

令和元年度（2019年度）
海外技術調査報告

令和3年（2021年）2月

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業技術革新工学研究センター

ま え が き

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農業技術革新工学研究センター（農研機構 革新工学センター）は、平成 28 年（2016 年）に異分野との連携を重視し、農作業とロボット技術や情報通信技術（ICT）の連携による重点化研究センターとして設置された。

その使命は、農業労働力の減少や高齢化に伴い、我が国の農業構造が大きく変化する中で、スマート農業の実現に向けたロボット技術・ICT 等の異分野の技術を活用した先進的・革新的な農業機械の開発に係る中核的な役割を担うことである。また、野菜作や果樹などの機械化、水田作・畑作における高速化・低コスト化・汎用化、さらに畜産・酪農における精密飼養管理など、生産現場が直面している課題への対応も重要である。このほか、農業機械・装置の省エネルギー化など環境負荷の低減、効果的な農作業安全対策への貢献といったことも含まれる。さらに、農業機械等の国際標準化を推進するため、関係国や国際機関、本部国際連携推進室等と連携している。これら革新的技術の開発に当たり、先進的な農業技術情報を広く収集する目的で職員を海外に派遣している。

なお、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、農研機構では令和 2 年 2 月から出張の制限策がとられ、令和元年度中に予定されていた海外調査等の一部が中止となった。

本報告は、令和元年度に実施した海外技術調査等の結果を取りまとめたものであり、関係各位の参考になることを願う。

令和 3 年（2021 年） 2 月
農業・食品産業技術総合研究機構
農業技術革新工学研究センター

目 次

1. VJST (The Vietnam-Japan Science and Technology Symposium) 2019 シンポジウム、NASATI (National Agency for Science And Technology Information) ワークショップにおける研究成果発表および MTC-VIAEP、VNUA 訪問について (5/1-7、ベトナム) … 1
次世代コア技術研究領域 (ポストハーベストユニット)
特別研究員 ○Dang Quoc Thuyet (ダン クオック・トゥエット)
戦略統括監付 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順
2. ISO/TC23 国際標準化会議への参加 (6/10-16、スペイン) ……7
安全検査部 ロボット安全評価ユニット長 塚本茂善
3. OECD トラクタテストコード技術部会への参加 (6/11-15、フランス) …… 12
戦略統括監付 国際連携管理役 藤盛隆志
戦略統括監付 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順
安全検査部 作業機安全評価ユニット長 富田宗樹
安全検査部 作業機安全評価ユニット 研究員 ○松本将大
4. Greensys2019 への参加 (6/15-22、フランス) ……14
次世代コア技術研究領域 基礎技術ユニット長 ○吉永慶太
高度作業支援システム研究領域 高度施設型作業ユニット 研究員 ○内藤裕貴
5. ASABE 2019 年次大会参加及びパーデュー大学訪問調査 (7/6-14、米国) …… 18
次世代コア技術研究領域 ポストハーベストユニット 主任研究員 ○川出哲生
安全工学研究領域 安全システムユニット 主任研究員 ○井上秀彦
安全工学研究領域 労働衛生ユニット 研究員 ○田中正浩
高度作業支援システム研究領域 高度土地利用型作業ユニット
主任研究員 ○Nguyen Van Nang (ヌウエン バン ナン)
6. International Workshop on ICTs for Precision Agriculture (ICT を活用した精密農業に係る国際ワークショップ) における招聘講演 (8/5-10、マレーシア) …… 40
戦略統括監付 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順
7. National Seminar on Precision Agriculture Technology of Rice 2019 (稲作における精密農業セミナー、TEPad 2019) での招聘講演 (8/26-29、マレーシア) …… 43
高度作業支援システム研究領域長 八谷 満

8. アジア太平洋地域農業機械化ネットワーク (ANTAM) 技術部会への参加 (9/10-13、中国) 45
 戦略統括監付 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順
9. AEF が主催する PlugFest への参加 (9/14-9/22、フランス)47
 次世代コア技術研究領域 自律移動体ユニット長 西脇健太郎
10. アワヨトウの日中共同研究の打ち合わせおよび第2回国際レーダ生態学会議への参加 (9/21-9/25、中国)49
 高度作業支援システム研究領域 高度情報化システムユニット長 大塚 彰
11. 持続的農業機械化センター (CSAM) 事務局との意見交換 (9/22-23、中国)50
 所長 藤村博志
 戦略統括監付 国際連携管理役 藤盛隆志
 戦略統括監付 戦略推進室 国際専門役 ○川瀬芳順
12. 第20回農林業用トラクタ公式試験のための OECD 標準テストコードに関する各国指定機関テストエンジニア会議及び自動車部品メーカーにおける ROPS シミュレーションテストに関する調査 (9/29-10/5、オーストリア)52
 戦略統括監付 国際連携管理役 藤盛隆志
 安全検査部 作業機安全評価ユニット 研究員 ○原田一郎
 安全検査部 性能評価ユニット 研究員 ○大西明日見
13. 果樹のスマート農業、精密農業研究等に関する調査 (10/6-14、イタリア)60
 高度作業支援システム研究領域 高度施設型作業ユニット長 太田智彦
14. ANTAM 年次会合参加 (10/9-14、ロシア)66
 企画部 企画室 主任研究員 ○嶋津光辰
 研究推進部 国際連携管理役 藤盛隆志
 次世代コア技術研究領域 (ポストハーベストユニット)
 特別研究員 Dang Quoc Thuyet (ダン クオック・トゥエット)
15. JIRCAS からの要請出張「ツマジロクサヨトウのタイにおける拡散と防除技術開発に関する情報収集」の報告 (10/15-19、タイ)70
 高度作業支援システム研究領域 高度情報化システムユニット長 大塚 彰
16. 中国国際農業機械展示会 (CIAME2019) 調査報告 (10/29-11/1、中国)72
 次世代コア技術研究領域 基礎技術研究ユニット長 ○吉永慶太
 研究推進部 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順

17. AgEng・AGRITECHNICAでの情報収集(11/7-15、ドイツ)	75
次世代コア技術研究領域 自律移動体ユニット長	○西脇健太郎
次世代コア技術研究領域 自律移動体ユニット 特別研究員	○山下晃平
18. アグリテクニカ 2019 出張((11/9-15、ドイツ)	84
研究推進部 戦略統括監	○半田 淳
研究推進部 戦略推進室 国際連携役	川瀬芳順
研究推進部 戦略推進室 主任研究員	○重松健太
高度作業支援システム研究領域 主任研究員	○青木 循
19. Vision Zero 2019 Summit および IEC 白書プロジェクト Safety in the Future 会 合への出席(11/11-21、フィンランド、オランダ)	93
研究推進部 戦略推進室 上級研究員	○紺屋朋子
安全検査部 特別研究員 Tran Thu thuy (チャン トウ トウイ)	
20. CSAM 運営審議会への出席(11/28-30、韓国)	100
研究推進部 国際連携管理役	藤盛隆志
研究推進部 戦略推進室 国際専門役	○川瀬芳順
21. Agrifuture2019 参加(12/1-12/4、タイ)	102
研究推進部 戦略推進室 国際専門役	川瀬芳順
22. ツマジロクサヨトウの発生状況調査の報告(1/14-16、韓国)	104
高度作業支援システム研究領域 高度情報化システムユニット長	大塚 彰
23. 農林業用トラクタ公式試験のための OECD 標準テストコードに関する各国指定機関 代表者年次会議(2/23-28、フランス)	105
研究推進部 国際連携管理役	藤盛隆志
研究推進部 戦略推進室 国際連携専門役	川瀬芳順
安全検査部 性能評価ユニット長	手島 司
安全検査部 作業機安全評価ユニット 研究員	○原田一郎
安全検査部 ロボット安全評価ユニット 研究員	○山崎裕文

※：○印は複数の出張者における主たる執筆者を示す。

1. VJST (The Vietnam - Japan Science and Technology Symposium) 2019 シンポジウム、NASATI (National Agency for Science And Technology Information) ワークショップにおける研究成果発表および MTC-VIAEP、VNUA 訪問について (5/1-7、ベトナム)

次世代コア技術研究領域 (ポストハーベストユニット)

特別研究員 Dang Quoc Thuyet (ダン クオック・トゥエット)

戦略統括監付 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順

1. 目的

NASATI (National Agency for Science And Technology Information:国立科学技術情報局) ワークショップ、VJST2019 シンポジウム (ベトナム-日本科学技術シンポジウム) に出席し、ニンニク調製装置の開発と、AI、ディープラーニングについて口頭発表する。また、VNUA (Vietnam National University of Agriculture:ベトナム国立農業大学) のポストハーベスト学部の研究動向を調査する。Vietnam Institute of Agricultural Engineering and Post-Harvest Technology (VIAEP:ベトナム農業工学・ポストハーベスト研究所) と Machinery Testing Center (MTC) を訪問しベトナムにおける農業機械の検査鑑定の動向調査を行う。

2. 日程

令和元年5月1日(水)～7日(火)

日数	日付	都市名	摘要
1	5/1 (水)	東京 (羽田) → NoiBai (ハノイ)	移動
2	5/2 (木)	ハノイ市	VNUA を訪問
3	5/3 (金)	ハノイ市	NASATI ワークショップ
4	5/4 (土)	ハノイ市	VJST2019 シンポジウム
5	5/5 (日)	ハノイ市	資料整理
6	5/6 (月)	ハノイ市	VIAEP を訪問 NASATI ワークショップ
7	5/7 (火)	NoiBai (ハノイ) →東京 (羽田)	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
5月2日(木)	VNUA	Assoc. Prof. Dr. Nguyen Thi Bich Thuy (Head of Postharvest Technology Department; Director of International Cooperation Office)	Ngo Xuan Quang Street, Trauquy, Gialam, Hanoi, Vietnam
5月3日(金)	NASATI, Hoa Binh Hotel FPT	MA. Tran Thi Thu Ha Deputy Director General of NASATI.	No 27, Ly Thuong Kiet Street, Hanoi, Vietnam FPT Campus, F-Ville 2, Hoa Lac High-Tech Park, Hanoi, Vietnam
5月4日(土)	VJU	Dr. Nguyen Hoang Anh Vice Rector, VNU Vietnam Japan University	Luu Huu Phuoc Road, My Dinh 1 Residential Area, Nam Tu Liem District, Ha Noi, Vietnam
5月6日(月)	VIAEP MTC VinGroup	Ms. Tam Thi Dinh Deputy Director, VIAEP Mr. Tran Duc Tuan Deputy Director Machinery Testing Center (MTC), VIAEP Dr. Hung Bui Director of AI research Institute, VinTech, VinGroup	VIAEP, 60 Trung Kinh, Trung Hoa, Cau giay, Hanoi, Vietnam lley 64 Ngo Xuan Quang Rd., Trau Quy town, Gia Lam Dist., Hanoi, Vietnam VinGroup, Almaz Center, Hoa Lan, Phuc Loi, Long Bien District, Ha Noi, Vietnam

4. 調査結果の概要

1) 5月2日(木) ベトナム国立農業大学(VNUA) 調査

VNUAは、農業系大学としてはベトナム国内で最も古い大学である。農業、獣医学、農村開発、食品科学、情報技術、バイオテクノロジー、教育、等々を含む14の農業関連学部と農業生物学、稲作研究、経済開発、工学研究訓練の4つの研究機関等で組織され、学生数は約4万名、敷地面積は210haを超える。



図1 VNUA 訪問・意見交換並びに参加メンバー



図2 VNUA での研究紹介表

VNUAのポストハーベスト学部の副学部長と打ち合わせを行った(図1)。ダン 日本の農業におけるAI研究、応用について紹介した(図2)。VNUAのポストハーベスト学部長はポストハーベストを含む食品加工に関する研究経験があり、今後、食品加工に関する共同研究、及び詳細な研究課題について農業技術革新工学研究センター(以下、革新工学センター)と技術・情報の交換を行っていききたい旨の発言があった。

2) 5月3日(金) NASATI ワークショップ(会場: ホアビンホテル、FPT コーポレーション)

NASATI ワークショップは、テーマ別に3カ所の会場で行われた。ホアビンホテル会場では、農業の高度技術についての意見交換が行われ、ダンは「ニンニクの根切りのAIによる判定の研究」について話題提供を行った(図3、4)。

また、VinGroup 会場(5月6日(月) 訪問)では“ベトナムにおけるAI技術とAI応用”、FPT 会場では“AI 及びIoT”をテーマとした意見交換が行われた(図5)。

会場の1つとなったFPT コーポレーション(以下、FPT)は、ソフトウェア子会社、FPT 日本子会社、FPT 大学、FPT サービス、FPT 大学等を傘下に持ち、AI研究のスピードアップに努めている。特に、FPT 大学ではAI関係の教育にも力を入れており、サービスシステムを世界に広めようとしている。

同様に、VinGroup コーポレーション(以下、VinGroup)は不動産開発、オフィス賃貸、ホテル・レストラン・娯楽施設運営、小売、農産物生産販売、教育・医療サービス、車両生産、スマート電子製品生産・人工知能(AI)・自動化・新材料の研究開発(R&D)・応用、製薬への投資、アニメ制作等を行っている企業グループである。特に、AIの応用研究に力を入れており、新たに設立したVinAI 研究所は、Vin 大学でのAI研究に対して奨学金プログラムを実施している。VinEco はスマート農業における農業機械へのAIの応用を研究している。



図3 NASATI で発表



図4 NASATI にて



図5 FPT, F-Ville 2 にて

3) 5月4日(土) VJST2019 シンポジウム

VJST シンポジウムは、これまで日本で12回行われており、ベトナムでの開催は今回が初となった。総勢350名以上にのぼる日本とベトナムの研究者の交流を目的として、幅広い分野(持続可能な開発目標(SDGs)におけるAI、ICT、IoT及びロボット工学の応用、バイオメディカルサイエンスと公衆衛生、再生可能エネルギー・電力ネットワークのテクノロジー、気候変動の適応、環境技術・管理、グリーン科学、農業と食品の安全性、マイクロ・ナノ科学、材料科学、経済戦略等)にわたり講演が行われた。発表課題数は、口頭及びポスターを含め全部で147あった。日本からの参加(広島大学、東京大学、東京工業大学など)も多かった(図6、7)。

ダンは「ニンニクの根切りのAIによる判定の研究」と題して、ニンニクの根すりについて、写真をAI解析し、良悪を判定する研究内容を口頭発表した(図8)。日本のニンニク生産、品質について質問があり、日本のニンニク生産量は世界で37番目であり、品質は良いと回答した。また、AIアルゴリズム解析の使用について質問がなされ、少ないデータでもAIアルゴリズム解析が可能であることを回答した。



図6 古田元夫日越大学学長



図7 VJST2019
シンポジウム概要



図8 VJST2019
シンポジウムでの発表

4) 5月6日(月) VIAEP 訪問、NASATI ワークショップ

再び、NASATI ワークショップに参加し、Vingroup 会場にて革新工学センターでの研究成果を報告するとともに、様々なAIの応用事例について意見交換を行った(図9、10)。ニンニク写真の取得、利用方法について質問があり、データ取得用の装置を試作し、AIでの教師データとして利用した旨回答した。



図9 VinGroup で発表



図10 VinGroup にて

また同日、VIAEP を訪問（図11）し、Ms. Tam Thi Dinh 副所長やMr. Tran Duc Tuan 検査部長と懇談した。検査施設を再構築する予算が確保できたとの話があった。その後MTCに移動し、検査施設の見学を行った。MTCは大型の測定装置等を必要としない安全装備検査の確認方法に興味を示した。今後も、検査鑑定における様々な情報交換を行っていくこととした（図12）。



図11 ベトナム農業工学・ポストハーベスト研究所（VIAEP）



図12 Machinery Testing Center 訪問打合せ(MTC)

5. まとめ

NASATI ワークショップ、VJST2019 シンポジウム、VNUA、VIAEP、MCT を訪問し、近年ベトナムでも AI に強い関心があることが確認された。様々な関係機関と交流したことで、幅広い分野での AI の活用について知ることができた。MTC は農業機械の安全性にも関心があることが確認されたことから、今後ベトナムでの農作業機械における安全性向上を期待したい。

6. 収集資料等

- 1) Proceeding of NASATI Workshop on “Connecting International Science and Technology Information Resources Between Academic and Industry for Commercialization of Research Results”, Hanoi, Vietnam, May 03, 2019.
- 2) FPT workshop on “Artificial Intelligence and Internet of Things”, Hanoi, Vietnam, May 03, 2019

- 3) Scientific Workshop on “AI Technology and AI applications in Vietnam” , VinGroup, Hanoi, Vietnam, May 06, 2019
- 4) Japan Science and Technology Symposium 2019 – Towards Sustainable Development Proceedings (VJST2019), ISBN 978-604-913-812-6 Publishing House for Science and Technology, Hanoi, Vietnam, May 04, 2019.

2. ISO/TC23 国際標準化会議への参加 (6/10-16、スペイン)

安全検査部 ロボット安全評価ユニット長 塚本茂善

1. 目的

ドローンによる無人航空防除に関する国際規格（ISO/TC23/SC6/WG25 及び ISO/TC23/SC6）を審議する部会（以下、WG）及び総会に参加する。

2. 日程

令和元年6月10日（月）～16日（日）

月 日	都 市 名	時 間	交 通	摘 要
6/10(月)	東京（羽田）発 ロンドン着/ロンドン発 バルセロナ)着 (バルセロナ泊)	08:50 13:10/15:40 18:50	BA0008 BA0406	移動日
6/11(火)	バルセロナ滞在 (バルセロナ泊)		鉄道	ISO/TC23/SC6/WG25 会議出席
6/12(水)	バルセロナ滞在 (バルセロナ泊)		バス	Professional Tour
6/13(木)	バルセロナ滞在 (バルセロナ泊)			国内メンバーによる打合せ
6/14(金)	バルセロナ滞在 (バルセロナ泊)		徒歩	ISO/TC23/SC6 Plenary（総会） 出席
6/15(土)	バルセロナ発 ロンドン着/ロンドン発	11:40 13:05/15:45	BA0479 BA0005	移動日
6/16(日)	東京（成田）着	11:15		移動日

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
UPC Escola Superior d' Agricultura Campus Castelldefels	Convenor Dr. Rhee, Joong-Yong	Carrer Esteve Terradas, 8 08860 Castelldefels SPAIN
	Secretary Ms. Hawken, Lesley	
	Liaison officer Mr. Garbett, Robert	
IRTA - Mollerussa Research Center (実験ほ 場)	-	Av. Alcalde Rovira Roure, 191, 25198 Lleida, Spain
IRTA Fruitcentre - Lleida (果物保存技術・分 類・製菓・包装用のパイロッ トプラント)	-	Parc de Gardeny. Edifici Fruitcentre, 25003 Lleida, Spain
Generalitat de Catalunya - Departament d' Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació	Convenor Ms. Ruetsch Bernadette	Avinguda de les Corts Catalanes, 612-614 08007 Barcelona - SPAIN

4. 調査結果の概要

1) 参加国

フランス、ドイツ、オランダ、イタリア、スペイン、スウェーデン、英国、ブラジル、カナダ、米
国、中国、インド、日本、韓国

合計 14 カ国 約 70 名

2) 議事要旨

本会議には日本から業界団体 1 名、メーカ 3 名、農研機構 2 名が参加した。ISO/TC23/SC6/WG25 会
議では、事前に準備されていた 163 の議題（コメント）について 1 つずつ審議を行い、92 の議題(コ
メント)について議論した（図 1、図 2）。ANNEX（付属書）として提案中の防除試験に関する議題まで
議論が進まなかった。残った議題（コメント）については引き続き次回の WG 会議（令和元年 10 月末
～11 月上旬、中国）にて審議することとなった。また、ISO/TC23/SC6 Plenary（総会）では、事務局
からの報告及び各 WG の Convenor（議長）からの活動報告について検討を行った。次回の総会は令和
2 年 6 月 15 日～6 月 19 日にブラジルで開催されることが決まった。また、中国からは無人航空機に
よる散布ドリフトのほ場試験方法について新たに WG を立ち上げたいとの申し出があった。



図1 ISO/TC23/SC6/WG25 会議の会場



図2 ISO/TC23/SC6 総会の会場

(1) UPC（カタルーニャ工科大学）の防除機試験研究施設

ISO/TC23/SC6/WG25 会議終了後、UPC 内の防除試験研究施設の見学を行った。

屋外では牽引式のスピードスプレーヤ（図3）やブドウ畑用スプレーヤ（図4）、施設内では薬液の落下量分布測定装置（図5）やノズル噴霧観察装置（図6）などが展示されていた。



図3 牽引式のスピードスプレーヤ



図4 ブドウ畑用スプレーヤ



図5 落下量分布測定装置



図6 ノズル噴霧観察装置

(2) Professional tour (IRTA -Mollerussa Research Center)

IRTA はカタルーニャ州政府の農業省に登録されている農業食品分野における研究と技術開発を促進することを目的とした研究機関である。IRTA センターの一つであるリサーチセンターの実験ほ場において、LiDAR システムを使ったスプレードリフトの測定デモ（スピードスプレーヤによる噴霧薬液が樹木を通過してドリフトする様子）が行われた（図7）。また、精密農業の研究として、作物の3次元特性を測定するための自走式車両に関する紹介があった（図8）。



図7 スプレードリフトの測定デモ



図8 自走式三次元作物特性測定装置

(3) Professional tour (IRTA Fruitcentre - Lleida)

IRTA センターの一つであるフルーツセンターを訪問した（図9）。ここには果物保存の新技术や果物の分類、包装などのためのパイロットプラントがあり、試験や調査が行われている。



図9 IRTA Fruitcentre の外観

5. 収集資料等

- 1) ISO/TC23/SC6/WG25 会議及び ISO/TC23/SC6 総会資料
- 2) MiCRON Weed Management カタログ
- 3) An EU research project カタログ

3. OECD トラクタテストコード技術部会への参加 (6/11-15、フランス)

戦略統括監付 国際連携管理役 藤盛隆志
戦略統括監付 戦略推進室 国際連携専門役 川瀬芳順
安全検査部 作業機安全評価ユニット長 富田宗樹
安全検査部 作業機安全評価ユニット 研究員 松本将大

1. 目的

OECD トラクタテストコード（以下、OECD コード）では技術部会 Technical Working Group（以下、TWG）を年1～2回開催し、技術的検討を行った後、年次会合において審議・採択を行う。

2. 日程

令和元年6月11日（火）～15日（土）（5日間）

日数	月日	都市名	摘要
1	6/11（火）	成田発→パリ着（CDG 空港）	[パリ泊]
2	6/12（水）	パリ	OECDTWG [パリ泊]
3	6/13（木）	パリ	OECDTWG 及び現地検討 [パリ泊]
4	6/14（金）	パリ発（CDG 空港）	[機内泊]
5	6/15（土）	成田着	

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所
OECD Conference Centre	OECD トラクタコード・スキーム事務局	2 rue Andre Pascal 75016 Paris, France

4. 結果の概要

1) 技術部会（TWG）

(1) 期間

令和元年6月12日～13日（2日間）

(2) 場所

OECD コンファレンスセンター 第2会議室

(3) 出席国

ドイツ、オーストリア、スペイン、米国、フランス、トルコ、ロシア、英国、
チェコ、スロバキア、日本、イタリア

(4) TWG の概要

OECD コードの TWG では、参加国の技術者がそろい、テストコードの改訂案の技術的な問題を検討する。TWG で検討し、議決されれば年次会合にて発議される。さらに、TWG の前段階として有志から

なる Sub-Working Group(以下、SWG)会合にて、技術者らがテストコードの改定案を検討し、TWG にて決議する。今回の TWG では SWG からの進捗状況の報告や、ロボット農機に関する情報提供などがあった(図1)。



図1 TWGの様子

(5) 現地検討の概要

現地検討は、フランスの OECD テストセンターである UTAC-CERAM にて行われた。UTAC-CERAM は主として自動車関係の認証を扱う第三者認証機関である。UTAC-CERAM は、部外者の出入りは厳重に管理されており、カメラ、スマートフォン等の内部への持ち込みは不可であった。参加対象者は、事務局、調整センター及び OECD ラウンドロビンツアー(以下、OECD-RRT)参加国のみであり、デモの見学及び技術的な議論を行った。

デモでは、OECD-RRT 供試 ROPS の SIP (Seat Index Point=座席基準点)測定が行われ、その後、測定方法に関する議論が行われた。議論の結果、OECD-RRT での SIP 測定は、サスペンションストロークは実測値、上下調節量はシートメーカーの設計値を使うことが決定された。各国はこの決定に沿った SIP の測定結果を再度調整センターに提出することとなった。

今回の決定は OECD-RRT に限ったものであるが、今後のテストコードまたはその運用の改正の可能性を考慮し、我が国で実施する強度試験での影響について検討を行う必要性を認めた

5. 収集資料等

DRAFT AGENDA OF THE TECHNICAL WORKING GROUP MEETING OF THE OECD TRACTOR CODES

4. Greensys2019 への参加 (6/15-22、フランス)

次世代コア技術研究領域 基礎技術ユニット長 吉永慶太
高度作業支援システム研究領域 高度施設型作業ユニット 研究員 内藤裕貴

1. 目的

6月16日から20日にかけてフランスのアンジェで開催される国際シンポジウム Greensys2019 において、超省力・高収量・高品質を実現する次世代施設栽培用生産システムの開発で得られた成果に関する発表を行う。また、テクニカルツアーに参加してフランスの太陽光利用型植物工場を視察する。

2. 日程

令和元年6月15日(土)～22日(土) (8日間)

日数	月日	都市名	調査先・調査内容	概要
1	6/15 (土)	羽田→パリ	移動	航空機 機中泊
2	6/16 (日)	パリ→アンジェ	移動	TGV アンジェ泊
3	6/17 (月)	アンジェ	国際シンポジウム参加	アンジェ泊
4	6/18 (火)	アンジェ	国際シンポジウム参加	アンジェ泊
5	6/19 (水)	アンジェ	国際シンポジウム参加	アンジェ泊
6	6/20 (木)	アンジェ	テクニカルツアー参加*	アンジェ泊
7	6/21 (金)	アンジェ→パリ→	移動	TGV 利用
8	6/22 (土)	→羽田		航空機 機中泊

*吉永のみ。内藤は20日にパリに移動後帰国。

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
GreenSys2019	—	大会 HP : https://www.greensys2019.org/ 開催場所 : Angers Convention Center 33 Boulevard Carnot, 49100 Angers

4. 調査結果の概要

1) GreenSys2019

本大会では39カ国から660名の研究者が参加した。開催国のフランスからの参加が最も多く(270名)、続いて韓国(60名)、日本(45名)、オランダ(45名)、中国(40名)であった(表1)。

表 1 参加者の国別内訳

フランス	270	イタリア	12	ドイツ	5	タイ	3	フィンランド	1
韓国	60	ギリシャ	11	ポルトガル	5	チリ	2	キューバ	1
日本	45	スイス	10	インド	4	デンマーク	2	ニュージーランド	1
オランダ	45	メキシコ	9	イスラエル	4	サウジアラビア	2	シンガポール	1
中国	40	スペイン	8	ノルウェー	4	ウルグアイ	2	南アフリカ	1
ベルギー	33	モロッコ	7	英国	4	オーストラリア	1	スリランカ	1
米国	25	ロシア	6	リトアニア	3	ベナン	1	ベトナム	1
カナダ	13	スウェーデン	6	ルーマニア	3	コロンビア	1		

日本からは北海道大学、東京大学、筑波大学、千葉大学、岐阜大学、京都大学、大阪府立大学、山口大学、日本大学、玉川大学、宮城県からの参加者があり、農研機構からの参加は野花研3名、西日本農研1名、革新工学センター2名であった。

オープニングセレモニーではフランスの施設栽培の紹介があった。フランスでは温室が7,431haあり10年で7%増加している。そのうち6,100haは無加温ハウスであり、1,300haが加温設備のあるハウスである。加温設備のあるハウスでは主に、ヨーロッパ6位で530,000t生産しているトマトを筆頭に、同4位で130,000tのキュウリ、同6位で57,000tのイチゴが栽培されている。加温の燃料としては77%が天然ガス、15%がバイオマスを、50%以上の施設でヒートポンプを利用しており、年間のエネルギー消費量は317kWh/m²である。90haは半閉鎖型温室である。フランスにおける観賞植物の施設栽培は、1,105haあり、うち466haはトンネル栽培である。観賞植物の施設栽培はフランス南部での切り花生産の困難さから2011年以来2%減少している。1,105haのうち57%がガラス、42%がプラスチックハウスで、466haがトンネル栽培である。エネルギー消費量は平均で1年当たり159kWh/m²であり、ほとんどが天然ガスを利用している。

エネルギーセッションではノルウェーの施設栽培の状況の説明があった。栽培面積は200ha、うち野菜が70ha、1企業で0.1~7.7ha、平均0.5haとなっている。トマトの収穫量は38~200kg/m²、キュウリの収穫量は45~180kg/m²、エネルギー消費量は420~1,500kWh/m²となっている。

大会期間中、施設園芸における人工知能(AI)技術を活用した報告を調査した。前回の北京大会ではAIを利用した研究発表は1件にとどまっていた。しかし、今回のアンジェ大会では、13件と飛躍的に増加しており、AIを施設園芸に導入する試みが活発に行われていた。13件の報告のうち、深層学習に関する報告は8件あり、畳み込みニューラルネットワーク(以下、CNN)による画像分析(4件)と、リカレントニューラルネットワーク(以下、RNN)を利用したパラメータの時系列予測(4件)に分かれた。CNN関連の発表では取得画像の分類または物体検出を活用した報告が主であり、分析対象はトマト葉の病害検出、トラップにおける微小虫カウント、人工光植物工場におけるレタスの葉面積指数推定、着果数のカウントであった。RNN関連の発表では、生産に関わる様々なパラメータの予測が試みられており、具体的には根圏のイオン濃度推定、収量、生体情報(茎径等)、2時間後の環境値(気温、相対湿度、CO₂濃度、PPFD、大気圧、培地水分量)、光合成速度の予測が試みられていた。深層学習以外にも、3層ニューラルネットにより蒸発散量を推定する報告などがあった。

AIを利用した要素技術の開発以外でも、施設園芸分野へのAI導入を加速化する取組があった。例えば、ワーゲニンゲン大学・リサーチセンターで開催された「International Autonomous Greenhouse Challenge」と呼ばれる大会の結果が報告された。同大会には、AI研究者等からなる5つの国際チーム

が参加し、温室内のキュウリ生産の環境制御と管理作業の方針を自動で決定する AI アルゴリズムの性能を競っていた。大会の結果（表 2）によると、マイクロソフトの研究者チームが、収益率や持続可能性、AI 戦略を加味した総合的な評価指標においてオランダのプロのキュウリ生産者を上回る成績を残していた。同大会は 2020 年にミニトマトを対象とした第 2 回が開催された

(<https://www.wur.nl/en/project/autonomous-greenhouses-2nd-edition.htm>)。

表 2 発表の分野別内訳

	Oral	Poster
1 Greenhouse systems and design	11	14
2 Climate control and modelling	9	20
3 Plant production, protection and quality	14	33
4 Crop modelling and management	16	32
5 Covering materials	5	5
6 Lighting technology	22	28
7 Energy	5	16
8 Fertigation, water and growing medium	10	28
9 Plant factory	14	10
10 Sensors, automation and robotics	10	22
11 Organic greenhouse horticulture	5	4
12 Environmental impact and sustainable production	11	6

吉永は「Development of precision control robot to perform unmanned control work for strawberries grown via elevated cultivation (高設栽培イチゴの無人管理を行う精密制御ロボットの開発)」でポスター発表を行った（図 1 左）。日本の施設栽培の防除の状況や、施設内防除機がどの程度普及しているかなどの質問を受けた。

内藤は「Yield and harvesting time prediction by deep learning based automated tomato fruits monitoring system (トマト果実自動モニタリングシステムに基づくディープラーニングによる収穫時期及び収量予測)」でライトニングトーク及びポスター発表を行った（図 1 右）。季節が異なる時に予測精度がどう変わるか、他作物への適用の可能性などの質問を受けた。

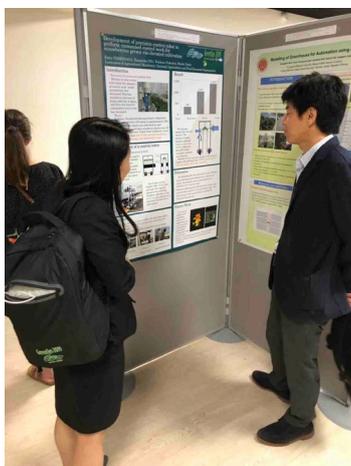


図 1 ポスター発表の様子（左：吉永、右：内藤）

2) テクニカルツアー

Greensys2019 事務局が主催するテクニカルツアーに参加し、ナントにある大規模栽培施設「SCEA Cheminant」と野菜果実技術センター「Ctifl」を訪問した。

SCEA は創業が 1987 年の家族経営で、キュウリ 1000 万本（通年）、トマト 3500t（11 ヶ月）を生産している。施設面積は 11ha、ロックウール培地のガターを利用し、養液は UV 殺菌により 100% 循環の溶液システムを採用している。2018 年から生物農薬を利用し、化学農薬は利用していない。また、燃料に天然ガス利用しており、ボイラーによる熱と二酸化炭素をハウスに供給するとともに、熱源供給システム（CHP）によって、発電と排熱も活用している。この施設では、キュウリのハイワイヤー栽培を行っており、トマトと同じようなつる下ろしの作業を見学した。

Ctifl (Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes) は 1952 年に設立された野菜果樹技術センターで、フランス国内にいくつか分場を持ち、野菜や果実における新品種の選択や栽培、包装まで一貫した研究を行っている組織である。

今回調査したナント近くの Carquefou（カルクフー）にある Ctifl センターでは（図 2）、トマト、キュウリ、リーキ、ダイコンなどを対象に栽培試験を行っていた。エネルギーの入力と制御、環境の質と野菜生産等が主な研究テーマで、特にフランス北西部の生産者等に技術的なサポートを提供しているとのことだった。調査した施設は 9,000m³ の温室で独立した 15 の区画を有し、高度な養液灌水システム（図 3）を利用して様々な栽培試験を行っていた。今回見学したトマト実験区画では、品種間試験に加え、局所加温や LED 補光等を行っていた（図 4）。



図 2 Ctifl 概要説明の様子



図 3 養液管理システム



図 4 トマトハイワイヤー栽培

4. 収集資料等

大会講演プログラム集

5. ASABE 2019 年次大会参加及びパーデュー大学訪問調査 (7/6-14、米国)

次世代コア技術研究領域 ポストハーベストユニット 主任研究員 川出哲生
 安全工学研究領域 安全システムユニット 主任研究員 井上秀彦
 安全工学研究領域 労働衛生ユニット 研究員 田中正浩
 高度作業支援システム研究領域 高度土地利用型作業ユニット 主任研究員
 Nguyen Van Nang (ヌウエン バン ナン)

1. 目的

農業機械研究開発の最新動向を調査するため、2019 年 7 月 7 日～10 日に開催される米国農業生物工学エンジニア協会 (ASABE) の 2019 年年次大会 (米国、ボストン) に発表参加するとともに、農機の先進的技術の情報等を収集する。また、パーデュー大学を訪問し、農福連携の技術開発等を調査する。

2. 日程

令和元年 7 月 6 日 (土) ～12 日 (金) 川出、ナン

令和元年 7 月 6 日 (土) ～14 日 (日) 井上、田中

日数	日付	都市名	摘要
1	7/6(土)	東京 ⇒ ミネアポリス ⇒ ボストン	移動
2	7/7(日)	ボストン	ASABE2019 年次大会への参加
3	7/8(月)	ボストン	ASABE2019 年次大会への参加
4	7/9(火)	ボストン	ASABE2019 年次大会への参加
5	7/10(水)	ボストン	ASABE2019 年次大会への参加
6	7/11(木)	ボストン ⇒ ミネアポリス ⇒ 東京(川出、Nang) ボストン ⇒ ミネアポリス ⇒ インディアナ(井上、田中)	移動
7	7/12(金)	東京到着(川出、Nang) インディアナ(井上、田中)	移動(井上、田中) パーデュー大学訪問
8	7/13(土)	インディアナ⇒ミネアポリス ⇒ 東京(井上、田中)	移動
9	7/14(日)	東京到着(井上、田中)	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所等
7/7-10	ASABE2019 年次大会	ASABE	Marriott Copley Place, 110 Huntington Avenue, Boston, Massachusetts USA
7/13	パーデュー大学	Prof. William Field	610 Purdue Mall, West Lafayette, IN 47907

4. 調査結果概要

本調査では ASABE2019 年次大会（図 1）及びパーデュー大学で研究成果発表や農機研究開発の情報収集、意見交換等を行った。ASABE2019 では農作業安全、人間工学及び畜産に関する研究成果を発表するとともに農業機械の最新研究動向情報を収集した。また、パーデュー大学の研究施設の見学、現地のトラクタ販売ディーラーの見学、3 万頭規模のメガデイリーファームの見学（図 2）、農福連携の技術開発を行っている Life Essentials を見学した。



図 1 ASABE2019 年次大会の総会



図 2 メガデイリーファームの見学

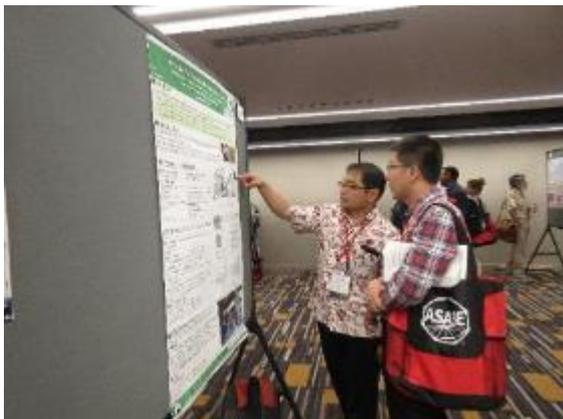
1) ASABE2019 年次大会

本学会は、4 日間にわたり、9つのメインセッション（Technical session）と 142 のサブセッションに分かれ、約 1,500 テーマの口頭・ポスター発表がなされた。出張者は ERGONOMICS, SAFETY & HEALTH、MACHINERY SYSTEMS 及び INFORMATION TECHNOLOGY, SENSORS & CONTROL SYSTEMS セッションにて以下のとおり研究成果を発表した（図 3）。

川出：8 日に Machinery Systems ポスターセッションにおいて、Preparing Rice Grain Silage for Feed without Crushing（無破碎籾米サイレージ調製）について発表を行った。合計 10 名の参加者に説明し、日本での籾米サイレージ調製技術を紹介した。質疑応答においてサンプリング方法や籾米サイレージ品質について解説した。ローテクノロジーであるが、シンプルで効果の高い調製技術であると評価を受けた。

ナン：8 日に農作業安全対策セッションにて 15 名の参加者を前に「Measurement of Static Lateral Stability Angle and Roll Moment of Inertia for Agricultural Tractor with Attached Implement（作業機装着トラクタの静的側方転倒角とロール慣性モーメントの計測について）」を口頭発表した。

日本の農作業における死亡事故の状況を紹介して、トラクタ転倒・転落の予防技術におけるの機体安定性評価に関する慣性パラメータ測定方法と作業機装着状態のトラクタ静的安定性解析を説明した。質疑応答では、Purdue 大学の Williams Field 教授より、今回のロータリ装着トラクタの側方転倒に関する静的安定性を解析していたが、フロントローダ等の前方装着作業機もあるので、そちらのトラクタ安定性も解析するべきとの指摘があった。今後フロントローダを含む様々な作業機装着トラクタの安定性を解析していく予定と回答した。同じセッションでは、農業用 ATV (All-Terrain Vehicle) の安全対策やアクティブ操舵による農用トラクタ転倒事故防止等の発表があり、トラクタの予防安全研究開発における良い知見を得た。また、安全関係以外にも、精密農業に関する発表を中心に聴講した。ロボット農機、共同作業ロボット農機、ドローン空撮画像によるフィールドフェノタイピング(作物の形質情報取得)等の研究開発情報を収集した。



川出主研の発表



井上主研の発表



田中研究員の発表



Nang 主研の発表

図3 ASABE 2019 での出張者の発表風景

井上：9日、206 ITSC-Information Technology, Sensors & Control Systems POSTER SESSIONにおいて、「Development of a Raspberry Pi based pest detection device for use in livestock feed storage systems (Raspberry Pi を用いた飼料貯蔵時の獣害対策ロボットの開発)」について発表を行った。15名程度の参加者に説明し、意見交換を行った。質疑においては、使用しているセンサの種類や赤外線カメラについてのハード面、使用した画像認識プログラムなどのソフト面の両面について質問があり、今後の発展性について好評を得た。

田中：9日、農作業安全関係のセッションにて20名程度の参加者に対して「Development of Test Method for Measuring Assistive Torque of the Powered Exoskeleton for Farmin（農作業用パワーアシストスーツのアシストトルクの測定方法の開発）」を口頭発表した。Williams Field 教授より膝へ悪影響を及ぼす懸念について質問を受け、意見交換を行った。

ASABE2019での発表を通し、主に以下の知見を得た。

- ・パワーアシストスーツは米国では未だ一般的ではなく、主に軍事用として理解されている。
- ・米国での農作業事故への関心事は子供が農業機械に巻き込まれること。
- ・発表内容はプロジェクト紹介が多く、ASABEにて州を越えた連携強化や情報交換を行っていた。
- ・非英語圏では中国、韓国、台湾からの参加者が多く、トラクタの転倒などが関心事だった。
- ・日本人の発表（ポスター含む）は農研機構、東京農工大のみであり、日本の存在感は薄かった。

2) 農業機械研究開発の最新動向について

(1) 農作業安全、人間工学に関する研究開発の動向

農作業安全のセッションでは、日本とは異なる米国の農作業事故の状況を知ることができた。以下にその概要を報告する。

- ・ATV(All-Terrain Vehicle：全地形対応車)：カリフォルニア大学デービス校の発表によると、米国では農場間の移動や物資の運搬などの用途にATVが広く普及している。一方で2016年においてこのATVの事故で97,200人の負傷者、さらには661件の死亡事故が起きている。また、犠牲者のうち16歳未満の若者が22%を占めており大きな問題となっている。そこで、ROPSの改良と、実際に転倒試験を行った際の安全性の評価について報告があった。

- ・若年層の農作業事故：ペンシルバニア大学から米国の農作業事故の実態と若年層の被害及びその対策案に報告があった。米国の就業人口10万人当たりの農作業死亡者数は22.8人であり他産業の7倍以上もある。また、死亡事故に占める若年層の割合が21%である。作業をしているわけではなく、付近で遊んでいたりして作業に巻き込まれてしまう5才以下の子供の事故も多い。そこで、農家に向けた安全教育のカリキュラムの拡充を行い、事故を未然に防ぐ取組をペンシルバニア州、ネブラスカ州、インディアナ州で行っている。

(2) 畜産に関する研究開発の動向

センシング、畜産、施設の各セッションにおいて畜産関連の研究開発が報告された。画像認識やセンサを用いた家畜管理技術や、作物を立毛状態でセンシングする技術や水分測定技術など情報技術が多く報告された。また、穀物のカビ毒を無毒化するための技術開発などの報告もあり、幅広い内容であった。今回はそのうちの3つの研究課題の概要を以下に報告する。

- ・画像認識を用いた家畜管理：豚舎において豚の歩様を確認することで健康状態の把握につながる。

マントバ大学は、2Dスティックモデルを用いた豚の歩様のセンシング技術を報告した。通路を歩く豚に反射マーカを取り付け、ビデオ画像で分析し、2D座標に変換した。足の変位は2次多項式で表され、豚の跛行を検出することが可能であった。

- ・飼料の水分測定：飼料の貯蔵には水分の把握が重要であり、迅速な水分測定技術の発表があった。

メリーランド大学はTDR(Time-Domain Reflectometry)方式を用いて、スイッチグラスの水分測定技術を報告した。75~200kg/m³の各密度で、含水率と出力電圧には正の相関があった。センサの評価において、試料を換気された一定温湿度の条件下で貯蔵すると、経過日数により乾燥重量法による含水率は低下していくが、TDR法で推定した含水率はあまり低下せず16.7%の差が発生した。

- ・カビ毒の無毒化：トウモロコシ子実のカビ毒の汚染が課題であり、無毒化するための研究が発表された。アイオワ州立大学は大気冷却高電圧プラズマを用いたアフラトキシンの無毒化実験を行った。180W、60Hz、85kV の電圧をアフラトキシン B1、B2、G1、G2 にそれぞれ 2、5、10、20 分印加し、その減少量を調査した。アフラトキシン B1 と G1 は 2 分の印加により、90%、74% 減少した。アフラトキシン B2 と G2 は 20 分の印加により 38% と 79% 減少した。この違いは化学組成の違いであった。

(3) 農業機械の自動運転に関する研究開発

本テーマに関する技術調査結果は、一般セッションでは農作業における可変技術の研究結果発表が多かったが、ロボット農機の自動運転についての発表が少なかった。そこで自動走行や作業機制御等の技術については、ASABE と大学、農機メーカーの間に開催された有料のセッション 344 「Autonomous Field Equipment - The Future of Standardization (自律型フィールド機器-標準化の未来)」に参加して、研究開発動向をまとめた。

農機自動運転に関する研究開発動向については、自動化から自律レベルに展開するため、大手の農機メーカーが要素技術であるセンシング技術（位置測位、農機・作業機性能、農作業環境認識等）や通信技術（無線、光ファイバー、CANBUS 等のプロトコル）、IoT 技術、メカトロニクス技術、コンピューティング・解析技術（GIS、統計、AI 等）を進めている（図 4）。これらの技術は農機の Onboard features とし、トラクタや作業機、ハーベスタ等に搭載して、自動運転農機（無人状態での完全自律走行）を構成している（図 5）。

Technology Pathway	Tractor Manufacturer					
	John Deere	CNH	AGCO	CLAAS	SAME Deutz-Fahr	Kubota
Automated Tractor Guidance	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Variable Rate Technology	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Drive by wire functionality	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Performance Optimisation	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Operation & path planning	☑	☑	☑	☑	-	☑
Machine to machine coms.	☑	☑	☑	-	☑	-
Sensing - perception	☑	☑	-	☑	☑	-
Sensing - process monitoring	☑	☑	-	☑	-	☑
Telematics	☑	☑	☑	☑	-	☑
Infield coms. and data infrastructure	☑	-	-	☑	-	☑

図 4 大手農機メーカーに開発されている自律農機に必要な要素技術（収集資料 1）

農機の自動運転について、と欧州は日本より細かく分類されている（図 6）。日本のレベル 1 は欧州のレベル 1（使用者が搭乗した状態での部分的自動化）とレベル 2（使用者が搭乗した状態での協調作業の部分的自動化）に相当し、日本のレベル 2 は欧州のレベル 3（使用者が搭乗した状態での自動化）とレベル 4（ほ場内やほ場周辺からの監視下での無人状態での自動走行）に相当し、日本のレベル 3 が欧州のレベル 5 に相当している。また、欧州では農機メーカーが自動運転の農機のリスクを評価するガイドラインを策定している各自動運転レベルにおいて、モニタリング（使用者搭乗、ほ場内監視、遠隔監視）やコントロール場所（使用者ステーション、遠隔）、監視システム、環境認識システムが必要性について分類されている（図 7）。

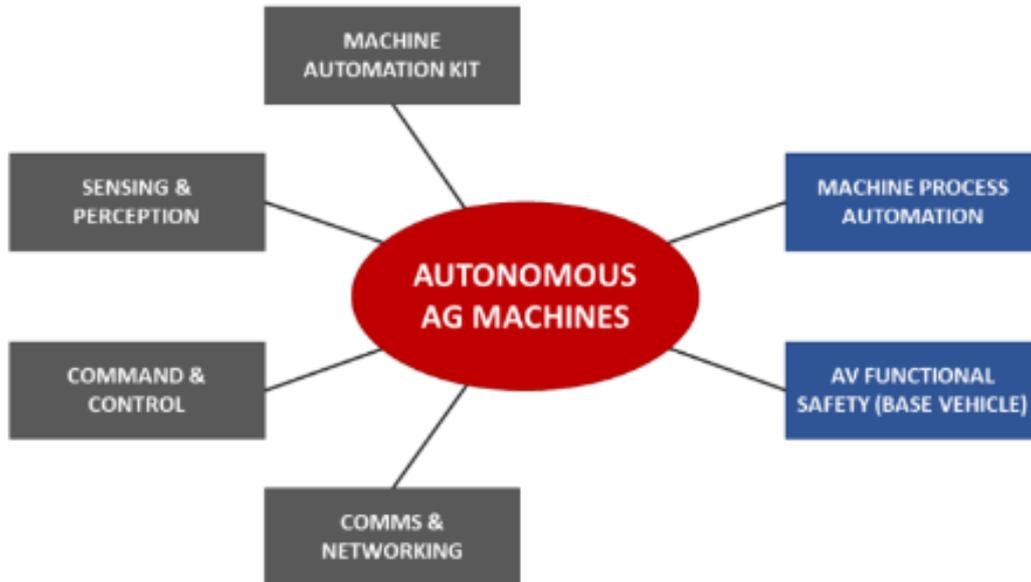


図5 CNH社の自律農機の構造概要（収集資料5）

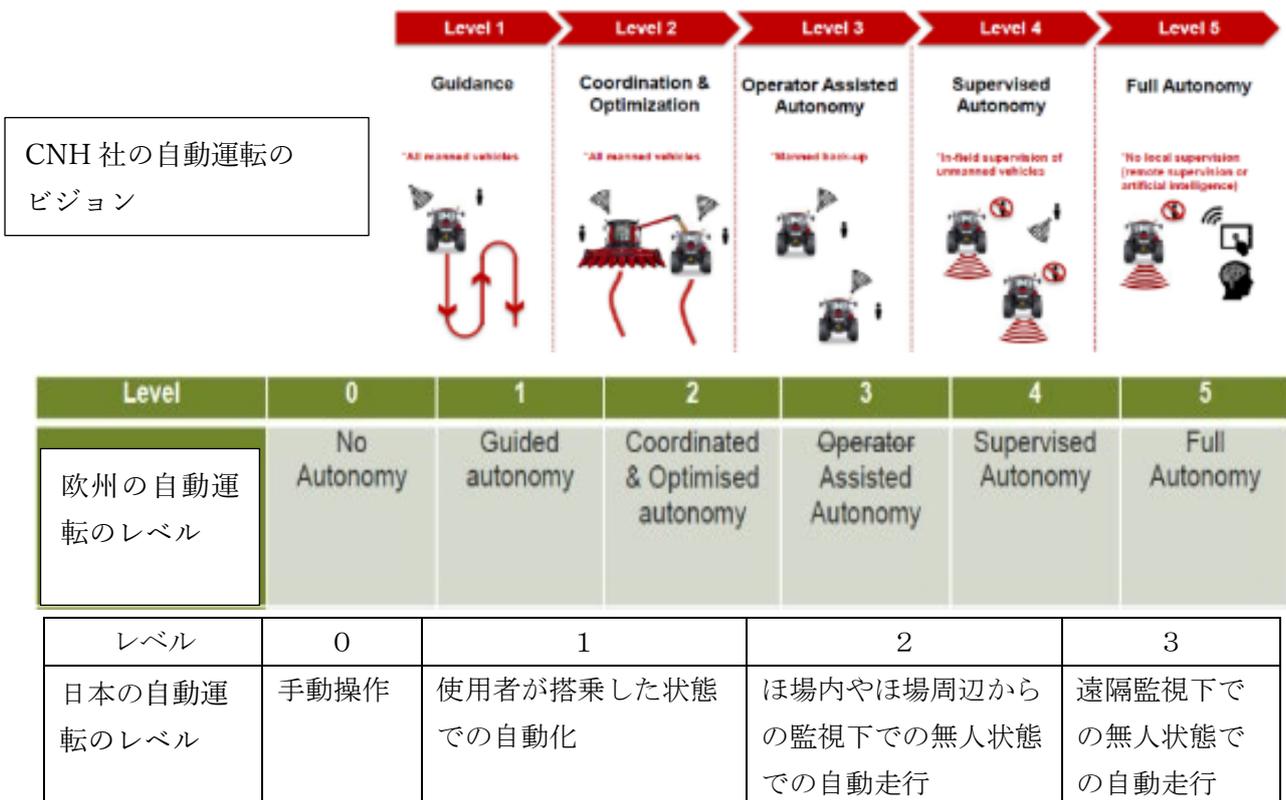


図6 米国と欧州と日本の農機自動運転レベルの比較（収集資料4、5）

Level	0	1	2	3	4	5
	No Autonomy	Guided autonomy	Coordinated & Optimised autonomy	Operator Assisted Autonomy	Supervised Autonomy	Full Autonomy
(Configuration and) monitoring of automated function	Not applicable	On-board Operator	Local Operator	Local Operator	Local Operator	Remote Operator
Place of Controls for automated function	Not applicable	Operator Station(s)	Operator Station(s)	Operator Station(s)	Remote*	Remote
Supervisory System	None	Optional	Optional	Required	Required	Required
Perception System	None	Optional	Optional	Optional	Required	Required

図7 欧州の農機自動運転レベルの規格草案（収集資料4）

産学官が研究開発している自動運転の主要要素技術と可変作業技術について以下のとおり報告する。

①農用車両自動走行と自動操縦制御の技術 (Automatic Vehicle Guidance and Steering Control)

土地利用型作業機の自動運転の研究開発発表については、中国の山東大学の無人トラクタ開発が発表された。開発された無人トラクタは市販トラクタ (井関 T954) と後付型自動操縦装置等から構成して、計画経路に対する直進走行では 6cm 以内の航法精度が得られた (図 8)。

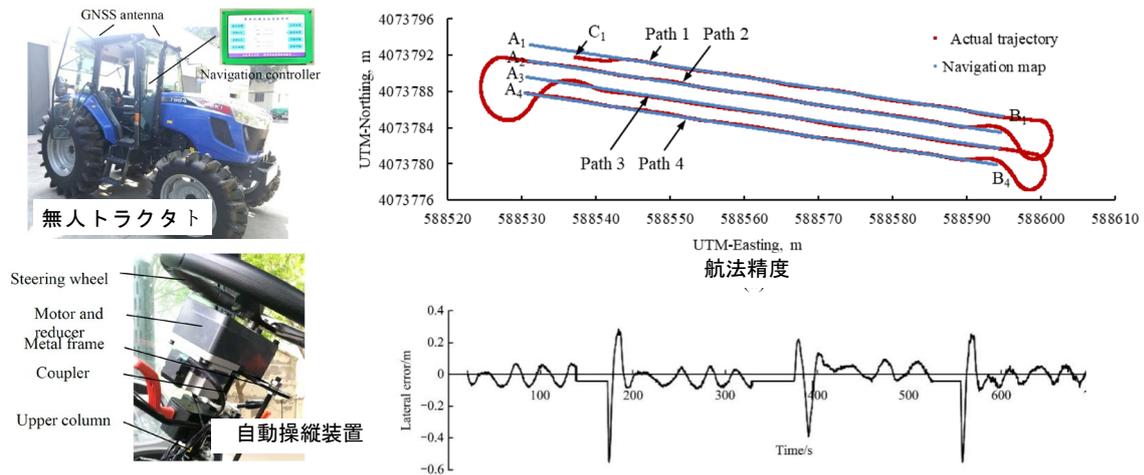


図 8 山東大学が開発した無人トラクタと自動走行精度 (収集資料 6)

また、各農機メーカーの開発については、ロボットトラクタの航法精度を向上させるため、自動運転システムに傾斜地走行時の補正モジュール (Terrain compensation Module) を追加しており、RTK 固定局のネットワークとセルラーネットワークによる測位補正情報の配信サービスを提供している (図 9、10)

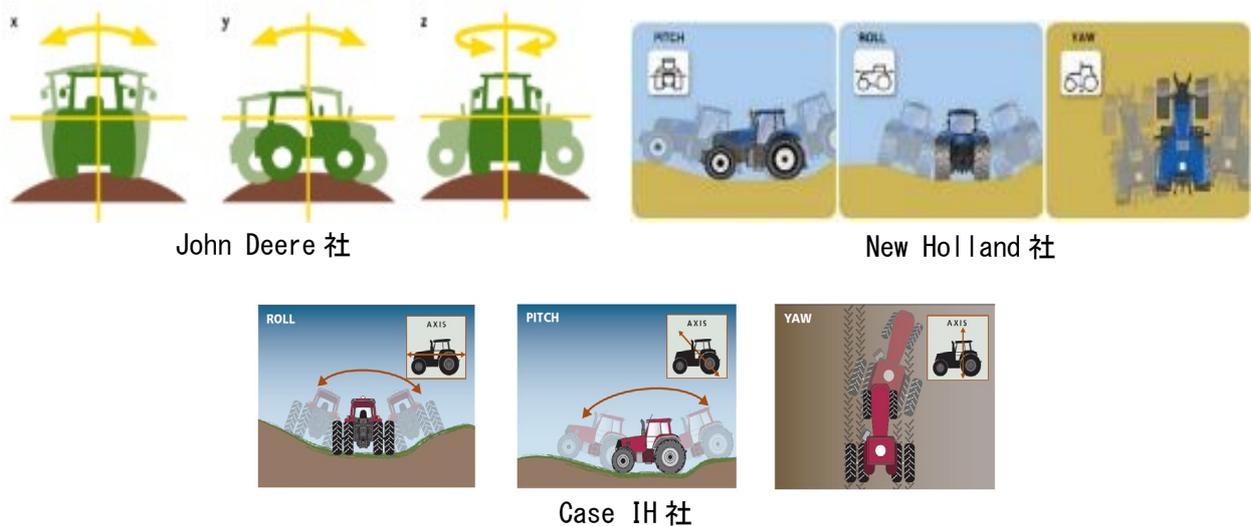
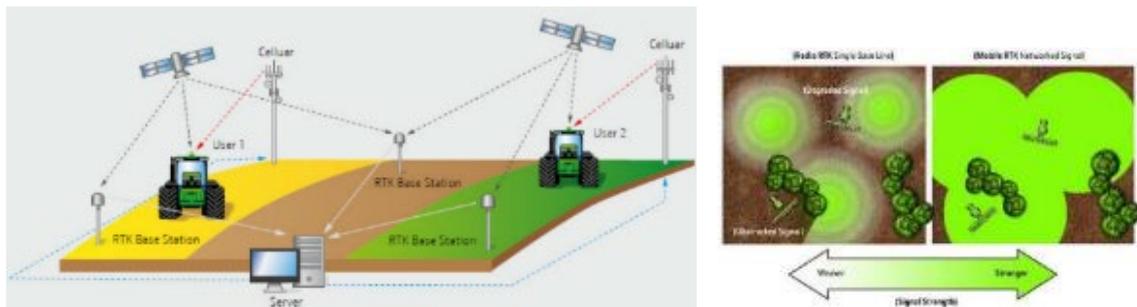
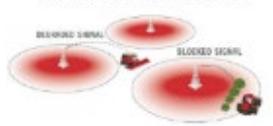


図 9 各農機メーカーの傾斜地走行時の補正モジュールの概要 (収集資料 1)



John Deere 社

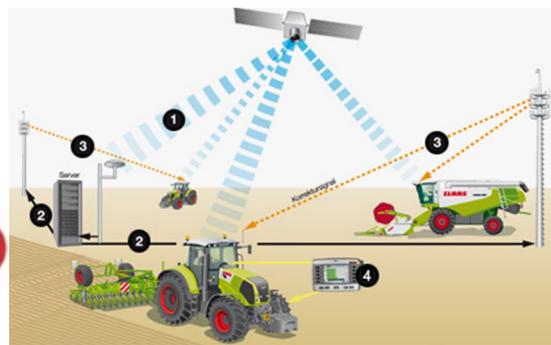
Single Base RTK or Network of stand-alone RTK Radio delivered Base Stations



Case IH AFS RTK* Network



Case IH 社

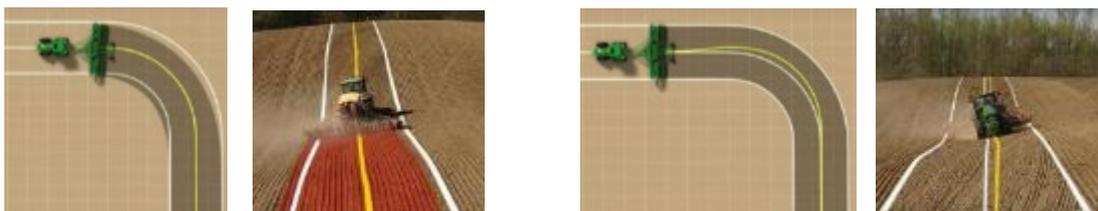


CLAAS 社

図 10 各農機メーカーの高精度測位・位置情報配信基盤の概要（収集資料 1）

② 作業機制御の自動化技術（Automatic Implement Guidance）と農機の運転最適化技術（Optimization of Machine Operation）

負荷変化や傾斜の多いほ場において、農機作業のオーバーラップやスキップを低減するため、作業機がトラクタの速度や回転数を指定するなどしてトラクタを制御する技術（TIM—Tractor Implement Management：トラクタ作業機管理、パッシブ自動制御）と作業機が自らを制御する技術（アクティブ制御）の開発が更に進化している（図 11、12）。また、アクティブ作業機制御用ヒッチも開発されている（図 13）。



作業機がトラクタ制御しない場合の作業跡

作業機がトラクタ制御した場合の作業跡

図 11 John Deere の iGuide によるパッシブ自動制御の概要（収集資料 1）

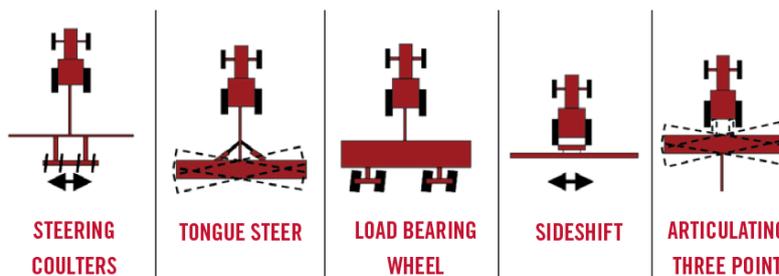
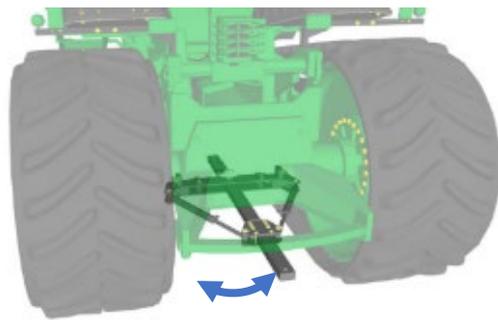
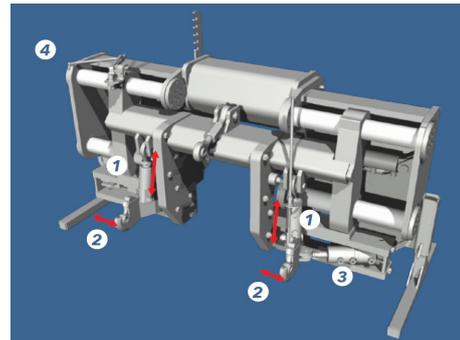


図 12 Case IH 社の TrueTracker によるアクティブ作業機制御の概要（収集資料 1）



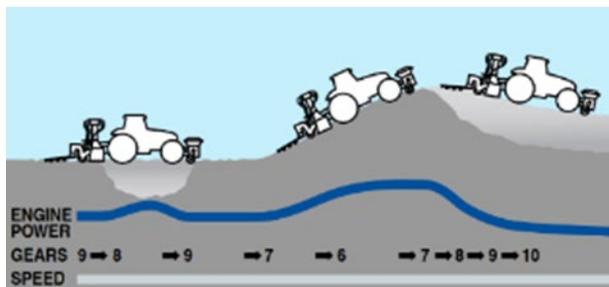
MBW 社の ProTrakker



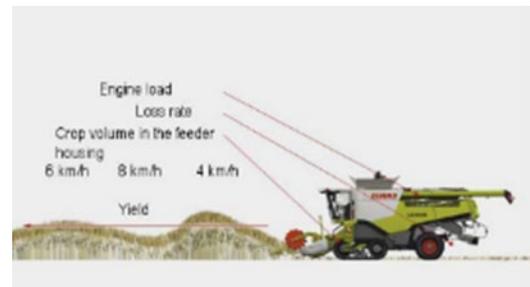
LaForge 社の Dynatrac

図 13 作業機制御用油圧ヒッチの概要

また、ほ場条件や対象作物によって変化する作業環境の下で連続可変トランスミッション (CVT) 搭載による自動的に農機速度を制御して、最適な農機の性能を確保する技術 (図 14) や画像によるコンバインの選別精度を検出して、自動的にトウミファンの速度とシーブの開度を調整する技術が開発されている (図 15)。



New Holland 社の
Ground Speed Management (GSM) system



CLAAS 社の
Cruise Pilot System

図 14 CVTによる農機速度自動制御の概要 (収集資料 1)

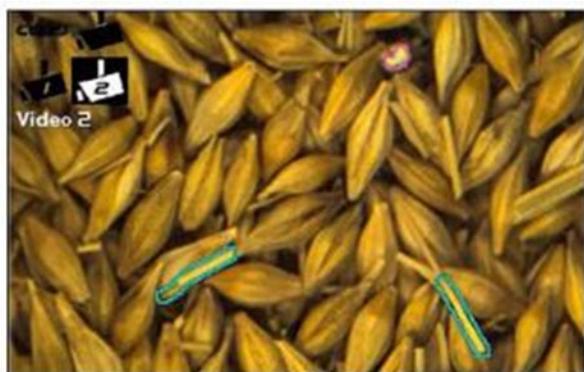
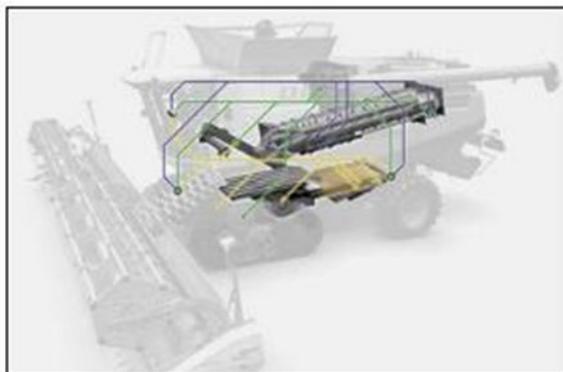


図 15 CLAAS 社の CEMOS system による麦わら検出の様子 (収集資料 1)

③ほ場内の自動旋回制御 (Automatic Headland Sequence and Turn Management)

ソウル大学は多角形のほ場におけるロボットトラクタの耕うん作業のスキップ面積を削減するため、走行経路生成アルゴリズムを開発した。本アルゴリズムは、A*アルゴリズムと最小範囲ボックス方法 (MBB) による進入路から作業開始点、作業終了点から進入路への移動や枕地での旋回等の最適経路を生成する。シミュレーション結果、スキップ耕うん面積が 0.6% を占めた (図 16)。

各農機メーカーでは、ロボット農機の自動運転システムに枕地での自動旋回機能を整備して、効率的な精度の高い作業や作業員の疲労軽減等を実現している（図 17）。

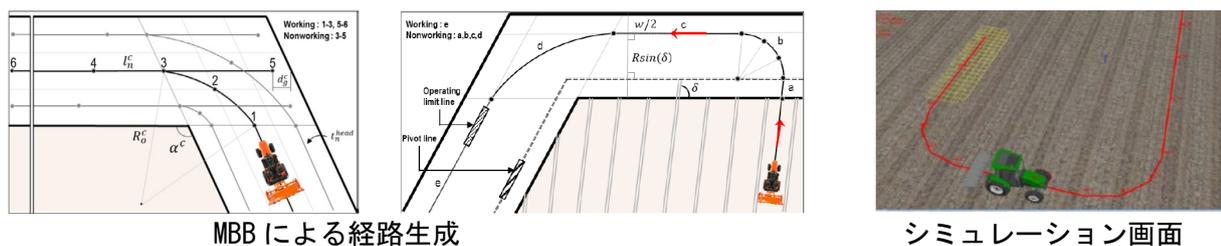


図 16 ソウル大学が開発した多角形のほ場でのロボットトラクタ用作業経路生成アルゴリズム



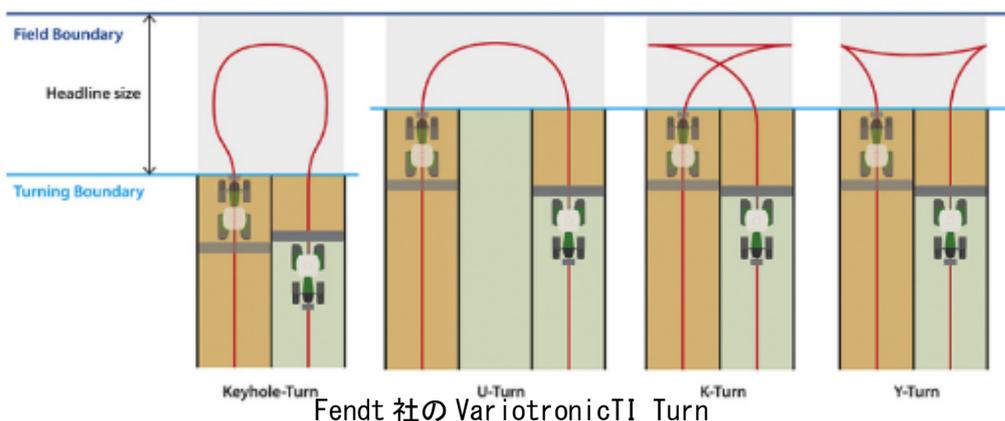
John Deere 社の iTEC Pro



Case IH 社の AccuTurn



CLAAS 社の GPS Pilot S3



Fendt 社の VariotronicTI Turn

図 17 各農機メーカーの枕地での自動旋回（収集資料 1）

④農機自動運転の認知用センシング技術（Sensing for Perception）

認知・判断を支えるセンシング技術の研究開発は農機のガイダンスや自動運転、環境認識、作業モニタリングを中心に取り組まれている。GPS、赤外線センサ、マシンビジョン、LIDAR、超音波センサ等の融合により機械の周りの人・障害物の検知や植物の条件区別を行い、機械安全性向上（図 18、19）、農機の自動ガイダンスへの制御情報捕捉等が実現されている。また、グレイン排出作業効率が向上するため、排出オーガ先端カメラの画像による排出作業を監視する技術もある（図 20）。

ロボット農機の安全性研究プロジェクトの一例としては、ドイツのオスナブリュック応用科学大学とストラウトマン社はドイツ政府の研究プロジェクト Agro-Safety（研究期間：2018 年 10 月～2022 年 1 月、予算額：約 4 億円）を実施して、畜産用ミキサーフィーダ（図 21）等の農機自動運転における作業環境認識技術、安全確保技術の研究開発に取り組んでいる。



図 18 Deutz Fahr 社の DRIVER EXTENDED EYES SYSTEM による人・障害物の検知
(収集資料 1)



CLAAS 社の LASER PILOT



New Holland 社の SmartSteer™

図 19 刈取と未刈取のほ場部分を検出して、自動運転制御に捕捉するセンシングシステム
(収集資料 1)



John Deere 社の Active Fill Control



New Holland 社の IntelliFill™



CLAAS 社の AUTO-FILL

図 20 画像によるグレイン排出作業監視システムの概要 (収集資料 1)



図 21 自動運転のミキサーフィーダーの認知システムの概要 (収集資料 4)

⑤ロボット農機の協調技術 (Machinery Coordination) とロボット農機間の通信技術 (Machinery Communication)

農作業効率向上を目的とした Leader-follower 制御技術については、各農機メーカーが先行的に開発を行っている。AGCO はロボトラと有人トラクタの 2 台を 1 人のオペレータが協調運転して農作業を行うことが可能な Guide Connect システムを開発しており、John Deere と Case IH は収穫機がグレイン運搬車の位置や速度等を制御して、移動しながら排出作業を可能とする Machine Sync と V2V システムの開発にも取り組んでいる。また、Kinze 社がロボットグレイン運搬車を開発して、同ロボットと有人収穫機の 2 台を 1 人で協調収穫・排出を実現した (図 22)。これら技術の市販化が見込まれている。



AGCO Fendt 社の
有人・無人トラクタ間通信用 Guide Connect



John Deere 社の
収穫機と運搬車間通信用 Machine Sync



Case/New Holland 社の
収穫機と運搬車間通信用 V2V



Kinze 社の
Autonomous grain cart system

図 22 各農機メーカーの Leader-follower 制御技術と収穫機の排出制御技術 (収集資料 1)

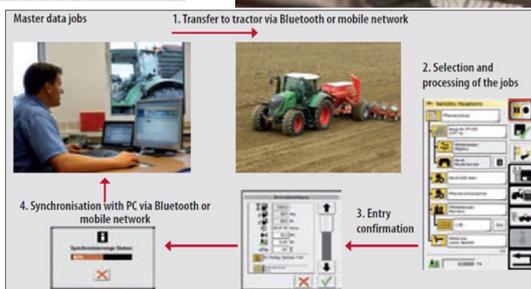
フリートのロボット農機の構成コンセプト・ガイダンス（マルチロボット間にセンサのデータの共有）・制御構造（マルチレイヤー制御システム）・相互コミュニケーション（経路計画共有）の技術について、まだ市販化されていないが、作業計画技術（John Deere 社の US patents No. 9274524 と No. 9026315）やフリートガイダンス（John Deere 社の US patents No. 8467928 と No. 8666587）、制御構造（CNH 社の US patents No. 9527211、Neal Solomon and Solomon Research LLC の US patents No. 8112176、No. 6904335、No. 7343222）の特許が登録されている。

農機フリートと物流を管理するため、テレマティクス技術が開発され（図 23）、遠隔に農機観察、農機情報管理、作業機性能評価・最適化、作業計画を可能とする Case IH 社の AFS や New Holland 社の PLM、AGCO 社の AgCommand、というシステムが市販されている。

フリートと物流管理用システム：Case IH 社の AFS / New Holland 社の PLM



農機位置・機体情報管理用 AGCO 社の AgCommand アプリ



農作業管理システム Variotronic（出典：<https://www.fendt.com/uk/15599.html>）



トラクタに取り付けた iMonitor



オフィスのデスクトップ PC 画面

Deutz-Fahr 社の農作業計画管理ソフトウェア AGROSKY

図 23 各農機メーカーの遠隔農機管理システム（収集資料 1）

⑥可変作業技術（Sensing for Variable-Rate Technologies）

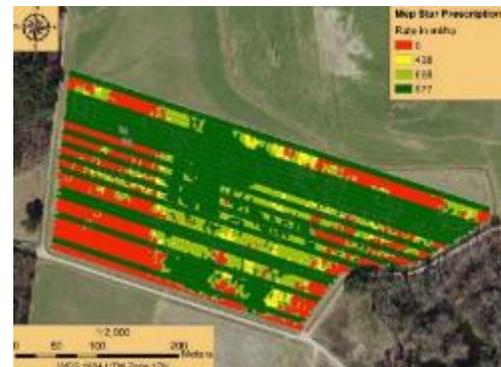
ASABE2019 の研究発表においては、可変作業に取り組んでいる研究開発が少なかったが、フィールドフェノタイピング（作物の形質情報取得）等の研究が多く発表された。North Carolina State 大学がメンカの NDVI 写真に基づいて、可変枯凋剤の噴射指示マップを作成して作業を行った結果、標準作業と比べて、約 2USD/エーカーの枯凋剤コストを削減できた（図 24）。フィールドフェノタイピングについては、Colombia International Center for Tropical Agriculture が Digital

elevation model を用いて、ドローン空撮画像 (RTK-GPS の位置精度約 1cm、高さ測位精度約 5cm) からキャッサバの葉面積や草丈の予測技術を開発した (図 25)。また、米国農務省 USDA も Digital surface model によるメンカ草丈を予測する研究に取り組んでいる (図 26)。

図 24 UAV のデータによるメンカ可変施肥と可変枯凋剤散布用指示マップ生成 (収集資料 8)

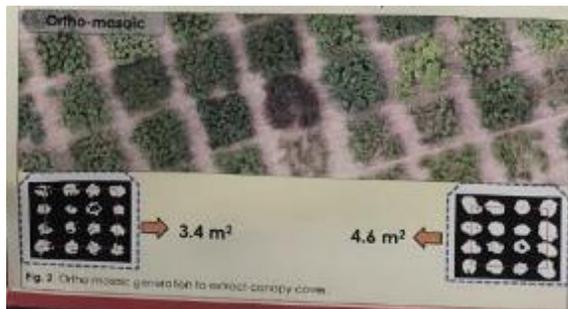


メンカの NDVI 写真

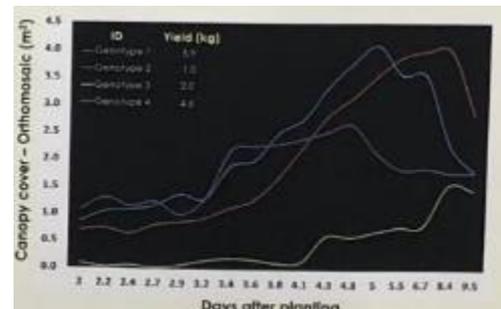


メンカの枯凋剤散布用指示マップ

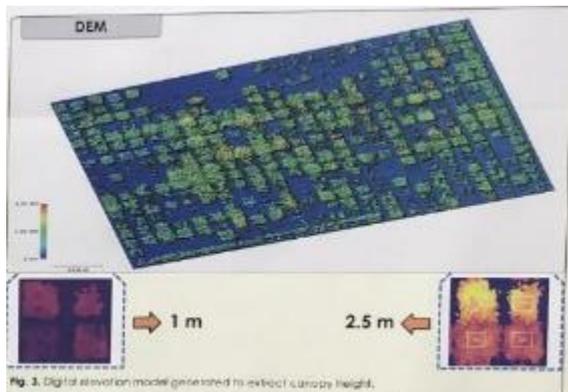
(North Carolina State University)



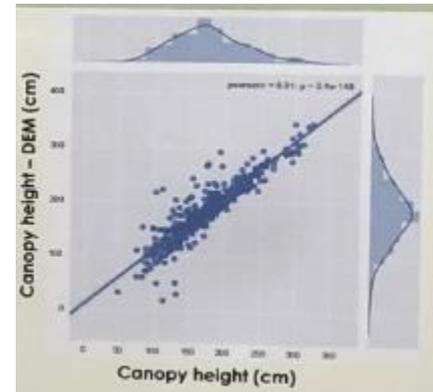
ドローン空撮画像からキャッサバ葉面積を取得



生育日数と葉っぱ面積の関係



ドローン空撮画像からキャッサバの草丈を取得



キャッサバ草丈の測定値と計算値

図 25 UAV の写真によるキャッサバ生育監視と予測
(Colombia International Center for Tropical Agriculture)

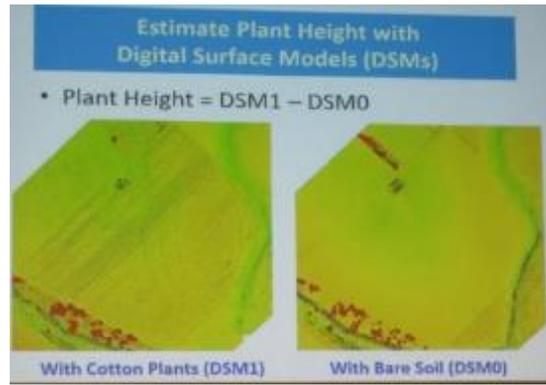


図 26 空撮画像によるメンカ草丈測定
(USDA-ARS, TEXAS)

実装のレベルでは、穀物の収量やタンパク等を測定するセンサが市販されている。CLAAS 社が植物のバイオマスと窒素インデクスを測定する赤外 LED センサ (ISARIA、図 27) を販売しており、可変施肥のために窒素インデクスと可変施肥量の自動キャリブレーションも実現している。John Deere 社が収穫機に標準装備の HarvestLab センサを開発して、飼料刈取長さや肥料の成分・施肥量を調整するための作物情報 (栄養、乾物、収量等) を取得するマッピング技術を提供している (図 28)。また、CNH 社がタンパクマッピング用 CropScan3000H センサを開発した (図 29)。



図 27 CLAAS の ISARIA crop sensor
(収集資料 1)

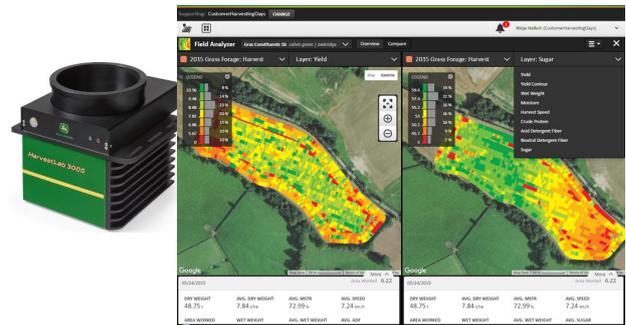
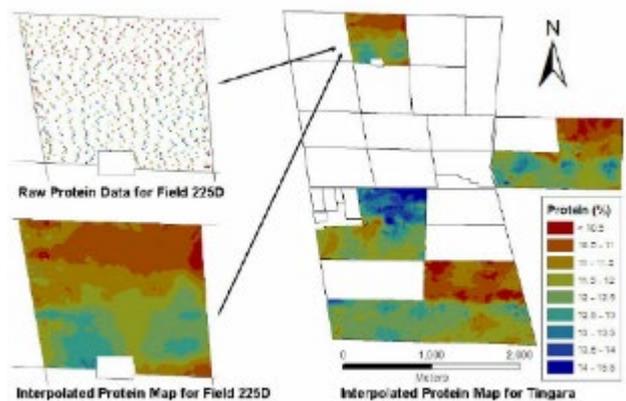


図 28 John Deere の HarvestLab sensor と
収量・糖量マッピング (収集資料 1)



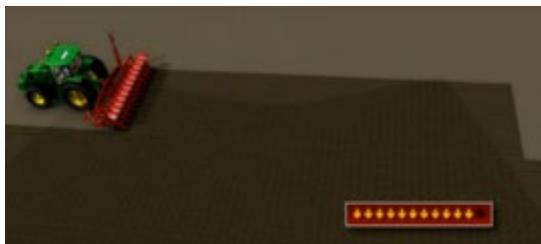
CropScan3000H センサ



タンパクのマップ

図 29 CNH 社の Case AFS / New Holland PLM のタンパクのマッピング技術 (収集資料 1)

畑作では、播種や防除の重複部分を削減するため、作業機用セクション制御システムが開発、販売されている。John Deere 社や CNH 社が指示マップ、センサデータ、位置情報、作業速度等を利用して、播種・散布の場所と量を算出して、作業機（プランタ、シーダ、スプレーヤ）を制御する技術を提供している（図 30、31、32）。



播種



防除

図 30 John Deere 社のセクション制御の例（収集資料 1）



図 31 CNH 社の播種セクション制御の例
（収集資料 1）



図 32 セクション制御したトウモロコシほ場
（収集資料 1）

3) パーデュー大学への訪問

パーデュー大学は、AgrAbility（障害のある農家や牧場主に重要な教育、支援、サポートを提供する USDA の資金プログラム）における中核的存在であり、同大学の William Field 教授がプロジェクトリーダーとして、AgrAbility に存在する 25 のプロジェクトに資金分配を行っている。出張者は同氏と接触し、AgrAbility の中で唯一農業機械に関するプロジェクトを推進する Life Essentials を見学し以下のとおり情報を収集した。

Life Essentials は民間企業であり、脚に障害を持つ人間のためのトラックやトラクタへの乗り入れ補助装置の開発・販売及び車体の改造を行っている（図 33、34）。これらのトラックやトラクタはハンドルやレバー等により、手のみで操作できるように改造されており（図 35、36）、脚に障害を持つ人間でも十分に操作可能であった。また、乗り入れ補助装置は座席及び駆動用の油圧シリンダやチェーン等によって構成され、小型コントローラによって遠隔操作が可能である。



図 33 トラック乗り入れ装置



図 34 トラクタ乗り入れ装置



図 35 クラッチレバー



図 36 ブレーキレバー

乗り入れの手順としては、まず、車椅子等に乗った障害者がコントローラを操作し、座席を自身の付近まで移動させた後に移乗する。その後、図 37～39 の流れのように、シートベルトを着用し、コントローラの操作を行いながらドアの開閉を行い、運転席に移乗する。油圧シリンダは座席にかかる荷重に対し十分な強度を持ち、万が一油圧降下が生じた際は安全ロックが機能するため、座席の急激な降下が生じない設計となっている。これらの油圧シリンダの制御はリレー制御によって行われている。



図 37 シートベルト着用



図 38 ドアの開閉



図 39 運転席への移乗

これらを購入する顧客は、高齢や事故等の様々な理由により脚が不自由になった人間であり、そのうち 20%を退役軍人が占める。図 40、41 に実際に使用されている例を示す。



図 40 使用例 1



図 41 使用例 2

また、オーストラリアやカナダ等へも輸出しており、日本への進出も希望している。同社に対し国から補助金等の直接の支援はないが、家庭用の階段昇降機等と同様に、購入者に対する補助金制度が存在する。実際に乗り入れ補助装置を使用したところ、下肢を使わず問題なく乗り入れ可能であった。しかし、小型コントローラによる座席の移動は手動で行うため、操作に慣れが必要である。また、座席の最

大移動範囲は、高さ 14ft (約 4.3m)、横方向 12ft (3.7m) となっており、日本での販売には関連法案の精査が必要である。

Life Essentials ではこれらの他に、トラックやトラクタ等の運転席の位置が高い乗物への昇降リフト (図 42) や、ほ場等において乗り入れ装置を備えたトラクタに移動するための電動車いすの開発 (図 43) も行っていた。昇降リフトは車体のバッテリーのみで動作し、追加のバッテリーは不要である。乗車時又は下車時において人間が立ったまま昇降することにより、乗り入れの際に脚上げ動作を必要としない。また、24V バッテリー 2 個を動力とする電動車いすは、ハンドルとレバーのみで操作することができ、脚が不自由な人間でも前・後進や停止、旋回といった動作が可能であった。開発者によると、この電動車いすを用いてトラックやトラクタに接近し、コントローラによって乗り入れ補助装置を操作・移乗を行うことで、ほ場等の環境下でも、トラクタへの乗車が可能となるという。



図 42 昇降リフト



図 43 電動車いす

4) メガデイリーファーム見学

インディアナ州のフェアオークス農場 (図 44) は米国最大規模の酪農場であり、飼育頭数は 3 万頭を超える。また、場内には養豚施設やレストラン、見学ツアーのための施設等が併設されるなど、酪農を中核として複合産業化されており、年間 60 万人の観光客が訪れている。



図 44 フェアオークス農場

敷地内には長大な牛舎が並んでおり、3 万頭の飼育数に対して飼育密度はさほど高くなかった (図 45)。搾乳はロータリー・ミルクパーラーを用いて行われており (図 46)、ここではおよそ 5 秒に 1 頭のペースで乳牛が投入されていた。なお、搾乳機の取付は、パーラー直下に待機している 4 名の作業員によって行われる。堆肥はバイオガスに変換され、発電にも用いられている。



図 45 牛舎



図 46 ロータリー・ミルクングパーラー

場内の養豚施設を図 47 に示す。ここでは豚が生育段階ごとに隔離されて肥育されており、それぞれの段階に合った肥育環境が整備されていた。また、牛舎も含めこれらの施設は見学ツアーを考慮した設計がなされており、図 47、48 に示すように、生産現場と教育が一体化したシステムが構築されていた。



図 47 養豚施設



图 48 教育と一体化した生産現場

5. 収集資料等

- 1) Alex Thomasson (Texas A&M University) and Craig Baillie (University of Southern Queensland). Autonomous Technologies in Agricultural Equipment:A Review of the State of The Art. ASABE 2019 Annual International Meeting, Session 344.
- 2) Norbert Schlingmann(Agricultural Industry Electronics Foundation). AEF - Providing electronic communication to the Ag sector for Wireless In-Field Communication. ASABE 2019 Annual International Meeting, Session 344.
- 3) Norbert Schlingmann(Agricultural Industry Electronics Foundation). AEF ISOBUS Automation- Tractor Implement management. ASABE 2019 Annual International Meeting, Session 344.

- 4) Cedric Seguineau(European Agricultural Machinery Foundation) and Christian Meltebrink (Strautmann). Autonomous field equipment. ASABE 2019 Annual International Meeting, Session 344.
- 5) Josh Harmon (New Holland). Autonomous Agricultural Machines. ASABE 2019 Annual International Meeting, Session 344.
- 6) Xiang Yin et al(Shandong University of Technology). Development of a driverless tractor using information and communication techniques. ASABE 2019 Annual International Meeting.
- 7) Chan-Woo Jeon et al (Seoul National University). Development of an optimized complete infield-path planning algorithm for an autonomous tillage tractor in polygonal paddy field and validation using 3D virtual tractor simulator. ASABE 2019 Annual International Meeting.
- 8) Joshua Rudd et al (North Carolina State University). Data collection by unmanned aircraft systems (UAS) to develop variable rate prescription maps for cotton plant growth regulators and defoliant. ASABE 2019 Annual International Meeting.

6. International Workshop on ICTs for Precision Agriculture (ICTを活用した精密農業に係る国際ワークショップ) における招聘講演 (8/5-10、マレーシア)

戦略統括監付 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順

1. 目的

Malaysian Agricultural Research and Development Institute (マレーシア農業研究開発研究所、以下 MARDI) および Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region (食糧肥料技術センター、以下 FFTC) からの要請を受け、表題の国際ワークショップ (International Workshop on ICTs for Precision Agriculture) において講演を行う。また Asian and Pacific Network for Testing of Agricultural Machinery (アジア太平洋地域農業機械試験ネットワーク、以下 ANTAM) のマレーシア代表と、農業機械の検査鑑定について情報交換を行う。

2. 日程

令和元年8月5日(月)～10日(土)

日数	日付	都市名	摘要
1	8/5 (月)	東京 (羽田) →クアラルンプール (クアラルンプール国際空港) →MARDI	移動
2	8/6 (火)	MARDI	国際ワークショップ
3	8/7 (水)	MARDI	国際ワークショップ
4	8/8 (木)	MARDI	国際ワークショップ
5	8/9 (金)	MARDI クアラルンプール (クアラルンプール国際空港) → フィリピン (マニラ国際空港) →	国際ワークショップ移動
6	8/10 (土)	→東京 (羽田)	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
8/6-9	MARDI	DR. 林国慶 Director, FFTC Dr. Mohd Syaifudin Bin Abdul Rahman Director Dr. Chin Chuang Teoh Deputy Director	Headquarters, 43400, Persiaran Mardi - Upm, Mardi, 43400 Serdang, Selangor

4. 調査結果の概要

1) 「International Workshop on ICTs for Precision Agriculture (ICTを活用した精密農業に係るワークショップ)」の目的

このワークショップ(図1)は、精密農業におけるICTの活用を加速・促進するために開催され、専門家がアイデアや知識を交換・共有し、コミュニケーションを図ることを目的としている。

2) 発表について

基調講演は、以下の7件が行われ、各国の精密農業の活用方法や普及効果の説明があった。

- ・ International Rice Research Institute (国際稲研究所、IRRI)

Dr. Pauline Chivenge

“Precision Agriculture in Food Production (食料生産における精密農業)”

- ・ Taiwan Agricultural Research Institute (台湾農業センター、TARI)

Mr. Chia-Yu Lin

“Overview of Precision Agriculture (精密農業の概要)”

- ・ 農研機構農業環境変動研究センター

岩崎亘典 環境情報基盤研究領域 農業空間情報解析ユニット長

“Applicability of Drones for Paddy Field Management (稲作圃場管理におけるドローンの適用性)”

- ・ University Putra Malaysia (マレーシアプトラ大学、UPM)

Prof. Dr. Abdul Rashid Mohd Shariff

“Remote Sensing and GIS (地理情報システムとGIS)”

- ・ MARDI

Dr. Siti Nor Aliah Baharom

“ICTs for Soil Nutrient Mapping (ICTを活用した土壌養分マッピング)”

- ・ Rural Development Administration (韓国農村振興庁、RDA)

Dr. Sang Cheol Kim

“Precision Agriculture in Korea (韓国における精密農業)”

- ・ 農研機構農業技術革新工学研究センター

川瀬芳順

“Realization of Society 5.0 by utilizing Precision Agriculture into Smart Agriculture in NARO, Japan (農研機構におけるSociety5.0の実現に向けたスマート農業への精密農業技術の活用)”

これらの発表における対象作物は主に水稻であり、ドローンによる撮影とGPS、GISを組み合わせることで精密な生育管理を行い、稲作の高品質化や高収量化を目的としていた。また、スマートフォンの普及により、必要とするデータへのアクセスがどこからでも可能となることで、例えば豊富な経験が必要な防除用薬剤の選定をAIで行う等、開発成果の社会実装に関する発表が多かった。

筆者への主な質問は、WAGRIの運営は誰が行うのか、システムへのデータ投入を促す方法、農家からのデータの提供方法・頻度について、若者の農業への参入意識の変化、ドローンの活用方法などであった。

発表後にグループに分かれ、グループ討論を行った。グループ討論では精密農業の社会実装への問

題点、データの著作権、データの共有方法などを話し合った。

3) フィールドトリップ

2日目のフィールドトリップでは、ポットに植えられたキュウリの水耕栽培農場を見学した(図2)。農場では自動で液肥を井戸水で希釈し必要な濃度で散水しており、収穫適期を作業員にメールで知らせるシステムで運用していた。

また、MARDI内の植物工場ではLED照明により栄養価の高い葉物野菜を栽培していた。マレーシアでは、葉物野菜は露地栽培が主であるが、収量に変動が大きく、安定した収量確保のため植物工場での試験を行っていた。



図1 ワークショップ



図2 水耕栽培ほ場



図3 植物工場

4) MARDIの農業機械検査の体制について

MARDIはANTAMのマレーシア代表機関であり、代議員として参加しているDr. Chin Chuang TeoとANTAMにおける農業機械の検査鑑定についての情報交換を行った。現在、マレーシアでは農業機械のテストコードや検査基準はなく、MARDIでは検査鑑定は行われていない。また、このようなコードの管理をどの省庁が行うのか明確にされていない。しかし、粗悪な農業機械が海外から輸入されていることから、何らかの検査基準の必要性は認識しており、近年MARDIから関係各省へ働きかけを行っている。現在MARDIではマレーシアにおけるコンバインの試験方法を作成している。また、MARDIからは農業機械の安全に関心があるが、どのように取り組めばよいか分からないとの発言があり、日本の安全性検査制度の紹介を行った。

5. 収集資料等

なし

7. National Seminar on Precision Agriculture Technology of Rice 2019 (稲作における精密農業技術セミナー、TEPad2019)での招聘講演 (8/26-29、マレーシア)

高度作業支援システム研究領域長 八谷 満

1. 目的

MARDI (マレーシア農業研究開発研究所、Malaysian Agricultural Research and Development Institute) 主催の TEPad2019 は、農家への水田農業技術に関する最新情報の提供、米生産技術が直面する課題や克服経験の共有と交換、各関係機関、企業等のコラボレーションネットワークの強化を目的としている。今回は MARDI の要請を受け、日本におけるスマート水田農業の進捗・概要について紹介する。

2. 期間

令和元年 8 月 26 日 (月) ~ 29 日 (木)

日数	日付	都市名	概要
1	8/26 (月)	東京 (成田) → クアラルンプール → ペナン → ペライ	移動 ペライ泊
2	8/27 (火)	Ixora Hotel (マレーシア、ペライ)	National Seminar on Precision Agriculture Technology of Rice 2019 (TEPad2019) に参加・講演
3	8/28 (水)	同上	同会議に参加・聴講、及び MARDI との農業データ連携基盤等に関する打合せ
4	8/29 (木)	ペライ → ペナン → クアラルンプール → 東京 (成田)	

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
Ixora Hotel	Dr. Siti Noor Aliah Baharom, MARDI	マレーシア、ペライ

4. 調査結果の概要

MARDI (マレーシア農業研究開発研究所) 主催により、農家への水田農業技術に関する最新情報の提供、米生産技術が直面する課題や克服経験の共有を目的とした標記会議にてスマート水田農業に特化した講演 (1 時間) を行った。主に、①データに基づく PDCA 型農業の事例紹介、②ほ場水管理システムの仕組みと現場実装状況、③ロボット化に至る農業機械の自動化・高度化のステップ、④“レベル 2”段階のロボットトラクタ・自動運転田植機・ロボットコンバイン (汎用、自脱型) のシステム概要と経済的な導入効果を紹介した。さらに、“レベル 3”の社会実装化に向けた技術概要と社会制度上の考え方について概説した。質疑では、レベル 3 のロボット社会実装化における困難性について問われた (図)。

会議への参加者は農業機械、農業経営、栽培技術、病虫害、土壌、及び農業気象など多岐にわたる分野の研究者・技術者であったが、主たる講演者は MARDI の研究者であった。講演は筆者以外、全てマレ

一語でのプレゼンテーションで進められたことからほとんど理解には至らなかったものの、一部 MARDI 関係者に内容確認し、理解に至った事項を以下に記す。

- ・ゴム農園やパームヤシ農園の統合が成功した例を引き合いに、マレーシアのコメ農家は稲作の大規模農業化を受け入れるべきとの考えが示された。
- ・コメは、マレーシア国民にとっての主食であり、最も重要な食料である。食料安全保障の観点から増産政策が採られているが、生産は伸び悩んでいる。MARDI では UGV (Unmanned Ground Vehicle、無人自動走行ロボット) と AI による稲の病虫害予測・対処システム開発に取り組んでおり、目標をコメ収量の 30% 増大と品質向上に置いている。さらに、ドローンを活用することで農薬散布や肥料散布に関わる時間を 30% 削減できるとの試算。実験には、誤差 1 m 程度のサブメータ級の衛星測位端末が使われ、cm 級のデバイスは高価でもあり実質的には不要と考える。

また、「スマート生育診断・追肥」においては、UAV (Unmanned Aerial Vehicle、無人航空機) を用いて撮影した画像を元に、稲の生育ステージを AI で正確に診断し、収穫・品質向上に最適な追肥のタイミングを特定。それに基づいてドローンで追肥作業を行うものための研究が現在進行形。慣行では、追肥の最適なタイミングを特定するため、穂が出る 1 ヶ月前に、カッターで茎を切り開いて人の目で確認しているが、実験では、上記のとおり UAV と定点カメラとの併用による撮影画像を使って AI で診断できるようにする。

- ・MIMOS (マレーシア電子システム研究所) は、IoT の活用を含む農業の枠組みを開発した。それにより、農業生産者-仲買人-販売企業を一同に統一システムの元につなげ、微小電気機械システム (MEMS) によるワイヤレスセンサネットワークを通じて、環境データを収集する。しかしながら、IoT 技術の農業への応用がコストの面で見合うか否かは難しい問題であり、その理由として地域の労働コストに拠るとの指摘があった。農業における IoT の利用には、政府の補助が得られるか否かが今後の課題と考えられた。

その他、セミナー中に別室で MARDI 上層部からデータ連携基盤 (WAGRI) の仕組み、及びデータ駆動型スマート農業の事例紹介を求められた。

後者については、露地野菜の生育・出荷予測システム (過剰生産の低減への期待、契約量拡大とコスト低減の可能性)、併せて GIS ベースの営農管理システムによるデータ管理に基づくロボット等自動化農機による可変施肥への試験的な取組事例について紹介した。

5. 収集資料等

なし

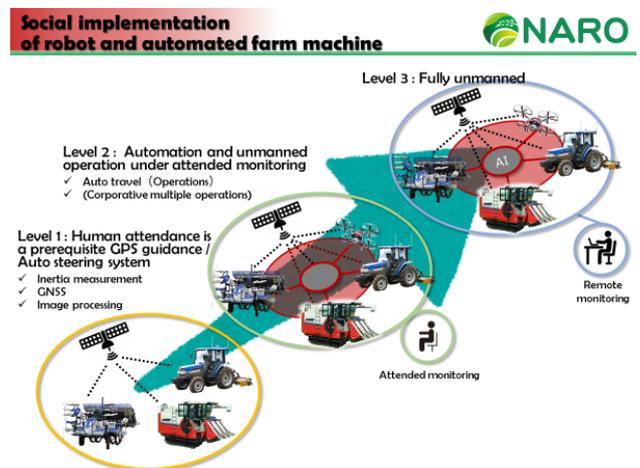


図 農機の高度化と社会実装化の概念

8. アジア太平洋地域農業機械化ネットワーク（ANTAM）技術部会への参加（9/10-13、中国）

研究推進部 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順

1. 目的

アジア太平洋地域農業機械化ネットワーク (Asian and Pacific Network for Testing of Agricultural Mechanization、以下 ANTAM) 技術部会 (以下、TWG) に参加し、農業機械の検査に必要な機器施設整備リストや品質マニュアルの検討を行う。

2. 日程

令和元年9月10日（火）～13日（金）

日数	日付	都市名	摘要
1	9/10（火）	東京（羽田）→中国長沙市（長沙国際空港）	移動
2	9/11（水）	湖南省農業機械化研究所	ANTAM-TWG
3	9/12（木）	湖南省農業機械化研究所	ANTAM-TWG
4	9/13（金）	中国長沙市（長沙国際空港）→東京（羽田）	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
9/11～12	湖南省農業機械化研究所 (会議室提供のみ)	Mr. Anshuman Varma Mr. Marco Silvestri (ともに CSAM 事務局)	

4. 調査結果

1) ANTAM-TWG 参加国

TWG 参加国：バングラデシュ、カンボジア、中国、インド、インドネシア、日本、マレーシア、パキスタン、フィリピン、ロシア、タイ、トルコ

2) ANTAM 検査品質マニュアル (Quality Manual、以下 QM) について

ANTAM の事務局である持続的農業機械化センター (Centre for Sustainable Agricultural Mechanization、CSAM) から ANTAM における QM の案が示された。QM は各国 ANTAM 指定機関で行われる検査の品質を保つためのものであり、QM にはテスト認証に必要な手順等が示されている。また、QM には ANTAM 検査施設を有する国において国家指定機関 (National Designated Authority、以下 NDA) の設置が求められた。ここでいう NDA はテスト結果を審査し、正しく検査が行われたか確認する役目を持つ「人物」であり、「役職」や「研究所」ではないと定義された。この提案に対し、各国から様々な質問等があった。TWG は QM の次年度 (2020 年度) 改正があることを確認し、この QM 案は 2019 年 12 月に開催予定の年次会合に提案されることになった。



図 会議の様子（左：議長等、右：出席者）

3) 機器施設整備リストについて

ANTAMの既存3コード（田植機、歩行トラクタ、背負動力噴霧器）の検査に必要な機器施設整備リストが前年度TWGにて提案されていたが合意に至らなかったため、それぞれの機種別に設けられた分科会に分かれて検討した。その後、3分科会合同でリストの内容を精査したが、分科会ごとに表記の方法が異なっていたため、統一することとした。記載方法を統一した案は、2019年12月開催予定の年次会合にて提案されることとなった。

5. 収集資料等

なし

9. AEF が主催する PlugFest への参加 (9/14-9/22、フランス)

次世代コア技術研究領域 自律移動体ユニット長 西脇健太郎

1. 目的

国際農業電子財団 (Agricultural Industry Electronics Foundation、以下 AEF : 欧米の農業機械メーカーの業界団体で、ISOBUS の認証を行っている) が主催する PlugFest (ISOBUS 機器の相互接続性確認試験) に参加し、農研機構で開発した作業機械 ECU を様々なメーカー製機器と接続し、動作確認を行う。また、PlugFest 前後に行われる AEF の会議に参加し、ISOBUS の最新動向を把握する。

2. 期間

令和元年 9 月 14 日 (土) ~ 22 日 (日)

日数	日付	都市名	摘要
1	9/14 (土)	さいたま→羽田	移動
2	9/15 (日)	羽田→アンティープ (フランス)	移動
3	9/16 (月)	アンティープ	PlugFest 参加準備
4 ~ 6	9/17 (火) ~ 19 (木)	アンティープ	PlugFest 参加
7	9/20 (金)	アンティープ	AEF, PT03, 参加
8	9/21 (土)	アンティープ→	移動
9	9/22 (日)	→羽田→さいたま	移動

3. 主な訪問先

Antibes Juan-les-Pins Conference Centre (フランス、アンティープ)

4. 調査結果の概要

PlugFest は AEF の会員企業・団体がそれぞれ開発した ISOBUS 対応機材を持ち寄り、実機を相互接続して動作を確認する技術イベントである。例年、初夏に米国、秋にヨーロッパで開催される。本年の秋は、フランスのアンティープにある Antibes Juan-les-Pins Conference Centre を会場として、3 日間で行われた (図 1)。

農研機構では、UT2.0 (Universal Terminal : ユーザインターフェース利用機能)、TC-Basic (共通ファイル読み書き対応機能)、TC-GEO (自動散布量変更機能)、TC-SC (自動作業幅変更機能) に対応したブロードキャスト用コントローラを開発し ISOBUS 認証を得ており、今回は当該コントローラを持ち込んでテストを行った (図 2)。接続相手はトラクタのキャビンに設置される汎用端末 (UT Server、TC Server) であり、3 日間で 48 回のテストを行った (図 3、4)。接続相手となる端末は、既に市販化された物もあるが、ほとんどは開発中のものであり、我々が持ち込んだコントローラのように認証を取得したものであっても、必ず動作するとは限らない。今回も、一部の端末で動作しないケースがあった。帰国後、通信ログを解析し、ISOBUS の実装ガイドラインと ISO 11783 規格文書に照らし合わせた結果、

一部のケースではこちら側のプログラムに問題が確認された。認証を取得したコントローラに問題が残っていたということは、認証時のテストシーケンスが十分でないことを示している。AEF によるテストシーケンスの改良に期待しつつ、PlugFest のような実機での動作確認を併用していく必要があると感じた。

参加した関連会議「Engineering & implementation」では汎用端末の多言語化についての議論、コントローラ同士の通信をより安全 (secure) にするための議論などがあり、農研機構での今後の開発方針を定める上で参考になる情報を得た。

5. 収集資料等

なし



図1 Plugfest の会場



図2 日本語に対応した端末



図3、4 PlugFestの様子 (3日間で48ブースを回った)

10. アワヨトウの日中共同研究の打ち合わせおよび 第2回国際レーダ生態学会議への参加 (9/21-9/25、中国)

高度作業支援システム研究領域 高度情報化システムユニット長 大塚 彰

1. 目的

農研機構本部国際課の国際共同研究スタートアップ経費課題「アワヨトウの中国東部での発生実態解明に基づく飛来予測技術の開発」での成績検討を行うために、中国河南省農業科学院植物保護研究所に出張する。また同院で行われる第2回国際レーダ生態学会議に参加する。

2. 日程

令和元年9月21日（土）～25日（水）（5日間）

日数	日付	都市名・行先	交通	摘要
1	21(土)	つくば市→鄭州市	航空機、車	出国、鄭州市泊
2～3	22(日)～ 23(月)	鄭州市・河南省農業科学院	車	第2回国際レーダ生態学会議 鄭州市泊
4	24(火)	鄭州市・河南省農業科学院	車	研究打ち合わせ 鄭州市泊
5	25(水)	鄭州市→つくば市	車、航空機	帰国

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
河南省農業科学院	Prof. Hongqiang Feng	鄭州市

4. 調査の概要

第2回国際レーダ生態学会議では、最新の研究成果の講演があり、内容を討議した。本会議にはヨーロッパ、米国、オーストラリア、日本、中国から50名ほどが参加していた。レーダを使って昆虫だけでなく、鳥、コウモリの移動を調査し、温暖化、夜間の人工光による生態学的影響を調べていた。昆虫レーダについては、オーストラリアのグループと中国のグループが新しい手法を紹介し、日本のレーダの改良に反映できそうな情報が得られた。

河南省農業科学院では、封洪強教授とアワヨトウの長距離移動に関する共同研究の打合せを行った。中国側から昨年度の前翅サンプルの水素安定同位体の測定結果が報告された。海外から北日本に飛来して捕獲された個体群の同位体比の値が中国で捕獲された虫の同位体比の値に近く、熊本県合志市で秋に捕獲された個体群はその他より高い値を示しており、これらの結果は北日本の個体群は中国からの飛来を示唆していると考えられた。さらに、今後の研究予定についても議論した。

5. 収集資料等

なし

11. 持続的農業機械化センター（CSAM）事務局との意見交換 （9/22-23、中国）

所長 藤村博志
 研究推進部 国際連携管理役 藤盛隆志
 研究推進部 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順

1. 目的

アジア太平洋地域農業機械検査ネットワーク (Asian and Pacific Network for Testing of Agricultural Mechanization、以下 ANTAM) の事務局である持続的農業機械化センター (Centre for Sustainable Agricultural Mechanization、以下 CSAM) を訪問し、今後の農業技術革新工学研究センターの ANTAM への協力と今後の ANTAM の運営方針について意見交換した。

2. 日程

令和元年 9 月 22 日 (日)～23 日 (月) 2 日間

日数	日付	都市名	摘要
1	9/22 (日)	羽田空港→北京国際空港→北京市内ホテル	移動
2	9/23 (月)	ホテル→CSAM 事務局→在中国日本大使館→北京国際空港→羽田空港	意見交換 表敬訪問 移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	所在地
9/23	CSAM 事務局	Dr. Li Yutong Mr. Anshuman Varma Mr. Marco Silvestri	北京市朝陽区麦子店街 37 号 盛福ビル 20 階
	在中国日本大使館	原口参事官、菅野一等書記官	北京市朝陽区亮馬橋東街 1 号

4. 調査結果の概要

1) CSAM 事務局訪問

はじめに CSAM の活動に関する紹介が CSAM 事務局からあった。CSAM は国連アジア・太平洋経済社会委員会 (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific、UN-ESCAP) の地域機関であり 2012 年に国連アジア太平洋農業工学・機械センター (United Nations Asia Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery、UNAPCAEM) を前身として発足した。CSAM は ANTAM だけでなく「持続可能な農業機械化に関する地域フォーラム (Regional Forum on Sustainable Agricultural Mechanization)」等のさまざまなプログラムを行っている。

(1) 運営審議会（GC）について

CSAM の活動は同センターの運営審議会（Governing Council、以下 GC）により計画され、活動結果の評価も行われる。GC メンバー（委員）は各国からの立候補を基に 4 年ごとに入れ替わる。ただし、中国は CSAM のホスト国であるため、常に GC メンバーである。CSAM の Li 事務局長から、次回選考時に日本の立候補を求められた。また、11 月末に 2019 年度 GC が韓国で開催予定であることから、オブザーバー参加の要請があった。

(2) 農業機械の安全性確保について

CSAM の Li 所長から、日本の農業機械の安全・性能・耐久性を高く評価しており、アジア地域の農業機械を日本のレベルに近づけていくような仕組みを ANTAM で行いたい旨の発言があった。さらに、アジア地域では農業機械を扱うのは一般に一家の主である男性であり、事故に遭うと経営が危機的状況に陥ることが多いことから、安全な作業に関する注意喚起が何より重要であるとの認識を示した。特に、流通量が多い小型の農業機械に関する安全基準がない国が多いこと、農業機械の間違った使い方、農業機械自体の品質の低さが問題となっていることも指摘した。

藤村所長からは、危惧されている問題は約 60 年前の日本の現状と似通っていること、この問題を解決するに当たり、農業機械検査制度が日本では有用であったことを紹介した。また、検査制度は国の農業機械化施策と一体となって運用されることが重要である旨述べた。

さらに、革新工学センターは、これまで実施してきた農業機械安全鑑定の情報を提供することが可能であること、大型の測定装置等を必要としない安全装備検査でも大きな改善効果が期待できることなどを説明した。Li 所長は安全装備検査に興味を示し、日本の経験を ANTAM プロジェクトに活用するに当たっての協力の要請があった。



図 CSAM 事務局にて

2) 在北京日本大使館表敬訪問

在北京日本大使館を表敬訪問し、ANTAM の概要説明と CSAM 事務局での情報交換の結果報告を行った。さらに、日本のスマート農業の概要等について情報提供を行った。大使館からは中国での農業機械化の現状について説明があった。

5. 収集資料等

なし

12. 第 20 回農林業用トラクタ公式試験のための OECD 標準テストコード に関する各国指定機関テストエンジニア会議及び 自動車部品メーカーにおける ROPS シミュレーションテストに関する調査 (9/29-10/5、オーストリア)

研究推進部 国際連携管理役 藤盛隆志
安全検査部 作業機安全評価ユニット 研究員 原田一郎
安全検査部 性能評価ユニット 研究員 大西明日見

1. 目的

OECD テストにおける技術的な問題等について意見交換を行う。また、ROPS（乗用トラクタ用の転倒時運転者保護構造）のシミュレーションテストに関して、現地の自動車部品メーカーにて実施されているテスト等について情報収集を行う。

2. 日程

令和元年 9 月 29 日（日）～10 月 5 日（土）

日付	都市名・行先	摘要
9/29	東京（成田）→ウィーン →ヴィーゼルブルク	移動
9/30	ザンクト・ヴァーレンティーン ヴィーゼルブルク	Magna Powertrain 訪問 OECD テストエンジニア会議参加登録 ビューローミーティング FJ-BLT の施設見学
10/1	ヴィーゼルブルク	OECD テストエンジニア会議
10/2	ザンクト・ヴァーレンティーン ウンター＝ルーク（シャイプス郡）	CNH 工場見学 山間部ほ場における傾斜地用機械視察
10/3	ヴィーゼルブルク	OECD テストエンジニア会議
10/4～5	ヴィーゼルブルク→ウィーン →東京（成田）	移動

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所・連絡先等
Magna Powertrain Engineering Center Steyr GmbH & Co KG	Mr. PRANDSTÖTTER Mr. ENGELBRECHTSMÜLLER	Steyrer Straße 32 4300, St. Valentin, Austria
FJ-BLT (オーストリアの OECD テスト 実施機関)	Mr. LUGER (ホスト国代表)	Rottenhauser Straße 1 AT 3250, Wieselburg, Austria

4. 調査結果の概要

1) Magna Powertrain 社技術センターの調査

Magna Powertrain 社は大手の自動車部品メーカーであり、St. Valentin (ザンクト・ヴァーレンティーン) にある技術センター (Engineering Center Steyr、以下 ECS) では、車両開発全般に関する様々なエンジニアリングサービスを行っている。

(試験サービスの情報：<https://engineering.mpt.magna.com/testing-services/>)

一例として、

- ・ 中型、大型トラックや特殊車両の開発
- ・ パワートレイン関連の部品等の製造
- ・ 車両部品の疲労試験設備
- ・ エンジン試験設備
 - － 15 のエンジンテストベンチ
 - － 高地&気候テストベンチ
 - 許容出力：550kW、気圧：540hPa (高度 5000m 相当)、気温：-30~50°C
- ・ シャーシダイナモや電動車両の試験設備
- ・ テストコース
 - － 舗装路全長 2.2km (最長直線距離 850m)
 - － オフロード全長 7.2km
 - － 傾斜路 (最大 60°)
 - － 最大水深 1.8m の冠水路) 等

また、自動車開発に関連したシミュレーションを専門とする部署 (約 30 人のエンジニアが在籍) もあり、商用の設計支援シミュレーションソフト (以下、CAE) や自社のソフトウェア (FEMFAT、KULI 等) を使って、顧客の製品開発のサポートを行っている。この部署は試験設備や他の部署とも相互にリンクすることで、広範囲の製品の改良を支援している。対象としては、構造、流体、音響、熱・エネルギーマネジメントなど様々なシミュレーションを扱っており、その一つとして、トラックやバスのキャビンの強度に関する認証のためのシミュレーションも行っている。現在、作業機安全評価ユニットで行っている研究課題「安全キャブフレームの新たな試験手法の標準化に向けた基盤的研究」の参考情報も得ることがこの調査での目的に含まれている。はじめに、会社概要、試験設備の紹介があり、その後、シミュレーションを専門とする部署の担当者から、詳しい説明を受けた。

ヨーロッパでは、車両の安全に関する欧州規則 (UNECE Regulation、以下 UNECE-R) において、シミュレーションを用いた認証が認められている項目が複数存在する。ECS では商用車運転席乗員の保護について、2007/46/EC に基づくシミュレーション手法として以下の認定を SGS TÜV Saar (通称：テュフ、第 3 者認証機関) より受けている。

- ・ 商用車運転席乗員の保護 (トラック等のキャブの強度、UNECE-R 29)
- ・ スーパーストラクチャー強度 (バスのキャブの強度、UNECE-R 66)
- ・ アンダーランププロテクション (UNECE-R 58、UNECE-R 93)
- ・ 大型車側面保護 (歩行者やサイクリスト等が側方から車体の下に潜り込んでしまうことを防止するサイドスカート) の強度等、UNECE-R 73)

ECS でのシミュレーション結果は、車両の認証プロセスにおける実機試験の代替として使用可能とのことである。シミュレーションによる認証に関して、UNECE-R 29 の試験項目のうち、テスト A (車

両前面への振り子重錘による動的衝撃試験) について事例紹介があり、ECS のシミュレーションと実機試験の挙動について、重錘位置画像解析による比較を行い、良好な一致を得ている、との説明があった。

また、トラクタのROPSの強度試験(OECDテストコード)のシミュレーションについても、ECSのシミュレーション手法により静的、動的共に実施可能とのことで、事例の紹介を受けた。

2) OECD テストエンジニア会議

会議は、あらかじめ提起されていた議題に基づき、プレゼンテーションにデモンストレーションを交えながら意見交換を行う形で進められた。

OECD事務局のMarie Russel氏による挨拶、開催国オーストリアのOECDテスト実施機関であり会場となったFJ-BLTの紹介が行われた後、議長Ewald Luger氏の進行により議事が進められた。



図1 参加者



図2 会議看板

(1) 電動化トラクタへのコードIIの適用について

オーストリア(FJ-BLT)より、複数のメーカーがトラクタ等の電動農業用車両を試作しており、普及が見込まれるが、電動トラクタにコードIIをどのように適用させるのかについて問題提起があり、併せて、市販されている電動ローダのデモが行われた(図3)。



図3 市販電動ローダのデモの様子(Schaffer 23e、走行用モータ21kW、作業用モータ9.7kW)

(2) コード4について

オーストリア (FJ-BLT) より、前車軸荷重の大きいトラクタに関して、試験コード成立の経緯について確認したいとの提案が出され、関連した話題についての議論がなされた。

関連して、過去に FJ-BLT で行っていた動的試験の動画について紹介があった。

(<https://www.youtube.com/watch?v=J1AgoKmUasQ>)

(3) SIP (座席基準点) について

イタリアのテスト機関の1つであるボローニャ大より、SIP 測定に関してのシートの上下調節等の設定において発生している問題についての報告があった。主な点としては、サスペンションストロークと上下調節範囲がオーバーラップする場合の上下位置の設定等についてであった。また、シートメーカーより、エアサスペンションが搭載されたシートの上下調節範囲とサスペンションストロークの範囲についての説明があった。

2020年の年次会議において、SIP 測定における前後と上下の座席調節範囲の定義について、承認のための正式な提案がなされる予定となった。

(4) コード4 (ROPS) 、コード10 (FOPS) の強度試験のデモンストレーション

ROPS、運転者落下物保護構造 (Falling Object Protective Structure、以下 FOPS) に関して、それぞれ、FJ-BLT 施設で実演が行われた (図4)。この施設において特徴的だったのが、試験機の固定に使う据え付け台であり、試験機の固定後に、空気圧により据え付け台と建物の床に隙間を作ることによって、数人の作業者の人力により据え付け台ごと移動させることが可能な点であった。これにより、負荷方向の変更 (前後から左右への) や位置の微調整も容易に行われていた。



図4 ROPS 強度試験のデモ

(5) ROPS の静的試験においてクラック (亀裂) が発生した場合の判定基準の統一化

スペインの農業機械テストセンター (Estación de Mecánica Agrícola、以下 EMA) より、ROPS の静的強度試験における、クラックが発生した場合の追加試験についての提案があった。

(6) アーティキュレート式狭輪距トラクタの安定性試験について

イタリアのテスト機関の1つであるボローニャ大より、標題について、研究の新情報が報告された。内容は、OECD のコード6 (狭輪距トラクタ用前方装着安全フレームの強度試験に関するコード) における2つの予備テスト (側方安定性テストと非連続ローリングテスト) に関するものであった。

現在の試験を改良して、アーティキュレート式車両の安定性を改良するために行われたとのことであった。

(7) トラクタ用後部装着型折り畳み可能 ROPS の手動操作の改良事例

イタリアのテスト機関の1つである Istituto per le Macchine Agricole e Movimento Terra (国立農業機械建設機械研究所、以下 IMAMOTER) より2つ研究報告があり、1つは実際の農場での生産者と生産者所有のトラクタにおけるトラクタ用後部装着型折り畳み可能 ROPS (以下、FROPS) の上げ下げ動作に関する調査について、もう1つは問題解決のための試作装置の操作性テストに関するものであった。報告後、新たに試作された FROPS 持ち上げ用の装置について、デモが行われた。

(8) ROPS (安全キャブ・フレーム) に接着された風防 (窓ガラス等) について

オーストリア (FJ-BLT) より、ROPS の強度試験時の窓ガラス等の風防スクリーンに関して、風防スクリーンが接着された状態での強度への影響についての調査結果の報告があった。また、関連事項について議論がなされた。

(9) ROPS の老朽化

オーストリア (FJ-BLT) より、ROPS テストに合格した ROPS でも、数年の使用後には経年劣化により強度試験に不合格となる可能性があることについて意見が挙げられ、関連した調査に関する報告と議論が行われた。

会場からは、同様のテーマの研究レポート「Structural deterioration of tractor safety cabs with age (経年によるトラクタ安全キャブの構造劣化)」が Silsoe Research Institute (旧 Silsoe 研究所、英国) から出ているとの紹介があった。

(10) バーチャルテスト

トルコ (アンカラ大) より、2柱式の安全フレームについて行った強度試験シミュレーション結果の報告があった。

事務局からは、このプレゼンはバーチャルテスト手法改良のための研究プロジェクトであり、OECD の特別ファンドを使って実施されたことが紹介された。

(11) トラクタの振動試験走行

トラクタの走行時にオペレータや作業機が受ける振動についての試験のデモがあった。トラクタ本機のエンジン回転や変速段、シャシやシート、前車軸、シートレール、3点リンクの情報を集約するシステムを装着したトラクタで、人工悪路の走行を行うというものであった。(図5)



図5 人工悪路と走行するトラクタ

(12) ロボット化・自動化農機

オーストリアのメーカー等が開発している、前方にモーターを装着した小型の電動乗用機械（図6左上、AEBI社 EC170、モーター出力最大18kW）、リモコンで操作するハイブリッド作業車（図6右上の車両部分、REFORM社 P48RC、エンジン出力35kW、発電機出力32kW、走行用モーター4.8kW×4）、その作業車の上に搭載されたセンサシステム（図6右上の筐体部分及び左下）、リモコン操作電動車両（図6右下）の実演が行われた。このうち、作業車上のセンサシステムは同国の技術研究所等のチームによって研究が行われたもので、自律走行を目的として、2台のカメラにより車両前方、及びLiDARで全方向を、3次元で認識する。また電動車両は、スマートフォンの画面上に軌跡を描くことで操作したが、障害物検出を備えた自動ナビゲーションシステムも搭載されているということであった。



図6 実演が行われたロボット化・自動化に関する機械

(13) その他の議題等

コード9（テレハンドラーの保護構造）、コード10（落下物保護構造）についてデモや議論が行われた。また、米国における精密農業の導入に影響する要因（経営面積、設立年数、従業員数、所在地等）、及び品質を加味したトラクタ価格に焦点を当てた農業の全要素生産性に関する分析について、それぞれ話題提供があった。

(14) CNH Industrial 社工場見学

この工場は社員の教育拠点を併設する、同社の拠点の中でも主要な地位を持つ施設であった。はじめにイメージ動画の上映、歓迎の挨拶、製品の紹介を受けた後、トラクタとキャブの生産ラインを見学した。この工場では2つのブランドのトラクタを同一ラインで製造しており、生産量はCASE IHが8割、Steyrが2割程度（オーストリア全体の普及率ではSteyrが首位）という説明であった。生産ラインでは当然ながら安全や品質管理について留意している説明が多くなされ、清掃も重視されていた。完成した製品は検査後、屋外に並べられ、ディーラーが引き取りに来るのを待つ、とのことであった。また、従業員は、父親が農家であるなど農業にバックグラウンドを持つ者が多く、工場勤務は6時から15時で、勤務終了後は家の農作業をしたりする、とのことであった。（※オーストリアやドイツでは一般的な勤務時間が6～15時くらい）



図7 Experience Center の内外に展示されていた Steyr トラクタ

(15) 山間部ほ場における傾斜地用機械視察

OECD テストエンジニア会議の会場であるヴィーゼルブルクより直線距離でおよそ南南西に23kmほどの山間部に位置する農場にて、山間地農業用及び公共事業用の機械を扱う同国企業であるReform社の車両等のデモが行われた。

図8上段は、どちらも4輪操舵・アーティキュレート式の車両（MuLi T10X、出力80kW、質量約3500kg）で、荷台部分のほかトラクタのように車両の前後にもアタッチメントを装着することができる。図8上段左の写真は車両後部にマニュアルスプレッダを装着した状態のものを側方から、図8上段右の写真は牧草を拾い上げて運搬するアタッチメントを装着した状態のものを後方から撮影したものである。このような農業用のアタッチメントのほか、ロードスーパーやダンプトラックの荷台、クレーンなども装着することができ、路上走行にも適応している。

また、図8下段左は傾斜地用の車両（Metrac H7 X、出力54.5kW、質量2275kg〜）で、前後にPTOと3点リンクを備えており、様々なアタッチメントの装着が可能である。写真は車両前方にロータリーディスクモアーを装着した状態である。

図8下段右は歩行型の機械（Motech RM7、出力5.1kW）で、アタッチメントにモアーを装着したものである。動力源は一般的なガソリンエンジンであるが、左右の車輪をそれぞれ油圧モーターで駆動しており、ハンドルを左右に傾けて油圧を制御することで操舵を行うのが特徴である。



図8 デモが行われた山間地農業用機械

5. 収集資料等

- OECD Guidelines for Code 2 2019（冊子）

13. 果樹のスマート農業、精密農業研究等に関する調査 (10/6-14、イタリア)

高度作業支援システム研究領域 高度施設型作業ユニット長 太田智彦

1. 目的

中央果実協会の委託により、イタリアのシチリア島にあるパレルモ大学で開催された国際園芸学会主催「果樹園・ブドウ園の精密管理に関する国際シンポジウム」に参加し、欧州における果樹のスマート農業、精密農業の研究状況等を把握する。

2. 日程

令和元年 10月6日（日）～14日（月）

日数	日付	移動・調査場所（都市名）	内容
1	10/6	成田→ローマ→パレルモ	
2	10/7～8	パレルモ大学（パレルモ）	果樹園・ブドウ園の精密管理に関する国際シンポジウム
3	10/9	シチリア島内果樹園	現地見学
4	10/10～11	パレルモ大学（パレルモ）	果樹園・ブドウ園の精密管理に関する国際シンポジウム
5	10/12	パレルモ→ローマ	
6	10/13～14	ローマ→上海→名古屋※	

※台風による欠航の影響で便を変更

3. 主な訪問先

パレルモ大学及び現地果樹園

4. 調査結果の概要

1) 果樹、ブドウ園の精密管理に関する国際シンポジウム

シンポジウムでは、情報利用に関するスマート化の発表が多く、次のとおりであった。

- ・ Davide Bianchi 氏ら, Università degli Studi di Milano (イタリア)
トラクタ搭載のマルチスペクトルカメラにより、NDVI を測定し、最適なかん水量をモデルにより求め、精密かん水する方法
- ・ G. Marino 氏ら, UC Davis (米国)
主幹径を自動で測定するシステムにより、かん水量を精密に管理する方法
- ・ Brillante 氏ら, California State University (米国)
ワイン用ブドウの水分状態マップ(water status maps)を用いた、水分状態の違うほ場から品質の異なる果実を別々に収穫するシステムに関する研究
- ・ K. Bresilla 氏ら, Università di Bologna, (イタリア)
収量予測のための深層学習アプローチ、R-CNN (Regions with Convolutional Neural Networks)、

YOLO (You-Only-Look-Once)を活用したリンゴ着果数を計数するモデルの開発について

- James Taylar ら, University of Montpellier (フランス)

基調講演：霜警告、画像処理での害虫数カウント、病害リスクモデル、防除タイミングが可能な精密管理のための Web プラットフォームの開発

- Luca Corelli-Grappadeli ら, University of Bologna (イタリア)

土壌水分センサを用い、イチゴとリンゴを対象に適切なかん水タイミングを支援するクラウド型意思決定システムに関する研究

また、ドローンに関する研究も多く、ほとんどが情報利用・機械によるスマート化に分類された。情報利用については、以下のとおり。

- Alessandro Matese ら, University of Palermo (イタリア)

RGB, マルチスペクトル、熱画像カメラの3種のカメラをドローンに搭載し、ブドウ園で 3D-AlphaShape 法により、3次元形状を推定し、マップを作成する方法

- Giovanni Caruso ら, University of Palermo (イタリア)

オリーブのドローンによる空撮画像から NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) を計算し、NIDI (Normalized Infrared Difference Index) とオイル収量の関係を求める方法に関する研究

- Yasmin Vanbrabantn ら, KU Leuven (ベルギー)

ドローン搭載のカメラで花そうを撮像・計数し、花そうマップを作成する方法

- Zhaw ら, Weidenswill (スイス)

ドローンにより害虫モニタリングをするための撮像方法について、ドローンの樹体への接近の容易さに関する研究

- Giovanni Caruso ら (イタリア)

ドローンを用いて RGB、NIR の画像を撮像し、オリーブ、ブドウ、カンキツに対して、NDVI を計算する方法に関する研究

- Francesco Mutatore ら, CNR-IVALSA (イタリア)

UAV を用いて2画像の RGB 画像を撮像し、3D化をすることによってオリーブの樹幹容積を推定する研究

- Charles Cannon ら, Illinois Institute of Technology (米国)

ドローンに搭載した LiDAR、マルチスペクトルカメラにより、病害やストレスを検出する技術開発に関する研究

また、機械を利用したスマート化の発表はほとんどが作物・ほ場情報取得のための研究開発であり、以下のとおり。

- Martin Penzel ら, ATB (ドイツ)

RTK-GNSS による自動走行トラクタに LiDAR を搭載してリンゴの樹冠形状を計測

- Carlos M. Lopes ら, Agronomia Universidade de Lisboa (ポルトガル)

VINBOT (ブドウ園用小型自動走行機) を用いて収量マップを作成する研究。

RTK-DGPS とエンコーダで自己位置を検出し、RGB カメラ、WiFi ルーターで情報を転送する。さらに、レーザにより形状を測定する。ブドウの果実数をモニタリングするために AI の1つである CNN (Convolutional Neural Networks, 畳み込みニューラルネットワーク) を利用する。

- Paplo Storchi ら, CREA Research Centre (イタリア)

LiDAR や超音波センサを用いてブドウ園で樹体の形状に応じた最適な噴霧量を可変散布する技術の開発

情報収集、自動化以外の機械開発の発表については、以下のとおり。

- Andreo Lonardi ら, Università degli Studi Palermo (イタリア)
ブドウ園用可変施肥機を開発し、肥料コストを 35%低減。また、開発した散布薬液回収型ドリフト低減防除機の紹介
- Gregory A. Lang ら, Michigan State University (米国)
トラクタ装着型せん定機が利用できるリンゴの壁面樹形を研究。壁面樹形に適応するトラクタ前部装着型のせん定機、摘果機、精密静電授粉機の開発についての紹介
- Dongyong Lee ら, Apple Research Institute (韓国)
リンゴを機械せん定した場合と慣行の手作業によるせん定をした場合の収量、新梢発生状況の比較調査

2) 現地見学

シチリア島内の生産者果樹園において、生産者が利用・試用している各種果樹用機械を見学した。はじめに、ワイン用ブドウ園において、生産者が利用しているトラクタ装着式果樹用防除機の実演を見学した(図1、2)。薬剤は、静電散布により高い付着性能が確保され、少ない散布量で防除効果が慣行程度、とのことであった。静電散布はドリフト対策にもなることから、ヨーロッパでは環境保全型農業の1つとして関心が高い。そのため、日本では導入されていない静電散布型果樹用防除機が市販されていた。見学したブドウ園は樹高の低い垣根仕立てであったため、送風量は小さかった。日本の果樹用防除機は自走式スピードスプレーヤーが主であるが、今回見学した防除機はトラクタ装着型であるので汎用利用も可能となる。防除機の更新時にはトラクタは含まないため、経済的でもある。一般的に、低い垣根仕立ての樹形は、ドリフト低減や散布量の節減にもなり、特に、ドリフト低減のために適している。



図1 ワイン用ブドウ園トラクタ装着式果樹用防除機(後面より)



図2 ワイン用ブドウ園トラクタ装着式果樹用防除機(斜め後ろより)

次に、ワイン用ブドウ収穫機を見学した。この収穫機は、垣根仕立てのブドウ樹列をまたいで走行し、収穫部のアタッチメント付きベルトで果実を落として機体下部で回収し、伴走する運搬車に搬送する構造であった。大型の機械で専用機であるが収穫作業が大幅に効率化される。ワイン用ブドウは加工用であることもあり、機械に合わせた樹形とすることで、一貫体系を確立していた。収穫機の果実を採果する部分は特殊な構造となっており、高精度に採果するために改良を繰り返したと考えられた。

また、生産者が利用している作業機で、樹体を挟むような形で樹列の両側から同時に噴霧し、かつ、噴霧部のカバーにより、互いに反対側に噴霧した薬液が飛散しない構造のドリフト低減型防除機も見学した。樹体が大型である場合のドリフト低減型防除機であったが、現在は樹体が小型化され、静電散布用ノズル（図3）を導入した機械を利用しているので、先に紹介した大型の機械は利用していない、とのことである。樹形に合わせて機械が開発され、より構造が簡素化されていた。この他、導風型の防除機は送風機からの送風により、付着性能を高め、かつ、側方からの噴霧によりドリフトを低減できる構造の機械もあった。この防除機もドリフト低減と付着性能を高めた構造で、日本のSSとは異なる構造であった。一生産者が構造の大きく異なる防除機を4台保有していることから、ドリフト低減への生産者の高い意識が感じられた。



図3 ドリフト低減型果樹用防除機
静電散布ノズル

生産者が利用している樹形成型のためのせん定機を見学した（図4）。樹体内のツル・葉のせん定機で、機械的に行うことにより、省力化が進められていた。具体的には、間隔が5cmくらいある突起のついた2本一対のローラの中に樹列を通すことにより、樹体内の細かいツルや葉を機械的にせん定する。突起の形状が特殊であり、せん定に開発されたと考えられた。



図4 せん定機

パレルモ大学とメーカーの共同研究である自動走行トラクタによる苗植え機（図5）を見学した。開発機はRTK-GPSによる自動走行であり、受信機が苗植え機上部、基地局が果樹園端に備えられていた。オリーブの自動走行、苗植えの実演を見学した。今後イタリア国内でオリーブ園を増加させるため必要とのことであった。

4



図5 自動走行果樹苗植え機（左：後方、右：側方）

生産者利用のオリーブ収穫機（図6）の実演を見学した。この収穫機は、トラクタけん引式で、PTO軸駆動で油圧により、収穫部、搬送部を駆動させ、走行しながら連続的に収穫する。機体内に樹木を掻き込み、揺動するプラスチック製リングを接触させて、叩き落すような作用でオリーブ果実を離脱させた後、落下した果実を機械下部のコンベアでコンテナまで搬送していた。オリーブの茎葉も果実と一緒に折れることはあったが、コンテナへの混入は少なかった。イタリアでは、オリーブの収穫は樹幹を振動させて収穫するタイプと、樹列に対して振動体を接触させながら収穫するタイプが普及しており、機械収穫がほぼ定着している。収穫機械は栽培研究者と機械研究者が協力して開発している、とのことであった。また、オリーブオイル工場の選別機の実演を見学した。画像処理により大きさや色で選別し、空気圧でローラコンベア上のオリーブを吹き飛ばして選別トレイに収容する方式であった。



図6 オリーブ収穫機

この他、パレルモ大学は、果樹園空撮用ドローンの展示があり（図7）、ドローンからマルチスペクトルカメラでカンキツ園を空撮する研究を行っていた。近赤外画像を解析、土壌水分の推定し、水分分布マップを作成していた。今後の精密管理に役立てるとのことであった。ドローンでは場を空撮する研究はシンポジウムでも多く発表されていたが、ほ場の水分状態、生育状態を精密に把握する研究がほとんどであった。



図7 空撮用ドローン

3) まとめ（事前調査を含む）

農業のスマート化については、主に①センシング、情報を利用した精密管理などの情報化によるスマート化、②トラクタやマニピュレータ型ロボットを利用した作業の機械化・自動化によるスマート化、に分けられる。機械・システム開発の観点から、事前調査を含めて、ヨーロッパの果樹生産のスマート化に関する調査結果をまとめ、今後の日本の果樹生産のスマート化の方向性をとりまとめた。シンポジウムでの発表はスマート化に関する研究のほとんどがワイン用ブドウの情報化であり、土壌水分や収量（生育指標）など計測したセンシングデータに基づいてマップを作成し、区画ごとにかん水を変えるなどの精密管理を行う研究が多かった。日本はイタリアとは気候が異なることから、かん水量を精密に管理することは難しく、これまで蓄積した経験や勘によるせん定、施肥、摘果などの精密な栽培管理作業により、高品質果実を生産してきた。このことから、日本の果樹生産の情報化によるスマート化は、はじめに、これまでデジタルデータ化されていない精密な栽培管理方法を今後も活用できるように数値化、デジタル化し蓄積することが挙げられる。このデータを、AIなどを利用した栽培管理へ適用し、栽培技術を向上させる研究開発を進めることが重要と思われる。データの蓄積と活用が日本の果樹生産の更なる高品質化と高収量化に寄与すると考えられる。

事前調査では、情報化によるスマート化研究の一例として、ブドウ園用意思決定支援システムが複数開発されていることがわかった。気象、土壌水分、生体情報などに基づいて灌水量の設定、病虫害防除方法の決定を支援するソフトウェアである。市販システムは複数あり、販売会社はそれぞれ米国 VineMetrics 社、スイス PreDvine 社、イタリア MECS-VINE 社、フランス Fruition science 社、ドイツ Picores 社である。ブドウはヨーロッパでワイン製造用として主要な作物のため、単一の作物で意思決定システムが開発されているが、日本では、ソフトウェア開発メーカの収益性を考慮すると果樹の単一作物の意思決定支援システムを開発することが困難であると考えられる。しかし、公的研究機関の研究データを活かして栽培・防除方法の意思決定に役立つシステムの開発を進めることが重要と考えられる。日本では、対象作物、対象作業が少なくとも AI などを利用した低価格な意思決定ソフトウェアが開発できればと考えられる。

一方、機械化・自動化によるスマート化研究では、ブドウ園、オリーブ園をはじめ、果樹のトラクタ体系による機械化が進められている。移植作業の省力化のため、自動走行トラクタによるオリーブ苗の移植の研究も行われていた。ブドウについては、日本はヨーロッパと異なり、樹形が大きく異なる棚栽培を行っているので、現段階では、日本ではトラクタを利用した作業機はごく一部の垣根仕立て栽培にしか適応しないと考えられる。リンゴなど樹列に沿って走行できる樹形であればトラクタを利用した作業機の開発が可能であるが、日本では SS、乗用型草刈機が普及しているため、寸法・形状がこれらに基づいた作業機の開発も検討する必要がある。現地調査ではコンピュータを利用した収穫ロボットなどの開発の発表はなかったが、ヨーロッパではスペインの研究機関 IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias) が開発したオレンジ収穫ロボットが有名である。この収穫ロボットは画像処理により対象果実を検出してコンピュータにより収穫する。また、ドイツボッシュ社は Trimbot という低木のせん定を行う自動走行のロボットを近年発表した。

シンポジウムでは情報を収集する走行型ロボットが複数発表されていたが、事前調査でも、複数の開発を確認した。ブドウ園で自動走行を行い、LiDAR により 3 次元形状や熱画像を計測しモニタリングをするロボットとして、スペインでは、ロボトニックオートメーション社の Vinbot、ラ・リオハ大学の VINEROBOT、バレンシア工科大学の VineScout が開発されていた。いずれもロボットが樹列間を自動走行し、情報収集や作業を行う。これは①情報化によるスマート化と②機械化・自動化によるスマート化の組み合わせである。日本でも果樹園対応の自動走行技術開発が進められており、情報収集による栽培面での効果やメリットを明らかにするとともに、情報収集型機械や情報収集を自動で行う機能がなくても、省力化機械開発は今後とも進められるべきと考える。

5. 収集資料等

なし

14. ANTAM 年次会合参加 (10/9-14、ロシア)

企画部 企画室 主任研究員 嶋津光辰

研究推進部 国際連携管理役 藤盛隆志

次世代コア技術研究領域 (ポストハーベストユニット)

特別研究員 Dang Quoc Thuyet (ダン クオック・トゥエット)

1. 目的

ANTAM (Asian and Pacific Network for Testing of Agricultural Machinery、アジア太平洋地域農業機械試験ネットワーク) の 2019 年度年次会合に出席する。これに併せ、同地で開催されたロシア農業展示会「黄金の秋 2019」の調査及び在ロシア日本国大使館参事官と情報交換を行う。

2. 日程

令和元年 10 月 9 日 (水) ~ 14 日 (月)

日数	日付	都市名	摘要
1	10/9(水)	成田空港→シェレメーチエヴォ国際空港→モスクワ市内	移動
2	10/10(木)	モスクワ市内ホテル (マリオット・ノーヴィ・アルバート)	会議参加
3	10/11(金)	モスクワ市内ホテル (マリオット・ノーヴィ・アルバート)	会議参加
4	10/12(土)	モスクワ市内 (全ロシア博覧センター)	調査
5	10/13(日)	モスクワ市内 (赤の広場等) →シェレメーチエヴォ国際空港 →機内泊	打合せ、移動
6	10/14(月)	→成田空港	移動

3. 主な訪問先と対応者

訪問日	訪問先等	対応者
10/10(木) ~10/11(金)	ANTAM 年次会合 (モスクワ市内ホテル)	Mr. Marco Silvestri, ESCAP-CSAM
10/12(土)	ロシア農業展示会 (全ロシア博覧センター)	Dr. Vadim Pronin ボルガ農業機械試験所長
10/13(日)	ロシア農業展示会の野外展示調査、情報交換 (赤の広場、モスクワ市内ホテル)	佐藤宏昭参事官 在ロシア日本国大使館

4. 調査等の概要

1) ANTAM 年次会合への参加

10月10日及び11日にわたり、2019年度事業報告、歩行型トラクタ、田植機、背負式スプレーヤについてTWGからの報告、品質マニュアルのレビュー、グループディスカッション、2020年度計画の検討等が行われた。

○2019年事業報告：

- ・既存3種（歩行型トラクタ、田植機、背負式スプレーヤ）のテストコードのTWGかからの報告：本年度は改訂なし。次年度は3コードとも改訂予定。必要機材リストを作成。
- ・品質マニュアルについて：ENTE NAZIONALE MECCANIZZAZIONE AGRICOLA（イタリア農業機械化公社、以下ENAMA）サンドロ氏の指導を得て作成。
- ・検査技能向上について：CSAM事務局はラウンドロビントの実施を画策。弊センターから「実施に当たって技術的にアドバイスが必要ならば相談に乗る。」とコメントを出した。
- ・ANTAM認証等に関する各国ニーズの把握：各国関係機関との対話等から、「農業機械の安全性を評価するテスト」の重要性等があげられたことを紹介。
- ・その他：ブータンについて、近く加盟の運びとなることを報告。

○各国の検査実施体制：「国一国が指定する試験責任者（National Designated Authority、以下NDA）―試験実施機関」、という仕組み（図1）について議論。誰がNDAに指名されることになるかは、各国まちまちの状況。日本においてANTAM検査を今後行う可能性は低いが、日本のNDAは、革新工学センター所長となる。

○2020年事業計画：

上記議論を踏まえ、事業計画が検討・採択された。特に農業機械の安全性評価については、ネパールから「危険な農業機械が多く問題となっている」旨のコメントがあり、「日本では年間300人も貴重な担い手が農業機械等の事故で失われている。農業機械の安全性向上は世界共通の課題。ANTAMの仕組みで農業機械の安全性評価を行うことは意義深い」とコメントした。

○次期副議長国（来年の年次会合開催国）はマレーシアに決定した。

○ブレイクアウトセッション（グループでの意見交換会）：

日本は、ロシア、トルコ、韓国と一緒にグループになった。ダン特別研究員がモデレータ（司会者）となり、各国の機械化の状況やANTAMに期待する役割について話し合った。日本からは、ANTAMテストは機械の品質を適正に区別でき、高品質な機械は正当な評価を受けられるものとなることを望む旨を述べた。ロシアからは、国内の農業者のために、安全で高品質な機械をメーカーが作れるようになることを望む旨が述べられた。トルコからは、国内の農機メーカーから要望があれば国際標準に基づく様々なテストを実施したい旨が述べられた。韓国からは、国内メーカーに利益をもたらすために取引を円滑化したい旨が述べられた。ダン特別研究員はこれらの内容をブレイクアウトセッション後の全体会において、セッション代表として発表した（図2）。

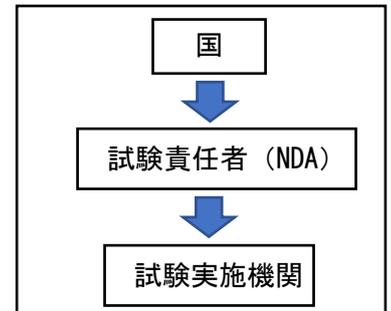


図1 検査実施体制の仕組み



図2 ANTAM 年次会合

2) ロシア農業展示会「黄金の秋」2019 の調査

10月12日、ロシア農業展示会「黄金の秋2019」を調査した。本展示会はロシア国内最大級の農業関連イベントで、1,300社以上が出展し、製品の国内での売り込みや輸出を促進する有益な機会となっている。海外からの出展もあり、ジャパンプースでは日本の農林水産省及び十数社の食品、農機関連企業・団体が出展していた。

ここでは、ロシアにおける農業機械検査の重鎮であるボルガ農業機械検査所のプローニン所長の案内により、農業機械ブース見学及びロシア農業省による国内の農業機械開発賞の授賞式に参加し、最近注目を集めた農業機械に関する情報を収集した。併せて、国内の農業機械検査機関の紹介もあった。

10月13日、赤の広場に設置された、農業展示会「黄金の秋」の野外展示エリアでは、新旧様々なトラクタの展示や、子供用トラクタ型カートの試乗等に多くの市民が集まり、盛況であった。ロシアに限らず、ヨーロッパ諸国では大都市で農業の展示会が開催され、農業機械や農産物等の展示が行われていた。展示会場には家族連れを含め非常に多くの入場者を集めていた(図3)。

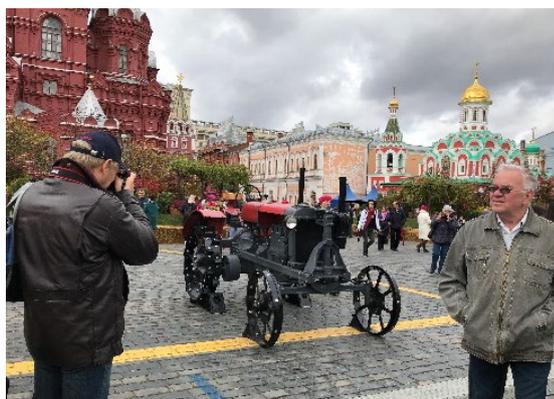


図3 ロシア農業展示会「黄金の秋」

3) 在ロシア日本国大使館参事官との打合せ

10月13日、在ロシア日本国大使館参事官と面談し、日本のスマート農業の現状やロシアの農業政策等について情報交換を行った。

5 収集資料

[1] 2019年農業機械試験レポート (ロシア農業省)

15. JIRCAS からの要請出張「ツマジロクサヨトウのタイにおける拡散と防除技術開発に関する情報収集」の報告 (10/15-19、タイ)

高度作業支援システム研究領域 高度情報化システムユニット長 大塚 彰

1. 目的

ツマジロクサヨトウが本年夏に日本に侵入したことから、国際農林水産業研究センター（以下、JIRCAS）は昨年末から発生国となったタイでの同種の発生状況と防除対策を調査することにした。その際にミャンマーなどからタイへの同虫の飛来に注目していたタイ側が、日本側のヤガ類移動研究の専門家の会議への参加を希望した。これを受けて、JIRCAS から本調査への参加を要請されたため、タイの現地での発生状況の調査およびツマジロクサヨトウに関する日タイ 2 国間シンポジウムにおいてこれまでの移動解析の結果の紹介を行う。

2. 日程

令和元年 10 月 15 日（火）～19 日（土）（5 日間）

日数	日付	都市名・行先	交通	摘要
1	15(火)	つくば市→バンコク市	航空機、車	出国 バンコク市泊
2	16(水)	バンコク市	車	日本側打ち合わせ バンコク市泊
3	17(木)	カンチャナブリー県	車	現地調査 バンコク市泊
4	18(金)	農業農協省農業局	車	シンポジウム バンコク市泊
5	19(金)	バンコク市→つくば市	車、航空機	帰国

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
カンチャナブリー県の現地トウモロコシほ場 農業農協省農業局	Pitchate Chaowattanawong (農業局シニアエキスパート)	カンチャナブリー県 バンコク市

4. 調査結果の概要

バンコクの西方に位置するカンチャナブリー県のトウモロコシほ場でツマジロクサヨトウの被害状況を視察した。若い株には多くの幼虫が発生しており、主に薬剤防除で対応していた。本種はタイでは通年発生し、トウモロコシの生育期間中に飛来が続き、複数の世代が発生するとのことであった。

調査後、農業局（以下、DOA）を訪問し、農業局長と面会した。ツマジロクサヨトウ（以下、FAW）に関する共同研究の構築について意見交換し、近隣諸国との協力の重要性を議論した。

シンポジウム「Research Needs for IPM system development on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in Thailand (タイにおけるツマジロクサヨトウに対する害虫管理システム開発のニーズ)」には DOA の国際協力部と植物保護研究開発部から 24 名が、日本側から農研機構と JIRCAS の 6 名が参加した。DOA からは、タイにおける FAW の発生状況、トウモロコシの生産状況と阻害要因、寄主選好性、

化学的防除法および生物学的病除法の発表があった。農研機構からは、日本における FAW の発生状況と研究の概説、侵入リスク解析および東アジアにおける FAW の殺虫剤抵抗性の発表を行った。

出張者は FAW の飛来解析を紹介した。台湾、韓国および日本への飛来源の推定結果、タイの初発生時期にあたる 2018 年 10 月から 12 月前半には 3 日間しかミャンマーから吹く西風はなく、貿易風である東からの風が卓越していることを示した。海を越える移動と熱帯での大陸上の分散では異なる移動分散様式があるのではないかと考察した。タイにおける侵入解析結果はタイ側の関心が大きかった。

総合討議では今後の JIRCAS とタイ DOA との共同研究構築に必要な項目、タイの近隣諸国との連携の重要性を確認し、今後とも協力関係を維持していくことを確認した。

5. 収集資料等

なし

16. 中国国際農業機械展示会 (CIAME2019) 調査報告 (10/29-11/1、中国)

次世代コア技術研究領域 基礎技術研究ユニット長 吉永慶太
研究推進部 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順

1. 目的

中華人民共和国青島で開催される国際農業機械展示会 CHINA INTERNATIONAL AGRICULTURAL MACHINERY EXHIBITION 2019 (CIAME2019) にて、農業機械の電動化等の調査を行う。

2. 日程

令和元年 10 月 29 日(火)～11 月 1 日 (金)

日数	月日	都市名	調査先・調査内容	概要
1	10/29	成田→青島	移動	航空機利用 青島泊
2	10/30		国際農機展調査	青島泊
3	10/31		国際農機展調査	青島泊
4	11/1	青島→成田	移動	航空機利用

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
国際農業機械展示 CHINA INTERNATIONAL AGRICULTURAL MACHINERY EXHIBITION 2019 (CIAME2019)	—	大会 HP : http://en.camf.com.cn/ 開催場所 : No 3399, Huang Dao District Road, Qing dao City, Shang dong Province

4. 調査結果の概要

1) CIAME2019 全体について

中華人民共和国山東省青島市で開催された CIAME2019 に 10 月 30、31 日の 2 日間参加した。CIAME は年一回、主に武漢で開催されている。13 万人の来場者を想定し、21 万㎡の展示会場に 1,920 社が展示していた。中国以外のメーカーによる展示も確認できたが全体の 1/10 であり、ほとんどが中国国内メーカーであった。

展示全体は昨年武漢と比較して青島が畑作地帯（主力は小麦、トウモロコシ）のため、播種機やトウモロコシ収穫コンバイン、テンサイ収穫機など畑作に関する農業機械が多く展示されていた。さらに、青島は中国国内における家畜生産はトップ 5 に入る地域であり、飼料収穫機や加工機も多く見られた。また ISOBUS を装着しているトラクタは見受けられなかった。今回の特徴を以下に示す。

・スマート農業：“Intelligent Agriculture” の展示スペースが設けられていたが、点滴灌漑やドローンが主であり、唯一 GPS を使ったものとしては自動走行機能が搭載された噴霧車両の展示のみであった。また、中国の GPS 衛星北斗に関する企業展示が見られた。

- ・電動化：農業機械の電動化は見られなかった。リモコン草刈り機も数点展示されていたが、走行タイヤはモータ、刈取部はエンジンのハイブリッドであった（図1）。



図1 ラジコン草刈機

- ・日本メーカ：異なる展示会ではあるが、一昨年南京で開催された、中国国際農業機械展示会と比較して展示面積は半分以下であった。
- ・講演・会議等：展示会場に隣接した会場で1日20回ほどの会合が行われていた。なかでもドローンに関する中国国内の基準に関して、中国ドローンメーカ XAG 社が農家団体向けに講義を行っていた。以下、主な内容を示す。

- ・農業用 UAV を XAG 社として 60,000 機保有している
- ・中国でも農業人口の減少、高齢化が問題である
- ・農業用 UAV の基準、仕様がまだ定まっておらず、メーカ間での競争が激化している
- ・UAV オペレータは農業の知識が不足している。例えば、世界の中で中国の耕地面積は約8%だが、農薬使用量は43%で、毎年10万人が農薬中毒になり、その致死率は20%に及んでいる
- ・農業用 UAV の事故事例は主に農作物または公共施設への落下による損害の2種類である
- ・中国農業機械化協会がリリースしている農業用 UAV 安全操作規定では、

- ①申請前要件として6点（作業区域の調査と評価、作業請負人、保護装置、隔離地区の設置、飛行安全検査、噴霧装置検査）
- ②植物保護作業として3点（離着陸地点と飛行経路、安全事項、応急処理）
- ③作業完了後の要件
- ④輸送および保管が設けられている。

この他、農薬の選択、農薬使用時間と環境条件、農薬使用前、使用中、使用后、施用効果の評価、緊急事故処理などの他、飛行訓練の方法、内容なども規定されている（図2）。

また、農業用 UAV の事故事例報告では、防風林に追突した例、補助者との意思疎通がうまくいかず墜落させた例、オペレータの技能不足の例等が紹介された。



図2 農業用 UAV 安全操作規

2) CSAM のロボットコンテスト

木の模型に磁石で固定した木の実を収穫するロボットのコンテストを行っていた。スリランカ、パ

キスタンなどからも参加があったが多くは中国国内の大学であった（図3）



図3 コンテスト会場

3) まとめ

青島の地域向けの農業機械が多く展示されており、昨年の武漢と比較して稲作機械が少なかった。また、青島では製造業が盛んであり、農業機械のパーツメーカ（ブレーキパッド、ギアボックス、油圧ホースなど）の展示スペースが全体の約1/4を占めており、中国国内の農業機械メーカ（組立、修理業者）向けの展示が多かった。さらにスマート農業に関する展示はドローンやGPSのみであり、自動操舵・走行の農業機械は見られなかった。

5. 収集資料等

なし

17. AgEng・AGRITECHNICA での情報収集 (11/7-15、ドイツ)

次世代コア技術研究領域 自律移動体ユニット長 西脇健太郎
特別研究員 山下晃平

1. 目的

ドイツ、ハノーバーで開催された農機学会（The European Society of Agricultural Engineers、以下 AgEng）と AGRITECHNICA（世界最大級の農機展示会）に参加し、世界で行われている精密農業技術、ISOBUS、リモートセンシング等についての調査を行う。

2. 日程

令和元年 11 月 7 日（木）～15 日（金）

	西脇	山下
11 月 7 日（木）	移動（ニューオーリンズ →ハノーバー）	移動（東京→）
11 月 8 日（金）	AgEng 参加	移動（→ハノーバー） AgEng 参加
11 月 9 日（土）	AgEng 参加	AgEng 参加
11 月 10 日（日）	AGRITECHNICA 参加	AGRITECHNICA 参加
11 月 11 日（月）	AGRITECHNICA 参加	AGRITECHNICA 参加
11 月 12 日（火）	AGRITECHNICA 参加	AGRITECHNICA 参加
11 月 13 日（水）	移動（ハノーバー→）	AGRITECHNICA 参加
11 月 14 日（木）	移動（→東京）	移動（ハノーバー→）
11 月 15 日（金）		移動（→東京）

3. 主な訪問先と対応者

AgEng 及び AGRITECHNICA

4. 結果の概要

1) AgEng (11/8 (金) ~9 (土))

① 高速高精度で大幅な省力化が可能なりアルタイム土壌分析装置「Soil Reader」

題名：“A new in-situ multi-depth, multi-constituent, on-the-go precision soil analyzer”

Asim Biswas 氏によると、従来の土壌分析方法では、危険物も含む様々な化学薬品が必要であり、分析コストがかかり、土を掘り起こす作業は重労働で時間もかかってしまう。

そこで開発したのが、「Soil Reader」であり、土に食い込みながら回転するディスクにガラス窓を設置し、ハイパースペクトラルカメラを内蔵した構造をしている（図1）。Soil Reader を作業機に設置してトラクタで走行しながら高速に測定を行うことが可能である。

ディスクの回転角とカメラの測定値から、土壌中のカメラの測定位置を算出し、各数 cm 幅深さの土壌分析を行う。窓にはゴリラガラスを使用することで、傷や土が付着することを防止している。

Asim Biswas 氏らは、現状の化学的な土壌分析データとハイパースペクトラルカメラのデータから予想モデルを構築した。そのモデルを用いるとスペクトラルデータだけで N, P, K, pH, EC 値, OM, Moist, Clay, Sand などを高精度に推定することが可能になった。ちなみに、日本のような湿潤土壌でも対応しているとのことである。AGRITECHNICA に展示ブースが設けられており、その様子を実機を図 1 に示す。



図 1 Soil Reader のブースと実機

② 高解像度カメラの導入によるリモートセンシングデータの信頼性の向上について

題名：“High Definition Yield Maps for Precision Ag Decision Support”（精密農業意思決定支援のための高解像度収量マップ）

Matthew Darr 氏によると、高解像度カメラによって作成した生育マップは、管理するエリアをより精密にすることが可能になることだけでなく、水路や排水のトラブルの要因を特定することが可能になるなどの、新たなメリットを発見した。

③省エネ省スペース電動無人トラクタ

題名：“Swarm Unit - Development of a Fully Electric Agricultural Machine with External Power Supply”

Simon Pfaffmann 氏（John Deere 社）によると、トラクタは年々大型化していくが、その分コストやエネルギー消費が激しくなる。そこで無人トラクタに着目し、必要な要素の絞り込みと電動化技術を導入したところ、次世代のトラクタは非常にコンパクトな作業機になる可能性を示せた。機体質量も 5～11.7t と、従来の 250kW のトラクタと比べ約 7t 軽量化可能である。ただし、本機体はバッテリー等のエネルギー源を未搭載であり、電力共有する車両と複数の無人トラクタが並走して、電線により電力供給されながら農作業を行うことを想定している。なお、AGRITECHNICA でも実機が展示されていた（図 2）。



図 2 JohnDeere 社展示ブースの次世代型コンセプトトラクタ

2) AGRITECHNICA

① 大型防除作業ドローン「VOLODRONE」

John Deere 社のブースに同社と Volocopter 社が共同開発している防除作業大型ドローン「VOLODRONE」が出展されていた。もともと空飛ぶタクシーとして Volocopter 社が開発したドローンに John Deere 社の散布機のノウハウを積んだ機体の様であった。

仕様は、最外径 9.2m で 18 ローターとリチウムイオン電池が搭載され、最大積載量は 200kg、飛行

時間は 30 分、防除の範囲は最大 6 ha/hr となっている。

ただし、VOLODRONE はタクシー用のドローンとして開発されているが、まだ人間を乗せる段階ではなく開発途中のドローンである (図 3)。



図 3 大型防除作業ドローン
「VOLODRONE」



図 4 トラックに積む時の
「VOLODRONE」

ドローンの本体はモータやプロペラがついているアームを取り外すと、非常にコンパクトになり、トラックで容易に運ぶことが可能である (図 4)。

② ドローンステーション「AUTONOME SPRITZ-DROHNE」

John Deere 社のブースにドローンステーションが展示されていた。最大積載量が 20kg ほどの農薬散布ドローンが 2 台収納できる。離発着時にはステージが横に飛び出す機構や、着陸後にステージがドローンごと筐体内部に移動し、自動でバッテリーの交換や散布液を供給する機能がある (図 5)。



図 5 AUTONOME SPRITZ-DROHNE (左) 全体図 (右) 離発着するステ

③ 生育センサ「CROP SENSOR」

CLAAS 社のブースに Fritzmeier 社と共同開発した生育センサ「CROP SENSOR」が展示されていた。赤と近赤外線 の 2 つのセンサヘッドを備えた光学センサで、トラクタのフロントリンクエッジに取り付ける仕様となっている。自発光式 (アクティブ式) のため、昼夜を問わず使用が可能。測定頻度は、作物の密度、周囲の光の強度、植物の栄養レベルなどの環境条件に合わせて自動的に調整する機能を持つ (図 6)。



図6 CLAAS 社展示ブース内のモニタ（左）及び「CROP SENSOR」（右）

④ Micasence 社マルチスペクトラルカメラ

Micasence 社のブースに新しいマルチスペクトラルカメラが3台展示されていた（図7）。RedEdge-MX は農業マルチスペクトラルカメラで、上空 120m からの空撮において 8cm/pixel の解像度で撮影ができ、植生指数 (NDVI、NDRE) 等、各種インデックス画像や、RGB(カラー)画像を取得可能である。また GPS が内蔵された、更に高度な照射度キャリブレーションを可能にする DLS2 が付属する。照射強度だけではなく太陽の角度も測定し、最先端の技術で更に正確で信頼性の高いデータを提供可能である。前機種の RedEdge-M とは異なり、メタルケースを採用することで、耐久性と放熱性を改善した。価格は USD5500。

また、RedEdge-MX とは異なる 5 バンドの波長域を撮影可能な RedEdge-MX Blue も用意され、2つのカメラを組み合わせた“RedEdge-MX Dual Camera System”もある。これを用いると衛星写真に近い波長域の画像が撮影可能である。価格は USD10750。

更に、その上位機種である ALTUM は、センサ分解能が RedEdge-MX の 1.6 倍で、熱赤外線も撮影可能である。価格は USD10750 となっている。

なお、Micasence 社の展示ブースは AGRITECHNICA の展示ブースサイズで 1 番小さいサイズのブースであった。また、ドローンに搭載可能な生育センシングカメラの販売を目的とした展示したブースはなかった。



図7 RedEdge-MX Dual Camera（左）ALTUM(中) Micasence 展示ブース(右)

⑤ 生育センサ&スポットスプレーコントローラ「Carbon Bee」

Carbon Bee は、独自開発したマルチスペクトルカメラ、画像処理部、防除用のスプレーを制御するコントローラからなる1セットで販売を行っている(図8)。画像処理部はAIによって雑草を識別することが可能である。防除したい場所に装置を1セット設置するという用途であり、ブームスプレーヤを精密にコントロールする場合は、複数台の装置を設置する必要がある。ドローンに搭載することや、カメラ単体の発売等は検討していない。



図8 Carbon Bee の展示ブースより

⑥ スマートプラウ「SMART PLOUGHING」

KUHN 社のブースにスマートプラウ「SMART PLOUGHING」が出展されていた。各プラウ爪の昇降機構が独立して制御が可能であり、図9のようにほ場に文字を起こせるほど制御性に優れている。



図9 SMART PLOUGHING

⑦ 空撮画像とAIを用いた情報検出技術

Taranis 社では、衛星画像、有人飛行機やドローンなど様々な空撮画像を取得し、ディープラーニングにより作物出現数 (Emergence count) , 栄養不足の作物数 (Nutrient deficiency) , 虫の発生数 (Insects) , 病気 (Disease) , 雑草 (Weeds) , 穂数・タッセル数 (Tassel count) を検出する技術を提供している。

衛星では3m区画の分解能で数百haの広範囲のデータ、ドローンでは0.5mm区画の分解能で高精細なデータ、飛行機ではその中間のデータを取得し、それらを組み合わせて上記の項目を評価する(図10左)。

今までは5~10点の作物情報データを取得するのに6時間ほどかかっていたが、この技術を用いれば100点のデータを6分で取得できるという。(作業効率600~1200倍)

広範囲の解析データを見たところ、虫の検出数は2点ほどであったため、全ての虫が検出されてい

るのかは不明である（図 10 右）。

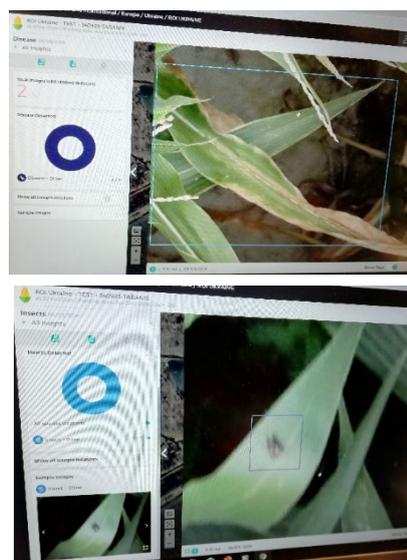


図 10 UAV（左）と
分解能病気の葉の検出（右上）虫の検出（右下）

⑧ ISOBUS 関係

・ ISOBUS の一般化

今回の AGRITECHNICA では ISOBUS 対応機器の展示数が前回よりも更に増えたように見えたが、「ISOBUS 対応」それ自体を売りにしたものは多くなかった。これは「ISOBUS」がもはや特別な技術でなく、当たり前技術として市場に普及した結果であろう。今までは、トラクタ内共通ターミナル、ブロードキャスト、播種機、などの展示が多かったが、今回は、配管を流れるスラリー中の窒素分量を計測できるセンサが実用化されたことから、地力に応じた可変施用を行うことのできるスラリーインジェクタが多数展示されており、ISOBUS の対象作業が着実に拡大していることを実感した（図 11）。

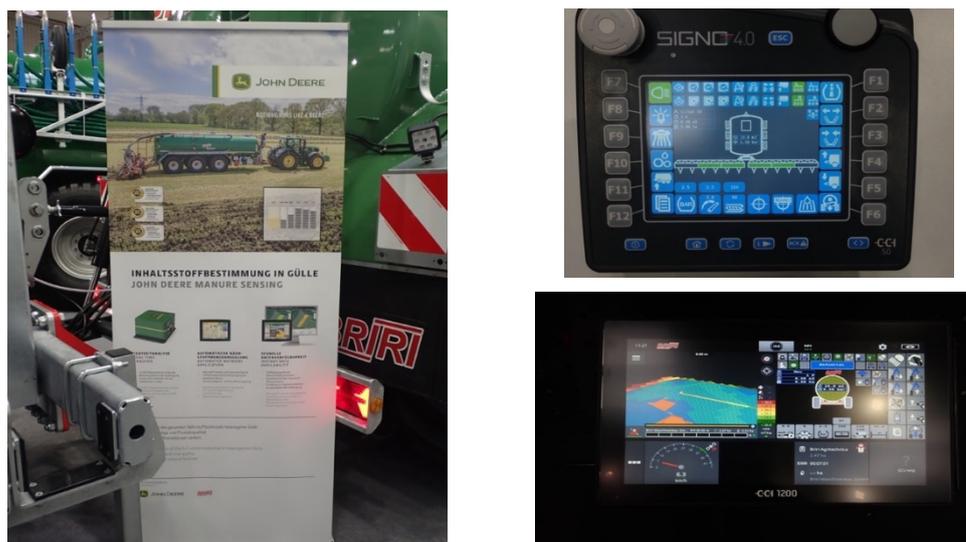


図 11 ISOBUS 搭載のスラリーインジェクタモニタの様子

・新たな ISOBUS 機能である TIM (Tractor Implement Management)

作業機械側からトラクタのステアリング、速度、油圧取り出し機能を制御できる TIM については、12月の正式発表前だったため、展示は控えめで、一部の展示機にロゴが見られる程度であった。



図 12 ISOBUS (TIM) 搭載トラクタの展示

・ Data Connect

他社の機械であっても、①位置情報、②燃料タンク残量、③走行速度など基本的な情報に限り、相互に交換しあう Data Connect と呼ばれる枠組みについての展示があった。これにより、例えばジョンディアの FMIS で CLAAS 社や NewHolland 社トラクタの位置情報を表示することが可能となり、機械運用 (Fleet management) の効率化が期待される (図 13)。



図 13 Data Connect 搭載トラクタ

⑨ その他展示物

・AGRITECHNICAは特に大規模ほ場を対象とした展示会であるため、広範囲をセンシングするとなると、飛行時間の短いドローンよりは衛星画像を用いるのが現在の主流という印象を受けた。欧米ではリモートセンシングでのドローン需要は今後、より高精細でタイムリーな画像や、バッテリー容量の向上に伴って増加すると思われる。

なお、今回、回転翼ドローンよりも飛行時間の長い固定翼ドローンは見かけなかった。

- ・展示されているドローンの約8割は DJI 社製（中国）（Matrice200・600, Phantom4, Mavic2 等）、1割は Yuneec 社製（中国）の H520（図 14、DJI Inspire2 と同等のサイズ）、もう1割はその他（詳細不明）との印象を受けた。世界3大ドローンメーカーと呼ばれる DJI 以外の 3D Robotics（米）や Parrot（仏）のドローンは見る事がなく、中国製のドローンの利用率が著しく高いことが判明した。



図 14 Yuneec 社製（中国）の H520

- ・トラクタの自動走行や作業機の作業位置検出にステレオカメラが使われていたが、LEMKEN など様々な作業機メーカーが CLAAS のステレオカメラ「CULTI CAM」を使用していた。このカメラは CLAAS が作業機等の自動操縦用に開発したもので、列作物の検出に特化したものである。このように CLAAS は高度な要素技術を開発・提供し、他のメーカーは高度な作業機を開発するという分業システムに感銘を受けた。



図 15 「CULTI CAM」が装着された作業機

- ・AGRITECHNICA には日本のメーカーも出展していた。（株）クボタは大型のトラクタや作業機の展示をしており、商談スペースも設けていた。三菱マヒンドラ農機（株）、ヤンマー（株）もそれぞれトラクタの展示を行っていた。また井関農機（株）は主に中型のトラクタに装着するフロントローダを主に展示していた（図 16）。



図 16 日本の農機メーカーによる展示ブース

⑩ 会場全体の感想

- AGRITECHNICA の来場者は私服で見学する人が大半であり、スーツを着ている人は少ない。
- AgEng と AGRITECHNICA の会場は Hannover Messe という場所で行われたが、展示会場の広さに圧倒された。1 ホールの広さが東京ビックサイト 1 ホールの面積の約 2～4 倍あり、AGRITECHNICA では 23 ホールが会場として使用された。
- AGRITECHNICA の会場には子供がラジコン農機で遊べるブースや農作業シミュレータ、大きくカッコいいトラクタなどの出展が数多くあった (図 17)。欧米の子供たちは「農業は楽しい・カッコいい」と教育を受けながら農業従事者になっていくのだろうと感じた。



図 17 ラジコン農機 (左)、農作業シミュレータ (中央)、乗車可能な大型トラクタ (右)

3) おわりに

AgEng と AGRITECHNICA に参加し、世界で行われている精密農業技術や ISOBUS やリモートセンシングについての調査を行ってきた。

CLAAS 社が提供する作業位置検出カメラ等を用いることで、日本でも精密農業に対応した作業機の開発の円滑化を図れる可能性を感じ、また大型防除作業ドローンやドローンステーション、高画質生育マップなどを用いることで、より精密で省力的な精密農業の実現可能性を感じた。

また、欧米のリモートセンシングは衛星データを用いることが基本であり、中山間地の多い日本が世界のドローンによるリモートセンシングをリードできる可能性を感じた。

引き続き、最新動向の把握に努めていきたい。

5. 収集資料等

なし

18. アグリテクニカ 2019 出張報告 (11/9-15、ドイツ)

研究推進部 戦略統括監 半田 淳
 研究推進部 戦略推進室 国際連携役 川瀬芳順
 " 主任研究員 重松健太
 高度作業支援システム研究領域 主任研究員 青木 循

1. 目的

2年に1度、ドイツハノーバーで開催される世界最大規模の農業機械展示会である「アグリテクニカ」に参加し、農業機械・農業技術に関する最新動向を調査する。

2. 日程

令和元年 11月9日(土)～15日(金)

日数	日程	都市名	摘要
1	11/9(土)	東京(成田)→ヘルシンキ→ハノーバー	移動
2	11/10(日)	ハノーバー	アグリテクニカ調査
3	11/11(月)	ハノーバー	アグリテクニカ調査
4	11/12(火)	ハノーバー	アグリテクニカ調査
5	11/13(水)	ハノーバー	アグリテクニカ調査
6	11/14(木)	ハノーバー→ヘルシンキ→東京(成田)	移動
7	11/15(金)		

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
11/9-15	Deutsche Messe		Messegelände, 30521 Hannover, ドイツ

4. 調査結果の概要

1) アグリテクニカについて

アグリテクニカは、ドイツ農業協会(DLG)が開催する農業機械展示会で、フランスのSIMA、イタリアのEIMAとともに世界3大農業機械展示会と称される。

その特徴は、

- ・ 53カ国から2,820の出展者
- ・ 153カ国から45万人以上の来場者
- ・ 23の展示ホールに394,000㎡の展示スペース(幕張メッセの約5.5倍)

今年のテーマは、「Global farming-Local responsibility」

主催者のドイツ農業協会は、OECDトラクタテストコードの認証機関であり、食品の検査等も行ってい

る。

2) 日本からの出展

トラクタメーカー4社がそれぞれ出展。

(株)クボタは欧州主要メーカー並みの面積を確保し、各種トラクタと作業機を展示。さながら現地企業の雰囲気。ヤンマー(株)はロボットトラクタを初出展したほか、野菜移植機等を展示。井関農機(株)は、現地の代理店がフロントローダ付のトラクタ等管理作業用の小型トラクタを中心に展示。三菱マヒンドラ農機(株)は、マヒンドラグループの展示の中に、乗用型、歩行型のトラクタを展示。その他、北海道のサンエイ工業(株) (ポテトハーベスタ)、兵庫の(株)アイデック (刈払機)、三重の(株)フローラ (植物活力剤 HB101) などの出展もあった。

3) 調査概要

(1) トラクタ関係

- ・ CASE 社 (図 1) と John Deere 社 (図 2) がロボットトラクタを出展。CASE 社はディーゼルエンジン、John Deere 社は電動で、いずれもキャビンは無い。
- ・ STEYR 社が電動トラクタを出展 (図 3 エンジンで発電)
- ・ New Holland 社がエタノールトラクタを出展 (図 4)。
- ・ 出展されているトラクタの ISOBUS 対応状況は、200PS 以上ではほぼ全てが対応、100~200PS は対応と非対応が混在、100PS 以下は非対応 (図 5)。



図 1 ロボットトラクタ (CASE 社)



図 2 ロボットトラクタ (John Deere 社) (CASE)



図 3 電動トラクタ (STEYR 社)



図 4 エタノールトラクタ (NewHolland 社)

海外製トラクターのISOBUS対応状況

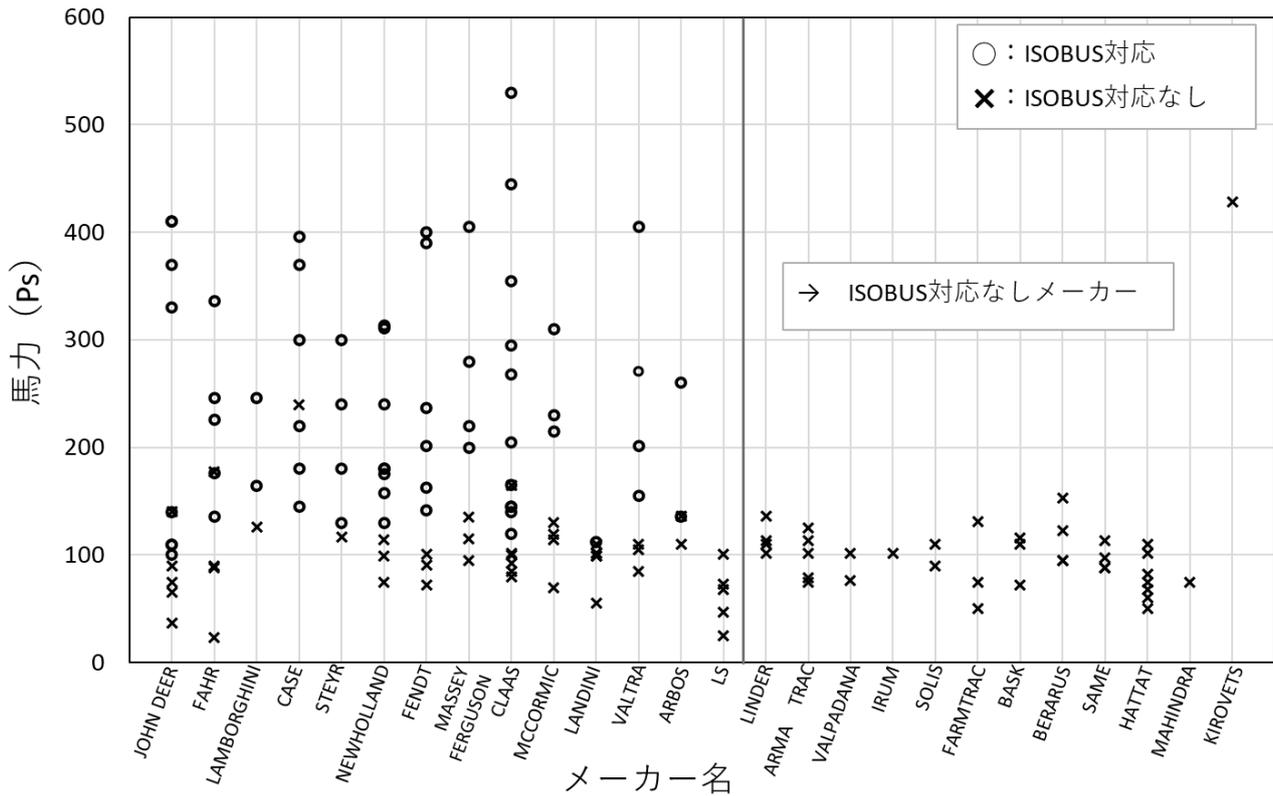


図5 アグリテクニカに展示されていたトラクタ 148 機の ISOBUS 対応状況調査結果

- ・「Data Connect」と呼ばれる共通インターフェースにより、CASE、STEYR、New Holland、CLAAS、John Deere の各社では、異なるメーカー間の機械のデータの交換、表示が可能になる。(図6、図7、詳細は、本調査報告 17. 参照)。



図6 Data Connect 対応



図7 Data Connect の説明

(2) Future of Farming (未来の農業技術)

John Deere 社は、Future of Farming として、今回のイノベーションアワードで金賞を受賞した eAutoPower ギアボックス (図8) のほか、大型ドローン、ドローンステーション、無人トラクタ、無人防除機 (図9) 等を展示。同社は、今後の技術の柱を、①自動化、②電化、③人工知能の導入としている。

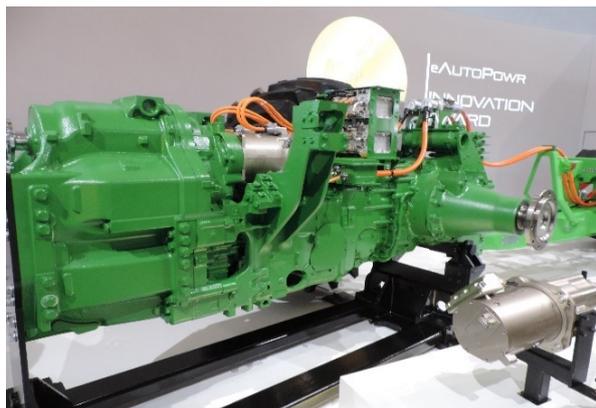


図8 eAutoPower ギアボックス



図9 無人防除機

・eAutoPower ギアボックス

農業技術初の電気機械式のトランスミッションで、従来の油圧ユニットの代わりに電動モータを無限可変アクチュエーターとして利用。トラクタの作動に電力を供給するだけでなく、作業機に最大100 kWの電力を供給でき、トラクタ、作業機双方の電化が可能となる。

(3) FIELD SWARM (FELD SCHWARM) プロジェクト(図10)

ドイツ連邦教育・研究省の公的資金 (Inovative Regional Growth Cores) で実施しているプロジェクトで、旧東ドイツのザクセン州が経済成長するための核となる技術を提供し、自動走行農機の開発を促進することが目的である。構成メンバーは、ドレスデン工科大学、John Deere 社、フラウンホーファー研究機構、複数の地元メーカ等である。「Shared Autonomy (共有自律)」のコンセプトのもと、一人のユーザが遠隔操作で作業中に群農機をコントロール可能なシステムを活用し、モジュール化された拡張性のある、より小型の農機による協調作業によって、高いレベルのプロセス自動化を実現するものである。

関係機関が開発するモジュールのラポテストを今冬に実施し、来年、全てのユニットを組み立て、トラクタ単体及び作業機を付けた状態での場内試験を実施する予定。また、2021年には3ユニットによるフィールドテストを実施する予定(図11)。



図10 FIELD SWARM (FELDSCHWARM) プロジェクトの展示ブース



図11 FIELD SWARMの作業イメージ (パンフレットより)

(4) dino (Naio Technologies 社) 【シルバーメダル受賞】

有機農業向けの除草ロボットで、レタス等、野菜の条間、株間を機械的に除草することができる(図12・13)。機体サイズは長さ(及び幅)2.5m×高さ1.3mで、機体質量は800kg。走行部は4輪駆動で、条件によるが10時間の作業(バッテリー駆動)が可能である。また、作業能率は5ha/日程度で、4km/hの走行速度で作業が行える。ディープラーニングを用いて作物を画像認識し、作物を避けて株間を除草する。また、RTKGPS及びカメラを利用してナビゲーションを行い、作物をマッピング(図14)する。作業中の安全性確保のため、LiDARを車体前方及び後方の2カ所に装備している(図15)。価格は10万ユーロとのこと。



図12 dinoの外観



図13 機体下部の除草機構

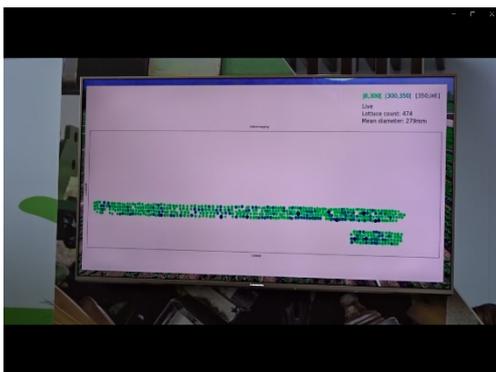


図14 作物のマッピング状況



図15 障害物検出のためのLiDAR

(5) ISOBUSの普及

条間が変更可能な中耕除草機や播種機、旋回時にも均一に散布できる防除機など、各種作業を精密に行うことができる作業機が多数展示されていた(図16)。

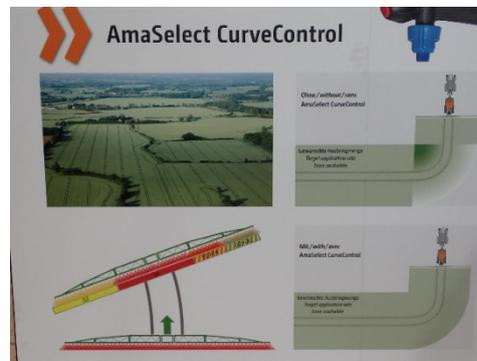


図16 ISOBUS対応のブームプレーヤの説明パネル

(6) センサ関係（本調査報告 17. を参照）

- ・高速高精度で大幅な省力化が可能な土壌分析装置「Soil Reader」
- ・生育センサ「Crop Sensor」
- ・マルチスペクトラルカメラ
- ・生育センサ&スポットスプレーコントローラ「Carbon Bee」
- ・空撮画像に AI を用いた農業情報検出技術

(7) 草刈機関係

傾斜地用のリモコン草刈機の展示は、機体前方の作業機（草刈部、図 17）を取り外して他の作業（除雪機や切り株グラインダー（図 18）等）にも利用可能な大型の機種が主であり、GPS オートステア機能を搭載した機種（ROBOCUT シリーズ、図 19）も展示されていた。日本の軽トラックに積載可能な小型のリモコン草刈機は agria9500（図 20）のみであった。

agria9500 の機体サイズは、長さ 110×幅 105×高さ 65~75cm、機体質量約 315kg である。また、走行部は 48V の DC ブラシレスモーターで駆動しており、最大 6km/h で作業可能である。刈刃はクローラの上に配置しており、刈幅は 70cm で刈高さは 30~130mm であった。agria9500 には、standard と premium の 2 つのモデルがあり、高性能な premium は、11.9kW のガソリンエンジンを搭載し、45° の傾斜角まで対応可能であった。価格は 18,000 ユーロ（税別）。



図 17 iCUT3 extra (FERRI 社)



図 18 切り株グラインダー (FERRI 社)



図 19 ROBOCUT シリーズ (McCONNEL 社)



図 20 agria9500 premium (agria 社)

(8) 播種機関係

- ・80社ほどの企業が播種機を出展していたものの、水稻の乾田直播に対応可能な播種機は見当たらなかった。米国の大手メーカ担当者に確認すると、稲用の播種機（特に複粒を点播可能な播種機）はラインナップになく、播種したいならブロードキャスタで利用すればよいとの回答であった。
- ・播種機の出展は大別するとグレンドリルと真空播種機であった。いずれの播種機も大型のものはISO-BUS対応が多かった。
- ・グレンドリルは播種機単体、パワーハローとの組み合わせが多かった。播種機の種子繰出部の仕様は、分散配置するロール式の繰り出しと自由落下搬送の組み合わせ、または1カ所の集中繰り出しとブロワ空気搬送が多かった。後者は日本ではあまり見られない方法で、調整が簡単で、更に前者より種子繰り出し精度が高いとのことであった（図21）。
- ・真空播種機は播種機単体のものが多く、日本でも見られるものが多かったが、規模が大きく、多条化が顕著で20条以上、作業幅15m以上のものもあった（図22）。
- ・播種機を観察すると日本に比べて、大規模かつ精密に播種することが伺えた。例えば、日本では麦を播種した後で生育中に防除や追肥する場合、管理機やトラクタのタイヤで潰す様子が散見されるが、展示機では、ISOBUS経由で後作業の管理機やトラクタのタイヤ位置を地図情報で入力することで、作物を潰さずに作業が可能となる。また、作業機側の自動で条間を調整する機能により、作業者の負担はないとのこと。
- ・米国の企業が開発した播種機に取り付ける土壌センサは、土壌の水分、肥沃度をリアルタイムで計測でき、様々な真空播種機の播種ユニットに取付が可能であった。播種深さを調節するモーターユニットとセットで導入する場合には、測定点ごとに土壌の水分が異なる際、自動で播種深さを変えることが可能になる。



図21 グレンドリル
(左：分散配置ロール操出自由落下方式、右：集中操出空気搬送方式)

また、液肥散布ユニットと組み合わせる場合、センサで同様に肥沃度を測ることで、播種と同時に必要に応じて肥料を散布する。これらの作業はISOBUS経由、マップベースでリアルタイムに制御・実行される、とのことであった（図23）。



図 22 条間が変更可能な真空播種機



図 23 土壌センサーが組み込まれた真空播種機ユニット

4) 所感等

- ・カメラなどによる雑草の検知と局所散布の機械や小型ロボットによる中耕除草はヨーロッパでの農業使用低減を目的としており、人手不足による日本のロボット化とは異なるアプローチであると感じた。
- ・農業者の要望から、メーカーの垣根を越えて機械情報を相互に交換できる Data Connect と呼ばれる枠組が提案されていた。異なるメーカーの機械を所有する営農法人等において機械の効率運用が可能となることから、我が国においても同様の枠組が望まれる。
- ・ドイツの平均的なトラクタ（180～200PS）には ISOBUS が標準装備されており、精密播種、防除などデータ駆動型農業の取組が進んでいる状況であった。日本の中小型のトラクタには ISOBUS は装備されておらず、独自の規格である AGPORT についても普及は進んでいないが、今後データ駆動型農業を推進する上では作業機とトラクタ本体の通信が必須となることから、中小型トラクタのための通信規格等について再検討する必要がある。
- ・Fendt 社の小型ロボットコンセプトモデルについて、急傾斜地やブドウ畑等の特殊な場面における管理作業では可能性があるものの、水田や畑地における耕うん作業にはエネルギーが足りず実用性はないとの欧州専門家の評価があった。



図 24 大型トラクタ用前輪クローラコンセプトモデル

- ・大型のコンバインやトラクタの展示ではタイヤをクローラに変更でき、ほ場の圧密が低減可能であることがセールスポイントとなっていた（図 24）。2月のパリでのSIMAでも同様にほ場の圧密により、ほ場への耕うんなどの過剰なエネルギー投入が問題となっていた。
- ・農業機械に適した電動モータも多く展示されているが、電池での駆動でなくエンジンで発電し、駆動伝達を送電にすることで機械の自由度をあげ、モータの制御によりエネルギーロスを最小限にする機械展示が数点見られた。今後の機械開発において、電動化は重要なテーマであると考えられる。
- ・安全面ではカメラやレーザによる農業機械の前面や側面の人の検知の技術が数点展示されていた。これまでの欧米の自動運転は直進時の自動操舵が主であったが、旋回時の自動操舵技術も展示されていた。
- ・展示会には多くの中国企業が展示ブースを使用していたが、ほとんどが部品の会社であり、唯一見かけたトラクタメーカーは写真のみの展示であった。
- ・来場者に子供が多いことに驚いた。子供向けの展示や企画もあり、展示会が農業に親しむ場、農業教育の場となっており、日本の参考となる取組であった（図 25、26）。



図 25 トラクタに試乗する子供たち



図 26 Farming Simulator 大会の様子

5. 収集資料等

なし

19. Vision Zero 2019 Summit および IEC 白書プロジェクト Safety in the Future 会合への出席 (11/11-21、フィンランド、オランダ)

研究推進部 戦略推進室 上級研究員 紺屋 朋子
安全検査部 特別研究員 Tran Thu thuy (チャン トウ トウイ)

1. 目的

日本は IoT 時代の新しい安全として、人とモノ、環境が協調して構築する協調安全(Safety2.0)の考え方を提唱しており、協調安全規格の国際標準化を見据え、現在、IEC (International Electrotechnical Commission、国際電気標準会議。以下 IEC)白書プロジェクト「Safety in the Future」が進められている。農業部会の設立が検討される中、農研機構革新工学センターが主導的立場で関与していくことは今後、戦略的に重要になると考えられる。

そこで、スマート農業の推進を踏まえ、Safety2.0 の国際標準化への動向を調査するとともに、次世代安全構築に資するため、職場における労働災害、職業性疾病、危険要因をゼロにすることを目指す国際的な運動である「Vision Zero」のサミットに出席し、他分野を含めた次世代の安全の考え方・構築手法について情報収集する。また、IEC 白書プロジェクトのヘルシンキ会合にプロジェクトメンバーとして出席し、他機関プロジェクトメンバーとの連携構築を図り、白書作成の議論を進める。

2. 日程

令和元年 11 月 11 日 (月) ~21 日 (木) (11 日間) (紺屋)

令和元年 11 月 17 日 (日) ~21 日 (木) (5 日間) (チャン)

日数	日付	都市名・行先	交通	摘要
1	11(月)	東京 (Narita) →ヘルシンキ	航空機	移動日 ヘルシンキ泊
2	12(火)	ヘルシンキ	徒歩	Vision Zero Summit ヘルシンキ泊
3	13(水)	ヘルシンキ	徒歩	Vision Zero Summit ヘルシンキ泊
4	14(木)	ヘルシンキ	徒歩	Vision Zero Summit ヘルシンキ泊
5	15(金)	ヘルシンキ(Helsinki)→ライデン (Leiden)	航空機	移動日 ライデン泊
6	16(土)	ライデン(Leiden)⇔ワーゲニンゲン	電車	後藤研究管理役情報交換 ライデン泊
7	17(日)	ライデン (紺屋)	徒歩	IEC 会合 meeting ライデン泊

		東京 (Narita) →アムステルダム (Schiphol) →ライデン (チャン)	航空機、電車	移動日 ライデン泊
8	18(月)	ライデン	徒歩	IEC 会合 ライデン泊
9	19(火)	ライデン	徒歩	IEC 会合 ライデン泊
10	20(水)	ライデン→アムステルダム→ヘルシンキ→ (紺屋) ライデン→アムステルダム→ (チャン)	電車、航空機	移動日
11	21(木)	→東京成田	航空機	移動日

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所・連絡先等
会議場 (ホテル) Clarion Hotel Helsinki	(主催)フィンランド労働衛生研究所 (FIOH) (主体組織)国際社会保障協会 (ISSA)	Tyynenmerenkatu 2 City: Helsinki, Finland
Wageningen University	後藤一寿研究管理役	
会議場 (ホテル) Hotel Fletcher	(プロジェクトリーダー) 三菱電機(株):堤和彦特任技術顧問 (IEC 第3副会長) (事務局) TNO : Coen van Gulijk 氏 三菱電機(株) : 三好淳之氏	Bargelaan 180, 2323 City : leiden, Netherlands

4. 結果の概要

1) Vision Zero 2019 Summit

Vision Zero とは、2017年9月に、第21回世界労働安全衛生会議で国際社会保障協会 (ISSA) が開始した、職場における労働災害、職業性疾病、危険要因をゼロにすることを目指す国際的な運動である。今回開催された Vision Zero Summit には、30ヶ国、200名を超す参加者が集った。

シンポジウムと研究発表会を統合した会議形式で進められ、各国の行政的立場の方々や各メーカーが取り組む安全構築の紹介、将来の安全哲学についてなど、機械安全に限らず、労働安全全般を対象に、Vision Zero がキーワードとする安全、健康、幸福を軸にした議論が進められた。発表をしたメーカー業種は、エレベーター製造、製紙、化粧品メーカー等多岐にわたっており、使用者に対する安全の他、自社の安全に対する取組を報告する社も多くあった。「安全を実現するとはどういうことか」「無事故

であることが即ち安全と言い切れるものではない」「安全をコストと捉えるのではなく、投資と捉えることが重要」等、各組織がどのように安全への意識を持つべきか、という議論が盛り上がっていた。

日本からは、(一社)セーフティグローバル推進機構、(一社)日本電気制御機器工業会、(独)労働安全衛生総合研究所、清水建設(株)など、主催地のフィンランド(19件)に続き、2番目に多い8件の報告があった。これは、次世代安全(協調安全)の考え方を国際社会に広めるための日本の戦略であり、8件の報告も互いに関連事項を示し、参加者に協調安全の考え方がわかりやすく広がるように工夫されていた。さらに、サミット最後の基調講演を向殿明治大学名誉教授が行い、日本が次世代の安全戦略を進めていることをアピールし、国際世界からの認識を深めた。

なお、本サミットは2年に一度開催されることとなっており、2021年の開催は日本が選ばれる可能性が高まったと、事務局から連絡があった。

Virtual Reality(以下、VR)を活用した安全教育を行う製品の報告発表に加え、会場には体験型展示があり、オフィスや工場内の危険箇所や誤使用を指摘する内容であった(図1)。

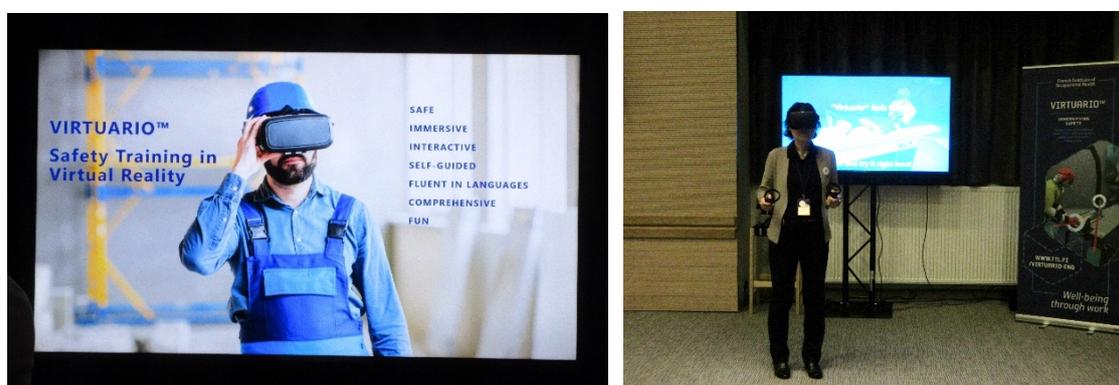


図1 VRを活用した安全教育の報告(左)と体験型展示(右)

これを基に、(独)労働安全衛生総合研究所の研究者とVRを活用した安全教育について意見交換を行った。「人が正しい行動を行う根拠となる経験には、①正しいことをして褒められた、利益を得たという経験から正しい行動をする、②危険な経験をした、嫌な思いをしたから誤った行動をしない、の2種類がある。②については危険な体験をした時、思い出すだけでも当時の恐怖が湧き上がって動悸がしたり、嫌な気持ちを抱いたりするものである。つまり、視覚だけでない五感全部で恐怖を感じてこそ、危険を感じることに意味があると考えている。それに対して、現在のVRは、本当の危険ではなく、例えばVR上の視覚において橋上で足を踏み外しても、実際には安全であるため、どこまで②の効果が期待できるのか、それよりは①の手法として活用する方が妥当ではないか、と考えている。VR技術が進んで、五感を統合したような感覚を得られれば②の効果も期待できるだろうか」との意見であった。今後のVR活用についての参考としていきたいと考えている。

最終日には、事前登録したワークツアーにおいて、ヘルシンキ市内の病院の建設現場を訪問し、建設作業員の安全管理を徹底している事例を見学した。建設現場内の出退や作業用車の使用時には、各作業員のネームプレート(ICタグ)をセンサにかざすことにより、扉の開閉、作業員や各車両の管理を行っていた。建設現場内の整理整頓も徹底されており、危険に気づいた際は、各作業員がリーダーに伝え、リーダーが確認して、作業員に共有・改善を図るが、それらはタブレット等で管理して、改善できたもの、まだ改善していないもの、等をわかりやすく整理しているとのことであった(図2)。



図2 建設現場での作業管理システム概要（左）と出入口でのシステム（右）

2) 後藤研究管理役との情報交換

ワーゲニンゲン大学を訪問し、現地で研究員として滞在している、農研機構本部の後藤研究管理役と情報交換を行った。

ワーゲニンゲンの敷地内は大学と研究機関がそれぞれ6つの研究群に分かれており、各研究群の建物内に大学と研究機関が共存している。

オランダでは施設農業が盛んであるが、ワーゲニンゲンでの研究事例では、農業機械、農業ロボットも盛んであり、その対象は施設用にとどまらず、土地利用型機械が多いとのことであった。作業機メーカーも、作業の機械化だけでなく、ほ場条件に応じた作業制御や栽培支援の技術を取り入れようとしており、日本での技術開発動向と同様である。更に、技術開発において、情報の所有者は誰か、どこまで共有させてよいか、といった情報の取扱い方法や、機械間での情報共有をスムーズに行うための規格統一をどのように進めるべきか、といった課題が山積しており、これも、日本のスマート農業推進における課題と同様の状況とのことであった。

また、ワーゲニンゲンでは企業との共同研究に力を入れており、最近では、ユニリーバ社が構内に研究棟ビルを建設したところであった。オープンイノベーションを活用するための研究棟もあり、各フロアや各部屋に様々なメーカーが入り、互いの技術を共有・活用しながら研究開発を進めようとしているとのことであり、企業側からの参加希望も多いとのことであった。

3) IEC 白書プロジェクト「Safety in the Future」 第2回会合

本プロジェクトは、IEC 市場戦略評議会において、白書「Safety in the Future」を作成するためのプロジェクトである。

日本発の新たな安全の概念である「Safety2.0」による安全確保の取組を活用した新たな市場をIECの主要な活動方針として位置付けるために、まず、IEC 市場戦略評議会において、現在の状況や今後の市場形成に向けた方向性を白書として発行する。本プロジェクトにおいて、計4回の国際会議を経て、白書の草案をまとめ、2020年10月のIEC大会にて、正式に白書として承認を得ることを目標とした。

プロジェクトメンバーは29名に上り、日本、オランダ、カナダ、中国等の国から、三菱電機(株)、(株)日立製作所、IDEC(株)、ソニー(株)、(一社)セーフティグローバル機構、TNO(応用科学研究機関、オランダ)、Schneider electric(重電メーカー、フランス)、HUAWEI(通信機器、中国)等が参画

している（図4）。

IECの第3副会長を務めている堤氏がプロジェクトリーダーを務めており、TNOのCoen van Gulijk氏の座長のもと、会合が進められた（図3左）。

はじめに欧州での研究事例や安全規格類のマッピング紹介に関する招待講演があり、Vision Zero Summitでの議論を通じてプロジェクトメンバーの意識共有が図られた。招待講演では、物流倉庫ではロボットが導入されているが、効率化や安全な作業という点ではまだ満足できる状況にないことから、

- ・VRやシミュレータ等を活用した安全教育に関する研究事例、
- ・作業中の人間の心理学的側面を考慮し、人の管理より環境管理が重要とする提案、
- ・安全分野を対象にしたデータ蓄積・分析を実施し各国の安全レベルを公開した事例

等についての講演があった。

安全規格類のマッピングでは、ISOやIECにおいてGuide51の下にある規格類や、機械安全、機能安全、サイバーセキュリティに関する規格・委員会の事例を示し、白書作成後の安全規格化の参考とした。

プロジェクト議論としては、第1回東京会合（10/2-3開催）に続く2回目の開催であり、白書のサブタイトル、章立てや執筆分担を決定することを目標に、2日間の会議が進められた。会議前までに、各メンバーは、第1回会合での講演内容や各技術内容をA4用紙1枚にまとめて提出しており、それを基に、白書の構成を検討した。検討過程では、各5～6人ずつ3つのグループに分け、グループワークを介して進められた（図4右）。

サブタイトルは必須事項ではないが、付けている方がわかりやすいのではないか、という議論の下、キーワードとなる語句を選定しながら決定した。また、白書の構成としては、現在までの技術状況や社会情勢の変遷、今後の技術開発動向を含めた産業全体の方向性を記し、次世代の安全の考え方を紹介しながら産業界としてどのような方向性を持つべきか、の流れをつくり、その後に各産業分野での具体的な事例を紹介する構成とすることで、説得力が高まり望ましいとの結論に至った。

決定事項は以下のとおりとなった。

タイトル：Safety in the Future

サブタイトル：A holistic, dynamic, and innovative perspective

1章：state of the art

SDGsやAI技術等を含めた技術や社会の状況、ISO 31000を含む安全規格の概要等現在までの技術動向として記す。

2章：conceptual and social change

将来、技術や社会はどう変わるか、また、技術や社会が変わることで、「安全」の考え方や技術はどう変わるかについて、協調安全やVision Zeroの考え方も含めながら記す。

3章：sector independent directions and strategies to explore

技術分野を特定せずに、将来の安全の方向性や、それらが構築する姿を、事故登録技術やAI技術等の紹介も含めて記す。

4章：sector dependent solutions

各専門分野において、将来の安全の方向性や、それらが構築する姿を記す。

5章：conclusions and recommendations

全体を包括して、今後あるべき姿を、新たな安全技術を紹介しながら記す。

各章は、章の概要と5～7個程度の節からなる構成とし、それぞれの執筆者を決定した。

農研機構（革新工学センター）は、4章において、“Collaborative safety in agriculture”（農業における協調安全）の節の執筆担当となり、協調安全が、農業分野のどの場面に適合するか、また、協調安全の考え方を取り入れた技術開発を進めることで、農業の将来像はどう変わるか、について執筆することとなった。

4章における他分野の事例には、AI 制御アプリケーション（HITACHI）、建設業における機械と人の協調安全（清水建設）、AI を活用した公共安全（HUAWEI）スマートヘルスケア（ICT 等の先端技術を活用した医療健康技術）に関する安全策（Schneider electric）がある。

今後、1月中旬までに1次原稿を提出し、2020年2月下旬に予定されているシンガポール会合にて内容の議論、4月中旬に予定されているトロント会合にて最終討議を行い、プロジェクトの活動報告等を経て、IEC 本部へ提出され、10月に発行される予定である。



図3 会合の様子（右はグループワーク）



図4 プロジェクトメンバー

4) 所感

協調安全の考え方は、日本が世界に先駆けて提案していることもあり、国際標準化へ向けた日本チームの連携強化、国際社会へ向けた先導的・戦略的な活動が進んでいる。

農業分野においても、スマート農業の推進を踏まえ、次世代の安全構築に貢献すると考えられるが、農業のどの場面にどう適応させるべきか、具体的事例を示しながら、営農システム全体を俯瞰して検討を進めていくことが重要であると考えます。

5. 収集資料

- Vision Zero Summit ニュースリリース
- Vision Zero Summit ポスター発表講演要旨
- FROM ACCIDENT TO ZERO (Vision Zero に関する行動学の冊子)
- SIAS 等会議開催パンフレット

20. CSAM 運営審議会への出席 (11/28-30、韓国)

研究推進部 国際連携管理役 藤盛隆志
研究推進部 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順

1. 目的

アジア太平洋地域農業機械検査ネットワーク (Asian and Pacific Network for Testing of Agricultural Mechanization : 以下 ANTAM) の事務局である持続的農業機械化センター (Centre for Sustainable Agricultural Mechanization : 以下 CSAM) の運営方針を決定する運営審議会にオブザーバーとして出席する。

2. 日程

令和元年 11 月 28 日 (木) ~ 30 日 (土)

日数	日付	都市名	摘要
1	11/28(木)	羽田空港→ソウル(金浦空港)→全州市	移動
2	11/29(金)	全州市滞在	CSAM 運営審議会
3	11/30(土)	全州市→ソウル(金浦空港)→羽田空港	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
11/29	韓国農村振興庁 (会議室提供のみ)	Mr. Anshuman Varma Mr. Marco Silvestri (ともに CSAM 事務局)	300, Nongsaengmyeong-ro, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do 54875, Republic of Korea

4. 調査結果の概要

1) CSAM 運営審議会について

CSAM の活動は、運営審議会における計画案の審議・採択を経て実行されるとともに、活動結果に対する評価も同審議会において行われる。メンバー国は域内各国からの立候補を基に、国連アジア・太平洋経済社会委員会 (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific : UN-ESCAP) にて 4 年ごとに選考され決定される。2019 年 11 月現在のメンバー国 (任期は 2021 年まで) はバングラデシュ、カンボジア、中国、インド、マレーシア、パキスタン、フィリピン、タイ、ベトナムの 9 か国である (中国は CSAM のホスト国であるため、常に運営審議会メンバーとなる)。

同年 9 月の CSAM 事務局との意見交換の際、Li 事務局長から我々に対し、当運営審議会へのオブザーバー参加と次回審議会メンバー選考時の日本の立候補を要請された。



図1 運営審議会

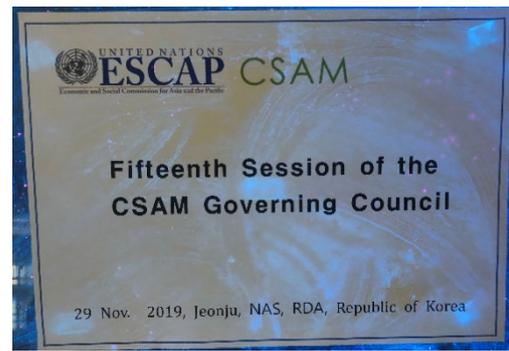


図2 会合開催案内表示



図3 参加者集合写真

2) 議事概要等

- ① 2019年事業報告・財務報告の審議
- ② 外部評価結果
- ③ 向こう5年間(2020-2024)の事業戦略案の審議
- ④ 2020年事業計画案の審議
- ⑤ 次回(2020年)開催地及び開催時期:マレーシア(11~12月頃)。
- ⑥ 審議事項レポートの採択
 - ・革新工学センターより、評価プレゼンにおいて「持続的農業機械化の優良事例について文書化し共有することが重要」とされたことに対し「優良事例だけでなく不適切事例の紹介も含めるべき」と指摘。
 - ・向こう5年間(2020-2024)の事業戦略案に、“Safety”(安全性確保)の重要性を書き込むよう要請。

以上の2点について、議事6の審議事項レポートに書き込まれていることを確認。

5. 収集資料等

なし

21. Agrifuture2019 参加 (12/1-12/4、タイ)

研究推進部 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順

1. 目的

AGRITECHNICA を主催しているドイツ農業協会 (DLG) がアジアにおけるスマート農業に関するフォーラム AGRIFUTURE2019 をタイ・バンコクにて開催するため、スマート農業のアジアにおける普及状況等の情報収集を行う。

2. 日程

令和元年 12 月 1 日 (日) ~ 4 日 (水)

日数	日付	都市名	摘要
1	12/1 (日)	東京 (羽田) →バンコク (スワンナプーム空港)	移動
2	12/2 (月)	バンコク	AGRIFUTURE2019
3	12/3 (火)	チョンブリー州、バーンブン郡	AGRIFUTURE2019 KUBOTA FARM 見学
4	12/4 (水)	バンコク (スワンナプーム空港) →東京 (羽田)	移動

3. 主な訪問先と対応者

日数	日付	訪問先	対応者	住所
1	12/2 (月)	True Digital Park		101 Sukhumvit Rd, Bang Chak, Phra Khanong, Bangkok
2	12/3 (火)	KUBOTA FARM		

4. 調査結果の概要

1) AGRIFUTURE 2019

会場の様子を図 1 に、発表風景を図 2 に示す。

在タイドイツ大使館の Mrs. Claudia Ebach の発表によれば、タイでは 10 年前まで 16 万頭の水牛が農業における畜力として活用されていたが、現在は半減しており、農業機械化が急速に進んでいるとの報告があった。また、SIAM KUBOTA の Mr. Amnart Butthongkamwong の発表では、タイの農業の問題点を、労働力・データ活用・農業機械関連知識などが不足しているほか、ほ場の区画整備の遅れであると分析していた。また、これらの問題には大規模農家などに KUBOTA がタイで提供している営農管理システム KUBOTA Agri Solutions (KAS) が有効で、農機の共有化にも効果的であるとの発表があった。KAS は日本でクボタが提供する KUBOTA Smart Agri Solutions (KSAS) の「smart」の文字を除き、タイの農作物に合わせた営農管理システムである。

チェンマイ大学の伊藤教授の発表「HOW the “Asian Agrifuture” can be achieved」(アジア農業の未来と方向)では、アジアでも注目されているスマート農業の活用には、小規模から大規模経営に転換し、収入を安定させ、スマート農業を導入できるだけの経済力をつけることが重要と指摘された。また、同時にスマート農業を実践できる農家の育成の必要性が挙げられ、現在進行中の JICA グループトレーニングプログラムやタイ科学技術研究所 Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) で開催された Workshop on Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry for Thailand 4.0 (タイの精密農業及び農機産業に関するワークショップ)などが紹介された。



図1 AGRIFUTURE2019 会場



図2 発表風景

2) KUBOTA FARM 見学

KUBOTA FARM はバンコク中心から約2時間半のチョンブリー州、バーンブン郡に2019年完成したクボタの最新の農業機械の試乗や紹介を行う農場である。KUBOTA FARM は35.2haの土地に①技術相談エリア、②精密農業水田・輪作ほ場、③近代畑作農業(サトウキビ、キャッサバ、トウモロコシ)、④収益向上コンセプトゾーン、⑤建設機械ゾーン、⑥パーム油、ゴム、果樹ゾーン、⑦KAS リサーチゾーン、⑧KAS トレーニングゾーン、⑨機械試乗ゾーンに分かれている。

見学会ではドローンによる農薬散布や、トラクタの自動走行(図3)、パイプ散水を使った畑作農業、野菜の移植機(図4)などの紹介やサトウキビの移植、管理、収穫の実演が行われた。今後は短期・長期の研修を通してタイの農業者の技術向上を目指す、との説明もあった。

タイにおける農業機械化は進んでおり、大型農機の自動走行など、スマート農業に対する関心も高いが、その普及には時間がかかると思われる。



図3 トラクタの自動走行



図4 野菜移植機の実演

5. 収集資料等

なし

22. ツマジロクサヨトウの発生状況調査の報告 (1/14-16、韓国)

高度作業支援システム研究領域 高度情報化システムユニット長 大塚 彰

1. 目的

農研機構本部の横串プロジェクト「越境性害虫ツマジロクサヨトウの侵入警戒と侵入後の防除技術確立のための中国及び国内における調査研究」で、2019年の韓国でのツマジロクサヨトウの発生状況と防除技術に関する調査を行うために、農村振興庁所属の国立農業科学研究所に出張する。

2. 日程

令和2年1月14日（火）～16日（木）（3日間）

日数	日付	都市名・行先	交通	摘要
1	14(火)	つくば市→全州市	航空機 バス電車	出国 全州市泊
2	15(水)	国立農業科学研究所 (ワンジュ郡)	相手方車	ツマジロクサヨトウの 発生状況調査 全州市泊
3	16(木)	全州市→つくば市	バス・航空機	帰国

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
国立農業科学研究所植物 保護研究部	Gwan-Seok Lee 博士	ワンジュ郡

4. 調査結果の概要

国立農業科学研究所の Dr. Gwan-Seok Lee とツマジロクサヨトウの発生状況について意見交換を行った。日本側からは日本や韓国に飛来した移動解析の結果や令和元年度イノベーション創出強化研究推進事業緊急対応課題でのプロジェクト内容を紹介した。韓国側からは、幼虫の発生場所と発生日、発見時の齢の推定値の情報を得た。また韓国での幼虫の発見数が中西部で多いこと、飼料用トウモロコシは北部で多く栽培されていることが紹介された。さらに捕獲幼虫の遺伝子解析で核遺伝子の解析からこれまで Corn タイプのみ見つかっているが、今後 Corn タイプと Rice タイプの比率が変化する可能性について議論した。殺虫剤についても感受性検定結果が提供され、検定手法や有効な資材について議論した。最後に韓国農村振興庁は今年度よりアフリカの 20 数か国とツマジロクサヨトウの国際共同研究を開始し、Lee 博士を含む国立農業科学研究所のメンバーが参加しているとのことであった。

以上、韓国側からツマジロクサヨトウに関する詳細な情報を得た。

5. 収集資料等

なし

23. 農林業用トラクタ公式試験のための OECD 標準テストコード に関する各国指定機関代表者年次会議 (2/23-28、フランス)

研究推進部 国際連携管理役 藤盛隆志
研究推進部 戦略推進室 国際連携専門役 川瀬芳順
安全検査部 性能評価ユニット長 手島 司
安全検査部 作業機安全評価ユニット 研究員 原田一郎
安全検査部 ロボット安全評価ユニット 研究員 山崎裕文

1. 目的

農林業用トラクタ公式試験のための OECD 標準テストコード（以下、OECD コード）に関する各国指定機関代表者年次会議（以下、年次会議）に出席し、OECD コードにかかる課題等について討議し、必要な決定を行う。

なお、日本（革新工学センター）は、議長団に指名されており、今般会議において藤盛が議長を務めるとともに、山崎は安全検査部で実施しているロボット・自動化農機検査の現状について話題提供を行う。

2. 日程

令和2年2月23日～28日（6日間）

日数	月日	都市名	交通	摘要
1	2/23	羽田発ーパリ着	航空機	[パリ泊]
2	2/24	パリ	徒歩	Bureau meeting [パリ泊]
3	2/25	パリ	徒歩	OECD 年次会議 [パリ泊]
4	2/26	パリ	徒歩	OECD 年次会議 [パリ泊]
5	2/27	パリ発	航空機	[機内泊]
6	2/28	羽田着	航空機	

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所
OECD Conference Centre	OECD トラクタコード・スキーム事務局 OECD 日本政府代表部	2 rue Andre Pascal 75016 Paris, France

4. 結果の概要

1) 年次会議

(1) 期間

令和2年2月23日～28日（6日間）

(2) 場所

OECD コンファレンスセンター第2会議室（パリ市、図1・2）

(3) 出席国

ドイツ、オーストリア、ブラジル、韓国、スペイン、米国、フィンランド、フランス、イタリア、日本、ポルトガル、スロバキア、チェコ、英国、ロシア、セルビア、スイス、トルコ（18か国）及びEU

(4) 年次会議の概要

OECD(経済協力開発機構、本部パリ)では、国際貿易の円滑化のため、特定製品に関して加盟国間で試験結果が互換性を有するような共通の試験方法（コード/スキーム）を定めている。OECD コードはその1つであり、農林業用トラクタでは現在9コードから構成されている（表）。

年次会議は、コードの改正・新設・廃止、OECDコード事務局（以下、事務局）の活動方針、ワーキンググループの設置等を審議・決定する会議であり、年1回開催される。

会議の参集者は、各国の試験機関、認証機関等の代表者、関係国際機関、OECD調整センター（以下、調整センター）及び事務局である。このうち、調整センターはOECDコードで実施した試験成績の承認に関する実務を行う機関であり、現在はイタリアのENAMAがこれを務めている。



図1 OECD コンファレンスセンター第2会議室



図2 会議場案内看板

表 OECD コード一覧

コード名	内容
コード2	トラクタ性能試験
コード3	トラクタ用安全キャブ・フレーム（ROPS）動的試験
コード4	トラクタ用ROPS静的試験
コード5	騒音試験
コード6	狭輪距トラクタ用前部装着ROPS試験
コード7	狭輪距トラクタ用後部装着ROPS試験
コード8	履带式トラクタ用ROPS試験
コード9	テレハンドラ用ROPS/FOPS試験
コード10	トラクタ用落下物防護構造（FOPS）試験

(5) 議事要旨

①開会挨拶

事務局による開会宣言が行われた。また、事務局より年次会議の議長を日本（革新工学センター）とする提案があり、承認され、挨拶を行った。新型コロナウイルスの感染拡大の影響により、イタ

リアの一部機関、オーストラリア（話題提供者）及びCEMA（欧州農業機械工業会）はWEB会議システムを利用して参加する旨の説明があった。

②議長団の構成の確認

議長団の構成が確認され、日本は昨年に引き続き議長国となった。副議長国はオーストリアとスロバキアであった。

③議長団会議について

事務局から、前日に行われた議長団会議についての報告があった。詳細については機密事項が含まれるため、割愛する。

④2019年に実施された会議の概要録の確認

事務局から、2019年年度会議（2019.2.26-27・フランス）、2019年技術部会（TWG、2019.6.12-13・フランス）、第20回テストエンジニア会議（2019.10.1-3・オーストリア）の概要の説明があり、承認された。

⑤第20回テストエンジニア会議の議事録

開催国のオーストリアから、当該会議への参加・運営協力に対して、謝辞が述べられ、議事録が配布された。

⑥事務局の活動と財務報告

事務局から活動報告と財務報告があった。詳細については機密事項が含まれるため、割愛する。

⑦OECDテストコード参加国

事務局から、OECDテストコードへのブラジルの参加手続きが2019年9月に完了したことにより、参加国が27か国となったことが報告された。

⑧2020年版のOECDテストコード

事務局から、2020年版のOECDテストコードが示された。各コードの最新の修正点について分かり易いサマリーが付加されている。

⑨トラクタおよびロボット農機の展示

OECD本部のエントランスにクボタ M7173（図3）、ホール及び中庭にロボット農機（図4）が展示された。



図3 クボタ M7173



図4 ロボット農機

⑩エネルギー効率

ドイツから、EkoTechプロジェクトの結果について、欧州の産・学連携のもと、農業における単位生産物当たりの燃料消費量を削減する試みであるとの紹介があった。

⑪電動トラクタ

事務局から、電動トラクタに関するサブワーキンググループを設置する提案があり、承認された。

⑫ROPS 静的試験時に亀裂が入った際の基準の統一について

スペインからコードの修正について提案があったが、修正内容について合意が取れず、再検討の上、6月の技術部会（TWG）で改めて検討することとなった。

⑬コード4、コード7及びコード10の文言修正について

チェコから提案があった。単純な修正点については了承されたものの、その他については6月の作業部会において改めて検討することとなった。

⑭座席基準点について

座席基準点を検討するサブワーキンググループから検討状況と新たなコード上の用語の定義について提案があり、了承された。

⑮狭輪距アーティキュレート型トラクタの安定性について

特別予算による調査についてイタリアのテスト機関の一つであるボローニャ大から報告があった。内容は、コード6における予備試験の1つである側方安定性試験に関するものであった。報告後、調査を次の段階に進めることについて了承された。

⑯コード6で示された側方38度の安定性確認調査

特別予算による調査についてイタリアのテスト機関の一つであるミラノ大から報告があった。内容としては、ボローニャ大からの報告と同様の、コード6における側方安定性試験に関するものであった。

⑰バーチャルテストの研究について

トルコ及び韓国から報告があった。

トルコからは、バーチャルテストの改良プロジェクトについて、4柱式のフレーム（キャブの窓無し版）について行ったバーチャルテスト（強度試験シミュレーション）に関する報告があった。

韓国からは、昨年 of 年次会議での報告の続報として、2柱式 ROPS について行ったバーチャルテストの結果が報告された。

⑱トラクタコードの適用範囲のアップデートについて

ヨーロッパではトラクタとして登録されていない乗用型農業機械の ROPS について、OECD テストコードの適用の可能性について調査をすべき、という提案がイタリアのテスト機関の一つである IMAMOTER からあり、6月の技術部会（TWG）において更なる検討が行われることとなった。

⑲オーストラリアのロボット農機の状況について

オーストラリア（国としてはテストコード非加盟）の民間コンサルタントから、ロボット農機に関する現状について話題提供があった。

⑳衝突防止（Vehicle to X、車と何か（以下、V2X））システムの農業機械への適用について

フランスから、衝突防止のための V2X システムを公道走行する農業機械に適用する研究について紹介があった。

㉑米国のロボット農機の状況について

米国から、ロボット農機に関する現状について報告があった。

㉒農業ロボット協会の状況について

フランスから、農業ロボット協会（RobAgri）について紹介があった。同協会はフランスの農業ロボット化を加速的に推進するべく、メーカ、研究機関、農業者が集まり、2017年に設立された非営利団体である。2020年現在で68団体から構成されている。安全に関する基準策定に参画する等、安全性を確保したロボット化を目指している。

㉓ブドウ園センシングロボットについて

スペイン（バレンシア大学）から、開発した VineScout（ブドウ園センシングロボット；図5）について報告があった。



図5 VineScout



図6 日本からの発表の様子

④日本におけるロボット・自動化農機検査について

日本から革新工学センターが実施している、ロボット・自動化農機検査について山崎が紹介した（図6）。

⑤EuropeanCommission からの報告

EuropeanCommission（EC）から、農業機械に関するEUの規制・規格・指令等の動向について報告があった。

⑥ロボット農機・自動化農機に関する報告

ドイツから、ロボット・自動化農機に関して、製造者と使用者が負う義務について報告があった。

⑦ロボット・自動化農機に関するサブワーキンググループの設置

事務局から、ロボット・自動化農機に関するサブワーキンググループを設置する提案があった。

⑧2021年から2022年の予定について

事務局から、2021年から2022年の予定について報告があり、修正したプログラムを近く各国に送付し、書面での了承を得ることが伝えられた。

⑨OECD 調整センターからの報告

OECD 調整センターから、テストレポートの処理状況について報告があった。

⑩試験機関規定の更新について

ドイツから提案があり検討されたが、承認を得られなかったため6月の技術部会（TWG）にて更に検討することとなった。

⑪国際機関との協力について

CEMA（欧州農業機械協会）から、他団体（EC、FAO、UNIDO、UNECE、UNESCAP、ISO、WFO、COPA-COGECA）との協力関係について説明があった。

⑫今後のスケジュール（2020～2021年に開催予定の会議）について

事務局および会議の開催国より案内があった。

③その他

特別予算の活用促進について、事務局から説明があった。

④閉会

議長及び事務局の挨拶があった。

5. 収集資料等

- ・ 2020 年年次会議議案書
- ・ 2020 年版 OECD コード（冊子）
- ・ 第 20 回テストエンジニア会議議事録

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・複製に当たっては必ず当センターの許諾を得て下さい。

(お問合せ先：研究推進部 広報推進室)

令和元年度（2019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
農業技術革新工学研究センター

〒331-8537 埼玉県さいたま市北区日進町 1-40-2
Tel. 048-654-7000 (代)

印刷・発行 令和3年（2021年）2月18日