

北農研 ニュース

Hokkaido
Agricultural
Research Center

巻頭言

データ駆動型農業の

寒地畑作研究領域長

奥野 林太郎

先進地にて

巻頭言

寒地畑作研究領域長 奥野 林太郎

研究情報

- ・畑作物の気象変動に適応する技術と予測情報
- ・直播栽培で黒根病の被害軽減が期待されるテンサイ新品種「カチホマレ」
- ・乳牛の生涯生産乳量を高める最適な飼い方の追求
- ・高貯蔵性カボチャの将来性と果実の糖分析評価

人 —ひと—

トピックス



データ駆動型農業の先進地にて

寒地畑作研究領域長
奥野 林太郎（おくの りんたろう）

過去から未来へ十勝地域のスマート農業

16年ぶりに十勝の大規模畑作地帯へ赴任しました。高台から望む一面の圃場群は各々が広く、昔の河川の跡か褐色の大地の中に黒色の土壌の筋が見えます。以前と変わらぬ景色です。畑の間の道を車で走ると、大型農業機械を頻繁に見かけます。

20年ほど前、未来農業集団という十勝の若手農家グループとの交流がありました。第一線で営農をしている親世代の技術に迫っていくこと、新たな技術を吸収することを目標としていました。ある折り、トラクタをまっすぐ走らせることが目標と話すメンバーがいました。播種の際に畦が曲がると、防除のたびに小言を言われるのだそうです。長辺の長い圃場で一畦多く植え付けられるかは重要ですが、圃場の緩やかな凹凸の中をまっすぐ走行することは難しいです。同様な直進走行のニーズを持つ生産者は多いのでしょう。北海道農政部の調査によると、道内のGNSSを用いた自動操舵の出荷台数は令和2年に累計11,840台を超え、全国出荷台数の82%を占めています。

平成5年に初めて十勝に赴任した頃はインターネットが一般的ではなく、職場での通信環境は主に計算機室の端末から筑波の情報センターにあるサーバへアクセスするためのものでした。若手が中心となり機器を揃えて古い庁舎で計算機室から居室のパソコンまで配線したのを思い出します。

この頃、十勝農協連ではそれぞれの農家に設置した専用FAXを用いて営農情報を提供するシステムを構築していました。また北海道開発局の事業では、当時の北海道農業試験場と農業環境技術研究所が衛星画像から十勝全域の土壌特性図を作成しており、パソコンで任意地点の表示を行う専用システムも開発されていました。土壌の腐食含有量、水分特性、礫深度などの色分け図が閲覧可能でした。

平成16年に、小麦の適期収穫を行い刈り遅れによる品質被害や高水分での収穫による乾燥経費の増加を防ぐため、衛星画像から小麦生育の早晩を把握する技術を開発しました。試験を実施した芽室町では、圃場で収穫作業者が発行する伝票を手渡すことで、収穫物運搬用トラックの運転手を介して圃場と乾燥施設で荷受けする収穫物の情報をつなげており、圃場での生育情報から収穫後の品質情報までがつながるシステムが構築されました。これらの技術は品種の変遷にも対応しながら、道東の畑作地帯で定着しています。その後、当時伝票で受け渡していた圃場情報も電子化され、印刷して持ち出していた地図もタブレットで確認できるようになっています。

現在、十勝農協連では農業者へ向けた情報システム（TAF：十勝地域組合員総合支援システム）を構築しサービスの提供を行っています。営農に必要な情報をインターネット上でひとまとめにしたもので、圃場図や衛星画像が閲覧できるなど情報の拡充が進められています。

スマート農業は平成25年に農林水産省が設置した研究会に由来し、情報通信技術（ICT）やロボット技術などの農業利用を示す言葉です。これは全国で推進され、開発技術の適用を各地域で取り組んでいます。先述の十勝で以前より取り組まれている情報活用技術は、今ほどのICT基盤が無い中でそれぞれの現場での本来のニーズに基づき開発されたものでした。現在ネット環境は整備され、無線で大量のデータを高速に通信でき、小型の携帯端末で入力・操作・表示がどこでも可能になり、できることは多くなりました。十勝地域は一足早く広い範囲で圃場データの収集・活用を実践してきており、その分現場データの蓄積が進んでいると考えられます。データ活用型農業の先進地として、これらの蓄積データの現在のニーズに対応した新たな技術の活用が期待される土地です。

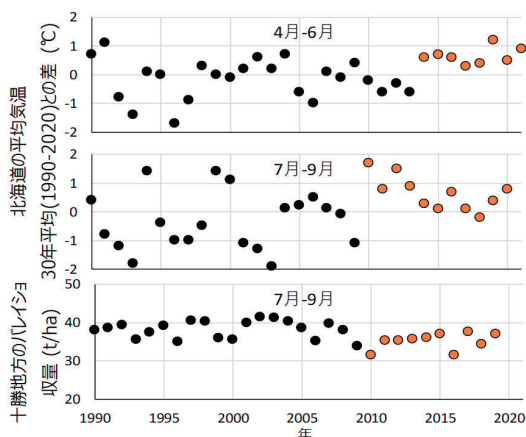


畑作物の気象変動に適応する 技術と予測情報

寒地畑作研究領域 スマート畑作グループ
下田 星児 (しもだ せいじ)

最近の高温傾向

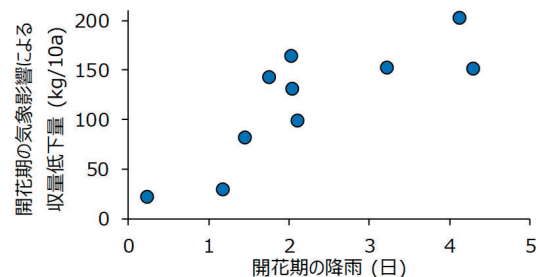
2021年の7月は過去30年の平均と比べ2.8℃高くなりました。北海道の夏の平均気温は2010年に一気に上昇し、その後も高い水準にあり、特にバレイショの生産減少の原因となっています。一方、春は2014年から気温が高い状態が続き、2021年も4-6月の平均気温は0.9℃高くなりました。



▲北海道の4-6月と7-9月の平均気温の変動(30年平均(1990-2020)との差)とバレイショの収量(農林水産省作物統計より)

春に小麦生育が早く進むと 開花期に天気が良い

小麦は高温化で、収量面でプラスの効果が見えます。春の高温化は、生育を早めます。6月の北海道は、オホーツク地域を除き、上旬より下旬に日射量が減る傾向があり、生育が早いほど開花期に晴天となる可能性が高く、多収が期待できます。小麦は、開花期の天候が悪いと以後の子実の充実が十分に進まず、他の期間の天気が良好でも、収量は著しく低下します。開花期の天候が収量に及ぼす影響を、計算モデルで明らかにしました。特に、最近の多収品種は、開花時に天気が良い場合、十分な粒数確保による高収量が見込めます。



▲道東の2011-2020年の開花期の地域平均降雨日数と計算モデルで評価した開花期の天候に由来する収量低下量

人為的に開花を早めるには、融雪材を利用するのが良く、消雪促進に効果的です。極端な例ですが、6月中旬に2週間に渡り雨と曇天が続いた2016年は、融雪材を散布すると開花期に日射があり、散布しないと開花以降晴れ間が無い日が続き、収量に約2割の差が生じました。少しでも多く開花期の晴天を確保する手段として、融雪材は有効です。

農業気象情報システムで 気象変動に適応

農研機構では、気象予報を踏まえた栽培管理システム^(※1)を通じ、水稻・小麦の生育予測情報を提供しています。冬の気象変動も大きく、十勝地方では3年、オホーツク地方では2年続けて、年末の少雪が原因で土壌凍結深の深い年が続きました。土壌改良・野良イモ対策に実施する雪割り・雪踏み作業用に、土壌凍結深が分かる情報システム(十勝・オホーツク^(※2))の生産者団体から配信)を利用いただいておりますが、このシステムは、作業前の自然積雪状態時の凍結予測も可能です。作業判断に使えるのでお試しください。

※1 栽培管理支援システム
<https://agmis.naro.go.jp/>

※2 オホーツク地域 土壌凍結深推定計算システム
<https://www.agw.jp/okhotsk/sp/>

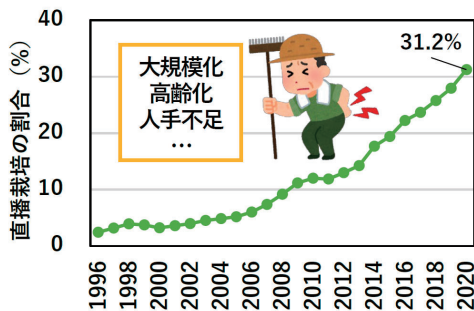


直播栽培で黒根病の被害軽減が期待される テンサイ新品种「カチホマレ」

寒地畑作研究領域 畑作物育種グループ
松平 洋明 (まつひら ひろあき)

急増するテンサイ直播栽培

テンサイは、北海道の畑作・製糖産業を支える重要な作物です。主な栽培方法である移植栽培では、3月に種をまいて、温室で1か月以上育てた苗を畑に植えます。そのため、生育の期間が長く、生育も安定するので一般に多収となります。しかし、苗の管理や移植作業のための手間とコストが必要になります。最近では農家戸数の減少に伴う1戸あたりの栽培面積が増えていることや、生産者の高齢化・人手不足等の問題に対処するために、省力栽培が可能な直播栽培の割合が急激に増加しています。2020年にはテンサイ作付けの31.2%が直播栽培となりました。一方で、直播栽培では、移植栽培に比べて収量が15～20%減少するため、安定多収化が課題となっています。



▲テンサイでは近年、直播栽培の割合が急激に増加している

直播栽培では黒根病の被害が大！

テンサイの主要病害である黒根病は、根に黒色の壊死症状が現れ収量が低下する病害であり、夏季が高湿・多湿な条件や、排水性に乏しい圃場で被害が大きいたことが知られます。近年のテンサイの全道的な収量を分析すると、黒根病の発生が多い年は、移植栽培よりも直播栽培で大きく減収する傾向を示しています。当グループでは、この結果を実験的に検証するために、黒根病の発生条件下で両栽培法による比較試験を行い、直播栽培では移植栽培よりも黒根病による被害

が大きいことを明らかにしました。また、黒根病抵抗性が強い品種を用いることで被害が軽減されることも明らかにしました。これらのことから、黒根病抵抗性が強い品種を利用することは、特に直播栽培において重要と考えられます。

抵抗性“強”で被害減少！

移植		
直播		

抵抗性：“強”品種 “中”品種

◀黒根病の被害は直播栽培で多く、抵抗性品種の利用により被害が軽減

直播で被害多発！

黒根病抵抗性が最も強い新品种「カチホマレ」

現在、北海道で普及しているテンサイの中で、黒根病抵抗性が最も強いランクの“強”の品種は、北農研とスウェーデンのマリボヒレスヘッグ社が共同開発した「カチホマレ」という品種だけです。「カチホマレ」は、主に黒根病の発生が懸念される畑を中心に、2020年より作付けが始まっています。今後も、省力栽培可能な直播栽培で重要な特性の改良などに着目し、新たな品種開発を進める予定です。私たちのグループでは、北海道のテンサイの直播栽培の安定多収化に貢献できる研究成果を目指しています。

(本研究は生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行いました)



▲生産者圃場における直播栽培中の「カチホマレ」(2020年、池田町)

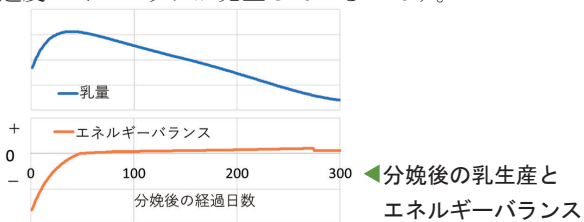


乳牛の生涯生産乳量を高める 最適な飼い方の追求

寒地酪農研究領域 乳牛飼養グループ
田鎖 直澄 (たかさり なおずみ)

乳生産能力と健全性の両立

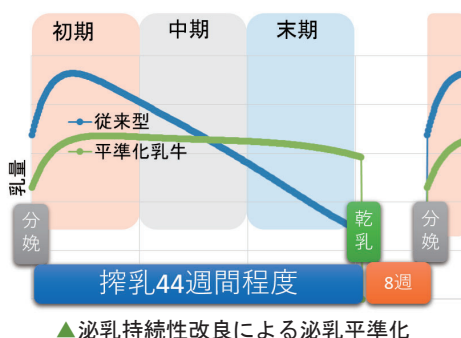
乳牛が一生の間に問題なく乳を搾れる期間は長期にわたって短縮し続けており、その背景には乳房炎や繁殖障害等の健全性問題があります。分娩後の泌乳量は急速に増加し、必要な栄養素量も急増しますが、採食量の増加が追い付かず、栄養不足(負のエネルギーバランス)による免疫の低下や繁殖障害が発生するためです。すなわち、分娩後の乳量増加速度と採食量増加速度のミスマッチが発生しているのです。



泌乳曲線の改良(泌乳持続性)

北農研では、このミスマッチを改善する方法として、新たに分娩後の泌乳パターンが改良できることを示し、全国の乳牛の育種改良指標に採用されています。それが泌乳持続性改良指標です。

泌乳持続性が高い牛は、最大泌乳量到達後の泌乳量の低下速度が遅い、乳期後半の泌乳量の比率が高い牛です。1乳期の総乳量が同じなら、泌乳持続性が高いほど最盛期乳量が少なく泌乳末期(乾乳頃)の乳量が多いこととなります。つまり、乳生産が平準化され、ミスマッチが軽減できます。



遺伝能力ごとに飼い方を最適化

分娩後44週間程度を過ぎると次の分娩に備えて搾乳を止めます(乾乳)が、繁殖が悪く分娩間隔が伸びると乾乳期間が延長してしまいます。泌乳持続性が高い場合にはこの影響は少なく済み、標準的な乾乳時期(次の分娩前8週間)でも高い乳生産を維持していることが多くなります。そこで、乾乳期間を短縮して乳生産量を伸ばし、あるいは個体ごとの泌乳持続性能力に合わせた最適な分娩間隔を設定できれば、泌乳最盛期乳量を増やさなくても(ミスマッチを拡大せずに)乳牛の生涯乳生産量が増加することが期待されます。

そこで、乳牛の泌乳能力(305日総乳量と泌乳持続性)毎に生涯生産性を最大化する分娩間隔と乾乳期間の組み合わせを算出しました。その結果、乾乳期間は現代の乳牛では6週間程度が最適で、分娩間隔(分娩後の受胎日+妊娠期間280日)については泌乳能力に応じて最適値が存在することがわかりました。

遺伝的能力階層と目標となる最大受胎日 初産牛の例		持続性 (P) 階層				
		P1	P2	P3	P4	P5
		90.8	92.8	94.9	97.0	99.4
乳量 (M) 階層	M1 6175 kg	85	85	85	220	220
	M2 7263 kg	85	85	85	220	220
	M3 8216 kg	85	85	85	205	220
	M4 9132 kg	85	85	85	165	220
	M5 10089 kg	85	85	85	140	220

▲遺伝能力ごとの目標受胎日(分娩後日数)の例

個体ごとの泌乳曲線の予測

この目標受胎日は遺伝能力に応じて算出されていますが、乳牛の泌乳曲線は農家によって飼料や気象条件などの環境効果の影響を受け、遺伝能力通りとはなりません。そこで、酪農家ごとの乳量計データなどを集積の上、機械学習を組み込むことで実際の泌乳曲線を予測し、目標となる受胎時期をアドバイスする技術の開発に取り組んでいます。すでにプロトタイプは完成しており、今後は酪農家での応用試験を行ってゆく予定です。



高貯蔵性カボチャの将来性と 果実の糖分析評価

寒地野菜水田作研究領域 野菜水田複合経営グループ
吉田 みどり (よしだ みどり)

カボチャ市場の現状

私たちが普段食べているカボチャはほぼセイヨウカボチャで、日本で育種された品種です。世界的にもカボチャをこれほど食事に利用する習慣の国は珍しく、ニュージーランドやメキシコなどは日本の市場をターゲットに日本の品種を栽培輸出しています。国産カボチャの約半分が北海道産で、九州や本州でも異なる季節にカボチャが収穫されますが、12月から5月頃までの国産の端境期は輸入に頼らざるを得ず、年間市場出荷のおよそ4割が海外産という状況となっています。

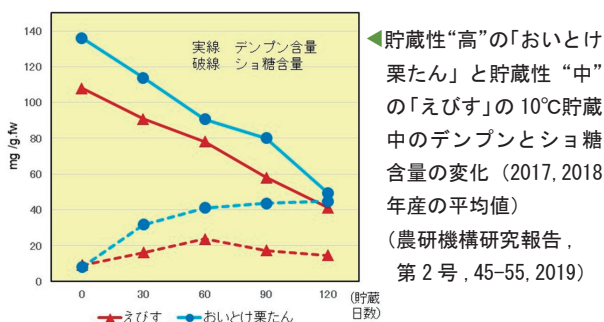
高貯蔵性カボチャが望まれる理由

1) 端境期出荷

食品産業界での国産カボチャの需要増加と端境期出荷による価格の有利性のために、日本では貯蔵期間の長いカボチャ品種の育種が重要視されています。北海道農業研究センターでも民間種苗会社と共同で、「ジェジェ J」や「おいとけ栗たん」といった短節間性の高貯蔵性品種を育成してきました。

2) 品質

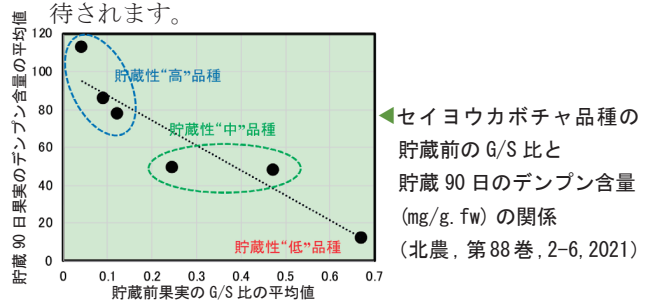
果実の高貯蔵性にはデンプン量が多いことが必須ですが、その「ホクホク」とした粉質感が近年の消費者の好みにマッチしていて市場評価が高く、今後もその傾向は続くと考えられます。私たちのカボチャの貯蔵中の糖類変化の分析では、標準品種の「えびす」(貯蔵性“中”)に比較して、高貯蔵性品種はデンプン量が高いだけでなく、貯蔵初期に甘味の感じ方が強いショ糖の



量が増加し、貯蔵中にその量が高く維持されるという結果を得ています。高貯蔵性品種のカボチャは「甘い」という高評価は糖の分析からも裏付けられています。

高貯蔵性カボチャの貯蔵中の糖代謝の特徴

カボチャの糖は、デンプンが貯蔵中に分解してショ糖になり、それがさらに分解してブドウ糖と果糖になります。この代謝変化の品種間差異を調べると、高貯蔵性品種はショ糖が分解しにくいということが分かりました。これをブドウ糖とショ糖の比(G/S比)で表すと、貯蔵前の果実のG/S比は、90日貯蔵の果実のデンプン量と負の相関を示すことが分かりました。果実のG/S比は、貯蔵前にその品種の貯蔵性を予測する指標として、育種選抜や流通上での選果などへの利用が期待されます。



日本の高貯蔵性カボチャの今後の展開

近年アジアの国々で「日本のカボチャは甘くて美味しい」という高評価が広がり、日本からも国産カボチャの輸出に乗り出す生産地が現れるようになりました。日本の高貯蔵性品種の品質が好まれていると思われます。海外輸出を目指すには、貯蔵性は重要になります。さらに国内でも、冬至以降にも安定して市場供給ができる品種やカボチャの長期貯蔵技術の開発が望まれています。

Human

J a m b o ! はじめまして。

寒地畑作研究領域 スマート畑作グループ

Njane Stephen Njehia (んじゃね すていーぶん んじえひあ)



ケニアから北海道へ

私は、ケニアの大学で農業工学の基礎を学び、指導教官は日本での研究経験があったことから日本での研究開発に対して強い関心を持ちました。卒業後、幸運にも文部科学省の奨学金を得て2014年来日し2019年に京都大学大学院農学研究科で博士号を取得しました。学位取得後は引き続き日本で基礎から応用に至る精密農業に関する研究開発に携わりたいと考え、農研機構の採用試験に応募しました。幸いに合格し、2020年4月付けで北農研芽室研究拠点のスマート畑作グループ（当時はICT農業グループ）に配属されました。芽室研究拠点は大規模畑作農業地域の中心に位置しており、開発技術の実用化への筋道を容易に描くことができます。この恵まれた研究環境で、私は三つのプロジェクトに参加しています。このうち二つは、ICTの専門家として作物育種分野と連携したもの、もう一つでは、民間との共同研究によりセンシング機能を有するトラクターの実現を目指しています。

作物育種のICT化

バレイショを対象としたプロジェクトではNARO（農研機構）とWUR（ワーゲニンゲン大学：オランダ）の共同研究において、ヨーロッパと日本の品種の違いを解析しています。ドローンに搭載したマルチスペクトルカメラで取得した画像の3D再構成により、生育状況だけでなく植物体のバイオマスも評価できました。テンサイを材料としたプロジェクトでは、品種間差を空撮画像によって識別する技術を開発しています。将来的には、作物の任意の生育ステージで品種の特徴を自動で取得・判別できる

システムを開発したいと思います。さらに、AR（人工現実）やVR（仮想現実）を利用して、実際に現場に行かなくても作物の特性を可視化できるようになることを目指しています。

トラクターを利用したセンシング

トラクターは畑作物生産において多様な時期の多様な農作業で利用されます。一方、精密農業に必要な作物の栽培管理に関する情報は、ドローンですべてを収集できるわけではありません。そこで、より植物に近い位置にあるトラクターにセンサーを装着することで、単に作業を行うだけでなく、植物の生育に関する情報を収集し、より精密で省力的な農業技術を実現するシステムを開発していきたいと考えています。

マルチリンガルで 陽気なジェントルマン

スティーブンさんは京都で鍛えられた丁寧で上手な日本語で職場を和ませ、学会や海外等とのWeb会議では綺麗な英語でプレゼンし、さらに母国ではこれら以外にも複数言語を使い分けるといって、驚くべきマルチリンガルです。そして研究では、ここには出てこない色々なアイデアにも積極的にチャレンジしていて、頼もしく楽しいな研究者です。

ぜひとも話しかけていただき、コラボレーションしてください。

寒地畑作研究領域 スマート畑作グループ
土屋 史紀

紹介

「北海道における水稲乾田直播栽培技術 まとめサイト」を公開しています

農研機構では、田植えを行わず、小麦・大豆等との輪作にも適したNARO方式水稲乾田直播栽培（乾いた圃場に均平・鎮圧作業を行い播種機で播種した後、水張りをして栽培する方式）の普及を進めています。栽培にかかる時間やコストが削減できることから、北海道では水稲乾田直播栽培の面積が、2020年に1,500ヘクタールを超えています。

公開中の水稲乾田直播栽培技術まとめサイトでは、栽培の基本的な技術情報に加え、大規模法人などにおける取り組み事例、雪解けが遅い北海道で逼迫する春作業を分散する前年秋整地等の新技术を掲載しています。

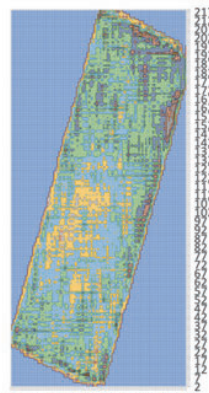
水稲乾田直播栽培では均平作業をおこなう前に、圃場内の高低差マップを作成しておくことで作業が短時間で済みます。農家が保有するGNSS受信機で得られた高低差データから高低差マップを作成する機能を持つ「均平作業用高低差マップ.xlsx」の配布申し込み

窓口も掲載しています。▶「北海道における水稲乾田直播栽培技術まとめサイト」

<https://www.naro.go.jp/laboratory/harc/contents/kanchoku>

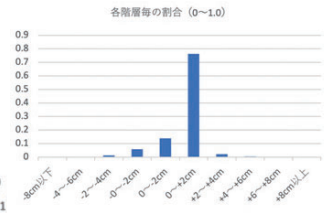


▲パワーハロー（左）とケンブリッジローラ（右）による整地



■-0.1-0.08 ■-0.08-0.06 ■-0.06-0.04 ■-0.04-0.02 ■-0.02-0
■0-0.02 ■0.02-0.04 ■0.04-0.06 ■0.06-0.08 ■0.08-0.1

◀「均平作業用高低差マップ.xlsx」により出力されるマップとグラフの例



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
薬用植物の地下部の切断装置及びトラクタ	村上則幸	特許第 6880524 号	令和3年5月10日

表彰・受賞

受賞

氏名	所属	名称	受賞年月日	受賞課題
野田 高弘	寒地畑作研究領域	日本応用糖質科学会 学会賞	令和3年9月2日	地域糖質資源の高度利用に関する 基盤的研究 -北海道産馬鈴薯澱粉の特性とその利用-

北農研

NO.070 2021.10

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）
<https://www.naro.go.jp/laboratory/harc/>