

令和 7 年度（2025 年度）

海外技術調査報告

令和 8 年（2026 年）8 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/TC299/WG2 会合への参加（4/15-20、ロンドン）（11/9-14、アメリカ）（1/21-24、シンガポール） 1
システム安全工学研究領域 協調安全システムグループ 主任研究員 田中正浩
2. International Symposium on Digital Precision Agriculture における講演および農村振興庁・現地農家視察（6/2-7、韓国） 4
研究推進部 部長 梅田直円
3. AgGateway 2025 Mid-Year-Meeting への参加（6/8-13、アメリカ） 8
知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 主席研究員 竹崎あかね
4. OECD トラクタコードテクニカルワーキング（6/9-14、イタリア）（11/17-22、トルコ）・サブワーキンググループ会合・年次会合への参加（3/9-13、フランス） 12
システム安全工学研究領域 協調安全システムグループ 兼 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
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
上級研究員 井上秀彦
研究員 原田一郎
安全検査部安全評価グループ 主任研究員 藤井桃子
安全検査部安全評価グループ 兼 システム安全工学研究領域 予防安全システムグループ
主任研究員 山崎裕文
システム安全工学研究領域 協調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 小林慶彦
安全検査部 任期付職員 Tran Thu Thuy
5. GreenSys2025 への参加及び WUR への訪問（6/21-7/3、オランダ） 18
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
6. 2025 ASABE/CSBE Joint Conference への参加（7/12-19、カナダ） 22
無人化農作業研究領域 小型電動ロボット技術グループ 研究員 Oyebode Oyetayo Olukorede
7. TARI-NARO-AARDO-FFTC Workshop 「Unlocking Agrifood Innovation: From Sensors to Smart Farms」 への参加（8/31-9/4、台湾） 32
知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 主席研究員 竹崎あかね
8. SICE Festival 2025 with Annual Conference への参加と発表（9/9-14、タイ） 36
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

9. BRIDGE ベトナム国家農業大学でのミーティング及びセミナー（10/19-24、ベトナム）・38
 機械化連携推進部 部長 大森弘美
 機械化連携推進室 上級研究員 嶋津光辰
 主任研究員 古山隆司
 知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 主席研究員 竹崎あかね
 無人化農作業研究領域 小型電動ロボット技術グループ 兼 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
10. AgGateway Annual Meeting 2025 への参加（11/2-7、アメリカ）・42
 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. AGRITECHNICA 2025 への参加（11/8-16、ドイツ）・49
 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
 無人化農作業研究領域 革新的作業機構開発グループ 研究員 稲垣陽介
 研究員 水野雄介
 無人化農作業研究領域 小型電動ロボット技術グループ 研究員 関 隼人
12. ANTAM 年次会合への参加（12/7-13、ブータン）・57
 安全検査部 安全推進管理役 塚本茂善
 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
13. オハイオ州立大学の視察及び World Ag Expo 2026 への参加（2/5-14、アメリカ）・63
 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
 研究員 吉田颯汰
14. Agricultural Equipment Technology Conference への参加（2/8-13(14)、アメリカ）・77
 知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 主席研究員 竹崎あかね
 研究員 土川寛崇
15. BRIDGE タイモンクット王工科大学でのセミナー及び実証試験（2/21-26、タイ）・84
 機械化連携推進部 機械化連携推進室 上級研究員 嶋津光辰
 主任研究員 古山隆司
 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
 主席研究員 竹崎あかね
 無人化農作業研究領域 小型電動ロボット技術グループ 兼 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
16. BRIDGE ベトナム国立農業大学でのセミナー及び意見交換（3/12-18、ベトナム）・91
 無人化農作業研究領域 小型電動ロボット技術グループ 兼 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
 機械化連携推進部 機械化連携推進室 主任研究員 古山隆司

* 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/TC299/WG2 会合への参加（4/15-20、ロンドン）（11/9-14、アメリカ）（1/21-24、シンガポール）

システム安全工学研究領域 協調安全システムグループ 主任研究員 田中正浩

1. 目的

ISO/TC299/WG2 は、ロボット関連の標準化を扱う専門委員会（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（産業用以外のロボット）の安全を取り扱う。サービスロボットはモバイルロボット（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）から構成される。ISO13482：2014「生活支援ロボットの安全要求事項」は、日本主導で作られたサービスロボットの安全規格であり、現在改訂が行われている。

農機研では、農業用アシストスーツに関する研究成果を生かし、ウェアラブルロボットの安全要求事項や製品及びタスク例、簡易腰痛指標の提案に関わっている。ウェアラブルロボットに関するエキスパートとしてこれらの審議に参加し、我が国の規格や製品事情、研究成果に基づく知見を提供・反映させることを目的とする。

2. 日程

第 77 回 ISO/TC299/WG2 会合 令和 7 年 4 月 15 日～20 日（6 日間）

日数	日付	都市名	摘要
1	4/15(火)	東京→ロンドン	移動
2	4/16(水)	ロンドン	ISO/TC299/WG2
3	4/17(木)	ロンドン	ISO/TC299/WG2
4	4/18(金)	ロンドン	ISO/TC299/WG2
5	4/19(土)	ロンドン→東京	移動
6	4/20(日)		

第 84 回 ISO/TC299/WG2 会合 令和 7 年 11 月 9 日～14 日（6 日間）

日数	日付	都市名	摘要
1	11/9(日)	東京→ヒューストン	移動
2	11/10(月)	ヒューストン	ISO/TC299/WG2
3	11/11(火)	ヒューストン	ISO/TC299/WG2
4	11/12(水)	ヒューストン	ISO/TC299/WG2
5	11/13(木)	ヒューストン→東京	移動
6	11/14(金)		

第 85 回 ISO/TC299/WG2 会合 令和 8 年 1 月 21 日～24 日（4 日間）

日数	日付	都市名	摘要
1	1/21(水)	東京→シンガポール	移動
2	1/22(木)	シンガポール	ISO/TC299/WG2
3	1/23(金)	シンガポール	ISO/TC299/WG2
4	1/24(土)	シンガポール→東京	移動

3. 主な訪問先・対応者

1) 全般

ISO/TC299/WG2 <https://www.iso.org/committee/5915511.html>

コンビナー：オスマン・トーヒー（英国・ロンドンサウスバンク大学）

2) 第 77 回会合（ロンドン）

会議会場：ロンドンの英国規格協会

3) 第 84 回会合（アメリカ）

会議会場：ザ・ウェスティン・ヒューストン・メモリアル・シティ

3) 第 85 回会合（シンガポール）

会議会場：フラマ・リバーフロント

4. 結果の概要

1) 第 77 回会合（ロンドン）

本会合では、ISO 13482 改正案（DIS 段階）に関して、要求事項 5（ウェアラブルロボット）、要求事項 6（安全関連制御システム）、要求事項 7（検証および妥当性確認）、要求事項 8（使用上の情報）について審議が行われた。なお、DIS（Draft International Standard：国際規格草案）とは、国際規格の制定プロセスにおいて、投票権を有する加盟国（P メンバー）による正式な投票およびコメント照会に付される段階の文書であり、本会合では DIS に対して各国から提出されたコメントへの対応が継続して進められた。残された附属書に関する審議については、オンライン会議を通じて対応することとなった。

安全要求事項 5（ウェアラブルロボット）については、低出力タイプ（人間の力を超えない）の安全要求事項を定めた国内規格 JIS B 8446-2 を基に再構成・再検討された上で提案したものであり、本改正案はこれまで一貫して低出力タイプを前提として審議されてきた。しかし、EU/EC 指令との整合性の観点から「低出力」の規範的数値や適合確認の方法が明確でないとの指摘を受け、前回会合までに「低出力」の文言の取り扱いが課題となっていた。

本会合において、複数の代替案を提示して審議に臨んだが、合意には至らなかった。最終的に、「低出力」を削除するのであれば「高出力」も同様に規格から削除すべきとの提案を行ったところ、会合においてコンセンサスが得られ、「低出力」および「高出力」の両表現が ISO 13482 から共に削除されることとなった。

JIS B 8446-2 の基本的な考え方である「低出力タイプ」の文言を ISO 規格に残すことができなかった点は残念であるが、「高出力タイプ」の文言と同時に削除されるという形での決着は一定の成果であったと考える。実質的な要求事項の内容に変更はないものと認識している。

今後のスケジュールについては、2025 年 6 月中に DIS を完了し FDIS へ移行する方針が示された。

2) 第 84 回会合（アメリカ）

本会合では、前回会合からの継続事項として、ISO 13482 改訂作業の進捗状況の確認および関連議題の審議が主要議題として取り上げられた。ISO 13482 の改訂は、前回ロンドン会合以降、オンライン会合での審議を経て、FDIS（Final Draft International Standard：最終国際規格案）の段階に至っており、EU/EC 指令との整合のため HAS コンサルタント（EU/EC 指令・規制との整合比較を行うコンサルタント）による事前評価が進められている。HAS コンサルタントからのコメント受領後、指摘事項への対応を行い、FDIS 投票用文書を作成する計画が確認された。

関連技術報告書（TR）の取り扱いについて、ISO/TR 23482-1（ISO 13482 の評価方法に関

する技術報告書）および ISO/TR 23482-2（ISO 13482 の適用ガイドラインに関する技術報告書）が発行後 5 年を経過していることを踏まえ、タスクグループを設置してレビューを進める方針が合意された。これにより、両 TR の改訂にとどまらず、TS（技術仕様）または IS（国際規格）への格上げの可能性も示唆された。

その他の主な議題として、ウェアラブルロボットを対象とした皮膚損傷試験方法の提案、屋外環境（農業、建設等）におけるフィールドロボットを対象とした新 WG 設立案の検討などが行われた。後者については、既存 WG 内での対応が適切との見解が示された。

今後のスケジュールについては、HAS コンサルタントからのコメント受領後に WG2 にて修正対応を行い、FDIS 投票（投票期間 8 週間）を経て規格発行に至る見込みである。ただし、最終的な発行時期は HAS コメントの内容や修正作業の規模によって左右される可能性がある。

ISO/TR 23482-1（ISO 13482 の評価方法に関する技術報告書）については、今後の改訂の過程において、各国の具体的な試験・評価手法が反映される余地が大きい。我々が開発してきたアシストスーツのアシストトルク測定方法についても、ISO/TR 23482-1 への提案を検討していきたい。

3）第 85 回会合（シンガポール）

本会合では、ISO 13482 に関する HAS コンサルタントによる事前評価結果が主要な議題として取り上げられた。

5. 収集資料等

TC299 会議資料

2. International Symposium on Digital Precision Agricultureにおける講演および農村振興庁・現地農家視察（6/2-7、韓国）

研究推進部 部長 梅田直円

1. 目的

International Symposium on Digital Precision Agricultureにおける講演および農村振興庁・現地農家視察

2. 日程

令和7年6月2日～令和7年6月7日（6日間）

日数	日付	内 容
1	6/2（月）	国内移動
2	6/3（火）	成田空港 → 仁川国際空港 → 全州市
3	6/4（水）	International Symposium on Digital Precision Agriculture（韓国慶州市国際コンベンションセンター）
4	6/5（木）	尚州スマートファーム革新バレー実証ファーム視察 農村振興庁農業ロボット部門農業工学科視察
5	6/6（金）	現地農家視察（全州市内）
6	6/7（土）	全州市→ 仁川国際空港→ 成田空港

3. 主な訪問先

- 韓国
- ・ 国際コンベンションセンター（慶州市）
 - ・ 尚州スマートファーム革新バレー実証ファーム（尚州市）
 - ・ 農村振興庁農業ロボット部門農業工学科（全州市）

4. 結果の概要

1) International Symposium on Digital Precision Agriculture

6月4日（水）に韓国慶州市国際コンベンションセンターにおいて International Symposium on Digital Precision Agriculture - Transforming Agriculture with Satellites and Robotics - が開催された。シンポジウムは、まず、「韓国における宇宙開発の現状と展望」および「農業用ロボットの現状と開発計画」の基調講演が行われた。宇宙開発の講演では、韓国における2000年から現代までの人工衛星の開発状況、開発された人工衛星の活用事例が紹介された。農業用ロボットの講演では、世界における農業用ロボットの世界の市場および開発動向、各国の農業用ロボットの開発状況、今後の普及などについて講演があった。基調講演の後、「農業モニタリングのための衛星データの活用」、「未来農業のためのインテリジェントロボットの開発動向」2つのセッションに分かれて講演、議論が行われた。「未来農業のためのインテリジェントロボットの開発動向」に参加し、「日本におけるスマート農業のための農業用ロボットの開発」について講演を行った。農研機構・農業機械研究部門の概要、S I P IIで開発したスマート農機・技術およびその活用事例、ロボット農機の開発動向、農機オープンAPI等について報告した。その他の講演では、「韓国における農業用ロボットの開発動向」、「スマート農業のためのスマート認知」、「次世代の農業用ロボットと栽培技術の動向」について報告があった。総合討論では、スマート農機の導入にお



ける経費・初期費用について、スマート農業の導入効果について、農機オープン API について質問があり議論を行った。



基調講演：韓国で開発された農業ロボット

開発中の次世代農業用ロボットと栽培技術

2) 尚州スマートファーム革新バレー実証ファーム視察

スマートファーム革新バレー実証ファームは、産・学・官が開発したスマート農業の技術・資材・装置等の現場実証と市販化・普及の支援を行っている。4つの事業の柱があり、企業が開発した革新的技術の実証ほ場の提供、スマート農業用資材の承認のサポート、若手農業者の育成、スマートほ場・施設の提供等を行っており、スマート農業普及に向けた国家的な取組を行っている。実証ファームは韓国国内4カ所にあり、尚州は最大規模の施設である。栽培施設では、完全閉鎖型植物工場の最適照明技術、水耕栽培における溶液供給量および培養液均質化に関する研究・実証、収穫ロボットの実証等を視察した。また、南極等の条件不利地帯において作物の共有を可能とするための技術として、外的な環境に影響を受けずに育苗から収穫まで可能なコンテナ栽培技術の紹介もあった。



最適光供給量の比較試験



培養液供給量・均質化の精度実証試験



コンテナファーム実証サービス

3) 農村振興庁農業ロボット部門農業工学科視察

農村振興庁農業ロボット部門農業工学科（慶州市）は、正職員 80 名程度の研究機関である。近年の研究成果として自動管理用プラットフォーム（台車）の紹介があった。GNSS を使って自己位置を認識し、教えられた経路を自動走行することが可能である。草刈りの他にアタッチメントを取り付けることにより、薬剤散布、収穫等が可能とする計画である。昨年度、メーカーに技術移転されモニター販売中で、生産コストの削減を達成し 3 年後の市販化を目指している。また、自動運転トラクタの紹介があった。GNSS およびカメラ等によって制御されているが、有人での自動走行に制限されている。韓国ではまだガイドライン等が整備されておらず、無人での自動走行を認めるか議論中であるとの事であった。



防除・除草・運搬・収穫用プラットフォーム



ロボットトラクタ

4) 所感

韓国は、労働人口の減少、気象条件、主要な作物やほ場条件等の農業環境等の面で日本とよく似た状況であり、共通の問題点を多く抱えている。その解決のためには、スマート農業技術の活用は不可欠であるが、スマート農業の普及が思うように進捗していない点も同様の状況である。初期費用および継続的な経費、ほ場の大規模化、インフラの整備等に関して共通の問題であると認識し確認した。また、ロボット農機の自動運転は、ヨーロッパではオペレータの乗車が必要だが、日本ではオペレータの乗車は必要ない。韓国では、自動運転農機へのオペレータの乗車の有無について検討中であり、ヨーロッパ、日本の動向を注視している状況である。

今後のスマート農業の普及を促すためにも、情報を共有するための交流の機会が必要と感じた。

5. 収集資料等

- 1) 講演要旨集;International Symposium Transforming Agriculture with Satellite and Robotics

3. AgGateway 2025 Mid-Year-Meeting への参加（6/8-13、アメリカ）

知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 主席研究員 竹崎あかね

1. 目的

欧米の主要農機メーカー等が参画する国際企業フォーラム AgGateway の Mid-Year-Meeting において、ASEAN 地域に対応した ADAPT Standard の拡張に関する意見交換、および水田作ワーキンググループ設置の提案を行う。また、農作業のデータ交換規格に関するセッションに参加し検討状況等の情報収集を行う。本出張によって、BRIDGE の今年度 KPI「AgGateway における WG 立ち上げと水田データモデルの追加提案」の早期達成を目指す。

2. 調査日程

令和 7 年 6 月 8 日（日）～13 日（金）（6 日間）

日数	日付	訪問先
1	6/ 8（日）	つくば -> 東京 -> 経由地 -> デモイン -> アルトゥーナ泊
2	6/ 9（月）	AgGateway Mid-Year-Meeting 参加（アルトゥーナ泊）
3	6/10（火）	AgGateway Mid-Year-Meeting 参加（アルトゥーナ泊）
4	6/11（水）	AgGateway Mid-Year-Meeting 参加（アルトゥーナ泊）
5	6/12（木）	デモイン -> 経由地 ->
6	6/13（金）	東京 -> つくば

3. 主な訪問先

Mid-Year-Meeting 会場「Prairie Meadows Hotel and Casino」

<https://www.prairiemeadows.com/>

窓口：AgGateway メンバーサービス

(Member.Services@AgGateway.org)



主な会議日程

日付	内容
6/9（月）	・ Agrisemantics Committee ・ ISO TC347 Update
6/10（火）	・ Work Order-Work Record Exchange ・ オープニングセッションと基調講演
6/11（水）	・ ADAPT

・ 日本からは日本規格協会の山田氏も参加。

4. 調査結果の概要

1) タイスタートアップから寄せられた要望に関する AgGateway の対応の確認

BRIDGE スマ農事業においてタイで現地実証試験を行うスタートアップ ListenField からデータモデル ADAPT Standard での Trajectory data (Line String) の扱いに関し要望があった。AgGateway 側に対面で回答を求め ADAPT Standard の構築方針に沿った AgGateway 側の見解を ListenField に伝えた。

【質問】昨年 6 月のデータモデル改訂 (ADAPT Standard) 時に、空間データをポリゴンで表す方針が示された。AgGateway が推奨する GeoParquet 形式で Line String が扱えるものの、Trajectory data (Line String データ) は扱えなくなったと理解するが、それではいか（図 1）。

【回答】ADAPT Standard では、空間データをポリゴンで表すことし Line String は用いない。Tracking data を用いる場合には ISOXML を利用して欲しい。ただし、種子の散布位置を tracking するなどのユースケースがあれば、空間データへの Line String の利用を検討するので要望してほしい。(回答者：Kelly Nelson 氏、FarmBelt North)。

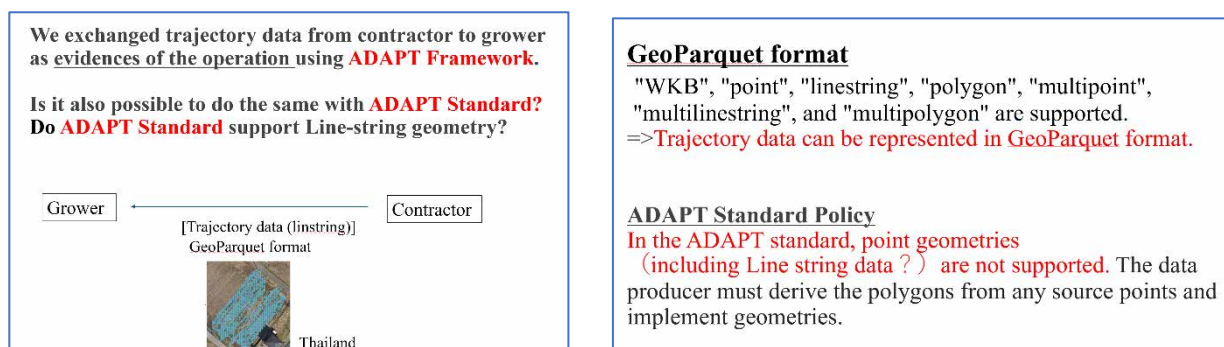


図 1 AgGateway へ提出した質問状

2) 水田作ワーキンググループ設立の提案

ASEAN 地域におけるデータ駆動型水田作に必要な標準化の審議、および規格化を加速させるために、Mid-Year-Meeting 参加に先立ち「設立趣旨書」を提出し水田作ワーキンググループの設置を求めた。ワーキンググループでの検討内容は昨年度審議が進まなかった「外部語彙参照による作業識別子の拡充」とした。これは、データモデル ADAPT Standard における作業識別子を充実し、OperationTypeEnum に含まれる作業用語の意味を明確にする期待がある。Mid-Year-Meeting で開催された Agrisemantic Committee では、当該ワーキンググループの設立趣旨書が共有され、設立が了承された。その過程で作業識別子のターゲットは水田に限定しないこととなった。

今後はワーキンググループ開始に向けて、具体的な審議の内容や進め方等を AgGateway 側に相談しながら決定していく。その後、AgGateway メンバーにワーキンググループの参加が呼びかけられる予定である。窓口は Ben Craker 氏 (AgGateway)。

3) 情報収集

・Agrisemantics Committee

データの意味を正確に伝えるためには、他のデータとの連携の基準となる参照データ（国コードや統制語彙など）が重要である。AgGateway は、参照データを一元管理するレポジトリの構築をめざして、参照データの登録プロセス（データの提案、優先順位付け、登録、公表など）やその具体的手順（GitHub 利用など）を提案した（図 2）。また、このプロセスを進め検証するために、1 回/2 週間程度の定期的会合を行うことが示された。Agrisemantics Committee には今後も定期的に参加し情報収集することとした。

・ADAPT Standard

ADAPT Standard 2.0 へのバージョンアップの内容が報告された。圃場境界に関するクラスやプロパティ（GNSS 情報などを記述）の追加が大きな改訂である。ADAPT Standard の初期バージョンでは、農機の稼働履歴に関する GNSS 情報等が削除されたが、「データ受容者が自動運転農機で常時新しく作成される境界データについて精度を確認する」ユースケースに対応するために ADAPT Standard 2.0 で再追加されている。さらに今回の改訂では、製品モデルの修正、我々が提案した水田作業の OperationTypeCode の拡張も行われた（図 3）。なお ADAPT Standard 2.0 については時期が明示されなかったものの近日中には公開予定である。

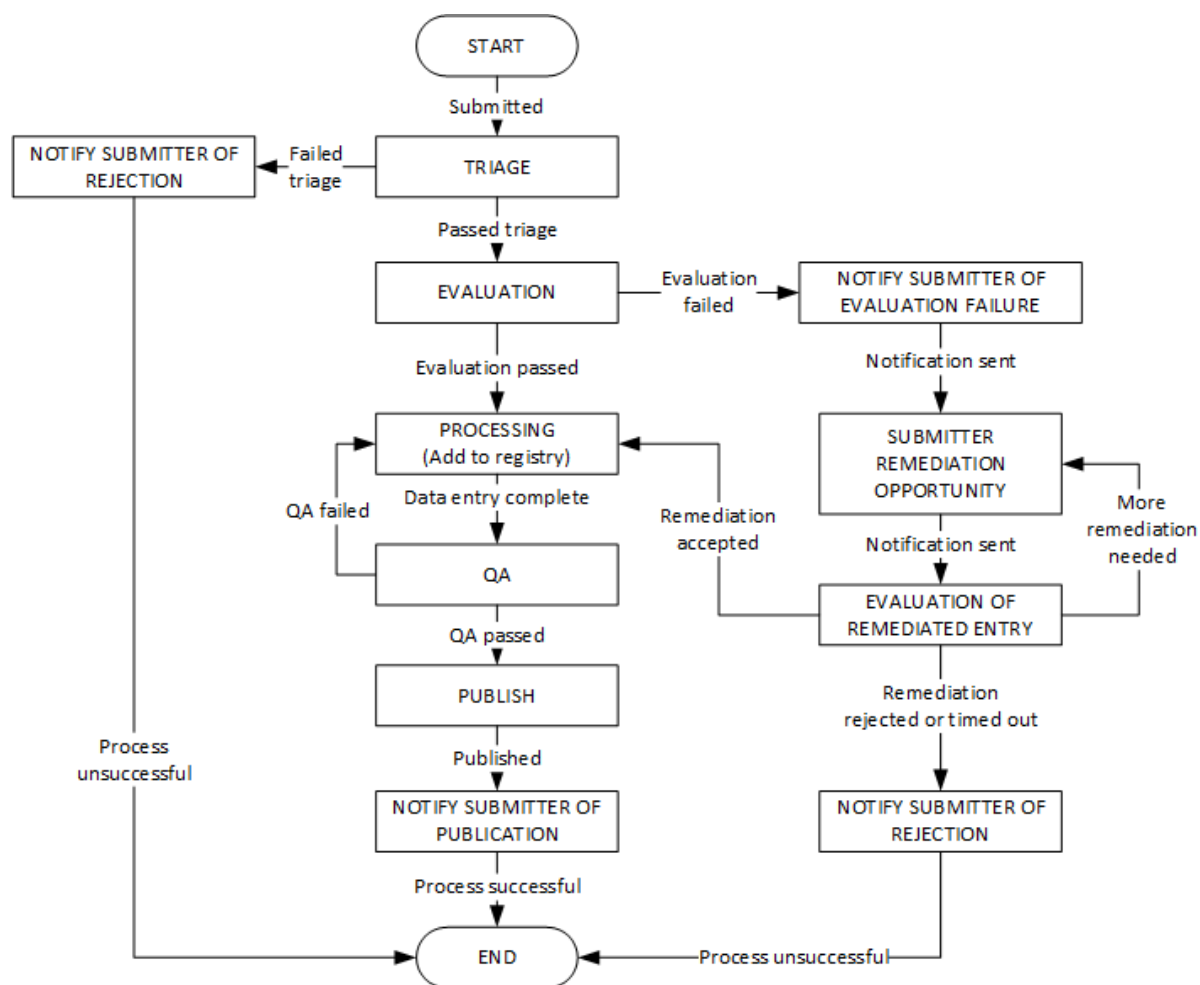


図 2 参照データの登録プロセス

・ Work Order-Work Record Exchange

ヨーロッパを中心とした ADAPT Standard と既存のデータ交換基準※とのマッピングプロジェクトについて報告された。これは、ヨーロッパの農薬規制強化を背景とし、主に農薬散布の作業記録が現場で生成されたすべての関連データと統合し管理されることを目指すものである。なお、農薬散布はセンサーに基づき最適化されることが想定されている。

- ※ eDaplos standard Agro-EDI-Europe (France)
- eCROP standard UN/Cefact (Europe)
- Crop data API's Smag (France)
- EDI-Crop standard (The Netherlands)

Expanded OperationType enumerated Data Type Definition	
•	APPLICATION_SOWING_AND_PLANTED is superseded by
✓	APPLICATION_SOWING_AND_PLANTING_SEEDS
✓	Added APPLICATION_TRANSPLANTING
•	Added FIELD_PREPARATION_LAND_LEVELING
•	Added detailed types for paddy field operations
✓	PADDY_MANAGEMENT_PUDDLING
✓	PADDY_MANAGEMENT_DITCHING
✓	PADDY_MANAGEMENT_DRAINAGE
✓	PADDY_MANAGEMENT_LAND_LEVELING
✓	PADDY_MANAGEMENT_LEVEE_COATING

図 3 拡張された OperationType enumerated Data Type Definition

4) まとめ

ListenField からの ADAPT Standard に対する要望への対応確認、水田作ワーキンググループ設置の提案、農作業に関わるデータ交換規格の検討状況についての情報収集を行い当該出張の目的を達成できた。また昨年度来の活動により ADAPT Standard の拡張、ワーキンググループの設置を認めてもらうことができ BRIDGE 事業の KPI 達成へと大きく前進した。

AgGateway 全体会合には 3 回目の参加であったため、知り合いもでき、以前よりコミュニケーションがとれるようになった。一方で会話力の低さをカバーするため、事前に詳細な説明資料の作成が必須となっている。ワーキンググループが開始すると、説明資料の作成に加えて新たにオンラインでの会合や質疑への対応等が必要になることから、関係者が連携してワーキンググループを運営できる体制を構築したい。

5. 収集資料等

	資料名
1	AgGateway 2025 Mid-Year-Meeting 発表資料

4. OECD トラクタコードテクニカルワーキング（6/9-14、イタリア） （11/17-22、トルコ）・サブワーキンググループ会合・ 年次会合への参加（3/9-13、フランス）

システム安全工学研究領域 協調安全システムグループ 兼 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

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
上級研究員 井上秀彦
研究員 原田一郎

安全検査部安全評価グループ 主任研究員 藤井桃子

安全検査部安全評価グループ 兼 システム安全工学研究領域 予防安全システムグループ
主任研究員 山崎裕文

システム安全工学研究領域 協調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 小林慶彦

安全検査部 任期付職員 Tran Thu Thuy

1. 目的

OECD トラクタコードは、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）で構成される会議で、提案・審議が行われる。参加国は OECD 加盟国と招待国である。OECD トラクタコード議長国団は議長国（ドイツ）、次期議長国の副議長国（スペイン）、前議長国の副議長国（米国）、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：ボローニャ）、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、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。この農業ロボット SWG は、議長：トルコ、副議長：フランス、日本、アドバイザー：CC で構成されている。令和 7 年度は 2 回の TWG（イタリアミラノ、トルコアンタルヤ）と年次会合（フランス）に参加した。

2. 日程

OECDTWG 会合 令和 7 年 6 月 9 日～14 日（6 日間）

参加者：紺屋、川瀬、山崎

日数	日付	都市名	摘要
1	6/9(月)	東京→	移動
2	6/10(火)	ミラノ→トレビリオ	移動
3	6/11(水)	トレビリオ	TWG 会合
4	6/12(木)	トレビリオ	TWG 会合
5	6/13(金)	トレビリオ→ミラノ→	移動
6	6/14(土)	→東京	移動

OECDTWG 会合 令和 7 年 11 月 17 日～22 日（6 日間）

参加者：原田、藤井

日数	日付	都市名	摘要
1	11/17(月)	東京→ミュンヘン	移動
2	11/18(火)	ミュンヘン→アンタルヤ	移動
3	11/19(水)	アンタルヤ	TWG 会合
4	11/20(木)	アンタルヤ	AM:TWG 会合 PM:農業展示会
5	11/21(金)	アンタルヤ→ミュンヘン→	移動
6	11/22(土)	→東京	移動

OECD 年次会合 令和 8 年 3 月 9 日～13 日（5 日間）

参加者：井上、小林、Tran

日数	日付	都市名	摘要
1	3/9(月)	東京→パリ	移動
2	3/10(火)	パリ	年次会合
3	3/11(水)	パリ	年次会合
4	3/12(木)	パリ→	移動
5	3/13(金)	→東京	移動

3. 主な訪問先と対応者

令和 7 年 6 月

日付	訪問先	対応者	住所
6/11(水)、 12(木)	CREA	OECD	Via Milano, 43, 24047 Treviglio BG, イタリア

令和 7 年 11 月

日付	訪問先	対応者	住所
11/19(水)、 20(木) AM	Adalya Elite Lara Hotel	OECD	Kemerağzı Mahallesi Tesisler Caddesi Kemerağzı Mah, Kundu, Yaşar Sobutay Bulvarı No:416 D:1, 07112 Aksu/Antalya、トルコ
11/20(木) PM	GROWTECH ANTALYA 2025	Informa PLC	Soğucaksu, 25001 SOKAK NO:1/4, 07112 Aksu/Antalya トルコ

令和 8 年 3 月

日付	訪問先	対応者	住所
3/10(火)、 11(水)	OECD 本部	OECD	2 Rue André Pascal, 75016 Paris, フランス

4. オンラインにて参加した会合

農業ロボット SWG

日付	開催時間（日本時間）	参加国
4/9（水）	18:30～20:00	トルコ、フランス、CC、日本
6/4（水）	20:00～22:00	トルコ、フランス、CC、日本、ドイツ、イタリア、米国、スペイン、CEMA、事務局
6/25（水）	20:00～21:00	トルコ、フランス、CC、日本
7/17（木）	20:00～21:00	トルコ、フランス、CC、日本
7/23（水）	20:00～21:00	トルコ、フランス、CC、日本
9/10（水）	20:00～21:00	トルコ、フランス、CC、日本
10/21（火）	20:00～22:00	トルコ、フランス、CC、日本、事務局
令和 8 年 1/9（金）	20:00～23:00	トルコ、フランス、CC、日本、米国、事務局
1/27（火）	20:00～22:00	トルコ、フランス、CC、日本

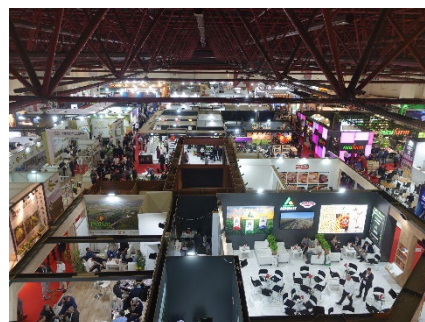
5. 会合の概要

本会合は非公開で実施され、外部への情報開示が制限されているため、会合内容の詳細な報告は差し控える。

●TWG 会合見学会（令和 7 年 11 月）

GROWTECH ANTALYA 2025（温室関連イベント）

Growtech は、世界最大の温室技術の展示会であり、本年の GROWTECH. ANTALYA では、31 か国から 725 社が出展し、135 か国から 38,634 人の来場者が訪れた。今回は第 24 回目の展示会として、11 月 18 日～21 日にアンタルヤ市内で開催され、TWG メンバー 25 名が、ホスト国のチャーターしたバスで参加した。



会場風景

見学会の概要：全体的に、温室内で使用される資材（パイプ、エルボー、ジョイント、ビニール、パッカー、ワイヤー巻取装置、被覆資材）や灌漑設備、換気設備、種子・苗・農薬などの展示が非常に多く、全体の 9 割を占めており、しかもその多くは特にスマ農に関するものではなく従来の資材と特に変わらなかった。また、中国資本のブースが全体の約 2 割を占めており、どのホールにも必ず中国ブースが一角を占めていたのが印象的だった。農機研業務と関連のある農業機械をいくつか紹介する。

①自動農薬散布ロボット KAZIRO KRB 600



トルコ／クムルカにある農業機械製造業者が開発した精密農薬散布ロボット。

RTK-GPS・LIDAR を使い誤差数cmレベルでの位置制御を実現。走行は電気モーター、散布はエンジンで行うハイブリッド機。マップを使って走行経路を特定し、最短時間で無駄なく農薬散布を行う。LIDAR センサーにより、リアルタイムで障害物回避が可能。クラウドもしくはネットワークを介した 4G／5G 接続、リモートアップデートが可能。

②全自動電動イチゴ収穫ロボット DOGTOOTH D506



イギリス／ケンブリッジならびにオーストラリア／メルボルンに拠点を置くテクノロジー系スタートアップ

「Dogtooth Technologies 社」（2016 年創業）の高設栽培ベンチ用全自動電動イチゴ収穫ロボット。画像認識・エンドエフェクタにより収穫率 80～90%（損傷率 2.5%未満）、1 日あたり 200kg のイチゴを収穫可能。作物列に沿って自動走行し、収穫したイチゴは顧客（スーパーなど）の基準に従ってパレットに直接詰める。バッテリーは 8 時間毎の交換で連続使用が可能。

A：収穫モジュール

B：ビジョン誘導型の収穫アーム
（熟した果実を位置特定し、
収穫）

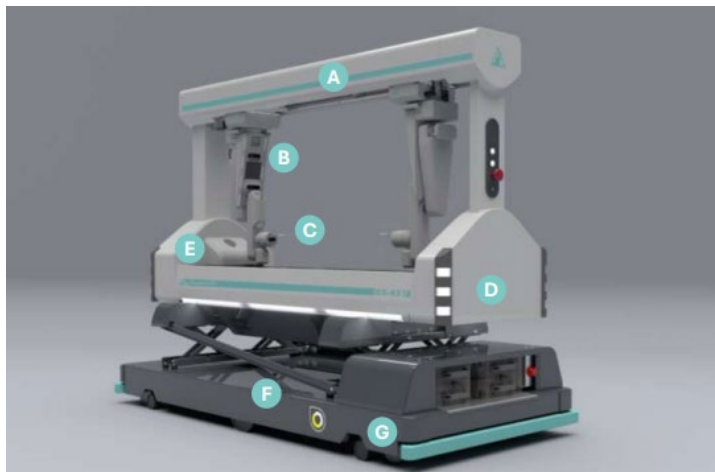
C：エンドエフェクタ（茎をつかみ、
切断）

D：4 つのトレイが収納可能な収
容部

E：特許取得済みの品質管理用オ
ンボード検査システム

F：垂直方向の高さ調整部、自動
での作物列方向への位置調整
部

G：車両型プラットフォーム（作物
列に沿って自律移動）



全自動電動イチゴ収穫ロボット DOGTOOTH
D506

③MONO MAKINE 社関連製品

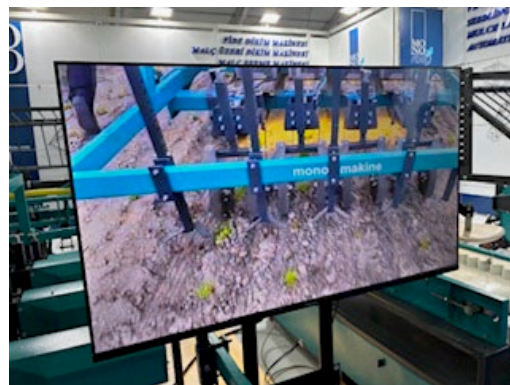
MONO MAKINE 社は、アンカラに拠点を置く、種子改良のための機器を製造する会社。主な事業内容は試験用農業機械の製造。AI を用いた画像処理による株間除草機（トウモロコシや綿花、ヒマワリ、テンサイ、野菜用）の展示・実演（模型による除草動作のデモ）もあった。



研究用条播機



裸苗移植機



AI を用いた株間除草機

④ MAKINA TURUKIYE 社関連製品

マキナ・トルキエ社は、トルコのダルガキラン・マキナ社と合弁会社として設立された、トルコの農業用トラクタ市場で重要な役割を果たしている企業。日本の I H I も 2017 年にダルガキラン社と汎用ターボ圧縮機などを開発する合弁会社を設立し、現地で生産を開始した。



トラクタ用高所作業台車



トラクタ用大型幹周草刈機



トラクタ用けん引型追従車両

⑤その他機械関連

日本の企業では唯一 KOBELCO 社が通常の建機を出品していた。その他は、トルコのトラクタメーカーや地元のダンプトラックメーカー、二輪メーカーなどが出品していたが、AI 技術を利用した製品は、株間除草機のほかは見られなかった。



MONO MAKINE 社



ERKUNT TRACTOR 社



OTOKAR 社



ISILDAR 社の二輪車シリーズ



沢山の中国ブース



KAZIRO 社の歩行型散布機

6. 収集資料等

なし

5. GreenSys2025 への参加及び WUR への訪問 (6/21-7/3、スペイン、オランダ)

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

1. 目的

GreenSys は、ISHS(国際園芸学会)が主催し、施設園芸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国際シンポジウムである。本国際シンポジウムに参加し、パブリカの施設栽培における週間収穫量に対し、着果モニタリングシステムでの収量予測に必要な計測列数の推定に関する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。また在外研究先の候補としているオランダ・ワーゲニンゲン大学への訪問（在外研究に関する調整・意見交換）も併せて実施する。

2. 調査日程

令和 7 年 6 月 21 日（土）～7 月 3 日（木）（13 日間）

日数	日付	訪問先	交通	摘要
1	6/21(土)	つくば→成田→アムステルダム (アムステルダム泊)	航空機	移動日
2	6/22(日)	アムステルダム→バルセロナ→アルメリア (アルメリア泊)	航空機 バス	移動、学会参加
3～5	6/23(月)- 6/25(水)	アルメリア大学 (アルメリア泊)	バス	学会参加
6	6/26(木)	アルメリア大学・ Estación Experimental Cajamar (アルメリア泊)	バス	学会参加、現地農業研究センター視察
7～9	6/27(金)- 6/29(日)	アルメリア→バルセロナ→アムステルダム→エーデ (エーデ泊)	バス 航空機 鉄道	移動日・休暇
10～11	6/30(月)- 7/1(火)	WUR (エーデ泊)	バス	視察、意見交換
12～13	7/2(水)- 7/3(木)	エーデ→アムステルダム→(機内泊)→東京(成田)	鉄道 航空機	移動日

3. 主な訪問先

日付	訪問先	住所	URL
6/22(日)- 6/26(木)	アルメリア大学	Carr. Sacramento, s/n, 04120 La Cañada, Almería, スペイン	https://www.ual.es/en
6/26(木)	Estación Experimental Cajamar	Paraje las Palmerillas, 25, 04710 El Ejido, Almería, スペイン	https://www.fundacioncajamar.es/es/comun/estacion-experimental-palmerillas/
6/30(月)- 7/1(火)	Wageningen University & Research(WUR)	Droevendaalsesteeg 4, 6708 PB Wageningen, オランダ	https://www.wur.nl/en.htm

4. 調査結果の概要

1) GreenSys2025 への参加について

GreenSys は、ISHS(国際園芸学会)が主催する施設園芸システムに関連する国際シンポジウムである。本年は GreenSys2025-International Symposium on Advanced Technologies and Management for Sustainable Greenhouse Systems という大会名で開催された。2年に一度開催され、本大会はアルメリア大学にて開催された。スペインのアルメリア地方は、世界有数の施設園芸どころであり、32,000ha を超える生産面積を有し生産量は年間 400 万トンにもものぼる。アルメリア地域の栽培は、オランダ式の高軒高ガラス温室内でのロックウール等を使った養液栽培とは異なり、布製の被覆材で簡易に施設を覆い、土耕栽培を中心とした栽培が特徴である。ただし、現在はビニル等の被覆材を使用した高軒高ハウスで、栽培バッグ等に定植された形で栽培する方式も増えてきているようである。

報告者からは、「Yield Variation and Required Sample Size Estimation for Yield Prediction in Large-Scale Greenhouse Horticulture.」とのタイトルで、大規模なパプリカ施設園芸生産における週間収穫量の栽培区画内でのバラつきと着果モニタリングシステムによる収量予測に必要な計測列数の推定について発表し、意見交換を実施した。

今回の参加者数は 377 名、参加人数の多い順に、韓国 77 名、スペイン 53 名、中国 41 名、日本 30 名、イタリア 28 名、オランダ 27 名、アメリカ 27 名であった。前回と比較して、ロボティクスに関する研究発表が少なく、またサステナブルな生産に関する研究も限られていた。また、前回と比べデジタルツインに関連する研究も新たに発表され始めたものの、それほど多くはなかった。次の開催地はオランダ・Wageningen University & Research(WUR)との発表があった。

テクニカルツアーでは、Estación Experimental Cajamar (エスタシオン・エクスペリメンタル・カハマル)を視察した。本施設は、協同組合銀行グループ Cajamar Caja Rural が運営する持続可能な施設園芸の研究と技術革新を目的とした農業研究センターである。実験施設と 50 周年を記念して開設された新研究棟を見学した。スタートアップ企業である GrodiTech 社が開発し、本施設のハウスに導入されている自律型モニタリングロボットが紹介された。ソーラーパワーで駆動し、マルチスペクトルカメラと RGB カメラを搭載しており、温室内を自動走行して、病害虫や灌漑不足などストレスの早期検出が可能であるとのことであった。さらにアルメリア大学等と連携し、作業通路を自律走行して気象データや病害をモニタリングするロボットの開発も新たに開始されたとの紹介もあった。最近では、単価の高いドラゴンフルーツ(1 個あたり約 5 ユーロ)の需要拡大を受けた品種試験も実施されており、地域における高付加価値作物の導入に向けた取組みが進められていた。廃棄物処理に関する課題として、プラスチック廃棄物よりも有機性廃棄物(作物残渣)の量が圧倒的に多いことが指摘されており、作物廃棄物を活用したバイオマス由来の包装袋の開発についても紹介があった。なお、対象地域であるアンダルシア東部(うち約 90%がアルメリア)では、約 35,000ha の施設園芸面積において、年間約 2,000,000 トン以上の有機廃棄物(主に野菜の茎葉など)と約 90,700 トンの無機廃棄物(主にプラスチック)が発生している(Cajamar, 2016)。



左からアルメニア地域の航空写真、学会の様子、報告者の口頭発表の様子、テクニカルツアー先の実験温室

2) WUR への訪問及び意見交換について

WUR は QS World University Rankings by Subject 2025 の Agriculture & Forestry (国際大学ランキングの農業・森林分野) において 1 位にランクインしており、農業先進国のオランダを代表する大学として、施設園芸分野において最も影響力のある研究機関といえる。農研機構は、2015 年より WUR と包括連携協定(MOU)を締結しており、2018 年より、WUR 内に連絡研究員(リエゾンサイエンティスト)を派遣している。今回は、在外研究に関する調整及び意見交換のために、駐在中の奥田研究管理役に調整いただき WUR の温室ロボティクス研究グループと One Planet Research Center を訪問した。

温室ロボティクス研究グループでは、主に Peller 博士にアテンドいただき各研究について各担当研究者からご紹介いただいた。ガーベラの収穫装置については、現在も開発が進行中のプロジェクトであり、機構や制御の最適化が図られている。装置の動作は、花の根元を掴んだ後に茎を少し引き伸ばしてから茎に沿って茎下部に切断部をスライドさせて、根元で切断する仕様になっている。初期の設計では斜め方向から茎を掴む方式が採用されていたが、現在は上述のようなアプローチに変更されており、これにより収穫精度が向上した。視覚認識については、上部のカメラに加えて、装置の左右両側に配置されたステレオカメラで茎を立体的に認識している。また、我々が開発を進めている着果モニタリングシステムと同様の果実のカウント装置 plantalyzer の開発についてもご紹介いただいた。ステレオカメラを用いて果実の誤検出を低減している本装置は我々のシステムとは果実の計測手法は異なるアプローチを採用しているものの、自動カウントした果実数から収量予測を実施する際の課題については共通するところが多く、有意義な議論がなされた。また、引き続き連絡をとって連携を模索したい旨先方から申し出があった。さらに、WUR とユトレヒト大学が連携して設立した、植物のエコフェノタイピングのための国立研究施設である Netherlands Plant Eco-phenotyping Centre (NPEC) をご紹介いただいた。本施設は、CO₂・温度・湿度・光照度などの気象を精密制御し、数千株もの植物を同時に評価可能な気候制御チェンバーモジュール及び、コンベヤーで移動する植物を RGB カメラ、クロロフィル計測用センサなどでスキャンし、茎長・葉面積・色彩・葉位置などを自動計測する温室内フェノタイピングモジュール等で構成されている。NPEC を含め WUR 内の植物の栽培管理等は企業に委託されて実施されているとのことであった。この他にも、露地を対象とした小型作業ロボットの開発の紹介や、Jindo 博士と収量予測手法に関する意見交換の時間をいただいた。

One Planet Research Center は、imec と WUR, Radboud University, Radboudumc の共同による枠組みで運営されている。今回は、imec の Landeweert 博士に One Planet Research Center の取組についてご紹介いただき、意見交換を実施した。imec の半導体技術やセンシング技術を活用した研究が行われており、主に、果実の内部成分の非破壊センシングや露地のガス計測装置、果樹の剪定作業ロボットについてご紹介いただいた。果樹の剪定作業は年に 1 度冬季に実施され、果実や葉がなく枝の検出自体は比較的容易であるものの、異なる形状の樹木 1 本 1 本をスキャンしてポイントクラウド(3次元点群)を作成するのに手間がかかり、剪定する枝の決定や自動の経路生成等に高い技術が求められるとのことであった。ロボットアームと同じ台座に搭載された Lidar センサを利用して、樹木とアームの位置関係を補正しているとのことであった。生産者との関わりについても議論がなされ、オランダでも生産者ごとに特性が異なり、生産者ごとに異なるアプローチで議論する必要がある旨心がけているとのことであった。オランダの施設園芸分野は比較的先進的な生産者が多く技術にも投資するが、露地の生産者は技術ではなく大きなトラクタに投資する傾向があり、かつ大きなトラクタを自分自身で運転したいという欲求が強いいため、思ったより自動化が進まないそうである。



左から報告者の研究紹介の様子、ガーベラ収穫ロボット、果実カウント装置、NPEC の実験温室

3) 総括

今回の海外調査において、施設園芸の有数の生産国であるスペインとオランダを視察することができた。報告者は、昨年にもオランダの生産現場の視察も実施しており、施設園芸先進国の現状を把握できたことは、今後の研究においても大変有意義であった。また、WUR において自身の研究に類似する研究を実施している研究者や近年研究の需要が高まっている収穫ロボットをはじめとする農作業ロボットの研究者と意見交換を実施し、今後の連携につながる関係性作りに成功した。在外研究についても先方は肯定的な反応を示しており、連携による新たな研究の発展に期待している旨コメントいただいた。

5. 収集資料等

	資料名
1	Franck Golbach 博士の研究概要資料

6. 2025 ASABE/CSBE Joint Conference への参加（7/12-19、カナダ）

無人化農作業研究領域 小型電動ロボット技術グループ 研究員 Oyebode Oyetayo Olukorede

1. 目的

2025 年 ASABE/CSBE 合同学会は、農業・食品・生物工学分野の研究者が世界各国から一堂に会する、10 年に一度の大規模国際学会である。本学会は、農業・食品・生物工学に従事する研究者や技術者が一堂に集う最大級の会議であり、今回はカナダ・トロントの Sheraton Centre Toronto Hotel にて開催された。本会議では 1,000 件を超える技術発表が行われ、数多くの研究者と交流する貴重な機会が提供された。参加の主な目的は、農業機械およびバイオシステム工学分野における最新の研究動向と技術革新を調査するとともに、特に AI 技術を活用した農業分野の新しい応用や国際的な研究協力の可能性を探ることであった。

2. 調査日程

令和 7 年 7 月 12 日（土）～19 日（水）（8 日間）

日数	日付	訪問先	摘要
1	7/12（土）	東京 ⇒ トロント	移動・到着日
2	7/13（日）	Sheraton Centre Toronto Hotel	2025 ASABE/CSBE 合同学会（開会式・基調講演等）
3	7/14（月）	〃	学会
4	7/15（火）	〃	学会
5	7/16（水）	〃	学会（閉会）
6	7/17（木）	〃	学会主催 技術見学ツアー
7	7/18（金）	トロント ⇒ 東京	移動日
8	7/19（土）	東京	帰国

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所等
7/13-17	2025 ASABE/CSBE 合同学会	American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) / Canadian Society for Bioengineering (CSBE)	Sheraton Centre Toronto Hotel, Toronto, Canada https://asabe.org/ https://www.csbe-scgab.ca

4. 調査結果の概要

4. 1 継続的な専門能力開発コース

学会初日には、受付手続きを終えた後、Continuing Professional Development (CPD) コース「Computational Fluid Dynamics (CFD) Simulation and Controlled Environment」に参加した。本研修は、Iowa State 大学 Agricultural and Biosystems Engineering 学部の Prof. Hanwook Chung の指導のもとで実施され、約 4 時間にわたり、施設園芸環境における伝導、対流、放射および蒸発による熱・物質移動の基礎、CFD 解析の基本的な手順、ならびに解析ソフトウェアを用いたシミュレーション演習が行われた（図 4.1）。

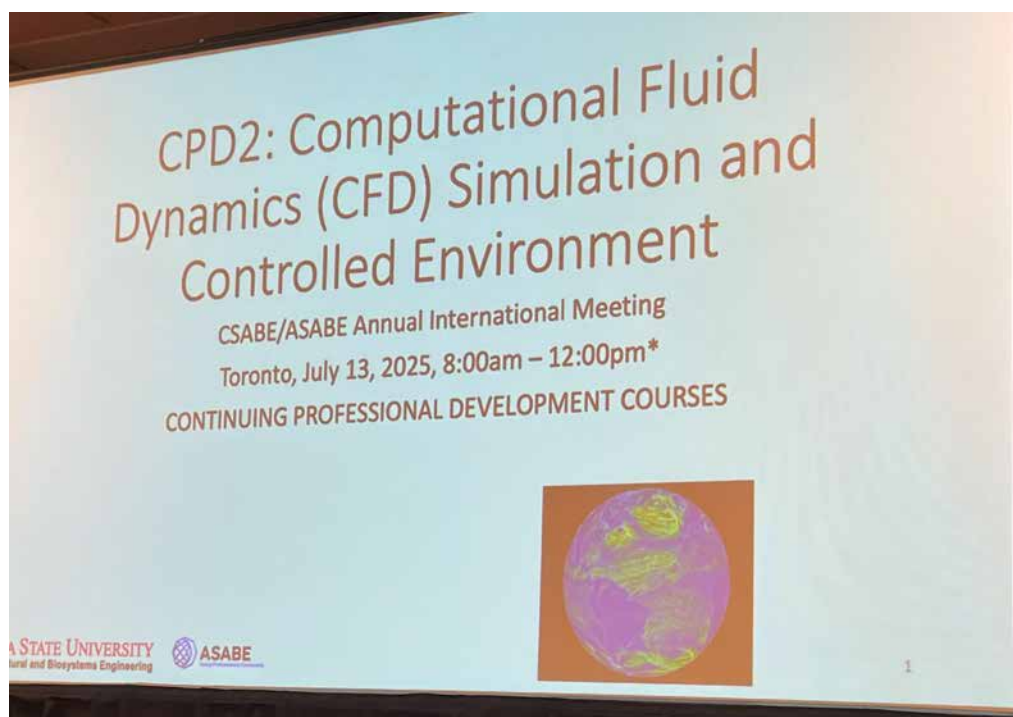


図 4.1: Continuing Professional Development Course の様子

4. 2 基調講演 by Ms. Julie Borlaug

基調講演は Ms. Julie Borlaug により行われた（図 4.2）。彼女は、Norman E. Borlaug（ノーベル平和賞受賞者）を祖父に持ち、長年にわたり農業分野のコミュニケーションや政府関係、広報戦略に携わってきた専門家である。本講演では、農業・食品技術に関する誤情報や誤解に対処するためには、研究者が積極的に一般社会と関わり、透明性をもって技術の利点や意義を説明することが不可欠であると強調された。特に、AI 搭載農業機械が農民の生計に与える影響や、GMOs（遺伝子組み換え作物）を含む新技術に対する社会的懸念を例に挙げ、研究者自らが正しい理解を広める努力を続ける必要性を訴えた。さらに、彼女は Corporate Communications の専門家としての立場から、研究者が専門的な用語や技術的な説明に偏りがちであり、一般の人々にとって理解が難しいという現状を指摘した。そのうえで、研究者が社会と対話する際には、コミュニケーションの専門家を積極的に関与させ、専門知識をわかりやすく伝える工夫が重要であると強調した。



図 4.2: Ms. Julie Borlaug による 基調講演

4. 3 Poster Presentation

本会議では、「Machine Learning Models for Estimating Optimum Top-Dressing Amount from NDVI, Weather Data, and Projected Yield and Grain Qualities」と題したポスター発表を行った(図 4.3)。本研究は、NDVI、気象データ、収量および品質の予測値を入力とし、最適な追肥量を推定するための機械学習モデルを構築したものである。発表では、複数の機械学習アルゴリズムを比較検討した結果、気象データを入力に加えることでモデルの精度が一貫して向上することを示した。特に XGBoost モデルは、複数の決定木を組み合わせ、前の決定木で生じた予測誤差を次の決定木で段階的に補正することで、高い予測精度を実現する機械学習手法であり、気象データを用いない場合に比べて決定係数 R^2 が 0.37 から 0.64 に上昇し、最も高い精度を達成した。これらの成果は、将来的に自律型追肥ロボットシステムの基盤技術として応用可能であることを示唆している。発表中には、多くの参加者から質問や意見をいただき、研究内容に対する高い関心が寄せられた。発表中には、参加者から、10 年間のデータを用いて構築したモデルが異なる圃場や栽培年度にも適用可能か、また、XGBoost モデルが推定した追肥量を将来的にどのように自律型追肥ロボットの制御に活用するのか、といった質問をいただき、研究内容について活発な意見交換を行った。

Machine Learning Models for Estimating Optimum Top-Dressing Amount from NDVI, Weather Data, and Projected Yield and Grain Qualities

Keywords. NDVI, Top-dressing, Machine learning, Paddy field, Rice yield and quality

Oyetayo Olukorede Oyeboode*, Masamoto Chiba**, Takashi Yoko[†], Hisato Katayama, Hiroyuki Nakagawa, Yusuke Yanagisawa

**Corresponding Author; chiba.masamoto571@naro.go.jp

*Presenting Author; oyeboode.oyetayo.olukorede459@naro.go.jp

Introduction

- Farmers usually rely on manual field inspections to assess crop conditions, physically measuring various plant characteristics to make top-dressing decisions.
- With the recent advances in remote sensing technologies, researchers have demonstrated that using the normalized difference vegetation index (NDVI) as a decision-making tool for targeted topdressing can simultaneously reduce fertilizer usage and increase crop yields.
- Although deciding whether to apply topdressing based on NDVI thresholds has become more straightforward, determining the optimal amount of fertilizer to be applied remains challenging.

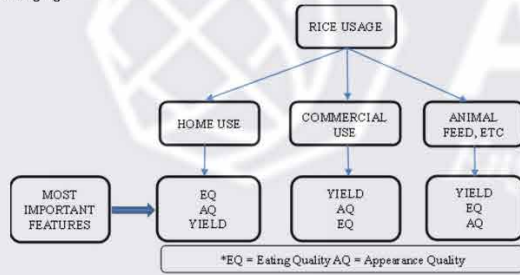


Figure 1: Different rice uses and the order of desired qualities

- Figure 1 describes the different end uses of rice and the order of importance of yield and grain qualities. Since Nitrogen intake greatly influences rice yield and quality, precise application is essential to meet diverse end-use requirements.
- Consequently, our research aims to develop an autonomous top-dressing application vehicle.
- This system will integrate multiple data inputs—including measured NDVI, desired yield and quality parameters, current weather conditions, and weather forecasts—to automatically determine the optimal amount of topdressing for each section of a paddy field.
- As the first step toward this goal, we have developed machine learning models capable of estimating the optimal topdressing amount based on NDVI readings, weather data, and projected yield and grain quality parameters.
- These models will serve as the algorithmic foundation of our proposed autonomous fertilization system.

Methodology

- In a 10-year study conducted between 2014 and 2023, varying top-dressing amounts were applied, and yield, Protein Content (PC), and appearance were measured. NDVI and some relevant weather data were also recorded.
- Using different machine learning algorithms (Decision Tree Regressor, Random Forest Regressor, XGBoost, and CatBoost) to model the research data (Table 1), we have trained and validated prediction models that can estimate the optimum top-dressing amount from measured NDVI, weather data (actual and forecasted), and inputted 'target' range of yield, PC, and appearance.
- 70%, 20%, and 10% of the data were used for training, validation, and testing, respectively.
- We also investigated the effects of including the weather data on the precision of the models.

Proposed optimum topdressing models

$$y_1(\text{kg/ha}) = f(c + x_1 \text{Yield}_{\text{target}} + x_2 \text{PC}_{\text{target}} + x_3 \text{AS}_{\text{target}} + x_4 \text{NDVI}_{\text{measured}} + \epsilon) \quad (1)$$

- y_1 represents the optimal top-dressing amount, c is a constant, x_{1-4} are coefficients quantifying the influence of each variable on topdressing needs, and ϵ is the error term. The function f could represent a linear or non-linear transformation, depending on the algorithm used by the machine learning models.

Key Variables of the models

Targets set by farmers

The following are the inputs to be made by the farmer

- Yield_target: Desired crop yield (e.g., kg/ha).
- PC_target: Desired Protein Content (%).
- AS_target (Appearance Score): Reflects visual grain quality metrics.

NDVI_measured

- The NDVI, measured via satellite, drone sensors, or handheld devices.

Model y_2 : Integration of weather data

$$y_2(\text{kg/ha}) = f(c + x_1 \text{Yield}_{\text{target}} + x_2 \text{PC}_{\text{target}} + x_3 \text{AS}_{\text{target}} + x_4 \text{NDVI}_{\text{measured}} + x_5 W_{\text{measured}} + x_6 W_{\text{predicted}} + \epsilon) \quad (2)$$

- The enhanced model y_2 adds $x_5 W_{\text{measured}} + x_6 W_{\text{predicted}}$ where W_{measured} represents cumulative weather data up to the time of topdressing application and $W_{\text{predicted}}$ forecasted weather until harvest (e.g., radiation, temperature, sunshine hours).
- Parameters such as Mean Absolute Error (MAE), Mean Squared Error (MSE), and R-squared (R^2), were used to evaluate the precision of the models.

Results

Table 1 shows the descriptive statistics of the raw data. Figure 2 contains the correlation heatmap between the dependent and independent variables. Table 2 presents a comparative analysis of the four machine learning models evaluated on three key regression metrics: Mean Absolute Error (MAE), Mean Squared Error (MSE), and R-squared (R^2). Each model's performance is reported both with and without the inclusion of weather data as input features.

Table 1: Comparative analysis of the four machine learning models.

	Yield	Protein_content	Appearance_score	Top dressing_1	Top dressing_2	NDVI	Total_time	Total_rad	Total_temp
count	570	570	570	570	570	570	570	570	570
mean	525.8	6.4	61.7	0.98	2.56	0.82	174.0	933.3	1106.6
std	51.14	0.3	15.3	0.75	0.52	0.05	34.0	68.6	17.9
min	313	5.5	30.4	0	0	0.65	137.0	864.0	1077.4
max	719	8	85.4	2	3	0.90	283.9	1135.2	1189.1

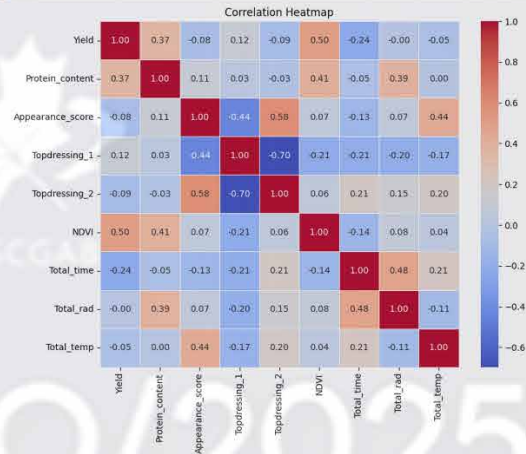


Figure 2: Correlation heatmap between dependent and independent variables

Table 2: Comparative analysis of the four machine learning models.

Model	With weather data			Without weather data		
	MAE	MSE	R^2	MAE	MSE	R^2
Decision Tree	0.1462	0.1696	0.3938	0.2666	0.3043	-0.0879
Random Forest	0.1551	0.1119	0.5998	0.2364	0.1616	0.4223
XGBoost	0.1541	0.1001	0.6423	0.2613	0.1765	0.3692
CatBoost	0.1715	0.1062	0.6204	0.2575	0.1551	0.4457

Discussion

Each model's performance is reported both with and without the inclusion of weather data as input features. Overall, incorporating weather data significantly improves model performance across all metrics and models. For every model, MAE and MSE decrease while R^2 increases when weather data is included, indicating more accurate and reliable predictions.

- XGBoost: This model's MAE falls from 0.2613 to 0.1541, and R^2 rises from 0.3692 to 0.6423, the highest R^2 among all models tested. This highlights XGBoost's strong performance when weather data is available.
- CatBoost: Similarly, CatBoost's MAE decreases from 0.2575 to 0.1715, and R^2 improves from 0.4457 to 0.6204.

Conclusion and Future Work

- We have trained and validated prediction models that can estimate the optimum top-dressing amount. We also investigated the effects of weather data on the precision of the models. The results consistently show that models trained with weather data outperform those without, often by a large margin.
- In the future, we plan to use these models to develop an autonomous top-dressing application vehicle.

References

- Nakano, H., Tanaka, R., Guan, S., & Ohdan, H. (2023). Predicting rice grain yield using normalized difference vegetation index from UAV and GreenSeeker. *Crop and Environment*, 2(2), 59-65. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.crope.2023.03.001>
- Tanno, K. (2021). Analysis of changes in topdressing application effect on rice by NDVI using hierarchical Bayesian model. *Agronomy Journal*, 113(4), 3434-3443. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ajq2.20759>

図 4.3: 筆者の Poster Presentation

4. 4 学生コンテスト

4. 4. 1 AI-Powered Egg Picking Robot

今年のロボット競技は「AI-Powered Egg Picking Robot」をテーマとして開催され、世界各国から約 20 の大学が参加した。競技では、敷きわら上に配置された卵を AI 搭載ロボットが自律的に検出し、収集する能力が競われた（図 4. 4. 1）。各大学チームは独自のアルゴリズムやロボット設計を披露し、AI 技術の農業分野への応用可能性を示す優れた実例となった。



図 4. 4. 1: AI-Powered Egg Picking Robot Competition の様子

4. 4. 2 Quarter-Scale Tractor Competition

毎年恒例の Quarter-Scale Tractor Competition では、本年度は North Carolina State University が優勝を果たした（図 4. 4. 2）。特筆すべき点として、同大学の 2025 年試作機に搭載されたエンジンは Kawasaki Engines により提供された。さらに、North Carolina State University の出展者の一人と意見交換を行い、Quarter-Scale Tractor の完全電動化の可能性や、その実用化に向けた共同研究の可能性について議論する機会を得た。毎年恒例の Quarter-Scale Tractor Competition では、本年度は North Carolina State University が優勝を果たした（図 4. 4. 2）。特筆すべき点として、同大学の 2025 年試作機に搭載されたエンジンは Kawasaki Engines により提供された。さらに、North Carolina State University の出展者の一人と意見交換を行い、Quarter-Scale Tractor の完全電動化に加え、日本で比較的多く見られる施設園芸のような狭小空間での活用、そのための車体の小型化、および小型車体に適合する作業機、特に耕うん作業機の開発について議論した。同大学は、機能性と効率性に優れた Quarter-Scale Tractor の開発に関する専門知識を有しており、一方、私は狭小空間における耕うん作業の電動化に取り組んでいる。このため、双方の専門知識を融合することで、施設園芸に適した小型電動トラクタおよび耕うん作業機の開発につながる可能性があることを確認した。この話し合いは、双方の専門性を生かした将来的な共同研究の可能性を具体的に見いだせた点で非常に有意義であり、継続的にフォローアップを行っていきたいと考えている。



図 4.4.2: Quarter-Scale Tractor Competition の様子

4. 5 WeedAI Presentation

本学会で特に注目すべき発表の一つはと呼ばれる取り組みであった（図 4.5a）。これは、さまざまな雑草種を対象としたオープンリポジトリであり、既にアノテーションが施されたデータセットが公開されている。利用者は、作物および雑草の種類、作物の生育段階、撮影場所、撮影条件、アノテーション形式などの条件を指定して、目的に適した画像データセットを検索・ダウンロードできる。また、各データセットには標準化された農業関連のメタデータが付与されており、雑草検出・識別モデルの学習や評価に活用できる。リポジトリに収録されているアノテーション済み雑草画像の一例を図 4.5b に示す。WeedAI の活用により、雑草研究に携わる研究者は膨大なデータ収集やアノテーション作業に費やす時間を大幅に削減できる可能性がある。共通基盤の整備は、農業分野における AI 応用を加速し、国際的な研究協力を促進する上でも重要であると感じた。なお、本発表の詳細は提示された QR コードから参照可能である（図 4.5c）。



図 4.5a: WeedAI Presentation の様子

WeedAI			
Explore	Datasets	Upload	WeedCOCO
Upload	WeedCOCO	Annotate	About

			
raphanus raphanistrum bounding boxes in wheat (Seeding to Tillering)	raphanus raphanistrum bounding boxes in wheat (Seeding to Tillering)	raphanus raphanistrum bounding boxes in wheat (Seeding to Tillering)	raphanus raphanistrum bounding boxes in wheat (Seeding to Tillering)

Annotation Statistics			
Category	# Images	# Segments	# Bounding Boxes
weed: raphanus raphanistrum (BBCH10-13)	55	0	239
weed: raphanus raphanistrum (BBCH14-15)	169	0	380
weed: raphanus raphanistrum (BBCH15-51)	217	0	602
weed: raphanus raphanistrum (BBCH52-62)	56	0	87

図 4.5b WeedAI リポジトリに収録されている雑草のアノテーション例



図 4.5c: WeedAI Presentation の QR コード

4. 6 Autonomous Weeding Robot

North Dakota State University により開発された電動自律走行型除草ロボットは、圃場内で雑草を検出・除去する機能を備え、私が現在取り組んでいる耕うん作業の電動化に関する研究テーマと非常に近い内容である（図 4.6）。研究者と直接意見交換を行い、将来的な共同研究の可能性について多くの共通点を確認した。特に、除草に限らず耕うん作業にも対応できるよう多用途化する改良点は、私自身が進めている研究の焦点と重なり、今後の協力の余地が大きいと感じた。

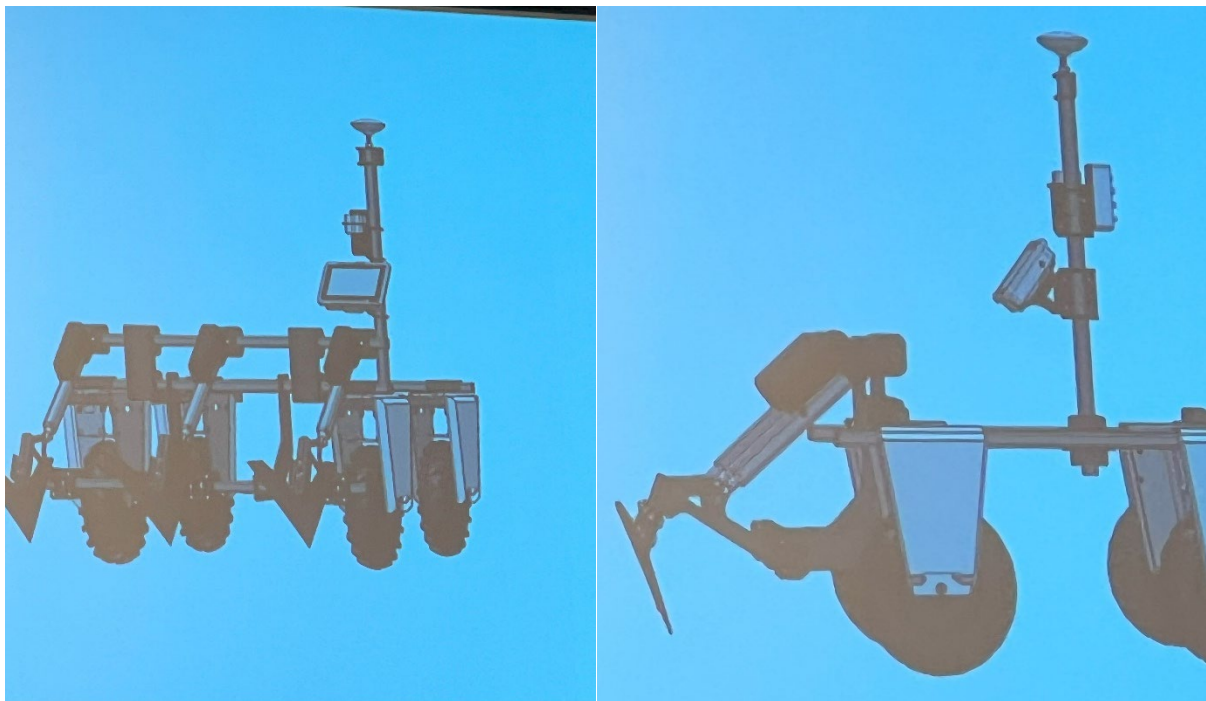


図 4.6: Autonomous Weeding Robot の図

4. 7 学会併催イベント

会議の合間には、African Network Group of the ASABE (ANGASABE) の Annual Business Meeting に参加した (図 4.7a)。本ミーティングは、世界各地の大学や研究機関で活躍しているアフリカ系研究者や教授陣が多数集まる場であり、研究ネットワークを拡大する貴重な機会となった。特に、ナイジェリアから参加した恩師である Prof. Alonge と再会し、彼が本学会で表彰を受ける姿を目にすることができた (図 4.7b)。また、ナイジェリアおよびその他のアフリカ諸国から留学している学生とも交流し、今後の研究交流や人的ネットワークの発展につながると確信している。

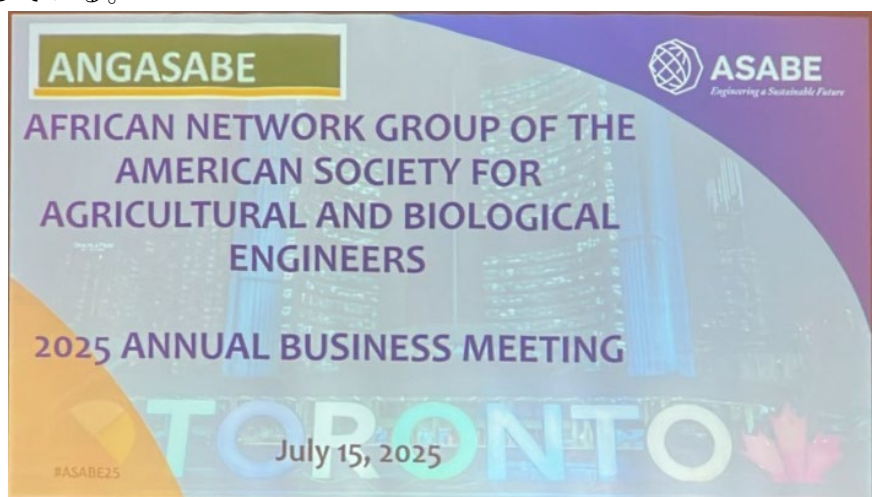


図 4.7a: ANGASABE Annual Business Meeting



図 4. 7b:かつての恩師とともに。中央は、本学会で表彰を受けた Prof. Alonge

4. 8 Technical Tours

学会主催の技術見学ツアーとして、Canadian Food and Wine Institute 等 を訪問した。Canadian Food and Wine Institute では、ブドウの栽培から収穫、発酵、熟成に至るまでのワイン醸造の歴史とプロセスについて説明を受けた（図 4. 8）。



図 4. 8: Canadian Food and Wine Institute にて見学した、アイスワイン生産に用いられるブドウの木

4. 9 Conclusion

本会議は、極めて重要な学術的機会であり、私たちの研究に対して貴重なフィードバックを得ることができた。また、世界各国の研究機関で進められている最新の研究成果を直接学ぶ稀有な機会ともなった。さらに、多くの優れた研究者や教授陣と交流・意見交換を行うことができ、人的ネットワークを大きく広げることができた。今回構築した国際的なつながりを活かし、農研機構（NARO）の国際的なプレゼンスを一層高めるとともに、最先端の研究を推進していきたいと考えている。

5. 収集資料等

1) 発表内容

Machine Learning Models for Estimating Optimum Top-Dressing Amount from NDVI, Weather Data, and Projected Yield and Grain Qualities

Oyetayo Olukorede Oyeboade¹, Masamoto Chiba^{1*}, Takashi Yokoi², Hisato Katayama², Hiroyuki Nakagawa², Yusuke Yanagisawa³

¹ Compact Electric Robot Group, Division of Automated Farming Research, Institute of Agricultural Machinery, NARO, 1-40-2 Nisshin cho, Kita ku, Saitama City, Saitama, Japan

² Shiga Prefectural Agricultural Technology Promotion Center, Department of Agriculture and Fisheries, 516 Dainaka, Azuchi Cho, Oumihachiman City, Shiga, Japan

³ Agriculture for Tomorrow Promotion Division, Department of Agriculture and Fisheries, 4-1-1 Kyomachi, Otsu City, Shiga, Japan

Correspondence: m_chiba@affrc.go.jp

Link: <https://elibrary.asabe.org/azdez.asp?JID=5&AID=55374&CID=tor2025&T=1>

2) 収集資料

Asabe Technical Library - Annual Meeting Papers. 2025 Toronto, Ontario, Canada July 13-16, 2025

<https://elibrary.asabe.org/techpapers.asp?confid=tor2025>

7. TARI-NARO-AARDO-FFTC Workshop「Unlocking Agrifood Innovation: From Sensors to Smart Farms」への参加（8/31-9/4、台湾）

知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 主席研究員 竹崎あかね

1. 目的

ASEAN 地域におけるスマート稲作の推進には、スマート技術の導入と並行して、データ連携を容易にするデータ交換等規格の標準化が求められる。本ワークショップでは、標準 API（農機 OpenAPI）やデータモデル（ADAPT Standard）を利用したタイでのスマート稲作実証試験について、参加するアジアモンスーン地域の研究者に対し具体的手法や効果を報告することで、データ標準を用いたスマート農業の ASEAN 地域での普及を目指す。またワークショップ後の現地や Taiwan Smart Agriweek の見学では、企業、大学、農家と意見交換し、アジアモンスーン地域でのスマート農業に関する情報収集を行う。

2. 調査日程

令和 7 年 8 月 31 日（日）～9 月 4 日（木）（5 日間）

日数	日付	訪問先
1	8/31（日）	つくば → 東京 → 台北（台北泊）
2	9/1（月）	TARI-NARO-AARDO-FFTC Workshop 参加・口頭発表（台北泊）
3	9/2（火）	TARI-NARO-AARDO-FFTC Workshop 参加・現地見学（台北泊）
4	9/3（水）	Taiwan Smart Agriweek 見学（台北泊）
5	9/4（木）	台北 → 東京 → つくば

3. 主な訪問先

日付	内容
9/1（月）	・ TARI-NARO-AARDO-FFTC Workshop（台北市）
9/2（火）	・ TARI-NARO-AARDO-FFTC Workshop（台北市） ・ 現地見学（桃園市） ① YesHealth (https://www.yeshealthgroup.com/) ② Taocheng Shichai Vegetable Smart Irrigation System. ③ CHANG SHEN TEA FACTORY
9/3（水）	・ Taiwan Smart Agriweek（台北市）(https://www.taiwanagri-week.com/en/)

窓口：Food and Fertilizer Technology Center (FFTC)

井原副所長 (fumioihara@fftc.org.tw)



4. 調査結果の概要

1) TARI-NARO-AARDO-FFTC Workshop

本ワークショップは、AI を活用したセンシング技術の統合や農業分野での応用について情報共有するとともに、スマートセンシングの新たな活用方法を探索することを目的とする。

ワークショップでは、農研機構久間理事長の他、台湾農業部、台湾農業試験所 (Taiwan Agricultural Research Institute: TARI)、アフリカ・アジア農村開発機構 (African-Asian Rural Development Organization: AARDO)、アジア太平洋地域食糧・肥料技術センター (Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region: FFTC) からの Opening remarks の後、以下の 3 つのセッションとパネルディスカッションでプログラムが実施された。

- ・セッション 1 精密農業のための先端的スマートセンサーとモニタリングシステム
- ・セッション 2 現場圃場での意思決定支援のためのリアルタイムデータ処理と分析
- ・セッション 3 スマートセンシングの実世界への応用：ケーススタディと成功事例
- ・パネルディスカッション アジアにおけるスマートセンシング技術

セッション 1 では、台湾大学の Chou 教授、農研機構農業ロボティクス研究センターの中川センター長から基調講演があった。セッション 2, 3 では台湾、韓国、インドネシア、ベトナム、マレーシア、フィリピン、日本の合計 8 名から発表があった。特に台湾や韓国では先端技術の開発が精力的に進められており、アジアでは人手不足や気候変動対応等日本と同様の課題があり、データ駆動型農業の実践により解決を図ろうとしていた。このことからアジア地域において最適なスマート技術の開発や普及にはアジア地域での連携が重要であることを改めて確認した。

私は、セッション 3 において、標準 API (農機 OpenAPI) やデータモデル (ADAPT Standard) を利用したタイでのスマート稲作実証試験について報告した。これは、スマート農業のメリットと具体的な方法を周知することで、アジア地域での BRIDGE の成果の普及促進を意図したものである。報告後、農機 OpenAPI の対象が農機のデータのみかと質問があり、農家の希望があれば拡張を検討する旨回答した。また、アジアのスマート稲作に必要な標準化要件を明らかにするため、スマート稲作のアジアでの現状とそれに必要な標準化について、今後アンケートを実施することを報告し協力を求めた。



図. FFTC 副所長の井原氏 (左) 国際課武馬氏 (右) と会場にて。

2) 現地見学 (桃園市)

① YesHealth

同農園は、2013 年に設立され、研究開発チームを有し屋内垂直型農業を実践する。台湾に本社を置き、葉菜 (コマツナ・水菜・レタス・カラシナなど) を完全人工環境下で多段式栽培棚を用いて養液栽培し、発酵液肥やマイクロバブルの利用、作物に応じた LED 照射など先端技術を積極的に取り入れている。また、アジア、ヨーロッパ、北米に同社の垂直型農業の知識と技術の提供も行っている。



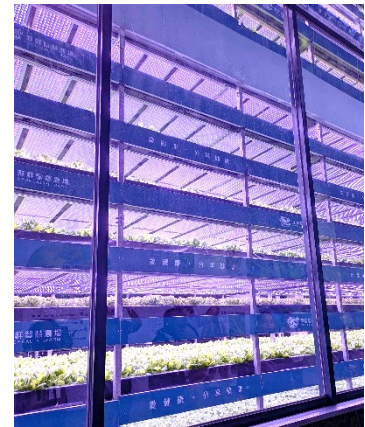
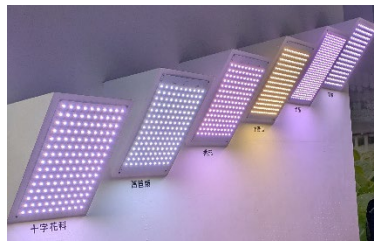


図. 発泡スチロールに苗を浮かべ栽培する様式（左）、葉菜の種類によりLEDで光質調整（中央）、多段栽培（右）

② Taocheng Shichai Vegetable Smart Irrigation System.

同農園では、9ヘクタールのトレーサビリティを実施する農産物の生産エリアと2ヘクタールの有機栽培エリアを運営する。年間を通じて多様な葉菜を短いサイクルで栽培し、圃場管理から収穫後の鮮度管理まで実施している。見学では、光合成有効放射量に基づき、上部からミストかん水を行う栽培システムを見学した。



図. 光合成有効放射量に基づくかん水システム

③ CHANG SHEN TEA FACTORY

同農園では、茶の栽培・加工・焙煎における技術やノウハウを三代にわたり継承し、環境に優しい農業を実践している。生産プロセス全体を自社管理することで食品安全と一貫した品質を保証しており、日本、ヨーロッパ、アメリカへの長年の輸出実績は、厳格な国際基準への順守を反映したものとの説明があった。

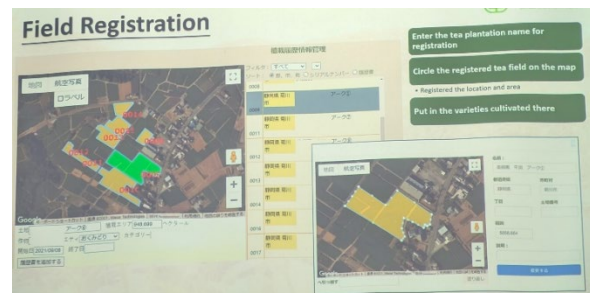


図. 営農管理システムにおいて圃場単位でデータ管理

3) Taiwan Smart Agriweek での情報収集

農業 (AGRITECH)、水産養殖 (AQUATECH)、家畜と飼料 (AGRILIVESTOCK&FEED)、コールドチェーン (AGRIFRESH)、農産物 (AGRIFOOD)、持続可能な農業 (AGRIGREEN) に必要な先端技術を紹介するイベントである。AGRITECH の展示では、気候変動や労働力不足などの重大な課題へのソリューションとして、最先端のスマート農業技術、IoT、灌漑システム、環境保全型農業技術等が紹介されていた。



図. 展示例：環境モニタリングデータ統合し意思決定するプラットフォーム AgriTalk

4) まとめ

台湾、韓国、インドネシア、ベトナム、マレーシア、フィリピンからの参加者の話題提供やその後の意見交換から、アジアモンスーン地域では、1) 程度の差はあるものの人手不足や高齢化など、日本と同様の課題があること、2) その課題解決のためにスマート農業技術の開発や、現地への導入が積極的に行われていること、が明らかになった。以上からアジアモンスーン地域での情報共有や連携は、課題解決に向けたスマート農業技術の開発や普及に重要であると改めて認識した。

標準化という視点はアジアモンスーン地域では馴染みが無いと感じたが、標準 API（農機 OpenAPI）やデータモデル（ADAPT Standard）を利用した実証について報告することで、標準を利用する意義を伝えられたと考える。一方で、BRIDGE 事業の成果普及のためには、台湾、韓国、中国等のスマート農業技術が既に導入されている地域もあることから、導入済みのこれら既存技術に対する優位性を示す必要があろう。

今後は、アジアのスマート稲作に必要な標準化要件を明らかにするため、名刺交換した約 10 名を対象としたアンケート調査を実施予定である。

5. 収集資料等

	資料名
1	TARI-NARO-AARDO-FFTC Workshop 「Unlocking Agrifood Innovation: From Sensors to Smart Farms」 プロシーディング
2	Taiwan Smart Agriweek への参加企業のパンフレット

8. SICE Festival 2025 with Annual Conference への参加と発表 (9/9-14、タイ)

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

1. 目的

SICE Festival 2025 with Annual Conference (以下、SICE FES 2025) は、日本の計測自動制御学会(SICE)およびタイの電子情報通信学会(ECTI)が主催する国際シンポジウムであり、計測や制御に関するシステム分析、設計、理論、応用、ソフト、ハードといった幅広い分野の専門家が集まって最先端の科学的・技術的知見を報告し意見交換が行われる国際学会である。本国際学会に参加し、研究成果を報告することで様々な視点から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. 期間

令和7年9月9日(火)～14日(日)(6日間)

日数	日付	行程・訪問先	概要
1	9/9(火)	東京 → タイ・チェンマイ	移動日
2～4	9/10(水)～ 9/12(金)	タイ・チェンマイ	SICE FES 2025 参加・発表
5～6	9/13(土)～ 9/14(日)	タイ・チェンマイ → 東京	移動日

3. 主な訪問先

SICE FES 2025 会場 (Empress Hotel and Convention Centre)

学会 URL : <https://sice2025.sice.jp/>

4. 概要

SICE FES 2025 は、計測・制御分野の学術および産業エンジニアリングに携わる専門家が研究成果を発表し、アイデアを議論する国際学会である(図1)。特にオンライン発表の機会を設けず、対面形式を重視することで活発な議論や交流を促進することを目的としている。対象となるテーマは、制御理論、計測手法、メカトロニクス、ロボットをはじめ、モデリング、システム設計、電力ネットワーク、機械学習、画像処理、人間協調、障害物回避といった専門的な内容や、産業応用、農業利用、ASEAN 連携、産学連携といった応用分野までと多岐にわたる。



図1 SICE FES 2025 学会会場

一般講演は、研究テーマ別に最大9つの会場でパラレルに行われ、各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が発表され、深い議論が行われた。ポスターセッションやコーヒープレイクなどでは、講演やポスターで発表された研究内容について専門的な意見を交わすことができた。基調講演は各日に行われ、タイでの工学教育プログラムおよび標準化に向けた流れ、生体信号分析による違和感の認識、ロボットシステムへの応用に向けた学習ベースの制御技術、制御工学の観点から見た持続可能な農業と、内容も多岐にわたっていた。基調講演のひとつで3日目に行われたタイ・キングモンクット工科大 Thavida Maneewarn 教授の講演では、タイにおける環境保全・循環型エコシステム

農業を実現するための「実践的」スマート農業が提案されていた(図2)。教授自身の専門はハリウッドなどでも採用される画像処理技術の専門家とのことだったが、農業分野に転身し、大量生産・高収益化ではなく地産地消・環境保全を目指し、循環型農業の実現に向けた省力化・効率化のためのスマート農業技術を紹介していた。具体的には、残渣を原料として利用し肥料・土壌改良するための装置や、育苗・移植・草刈・収穫などを省力化するための電動装置などが提案され、実際に Raina Robotech というベンチャー企業を立ち上げ、先端技術ではないが既存技術や作業機器を活用することで低コストで目標を実現するシステムが紹介されていた。



図2 3日目の基調講演の様子

一般講演では、特にドローン・移動システムに関するセッションを聴講し、発表内容に対して数多くの議論を行った。深層学習や評価関数に基づく移動ロボットの障害物回避において対象障害物が人などの移動体の場合にオプティカルフローを用いた障害物の移動推定範囲を加味したことで性能が向上した事例や、移動体のナビゲーションにドローンからの情報を利用して移動体のスムーズな動きと堅牢性を確保する手法などの発表が、個人的には興味深かった。

一般セッションのブースでは企業展示が行われており、ホンダをはじめとする自動車の安全運転・支援システムの展示などに人だかりが出来ていた。

当方からは農業セッションにて、イチゴ栽培におけるドローンダウンウォッシュの計測モニタリングと受粉での利用効果について報告を行った。施設内で栽培支援にドローンを用いるアイデアはセッション内でも強い関心が寄せられ、他の作物への展開の可能性や施設内ドローン飛行実現の課題点などについて質問を受け、活発な議論と意見交換が行われた。

本学会ではテクニカルツアーや学会主催ランチなどは存在しなかったため、知り合いの研究者に個人的に声をかけ、食事をしながら最新の研究動向や研究グループの様子などの情報収集を進めつつ、農研機構へのリクルート活動も行った。(残念ながら、体調不良のためバンケットでの会食には参加できず、早々に部屋に戻らざるを得なかった(図3)。)



図3 バンケット会場の様子

5. 参加者発表詳細

深津時広: Downwash Monitoring and Pollination in Drone-assisted Smart Strawberry Cultivation Management, WeBT8.5, oral session

6. 収集資料等

・SICE FES 2025 Abstract Book

9. BRIDGE ベトナム国家農業大学でのミーティング 及びセミナー（10/19-23、ベトナム）

機械化連携推進部 部長 大森弘美
機械化連携推進室 上級研究員 嶋津光辰
主任研究員 古山隆司

知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 主席研究員 竹崎あかね
無人化農作業研究領域 小型電動ロボット技術グループ 兼 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

BRIDGE 事業におけるベトナム現地実証に向けて、実証試験に協力依頼しているベトナム国家農業大学においてミーティング及びセミナーを行い、実証目的等の理解を促し、意見交換を行う。また、同じく協力依頼している Huong Ngai 農業組合において、ほ場、施設、機械等を視察し、意見交換を行う。併せて、ベトナム国家農業大学において国際標準化に関する打ち合わせ及び GNSS 機器の説明・実演を行い、農研機構で取り組む国際標準化及びデータ連携農業推進活動への理解を促し、協力関係を構築する。

2. 調査日程

令和 7 年 10 月 19 日（日）～24 日（金）（6 日間）

日数	日付	訪問先	宿泊	交通	摘要
1	10/19(日)	成田空港→ノイバイ空港	ハノイ	航空機	移動日
2	10/20(月)	ベトナム国家農業大学	ハノイ	タクシー	ミーティング セミナー
3	10/21(火)	Huong Ngai 農業組合 大森 古山 嶋津：ノイバイ 空港→10/22 成田空港	ハノイ 機内泊	タクシー 航空機	視察 意見交換
4	10/22(水)	ベトナム国家農業大学 竹崎：ノイバイ空港→ 10/23 成田空港	ハノイ 機内泊	タクシー 航空機	打ち合わせ
5～6	10/23(木)～ 24(金)	ベトナム国家農業大学 ナン：ノイバイ空港→ 10/24 成田空港	機内泊	タクシー 航空機	打ち合わせ

3. 主な訪問先

日付	訪問先	住所
10/20、22、23	ベトナム国家農業大学	Đường Phố Ngô Xuân Quảng, Trâu Quỳ, Gia Lâm, Hà Nội, ベトナム
10/21	Huong Ngai 農業組合	Huong Nga, Thạch Thất, Hà Nội, ベトナム



訪問先

4. 出張概要

1) ベトナム国家農業大学におけるミーティング及びセミナー

ベトナム国家農業大学 (Vietnam National University of Agriculture) は、ハノイ市にある農業・農村開発分野におけるベトナム有数の国立総合大学である。設立は1956年で、在籍学生数は約20,000人、国際協力や学術交流に積極的で日本の複数の大学とも学術交流協定を締結している。2025年4月には農機研に同大学長、教授等が来所し、連携について意見交換が行われた。

BRIDGE事業では、今年度のベトナム現地実証試験に協力を依頼しており、今回の出張訪問では本実証に関連して、ベトナム国家農業大学にて同大学の教員や学生、現地生産者を参集して”Academic Exchange Meeting on Smart Agriculture PoC Project for Enhancing productivity in Rice Cultivation”としてミーティング及びセミナーを開催し、日本側からは農機研の他、BRIDGE事業の委託先である野村総研、ListenField社、農業情報設計社が参加した。はじめに大学学部長 Dr. Nguyen Xuan Truong と大森部長から挨拶の後、ListenField社から「気候適応のためのデータ駆動型農業」「土壌から収穫までの持続可能・予測可能な農場分析」、農業情報設計社から「ASEANにおけるGNSS/スマート技術の農業利用と実証」、農機研から「ASEANにおけるスマート農業機械連携実証の紹介」の講演を行った。その後は質疑応答を行い、大学側から「小さなほ場、古い農機でのスマート農業技術導入の可否」「衛星、ドローン、LiDARセンシングへの天候影響の有無」「若手職員や学生向けの研修やプログラム、奨学金等の有無」等の質問があり、年度内に再度のセミナー開催の要望を受けた。



会場風景



Truong 学部長挨拶



大森部長挨拶



質疑応答（大学教員）



質疑応答（講演者）



集合写真

2）Huong Ngai 農業組合における視察及び意見交換

Huong Ngai 農業組合（Huong Ngai Cooperative）はハノイ市街から西へ約 20 km の Huong Ngai 地域の農業者で構成され、組合員数は 1,475 人、ほ場面積は 324 ha、うち組合専業職員は 20 名、組合所有のほ場は 9 ha（組合員から貸出）である。作付は 9 割が水稲で、灌漑農業で日本と同様の移植栽培を行っているが、年間に水稲二期作＋野菜（芋、豆、コーン等）という生産が行われている。

BRIDGE 事業では、2025 年度のベトナム現地実証試験に協力を依頼しており、今回の出張訪問ではほ場、施設、農業機械の視察と、スマート農業に関する意見交換を行った。機械は日本で見られるような小型の田植機、トラクタなどがみられ日本メーカー製の機種も多かったが、軟弱な土壌に対応して自作の車輪や代掻き機を使っているなどの特徴が見受けられた。スマート農業については「高収量、高米価、負担軽減」が希望であったほか、省力化について特に強い関心があり、通常は専業の組合員が業務を行っているが繁忙期には作業員を募集する必要があるほど余裕がないため、スマート農業に省力化効果があれば費用負担しても使いたいとの意見を聞きとった。



水稲ほ場（育種用）



収穫後の水稲ほ場



自作の代掻き機と車輪



視察風景



意見交換風景

3）ベトナム国家農業大学における国際標準化に関する打ち合わせ及び GNSS 機器の説明・実演

ベトナム国家農業大学の研究者に向けて、前年度にタイでの現地実証試験において明らかとなったスマート農業の利点、データ連携のために農機 OpenAPI や標準データモデル（ADAPT

Standard)を適用した結果を報告し、スマート農業において標準化に取り組む意義を説明した。また、ベトナム研究者から事前に聴取した「スマート農業技術の普及状況や要望に関するアンケート」の結果を共有し、意見を求めた。ベトナムではスマート農業技術の研究が開始された段階であるが、スマート農業技術の中ではセンサ、スマート農業技術は屋外より施設栽培で導入が進んでいると回答があった。今後は、ベトナム実証試験の中で明らかとなった標準化要件について適宜意見交換することで合意した。

併せて、ベトナム研究者からの要望を受けて、ベトナム現地実証でデータ取得・活用に必要なGNSSセンサ、自動操舵装置、基地局の概要を説明するとともに、実装及び位置情報取得の実演を行った。



GNSS 機器の説明風景

4) まとめ

今年度のベトナム現地実証への地固めとして協力関係を構築できた。今後は実証試験を通して協力関係を深めるとともに、要望のあった年度内に再度のセミナー開催や、技術実演について対応したい。

5. 収集資料等

” Academic Exchange Meeting on Smart Agriculture PoC Project for Enhancing productivity in Rice Cultivation” セミナー講演資料

10. AgGateway Annual Meeting 2025 への参加（11/2-7、アメリカ）

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

1. 目的

AgGateway は欧米の主要農機メーカー等が参画する国際企業フォーラムで、2005 年に設立され、今回は 20 周年の年次総会である。ADAPT（AgGateway が提唱しフォーラム標準となっている FMIS 間のデータ交換規格）、WG31（ADAPT で扱う農作業項目を拡充し、語彙の一貫性確保と意味的精度を高める定義方法を検討するため、農研機構が主導して立ち上げた AgGateway 内のワーキンググループ）、Agrisemantics（農業に関する語彙体系）、ISO/TC347（データ駆動型アグリフードシステムに関する専門委員会）等のセッションに参加し、情報収集する。

2. 調査日程

令和 7 年 11 月 2 日（日）～ 7 日（金）（6 日間）

日数	日付	内容
1	11/2（日）	つくば→東京→経由地→タンパ（クリアウォーター泊）
2	11/3（月）	AgGateway 参加（クリアウォーター泊）
3	11/4（火）	AgGateway 参加（クリアウォーター泊）
4	11/5（水）	AgGateway 参加（クリアウォーター泊）
5	11/6（木）	タンパ → 経由地 → （機内泊）
6	11/7（金）	→ 東京 → つくば

3. 主な訪問先

日付	訪問先	内容
11/3（月）	Wyndham Grand Clearwater Beach 100 Coronado Dr, Clearwater, FL, USA	Interoperability (4.6), Agrisemantics (4.4), Keynote Presentation
11/4（火）		General session (4.8), ADAPT (4), Field Operations Controlled Vocabulary (4.2)
11/5（水）		ISO TC 347 (4.3), Ontologies (4.5), Field Boundary (4.7)



4. 調査結果の概要

4.1. ADAPT (Agricultural Data Application Programming Toolkit)

ADAPT は、農業機械メーカーや農業経営システム企業が協力し、各社の独自データ形式を共通モデルである ADAPT Data Model (ADM) で扱えるようにするために開発された。2015 年に公開された ADAPT フレームワークは、マイクロソフトが開発したプログラミング言語であり、.NET 上で動作する C# を基盤とし、各メーカーが自社のデータ形式を ADM 形式に変換するプラグインプログラム部分のみを開発すればよいフレームワーク方式であった。これにより、データ消費者は個別のフォーマットの詳細を気にせず済み、メーカー側も自社のデータ管理権を維持できた。しかし、開発の主流が .NET から Python へと移行し、データの価値が保有することから活用して価値を生み出すことへと変わるなか、よりオープンでシンプルな JSON スキーマベースの ADAPT Standard が 2022 年から開発が開始され、2024 年にバージョン 1.0 が公開された。

ADAPT Standard は、スキーマ定義であることと、GeoParquet 等のオープンフォーマットを活用していることを特徴とする。これにより、開発者は任意の言語やプラットフォームでデータを扱えるようになり、データの相互運用性が大幅に向上した。オープンソースコミュニティからの貢献も増え、多くの企業や開発者が利用・改善に参加している。

ADAPT の主な用途は、機械データ（収量モニタ、作業記録、施肥・散布データ等）の交換であり、今年 6 月には場作業（作付・作業指示・作業記録等）に焦点を当てたバージョン 2.0 が公開され、さらに開発が進められている。ADAPT のコアドキュメントは、計画 (Plan)、観測・測定 (Observation/Measurement)、推奨 (Recommendation)、作業指示 (Work Order)、作業記録 (Work Record) 等で構成され、データ駆動型農業の基盤となる。

また、ADAPT は ISO/TC 347 (4.3) の国際標準化活動とも連携し、AgGateway が管理機関としてコードリストやセマンティックリソースの維持を担っている。ISO 11783（農機間通信）や ISO 7673（ほ場作業データ）等の既存の国際標準とも相互運用性を確保しつつ、農業機械間のデータ交換やクラウド環境での利用も検討されている。今後は、データ駆動型農業のための観測・測定データや、土壌検査データへの対応で Modus（AgGateway が提供する農業試験データ交換標準）との連携、コードリストの一元管理、データセット構造の見直しなどが議論されている。

管理面では、オープンな議論と合意形成を重視し、意思決定プロセスの透明性や参加者の意見反映を図っている。将来的に ISO 等の正式な標準化を目指す場合、より厳格な合意形成や投票制度の導入も検討されている。ADAPT は、業界の実務ニーズと国際標準化の要請を両立させつつ、柔軟かつ持続的な発展を目指している。

4.2. WG31: Field Operations Controlled Vocabulary（ほ場作業統制語彙）

農研機構が主導して立ち上げた WG31 は、ほ場作業の定義とその情報を異なるシステム間で交換するためのモデルを構築することを目的としている。作物定義ワーキンググループの成果を基盤とし、農作業基本オントロジー (AAO) を参考にして、ほ場作業を正確に記録・伝達するためのモデルと初期コードリストの策定を目指している。

AAO が採用する階層型モデルは、概念の包含関係や継承関係をツリー構造で定義する。AgGateway が推奨するコンポーネント型モデルは、ほ場作業を直交する複数の側面（例：「何を制御するか」「どのように制御するか」「何を利用して」）の組み合わせとして定義する。「バーンダウン（除草などのための事前処理）」のように、作業目的や時期的位置づけが農業者の主観で左右される事例をユースケースとして取り挙げ、作業コストの計上先や、作物年度との関係も含めて「いつ行うか」という新たな側面の追加が検討された。

また、ほ場作業の分類や記録においては、誰がどのように作業を定義し、同じ作業を異なる人が同じように記録できるかが課題となる。そのため、事前に有効な組み合わせを登録し、必要に応じて拡張できる仕組みが提案された。用語や分類の追加は、実際の利用者のニーズやユースケースに応じて進化させるべきであり、ISO などの標準化団体との連携も視野に入れている。

最後にユースケースを通じてモデルの妥当性を検証し、必要に応じて新たな側面や語彙を追加していく方針が示された。我々は、水田作に関連するユースケースを提案することで協力し、必要な水田作関連語彙を初期コードリストに含めていくことを確認した。

4.3. ISO/TC347 (Data-Driven Agrifood Systems)

本セッションでは、ISO/TC 347 (データ駆動型アグリフードシステムに関する専門委員会) の設立の目的、活動概要と、AgGateway との関係、及び現在進行中の主な作業について紹介された。

TC 347 は、農業分野におけるデータや情報の標準化を推進するために設立された。従来、農業関連の標準は各国や各団体で個別に策定されてきた。ISO はこれらを統合し、国際的な調整を図る必要性を認識し、スマート農業に関する戦略諮問グループの提言を受け、TC 347 を発足させた。TC 347 の対象範囲は広く、作物、畜産、養蜂、温室自動化など、農業に関わるあらゆる分野を含んでいる。

TC 347 は、他の ISO 技術委員会や外部団体とリエゾン（連携）を行い、既存の標準との整合性や情報共有を重視している。AgGateway や AEF、GS1 などの業界団体もリエゾン組織として参加し、各既存標準を国際標準化する活動をしている。また、委員会活動を担う若手農業専門家の育成にも力を入れている。

TC 347 には、運営や戦略策定を担う 5 つのアドバイザリーグループ (AG) と、個別標準の策定を担う 10 のアドホックグループ (AHG) が設置され、さらに追加される予定である。現時点で正式な国際標準はまだ策定されていないが、複数の分野で作業が進行中である。作物の統制語彙やデータモデルの構築 (AHG 2)、AI 向け農業データのアノテーション (AHG 5)、ほ場作業データからのインサイト (AHG 7)、デジタル土地利用／フィールドパスポート (AHG 8)、フィールド境界 (AHG 10)、手動作業の標準化 (AHG 9) など、多岐にわたるテーマが扱われている。

4.4. Agrisemantics (アグリセマンティクス)

アグリセマンティクスとは、農業関連データを扱う異なる情報システム間での相互運用性を実現するため、農業関連語彙の意味の一貫性を確保する仕組みである。本セッションでは、AgGateway のアグリセマンティクス活動の経緯、今年設置された委員会の活動方針が紹介された。

AgGateway は、農業分野のデータ標準化と相互運用性向上を目指し、初期はサプライチェーン中心であったが、ほ場作業や参照データ、API、用語集等の取り組みにも拡大してきた。これらの活動はワーキンググループ (WG00 アグリセマンティクス) へと発展し、現在は常設委員会として組織化されている。

アグリセマンティクス委員会の主な役割は、業界内外で利用されるコードリストや語彙リソースを「レジストリ」として一元管理し、頻繁に変化する情報（例：新しい作物や変数など）を電子的に公開・更新することである。国際標準 (ISO 7673: Agricultural field operations data 等) では、変更頻度の低い基本モデルは PDF 等で固定し、頻繁に変わる語彙や変数はレジストリで管理するという分離戦略を採用している。AgGateway は ISO の維持機関として、これらのレジストリの運用・更新を担い、業界や国際社会に対して信頼性の高いリソースを提供している。

レジストリ運用では、ISO 19135 などの国際標準に準拠しつつ、実務に即した柔軟な運用ルール（例：大文字表記、グローバル一意性、状態管理、廃止や置換の履歴管理など）を設けている。登録・承認・公開・廃止などの各ステータスを明確にし、変更履歴やバージョン管理も徹底している。実装面では、Smartsheet (業務管理プラットフォーム) や Excel、JSON などのツールや書式を活用し、登録・審査・公開のプロセスを効率化している。

実際のデータ利用現場では、グローバル ID や IRI (国際的な識別子) を活用し、機械間やシステム間で一貫した参照ができるよう工夫している。例えば、ISOXML など従来の仕組みではローカル ID しか使えなかったが、近年はグローバル ID との対応付け (リンクリストファイル等) も進められている。これにより、現場でのデータ入力や管理、外部システムとの連

携が容易になり、相互運用性が大きく向上する。

今後の課題としては、ユーザーガイダンスや利用事例の整備、バージョン管理戦略の明確化、より高度な API や自動化ツールの開発などが挙げられる。AgGateway が、業界・国際標準化団体・ユーザーコミュニティと連携し、農業データの意味管理と相互運用性の基盤強化を継続的に推進する方針が確認された。

4.5. Ontologies（オントロジー）

本セッションでは、オントロジーの概要、開発手順、実用性、課題、そして農業分野や関連業界での活用可能性について議論された。

オントロジーとは、対象領域（ドメイン）における概念、用語、関係性、制約などを体系的に定義し、知識を構造化する枠組みである。歴史的には哲学に起源を持つが、現代では情報科学や AI 分野で再び注目されている。代表的な事例として、製造業向けの IOF、金融業界の FIBO、生命科学分野の Gene Ontology 等がある。これらは OWL（Web Ontology Language）や RDF（Resource Description Framework）といった標準技術で記述され、Protégé 等のツールで管理・運用されている。

オントロジー開発の手順は以下の通りである。まず、対象領域と範囲を明確化し、ドメイン専門家からユースケースや実データを収集する。次に、コンピテンシークエスト（そのオントロジーで答えられるべき問い）を設定し、用語・定義・関係性・制約を文書化する。既存のオントロジーがあれば再利用も検討する。さらに、OWL や RDF などの標準形式で実装し、論理的一貫性や定義の完全性を検証するために、リースナーやリンターを用いて検証を行う。オントロジーは抽象度の異なる階層（基礎・中間・ドメイン・アプリケーション）で構成されることが多い。

オントロジーの利点は、複雑なデータや知識の体系化、異なるデータモデル間の橋渡し、AI や推論システムへの応用、説明可能性の向上などである。一方で、開発や運用には高い専門性と多大な労力が必要であり、実際に業務で活用するには、データとのマッピングやタグ付け、専門人材の確保など多くの課題が存在する。特に農業分野では、オントロジーの導入事例は限られ、実用化よりも将来性への期待が先行している。

また、オントロジーは無限に拡張可能であるため、完成の定義が難しく、継続的な見直しや拡張が求められる。開発現場では、哲学・数学・工学など多様な専門家が関与し、概念の定義や現実のモデリングを巡って議論が絶えない。オントロジーがデータモデルの設計や改善に寄与する可能性もあるが、現状ではデータモデルが先行し、後からオントロジー化されるケースが多い。

最後に、オントロジーの実用的価値を検証するためには、限定的なユースケースや小規模な領域での試行が有効であると指摘された。例えば、サプライチェーン分野での応用や、AI による説明可能な推論の実現などが挙げられた。オントロジーの導入は大きな挑戦であるが、適切な領域と目的を見極め、段階的に取り組むことが重要であると結論付けられた。

4.6. Interoperability（相互運用性）

本セッションは、数日をかけて行われる相互運用性のためのワークショップのダイジェストで、デジタル農業における相互運用性の重要性と、その実現に向けた標準化やプロセス設計、データ管理の要点が紹介された。

デジタル農業とは、食料・繊維・燃料等の生産を、データ駆動型かつ自律的なプロセスで最適化し、収益性と持続可能性のバランスを追求するものである。その実現には、システム間で情報を円滑に交換・活用できる相互運用性が不可欠であり、価値創出の基盤となる。相互運用性の推進には標準化が重要であり、AgGateway 等の業界団体は、ガイドラインやベストプラクティス、ツールの開発・普及を担っている。

企業が相互運用性向上のために投資を判断する際は、キャッシュフローやリスク低減、コスト削減などの観点から価値を評価する必要がある。標準化は競争優位性と相反する側面もあるため、業界全体で合意した範囲で標準を策定し、差別化すべき領域は各社が独自性を発揮するというバランスが求められる。

標準化の影響力は政府、国際・国内標準化団体、業界団体、企業、プロジェクト、個人など多岐にわたる。AgGateway は他組織と連携し、既存標準との重複を避けつつ、必要に応じて新たな標準の策定や普及を主導している。

プロセス設計では、現状 (As-Is) と将来像 (To-Be) の両方を明確にし、ストーリーやユースケース、ダイアグラム (UML や BPMN など) を活用して関係者間の共通理解を形成することが重要である。プロセス、プロダクト、サービス、マネーフロー、情報フローの全体像を把握し、標準化の対象や範囲を明確にする必要がある。

データ標準の設計では、構造 (スキーマ)、型、コードリスト、識別子、セマンティクス (意味論) などを定義し、受信者がデータの意味を正確に理解できるようにする。特にセマンティクスの明確化は、相互運用性の鍵となる。API 設計においても、単に API を導入するだけでなく、標準に準拠したサービス設計が求められる。

4.7. WG34: Field Boundary (ほ場境界)

本セッションでは、ほ場境界 (Field Boundary) の標準化と、障害物 (Obstacles) 管理について、数年の取組内容と、今年立ち上げた WG34 の活動計画が共有された。

ほ場境界は、農業機械やソフトウェア間で情報をやり取りする際の基盤となるため、その定義や分類が重要視されている。境界データの信頼性や用途をメタデータとして記録することで、GPS (RTK) で取得した高精度な境界と、手描きや古いデータベースから取得した境界を、他のシステムや機器で適切に利用できるようにすることが目指されている。境界データの品質や取得方法 (機器の種類、精度、オフセットなど) は、「高精度ほ場境界モデル」として体系化され、ADAPT への組み込みも進められている。

障害物は、地上機械やドローンなどの運用に影響を与える物理的な対象物 (樹木、電柱、池など) であり、どのようにデータとして表現し、他システム間で共有するかが課題である。障害物は単なる点や線だけでなく、3 次元的な情報 (高さや体積) も必要であり、航空管制のエアスペース管理のようなゾーン設定が参考にされている。今後は、障害物のリストアップと属性定義、具体的な運用ガイドラインの策定が検討されている。

4.8. 現場での生成 AI 活用

このセッションは、AgGateway 草創期からのメンバーであり、先進的な AgTech 農業経営者の経験に基づく内容であった。過去の機械化やバイオテクノロジー革命と同様、現在はデジタル技術、特に生成 AI が農業現場に大きなインパクトを与えつつある。

農業従事者やアグロノミストが SNS やスマートフォン等のデジタルツールを活用し、情報発信や技術共有が容易になり、現場の課題や農家のニーズに即した「ローカライズされた情報」による、個々の農家に合わせたサポートが可能になっている。

また、AI やデジタルツールの導入によって、農業従事者の日常業務が効率化し、負担軽減や生産性向上している。AI は単なる自動化や機械学習にとどまらず、テキストや画像の生成、複雑な意思決定支援など、より高度な業務にも応用が広がっている。今後は「AI を使いこなす人」が農業現場でより価値を発揮するようになる。

デジタル化や AI 導入にあたっては、農業経営の各フェーズ (計画、購入、栽培、収穫、販売) において、農家が直面する課題を可視化し、それぞれに適したデジタルソリューションを検討することが重要である。紙の契約書や煩雑な事務作業が農家の大きな負担となっているようなシンプルな課題が、デジタル化・AI 導入の突破口になる。さらに、現場の声を反映した設計、段階的な導入、継続的なトレーニングやサポートが不可欠である。イノベーションを生み出すためには、農業分野以外の視点や多様な人材を巻き込むことも有効である。

5. まとめ

AgGateway での ADAPT、WG31 (Field Operations Controlled Vocabulary) 等の動向に関する情報収集を行った。ADAPT Standard の農作業項目「名」に、BRIDGE の活動として水稻関連作業項目名を追加したバージョンが 2.0 として公開された。

また、農研機構が主導して立ち上げた WG31 は、当初の AAO を活用して、ADAPT Standard の

農作業項目における水稲関連作業の充実を図るという目的から発展し、対象を畑作にも広げて一般化し、ほ場作業を正確に記録・伝達するためのモデルとして、AAO の階層型モデルと AgGateway が推すコンポーネント型モデルの双方を比較検討することになった。

今後、構築した ADAPT メンバーとの関係を生かし、ADAPT Standard で水稲関連の数値データを交換するための「データ項目」追加の活動へとつなげていきたい。また、AEF の Agricultural Interoperability Network (AgIN)や、ISO との連携に関する動向にも注目していく必要がある。

6. 収集資料

- ・ AgGateway Annual Meeting プレゼンテーションファイル



Wyndham Grand Clearwater Beach



会場の様子



Andres Ferreyra (Syngenta, TC 347 Chair)



Jim Wilson (AgGateway CTO, OAGi CEO)



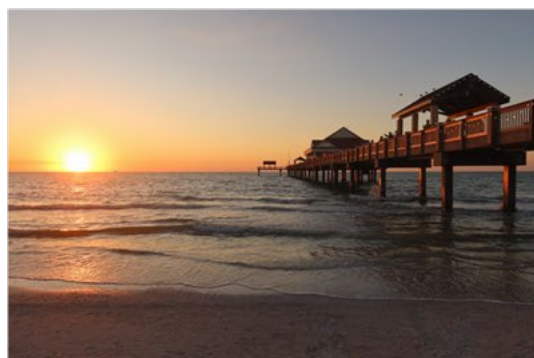
Stuart Rhea (ADAPT Committee Chair)



Kelly Nelson (FarmBelt North)



Brent Kemp (AgGateway President & CEO)



クリアウォータービーチのサンセット

11. AGRITECHNICA 2025 への参加（11/8-16、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 研究員 土川寛崇
 無人化農作業研究領域 革新的作業機構開発グループ 研究員 稲垣陽介
 研究員 水野雄介
 無人化農作業研究領域 小型電動ロボット技術グループ 研究員 関 隼人

1. 目的

2025 年 11 月 9 日から 11 月 15 日にかけてドイツ・ハノーファーで開催される世界最大級の農業機械専門展示会である Agritechnica 2025 に参加し、欧州を中心とした世界の最新の農業機械・ICT 技術の潮流を把握するとともに、国際的なネットワークの構築やキャリア形成を図ることを目的とする。

2. 調査日程

令和 7 年 11 月 8 日（土）～16 日（日）（調査日程はメンバーにより異なる）

日数	日程	土川	稲垣、水野	関
1	11/8（土）	-	東京→パリ（移動日）	東京→イスタンブール（移動日）
2	11/9（日）	-	パリ→ハノーファー AGRITECHNICA 参加	イスタンブール→ ハノーファー AGRITECHNICA 参加
3	11/10（月）	東京→ミュンヘン （移動日）	AGRITECHNICA 参加	AGRITECHNICA 参加
4	11/11（火）	ミュンヘン→ハノー ファー AGRITECHNICA 参加		
5	11/12（水）	AGRITECHNICA 参加		
6	11/13（木）			
7	11/14（金）			
8	11/15（土）	ハノーファー→フ ランクフルト（移 動日）	ハノーファー→パリ （移動日）	AGRITECHNICA 参加 ハノーファー→イ スタンブール
9	11/16（日）	フランクフルト→ 東京（移動日）	パリ→東京（移動日）	イスタンブール→ 東京（移動日）

3. 主な訪問先

名称：ハノーファー国際見本市会場

住所等：Messegelände, 30521 Hannover, Germany

イベント URL：<https://www.agritechnica.com/en/>

4. 調査結果の概要

Agritechnica2025 の概要

2025 年 11 月 9 日～15 日にドイツ・ハノーファー国際見本市会場で開催された世界最大級の農業機械の展示会で、主催は DLG（ドイツ農業協会）である。今回のテーマは、「Touch Smart Efficiency」：デジタル技術・AI・ロボティクスを活用し、効率性・持続可能性・生産性を高める農業の未来を提示である。出展者は 2,849 社（52 か国）で、出展者の約 68% がドイツ以外の海外企業で主要国はドイツ、イタリア、中国、トルコ、オランダ。来場者数は、約 476,000 人（171 か国）と大盛況であった。会場は、23 ホール、総面積約 39 万 m² と大規模な展示会場にさ

まざまな機械、技術が展示されていた。自動化・ロボティクス（自律走行トラクタ、農業用ロボット、ドローン）、電動化・ハイブリッド化（電動トラクタ、ハイブリッド収穫機）、AI・データ活用（精密農業、スマート灌漑、予測型制御（持続可能性：低燃費技術、土壌保全、資源効率化）が技術トレンド注目分野である。

電動化・ハイブリッド化

農業機械の電動化・ハイブリッド化については、電動トラクタ、ハイブリッドトラクタ、電動ホイールローダー、電動テレハンドラ、電動SS、小型電動ロボットなど数多くの機械が展示されており注目の高さがうかがえた。また、温室内電動ローバーの開発、バッテリーと充電器、EVトラクタの実証といったテーマの講演や、電動化に向けた課題や解決策についてトークセッションも催されていた。動向としては、小型機械（20kWh程度まで）はすでに実用段階で、大型機械についてはハイブリッドから電動化へと段階的に進むと推測される。現状の課題としては、充電インフラの不足、電力密度の低さ、初期投資の高さなどがあげられ、重要となる技術としては、急速充電技術、電動化＋油圧技術の効率化、可搬型大型バッテリーなどが挙げられていた。また、電動化が進む建築業界との違いは、法規制の違いや高電圧を扱える人材不足など教育のことが指摘されていた。電動化を進めるにあたり、ビジネス面からのアプローチとして、農産物の付加価値化や自家発電（太陽光・風力）、蓄電、売電といった経済モデルで食料生産とエネルギー生産を両方取り組むといったことが提案されていた。VWの電動トラクタについての講演では、アフリカ向けに太陽光を活用しながらレンタルや、作業サービスなど現地にあったインフラ、ビジネスモデルで導入しているとのことであった。

電動トラクタ：
TAFE EV28（TAFE社）



電動トラクタ：
E1025 TRACTOR（LOVOL社）



交換式バッテリーの電動トラクタ
Zetrabot（ZETRACK社）



電動ホイールローダー：
Avant e727（AVANT社）



ハイブリッドトラクタ：
TAFE EV28（TAFE社）



電動バギー：
2026 Can-Am Outlander MAX
Electric T（Can-Am社）



図1 電動・ハイブリッド機

AI・データ活用

センシング機器として、コンバインに搭載型の CLAAS 社の NIR センサーや John Deere 社の着脱可能な HarvestLab3000 が展示されていた。油分、タンパク質、水分、でんぷん、糖分といったパラメータをリアルタイムで測定可能で、収量、品質、施肥量など様々な情報をマップ化してその後の作業や取引情報として活用できるとのことである。また、ハイパースペクトルイメージングによるトマトの選別システムのコンセプトモデルやハンディタイプの NIR を利用した品質評価システムが展示されており品質評価システムの現場利用が進んでいることが把握できた。

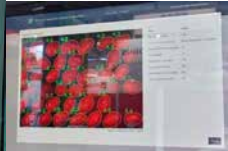
コンバイン搭載 NIR センサー CLAAS 社： 油分、タンパク質、水分が測定可能	リアルタイム&卓上品質測定機とマップ HarvestLab3000：John Deere 社 乾物量、でんぷん、タンパク質などが測定可能	ハイパースペクトルイメージングシステム：フラウンフォーファー研究機構 損傷、糖度、熟度を非破壊測定
 	 	 

図 2 非破壊センサー

作業機

最新の播種装置について以下の 4 社を調査した。

Monosem の ValoTerra は電動化された真空式メータリングを特徴とし、密閉性の高いメータリングボックスによって高速作業（18 km/h）でも種子がディスクに安定吸着する方式であった。これにより多様な種子形状でも高精度を維持されていた。特に、図 3 に示す ValoTerra Ultimate ではブラシ式の ASG（Active Seed Guidance）を採用し、ディスクから落ちる種子をブラシコンベアが確実に保持することで、凹凸や振動に影響されない正確な落下位置を実現していた。

Kinze は True Rate 真空メータで精密な落下制御を実現し、8 mph でも精度を維持する方式であった。一定の落下ポイント（3 時方向・ゼロ速度）から種子を放出するため、欠株や多重の播種を抑制し間隔のバラツキを抑制していた。さらに、電動駆動システムにより、各列のメータ回転を個別制御し、速度変化・旋回などでの播種密度の変動を防いでいた。

Kverneland の精密播種機（図 4）は、真空式精密メータリングと高い地形追従性により、正確な列方向・深さ方向の播種精度を確保する方式であった。コールドタが均一な播種溝を形成し、種子-土壌接触を最適化することで揃った出芽を促していた。さらに列ごとに油圧を自動調整し、常に一定の播種深さを維持しており、地表の硬さや凹凸が変化しても深さが揃うため、小粒種子でも発芽揃いが向上するとのこと。

Väderstad Proceed は精密なプレッシャーローラにより、各列単位で事前に土壌を均一圧縮してから種子を落下させることで、全種子が同一環境で発芽できる方式であった。そのためミリメートル精度で最小の穀粒まで正確に深さを統一することが実現できていた。また、作物に応じて 225～750mm の可変条間で正確に種子を射出できるとのこと。



図 3 ValoTerra Ultimate



図 4 Optima SX

自律走行車両およびその技術

作業の省力化のために自律走行するトラクタや草刈りロボット、センシング技術を搭載したロボット車両が展示されていた（図 5）。

屋外の自律走行において、RTK-GNSS（Real Time Kinematic Global Navigation Satellite System）を利用した方式が主流であった。RTK-GNSS は基準局から補正情報を受け取り、数センチメートル精度の測位が可能である。しかし衛星配置状況、周囲の遮蔽物（防風林、建物、地形など）により精度が低下するという根本的な課題が存在する。対応として、静止衛星から補正情報を受信する L-band 方式の PPP（Precise Point Positioning）が活用されていた（図 6）。PPP は基準局を必要とせず、10 cm 級の精度を維持できる利点がある。ただし RTK ほどの即時性はなく、動的環境における瞬時の高精度復帰という課題が挙げられていた。ほかの対応として、GNSS と SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）を併用し、両者の欠点を補い合う方式も挙げられる。SLAM とは LiDAR、カメラ、IMU などのセンサを用いた自己位置推定技術で、屋外・屋内を問わず一定の精度で位置推定を継続できる。走行の大半で GNSS を利用し、GNSS 信号が遮断された短時間環境（樹木の陰やハウスの出入り口など）では、SLAM を用いて移動量推定を継続し、全体として測位精度と連続性を確保するという方式であった。

GNSS とは併用せず、SLAM のみでの自律走行車両が展示されていた。SLAM を利用した自律走行では時間経過とともに推定誤差が蓄積する「ドリフト」が課題として挙げられ、当該展示においては GNSS が受信できたときに外部基準として補正する方式が採用されていた。

施設栽培における自律走行も展示されていた。一部では GNSS リピーターを設置し、屋内であっても疑似的に GNSS 信号を利用可能にする取り組みも実施されていた。しかし、導入コストや作業環境への影響から採用例は限られており、そもそもハウス建設時に自律走行前提のレールやガイドを設置することでインフラ側でロボット運用を支える形が主流と推察される。



図 5 センシング技術を搭載した自律走行車両



図 6 PPP による自律走行車

バイオマス利用

AGRITECHNICA2025 では木質チップや農業残渣を燃料として使用する機械が多数展示されており、特にボイラーが多く出展されていた。その他には家庭ごみや家畜糞尿等より電気、有機肥料、バイオガスを生成するプラントやメタンガスを燃料とするトラクタが展示されていた。以下に各展示品の調査結果を記す。

展示されていたボイラーのサイズは大小様々で、図 7 のような小型サイズのもの（KWB 社製）もあれば、図 8 のような大型のもの（Heizomat 社製）も展示されていた。展示されていたボイラーは小型サイズが多かった。ボイラーの使用用途としては家の暖房として使用する物が多く、燃料として使用されるバイオマスも木質チップやペレットが多かった。しかし中には木質チップやペレット以外を燃料として使用可能なボイラーを展示している企業もあり、KALVIS 社のボイラーは木質バイオマスだけでなく、穀物の廃棄物やヒマワリの種の殻等を燃料として使用でき、生成した温風もビニールハウスの暖房、木材（ペレット等）の乾燥に使用可能と紹介されていた。

バイオガスプラントの展示を行っていた会社は、私が見た範囲では renergon 社の 1 つしかなく、またブースもスペースが小さいタイプであった。renergon 社のバイオガスプラントは、日本の多くのプラントが採用している湿式発酵ではなく乾式発酵であるため食品廃棄物や剪定枝、藁等の固形廃棄物の処理も行うことができるとのことだった。

メタンガスを燃料とするトラクタはニューホランドが展示していた。最大馬力は 199kW、最大速度は 50km/h、タンク容量は拡張パーツと合わせて 1136L という性能であった。



図 7 KWB 社製ボイラー



図 8 Heizomat 社製ボイラー



図 9 メタンガストラクタ

穀物乾燥機

穀物乾燥機に関しては、トラクタや作業機メーカーと比較して出展数は多くなかったが、複数のメーカーが展示を行っていた。また展示方法については実物全体を展示、実物の一部を展示、映像やパネル、ミニチュアのための展示と様々であった。日本で見たことが無い乾燥機として移動式乾燥機が展示されていた。移動式乾燥機とは、乾燥機にタイヤとドローバーが取り付けられた機械で、トラクタ等で牽引し移動させることが可能である。出展していた乾燥機メーカーのほぼすべてで移動式乾燥機が商品としてラインナップされていたため、ヨーロッパでは人気な農機だと考えられる。その他には電力によって温風を生成する乾燥機（図 10）、熱源として灯油だけでなく水素やバイオマスを利用可能な乾燥機（図 11）が展示されており、穀物乾燥機においても CO₂ 排出量削減や再生可能エネルギーの利用が注目されていると感じた。



図 10 電力で温風を生成する乾燥機



図 11 水素を熱源として利用可能な乾燥機

国際標準規格 ISOBUS の動向

農業機械およびその周辺機器間の通信に関する国際標準規格である ISOBUS を策定する団体 AEF (Agricultural Industry Electronics Foundation) によって、ISOBUS の最新規格に関する展示およびプレゼンテーションが行われた。実機展示としては、High Speed ISOBUS (HSI) および Digital Camera Systems (DCS) に関する展示が行われた。

HSI は、従来の CAN ベースの ISOBUS と比較して、より高速な通信を実現するための規格であり、車載 Ethernet に採用されている 1000BASE-T1 をベースにしている。展示されていた HSI 対応コネクタは Rosenberger 社製で、電源線と、1 ペアの信号線から構成されていた。ケーブル長は最大 40m で、大型農機に対応しており、通信速度は 1Gbps で、DCS を介して動画を扱える速度であった。農業現場での使用に堪えるように、3000 回以上の抜き差し耐久性と IPX9K（高音・高圧洗浄水に耐える防水性）の保護等級を有していたこのコネクタは KRONE 社製の作業機 ECU と Powell Electronics 社製の HSI 用の Ethernet スイッチを接続するものであった。KRONE 社の作業機 ECU は、演算装置として 300MHz の Infineon AURIX を 6 個搭載し、6 系統の CAN バス、58 系統のデジタル入力、59 系統のデジタル出力を有し、HSI に対応していた。この Ethernet スイッチには、DCS に準拠した 4 種類のカメラが接続されていた。

DCS は、HSI をベースに、農機とカメラのプラグアンドプレイを実現するための規格であるが、Conformance Test の開発は 2027 年以降と見込まれており、Working Draft Guideline を策定している段階である。展示されていたカメラの解像度は、最も良いもので Motec 社の



図 12 HSI のコネクタ



図 13 作業機 ECU の情報とカメラ画像を表示する VT

1920×1080 ピクセルであった。また、Motec 社のカメラの動作温度範囲は-40～85℃で、過酷な環境に堪える設計となっていた。全てのカメラは IP6K9K の保護等級（粉塵の侵入を完全に防ぐ防塵性と、高音・高圧洗浄水に耐える防水性）を有していた。

また、Autonomy in Ag (AUT) に関するプレゼンテーションも行われた。AUT は、農機の自動運転に関するコンポーネントのガイドラインで、オペレータが不要な完全自律運転までを視野に入れた規格化が進められている。AUT では、オフボードでミッション（現場での作業を定義するデータ）を定義し、ミッションを受け取ったトラクションユニットの System Coordinator（自動運転の管制塔の役割を持ち、オンボードの各サブシステムに指令を出すコンポーネント）が、Machine Function Manager（各コントロールユニットを制御するコンポーネント）等と連携し、農機の自動運転を実現する。今後の見通しとして、2027 年に AUT Basic を実装予定であると発表された。AUT Basic では、一つのほ場で一つのシステムが使われることを想定しており、一つのシステムは、トラクタに相当するトラクションユニットと、トラクションユニットに接続される作業機ユニットから構成され、ミッション計画、障害物認識、ジオフェンスの各機能が実装される予定である。

その他、すでに実用化されている ISOBUS 機能の中でも比較的新しいものとして、作業機からトラクタに制御要求を送信する Tractor Implement Management (TIM) に関する展示もあった。これまで TIM 対応の作業機はロールベアラが主であったが、今回の AGRITECHNICA では、施肥機やプラウなど、TIM に対応した新たな作業機が展示された。

Kubota 社は TIM 対応の施肥機を展示していた。施肥機は作業中に資材量の変動により重量が変化するため、作業機を適切な姿勢に保つ必要がある。そのため、ヒッチの昇降およびトップリンクの伸縮を自動で制御する機能が実装されていた。トップリンクの伸縮制御は従来の TIM には存在しなかった機能であり、TIM Gen 2 において新たに追加されたものである。

また、LEMKEN 社は TIM 対応プラウを展示していた。トラクタキャビン内のターミナルで設定した作業幅や耕深に基づいた油圧とヒッチ高さの制御機能を有していた。

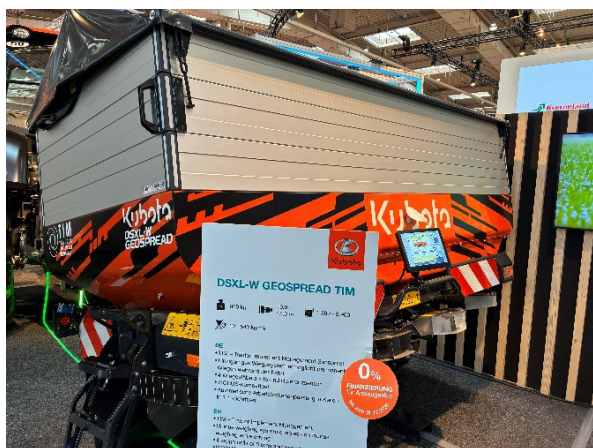


図 14 Kubota 社の TIM 対応スプレッダ

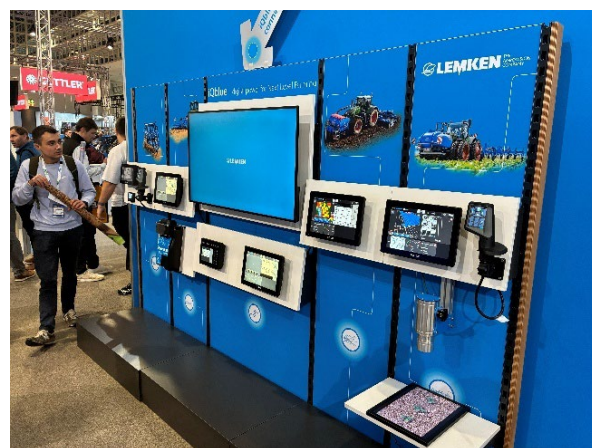


図 15 LEMKEN 社のプラウ ECU と VT

その他

AGRITECNICA 関連のイベントとして、2026 年は、アジア最大級の農業機械・スマート農業技術の国際展示会である AGRITECHNICA ASIA 2026 が 2026 年 5 月 20 日（水）～ 5 月 22 日（金）にバンコク・タイで、Agritechnica ブランドのオセアニア版の農業機械、スマート農業、持続可能な農業技術の展示会で FutureAg Expo 2026 が、2026 年 7 月 29 日（水）～7 月 31 日（金）にメルボルン・オーストラリア開催される。

5. 収集資料等

なし

12. ANTAM 年次会合への参加（12/7-13、ブータン）

安全検査部 安全推進管理役 塚本茂善
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

ANTAM は、アジア・太平洋を中心としたネットワークであり、アジア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、テストコードを策定や検査員の育成、試験機関の確立を行ってきた。テストコードの策定では、歩行型トラクタ（以下、歩トラ）、背負式動力噴霧機、田植機、ミニティラー（6kW 以下の歩トラ）、コンバイン収穫機の 5 機種が発行されている。なお、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会) の下部組織で、中国北京にある Center for Sustainable Agricultural Mechanization (CSAM: 持続可能な農業機械化センター) が ANTAM 事務局となっている。（また、2025 年現在、これらのテストコードを実施する ANTAM 認証検査機関はない。）ANTAM では、前述した目的達成のために加盟する各国が集まり、会議や研修が行われる。年次会合もその一つであり、活動報告、懸案事項の討議や次年度計画等が議題となり、各加盟国の地において持ち回りで開催される。

2025 年は、ブータン王国での開催となり、主な議題として挙げられた加盟国間相互承認システムの基準等の討議のため、農機研安全検査部より 3 名の職員が参加した。

なお、訪問先のひとつであるブータンの農業機械検査機関である Agriculture Machinery and Technology Center (AMTC) は、JICA プロジェクト（2014～2018）を通じて、テストコードの策定をはじめとする検査制度の確立等に農機研も協力している。今回、ANTAM 年次会合への参加を機に、プロジェクト後のフォローアップとして、検査実施状況の把握と問題点に対する助言等を行った。

2. 日程

令和 7 年 12 月 7 日（日）～13 日（土）（7 日間）

日数	日付	都市名	摘要
1	12/7(日)	東京→バンコク	移動
2	12/8(月)	バンコク→パロ→ティンプー	移動 AMTC 訪問
3	12/9(火)	ティンプー	ANTAM 年次会合参加
4	12/10(水)	ティンプー、パロ	ANTAM 年次会合参加
5	12/11(木)	ティンプー	ANTAM 年次会合参加
6	12/12(金)	ティンプー→パロ→バンコク	移動
7	12/13(土)	バンコク→東京	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
12/8	AMTC	Sangay Lhendup (Program Director, AMTC)	Bondey, Paro Bhutan
12/9, 11	Namgay Heritage Hotel	Marco Silvestri	Jangchhub Lam, Thimphu Bhutan

12/10	Tashi Namgay Resort	Marco Silvestri	Opposite to Paro International Airport, Paro Bhutan
	AMTC	Sangay Lhendup (Program Director, AMTC)	Bondey, Paro Bhutan

4. 会合の概要

12月9日（於 Namgye Heritage Hotel, Thimphu）

セッション：開会セッション

1) **会議の開催**：第12回 ANTAM 年次会合は、国連アジア太平洋経済社会委員会（ESCAP）の持続可能な農業機械化センター（CSAM）を ANTAM 事務局として主催し、ブータン農業機械技術センター（AMTC）の共催で開催された（図1）。



図1 会議の様子

2) **参加国**：ブータン、カンボジア、中国、インド、インドネシア、日本、マレーシア、ネパール、パキスタン、フィリピン、大韓民国、スリランカ、タイ、トルコ、ウズベキスタン、ベトナムの16カ国、OECD 代表（ドイツ）が参加した。

3) **2026年の議長選出**：会議が開会され、2026年の ANTAM 議長としてトルコ、副議長としてベトナムが選出された。これにより、2026年はトルコ、2027年はベトナムで年次会合が開催される予定となった。

4) **AMTC の紹介**：AMTC から日本の協力で創立した歴史、検査認証の構成、検査の現状、ブータン標準化局との連携について発表があった。JICA プロジェクト終了時に策定されていた6つのテストコードは22までに拡充され、農業機械検査を継続していた。

5) **農業機械におけるジェンダー主流化**：CSAM 事務局から女性の農作業への参加の現状について報告があった。農業機械における女性の参加が少なく、設計に女性の身体的特徴（身長、腕の長さなど）を考慮の必要性について発表があった。国の文化によっては女性の衣服が制限され、服装が農業機械の操作に適さないなどの問題を指摘された。

6) **ANTAM の 2025 活動報告**：CSAM 事務局のマルコから活動報告があった。

セッション1：相互承認システムの基準と認証機関との連携

7) **ブータン標準化局の ANTAM テストコードとの整合性の図り方**：ブータン標準化局から標準化の必要性、国内の標準化・認証の手続きについて説明があった。

8) **ANTAM テストコードの整合性の図り方—スリランカの場合**：スリランカが ANTAM テストコードを国内テストコードとして認証する手続きについて報告された。ANTAM テストコードはスリランカ規格協会（SLSI）委員に承認され、内閣府が承認した MoA に SLSI と ESCAP が署名し、SLSI 基準として ANTAM テストコードを発行したと報告があった。ANTAM テスト

コードがスリランカの国内標準になったため、スリランカから南アジア地域協力連合*¹（SAARC）の南アジア地域標準化機構*²（SARSO）へ承認を提案してはどうかとの提案があった。

***1:**南アジア地域協力連合はインド、パキスタン、バングラデシュ、スリランカ、ネパール、ブータン、モルディブ、アフガニスタンの7か国からなる、福祉増進と生活水準向上を図り経済的成長社会進歩、文化発展を進めるため1985年に創設された地域協力組織。

***2:**南アジア地域標準化機構はSAARCのメンバーによる、南アジア地域で標準化を推進し、加盟国間の貿易や品質向上を支援する地域標準化機関。

9）相互認証システムのための検査機関の認証とNDAの推薦と認証：イタリア農業機械化機関の元所長であるサンドロ氏はテクニカルレファレンスユニットであり、OECDトラクタコードのコーディネーティングセンターと同様の役目を果たしている。サンドロ氏より認証における品質マニュアル、認証、NDAの役目と重要性についてプレゼンがあった。

10）ANTAM認証の活用方法の評価：認証の手続きについてCSAMから説明があった。各国から国ごとに国内手続きが異なるため、個別の対応をCSAMに求め、承認された。

セッション2：今後のテストコード策定とTWG活動

11）ANTAMテストコードの策定とANTAMアンケート結果について：CSAMからの2026のTWGのためにアンケートの実施を行ったとの説明があった。この結果をもって次年度のTWGにて議論すると報告があった。

12）OECDTEC会合との連携について：OECDからTEC会合をアジアで開催する予定であり、ANTAMからの一部参加も検討していると報告があった。

セッション3：検査手数料とネットワークの継続安定化について

13）ANTAM参加国の検査手数料に関するアンケート結果：参加国の検査手数料のアンケート結果の報告があった。各国の手数料には50から4,000USDの開きがあり、ANTAM手数料として調整が必要なため、ワーキンググループを立ち上げることがCSAMから提案された。

AMTC施設・実演見学

12月10日（於Tashi Namgye Resort, Paro）ティンブーからパロの会議場へ移動

14）AMTCの研究開発活動に関するプレゼンテーション：AMTCより、組織の構成、役目など全体の説明があった。IoTやAIを活用した獣害検知や環境制御が遠隔操作可能なビニルハウス、縦型水耕栽培システム、標高に起因する低温障害に対応したビニルハウスの開発と普及の実施例、歩トラを利用したバレイショ掘り取り機や電動化に関する研究について紹介があった。

15）ドイツの事例を通じたOECDにおける試験場管理に関する知識共有セッション：OECD議長国のドイツからOECDトラクタコードの歴史や役割などのプレゼンがあった。

16) ブータン試験標準コードに関するプレゼンテーション - ミニティラー、刈払機、精米機:AMTC よりミニティラー、刈払機のテストコードについて説明があった。また、AMTC におけるテストコードの策定と試験技術の移転に関わった農機研高橋弘行への感謝の意が示された。

12 月 10 日 (於 AMTC, Paro) パロの会議場から AMTC に移動

17) AMTC の研究技術および機械展示の見学:AMTC の実施している研究技術についての紹介と実際の試験機等を見学した。

18) AMTC の規格および認証セクションの見学:耕うん機の規格や認証の手続きについて実際の検査施設にて説明があった(図2)。

19) ミニティラー、刈払機の振動・騒音レベル測定及び精米機検査の実演:ミニティラーのハンドル振動・騒音の測定方法(図3)、コメの粃摺り、精米の工程における検査の実演が行われた。



図2 検査施設の見学



図3 ミニティラーのハンドル振動測定の実演

12 月 11 日 (於 Namgye Heritage Hotel, Thimphu)

セッション4: 2026 年活動計画

20) コード策定における民間企業の参加について: CSAM 事務局から ReCAMA との連携やベトナムで開催された AGRITECHINAASIA での民間企業と ANTAM のネットワーク活動について報告があった。

21) ブータンにおける民間企業の参加について: ブータンの民間企業から ANTAM の活動をブータンでどのように活用できるかなどの発表があった。

22) OECD SWG の紹介: ドイツから OECD の SWG の役割と現行の SWG の説明があった。また、スイスの代わりに電動トラクタ SWG の活動を報告した。日本(川瀬)からトルコの代わりにロボット農機 SWG の現状の説明をトルコの資料を基に行った。

23) TAMTEST について： 来年 ANTAM 年次会合を開催するトルコより検査機関である TAMTEST の紹介を行った。

24) ネットワークの安定化のための検査手数料：OECD と ENTAM： テクニカルレファレンスユニット（TRU）から OECD と ENTAM での手数料の取り決めに関する説明があった。検査を受けるメーカーは金額よりも検査の内容によって決められるのが一般的であると説明された。OECD トラクタコード議長国から OECD における検査手数料の使い道について説明があった。また、CSAM 事務局から資金の問題について説明があった。ANTAM 運用の資金が不安定であり、安定化のために基金の設立が提案された。検査手数料の 5-10%がこの基金に入金され、ANTAM 運用に使用されるものであった。各国へ基金の集め方について意見を求めた。参加国の中には手数料も取らない国もあり、考慮が必要などの意見があった。

25) 2026 年活動計画： NDA の指名を各国の政府に依頼する予定である。その際にフォーカルポイントへ相談が行われる。3 月のタイで開催される AGRITECHNICA で相互認証についてメーカーを含めて行いたいと提案があった。新たなテストコードの選定や TWG 立ち上げにあたっては、各国への参加を呼び掛けて決めると報告された。トレーニングはインドと協議を今後行うとした。また、OECD の TEC 会合、FAO の Sustainable Agricultural Mechanization（持続可能な農業機械化）への参加も検討するとした。

閉会セッション

26) テクニカルレファレンスユニット（TRU）の選出： TRU はイタリアのサンドロ氏が無償で行っていることが報告され、パキスタンがサンドロ氏の 2028 年までの継続を支持し、全会一致で合意された。

27) 第 12 回 ANTAM 年次会合の議事録の承認： 閉会に先立ち、今回の議事録を確認し、全会一致で採択された。

28) 閉会宣言： 議長が閉会を宣言した。

その他

29) AMTC の動力計不具合について： 12/8 に AMTC を訪問した際に、エンジン検査に使用する渦流式電気動力計が故障し、試験ができない状況であることが確認された。農機研は当該機の不具合診断と修理を試みた。結果、動力計は正常に機能を回復し、その後、直ちにエンジンの検査を実施して、取得データの妥当性等の確認を行った。

30) 各国の ANTAM 検査コードの相互認証について： スリランカに続きフィリピンが ANTAM テストコードをフィリピンテストコードと同様に扱うとの発言があり、詳細について会議後に聞き取りを行った。現在フィリピンでは Agricultural and Fisheries Mechanization (AF-Mech) Law が施行されており、農業機械で使用するエンジンやポンプの検査、トラクタの構造検査など、フィリピンで販売される全機種について検査を実施している。フィリピンの関係省庁に相互認証の書類を提出し、手続きを進めている。今後、受領され、MoA の提携後にはフィリピンに輸入される ANTAM 合格機はフィリピン国内で再検査が不要となる。従来のフィリピン国内での検査も継続され、フィリピン国内での ANTAM 検査も受検できるように施設を整備中とのことであった。

5. 収集資料等

- 1) 2025ANTAM 年次会合議事資料
- 2) AMTC (Agricultural Machinery & Technology center) 要覧
- 3) ブータン標準 (もみすり機)

13. オハイオ州立大学の視察及び World Ag Expo 2026 への参加 (2/5-14、アメリカ)

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
研究員 吉田颯汰

1. 目的

オハイオ州立大学（久保田研究室）を訪問し、米国の施設園芸関係の動向調査及び双方の研究紹介、施設の視察、意見交換を行う。また、World Ag Expo 2026 の農業ツアー及び展示会に参加し、技術動向及び栽培現場の状況を調査し、今後の研究内容のブラッシュアップと研究推進の糧とする。

2. 日程

令和 8 年 2 月 5 日（木）～14 日（土）（10 日間）

日数	日付	訪問先	交通	摘要
1	2 / 5（木）	東京（成田）→ オハイオ州/コロンバス	航空機	移動
2	2 / 6（金）	オハイオ州立大学	自動車	調査
3	2 / 7（土）	休日	-	-
4	2 / 8（日）	オハイオ州立大学、コロンバス → カリフォルニア州/フレズノ	航空機	移動
5	2 / 9（月）	フレズノ → トゥラレー	自動車	移動
6	2 / 10（火）	World Ag Expo 2026	自動車	調査
7	2 / 11（水）	World Ag Expo 2026	自動車	調査
8	2 / 12（木）	World Ag Expo 2026	自動車	調査
9	2 / 13（金）	カリフォルニア州/フレズノ	飛行機	移動
10	2 / 14（土）	→ 東京（成田）	飛行機	移動

3. 主な訪問先

日付	訪問先	住所	URL
2 / 6（金）	オハイオ州立大学 （久保田研究室）	2515 Carmack Rd, Columbus, OH 43210	https://u.osu.edu/cepptlab/
2 / 8（日）	オハイオ州立大学		
2 / 10（火）	World Ag Expo 2026	4500 S. Lapina St. Tularare, CA 93274 USA	https://www.worldageexpo.com/
2 / 11（水）	World Ag Expo 2026		
2 / 12（木）	World Ag Expo 2026		

4. 調査結果の概要

1) オハイオ州立大学

(1) 久保田研究室 (参考 URL①②)

2022 年夏に施工が完了し 9 月にオープンした Controlled Environment Agriculture Research Complex (CEARC)を紹介頂いた。施設全体は 100ha、研究室はなく、栽培室や実験室、会議室からなる農学部共同施設である。研究室から離れた場所にあり(車移動)、実験や会議等で利用する。アメリカではオランダ型の高軒ハウス(7m 級)は少なく、国内では本施設だけとのことで、5~7m の高い軒高で空間容積が大きいオランダ型でなく、旧来の温室内を複数の独立制御区画に分割したコンパートメントが主流であるが、近年、オランダ型も盛んになってきているとのことであった。本施設は、500m²×4 棟で、トマトやパプリカ、イチゴ(図 1)、葉菜類(図 2)等の養液栽培ができるようセットアップされている。LED による補光(図 3)、パッド&ファン方式の蒸発冷却パネル、平均粒子径 15μm の FOG システム(株)いけうち製)、チップバーンを抑制するための送風装置(0.5m/s)等が装備され、また、本施設用としては大きい 10~12ha 用の養液制御システム(10 種類の養液によるインジェクションシステム)、グロースチャンバー等も含め一連の設備が整えられている。ハウスのフィルムは、日本製の F-CLEAN(高性能フッ素樹脂フィルム)を導入している。高軒型施設の栽培を対象とした研究だけでなく、グロースチャンバーを使用したイチゴの品種開発では、食品科学、栽培、育種の 3 つの分野でチームを組み、糖度だけでなく食味を向上させるための品種に関する研究開発も行っている。久保田先生は、野菜苗を対象とした接ぎ木に関する授業や研究も行う。現在、米国でのトマトに関する接ぎ木苗の利用割合は 90%以上となり、使用割合が急増し、主にカナダからの輸入であると伺った。日下部機械(株)のつぎ太郎をリース中で、試験予定との話を伺った。また、カナダの苗生産企業が、台木にチューブを付けるまでの作業に TTA-ISO 製の High-Speed Grafter を使用していると伺った。農研機構及び共同研究企業で開発した樹脂テープ式トマト用接ぎ木装置の紹介もさせて頂いた。その他、OCTIVA 製の UV-C treatment の「Lumion」、同社の自動散布機「Renion」と共通に使用可能な台車「Xenion」について伺い、カナダのイチゴ生産者での UV-C treatment「Lumion」の導入事例についてご紹介頂いた。



図 1 イチゴ栽培の様子

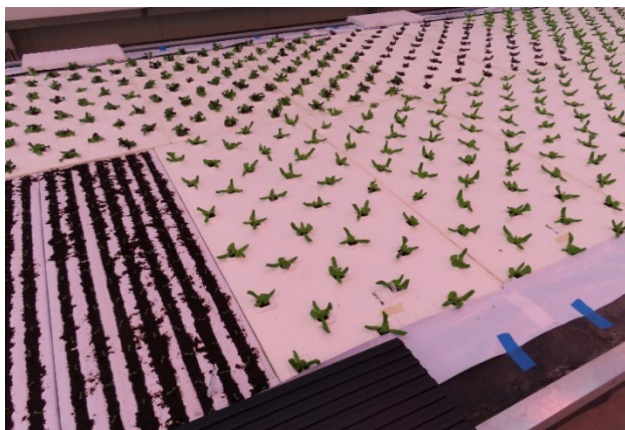


図 2 異なる方式によるパネルを用いた水耕栽培の様子(一般公開用に作成)



図 3 LED による補光

(2) オハイオ州立大学内で運用されているロボットによる自動食品配達サービス

(参考 URL③④⑤)

オハイオ州立大学では Grubhub と提携し、自動で食品を配達するロボット (AVRIDE 製、図 4) が稼働している。注文が入ると、ロボットが Grubhub の店舗まで注文品をピックアップしに行き、Grubhub の店員がロボットに食品を入れるとロボット上部のシャッターが閉まり、注文者の棟の下まで行き、注文者に知らせ、ロボットに注文者であることを認識させると、シャッターが開き、注文者が商品をロボットから取り出し、配達が完了する。全ての区間を自律走行し、屋根の有無も関係なく、多少雪の残る路面もあったが、その雪を避けるロボットもいれば、雪のある路面を走行するロボットもいた。人の往来が無い直進動作は、小走りしないと追いつけない速度で、下り坂では車速を落とし走行していた。歩道走行では、人がロボットの真正面から来た際は通り過ぎるまで停止し、ロボットが真正面から来た際には全車停止し、周りの確認をするため回転してすれ違い方を判断していた (図 5)。歩道では、信号がある場合 (図 6)、信号が無い場合 (図 7) での判断をそれぞれ行い、信号待ちする際にロボットが複数台になった場合の並び方も 2 列で整列する状態であった。ロボットは、タイヤ 6 輪と 4 輪の車体があり、旋回性能やタイヤの摩耗等から 4 輪車为新モデルで、現在、機体更新の途上のようなのである。三角形の目を瞬きさせながら走行し、注文品のピックアップ後に店員が周辺にいる間は目がハートになったり、目を閉じたりと何種類かの表情が付けられており、見た目も含めて愛嬌ある作りで、愛着を持って接してもらえよう作られていると感じた。本ロボットは本大学だけでなく、UberEats 等とも提携して各地で稼働し、他の場所では同社の自動運転タクシーも稼働する。また、日本でもロボットの導入が開始されているとのことである。

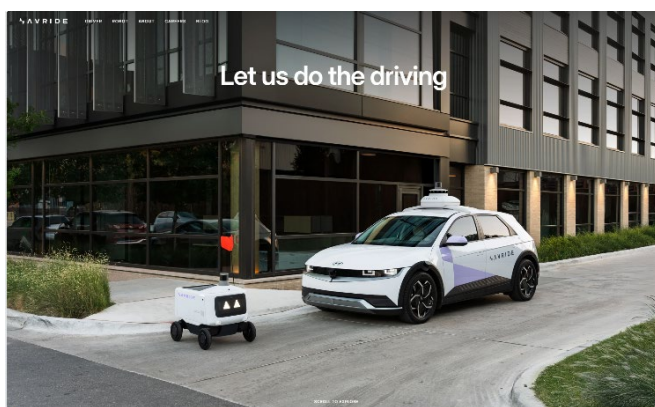


図 4 AVRIDE 社の HP



図 5 両方向から走行してきた状況



図 6 信号待ちする様子



図 7 車内から見た様子
(信号が無い横断歩道)

2) World Ag Expo 2026 (参考 URL⑥⑦)

2026年2月10日～12日に、California州TulareのInternational Agri-Center®にて、世界最大級の屋外農業展示会 World Ag Expo® 2026 が開催された。本展示会は International Agri-Center® が主催し、1968年から続く歴史ある国際農業見本市である。約1,179社の出展者が参加し、来場者数は10万人超に達する。来場者は米国国内からの参加者に加え、53か国から参加者があったと発表され、国際色豊かな展示会であった。展示面積は約260万平方フィート（約24万㎡）に及び、屋外展示を中心に大規模な実機展示と実演が行われた。本展示会では企業による展示に加え、近隣の農業現場を視察できる農業ツアーが用意されている。今回用意されているツアーは5種類で、酪農の運営・生産現場をはじめ、ワイナリー、果樹園など、多様な農業分野をテーマとして構成されている。本視察では、下記の3種類の農業ツアーに参加し、調査を行った。

○UC Research & Extension Ctr. And Hot Spot Ag (2026/2/10)

○Wonderful Citrus and J.D. Heiskell Mill (2026/2/11)

○California Almond Growers & Monrovia Nursery (2026/2/11)

(1) 農業ツアー

① UC Research Ext (参考 URL⑧)

University of California Agriculture & Natural Resourcesが各地に配置しているUC Research & Extension Centerの1つであるUC Lindcove research and Extension Center (UC LREC) を視察した。センターの概要等について、センター長のAshraf EL-Kereamy氏よりプレゼンテーションがあった(図8、9)。1959年設立のUC LRECは、敷地面積175エーカー(1エーカーは約0.4ha)、地域との連携を目的に、研究・普及の両面から地域農業を支える体制が整えられている。生産者に問題が生じた場合、こちらに相談し、研究者が資金を得て改良研究を行い、そのための設備が整えられている。主にカンキツ類を対象とし、アボガド、オリーブも含めて500種類以上の品種の果実を栽培し、母木を有する。カンキツ類では、122エーカーの圃場を有し、品種改良、栽培技術、病害虫に関する研究が行われている。また、センターの重要な業務として苗の維持・生産供給を行っており、苗生産業者や家庭で接ぎ木用の目や枝を必要とした場合、注文を受けて送付するとのことで、約300種類のカンキツの品種がセンター内で管理され、クリーンな個体が準備されているとのことであった。さらに、Agriculture SupervisorのDonald Cleek氏から、カメラ画像による選果機に関する説明及び実演が行われた(図10)。その他、カンキツ樹の接ぎ木の実演もあり、熟練した特定の作業者により接ぎ木作業は行うとのことであった(図11)。初めて見る接ぎ木方法であった。これら実演の際には、試食用にTANGO MANDARINやATWOOD NAVEL ORANGE、STAR RUBY GRAPEFRUIT、NAGAMI KUMQUAT等10品種のカンキツも提供された。

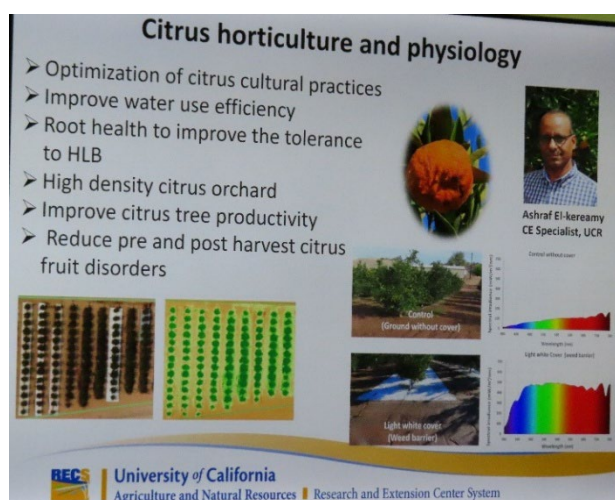


図8 Ashraf EL-Kereamy 氏の研究紹介

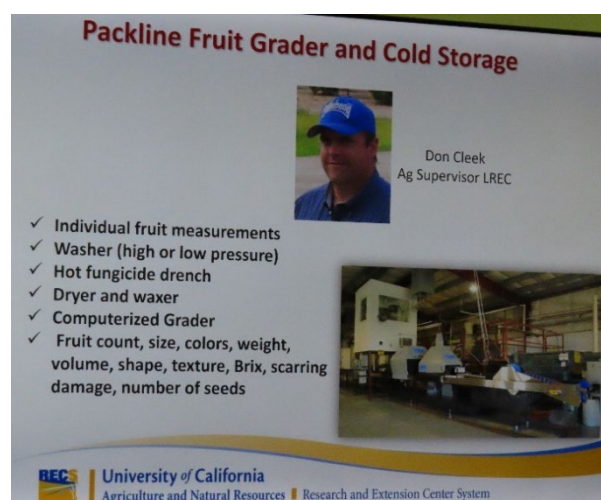


図9 Donald Cleek 氏の研究紹介

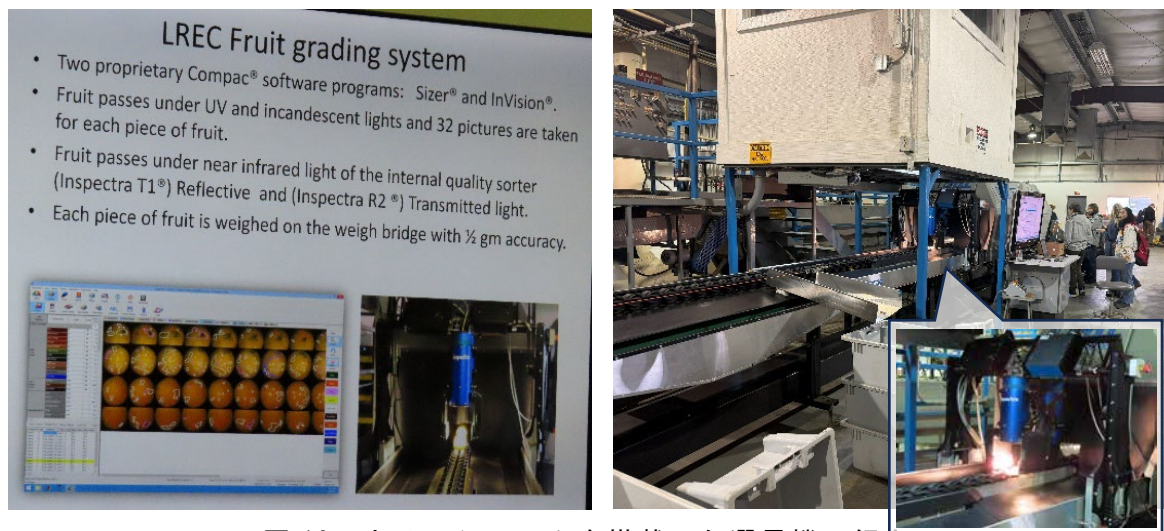


図 10 カメラシステムを搭載した選果機の紹介

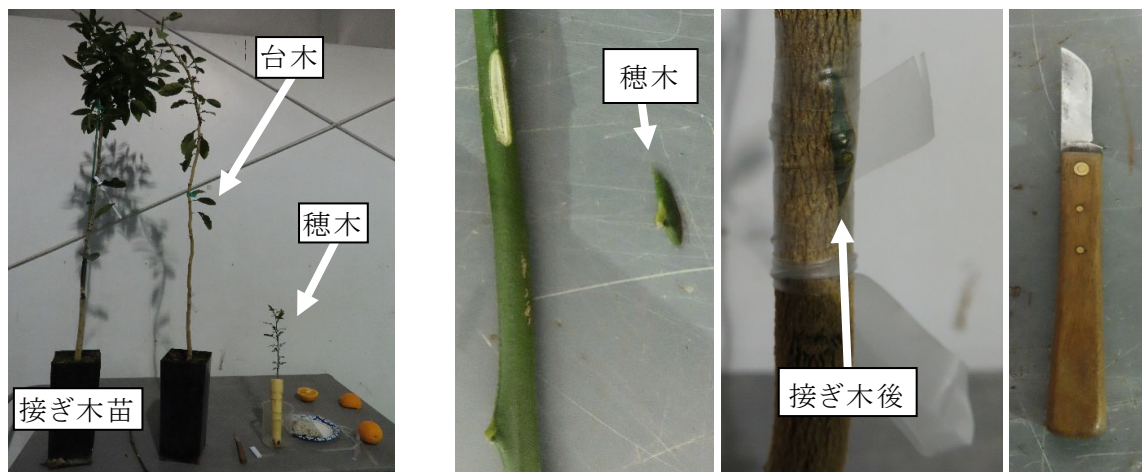


図 11 接ぎ木の様子（カンキツ）

② Hot Spot Ag（参考 URL⑨）

Hot Spot AG は、灌漑、施肥、霜害対策を中心に、管理システムの自動化に関するセンシング機器及び遠隔制御技術を提供する企業である。灌漑設備やポンプ、バルブ等を自社のアプリケーションで遠隔監視、制御する。流量、圧力等をリアルタイムで監視し、蒸発散量ベースの灌漑計画等で灌水の自動スケジューリングによる灌水、養液制御を行う。カンキツ類、ナッツ類、ベリー類を対象に施工する。見学では、自動灌漑システムに関するプレゼンテーションが行われ、提供しているサービスの概要、自動灌漑を実現するためのバルブ開閉システムや圧力の監視システム、灌漑スケジュールの設定や遠隔操作を行うためのクラウドシステムに関して紹介があった(図 12)。また、流量や各エリアの状態を地図上に可視化して表示するシステムについて実際に操作



図 12 会場の様子
(灌漑システムの紹介)

しながら説明頂いた。バルブ開閉システムや圧力の監視システムはクラウド上から操作可能となっており、土壌の状態をセンシングする機能を備えた製品も提供されている。これらのデータについても、クラウド上で確認が可能である（図 13）。プレゼンテーションでは、実機を用いた説明や、実際の操作画面を表示しながらの解説が行われるので、システム構成や運用イメージについて理解を深めることができた。車で移動する際の景色でも分かるが、米国のカンキツ類やナッツ類の広大な栽培ほ場は、縦横の樹間が均一で（図 14）、栽培管理が精密に管理し易く、機械的にも動作し易いよう非常に整備されている。いずれのほ場にも樹の根本に灌水チューブが敷設されている。

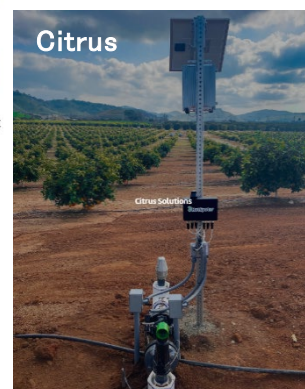
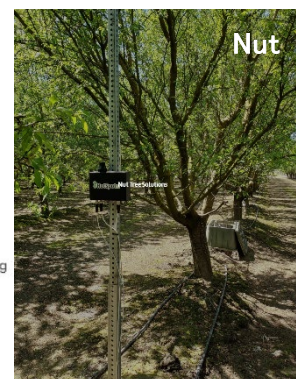
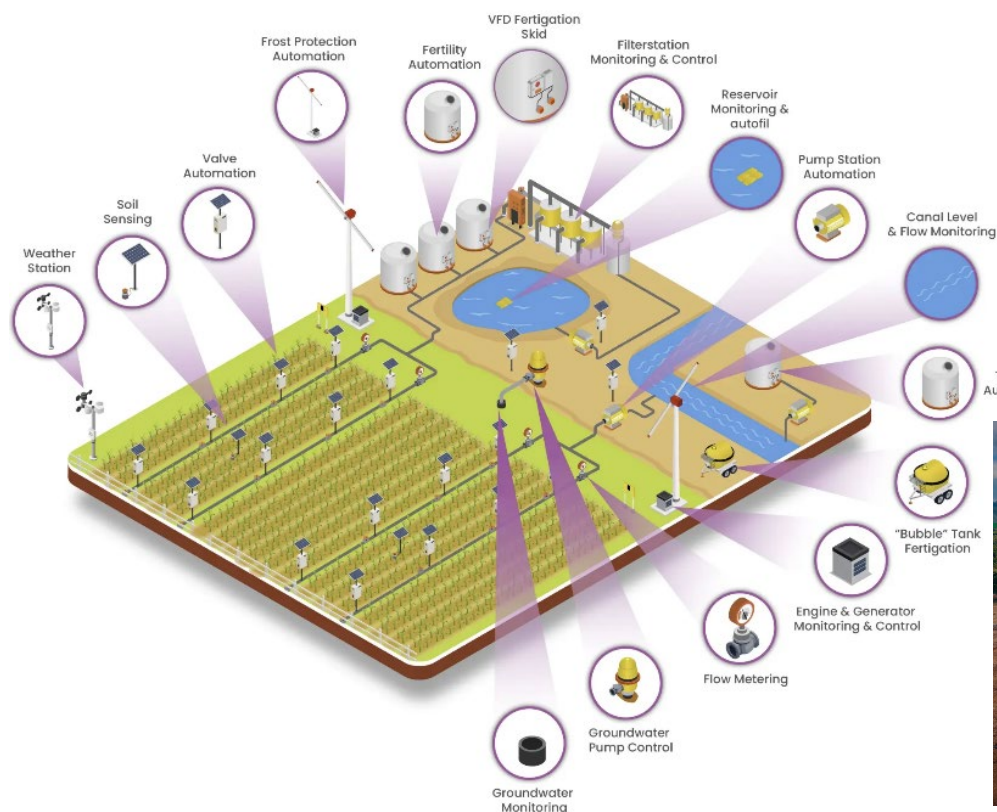


図 13 Hot Spot Ag 社の HP より



図 14 Hot Spot Ag に隣接するカンキツほ場の様子（Microsoft Bing マップ衛星画像より）

③ Wonderful Citrus (参考 URL⑩⑪)

視察先は、Wonderful Citrus 社の選果・包装施設である（図 15）。本施設は California 州 Delano に位置し、延床面積 70 万平方フィートを超える大規模なマンダリンの選果・包装施設である。Wonderful Citrus 社は、栽培から選果、包装、販売までを一貫して手がける企業であり、Halos をはじめとする消費者向けブランドを通じて国内外に製品を供給している。Halos はカンキツ類のブランドとして知られており、今回見学した施設は Halos ブランド専用の選果施設である。見学では、製品が選別、包装、出荷される一連の工程を間近で視察した。

工程の概要として、果実の①洗浄（図 16）、②計量及び選果、③包装、重量検査を経てパレットに梱包（図 17）、④冷蔵庫に保管といった流れとなっている。施設は、主に 10 月から翌年 6 月にかけて稼働し、最大で 1 日あたり約 50 万ポンド（1 ポンドは約 0.45kg）の処理能力を有するとの説明であった。週 5 日、1 日あたり最大 20 時間程度稼働し、果実は収穫後 24 時間以内に処理され、品質劣化の防止を図っている。画像検査システムにより、サイズ、色、等級などが判定され、トレーサビリティも確保されている。また、保存性向上のため、果実にはワックス処理を施す。なお、見学した施設では、オレンジの処理には対応していないとの説明があった。繁忙期には、人員を増員し、契約する人材派遣会社 2 社を通じて人員の確保・配置を行うとのことであった。



図 15 見学の様子

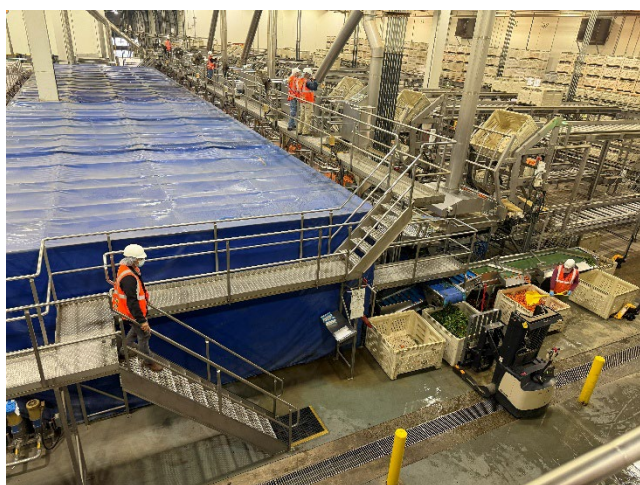


図 16 洗浄工程の様子



図 17 梱包システムの様子

④ J.D. Heiskell Mill (参考 URL⑫)

J.D. Heiskell 社は、穀物取引、飼料製造、トランスロード事業などを手がける企業であり、穀物および穀物副産物、動物飼料などを取り扱う。今回は、California 州 Pixley にある J.D. Heiskell 社の工場を視察した（図 18）。本施設では、穀物などの原料が鉄道によって搬入され（図 19）、サイロに保管された後、用途に応じて配合、粉碎、加熱処理等の工程を経て飼料として加工される。一連の工程について、施設内を巡りながら説明を受けた。飼料は複数の原材料を組み合わせることで製造され、用途や顧客に応じた配合が行われている。また本工場は、原料の荷受け拠点であると同時に、加工工場、製品倉庫（図 20）、および乾燥・

調整後穀物のバラ出荷用コンテナ充填設備（図 21）を備えた出荷拠点としての機能を併せ持つ施設であり、鉄道輸送を活用した大規模かつ効率的な物流体制が構築されている点が特徴である。



図 18 施設の外観



図 19 鉄道との連動部



図 20 袋詰め製品ラインの製品倉庫



図 21 乾燥・調整後穀物のバラ出荷用
コンテナ充填設備

⑤ Central California Almond Growers Association（参考 URL⑬）

385 名のアーモンド生産者から構成される共同組合によるアーモンドの処理施設（図 22）で、協同組合の最高執行責任者（COO）である Bob Donnelly 氏、生産管理責任者である Drake Salwasser にご対応頂いた。Sanger（創業地）と訪問先である Kerman に拠点を持ち、栽培面積は 62,000 エーカーまで規模拡大し、未結実分の 8,000 エーカーを育成中であるとのことであった。

アーモンドの基本的な処理工程は、①収穫、②石、枝、葉、土などを除去する前処理（清掃）、③殻の外の外皮除去、④可食部を取り出す殻割り、⑤選別・検査・包装である（図 23、24）。従来は、②前処理及び③外皮除去を行い、④殻割りは別の工場で処理していたが、訪問先の Kerman では、②前処理から④殻割りまで一連で作業可能な施設で、アーモンド回収後 24 時間以内に出荷する。②の前処理で出来る限り綺麗にしないと、後の工程でアーモンドに傷をつける要因となるので、生産者に異物を含まないよう気をつけてもらうが、降雨で湿気が多いと作業が遅延するとのことであった。1 日あたり 150 万ポンドまで処理可能で、州全体に渡って企業 20 社程に以内に出荷する。殻や外皮の副産物（図 25）は、州内やテキサス、アリゾナ、ニューメキシコの主に酪農家など乳牛用の飼料用として販売する。特有の香りが乳牛の食欲を増進させる。外皮は、通常だと \$90~95/t、水や肥料が少ない年には \$250/t になることもある。現在は、価格がやや低めであるが、副産物は全て販売し、その収益で工場

の運営費を補い、場合によっては生産者に配当を還元できる仕組みになっている。今年は\$90～95/tで販売し、1ポンドあたり\$0.11の余剰収益となった場合、\$0.07を生産者に還元できるようにしたいと考えているとのことであった。その他、太陽光パネルを設置し、追尾式が約1.1MW、固定式が1MWを発電し、年間で約5MW規模の電気使用料であるが、50%程度を太陽光発電で賄い、\$60万/年程度の電力料金の節約となるといった話を伺った。



図 22 施設の様子



図 23 画像検査・選別システム



図 24 機械の様子（ごく一部）



図 25 殻や外皮の山

⑥ Monrovia Nursery（参考 URL⑭）

California 州 Monrovia に、デンマークからの移民であるハリー・E・ローズデール・シニア氏が、1926 年に 10 エーカーの規模から苗木農園を創業したことにはじまる。米国内に Oregon 州 Dayton、訪問先である California 州 Visalia、Georgia 州 Cairo の 3 拠点あり、グループ全体で 4,000 種類の植物を扱う。Dayton は、550 エーカーで針葉樹、モミジ類、広葉低木、その他の耐寒性植物を栽培する。Cairo では、南部の環境下で熱帯植物や常緑のマグノリア、ヒイラギ類の苗木を栽培する。訪問先の Visalia では、1,650 エーカーの土地を所有しているが、使用するのは 600 エーカーで、耐寒性植物や幅広い品種の栽培が可能で、針葉樹、低木性ベリー、つる性、熱帯性、多年草の植物をエリアごとに分けて栽培する（図 26）。Monrovia では、年間雇用と期間雇用を合わせて従業員は約 2,000 名程度、全員アメリカ人で、雇用の際は徹底的に身元調査を行うが、周辺の町からの地元出身者が多いとのことであった。広大なほ場であるため、バス移動でバスからほ場を視察した。灌水には、地下水と雨水を利用し、約 4,500 万 gal（ガロン、1gal は約 3.8L）を貯水可能な貯水池を有し、19,000gal/分を汲み上げる使用量であるとのことであった。灌水後の地表に流れ出した水は貯水池に戻るよう排水設備や水路が組まれている（図 27）。通常の灌水は、スプリンクラ

を使用する。植物に応じて屋外や施設を利用して栽培する。三角形に刈り込む作業機が稼働中であった(図 28、29)。鉢の移動や出荷苗のトレーラーへの荷積みは人による作業で行う。播種部門は機械化され、女性 1 名による作業で 800~900 本/時、播種する。オリーブ等の接ぎ木をする樹木もあり、オリーブでは穂木品種のオリーブを台木品種のオリーブに接ぎ、接ぎ木作業は熟練作業者により行う。挿し木のセクションでは、\$200 万を投入してプラグへの移植を行う機械や自動化設備を整備し、主に 24 穴や 72 穴のプラグトレイを使用することであった。印刷工程では、自動と手作業の両方で対応することとで、人員には恵まれているようであった。



図 26 ほ場の様子



図 27 貯水池に戻す水路の様子



図 28 刈り込み作業用の機械

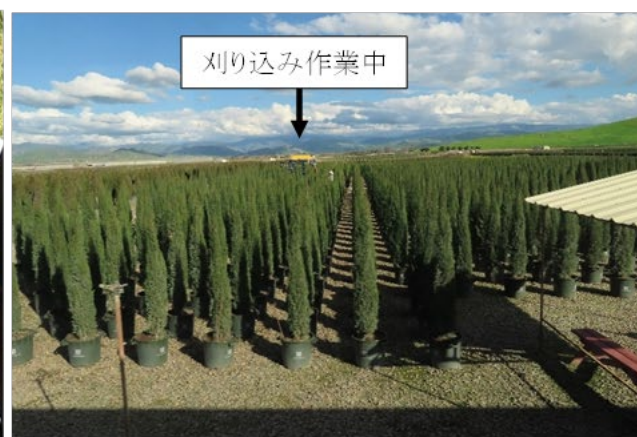


図 29 三角形に刈り込みした様子

(2) 展示会 (参考 URL⑮~㉔)

JOHN DEERE、Kubota、YANMAR、CASE IH、NEW HOLLAND、FENDT 等の大手メーカーのトラクタが出展、販売され、また電動トラクタについても、大手メーカーの展示機種のパネルに含まれており、将来の環境対応を見据えた電動化への取り組みが進められている様子がうかがえた。電動トラクタでは AMOS POWER 社による人の搭乗を前提としない自律走行型トラクタが展示されていた(図 30)。さらにトラクタ以外にも電動駆動を採用した農業機械を手がける複数のメーカーによる出店が見られた。展示をしていたメーカーの 1 つである First Green 社は、屋外にて自社の複数機種を展示しており、小型機械についてはリモコン操作による動作の実演も行われた(図 31)。大手企業やスタートアップ企業による小規模なブースも数多くあった。作業機、管理アプリや関連端末、工具、作業服等、幅広く出展、販売され、毎年更新される World Ag Expo の T シャツも販売されていた。International Agri-Center® には、古い農業機械の展示や子供向けの展示ブースもある。子どもの参加も多く、子供向けブースやスタンプラリーで景品をいろいろと集めて楽しそうであった。



図 30 AMOS POWER 社の自律走行型
電動トラクタ



図 31 First Green 社の展示ブース

AI を活用した除草作業機として、CARBON ROBOTICS 社について調査を行った。本作業機は、カメラによって雑草を認識し、雑草のみにレーザーを照射し、除草する（図 32）。使用にあたっては、レーザー装置、カメラ及び演算装置をトラクタ後方に、電力供給用のジェネレータをトラクタ前方に装着する。展示ブースでは、作業機の下部にコンベアを設置し、図に示すように crop と weed の 2 種類のイラストが印刷された直径約 4 cm の木製チップを何枚か流し、木製チップ weed のイラストのみに対してレーザー照射する実演がされた（図 33）。本実演によって高精度な認識性能とレーザー照射制御が実現されていることが体験できた。

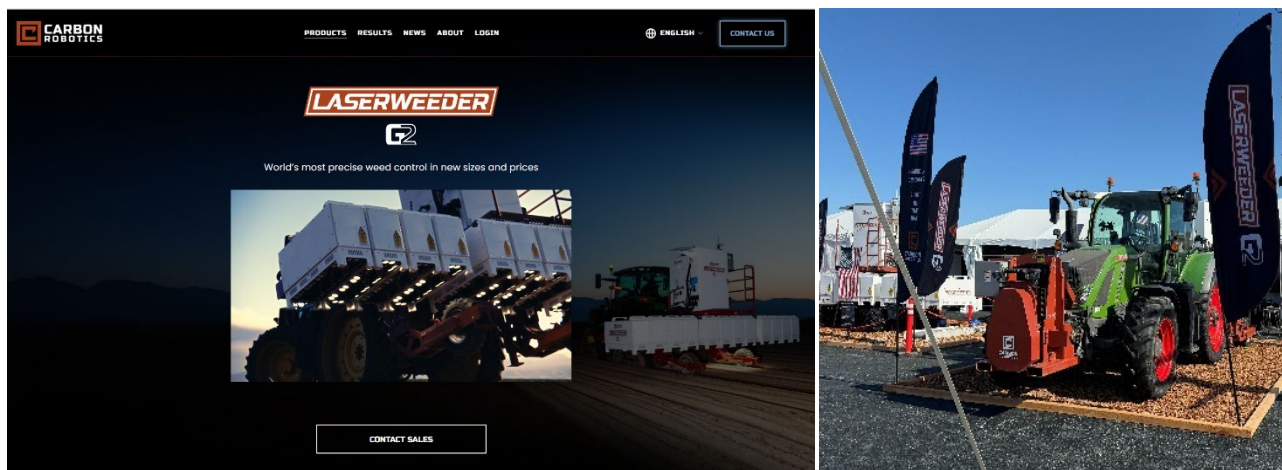


図 32 CARBON ROBOTICS 社の HP 及び展示ブース



図 33 CARBON ROBOTICS 社の LASERWEEDER に関するレーザー照射する実演の様子
（左：コンベア上にチップを流す様子、右：レーザー照射されたチップ）

AI カメラシステムを搭載した除草作業機としては、この他に 2 メーカーの展示ブースを調査した。1 つは GARFORD 社の除草作業機である。本作業機もカメラを搭載しているが、AI によって認識する対象は雑草ではなく作物であり、認識した作物周辺を機械的に除草する方式である（図 34）。もう 1 つは BHF 社の除草作業機である。本作業機もカメラを搭載し、AI により雑草を認識する点は CARBON ROBOTICS 製と共通しているが、認識した雑草に対して高電圧を付与する機器をピンポイントで移動させ、対象に電圧を付与することで除草する。作業精度はミリメートル精度で、栽培作物は傷つけないとしている。

センシング機器の展示も多く見られ、budbreak 社による葉菜類をモニタリングする装置が展示されていた（図 35）。本装置は、GNSS と LiDAR-SLAM を組み合わせた方式により自律走行し、機体に搭載されたカメラシステムを用いて植物体を上方から撮影する構成となっている。撮影した画像は AI を用いて解析され、病害の検出を行う。走行および撮影は夜間に実施するとの説明であった。



図 34 GURFORD 社の展示ブース



図 35 budbreak 社による葉菜類をモニタリングする装置

その他、自律走行の実演では、BURRO 社の GRANDE（図 36）、樹間を列間移動しながら自律走行する Agtonomy 社組み込みによる Bobcat 製 CT4045（図 37）、GUSS 社の Autonomous Sprayers（図 38）が、広い面積で終日走行していた。Agtonomy 社は、生産者と技術専門家からなるチームによって 2021 年に設立され、米国西部（California 等）を事業エリアとし、新規に自社で自律走行用のトラクタ（ロボット）を開発するのではなく、既存メーカー（Kubota や Bobcat 等）と組み、信頼のある既存のトラクタや作業機に自動化や自律走行に関する技術を組み込む事業を特徴とする。AI、GPS/RTK ナビゲーション、車両制御ソフトウェア、フリート管理（複数同時管理）を統合した自律作業プラットフォームを提供する。カンキツ類、ブドウ類、ベリー類、ナッツ類（高付加価値作物）向けに、草刈り、防除、運搬、園地内の反復作業が必要とされる作業を対象とする。2025 年 6 月 3 日付の Kubota North America の Media Center から、防除及び草刈り作業の自動化を目的として、高付加価値作物の生産者向けに、Agtonomy と提携し M5N Tractors の自動運転化及び商業化することが公表されている。また、2025 年から国際展開としてオーストラリアで商用展開を開始している。



図 36 BURRO 社の実演・展示
(左：GRANDE の自律走行する実演の様子、右：使用例の機械展示)



図 37 Agtonomy 社による Bobcat 製 CT4045 の自律走行する実演の様子



図 38 GUSS 社の Autonomous Sprayers の自律走行する実演の様子

5. 収集資料等

World Ag Expo 2026 の展示製品のカタログ等

6. 参考 URL

- ① ADVANCEA : <https://www.ceaforum.org/>
- ② OCTIVA : <https://oativa.tech/>
- ③ AVRIDE : <https://www.avride.ai/>
- ④ Mashdigi : <https://ja.mashdigi.com/avride-a-self-driving-technology-company-joins-hands-with-grubhub-to-expand-its-automated-food-delivery-service-in-the-united-states/>
- ⑤ Medium : <https://medium.com/avride>
- ⑥ World Ag Expo 2026 開催概要 : worldagexpo.com/world-ag-expo-celebrates-successful-2026/
- ⑦ World Ag Expo 2026 来場者数等報告 : <https://www.worldagexpo.com/world-ag-expo-celebrates-successful-2026/>
- ⑧ UC Lindcove research and Extension Center : <https://ucanr.edu/rec/lindcove-research-and-extension-center/about-us>
- ⑨ Hot Spot Ag : <https://hotspotag.com/>
- ⑩ Wonderful Citrus : <https://www.wonderfulcitrus.com/>
- ⑪ halos: <https://www.halosfun.com/>
- ⑫ J.D. Heiskell Mill : <https://www.jdhco.com/>
- ⑬ Central California Almond Growers Association : <https://ccaga.com/>
- ⑭ Monrovia Nursery : <https://www.monrovia.com/shop.html>
- ⑮ AMOS POWER : <https://www.amospower.com/>
- ⑯ First Green : <https://first.green/en/about>
- ⑰ Carbon Robotics : <https://carbonrobotics.com/>
- ⑱ Garford : <https://garford.com/>
- ⑲ BHF : <https://bhfrobotics.com/>
- ⑳ budbreak : <https://www.budbreakinnovations.com/>
- ㉑ BURRO : <https://burro.ai/>
- ㉒ Agtonomy : <https://www.agtonomy.com/about>
- ㉓ Kubota MEDIA CENTER : <https://www.kubotausa.com/kubota-partners-with-agtonomy-to-advance-autonomous-operations-on-m5n-tractors-for-specialty-crop-growers>
- ㉔ Agtonomy press : <https://www.agtonomy.com/press/agtonomy-bolsters-executive-leadership>
- ㉕ GUSS : <https://gussag.com/>

14. Agricultural Equipment Technology Conference 参加 (2/8-13(14), アメリカ)

知能化農機研究領域 国際標準・土地利用型作業グループ 主席研究員 竹崎あかね
研究員 土川寛崇

1. 目的

ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers アメリカ農業生物工学技術者協会) が主催する Agricultural Equipment Technology Conference (AETC)に参加する。会議期間中に AgGate-



**ASABE Agricultural
Equipment Technology
Conference | est 1995**

way メンバーとワーキンググループ (WG) 31「Field Operation Controlled Vocabulary」の活動方針について詳細な打ち合わせを行うとともに AETC において、データの相互運用性に関する標準化動向等に関して情報収集を行う。これによって、BRIDGE の今年度 KPI「AgGateway における WG 立ち上げと水田データモデルの追加提案」の早期達成を目指す。併せて、AETC および直後に開催される National Farm Machinery Show (NFMS) において、アメリカでの知能化農機の開発状況、およびアメリカ中部のダイズ、トウモロコシ生産等での最新機器に関して情報収集を行う。

2. 調査日程

竹崎 令和 8 年 2 月 8 日 (日) ~13 日 (金) (6 日間)

日数	日付	訪問先
1	2/ 8 (日)	つくば -> 東京 -> 経由地 -> ルイビル泊
2	2/ 9 (月)	AETC 参加 (ルイビル泊)
3	2/10 (火)	AETC 参加 (ルイビル泊)
4	2/11 (水)	National Farm Machinery Show 参加 (ルイビル泊)
5	2/12 (木)	ルイビル -> 経由地 ->
6	2/13 (金)	東京 -> つくば

土川 令和 8 年 2 月 8 日 (日) ~14 日 (土) (7 日間)

日数	日付	訪問先
1	2/ 8 (日)	つくば -> 東京 -> 経由地 -> ルイビル泊
2	2/ 9 (月)	AETC 参加 (ルイビル泊)
3	2/10 (火)	AETC 参加 (ルイビル泊)
4	2/11 (水)	National Farm Machinery Show 参加 (ルイビル泊)
5	2/12 (木)	National Farm Machinery Show 参加 (ルイビル泊)
6	2/13 (金)	ルイビル -> 経由地 ->
7	2/14 (土)	東京 -> つくば

3. 訪問先

日付	主な内容	場所
2/9(月)	【AETC】 ・ 基調講演：Feeding a Hungry a world ・ 技術セッション：The Evolving World of Standard and Regulations, The Future of the NTTL and Equipment Testing	The Seelbach Hilton Louisville
2/10(火)	【AETC】 ・ AgGateway との打ち合わせ ・ 技術セッション ISO_TC347, The Roadmap on Autonomy in Ag - Foundation	
竹崎：2/11(水) 土川：2/11(水)12(木)	【National Farm Machinery Show】	Kentucky Exposition Center

4. 調査結果の概要

AETC は、毎年 2 月に、北米最大の屋内農機展示ショーNational Farm Machinery Show (NFMS) に合わせて開催される農業機械技術会議である。招待講演、基調講演、技術セッション、代表的産業表彰である AE50 Awards 受賞製品の発表、企業展示、ポスターセッションから構成され、対象は農業機械やその関連技術、標準化など幅広い。2026 年は 33 団体が AE50 を受賞し、授賞式や講演が行われた。なお受賞団体の製品は ASABE のページからプロモーション動画を見ることができる (<https://asabe.org/awards-competitions/ae50-awards/ae50-award-winner>)。



会場の様子



AE50 受賞の John Deere
「Weave Automation」

1) 標準化

AgGateway 内に 8 月に設立した WG31 「Field Operation Controlled Vocabulary」の活動、および AgGateway の HP における水田作シナリオ公開についての意見交換、「データ相互運用性確保のための標準化」を中心とした情報収集を行った。

① AgGateway との意見交換

参加者は、AgGateway3 人、日本規格協会 1 人（山田氏）、農研機構 2 人（竹崎・土川）の計 6 名である。AgGateway の 3 名と日本規格協会の山田氏はいずれも ISO/TC347 に深く関与している。

【AgGateway 側】	
Andres Ferreyra (Syngenta)	・ ISO/TC347 議長
Stuart Rhea (VERITY)	・ ISO/TC347 コンビーナ AHG2[作物モデルと統制語彙]
Ben Craker (AgGateway 専任)	・ ISO/TC347 コンビーナ AHG7[圃場作業データの活用] AHG10[圃場境界のデジタル表現] ・ AgGateway_WG31 のチェア
【日本側（農研機構以外）】	
山田朝彦	・ 一般財団法人日本規格協会 スタンダード・コンサルティングセンター ・ ISO_TC347 日本事務局

AgGateway は、農業生産データ交換のための標準規格 ADAPT Standard を開発し、その中でデータ形式（事物の関連を定義）、項目や単位のリスト（事物の意味を定義）、等を公開している。BRIDGE 事業では、ADAPT Standard をデファクト標準として FMIS 間のデータ交換に利用しており、これまで、水田作にも適用できるよう作業項目リスト等の拡充を求めてきた。一方、ADAPT Standard の作業項目リストは、作業を表記のみで表現するため、圃場作業を正確に記述できない課題があった。

WG31 では、作業を正確に記録伝達するために、作業を目的、対象、利用する機械等の要素を組み合わせるコンポーネントモデルを採用し、オンラインでその詳細を検討している。またコンポーネントモデルを利用した作業コード（初版）の作成も WG31 の目的である。コンポーネントモデルの要素、作業コードに入れる作業は、農研機構が開発した農作業基本オントロジー（AAO）等を参考に選定されている。

今回の意見交換は、オンライン会議で提出した要望を確認することが主目的である。まず、AAO で定義した水田作業がコンポーネントモデルで容易に表現できるように、AAO に準拠したコンポーネント要素の整備、作業コード（初版）への水田作業の収録を確認した。その結果、欠如していたコンポーネント要素（動作、例” 散布する”）の追加、および AAO 収録の作業用語の作業コード（初版）への追加を前提として、コンポーネントモデルやリスト作成作業が進んでいると回答があった。次に、BRIDGE 事業の成果普及のため、AgGateway の Web サイト <https://adaptstandard.org/docs/scenarios/> への水田作シナリオ追加に関し Draft を示して意見を求めた。Draft は、AgGateway 側から提供された共通フォーマットを用いて作成し、ユースケースの概要、ワークフロー、サンプルデータから構成される（図 1）。AgGateway 側は Draft について好意的な反応を示し、改めて水田作シナリオの Web サイトへの追加を了承した。タイスタートアップ ListenField からシナリオページ作成への協力（Draft ページの確認、サンプルデータの提供）が了承されたことから、今後は水田作シナリオページの完成・公開を進めていく。



AgGateway との意見交換風景

② 情報収集

ISO/TC347 は、2023 年 10 月に設置された Technical Committee であり、「農業を起点とし、農産物・食品の消費に至るサプライチェーン、アグリフードシステムで授受されるデータ及びそれらのデータに基づくシステムに関する標準化」を対象とする。

技術セッション「The Evolving World of Standards and Regulations」では農業機械に関する標準化活動について、ASABE の技術委員会、ISO/TC347（データ駆動型アグリフードシステム）、AEF 等から紹介された。今回の AETC では ISO/TC347 に焦点があてられており、その後の基調講演「Data Interoperability in Agrifood Systems: Stories of Excitement, Horror, and Hope」、技術セッション「ISO TC347: Data Driven Agriculture」でも ISO/TC347 活動の詳細が報告された。

Andres Ferreyra 氏による基調講演「Data Interoperability in Agrifood Systems: Stories of Excitement, Horror, and Hope」では、データ相互運用性の必要性と ISO/TC347 の活動コンセプト等が報告された。ISO/TC347 では、データ駆動型意思決定におけるデータフロー、プレイヤー（図 2）が定義され、意思決定に至る過程に必要な既存規格（図 3）等が集約されることで、ステークホルダーの認識の共有化し、標準化が必要な範囲を全体像から特定することが進められていた。また、ユースケースが重要視されており、臨時作業グループ：AHG（アドホックグループ）のテーマもユースケースを反映した設定であった。

TC347 内には臨時作業グループ：AHG がテーマごとに 10 設置され、そのうちの 6 つには農研機構職員が参加している。今後新たに 3 つの AHG を設置することが決定しており、対象範囲は拡大傾向にある。AgGateway メンバー（Stuart Rhea 氏、Ben Craker 氏）がチェアを担当する AHG もある。

技術セッション「ISO TC347: Data Driven Agriculture」では、ISO/TC347 での AHG の活動が報告された。Stuart Rhea 氏からは、AHG2「Model and controlled vocabulary of crops（作物の定義モデルの標準化）」、Ben Craker 氏からは AHG10「Digital representation of field boundaries（圃場や牧場の境界をデジタル表現するための標準化）」、Cale Boriack 氏（CNH）からは AHG7「Enabling actionable insights from field operations data（圃場作業データをその後の分析等に活用するために必要な要素を、ユースケースを通して抽出）」と題した報告があった。このうち、AHG2 については、検討成果が作物データモデルの新業務項目提案（NP）



図 1. 水田作シナリオ Draft

シナリオページは AgGateway から提供されたフォーマットを利用して作成。

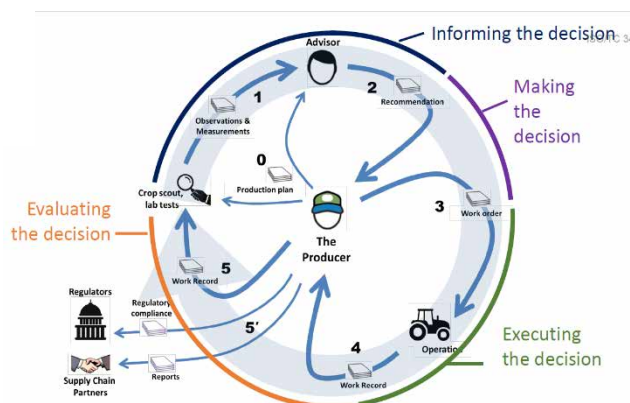


図 2. データ駆動型意思決定のデータフロー

生産者、コントラクタ、アドバイザー等がプレイヤー

として取りまとめられており、今後 WG に移行して本格審議が進められる予定である。

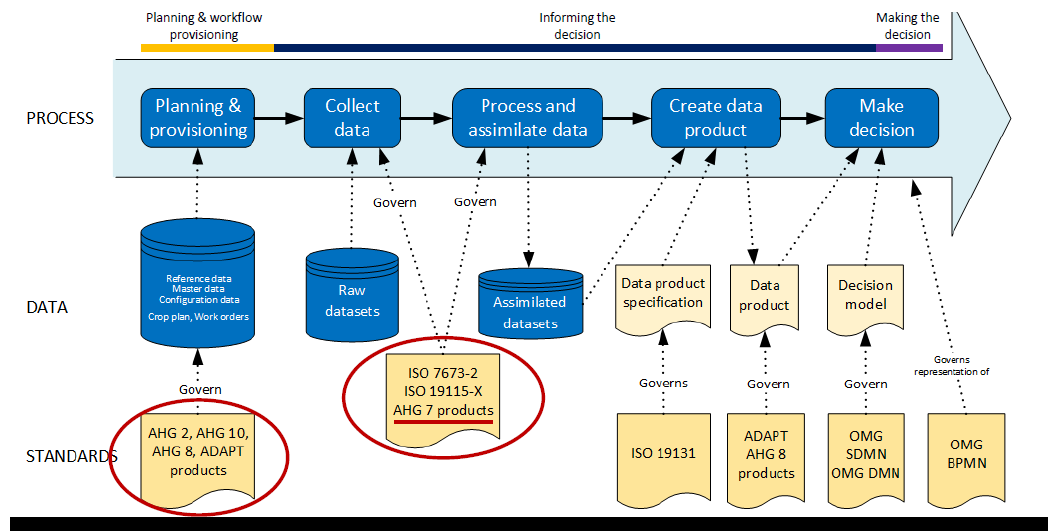


図 3. 意思決定に至る過程で必要となる既存規格
意思決定に至る過程で必要となる標準（下部 STANDARD）

2) 農業機械

① 知能化農機の周辺状況

University of Nebraska Tractor Testing Laboratory (NTTL) の Eric Smith 氏より、「The Future of the NTTL and Equipment Testing」と題した講演が行われた。NTTL は、トラクタの公式試験機関であり、PTO 出力や油圧性能などの性能試験に加え、ROPS（転倒時保護構造）などの安全性試験を実施している。また、ISOBUS のコンフォーマンステスト機関としても機能している。本講演では、NTTL の今後の方向性として、電動農機およびロボット農機の試験に関する見解が示された。

電動農機のテストに関して、外部電力供給と電動ドライブトレインについて述べられた。まず外部電力供給については、従来のトラクタにおける PTO や油圧出力と同様に、電動トラクタにおいても外部出力の性能を検証する必要があるとされた。例えば、メーカーが外部出力 15 kW と主張した場合、実測値が 12 kW であれば、試験報告書には公称値の 80% と記載されることになる。この結果により販売が禁止されることはないが、試験結果は公開情報として提供される。次に電動ドライブトレインについては、従来の「エンジン定格回転数」に相当する概念をどのように定義するかが課題であると指摘された。複数のモータによって駆動される場合、どの回転数を基準とするのか明確でない。また、従来は給油時間を試験項目としていなかったが、電動トラクタでは充電時間を測定すべきかどうかなど、新たに整理すべき論点が存在することが示された。

ロボット農機に関して、まず基礎的なタスクに基づく試験が想定されていると述べられた。例として、障害物検出機能が挙げられた。前方のみを検出するシステムでは不十分であり、検出範囲を広く設定する必要があるとされた。また、自動化レベルを定義し、そのレベルに応じた試験体系を構築すべきとの考えが示された。例えば、低レベルのロボット農機では、障害物を検知した際に停止してオペレータへ通知すれば十分と考えられる。一方、高レベルのロボット農機では、障害物を回避しつつ作業を継続する能力が求められる可能性がある。さらに、従来のトラクタ性能は数値として公開される一方、ROPS は Pass/Fail で評価される。自律性をどのような指標で定義するのかは、今後の重要な論点になると述べられた。また、粉塵や降雪などの厳しい環境条件を含めた包括的試験は現実的ではなく、試験の設定は一般的な環境になるとの見解が示された。また、これまで自動操舵は正式な試験対象ではなかったが、今後は消費

者や規制当局からの要請により試験対象となる可能性がある。ただし、既に十分な実績を持つ技術を再試験することは合理的ではないとの所見も示された。

AEF の Norbert Schlingmann 氏より「The Roadmap on Autonomy in Ag - Foundation, Mission and Progress」と題した ISOBUS に関するプレゼンテーションが行われた。米国では、欧州と比較すると ISOBUS の普及は必ずしも十分とはいえない状況にある。本講演では、まず ISOBUS の基本的な概念や役割について概説したうえで、農業分野における Autonomy への取り組みと今後のロードマップが紹介された。質疑応答では、John Deere の Jeff Langness 氏より、AEF が法整備に先行して規格策定を進めている点について質問があった。特に Autonomy に関しては、各国の法律や規制が確立される前の段階で自動化に関するルールを策定することは難しく、将来的にガイドラインの修正が必要になるのではないか、という懸念が示された。これに対し Schlingmann 氏は、AEF には機能安全の専門家から構成されるチームが存在しており、法制度や安全基準に関する最新の動向を継続的に把握していると説明した。その上で、こうした情報をガイドライン策定に反映させることで、リスクを抑制しながら規格策定を進めているとの見解が示された。

② アメリカ中西部での農業機械

ケンタッキー州ルイビルの Kentucky Exposition Center で開催された農業機械展示会「National Farm Machinery Show (NFMS)」に参加し、情報収集を行った。本展示会は毎年 2 月中旬頃に開催されており、今回で第 61 回を迎える。展示面積は約 11 万平方メートルに及び、来場者数は 30 万人を超える大規模な展示会である。会場では、特にアメリカ農業を対象とした機械および関連技術が多数展示されていた。以下に、本展示会で収集した主な情報をまとめる。アメリカ中西部では、コーンと大豆の輪作体系が一般的である。そのため、これら作物に関連する機械の展示が目立った。耕起体系としては、不耕起や Strip-till が広く普及している。Strip-till とは、ほ場全面を耕起するのではなく、播種列に沿って帯状（筋状）に耕起を行う方式を指す。一条ごとに耕起を行い、列間は未耕起のまま残すことが特徴である。この方式は、アメリカの広大な農地において作業時間を短縮し、生産性を向上させることを目的としている。また、表面残渣を保持することで土壌水分の管理を容易にし、土壌侵食の抑制や環境保全にも寄与する。会場では Strip-till 専用機の展示が多数見られ、その普及の広がりがうかがえた。



図 4. Yetter 社の Strip-till 用ユニット

また、いわゆるボトムプラウ（反転プラウ）の展示は確認されなかった。一方で、ロータリ耕うん機の展示は複数見られた。ただし、これらは中西部の大規模コーン・大豆栽培を想定した機械ではなく、主として家庭菜園や小規模な露地野菜栽培を対象としたものであった。



図 5. Kioti 社、Bush Hog 社、BEFCO 社のロータリ

耕起以外の作業についても、大規模栽培体系に対応した技術的工夫が随所に見られた。特に John Deere 社の Exact シリーズは、広大なほ場において頻繁に管理作業へ入ることが難しいという前提のもと、地表残渣が残る条件下でも高精度な播種および施肥を実現し、収量向上を図ることを目的とした設計となっている。収穫作業に関しては、展示されていたコンバインの多くがフレックスヘッダーを装備していた。これは、Strip-till により形成されるほ場表面の凹凸に柔軟に追従し、刈取り高さを安定させることで収穫効率を高めるための設計であると考えられる。一方、ISOBUS を前面に押し出した展示は、Agritechnica と比較すると少ない印象であった。ISOBUS は、ヨーロッパのように多数のメーカーが存在し、機械間の相互互換性確保が重要となる市場環境において特に重視されている技術である。そのため、欧州展示会と比較すると、米国の展示会では相対的に強調度が低いと考えられる。



図 6. John Deere 社の播種ユニットと Honey Bee 社のフレックスヘッダー

5. 収集資料等

- National Farm Machinery Show でのパンフレット

15. BRIDGE タイモンクット王工科大学でのセミナー及び実証試験 (2/21-26、タイ)

機械化連携推進部 機械化連携推進室 上級研究員 嶋津光辰

主任研究員 古山隆司

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

主席研究員 竹崎あかね

無人化農作業研究領域 小型電動ロボット技術グループ 兼 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

BRIDGE 事業において、タイのモンクット王工科大学ラートクラバン校においてセミナー及び意見交換を行い、農研機構で取り組む国際標準化及びデータ連携農業推進活動への理解を促し、協力関係を構築する。また、Wang Pla Lai ライスコミュニティ及び Ruang Kaeo 農業コミュニティにおいて、準天頂衛星みちびきによる測位等の現地実証試験を行い、ASEAN でのみちびき活用を進める。併せて、ListenField 社において現地実証に関する意見交換を行い、次年度活動方向の検討材料とする。

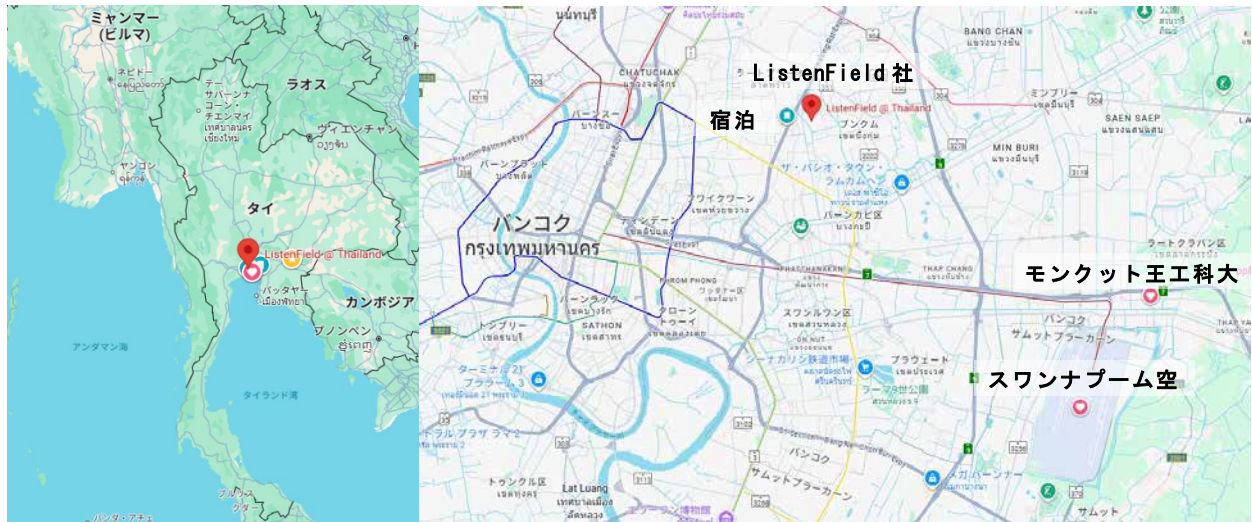
2. 調査日程

令和8年2月21日（土）～2月26日（木）（6日間）

日数	日付	訪問先	宿泊	交通	摘要
1	2/21(土)	羽田空港→スワンナプーム空港	バンコク	航空機	移動日
2	2/22(日)	Wang Pla Lai ライスコミュニティ	バンコク	タクシー	実証試験
3	2/23(月)	モンクット王工科大学ラートクラバン校 嶋津のみ：スワンナプーム空港→ 2/24 羽田空港	バンコク 機内泊	タクシー 航空機	セミナー 意見交換
4	2/24(火)	Ruang Kaeo 農業コミュニティ	バンコク	タクシー	実証試験
5～ 6	2/25(水)	ListenField 社 スワンナプーム空港→2/26 羽田空 港	機内泊	タクシー 航空機	打ち合わ せ 意見交換

3. 主な訪問先

日付	訪問先	住所
2/22（日）	Wang Pla Lai ライスコミュニティ	Tha Ruea, Pak Phli District, Nakhon Nayok 26130
2/23（月）	モンクット王工科大学ラートクラバン校	1 Chalong Krung 1 Alley, Lat Krabang, Bangkok 10520
2/24（火）	Ruang Kaeo 農業コミュニティ	Thetsaban 18, Mueang Sa Kaeo District, Sa Kaeo 27000
2/25（水）	ListenField 社	3671 Soi, Yothin Phattana, Bang Kapi, Bangkok 10240



訪問先（バンコク市内）



2 カ所の実証地（WangPlaLai、RuangKaero）

4. 出張概要

1) Wang Pla Lai ライスコミュニティにおける「みちびき」測位精度試験

Wang Pla Lai ライスコミュニティはバンコク市から東へ約 110 kmの地域の農業者で構成され、農家数は約 30 戸、ほ場面積は 813rai (130ha) である。このコミュニティでは灌漑水田で移植栽培(クボタ社製田植機使用)を行っており、実証で使っているほ場の面積は 40rai (6.4ha) である。

BRIDGE 事業では 2024 年度から実証試験に協力いただいております、本出張では準天頂衛星みちびきを用いた高精度測位改修したシステムの確認試験を行った。試験では、ほ場で耕耘を行うトラクタに、改修したみちびき受信器及び RTK 受信器の各アンテナを設置して、みちびきを用いた測位、RTK 基地局を用いた測位 GNSS を行い、みちびき受信器の受信精度等を確認した。試験を行ったほ場は一方に林があり、受信への影響も考えられたが、受信状況としては、一部欠損しているものの全体としては受信できているようであり、詳細な受信結果は農業情報設計社の濱田氏が後日、取りまとめることとなっている。



農業組合との意見交換



実証地のほ場



クボタ社製田植機



現地コンバインでの収穫作業
(RTK-GNSS 設置)



みちびき受信器試験ほ場



みちびき受信器受信試験

2) スマート農業及び国際標準化セミナー及び意見交換

モンクット王工科大学ラートクラバン校（King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang、以下「KMITL」という。）は、バンコク市にあるタイ王国の国立大学で、タイの工業化を支えるトップクラスの理系大学として知られ、創立（1960年）当初から日本政府や日本の大学（特に東海大学）による多大な支援を受けて発展してきた歴史を持つ。学生数は約26,000人、教員・研究者数は約2,400人である。

データ連携農業普及を目的として、委託先（NRI、ListenField、農業情報設計社）及びKMITLの協力を得て、スマート農業及び国際標準化に関する共同セミナーを開催した。データ連携農業普及のためにタイで開催したセミナー、検討会は2回で、第1回目は2024年2月に実証地 SingtoThong で開催した現地検討会、第2回目が本セミナーとなる。本セミナーには大学研究者、学生、BRIDGE 関係者等およそ110名が参加し、我々BRIDGEメンバーの講演に加え、学生による農機位置情報とGHGに関する報告があり、その後、質疑応答や意見交換が行われた。学生はスマート農業に興味を持っており、「農機 OpenAPI 及び ADM でのデータ連携方法が知りたい」、「収穫時期に機械の移動時間によるロスがあると思うが、ロス削減は可能か」等の質問があった。



Ph.D. Somyot Kaitwanidvilai による開会挨拶

Time	Description	Speaker
08:30 – 09:00 (30 mins)	Registration	
09:00 – 09:10 (10 mins)	Introduction of delegates	
09:10 – 09:25 (15 mins)	Opening speech	(1) Mr. Takashi Furuyama & (2) KMITL Dean of Engineering
09:25 – 09:45 (20 mins)	Lecture on Data Driven Agriculture	Speaker 1: Prof. Kiyoshi Honda, Chubu University, CSO ListenField
09:45 – 10:00 (15 mins)	Application in Farm Analytics from Soil to Harvest for More Sustainable and Predictable Agriculture by ListenField	Speaker 2: Dr. Rassarin Chinnachodteeranun, CEO, ListenField
10:00 – 10:15 (15 mins)	Introduction of Smart Agricultural Machinery Collaboration Demonstration in ASEAN	Speaker 3: Mr. Takashi Furuyama, IAM/NARO, Project Leader
10:15 – 10:30 (15 mins)	GNSS/Smart Technology in Agriculture Utilization and the Future of Agricultural Data	Speaker 4: Mr. Yasuyuki Hamada, CEO & Founder, Agri Info Design
10:30 – 10:45 (15 mins)	Break	
10:45 – 11:00 (15 mins)	The Role of Data Standards in Smart Agriculture	Speaker 5: Dr. Akane Takezaki
11:00 – 11:15 (15 mins)	Project Results from Field Implementation in Thailand and Vietnam	Speaker 6: Mr. Potchara Wongyai, Project manager, ListenField Company Limited
11:15 – 11:45 (30 mins)	– KMITL Professor Lecture – Student Project: Emissions from Rice Harvesting (SM Data)	Speaker 7: KMITL Faculty / Student Representative
11:45 – 12:00 (15 mins)	Market Research in ASEAN Countries	Speaker 8: Mr. Yutaro Shiraishi
12:10 – 12:30 (30 mins)	Q&A	
12:30 – 13:00 (30 mins)	Networking & LF Technology Demonstration	

セミナーの次第



セミナーの様子（講演者：古山）



セミナーの様子



講演中の農業情報設計社 濱田氏



講演中の ListenField 本多氏

3) Ruang Kao 農業コミュニティにおける「みちびき」測位精度試験

Ruang Kao 農業コミュニティはバンコク市から東へ約 170 km の地域の農業者で構成され、農家数は約 200 戸で、作業対象ほ場面積は 2,000rai (320ha) となっている。このコミュニティでは、天水田で直播栽培を有機（牛ふん堆肥、廃藁等のすき込み）で行っており、320ha の広範囲に散在するほ場を対象に作業を請負っている。なお、タイ、カンボジアの紛争により国境から 50 km 以内への渡航は制限されているが、この実証地は国境から 50 km を越えた地域にあり、また、現地では紛争中という感じはなかった。このコミュニティでは、以前から独自で精米した有機米をパック詰めして販売していたが、ビニル袋で真空パックしただけのパッケージから、箱詰めの見栄えのよい商品としていた。加えて、前回伺ったときに、準備をしていた乾燥ウコンの商品化（洗顔フォーム、クリームなど）もしており、ビジネス拡大を図っていた。

コミュニティ代表のキナリ氏等との意見交換では、「水稻とキャッサバの価格が低下しているため、今後はサトウキビにシフトすることが予想される」、「サトウキビ収穫機の性能が要因となって、収穫が進まない」などサトウキビでの状況について説明があった。また水稻に関しては現地ほ場において話を聞いた。現地ほ場は不整形区画ほ場であり、一端に池があった。雨期になると上流から水が流れてきて、ほ場一面に水を張った状態となり、稲が育つとのことであった。このほ場にある池はほ場とつながっており、水を張った状態での作業では池に落ちる危険があるように思えたが、現地の方々はあまり気にしていないようであった。

みちびき受信試験は、収穫後のほ場で行い、ほ場はみちびきの信号を遮る樹木が少ない場所であった。トラクタにみちびき受信器及びアンテナを設置し、ほ場内を走行しながら、みちびきデータ受信をしながら走行した。受信状況としては、データ取得ができており、詳細は後日濱田氏がまとめることとなっている。



2024年に伺ったときに渡した感謝状（安原元所長サイン）



コミュニティで商品化されている有機米及びうどん商品（奥にある額は2022年に渡した天羽元所長サインの感謝状）



みちびき受信試験



みちびき受信状況表示画面

4) ListenField社におけるタイ現地実証に関する打ち合わせ及び意見交換

実証を担っている ListenField 社において、今後の計画等について意見交換を行った。来年度は、タイ実証内容をみちびき受信システムに限定する可能性があるが、ベトナムは現在の実証内容を引き続き行う予定である。ベトナム実証で利用するアプリについて、生産者は現場ではワークオーダー／ワークレポート／ペイメントアプリを使い、ベトナム国立農業大学（以下「VNUA」という。）ではフリートマネジメントシステムやカーボンフットプリントアプリを使うことを提案したが、VNUA では今後、生産組合等へワークオーダー／ワークレポート／ペイメントアプリの使い方等指導してもらうことを想定して、VNUA でも同じアプリを使うこととした。その他、ListenField 社、農業情報設計社から、実証段階で明らかとなった2つの課題について相談があった。

①農機 OpenAPI のグローバル化

現状、農機 OpenAPI は日本国内を対象としているため、
・英語版 Web がなく、ASEAN の人々が農機 OpenAPI ホームページを英語で検索しても出てこない。

・「農機 OpenAPI」の名称の英語バージョンがなく、適切な表記ができない。
・最近、John Deer 社が農機 OpenAPI 同様に「JohnDeerAPI（仮）」策定し、これを ISO に提案しているため、「JohnDeerAPI（仮）」が ISO 規格として承認されれば、農機 OpenAPI は国内規格に限定される。そこで両社から、農機 OpenAPI の Web の英語化と英語表記、また、国際標準化の提案があった。

②データ連携規格 ADM を用いた FMIS の相互運用性の検証

現在、FMIS 同士のファイル交換は ListenField 社の FMIS 間で行っているが、本来別のシステム間でのデータ交換により相互運用性の検証をすべきである。そのため、農機研附属農場に FMIS を導入し、ListenField の FMIS とデータ交換を行って、相互運用性の検証をしたい。

この 2 点については、帰国後関係者と検討することとした。



ListenField 社での打合せ

5. 収集資料等

スマート農業及び国際標準化セミナー講演資料

16. BRIDGE ベトナム国立農業大学でのセミナー及び意見交換 (3/12-18、ベトナム)

無人化農作業研究領域 小型電動ロボット技術グループ 兼 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
機械化連携推進部機械化連携推進室 主任研究員 古山隆司

1. 目的

BRIDGE 事業でのベトナムでのデータ連携農業普及を目指し、現地での理解と普及にかかる人材育成を目的として、実証試験に協力していただいているベトナム国立農業大学(以下、「VNUA」という。)においてセミナー及び今後の連携方向に関する意見交換等を実施する。また、ベトナムでのデータ連携実証地である Huong Ngai 農業組合において、ベトナムでのアプリの実用性を高めるため、実証で用いたアプリ等について意見交換を行う。併せて、前回の GNSS に関する技術指導に続き、VRA について技術指導を行い、VNUA におけるスマート農業に関する人材育成に協力する。

2. 調査日程

令和 8 年 3 月 12 日 (木) ～ 3 月 18 日 (水) (7 日間)

日数	日付	訪問先	宿泊	交通	摘要
1	3/12(木)	ナン：成田空港→ノイバイ空港	ハノイ	航空機	移動日
2	3/13(金)	ナン：ベトナム国立農業大学	ハノイ	タクシー	VRA 指導
3	3/14(土)	ナン：ベトナム国立農業大学	ハノイ	タクシー	VRA 指導
4	3/15(日)	ナン：ベトナム国立農業大学 古山：成田空港→ノイバイ空港	ハノイ ハノイ	タクシー 航空機	RTK 基準局 運用指導 移動日
5	3/16(月)	ベトナム国家農業大学	ハノイ	タクシー	セミナー 意見交換
6	3/17(火)	Huong Ngai 農業組合 ノイバイ空港 (出国)	機内泊	航空機	意見交換
7	3/18(水)	成田空港 (帰国)	—	航空機	移動日

3. 主な訪問先

日付	訪問先	住所
3/13～16	ベトナム国立農業大学	Đường Phố Ngô Xuân Quảng, Trâu Quỳ, Gia Lâm, Hà Nội, ベトナム
3/17	Huong Ngai 農業組合	Huong Nga, Thạch Thất, Hà Nội, ベトナム



4. 出張概要

1) ベトナム国立農業大学におけるセミナー及び意見交換

2026年3月16日にベトナム国家農業大学（Vietnam National University of Agriculture：VNUA）において、本年度の実証結果の報告、前回 Nang 上級研究員が指導したデータ連携方法に関する VNUA での試験結果、国際標準化活動等に関しての”2nd Academic Exchange Meeting on Smart Agriculture” セミナーを開催した。日本側からは農機研の他、BRIDGE 事業の委託先である野村総研、ListenField 社、農業情報設計社が参加した。今回のセミナーは会場を2つに分け、講演者は小会議室で、視聴する教員・学生は大会議室の2会場を Zoom で接続しての開催となった。

Smart Machine Program

Date 16 March 2026

Time	Description	Speaker
08:30- 09:00 (30 min)	Registration	
09:00- 09:05 (5 min)	Introduction of delegates (on-site/ online)	
09:05- 09:15 (10min)	Opening speech	Dr. Nguyen Xuan Truong (FOE Dean, VNUA) & Mr. Takashi Furuyama (NARO)
09:15- 09:30 (15 min)	Future plans for Smart Agricultural Machinery Collaboration Demonstration in Vietnam	Mr. Takashi Furuyama
09:30- 09:45 (15 min)	The Role of Data Standards in Smart Rice Fanning	Dr. Akane Takezaki
09:45- 10:00 (15 min)	Development of a Variable-Rate Fertilization Map Using Drone-Based Remote Sensing Data	Dr. Sara Tokhi Arab, PhD
10:00- 10:15 (15 min)	FMIS and the Introduction of AgriBus-NAVI	Yasuyuki Hamada, CEO & Founder, Agri Info Design
10:15- 10:30 (15 min)	Break	
10:30- 11:00 (30 min)	Results from Demonstration in Thailand & Vietnam	Mr. Potchara Wongyai (Project Manager, ListenField)
11:00-11:15 (15 min)	On-field results of the Smart Machine Demonstration Project at Huong Ngai Cooperative	Dr. Dang Ngoc Danh (VNUA)
11:15-11:30 (15 min)	Report on the Construction of an RTK Base Station for Precision Agriculture	ME. Huong Huan Anh, (VNUA)
11:30-12:00 (30 min)	Q&A	

はじめに学部長 Dr. Nguyen Xuan Truong と農研機構から古山が開会挨拶した後、各講演を行った。古山からは「ベトナムにおける今後のスマート農機データ連携方向」、竹崎主席研（オンライン参加）からは「国際標準化活動報告」、サラ任期付研究員（オンライン参加）からは「ドローンのリモートセンシングデータによる VRA の開発」、農業情報設計社濱田 CEO（オンライン参加）からは「FMIS とアグリバスの概要」、ListenField 社 Potchara 氏から「タイ及びベトナムでの実施結果」、VNUA の Dr. Dang Ngoc Danh からは「Huong Ngai Cooperative でのスマート農業実証結果」、VNUA の Mr. Hoan Xuan Anh から「精密農業のための RTK ベースステーション構築」の講演を行った。質疑応答では、大学側から「今後の連携方向についてはベトナムとして取り組む方向と一致しており、VNUA としても積極的に協力していきたい」との発言があった。今回のセミナーでは学生からの質問がなかったが、英語での講演がほとんどであり、学生が内容をあまり理解できていなかったのではと考えられた。次回以降は生産者等英語が分からない方の参加もありうると考えると英語⇒ベトナム語、日本語⇒ベトナム語の通訳を入れるこ

とが必要と思われた。



セミナー講演ルーム



講演者の集合写真



セミナー視聴ルーム
(一般の教員、学生が視聴)

2) 今後の連携についての意見交換

今後の VNUA との連携方向について、意見交換を行った。意見交換では、古山が午前中の講演で用いた懸案事項をベースに議論することとした。

(1) 次年度：

①大学でのデータ連携人材の育成

農研機構では、次年度、VNUA から若手研究者を2週間程度農研機構に招聘・研修を行い、スマート農業技術の理解・促進により、ベトナムでのデータ連携農業普及を担う人材として育成支援することを検討している。これについて、今後、実施時期、研修内容等詰めることとした。

②ベトナムでの実証

- ・準天頂衛星「みちびき」活用
- ・農業生産等データの取扱（越境問題）

「みちびき」活用及び農作業等のデータの取扱については、理解しており、今後関係者間

で十分検討し、解決策を見つけていく必要があるとの VNUA 側の見解であった。

③今後のセミナー参加者の範囲拡大

本プロジェクトがベトナムにおいて一定の成果を達成した段階では、企業、農業協同組合、農業生産者、および関連機関が参加する大規模なセミナーの開催も十分可能であるとの VNUA 側の見解であった。

(2) プロジェクト終了後

①プロジェクト終了後のデータ連携農業普及活動

本プロジェクトの実施過程は、以下のような継続的な活動の基盤となる。

- (i) ベトナム農業大学およびベトナムにおけるスマート農業モデルの形成と発展
- (ii) プロジェクト成果の公開および普及（企業、農業協同組合、農業生産者などが参加するセミナーの開催）
- (iii) 教員および研究者による普及活動を通じて、農家が農業技術を実際の生産に導入できるよう支援
- (iv) プロジェクト成果を教育カリキュラムに組み込み、将来の重要な労働力となる学生が技術を理解し活用できるようにする

これらの活動は、プロジェクト成果の普及を促進し、ベトナムにおけるデータ連携型農業および持続可能な農業の発展に寄与するものと見解であった。

②VNUA と農研機構の今後の連携

本プロジェクトの協力関係がベトナムにおけるスマート農業機械および精密農業の実用化を促進するとともに、ベトナムと日本の科学技術協力関係をさらに強化に繋がると考える。



今後の連携に関する意見交換の様子

3) Huong Ngai 農業組合における意見交換等

①意見交換

実証地である Huong Ngai 農業組合（Huong Ngai Cooperative）において、組合長、地域の元行政区長、組合員農家、機械所有者と VNUA メンバー、農研機構メンバー、ListenField メンバーで実証に関する意見交換を行った。

実証で用いたアプリについて、組合側としては、昨年度 ListenField が開発してタイの実証地で使用していた WorkOrder/WorkReport/Payment アプリで、有効性は認めつつも、今年度開発した先のアプリの改良版の方が使い勝手がよいとの意見であった。更に改良版のアプリについても意見があり、このアプリでは支払いが作業毎になっているが、組合では耕耘・播種から収穫までの 1 サイクルまとめた支払いになっており、その点は改良が必要であるとのことであった。また、アプリで支払いが可能ではあるが、ベトナムでは現状、支払う側は支払い手続き

だけで簡単であるが、受け取る側の手続きが煩雑であり、アプリを使うよりは現金払の方が楽であるとの意見もあった。さらに作業毎に表示される作業完了／支払いアイコンが多数並んでいると、農家としてはどれが自分の農地に関する作業なのか探すのが大変なため、作業毎に表示又は作業機毎に表示されるとよいとの意見があった。参加していた組合員農家としては、作業を請け負っている組合を信用していない訳ではないが、できるだけリアルタイムで確認がしたいという要望を持っていた。

通常の作業計画は、あらかじめ紙ベースでの計画書があり、そこには農家名、ほ場名、ほ場面積、単位面積あたりの作業費用、支払い額、備考などの項目が設定され、それにほ場毎のデータが記載されていた。ここでアプリを使うにあたり、問題があることが判明した。ほ場を特定するほ場名は分かるが、地図データ上で当該ほ場を示すことができないことが分かり、これはベトナム行政機関でほ場データを所有しているが、それを利用するには手続きが難しく、ほぼ使えない状態であるとのことであった。これについては、今後検討することになった。



意見交換の様子

②ほ場視察

今年の田植え作業は既に終わっており、そのほ場を視察した。このほ場では、田植え前に用水路整備を組合の予算で行い、コンクリート製で全長 400mを整備した。用水路壁面厚さが厚いように思えたが、ほ場に機械を入れるときには、用水路の上に歩み板を載せてそこを機械が渡るため、このような厚さになっているようであった。



田植え後のほ場と整備した用水

4) ベトナム国家農業大学における VRA の指導など

ベトナム国家農業大学研究者のスマート農業育成支援のため、無人化農作業研究領域の Nang 上級研究員が VRA 指導を行った。この指導は 10 月の指導に継いで 2 回目である。

指導内容は以下である。

- ① QGIS などを用いて、衛星画像から VRA マップ作成の方法：説明と実践
- ② ドローンによる VRA マップ作成の方法：説明、グラウンドポイントのマーカ試作
- ③ RTK 測量用基準局の運用：昨年 10 月の指導で試作した基準局の補正情報を農業情報設計社製 Agribus - G2 の移動局に設定し、RTK 測量取得とトラクタ用直進アシストの使い方の説明と実践



衛星画像から VRA マップ作成の方法説明とグラウンドポイントマーク試作



基準局の補正情報打合せ(左) トラクタに仮設置した Agribus-G2(中) 試作した RTK 基準局

5. 収集資料等

” 2nd Academic Exchange Meeting on Smart Agriculture ” セミナー講演資料

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

令和 7 年度（2025 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 8 年（2026 年） 8 月 18 日発行