

令和5年度（2023年度）
海外技術調査報告

令和6年（2024年）10月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業機械研究部門

目 次

1. ISO/TC23/SC19/WG8 会合への参加 (5/21-27、フランス) (10/17-21、ドイツ) ・ ・ ・ ・ ・ 1
安全検査部 安全評価グループ グループ長補佐 紺屋秀之
安全検査部 安全評価グループ 上級研究員 川瀬芳順

2. OECD トラクタコードテクニカルワーキンググループ・サブワーキンググループ会合、テスト
エンジニア会合・年次会合への参加 (6/5-9、フランス) (9/23-30、トルコ) (3/10-14、フ
ランス) ・ ・ ・ ・ ・ 3
安全検査部 安全評価グループ 上級研究員 川瀬芳順
システム安全工学研究領域 予防安全システムグループ 兼 安全検査部 安全評価グループ
研究員 原田一郎

3. ANTAM 研修実施と年次会合への参加 (6/12-16、9/3-10、タイ) (12/5-9、韓国) ・ ・ ・ ・ ・ 7
安全検査部 安全評価グループ 上級研究員 川瀬芳順
安全検査部 高橋弘行

4. ISO/TC299/WG2 における農業用アシストスーツに関連した国際標準化活動 (6/20-24、韓
国) (9/12-17、ドイツ) (1/21-25、米国) ・ ・ ・ ・ ・ 13
システム安全工学研究領域 協調安全システムグループ 研究員 田中正浩
システム安全工学研究領域 協調安全システムグループ 研究員 向 霄涵

5. International Symposium on new Technologies for Sustainable Greenhouse Systems
(Greensys2023) への参加・発表 (10/21-29、メキシコ) ・ ・ ・ ・ ・ 17
知能化農機研究領域 施設園芸生産システムグループ グループ長 深津時広
知能化農機研究領域 施設園芸生産システムグループ 主任研究員 嶋津光辰
知能化農機研究領域 施設園芸生産システムグループ 研究員 下元耕太
知能化農機研究領域 施設園芸生産システムグループ 研究員 樫野雅和

6. LANDTECHNIK2023 学会参加および AGRITECHNICA2023 視察 (11/9-15、ドイツ) ・ ・ ・ ・ ・ 19
知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 上級研究員 Nguyen Van Nang

7. 2023 韓国施設園芸現地研修ツアーへの参加 (11/14-18、韓国) ・ ・ ・ ・ ・ 27
知能化農機研究領域 施設園芸生産システムグループ 主任研究員 中山夏希

8. ロボット農機の安全ガイダンスシステムの開発及び性能評価(JLC2023) (11/19-26、フランス) 36

知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 上級研究員 Nguyen Van Nang
知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 主任研究員 趙 元在
知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 研究員 倉鋪圭太

9. 令和5年度 BRIDGE タイ実証試験調査 (1/23-27、2/26-3/1、タイ) 42

機械化連携推進部 部長 太田孝弘
機械化連携推進部 機械化連携推進室 機械化連携調整役 古山隆司
機械化連携推進部 機械化連携推進室 機械化連携調整役 臼井善彦
知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ グループ長 田中 慶
知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 研究員 土川寛崇

10. FIRA2024 への参加 (2/5-10、フランス) 51

安全検査部 安全評価グループ 上級研究員 川瀬芳順
知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ グループ長 田中 慶

11. Next Generation Agricultural Mechanization Development Conference での招待講演 (3/11-13、台湾) 53

安全検査部 部長 志藤博克

*なお、海外派遣した職員の所属及び役職は、調査実施時点におけるもので示す。

1. ISO TC23/SC19/WG8 会合への参加

(5/21-27、フランス) (10/17-21、ドイツ)

安全検査部 安全評価グループ グループ長補佐 紺屋秀之
上級研究員 川瀬芳順

1. 目的

ISO TC23*¹/SC19*²/WG8*³では ISO18497 : 2018「農業機械とトラクター高度に自動化された農業機械の安全性－設計の原則」の改訂作業を行っている。この会合にエキスパートとして参加し、改訂の内容に関する各国からのコメント（修正案等）に対して日本国内審議委員会の代表として討議を行う。

*1：農林業用トラクタ及び機械を扱う専門委員会

*2：農業用電子設備を扱う分科委員会

*3：安全と保安に関する規格を検討するワーキンググループ

2. 日程

令和5年5月（参加者：紺屋、川瀬）

日数	日程	都市名	摘要
1	5/21(日)	東京発→パリ着	移動
2	5/22(月)	パリ	ISO TC23/SC19/WG8
3	5/23(火)	パリ	ISO TC23/SC19/WG8
4	5/24(水)	パリ（川瀬）、パリ発（紺屋）	ISO TC23/SC19/AHG2（川瀬）、移動（紺屋）
5	5/25(木)	パリ（川瀬）、東京着（紺屋）	ISO TC23/SC19 プレナリ（川瀬）、移動（紺屋）
6	5/26(金)	パリ発（川瀬）	移動（川瀬）
7	5/27(土)	東京着（川瀬）	移動（川瀬）

令和5年10月（参加者：川瀬、紺屋*⁴）

日数	日程	都市名	摘要
1	10/17(火)	東京発→フランクフルト着	移動
2	10/18(水)	フランクフルト	ISO/TC23/SC19/WG 8
3	10/19(木)	フランクフルト	ISO/TC23/SC19/WG 8 ISO/TC23/SC19/AHG2
4	10/20(金)	フランクフルト発	移動
5	10/21(土)	東京着	移動

*4：日本時間 16：00～24：00 オンライン参加

3. 主な訪問先と対応者

令和5年5月

日付	訪問先	対応者	住所
5/20-25	Association Française de Normalization (AFNOR)	Pierre Remi M. (ホスト国代表) Joseph Flaughier (WG8, AHG2 コンビナー) Hummel Nicolas (SC19 コミティマネージャー)	11 Rue Francis de Pressensé 93210 Saint-Denis France

令和 5 年 10 月

日付	訪問先	対応者	住所
10/18-19	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA)	Bolognesi Alessio (ホスト国代表) Joseph Flaugher (WG8, AHG2 コンビナー)	Lyoner Str. 18 60528 Frankfurt am Main Germany

4. オンラインにて参加した会合

令和 5 年 4 月（参加者：紺屋、川瀬）

日程	開催時間	参加国
4/11(火)、 4/12(水)	日本時間 21:00~23:00	オーストリア、カナダ、中国、フランス、ドイツ、インド、イタリア、日本、スウェーデン、米国

令和 6 年 2 月（参加者：紺屋、川瀬）

日程	開催時間	参加国
2/21(水)、 2/22(木)	日本時間 21:00~23:00	デンマーク、フランス、ドイツ、インド、イタリア、日本、米国

5. 会合の概要

ISO 18497:2018 Agricultural machinery and tractors - Safety of highly automated agricultural machines 「農業機械およびトラクター高度に自動化された農業機械の安全性—設計の原則」の国際規格は 2012 年から検討・策定が進められ 2018 年 11 月に発行されている。ISO 18497:2018 発行当初に比べ、近年、AI（人工知能）や GNSS（衛星測位システム）、人・障害物検出センサなどといったロボット農機に使用される機器やシステム等の技術は大きく向上し、これらの技術を利用したロボット農機に対応するため、より詳細な安全要件や性能、安全性の評価方法を定める必要性から規格が改訂されることとなった。今回は ISO 18497:2018 を Part 1 Machine design principles and vocabulary 「機械の設計原則と用語」、Part 2 Design principles for obstacle protection systems 「障害物検出システムの設計原則」、Part 3 Autonomous operating zones 「自律作業領域」、Part 4 Verification methods and validation principles 「検証方法と妥当性原則」に 4 分割し改訂が進められている。昨年度より Part4 の附属書に農研機構で実施しているロボット・自動化農機検査の概要の掲載を提案し、了承され、プロジェクトステージとしては DIS(照会原案)に至っている状況である。今回の各会合では改訂内容と提案した日本のロボット・自動化農機検査の主要な実施方法及び基準に齟齬が無いように発言・議論を行った。

また、自動車で検討されているサイバーセキュリティを公道で走行する農業機械に適用できるか検討するため設置された ISO TC23/SC19/AHG2 には、川瀬がエキスパートとして参加し、情報収集を行った。



図 会合の様子（5月@パリ）

6. 収集資料等

なし

2. OECD トラクタコードテクニカルワーキング・サブワーキンググループ会合、テストエンジニア会合、年次会合への参加 (6/5-9、フランス) (9/23-30、トルコ) (3/10-14、フランス)

安全検査部 安全評価グループ 上級研究員 川瀬芳順
システム安全工学研究領域 予防安全システムグループ 兼 安全検査部 安全評価グループ
研究員 原田一郎

1. 目的

OECD トラクタコードは OECD 加盟国及び招待国によって構成される。年間 1 回の年次会合と年間 2 回のテクニカルワーキンググループ会合（以下、TWG）、隔年で開催されるテストエンジニア会合（以下、TEC）そして適宜開催されるサブワーキンググループ会合（以下、SWG）で構成される。OECD トラクタコード議長国団は議長国（米国）、次期議長国の副議長国（ドイツ）、前議長国の副議長国（スロバキア）、試験結果の内容を確認するコーディネーティングセンター（以下、CC）（イタリア：ポローニャ）、TWG 議長（フランス、トルコ）そして OECD トラクタコード事務局で構成される。年次会合では OECD トラクタコードの改訂、予算や運用などの採択が行われる。TWG では主に OECD トラクタコードの改訂の技術的な内容を議論し、年次会合の議題とすべきかの決議が行われる。SWG は主に OECD トラクタコードの改訂の技術的な議論を行い、発足後 2 年以内にコード改定案を提示しなければならない。SWG への参加は任意であり、日本は電動トラクタ、事故調査、農業ロボット（トラクタ／機械）（以下、農業ロボット）に参加している。近年は情報交換のみでコード改定案を示さない気候変動 SWG なども発足している。TEC は開催国の検査機関で行われ、検査機関の施設や技術を紹介し、各国の検査機関同士による検査技術の共有を図る目的で開催される。

OECD トラクタコードの議長、副議長は任期 2 年であり、「次期議長の副議長」「議長」「前議長の副議長」の順に通算 6 年の任期となる。2023 年 3 月時点で日本は前議長の副議長の任期終了を迎え、新たなる「次期議長の副議長」が就任する予定であったが、次期議長の副議長が決まらず、3 月の年次会合にて 6 月の TWG まで日本の任期の延長を依頼され、承諾している。6 月の TWG 会合は副議長国として出席した。また、農業ロボット SWG が予定されていたため参加した。7 月のオンラインの事故調査 SWG に参加した。9 月の TEC では、電動トラクタの試験方法、ROPS 強度試験のバーチャルテスト、ROPS の試験方法に関する情報収集と、農業ロボット SWG の運用方法に関する議論に参加するため参加した。年次会合では農業ロボット SWG に関する議題などあり、日本代表として参加した。

2. 日程

TWG・SWG 会合 令和 5 年 6 月 5 日～9 日（5 日間）

参加者：川瀬

日数	日付	都市名	摘要
1	6/5(月)	東京→パリ	移動
2	6/6(火)	パリ	OECD TWG
3	6/7(水)	パリ	TWG、事故情報収集 SWG、農業ロボット SWG
4	6/8(木)	パリ→	移動
5	6/9(金)	→東京	移動

TEC 会合 令和 5 年 9 月 23 日～30 日（8 日間）

参加者：川瀬、原田

日数	日付	都市名	摘要
1	9/23(土)	東京→ドーハ→	移動
2	9/24(日)	アンカラ	移動、アンカラ大学打合せ
3	9/25(月)	アンカラ	OECD TEC
4	9/26(火)	アンカラ	OECD TEC
5	9/27(水)	アンカラ	OECD TEC
6	9/28(木)	アンカラ	OECD TEC
7	9/29(金)	アンカラ→ドーハ→	移動
8	9/30(土)	→東京	移動

年次会合 令和 6 年 3 月 10 日～14 日（5 日間）

参加者：川瀬

日数	日付	都市名	摘要
1	3/10(日)	東京→パリ	移動
2	3/11(月)	パリ	OECD 年次会合
3	3/12(火)	パリ	OECD 年次会合
4	3/13(水)	パリ→	移動
5	3/14(木)	→東京	移動

3. 主な訪問先と対応者

令和 5 年 6 月

日付	訪問先	対応者	住所
6/6-6/7	国際エネルギー機関 (IEA)	OECD	9, rue de la Fédération, 75015 Paris,

令和 5 年 3 月

日付	訪問先	対応者	住所
9/24-9/26	Grand Ankara Hotel & Convention Center	OECD TAMTEST	Atatürk Bulvarı No: 183 Kavaklıdere Çankaya / ANKARA
9/27	TAMTEST	OECD TAMTEST	Şehit Cem Ersever Caddesi, No: 27/6 Yenimahalle-ANKARA

令和 6 年 3 月

日付	訪問先	対応者	住所
3/11-3/12	OECD 本部	OECD	2 Rue André Pascal, 75016 Paris

4. オンラインにて参加した会合

事故調査 SWG 令和 5 年 7 月 6 日

日付	開催時間	参加国
7/6	日本時間 19:00～21:00	スペイン（議長）、オーストリア、ドイツ、イタリア、トルコ、米国、日本

5. 会合の概要

1) TWG 会合（令和 5 年 6 月）

参加国：米国（農業ロボット SWG 議長）、ブラジル、フランス（2 日目 TWG 議長）、ドイツ（気候変動 SWG）、イタリア（ボローニャ：Coordinating Center (CC)）、日本（副議長）、スロバキア（副議長）、スペイン、トルコ（1 日目 TWG 議長）、イギリス

令和 5 年 3 月の年次会合では決まらなかった次期議長国の副議長はドイツが推薦され、了承された。9 月にトルコで開催されるテストエンジニア会合の日程、議題などが共有された。農業ロボット SWG は資料の準備等ができなかったため、キャンセルされた。

2) 事故調査 SWG 会合（オンライン会合、令和 5 年 7 月）

報告では各国でのトラクタ事故の調査方法は異なり、統一した調査票の作成は困難なことが伺えた。EU 規格に農作業事故調査票規格があるが、記入には農業機械の専門的な知識が必要であり、調査員に限られる規格であった。会合では記入が簡易な調査票の作成、事故の写真などで個人情報の取り扱いについて議論した。

3) TEC 会合、アンカラ大学との打合せ（令和 5 年 9 月）

参加国：オーストリア、フランス、ドイツ、イタリア、日本、韓国、中国、スロバキア、スペイン、スイス、トルコ、米国

TEC 会合に先がけ、トルコ（アンカラ大学）の担当者とバイラテラル（二国間）で ROPS 強度試験のシミュレーションの研究に関する情報交換を行った。情報交換では、農機研が進めている研究について紹介するとともに、技術的な質疑を行った。

TEC 会合ではまず、トルコの農業機械安全対策や研究が紹介された。トルコのジャンダルマ（憲兵隊）総司令部から、2022 年にトルコ国内で発生した公道でのトラクタ関連の交通事故は 2659 件あり、死亡者数は 236 名となっている、これらの事故のうち、トルコの総面積の 93%（人口では 21%）がジャンダルマ総司令部の管轄となっている。それ以外は警察の管轄で、上記の年間事故件数には警察の管轄分も含まれている。つまり、事故数や死亡事故の多い農村地域での交通事故をジャンダルマが管轄している。

また、トルコでは交通安全行動計画（Road Traffic Safety Action Plan）を通じトラクタ等の検査を通じた安全確保を進めているほか、トラクタの操作訓練（指導者への訓練含む）、事故情報の共有、事故調査チームによる深層調査などを進めているとの報告があった。

トルコの環境省担当者からは、トルコでも気候変動は課題となっており、2021 年にはグリーンディール行動計画を策定し、「炭素国境調整措置」、「グリーン・循環経済」、「持続可能な農業」など 9 つの分野に関して、ロードマップを作成し対応を行っている、との報告があった。

アンカラ大学からは非線形有限要素法を使った安全キャブの強度試験シミュレーションに関する検討結果の発表があった。発表では、シミュレーションと実機試験結果の比較では、水平負荷試験の変位と荷重結果において一定の一致が得られたこと等が報告された。参加者からは、試験の全てまたは部分的な代用としてのシミュレーション活用のためには、さらなる知見の蓄積が必要との意見が出された。

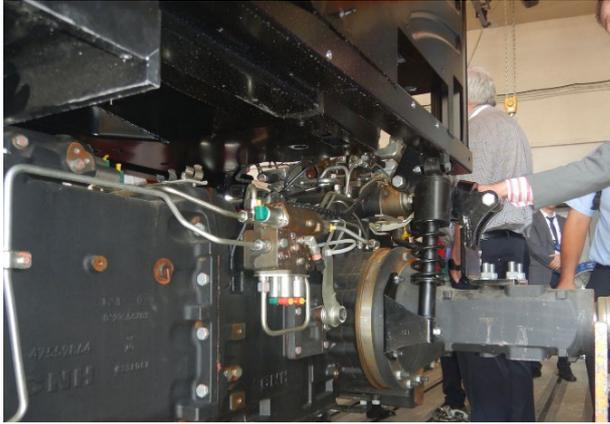


図1 トラクタキャブのサスペンション



図2 トラクタ油圧試験装置

さらに、会合では、農業ロボット SWG に関し、2024 年 3 月の年次会合が期限（2 年間）となっているが、議長である米国が SWG の議長を辞任したため、事務局から次回の年次会合で新しい目標を設定し、農業ロボット SWG 議長をトルコ、SWG 副議長をフランスと日本とし、技術サポートとして CC を加える案を提案する、との報告があった。

検査機関の見学ではトルコの OECD トラクタテスト実施機関である TAMTEST を見学した。電動トラクタの検査方法や、サスペンションを有するキャブの負荷試験方法などの検討を行った。

4) 年次会合（令和 6 年 3 月）

参加国：オーストリア、フランス、ドイツ、チェコ、イタリア、日本、韓国、中国、スロバキア、スペイン、スイス、トルコ、米国

冒頭、OECD トラクタコードを統括する貿易農業局のマリオン・ヤンセン局長から挨拶があった。農業は様々な課題に直面する中、トラクタを含めどのように新技術へ移行していくのか、どのように企業の開発を促して、生産者に利用してもらうのか検討することが重要との見解が示された。また、トラクタコードは、民間企業、大学、研究機関、政策立案者等が参加するユニークな組織であり、将来の農業を見据えて議論してもらいたいと期待を示した。

農業ロボット SWG はトルコを議長、フランスと日本を副議長とする案が示された。また、新しい目標は事前に行われた各国へのアンケートを元に作られたため、年次会合当日に参加国へ示された。これにより、事前の検討が各国で行えなかったため、本会合では決議せず、本会合後に正式な文書を発出し、4 週間の期限をもって文書での決議を行うと発表され、4 月末に可決された。

電動トラクタ SWG 議長のオーストリアからの発表で TAFE（試作品）、SKE（6 ヶ月以内に販売）、Fendt（2024 年秋以降販売）、New Holland（間もなく販売開始）、John Deere（発売時期未定）の電動トラクタの開発状況に関する報告があった。新しい目標は今後議論し、決定したうえで SWG の期間を延長したいと報告がされた。

6. 収集資料等

なし

3. ANTAM 研修実施と年次会合への参加 (6/12-16、9/3-10、タイ) (12/5-9、韓国)

安全検査部 安全評価グループ 上級研究員 川瀬芳順
安全検査部 高橋弘行

1. 目的

Asian and Pacific Network for Testing of Agricultural Machinery (ANTAM:アジア太平洋地域農業機械試験ネットワーク)は、アジア・太平洋を中心としたネットワークであり、主にアジア地域の農業機械の性能及び安全性の向上、円滑な輸出入の促進等を目的に、テストコードの策定や検査員の育成、試験機関の確立を行ってきており。これまでに、テストコードの策定については、歩行型トラクタ（以下、歩トラ）、背負式動力噴霧機、田植機の3機種が策定・発行されてきた。なお、2024年現在、これらのテストコードを実施するANTAM認定の検査機関はない。年次会合では、テクニカルワーキンググループ(以下、TWG)にて検討された各機種のテストコード改定案が示され、可決されればその年度のコードとして公開されることとなっている。なお、ANTAM事務局は、United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific(UN ESCAP:国連 アジア太平洋経済社会委員)の下部組織で、中国北京にあるCenter of Sustainable Agricultural Mechanization (CSAM:持続可能な農業機械化センター)となっている。本年度は2017年より継続されていたCSAM-Japanプロジェクトにおいて、ANTAMコードの修正と日本の農業機械の安全性検査の普及を目的として、ANTAM研修を計画し、タイ王国カセサート大学カンペーンセン分校内National Agricultural Machinery Center(NAMC)で研修を実施した。

また、韓国 Ikusan-si (益山市) で開催された ANTAM 年次会合に対面式で参加した。

2. 日程

ANTAM 研修打合せ 令和5年6月12日～15日（4日間）

日数	日付	都市名	摘要
1	6/12 (月)	東京 (羽田) →バンコク→カムペーンセーン	移動
2	6/13 (火)	NAMC	打合せ
3	6/14 (水)	NAMC→バンコク	打合せ、大使館訪問
4	6/15 (木)	バンコク→東京 (羽田)	移動

ANTAM 研修 令和5年9月3日～10日（8日間）

日数	日付	都市名	摘要
1	9/3 (日)	東京 (羽田) →バンコク→カムペーンセーン	移動
2	9/4 (月)	NAMC	ANTAM 研修
3	9/5 (火)	NAMC	ANTAM 研修
4	9/6 (水)	NAMC	ANTAM 研修
5	9/7 (木)	NAMC	ANTAM 研修
6	9/8 (金)	NAMC→チョンブリ県→バンコク	KUBOTA FARM 見学
7	9/9 (土)	バンコク→	移動
8	9/10 (日)	→東京 (羽田)	移動

ANTAM 年次会合 令和 5 年 12 月 5 日～9 日（5 日間）

日数	日付	都市名	摘要
1	12/5（日）	東京（羽田）→ソウル	移動
2	12/6（月）	ソウル→Jeonju-si	ANTAM 年次会合
3	12/7（火）	Jeonju-si	ANTAM 年次会合
4	12/8（水）	Jeonju-si→Iksan-si→Jeonju-si、	KOAT 見学
5	12/9（木）	Jeonju-si→ソウル→東京（羽田）	移動

3. 主な訪問先と対応者

ANTAM 研修打合せ

日付	訪問先	対応者	住所
6/12～6/14	NAMC	Thanankorn Jaiphong	Kamphaeng Saen, Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom 73140
6/14	在タイ日本大使館	松尾絃子、金城信彦	177 Witthayu Rd, Lumpini, Pathum Wan, Bangkok 10330

ANTAM 研修

日付	訪問先	対応者	住所
9/4～9/8	NAMC	Thanankorn Jaiphong	Kamphaeng Saen, Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom 73140
9/8	KUBOTA FARM	岡田 拓	789 Nong Irun, Ban Bueng District, Chon Buri 20220

ANTAM 年次会合

日付	訪問先	対応者	住所
12/6～12/7	-	Marco Silvestri	800 Girin-daero, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do
12/8	KOAT	JEONG Seonglim	457 Pyeongdong-ro, Iksan-si, Jeollabuk-do

4. 結果の概要

1) ANTAM 研修打合せ

①ANTAM 研修の経緯

農機研は ANTAM プロジェクトを運営する CSAM と平成 28 年に Asian and Pacific Network for Testing of Agricultural Machinery (ANTAM) Cooperation Project with Japan（以下、協力プロジェクト）、平成 29 年に前年の協力プロジェクトの Phase II（新型コロナウイルス禍で契約延長し、今年最終年）を締結し、ネットワーク推進と ANTAM 加盟国のキャパシティ・ビルディングを支援することになっている。このプロジェクトの目標の中に「各国の検査員用に ANTAM コードの適用や検査機器の適切な使用に関する研修の立案と実施」があり、最終年度である本年度は研修の計画と実施を行った。

②研修施設の選定

ANTAM 研修の内容を考慮し、研修を実施する施設を検討した。

渡航の前に CSAM とオンライン打合せを行い、施設の候補として、フィリピンの Agricultural Machinery Testing and Evaluation Center (AMTEC)、インドネシアの Indonesia Center for Agricultural Engineering Research and Development (ICAERD)、タイ王国の National Agricultural Machinery Center (NAMC) などが検討された。その中

で、各国参加者の移動が少なく、研修の主な対象機種である歩行型トラクタの国内検査の実施実績がある検査機関を考慮し、JICA プロジェクトで 1979 年に農機研も協力して創立した NAMC にて研修実施することを決定した。

③ NAMC 見学と研修の打合せ

NAMC の検査施設を視察し、Thai Industrial Standards (TISs) の歩行型トラクタ検査で使用している測定機器を確認し、ANTAM と TISs との試験項目・方法等の違いを確認した。

歩トラのエンジン出力試験については TISs と ANTAM テストは概ね同一の試験であった。歩トラのけん引試験については、TISs は座席がないものを検査対象としている一方、ANTAM では座席を有するものを対象としている。また、TISs ではけん引力だけでなく、ハンドルを上から押さえる力も測定していた。このため、ANTAM テストを実施するには TISs で使用しているけん引桿の改造が必要なが分かった。燃費の計測については、NAMC が所有する燃費計はビュレット方式であり、計測にある程度の時間が必要であるため、車載式のを日本より持ち込むことも含めて検討した。さらに、荷重計や気圧計等の測定器の準備、供試機のタイヤの修理も必要であることが明らかになった。これに対して、NAMC は研修までにけん引桿の改造、供試機の修理と座席の装着、ほとんどの測定器の準備が終了可能であるとの回答があった。これらのことから、ANTAM 研修で行う歩トラの研修内容は、エンジン出力試験とけん引試験の 2 つに決定した。

また研修の背負式動力噴霧機の試験方法は TISs に定められておらず、歩トラと同様の TISs と ANTAM コードとの比較はできないが、ANTAM コードに記載される水平方向と垂直方向の散布性能試験と風量・風速測定試験の三つを実施することとした。垂直方向の測定器の作成と、水平方向の散布を行うための背負式動力噴霧器の固定作成を NAMC が担当することとなった。その他の風速計、液体回収のシャーレ等は農機研から持ち込んで研修を行うことにした。

研修を実施するにあたっては、歩トラのけん引試験は測定に人数が必要なため、班分けをせずに研修に参加している全員で行うこととし、エンジン性能試験と背負式動力噴霧機の試験は 2 班（歩トラ班と噴霧機班）に分けて同時に行うこととした。

NAMC から研修の実施時期はタイの雨期にあたり、午後に降雨の可能性があると指摘があった。降雨の場合、けん引試験は実施できないため、降雨時にはエンジン性能試験と散布性能試験の研修することとした。さらに、降雨が続く場合は日本の安全性検査の講義と実習を行うこととした。安全性検査の研修を行う時間が無かった場合はテキストを配布し、後日、メールにて質問を受けることとした。

④ 日本大使館を表敬訪問

CSAM-Japan プロジェクトの手続き等は CSAM の上位団体である UN-ESCAP で行うため、これまでにバンコクの在タイ日本大使館を通して様々なやり取りを行ってきた。これまでのプロジェクトの経緯と今回の研修の内容を説明した。

2) ANTAM 研修

研修目的：ANTAM コードの実施上の問題点の洗い出しと日本の安全性検査の考え方を普及させる。

開催場所：タイ王国 カセサート大学カンペンセン分校内 National Agricultural Machinery Center (NAMC)、タイ KUBOTA Farm

参加国：バングラデシュ、ブータン、カンボジア、中国、インド、インドネシア、マレーシア、ネパール、パキスタン、フィリピン、ロシア、スリランカ、タイ、ベトナム（合計 35 名）



図1 研修参加者

日程は下記の通りに実施した。

日付	研修内容
9月4日	TISsの概要についての講義 TISs 歩トラ試験（けん引試験とエンジン試験）
9月5日	ANTAM 歩トラ試験実習（けん引試験）
9月6日	研修員を歩トラ班と動噴班に分割し同時並行で研修 歩トラ班：エンジン性能試験 動噴班：ANTAM 散布試験、風速・風量試験 全員参加：安全性検査講義
9月7日	安全性検査実習 カセサート大学見学、研修修了書授賞式
9月8日	KUBOTA Farm 見学

①ANTAM 歩トラ試験実習（けん引試験）

歩トラのけん引試験は各国に測定を担当を割り振り、計測を行う実習を実施した。テストコードには記載されていない試験区間の速度の測定など試験実施要領を重点的に指導した。準備されていたビュレット式の燃費計では、消費時間計測のために定負荷で一定区間を走行する難しさが明確になった。なお、日本から持ち込みを検討した燃費計は既に使用済みであり、燃料が残留しているかもしれない機器の輸送が困難なため断念している。

②ANTAM エンジン性能試験実習（歩トラ班 16名）

試験実施の要領を助言するとともに、試験条件を変えた際の性能曲線の特徴や曲線が持つ意味について解説した。

③ANTAM 背負式動力噴霧機試験実習（動噴班 19名）

ANTAM コードに記載されている、散布範囲の散布量をペトリ皿で回収する測定を実施し、計測時の問題点等を解説した。また、日本から感水紙を用いたより簡易的な方法を提案した。さらに、日本から測定項目を有用性のあるものに限定するように提言した。

④日本の安全性検査についての講義

座学では、日本の農業機械の発展とそれに伴う農業機械の安全性に関する検査・鑑定

制度の変遷、更には当部門のウェブサイト「農作業安全情報センター」の概要を紹介した。質問では検査結果の取り扱いや、農業機械のコスト、農業者への教育に関する質問があった。実習では1960年代と1990年代のトラクタを比較して、日本の安全性検査の考え方について実習を行った。各国の研修生は安全についての関心が高く、特にROPSについて多くの質問を受けた。また、安全性検査には高価な測定機器が不要なため、導入費用が安価であることに関心を示した。それ以外には排気ガスの規制や測定方法に関する質問が多かった。トラクタの比較の講義後に参加者から5名を選出し、上記とは別の1960年代のトラクタで安全上の問題個所を探すテストを実施した。選出した5名の研修員はPTOカバー、始動牽制装置、エンジン回転部の露出など適切な指摘をし、日本の安全性検査が概ね理解されていることが確認された。



図2 エンジン性能試験実習風景



図3 安全性検査実習風景

⑤クボタファーム見学

2017年より公開しているクボタファームを見学した。稲作の機械を中心に最新のスマート農業の自動運転田植機などの技術を見学した。

⑥まとめ

研修は好評で数カ国から来年もお願いしたいとの要望が寄せられた。また、参加国の中には検査施設を最近建設した国もあり、検査の実施運営等への指導について、日本からの協力を打診された。当方からは各国の大使館などを通して依頼するようにと回答した。

3) 年次会合

①参加者等

対面参加：CSAM、バングラデシュ、ブータン（副議長）、カンボジア、中国、フランス、インド、インドネシア、日本、マレーシア、ネパール（議長）、ウズベキスタン、パキスタン、フィリピン、韓国、ロシア、スリランカ、タイ、ベトナム

オンライン参加：FAO、OECD、トルコ



図4 ANTAM 年次会合



図5 KOATのダイナモーターカー

②会議内容

- ・参加国：ウズベキスタンが ANTAM に今年から加盟した。
- ・議長団：ネパールが議長国に、ブータンが副議長国に、それぞれ立候補し、承認された。
- ・ANTAM の年間活動報告：CSAM による 2023 年の活動報告が行われた。CSAM からラウンドロビンテストは日本の農水省からの基金にて機材（歩トラ）の購入、発送を行ったことが報告された。9月にイタリアで FAO が主催した Global Conference on Sustainable Agricultural Mechanization (GAMC)では、ANTAM の取り組みが農業機械化を進めているアフリカにとって良い見本になると評価されたことが紹介された。
- ・2023 年コード報告：2023 年はミニティラー（6kW 以下の歩トラ）とコンバインの TWG が開催され、検討内容について報告とコード案が示された。コンバインコード案について日本から定植と直播の違いで収穫の条件が異なること、普通型コンバインと自脱型コンバインの試験方法を区別して検討することが必要だと指摘した。また、ミニティラーの騒音項目に「国内基準を超える場合は保護具を提供するように」と規定されていた。日本から国内基準を超えた場合の対策は各国で異なるため、削除すべきだと意見を述べた。これらの修正点は次年度の TWG にて議論することを条件に全会一致で 2023 年度のミニティラーとコンバインのコード案は可決された。
- ・ラウンドロビンテスト報告：作成した検査コードを複数国で同時期に実証試験を行い、コードの修正の指標にするラウンドロビンテストは歩型トラを購入・配布したのみで、参加国から検査の実施の報告はまだないと報告があった。ラウンドロビンテストへの参加国はネパール、タイ、中国、インドネシア、フィリピンとなっている。
- ・相互認証についての調査報告：参加国の農業機械の性能・安全性に関する相互認証の調査を各国の大使館を通して行っているがまだ完了していない。今後、ANTAM からフォーカルポイントに対して調査を依頼する場合もあると報告があった。
- ・ANTAM Quality Manual（品質保持マニュアル）について：品質保持マニュアルは組織品質マネジメントシステムについての仕様書であり、主に検査スキーム（検査機関の認定、検査結果の承認等の手続き等）を定めている。この品質保持マニュアルの 2023 年度改訂案が示され、全会一致で可決された。
- ・National Designated Authority(NDA)について：品質保持マニュアルでは NDA の役割は、その国の認証機関を指名し、その国の検査結果について責任をもち、ANTAM 年次会合に参加する人（組織でなく役職）と定義されている。CSAM から仮にでも良いから NDA の候補を教えて欲しいと各国から回答を求められた。日本からは農水省と議論しなければ決められないと回答した。なお、ANTAM の認定検査機関を持たず、相互認証にも参加しなくとも NDA を決める必要があると CSAM から説明があった。

③KOAT 見学

Iksan-si に移動し Korea Agriculture Technology Promotion Agency(KOAT：韓国農業技術振興院)の検査施設を見学した。この時、ロボットトラクタの検査デモがあり、KOAT では 2023 年からロボットトラクタ、ロボット田植機の認証を行っていると報告があった。検査方法の詳細は得られていないが、説明のあった検査基準は直進時の誤差 7 cm以内（水稻栽培での条間の約 1/4）となっている。また、自動運転中に操作した場合のトラクタの挙動確認などが含まれているが、人・障害物への衝突防止など安全性の検査は行っていないとの事であった。

5. 収集資料等

なし

4. ISO/TC299/WG2 における農業用アシストスーツに関連した 国際標準化活動

(6/20-24、韓国) (9/12-17、ドイツ) (1/21-25、米国)

システム安全工学研究領域 協調安全システムグループ 研究員 田中正浩
研究員 向 霄涵

1. 目的

ISO/TC299/WG2 会合への参加。

同 WG はロボット関連の標準化を扱う委員会 (Technical Committees) に設置された作業部会 (Working Group) の 1 つであり、サービスロボットの安全を取り扱う。サービスロボットはモバイルサーバント (産業目的以外のマニピュレータを持たない低速移動ロボット)、ウェアブルロボット (パワーアシストスーツ) 及びステーションナリーロボット (移乗ロボット等) から構成される。

農機研では、農業用アシストスーツに関する研究成果を国際標準に反映させ、安全指針及び測定方法に関する標準の確立による国内での開発・普及の促進を図るとともに海外の情勢を把握して展開を模索するために、同 WG での国際標準化に取り組んでいる。従前より、国内委員会及び民間企業とも連携しつつ活動を行ってきたが、令和 5 (2023) 年からは、同 WG にエキスパート (田中) の登録を行って、より積極的に関与している。

2. 日程

第 45 回 ISO/TC299/WG2 会合 令和 5 年 6 月 20 日～24 日 (5 日間) (参加者：田中、向)

日数	日程	都市名	摘要
1	6/20(火)	東京→ソウル	移動
2	6/21(水)	ソウル	ISO/TC299/WG2
3	6/22(木)	ソウル	ISO/TC299/WG2
4	6/23(金)	ソウル	ISO/TC299/WG2)
5	6/24(土)	ソウル→東京	移動

第 48 回 ISO/TC299/WG2 会合 令和 5 年 9 月 11 日～17 日 (7 日間) (参加者：田中)

日数	日付	都市名	摘要
1	9/11(月)	東京→ワルシャワ →シュトゥットガルト	移動
2	9/12(火)	シュトゥットガルト	ISO/TC299/WG2
3	9/13(水)	シュトゥットガルト	ISO/TC299/WG2
4	9/14(木)	シュトゥットガルト	ISO/TC299/WG2)
5	9/15(金)	シュトゥットガルト	ISO/TC299/WG2
6	9/16(土)	シュトゥットガルト	ISO/TC299/WG2)
7	9/17(日)	シュトゥットガルト →ワルシャワ→東京	移動

第 55 回 ISO/TC299/WG2 会合 令和 6 年 1 月 21 日～25 日（5 日間）（参加者：田中）

日数	日程	都市名	摘要
1	1/21(日)	東京→ヒューストン →オランダ	移動
2	1/22(月)	オランダ	ISO/TC299/WG2
3	1/23(火)	オランダ	ISO/TC299/WG2
4	1/24(水)	オランダ	ISO/TC299/WG2)
5	1/25(木)	オランダ→ロサンゼルス →東京	移動

3. 主な訪問先と対応者

1) 全般

ISO/TC299/WG2

<https://www.iso.org/committee/5915511.html>

コンビナー（進行役）：オスマン・トーヒー（英国・ロンドンサウスバンク大学）

2) 第 45 回会合（韓国）

会議主催者

韓国技術標準化庁（Korean Agency for Technology and Standard (KATS)）

<https://kats.go.kr/en/main.do>

韓国ロボット工業会（Korea Association of Robot Industry (KAR)）

<https://www.k-robot.co.kr/>

3) 第 48 回会合（ドイツ）

会議主催者

フラウンホーファー研究機構（Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.）

<https://www.fraunhofer.de/en.html>

4) 第 55 回 I 会合（米国）

会議場

Shades of Green

4. 結果の概要

1) 背景及びこれまでの経緯

ISO/TC299/WG2 は、2025 年を目標に管轄する ISO13482:2014（サービスロボットの安全）を改正することとし、2021 年より改正内容について議論を行ってきた。ISO13482:2014 は、サービスロボット全般の安全要求事項を規定する B 規格であり、国内では JIS B 8445:2016 として標準化されている。国内ではさらに、モバイルサーバント、パワーアシストスーツ及び搭乗ロボットのそれぞれを対象とした JIS（JIS B 8446-1:2016、JIS B 8446-2:2016 及び JIS B 8446-3:2016）を制定しており、日本代表団全体としては、世界に先駆けて制定したそれらの内容のうち、B 規格である ISO13482 に入れるべきもの、さらには研究・開発・利用における成果を、ISO13482 改正案に反映するように働きかけることが活動のモチベーションとなっている。その観点では、農研機構の成果も後者の成果群の一つとみることができる。

同 WG においては、2023 年度は改正に向け CD（委員会原案）を議論し、各国からのコメント・提案に沿って同案の各条項をブラッシュアップしていく活動を行った。

2) 第 45 回 ISO/TC299/WG2 会合 (韓国)

安全関連制御システムに対する要求事項に対して日本とドイツの共同提案があった。主要な内容は、日本で先行して国内標準化を行った JIS B 8446-1 に規定されている小型ロボットの質量及び速度に応じた衝突時の運動エネルギーの制限であった。これに含まれる外傷の程度と発生確率からリスクを見積もる考え方等について異論があり、発生確率に対する記述は見送られた。

小型ロボットの分類とタスク例について編集の役割分担が行われ、日本より、アシストスーツについて既に準備しており、貢献する意向がある旨表明した。

3) 第 48 回 ISO/TC299/WG2 会合 (ドイツ)

各国から寄せられた CD コメントを基に、ISO13482 のスコープや用語定義について検討を行った。サービスロボットは、日本からの提案どおりモバイルサーバントロボット (配膳ロボット等) とウェアラブルロボット (パワーアシストスーツ)、ステーションナリーロボット (移乗ロボット等) に三分されることとなった。さらに、これまでウェアラブルロボットとされてきた介護用の移乗ロボット等は他分類に編入された。工場や倉庫内における無人搬送ロボットは、ISO3691-4 に既に規定されたため除外された。さらに、日本から、公道走行が想定される自律走行電動運搬車である ACeTs (Autonomous drive cargo e-transporters) の除外を提案し、認められた。

ウェアラブルロボットについて、現在の市場では低出力のアシストスーツが一般的であるとの意見を提出し賛同を得たことから、本規格のウェアラブルロボットは低出力型 (人間の力を超えない) に限定された。これは、低出力のアシストスーツを対象としてきた日本の JIS 規格や日本製品とも整合するものである。

サービスロボットの製品とユースケースの編集に関し、ウェアラブルロボットについて、世界の市場に存在するアシストスーツの製品と分類を提示するとともに、農機研が作成した農業でのユースケースを含めた各産業でのアシストスーツのユースケースを紹介し、これらから抽出してユースケースを編集する提案を行った結果、各国の賛同を得て認められた。ユースケースはサービスロボットの実例とその使われ方を示すものであり、ISO12100:2010 (機械安全) に沿った製造者によるリスクアセスメントの実施を前提とした ISO13482 において、我が国の製造者にとって重要な指針となる。特に、ウェアラブルロボットはサービスロボットの中でも製品数とその種類、ユースケースが圧倒的に多い。アシストスーツの製品群とそのユースケースが明確となることで、製造者が開発・販売する際に、ターゲットとする産業とその産業における危険源の同定やリスク評価が容易となるメリットが期待できる。

ISO13482 の本文については、アシストスーツの JIS 規格との矛盾や日本製品にとっての不利が生じないよう取り組み、今次会合で議論された部分については、結果として日本からの提案はほぼそのまま受け入れられた。このことによって、製造者による ISO13482 認証の取得や今後始まる関連 JIS 規格への本規格の反映も容易となるとともに、我が国製品の海外展開にもプラスに作用するものと考えられた。

4) 第 55 回 ISO/TC299/WG2 会合 (米国)

前項の会合に引き続き、ISO13482 改正案について、基本的な安全要求事項及び安全関連制御関連システムの検討を行った。

モバイルロボットに関し、日本代表団はモバイルロボットと人間の衝突安全について JISB8446-1:2016 に沿った、ロボットの質量及び速度による運動エネルギーと胸部変位及び胸部 AIS (Abbreviated Injury Scale、簡易式外傷指数) を組み合わせた衝突安全基準の導入を提案した。これに対しては他国から異論があり、議論の結果、今次会議では結論には至らなかった。

ウェアラブルロボットについては、サービスロボットの製品とユースケースの編集の進捗をコンビナーに報告し、次回の WG のリアル会合 (2024 年 5 月) での提案を目途とすること

となった。

5) 議事総括

会議での議論より、農業分野でも開発が進む小型ロボットの標準化については、TC299 が現在中心的な位置付けであると推察され、今後も積極的に関与する意義は大きいと判断した。一方、農林業用トラクタ及び機械を扱う専門委員会である TC23 においてもロボット芝刈り機の安全規格の検討が開始されており、今後、小型ロボットの標準化体系がどのように構成されるか注視が必要と考えられた。

TC299/WG2 の議論のうち、特に当機構が主体的に関与しているウェアブルロボット（パワーアシストスーツ）については、2023 年度は、第 1 段階の目標として取り組んできたアシストスーツのユースケースを、ISO13482 改正案に掲載するための取組を進めてきた。我が国の業界団体は、製造者が意図しないユースケースに基づく製品評価が行われることを最も憂慮していた。これは、これまで彼らに関わってきたアシストスーツの実証試験において、自社製品が意図しない作業と方法により評価を受け、その結果に必ずしも納得できなかったためと推察された。そのため、彼らは評価指標に加えて、ユースケースを最も重要視している。結果として、我が国提案の改正案への掲載の見通しを得たことは、農機研の成果の反映という観点のみでなく、今後の我が国でのアシストスーツの研究・開発・普及の上でも重要な到達点と認識している。

2024 年度にはウェアブルロボットに関する議論が本格的に行われることが決まっている。日本からは、JISB8446-2 の内容に加え、上述のユースケース、複数の信頼性の高い文献を組み合わせて作成した関節許容値基準及び腰痛耐性指標等を提案しており、規格案への反映に向けて今後各国と議論していく。

その他の今後の重要な論点として、サービスロボット全体を対象とした条項中の、ウェアブルロボットとは関係が薄い条項を、対象となる特定のサービスロボット区分（モバイルサーバント等）に関する条項に移動させる議論がある。この議論が重要である理由は、制定後に、規格の利用者がサービスロボット全体を対象とした条項中にありながら、実際はモバイルロボットのみが想定された事項を、制定時の意図と相違してウェアブルロボットに適用し、それがなければ適合していた製品に対して新たな対応事項が追加される事態を回避したためである。この点は、国際標準を契機として、これに沿った安全で適正な製品の開発・普及を図る上では、標準自体が明解なものでなければならないという点でも重要である。上記については、我が国よりコメントを提出しているものの、2023 年度は議論がそこまで至らず、今後も引き続き提起していく。

2024 年度は 2023 年度に引き続いて CD を議論し、DIS（規格原案）を策定していく取組が予想されるが、引き続き ISO/TC299/WG2 の活動に関与して、コメント及び提案の提出並びに発言を積極的に行う予定である。

アシストスーツを含むサービスロボットの標準化は、息の長い活動となることが見込まれるが、我が国のロボット業界、アシストスーツ業界、そしてその有力な市場である農業への貢献の観点から、生産者にとって安全で有益な装着型ロボットの普及において重要な活動であるため、今後も継続して関わっていく必要があると思量される。

5. 収集資料等

なし

5. International Symposium on new Technologies for Sustainable Greenhouse Systems (Greensys2023) への参加・発表 (10/21-29、メキシコ)

知能化農機研究領域 施設園芸生産システムグループ グループ長 深津 時広
主任研究員 嶋津光辰
研究員 下元耕太
研究員 檜野雅和

1. 目的

Greensys2023 は、ISHS (国際園芸学会) が主催する施設園芸分野の研究に関する国際的な研究集会であり、施設園芸および環境調節システムに関連する専門家が集まって最先端の科学的・技術的知見について意見交換が行われる。本国際学会に参加し、各自研究成果を報告することで様々な視点からの意見を伺うとともに、関連する最先端の研究について情報収集を行い、研究内容のブラッシュアップと今後の研究推進の糧とする。

2. 日程

令和 5 年 10 月 21 日 (土) ~ 29 日 (日) (メンバーによって期間は異なる)

日数	日付	行程・訪問先	概要
1	10/21 (土)	東京→メキシコ・カンクン	移動日
2~7	10/22 (日) ~ 10/27 (金)	メキシコ・カンクン	Greensys2023 参加・発表
8	10/28 (土)	メキシコ・カンクン→	移動日
9	10/29 (日)	東京	

3. 主な訪問先

Greensys2023 会場 (Symposium venue: Iberostar Selection Cancún Hotel)

学会 URL : <https://www.greensys2023.org/>

4. 結果の概要

Greensys2023 は、施設園芸に関する国際的な研究集会であり、2年に1度開催されている。Greensys2023 では連日、各専門分野の第一人者の方から1時間ほどの特別講演が行われるとともに、研究テーマ別に数多くの口頭発表のセッションやポスター発表のセッションが設けられ、専門分野に携わる数多くの研究者によって最新の研究内容・発表について深く議論が行われた。口頭発表は、4つの会場で並行して行われ、ポスターセッションやコーヒブレイクなどでは、それぞれの研究内容について専門的な意見を交わすことができた (図 1)。

発表された研究テーマは、施設園芸における計測、環境制御、資材、施肥灌水、エネルギー利用、生育モデル、品質、栽培生理、植物工場、有機栽培、画像解析、持続可能性など、多岐にわたっていた。

興味深い講演・発表としては、ドイツ・フンボルト大の Prof. Uwe Schmidt 博士からスピーキングプラントアプローチ (植物生育診断に基づく高度な環境制御手法) に関する研究について、これまで行われてきた研究について網羅的にまとめると共に今後の流れ、特に AI との関係性について持論を述べておられた。またワーゲニンゲン大の Prof. Leo Marcelis 博士から、施設



図 1 Greensys2023 学会会場

園芸、特に植物工場における持続可能性のある高品質生産に向けて今後どのような研究を進めるべきかについて、”From Fairy tale, to Fair story”というキーワードを元に、社会実装に向けた視点を踏まえた研究提案が行われていた。またワーゲニンゲン大のProf. Ir. Eldert J. van Henten 博士から、ワーゲニンゲン大で開発されている施設園芸用ロボットを紹介しながら、農業現場へのロボット導入に向けた現状と課題について発表が行われた。他に施設園芸用ロボットをテーマとする発表はほとんどなかったが、施設園芸における主要な研究要素について各所で発表されており、施設園芸における研究を推進する上で有意義な知識を得ることができた（図2）。

農研機構からの参加メンバーは、それぞれの研究発表を行い、多くの専門家から研究内容についてさまざまな質問・意見を頂き、活発な議論を行うことができた。またこれらの議論を行いながら多くの研究者と交流を深めることで、最新の研究知識の獲得だけでなく国際的な研究ネットワークの拡大を図ることができた。特に若手研究者らは基調講演に対して積極的に質問を行ったり、ポスター発表で海外の研究者と対面で熱心に議論を行ったりと、今後、国際的な研究を実践するために貴重な体験を積むことができた（図3）。参加者の発表概要は以下の通りである。

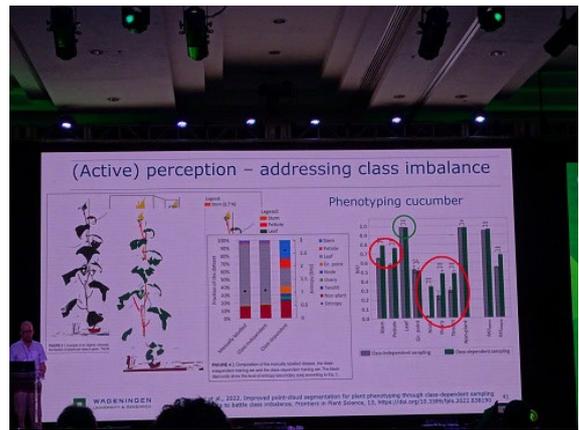


図2 Keynote Speech

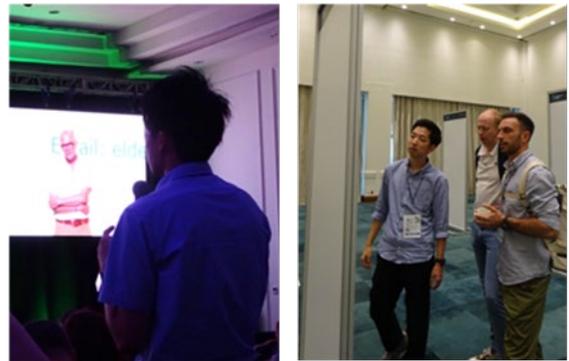


図3 発表の様子

深津時広：A main stem-based operation method for a cultivation management robot system in greenhouse horticulture（ポスター，下葉処理ロボットシステムにおける主茎ベースの作業手法の提案およびその優位性、必要な要素技術について）

嶋津光辰：Development of a system using acceleration sensor for automatic collection of work records in a greenhouse（ポスター，スマートフォンの加速度センサを利用して移動台車上の作業者が行っている作業時間を推定する手法について）

下元耕太：Development of Double-Camera AI System for Efficient Monitoring of Paprika Fruits（口頭発表，パプリカ果実の効率的なモニタリングのためのAIシステムの開発について）

樫野雅和：Detection of tomato main-stem skeleton using point cloud segmentation（ポスター，作業管理ロボットのために必要な、トマト主茎を深度カメラ画像から深層学習を用いて効率的に推定する手法について）

5. 収集資料等

- Greensys2023 Abstract Book

6. LANDTECHNIK2023 学会参加および AGRITECHNICA2023 視察

(11/9-15、ドイツ)

知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 上級研究員 NGUYEN Van Nang

1. 目的

ドイツ・ハノーファーにおいて 2023 年 11 月 10 日～11 月 11 日に開催された第 80 回 International Conference on Agricultural Engineering LAND. TECHNIK AgEng 2023 に参加し研究成果を発表するとともに、同地で 2023 年 11 月 12 日～11 月 18 日に開催された AgriTechnica 2023 農機展を視察し、農機の先進的技術の情報等を収集する。

2. 調査日程

令和 5 年 11 月 9 日 (木) ～15 日 (水) (7 日間)

日数	日付	訪問先	摘要
1	11/9(木)	東京 ⇒ ミュンヘン ⇒ ハノーファー	移動日
2	11/10(金)	ハノーファー国際会議場	LAND. TECHNIK AgEng 2023 参加
3	11/11(土)		
4	11/12(日)	ハノーファー国際見本市会場	AgriTechnica 2023 視察
5	11/13(月)		
6	11/14(火)	ハノーファー ⇒ フランクフルト ⇒	移動日
7	11/15(水)	東京	

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所等
11/10 - 11	LAND. TECHNIK AgEng 2023	The Association of German Engineers (VDI)	https://www.vdiconference.com/ landtechnik-ageng/program/
11/12 - 13	AgriTechnica 2023	German Agricultural Society (DLG)	https://www.agritechnica.com/en/

4. 調査結果の概要

1) LAND. TECHNIK AgEng 2023

2 年に 1 回国際学会としてドイツで開催されている LANDTECHNIK に参加した。プレナリーセッションと一般セッション (図 1) で 72 のプレゼンが行われ、参加者の人数は約 1 千人であった。プレナリーセッションにおいて、Dr. Achim Dobermann (Chief Scientist, International Fertilizer Association, Paris, France) が、“The future of responsible plant nutrition” と題して講演した。植物栄養損失による環境への悪影響の低減、土壌健康の回復に貢献する植物栄養の新しいパラダイムへ移行して、低炭素排出、環境に優しい循環経済、増加する世界人口の食料と栄養供給を支え、世界中の生産者の収入と生活を向上させる必要があると説明していた。また、Jahmy Hindman 氏 (Senior Vice President & Chief Technology Officer, John Deere, & Company) は、“10 Billion by 2050 - The Challenge of our Lifetime” と題した話題を提供した。2050 年までに世界人口がほぼ 100 億人に増加すると予測される中、農家は現在の耕地面積で生産量を 60% から 70% 増加させる必要があり、精密農業と革新技術を導入して、収量を増やすとともに経済的かつ環境的に持続可能な方法で農業を行うことが求められると話した。

一般セッションにおいては、Prepare for Autonomy のセッションにて、150 名近くの参加者に対し、“Outdoor computer vision for aiding agricultural implement hitching by



図1 プレナリーセッション（左）及び一般セッションでの発表の様子（右）

“autonomous tractor”と題して口頭発表した。また、自動化と安全のセッションを聴講し、高度自動化トラクタ・作業機の遠隔監視システムやセンサ搭載による環境認識などの研究開発動向に関する情報を収集した。新規のロボット農機開発の発表はなかったが、ロボット農機の安全かつ効率的な運用に関する発表は多かった。KRONE社のAlexander Grever氏らが提案したロボット農機の移動距離、移動時間、エネルギーコストなどを予測できるタスクおよびモーションプランニング用システムアーキテクチャであるData Distribution Serviceを利用したシステムが提案された（図2）。本サービスを実用化するには、各ロボット農機メーカーが包括的に作業計画のコストなどの課題を検討するとともに、ロボットと作業機のメーカー間でデジタルツインの標準化が求められるとの説明があった。

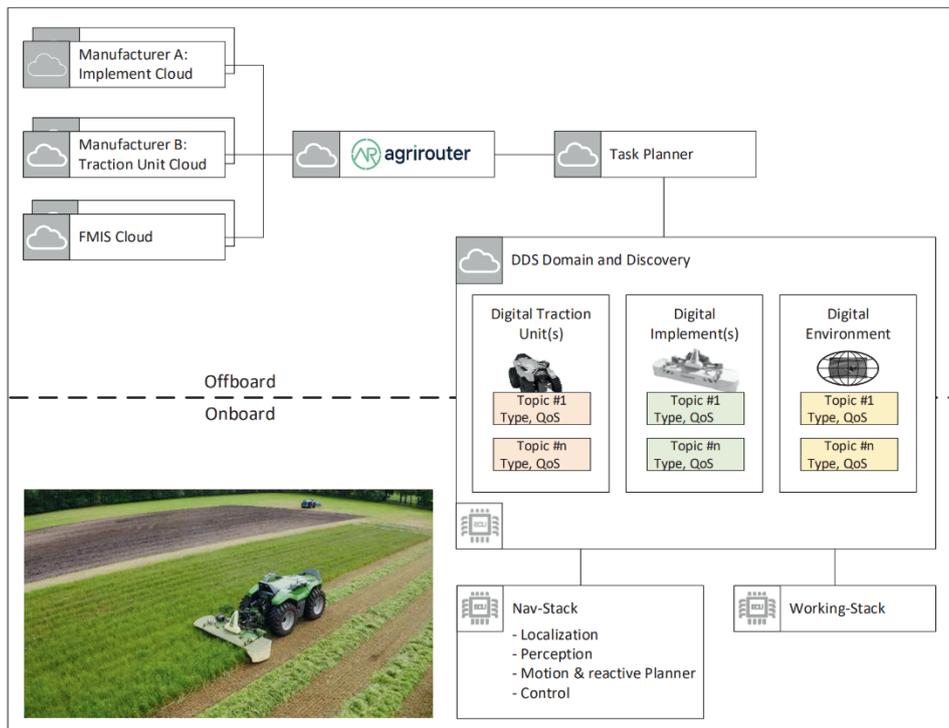


図2 KRONE社のAlexander Grever氏らが提案したロボット農機の作業計画ためのドメインの概要

ロボット農機の安全性に関する発表では、農業分野に自動車向けのISO安全基準を単純に導入することは、必要以上に複雑な規制やコスト上昇を招く可能性があるとの考えが示

され、自動車の安全性に関するフレームワークに基づく一方で、農作業のシナリオに応じた自動化と AI の応用に適応する安全性評価手法が提案されていた（図 3）。

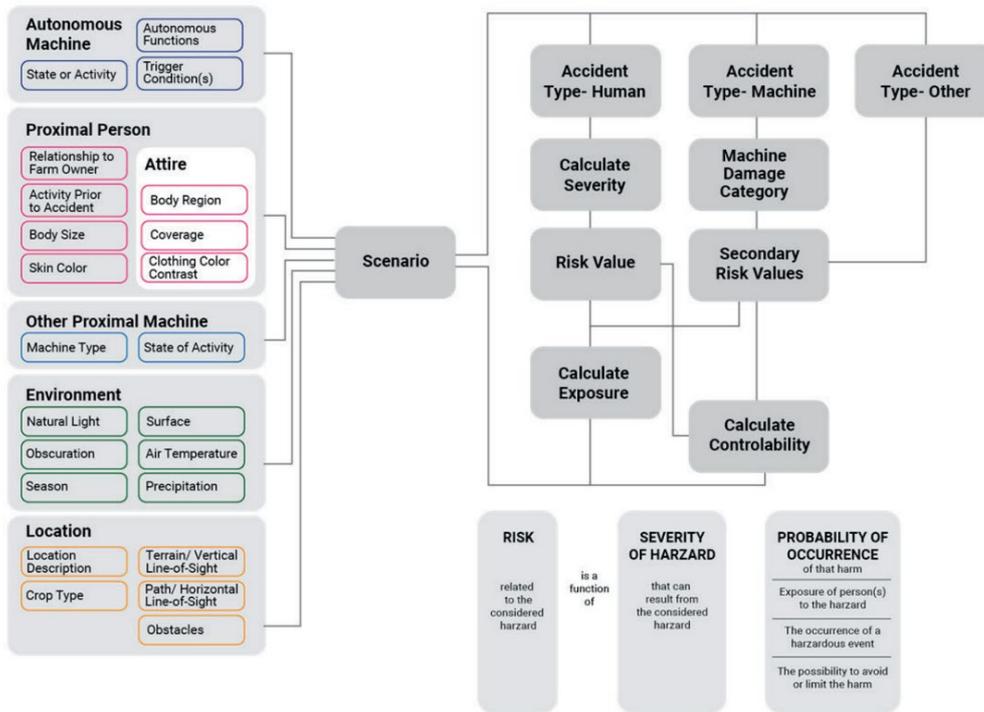


図 3 農作業のシナリオに基づく安全性評価手法

また、ロボット農機の安全対策に関しては、環境認識用センサの性能評価方法（図 4）だけではなく、運用ソフトウェアを含むシステム全体での評価手法の研究が紹介されていた。農業ロボット開発の半数以上で使用されているとされる ROS（Robot Operating System）の安全機能に関する発表もあった（図 5）。ロボット農機の開発に ROS 2 のセキュリティと安全機能を適用するには、ROS 2 を利用した安全性確保に関する開発を ISO 25119 「農林業用トラクタおよび機械—制御システムの安全関連部品—第 1 部：設計および開発の一般原則」に準拠して行う必要があるとの説明があった。



図 4 テストベンチによるロボット農機用センサの性能評価の概要

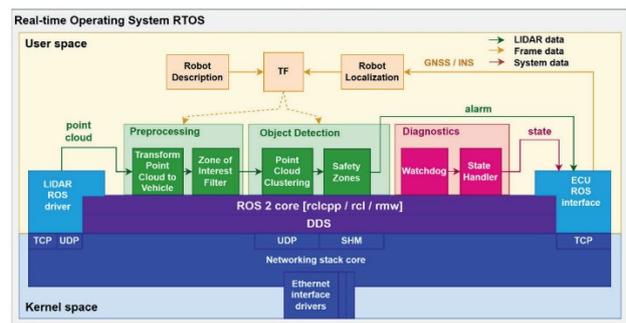


図 5 ROS 2 の安全機能利用ユースケース：Lidar による障害物検出

現在、欧州では自動運転装置を装備した車両の型式認証制度がないため、自動運転機能を停止した手動運転でもロボット農機は公道を走行できない。これに対応するため、牽引装置を開発し、ほ場外移動を行う際にトレーラーなどでロボットトラクタを運搬する方法（図 6）が発表された。また、農業分野におけるロボット化や自動化技術の導入促進を目的とし

て、欧州のロボット農機に関する試験検査に関するプロジェクトである agrifoodTEF (<https://www.agrifoodtef.eu/>) が紹介された。本プロジェクトの主な目的は、ロボット農機の性能と安全性 (図 7) を評価し、実用化に向けた課題を特定するとともに、自動運転装置を装備した農機の型式認証に関する基準を確立すること、農業従事者や関連企業に対して最新の技術を紹介し導入を促進することである。



図 6 公道でのロボット農機搬送の様子

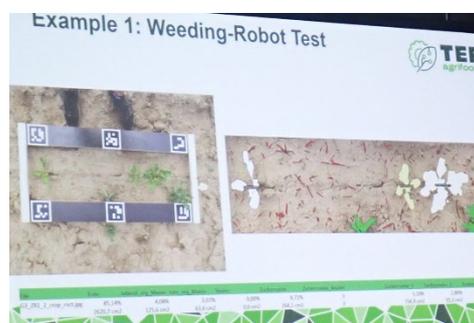


図 7 除草ロボットの性能評価の例

本学会のプログラムでは電動農用車両の研究開発にフォーカスが当てられており、電動農機専用のトランスミッション設計 (図 8) や燃料電池に関する発表が多かった。水素を燃料とする農業機械の開発と実用化を目指す先進的な取り組みである Fendt 社の H2Agrar プロジェクト (図 9、<https://www.fendt.com/int/h2agrar-model-project-receives-dlg-agrifuture-concept-aw>) や、オーストリアの FCTRAC プロジェクト (図 10、<https://www.klimafonds.gv.at/dossier/wasserstoff-dossier/projekte/fctrac/>) が紹介されていた。

また、欧州においては牽引式作業機が多く使われているため、タイヤと土壌との相互作用やけん引力等の研究が現在も盛んであった (図 11、図 12)。

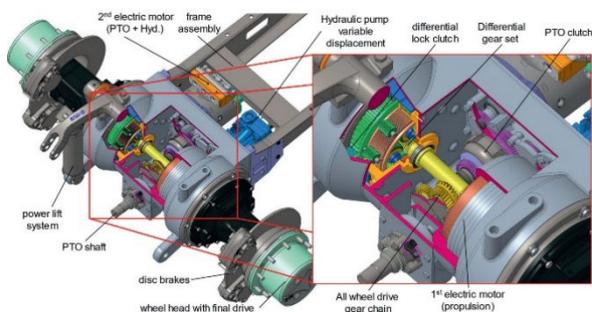


図 8 電動トラクタのトランスミッション設計 (左) と開発された電動ロボットトラクタ (右) の例

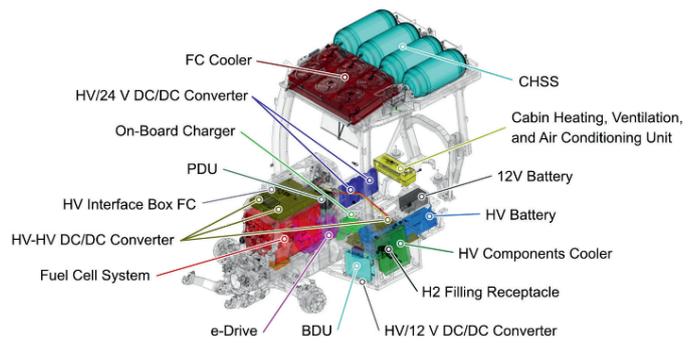
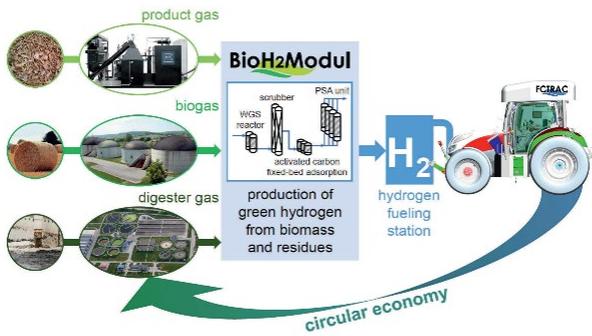


図 10 オーストリアの FCTRAC プロジェクトの概要（左）とその燃料電池トラクタの構成

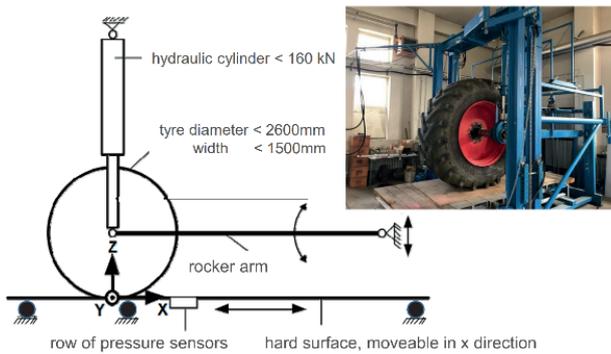


図 11 TU Dresden 大学の
タイヤ試験の設備の概要

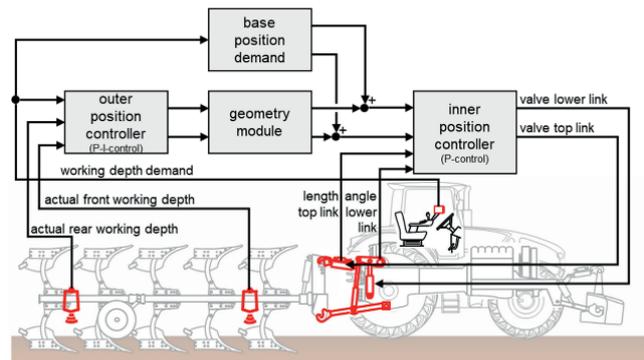


図 12 トラクタのけん引性能を最適化する
トップリンク制御の概要

2) AgriTechnica 2023



Case IH 社製 Raven Autonomy
搭載のロボットトラクタ



Claas 社製 Autonomy Connect
搭載のロボットトラクタ



John Deere の Full Autonomy
8R トラクタ



ドイツの LEMKEN 社製
ロボットトラクタ



オランダの AGXEED 社製
ロボットトラクタ

図13 農業における労力の軽減と生産性の向上が期待できるロボット農機の展示例

農機展では、2864社のメーカーが展示面積約46万m²、27の展示ホールにおいて36カテゴリーの製品を展示し、技術イベント64件が行われており、2日間でトラクタとロボット農機を中心に視察した。自動運転トラクタの目立った進化はなかったが、各社の最新の自動化技術を搭載し商品化されたロボット農機が展示されていた（図13）。これらのロボット農機では、畝端における繰り返し作業を減らし一貫した作業フローを実現するとともに、オペレーターの介入を不要とし、効率の最大化とより簡素化された操作を実現する技術が提供されていた。また、ハイブリッドや電動式トラクタに加え、メタンエンジンを搭載したトラクタも見られた（図14）。ニューホランド社は、クリーンエネルギーリーダー戦略の一環として、メタンエンジンを搭載したトラクタを開発し、ディーゼルエンジンモデルと同じパワーを提供しながら、運用コストを最大30%削減できると説明していた。



CNH Industrial社製
ハイブリッドトラクタ

Case IH社製
電動トラクタ

TADUS Tractor
社製電動トラクタ

ニューホランド社製
メタンエンジントラクタ

図14 持続可能な農業の未来を支えるロボット農機の展示

一方で、ロボットではない標準トラクタは、ISOBUSに加えTIMへの対応が進んでおり、さらにタイヤ空気圧を自動調整して作業時の牽引力を高めるシステム（図15）や、3点ヒッチロワリンクの取付け幅を制御し簡易に作業機連結等を実現する機械（図16）の展示が盛んだった。また、GNSSや超音波センサ、AIカメラ等の搭載により作業機の左右位置を正確に調整し、作業効率を向上させるヒッチ（図17）が展示され、ISO規格のA型ヒッチを装着したトラクタと作業機の展示もあった。



図15 運転条件に応じた最適な
空気圧を調整するシステム



図16 作業機着脱を簡易化する油圧式
スタビライザー（左）と牽引バー止めピン



図17 作業機効率と正確性を提供し
作業者の負担を軽減できるヒッチ



図18 ISO規格の
A型ヒッチフレーム



電動ロボット農機（プラットフォームとアタッチメント）の進化は少なく、10年前のものも展示されていた（図19）。参考販売価格は、大型のものが約20万ユーロ、小型のものが1万から3万ユーロであった。また、果樹園作業向けの電動ロボットプラットフォーム

や播種ロボットの展示もあった（図 20）。リンゴ収穫ロボットは、15 ヘクタール規模の果樹園に対応し、3 時間の充電で最大 12 時間作業可能、作業能率はリンゴ 1 個当たり 5 秒で、価格は約 20 万ユーロであった。



Farmdroid 社製
播種・除草ロボット



Naio 社製
電動ロボット



Robot Makers 社製
電動プラットフォーム



Ant社製電動ロボット
(防除機装着)

図 19 農業用電動ロボットプラットフォームの展示



VitiBot 社製ブドウ園用
電動ロボット



Tevel 社とクボタで共同開発した
ドローン型果実収穫ロボット



Slopehelper 社製
リンゴ収穫ロボット

図 20 持続可能な農業の未来を支える電動ロボット農機の展示

また、電気パルスを利用して雑草を破壊し、安全で環境に優しい除草を実現する除草機やカメラで野菜等の列を認識して、油圧シリンダの長さを制御することで除草部の左右位置を高精度に調整して、作物へのダメージを防止できる除草管理機も展示されていた（図 21）。

近年、都市部や居住区での“*In-house farming*”が提唱されるようになり、本農機展でも関連のセミナーやモデルの展示があった（図 22）。“*In-house farming*”とは、持続可能で革新的な農業ソリューションとして食料の生産と供給を地域に近づけ、輸送コストを削減して、農薬の使用を最小限に抑えることができる技術である。



図 21 Zasso 社電気パルス式製除草機（左）
と画像処理による高精度除草管理機（右）



図 22 *In-house farming* に関する
セミナー（左）とモデル展示（右）

各農機メーカーは、農業機械や作業プロセスの効率化を目的とした営農管理システムを多く展示していた。これらのシステムには、農作業の管理やデータ収集、分析、および意思決定を支援する革新的な技術が組み込まれている（図 23）。また、フィールド全体の作物の水分、デンプン、粗タンパク質、繊維、灰分、粗脂肪含有量に関する貴重なデータを提供する技術も紹介された。例として、ニューホランド社の NutriSense システムがある。このシステムは、収穫機搭載型または携帯型で、作物の品質の最適化や投入物の効率向上を支援し、

情報に基づき収益性を高める意思決定を可能にしている。携帯型作物品質診断装置（図24）の診断時間は3秒/サンプルで、価格は本体が1万5千ユーロ、サンプル容器が8千ユーロであった。



図 23 データ駆動型農業を実現する技術の展示



図 24 ニューホランド社の高度な栄養分析システム NutriSense

6. 収集資料等

- 1) LANDTECHNIK AgriEng 2023 の Proceedings
- 2) AgriTechnica 農機展の展示製品のパンフレット等

7. 2023 韓国施設園芸現地研修ツアーへの参加

(11/14-18、韓国)

知能化農機研究領域 施設園芸生産システムグループ 主任研究員 中山夏希

1. 目的

日本施設園芸協会の主催する 2023 韓国施設園芸現地研修ツアーに参加し、急成長している韓国の大規模施設園芸やスマートファーム等に関する調査を行う。

2. 日程

令和 5 年 11 月 14 日 (火) ~ 18 日 (土) (5 日間)

日数	日付	訪問先	交通	摘要
1	11/14 (火)	東京 (羽田) → 韓国 (金浦)	航空機	移動
2	11/15 (水)	平澤市、禮山群、論山市	バス	調査
3	11/16 (木)	完州郡、金堤市	バス	調査
4	11/17 (金)	普州市、梁山市	バス	調査
5	11/18 (土)	韓国 (釜山) → 東京 (成田)	航空機	移動

3. 主な訪問先

日付	訪問先	住所	URL
11/15 (火)	農業会社法人 PLANTFARM 株式会社	京畿道平澤市振威下北里 214-4	http://eng.tfarm.co.kr
	農業会社法人 Green K Farm 株式会社	京畿道平澤市梧城面梁橋里 39-1	https://green-plus.co.kr/eng/main/main.php
	株式会社 Green Plus	忠清南道禮山群鷹峰路 50-42	
	農業会社法人 ParmFarm	忠清南道上月面大明里 161-5	
11/16 (水)	農村振興庁 国立園芸特作科学院	全羅北道 完州郡 伊西面 農 生命路 100	https://www.nihhs.go.kr/eng/main/mainView.do
	農業会社法人 株式会社アルム	全羅北道堤市孔徳面黄山里 922-5	http://ar-seed.com/?pc=ok
	金堤スマートファーム革 新バレー	全羅北道金堤市白鷗面月鳳 里 997	https://innovalley.smartfarm-korea.net/gimje/index.do;jsessionid=64D7D7FDD3AE68BD0A3B98AD26E2FAC0.innovalleywas02
11/17 (金)	草田営農組合法人	慶尚南道普州市琴山面中川 里 570	-
	株式会社友成ハイテック	慶尚南道梁山市東面梁山 大路 446	https://www.wsh.co.kr/japanese.html

4. 調査結果の概要

1) PLANTFARM

人工光型 (LED) の養液栽培による植物工場の生産拠点として全国展開し、国内 75 ヶ所、敷地面積 23,000m²、従業員 130 名で年間生産量 800t の葉菜類やイチゴ等の生産を行う。2022

年から海外事業も行い、アメリカ、モンゴル、クエート、UAE、タイ、シンガポール、エストニアに生産拠点を持ち、葉菜類やハーブなどを栽培し、従業員 320 名、2020 年の売上高は 620 億 W（ウォン、1 W=0.11~0.12 円程度）となっている。生産とともに栽培技術やプラント設備等の開発も行う。併設する親会社の Farm8 が PLANTFARM から生産物を買取り、加工、流通を担当する。葉菜類の栽培ベッドは 8 段で、露地や通常のハウス栽培に比べて生育速度が 2 倍以上速く、栽培期間 40 日を基準として 1 株当たり 120g 以上となっている。韓国の電気代は農業法人に安く、日本の半分以下であるとのこと。



図 1 PLANTFARM 本社



図 2 葉菜類の栽培の様子



図 3 イチゴ栽培の様子



図 4 Farm8 の荷積みの様子

2) 農業会社法人 Green K Farm 株式会社



図 5 イチゴ栽培の様子

2016年設立、親会社が3)に記載の株式会社 Green Plus で、敷地面積 4,000 坪でイチゴ栽培を行う。フェンロー型施設で、栽培ベッドが上下に移動する上下可動式ハンガータイプの栽培ベッドである。栽培ベッドの長さは 80m、栽培ベッド間は狭く、慣行の 2 倍の列数で 1,000 株/100m² の栽植密度とし、列数が慣行の 2 倍であるのに対して、日射等の関係から収穫量は 1.8 倍にとどまるが、この方が面積当たりの採算性が良いとのこと。管理作業は、栽培ベッドを上昇させて行う。当初はオランダ製の資材と技術を利用していたが、現在は韓国製となって来ている。温室は、親会社の Green Plus が建設している。フィルムは日本の AGC のフッ素樹脂フィルム（エフクリーン）を利用している。ヒートポンプを冷暖房用として利用し、液体炭酸ガスも施用しながら収量を向上させている。養液栽培では、地下水と温水をタンクで混ぜて利用している。冬場はマイナス 20℃までになるため、加温機も併用する。生産時期の目標としては 7 月までの栽培を目指している（現在は 6 月まで）。



図 6 人工光型（LED）によるイチゴ栽培の研究開発の様子

3) 株式会社 Green Plus

韓国最大の温室メーカーであり、主に 1.5～10ha の大型スマートファーム（垂直型農場）を設計、施工する。アルミの押し出し加工、鉄骨加工、アルミ素材のパレット等の製造も手がける。建設費用は、天窗タイプで坪当たり 15 万円程度とのこと。青年就農者向けでは 2,000 坪、一般向けでは 6,000～8,000 坪の施工であるが、最大で 1 万坪（3.3ha）の施工実績もある。日本においても、トマトやイチゴ用で 1 ha 以上の施設を養液栽培システム等も含めて施工実績があり、その他、UAE やウズベキスタン等でも建築実績がある。



図 7 株式会社 Green Plus

4) 農業会社法人 ParmFarm

親会社の Green Plus が施工した 8,000 坪のフェンロー型ハウス（自然光型）でトマトを栽培する農業会社法人である。オランダ型ハウスではあるが、柱と柱の間を 16m にするなど作業し易いように設計している。ヒートポンプを導入した冷暖房管理、フィリップスライティング製 LED による補光、ミストによる湿度制御等の環境制御を行うとともに、管理はセンサ値やその成績を確認し、全ての操作を遠隔でも操作可能にしている。養液を節約するため、排水は原水と合わせて再利用し、病気を防止するため、UV を利用したウルトラフィルターによって消毒

している。炭酸ガスは 600ppm を週 2 回施用しているが、週 1 回の施用に比べて 15～30% の増収効果となっている。作業者は 20 名程度で、生産コストの 40% を人件費が、18% 程度を電気代が占めている。種子は韓国製を使用し、自社で育苗、実生苗を利用し、硬くて日持ちする欧州で好まれる品種を選択している。現在の収穫量は坪当たり 180 kg 程度（総量 1,500t）で目標は 220 kg としている。kg 当たりの単価は 2200W で、30 億 W の売上げである。

5) 農村振興庁 国立園芸特作科学院

農村振興庁 国立園芸特作科学院では、ハウスの形状や構造、ICT、環境制御、自動化やロボット化、養液栽培や栽培方法など施設園芸全般に渡る研究開発が行われており、そのため



図 8 農業会社法人 ParmFarm



図 9 トマト栽培の様子



図 10 LED による補光



図 11 実生苗（自家育苗）



図 12 養液管理装置等



図 13 防除装置

の研究施設が多数設置されている。ハウスの形状や構造等の研究では、農家の要望に応じて超大型ハウスを建築し（今年で 3 年目）、建材や建築方法等含めて検討、栽培を行って各種データを採取している。ハウスの幅は 28、38、48m の 3 種類×高さ 14m×奥行 100m のサイズ展開で、天窗は 1.5m 幅で開閉する。夏場にもハウスを使いたい農家が増えており、ハウス内の高温対策として軒高を高くしている。ハウスのフィルム（ポリオレフィン系フィルム）は日本製や韓国製を利用し、この構造で風速 30m/s までの強風や降雪に耐えられ、建設費はオランダのフェンロー型より安いとのこと。トマト、パプリカ、イチゴ、スイカ、マクワウリ等が栽培され、7 月に定植し 10 月から翌年 6 月まで収穫を行う。9～10 月（旧暦 8 月のお盆の時期）や、市場価格が最も高くなる 10、11 月に合わせて収穫できるようにしている。ロッ

クールは使わず、ヤシ殻を発酵、粉砕して作られる有機培土である COCOPEAT を使用し（他の施設も同様）、消毒して再利用するといった手法も研究されている。ヒートポンプや FOG（上部にノズルとダクトが走っていて水滴にならないよう 15 秒程度の噴射を繰り返して気化熱で冷却する設備）等によって温湿度を制御し、夜温は花芽分化に合わせて 20℃以下にするなどしており、本ハウスは環境制御が行い易いとのこと。また、暖房のダクトに CO₂ を混ぜており、受粉はマルハナバチによる。定植日を変え、最も適した栽培時期等を検討している。超大型ハウスの主な建材としては直径約 80 mm のパイプが用いられているが、建築が困難なためトラス構造に変えて新しいハウスを建築するといった大胆な試みが行われている。



図 14 超大型ハウス



図 15 ハウス内の様子



図 16 イチゴ栽培の様子



図 17 スイカ栽培の様子

次に別の研究棟に移動し、ポスター及び動画により、人工知能によるトマトを対象とした熟度判定と数量計測技術、及び病理診断技術（トマトは葉カビ病等5種類、イチゴは炭疽病等6種類、パプリカは灰色カビ病等5種類）、防除ロボット、作業者追従型運搬ロボット（工場用を応用）に関する内容が紹介された。今後は収穫ロボットも開発していきたいとのこと。この研究棟では有料（300万W）で、装置を持ち込み栽培環境下での性能試験も実施できる。マクワウリの栽培では、慣行栽培の誘因方法に対して、降ろす、這わせるといった栽培の様子も見学した。

スマートファームに関するインフラ整備を先行させながら、そこへ自動化、ロボット化技術を展開するとともに、後述する金堤スマートファーム革新バレーでの教育、実証とも連携して様々な情報共有や共通化が行われ普及していく方針を取るなど、全体が一体感と勢いを持って進展する国家戦略が印象に残った。



図 18 研究棟の様子



図 19 人工知能による熟度判定及び数量計測技術



図 20 紹介動画



図 21 マクワウリ栽培の様子 (上図：降ろす、下図：這わせる)

6) 農業会社法人 株式会社アルム

株式会社アルムの主要な温室は、2020年より稼働し、オランダのCERTHON社（現在はDENSOの完全子会社）により、自然光及び養液栽培による葉菜類の栽培を対象を絞って設計・施工されており、施工費用は85億W、2023年12月には空気熱ヒートポンプを26億5千W（国か

らの補助金 70%) で設置したことから、総額 135 億 W を要した施設である。その他に、葉菜類スマートファームとしてガラス温室 19,740m²、ビニールハウス 5,000m²、露地 5,000m²、加工用施設も保有し、設備の技術開発も行い、特許 10 件を保有する。訪問先の栽培面積は 2ha、12 万株/週を収穫、年間生産量は 810t となっている。株当たりは 120g に生育させるが 200g 以上の場合もある。播種から収穫までの期間は、夏は 6 週、秋は 7.5 週、冬は 8.5 週、育苗は発芽庫にて 20℃、48h で管理し、夏は 2 週、冬は 3 週で移植する。オランダ製でポリエステル製の生分解性ポット (55W/個) を利用する。苗を移植した白い樹脂製の栽培ベッドをコンベア上に載せて移動させていく。養液は再利用し、養液温度を下げるため、ウォーターチラーを導入し、18~20℃に保ち利用している。また、養液の病菌の活力を下げるため、超音波装置を養液タンクに入れている。CO₂ は 500ppm で施用することで収量は 40%増となり、補光用ランプ 650W を 840 個設置している。作業者は栽培現場 16 人、管理業務 3 人で運営されているが、コスト面等を踏まえて将来的には 10 名での運営を実現していく方針とのこと。売り上げは現在、20 億 W 程度であるが、40 億 W を目標としている。販売価格は、一般農家が



図 22 栽培の様子

4,500W/kg であるのに対し、一般農家との競争を避け、主にソウルの富裕層向をターゲットとすることで 7,000W/kg での販売を実現している。

7) 金堤スマートファーム革新バレー

敷地面積 21.3ha、スマートファームに特化した青年就農者 (40 歳未満) を育成する教育機関、スマートファームに関連する資材や栽培等の研究開発及び実証機関、さらに関連する装置等の検査機関としての多面的な機能を有し、企業とも連携することによりシナジー効果を得ながら、スマート農業の高度化及び普及を図ることを目的とした国の機関である。国内に 4 拠点あり、1 拠点への国からの交付金は 18 億 W/年である。青年就農者育成に関する教育期間では 20 ヶ月で、基礎理論 2 ヶ月、スマートファームを利用して栽培管理、出荷、経営管理を実習する期間 6 ヶ月、経営型現場実習 12 ヶ月である。管理者は 4 名で、栽培は 5 人 1 チームで作物は選択性 (トマト、キュウリ、ナス、イチゴ等) である。収穫した作物は販売され、売り上げは学生の収入になる。50 人程度の募集に対し 5 倍の応募があり、90%以上が大卒、男女比は 7:3 とのこと。学生には資材費として 30 万 W/月が配布され、種や肥料等はそ



図 23 廊下の両サイドに栽培室



図 24 キュウリ栽培の様子



図 25 ミニトマト栽培の様子

こから支出して捻出し、残った分は本人の収入になる（(資材費 30 万 W/月＋生活費 70 万 W/月) ×12 ヶ月＋収穫物の売り上げ＝学生の収入となる）。ここでは、PRIVA 社（オランダ）と韓国製の両方の制御システム等の使い方を学ぶことができる。ロックウールは廃棄に費用がかかるので COCOPEAT を使用し、地中熱ヒートポンプを利用している。50 人のうち成績によって 16 名には、卒業後に別区画に賃貸型で 3 年間使用する資格が与えられ、またスマートファーム総合資金申請の資格が与えられる。卒業後も補助金申請の計画書作り等を支援し、起



図 26 養液管理装置等



図 27 育苗関連施設



図 28 検査装置
(写真は複合振動試験機)

業や就職の支援を行う。

次に、国立韓国農水産大学の李鐘元副教授による韓国のスマート農業政策に関する講演があった。李副教授は、韓国垂直型農業研究会会長、韓国生物環境調整学会副会長として韓国のスマートファーム政策に様々な面で関与している。韓国のスマートファームの普及状況は 2022 年で 7,076ha であり、これを 2025 年までに 8,000ha、2027 年までに全体面積の 30%とすることを目標としている。韓国の就農者は、40 歳未満が 6,500 人であるのに対して 65 歳以上が 86 万人となっており、40 歳未満の就農人口を確保するためにもスマートファーム政策を推進している。スマート農業を普及させていくため、2022 年に開始したスマートファーム革新バレーにおける技術革新を通じた青年農業者の育成を中心に、関連機能の集約や賃貸型スマートファームの拡大を行いながら、スマートファーム育成地区を構築してデータ基盤型のスマート農業の高度化に取り組んでいる。2030 年までの政策目標は、スマート農業に関連する専門人材 1 万人の育成、インフラ構築（2019 年の 5,000ha から 10,000ha）、資材の国産化（2019 年の 20%から 80%）、さらに輸出拡大（2019 年の \$1 億から \$5 億）が示されている。現在は施設園芸に関するスマートファーム中心なので、露地のスマートファーム化として気象データの活用、自律走行、ドローン関連（生育診断や防除）を検討していきたいとのこと。

8) 草田営農組合法人

苗生産企業で、敷地面積 7,000 坪、マクワウリ、トマト、トウガラシ、ナス、キュウリ、パプリカ、イネの実生苗や接ぎ木苗を生産する。年間生産量は 500 万本で、接ぎ木苗の生産量は 300 万本、年間の売り上げは 15～20 億 W である。作業員は 30 人程度、人件費の高騰と人手不足により作業員は主にタイ人となっている。接ぎ木の接合資材はトマトも含めて全てクリップで、繰り返し使用し（日本ではしない）、チューブは使用していない。ウリ科は、手作業でも片葉切断接ぎ（イセキ製の接ぎ木装置と同じ接ぎ方）で、台木はカボチャ、1 本仕立苗が 5 割、2 本仕立苗が 5 割の割合で生産されている。トマトは接ぎ木苗が 8 割、実生苗が 2 割の生産割合である。10 年程前からトウガラシも接ぎ木苗に変わっている。接ぎ木苗の価格は 800～1000W/本程度である。韓国製の接ぎ木ロボットを使用したことがあるが能率的に見合わず、現在も人による作業を行っている。15 年程前から日本への輸出も行っており、日本から送られた種子から育てたトマト、ナス、トウガラシの苗を年間約 150 万本輸出する。3 月から福岡及び京都、4 月から新潟の業者に輸出しており、法人からの出荷は昼 12 時に行われ、翌朝に下関に到着し、福岡及び京都の農家へはその日の夕方か翌朝、新潟の農家に

はさらに1日かけて届けられる。繁忙期は近隣の3つの農家が協力して対応する。輸出は、接ぎ木苗7割、実生苗3割、日本向けのセルトレイ規格は100穴（韓国は50穴）で、苗の長さや太さ等の基準が細かいが要望に合わせて出荷し、検疫で問題が出るのは2～3%程度だ



図 29 草田営農組合法人



図 30 栽培の様子



図 31 梱包の様子



図 32 接ぎ木部屋



図 33 養生庫の様子



が、日本向けはあまり利益にならず、今は赤字になるとのこと。

9) 株式会社友成ハイテック

施設園芸用の巻き取り式開閉モータ及びコントローラ、水平式布団カーテン開閉システム、複合環境制御システム、養液栽培制御システム、ソフト開発、各種センサ等の製造、販売を行う。子会社ではガラス温室の施工も行う。社員は47名、年間売り上げ110～120億W、10%が日本、アメリカ、カナダ、イタリア向けの輸出となっている。これまでスマートファームではオランダ製を使うことが多かったが、自社製品に置き換えていっている。内製で低コスト、高品質で製品を開発製造販売していくことを強みとしており、工場内で製品の製造工程を視察した。



図 34 モータのコイルを巻く様子

5. 収集資料等

施設園芸協会作成 DVD（視察先で使用されたプレゼン資料、事務局撮影の写真、ツアー報告等）

8. ロボット農機の安全ガイダンスシステムの開発及び性能評価 (JLC2023)

(3/5-11、フランス)

知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 上級研究員 Nguyen Van Nang
 知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 主任研究員 趙 元在
 知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 研究員 倉鋪圭太

1. 目的

フランス国立農業・食料・環境研究所（INRAE）と農研機構は2019年より国際共同研究の推進と新規課題発掘を目的とする経費補助の取組として、NARO-INRAE ジョイントリンケージコール（JLC）を実施している。2023年度に農研機構の農業機械研究部門とINRAEのTSCFがJLCに提案した「ロボット農機の安全ガイダンスシステムのための開発及び評価」について、研究環境設定及び基礎試験のための意見交換を実施する。また、クボタヨーロッパ研究開発センターを訪問し、ヨーロッパ地域のロボット農機の研究・開発動向についての情報収集と意見交換を行う。

2. 調査日程

令和5年11月19日（日）～24日（金）（6日間）

日数	日付	訪問先	交通	摘要
1	11/19（日）	東京（羽田）→パリ（泊）	航空機	移動日
2	11/20（月）	パリ→クレルモン・フェラン INRAE クレルモン・フェラン拠点	航空機	意見交換
3	11/21（火）	INRAE モントルドル拠点 （クレルモン・フェラン泊）	自動車	意見交換
4	11/22（水）	INRAE クレルモン・フェラン拠点 クレルモン・フェラン→パリ （クレピー=アン=ヴァロワ泊）	自動車 航空機	意見交換 移動
5	11/23（木）	クボタヨーロッパ研究開発センター （パリ泊）	自動車	企業視察
6	11/24（金）	パリ（機内泊）→東京（羽田）	航空機	移動日

3. 主な訪問先

日付	訪問先	住所	URL
11/20 11/22	INRAE クレルモン・フェラン拠点	9 Av. Blaise Pascal, 63170 Aubière, France	https://www6.clermont.inrae.fr/tscf/
11/21	INRAE モントルドル拠点	Domaine des Palaquins, 03150 Montoldre, France	https://www6.clermont.inrae.fr/tscf/
11/23	クボタヨーロッパ研究開発センター	80 rue du Bois de Tillet - CS9001 - 60234 Crépy-en- Valois Cedex - France	https://www.kubota.co.jp/innovation-/location/krde.html

(2) INRAE のロボット農機の基礎試験及び結果分析

INRAE は研究・開発している 2 台のロボット農機の実演を行った。図 3 は、2 次元 LiDAR を用いた自動追従手法によるロボット農機の自動走行の様子である。ロボットは、車両前方に搭載したロボットアームの先端に装着した 2 次元 LiDAR を用いて車両側方の樹列を認識し、樹列に沿った経路を生成することが可能である。2 台目のロボット農機は図 4 に示す電動ロボットトラクタで、GNSS、IMU 及び 2 次元 LiDAR を用いて作物の列を認識し、認識した結果に基づいて作物列に対して追従することが可能との説明があった。2 台のロボットの制御システムは先述のとおり ROS2 ベースで開発されており、センサデータを ROS の汎用データ形式である ROSBAG として保存することが可能であった。実演後には取得した ROSBAG を用いて試験結果を分析するワークショップを実施した (図 5)。



図 3 Adap2E ロボット (<https://adap2e.inrae.fr/>)



図 4 電動型ロボットトラクタ
(<https://www.inrae.fr/actualites/inrae-sabi-agri-creent-labcom-tiara>)



図5 ROBAG で保存したセンサーデータの分析結果

(3) 共同研究テーマの提案と検討

INRAEでは、「Reshape the World: Modeling and Navigation in Environments with Deformable Ground」をテーマとして新たな研究の準備を進めており、本課題を農研機構との共同研究テーマの1つとする提案があった。Deformable Groundとは大きく変形する軟弱地盤や乗り越え可能な雑草を指しており、EUに加えて日本の農地環境も考慮することや、日本でも試験を実施する可能性について議論した。農研機構にはその場で意思決定のできる責任者が同行していなかったため、2023年12月に予定していたINRAE側の農研機構の訪問の際に改めて議論することとなった。

(4) 施設及び開発ロボットの視察

INRAEが開発中である様々なロボットを見学した(図6)。INRAEはこれらのロボットの自律走行に必要な自己位置推定、経路計画及び経路追従手法をモジュール化してGitHubにソースコードを公開している(<https://github.com/Romea/>)。



図6 INRAEが開発した農業用ロボット

2) INRAE モントルドル拠点

(1) ロボット農機性能評価について

INRAE では、ロボット農機の性能評価プロトコルの開発に取り組んでおり、農機研と同様に3つのプロトコルの検討が進行中との説明があった。各プロトコルの評価対象と目的は以下の通りである。

第1プロトコル(試験障害物の検出試験):このプロトコルはISO18497に基づき、ロボット農機の安全性に関する性能のうち、座った人間を模倣した試験障害物をロボット農機が適切に検出し、必要に応じて停止する能力を確認することを目的としている。

第2プロトコル(過酷な環境条件下での認識システム性能試験):このプロトコルも第1プロトコルと同様にISO18497に基づいており、ロボット農機が雨、霧、夜間などの過酷な環境条件下で障害物を正確に検出する能力を評価対象としており、ロボットが悪天候や低照明条件下でも安全に作業できるかどうかの確認を目的としている。第2プロトコルの検証を行う試験設備は外部の連携機関から提供されているとのことであった。

第3プロトコル(作業領域の完全性評価):このプロトコルはISO17757に基づいており、ロボット農機が事前に指定された作業領域内で作業を実行し、その領域を逸脱しない能力を評価する。

INRAEとNAROはロボット農機の性能評価プロトコルを用いたロボット農機の評価手法について議論した。また、ロボット農機の安全性評価に利用する設備を視察した(図7)。



図7 打合せ及び視察の様子

(2) 非化学的除草技術の競技会

INRAEでは除草ロボットの性能評価手法を策定しているが、策定した性能評価手法を広く周知し、農業ロボットの発展を促進することを目的としてACRE(Agri-Food Competition for Robot Evaluation)というEUのプロジェクトの一環として除草ロボットによる競技会を開催している。この競技会は、実際のは場での性能評価である「Field campaign」と、収集されたデータを使用してロボットのAIシステムの性能を評価する「Cascade campaign」の2つの種目で構成されている。予行演習の後、2022年に最初の公式競技会が開催され、5つのチームが参加し性能を競い合った。2024年5月には次の競技会が予定されており、5~6チームが参加予定とのことであった。

3) クボタヨーロッパ研究開発センター

ヨーロッパのロボット農機の研究開発の動向及び安全システムの構成についての意見交換を目的に同センター(図8)を訪問した。事前に訪問目的等を通知した上での訪問だったが、クボタヨーロッパ研究開発センターは大型トラクタの研究開発を担当する機関であり、ロボット農機の開発を主な業務としていないことから、ロボット及び安全システムについて十分

な技術的な意見交換を行うことはできなかった。しかし、ISO18497 に準拠する農業機械の開発の動向やヨーロッパにおける農業機械に対する規制などについて、現地に事情に精通する担当者から説明を受けることができた。



図8 クボタヨーロッパ研究開発センター

4) 総括

INRAE の訪問を通じて、農研機構と INRAE に共通する研究領域とお互いが関心を持つ技術分野が明らかになった。INRAE 側からは、共同研究に対して前向きな姿勢を示され、今後の具体的な共同研究テーマについての協議を継続する意向が示された。特に、ロボット農機の安全ガイダンスシステムの性能向上に関しては共同研究への展開の可能性が高いと考えられた。また、INRAE ではロボット農機の LCA 研究に注力していることや、農薬に拠らない除草技術開発への取組みが盛んであったことから、欧州においては農業が環境に与える影響の評価が重視されていることを実感することができた。今回の視察を通じて、異なる組織間での情報共有と協力が強化され、農業ロボット技術の発展に向けた前向きな展望が広がったと感じた。

5. 収集資料等

- 1) ACRE 概要資料
- 2) Agro Techno Pole 概要資料

9. 令和5年度 BRIDGE タイ実証試験調査

(1/23-27、2/26-3/1、タイ)

機械化連携推進部 部長 太田孝弘
 機械化連携推進部 機械化連携推進室 機械化連携調整役 古山隆司
 機械化連携推進部 機械化連携推進室 機械化連携調整役 臼井善彦
 知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ グループ長 田中 慶
 知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 研究員 土川寛崇

1. 目的

令和4年度 PRISM 国際標準化に引き続き令和5年度も内閣府プロジェクト BRIDGE を獲得し、国際標準化を活用した ASEAN での民間企業のビジネスチャンス拡大を目的として、タイでのスマート農機のデータ連携実証を実施している。具体的には、水田農業に関するデータの国際標準化を行うと共に、標準化されたデータ項目を利用した実証試験を通じてデータ連携農業を ASEAN で広め、これによって日本の企業の ASEAN 展開を図ることとしている。

2. 日程

令和6年1月23日（火）～27日（土）（5日間）

出張者：古山隆司、田中慶、土川寛嵩、本部 国際標準化推進室長 元林浩太（1月24日合流）

日数	日付	行先	交通	摘 要
1	1/23(火)	羽田→ スワンナプーム	JL0031	出国 バンコク泊
2	1/24(水)	MOAC ・Rice Department ・Agricultural En- gineering Re- search Institute (AERI)	タクシー	意見交換 バンコク泊
3	1/25(木)	Singto Thong (現地セ ミナー会場)	同上	会場準備及び地区長等との意見交換 バンコク泊
4	1/26(金)	ListenField 社、 MOAC Bureau of For- eign Agricultural Affairs (BOFAA) スワンナプーム→羽 田	同上 JL0034	意見交換 (ListenField 社) 及びセ ミナー開催の内容説明 (BOFAA) 機中泊
5	1/27(土)			帰国

令和6年2月26日(月)～3月1日(金)(5日間)

出張者：太田孝弘、古山隆司、臼井善彦

日数	日付	行先	交通	摘要
1	2/26(月)	羽田 → スワンナプーム	NH847	出国 バンコク泊
2	2/27(火)	Singto Thong (現地セ ミナー会場)	タクシー	セミナー準備 バンコク泊
3	2/28(水)	Singto Thong (現地セ ミナー会場)		現地セミナー開催 バンコク泊
4	2/29(木)	ListenField 社 在タイ日本大使館		意見交換 バンコク泊
5	3/1(金)	スワンナプーム → 羽田	NH848	帰国

3. 主な訪問先と対応者

令和6年1月24日(水)～26日(金)

訪問先	対応者
MOAC, Rice Department	Mrs. Kanthita Suangtho, Director of Rice Germplasm Conservation and Breeding Research Group 他
MOAC, AERI	Dr. Anuchit Chamsing Director, Post-harvest Engineering Research Group
Singto Thong (セミナー会場)	Mr. Joe, Sub district head Ms. Nuttiya Chuanukul, Village head
ListenField 社	Dr. Rassarin Chinnachodteeranun, CEO Dr. Kiyoshi Honda, CSO etc
MOAC, Bureau of Foreign Agri-cultural Affairs	Dr. Vanida Khumnirdpetch, Director of BOFAA

令和6年2月28日(水)現地セミナー

訪問先	主な出席者
Singto Thong Sub-district Administrative Organization	【日本】 金永忠之(一等書記官)、村松直(農水省)、小島彩(農水省)、太田孝弘、古山隆司、臼井善彦、白石勇太郎(NRI シンガポール) etc, 【タイ】 Dr. Vanida Khumnirdpetch (BOFAA)、Mr. Phongthep Thepkanjana (元副首相、ListenField 支援者)、Mr. Joe (Sub district head)、Ms. Nuttiya Chuanukul (Singto Thong Village head)、Ms. Somjin Pinkaew (the Ruang Kaeo Rice Community leader) etc,

令和6年2月27日(火)～29日(木)(現地セミナー除く)

訪問先	対応者
ListenField 社	Dr. Rassarin Chinnachodteeranun, CEO Dr. Kiyoshi Honda etc,
在タイ日本大使館	金永忠之(一等書記官)



図 1 訪問先

4. 調査結果の概要

タイでデータ連携の実証を令和4年度、5年度と2年間実施し、その活動としてデータ連携の有効性を示すデータ例や生産者に対してデータ連携を可視化して示すデモアプリを ListenField 社が開発、農業情報設計社による GNSS 機器 AgriBus-GminiR によるデータ連携、更に ASEAN でのスマート農業の取組状況（行政、民間企業等）、農業構造、生産者等のスマート農業への意識等に関する調査を行った。

今回、実証を通して得られたデータ連携の有効性を示すデータやデモアプリの開発、また、ASEAN でのスマート農業への取組状況等の調査結果をタイ及び周辺の ASEAN 各国への周知・理解促進を目的に現地セミナーを実証地において開催した。セミナー開催にあたり開催1ヶ月前に事前準備（現地準備及びタイ後援行政機関へのお礼と内容説明）のため出張した。併せて、事前準備と現地セミナー開催の計2回の出張では、本事業で進める水田稲作農業に関するデータの国際標準化の進め方及び今後の展開等について NRI シンガポール、ListenField 社、農業情報設計社と打合せを行った。

1) 令和6年1月23日（火）～27日（土）

【訪問先①：MOAC Rice Department】

1月24日（火）午前、MOAC Rice Department (MOAC RD) を訪問し、スマート農業のデータ連携について意見交換を行った。意見交換では、古山からタイでのデータ連携実証の趣旨、ListenField 社から実証内容、NRI シンガポールから ASEAN でのスマー



図 2 MOAC Rice Department での集合写真

ト農業に関する調査結果について説明し、これらに関する意見交換を行った。MOAC RD では Listen Field と同様な実証試験を実施しており、19 地域で地理データの取得・収集を行い、衛星データとして土壌の湿度、NDVI、水ステーションのデータ等をデータベース化しているが、現在収集しているデータは19地域のデータのみで今後拡大が必要であるが、人的リソースが少なく、またテクノロジーの進歩が早いため、対応方法の検討が必要であり、我々の実証事業と今後連携していけば、お互いの研究が進み、カーボンニュートラルやGHG削減への貢献も可能ではないかとの見解があった。

【訪問先②：MOAC Agriculturel Engeering Research Institute】

同日午後、昨年度に引き続き、MOAC 農業工学研究所 (MOAC AERI) を訪問し、スマート農業についての意見交換を行った。昨年度対応していただいた Director の Akkapol Senanarong 氏は定年退官され、後任の Dr. Anuchit Chamsing の対応となった。ここでも古山からタイでのデータ連携実証の趣旨、ListenField 社から実証内容、NRI シンガポールから ASEAN でのスマート農業に関する調査結果について説明し、意見交換を行った。Dr. Anuchit Chamsing から、タイでスマート農業を進めるには、機械が大型化・高価になった場合、コスト削減するには機械を共有化し、それをシステムで管理することにより、必要な時に必要な場所に配車でき、全体としてのコストは下がる、との見解があった。農業技術としてデータは重要であり、データの活用についてはドイツのマシーネンリングを参考にタイでも導入・稼働させたいと考えているが、うまく稼働できておらず、また、農業には様々なアクティビティーがあり、米以外にキャッサバ、サトウキビの作物にもデータの利用が重要であり、今後の研究では、NARO との連携も考えていきたい、との見解であった。



図3 MOAC 農業工学研究所での集合写真

【訪問先③：Singto Thong Sub-district】

1月25日(水)午前、現地セミナー会場である Singto Thong Sub-district Administrative Organization の実演会・講演会を予定している会場において、当日の状況を想定した打合せを行った。主な打合せ事項としては、①参加者人数から講演会場の適否、②実演方法と実演の参加者への見せ方、③セミナー全体の通訳方法である。会場は参加者人数により変更すること(実演会は別棟の体育館を使う)、実演方法としては会場横の圃場でトラクタを走らせ、データのやり取りをしている PC 画面を共有して見せること、通訳の方法は日本語からタイ語の通訳のみとし、周辺諸国へのセミナーの配信は、録画映像に後日英語の通訳を入れたものを配信すること、とした。



図4 セミナー講演要諦会場

同日午後は、会場を提供していただいた地区長の Joe 氏と意見交換を行った。この地区では、行政への要望等は地区長の方で取りまとめることとしている、一方、作付の品種をその

年の長期予報を考慮して決めて、地区の生産者に情報提供しているなど、地区長が主導的に地区の農業を把握・主導している。この地区では水の確保が重要で、以前に地区の意見を取りまとめ、行政に水確保の要望を出して、上流にダムを建設させたが、現実には他の工業地帯へ水を売っているため、引き続き水の問題がある。また、衛星データやドローンデータからほ場の肥料分布状態や病害虫の状況が分かると肥料や農薬の散布が効率的に行えるとの意見があった。データ活用については、現在、行っている実証試験に関連しているため、今後も連携していくこととなった（特に ListenField 社との連携）。



図5 地区長 Joe 氏らとの意見交換

【訪問先④：ListenField】

1月26日（木）午前は、ListenField 社において、国際標準化の今後の進め方について意見交換を行った。令和5年度は、AgGateway のADM（Adapt Data Model）のチェアマンである Andres 氏に、ADM に水田農業項目を追加したい旨 ListenField 社渡部氏から伝え、追加する方向で話が進んでいるが、令和6年度はそれを担当していた渡部氏が退社するため、今後農研機構でも担当できる職員を決めて、ListenField 社と連携して進める必要があるとの結論となった。国際標準化以外の項目として、今後の展開について打合せを行い、ListenField 社としては、データ連携の対象として稲作だけではマネタイズが難しいことから、水稻以外の作物としてサトウキビなどの大企業が関わっている作物にも対象を広げていくことを検討している。



図6 ListenField 社での打合せ
（AgGateway 活動を担当している渡部氏）

【訪問先⑤：MOAC Bureau of Foreign Agricultural Affairs】

同日の午後、現地セミナーの後援を依頼した MOAC Bureau of Foreign Agricultural Affairs (BOFAA) へ訪問し、後援へのお礼と現地セミナー開催の趣旨・内容の説明、実証プロジェクトの内容について説明をした。対応していただいた Director の Ph. D. Vanida Khumnirdpetch からはタイでのスマート農業及びデータ連携活動への励ましと、必要があれば協力する旨の発言があった。



図7 BOFAA での集合写真
（中央古山調整役の右隣が Director の Dr. Vanida）

2) 令和6年2月26日（月）～3月1日（金）

【訪問先⑥：Singto Thong Sub-district】

2月27日（火）、翌日の現地セミナー開催に向け、セミナー開催地である Singto Thong Sub-district Administrative Organization において準備及びリハーサルを行った。

現地セミナー当日の2月28日（水）、午前中にデータ連携の実演会（ListenField 社によ

るプレゼン及び実演)を体育館で、午後は会議室で講演会を行った。本セミナーへは生産者、農業関連企業、大学含む研究機関、タイ国農業協同組合省、日本国農林水産省、在タイ日本大使館等から 91 名の参加があった。その中には ListenField 社設立時から支援をされている元副首相である Phongthep Thepkanjana 氏の姿もあった。最初に本セミナーの開会に際して主催者である農研機構の太田機械化連携推進部長から開会挨拶があり、引き続き後援者である日本国農林水産省を代表して在タイ日本大使館一等書記官の金永氏、タイ国 BOFAA Director の Dr. Vanida 氏からそれぞれ、スマート農業データ連携への期待を込めた挨拶があった。実演会では実演に先立ちデータ連携実証で取り組んだ内容を紹介したが、参加者の多くが生産者であったためデータ連携することによるメリット等を重点的に説明した。説明の後、GNSS を取り付けたトラクタを走らせ、GNSS のデータを受信し、そのデータを開発したデモアプリ上でどの様に表示されるかなど、生産者に理解し易い内容での実演会とした。実演会后、ランチミーティングを設定し、ListenField 社は独自ブースを設けていたところ、生産者や事業者等から IoT を利用した農業データの取得やデータ連携について活発な意見交換が行われた。

同日午後は会場を会議室に移し、講演会を開催した。講演会への参加者としては行政機関、研究機関、民間企業等であり、まず基調講演として、「Affordable Smart GNSS Guidance may Change Agriculture of the World」と題して、農業情報設計社 CEO の濱田安之氏による講演があり、引き続き、「Smart agri situation in Japan」と題し、農林水産省技術政策室課長補佐の村松氏による講演があった。次にタイでのスマート農機によるデータ連携実証の取組について、概要説明を古山から説明し、具体的な取組については ListenField 社の Potchara Wongyai 氏から説明した。最後に、NRI シンガポールの白石氏から、ASEAN 諸国でのスマート農業・データ連携への取組状況、今後の取組意向等について、行政機関、民間企業、生産者等を対象とした調査結果の紹介を行った。

本現地セミナーの様子は録画して、英訳テロップを付した上で、ヒヤリング等の調査を行ったタイ以外の国の調査先機関へ録画ファイルを提供することとした。



図 8 太田部長による開会挨拶



図 9 金永一等書記官による挨拶



図 10 Vanida 氏による挨拶



図 11 ラサリン CEO による講演



図 12 元副首相の
Phongthep Thepkanjana 氏



図 13 実演会会場



図 14 データ連携デモアプリの紹介



図 15 ListenField 社ブースでの様子



図 16 午後の講演会会場の様子



図 17 農業情報設計社濱田 CEO による講演



図 18 農水省村松補佐による講演



図 19 農機研古山による講演



図 20 NRI シンガポール白石氏による講演

【訪問先⑦：ListenField】

2月29日（木）午前、ListenField社へ農研機構、農業情報設計社、NRI シンガポールの担当者が集まり、今年度の試験結果等の報告及び今後の展開方向について打合せを行った。ListenField社としては、今後も水稲農業に有効なデータを活用したデモアプリ等の開発は行うが、水稲だけではマネタイズできるビジネス化することは現状困難と考えられるため、水稲のモデルで開発した技術を活用して大企業が関与しているサトウキビ等にも広げていくことを想定しているとのことであった。また、AgGatewayのADMに水田農業に関する項目を



図 21 ListenField社での打合せ

追加することについては、現時点では AgGateway の ADM に関して重要なポジションを有している Andres 氏に ListenField 社の渡部氏が水田農業項目の追加を打診しており、渡部氏と Andres 氏との打合せでは、水田農業項目を追加することはよいことであるが、用語の定義（例えば、「代掻き」には目的が人によって取り方が異なり、土壌の攪拌混合、表面の均平化など）も併せて検討する必要があるというところまでできているとのことであった。また、これまで渡部氏が AgGateway での活動をしてきたが、次年度から米国の大学院へ入学することが決定していることから、今後、渡部氏に代わって AgGateway への引き続きの提案等をする者を決める必要があるとのことであった（渡部氏は全く関与しないわけではなく、可能な範囲で協力する意向）。

【訪問先⑧：在タイ日本大使館】

同日午後は、タイ実証事業、特にタイ行政機関との意見交換でお世話になっている在タイ日本大使館を表敬訪問した。令和4年度、令和5年度と2年間タイでの実証事業への協力のお礼と引き続きの協力をお願いする目的で訪問することとした。



図 22 在タイ日本大使館での意見交換

5. 収集資料

なし

10. FIRA2024 への参加 (2/5-10、フランス)

安全検査部 安全評価グループ 上級研究員 川瀬芳順
安全検査部 安全評価グループ 研究員 小林慶彦

1. 目的

2月6～8日の日程でフランストゥールーズにてFIRAが開催された。FIRAは2016年にNaïo Technologiesが立ち上げた非営利イベントであり、現在はAxema（フランス機械貿易組織）、Naïo Technologies（農業ロボット企業）、RobAgri（フランス農業ロボット協会）、Capagro（フランス農業技術キャピタルファンド）で構成されるGOFARが運用している。開催中のワークショップ「Framework and application guidelines(農業ロボットを取り巻く状況とガイドライン)」に参加し日本のロボット・自動化農機検査などを紹介する。

また、併せて、欧州機械指令から機械規則への完全移行など農業ロボットの規制等がこの数年で大きく変わる予定であるため、今後の安全性検査に反映するために欧州でのスマート農業に関する今後の規制の調査を行う。田中は、シンポジウムや農業用ロボットの実演会を通して、農業用ロボットに関する国際標準や環境認識技術に関する調査を行い、BRIDGEやグループ内の課題に反映させていく。

2. 日程

令和6年2月5日（月）～10日（土）

日数	日程	都市名	摘要
1	2/5(月)	東京→パリ→トゥールーズ	移動
2	2/6(火)	トゥールーズ	FIRA 参加
3	2/7(水)	トゥールーズ	FIRA 参加
4	2/8(木)	トゥールーズ（田中） トゥールーズ→パリ→（川瀬）	FIRA 参加（川瀬、田中） 移動（川瀬）
5	2/9(金)	→東京 トゥールーズ→パリ→（田中）	移動
6	2/10(土)	→東京（田中）	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
2/5 - 2/8	GOFAR	Maialen Cazenave	Cités des Sciences Vertes, 2 Rte de Narbonne, 31320 Auzeville-Tolosane

4. 概要

イベントには、50カ国以上から2500人以上の参加があった。室内の会場は3カ所ほどあり、ワークショップやスタートアップなどのイベントが同時進行で行われていた。また、屋外では実際のロボット農機のデモが27回行われ、40以上の農業ロボットが展示された。農業ロボットの企業や大学の参加が多かったが、20%ほどは農家の参加で、ヨーロッパでロボット農機への関心が高いことが伺えた。

ワークショップやセミナーでは農業機械がどのように環境負荷低減に貢献できるかなど議論されていた。特に、今後は農業ロボットの製造から廃棄までを含めた環境負荷の評価が必要であることが指摘されていた。また、EUでは2050年までに除草剤の使用量を半減する目標があり、既存のトラクタやコンバインの自動化よりも、小型で、バッテリーで稼働する物理除草を

行うロボットが多くみられた。しかし、近年はワイン用のブドウなどの収穫する作業員の確保がコロナ以降困難になっており、多くの果実が収穫されずには場に放置されている報告もあり、今後は収穫ロボットの必要性が指摘されていた。



図1 リンゴ収穫機



図2 ブドウ剪定機

新技術の紹介ではドローンと農業ロボットを同時に使用し、上空からロボットの走行進路や植生を検知する研究も紹介されていた。

ロボット農機の導入の壁となっているのが、価格とメーカーの信頼性であると指摘された。高価な農業ロボットを導入できる農家はワイナリーが主であり、徐々に普及も進んでいる。しかし、農業ロボットのメーカーが数年後に消滅し、メンテナンスが受けられなくなることも多く、企業の安定が問題となっている。

第一回国際農業自動化シンポジウムでは農業ロボットの活用についての問題点が指摘されていた。農業ロボットが高価なため、試験的に導入することが難しく、実証事例が少ない。農家は自分のほ場でそのロボットが効果を発揮する確信が持てないため導入を躊躇する。また、農業ロボットの作業中に第三者がほ場に侵入し事故が起きた時の責任問題や法律も明確でないのが不安要因として指摘されていた。

川瀬が登壇した、ワークショップでは農業ロボットのガイドラインについて議論された。主に Machine Directive の改

正の話であったが、日本ではロボット農機の標準化と道路走行について質問され、農研機構で実施しているロボット・自動化農機検査と自動運転機能を停止していればロボットトラクタの公道走行は可能であることを紹介した。



図3 ワイナリー除草機

5. 収集資料

なし

11. Next Generation Agricultural Mechanization Development Conference での招待講演 (3/11-13、台湾)

安全検査部 部長 志藤博克

1. 目的

台湾農業部農糧署及び台湾農業科学技術資源運営管理学会からの要請により、両者が共催する表記シンポジウムにおいて日本の農作業事故の実態と農業機械安全性検査の概要について講演する。また、訪問先の農業試験場及び大学における農作業安全に関する取組状況等について調査した。

2. 日程

令和6年3月11日(月)～13日(水)

日数	日程	都市名	摘要
1	3/11(月)	東京(成田)→台北 台北→桃園 桃園→台中	移動 農業部桃園区農業改良場見学 移動
2	3/12(火)	台中	国立中興大学見学、講演
3	3/13(水)	台中→台北→東京	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	住所
3/11	農業部桃園区農業改良場	桃園市新屋区後庄里東福路2段129号
3/12	国立中興大学生物産業機電工程学系	台中市南区興大路145号

4. 講演及び調査結果の概要

1) Next Generation Agricultural Mechanization Development Conference

カンファレンスではまず、台湾の農業法人である沛芳農園代表の呉成富氏が台湾の労働災害の概要と台湾政府の政策で進められている農業機械のリース事業について講演した(図1)。台湾では日本と同様に労働安全衛生に関する法令が整備されており、全産業の労働災害統計はあるが農作業事故に特化した統計がなく、農作業事故は年間2～3件の報道でしか認知されていない。しかし、労働災害の発生原因で、被災者の不安全行動によるものが約41%、機械の不具合によるものが約25%を占めていることから、農業者に対して農業機械の正しい使い方と整備方法についての啓発に力を入れている。リース事業については、農機具費が高い、新規営農へのハードルが高い、農業者の年齢が高いという「三高問題」と、農機具の使用頻度が低い問題に対する解決策として発案された。リース事業は国内22箇所の事業所に展開されており、営農法人も事業者として含まれている点が特徴的であった。講演者もリース事業を担っているとのこと。農業者が農機具のリースを受ける際には、農機具操作の安全教育を受けることが義務づけられており、農機具の使用中には定期検査記録表への記入も義務づけられているとのことであった。

続いてJohnDeere社の太平洋アジア支社(シンガポール)の総経理である葛玥岐氏が、同社が展開しているスマート農業システムについて講演した(図2)。特に新規性がある部分は見られなかったため、内容については割愛する。

休憩を挟んで小職が、日本の農作業死亡事故の現状と農業機械安全性検査の概要について講演した(図3)。具体的には、発生件数の推移と他産業での労働災害発生件数との比較、死亡事故の内訳、事故の多い機種の内訳、事故の様態を説明した。農業機械安全性検査については、検査制度の位置づけ、検査の種類と対象機種、基準の成り立ち、ロボット・自動化

農機検査の実施方法に加え、見直し中の新たな検査基準のポイントについても説明した。参加者からは、受検が強制でないのはなぜか、検査項目に機械性能は含まれないのか、中古機械の受検は可能か、輸入機も受検しているのか、事故が起こってからでないと安全装置の開発は進まないのか等、多くの質問を受けた（図4）。

参加者は対面で40名程度だったが、オンラインでの参加もあった（参加者数は不明）。カンファレンス終了後、台湾当局者から多分にリップサービスもあったと思われるが、今回のカンファレンスでの小職の講演は、安全面をどのような手法で確認すべきかについて大いに参考になったとの反応があった。



図1 講演する呉氏



図2 講演する葛氏

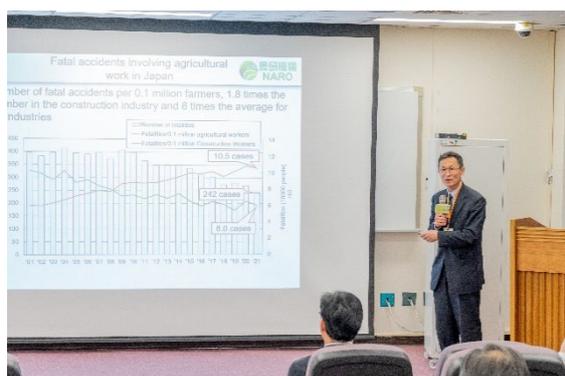


図3 講演の様子



図4 質疑応答の様子

2) 農業部桃園区農業改良場

台湾農業部桃園地区農業改良場を訪問し、同場の業務内容について説明を受け（図5）、開発中のハウス野菜用の自走式播種機や収穫機の実演を見学した（図6）。



図5 業務説明を受ける様子



図6 ハウス内電動挿苗機の実演風景

同場では、台湾政府が進めている農業者への農機具の安全な使用法及び整備方法に関する研修会を担当している。この研修を実施する専門の部署も設けられており、5名のスタッフが常駐しているとのことであった。この研修会はカンファレンスでの呉氏の講演内容で触れたように農機具リース事業を受ける条件とされている他、農機具を購入する際の補助事業への応募要件にもされ、いわゆるクロスコンプライアンスが設定されている。

この他、開発中の主な農業機械を見学した。台湾では、大型の農業機械はほとんどが日本を含めた海外製であり、国産は中小型に限られることから、公的機関での開発研究も中小型が対象とされており、ゼロエミッションを目指した電動農機の研究がトレンドとなっている。

3) 国立中興大学生物産業機電工程学系

大学が政府からの委託事業で取り組んでいる農家への安全研修について説明を受けた後、生物産業機電工程学系の施設を見学した(図7、8)。

農家への安全研修は桃園区農業改良場で実施しているものと同じであり、政府から委託されて年間8～9回にわたり実施され、離島も含めた台湾各地でも開催しているとのことであった。研修は、教授を筆頭に学系の教員と農機メーカーからも講師を派遣してもらって実施している。また、専門学校(日本での高専に相当)から転入してきた学生をアシスタントとして加えている。当該学生は農業機械や工作機械の知識や操作技術を身に付けているので即戦力として役立っているとのこと。

農業機械の検査はこれまで行われてこなかったが、台湾国産の中小型農機の振興のため、これを対象として近々スタートするとのこと。実施母体は中興大学であり、台湾政府からの委託事業として取り組む。検査対象は23PS以下の農業機械(まずは農用運搬車)に限られ、合格機は補助金対象となるとのこと。国内産業の振興が目的であることから、検査内容は性能評価が中心となるようだが、安全面についても検討すべきとの問題意識はあるとのこと。また、小型エンジンの性能試験(図9)と排ガス測定試験(図10)も行う予定であるとのことであった。

同大学には今後の安全研修のツールとしての検討材料として欧州製の乗用トラクタのライディングシミュレータを所有している(図11)。傾斜はしないもののシートには電動のモーションが備えられており、トラクタがぶつかったときのちょっとした衝撃は再現され、実際に体験してみたが操作感覚はかなりリアルであった。

台湾では、事故要因の分析結果に基づく農作業安全研究や啓発の展開ができない現状である一方で、公務員、大学教員、農機メーカーが協力して農業者に直接向き合って安全啓発を実践している。日台の取組手法を合わせれば格段に効果が期待できると思われたが、台湾側の対応者も同感であるとのことであった。今後の情報交流の可能性も感じられた。



図7 国立中興大学生物産業機電工程学系



図8 きれいに整備された学生実習用の旋盤



図9 小型エンジンの性能試験装置



図10 可搬式の排ガス測定試験装置



図11 乗用トラクタのライディングシミュレータ
(シートの後ろにもディスプレイがある)

5. 収集資料

Next Generation Agricultural Mechanization Development Conference 講演要旨

本報告の取扱いについて

本報告の全部又は一部を無断で転載・複製（コピー）することを禁じます。
転載・複製に当たっては、下記までお問い合わせください。

問い合わせ先：

農業機械研究部門 研究推進部 研究推進室（広報チーム）

メール：iam-koho@ml.affrc.go.jp

電話：048-654-7030

FAX：048-654-7130

令和5年度（2023年度） 海外技術調査報告

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業機械研究部門

〒331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町 1-40-2

令和6年（2024年）10月31日発行