっております。現在の西川大臣もそのメンバーでございます。農業ロボットについて知見を得たいということで、先日、うちに見に来ました。うちのロボットトラクターとかロボットコンバインなんかをお見せしたところでございます。

大臣の外に、大臣政務官が2人いらっしゃいますけれども、佐藤政務官が、ぜひ見たいということをおっしゃって、実はあした見に来る予定でございます。このように、農林水産省もこういった技術について非常に興味を持っているという状況でございます。

実際にうちの研究室で、こういったものを開発するプロジェクトをずっとやっているのですけれども、最近では農林水産省の委託プロジェクトというのを進めてまいりました。

2010年から2014年の5カ年のプロジェクトをオールジャパンで実施いたしました。今年が最終年でございます。

**【プロジェクトの重点実施項目：スライド15～18】**

稲麦大豆作等土地利用型農業における自動農作業体系化技術の開発ということで、どんなことを目指したプロジェクトかと申しますと、GNSSという言葉は、ちょっと聞きなれない言葉かもしれませんが、GPSと考えていただいて結構でございます。GPSはアメリカの運用しているシステムでございますが、その他に、ロシアはグロナスというのをやっています。まだ十分打ち上がっていませんけれども、ガリレオというのをヨーロッパが上げています。日本ではご存じのとおり、後ほど出ますけれども、準天頂衛星というのがあります。そういった測位衛星を全部まとめてGNSSといいます。このGNSSとGISを活用することによってロボット農作業体系をつくらうというのが目標でございます。

耕うん、播種、中耕・除草、防除、収穫に至る過程を、GNSS、要するにGPSのような測位システムとGISを使うことによって全て無人でやろうと言うことです。無人でやるためにはロボット作業管理システムのようなものを設置して、そこで作業計画を立てる、作業の状況をモニターできる、作業履歴を記録できるといった機能を持たせたシステムをつくるというのをこの5年間進めてまいりました。夢物語のような話でございますけれども、こういう目標の中で進めたわけです。

これもまた一つの目標の絵でございますけれども、ロボット作業管理システムで各地域で無人で動いている機械群を監視する。また、それらの作業計画を立てる訳です。もっとも、これらは普通のトラクターやコンバイン田植機でございますから、苗補給もしなければいけないし、肥料の補給もしなければいけない。農薬の補給もしなければいけない、燃料がなくなれば燃料も補給しなければいけない。こういうところでどうしても人間がそばにいないといけないわけでございますので、現地担当者というのがいて、スマホ、タブレットのようなものを持って監視するわけで、そこからでも、オフィスにある作業管理システムを見ることが出来ます。2人で4台以上の無人で動いている機械群をコントロールしようというアイデアでございます。現地担当者は何かあったらすぐ現場に急行して、トラブルもしくは補給作業なんかを行う事が出来るという考え方でございます。

このシステムは、ジオメーションファームと言いまして、ご存じの方いらっしゃるかもしれませんが、日立ソリューションズという会社が出しているGISソフトウェアを改良することによって進めてまいりました。ただ、無人で動く機械だけではもうけに直接つながりませんから、流通業者、農協、要するに農産物の下流に対する情報交換などを進める必要もありますし、作業履歴なども自動的に収集する。そうすることによってトレーサビリティに結びつける。さらに、川下側とリンクすることによるロジシステムを構築することによって6次産業化に適用できるようにする。そういった役割も持たせて設計をしております。

そのプロジェクトの紹介をこれからさせていただきますけれども、主にこのプロジェクトの中で一つ重要なのは技術開発でございます。私がプロジェクトリーダーとして、ことしが最終年ですけれども、この絵に書いたものが来年からどこかの農家で使ってもらえるかということ、それは、なかなか、難しいわけでございます。いろいろ難しい問題がございます。その一つは、コストの問題です。それから、誰がプレーヤーになってそれをビジネ

スにするかという問題。もっと大きいのは安全性の問題があります。この様に、いろいろな問題がございまして、それぞれの技術を開発したことによって底上げができて、普及の可能性は近くなっていますが、オールパッケージ、トータルパッケージで考えた場合は、まだ遠い技術なわけです。

もっとも、開発した過程で生まれてきた要素技術は、どんどん普及に結びつけることができます。その様なことを、後ほどご紹介しますが、実際に進めていきたいと思っています。

生産者と対話することによって、目標は高いところに設定したのだけれども、その目標に達する過程の中で、実際に使える技術、役に立つ技術はどんどん実用化を進めていくという作戦で進めてまいりました。

最大の問題は安全性でございます。安全性は非常に重要な要素でございます、オープンフィールドで、誰でも入れる環境で無人で動く機械が作業をするなんていうのは世界中どこにもございません。ある程度コントロールしなければいけない。ただセンサーをたくさんつけばいいというわけではなくて、一定のルールを定めていくようなことも考えて行くことが必要でしょう。さらに、後ほどご紹介しますが、皆さんと関係する基盤整備におきましても、ロボット用の基盤というのが本来あると思います。そういったものも進めるべきでしょう。確かにお金もかかりますから、単純にそれを全部やればいいのかというわけにはいきませんが、安全性は非常に重要でございます。これについても検討いたしました。

あと、経済性です。これはどのぐらいの費用がかかるのというのは必ず聞かれる内容でございます。本当にペイするのかどうかですね。それらの問題についても、我々は最終の2カ年で現地実証を行いました。これについてご紹介したいと思います。

まず、技術開発でございます。先ほど申しましたように、この技術はGPSとGISがキーテクノロジーでございますので、GPSを載せています。GNSSと言ってもいいです。位置だけでは制御できません。精度よく走らせるためには姿勢をはかるセンサーが必要です。IMU（\*3）といいますけれども、姿勢をはかるセンサーです。そして、それをうまくインテグレーションするというのがキーとなります。

いろいろなところで無人で動く機械をつくっていますけれども、なかなか精度が上がらなかつたりするのは、この組み合わせがうまくいっていないために、うまく走れないということがございます。位置の精度は高く出来ます。2～3センチの精度が確保できます。ただ、圃場の環境には、ぬかるんだときもある、湿ったときもあれば乾いた状況もあります。いろいろな環境で安定して精度よく走らせるためには、この二つのセンサーをどううまく使うかというのがキーになります。

というようにいろいろ努力して、耕うん、代かき、整地、施肥播種といった作業が全て無人でやれるレベルに達しております。誤差はプラス・マイナス5センチぐらいです。走行の誤差です。位置の精度は2～3センチセンチでございますが、走行の誤差は少しそれよりも落ちて5センチぐらいです。こういったことができます。

さらに、耕うんとか代かきというのは本州の研究機関とかでもやっています。世界的にもやっていますが、管理作業はまだそんなにやられていません。除草、農薬散布といった作業も完全無人でできる技術を持っています。収穫作業もです。コンバインでございます

が、これも無人で動くという技術を開発したところでございます。

先ほど申しましたように、こういった技術はできたのですけれども、これを実用化するのは非常に難しい。なぜかと申しますと、人または小動物の犬とか猫とかペットでも、万が一、そういったものに危害を与えたら責任問題になるわけです。製造会社は何かあったときの責任をとらなければいけない。使用者がとるのか、それとも……という話になってくる。製造会社はリスクを負いたくないわけです。当然コストの問題もある。安全性は非常に重要だということで、この問題を解決するのは単に技術開発だけの問題では内だけに非常に難しいわけです。

#### 【協調作業システム：スライド 19. 20】

これは、実際に協力していただいている農家の人のアイデアです。ご存じの人もいらっしゃると思いますけれども、協調作業システムと言います。1台は有人、1台は無人というシステムです。農家の人が家族経営で、基本的にお父さんと2人でやっていますが、お父さんがだんだん年をとられて作業ができなくなってきました。でも、そのときに100ヘクタール規模のほ場をどうやって管理するかといったら、人を雇うこともあるのですけれども、きちっと通年で雇うのはなかなか難しいし、いろいろと難しい問題がある。

そのときに、1人で2人分仕事をしてくれるようなシステムを彼は発想したわけです。必要性から。前が耕起を行って、後ろで自分が運転して施肥播種をすれば、1人で2台の作業管理ができるというアイデアです。これは彼が提案してくれたのですけれども、これであれば安全性の問題は、有人のほうの人が前のロボットトラクターの安全性の最終的な責任をとってくれば、安全に対するハードルはぐっと下がるわけです。ということで実用化の可能性が高くなるということで、先ほど申しましたように、目標は高いところに設定したのですけれども、途中の段階でドロップさせて実用化を図った技術でございませう。これは実用化まで2～3年の技術と位置づけられています。クボタ、ヤンマーという会社が、これを実用化するということを進めています。

テレビが私の説明よりずっとわかりやすく説明してくれているので、これを見てください。

—映像上映—

#### 【プロジェクトの重点実施項目：スライド 21】

そういうような話でございませう。これは、今申し上げたように、実用化に近い技術というふうに位置づけられております。これについて農林水産省は、革新事業というのを別にやっております。平成 25 年度の補正でございませうけれども、その中で実証試験を進めているところでございませう。これも後ほどご紹介しませう。

#### 【障害物検出センサーの開発：スライド 22～25】

次は安全性の問題です。安全性につきましては、当然ですけれども、トラクター側に安全センサーをつけなければいけないと私たちは認識しております。普通の人間が運転するトラクターのままではなかなか使ってもらえないので、少なくとも障害物を検出できるような機能を持たせる。衝突しないような機能を持たせる。これは最小限必要なことだろうと。

どのセンサーをつけているかと申しますと、いろいろなセンサーを開発しているのです

けれども、一つはレーザースキャナー。我々は、前方 270 度以内で、30 メートル以内にあるものをレーザーを使って認識できるセンサーをつけています。それを前と後ろにつけています。普通の自動車の場合は前方だけで基本的にいいのでしょうかけれども、トラクターの場合は後ろで作業をしていますので、後ろの作業機に巻き込まれたりしたら大変なことになりますので、後ろも非常に重要です。ですから、全周囲見るということをやっています。

今申しましたけれども、270 度、30 メートルの範囲のものを認識できるようなセンサーを前と後ろにつけて、このように振ってやることによって、小さなものから大きなものまで認識できる。これがスキャンすると、面的にとりますので、振ることによって立体的に押さえることができます。それを前後につけることによって、360 度、周辺全部を監視することができます。

前と後ろの走路上にあるものは危険ですので、発見するとすぐとまる。左右にあるものは要注意ということで、スピードを落とすなどという対応を取るように設計することができます。作業スピードを落とす、とまる、アラームを鳴らすなんていうことができるわけです。何かそばに来たときは警戒、前は危険ですぐとまるみたいなことが設計できます。これが実際に使っている絵です。これもテレビでございませけれども、見てください。

#### —映像上映—

そういうようなことで一応とまるようにしています。さらに、センサー側としては、どこまで安全対策を施せばいいのかが非常に難しい問題です。余りセンサーばかりつけてはコストがかかってどうしようもなくなるわけでございます。ゼロリスクは絶対に技術だけではあり得ませんので、先ほど申しましたように、最後の安全性のリスクの残渣はレギュレーションとかそういったもので設定しなければいけないのですが、我々技術者としてはある程度技術的な対応策を考えなければなりません。

先ほどのセンサーで検出できなかつたら、ぶつかるしかないわけです。ぶつかったらとまらないとまずいので、不格好ですけども、こういうバンパーをつけまして、バンパーに弱い力でも力が作用すると自動的に通電してとまるというふうにしています。何かぶつかったということです。さらに、それでもまだとまらないこともあるので、これ自体はリンク機構といって、ばねで前後に動くようになっています。ぶつかって動いたら、このばねで動いた変位を検出するセンサーをつけています。バンパーが後ろに動いたことを検出して、とまるという機能を入れています。

ですから、全部で三つのデバイスをつけています。一つは、レーザースキャナーという非接触。次は、ぶつかって、タッチセンサーというセンサー。さらに、リンクが動くことを検出するセンサー。この3段階つけて、多段な安全対策を施しています。

ただ、これでもゼロリスクではないわけで、万が一、人にけがさせたらどうするんだという話になるわけです。ということで、このプロジェクトの中では、最終的には運用マニュアルとか、こういうのが許されるのかどうかわかりませけれども、警告看板。無人で動いていますよというのを畑のところにぼんと隅に立てて、こういうふうに皆さんに周知

するということ。もしくは、無人で動く機械の場合、パトライトみたいなものを照らしながら作業させるなんていうのが必要なわけです。こういった運用マニュアルとかそういったものもある程度必要だろうとも考えています。

さらに、先ほど申しましたように、農林水産省では今、こういった協調作業システム、無人で動く機械の安全基準を策定中でございます。世の中にないのでなかなかつくるのは難しいのですが、一応安全基準というのをつくって、こういったものが普及しやすい環境をつくるということをやっています。

#### **【国営農地再編整備事業：スライド28～31】**

さらに、これはお願いになりますが、私たちロボットトラクターとか無人機械をつくらせている人間からすると、基盤側にちゃんとそういう機能を持たせてくれると非常に助かるのです。助かるというのはどういうことかということ、安全性を高める上でも当然助かる。さらに、ロボットのコストが全く変わるわけです。さっきのセンサーをたくさんつける必要がなくなるわけです。うまくいくと、ちょっとしたセンサーだけで済むかもしれない。ということで、ロボット用の基盤整備というのが間違いなくあるわけです。そうすることによって、かなりこういった技術が実用化できます。

具体的にどんなことが、ロボット用の圃場として望ましいかというのがこれです。水田を対象にしていますけれども、まず、排水整備と連たんが高度に進んでいることです。当然でございますけれども、公道を通らないで隣の畑に行けるとということがまず重要でございます。24時間体制で作業させることができます。それから、圃場内用・排水施設が埋設されているというようなこと。それから、ターン農道であるということです。ソフトウェアで確かに枕の処理もできますけれども、面倒くさいわけです。できれば往復でばんばん作業してくれたほうがいいわけでございますので、ターン農道であることが望ましい。

それから、これが重要でございます、安全性の観点から見ると、圃場区画に侵入検出ケーブルなんか敷設されているというようなこと。何かが圃場に入ったら自動的に認識できる。それから、圃場コーナーに監視カメラといったものがあればさらにいいという話でございます。あとは、いろいろな情報を基地局に送ることが重要になりますので、長距離で到達可能な無線LAN基地局が設置されていると、ロボットがICTと直結できるわけです。

一番の問題は、管理作業なんかの場合に、ロボットが作業をしてくれるといっても、人間が畑の中を見ることができなくなるわけです。それは非常に重要な問題でございます、農家の人であれ、その畑で今何が起きているかをみんな知りたいんです。今のロボット技術ではただ単に正確に作業してくれるだけでございまして、畑の情報をとってくる機能は持っていません。実際にはそういった機能を持たせるようにする事は、そんなに難しい事ではありません。例えば画像をとってくるとか生育情報をとってくるなんていうことは今でもできるわけです。それを無線で飛ばすことができればタイムリーな作業が可能になりますし、もうちょっとロボットが賢くなるわけです。ただ、そのためにはこういった基盤が必要となります。

それから、先ほど申しましたように、GPS固定点でございます。これがキーでございます、これが設置されていると普及が進むだろうと思います。こういったことが重要な要件かなと思っています。特に安全性の観点でいうと、この二つが非常に重要でございます。

す。

#### 【広域進入検知センサー：スライド 32. 33】

具体的にこんなのがあったらいいと思っているものに、三菱電機が出している、ケーブルを埋設するタイプのセンサーがございます。これがあると、大体猫ぐらいのサイズのものがこの検出センサーを渡ると検出できる。大体 10 メートルぐらいの精度でどのあたりに入ったかということまでわかるようになります。

こういうのがあると、濃霧とか降雪なんかの悪天候でも問題ないわけです。自然環境が変わる中でも安定して作業ができます。どこの範囲に何が入ってきたというのがわかるわけですから、そうするとロボトラは、警告を鳴らすこともできる。

さらに、基本的に我々の技術の場合はほとんどありませんが、ロボットが暴走して圃場外に出たら大変なことになるので、これについてもすぐ対応ができる。最終的なフェールセーフ機能というのを持たせるときには、独立したシステムのほうが望ましいのです。機械だけに判断をさせると、幾つも情報は入れていますけれども、万が一機械に予期せぬことが起こってしまった場合には何があるかわからないわけです。そのときに全く独立したこういうデバイスがあると、安全性が上がるわけでございます。こういったことを期待しています。

できればさらにカメラみたいなものを設置すれば、これが見れる。そして、判断できる。気象情報とか画像なんかも一緒にとれば、さらに生育情報なんかとリンクさせることができますので、ロボットの安全性にとどまらないシステムになるだろうと思っています。こういったことが安全性には要求される。先ほど申しましたように、ロボットトラクターとかロボット農機自体にセンサーはつけるのですけれども、それだけでは不十分なので、そのためにはレギュレーション、安全基準のようなものも必要だろう。そして、社会的なコンセンサスも必要ですし、あわせて基盤側でそういった整備がされると、もっと普及が進むだろうと思っています。

#### 【ロボと農作業体系の構築：スライド 35. 36】

次に経済性でございます。どのぐらいの値段するんだというのがよく聞かれるわけですが、その辺をご説明したいと思います。まず、我々が今考えているのは、トラクター、田植機、コンバイン、この3つの機械は全部、無人で動きます。今の我々の技術では、基本的には同じアルゴリズムです。ソフトウェアの考え方も一緒です。ここまではまだできていませんけれども、将来的には1セットの受信機とコントローラを、トラクター、田植機、コンバイン等の全部のロボット農機に順次つけかえていく訳です。

日本の場合、田植機とコンバインは同時には普通使われません。南のほうへ行けば別ですけれども、北海道ではまず使われない。この2つの機械に高い機器をつけたまま納屋に置きっ放しにするのはもったいないわけです。1個で、開発費を抜いて300万ぐらいします。250万ぐらいかな。田植機、コンバイン、トラクター、全部つけかえていけば、年間250万円で使い回せるという仕掛けです。

田植機はまだ進んでいませんけれども、トラクター、コンバインはかなり電子化が進んでいます。したがって、余り改造の必要はありません。今ヤンマーさんと一緒にやっていますけれども、うちのロボットトラクターは、ほとんど改造していません。改造しているのはステアリングのところだけです。コンバインについては全く改造していません。極端

なことを言うと、プラグをつなげてやると自動化できるわけです。今ある、一般に売っているトラクターにロボット仕様みたいなものをオプションでつけてあげて、ロボット仕様のやつは、それにコントローラーと受信機をつけてあげると自動で動くことになります。そこまでできるようになると、あまりコスト高にはならないと思います。

もう一つのポイントは、システム1式で300万といった場合に、年間300万で全部できますが、人を雇おうと思ったら、1年間の人件費は250万、300万すぐかかります。人間関係等複雑な問題も考えたりすると、300万で年間使えるものがあれば農家の人はもっと楽になれるわけです。ですから、全然高くありません。ただ問題は、売っていないということと、安全性の問題です。実用化に向けた取り組みがまだ十分でないということかもしれません。さて、今農家はどういう高度技術を使いたいかと申しますと、まさに、先ほどの三浦さんが提案者なのですけれども、有人との協調作業システムが有力だと考えています。北海道の場合には、法人組織や集落営農という考え方もあるでしょうけれども、基本的に家族経営でやった場合はたいがい2世代でやっています。そして、だんだんお父さんが年をとられていって作業ができなくなってくると、大規模化をどんどん進めていったのにどうするかということです。ロボットをオペレーターのかわりにしたいというのが非常に大きなニーズです。ですから、規模拡大を進めていった農家が、家族経営の中でどういうふうに今後展開していくかというときに、ロボット導入の可能性が十分あるわけです。当然法人経営においても可能性はあると思いますけれども、今ニーズとして非常に高いのはこのあたりです。このあたりを考えると、このプロジェクトは農業経済の専門家にも入っていただいていますけれども、大体皆さんがぜひ使いたい、十分経営的にやっていけそうだという話をしているところでございます。

#### 【現地実証試験：スライド38～41】

さて、このプロジェクトの現地実証試験というのを行いました。この現地実証試験は、過去2年間、2013、14年にやったのですけれども、稲作は士別市で、畑作は芽室町と音更町で行っています。これについて若干ご紹介したいと思います。

稲作については、国営事業でやられたほ場ですので、皆さんご存じの方も多いと思いますけれども、1筆が6.8ヘクタールぐらいあるような非常に大きな水田がございます。我々はその水田を1枚で使っています。ちょうどあそこは山がサイドにあるので風が吹かないらしくて、大きな水田のまま使えるというところで実験をやりました。日本で2番目に大きい水田らしいです。協力機関としては、北海道開発局旭川開発建設部名寄農業開発事業所の方々、士別市、地元の農家の方々のIT農業研究会の皆さんに協力いただいて進めたところでございます。

畑作につきましては、芽室町はご存じのとおりICTの先進地域でございますので、芽室町の農家の方の畑を借りました。ことしは音更町でやりました。協力機関としては、経済産業局、農政部、十勝農業試験場、JA芽室、十勝農業機械化懇話会といったところに協力いただきながら進めてまいりました。この2年間、農家の方々に理解していただいて手伝ってもらうのが一番重要でございますが、大いに協力いただいて進めたところでございます。

今言った士別市でございますが、非常に大きな水田でございます。6.3～6.8ヘクタールの水田がありまして、我々は6.8ヘクタールのほ場を使いまして、2013年、2014年

の2カ年やりました。縦方向で550メートルぐらいございます。国営農地再編整備事業で行ったということでございます。まだ今でも進んでいるようですが、圃場区画が狭小で不成形で、経営農地が分散しているということから、1筆を大きくしていく。集積を進めたということでございます。天塩川が流れていて、非常にいい環境でございます。本当においしいお米をつくっています。私は何度も食べさせていただきました。

先ほど圃場整備の必要な圃場条件というのをお話しさせていただきましたように、大区画というのは当然いいのですけれども、用・排水路がちゃんと埋設されている。これは非常にいいです。溝がないというのは、ロボット作業としては非常にいい環境です。さらに、先ほど申しましたけれども、ターン農道になっているということです。ロボットのコンバイン作業、耕うん、代かき、全部そうですけれども、ターン農道になっているのとなっていないのでは全然違います。聞くところによると、公道ではないので、ロボットが上がって走っても違法にはならないということらしいので、これは本当に我々にとって助かります。こういう整備された圃場を使いました。まして、先ほど申しましたように、日本で2番目に大きい水田でございますので、対外的なアピールもできるということでやったわけです。

ここでいろいろ作業をさせていただいて、農家の方のご意見なんかもせっかくですので、テレビが放送してくれたのを聞いていただきたいと思います。短い内容です。

#### —映像上映—

ここでは、地元の方々から、非常に前向きな意見をいただきました。先ほど申しました農水省の大規模実証のようなものをぜひやりたいという意欲を持っていらっしゃいます。農水省のロボットの大规模実証です。平成26年度の補正予算になる予定でございますけれども、非常に有効だと思います。特に代かき時においては、1枚がこんなに大きいと、当然ですけれども、どこを走っているかわからなくなるわけです。同じところを何回も走ったり抜けが起きたりするわけでございますので、そういうときにロボットがやると、代かきは間違いなく、きちっと正確にできます。夜もできます。そういう点では非常にメリットがありますし、ニーズもあります。

#### 【準天頂衛星「みちびき」の利用：スライド42.43】

あと最近話題になっているのが、準天頂衛星の利用でございます。2010年にJAXAが打ち上げて、今は1機しか上がっていません。2018年までに4基体制になる予定です。そうすると24時間使えるようになります。これができると何ができるかというと、高精度な測位がインフラなしにできるようになります。先ほど、GPS固定点を立てたらいいいと言いましたけれども、固定点が要らなくなるのです。宇宙からデータが届きます。RTK（\*4）といいますけれども、高精度測位で、精度は日本の場合、2～3センチの誤差でとれます。これは我々が試験しています。

固定点を立ててしまったけれども、将来的に準天頂衛星が整備されたら不要になる可能性があるねなんていう話もありますが、幾つか問題もあります。一つは、準天頂衛星が整備されたときに、それが無料で使えるのかということで、それはわからないわけです。

実際に運用するのは民間企業ですから、そのときに、無料で使えるようなシステムにす

るのかどうかは全くわかりません。もしかしたら課金されるかもしれません。そうすると、各地域に自治体で立てた固定点のほうが無料で使わせてもらえるなんていうことになるかもしれないわけです。

そういうこともあります。大事なことは、2018年までじっと待っているのが適切かどうかという判断です。既にこういう技術をどんどん導入して行って、自動化、無人化の技術をどんどん使っていく。2018年以降にもしこういったものが整備されて準天頂衛星が使えるようになったら、さらにそれにのっかってもいい。今から4年間じっと待って、既にある技術を使わないでいるというのは非常にもったいないと思います。ですから、こういった準天頂衛星をさらに活用していく上にも、一日も早く固定点を立てて、地域の若い農家の方を含めて皆さんに使ってもらう体制をつくっていくのが、私は正しい戦略だと思っています。

いずれにしても準天頂衛星は整備される予定です。八の字を描きます。ですので、日本だけではなくて、アジアの地域、オーストラリアなんかでも使えます。

もう一つのメリットは、防風林なんかがあった場合、GPSの場合はなかなか測位できなかったりします。うちの北海道大学のポプラ並木の横を走らせると、GPSではうまくとれなくなって、とまってばかりいるということになってしまうのをテレビなんかは撮りたがるのですけれども、実際そうです。準天頂衛星が使えるようになると、こういったことが少なくなります。常に真上に1基、衛星があるわけですから、安定して測位ができるという点では非常に有効です。

ですから、二つメリットがある。一つは、GPSのかわりになる衛星としての役割。もう一つは、補強信号といいますけれども、精度を上げる信号を上から落としてくれるというメリット。この二つのメリットがあるので、準天頂衛星の農業利用は有効でございますし、国も内閣府に宇宙戦略室というのがありますけれども、準天頂衛星の民生利用という点では、農業というのが一つ大きな対象になっています。

今言いましたように、現時点の問題は、24時間体制ではない、衛星数が十分ではないことによる低い信頼性・安定性です。オートガイダンスシステムを農家の方は使われていますけれども、昼間の2時間3時間しか使えないとか使いづらいという意見がよくあるのです。農家の方は、使えないときには自分で運転しているわけです。そういう中で、ロボットが人間のかわりに運転するなんていうことはあり得ませんので、特に課題が大きいのです。ですから、早く準天頂衛星が整備されて安定性が上がるということは非常に重要でございます。

これもテレビがあるので、ちょっと見てください。夜間に安定して高精度に測位できるということを実演したものでございます。準天頂衛星を使って耕うん作業をさせました。

－映像上映－

#### 【夜間作業した圃場の作業計画・結果：スライド 45.46】

今見ていただきましたように、農家の方は、明日もし雨が降りそうだというときは夜を徹して作業するわけです。そのとき、夜に真っすぐ作業するのは非常に難しく事実上不可能です。ヘッドライトの照らしている範囲が狭いですから、真っすぐ作業するのは不可能。

どんな熟練オペレーターでも無理です。ところが、ロボットシステムの場合は目で見ていなくて、自分の位置を測位衛星を使って知っているということでございますので、夜でも全く精度に影響しません。ですから、今みたいに大きな圃場で夜間作業をするなんていうことが精度よくできるということでございます。

最後に、先ほど申しましたように、この準天頂衛星はオーストラリアもカバーしていますので、オーストラリアも非常に関心を持っています。実は総務省の事業で、ことしオーストラリアでも試験する予定になっています。

これが準天頂衛星のメリットです。これがそのときに使った経路図でございますが、3ヘクタールぐらいありまして、46工程です。これを8時間ぐらいで作業しました。作業精度はプラス・マイナス5センチです。当然ですけれども、先ほどと一緒ぐらいで作業させることができるということです。

コンバインについても行いました。これは士別市で一昨年やったときの例です。外国には、カメラを使って刈った後と刈り取る前のところの線を認識して、自動で走らせるシステムというのがあります。ところが、このコンバインは位置情報の絶対値を使っているわけで、エッジを検出する機能を持っていません。見ていただくとわかりますけれども、無人でやっても刈り残しはございません。このように、いかに精度高く測位できているかの証拠でもあると思うのですけれども、こういうことができるわけです。

#### 【G空間プロジェクト：スライド47～49】

準天頂衛星を利用すると、RTK-GPS並みの精度で測位できる。これは間違いございません。こういったことができるわけです。2018年になると、日本全国この精度で測位できる。固定点がなくてもできるということになります。

次に、ICT×ロボットによる次世代の農業技術ということで少しお話しさせていただきたいと思います。冒頭申し上げましたように、G空間というのが自民党政権になって一つの目玉になりました。G空間情報とは、地理空間情報のことです。これを活用したいろいろな事業、いろいろな活用、利用というのがキーワードになっています。その中で農業利用というのも一つございまして、G空間情報プロジェクト社会実証事業ということで、関係団体と一緒に取りまとめたところです。

取りまとめた案を昨年度から、関係省庁、具体的には総務省、内閣府、農水省、国交省、経産省あたりに説明に参ったり、永田町に説明に行ったりといったことをやってきたわけです。既に幾つか事業化が進んでおりますけれども、どんなことを提案したのかということをお話ししたいと思います。

G空間プロジェクト社会実証事業ということで、IT農業確立に向けた統合型農業情報システムとスマートロボットによる次世代農業の社会実証事業。長ったらしい名称ですがけれども、ロボットが最後についていますけれども、これは余り重要ではございません。ロボットについてはたくさんお話しさせていただきましたので、ここでは割愛させていただいて、大切なのは前半のところでございます。

前半のところは何かと申しますと、いかに新規就農をふやすか、いかに新規で農業を始める人たちの技術的ハードルを下げて入りやすくするか、若い人に入ってもらうかということを目指した技術開発です。後ろは最後出口のところをロボットでということでございますが、私自身は前半がキーだと思って進めております。

### 【農業環境情報システム：スライド50～53】

これを支えるのが統合型農業情報システムというのですが、考え方は、G空間情報、地理空間情報とロボットをかけ合わせることによって、目標は農業就業者の減少、高齢化による労働力不足を解消させたいということです。これがポイントだと思っています。営農ノウハウが見える化することによって新規就農を増加させたいということです。何度も言っていますが、農家の高齢化が進み、離農が進み、熟練の農家が減っているわけです。それによって、労働力不足という単純な問題にとどまらないで、地域の農業技術が消えていくというほうが大きな問題だと私自身認識しています。

農業というのは、基本的に土地基盤型農業の場合、地域の気象、資源、土壌といった資源を最大限活用して生産しているわけです。したがって、地域に根差した技術というのが必ずあるわけでございまして、その技術がなくなることが一番、地域の農業を不活性にする、停滞させる大きな原因です。何とかそれを食いとめなければいけないわけです。新しい人がどんどん入ってくればいいのですけれども、その人たちに技術教育をするのもまたすごく時間がかかるわけでございますので、何とかして科学技術を使って、そのノウハウまたは篤農技術といったものをきちっとデータとして保全する。そして、データとして後継者に継承するという仕組みをつくっていくということが重要だという認識でこれを進めたわけです。これが前半の部分です。

これを進める上で統合型農業情報システムというのが入ってきます。要するに強い日本農業を実現するためにはこういった技術が必要だという話です。まず何を狙っているかという、G空間情報を活用することによって熟練農家の知恵とか知識といったものをデータとして保全して活用する。これがポイントです。さらに、本当かどうかわかりませんが、農業のICT化を推進すると魅力が上がって、若い世代の新規就農が促進する。本当にそうであればいいと思いますけれども、そういったことが期待できるかもしれない。

さらに、先ほどのと重なっているところですが、労働力不足をロボットによって解消したい。さらに、国策で進めている準天頂衛星を利用するということです。これはちょっとかぶっています。それから、ICT×ロボット農業に精通する人材を育成して、先端農業技術をアジア・オセアニア地域に普及させるといったことです。準天頂衛星がカバーしているエリアがアジア・オセアニア地域です。アジア・オセアニア地域は稲作地域でございますので、こういった地域に日本の特に稲作技術を伝えていくということは、国際協力、または国際貢献という点でも重要ということで書いています。それから、時期がおくれてしまいましたけれども、特区みたいなものがつくればということを提案したわけです。

では、今言ったようなことがどんなもので構成されるかということでございます。まず一つは、データを収集するというのが重要です。篤農家が五感で感じていたものをいかに量子化するかというのがポイントでございますので、データを物理量できちっと収集する。そのためには、こういう衛星リモセンであったり、最近はやりのUAV（\*5）なんかの低空を飛びリモセンなどを活用することによって生育情報とかそういった空間情報を収集する。さらに重要なのは気象情報でございます。ウェザーステーションのようなものを設置して気象情報も収集する。そういった情報を低コストで効率的に、さらに精度よく収集する手段をきちっと使う。

さらに、そういったものを使うことによって、既に農業試験場の皆さんとかの努力のお

かげで、気象情報を使うことによって生育モデルができて、いつごろ収穫できるとかが計算されたり、防除のタイミングなんかの予察情報が流されたりということがございますが、そういったものを配信するというのが一つございます。北海道では特に進んでいますので、こういった情報を解析して配信するというのは一部で行われています。要するに、とったデータを使って、それを解析して、インターネットなどを介して農家の方々に提供するというシステムです。そういったものが一つ考えられます。これは既にあります。

さらに、それを実現するためには、気象情報、圃場情報、またはこういった画像情報みたいなものを設置する。センサーネットワークみたいなものを設置する。これも基盤整備にかかわることかなと思いますけれども、情報を収集する機能を圃場に持たせるということが重要かと思います。

あとはリモートセンシングです。最近では衛星リモセンも、リビジットといえますけれども、かなり高頻度にとれるようになってまいりました。それでも十分ではございません。したがって、UAVのようなもの、またはこういったヘリコプターのようなものを利用することによって衛星を補完する役割を果たすということが必要です。そういったことによって生育情報、皆さんご存じの収量の予測マップであったり、子実たんぱく含量マップであったり、あとは刈り取り順位を決定する熟度みたいなことも使われたりしますし、海外でも使われます。こういったリモートセンシングによる空間情報も使います。そして、それを解析することによって地域の方に提供するというビジネスというのが一つ成り立つでしょう。これは既に一部実用化されていますし、普及しています。

#### 【先端農業支援システム：スライド54～56】

問題はここです。データに基づく農業を実現する。どうやって知識・知恵を抽出して保全するかというところがございます。これはその一歩先をいったものでございまして、我々はそれを実現するシステムとして、先端農業支援システムという名前をつけております。では、今言ったような、とったデータをどうやって解析して知恵・知識を導くのか、抽出するのかということがポイントでございます。これは世の中にまだございません。我々が研究開発を進めているところですが、要するにこういうことです。いろいろな情報がとれるわけです。リモセン情報、メッシュ気候図、土壌図といったマルチプルなG空間データがGISに展開されます。そこから営農ノウハウを抽出しようということになるわけです。考え方として。時空間のデータでございますので、非常に膨大なデータになります。それを解析することによってノウハウが得られますが、ノウハウをとるために大切なことは作業内容の把握です。どういう作業を行ったかというのがわからないと、ノウハウはとれないわけです。

ここがポイントでございます。テレマティクス（\*6）という技術がございます。作業日誌を書いてもらって、それをOCRで展開してというのでは遅々として普及しない。これは誰もが面倒くさいわけです。いかに簡易的に、労力を使わないで作業情報を引っ張るかが非常に重要でございます。そのための技術としてテレマティクスというのがございます。

農家は自分の作業をするわけです。作業をするのだけれども、その作業情報が無線で自動的に吸い上げられてしまうわけです。そして、自動的にたまっていくということです。これは個人情報ですから、取り扱いには注意しなければなりません。例えば篤農家の方々が

協力いただくと、その人の作業情報というのが無線で全て収集できるわけです。そして、データベースで作業時間、どんな資材を使ったか、いつどんな作業をしたかなんていう情報を全て取り込むことができる。それも農家の人の手を煩わさないで取り込むことができるわけです。こういう技術は既にごさいます。それを全部収集してあげる。先ほどのデータベースの中に組み込んであげる。既にコンバインとかトラクターなんかはそういうのを持っているものもごさいますので、そういったものを使う。後づけでも実現できます。

#### 【先端農業支援システム：スライド 57. 58】

これはアメリカで実際に使われている例です。どういう目的で使われているかという、盗難防止です。機械がどこでなくなったかなんていうのがわかるような仕組みになっています。あとは、作業履歴を自動的に収集する。あと、メンテナンス。どういう作業の仕方をしてきたかなんていうのがわかるような仕組みです。

#### —映像上映—

今からビデオを見てもらいますけれども、ここにセンターがあります。そのセンターで監視している人がいます。これはコンバインが動いているのが見れるようだけれども、町内でのコンバインが動いていると、画面上のそのコンバインをクリックすると、遠隔でそのコンバインの画面、ダッシュポットのディスプレイが全部見えるわけです。ですから、どういう使われ方をして、その地域のコンバインが今どこで何をしているのかというのが全部見えてしまうというシステムになっています。

これはアメリカの例です。地域に今あるコンバインとかトラクターをクリックすると、今どこでどんな作業をしているのかというのが全てわかるわけです。アメリカでのメリットは、何か故障が起きたときに電話しても、広い畑でどこはなかなか言えないわけです。ここへ早く来てくれと。今日中に収穫しなければいけないから早く来てくれなんて言っても、どこかが正確に言えない。そのときにGPSで常に位置が把握されていますから、呼ばれると、すぐ飛んでいけるわけです。ですから、農機メーカー、ディーラーにとっても、故障に対してのサービスが向上するというメリットもありますし、農家にとっても、機器のメンテナンスを含めて全部の情報を把握してくれているわけで楽です。このような技術があります。

#### 【先端農業支援システム：スライド 59】

この技術を営農ノウハウを収集するために使うということです。情報収集システムにいろんなデータが入ってくる。そのデータを処理するのは外でいいわけです。キープレーヤーを農協なら農協とした場合、ここでは勝手に芽室農協を例にして申しわけないですけれども、芽室農協のセンターにデータベースがあつて、地域の農協の組合員の方々のデータがばんばん入ってきます。入ってきても、それはそこで処理しなくてもいいわけです。処理するのは外に持っていてもいいわけです。外に持って行って、クラウドで処理してしまっても構わないわけです。そうするとコストもかからないわけです。別にこれはアメリカに持っていてもいいし、本州に持っていてもどこに持っていてもいい。ただ、データ自体は地域のデータとしてきちっと管理するということが重要ですから、芽室農協みたいなのが持つ。ということをやれば、そんなにコストはかかりません。やりたいこ

とは、テレマティクスを使いながら情報をばんばん収集していく。そして、収集した結果を先端農業支援システムで解析することによってノウハウを抽出しよう、それをちゃんと保全しようということになるわけです。

では具体的にどうやって考えるかという、人間は基本的に、気象予報、生育情報といったいろんな情報を入力して、自分で農作業計画を立ててやるわけです。ですから、入力と出力を全部データとして取り出せば、その人が口で言ってくれなくても、その関連性というのは押さえることができる。こういうアイデアです。熟練の農家の方はすごく経験を持っているのだけれども、それを言葉に表現するというのは難しいかもしれない。それは経験と勘ですから。ですから、このデータマイニング（\*7）という方式を使うことによって、その人に負担をかけないで、とったデータからその人の考え方を抽出してあげようというのがアイデアです。そういうようなことを進めるのが先端農業支援システムということです。そうすると地域の篤農技術というのがきちっと保全されるだろうというアイデアです。

#### 【スマートロボット：スライド60】

あとは、高度化されたデータになった知恵ですから、データになっているのだったら、これをロボットに実装すれば比較的簡単に智能化が実現するわけです。ロボットは人工物ですから、人工物にそのデータを使えばロボットは賢く作業できますよということで、スマートロボットという名前にしています。今私たちが開発しているロボットは単純な作業しかできないのですけれども、前半の部分があることによってロボットが賢くなるという位置づけです。

#### 【社会実装へのロードマップ：スライド61.62】

これは既にお話しした範囲が大きいので省略しますが、できればこのロボットが、いつどんな作業を行うのか、肥料はどこにどの程度まけばいいのか、どの程度施肥すればいいのか、その効果はどうなのかなんていうことができるようになるだろうと。夢物語かもしれないけれども、将来的には前半の部分とくつつけることによってロボットが賢くなるということが期待できるわけです。

これを、社会実装へのロードマップとしていろんなところに提案させていただいているわけです。政府には、まず、2、3年の間は研究開発も含めて実証試験をやりたいと言っています。その後できれば、平成29年度からは特区みたいなものにしたいと思っています。アジア・オセアニア、等海外にも展開したいねと。一方で、農地集積バンクなんかはどんどん本州は進むであろうということが期待されますので、そうすると全国展開もあり得るだろうと。北海道というのは特殊でございますので、まず北海道でこういうのを実装させて、海外、全国ということを考えていこうとございます。

これを我々は今、具体的に二つの柱、ラインで進めています。一つは、研究開発の段階として、NICT（\*8）といいますけれども、総務省の予算を使って研究開発を進めています。ちょっとご紹介したいと思います。あと10分ぐらいで終わって皆様のご質問をお聞きしたいと思いますけれども、もう少し話させていただきます。

今言った事業を二つやっています。一つは研究開発です。農業におけるG空間ビッグデータ収集・分析・活用による高度営農支援プラットフォーム。これはNICTとって、情報系のところの予算をとって今やっています。もう一つは実証事業とって、総務省の

予算を使って進めています。これは岩見沢市が受託してやっています。そういう二つの柱で進めているところでございますが、特に私が関心があるのは研究のほうでございまして、さっき書いた絵、プランをどういう形で実現させようとしているのかというあたりを少しご紹介したいと思います。

#### 【高度営農支援プラットフォームの構築：スライド 63】

これは、今年からスタートしたものです。代表者は私のところですが、共同提案者、一緒にやっているのは、北海道農業研究センター、道総研、芽室町、芽室農協、オーレンスというICT系の基盤というかインフラを整備する会社、IHI。こういったところと一緒に開発を進めています。知恵・知識をどうやって保全するかという研究です。これを進めるシステム開発です。先ほどと重なっているので、簡単にご理解していただけたと思います。

#### 【まとめ：スライド 64】

G空間にいろいろな情報をセンシングするというのは重要だと。これを低コストに行う。私がすばらしいと思うのは、北海道は衛星リモセンについて世界的にも非常に進んだ農業利用技術を開発されたと思っています。特に既に使われている小麦の熟度判定による収穫時期の決定システムとかああいうのも含めて、衛星リモセンについては、開発局が力を入れた成果だと思いますけれども、国内でもございませぬ。世界的にもございませぬ。

ただ、ご存じのとおり、雲があるとはかれないとか、なかなか信頼性、安定性という観点では問題があるわけでございます。そのときに今はやりのUAVとかを活用するという方法を考えています。高頻度にデータが収集できるシステム開発というのをIHIにやってもらっています。

当然衛星だけではだめで、見回りというのがあるわけでございますので、農家の方が畑の様子を見る、画像を撮るというのも重要でございますので、スマホとかタブレットみたいなものを使って農家が情報を収集する。入力できる仕組みも入れています。

そのデータを転送する。農村地域の通信インフラは少し脆弱でございますけれども、最近総務省はFWA（\*9）というのをつくっておきまして、無線で飛ばすシステムをかなり整備させています。その利用を考えておきまして、農村地域にある通信インフラをフルに活用するということです。

そのデータを蓄積する。芽室農協にお願いして、データベースにどんどんデータが入るような仕組みをつくっています。それから、解析をする。そして、そのノウハウを農家に使ってもらう。農家に使ってもらって、その結果をまた収集する。こういうふうに戻すということが重要なわけです。ここで切れてしまったら全然意味がないわけございまして、使った結果を回していくとだんだん精度、確度が上がっていくわけです。すなわち、PDCAサイクルをきちっと実現するという仕組みでございまして、今までは個人の知だったわけですが、そうではなくてシステムとしてそれを行っていくというアイデアです。

これをどんなグループでやっているかと申しますと、全体のフレームワークはうちで担当しております。データの観測、収集については、気象は非常に重要でございます。メッシュ気候図は非常に重要でございますので、気象関係をやっている人にも入っていただいて、やっています。リモートセンシング情報はIHIがやっています。先ほど申しましたように、作業情報を書いてもらったりとか入力してもらおうのは誰もやってくれませぬので、

そうではなくて自動的に吸い上げてしまうという仕組みづくりを北海道農業研究センターでやってもらっています。

それだけでは作業情報としての入力是不十分です。残念ながら。まだそこまで機械ができていません。したがって、重要な情報は手入力とか作業入力をしなければいけません。ただ、手に入れるなんていうことはしなくて、できれば音声で入力するとか、できるだけ簡単に入れられるような仕組みづくりというのがポイントでございますので、そういったインターフェースの開発もしています。これが情報の観測、収集です。伝送、蓄積はオーレンスというインフラを整備している会社にやってもらっています。分析、利活用、知恵をどうやって抽出するかなんていうあたりは、芽室農協とかこういったところでやっています。

何を指すかということ、一つは適期情報です。農作業適期。素人が来ても、そろそろ防除に入らなければいけないとか、そろそろ追肥入れたほうが良いというような情報をきちんとタイムリーに出してあげるといことです。それから、生育予測診断、収量を推定するとかそういったようなこと。それから、ただ単に生育が悪いから肥料を入れれば良いという話ではありません。皆さん基盤屋さんですからよくご存じだと思いますけれども、そんな単純な話ではなくて、阻害要因にはいろいろな要因があるわけです。排水性の問題だったり、いろいろ。それをきちんと同定できるということが重要でございます。それは素人ではわかりません。ですから、そのあたりも含めて解析して教えてあげるといものを目指しています。

残念ながら、ビッグデータを解析するという割にはべたべたの農業系の人しかいないのではないと思われるかもしれませんが、ここがポイントでございます。IT系の人ではできないわけです。なぜかという、こういう知恵・知識を抽出するためには、この人たちがキーです。農業がわかっている方々が貴重です。さらに、このプロジェクト自体は最終的には実用化が重要ですので、農協というのが重要でございます。我々は農協がキープレイヤーになると思っていますので、農協に加わっていただいているということでございます。

まとめてみますと、我々のやりたいことはビッグデータなのですけれども、土壌、雑草、病害虫、気象情報を、リモセンを使ったり、気象ステーションを使ったり、そういったものを使って収集するわけです。センサーネットワークを使いながら。これはソーシャルデータ、社会的なデータとして使えるわけです。

一方で重要なのは、農作業情報であり、生育情報であり、収量とか品質なんかのデータというのは個人情報です。個人情報も扱わないと、この問題は解けません。個人情報と社会的、公共的なデータを組み合わせて取り扱うということがキーです。これに対する取り扱いについては十分注意しなければいけないわけでございます。社会的なコンセンサスが必要ですが、いずれにしてもこの二つがないと、今言ったようなシステムをつくるのは不可能です。

さて、どうやってノウハウをとるかという話でございますが、さっきお話したとおりです。プロ農家の方は気象、生育、生産履歴といった情報が頭に入っていて、そういうデータを使って、過去の経験から作業をしているわけです。この人の頭の中の構造というのは、この入力とこの出力でほぼ決まっていると考えても構わないと思います。

この人の考えていることをインタビューでもらうというのも一つの手なのですが、それがうまくいかなかったのが過去の長い間の結果であったわけです。では、本来、言葉にはならないけれども、勘とか経験でわかっているというものをどうやって抽出するか。これを我々は暗黙知といいますけれども、それをどうやってとるかというのが重要です。

そのためには、入力データ、五感を使って得られた情報を物理量としてきちっと押さえる。データベースとして。農作業情報も自動的にとる。その二つを突き合わせることによって、何とかプロ農家の方の意思決定のプロセスを解明できないだろうかということでございます。すぐは無理にしても、プロ農家のキーになる意思決定のプロセスがわかれば、新規就農の方が5年ぐらいをかけてようやくもうかる農業ができるのが2、3年でできるようになるかもしれないという発想です。

なぜべたべたの農業の人が最後のビッグデータを扱うところにいるのかという話をさせていただきたいと思うのですが、大切なことは、ビッグデータ、ビッグデータといっても、実はそんなにビッグデータでもないのです。毎年、基本的に一作です。輪作でやっているわけです。基本的に1年に1データセットしかとれないわけです。その中で知恵が出てきても、次の年にそれが適用できるのかということ、そんな簡単にはいかないわけです。

ということで、ビッグデータといっても、データをセットとして見た場合は10年やっても10セットしかとれない。地域で10人ぐらいの人に被験者になってもらいますけれども、それでもそんなに多くはとれないわけです。となると何がポイントかということ、データはたくさんあるのだけれども、実際に使えるデータはどうやって決めるか。形式知といいますけれども、今までの経験、要するに教科書に載っている、もしくは普及センターの専門家が知っている情報をうまく使わないと、暗黙知だけでは取り出せないということなのです。

具体的にはどういうことかということ、膨大なデータがとれるわけですが、その中で、これとこれは関連して、これは多分間違いないという絞り込みを人間がしなければいけないわけです。それは営農のプロでないとわからないということでございまして、データセットが少ないだけに形式知の絞り込みを行うのは人間で、それは熟練というか、ある程度わかった人がやらなければいけない。それから先のことはデータセットから導き出すということでございますので、ある程度こういったものが進んでいくと情報屋さんの出る幕があるのかもしれませんが、ゼロスタートで二、三年で解を出す、結果を出すとなった場合には情報屋さんの技術でなくて営農のプロの人の技術が重要だと認識しております。ですから、農協の方とか試験場の方に手伝ってもらっているわけです。

我々の目指しているシステムはこういうことでございます。芽室町で今やっていますので芽室町向けのものをつくっていますが、芽室町だけが対象ではなくて、ここで作ったシステムは全国にも展開できる。農業は地域産業でございますので、地域が違えば、つくっているものも違えば、気象条件も違えば、全部違うわけですから、当然そのままでは当てはまらない。ただ、考え方というのはそのまま当てはまるわけです。フレームワークというのはそういうことです。箱は一緒だと。中に入るデータが違えば。こういうアイデアでございまして、そうすることによって、我々がつくった技術は芽室町向けだけれども、そのまま北海道の違う地域、本州、九州などにも適用できるシステム設計をする。箱は同

じだけれども、入ってくるデータが変わってくる。それで対応できるようなシステム設計を目指しています。こんなことを我々一生懸命進めておりまして、何とか少しでも北海道農業の課題が解決できるようということを経験の側面から今進めているところでございます。

最後、まとめさせていただきますけれども、就業者人口減少と高齢化が進む北海道農業において、ICTとかロボット技術の導入というのは不可欠だろうと認識しております。

準天頂衛星システムは、先ほど申しましたように、固定点は今すぐ使える技術で有効ですし、どんどん普及しなければいけないのですけれども、準天頂衛星もまたそれなりにメリットがあるだろうと思っております。アジア・オセアニア地域に対しても、こういった技術は海外展開する上でも期待できるかなと思います。

G空間情報を高度に活用することで抽出できる営農ノウハウというものは、また別の使い道があります。先ほど申しましたように、熟練農家が減少する中で農業の技術というのが消えていく。地域の生産性が落ちていくわけです。地域の生産性を維持するためにも、こういった技術開発、営農ノウハウを抽出できるようなシステムというのは重要だろうと考えています。そうすると、もうかりやすい農業になるわけですから、新規就農もふえるだろうと期待されるわけです。

私自身が思っているのは、これからの農業は個々の大きい農家をつくっていくという戦略もあるかもしれませんが、ここで示した考え方は、地域で農業を育てるという考え方です。パーソナルデータではあるのだけれども、地域の農業が活性化しないと地域自体が疲弊していくということなので、熟練の農家の方々も協力をいただきながら進めていって、地域の知財としてこういった技術をシステム化するというのが重要だろうと思っています。

幸いなことに我々の今回の試験については、3名ぐらいの熟練農家の被験者の方に手伝ってもらえることになっています。また、農協というのが重要な接着材になるのかなと思ったりしております。そういったことで、パーソナルデータの取り扱いなんかも含めていろいろ問題はありますけれども、こういった技術を研究開発しているところでございます。

これで私の話は終わりでございます。ご清聴ありがとうございました。（拍手）

注釈については、ネット内で公表されているものからの、コピーを使用。

#### (\*1) ICT

ICT(Information and Communication Technology)は「情報通信技術」の略であり、IT(Information Technology)とほぼ同義の意味を持つが、コンピューター関連の技術をIT、コンピューター技術の活用に着目する場合をICTと、区別して用いる場合もある。国際的にICTが定着していることなどから、日本でも近年ICTがITに代わる言葉として広

まりつつある。

#### (＊2) G空間情報

別名：地理空間情報

G空間情報とは、位置情報とそれにひもづけられたデータからなる情報のことである。

総務省が刊行した「情報通信白書（平成 25 年版）」によれば、G空間情報とは、「位置情報、すなわち『空間上の特定の地点又は区域の位置を示す情報（当該情報に係る時点に関する情報を含む）』または位置情報及び『位置情報に関連づけられた情報』からなる情報」と定義される。

G空間情報は GPS（全地球測位システム）および GIS（地理情報システム）の活用により実現される。情報通信白書では、G空間情報と ICT を徹底的に利活用すること（「G空間×ICT」）が、日本が抱える課題を効果的・効率的に解決するに当たって有効な役割を果たし得ると述べている。

#### (＊3) IMU

Inertial Measurement Unit の略で、慣性計測装置をいう。測量の場合、GPS/IMU といって、航空写真撮影や航空レーザー計測を行なう場合に、GPS で航空機の位置を、IMU で航空機の姿勢傾きを同時に観測して、写真撮影やレーザー計測の効率化を図ることが行なわれるようになってきている。

#### (＊4) RTK-GPS

リアルタイムキネマティック GPS 測量の略で、既知点からの補正観測情報を携帯電話や無線を利用して移動局に送信し、移動局の位置をリアルタイムで測定する方法をいう。精度は数 cm 程度で精密な GPS 衛星の軌道データを後日入手して補正する方法に比べ若干劣るが、リアルタイムの価値は高い。同じリアルタイム計測であるディファレンシャル GPS に比べて精度は良い。

#### (＊5) UAV

UAV とは Unmanned Aerial Vehicle の略称であり、無人で飛行する航空機(ここでは無人機とする)の総称である。

交戦能力を持つものはUCAV(Unmanned Combat Aerial Vehicle)と呼ばれる。

#### (＊6) テレマティクス

テレマティクス (Telematics) とは、テレコミュニケーション (Telecommunication=通信) とインフォマティクス (Informatics=情報工学) から作られた造語で、移動体に携帯電話などの移動体通信システムを利用してサービスを提供することの総称。一般的には、自動車、輸送車両などへのサービス提供に対して使用される。

#### (＊7) データマイニング

データマイニングとは、データの集合の中から、知識を発見しよう、というものです。

ここでいう知識とは、データの中に見られるルールとか法則のことです。最近データマイニングの紹介でよく使われるものに、ビールと紙おむつという言葉があります。これは、スーパーで客の買った物を分析したら、紙おむつを買う人はビールを買うことが多い、という傾向が出てきた、ということです。この、「紙おむつを買う人はビールを買うことが多い」というのがある種の知識なのです。このような知識をデータの中から機械的に、自動的に見つけよう、というのがデータマイニングです。

#### (\*8) NICT

情報通信研究機構独立行政法人情報通信研究機構（じょうほうつうしんけんきゅうきこう、英称：National Institute of Information and Communications Technology、略称：NICT）は、総務省所管の独立行政法人。本部は東京都小金井市（敷地は小平市にもまたがる）。

独立行政法人情報通信研究機構は、情報の電磁的流通及び電波の利用に関する技術の研究及び開発、高度通信・放送研究開発を行う者に対する支援、通信・放送事業分野に属する事業の振興等を総合的に行うことにより、情報の電磁的方式による適正かつ円滑な流通の確保及び増進並びに電波の公平かつ能率的な利用の確保及び増進に資することを目的とする。（独立行政法人情報通信研究機構法第四条）

情報通信技術の研究開発や、情報通信分野の事業支援等を総合的に行うことを目的とし、全国8か所の研究拠点、2か所の電波送信所をもつ

#### (\*9) FWA

通信事業者と加入者宅を結ぶ回線に無線を利用する方式。NTTの市内回線網を利用せずに通信サービスを提供できることで注目される。接続方式には、2基の無線局で1対1の通信を行うP-P（Point to Point）方式と、1基の無線局とその周辺に設置した複数の無線局で1対多の通信を行うP-MP（Point to Multiple Point）方式の2つがある。P-P方式は最大伝送距離が4km程度で最大速度が156Mbps程度となる。また、P-MP方式は最大伝送距離は半径1km以内で最大速度が10Mbpsとなる



平成26年度 第1回土地改良研修会

講演「ICTを高度に活用した次世代農業」

【当日配布資料】

開催日時 平成26年11月7日 13:30～16:40  
会場 ホテルポールスター札幌 2F セレナード  
主催 一般社団法人 北海道土地改良設計技術協会





# ICTを高度に活用した次世代農業

北海道大学大学院農学研究院  
野口伸



## トピック

1. 北海道農業の現状と情報化・ロボット化への期待
2. 土地利用型農業におけるロボット技術
3. ICT×ロボットによる次世代の農業技術  
(G空間情報プロジェクト社会実証事業)



## 北海道農業の現状と課題(1)

- 北海道の基幹産業は農業。小麦、馬鈴薯など多くの畑作物、野菜、生乳生産量が都道府県別で全国第1位。農業粗生産額は約1兆円、全国の約12%。
- 経営規模は2011年の1戸当たり経営耕地面積は22.0haに達し、都府県の2.0haの11倍。



## 北海道農業の現状と課題(2)

- 販売農家戸数は1990年は86,704戸に対して、2010年は44,050戸までおよそ半減。さらに2025年には2010年比で60%になると予測。
- 農家人口の65歳以上の高齢者比率は2010年は32%。2025年には38%まで上昇する見込み。



# トピック

1. 北海道農業の現状と情報化・ロボット化への期待
2. 土地利用型農業におけるロボット技術
3. ICT×ロボットによる次世代の農業技術  
(G空間情報プロジェクト社会実証事業)

**VeBots**  
Laboratory of Vehicle Robotics

5

## 農業機械の自動化技術

- ガイダンスシステム
- オートガイダンスシステム

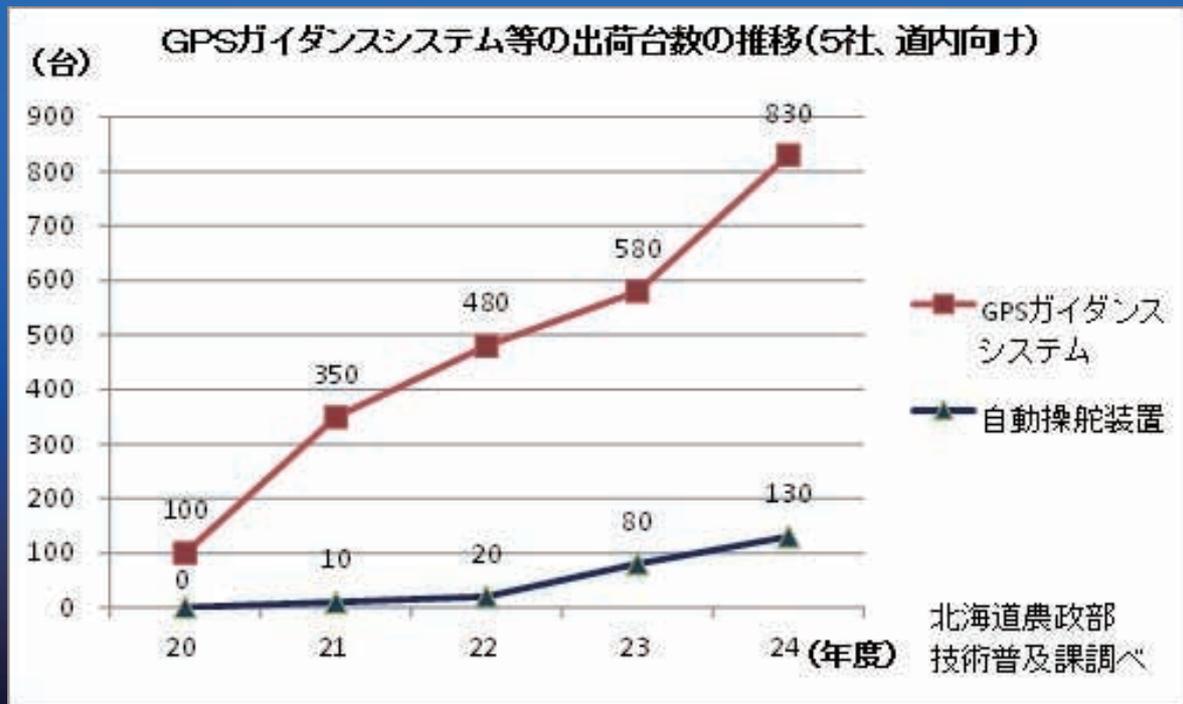
大手農業機械メーカー・GPSメーカー  
が製造・販売



6



## 北海道におけるガイダンスシステム・オートガイダンスシステムの普及状況



## 米国におけるオートガイダンスシステムの利用 ( John Deere )





# 北海道大学ビークルロボティクス研究室 のロボットたち



**VeBots**  
Laboratory of Vehicle Robotics

9



# ロボットトラクタの航法センサ

GPS 受信機  
誤差:  $\pm 2\text{cm}$   
20Hz

GPSアンテナ



姿勢角センサ  
IMU

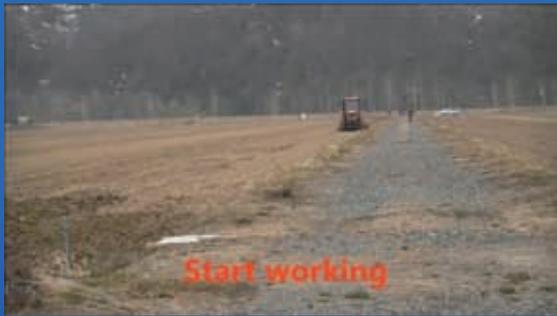


**VeBots**  
Laboratory of Vehicle Robotics

10



## 無人農機の作業風景-1



耕うん



代かき



整地



施肥・播種

**VeBots**  
Laboratory of Vehicle Robotics

11



## 無人農機の作業風景-2



除草



農薬散布



収穫

**VeBots**  
Laboratory of Vehicle Robotics

農林水産省 委託プロジェクト研究『低コスト・省力化、軽労化技術等の開発』の成果

12

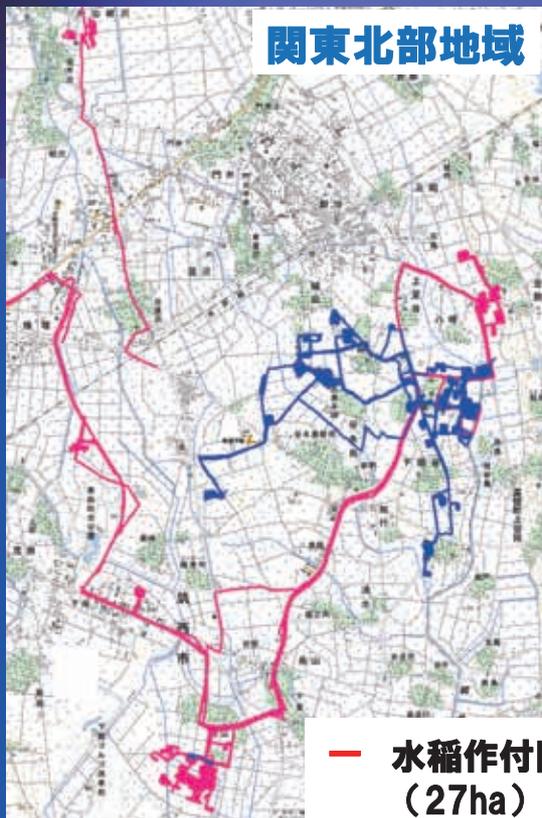
農林水産省委託プロジェクト研究  
『低コスト・省力化、軽労化技術等の開発』

## 稲麦大豆作等土地利用型農業における 自動農作業体系化技術の開発

研究期間： 2010～2014（5カ年）

13

### 分散錯圃型農業 vs. 大規模農業



出展：中央農業総合研究センター 梅本・松本

14

# GNSS/GISに基づく 統合型農作業ロボット

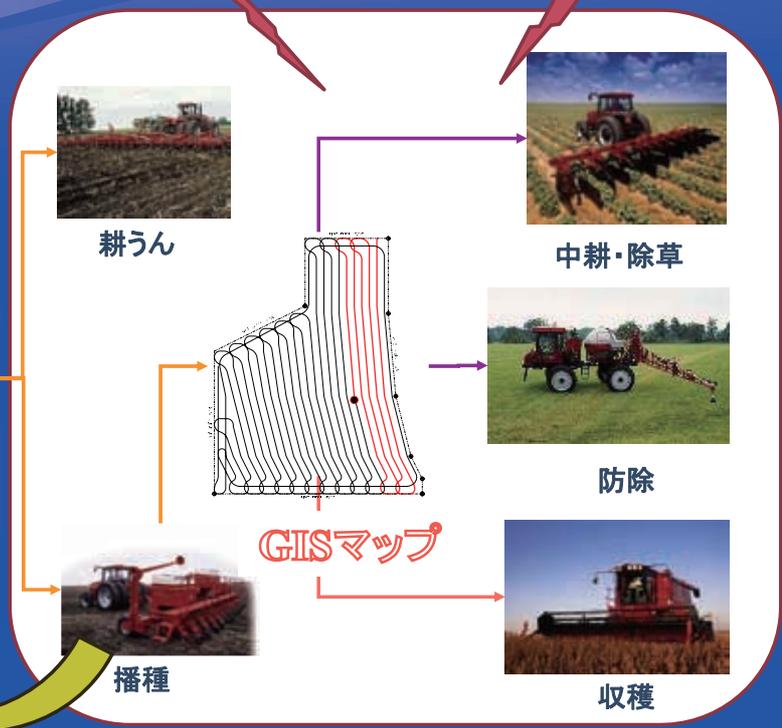
Multi-GNSS

## ロボット作業管理システム



作業  
計画

作業時モニター  
作業履歴記録



耕うん

中耕・除草

防除

播種

収穫

GISマップ



情報交換

ロボット作業  
管理システム

- 流通業者
- 農協
- 共同乾燥施設
- 農家

作業情報取得

ロボットトラクタ

ロボットコンバイン・ロボット田植機

現地担当者

# 西川農林水産大臣視察(10/18)

無人トラクターを  
西川農水相が視察  
北大農場

西川公也農水相は18日、札幌市北区の北大を訪れ、同大が農作業の省力化に向けて開発中の無人で動くロボットトラクターの試験運転を視察した。

ロボットトラクターは、衛星利用測位システム（GPS）で現在位置を把握しながら、機械が事前に入力した工程通りに自動的に作業する仕組みで、大規模化が進む農業経営の効率化に役立つとされている。北大の農場でトラクターが無人で動く様子を視察した西川氏は報道陣の取材に対し、「世界の最先端を見せてもらい非常に勉強になった。この機械が世界に出て行って、人類の食料供給に貢献する時代が早く来てほしい」と話した。



無人で動くロボットトラクターの運転状況を視察する西川農水相（左）  
札幌市北区の北大農場

（北海道新聞 2014年10月19日朝刊）

17

## プロジェクトの重点実施項目

### 技術開発

- ロボット農機の開発
- 生産者との対話

### 安全性

- 安全センサのロボット農機への搭載
- 安全基準の策定

### 経済性

- 国際展開と汎用利用による低価格化
- ロボット導入の経営分析

### 現地実証試験

- 稲作（士別市）
- 畑作（芽室町、音更町）

18

## 無人と有人による協調作業システム (追走タイプ)



19

## 協調作業システムへの期待



日本テレビ「news every.」 (2014年10月7日)

20

# プロジェクトの重点実施項目

## 技術開発

- ロボット農機の開発
- 生産者との対話

## 安全性

- 安全センサのロボット農機への搭載
- 安全基準の策定

## 経済性

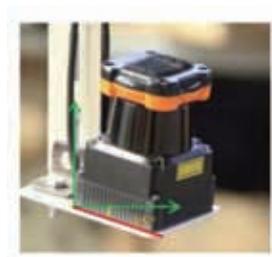
- 国際展開と汎用利用による低価格化
- ロボット導入の経営評価

## 現地実証試験

- 稲作(土別市)
- 畑作(芽室町、音更町)

21

## 障害物検出センサの開発(1) レーザースキャナによる障害物検出



レーザースキャナ



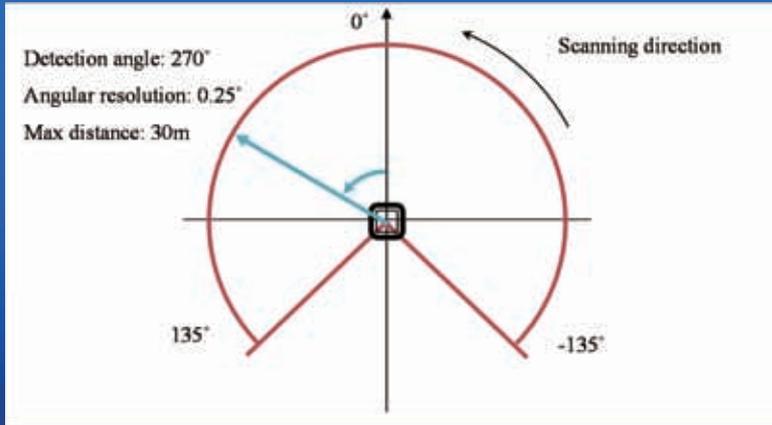
Front laser scanner

Back laser scanner

22



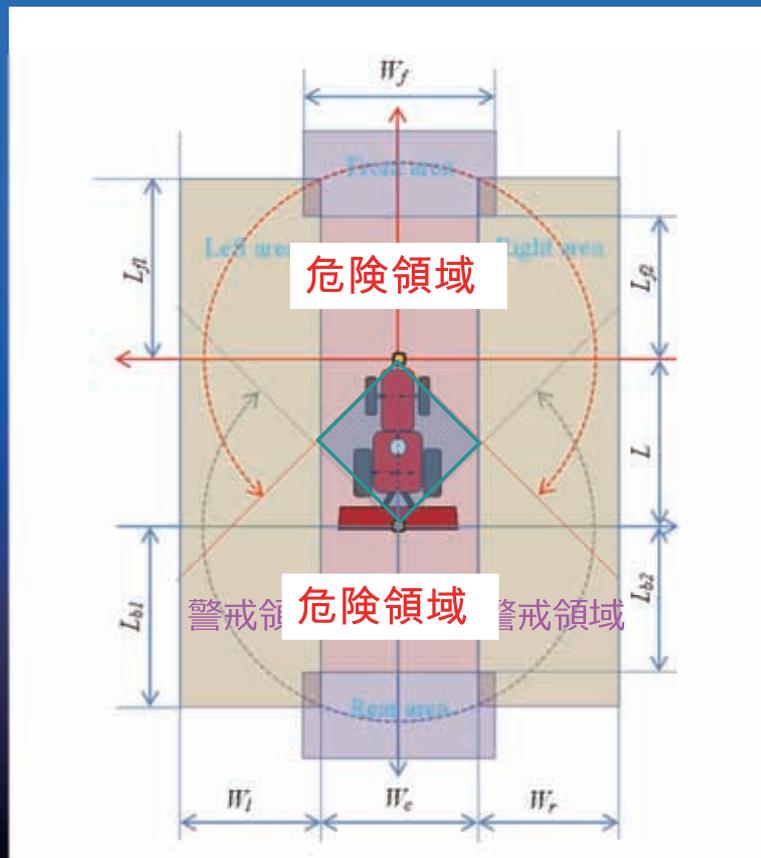
# レーザースキャナの原理



検出角度:  $270^\circ$   
測距精度: 0.1 to 10 m:  $\pm 3$  cm  
10 to 30 m:  $\pm 5$  cm  
スキャン周期: 40 Hz



# 警戒・危険領域



# 無人トラクタの安全対策



25

## 運用マニュアル, 看板の検討

### マニュアル目次案

- 1 使用上の注意
- 2 主要機能・名称・用途
- 3 準備
- 4 使用方法
- 5 保守
- 6 不調時の診断と処置
- 7 連絡先



### 警告看板第2案



#### 関係者以外 立入禁止

農作業ロボットによる無人運転の実験中です。ロボットと衝突する危険性があるので、作業中の圃場(田, 畑)に近づかないで下さい。事故, 損害等一切の責任を負いませんので, ご注意下さい。



農林水産省委託事業

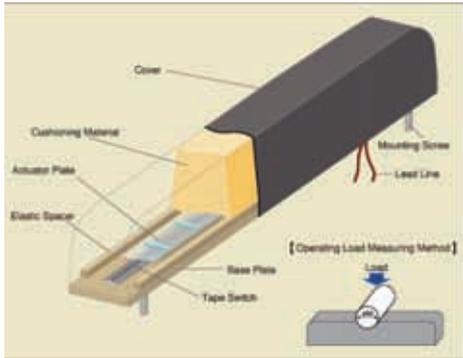
連絡先

(独)農業・食品産業技術総合研究機構  
中央農業総合研究センター作業技術研究領域  
電話029-838-0000

26

# ロボットトラクタの安全対策（２）

## バンパースイッチ・近接センサ



**VeBots**  
Laboratory of Vehicle Robotics

Department of Bio-Production Engineering, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University 27

27

## 国営農地再編整備事業（上士別地区）

上士別地区は、水稻を主体に畑野菜を組み入れた営農が展開されています。特に、士別市の中でも水稻の作付率（67%）が高く、地域を代表する良食味米の生産地です。

しかし、農業経営者の高齢化、後継者不足等による農家戸数減少に伴う戸当たり経営面積の増大、さらには**ほ場区画が狭小・不整形、経営農地の分散**など、効率的な農業経営の支障となっています。



28

# ほ場内用・排水施設

農区内の用・排水路は、パイプライン化して支線農道下(B・C)に埋設し、水管理する方法を採用した。

給水栓



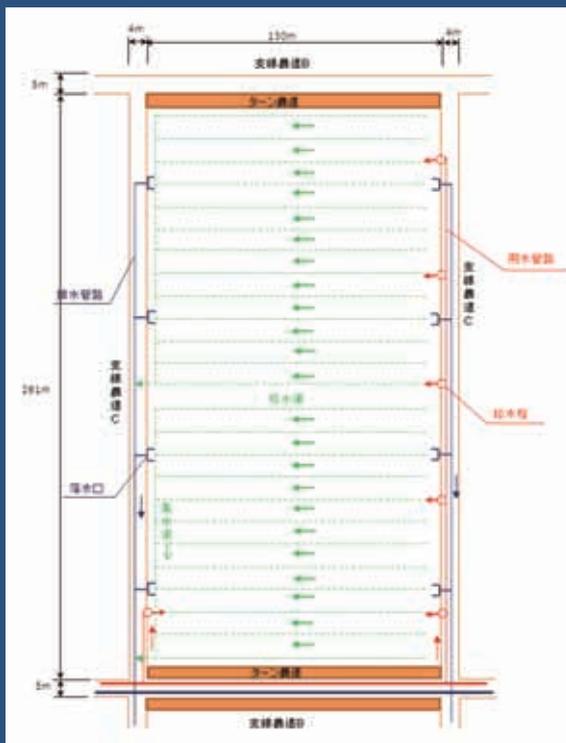
用水路工

落口工



排水路工

# ほ場整備計画



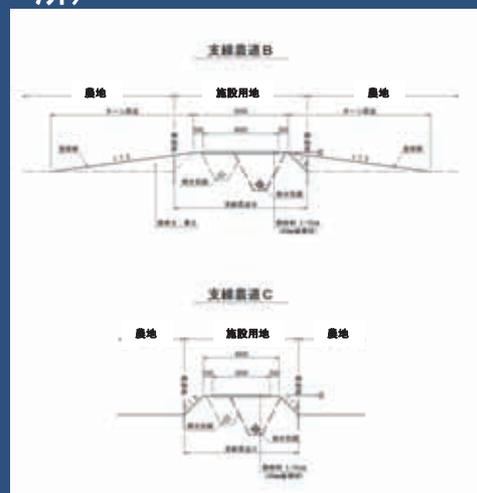
(給水栓)

・給水栓数: 5栓(+1栓)

(1栓当たり給水面積:  
0.78ha)

(落口工)

・落口工数: 8箇所(片側4箇所)



# ロボット農業に有効な基盤整備（水田）

- ◆ ほ場の排水整備と連坦が高度に進んでいる。
- ◆ 公道に出ないで圃場間移動ができる。
- ◆ ほ場内用・排水施設が埋設されている。
- ◆ ターン農道である。
- ◆ 圃場区画に侵入検出ケーブルが敷設されている。
- ◆ 圃場コーナーに監視カメラが設置されている。
- ◆ 長距離到達可能な無線LAN基地局が設置されている。
- ◆ 地域にGNSS固定点が設置されている。

31

## 広域侵入検知センサ（三菱電機）

**※1**  
**センサー装置一台で最長600mの検知距離**  
 MELWATCHは、2本のセンサーケーブルと一台のセンサー装置で、最長600mにわたる区間の検知が可能。さらにセンサー装置を複数連結させれば、それ以上の距離にも対応します。

※1 MELWATCH-Proの場合。  
 MELWATCH-Liteは最長340m。

**※2**  
**±5mの精度で侵入位置を検知**  
 侵入者が2本のセンサーケーブル間を横切る際に電界変動が生じます。これをセンサー装置が解析することにより、およそ±5m（センサーケーブルの長さ方向）の精度で侵入位置を特定できます。

※2 MELWATCH-Proの場合。  
 MELWATCH-Liteは±10m。

The diagram illustrates the MELWATCH system layout. It shows a grid of sensor cables laid out in a field. A central area is highlighted in pink, representing the detection area. A person is shown walking through this area. Labels include '検知エリア' (Detection Area), 'センサーケーブル' (Sensor Cable), and 'センサー装置' (Sensor Device). A note indicates a maximum cable length of 10m between devices.

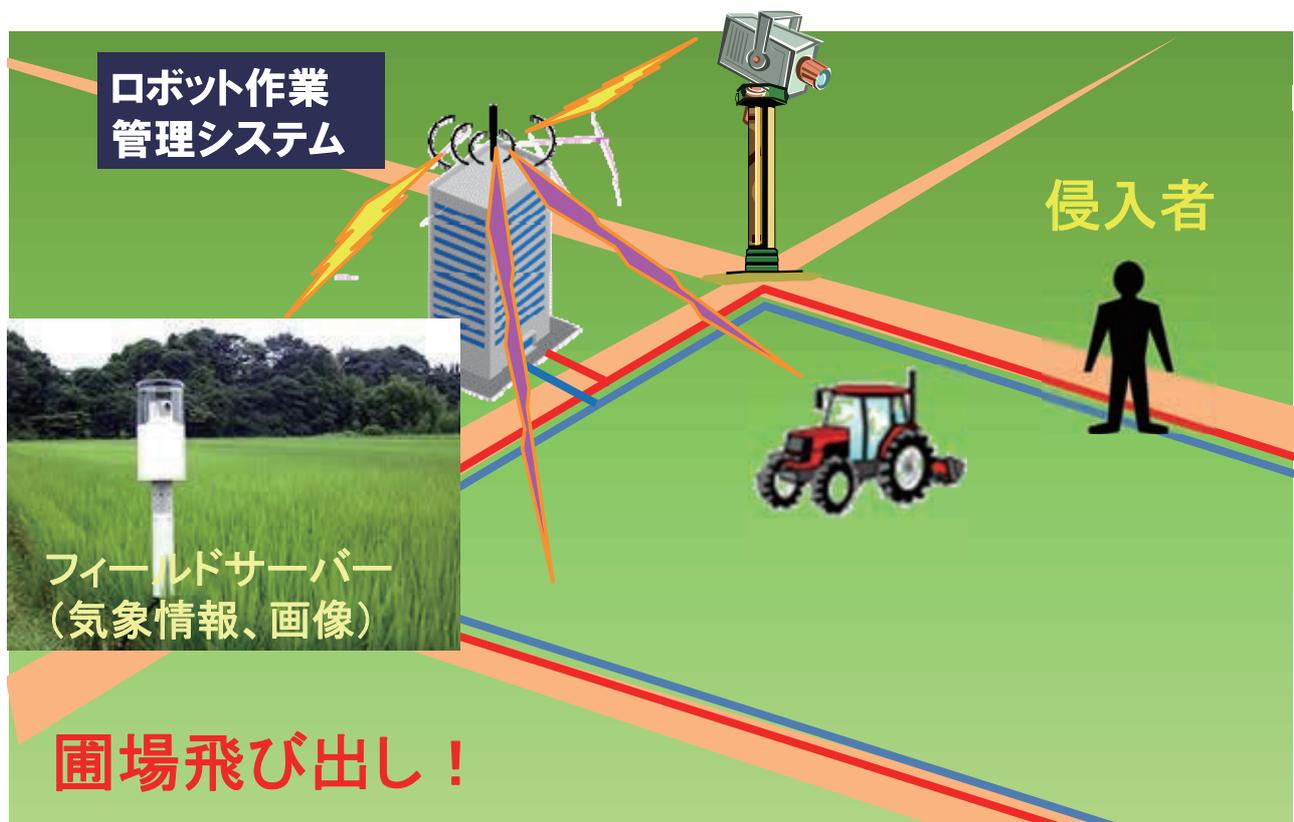
**優れたシステムの拡張性**  
 2本のセンサーケーブルと1台のセンサー装置というシンプルな基本構成ですので、検知距離の延長も容易にできます。また、ソフトウェアインターフェース・接点インターフェースの双方で対応しているため、既存のセキュリティシステムや映像システムとの連動など、拡張性に富んでいます。

**MELWATCH の耐環境性**  
 濃霧や降雪などの悪天候下でも侵入者を検知できます。

Two photographs demonstrating the system's performance in adverse weather. The left photo shows a field with heavy fog, and the right photo shows a field covered in snow. Both images show the sensor cables and detection area clearly.

32

# 侵入検出ケーブルと監視カメラ



33

## プロジェクトの重点実施項目

### 技術開発

- ロボット農機の開発
- 生産者との対話

### 安全性

- 安全センサの各種ロボットへの搭載
- 安全基準の策定

### 経済性

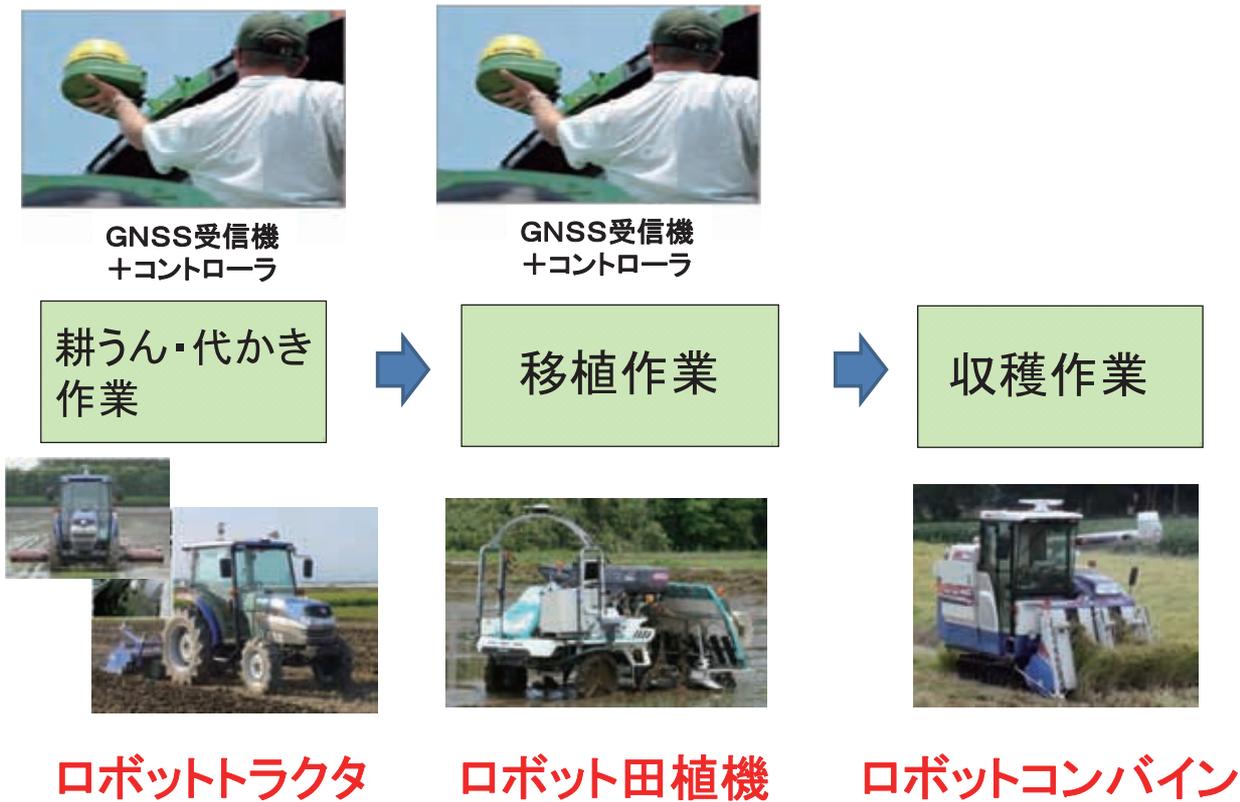
- 国際展開と汎用利用による低価格化
- ロボット導入の経営評価

### 現地実証試験

- 稲作(士別市)
- 畑作(芽室町、音更町)

34

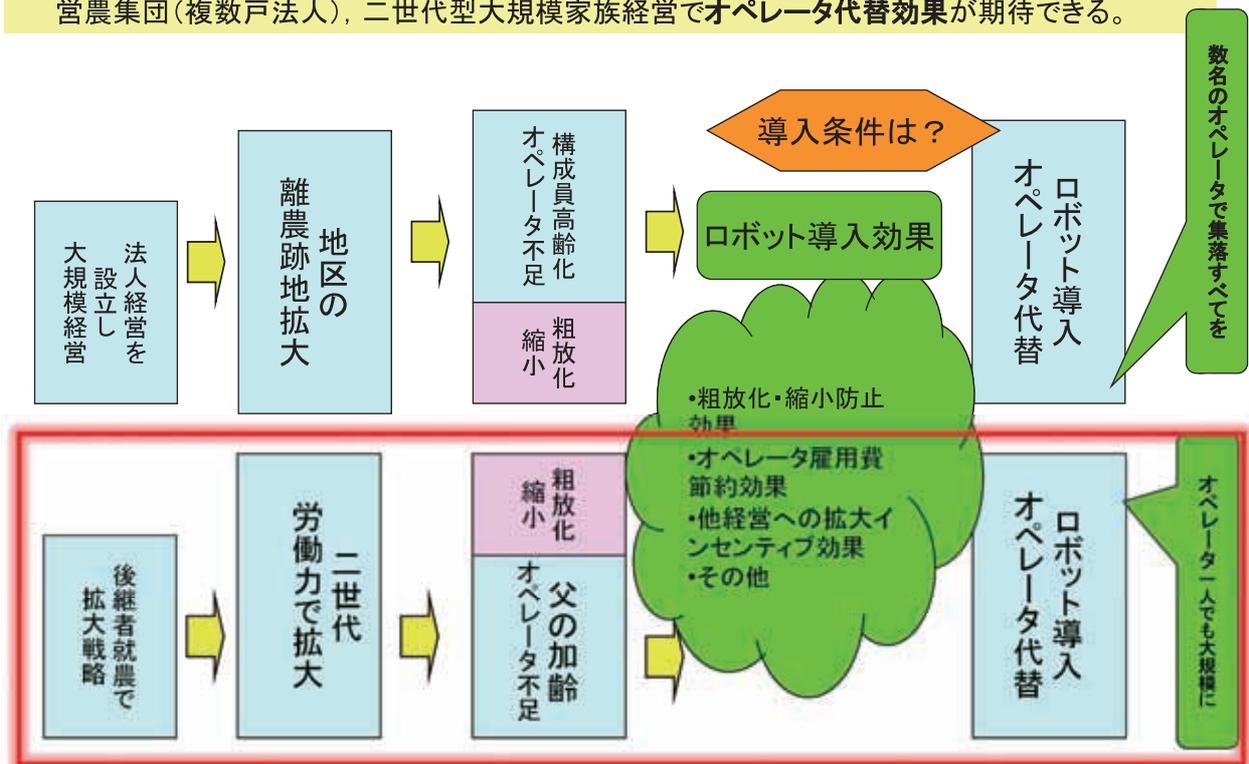
# ロボット農作業体系の構築（稲作を例に）



35

## 大規模農業におけるロボット導入の経済性評価

- ・大規模経営体あるいは規模拡大による農業所得増加効果は期待できる。
- ・高齢化・担い手不足、とくにオペレータ不足下では  
営農集団（複数戸法人）、二世世代大規模家族経営でオペレータ代替効果が期待できる。



36

# プロジェクトの重点実施項目

## 技術開発

- ロボット農機の開発
- 生産者との対話

## 安全性

- 安全センサのロボット農機への搭載
- 安全基準の策定

## 経済性

- 国際展開と汎用利用による低価格化
- ロボット導入の経営評価

## 現地実証試験

- 稲作（士別市）
- 畑作（芽室町、音更町）

37

## 現地実証試験

### ■ 稲作

場 所 函 士別市上士別町 ファーム6・6

協力機関 函 国土交通省北海道開発局旭川開発

建設部名寄農業開発事業所、士別市、  
上士別IT農業研究会

### ■ 畑作（小麦・大豆）

場 所 函 高道農場（芽室町、2013）

三浦ファーム（音更町、2014）

協力機関 函 経済産業省北海道経済産業局、

北海道農政部、道立十勝農業試験場、  
JAめむろ、十勝農業機械化懇話会

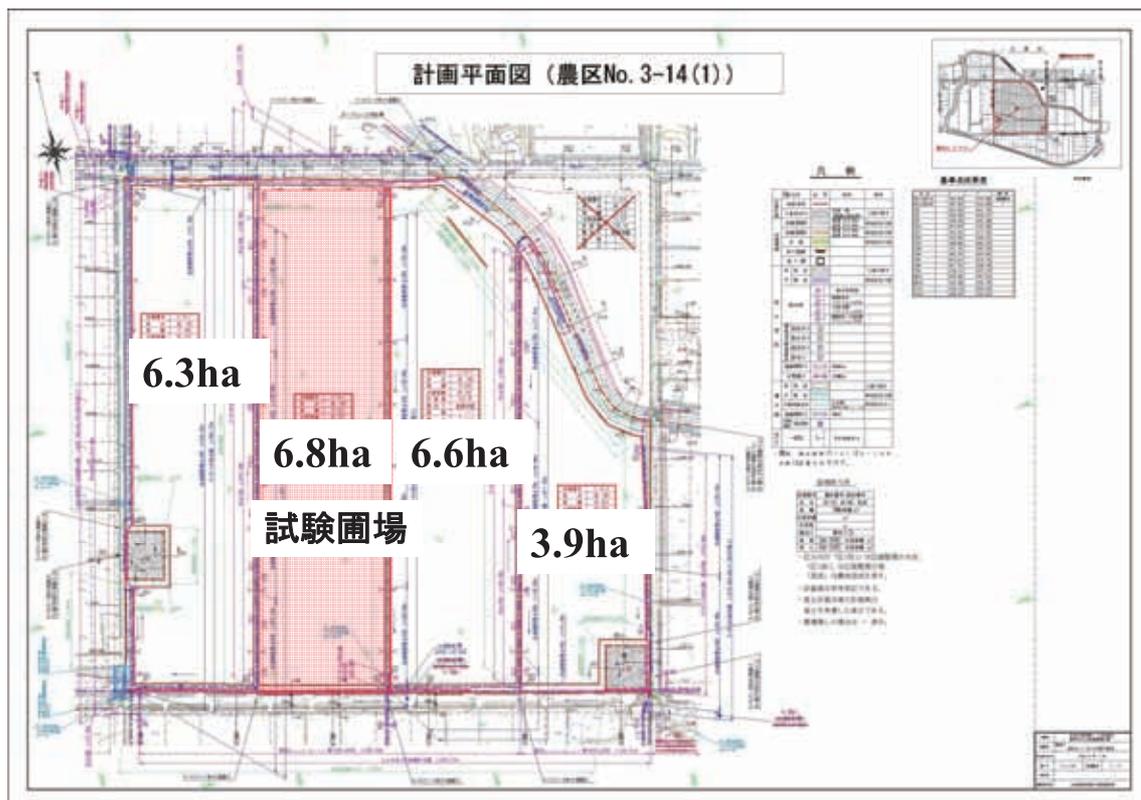
38

# 士別市上士別町 ファーム6・6 水稲



39

## ファーム6・6



40

# 大規模水田での効果



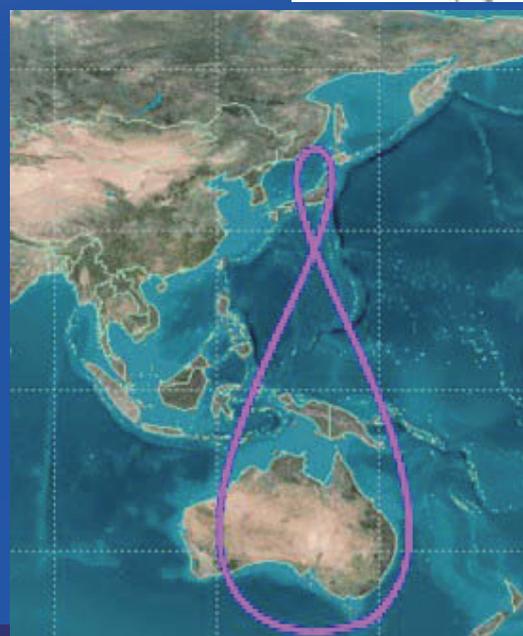
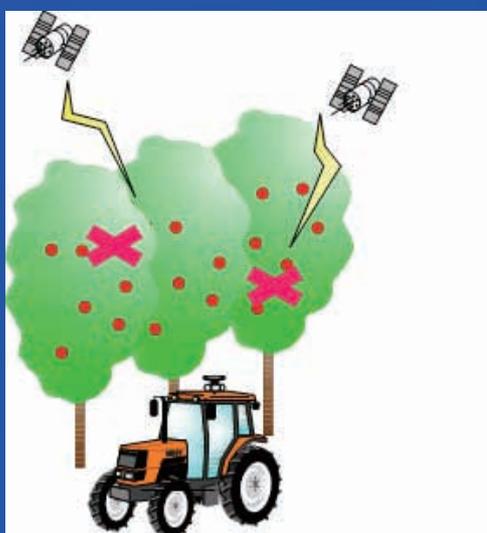
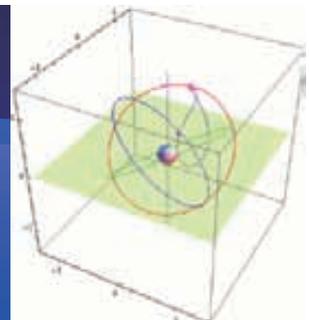
NHK総合 おはよう日本(2013年6月10日)

41

## 準天頂衛星「みちびき」の利用

2010年9月にJAXAが打ち上げた  
日本初の測位衛星

### 日本版GPS



42

# GNSSのナビゲーションセンサとしての課題

現状では24時間体制で農業利用できるシステムでない。

- 衛星数が十分でないことによる低い信頼性・安定性
- 高精度測位補正情報の受信方法

測位衛星の補完&補強として準天頂衛星に対する期待が大きい



43

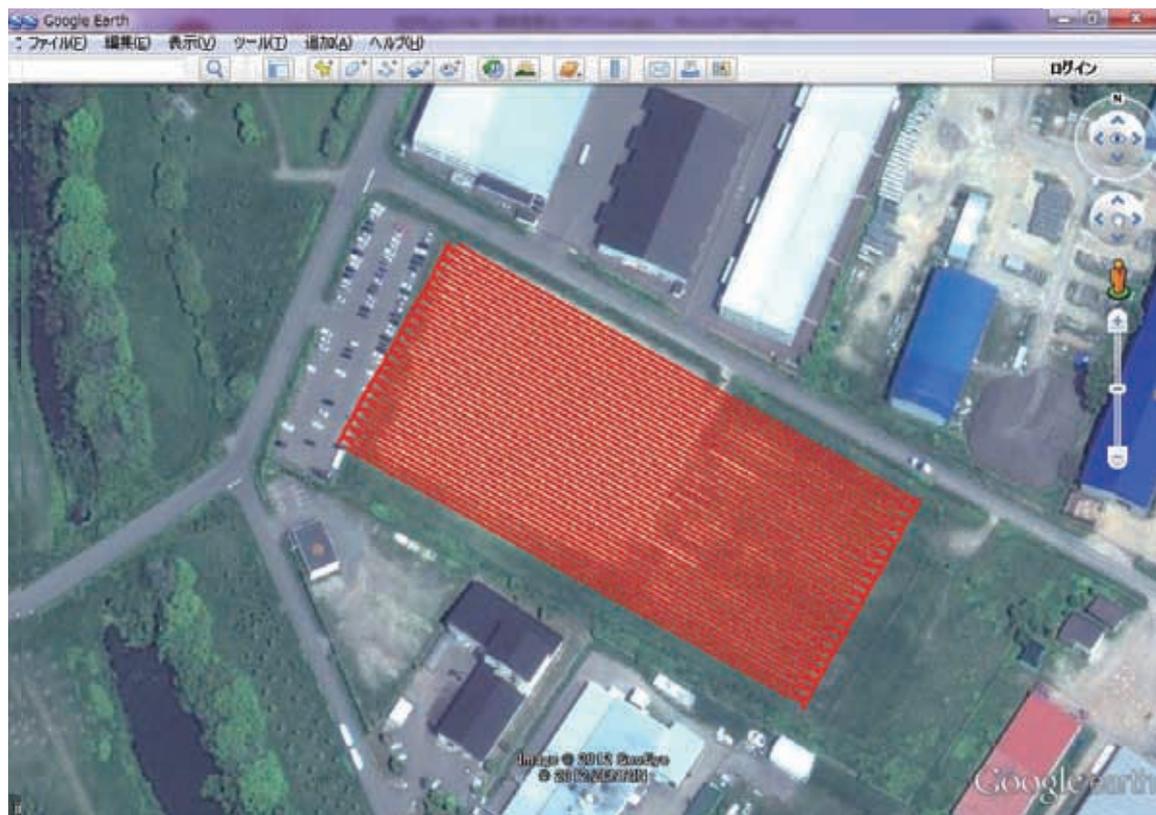
## 準天頂衛星システム利用によるロボットトラクタの夜間作業



NHK/総合テレビ「地球イチバン」(2012年10月11日)

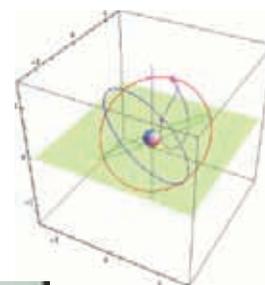
44

## 夜間作業した圃場の作業計画・結果



45

## 準天頂衛星を利用した ロボットコンバインによる収穫作業



46



# トピック

1. 北海道農業の現状と情報化・ロボット化への期待
2. 土地利用型農業におけるロボット技術
3. ICT×ロボットによる次世代の農業技術  
(G空間情報プロジェクト社会実証事業)



## G空間プロジェクト 社会実証事業提案

IT農業確立に向けた統合型農業情報システムと  
スマートロボットによる次世代農業の社会実証事業

G空間情報×ロボット



- 農業就業者の減少、高齢化による労働力不足が解消する。
- 営農ノウハウの見える化によって新規就農が増加する。



# 事業内容



- G空間情報利用により  
熟練農家の知識・知恵をデータとして保全・活用
- 農業のICT化を推進することで農業の魅力を高め、  
若い世代の新規就農を促進
- 農業労働力不足を  
準天頂衛星を利用した高精度ロボットにより解消
- ICT×ロボット農業に精通する人材を育成し、  
先端農業技術をアジア・オセアニア地域に普及
- 地域活性化総合特区を活用して、  
北海道において「ICT×ロボット農業特区」として  
社会実装

## 農業環境情報システム

- 人工衛星などリモートセンシング技術を用いて低コストに良質なG空間情報を収集
- 土壌管理、作物栽培、病虫害や流通販売など営農に関するデータベースを構築
- 気象情報、作物栽培情報、収穫予測情報などと合わせてデータ解析することで  
作業に役立つ情報を地域農家に配信するサービスを展開



# 現地固定観測システム

## — センサネットワーク —

- ◆ 気象情報
- ◆ 圃場情報（作物生育・土壌情報）
- ◆ 画像データ（フェロモントラップ）



51

衛星リモートセンシング

### 農業情報の収集・解析

小麦収量予測マップ

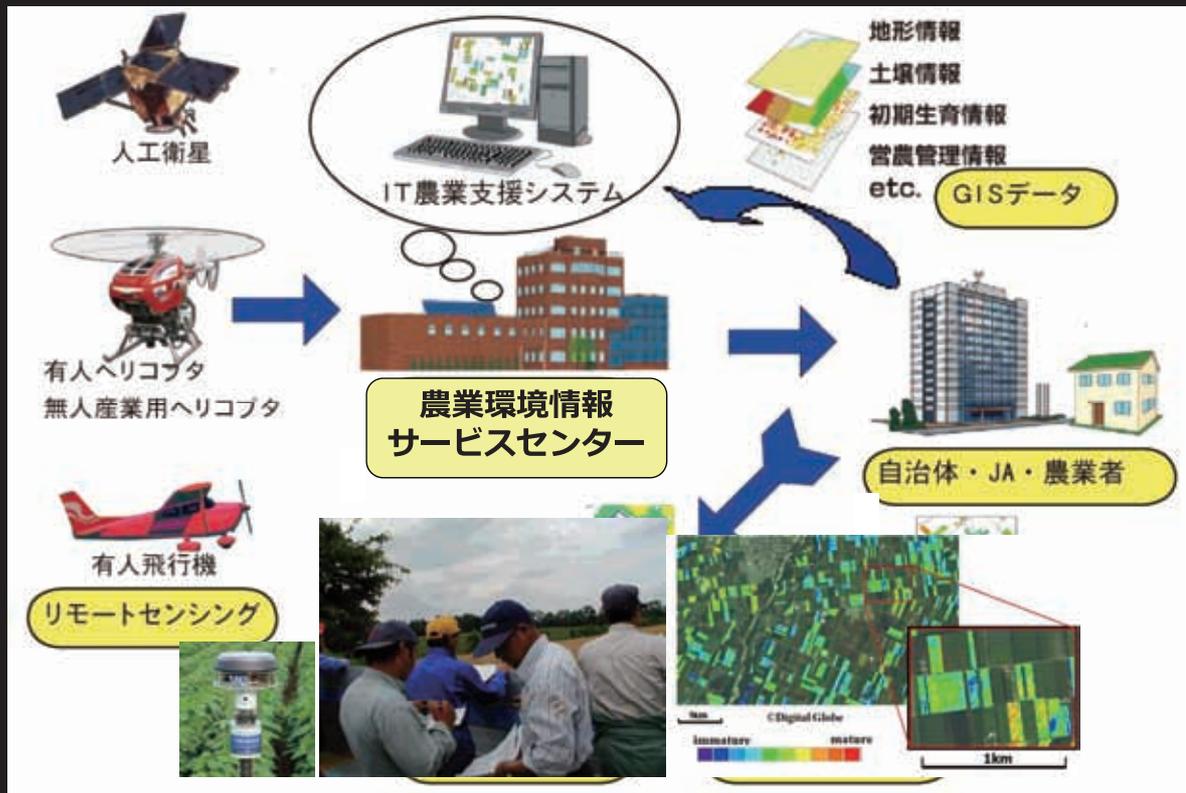
カリフォルニア米 生育量

作物・土壌・気象データベース

米産カリフォルニア州水田地域

52

# 農業環境情報システムの社会実装 (New business based on ICT in agriculture)



53

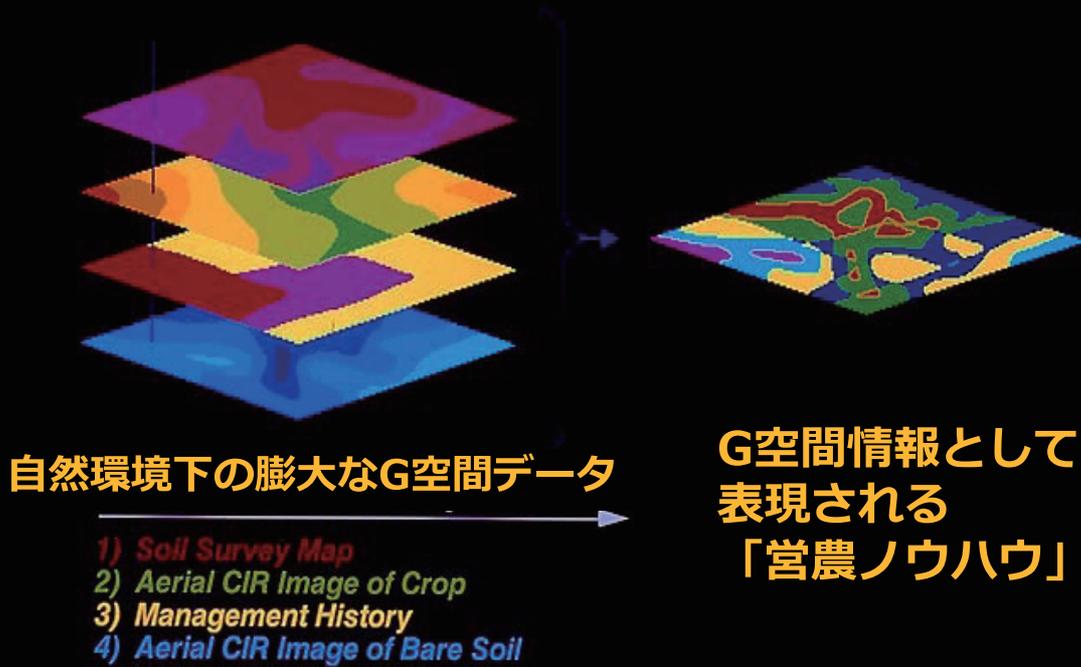
## 先端農業支援システム

- 「経験と勘」に基づく農業から「データ」に基づく農業を実現する。
- G空間情報利用により高齡化、減少する熟練農家の知識・知恵をデータとして保全・活用
- 農業のICT化を推進することで農業の魅力を高め若い世代の新規就農を促進する。
- 先端農業支援システムで抽出された「ノウハウ」は新規就農などの人材育成プログラムの教材として活用できる。



54

# ビッグデータからデータマイニングによる 「営農ノウハウ」の抽出と活用



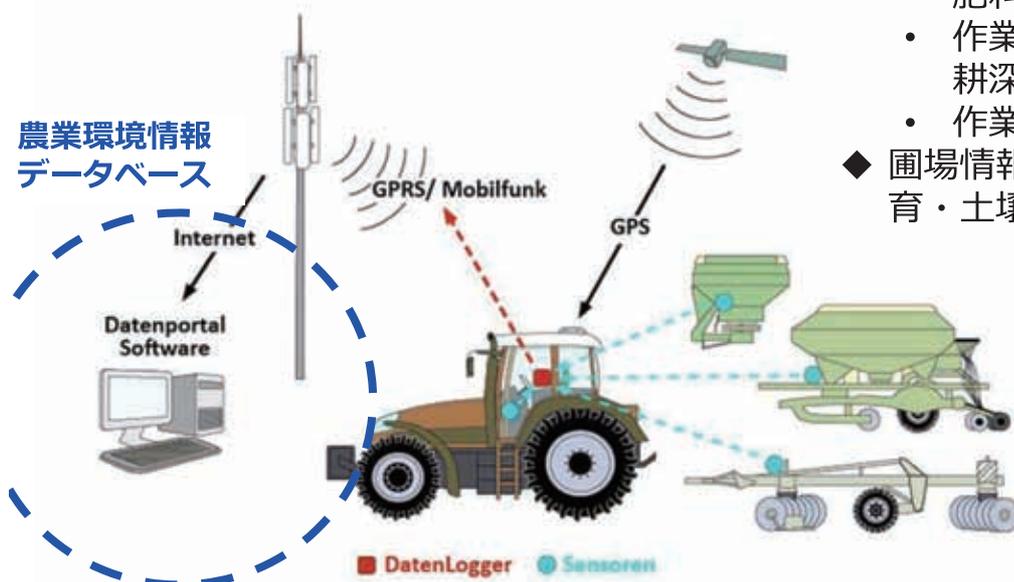
**veBOTS**  
Laboratory of Vehicle Robotics

55

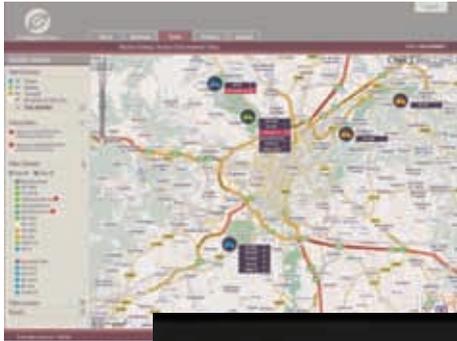
## テレマティクス センサーデータの空間情報化とその活用

トラクタ・コンバイン: CAN BUS  
国際標準規格: ISO11783  
測位システム: GNSS

- ◆ 農作業情報
  - ・ 作業時間
  - ・ 資材使用（農薬・肥料）情報
  - ・ 作業仕様（速度・耕深など）
  - ・ 作業軌跡
- ◆ 圃場情報（作物 生育・土壌情報）



56



## フリートマネージメント

- 農機の盗難防止
- 機器操作・農作業履歴の自動収集と管理
- 農機メンテナンス

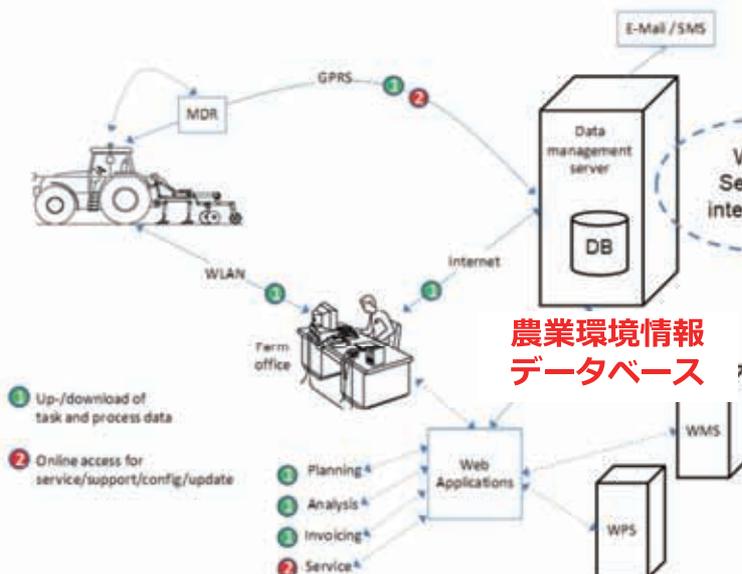


57

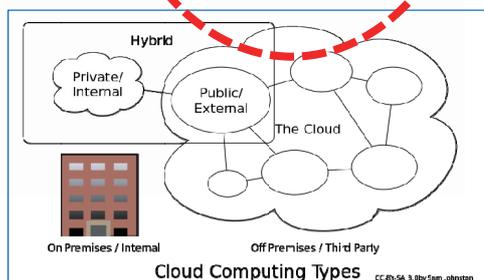
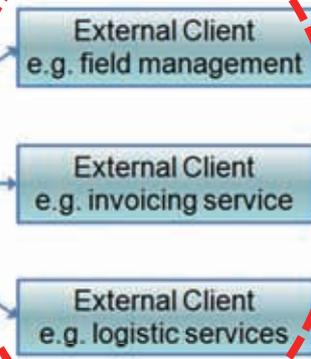


## クラウドサービスを活用した 先端農業支援システムの地域実装

Service Oriented Architectures (SOA) for networking (process) information



新産業





## スマートロボット

- 我が国農業の就業人口減少と高齢化に伴う労働力不足を解消できる。
- 準天頂衛星システム利用により、生産の低コスト化と品質向上を計り、国産農産物の輸出を拡大する。
- 『先端農業支援システム』で得られたノウハウをロボットに実装し、農薬や化学肥料を場所ごとに最適な量に調整できる。
- 農林水産省プロジェクトの開発成果を最大限活用して、速やかに普及させる。
- 世界に先立ちロボット農業を実用化し、ニーズがある欧米やアジア・オセアニア地域に輸出する。





61

## 社会実装へのロードマップ



**H26～28年度**

一部課題は産学連携で研究開発  
**地域実証試験を推進**

**H29年度～**

地域活性化総合特区を活用して、  
北海道において「**ICT×ロボット農業特区**」  
として社会実装

**H30年度～**

**海外展開**  
(アジア・オセアニア)

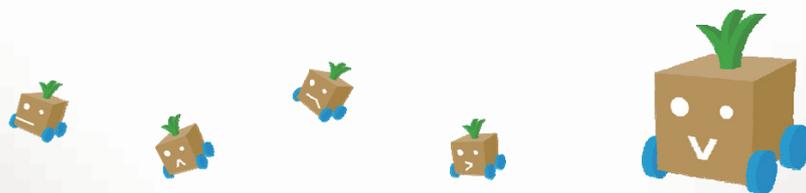
**H32年度～**

「**農地集積バンク**」などで  
農地の集積が進行する過程で  
全国展開を推進

## 農業におけるG空間ビッグデータ 収集・分析・活用 による高度営農支援プラットフォームの構築

代表提案者: 北海道大学

共同提案者: 農研機構 北海道農業研究センター,  
道総研 十勝農業試験場, 芽室町農業協同組合,  
(株)オーレンス, (株)IHI



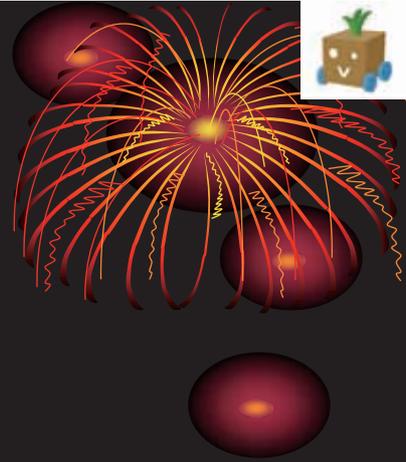
63



## まとめ

- 就業者人口減少と高齢化が進む日本農業において ICT・ロボット技術の導入は不可欠である。
- 準天頂衛星システムは農業ロボットの高精度・低コスト化に有望である。アジア・オセアニア地域に対して農業技術パッケージとしての海外展開も期待できる。
- G空間情報を高度に活用することで抽出できる営農ノウハウによって、熟練農家の減少による農業技術の消失を防止するとともに新規就農が期待できる。また、ロボットのスマート化にも寄与する。

64



ご清聴ありがとうございました。



講演会を終えて

当協会は公益事業の一環として、土地改良研修会を年数回開催しております。

今回は、「ICTを高度に活用した次世代農業」と題して北海道大学大学院農学研究科教授野口 伸様から、北海道農業の現状と情報化・ロボット化への期待、土地利用型農業におけるロボット技術、ICTXロボットによる次世代の農業技術についてご講演を頂きました。

今後も、こうした形での情報提供を行って行きたいと考えておりますので、ご支援とご協力をお願いいたします。

#### 講師：野口 伸 氏の職歴と主な公職

##### 【職 歴】

1990 年 北海道大学大学院農学研究科博士課程修了

2004 年 北海道大学大学院農学研究科 教授 現在に至る

##### 【主な公職】

- ・2011年～現在 中国農業大学客員教授
- ・2012年～現在 中国西北農林科技大学 客員教授
- ・2011年～現在 日本生物環境工学会 会長

##### 【主な学術表彰】

- ・2011年 日本生物環境工学会特別国際学術賞
- ・2012年 北海道大学研究総長賞
- ・2013年 宇宙開発利用大賞 内閣府特命担当大臣（宇宙政策）賞

#### 平成 26 年度第 1 回土地改良研修会講演録

---

発行一般社団法人北海道土地改良設計技術協会

〒060-0807 札幌市北区北 7 条西 6 丁目 2-5 ND ビル

TEL 011-726-6038 FAX 011-717-6111

URL: <http://www.aeca.or.jp/>

---