

北農研ニュース

作業支援組織を活用したテンサイの
省力的な生産体系の構築
(経営体強化プロジェクト)

巻頭言
碎啄同時

特集企画
経営体強化プロジェクト(畑作)

研究情報
赤い色素をつくるイースト菌

北海道畑作経営へのイアコーン生産の
経済的導入条件

有材補助暗渠機を用いた排水改善による
一酸化二窒素排出削減効果

トピックス

職場体験学習開催報告

出前授業開催報告

稲作体験学習(稲刈り)開催報告

▲テンサイの大型収穫機

啐啄同時

農研機構 北海道農業研究センター 企画部長 **眞岡 哲夫**
Tetsuo MAOKA



北農研ニュースをご覧いただきありがとうございます。さて皆様は、「啐啄同時（そったくどうじ）」という言葉をご存知でしょうか？古くは宋時代の書物にも書かれていたそうですが、私は若い頃習っていた茶の湯の師匠からこの言葉を教わりました。「啐（そつ）」は鶏のヒナがかえるときに、卵の中からくちばしで殻をコツコツと叩く音、「啄（たく）」はその音に応じて親鳥が外から卵の殻をついばんで破る音をあらわしています。ヒナの生まれ出ようとするまさにその瞬間をとらえ、親鳥が殻を割ってあげないと、早くても遅くても新しい命はこの世に誕生してこない、転じて、物事にはタイミングが大事で、一瞬の転機を逃さず対応しなさいと教えられました。いつも機を逃してばかりいた不肖の弟子には耳の痛い教えでしたが、時を経るにしたがって、いつしか座右の銘として折々思い出す言葉になっています。

話を私共が行っている農業研究の世界に戻しますと、ここ数年は農業を取り巻く状況がめまぐるしく変化しているように感じます。北海道でも、地球温暖化による気候変動で以前はめったに来ることのなかった台風が毎年何回もやって来るようになりましたし、これまで栽培困難とされていた欧州系ブドウやサツマイモの栽培が急速に広がってきています。またAI（人工知能）を活用した農作業の省力化・自動化やドローンによるセンシン

グなどの技術が「スマート農業加速化実証プロジェクト」として農家に導入され、私達はこれらの先端技術を用いた農業の姿というものを、実際にこの目で確かめることができるようになりました。

このような新しい農業の誕生に、私たち農業研究者も応じなければなりません。そこで農研機構は昨年から大規模な機構改革に着手し、AI研究に対応した「農業情報研究センター」の設立や、生産から消費までをICTのチェーンでつなぐ「スマートフードチェーンプロジェクト」の立ち上げに取り組んできました。ここ北農研においても、本年11月から企画部を地域戦略部に改組し、各種連携コーディネーターや地域ハブ機能の強化を担う事業化推進室と企画戦略を担う研究推進室を設置します。大学、地方公共団体と連携し、公的資金による共同研究を拡大する「産学連携コーディネーター」、農業界との連携を担う「農業技術コミュニケーター」、スマート農業の社会実装を加速化する「スマート農業コーディネーター」や産業界との連携を担う「ビジネスコーディネーター」といった肩書の所員が皆様のもとへ訪問する機会も増えてくることと思います。これらの活動を通じて、古い殻を破り、新しい農業が生まれる瞬間を、ともに体験できればと願っています。

作業支援組織を活用したテンサイの省力的な生産体系の構築（経営体強化プロジェクト（畑作））

大規模畑作研究領域 大規模畑輪作グループ 辻 博之
Hiroyuki TSUJI



北海道スマート農業コンソーシアムは、道内外の研究機関、実需、機械メーカー、農協、生産者等18機関が参画し、2017年度から「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち経営体強化プロジェクト）の「寒地畑作を担う多様な経営体を支援する省力技術およびICTを活用した精密農業の実証」に取り組んできました。このうち、本稿では津別町で取り組んでいるテンサイの省力的な生産体系と直播栽培の安定化について紹介します。

本プロジェクトで導入しようとするテンサイの支援技術体系は、海外製ビートハーベスタ（図1）を導入するとともに、テンサイの定植作業を生産支援組織（組織）が担うことで4月下旬の作業競合を軽減しようとするものです。生産者は移植と収穫を組織に委託する移植栽培体系（料金は10aあたり約1万円高い代わりに、収量は直播より多収）と、生産者が自ら播種を行う直播栽培体系（収穫のみを組織に委託するため、全体に低コスト）を選択することができます。どちらの体系も狭畦栽培（図2 条間50cm）とすることで、慣行栽培（条間60cmから66cm）に比べて多収化をはかることができます。

これまでの実証試験で、①大型収穫機は1日当たり平均6haの収穫が可能であるが、圃場の大きさや収穫物の排出方法、圃場内の障害物の有無などにより作業能率は大きく変動すること、②狭畦栽培用に開発した移植機（条間50cm、6畦植え）は、1日に約3haの移植が可能であること、③テンサイの単位面積当たり収量は狭畦栽培で1割以上高いこと、等がわかってきました。

大型収穫機を運用するには、少なくとも120haの収穫を受託する必要があります。実証組織では移植機（1年間に20日から25日程度稼働する）を、1台導入予定であり、約半分を移植栽培、残り半分を直播栽培とする方針です。

本技術を導入することにより、テンサイの作業が省力化されるほか、春の作業競合が緩和され、生産者はバレイショの作付面積を増やすことや、タマネギの作付面積を維持することができるようになり、適正な輪作を維持することが可能になります。また、10月中旬から11月上旬のこれまでにテンサイ収穫に充てていた時間を使って、適正な土壌条件での耕起や土壌改良マップに対応した排水改良を行うことで、圃場の生産力の向上やスマート農業の実施が可能になります。海外製のビートハーベスタは実証地域以外でも導入が始まりました。プロジェクトの研究成果である組織の設立や収穫機の能率を高めるための注意点をとりまとめ、円滑な新技術の導入・普及を目指しています。



図1 本プロジェクトで導入した海外製ビートハーベスタ（大型収穫機、移植栽培に対応した改造ヘッドを装着している）



図2 本プロジェクトで開発したテンサイ移植機（サークル機工が開発、狭畦・6畦に対応、苗取りをロボットが行う全自動タイプ）

赤い色素をつくるイースト菌



畑作物開発利用研究領域 農産物評価利用グループ **高桑 直也**
Naoya TAKAKUWA

色素の成分であるカロテノイドは、抗酸化作用を示すことから、健康食品や化粧品に広く利用されています。とくに植物から抽出した黄色カロテノイドの「ルテイン」や、藻から抽出した赤色カロテノイドの「アスタキサンチン」は、国内での需要量が着実に伸びています。しかし、原料の大部分は輸入に依存しており、低コストで自給するには代替品の活用法や効率的な生産法の開発が求められています。

微生物、とくに一部のイースト菌（酵母）は、赤色カロテノイドの「トルラロジン」などを合成し、細胞内に蓄積します。このような酵母を用いたカロテノイドの発酵生産に関する研究も古くから行われてきましたが、生産能力に優れた菌株はなかなか見つかりませんでした。

そこで筆者らは、酵母でのカロテノイドの効率的な生産法の開発を目指す目的で、花や果実から酵母を多数分離して、それらのカロテノイドの生

産能力を入念に調べました。その結果、トルラロジンを高濃度に含有するTYC-2214や、同じ赤色カロテノイドの「リコペン」なども高濃度に含有するTYC-2190を見出すことができました（図1および図2）。現在、大量生産に向けた培養条件や抽出プロセスを鋭意検討中です。

ちなみに、今回発見した酵母はパンやお酒をつくる能力はありません。製パンや醸造で使用されるのはサッカロマイセス・セレビシエという菌種で、これ以外は野生酵母や雑酵母など一括りに呼ばれています。野生酵母は、パン酵母に比べて研究事例も少なく、陽の目を見るのが少ないですが、今回紹介したような特別な能力を秘めた菌株がまだまだ存在している可能性があります。筆者は、野生酵母を2,000株以上収集・保存しており、今後も有用な酵母たちを探し続けたいと思っています。

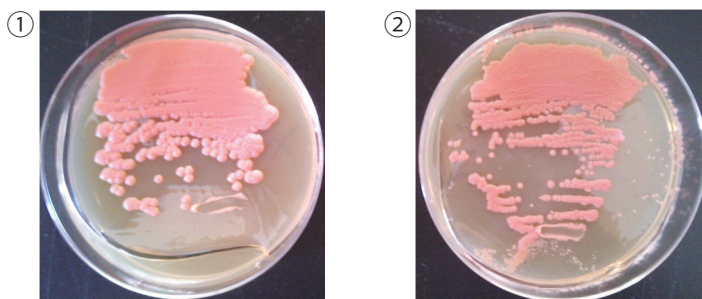


図1 ①トルラロジン高含有株ロドスポリジウム・バブジェバエTYC-2214および ②総カロテノイド高含有株スポリジオボラス・パラロゼウスTYC-2190

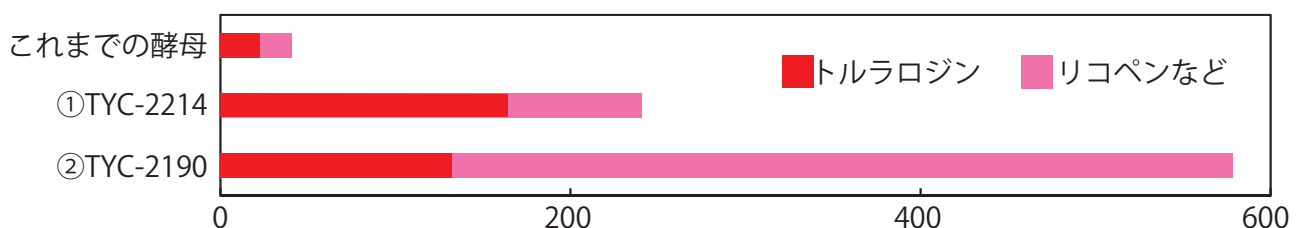


図2 カロテノイド含量 (μg/g乾燥菌体)

北海道畑作経営へのイアコーン生産の 経済的導入条件



水田作研究領域 経営評価グループ 久保田 哲史
Tetsufumi KUBOTA

わが国の純国内産飼料自給率は長期にわたって26～28%の水準で横ばい傾向を続けています。その内容を牧草などの粗飼料とトウモロコシ子実などの濃厚飼料に分けて見ると、粗飼料は77～78%、濃厚飼料は11～14%となっており、乳牛や肉牛向けの粗飼料の自給率は高い水準を示す一方で、豚や鶏から牛までを対象とする濃厚飼料の自給率は圧倒的に低くなっています。このような状況の改善を目指して、農研機構では2009年頃から北海道を中心にトウモロコシの雌穂（しすい）部分を原料とした家畜向け濃厚飼料であるイアコーンサイレージ（以下、ECSと略）の現地試験に取り組んでいます。

ECSとは飼料用トウモロコシの雌穂の部分である子実と芯および外皮のみを細かく細断しながら収穫し、細断型ロールベラという専用機械を用いて円筒形に梱包し、ラッピングマシンを用いて特殊フィルムでラッピングした後、数ヶ月間発酵させてロールベールサイレージにしたものです。これまで試験的にECSを乳牛に食べさせてみた複数の酪農経営からは特に乳牛の嗜好性が高い、つまり乳牛がよく食べるという点で高い評価を得ています。ただ、酪農経営では粗飼料の必要量確保が優先されるため、土地面積の少ない経営ではECSを栽培する余裕がないという問題がありました。

一方、畑作経営では若い労働力のいる経営を中心に年々規模拡大が進んでいる反面、畑作を中止する農家も増えており、残された畑作経営がより一層の規模拡大を進めるためには、あまり人手のかからない省力的な作物を経営に導入していくことが求められています。

このような農村の状況に対して農研機構では、畑作経営がECSを生産し酪農経営が利用する耕畜連携という仕組みをECSの普及方法の一つと想定して現地試験の中で検討を進めています。本稿ではECSの現地栽培試験を実施している畑作経営への調査等から、第1にECSの生産費を明らかにしました。第2に現地試験を実施している畑作経営を基にした営農モデルを作り、モデルの中の前提を変更しながら、畑作経営でECSの栽培が成立するための条件を検討しました。

表1はECSを北海道の畑作経営において現地試験規模である27ha生産したときの生産費を示しています。現地試験の結果、ECSの生産費は現物1kg当たり22.5円、乾物1kg当たり38.0円、TDN1kg当たり47.7円となりました。

続いて、営農モデルを作成しました。モデルは、小麦、てんさい、大豆、小豆、スイートコーンを栽培する経営面積62.5haの畑作経営であり、各作物の10a当たり利益（粗

収益から流動費を差し引いた金額）は小麦16.8千円、てんさい30.0千円、大豆22.0千円、小豆30.0千円、スイートコーン15.0千円としました。その他、モデルでは、小麦作付面積10ha以上、てんさいと大豆は4年輪作、小豆は6年輪作、スイートコーン作付面積11.9ha、4作物以上作付け、ECS収穫は農家に代わって農作業を請け負うコントラクターという組織への委託等の条件を設定しています。このモデルを用いて、ECS栽培から得られる利益の大きさが変わることによってECSが他の作物に替わってどれだけ栽培されるようになるかという試算を行いました。その結果を表2に示しています。

ECS栽培から得られる利益が10a当たり16.8千円になると小麦の一部に替わってECSが9.5ha導入されます。また、利益が19.0千円に増加すると小麦、てんさい、大豆の一部に替わって11.8ha導入されます。利益が24.0千円に増加するとてんさい面積が減少し、大豆の栽培がなくなり、16.2ha導入されます。さらに、利益が30.0千円に増加すると、てんさい面積が減少し、小豆面積も減少して、24.6ha導入されます。ECSが24.6ha導入されたときの償却費差引前の所得はECSが導入される前の1,387万円から1,565万円に12.8%増加します。

このように、ECSは大規模な畑作経営にとって有力な栽培作物になり得ます。今後は濃厚飼料として利用する酪農経営側のECSの導入条件も含めた分析を進めていきます。

表1 北海道畑作経営におけるイアコーン生産費

費目	単位	金額	備考
種苗費	円/10a	4,150	
肥料費	円/10a	8,190	
農薬費	円/10a	3,025	
燃料費	円/10a	2,091	イアコーン実証 TMRセンター参考
収穫委託費	円/10a	6,800	
機械償却費	円/10a	6,218	
修繕費	円/10a	1,741	
借地料	円/10a	6,000	
家族労働費	円/10a	936	時給1,671円 利益係数の計算で は費用に含まない
合計	円/10a	39,150	10a当たり
収穫量	kg/10a	1,737	10a当たり現物
現物	円/kg	22.5	
乾物	円/kg	38.0	乾物率59.3%
TDN	円/kg	47.7	乾物TDN率79.6%

出所：現地試験及び調査（2016年）

表2 ECSの利益の変化と作物別作付面積・所得合計

利益係数 (千円/10a)	イアコーン			作物別作付面積 (ha)						所得合計 (万円)
	単収 (kg/10a)	販売価格 (円/現物1kg)		小麦	てんさい	大豆	小豆	スイートコーン	イアコーン	
0.0～16.8未満	1,737	0.0～28.1未満		21.7	15.6	28.4	10.4	11.9	0.0	1,387
16.8～19.0未満	1,737	28.1～29.4未満		12.2	15.6	28.4	10.4	11.9	9.5	1,387～
19.0～24.0未満	1,737	29.4～32.2未満		10.0	15.1	3.3	10.4	11.9	11.8	1,408～
24.0～30.0未満	1,737	32.2～35.7未満		10.0	13.9	0.0	10.4	11.9	16.2	1,467～
30.0～	1,737	35.7～		10.0	11.9	0.0	4.2	11.9	24.6	1,565～

注：所得合計は償却費差引前

有材補助暗渠機を用いた排水改善による一酸化二窒素排出削減効果

生産環境研究領域 土壌管理グループ 西村 誠一
Seiichi NISHIMURA



一酸化二窒素 (N_2O) は、大気中に約0.3ppm (1000万分の3) 含まれている微量ガスです。二酸化炭素やメタンと同じく地球温暖化を引き起こす温室効果ガスの一種であり、単位重量当たりの温室効果が二酸化炭素の約300倍と、高い温室効果を持っています。 N_2O は、農耕地においても土壌微生物の代謝によって土壌内で生成され、大気中に排出されていることから、その排出を削減する技術の開発が求められています。

これまでの研究によって、畑作土壌で土壌水分が高い条件のときに、 N_2O が多く生成・排出されることが知られています。一方、日本の畑作で大きな生産量を占めている北海道十勝地域では、「排水性が低い」と分類される土壌、すなわち、水はけが悪く降雨後等に高い土壌水分状態が続きやすい土壌（排水不良土壌）の農地が30%程度あり、また春の融雪時期にも高い土壌水分状態がしばらく続きます。このような農地では、作物の収量が低下するとともに、 N_2O 排出量が高くなり環境にも悪い影響を及ぼしている可能性があります。排水不良土壌の排水性を改善することにより、作物の収量の増加とともに N_2O 排出を削減する効果が期待されますが、土壌の排水改善処理による N_2O 排出の削減効果の詳細は、今までの研究では明らかになっていませんでした。

本研究では、十勝地域の小麦栽培圃場において、農研機構（農工部門）で開発された有材補助暗渠機「カットソイラー」を用いて排水不良土壌に排水改善処理を行い、 N_2O 排出削減効果および作

物の収量改善効果を検証しました。部分的に排水不良区域がある畑圃場で、2年間（2作）小麦栽培試験を行いました。1作目の小麦収穫後に、排水不良区域にカットソイラーによる排水改善処理（心土破碎・小麦刈株鋤込み）を行い（図1）、引き続き2作目の小麦栽培を行いました。カットソイラー施工前の排水不良区域での年間積算 N_2O 排出量は排水良好区域の2倍以上でしたが、施工後の排水改善区域の排出量は、排水良好区域とほぼ同等のレベルまで低下しました（図2）。またこの圃場では、カットソイラー施工前の排水不良区域の小麦収量は排水良好区域より20%程度低かったのですが、排水改善処理後の排水改善区域の小麦収量は排水良好区域と同等のレベルまで改善されました。

この研究成果は、今まで日本の農地で広く行われてきた暗渠施工を伴う農地の基盤整備が、温室効果ガス排出削減の面でも効果があったことを示すものです。基盤整備による N_2O 排出削減の効果は、土壌の種類や気象条件によって異なることが考えられるため、複数の圃場において現在も試験を続けています。



図1 有材補助暗渠機「カットソイラー」による心土破碎・小麦刈株鋤込み作業（左）、および施工後の土壌断面（右）
土壌断面の中央部（赤丸の部分）に見えるのは、鋤込まれた小麦刈株。

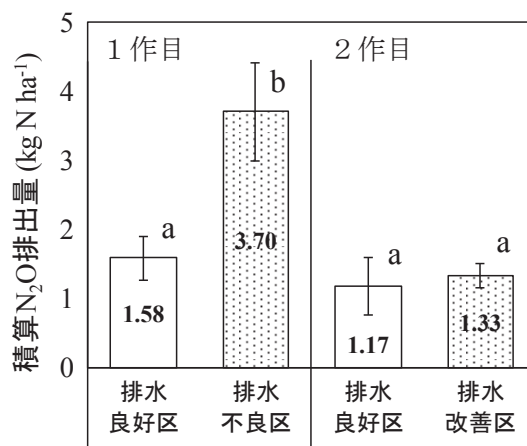


図2 小麦栽培圃場における、1作目（左：排水改善処理前）および2作目（右：排水改善処理後）の積算 N_2O 排出量

試験圃場内3地点の平均値。

（エラーバーは、標準誤差）

異なるアルファベットは、統計的に有意な差があることを示す。

詳細は、日本土壌肥科学雑誌90巻1号 p.47-54 (2019) をご参照下さい。

職場体験学習開催報告

農研機構北海道農業研究センター（北農研）は、2019年8月2日（金）に市立札幌開成中等教育学校が招いたベトナム、タイ、台湾の高校生4名を含む7名の高校生の皆様に、水稲の育種研究に関する職場体験を行っていただきました。

最初に、水稲育種グループが稲について講義を行い、水稲の基本的な生育様式や収量を向上するための育種戦略について学んでいただきました。次に、実際に水田圃場で研究中の様々な稲を観察し、北海道の水稲品種の過去から現在までの変遷や世界の多様な水稲について理解してもらおうとともに、ハイブリット温室棟において、品種開発のための交配作業を体験いただきました。また、冷水かけ流し水田では、北海道の水稲育種で重要な耐冷性の検定法についても学んでいただきました。

午後は、新会議室において北農研の組織と役割や成果の概要についてクイズを交えながら紹介した後、お米の食味試験体験、ご飯のヨウ素反応実験を体験いただきました。食味試験では、粘りのある「おぼろづき」や米粉麺に向く「北瑞穂」など特徴のあるご飯や米粉パン、米粉麺の食味に大変驚いた様子でした。また、ヨウ素反応実験では、反応後の色の違いによりアミロース（お米に

含まれるでん粉の一種）の含有する割合を測定できることを体験いただきました。

参加された生徒さんからは、米の消費量の増大に向けて、「小麦粉とブレンド適性のある米粉向け品種」「健康増進に寄与する米品種」「低価格で安全な米品種」の開発などの意見発表があり、担当研究者からは、「まさに取り組み中の課題であり、是非ともそのような新品種を開発して輸出したい」と回答するなどの場面が随所であり、意欲的に参加された皆様にとって充実の1日体験となりました。

北農研は、将来を担う高校生の皆様に農業研究の一端を体験する場を提供することができました。



稲に関する講義の様子



水田センターでの稲の説明の様子

出前授業開催報告

北農研は、2019年10月12日（木）に公益社団法人札幌消費者協会が主催するセミナーの参加者31名（午前14名・午後17名）を対象に、出前授業を開催しました。本授業では、園芸作物育種グループの研究者が「北海道農業研究センターとカボチャ品種開発について」をテーマとして、おいしいカボチャの見分け方や調理上の注意点など消費者の方の関心の高い話題とともに、「ジェジェJ」「おいとけ栗たん」「ストライプペポ」などの北農研育成のカボチャ品種の特長を分かりやすく説明したほか、一般の方に農業研究を身近なものとして感じていただけるよう、最近人気の高い「シャインマスカット」など農研機構育成品種についても紹介しました。また、試食では北農研が開発したカボチャ新品種と一般流通品種の食べ比べを行い、糖度やホクホク感の違

いを知っていただきました。

参加者は食に関心のある方々で熱心に聴講され、温暖化で北海道のカボチャ栽培は変わるのか、作物から取れた種を植えると全く違う形のカボチャができたのはなぜか、花粉の寿命は？など多くの質問が出されました。説明者と楽しいやりとりをする中で、カボチャについて、また、カボチャの品種開発についての理解を深めていただくことができました。



出前授業の様子

稲作体験学習（稲刈り）開催報告

北農研では、都市部の子供たちに農業と食べ物についての理解を深めてもらうため、地元の羊丘小学校からの要請に応じて、5年生を対象に、稲作に関する体験学習を行っています。

2019年10月10日（木）に北農研水田センターで、今年6月に自分たちの手で植えた稲の刈り取り体験を行いました。

当初予定した日はあいにくの雨。二度の順延の末、この日ようやく天気恵まれました。はじめに、北農研研究者が鎌の扱い方と刈り方のポイントについて説明し、子供たちは鎌を手に持ち慎重に稲刈りを開始しました。刈り取った稲は近くのパートナーへ渡し、品種ごとに積み重ねました。サポートで付いていたベテラン業務科職

員がスピーディな手刈りのデモンストレーションを見せると、周りの子供たちからは驚きの視線が送られました。

さらに、全員が刈り取りを終えてからは別の水田へ移動し、自脱型コンバインによる稲刈りの様子を見学しました。つい先ほど90人で数十分かけて刈り取った場所より広い水田を、たった1台の機械でわずか数分の間に刈り取り、しかも脱穀と藁の排出まで同時に行うコンバインの働きに「速い」「面白い」などの歓声が上がりました。



稲刈り体験の様子

■表紙

北農研では、生産現場から求められているニーズに対し、速やかな現場への実装を目指すためのさまざまな実証プロジェクト研究を行っています。

畑作分野では、海外製の大型収穫機を使用したテンサイの省力栽培技術体系を構築し、畑作地域への新技術の導入、普及に取り組んでいます。

(詳細は、P2特集企画をご覧ください)。



北農研生き物百景ーヤマゲラ

Hokkaido
Agricultural
Research
Center, NARO

北農研ニュース

令和元年10月31日発行 No.65

■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

北海道農業研究センター 企画部 産学連携室

〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地

TEL 011-857-9260(広報チーム) FAX 011-859-2178

<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/harc/>

Copyright © HARC All Rights Reserved.