

# 北農研ニュース

Hokkaido  
Agricultural  
Research Center

巻頭言

スマート酪農

フードチェーンの

構築に向けて

寒地酪農研究領域長

須藤 賢司

巻頭言

寒地酪農研究領域長 須藤 賢司

研究情報

- ・データ駆動型農業の基盤となるセンシングデータ転送装置の開発
- ・北海道で栽培した紫サツマイモのポリフェノール特性
- ・映像解析AIによる多頭飼養の乳牛の行動モニタリング
- ・粘土質圃場では無代かき水稲栽培によって後作大豆の高収量を維持できる

人 一ひとー

トピックス

特許、表彰など



## スマート酪農 フードチェーンの 構築に向けて

寒地酪農研究領域長  
須藤 賢司（すどう けんじ）

### 多様な北海道酪農の維持発展

北海道は全国の半分以上の生乳を生産する日本の一大酪農地帯です。一方、東京や大阪などの大消費地から遠いため、生乳の7割以上は飲用よりも販売単価の低いチーズ・バター・粉乳などへの加工用原料として出荷されています。このため、安定生産を基本としつつ製品を高付加価値化し、酪農経営の収益性向上に結びつけていくことが重要です。また、少子高齢化が進む中、農業の担い手確保が問題となっていますが、特に酪農では過重労働の解消や世代交代に伴う確実な技術の継承が課題で、作業の省力化と暗黙知の伝達技術の開発を喫緊に実施する必要があります。さらに、昨今では国際情勢の悪化に伴う輸入飼料・資材の価格高騰と供給の不安定化が経営に深刻な影響を及ぼしつつあり、酪農経営を取り巻く社会経済条件は以前にも増して厳しくなっています。

以上の状況を背景に、農研機構北海道農業研究センター寒地酪農研究領域では農研機構の第5期中長期計画に基づき、飼料生産→飼養管理→乳生産→乳製品製造の流れをフードチェーンとして一体的に捉え、研究と技術開発を進めています。具体的には、①空撮などによる飼料作物とその圃場の画像データを活用した省力的飼料生産技術、ならびに乳牛のデータを活用したスマート飼養管理システムを確立し、高収益で省力的かつ環境負荷の少ない大規模酪農経営の実現、②生乳の特徴を客観的に評価可能な技術を開発し、国産飼料利用をアピールできる乳製品開発・販売に繋げることの二点をミッションとしています。また、開発した技術・システムについては農業団体、普及組織、関係企業の皆様と連携・協力して社会実装を進め、酪農経営と乳業の収益性向上を図ることにより、地域創生に貢献することを目指しています。

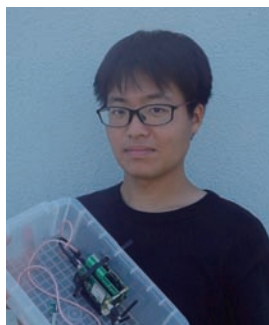
北海道は広大であり、作物生育時期の気温、冬季の降雪量や土壌凍結の状況は地域ごとに異なります。このた

め、開発技術の現地導入には、気候や地形等の経営立地条件、頭数規模や飼養方式、生産者・実需者の経営方針などに応じた技術の適合性を高めるための改良・調整が不可欠であり、地域の農業団体、道総研（公設試）、農業改良普及センター、大学、農業関連企業をはじめとする関係機関との連携・協働が必要です。

そこで、農研機構では2022年3月に「北海道十勝発スマートフードチェーン」プロジェクトを発足させ、その一環として「乳業と酪農の振興に向けたスマートフードチェーンの構築」の取り組みを開始しました。本取り組みでは、北海道農業研究センターをはじめ、全国にある農研機構の各研究所が開発した技術について、実用化技術は農業現場や企業への導入働きかけ、素材技術は企業等との共同研究実施による商品化、新たな技術・商品開発に繋がるシーズの提供などを進めてまいります。例として、①濃厚飼料を含む国産飼料の増産に繋がる飼料作物の品種開発とその効果的な利用技術、②圃場や家畜画像のAI解析による栽培・飼養管理の省力化技術、③放牧や国産飼料等北海道の飼料基盤を活かした特徴ある乳製品開発などがあります。なお、プロジェクトの名称に「十勝発」とありますが、これは道内有数の酪農地帯である十勝地域を端緒に、道内各地に開発技術を展開していくことを意図しています。

規模や飼養方式が多様な北海道の酪農経営に資するスマート酪農フードチェーンの構築が、酪農・乳業のさらなる発展に繋がり、住み心地の良い地域社会の維持・拡大に貢献できればと考えております。引き続き、関係の皆様には一層の連携・ご協力を賜れば幸いです。





## データ駆動型農業の基盤となる センシングデータ転送装置の開発

寒地畑作研究領域 スマート畑作グループ  
吉田 光希 (よしだ みつき)

### データ駆動型農業と位置情報の利用

近年、北海道の農業現場においては、位置情報が重要な役割を果たしています。技術の向上により、誤差わずか数cm程度の高精度な位置情報を安価に取得できるようになり、トラクタの直進アシストや圃場で均一に薬剤を散布する作業などに利用されています。また、位置情報は作業機においてセンサ出力と紐づけることにより、センシングの結果をセンシングマップとして示すことができます。例えば、稲や麦の収穫機では、圃場のエリアごとに収量や品質が示せるセンサ付収穫機が販売されています。作業機で取得したセンシングデータは、ドローンや人工衛星に並び、データ駆動型農業でのさらなる利用が期待されています。

### センシングデータ転送装置の開発

これまで、地温や土壌水分を位置情報と紐づけたセンシングデータの取得は可能でしたが、位置情報と任意のセンサ項目を紐づける際にはSDカード等の記録メディアを介してデータを移動する必要があり、オンタイムで利用することができませんでした。

そこで、北海道農業研究センターでは、センシングデータをサーバーへアップロードする転送装置を開発しました(右上写真)。転送装置は作業機の電源と連動して稼働し、衛星から取得した位置情報とセンサ出力を記録したファイルをサーバーへ転送します。また、転送装置は小型で安価であることから、様々な作業機に取り付けることに適しています。



▲センシングデータ転送装置

### 転送装置の社会実装に向けて

このセンシングデータ転送装置を使ってクラウド等のシステムにデータを転送することで、生産者の方もオンタイムにデータを利用することができます。さらに、この装置を作業機やロボットに取り付けることで、これまではセンサの個数の問題から定点で限られた箇所でのみ取得できなかったセンシングデータも、圃場全体で取得できるようになります。現在は十勝農業協同組合連合会が運用しているTAFシステム<sup>(注)</sup>と連携して実証試験を行っており、2台のポテトハーベスターで取得した地温のオンタイムでの転送と閲覧を確認しました(下図)。転送装置の社会実装に向けて、今後はセンシング対象の拡充を進めてまいります。

(注) TAFシステム：正式名称は「十勝地域組合員総合支援システム」。営農に必要な情報をインターネット上で登録・閲覧ができる支援システム。



▲実証試験で得られたセンシングデータを描画した地温のマップ



## 北海道で栽培した 紫サツマイモのポリフェノール特性

寒地畑作研究領域 畑作物育種グループ  
石黒 浩二 (いしぐろ こうじ)

### 北海道におけるサツマイモ栽培

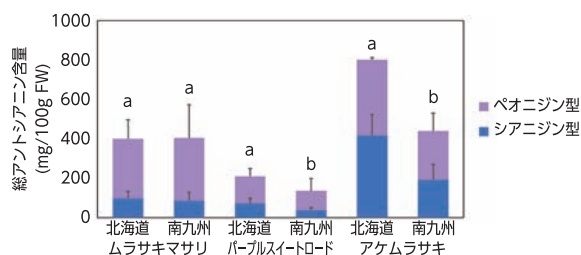
サツマイモは熱帯・亜熱帯原産の作物であり、日本では九州や関東などの温暖な地域で商業栽培が行われています。しかし、近年の温暖化や需要の高まり等から、北海道のような冷涼な地域へもサツマイモ栽培が広がっています。

塊根(いも)に紫色のアントシアニンを含むサツマイモ(以下、紫サツマイモ)は、加工食品や食用色素などの原料として広く利用されています。紫サツマイモには、アントシアニンの他にクロロゲン酸などのカフェ酸誘導体も多く含まれており、これらのポリフェノール成分には多くの生理活性(肝機能改善効果、血圧上昇抑制効果等)が報告されています。

北海道で栽培した紫サツマイモのポリフェノール成分は、温暖地で栽培した場合と異なる特性を有することが分かりました。

### アントシアニンとカフェ酸誘導体の特性

北海道で栽培した紫サツマイモは、南九州で栽培したものと比べてアントシアニン含量が高い傾向を示しました。紫サツマイモには、主にペオニジン型とシアニジン型のアントシアニンが含まれますが、特にシアニジン型アントシアニンを多く含む品種でこの傾向が強く、「アケムラサキ」は1.8倍、「パープルスイートロード」は1.6倍の含量となりました。一方、ペオニジン型アントシアニンを多く含む「ムラサキマサリ」は、南九州産と差がありませんでした。また、北海道産紫サツ



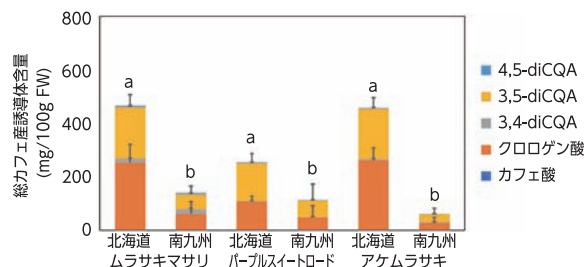
▲北海道と南九州で栽培した紫サツマイモの総アントシアニン含量の比較  
異なるアルファベットは同一品種の地域間で有意差あり (P<0.01)

マイモは、シアニジン型アントシアニンの割合が高くなる傾向を示しました。



◀紫サツマイモの地域による肉色の差異  
(右が北海道産)

カフェ酸誘導体の含量は、北海道産が南九州産より「ムラサキマサリ」で3.3倍、「パープルスイートロード」で2.2倍、「アケムラサキ」で7.5倍高くなりました。



▲北海道と南九州で栽培した紫サツマイモの総カフェ酸誘導体含量の比較  
異なるアルファベットは同一品種の地域間で有意差あり (P<0.01)

### ポリフェノール成分と気象条件との関連

アントシアニンとカフェ酸誘導体の含量は、各地域において年次間でも差が見られ、両成分とも低温年ほど高含量になりました。以上のことから、これらのポリフェノール含量は、気温によって大きな影響を受け、低温地域および低温年ほど高くなることが示唆されました。

### 冷涼地適応性品種と今後の期待

北海道で栽培した紫サツマイモは、色素原料用あるいは機能性食品用として、優れた特性を示しました。近年農研機構では、冷涼地適応性のある「あかねみのり」や「ゆきこまち」を開発しました。現在、冷涼地適応性のある紫サツマイモ品種も開発中です。これらの冷涼地向け品種により、北海道でサツマイモが広く栽培されることを期待しています。





## 映像解析AIによる 多頭飼養の乳牛の行動モニタリング

寒地酪農研究領域 乳牛飼養グループ  
多田 慎吾 (ただ しんご)

### きめ細やかな乳牛の管理のために

酪農生産現場においては、労働力不足と牛群の大規模化に伴い、管理者による乳牛の行動モニタリングがより一層困難な状況となっています。このため、異常発見の遅れや症状の重篤化、その対処に伴う労力の増加を招くケースも増えています。北農研では、この課題を解決するために、多頭飼養の乳牛を対象として省力的に行動モニタリングができる映像解析AI(人工知能)の開発に取り組んでいます。幅広く酪農家の皆さまに使っていただけるように、簡単に牛舎に設置できる一般的な監視カメラを使う点が特徴です。

### 牛が密集していても検出・識別

まず、乳牛の行動をモニタリングするために「乳牛個体識別・追跡プログラム」を考案しました。映像中の牛の体範囲を検出AIが認識し、その範囲の斑紋特徴を元に識別AIがどの個体か判断して、それぞれの位置を記録しつつ追跡する仕組みです。各個体がどれだけ動いたかの情報が得られます。しかし、映像上で牛同士が重なっている、もしくは遮蔽物に隠れている場面では、個体検出に失敗してしまう問題がありました。そこで、物体の境界範囲まで検出可能な「インスタンスセグメンテーション」というAI技術を用いました。これにより牛が密集していても個体ごとに高精度に検出できます。さらに、これを利用すれば検出時に斑紋特徴以外の背景を取り除けるので、より精度よく個体識別できるようになりました。



▲インスタンスセグメンテーションによる各個体の検出



▲映像解析AIによる乳牛個体識別・追跡

### どんな行動をしているか判別

乳牛が健全な状態かを判断する上で、ちゃんと休んでいるか、反芻しているか、食べているかといった、どのような行動をしているか(行動の種類)の情報が重要です。映像からこれらを判別するために、画像から牛の姿勢を表すキーポイント位置を検出するAIを開発しました。行動の種類によって各キーポイント間の距離や動きも異なるので、これらを判別することができます。



▲乳牛のキーポイント検出と行動の判別  
("Standing\_R"は"立位反芻")

以上のように、牛舎の映像をAIで解析するだけで、省力的に乳牛の行動データを取得することができます。今後は、映像解析AIの精度向上とともに、取得した行動データを活用した早期異常検知技術の開発にも取り組み、牛にも人にも優しい酪農を実現したいと考えています。



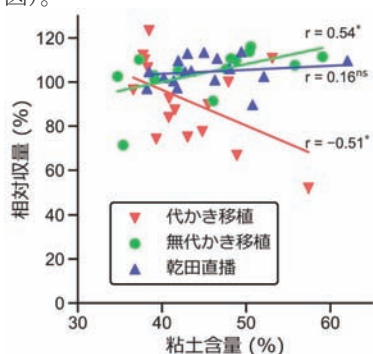
## 粘土質圃場では 無代かき水稻栽培によって 後作大豆の高収量を維持できる

寒地野菜水田作研究領域 野菜水田複合経営グループ  
鮫島 啓彰 (さめじま ひろあき)

### 前作水稻の大豆収量への影響

空知地域では、大豆や小麦の連作障害の回避のため、それらと水稻栽培を組み合わせた「空知型輪作体系」が広く実施されています。2017年～19年にかけて、空知型輪作体系を実施する岩見沢市の計47の生産者圃場で大豆を栽培しました。圃場の選択基準は、前年水稻の耕起作付け体系(代かき移植、無代かき移植または乾田直播)のみとし、大豆の栽培管理は各生産者にお任せしました。

その結果、粘土含量が低いと(40%以下)、後作大豆の収量に明確な処理間差は確認できませんでした。しかし、代かき移植処理では、粘土含量が増加するほど後作大豆の収量が低下するのに対して、無代かき移植や乾田直播処理(すなわち無代かき水稻栽培)では、粘土含量が増加しても大豆収量は維持されました(下図)。



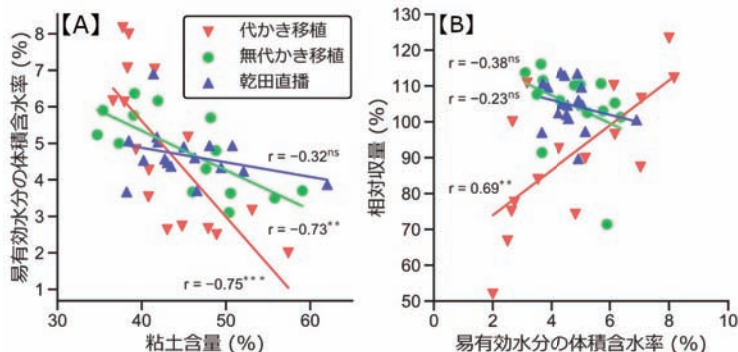
▲前年水稻の耕起作付け体系が異なる場合の粘土含量と相対収量(各年の平均収量を100)の関係  
1) rは相関係数,\*は5%水準で有意,nsは有意ではない  
2) 代かき移植(16圃場)、無代かき移植(14圃場)、乾田直播(17圃場)

### 代かきによる保水性の低下

全47圃場の結果では、前年水稻の耕起作付け体系によって有意に変化する土壤物理性の指標は見つかりませんでした。しかし、粘土含量が高い(40%以上)34圃場に注目すると、無代かき水稻の後作では、代かき移

植水稻の後作に比べて、易有効水分<sup>(注)</sup>の体積含水率(土壤の保水性)が有意に高くなりました。代かき移植処理では、粘土含量が増加するにつれ土壤の保水性が急激に低下し(下図A)、土壤の保水性と大豆収量が有意な正の相関を示しました(下図B)。無代かき移植や乾田直播処理では、粘土割合の低下に伴う土壤の保水性の低下が緩やかなため(下図A)、土壤の保水性と大豆収量に有意な相関は見られませんでした(下図B)。

(注)易有効水分:植物が容易に吸収できる土壤水。本研究ではpF1.5～3.0の強さで保持されている土壤水として測定した。



▲前年水稻の耕起作付け体系が異なる場合の粘土含量と易有効水分の体積含水率の関係【A】および易有効水分の体積含水率と相対収量(各年の平均収量を100)の関係【B】

1) rは相関係数,\*\*は1%水準で有意,nsは有意ではない  
2) 代かき移植(16圃場)、無代かき移植(14圃場)、乾田直播(17圃場)

### 無代かき導入の新たな利点

以上をまとめると、代かき移植水稻の後作では粘土含量の増加とともに土壤の保水性が低下するため、大豆の収量低下リスクが高まるといえます。すなわち、粘土含量が高い圃場に無代かき水稻栽培を導入することで後作大豆の高収量を維持することが可能になります。無代かきの導入の利点として、水稻のタンパク質含有率は高まるものの収量性が向上すること、重労働のゴミ上げ作業や経験を要する代かき作業が不要になることなどが報告されています。本研究の結果は、粘土含量が高い圃場での「水稻—大豆」田畑輪換体系において大豆減収を避けられること(すなわち大豆増収が達成できること)を、無代かき導入の新たな利点としてはっきりと示しています。



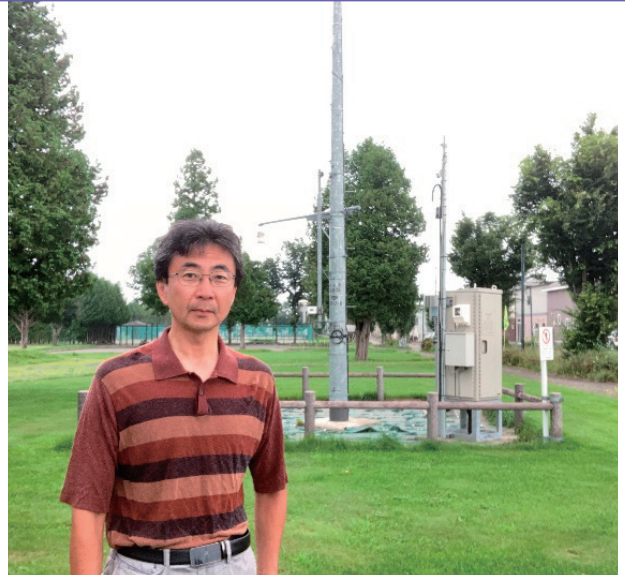
Human

## 農業気候変動研究

— 仮想と現実のギャップを埋める —

寒地畑作研究領域 スマート畑作グループ

石郷岡 康史 (いしごうおか やすし)



### 広域農業生産力を評価する

私は、世紀末の1999年に農林水産省へ入省し、初めは農業環境技術研究所(現:農研機構 農業環境研究部門)の気象管理科気候資源研究室へ配属になりました。折しも地球温暖化問題が着目され始めた時期であり、また学生・院生時代にリモートセンシングやメッシュ気象値を扱った経験から空間データにある程度慣れていたこともあり、気候変動による農業気候資源、水資源への影響に関するテーマに取り組むことになりました。当初は対象が世界、ユーラシア大陸、東・東南アジアでした。2010年頃からは対象が国内となり、日本の水稻の気候変動影響と適応策に取り組むことになりました。これまでは特定のフィールドでの試験を行わず数値シミュレーションのみであったため、発表の際には“机上の空論”、“砂上の楼閣”等々の厳しいご意見をいただくこともありました。北農研へ赴任してからは、今度は対象が北海道です。対象が特定地域に限定されることで、計算のための条件設定(圃場の位置、作物の種類など)も具体的にする必要が出てきます。栽培試験を行わない分、日頃より現場を頻繁に訪れるように努め、数値実験の際にも生産現場をイメージできるようにありたいと考えています。

### 入力気象データの妥当性を確かめる

メッシュ気象値は大変便利で使い勝手が良いデータではありますが、あくまでも推定値であり、元になるアメダス観測値の広域代表性に大きく依存します。広域代表性に優れた気温観測とは実は大変難しく、近接した場所でも観測点の周辺環境が違えば簡単に1℃くらいの差

が出てしまいます。地球温暖化が100年あたり0.7℃程度の上昇であることを考えれば、観測環境の影響がいかに重大であるかが分かります。それを知る最善の方法は、やはり実際に現地へ行ってみることで、時として様々な気付きや発見が得られます。例えば、近くの芽室アメダスでは、融雪期に近くの樹木からの放射熱の影響で、観測露場とその周辺のみ雪が解けている様子が見られました。一方、同じ十勝管内の池田アメダスでは、公式には廃止されたはずの古い機器による目視観測が長期間継続されていたことを知り、長期の気候変動研究の貴重な基盤データとなり得る可能性も出てきました。このアメダス“巡礼”は、十勝と近接する釧路、日高管内は既に一巡しましたが、その先のエリアは北海道の広さと昨今のガソリン代高騰で思うように進まない悩ましさを感じている今日この頃です。

### 朗らかで頼れるグループ長

折しも、最も厳しいコロナ規制が敷かれていた2020年の春に赴任して来られた石郷岡さん。出勤人数も制限され、拠点のメンバーの把握もままならない中でも、常に研究グループのメンバーのことを気にかけてくださいました。何でも相談できる、頼れるグループ長です。

観測環境の影響やデータの連続性といった観点において、研究者としても多くのことを学ばせていただいています。

寒地畑作研究領域 スマート畑作グループ

金谷 真希

## 特許など

### 著作権（プログラムの著作物及びデータベースの著作物）

名称	作成者（北農研）	登録番号	登録年月日
生産履歴集計プログラム	朱里勇治	機構-K32	令和4年6月15日
機械学習モデルによる被度情報のマッピングプログラム	藤原峻、秋山征夫	機構-K33	令和4年6月29日
圃場空撮画像から得られるオルソモザイク およびDEMの解析プログラム	藤原峻、秋山征夫	機構-K34	令和4年6月29日
育種家評点推定AIモデル作成プログラム	藤原峻、秋山征夫	機構-K35	令和4年6月29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
稲	さんさんまる （北海330号）	梶亮太、梅本貴之、清水博之、池ヶ谷智仁 保田浩、芦田かなえ、松葉修一、横上晴郁、黒木慎	第29257号	令和4年6月9日
トウモロコシ	ハヤミノルド	佐藤尚、黄川田智洋	第29298号	令和4年7月11日
トウモロコシ	Ho120	佐藤尚、黄川田智洋、伊東栄作 濃沼圭一、榎宏征、三木一嘉	第29299号	令和4年7月11日
トウモロコシ	Ho131	佐藤尚、黄川田智洋 伊東栄作、濃沼圭一	第29300号	令和4年7月11日

## 表彰・受賞

### 受賞

氏名	所属	名称	受賞年月日	受賞課題
伊藤淳士	寒地畑作研究領域	農業情報学会 学術普及賞	令和4年5月21日	農産物生産工程管理システム「apras」 及び使いやすい画像閲覧ツールの開発

## 受入研究員

### 技術講習生

受入先	派遣元機関	期間	受入人数
研究推進部	十勝農業協同組合連合会	令和4年5月12日	1
寒地酪農研究領域	栃木県畜産酪農研究センター	令和4年6月20日 ~ 令和4年7月15日	1
寒地酪農研究領域	北海道大学	令和4年6月20日 ~ 令和4年6月28日	1
寒地酪農研究領域	苫小牧工業高等専門学校	令和4年8月22日 ~ 令和4年9月2日	1
寒地畑作研究領域	帯広畜産大学	令和4年8月22日 ~ 令和4年9月2日	1

北農研 NO.073 2022.10  
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/>