

北農研ニュース

クローズアップ カボチャの スマート栽培・ 収穫の実証

水田機械作業グループ長 杉戸 智子

巻頭言

・農研機構理事長 久間 和生

クローズアップ

・スマート農業実証プロジェクト
カボチャのスマート栽培・収穫の実証

研究の紹介

- ・ドローンを農業で本当に役立つツールにするために：RTK-UAVの導入
- ・大容量のドローン空撮画像を効率的に配信、閲覧できるウェブシステム
- ・ゲノムシーケンスを導入する新規作物育種法の開発

人-ひと- トピックス



農業・食品分野における Society 5.0の実現 —第5期中長期計画に向けて—

理事長

久間 和生（きゅうま かずお）

新年、明けましておめでとうございます。本年が皆様にとって、輝かしい年となりますよう、心よりお祈り申し上げます。

昨年は、新型コロナウイルスの感染拡大によって、我が国のデジタル化の遅れやサプライチェーンの脆弱さ等の様々な課題が浮き彫りになりました。農業・食品分野においても、生産現場の外国人労働力不足、輸出不振、外食やインバウンド需要の停滞等のコロナ禍による課題が噴出するとともに、既に顕在化していた担い手不足、地域社会の衰退、自然災害の頻発、地球温暖化の進行等の課題が増幅されています。このような状況にあって、菅総理は、農業・食品産業の成長を通じた「地方創生」と「輸出拡大」によって、我が国の経済成長につなげることを表明されました。私も、農業・食品産業は、「伸びしろの大きな成長産業」で、地方創生を促進するとともに、我が国の経済成長にも貢献するものと考えております。

農研機構は、このような農業・食品産業を取り巻く環境変化と、政府の施策に対応するためには、農業・食品分野における「Society 5.0」の実現が鍵となると考えています。「Society 5.0」とは、私が内閣府の総合科学技術・イノベーション会議の常勤議員として策定に携わった政府の第5期科学技術基本計画の中核のコンセプトで、AI、データ、デジタル技術を活用して、フィジカル空間とサイバー空間を融合することにより新たな価値を創造し、経済発展と社会的課題の解決を両立する人中心の社会の構築を目的としたものです。

農研機構は、本年2021年4月に、現在策定中の第5期中長期計画の下で、今後5年間の研究開発を開始しますが、この中長期計画においても、農業・食品分野における「Society 5.0」実現を最重要課題に位置付けて、

- ①農産物・食品の国内安定供給と自給率向上に貢献する
- ②農業・食品産業のグローバル競争力を強化し、我が国の経済成長に貢献する
- ③地球温暖化や自然災害への対応力を強化し、農業の生産性向上と地球環境保全を両立することを目標に掲げて、科学技術イノベーションを創出する所存です。

第5期中長期計画では、これらの目標を実現するために、研究開発体制を強化します。具体的には、「アグリ・フードビジネス」、「スマート生産システム」、「アグリバイオシステム」、「ロボラスト農業システム」の4つのセグメントで研究開発を推進します。また、農研機構全体の研究開発力を強化するため、基盤技術研究本部を創設し、AI、ロボティクス、バイオテクノロジー、精密分析等の研究基盤技術の高度化、統合データベースや遺伝資源等の共通基盤の整備を加速します。分野横断的な研究開発に対しては、機構内の異なる研究所が連携した「プロジェクト型研究課題」を設定して取組を強化します。地域農業研究センターは、主に「スマート生産システム」のセグメントにおいて、それぞれの地域の農業界・産業界が直面する課題解決を図り、地方創生につなげる研究開発を推進します。また、昨年に引き続き、新型コロナウイルスが、猛威を振るうと予想されますので、ICT(情報通信技術)を活用した研究開発、テレワーク、Web会議等を活用した業務体制を一層強化します。

農研機構は、第5期中長期計画においても、農業・食品分野における「Society 5.0」の実現に向けて、組織が一体となって研究開発を推進します。地域農業研究センターはもとより、地域の関係機関の皆様には絶大なご協力をお願いします。



【スマート農業実証プロジェクト】 カボチャのスマート栽培・収穫 の実証

水田作研究領域 水田機械作業グループ長
杉戸 智子（すぎと ともこ）

北海道は 国内カボチャの約半分を生産

北海道では国内のカボチャの約半分を生産していますが、カボチャは5月中旬から6月上旬に定植するため、田植えと作業時期が重なります。また、1玉2kg程度あるカボチャの収穫作業は重労働であるにも関わらず、機械化されていません。このままでは、さらなる農家人口の減少や経営規模の拡大に伴って栽培面積が大幅に減少し、生産量の減少分が輸入品に取って代わられる恐れがあります。



◀手作業による
カボチャの収穫
(慣行)

スマート技術の導入と 経営上の効果

そこで、カボチャの国内生産量を維持すべく、農研機構ではスマート農業実証プロジェクトにより、令和2年度から2年間の計画で、北海道むかわ町の(株)小坂農園にて、胆振農業改良普及センター東胆振支所とともに、スマート技術導入の実証試験を行っています。なお、このプロジェクトでは、収益向上への貢献が大きいスマート技術に絞っています。

実証するスマート技術

具体的には、次の4つのスマート技術の導入による生産性の向上を目指します。

- ①カボチャの育苗ハウスに自動灌水装置を導入します。
この自動灌水装置はスマホで操作できるため、育苗管理に要する時間を大幅に短縮できます。
- ②無人ロボットトラクタ1台と自動操舵装置を後付けした既存トラクタ1台を用いて、1名のオペレーターが既存トラクタに搭乗しつつ無人トラクタを監視することにより、定植前の耕起作業の時間短縮と効率化が見込まれます。



▲ロボットトラクタの無人走行

- ③栽培後期には通路に蔓が伸張してトラクタが圃場に入れなくなります。そこで、大型ドローンによる農薬散布を行うことでうどんこ病発生を抑制し、生育が遅れている圃場内エリアにドローンによる部分追肥を行います。これにより、良果収量の向上を図ります。
- ④収穫段階でも作業負担の軽減を図ります。現在、収穫作業は、茎葉に隠れている果実を見つける、蔓から切り離す、拾い上げてコンテナに詰める、の作業をすべて人手で行っています。特に果実を拾い上げる作業が足腰への負担が大きいことから、機械で拾い上げる技術を開発中です。



ドローンを農業で本当に役立つ ツールにするために：RTK-UAVの導入

酪農研究領域 放牧・草地管理グループ
小花和 宏之（おばなわ ひろゆき）

ドローンの運用は何が大変か？

ドローンを用いた3次元計測は、圃場の凹凸や農作物の生育の計測等で広く用いられています。しかし、高精度な位置情報を付与するためには、地上基準点(GCP)と呼ばれる30×30cm程度の板状の目印を複数設置し、高精度かつ高価な機材を用いて位置情報を計測(測位)する必要があります。例えば草地を対象とした場合、圃場内における複数のGCPの常設および保守は労力が大きく(強風・豪雨・動物による紛失・損壊、植物・積雪による遮蔽、傾斜地・害獣によるアクセス困難)、また農業機械運用の障害となるなど多くの問題があります。ドローンの農業活用における最大の障壁は、GCP作業(設置・測位・保守・撤収・後処理)に係るコストだと私は考えています。



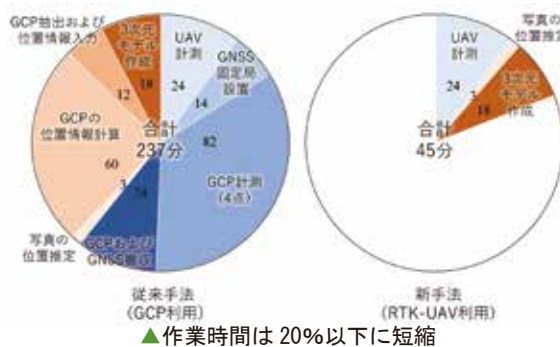
▲クローバーに覆われた地上基準点(GCP)

GCP作業をゼロにできないか？

近年、空撮写真一枚一枚に正確な位置情報をリアルタイムで記録することができる、RTK-GNSS^{*1}搭載型ドローン(RTK-UAV)が比較的安価(約70万円)で市販され始めました。このドローンを利用することで、GCP無しで正確な計測の実現が期待されます。そこで、RTK-UAVを用いた3次元計測手法における、位置情報の精度(再現性)および省力効果を評価しました。その結果、RTK-UAV計測により作成した複数時期(5回)の3次元モデルにおける同一地点の座標の再現性(精度)は、水平

3～12cm(平均7cm)、鉛直3～5cm(平均4cm)という結果が得られました(撮影高度30m)。これは、GCP無しの手法ではこれまで考えられないほどの優れた精度です。また、1ha(100×100m)の圃場を対象とした場合、RTK-UAV手法はGCP作業が必要な従来手法に比べて、労働時間が81%削減されるため、大幅な省力効果が得られることが分かりました。

※1 人工衛星を利用した測位方式の一つ。GPSよりも高精度。



RTK-UAVはどんな作業に有効か？

ドローンを用いた作物高計測は2時期の3次元モデルの鉛直差分により求めるため、その測定限界は鉛直精度の2倍と考えられます。したがって、RTK-UAV手法は10cm程度より大きい作物高変化の計測に有効です。また、RTK-UAVによる3次元モデルの精度は上記のように水平・鉛直ともに10cm以内ですが、正確度(真値との差)は鉛直で平均30cmであり、GCP利用の場合(平均5～6cm)よりも劣ります。したがって、正確な測量が必要であれば従来通りGCPを利用する必要があります。以上のように、現状ではまだ使用目的を選びますが、実際に使用してみると、RTK-UAV手法の手軽さは非常に魅力的です。作業工数の大幅な減少はオペレーターの心理負担の低減にもなり、作業ミスや事故の防止にも繋がるでしょう。カメラの高性能化や撮影方法の改善などにより、計測精度・正確度は今後も向上が期待されます。ドローンの運用がさらに便利になり、誰でも使えるような便利なツールになる日は近いでしょう。



大容量のドローン空撮画像を効率的に配信、閲覧できるウェブシステム

大規模畑作研究領域 ICT農業グループ
伊藤 淳士 (いとう あつし)

ドローンで圃場を空撮する

近年、様々な場面でドローンにより撮影された画像や動画を目にする機会が増えています。農業分野でも、作物の生育を把握するためにドローンを導入する事例が見られるようになりました。上空から作物を撮影することで、地上ではなかなか分かりにくかった情報を得ることができます。例えば、生育のムラや病気の発生の分布などを画像から把握できることがあります。また、撮影位置を少しずつ変えながら撮影した大量の画像に特殊な処理を施すと、作物の空間的な分布を把握することができます。つまり、写真一枚は平面画像ですが、複数の画像があれば被写体の立体構造を推測できるため、上空から撮影した画像をもとに作物の草丈を知るといったことも可能です。このように、ドローンは作物の状態を観察する新たなツールになろうとしています。

空撮画像は大容量

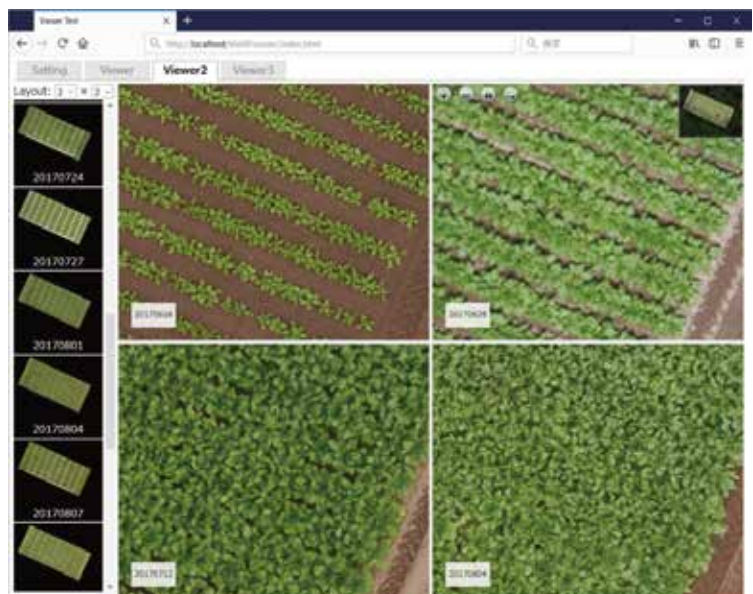
ドローンの性能は急速に向上しており、ホビー用のものであっても高精細な写真を撮影できるものが増えてきました。また、場合によっては市販のデジカメを搭載できるドローンを使用して撮影することもあります。大面積の圃場の場合、圃場全体をまんべんなく撮影した数十枚の画像を結合して一枚の画像にします。そうすると、その画像のファイルサイズは一般的なデジカメで撮影した画像のサイズの何十倍もの大きくなります。さらに、作物の位置などを正確に把握するために、測量情報が付加された画像に変換した場合、そのファイルサイズは膨大になります。

大容量の画像を閲覧したり、さらには撮影時期の異なる複数の画像を見比べたり、といった作業は一般的な画像閲覧ソフトでは困難です。

そこで、大容量の画像をストレスなく閲覧できるシステムを開発しました。

ネット経由で空撮画像を配信、閲覧

開発したシステムは、撮影時期の異なる複数の空撮画像を同期して閲覧できます。図は、4つの異なる時期の画像を閲覧する例です。一つの画像をマウス操作で移動や拡大縮小すると、他の画像も同期して動きます。元の画像はそれぞれ数十メガバイトの大きな画像ですが、ウェブ経由でも素早く送信できる形式に処理されて配信されるため、それほど高速なインターネット回線でなくともストレスなく閲覧することが可能です。空撮画像を事前にサーバにアップロードしておけば、ウェブで閲覧可能な状態にする処理はすべて自動で行われます。本システムにより、定期的上空撮された画像の中から特定の個体の生育経過を観察する、といったことが非常に簡単に行えるようになりました。



▲撮影時期の異なる複数画像が同期し、スムーズに移動や拡大・縮小が可能



ゲノムシーケンスを導入する 新規作物育種法の開発

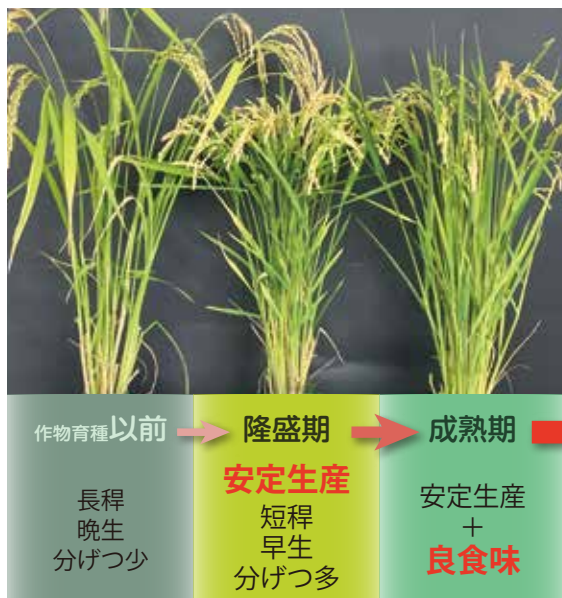
作物開発研究領域 作物素材開発・評価グループ
藤野 賢治 (ふじの けんじ)

これからの作物育種

21世紀初頭に作物育種の原理原則であるゲノムシーケンス^{※1}を行う機械が開発されました。作物育種は、従来(100年来)圃場の生育観察による実証ベースで行われてきましたが、ゲノムシーケンスを活用する新技術の幕開けです。

筆者らは、ゲノムシーケンスの活用により「赤毛」から「ななつぼし」に至るブランド品種確立の歴史的成功を可視化することに成功しました。その結果、社会環境および国民生活の時代変遷に伴った育種戦略の変貌が明らかとなりました。

※1 生物がDNAに持つ遺伝情報全体(=ゲノム)の塩基配列(=シーケンス)のこと。



▲イネ育種戦略の歴史

ゲノムシーケンスの比較

筆者らはこれまで単純反復配列(SSR, simple sequence repeat)を用いて、品種育成における遺伝的ゲインを明らかにしました。わずか64個のマーカを用いることで、歴代のイネ品種は5群(品種育成年に順じ

てグループI~V)に大別できました。外来の遺伝資源を交配親に用いたことが品種開発の原動力であったことを明らかにできました。

遺伝子解析技術の進歩により、ゲノムワイドに遺伝子解読できるようになりました。北海道におけるイネ品種育成を代表する19品種のゲノムシーケンスを比較しました。これらは、改良品種群(品種改良初期から「キタアケ」までの12品種)と良食味品種群(「キタアケ」以降の7品種)に区分され、「日本晴」参照配列に対して各々60.1と22.7万個の一塩基多型(SNPs, single nucleotide polymorphisms)が検出できました。

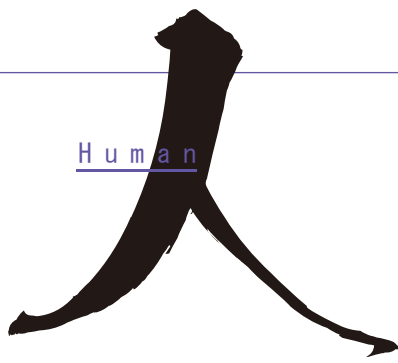
これらSNPsのゲノム上の分布から導きだした塩基多様度から育種戦略を明確に推察できました。改良品種群では、ゲノム全体に選抜が加わっていました。一方、良食味品種群ではゲノムの多くの領域がすでに固定されており、安定生産を達成する理想的な遺伝子型が確立していると考えられました。



新規作物育種法の開発

これまで先端技術を導入することで、作物育種は高度化してきました。次は、ゲノムシーケンスを活用した新たな作物育種法の開発です。2004年、日本主導の国際プロジェクトによりイネゲノムの完全解読がなされました。これにより、作物育種に関する研究蓄積が国内外でなされています。病害抵抗性、品質等の育種目標を達成するDNAマーカーが開発され、品種育成を加速しています。これらは数箇所

の目標遺伝子の改良しかできませんでした。ゲノムシーケンス技術は、一度に数万箇所の遺伝子型を評価できます。次の社会ニーズに合致する農業特性を有する品種を「遺伝子」ベースでデザインすることを可能にします。



Human

ふたつの北農研 —札幌と芽室にて—

畑作物開発利用研究領域 バレイショ育種グループ
下坂 悦生（しもさか えつお）



札幌・羊ヶ丘での低温試験研究

私の学生時代は、ちょうど農業という分野がライフサイエンスの視点から新たに注目され始めた時期でもありました。平成2年に農林水産省へ入省した私は、つくばでの研修の後、札幌市・羊ヶ丘に所在する北農研に赴任しました。配属先は「地域基盤研究部」。地域基盤研究部は当時、各地域の農業試験場において、それぞれの地域に特有の課題解決を目標として設置されていました。北農研のテーマは、稲の冷害や秋まき小麦の越冬性など、北海道の「低温」を克服し、寒地農業の発展に貢献するというものでした。

秋まき小麦や牧草の越冬性を調査するため、真冬に1メートル以上降り積もった雪を掘り、積雪の下での状態を観察しました。さらに、採取した後に耐凍度を測定し生理的な変化を分析するなど、雪の多い北国に縁の薄かった私には大変新鮮な経験でした。

秋まき小麦の低温順化機構に関わる形質や遺伝子の解析、越冬性や稲の耐冷性の向上技術の開発、低温順化過程で蓄積するオリゴ糖ラフィノースの合成機構の解析など、札幌に勤務している期間の多くは、この「低温」に関わる試験研究に従事していました。

もうひとつの北農研：芽室研究拠点

北農研には札幌の他にもうひとつ、北海道の東部、十勝平野に位置する「芽室研究拠点」があります。ここでは主に畑作に関わる試験研究を実施しており、現在私は、芽室研究拠点のバレイショ育種グループでバレイショ（じゃがいも）の育種（品種開発）を担当しています。拠点が所在する芽室町は、スイートコーン生産量日本一を誇る町です。じゃがいも、小麦、てん菜、豆類、

とうもろこし、長芋などの作物の植付けと収穫が整然と行われる姿からは、基幹産業としての農業の位置付けが強く印象づけられます。

バレイショの品種には多様な形質が求められますが、特に平成27年に国内で初めて北海道で発生が確認された新規病害虫であるジャガイモシロシストセンチュウに対する抵抗性を持つ品種の開発を、DNAマーカーの利用を図るなどして進めています。また、芽室では生産者の方々から生産現場目線の指摘や意見を聞かせていただく機会も多くあります。菓子メーカーやサラダメーカー等の方々加工試験を依頼し、品種への要望を伺うなど、実需者の方々とも密な議論を行っています。時に厳しい評価を受ける点も含めて、品種開発の難しさや重要性を感じています。

バレイショの育種には、生産者、実需者、消費者の方々からのニーズを汲み取りながら新規病害虫抵抗性の付与や長期的な気象変動への対応を行うなど、多岐にわたる課題があります。今後は、新たな解析技術などを取り入れつつ、課題解決に近づくような品種開発に取り組んでいきたいと思えます。

後輩からのメッセージ

下坂さんは長く分子生物学実験に携わってこられました。現在のお仕事であるバレイショ育種では、日本の育成系統でDNAマーカーを利用可能にするお仕事をされており、その知識と経験を発揮されています。バレイショはマーカー選抜が非常に有効な作物で、より効率的な選抜のために、下坂さんのご研究は非常に重要です。後輩の私も学ばせていただくことばかりですが、一緒にバレイショ育種に貢献できたら、と思っています。

（バレイショ育種グループ 赤井 浩太郎）

Topics

特許など

特許（登録済みの特許権）

名称	発明者（北農研）	登録番号	登録年月日
バイオマス原料を用いた有機原料の製造システム及び方法	齋藤勝一、橋本直人、波佐康弘	10792588(米国)	令和2年10月6日

品種登録

作物名	品種名（旧系統名）	育成者（北農研）	登録番号	登録年月日
バレイショ	あかね風 (00024-13)	田宮誠司、津田昌吾、森元幸 小林晃、高田明子、西中未央、浅野賢治	第28224号	令和2年11月19日

表彰・受賞

受賞



氏名（北農研）	所属	名称	受賞年月日	受賞課題
下田星児	大規模畑作研究領域	日本農業気象学会学術賞	令和2年3月18日	地域農業・気象特性の変化に関する農業生態系研究
眞岡哲夫	地域戦略部	日本植物病理学会賞	令和2年3月19日	ジャガイモ重要病害虫の診断と防除に関する研究
伊藤賢治 奈良部孝	生産環境研究領域	北農賞（報文）	令和2年12月16日	ジャガイモシロシストセンチュウの緊急防除対策技術
菅原保英、佐藤勝彦 椎名智文	北海道技術支援センター	北農賞（技能）	令和2年12月16日	カボチャ収穫作業軽減技術の考案

受入研究員

技術講習生

受入先	派遣元機関	期間	受入人数
作物開発研究領域 生産環境研究領域	苫小牧工業高等専門学校	令和2年8月17日～令和2年8月24日	1
作物開発研究領域	長岡技術科学大学	令和2年11月6日～令和3年1月29日	1
生産環境研究領域	北海道立総合研究機構	令和2年11月16日～令和2年11月20日	1

新刊ご案内

書名	発行年月日	概要	掲載ページ
ワイン用ブドウ栽培支援情報システム利用マニュアル 第2版	令和2年4月7日	ブドウ畑の気象データと合わせて生育記録や果汁分析値の蓄積を行うことで、ブドウの生育予測と果汁分析値予測を行い、栽培管理と収穫判断のための支援情報を利用できます。	
北海道における水稲疎植栽培、自動操舵田植機利用の手引き	令和2年10月30日	本マニュアルは、特に地域の農業普及指導者、生産者、実需者を対象として、水稲疎植栽培や自動操舵田植機の導入に役立つことを目的として作成しています。	

北農研 No.68 2021.01 ニュース



編集・発行／国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）北海道農業研究センター
住所／〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地 ☎011-857-9260（広報チーム）
<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/harc/>