

平成 30 年度（2018 年度）
海外技術調査報告

令和 2 年（2020 年）1 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言うまでもない。このほか、農業機械・装置の省エネルギー化など環境負荷への低減、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。

本報告は、平成 30 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 2 年（2020 年）1 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. ISO/TC23 国際標準化会議への参加 (4/22-29) 1
安全検査部 ロボット安全評価ユニット 主任研究員 紺屋秀之
2. ブータン王国農業機械化強化プロジェクト (5/20-6/9) 6
安全検査部 高橋弘行
3. スロバキアでの農用トラクタ公式試験の OECD 標準コード関連会議への参加 (5/22-27) 12
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長 富田宗樹
4. SIMA ASEAN 見学、SIAM KUBOTA 工場見学等 (6/5-9) 15
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
安全検査部 ロボット安全評価ユニット長 塚本茂善
5. 園芸生産の ICT・RT 技術にかかる先進事例調査 (6/10-17) 18
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
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 ○坪田将吾
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
6. ANTAM TWG とアジア太平洋地域における農業機械化の地域別データベース構築ワークショップについて (6/24-30) 29
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 高橋弘行
7. 農林水産省海外技術現地調査への同行 (7/8-19) 32
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
8. 46th APAN への参加 (8/5-11) 38
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 上級研究員 田中 慶

9. WAGRI セミナーでの講演参加 (8/20-23) 41
 高度作業支援システム研究領域長 八谷 満
10. 2018 Smart Technology Applications in Agricultural Production International Conference での講演参加 (9/3-6) 43
 高度作業支援システム研究領域長 八谷 満
11. International Symposium on Proactive Technologies for Enhancement of Integrated Pest Management on Key Crop での招待講演 (9/4-7) 46
 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
12. The 5th International Scientific conference on Occupational and Environment Health (ICOEH5/第5回労働と環境衛生に関する国際科学会議) 及びベトナム国立農業大学の研究関係打ち合わせ (9/9-13) 47
 安全検査部 ロボット安全評価ユニット 特別研究員 NGUYEN THI THANH LOAN
13. ミャンマー国農業所得向上事業実施能力向上支援【有償勘定技術支援】(9/18-10/2) 51
 安全検査部 高橋弘行
14. 中国黒竜江省地域でのコンバイン耐久性に関する調査 (9/25-10/2) 55
 次世代コア技術研究領域 生産システムユニット 主任研究員 嶋津光辰
15. ミカンコミバエのトラップ現地評価試験 (9/27-29) 59
 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. IET Radar International Conference 2018 (10/16-20) 60
 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
17. ANTAM テストコードテクニカルワーキンググループ (TWG) 会合トレーニングについて (10/21-28) 61
 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 研究員 ○松本将大
 安全検査部 高橋弘行

18. AFITA/WCCA 2018 への参加 (10/22-27)	66
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 上級研究員 田中 慶	
19. 米国での農用トラクタ公式試験の OECD 標準コード関連会議への参加 (10/28-11/2)	69
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 ロボット安全評価ユニット 研究員 山崎裕文	
安全検査部 作業機安全評価ユニット長 富田宗樹	
20. EIMA International 2018 及びボローニャ大学、CREA-IT での農機安全調査 (11/6-13)	71
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	
戦略統括監付 戦略推進室 研究員 深井智子	
安全検査部 作業機安全検査ユニット 研究員 原田一郎	
安全工学研究領域 安全システムユニット 主任研究員 ○NGUYEN Van Nang	
21. EIMA International での情報収集 (11/6-11)	87
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 主任研究員 山田祐一	
22. ANTAM 年次会合参加及びガジャマダ大学見学 (11/26-12/1)	91
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	
次世代コア技術研究領域 生産システムユニット 主任研究員 ○嶋津光辰	
23. ワシントン州の果樹生産における省力・機械化に関する調査 (12/2-9)	94
戦略統括監付 戦略推進室 主任研究員 大西正洋	
24. アワヨトウの日中共同研究の成績検討 (1/24-26)	102
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	
25. 米国における露地野菜生産の先進的技術調査 (2/10-17)	103
戦略統括監付 戦略推進室 主任研究員 千葉大基	
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	

26. 2019年農用トラクタ公式試験のOECD標準コードに関する年次会合（2/23-3/2）・112

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
戦略統括監付 戦略推進室 主任研究員 千葉大基
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 性能評価ユニット長 手島 司

27. ISOBUS 認証試験（3/4-9）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 119

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

28. フィリピン DA-BAFE との MOU 書簡交換式（3/20-23）・・・・・・・・ 121

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
安全検査部 性能評価ユニット 研究員 ○太田薫平
安全検査部 高橋弘行

29. APFSD2019 の参加について（3/26-30）・・・・・・・・・・・・・・・・ 126

戦略統括監付 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順

30. フィリピンの農業機械化推進のための講演・情報交換（平成29年度出張分）・・・ 129

評価試験部 安全試験管理役 藤盛隆志

※○印は複数の出張者における主たる原稿執筆者を示す。

1. ISO/TC23 国際標準化会議への参加

安全検査部 ロボット安全評価ユニット 主任研究員 紺屋秀之

1. 目的

現在取り組んでいる「ロボット農機の安全機能評価試験方法の開発」に資するために、日農工ロボット農機分科会に同行して国際標準化会議（ISO / TC 23 / SC 3）に出席し、「高度に自動化された農機の国際規格（ISO/FDIS 18497）」に関する審議状況の確認、ならびに参加他機関との連携構築を図るとともに、諸外国のロボット農機開発の動向について調査する。

2. 調査日程

平成 30 年(2018 年) 4 月 22 日(日)～29 日(日) (8 日間)

日数	日付	行程・訪問地	交通	摘要
1	4/22(日)	成田→	EK319	移動日 機中泊
2	4/23(月)	ドバイ→サンパウロ	EK319 EK261	移動日 サンパウロ泊
3	4/24(火)	サンパウロ →フローリアノポリス →会議場 Costao do Santinho Resort	066174 タクシー	移動日 Group Dinner フローリアノポリス泊
4	4/25(水)	フローリアノポリス Costao do Santinho Resort	徒歩	SC3 Plenary (総会) Group Dinner フローリアノポリス泊
5	4/26(木)	フローリアノポリス Costao do Santinho Resort	徒歩	SC3、SC2 Plenary Group Dinner フローリアノポリス泊
6	4/27(金)	フローリアノポリス Costao do Santinho Resort →フローリアノポリス →サンパウロ	徒歩 タクシー 066261	SC4 Plenary 会議終了後、移動 機中泊
7	4/28(土)	サンパウロ→ドバイ	EK264	移動日 機中泊
8	4/29(日)	ドバイ→成田	EK318	移動日



図1 フローリアノポリスの位置

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） Costao do Santinho Resort Tupi- Guarani meeting room.	ホスト国代表 Alessandro da Silva (CNH Industrial Latin America Ltda)	Estrada Vereador Onildo Lemos, 2505 - Praia do Santinho City: Florianópolis ZIP code: 88.058-700 Santa Catarina/Brazil
	SC3 Chairman（議長） Michael DeSpain (John Deere Global Crop Harvesting Product Development Center)	Av.J.K. de Oliveria, 11825- CEP81170-901 -Curitiba-PR-Brazil
	SC3 Secretary（事務局） Norbert Alt (VDMA DIN / NLA)	East Moline, IL, USA Frankfurt, Germany

4. 結果の概要

専門委員会 23(TC23:Technical committee 23)は、トラクタおよび農林業機械(Tractors and machinery for agriculture and forestry)に関する国際規格を取り扱い、TCの下に設置されている各分科委員会(SC:Subcommittee)および作業グループ(WG:Working group)にて具体的な規格内容が討議される。なお、規格策定の流れとしては、新作業項目(NWIP: new work item proposal)の提案→作業原案(WD: working drafts)の作成→委員会原案(CD: committee drafts)の作成→国際規格原案(DIS: draft international standards)の策定→最終国際規格案(FDIS: final draft international standards)の策定→国際規格の発行となり、ステージ毎に検討・審議・投票が行われ、次のステージへ進むこととなる。今回の会議ではSC2(Common tests: 一般試験)、SC3(Safety and comfort: 乗員の安全性と快適性)、SC4(Tractors: トラクタ)の総会(Plenary)に参加し、各国際規格の審議状況について情報収集を行った。

1) 総会において審議対象となった各SCで策定中の規格について

<SC2>

- ・ ISO/DIS 789-6: Agricultural tractors -- Test procedures-- Part 6: Centre of

gravity

- ISO/CD 12934 : Tractors and machinery for agriculture and forestry -- Basic types - Vocabulary
- ISO/WD 12003-1 : Agricultural and forestry tractors Roll-over protective structures on narrow-track wheeled tractors - Part 1: Front-mounted ROPS
- ISO/WD 12003-2 : Agricultural and forestry tractors Roll-over protective structures on narrow-track wheeled tractors - Part 2: Rear-mounted ROPS
- ISO/WD 14982 : Electromagnetic compatibility -Test methods and acceptance criteria

< SC3 >

- ISO/FDIS 4254-9 : Safety of seed drills
- ISO/FDIS 18497 : Agricultural machinery and tractors -- Safety of highly automated agricultural machines -- Principles for design
- ISO/DIS 4254-16 : Safety of portable grain augers
- ISO/CD 15077 : Operator controls -- Actuating forces, displacement, location and method of operation
- ISO 22464, Braking ※Stop project
- ISO/NWIP 12140 : Agricultural trailers and trailed equipment -- Drawbar jacks

< SC4 >

- ISO/DIS 24347 : Agricultural vehicles - Mechanical connections between towed and towing vehicles -Dimensions of ball-type coupling device (80 mm)
- ISO/NPWI 22471 : Permissible mechanical connection combinations between towed and towing agricultural vehicles
- ISO/NWIP 5673-1 : Agricultural tractors and machinery- Power take-off drive shafts and power-input connection - Part1:General manufacturing and safety requirements
- ISO/CD 26322-1 : Tractors for agriculture and forestry -- Safety -- Part1: Standard tractors
- ISO/CD 26322-1 : Tractors for agriculture and forestry -- Safety -- Part2: Narrow-track and small tractors
- ISO/WD 17567 : Agricultural and forestry tractors and implements - Hydraulic power beyond

2) ISO/FDIS 18497 について

ISO /FDIS 18497 Agricultural machinery and tractors -- Safety of highly automated agricultural machines -- Principles for design は「農業機械およびトラ

クター高度に自動化された農業機械の安全性－設計の原則」に関する国際規格であり、SC3のWG15にて検討が進められてきた。農機メーカーを中心とした各国の代表によって2012年5月から規格の策定が始まっている。近年の経過としては、2017年の3月の規格策定会議を経て FDIS となり、同年10月には投票が行われ承認が得られたが、欧州標準化委員会（CEN：Comité Européen de Normalisation）から修正コメントを受け、発行には至っていない状況であった。

3) SC3 総会について

今回の総会には、日本からは JISC（日本工業標準調査会）の代表として、革新工学センター1名、日農工1名の計2名が参加した。以下に総会参加国を示す。なお、括弧内は人数である。

ISO(4)、アメリカ(16)、イタリア(2)、イギリス(2)、ドイツ(3)、韓国(4)、日本(2)、カナダ(1)、フランス(2)、ブラジル(17)、ベルギー(1) 合計：11カ国 54名

なお、SC3のParticipating member（積極的参加）国は日本も含め21カ国、Observing member（オブザーバー参加）国は12カ国である。

SC3総会にてISO/FDIS 18497の現状について下記のような報告、決議がなされた。

- ・2017年10月に実施された投票の結果、承認
- ・CEN（欧州標準化委員会）のコンサルタントから以下のコメント有り

「技術的な内容としては相違ないが、文書として修正が必要である。具体的には本規格をC規格からB規格へ変更するという修正等を行うことで肯定的な評価結果とする。等」

- ・2017年11月～2018年4月にかけてCENからの修正文書案が提出された

上記に対し、SC3事務局からは「CENからの最終修正案を受け入れ、発行に結びつけたい。」「ただし、CENコンサルタントがFDIS段階において評価をするという現状のCEN側に修正されたプロセスは、規格策定作業を遅らせ、共通の合意という標準化の規則に反し、すべての専門家および関係者にとって不満であり、国際調和を危険にさらすものである。よってこのことに対する不満をISO一般事務局に対して強く示す」との提案がなされ、全会一致で承認されることとなった。

<その後経過>

2018年11月に国際規格として発行

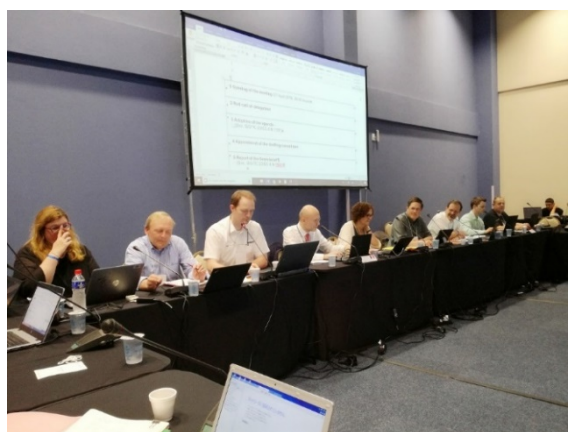


図2 総会の様子

2. ブータン王国農業機械化強化プロジェクト

安全検査部 高橋弘行

1. 目的

独立行政法人国際協力機構の依頼により、ブータン王国農業機械化強化プロジェクトフェーズⅡ（2014年8月～2018年8月）の農業機械試験評価及び研究開発業務の進捗確認と技術的支援、さらに関連する今後の活動に関する助言を行う。



図1 農業機械化センター

2. 派遣日程

平成30年(2018年)5月20日(日)～6月9日(土) (20日間)

月日	行程・訪問地	摘要
5/20(日)	羽田 00:20-TG661-4:50 バンコク バンコク 13:00-KB151-15:00 パロ	移動日
5/21(月) ～6/7(木)	ブータン王国農業機械化センター (AMC)	パロ
6/8(金) ～6/9(土)	パロ 8:00-KB150-12:00 バンコク バンコク 22:45-TG682-6:55 羽田	移動日

3. 代表対応者

Mr. Kinga Norb : 農業機械化センター所長

4. 技術協力結果の概要

1) 農業機械試験評価の確立

本分野では、農業機械の試験評価を実施するための技術的部分の協力を行うものであり、制度確立のための行政的な業務支援は含まれない。これまで、プロジェクトで行われてきた具体的な業務は、①農業機械の試験方法及び基準の作成指導、②農業機械の試験実施要領及び野帳の作成指導、③基準認証委員との会議における技術的助言、④作成した試験方法に基づく試験の実施指導、⑤計測器等の取り扱い方法及び校正・維持管理方法の指導、⑥試験結果の評価方法の助言、⑦試験成績書の作成指導、⑧試験結果公表方法の提言と助言、⑨機械性能・安全啓発に関する意識調査の実施指導、⑩安全啓発資料の作成指導、⑪評



図2 歩行型トラクタ

価試験に関する研究会実施の助言、⑫その他、試験設備・計測方法に関する助言である。対象となった機種は、現地で比較的普及している歩行型トラクタ、リーパ、精米機、トウモロコシ圧ぺん機、搾油機および小型歩行型トラクタとした。

2) 試験方法および基準策定と要点

(1) 歩行型トラクタ (Power tiller)

歩行型トラクタ (図 2) は、原動機として利用されることや現地での耕うん整地、代掻き、運搬の作業実態を踏まえて、試験項目に搭載機関性能 (図 3)、双用すきとロータリによる耕うん試験、防水試験、取扱試験、ブレーキ試験を採用した。方法基準の作成において、特に留意した点は、高地での機関性能試験結果に対する評価であり、ISO 3046-1、ISO15550 (JIS 8002-1、8003) に従い、試験地標高での性能予測を行った結果を考慮することで、出力の仕様値に対する低下の許容範囲を定めた。



図 3 歩行型トラクタ機関性能試験

(2) リーパ (Power reaper)

作物を対象とする収穫機 (図 4) は、ほ場での作業性能が重要と考えられるため、収穫時の穀粒損失を主に評価するための精度試験および作業時間を評価する能率試験を採用した (図 5)。通常、試験は一定の試験条件を保持しつつ実施されるべきであるが、現地では、品種や生育状況の作物条件、ほ場の形状や面積等の条件について、試験に適切な状態を一定量確保することが困難であり、性能にもばらつきが生じ、数値の絶対的な評価ができない。このため、人力収穫作業との比較を行う相対的評価の考え方を基準のひとつとして導入した。作業能率については、供試ほ場の形状や面積に性能が左右される。ある程度の面積をもつほ場で試験することが、現地においては容易でないこともあり、能率の数値基準は設けず、作業が円滑に行われることという表現にとどめている。



図 4 リーパ (刈取機)



図 5 リーパの作業能率試験

(3) 精米機 (Rice mill)

籾の状態から精米までを行う Engelberg 式精米機を対象とした試験方法の作成を実施した。精米された穀粒の割合を知るリカバリ試験 (精度試験) を主要な試験のひとつと

して位置づけた（図6）。現地では、一般的に収穫の時期が遅いため、粃の水分が低く、胴割れが発生しやすい状況にある。この状態の粃を供試したリカバリ試験では、整粒割合で評価しようとしても、精米機自身の性能が正しく評価できない。また、碎米が多く含まれていても食用として支障のないのが現地の状況である。これらのことから、リカバリ試験では1.6mmの目開きの篩を通過しない穀粒を精度評価の対象としている。さらに、供試材料の品種や性状も一定のものが得られない状況にあるため、標準となる試験用もみすり機と試験用精米機を用いて指標となる材料を作成し、これと比較することでリカバリの性能を評価することとした。



図6 精米機作業精度試験

(4) トウモロコシ圧ぺん機(Cornflake machine)

精米機と同様に、供試材料全体に対するコーンフレークの製品（5mmの目開きの篩を通過しないもの）の割合で結果を表し、人力で圧ぺんを行った際の割合との比較で性能を評価する方式とした（図7）。

(5) 搾油機(Oil mill)

搾油の際、材料（ナタネ）に水を少量加え、機械内での材料の送りを円滑にすることが一般的に行われている。試験方法上では、この工程については随意とし、加水する場合には品質に影響を与えないことを条件とした。必要に応じてオイルの含水率を計測することを提言した。投入された材料に対する絞られたオイルの量をリカバリとし、この機種の場合も他と同じく、参照機を使用して搾油した場合との比較をもって、性能を評価することとした（図8）。



図7 トウモロコシ圧ぺん機



図8 搾油機作業精度試験

(6) 小型歩行型トラクタ (Mini tiller)

一般的に Power tiller といわれる機種よりも小型のものであり、ガソリン機関を搭載するものが多い。試験方法上は搭載機関の出力が 10.5ps 未満のものを Mini tiller とした。ガソリン機関も標高による出力低下があるので、Power tiller と同様な手法で、低下の許容範囲を基準として定めることとした (図 9)。



図 9 小型歩行型トラクタ作業性能試験

3) 試験方法基準策定のための助言

すべての機種に対する試験方法基準に共通することとして、以下の助言を行った。

試験方法には、その機種の適用される形式を明記することが必要である。例えば、脱穀機の例では、供給方式 (全量、穂先)、排出方式 (開放式、間欠式)、適用作物 (米麦、大豆等) の形式によって試験の実施方法が異なる。どの範囲まで当該試験方法を適用するかを明確に記述する。

(1) 供試する材料や土壌等、性状が変化しやすい条件での試験結果に対しては、リーパ、精米機等で導入した、人力あるいは参照機を使用しての試験結果に対しての相対的な性能を評価基準として考えるとよい。試験経験やデータを積み重ねることにより、将来的に絶対的評価ができるようになることが理想である。

(2) 基準の決め方には、歩行型トラクタの搭載機関出力に関する基準にみられるような、理論的な手法を参照したもの、騒音や振動の基準にあるような国内規則や海外における基準に合わせたもの、データを蓄積し、統計的な考察を行い決める等の方法が考えられる。評価の性格や国内外や他分野での動向を把握しつつ決めてゆくとよい。

4) 試験技術維持向上のための助言

将来にわたり、試験機関としてその機能を維持してゆくために以下の助言を行った。

(1) 規定された試験条件の範囲内で試験を行うこと

試験は、方法で決められた試験条件の範囲内、できれば一定の条件の下で行うことが、試験結果の品質と信頼性を維持するために必要となる。耕うん試験や収穫試験等、ほ場の区画、土壌条件、あるいは作物の条件などもできるだけ同じになるような選択が求められる。

(2) データの妥当性を見極めること

データは、得られる毎にその妥当性を判断し、異常と思われる場合にはその原因を明らかにすること。計算により妥当性の確認ができることもあるが、経験により判断できる場合が多い。多くの試験を積み重ねることも必要となる。このことは、試験の合否基準を決める際にも有効になる。

(3) 別の手段による計測の方法を考えること

通常、使用している機器に不具合があった場合等、異なる手段で計測することを日頃から考えておく必要がある。供与機材である電気動力計に代わって油圧ポンプや電動機で出力を計測する方法、流量計の代わりにシリンジで燃料流量を計る方法等、機材が容易に修理・調達できない現地では特に必要な考え方である。

(4) 計測器の維持管理をおこなうこと

計測精度を維持・管理するため、日頃実施する業務として組み込むこと。

5) 研究開発に対する助言

プロジェクト実施期間では、いくつかの研究が実施され、機械の考案・試作もされてきたが、以下の研究および開発研究に関しての助言を実施した。

(1) プラウ

センターでの内製化を目標に継続してきた課題であるが、現在、農家でのモニタリングを行っているとのこと。耕深や耕幅を計測し、その安定性についても農家からの意見をもらい、次の改良につなげること。

(2) 双用すき

現地では、日本の双用すきが歩行型トラクタとともに一般的に使用されている。これと同じ構造のすきを内製化することを試みてきた。機械的欠陥が見られたが、現在ではすべて対応済みで、今後は、再度農家でモニタリングを行う予定。ほ場の試験では、オリジナルである日本のすきとの性能比較を行うこと。そのために、作業速度、耕深、耕幅など歩行型トラクタの試験方法に記載されている測定項目を必ず計測すること。

(3) 歩行型トラクタの傾斜地適応性

歩行型トラクタの走行部をかご車輪、空気タイヤ、空気タイヤ+車軸延長という3条件に変え、傾斜地作業での安定性を確認した。現段階では、事例研究にすぎないが、かご車輪および空気タイヤ+車軸延長の2条件における比較試験を行うことでそれぞれの特徴を提言できれば、現地にとって有用な資料になると考えられる。

(4) 携帯型稲麦収穫機

ヘッジカッターを使った米麦収穫機であり、狭小ほ場での使用を想定したものである(図10)。実用化できる段階に来ている。論文としてまとめる際、オリジナリティの存在する受け網について必要性やその仕様に至った経緯をアピールすることが必要である。

(5) カルダモン乾燥機

既に現地に導入して実用化が進んでいる。AMCから提供された図面を基に、国内2カ所の



図10 携帯型稲麦収穫機(左2台)

民間製造所で製作されている。今後、より高品質のカルダモン生産に向けて、温度ムラを解消するためのファンの設置、温度制御可能な電気による加熱を考慮するとよい。

(6) ストンピッカー（石礫除去機）

馬鈴薯掘取機を応用したものである。改良を重ねている。機能と性能を繰り返して試験を行うことにより確認すること。

(7) そば脱穀機

国際稲研究所（IRRI）による脱穀機を改良したものである。そばを用いて試験をすることで、損失の程度、風量、回転速度等の適切さを見極めること。なお、試験前には実験計画をたてて、必要な試験区数を整理すること。

(8) 馬鈴薯掘取機

歩行型トラクタ用の掘取機で、実用化の段階である（図 11）。実演デモを通じて、農家の要求を把握したいと考えている。製作メーカーについて、いくつかあたっているが、今のところ製作を要望するところがない。研究としては、ひとまず終了している。本研究は、担当研究者が不在のため、状況だけを聞き取り、特に助言は行っていない。



図 11 馬鈴薯掘取機

3. スロバキアでの農用トラクタ公式試験の OECD 標準コード関連会議への参加

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長 富田宗樹

1. 目的

OECD（経済協力開発機構）トラクタテストコードの各国指定機関の代表者として、表記会議に出席する。会議では、当該コードの改訂等の審議・検討に参画するほか、ビューローメンバー（議長団）の一員として当該コードの改訂等の審議事項の円滑な運営等に寄与するため、関係国と密なコミュニケーションを図る。

今回は、OECD 標準コード関連会議のひとつである技術部会（テクニカルワーキンググループ；TWG）に出席する。TWG は OECD コードの各項目の改訂等に当たり、その詳細事項に関して技術的見地から検討する場であり、原則年2回（春・秋）開催される。日本がビューローメンバーに指定されたことを契機に、コードの技術的検討により深く関わっていく重要性に鑑み、2018年からは毎回参加することとしている。技術部会で検討された内容が、年次会合において審議・採択される仕組みである。

2. 期間

平成30年（2018年）5月22日（火）～27日（日）（6日間）

日数	日付	行程・訪問地	摘要
1	5/22(火)	成田→ウイーン→ブラチスラバ	
2	5/23(水)	ブラチスラバ	在スロバキア日本大使館表敬 団内打合せ
3-4	5/24(木) ～25(金)	ブラチスラバ	技術部会
5	5/26(土)	ブラチスラバ→ウイーン→ミュン ヘン→（機内泊）	
6	5/27(日)	→羽田	

3. 主な訪問先と対応者

スロバキア技術部会事務局（ブラチスラバ）、在スロバキア日本大使館

4. 結果の概要

各議題の検討結果は以下の議事概要のとおりである、

1) 2018年テストコードについて

承認手続きが完了し、有効となったことが報告された。

2) バーチャルテストについて

CEMA (European Agricultural Machinery Industry Association: 欧州農業機械工業会) より CAE (Computer Aided Engineering: コンピュータによって支援された製品の設計・製造や工程設計の事前検討) による強度試験シミュレーションについてのプレゼンテーションがあり、自社実機試験との整合検証の結果、妥当な水準で強度が推定できることが主張された。さらに、これをふまえ、実機試験のコストと工数を削減するため、OECD コードへのシミュレーションの導入が要請された。

フランスからは、バスの欧州認証におけるシミュレーションの利用についてプレゼンテーションがあったが、バスとトラクタの ROPS (Rollover Protection Structure: 転倒時保護構造) とでは構造や搭乗者の静止への影響が異なり、同様の精度は試験機関が負う責任の点からも実施困難との意見が出された。一方、構造変更の際に強度試験を実施するかどうかの判断に依頼者のシミュレーション結果を用いるかどうかについては、各国の試験機関の責任によることとされた。

トルコからは ROPS の強度試験シミュレーションの研究の現状についてプレゼンテーションがあった。これにより、シミュレーションには未だに技術的な課題があり、ROPS 変形のモデル化に関するさらなる研究の必要性が示された。

総合的に、これらは引き続き TWG でさらに検討することとなった。

3) ラウンドロビンテストについて

ラウンドロビンテストは、バーチャルテストの可能性を検討するための基準となる実機データを得るための試験であり、同時に各試験機関間での試験方法の差異を整合させるねらいがある。

前年参加の 8 試験機関にアメリカと日本を加え、2 回目の実機試験を行うこととなった。試験機は 9 月末を目途に事務局より各参加試験機関に送付されることとなった。今回から参加の米国と日本にはシャーシとフレームが送付される。試験方法の詳細をエンジニア間で議論できるよう、実機を用いた検討会を行うこととなった。時期及び場所は後日各機関間で調整することとなった。また、確実に試験が完了するよう、基準質量 (試験で加える負荷) を前回より少なくすることとした。

4) 精度の管理体系について

ドイツより、ISO17025 による計測精度管理体系についてのプレゼンテーションがあった。これにより、計測後精度管理の重要性については共通の認識があったものの、実施のためのコストや工数が課題であることが明らかとなった。今後の TWG 及び年次会議でスペイン・ドイツを中心に検討を行うこととなった。

5) 試験機関外で試験を行うための要件について

年次会議の決議 (コード参加国内であれば、特別な場合に試験機関外で試験を実施することは認められる) が確認された。

6) トラクタの定義について

事務局より、OECD、EU、ISO でのトラクタ定義の差異について話題提供があった。事務

局の問題意識の背景には、UV（農用多目的用途車：いわゆる農用バギー）のような、従来のトラクタと大きく異なる形状の機械が、OECD の ROPS 承認を申請してきていることがある。これは EU のレギュレーションとも関連していることから、各規格においてトラクタの定義を明確にすることを目指している。

7) 今後の予定

次回 TWG は、10 月 30 日～31 日に米国コーネル大学で開催することとなった。また、次回エンジニア会議開催地はオーストリアが立候補し、承認された。



図 スロバキアでの技術部会

4. SIMA ASEAN 見学、SIAM KUBOTA 工場見学等

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

安全検査部 ロボット安全評価ユニット 塚本茂善

1. 目的

タイバンコクにて開催される国際農業機械展示会 SIMA ASEAN の見学と SIAM KUBOTA 工場見学を行い、タイにおける農業機械事情の調査を行う。

2. 日程

平成 30 年(2018 年) 6 月 5 日(火)～9 日(土) (5 日間)

日数	日付	行程・訪問地	摘要
1	6/5(火)	東京(羽田)→バンコク	移動(藤盛、塚本、川瀬)
2	6/6(水)	ホテル→SIMA ASEAN→ホテル	SIMA ASEAN にて調査 (藤盛、塚本、川瀬)
3	6/7(木)	ホテル→SIAM KUBOTA 工場見学 →ホテル	SIAM KUBOTA 工場見学と SIAM KUBOTA と意見交換 (藤盛、塚本、川瀬)
4	6/8(金)	ホテル→SIMA ASEAN→ホテル	SIMA ASEAN にて調査 在タイ日本大使館訪問 (藤村、藤盛、塚本、川瀬)
5	6/9(土)	バンコク→東京	移動(藤村、藤盛、塚本、川瀬)

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
6/6, 8	SIMA ASEAN		IMPACT Exhibition Center, Bangkok
6/7	SIAM KUBOTA	神原副社長 田中マネージャー	タイ国パトゥムタニー県クロンル アン郡ナワナコン工業団地
6/8	在タイ日本大使館	須賀書記官 村松書記官	バンコク、パトゥムワン区

4. 調査結果の概要

1) SIMA ASEAN

2年前に訪問した SIMA ASEAN から比較すると、規模は平成 28 年の開催時の 215 ブースから 102 ブースに縮小され、展示会場は約 1ha から 30a に縮小されていた。屋外展示もなくなっており、半数はタイ国内メーカーであり、海外メーカーは中国 (25 ブース) が最も多く、日本メーカーは部品メーカー 1 社のみの出展であった。海外から建設機械のクローラとディーゼルエンジンを輸入し、組み合わせてコンバインを製作しているタイ国内メーカーのコンバインは興味深かった。



図 1 SIMA ASEAN 入口にて



図 2 タイ産コンバイン

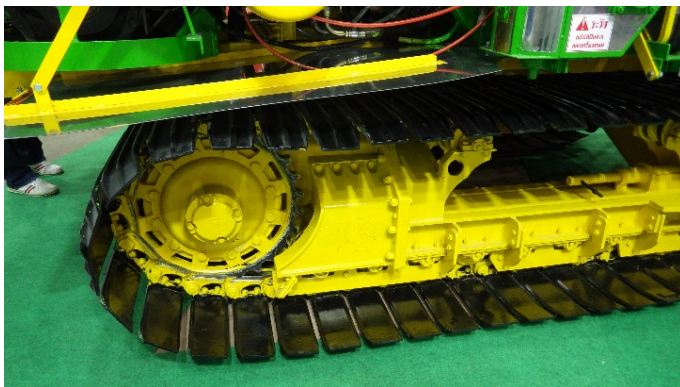


図 3 建設機械のクローラを使用



図 4 リモコン式歩行型トラクタ



図 5 ステップが高いコンバイン

また、タイの炎天下での農作業は重労働であるため、水田脇の木陰から操作するリモコン式の歩行型トラクタが展示されていた。製作したのは大学生のグループで、操舵のために左右のクラッチを制御する電磁クラッチと前方を写すカメラが搭載されていた。リモコンからの指示やカメラの映像はWi-Fiを用いて通信していた。

乗用トラクタの展示ではニューホランドが最も広い展示スペースを有していた。

2) SIAM KUBOTA 見学

タイのSIAM KUBOTAの工場見学を行った。日本大使館の村松書記官も同行した。工場はバンコク市より南東へ約60km離れた場所であり、敷地面積は約32万m²であった。ここではトラクタと作業機、コンバインを主に製造していた。トラクタ・コンバインどちらも耐久性を重視した構造で、屋根付きが主流であり、キャビン付きのものは製造していなかった。



図6 SIAM KUBOTA 入口



図7 見学後の打合せ

5. 収集資料等

- ・海外農業機械メーカーカタログ等

5. 園芸生産の ICT・RT 技術にかかる先進事例調査

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
 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 ○坪田将吾
 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

施設園芸生産の ICT・RT 技術にかかる先進事例を調査するため、Greentech 2018（オランダ）に参加するとともに、施設園芸協会が主催するオランダ施設園芸現地研修ツアーの一部に参加し、施設園芸生産のコンサルタント企業や先進的園芸生産施設を見学する。さらに、リンカーン大学（イギリス）を訪問し、園芸生産にかかる AI・RT 技術を利用した最先端の研究動向を調査する。また、農林水産省とオランダ経済省との共同文書に基づく、第 2 回日本オランダ農業協力対話において、話題提供を行う。

2. 調査日程

平成 30 年(2018 年) 6 月 10 日(日)～17 日(日)（8 日間：坪田、内藤）
 6 月 11 日(月)～15 日(金)（5 日間：太田）

日数	月日	都市名	行程・訪問先	備考
1	6/10(日)	Narita → Amsterdam	移動	航空機、鉄道 Leiden 泊
2	6/11(月)	Den Haag Bleiswijk Pijnacker Bleiswijk	施設園芸協会ツアー参加・ Delphy 社調査、 キュウリ生産施設調査、 パプリカ生産施設調査（太田出国）	鉄道、バス Leiden 泊
3	6/12(火)	Amsterdam Den Haag	Greentech2018・施設園芸生産技術調査 日蘭協力対話（太田）	鉄道 Leiden 泊
4	6/13(水)	Amsterdam	Greentech2018・施設園芸生産技術調査 （太田同行）	鉄道 Leiden 泊
5	6/14(木)	Amsterdam →London →Lincoln	リンカーン大学・園芸生産ロボット調査（太田帰国）	鉄道、航空機 Lincoln 泊
6	6/15(金)	Lincoln →London	資料整理、移動	鉄道 London 泊
7-8	6/16(土) ～17(日)	London →Tokyo	移動	鉄道、航空機

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所
Delphy 社 (Bleiswijk)	Aad van den Berg Wim van der Ende	Violierenweg 3, 2665 ZG Bleiswijk, オランダ
キュウリ生産施設 (Pijnacker)	Kess Hendriks	Hoefslag 6, 2641 ZZ Pijnacker, オランダ
パプリカ生産施設 (Bleiswijk)	Chantal den Hertog	Petuniaweg 14, 2665 NK Bleiswijk, オランダ
Greentech2018 (Amsterdam)	—	Europaplein 24, 1078 GZ Amsterdam, オランダ
Lincoln University (Lincoln)	Simon Pearson 教授 Tom Duckett 教授	Lincoln LN6 7GA, イギリス

4. 調査結果の概要

1) オランダ施設園芸現地研修ツアー

施設園芸協会が主催する現地研修ツアーに参加し、Delphy 社、キュウリ生産施設およびパプリカ生産施設を見学した。

Delphy 社は、施設園芸生産者への栽培コンサルタント事業を展開する世界最大の民間企業である。はじめに、アジア事業部長かつ Delphy JAPAN 社長の Berg 氏から歓迎の挨拶を受けた。その後、コンサルタントの Ende 氏から事業の概要説明を受けるとともに、生産者や企業と共同で栽培試験を実施する実証ハウス (Improvement Centre、図 1) の見学を行った。



図 1 Delphy Improvement Centre

Delphy 社には 200 人以上のコンサルタントが在籍し、オランダにおいてはおよそ 3,000 件の契約に対し、一人あたり 10~20 件を担当している。世界中の生産者とも契約しており、Ende 氏は、中国やカナダの生産者に対しオンラインで収集したデータをもとに栽培に関するアドバイスを行っている。場合によっては現地に足を運んで相談を受ける。コンサルタント料は、ケースバイケースではあるが 15,000 €/年程度である。また、Delphy 社ではコンサルタント事業以外にも研究開発事業や農業研修事業も行っている。

Improvement Centre の面積はおよそ 1 ha であり、11 に分割された区画で各々栽培試験が行われている。栽培試験は、省エネルギーと高品質安定生産の実現を目指して行われている。特に、天然ガス価格の高騰や環境問題への配慮から省エネルギーを目指し、地下 2 km に存在する帯水層を利用した熱交換技術の実証を行っており、5 年前から地熱のみを利用した栽培を実現している。視察時には、撤去直後の区画も含めトマト、イチゴやキュウリと

いった日本でもメジャーな作目に加え、ラズベリーの栽培試験も行われていた。ラズベリーの施設栽培の歴史は浅く、3年前から生産現場に導入されているが、ここでは冬期の効率的な栽培のためのトライアルがなされている。また、バラの栽培試験では、冬期における品質向上を狙い、赤と青色のLEDに加えて遠赤外線ランプの使用を試行中であった。近年オランダのバラ生産者は、アフリカの生産者との競争のために高品質な花を安定して生産することが重要であるとのことであった。

次に、アムステルダム南東に位置する、Pijnacker のキュウリ生産施設を見学した。この生産施設は、計6 haであり、半分の3 haでは7年前から試験的に補光を行っている。建設コストは土地代を含めて250 €/m²かかっている。栽植密度および収量は、太陽光と人工光を併用した区画で2.5本/m²および300本/m²、太陽光のみの区画で1.5本/m²および200本/m²ある。天然ガスを用いた発電により電気と熱を得ているが、今後地熱を併用する計画である。また、ロッテルダムの化学工場の排気ガスを源とするCO₂を購入している。購入するCO₂は純度がほぼ100%であり、パイプラインによって供給される。作業のうち収穫が最も労力を要し、全作業時間の3～5割を占めている。季節により収穫量が上下動する問題に対し、労働時間や賃金等経費のバランスを考慮し、収量が向上する一方多くの労働量が必要なハイワイヤー栽培だけでなく、労働量が少ない低段栽培を併用している。圃場作業者の賃金は、税金込みで17 €/時、主としてルーマニア人やハンガリー人をのべ36人雇用している。

調製には、Aweta社製の機械(図2)が導入されており、3階級の重さ選別、箱詰めまでが省力的に行われていた。最後にBleiswijkのパプリカ生産施設を視察した。17年前に建設された本施設は、面積が5 haであり、過去にトマト生産を行った後にパプリカ生産が開始された。トマトは収量が多い一方で生産資材等の投入コストが大きいため、トータル的に収益性が高いパプリカ生産に変更したとのことであった。定植は1年1回、12月に行われる。翌年11月まで栽培され、補光を行わずに35～40 kg/m²を生産する。作業のうち収穫と調製に多くの労力を要するが、収穫物を積載した台車が圃場から調製場まで埋設チェーンレールで誘導されるシステム



図2 キュウリ生産施設における調製機(Aweta社)稼働の様子

(Metazet社)が導入される等、効率化が図られていた(図3)。調製機はGreefa社製(図4)が導入されており、重さによって140～220 gの間で5段階に分けられる。処理量は、15,000～20,000個/日である。日本では一つの生産施設で複数色のパプリカを生産するが、オランダでは1色の果実に絞って生産することにより、調製作業等の効率化が図られている。出荷先の9割は海外向けで、ドイツやイギリスが主である。また、暖房には地熱が併用されており、CO₂はロッテルダムから購入していた。雇用作業者は13人と前述のキュウリ生産施設よりも少ないが、時給は税金込みで25 €と高く、人件費が経費の25%を占め

る。なお、この施設では2週間に1度コンサルタント会社から栽培に関するアドバイスを受けているとのことであった。



図3 多数のチェーンレール誘導式運搬車(Metazet社)が収穫物を積載して走行する様子



図4 パプリカ生産施設の調製機(Greefa社)

2) Greentech2018

Greentechは施設園芸生産にかかる製品や先進技術の国際的な展示会であり、2年に1度開催される。2018年度は、6月12日～14日の3日間、アムステルダムで開催された。日本の施設園芸展示会であるGPECの2倍以上の477社から出展があり、72の講演が行われた。参加者は、112カ国から合計10,465名であった。また、多数の出展物の中から特に優れたものを対象に、Greentech Innovation Award (Sustainability、Impact、Concept、Innovationの4部門)の授与が行われる。ここでは、本調査目的であるRTとICT関連の展示について紹介する。

(1) RT関連展示

本展示会において最も注目すべきであったのは、生体計測ロボットであった。Greentech Innovation Awardに2機種がノミネート、うち1機種が大賞を獲得し、その重要性和現場実装への期待度の高さがうかがい知れた。

Concept部門の大賞を獲得したSCOUT ROBOT(図5)は、ハウス内の物流システムを専門とするMetazet社、自動防除機を販売するMicothon社、作物の早期ストレスを検出する技術を開発するEcoation社の共同で開発された。Ecoation社が特許を有するSaberセンサを搭載したロボットが、トマト画像、周辺ガス、温湿度、CO₂濃度及び光量を計測する。取得されたデータはクラウドへ保存され、機械学習により作成された検出アルゴリズム等により、果実の数、色、病害虫の早期発生予測が行われる。解



図5 SCOUT ROBOT(生体・環境計測ロボット、Micothon社、Metazet社及びEcoation社)

析された情報は、ユーザーが端末から閲覧でき、収量予測や防除等のための早期診断に活用される。本ロボットは 2018 年 9 月に市販化される予定である。

また、Plantalyzer (図 6) は、トマトの果実計数、房の計数や熟度判定が可能な生体計測ロボットである。ハウス内の物流システムを専門とする Berg Hortimotive 社とその子会社でデータ駆動型生産システムを提案する Hortikey 社が共同で開発した。このロボットは、Gridmap と呼ばれる Berg Hortimotive 社の走行技術により、磁気テープ等の導線を施設に設置しなくても、セントラルコンピュータから指定した経路をマッピングしながら自律走行することが可能である。このロボットの生育センシング技術は

Concept 部門に、走行技術は Innovation 部門にそれぞれノミネートされており、本展示をもって市販化が開始される。なお、上記のセンシング部分の技術開発では、ワーヘニンゲン大学・リサーチセンター (以下、WUR) と協力関係にあり、開発に深く関わっている。

研究開発中の技術として、WUR が展示していた生体計測ロボットが GERBERASCOUT である。ガーベラ圃場内をカメラ付きの台車が移動しながら花と蕾を計数し、スペクトルカメラによって白カビを検出することを目指している。さらに、元 WUR でロボットのコンピュータビジョン開発に深く関わった研究者が立ち上げた Track32 社とドローン企業である CORVUS 社によるドローンを用いた苗の生体計測の試みが展示されていた。ドローンによるハウス内の生体計測は、これまでに紹介したような、台車による生体計測ロボットの移動速度の遅さの課題、すなわち、処理能力が小さいという課題に対する新たな取り組みであり、セル苗の大きさや葉面積を計測する技術が紹介されていた。その他、圃場内に仕掛けたトラップに付着したコナジラミとアザミウマを画像によって検出する、SCOUTBOX HORTICOOP 等 (HORTICOOP 社) も展示されていた。

播種、接ぎ木、定植等、生育中の作物に直接アプローチしないロボットは、収穫や作業管理ロボットより技術的ハードルが低いため、処理能力の高さを謳った大型ロボットが展示されていた。特に ISO 社は、3 種類のロボットを展示しており、Innovation 部門にノミネートされた、Plug Planting Machine (定植ロボット、図 7) は、カメラで位置を確認しながら多数のアームで植え付けを行うことで、18,000 株/時を達成している。本ロボットは 2019 年 1 月の市販化が予定されている。2016 年に販売が開始された Cutting Planter (挿し木ロボット、図 8) は、無作為に積まれた穂の葉と茎を、機械学習によって作成された識別アルゴリズムによって見分け、2,500 本/h でセルトレイに移植する。価格は 92,500 € である。また、2014 年に販売開始された接ぎ木ロボット (図



図 6 Plantalyzer (生体計測ロボット、Hortikey 社、Berg Hortimotive 社)



図7 Plug Planting Machine (定植ロボット、ISO社)

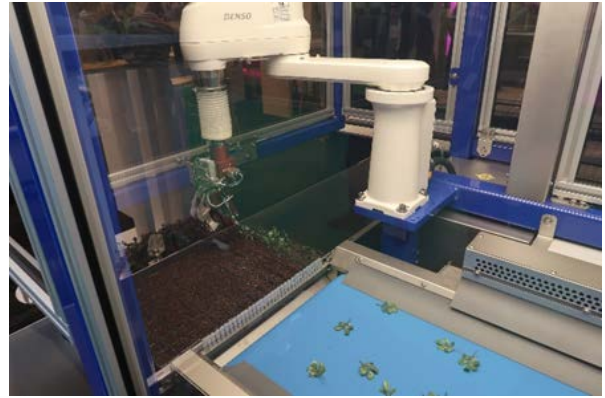


図8 Cutting Planter (挿し木ロボット、ISO社)

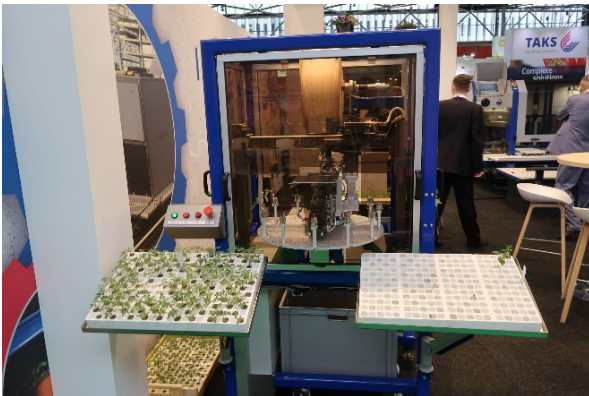


図9 Grafting Machine (接ぎ木ロボット、ISO社)



図10 Automatic Planter (挿し木ロボット、Visser社、右上: 専用ストリップ)

9) は、人間2人とロボット1台による作業体系により、トマト、パプリカの接ぎ木を900本/hで処理でき、価格は65,000€である。

Visser社が開発したAutoStix(図10)は、挿し木のための一連の生産・作業工程の効率化システムであり、Innovation部門で大賞を受賞した。このシステムは、Automatic Planter(挿し木ロボット)、穂を収容する専用のストリップおよび専用の培地トレイから成る。生産者は、親株から収穫した穂をストリップに収容する。ストリップに収容された穂は、図10右上のように整然と並び、穂数管理や外観確認の容易さと出荷時の梱包のしやすさとを同時に実現する。さらに、生産情報等、ユーザーが希望する情報を媒介するバーコードを貼付できる。苗業者は、穂が収容済みのストリップをAutomatic Planterに直接挿入するだけで、自動的に専用トレイへの挿し木が可能である。Automatic Planterの処理能力は、ロボットのオペレータ1人、トレイの載せ下ろし作業員2人の計3人の作業体系で11,000本/時である。また、このロボットは、ストリップに貼付されたバーコードも穂と併せてトレイへと挿入するため、トレーサビリティシステムの一部も担う。次に、同社のAutomatic Seederは4年前に市販化されたロボットで、吸着した種をセルトレイに播種する。その際、種の吸着状況をカメラでセンシングすることで、機械設定の変更をアシストするロボットである。様々な種に対応可能で、特に吸着が難しいといわれているマリーゴールドの種でも99%の精度で播種できる。

その他、収穫ロボットや摘葉ロボットなどの生育する作物に対してアプローチを行う作業ロボットの展示は無かった。機械学習技術の発展により、多様な生育センシングが可能となったことから、まずは、生体計測ロボットの現場実装を実現し、圃場におけるロボット導入に対する種々のハードル、例えば移動機構等足回りの問題、植物工場内における精密機器の耐久性の問題やメンテナンス体制の課題、さらには導入コストの課題等、を解決していく戦略に移行しているのが、グローバルトレンドであると見受けられた。

(2) ICT 関連展示

ICT 関連の出展物として代表的なものを商品別に紹介する。

まず、Delphy 社の品質モニタリングシステム (QMS、Quality Monitoring System) は、施設園芸栽培現場における環境や生育に関する情報を統一的に集約してダッシュボードに表示 (図 11) し、コンサルタントによる国内外の遠隔作物管理 (remote crop management) を実現する。本システムは、バラ、キク、ユリ、トマト、イチゴなどの作物および各品種に対応し、コンサルタントは、生長モデルに基づいた定量的なアドバイスが可能である。また、環境設定値が目標値から大きく外れると、生産者とコンサルタント双方でアラートが鳴る機能を具備する。なお、Delphy 社は、日本においては誠和と協力関係にあり、Delphy Japan としてコンサル事業を展開している。



図 11 Quality Monitoring System のダッシュボード (Delphy 社)

30MHz 社は、容易にネットワーク構築可能なセンサ機器を販売している。同社は、ワイヤレスセンサシステムとセンサデータをリアルタイムに可視化するためのダッシュボード (ZENSIE) を提供する (図 12)。センサは、ハウス内の環境、生育、機械稼働状況を把握する 18 種類をラインナップしている。例えば、作物の気象環境を反映できる近距離



ZENSIE (ダッシュボード)



提供センサ例：左：Pointed Microclimate Sensor Substrate、右：Moiture Sensor



図 12 ワイヤレスセンサシステムとセンサデータリアルタイムに可視化するためのダッシュボード (30MHz 社)

で、温度、湿度、飽差、物体放射表面温度を測定できる Pointed Microclimate Sensor (Innovation 部門にノミネート) や、固形培地の含水率、EC、温度を測定できる Substrate Moisture sensor などがある。各センサの計測データはゲートウェイを介して自動的に同社のクラウドに収集され、ZENSIE によって可視化される。ZENSIE システムは API を提供し、他社アプリケーションとの連携や他社センサデータの入力も可能である。このため、ゲートウェイと各種センサの組み合わせ等、利用者はそれぞれのユースケースに応じた柔軟なワイヤレスセンサネットワークを構築できる。初期費用は、センサ 10 台構成の場合、約 5,000 €/台程度である。ランニングコストは、ゲートウェイ利用料と通信費含め約 35 €/月である。同社のセンサネットワークを利用する場合、ZENSIE システムは無料である。

労務管理ソフトウェア Work-IT は、Nitea IT Solutions が開発し、大手環境制御機器メーカーである Hoogendoorn 社が提供する。作物栽培生産者向け (Work-IT Crop) と選果梱包事業者向け (Work-IT Packaging) の 2 種類のソフトウェアパッケージが用意されている。同じく大手環境制御機器メーカーである Priva 社の労務管理ソフトウェア Priva assist FS Performance と同様、労働者の作業実績や生産コストに関するデータを収集管理し分析できる。各労働者はハウス内備付の端末へ作業場所、作業内容や作業時間を入力する、あるいは、NFC タグにスマートフォンを近づけることで各情報を自動入力し、入力情報をセントラルコンピュータの管理システムに送信する (図 13)。作業管理者は、管理システムに収集、反映された情報から、レポートの作成や分析を行うことができる。労働者の生産性を可視化し、実績を報酬としてフィードバックするなどにより、労働者の生産意欲を高められる。



図 13 Work-IT (労務管理システム、Nitea IT Solutions 社、Hoogendoorn 社、左：労働者入力型管理端末、右：スマホ端末と NFC タグによる自動入力の様子)

Agrithermic 社 (フランス) の HORTINERGY (図 14) は、施設園芸経営の大きな支出項目である、エネルギーコストのシミュレーションソフトウェアである。生産者は、このソフトウェアにオンラインでハウスの構造、外気象、栽培作物、加温装置、熱源や環境制御等のパラメータを入力すると、年、月、日ごとのエネルギー消費量、暖房費、作物の生育気象環境などの PDF レポートを受け取ることができる。また、導入する装置、保温資材および環境設定値を変更した場合 (シナリオ) ごとのシミュレーション結果を比較することができる。価格は契約プランにより異なるが、1 プロジェクト (1 地点で 1 形状のハウスを 1 回シミュレーション) +10 シナリオで 450 €, 5 プロジェクトで 1,800 € である。コンサルタント向けのプランとして、プロジェクト数無制限プランは 6,000 €/年である。

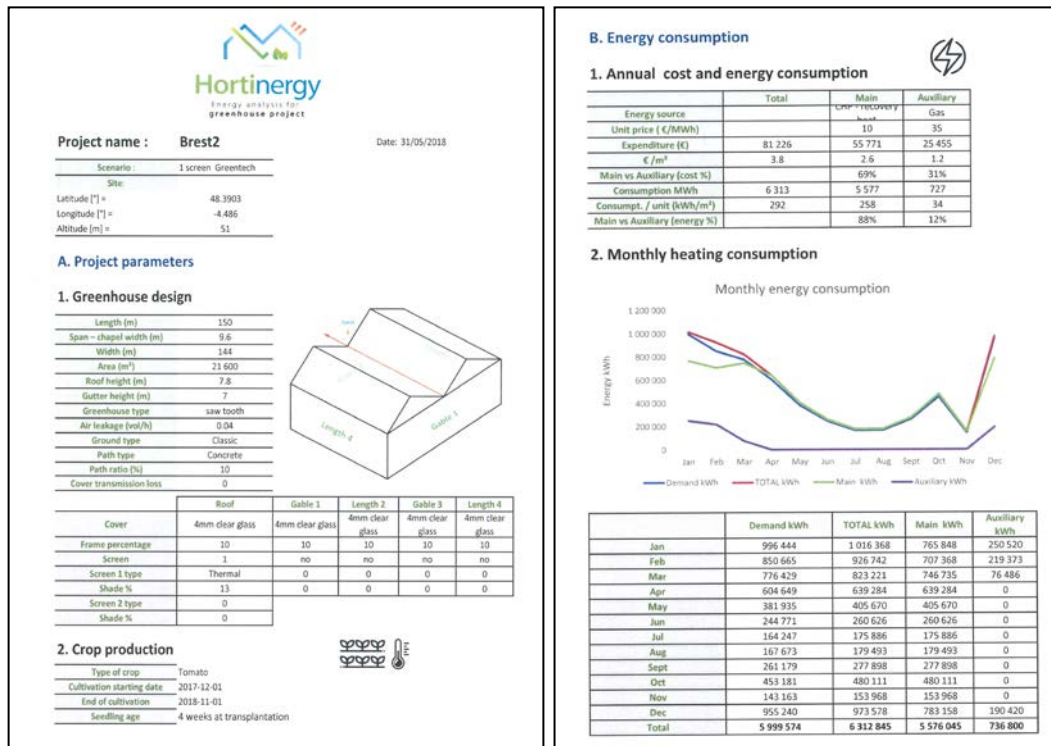


図 14 HORTINERGY (エネルギー消費量シミュレーションソフトウェア、Agrithermic 社、左: 環境制御等パラメータ入力画面、右: レポート)

その他、ICT 関連技術の展示では、Hoogendoorn 社の子会社である LetsGrow.com が、ハウス内の各種データを一元管理し、ダッシュボード上で表示・分析できるソフトウェアを展示しており、際立っていた。LetGrow.com のブースは、上記の生体計測ロボット Plantalyzer、GERBERASCOUT、害虫カウンター SCOUTBOX HORTICOOP など様々なセンシング機器と隣接される形で展示されており、これまでの環境、労務、エネルギーデータに加えて、生体情報等の新たなデータの収集と利活用の可能性が示されていた。

ICT 関連技術では、上記で述べた Delphy 社の QMS や、LetsGrow.com の例のように、作物栽培に必要な各種データをクラウドプラットフォームで一元管理し、それを可視化・分析するダッシュボード型 Web アプリケーションの形で提供するのが一つのトレンドである。両アプリケーションの展示で特に強調されたキーワードは「Remote Growing / Management (遠隔栽培/管理)」であった。つまり、クラウドに栽培データ保存することで、場所を問わず関係者がデータを閲覧可能となった。これにより大きく二つのメリットが得られる。一つ目は、オランダが有する世界トップレベルの栽培ノウハウの海外輸出である。同国の栽培コンサルタントは、遠隔から契約ハウスの栽培状況をリアルタイムに把握することができるため、自国の高度な栽培ノウハウを世界中に輸出できるようになった。二つ目は栽培に関するデータの蓄積である。機械学習のような人工知能技術は、これまでの観測データに基づいて将来を予測するため、世界中の様々な環境下で取得された栽培データは教師データとして非常に有効である。栽培ビッグデータの蓄積と栽培の意思決定をする人工知能技術の開発は、将来的なデータ駆動型作物生産への布石になると考えられる。

3) リンカーン大学

イングランド東部、リンカシャー州の州都リンカーンに所在するリンカーン大学を訪れた（図 15）。リンカーンは、コンピュータ科学分野においてブール代数を考案したジョージ・ブール出生の地であり、アイザック・ニュートンが万有引力を発見したリンゴの木があったともいわれる、近代科学発展に関わりが深い都市であり、人口 10 万人程度と小都市ではあるものの、中世に建てられた大聖堂や城が残る、美しい街である。

リンカーン大学は、農学関連の専門研究機関である Lincoln Institute for Agri-Food Technology (LIAT) を有し、英国初の農業ロボット専門教授等 10 人の常任スタッフを含む 50 人程度の農学研究者が在籍している。今回の視察では、LIAT の部長である Simon Pearson 教授と、協力して研究を実施している Lincoln Centre for Autonomous Systems Research (L-CAS) の部長である Tom Duckett 教授らに、農研機構の概要および報告者らが開発した 3 次元センサや AI 技術を用いたイチゴ、トマトの生体計測技術を紹介し、意見交換をするとともに、リンカーン大学が取り組む農業ロボットに関する最新の研究紹介を受けた。

まず、ブロッコリー収穫ロボットのための画像センシング技術について紹介を受けた。本技術開発は、Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB) のプロジェクト研究により 2021 年まで行われる。AHDB は、法律に基づいて生産者から徴収する課徴金を主な原資とする半民半官の団体である。英国の農業総生産額の 72% を占める 6 分野（豚肉、牛・羊肉、牛乳、園芸作物、穀類と菜種、ばれいしょの販売促進）に焦点を当てており、研究開発、技術移転、市場情報の提供、マーケティング・輸出プロモーション、農業従事者の教育など、生産者の競争力を高めるための技術開発や各種サービスの提供を行っている。リンカーン大学でブロッコリー収穫ロボットの認識部を研究するポスドク（1 名）も AHDB の助成により雇用されており、AHDB 全体では英国内で約 50 名のポスドクが雇用されている。開発中のブロッコリーセンシング技術は、3 次元カメラ (KinectV2、Microsoft) を用いてポイントクラウドをリアルタイムで作成し、3 次元特徴量を学習させた機械学習



図 15 リンカーン大学 アイザック・ニュートンビル内にて Simon Pearson 教授（中央）、Tom Duckett 教授（右から 2 番目）と記念撮影

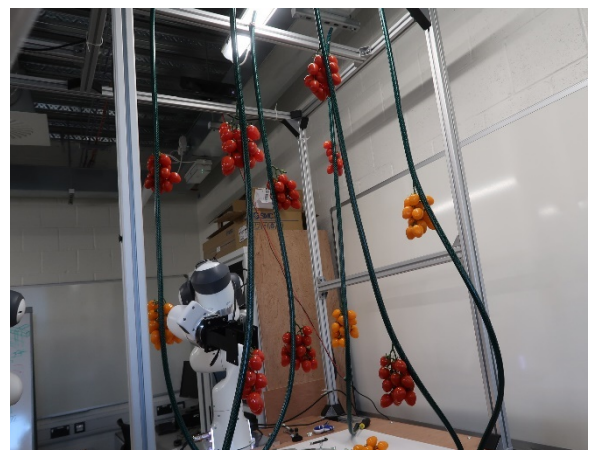


図 16 研究中のトマト収穫ロボット

アルゴリズムによって収穫適期の蕾を検出する。収穫適期かどうかの判定は大きさを基準にしているが、蕾は外葉に覆われているため、隠れた部分をどのように推定するかという点が課題である。イギリス、スペインおよびカリフォルニアの3種類の品種を供試して精度を検証中であり、カリフォルニア品種は人が作業しやすいよう蕾の視認性をよくする品種改良が成されているため、収穫適期かどうかも含めて90%の精度で検出が可能とのことであった。

また、トマト収穫ロボットの開発に取り組み始めていた(図16)。特徴的な点は、ロボットに近い果実のみを収穫するのではなく、株の裏側に実った果実や、ロボットから見て奥側に生育する株に実った果実等に対し、障害物を避けながらの収穫を目指している点である。マシンビジョンの死角を小さくするために、エンドエフェクタに搭載した3次元カメラ(RealSense、Intel)と俯瞰する3次元カメラ(KinectV2、Microsoft)により2視点の画像を取得するとともに、マニピュレータに障害物を避けて果実へ接近する経路(関節の角度等)をティーチングし、画像情報とマニピュレーション経路をデータセットとした機械学習プログラムの構築を目指している。

その他、マッシュルームをソフトロボティクス技術によって収穫するロボットの研究や、3次元画像と機械学習を用いて雑草を検出するセンシング技術の開発なども行われている。このように、イギリスでは、農作業ロボットの開発が盛んに行われている。その背景には、EUからの離脱による将来的な労働力不足への懸念も影響している。

4) 日本オランダ農業協力対話

施設園芸農家の所得確保と今後想定される労働者人口の減少に対応するためには、AIやロボット等革新技術の開発・活用による生産性向上と作業省力化が重要であり、本会では、こうした観点から、ロボット技術や、AI技術等の開発状況と今後の展望を紹介し、議論・意見交換を行った。日本からは太田が「栽培・労務管理オープンプラットフォーム(共通データベース)構築のためのデータ収集システム開発」、パナソニック(株)が「トマト収穫ロボットの開発」、愛媛大学が「高精度な植物生育診断とこれによる栽培・労務管理の最適化」、オランダからは農業・自然・食品品質省とワーヘニンゲン大学研究センターが「イノベーション政策とスマート園芸の応用研究」、プリバ社が「温室の自動化(グリーンリーフカッター(葉かきロボット)とその他革新的技術開発)」、ワーヘニンゲン大学研究センターが「効率的な生体情報解析と精密園芸のための自動化・ロボット技術」の話題提供を行った。

5. 収集資料

- ・ GreenTech CATALOGUE2018
- ・ Greentech 出展企業パンフレット各種

6. ANTAM/TWG とアジア太平洋地域における農業機械化の地域別データベース構築ワークショップについて

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 高橋弘行

1. 目的

ANTAM (Asian and Pacific Network for Sustainable Agricultural Mechanization: アジア太平洋地域農業機械化ネットワーク) は、畑作を中心とするヨーロッパに対し、水稲作が中心のアジア太平洋地域に流通する農業機械のテストコードの策定を行っている。ANTAM は CSAM (Centre for Sustainable Agricultural Mechanization: 持続的農業機械化センター) が運営しており、現在は歩行型トラクタ、背負式動力噴霧機、田植機の3つのコードを策定している。日本は ANTAM に平成 28 年度より加盟し、革新工学センターが技術的拠点 (フォーカルポイント) として、ANTAM のテストコードの作成に参加している。これまでに平成 31 年 2 月から Skype にて音声ミーティングをコードごとに行い、平成 31 年度版のテストコードを決定するためにテクニカルワーキンググループ会合 (TWG) に参加する。また、TWG の会合の後にアジア太平洋地域における農業機械化の地域別データベース構築ワークショップ (DB ワークショップ) に参加する。

2. 日程

平成 30 年 (2018 年) 6 月 24 日 (日) ~ 30 日 (土) (7 日間: 藤盛、川瀬)
 6 月 24 日 (日) ~ 28 日 (木) (5 日間: 高橋)

	日付	行程・訪問先	摘要
1	6/24(日)	東京→ペナン島	移動
2	6/25(月) ~27(水)	ペナン島	ANTAMTWG
5	6/28(木)	ペナン島 (藤盛、川瀬) ペナン島→東京 (高橋)	DB ワークショップ (藤盛、川瀬) 移動 (高橋)
6	6/29(金)	ペナン島 (藤盛、川瀬)	DB ワークショップ (藤盛、川瀬)
7	6/30(土)	ペナン島→東京 (藤盛、川瀬)	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
6/24～30	BAYVIEW HOTEL GEORGETOWN PENANG	Mr.Anshuman Varma Ms.Camilla Stelitano	25A Farquhar Street Penang, Malaysia

4. 調査結果の概要

1) ANTAMTWG の主な改訂ポイント

(1) 歩行型トラクタ

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

- ・防水テストを OECD テストコードに準拠（泥水による試験を削除）
- ・検査機関での必要機材のリスト化

(2) 背負式動力噴霧機

参加国：カンボジア、中国、フランス、インド、日本、マレーシア、パキスタン、スリランカ、ベトナム

- ・騒音規制基準の 85dB を削除
- ・上方向への散布性能測定方法の削除
- ・浸食テストにおける試薬の選定方法について

(3) 田植機

参加国：バングラデシュ、中国、インド、インドネシア、日本、マレーシア、フィリピン、スリランカ、タイ、トルコ、ベトナム

- ・防水試験の追加
- ・第三者機関によるエンジン性能の証明書の提出を必須から随意に変更



図 1 全体会合



図 2 背負式動力噴霧機分科会

2) DB ワークショップについて

DB ワークショップはアジア太平洋地域における持続可能な開発目標 Sustainable Development Goals (SDGs) 実現を目標とし、政策立案、研究開発、予測のための重要なツールとして農業機械化データベースの構築を目標としている。参加国と参加団体は Bangladesh、ブータン、カンボジア、中国、インド、インドネシア、日本、マレーシア、ネパール、パキスタン、フィリピン、韓国、ロシア、スリランカ、タイ、ESCAP、FAO であった。参加者は農業機械の検査鑑定を行う技術者ではなく、農業機械の研究所の管理職が多かった。日本からは藤盛管理役が日本における農業機械化を促進した法律とより良い機械化のための検査鑑定業務の構築について発表を行った。



図3 発表を行う藤盛国際連携管理役

各国からその国の農業機械化の状況に関する発表が行われた。さらに、CSAM 事務局からデータベースのフォーマット案が示されたが、各国から指摘があり、事務局側から今後修正を行うとの回答があった。また、多くの参加国はデータベースに関して賛成だが、データ収集のための人員や費用などの問題が明確となった。

7. 農林水産省海外技術現地調査への同行

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

農林水産省の「スマート農業および気候変動に関わる海外調査（訪問先：イギリス・オランダ・ドイツ）」に同行し、調査を行うとともに、関連技術に関するサポートを行う。

2. 日程、訪問機関等

平成 30 年(2018 年) 7 月 8 日(日)～19 日(木) (12 日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	7/8(日)	羽田→ロンドン	移動
2	7/9(月)	ローザムステッド農業試験場（イギリス・ハードフォートシャー州）	見学、意見交換
3	7/10(火)	ロンドン→アムステルダム（オランダ）	移動
4	7/11(水)	EuroAgEng（欧州農業工学会）、分野別座学セッション	会議参加
5	7/12(木)	EuroAgEng（欧州農業工学会）、分野別フィールドツアー	会議参加
6	7/13(金)	オランダ農業関係施設 〔アールスメール花市場（スキポール空港付近）、アグリポート A7（トマト・パプリカ生産、北ホラント州）、アーバンファーム（アクアポニクス、デン・ハーグ）〕	見学
7	7/14(土)	移動等	
8	7/15(日)	アムステルダム→ベルリン（ドイツ）	移動
9	7/16(月)	ドイツ食料・農業省ヨハン・ハインリヒ・フォン・チューネン農林水産研究所（ドイツ・ニーダーザクセン州）（同ユリウス・キューン作物研究所の紹介含む）	見学・意見交換
10	7/17(火)	ミュンヘン近郊農家 バイエルン州立農業研究所	移動
11	7/18(水)	フェント社、ミュンヘン工科大学、ミュンヘン→成田	見学・意見交換、移動
12	7/19(木)	ミュンヘン→成田	移動

3. 結果の概要

1) ローザムステッド研究所訪問

1843年に設立された世界で最も古い農業試験場であり、150年以上に渡る肥培管理が記録された小麦および牧草ほ場を有する。今回の訪問では、主に温室効果ガスに関連した議論を行ったが、フィールドフェノタイプング施設とドローン研究の紹介もあった。前者は、育種用の小区画ほ場の上に、ガントリークレーン（図1）を走らせ、クレーンに設置した可視光、Hyperspectral カメラおよびレーザー距離計（図2）による計測を行うことで、作物の生育を詳細に観測・記録できるシステムである。ディープラーニングなどの機械学習（図3）に必要なビックデータ作成にも活用されている。後者については、北海道で行われているように、数 ha 規模のほ場における作物の生育状況を把握するための研究（図4）が行われていた。イギリス国内の規制によってドローンの飛行高度は122m以下に抑える必要があるため、ほ場を1枚の写真に収めることは難しく、多数の写真を組み合わせたモザイク画像を作成する必要があるとのことであった。



図1 ガントリークレーン



図2 ガントリーのセンサ部分

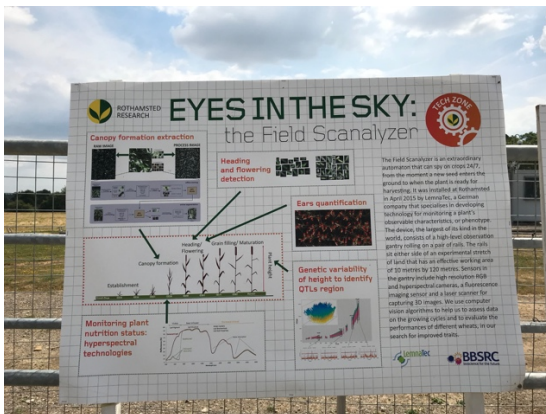


図3 フェノタイプ研究の説明



図4 UAV活用研究の説明

2) EuroAgEng2018 参加

EuroAgEng 国際会議は European society of Agricultural Engineers により毎年行われている研究発表会である。そのフィールドツアーに参加し、多数の農業機械関連技術を見ることができた。ワーゲニンゲン大学では圃場管理用クラウドシステム（Akkerweb、図5）を開発しており、衛星画像から求めた生育指数（NDVI）や各種センシング情報からバ

レイシヨの施肥マップを作成することができる。また、CTF(Controlled Traffic Farming、図6)と呼ばれる、予め設定された部分だけを走ることによって、土壌踏圧と作物生育の関係を調べる研究、圃場内の雑草だけに除草剤を部分散布する管理ロボット(図7)、ソレノイドバルブを使用した液剤可変散布スプレーヤ(図8)などを見学した。



図5 圃場管理用クラウドシステム



図6 CTFによる畝立て作業
(トラクタのタイヤに注目)



図7 雑草防除ロボット



図8 可変散布スプレーヤ
(AgriFac社)

3) オランダ農業関係施設見学

アールスメール花き市場は、国際空港であるスキポール空港に隣接する世界最大の花き市場である。花きのオークションは、オークションルームで画像を見ながら(図9)行われるが、インターネットを使用することにより遠隔地からでも参加することもできる。市場での花の移動は、自動になっている部分(図10)が多く、自動で動かせない部分は貨物列車方式(コンテナを何台も連結し、1台の牽引車で牽引する)を採用するなど、花の移動にかかるコストを低減している。観光地化しており、見学ツアーの他、電動の牽引車を疑似運転できる装置や、好きな背景で合成写真を撮影できるスペースがあった。

アグリポート A7 は首都アムステルダムから北に走る高速道路 A7 沿いに開設された工業・農業団地である。そのなかでパブリカのハウス栽培(図11)を行っている Bezoek Agriport 社を訪問した。施設で使用する温水の熱源として、地下 2,500m から組み上げた 80~90 度の温水を利用している(図12)。現在、オランダでは天然ガス汲み上げに由来する地震が社会問題になっているが、この施設では熱利用後の水を再度地下に戻すことにより、地中圧力の低下を防止している。最大 10MW の出力を持つ発電施設を有し、ハウス内で必要な電力および CO₂ の供給源としている。施設で使用し切れない余剰電力は近隣に設置

された IT 企業のデータセンターに供給しているが、CO₂は足りなく、他から購入して補っているという。

アーバンファームはオランダの政治的な中心であるハーグに立地しているアクアポニクス（養殖と植物工場が複合したもの）である。養殖ではティラピアを生産（図 13）、アクアポニクスではトマトやキュウリ、ナス、香菜類の栽培を行っている（図 14）。養殖部分で生成されるアンモニア態窒素を微生物の力を利用して硝酸態窒素に変換し、それを植物が吸収することで、水の 90%を再利用しているとのことだった。



図 9 オークションシステム



図 10 コンテナ自動振り分けシステム



図 11 パプリカのハウス栽培



図 12 地熱を利用した暖房システム



図 13 ティラピアの養殖



図 14 ビルの屋上に設置された栽培ハウス

4) ドイツ食料・農業省ヨハン・ハインリヒ・フォン・チューネン農林水産研究所訪問

ヨハン・ハインリヒ・フォン・チューネン農林水産研究所では、気候変動、スマート農業の取組について調査を行った。欧州連合（EU）は、環境や安全保障関連のデータを米国

に依存せず、独自に収集管理することを目指した「コペルニクス」という地球観測プログラムを進めている。これまでに、2機のレーダ観測衛星（解像度 9-40m）、2機の光学観測衛星（同 10-60m）、2機の高度・放射観測衛星（300-1200m）、1機の大気観測衛星を打ち上げている。これらレーダ観測衛星と光学観測衛星を使い、作付け作物種の判別、収穫タイミング、収量の把握・推定技術の開発に取り組んでいる。センチネルはヨーロッパだけでなく、世界全地域の情報を取得している。取得した衛星画像は無料で公開されており、「<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>」から取得可能である。日本の農業研究推進にも活用可能だと考えられる。

ドローン活用に関する研究紹介もあった。撮影画像から NDVI を計算し、麦稈重量、総重量、子実収量との相関を調べ、前2者とは高い相関 ($R^2=0.7$) が得られたが、子実収量に関しての相関は低かったとのことであった。また、灌漑水の有効活用を目的として、気温と作物体表面温度から作物の水分ストレスを推定する研究の紹介もあった。現状は圃場設置型センサを用いているが、今後はドローン搭載型センサを開発し、対象範囲の拡大を狙っているとのことであった。また、ドイツでは UAV の総重量が 5 kg を越えると連邦航空局に申請を行う必要があり、UAV で農用資材を散布することは難しいようである。

5) バイエルン州立農業研究所訪問

ドイツは農業分野の「デジタル化」を推進しており、農家の意識としてもデジタル化は当然の流れであるとの意識になりつつあるようだ。バイエルン州では、すでに自動制御による可変播種や収量センサ、搾乳ロボットの導入（メーカー 3～4 社、合計約 1,700 台）が進んでいるが、メーカーごとにデータを収集・所有し、ソリューションを提供している状況であり、メーカーを超えてデータの共有利用ができないという問題があるという。窒素施肥の可変技術もできているが、土壌データとつながっていないので、農家は効果的に使うことができない状況にある。この問題を解決するため、DKE-DATA 社が構築したデータ変換プラットフォーム「アグリルーター」を介してデータの共有化を推進している。データの使用料（ライセンス料）は農家ではなく機械メーカーが払うこと、データの所有者（農家）が利用者を指定できるシステムとなっているなどの説明を受けた。

6) フェント社訪問

フェント社は 1930 年に設立され、現在は AGCO という農業機械企業グループの一員となっている。200～400ps 級のトラクタを製造しており、販売先としては 1/3 がドイツ国内で、残りは欧米となっている。将来的にはイラン、ブラジル、中国への進出を考えている。フェント社は、既にトラクタを自律制御する技術を有しているが、ドイツでは無人走行する農業機械の安全性に対する社会的な懸念があるため、ロボットトラクタをドイツ国内で販売することは難しい。そのため、人に危害を加えない大きさのロボット車両（Xaver）を開発している。Xaver は 1 条分のは種ユニットをロボット化したものである。1つのほ場に複数台の Xaver を投入し、それらが協調動作することによりは種作業を行う。現在プロトタイプが完成し、契約農家での運用試験を行う計画を立てている。また、先方からの要望に応じ、日本の農業用ロボット開発の現状についての情報提供を行った。



図 15 小型ロボット (Xaver)



図 16 農業用ロボットについての説明

7) ミュンヘン工科大学訪問

ミュンヘン工科大学のハインツ・ベルンハルト教授を訪ね、酪農を中心とするバイオ農村実証試験についての説明を受けた。街や農場で必要な電力は一日を通して変動する、また、バイオガスや風力発電、太陽光発電などの自然エネルギーもその供給能力に時間的なムラがある。電気の需要供給のバッファとなるエネルギー管理システム (EMS: Energy Management System) を追加することにより、生産と消費を繋ぐことが可能になるという話であった。蓄電に使用するバッテリーは、蓄電容量が少ないが瞬間的に大電力を供給可能なコンデンサー、製造コストが安く大容量電池を構築可能な鉛バッテリーなど、様々な特性を持つものを組み合わせて使用するということがポイントということであった。

4. おわりに

農林水産省の海外調査に同行することにより、様々な研究機関を訪問し、それぞれの研究の取り組みを見ることができた。欧米は畑作中心で日本は稲作中心という違いはあるが、日本でも欧州でも、同じような問題意識を持ち、同じようなツールを使用して研究をしている現状にあることがわかった。しかしながら、ヨーロッパではドローンや無人走行車両に対する規制が強いようである。国をあげて農業の ICT 対応・ロボット化を進めている日本は、これらの研究を進める上で非常に恵まれた環境であるということに改めて感じた。

8. 46th APAN への参加

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 上級研究員 田中 慶

1. 目的

APAN (Asia Pacific Advanced Network) は 1997 年に設立されて以来、先端的通信基盤の相互接続設営から、それを利用した農業、医療の利用に関する研究までの広い分野の研究者が協力し、情報共有を図りながら、ネットワークに関する研究活動を行っている。年 2 回会合が開催されており、今回で 46 回目となる。農業技術関連では IoT (Internet of Things) やリモートセンシング、地球環境計測に至るまで、幅広い内容の発表が行われる。農業関連のセッションに参加し、アジアにおける研究成果の情報収集と発表を行う。また、20 年ほど前に研究員として当時の農業研究センターに在籍していた、Dr. Matther Laurenson を Plant & Food Research に訪問し、最近の研究内容の紹介を相互に行う。

2. 調査日程

平成 30 年(2018 年) 8 月 5 日(日)～11 日(土) (7 日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	8/5(日)	成田空港→	移動日
2	8/6(月)	→オークランド Grand Millennium Auckland	APAN 参加 Opening Reception
3	8/7(火)	オークランド	APAN 参加 Opening Plenary Big Data and AI in Agriculture
4	8/8(水)	オークランド	APAN 参加 Climate Change and Adaptation in Agriculture
5	8/9(木)	オークランド	Plant & Food Research 訪問
6	8/10(金)	オークランド→	移動日
7	8/11(土)	→羽田空港	移動日

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
8/7-8	Grand Millennium Auckland (APAN 会場)	農業関係セッションの Chair Jittiporn Chantarojsiri	Hydro and Agro Informatics Institute Ministry of Science and Technology 108 Bangkok Thai Tower, Rangnam Rd., Phayathai, Ratchatewi, Bangkok, Thailand

8/9	Plant & Food Research	Dr. Matther Laurenson	Science and Business Solutions 120 Mt Albert Road, Sandringham, Auckland
-----	-----------------------	-----------------------	--

4. 調査結果の概要

8/7には、農業に関するセッションが Big Data and AI in Agriculture として開催され9件の発表があった。タイの Agri-Watch, Agri-Map などの意思決定支援システムが紹介された。Agri-Map はタイ国内の気象、土地利用、土壌、水資源、加工工場や市場等の様々なデータを地図上に表示し、最適な栽培作物を提示するアプリケーションである。日本の研究内容としては、自身が農業モデル開発フレームワーク JAMF に新たに加えた気象データ取得機能に関する発表を行った。また、2017年度末に役割を終えた気象データ取得仲介ソフト MetBroker を開発した Dr. Laurenson が参加されていたため、15年以上に渡り MetBroker が農業モデルアプリケーション開発研究へ貢献したことへの感謝の意を表した。その他、二宮特任教授（東大）から CREST で行われているドローン撮影画像の3D映像化やAIによる野菜部位の検知などの研究が紹介された。さらに、農業関連セッションの cochair を務める木浦上席研究員（農環研）から農環研に蓄積されたデータの共有の基準としての FAIR 原則への取り組みが紹介された。

8/8には、農業に関するもう1つのセッションが Climate Change and Adaptation in Agriculture として開催され5件の発表があった。気候変動とその影響に関する研究や、農業における気候変動への適応策、災害への備えを作成するためのモニタリング技術等が紹介された。

Plant & Food Research では、2017年のニュージーランドの輸出額 NZ\$540億のうち、56%は酪農、肉、木材、農産物によるもので、農業に関する大量のデータ収集と分析が、ニュージーランド農業の強さに貢献していることが紹介された。



図1 オープニングレセプションの様子



図2 Megan Woods エネルギー・資源大臣の挨拶

5. 収集資料等

46th Asia Pacific Advanced Network (APAN)の各種情報は Web ページとして保存されている。<https://apan.net/meetings/apan46/>

農業関連のセッションの講演要旨と、スライドのファイルは以下のページで閲覧、ダウンロードできる。

「Big Data and AI in Agriculture」

<https://apan.net/meetings/apan46/activity.php?id=18>

「Climate Change and Adaptation in Agriculture」

<https://apan.net/meetings/apan46/activity.php?id=20>



9. WAGRI セミナーでの講演参加

高度作業支援システム研究領域長 八谷 満

1. 目的

内閣府 SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）事業の一環として、農業データ連携基盤協議会主催で開催される「農業データ連携基盤の活用による新規事業創出セミナー」において、日本におけるデータ駆動型スマート農業の進捗・概要について講演する。

2. 期間

平成 30 年 (2018 年) 8 月 20 日 (月) ~ 23 日 (木) (4 日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	8/20(月)	成田→バンコク	移動、打合せ
2	8/21(火)	ランドマークホテルバンコク	セミナー講演、意見交換会
3	8/22(水)	バンコク国際貿易会場	Agritechnica Asia2018 参加
4	8/23(木)	バンコク→成田	

3. 主な訪問先

ランドマークホテルバンコク（セミナー開催）、バンコク国際貿易会場（Agritechnica Asia 開催）

4. 調査結果の概要

内閣府 SIP 事業の一環として農業データ連携基盤協議会主催の「農業データ連携基盤の活用による新規事業創出セミナー」がタイ国バンコクにて開催された。農業データ連携基盤（以下 WAGRI）では農業生産に関する各種データを中心に集約を進めている中、バンコク市内の日本人商工会議所（JOC）の会員企業を対象として WAGRI の活動を紹介することを目的としたセミナーであり、今後商用サービス開始、スマートフードチェーンの構築に向けて現地法人会員から意見を頂き、協力関係・交流を深める機会と位置付けて開催されたものである。JOC からの出席企業数は計 37 社（出席者 54 名）であった。

当日プログラムの話題提供は以下のとおり。

- (1) WAGRI 概要説明：WAGRI 副会長 上原 宏慶 慶応義塾大学大学院特任教授
- (2) WAGRI 活用事例紹介：WAGRI 会長 神成淳司 慶応義塾大学教授
- (3) 農業データ技術活用手法の東南アジア展開の可能性：松田敏郎 農研機構理事
- (4) 日本におけるスマート農業技術の概要紹介：筆者

筆者からは特に稲作技術に特化した話題提供とした。また、生産現場と加工・流通分野との連携を通して「マーケット・イン型」農業の促進に資する技術展開が求められるとした。特に農家が作業に係わる意思決定をする上で必須とされる気象情報や土壌情報、作物

生育情報、生産履歴情報、及び農作業情報については、低コストで効率的な収集技術の導入がポイントとなる。そうした意味で、農作業に用いられる機械の稼動状況や作業機に装備した様々なセンサからの情報を圃場内位置情報と関連付けて、自動的に収集・蓄積できる情報通信システム（テレマティクス）の有用性を概説し、今後の農業機械の ICT 化を推進する基盤技術の基礎として強調した。

総合討論の場においては、WAGRI の役割の一つとしてデータやサービスの取引の場としての機能が挙げられた。農業に必要とされるデータやサービスを有する企業は、それらを販売したいと考えるかもしれない。このような場合、従来は個々の販売先となる相手を探さなければならなかったが、そのマッチングの場としての役割として位置付けられた。類似したデータやサービスが提供されれば、利用する側は取捨選択をすることも可能である。実際、気象データは複数の API が提供されており、利用側が目的に応じて選択することが可能であり、音声認識サービスや手書き文字認識サービスも提供されており、これらを利用することも可能となる。もう一つは、このような取引の場となることで、農業分野により多くの企業・組織が参入し、分野全体の活性化につながるのではないかという期待感が寄せられた。今まで農業分野に参入しようとする企業や組織の多くは、個々の農家に直接的にサービスを提供する B to C 型であった。先述のデータやサービスの取引の場として WAGRI が機能するということは、B to C 型のビジネスを実施している企業・組織に対して B to B 型のビジネスを提供する機会が増加したことを意味しており、B to B to C 型のビジネススキームが実現されることとなる。

5. 収集資料等

- ・ Agritechnica Asia2018 展示資料（パンフレット）

10. 2018 Smart Technology Applications in Agricultural Production International Conference での講演参加

高度作業支援システム研究領域長 八谷 満

1. 目的

タイ科学技術省（MOST）・農業科技研究院共催による「2018 Smart Technology Applications in Agricultural Production International Conference」（開催地：台湾・台北）での依頼講演により、日本におけるスマート農業の進捗・概要について紹介する。

2. 期間

平成 30 年（2018 年）9 月 3 日（月）～ 6 日（木）（4 日間）

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	9/3(月)	成田→台北	移動、打合せ
2	9/4(火)	台北国際コンベンションセンター	2018 Smart Technology Applications in Agricultural Production International Conference にて講演、パネルディスカッション登壇
3	9/5(水)	同上	同会議に参加、聴講
4	9/6(木)	台北→成田	

3. 主な訪問先

台北国際コンベンションセンター（台湾・台北市）

4. 調査結果の概要

タイ科学技術省（MOST）・農業科技研究院共催により、スマート農業にテーマを絞った「2018 Smart Technology Applications in Agricultural Production International Conference」と題したタイ国初の国際会議が 2 日間にわたって開催された（開催地：台湾・台北）。基調講演として筆者と台湾の Agricultural Biotechnology Research Center（ABRC）の Ming 氏からそれぞれの国のスマート農業事情について概説された後に、3つのセッション：「農業現場における AI/IoT の適用」「農業バイオ・水利用・植物環境制御に関わる技術開発」「農産物・水産物・畜産物の保存応用」のセッション順にプレゼンが進められた。プレゼンター15名中9名が台湾国立大学や農業科技研究院等台湾の研究機関・企業関係者、他6名の内訳が東京大学の平藤雅之氏、オランダの Wageningen 大学や精密農業支援システム関連企業 eLEAF B.V.、生鮮物包装技術専門企業 PerfoTec B.V.、さらにイスラエルの農業専門コンサルティング企業 Netafim Ltd. であり、各国・専門分野における Society 5.0 への取組状況が紹介された。台湾は国を挙げて農業に取り組んでおり、最先端農業技術の研究開発、新興産業の創出や食の安全、国家級農産物輸出企業の設立を重要な政策の柱に位置付けている。また、東南アジア諸国やインドなどの南アジア、オーストラリア、ニュ

ージーランドとの関係を強化する「新南向政策」に積極的に取り組んでいるという。そのため、特にここ数年東南アジア諸国から大勢の留学生を受け入れており、その数は年々増加、昨年の留学生はおよそ4万1000人にもものぼった。台湾は、南部の高雄は熱帯気候、北部は亜熱帯気候で、マンゴ・パパイヤ・パイナップル・ドラゴンフルーツ・スターフルーツなど10品目の熱帯果樹が日本に輸出されている。一方、日本から台湾への輸出品目としては、りんご・もも・ぶどうなどの日本の果物が主で、贈答品として扱われているということであった。「温帯の日本農業と、熱帯・亜熱帯の台湾農業とは競合せず、お互いに最高のパートナーとして協力していける」とのコメントがあった。

当会議の趣旨として「伝統的な農業」から「スマート農業」への移行を重視しており、その一端として植物工場が挙げられていた。具体的には、温度・湿度・風速・日照時間等の蓄積データを人工知能が解析し、事前に雨が降ることを察知し、天蓋を開閉させるシステム等である。これは台湾で人気のあるドリアンなど、開花時の降雨が禁物の果物には特に重要な機能とのこと。また、例えば、人工知能がトマトの日照時間が長すぎると判断すれば、太陽光をネットが自動的に遮断する。これらの判断の基となるデータは何十年も前から蓄積されたものだという。こういった技術を東南アジアや南アジア、さらに中東諸国に「技術輸出」する価値を訴えていた。財団法人農業科技研究院の陳建斌院長によれば、「東南アジアや南アジア諸国は労働力も安く、土地も汚染されておらず、これから発展していく見込がある。今後日本と台湾が手を組んで優れた技術をこれらの国々に推進していくことは、日台の食料自給率の解決のみならず、大きな意義がある。」と熱い思いを語られていた。

筆者からは主に稲作を中心とするSIP成果のほか、AIプロでの研究事例を紹介した。2017年夏に発足したWAGRIについては、生産の工程管理や改善を進めるための様々な情報の蓄積や提供を図る機能を紹介した。ITベンダ各社のシステムにはオープン／クローズな部分があるので、そこに配慮しながら、ロボット農機や自動水管理システムで取得されるデータや情報をWAGRIに連携可能にする取組が必要である。併せて、農研機構やその他の公的機関が所有するパブリックデータの提供を通じて農業データを広く使える環境整備を進め、センシング技術を活用した栽培管理や、流通・消費の効率化などにつなげていけるとした。今後は“儲かる農業”に向けた、フードバリューチェーン全体としてのデータ連携基盤の構築が重要性を増すとの考え方を示した。

5. 収集資料等

- ・2018 Smart Technology Applications in Agricultural Production International Conference プロシーディング



図 1 会議冒頭の主催者および関係者挨拶



図 2 熱心にメモをとる参加者

11. International Symposium on Proactive Technologies for Enhancement of Integrated Pest Management on Key Crop での招待講演

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

標記シンポジウムに招待されたので口頭発表を行う。

2. 日程

平成 30 年(2018 年) 9 月 4 日(火)～ 7 日(金) (4 日間)

日数	日付	行程・訪問先	交通	摘要
1	9/4(火)	成田 → 台中市	飛行機 車	出国 台中市泊
2-3	9/5(水) ～6(木)	農業試験所		シンポジウム参加 台中市泊
4	9/7(金)	台中市 → つくば市	電車 飛行機	帰国

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
農業委員会農業試験所	シンポジウム組織委員会事務局	台湾台中市

4. シンポジウムの概要

本シンポジウムは台湾農業委員会農業試験所の主催で、台中市の農業試験所の会議場で開催された。害虫管理に関する国際会議であり、長距離移動性害虫の飛来解析、予測技術に関する講演を行った。演題は Migration analyses and predictions for migratory insect pests toward Japan で、ミカンコミバエ、イネウンカ類及びハスモンヨトウの移動分散についての最新成果を紹介した。

会議参加者は日本、オーストラリア、アメリカからの参加があり、台湾の演者も多数参加した。アメリカのワイン産地でのヨコバイ類の防除でブドウの樹体に振動を付加して交信を攪乱する技術に興味深かった。また機構の光トラップに関する成果に対して台湾側から多数の質疑が行われた。全体に病虫害の管理技術に対して活発な討議が行われ、協力関係の維持発展の重要性が確認された。

12. The 5th International Scientific conference on Occupational and Environment Health (ICOEH5/第5回労働と環境衛生に関する国際科学会議) 及びベトナム国立農業大学の研究関係打ち合わせ

安全検査部 ロボット安全評価ユニット 特別研究員 NGUYENTHI THANH LOAN

1. 目的

The 5th International Scientific conference on Occupational and Environment Health (ICOEH5) (第5回労働と環境衛生に関する国際科学会議) に出席し、農業機械の運転者耳元騒音の動向について口頭発表する。また、ベトナム国立農業大学との水稲用エアアシスト条播機の開発について打ち合わせを行う。

2. 日程

平成30年(2018年)9月9日(日)～13日(木) (5日間)

日数	日付	行程・訪問先	交通	摘要【図1中調査先No.】
1	9/9(日)	成田→ハノイ	VN310	出国 ハノイ (Ha Noi City) 泊
2-3	9/10(月) ～11(火)	ハノイ市	Car	ICOEH5 国際会議 (44B Ly Thuong Kiet, Tran Hung Dao Hoan Kiem ハノイ) 【1】 ハノイ (Ha Noi City) 泊
4	12(水)	ハノイ市 ハノイ→	VN310	午前：ICOEH5 国際会議 【1】 午後：ベトナム国立農業大学農業工学部との打ち合わせ 【2】 機内 泊
5	13(木)	→成田	VN310	帰国



図1 ICOEH5 国際会議の会場 (ハノイ市)

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所・連絡先等
ICOEH5 国際会議	小林誠司 日本リオン株式会社 環境機器事業部事業企画部 担当課長 堀和彦 日本リオン株式会社 環境機器事業部音響振動計測器営業部計測器海外販売課長 磯辺雄大 日本リオン株式会社ベトナム支店計測器販売課長	
ベトナム国立農業大学 農業工学部 Vietnam National University of Agriculture (VNUA) Faculty of Engineering	Dr. Nguyen Thanh Hai Deputy Dean, Faculty of Engineering Dr. Nguyen Thi Hien Department of Electrical Engineering Dr. Ngo Thi Hien Prserving and Procesing Agroproduct Equipment Department	

4. 調査結果の概要

1) ICOEH5 国際会議の参加

労働と環境衛生に関する国際科学会議 ICOEH は 4 年に 1 回行われている。第 5 回となる今回の ICOEH5 は、ベトナムの国立労働環境衛生研究所 (National Institute of Occupational And Environmental Health) (図 2) が米国の国立労働環境衛生研究所と西太平洋地域の世界保健機構 (WHO) から支援及びスポンサーシップを受け、ハノイの WHO 事務所とともに、平成 30 年 9 月 9 日から 3 日間の日程でベトナムのハノイ市にて開催された。ヨーロッパの他、アメリカ、韓国、ベトナム、日本など総勢 300 名以上の参加があった (図 3)。

講演は、産業衛生、職業病、気候変動と健康、子供の環境衛生、労働衛生、アスベスト関連疾患予防、大気汚染と健康影響、学校の健康問題、電気工業の安全衛生、労働者の健康改善と SDG s、水の安全と飲料水の品質、労働環境等の広範囲なセッションに分かれて行われた。報告は、口頭及びポスター発表を含め全部で 165 課題であり、日本からの学生の参加も多く見られた。

日本のリオン(株)は、騒音・振動関係の測定機器を展示していた。リオン海外音響・振動計測器営業部の小林氏、堀氏、磯辺氏によれば、リオン(株)は 2 年前 (2016 年) から南部 (ホーチミン市) に支店を作り、主に補聴器、聴力計を販売し、また、北部 (ハノイ) にある BACHMAI 病院と協力して、日越聴覚検査センターを運営し、多くの患者の聴覚検診を行っているとのことであった。

職業病のセッションでは、日本の過労死、薬品・農薬と生産者健康及び農業における安全衛生管理などの分野について報告・討議がなされた。また、「Occupational Health」のセッションにおいては、航空部隊の兵士 X への騒音影響に関する研究と題して、パイロットの耳鳴りは 67%、聴覚障害は 15% であること、船生産にける労働者の聴覚障害に関する研究では、聴覚障害（耳鳴り）が 72.5% であること等の他に、「Overwork-relate death in Japan」、「The agricultural health and safety management in south Korea」の興味深い講演が多くあった。日本の過労死についてみると、2016 年の 612 件の中に 248 件病気があり、373 件が自殺・精神障害であり日本の過労死の原因は時間外勤務であるという報告や、「The agricultural health and safety management in south Korea」の研究では 2000 年に「農家症候群」として心血管疾患や筋骨格系障害が増え、原因は農薬使用が多く関係しているということであった。

筆者は「農業機械の運転者耳元騒音の動向」と題して、農業用トラクタ（乗用型、歩行型）、田植機、コンバインなどの 34 種類の農業機械について 10 年間の騒音レベル傾向、エンジン出力（kW）との相関等について口頭発表した（図 4）。総合討議（図 5）において、日本の農業機械の騒音基準について質問がなされ、騒音被ばく量の基準値として、農業機械検査においては 100dB(A) 未満であることを指導している旨回答した。



図 2 ベトナムの国立労働環境衛生研究所 (National Institute of Occupational and Environmental Health)



図 3 開会式の様子

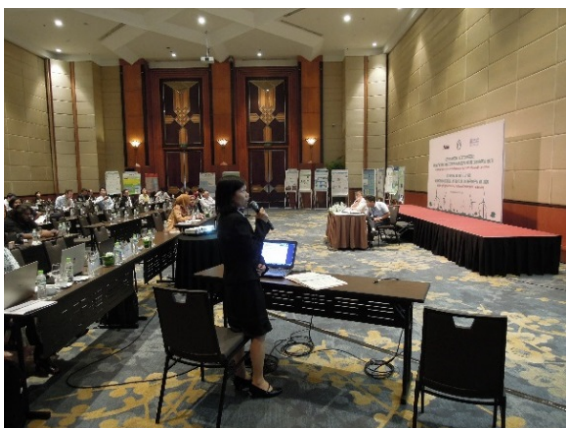


図 4 筆者の口頭発表



図 5 発表者との総合討議

2) ベトナム国立農業大学 (VNUA)

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り、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 3 万 9 千名、敷地面積は 200ha を超える。

ベトナムの水稲直播に関しては、基礎研究から実用化や普及を見据えた研究まで、研究報告は全般に少ない。近年、低コスト化および省力化の要請が強まる中で、省力的な作業方法である HOANGTHANG 条播機が普及している (図 6)。この機械は手播きに比べて、播種量および労働力を減少でき、播種時に水田で種籾が規則的に移動し、播種溝中の目的位置に確実に播種することができる。しかし、人力による作業を長時間継続することは困難であり、作業幅は 2.4m が最大で作業能率は低い。また、種籾を均一に播くことは容易ではなく、覆土を行うことも困難なため、圃場内で苗立ちのばらつきを生じやすく、鳥害のリスクも高くなり、その課題を解決する方策として、高度作業を能率化する条播機の採用が期待されている。そこで、現在、ベトナム国立農業大学農業工学部では国内向けの水稲用エアアシスト条播機を維持して研究開発に取り組んでいる。具体的には、散播機械の作業能率レベルにおいて、点播や条播と同等の初期生育を確保できる播種機の開発を目指している。送風機からの空気で種籾を搬送し、さらにその空気で種籾を田面に噴出させる播種方式で、東京農工大学の地域生態システム学科と共同研究に取り込んでいる。「水稲用空気搬送式条播機における播種精度の向上に関する研究」としてベトナム政府側の予算を受けており、実験装置の設計、試作について、筆名の知見を変えて、意見交換を行った (図 7)。また、今後の研究計画などについて打ち合わせをした。

今回の訪問では、先の VNUA との連携協定の扱いは継続協議となっており、今後、農業技術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。

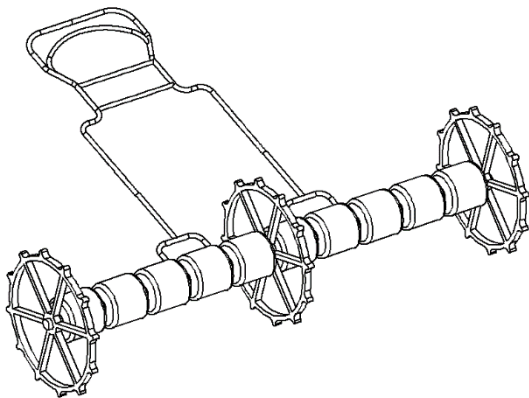


図 6 HOANGTHANG 条播機



図 7 VNUA 表敬訪問及び打ち合わせ
(右は平成 28 年 12 月に来日した
Dr.Nguyen Thanh Hai 副学部長)

5. 収集資料等

- The 5th international scientific conference and the 9th national scientific conference on occupational and environmental health: 『Occupational health and environmental challenges and opportunities in sustainable development』

13. ミャンマー国農業所得向上事業実施能力向上支援 【有償勘定技術支援】

安全検査部 高橋弘行

1. 目的

独立行政法人 国際協力機構が実施するミャンマー国農業所得向上事業実施能力向上支援【有償勘定技術支援】業務（2018年2月～2019年12月）のうち、農業機械試験評価にかかる業務を行う。本業務はミャンマー国円借款事業である農業所得向上事業の実施支援を行うものである。具体的には、農業機械検査センター設置に際しての導入試験設備・計器に対する助言、現地職員への検査業務指導である。



図1 農業機械化局（AMD）

2. 派遣日程

平成30年(2018年)9月18日(火)～10月2日(火) (15日間)

日数	月日	行程・訪問先	摘要
1	9/18(火)	羽田 10:35-TG683-15:05 バンコク バンコク 17:00-PG721-18:55 ネピドー	移動日
2-14	9/19(水) ～10/1(月)	農業畜産灌漑省 農業機械化局 (AMD) 同上マンドレー事務所(9/21～22)	ネピドー マンドレー
14-15	10/1(月) ～10/2(火)	ネピドー19:35-PG722-22:30 バンコク バンコク 13:00-TG660-21:10 羽田	移動日

3. 代表対応者

Mr. Khun Aye Naing : 農業畜産灌漑省農業機械化局副局長
江口岳人氏 株式会社三祐コンサルタンツ

4. 技術協力結果の概要

(本報告書に示された見解は執筆者個人の見解であり、当該業務を実施する国際協力機構の見解を示すものではない。)

1) 実施業務内容

ミャンマー国農業所得向上プロジェクト支援の一環として、農業機械検査の確立のために下記業務を行った。

(1) 検査実施のための文書類に関する解説 (対象: AMD 局長、幹部、研修予定職員)

i) 法律と規則

農業機械の検査が法律および規則の下で行われていることを農業機械化促進法の実例を紹介しながら解説した。ここでのポイントは、今後の法や規則策定のために有用とな

る、「条文として記載すべき項目」を把握してもらうことである（図2）。

ii) 試験方法、試験実施要領、基準及び機器管理要領

それぞれの文書の概要とお互いの関係について解説した（図3）。重要なポイントは、①試験方法策定にあたっては、対象機種種の適用範囲（出力範囲、走行方式等）を明確にすること、②基準の決め方にはいくつかの方法があり、試験の特徴や他機関等の基準も考慮することである（図4）。

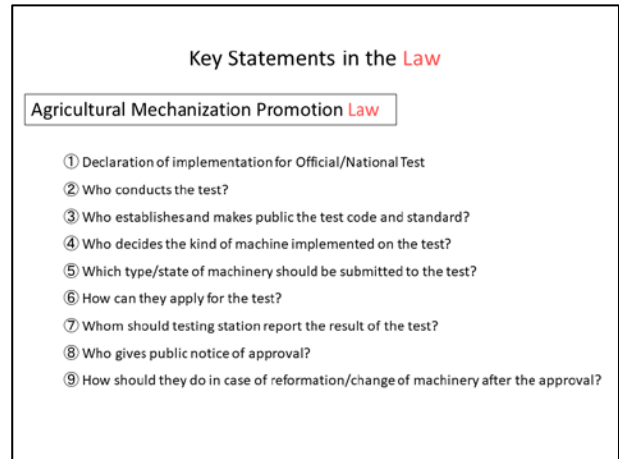


図2 法律で主な記載事項

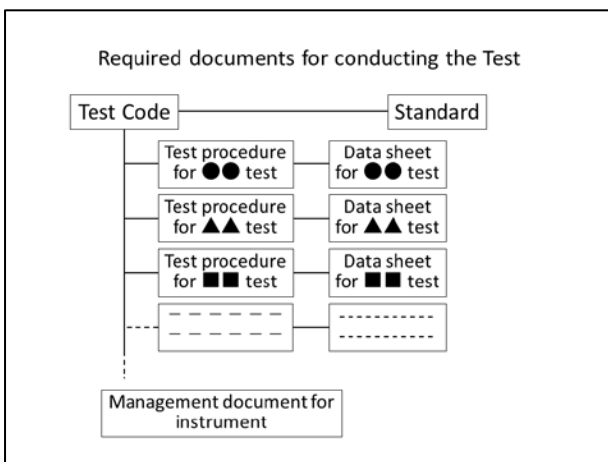


図3 検査に必要な文書類

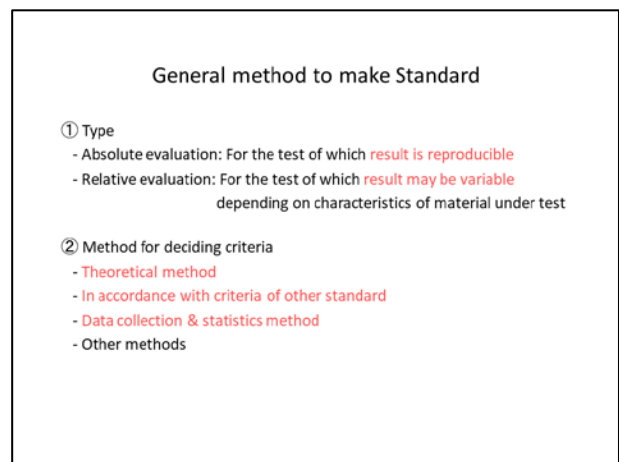


図4 基準の策定

(2) 実施予定の試験の解説（対象：AMD研修予定職員）

PTO性能、けん引性能、油圧ポンプ性能、作業機昇降装置性能および防水性能に対して、①得られる結果の基になる計測項目とそれぞれを計測する機器の種類、②試験実施に必要な知識と技術の2項目を解説した。図5及び図6は、PTO試験での例を示している。さらに、これらのことに加え、各試験で留意する必要がある事項について、下記の

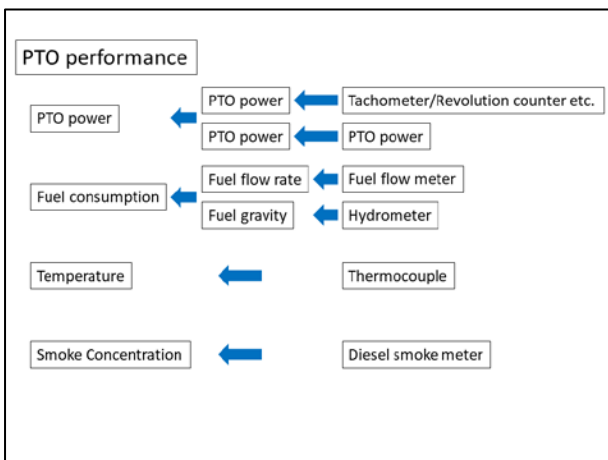


図5 計測項目と計測器（PTO試験）

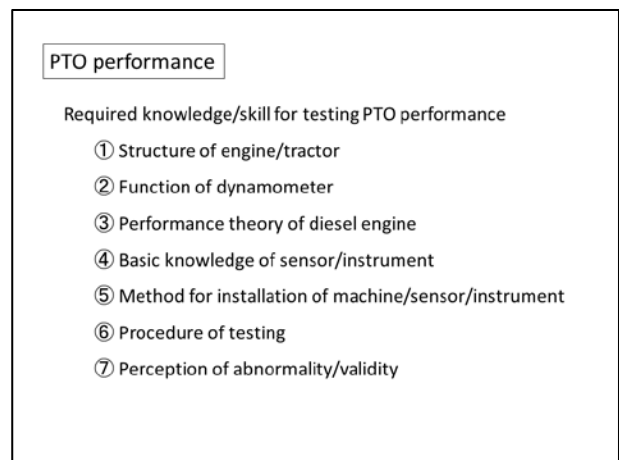


図6 必要とされる知識/技術

説明を行った。

i) PTO 性能試験

- ・動力計は、PTO 回転速度のような低速度では、吸収できる出力が仕様最大値よりかなり低くなることに留意すること。
- ・一般的な出力性能曲線、調速レバーの設定位置による性能曲線の変化、調速機能が働く範囲での性能の特徴、最近のエンジン性能曲線の傾向についての解説。
- ・燃料流量計の個数による接続例と留意点について解説。また、燃料消費量を質量で表現するために、使用燃料の温度に対する比重を把握しておく必要のあること。

ii) けん引性能試験

- ・導入予定の速度計測用第 5 輪とけん引負荷車の構造について解説。
- ・一般的なけん引性能曲線の解説。各速度段における出力とけん引力の関係、スリップとけん引力の関係、特に最大けん引力の定義等。
- ・2 輪駆動トラクタと同一設計された 4 輪駆動トラクタの性能の相違。

iii) 油圧ポンプ性能

- ・トラクタの油圧外部取り出し口を利用した、ポンプ性能を把握するための計測センサや表示器、安全弁、流量制御弁の配置を解説。
- ・一般的な流量と圧力、出力と圧力の関係、安全弁の作動圧の解説。

iv) 作業機昇降装置性能

- ・油圧シリンダを含めたリンク機構の構造。近年、シリンダ位置を変える傾向にあること。
- ・揚力はシリンダへの作動圧力とリンク寸法から予測ができること。
- ・ロードセルと取り付け装置、ヒッチの高さ調節ロッドにより、揚力を簡便に計測する方法もあること。

v) 防水性能

- ・オイルシールの一般的構造と機能。
- ・防水槽での運転後における分解個所と水浸入の判定要領。

2) 試験の実施に向けて必要な事項

(1) 職員の実務能力強化

研修予定の 3 名に対して実施した各試験の概要説明で、それぞれ必要となる知識や技術を提言した。これら各試験に提示した項目を総合すれば、①試験をする機械/部位の構造と機能、②性能の理論的知識と実作業での意義、③計測器の基礎知識と取扱技術、④機械/計測器の据付要領、⑤試験実施手順、⑥データ妥当性の判断である。3 名それぞれに個人差はあると感じられるが、少なくとも機械や部品の構造に対する知識を有していると思われる。したがって、前述の②以降について、研修等により補強することが妥当と思われる。

(2) 試験要領と試験方法の作成

各試験の実機による試験を踏まえて、その試験手順や要領をとりまとめる。研修を行いながら素案を作成することになるが、最終的には当該職員らが使用する施設や計測器

に合わせて改訂することが必要となる。

各試験要領を取りまとめて試験方法を作成する。将来、試験方法の改訂が必要になった場合、その手続きが容易に行えるのであれば、試験要領と試験方法を1つの文書とすることも可能である。

(3) 試験基準の作成

機械の合否の基準策定には、かなりの配慮が必要となり、具体的な数値基準を設けるためには相応の根拠を持つ必要がある。試験制度発足時に具体的な数値基準を持って機械を評価できるケースは多くないと思われる。具体的な数値基準ではなく、「著しく大きくないこと・・・」などの文章表現で記載し、試験実績を積み重ねる中で具体的な数値を内規として作成していくのが一つの方法と思われる。

(4) 法律と規則の策定

試験実施機関を監督する省庁が草案作成をすることになると思われる。ミャンマー国では、どのような制度で検査が行われるかが、明確になっていないが、試験の実施に法の施行が必要かどうかは、実施国の状況により様々であると考えられる。

(5) 導入機器を使用する試験実施

施設と計測器の導入後に、実際の試験を繰り返し実施し、供試機据付業務も含めて、機器取扱いに習熟しておくことが不可欠となる。本業務を通じて、試験データの妥当性判断に対する能力が備わることを期待する。

(6) 試験結果取扱い方法の決定

試験結果の公表の方法について検討する。①合否のみを公に通知する、②成績表を付して合否を通知する、③成績のみを公表して合否は判定しない等の方法が考えられる。試験結果の使い方にもよるが、成績表の交付先についても検討が必要となる。

(7) 機器管理規定の策定

使用する機器の精度を保持するために、①点検校正方法やその間隔に関する取り決め、②実施した点検校正の記録簿を作成する。

3) 今後の進め方について

図7は、試験制度開始までの必要な事項を記したものであり、この資料を基に、国際協力機構ミャンマー事務所担当者に対し、今後の進め方の助言を行った。

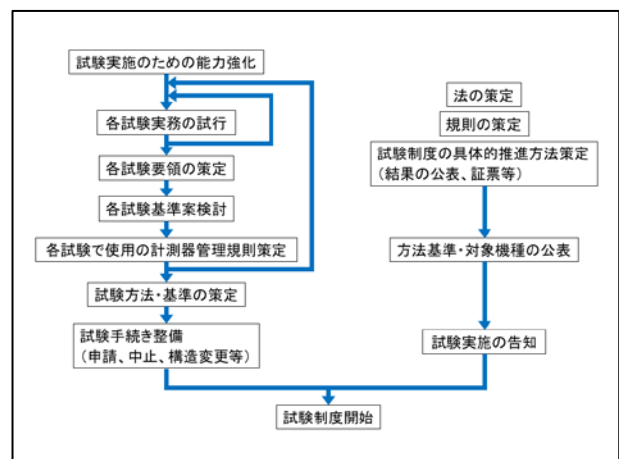


図7 試験制度開始までの流れ

14. 中国黒竜江省地域でのコンバイン耐久性に関する調査

次世代コア技術研究領域 生産システムユニット 主任研究員 嶋津光辰

1. 目的

近年、飼料価格の高騰による飼料用米の生産拡大や、食の多様化による米粉用米等の需要増加等を背景に、稲品種へのニーズが多様化している。それに対応すべく様々な稲品種（飼料用に適した多収品種、パン用や麺用に適した米粉用品種、洋食やアジア料理用に適した長粒品種等）および栽培技術の開発が進められており、農業機械についてもそれら多様な品種や栽培技術に対応できる高い適応性を持つ機械の開発が求められている。収穫に用いるコンバインにおいては高ボリュームな多収品種等に対しても詰まり等がなく円滑に作業できる能力や、穀粒の形状が従来品種と大きく異なる長粒品種等に対しても損傷を増やさず収穫できる能力などが生産現場で求められている一方で、メーカ等では品種によってはコンバインの故障頻度が増加する可能性があることが懸念されている。コンバインの脱穀部で脱穀された穀粒は、スクリュオーガ等で搬送されるが、そのスクリュや壁面の部材は穀粒との摩擦で減耗（摩耗）する。それが一定以上になると穀粒搬送機能が損なわれ、交換等の修理が必要となる。この摩耗による故障は、これまで国内で問題視されることは少なかったが、海外では自脱コンバインで稲を収穫した時に1年でスクリュ部品の交換を要したとの報告例もあり、今後、国内でも収穫品種が多様化していった場合、摩耗による故障が問題になる可能性がある。摩耗による故障の頻度が国内外で異なる要因は、年間稼働時間が異なるためだけでなく、稲品種によって摩耗の度合いが異なるためとも言われ、メーカでは経験的な知見を有してはいるものの、詳細に調査した報告例は見当たらない。

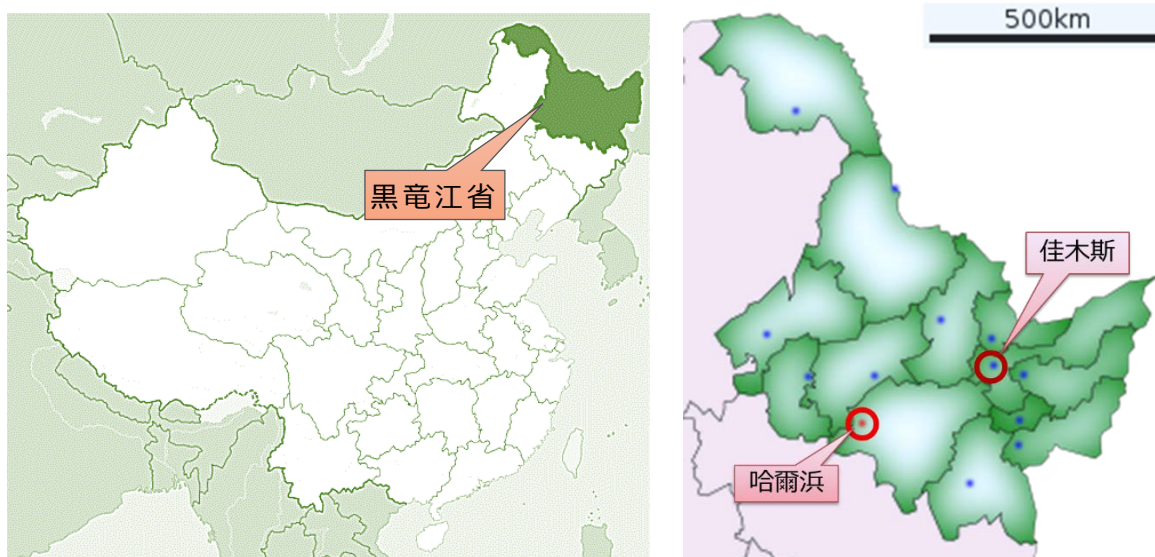
以上の背景に基づき、革新工学センターでは、部品素材および稲品種と部品の摩耗量との関係の調査研究を国内品種の稲を対象に行ってきた。今後は国内外の比較のために海外品種の稲についても調査が必要であり、そのためには海外の農業研究機関等との連携が望まれる。

そこで、海外品種の稲とコンバイン部品の摩耗量との関係を調査するための連携協力体制を構築するため、中国・黒竜江省の公立農業研究機関を訪問し、研究打合せ等を行った。あわせて、同省の農業機械販売店を訪問し、現地におけるコンバインの利用および耐久性に関する実態について聞き取り調査を行った。なお、調査地に中国・黒竜江省を選んだ理由は、稲の栽培方法が田植え機で移植し自脱コンバインで収穫するという日本と同様の方式が主流なこと、および栽培される品種が短粒品種から長粒品種まで多様であること等から、今回の調査に適していると判断したためである。

2. 日程

平成 30 年 (2018 年) 9 月 25 日 (火) ~ 10 月 2 日 (火) (8 日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	9/25(火)	東京→上海→ ^{ハルビン} ハ爾濱	移動
2	9/26(水)	ハ爾濱→ ^{ジャムス} 佳木斯	移動
3	9/27(木)	佳木斯	聞き取り調査
4	9/28(金)	佳木斯	研究打合せ及び摩耗耐久性予備試験
5-6	9/29(土) ~30(日)	佳木斯	摩耗耐久性予備試験
7	10/1(月)	佳木斯→ハ爾濱→上海	移動
8	10/2(火)	上海→東京	移動



(中華人民共和国)

(黒竜江省)

図 1 調査地 (出典: Wikipedia「黒竜江省」)

3. 主な訪問先と対応者

訪問日	訪問先	対応者	住所
9/27(木)	佳木斯万邦農機有限公司	李汉春 (董事長總經理)	黒竜江省佳木斯市勝利路 205
9/28(金) ~30(日)	黒竜江省農業科学院佳木斯分院	張春峰 (土壤資源環境研究所 所長)	黒竜江省佳木斯市东风区安慶街 269

4. 調査結果の概要

1) コンバインの利用および耐久性に関する実態の聞き取り調査

9月27日、黒竜江省佳木斯市内最大級の農業機械販売店である佳木斯万邦農機有限公司(図2)を訪問した。本販売店は日本の(株)クボタと代理店契約を結んでおり、クボタ社製(中国工場製造)農業機械の販売および修理等を行っている。同店の李氏と面談し、現地におけるコンバインの利用や耐久性の実態について聞き取り調査を行った。

コンバインの修理については、メーカー保証(本販売店では3年)の期間中であれば修理が無料なので利用者から修理依頼があるが、メーカー保証期間外では農家は自分で部品を購入して修理することが多いため修理依頼は少ないとのことであった。故障の頻度については、ベルト等の消耗部品以外では、穀粒搬送スクリュは摩耗のため3~5年程度(純正品の場合)で交換が必要であること、現地での自脱コンバインの寿命の目安は10年程度であること等を聴取した。



図2 佳木斯万邦農機有限公司

2) コンバイン摩耗耐久性試験についての研究打合せ

9月28日、黒竜江省の公立農業研究機関である黒竜江省農業科学院佳木斯分院(以下、黒農科院)(図3)にて同院研究員の張氏らと面談し、コンバインの耐久性の調査に関する研究打合せを行った。はじめに、現地のコンバインの普及状況や利用実態について聞き取りし、穀粒搬送スクリュ等の摩耗による交換頻度が日本より高いこと、その要因が作物の特性によるのか部品の素材によるのかは明らかではないこと等を確認した。次に、革新工学センターの研究内容(稲品種および部品素材と部品の摩耗量との関係)について紹介し、今後海外品種の稲で摩耗試験を実施したい旨を伝え協力を依頼した結果、黒農科院より「研究内容に興味があるため研究協力できる可能性がある」との回答を得た。その後、具体的な研究計画について協議し、試験装置は革新工学センターが試作して提供すること、供試する稲は黒農科院が長粒品種、短粒品種等複数種を栽培し提供すること、実施時期は各品種の収穫時期にあわせ複数回にわたる必要があること等を確認した。



図3 黒竜江省農業科学院佳木斯分院

3) 摩耗耐久性予備試験

9月28日～30日、革新工学センター試作の摩耗耐久性試験装置（国内品種の調査用に試作したもの）が中国の長粒品種の稲でも問題なく利用できるか等の確認のため、摩耗耐久性予備試験を行った。黒農科院の実験ほ場にて栽培された長粒品種（松粳51）の稲穀粒（図4左）を満たした円筒の中で、被験体であるスクリュ部品（鉄製）を一定の回転数で30時間回転させ、穀粒との摩擦によりスクリュに生じる質量減少量（以下、摩耗減量）を調査した。その結果、今回供試した中国産長粒品種での時間当たりの摩耗減量は、日本産コシヒカリと同様に試験した結果（試験条件が一部異なるためあくまでも参考比較）より大幅に多いことを確認した。



（長粒品種、松粳51）



（短粒品種）

図4 黒竜江省農業科学院佳木斯分院にて栽培されていた稲

15. ミカンコミバエのトラップ現地評価試験

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

南西諸島の侵入警戒調査で誘殺されることがあるミカンコミバエは台湾などから飛来していると推定されている。本出張では、効果的な誘引トラップを開発するため、発生地である台湾で誘引成分の有効性を試験する。

2. 日程

平成 30 年(2018 年) 9 月 27 日(木)～29 日(土) (3 日間)

日数	日付	行程・訪問先	交通	摘要
1	9/27(木)	成田 →台北 台中市	飛行機 電車	出国 台中市泊
2	9/28(金)	台中市→嘉義市ほ場	車	調査 台中市泊
3	9/29(土)	台中市→つくば市	電車 飛行機	帰国

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
台湾農業委員会農業試験所、嘉義市農家ほ場	台湾農業委員会農業試験所 Dr. Huang Yubing	台湾台中市

4. 調査の概要

台湾で発生しているミカンコミバエ個体群で誘引物質の誘引性を評価するために、日本で予め抽出した複数の誘引成分を台湾に持ち込み、嘉義市のグアバ農場に多数のトラップを仕掛ける評価試験の立ち上げを行った。日本側から 3 名、台湾側から 3 名が参加した。(誘殺虫は後日別のチームが回収した。)

16. IET Radar International Conference 2018

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

レーダ技術に関する国際会議 IET Radar International Conference 2018 において、昆虫レーダによるハスモンヨトウのモニタリングについて口頭発表を行う。

2. 日程

平成 30 年(2018 年)10 月 16 日(火)～20 日(土) (5 日間)

日数	日付	行程・訪問先	交通	摘要
1	10/16(火)	つくば市 →上海 南京市	飛行機 電車	出国 南京市泊
2-4	10/17(水) ～19(金)	会場のホテル		国際会議参加 南京市泊
5	10/20(土)	南京市→つくば市	電車 飛行機	帰国

3. 主な訪問先と対応者

訪問先	対応者	住所等
国際会議会場のホテル	国際会議実行委員会	中国南京市

4. 出張の概要

この会議の昆虫レーダのセッションにおいて、口頭発表を行った。演題は” The dispersion of the common cutworm monitored with an entomological radar and a searchlight trap in relation to soybean leaf damages” であり、九州のダイズ生産地において昆虫レーダとサーチライトトラップを用いたハスモンヨトウの分散侵入とダイズ被害の調査結果を報告した。中国の北京理工大学で様々な新型の昆虫レーダが開発されていた。また、アメリカで気象観測用のドップラーレーダでコウモリ、昆虫、鳥の広域モニタリングが報告され、大変興味深い技術であった。

17. ANTAM テストコードテクニカルワーキンググループ (TWG) 会合トレーニングについて

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 研究員 ○松本将大
安全検査部 高橋弘行

1. 目的

CSAM が開催する第 4 回 ANTAM 検査鑑定員研修（日本からの検査機関の品質保持について講義を含む）と第 6 回アジア環太平洋地域の農業機械化フォーラムに参加し、アジア地域における農業機械の現状について調査を行う。また、武漢で行われる中国国際農業機械展示会 (CIAME) にて中国市場の農業機械の調査を行うとともに、武漢の農業機械検査施設（武漢試験場）及び華中農業大学校を見学した。

2. 日程

平成 30 年 (2018 年) 10 月 21 日 (日) ~ 24 日 (水) (4 日間 : 川瀬)

10 月 21 日 (日) ~ 28 日 (日) (8 日間 : 松本、高橋)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	10/21(日)	東京→北京	移動
2	10/22(月)	北京	ANTAM 検査鑑定員研修
3	10/23(火)	北京	ANTAM 検査鑑定員研修及び CAMTEC の検査施設を訪問
4	10/24(水)	北京 北京→東京 (川瀬) 北京→武漢 (松本、高橋)	中国農業機械化科学センター訪問 (川瀬、松本、高橋) 移動
5	10/25(木)	武漢	アジア環太平洋地域の農業機械化フォーラム (松本、高橋)
6	10/26(金)	武漢	中国国際農業機械展見学
7	10/27(土)	武漢	華中農業大学訪問
8	10/28(日)	武漢→北京→東京	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
10/21-23	Beijing Huiqiao Hotel	Ms. Camilla Stelitano	No. 19 East Huixin Street, Chaoyang, 100101 Beijing, China
	Beijing Testing Station	Mr. Chang Xiongbo Ms. Camilla Stelitano	
10/24	Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences	Mr. Chang Xiongbo	No.1 Beishatan Deshengmen wai, Chaoyang District, China
10/25-26	Wuhan International Expo Center	Ms. Camilla Stelitano	Yingwu Ave, Hanyang, Wuhan, Hubei
10/27	CentralChina Agricultural University	Ms. Camilla Stelitano Mr. Chang Xiongbo	No. 1, Shizishan Street · Hongshan District · Wuhan · Hubei Province · 430070 · P. R. China

4. ANTAM 検査鑑定員研修の概要

1) 第4回 ANTAM 検査鑑定員研修について

第4回 ANTAM 検査鑑定員研修は、参加国が近代的な検査・試験施設を開発する上で、支援の提供を含む認証プロセスの確立に向けて、参加国のトレーニングのために開催された。

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、ネパール、パキスタン、フィリピン、韓国、ロシア、スリランカ、タジキスタン、タイ、トルコ、ベトナム

- ・各国の農業の機械化・機械認証の現状についての報告

- ・中国・韓国より検査鑑定基準の関係省庁等の仕組・取組紹介

- ・日本からは旧農業機械化促進法の背景、革新工学センターが行ってきた検査鑑定制度、及び今後の予定を発表

各国の報告では、政府や地域としては農業機械化を促進したいが、現地の伝統や経済面を理由になかなか機械化が進まないといった意見が多く上げられた。また、今回のような



図1 研修会場の様子

研修は費用面で限られた人員しか現状受けることができない。もっと多くの人が受けられるような制度を作れないかといった意見があった。

農研機構からは、日本における農業の機械化の歴史、機械化促進法廃止に伴う安全性検査への移行、検査機関の品質保持について講義を行い、今後の予定として、ISO17025 認証取得を考えている旨を報告した。

2) CAMTEC 検査施設訪問

CAMTEC の検査施設は種々の農業機械の検査を行う施設であるが、今回は主にトラクタの検査施設見学を行い、検査方法や機器の使用法のレクチャーを受けた。

日本では未実施のトラクタの防水試験設備や、ROPS 検査設備等見学したが、日本のものとは形状や試験のやり方が異なっていた。機器の設置方法も同様に異なっており、多国間で検査結果を比較した際に、結果の整合性に疑問が生じる装置も存在した。



図 2 CAMTEC の ROPS 試験装置及び防水試験施設

3) 中国農業機械化科学センター訪問

センター概要説明受講後、噴霧器（ドローンも含む）・野菜移植機、コーンハーベスタの試験施設の見学を行った。中国農業機械化科学センターは主に防除機について研究を行う施設であり、背負式噴霧器の耳元騒音等の基準作成にも関与しているとのことだった。

4) アジア環太平洋地域の農業機械化フォーラム会議参加



図 3 中国農業機械化科学センター外観及び防除試験機

ANTAM 検査鑑定員研修同様に参加国より農業の機械化についての現状報告が行われた。ここでも研修と同様に経済面から機械化が進まないといった意見が挙げられた。また、農業機械の耐久性としては、日本のメーカーに負けないものを作っていくつもりだといった発表もあった。

研修と異なっていた点は、予算や傘下組織等のより政治的な会議が行われているように感じられた。参加者についても、技術者が多く集まる ANTAM 研修と比較して、日本で言うところの官僚の参加が多かった様である。韓国より、韓国が検査施設を新たな都市に移設したため、次回開催は韓国で行いたいとの打診があり、会場は賛成ムードであった。



図4 会議会場及び講演を行う Mr. Anshuman 氏 (ESCAP-CSAM Programme officer)

5) 中国国際農業機械展見学

アジア最大の約 1900 社が参加し、様々な農業機械が展示されていたが、中でも無人トラクタや、無人防除機が多く注目を集めていた。また、日本ではあまり見られないような小型のコンバイン等も展示されていた。日本のメーカーとしてはクボタ、ヤンマー、キセキが参加していた。



図5 無人トラクタと無人防除機

6) 華中農業大学訪問

大学の概要説明の後、田植機の振動試験の様子や田植え試験、欠株調査の見学を行った。その後、大学内の施設や開発機を見学した。数々のプロトタイプの機械が開発されており、かなり古い機械も散見された。また、日本ではあまり見られないレンコンを収穫する際に

使用する機械や、果樹の樹勢を調整する作業機等も開発されていた。



図6 欠株を調査する大学関係者



図7 樹勢調整作業機



図8 田植機にコンバイン機能を持たせた開発機

5. 収集資料等

- ・海外農業機械メーカーカタログ等

18. AFITA/WCCA 2018 への参加

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 上級研究員 田中 慶

1. 目的

AFITA (Asia Federation for Information Technology in Agriculture)/WCCA (World Congress on Computers in Agriculture)は1998年から隔年で開催されている農業分野における情報技術関連の国際学会であり、今回で11回目となる。このAFITAに参加し、研究成果の情報収集と発表を行う。

2. 調査日程

平成30年(2018年)10月22日(月)～27日(土) (6日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	10/22(月)	成田→デリー→ムンバイ	移動日
2	10/23(火)	ムンバイ	予備日
3	10/24(水)	ムンバイ IIT Bombay Victor Menezes Convention Centre	AFITA 参加 Opening Plenary, Plenary Speech Keynote Speech Machine Learning for Cyber-Agricultural Systems Welcome Dinner
4	10/25(木)	ムンバイ	AFITA 参加 Keynote Speech Web API, FAIR Data and Interoperability
5	10/26(金)	ムンバイ→デリー→	AFITA 参加 Keynote Speech Big data and AI in Agriculture
6	10/27(土)	→成田	

3. 主な訪問先と対応者

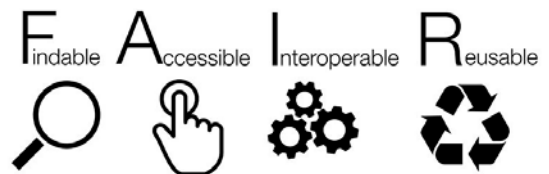
日付	訪問先	対応者	住所
10/24 -26	IIT Bombay (AFITA 会場)	President AFITA Prof. J. Adinarayana	Centre of Studies in Resources Engineering IIT Bombay, Powai, Mumbai
		Dr. Amiya Kumar Tripathy	Don Bosco Institute of Technology (University of Mumbai) Premier Rd., Kurla (West), Mumbai

4. 調査結果の概要

10/24 午前：Venkaiah Naidu 副大統領、Vidyasagar Rao マハーラーシュトラ州知事を迎えてオープニングセレモニーが開催された。その後、Dr. Trilochan Mohapatra (Department of Agricultural Research and Education (DARE) Secretary) によるプレナリースピーチがあり、インドにおけるバスマティライスの増収から、気候変動適応、フェノタイピング、遺伝子組み換えと農業研究のトレンドが幅広く紹介された。

10/24 午後：二宮特任教授（東大）によるキーノートスピーチでは、Society5.0 や Industries4.0 と農業の関係、工業との違い（制御不可能な不確実性、サイトスペシフィック）、死蔵されたレガシーデータの重要性について述べられた。機械学習のセッションでは、主に画像処理による果実の位置や病虫害の特定の他、出穂日や収量予測への適応について発表された。

10/25 午前：2018年につくばに来訪された Dr. Soumik Sarkar (アイオワ大) によるキーノートスピーチでは、機械学習による大豆病害診断や、説明可能な深層学習、Syngenta 社による AI Challenge などが紹介された。AI Challenge は 2017 年に開催され、過去の大豆の収量と環境条件のデータをもとに、最適な品種を予測するモデルを開発するものであった。また、API と FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) データのセッションでは、自身が、気候変動対応研究の一環として、作物生育予測モデル DSSAT や SIMRIW を全球（地球全体）で実行したときに、海外の気象データ、品種パラメータ、作業データ等の入手に苦勞したことや、農業分野における AI 研究において学習用データが少ないことが問題視されていることから、農業分野のデータに FAIR 原則が広がることへの期待を述べた。さらに、農業モデル開発用フレームワーク JAMF を利用して開発した農業モデル Web アプリケーションでのメッシュ農業気象データの利用や、その Web API の活用法について発表した。JAMF の気象データ取得機能の拡張についての質問に対しては、作物モデルを全球で実行したときに利用した気象データベース NOAA/WMO 等への対応を検討していると返答した。



10/26 午前：亀岡教授（三重大）によるキーノートスピーチでは、マルチバンド光学センサーによる植物の計測について、本多教授（中部大）によるキーノートスピーチでは、精密農業のためのデータ標準化によるデータ統合、農業関連 API 連携による意思決定支援システムの構築等が紹介された。



図 会場の様子（左：外部、右：会場）

19. 米国での農用トラクタ公式試験の OECD 標準コード関連会議への参加

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 ロボット安全評価ユニット 山崎裕文
安全検査部 作業機安全評価ユニット長 富田宗樹

1. 目的

日本がビューローメンバー（議長団）に指定されたことを契機に、コードの技術的検討により深く関わるため、2018年から毎回参加することとした。今回は米国での農用トラクタ公式試験の技術部会等の OECD 標準コード関連会議に出席する。

注）技術部会：TWG（テクニカルワーキンググループ）、OECD コードの各項目の改訂等に当たり、その詳細事項に関し、技術的見地から検討するもの。原則年2回（春・秋）に開催される。技術部会で検討された内容が、年次会合において審議・採択される仕組みである。

2. 日程

平成30年(2018年)10月28日(日)～11月2日(金)（6日間）

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	10/28(日)	成田→デトロイト→イサカ	
2	10/29(月)	イサカ	団内打合せ
3-4	10/30(火) ～31(水)	イサカ	技術部会
5	11/1(木)	イサカ→デトロイト→ミネアポリス→	(機内泊)
6	11/2(金)	→羽田	

3. 調査結果の概要

1) OECD テストにおける「許容不確かさ」について

ドイツより、FOPS（Falling Object Protective Structure：落下物防護構造）強度試験における不確かさ推定に関するプレゼンテーションがあり、サブワーキンググループを設立し議論を続けることとなった。

2) ROPS 強度試験へのシミュレーションデータの活用について

ジョンディア社より、構造変更での現物確認判断におけるシミュレーションの活用の提案があった。依頼者が任意でテストレポートにシミュレーションデータを付記する再提案に沿って、米国が議案を用意し、次回年次会議に提出することとなった。

3) ラウンドロビンテストについて

事務局より、各国のテスト機関で実施するラウンドロビンテストの詳細に関する連絡があった。

4) トラクタの定義における規格間の整合について

EU より、11月にEU・ISO・OECD間でのディスカッションを行う旨の連絡があった。

5) 折りたたみ可能な安全フレームの操作力について

ドイツ DLG より、基準への反対意見があったことに関するプレゼンテーションがあり、2019年 TEC (Test Engineer's Conference: テストエンジニア会議) において現物を用いて検討することとなった。

6) 試験機関外で試験を行うための要件について

事務局より、試験機関外での試験実施に関する規則改正の提案があり、年次会議での議論に向けて、各国にアンケートを実施することとなった。

7) ISOBUS について

イタリア ENAMA より、テストレポートへ ISOBUS 関連事項を追記する提案に関するプレゼンテーションがあり、調整センターが年次会議に議案を用意することとなった。



図 米国での技術部会

20. EIMA International 2018 及びボローニャ大学、CREA-IT での農機安全調査

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
 戦略統括監付 戦略推進室 研究員 深井智子
 安全検査部 作業機安全評価ユニット 研究員 原田一郎
 安全工学研究領域 安全システムユニット 主任研究員 ○NGUYEN Van Nang

1. 目的

農業機械の最新動向を調査するため、2018年11月7日～11日に開催される国際農業機械&造園機械展示会(International Agricultural and Gardening Machinery Exhibition、イタリア、ボローニャ)に参加するとともに、農機の先進的安全技術の情報等を収集する。また、ボローニャ大学を訪問し、農業トラクタにかかる安全支援技術の最先端研究動向を調査する。さらに、CREA-IT(Research Centre for Engineering and Agro-Food Processing－食品産業技術研究センター)を表敬訪問する。

2. 調査日程

平成30年(2018年)11月6日(火)～13日(火)(8日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	11/6(火)	成田→フィレンツェ	移動日
2-3	11/7(水) ～8(木)	フィレンツェ→ボローニャ ボローニャ→フィレンツェ	EIMA International 2018 見学
4	11/9(金)	フィレンツェ→ボローニャ ボローニャ→フィレンツェ	ボローニャ大学 Valda Rondelli 教授との意見交換、OECD International Testing Station 見学
5	11/10(土)	フィレンツェ→ローマ	移動・打合せ
6	11/11(日)	ローマ	資料整理
7	11/12(月)	ローマ	CREA-IT 表敬訪問
8	11/13(火)	ローマ→羽田	移動日

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所等
11/7-8	EIMA International 2018		Viale Aldo Moro, 40128 Bologna B0, イタリア

11/9	ボローニャ大学 Department of Agricultural and Food Sciences OECD International Testing Station	Prof.Valda Rondelli Dr.Bruno Franceschetti Dr.Ardriano Uguzzoni	Via Gandolfi, 19 I-40057 Cadriano Bologna, イタリア
11/12	CREA-IT	Dr.Paolo Menesatti Dr.Sandro Liberatori	Via Po, 14-00198 Roma, イタリア

4. 調査結果概要

本調査では国際農機展示会 EIMA International 2018、ボローニャ大学及び食品産業技術研究センター（CREA-IT）の計3箇所にて情報収集や意見交換等を行った。EIMA 2018では世界中で販売されている農業機械の最新動向情報を収集し、トラクタに関する安全運転支援装置やセンサ等を調査すると共に、ボローニャ大学内の Department of Agricultural and Food Sciences 及び OECD International Testing Station ではイタリア国内の農業トラクタにかかる安全支援技術事情を収集し、CREA-IT では CREA-IT の業務や研究について紹介を受けた他、農機関連についての情報交換を行った。



図1 EIMA International 2018 会場

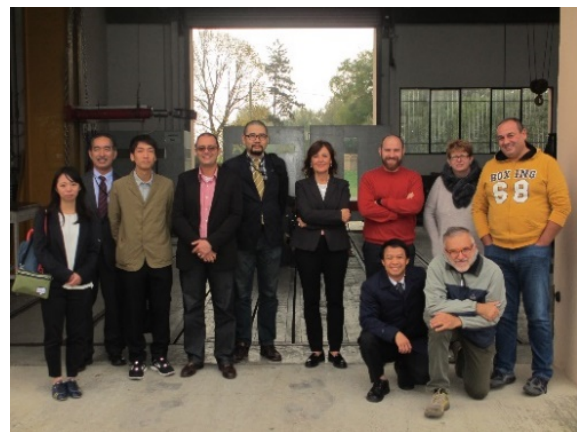
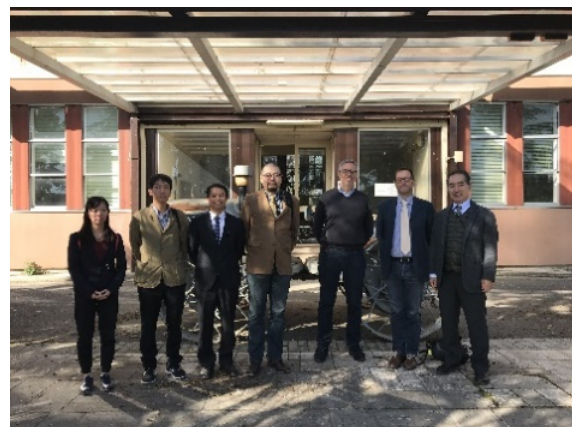


図2 ボローニャ大学の OECD 試験場



図3 CREA-IT



1) EIMA International 2018

本展は EIMA International の第 43 回展示会であり、FederUnacoma (Italian Federation of Agricultural Machinery Manufacturers—イタリア農業機械工業会) の主催でボローニャエキシビションセンターにて開催された。総展示面積 37.5ha の会場に 1,950 社の企業 (国外から 49 カ国の企業 600 社) の出展があり、農業機械と造園機械等が展示された。訪問者数は 31 万 7 千人に達し、前回 (2016 年) と比べて 11% の増加となった。また、150 カ国からの参加者は 5 万人を超え、前回比 11% 増であった。本展の主なテーマが「ビッグデータと AI を活用する Agriculture 4.0」とされ、社会的関心事である農業機械作業における労働安全と若者の新規就農という新しいテーマも挙げられた。そのため、機械・装置等の展示に加えて、いろいろな会議やセミナーも開催され、Agriculture 4.0 の発展見通しや農業経営に導入されたデジタル技術革新等について議論した。

(1) Agriculture 4.0 に対応する技術等について

欧州連合が提唱した Agriculture 4.0 は「Feeding the Next Generation」のテーマを設定し、世界人口増加 (2050 年に 100 億人の見通し) に伴う食料需要の達成 (現行比 170%) や気候変動の対応、小規模経営を含む農業法人の売上の向上、IT と電子技術革新を農業法人に導入することのできる人材の育成等を目標としている。本展には Agriculture 4.0 に対応する農業機械と IoT・ICT 等が展示されていた。特に GPS や ISOBUS デバイス、さらに衛星やセンサから送信されたデータを作成するためのソフトウェアなど、さまざまな製品が見られた。

ジョンディア社や AvMap 社、COBO 社は経営管理支援システム、トラクタ運転支援装置等を展示した。ジョンディア社の Guidance System (図 4) による整地作業では重複行程の 95% を削減し、作業能率が向上する。また、Operations Center (無料ウェブポータル MyJohnDeere.com) や RDA (Remote Display Access)、後付けキット JDLINK™ (図 5) の利用により、リアルタイムで遠隔ほ場の機械の状況を観察・管理でき、スマホのアプリ (Myoperations) で機械の作業場所・時間・燃料消費等が詳細にわかる。本展では、ジョンディアは作業機側からトラクタをコントロールする ISOBUS TIM (Tractor Implement Management、図 6) で革新技术賞を受賞した。本装置を取り付けることで、作業機側からトラクタの走行速度、PTO 回転数、3 点リンク、操舵角などが制御される。



ジョンディア社製 Connected Guidance System AvMap 社製 FARMNAVIGATOR 等の展示

図 4 Agriculture 4.0 に対応したナビゲーションシステムの展示

AvMap 社は Farmnavigator を 1,464 ユーロ、GPS/GNSS レシーバー付き Farmnavigator を 1,824 ユーロ、Auto-steering Kit を 6,100 ユーロ、Farmnavigator Autosteering System を 7,930 ユーロで販売している。



圃場・機械・運転者を管理
する Operations Center

機械作業を遠隔で観察
する RDA

機械修理等を遠隔で
サポートする JDLINK™

図5 ジョンディア社の営農管理支援システムの展示



図6 ISOBUS TIM の展示



図7 COBO 社の展示コーナー



CANBUS-Bluetooth コン
バーター IN2 Router

農機遠隔観察用
モジュール CANLive

作業機 ID 管理用無線センサ
WED (Wireless End Device)

図8 デジタル農業を実現する COBO 社のセンサ類

COBO 社は、Agriculture 4.0 に対応する「Cloud Intouch Agri」コンセプトを提唱し、各センサ類（図 7、図 8、図 9）を農機に搭載することによって農業を数値化して、コスト・労働時間の削減や各作業の管理、収益向上等を実現している。展示コーナーには農機性能を最適化するための製品が揃っていた。



ユニバーサルダッシュボードとディスプレイ



電源・燃料管理用装置

図 9 COBO 社のユーザーインターフェースに関するセンサ類

本展においては、Agriculture 4.0 に関するセミナーが開催され、農機メーカや農業法人等の間で討論が行われた（図 10）。イタリアでは農家総数の 4 割が既に Agriculture 4.0 に該当する生産技術を使用しており、7 割がスマホのアプリによる経営管理支援プラットフォームに関心を寄せている。農業生産コスト削減は大きな課題であり、ビッグデータと人工知能の活用はもちろん、遠隔管理によるアフターサービスも 1 つの解決手法となる。農業におけるビッグデータとは、数字だけではなく、写真や画像、ビデオ、電子メール、ソーシャルメディア上でのメッセージ交換、または機械間（例えばトラクタと作業機）の情報共有であると定義されている。また、イタリアの農業法人のうち約 18% はトラクタ運転支援装置または自動運転レベル 2 のロボット農機を使用しており、22% は 1 万ユーロの資金があれば、新技術を導入したいとの意向を示している。

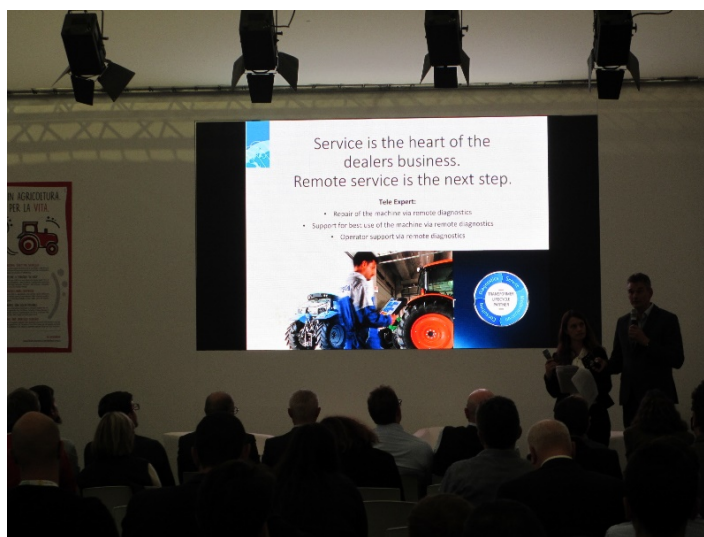
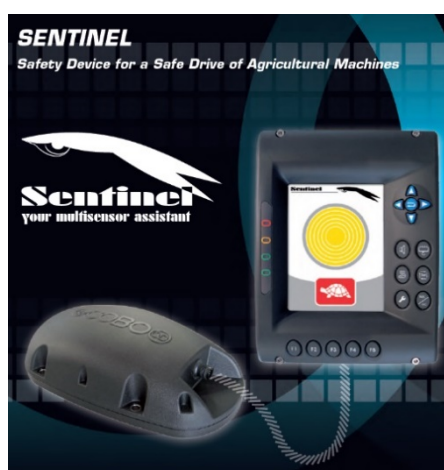


図 10 「Data & Agriculture+Income+Efficiency+Traceability」セミナーの様子

(2) 農機の安全性に関する技術等について

本展においては乗用農機の安全支援技術の展示は少なかったが、農作業安全に関する幾つかのセミナーやキャンペーンが開催された。COBO 社のブースに展示された Smart Sentinel は、Sentinel（農機安全運転支援装置）の後継機であり（図 11）、両者の仕様を表 1 に示す。本装置は機体の挙動をセンシングして、専用アルゴリズムで機体の安全性を解析するとともに、転倒事故のリスクレベルを報知する。事故リスク報知には 3 つのレベルがあり、「No risk」（安全、緑アイコン）、「Pending risk」（注意喚起、黄色アイコン）、「High risk」（早急な介入が必要、赤アイコン）と表示される（図 12）。作業ほ場サイズや「High risk」が発生した危険場所は装置（Sentinel の場合）や地図（Smart Sentinel の場合）に登録できる。Sentinel には、作業前に入力した土壌条件における事故リスクや走行速度に対する危険なハンドル操舵角速度も検知して報知する機能があるが、Smart Sentinel ではそれらの機能が削除された。



Sentinel（1号機）



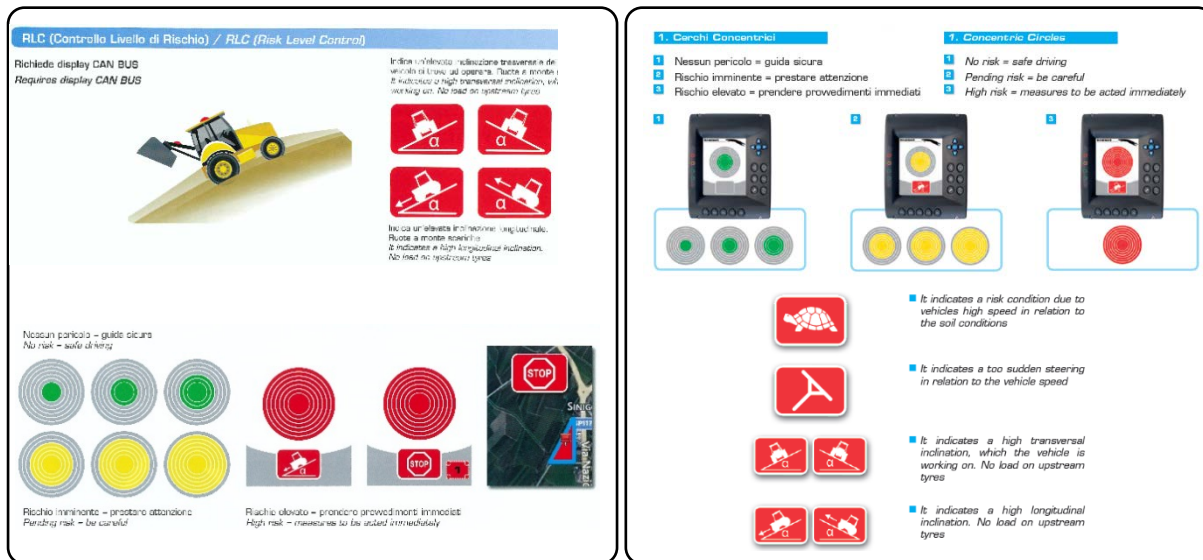
Smart Sentinel（2号機）

図 11 COBO 社の農機安全運転支援装置

表 1 COBO 社の農機安全運転支援装置の仕様

項目	Smart Sentinel	Sentinel
機体挙動測定	MultiSensor（高精度 GPS アンテナ、GPRS 通信(opt)、ブルートゥース(opt)、2 軸加速度計、ジャイロ、ラジオ送信／受信機）	MultiSensor（GPS アンテナ、角度計、ジャイロ）
作業機 ID 認識	WED による自動認識	作業機のデータベース入力
表示端末	オプション	標準、5.7 インチ
CAN BUS 対応	○	×
クラウドサービス	○	×
事故リスク報知内容	図 12	図 12
経営管理支援	図 13	×

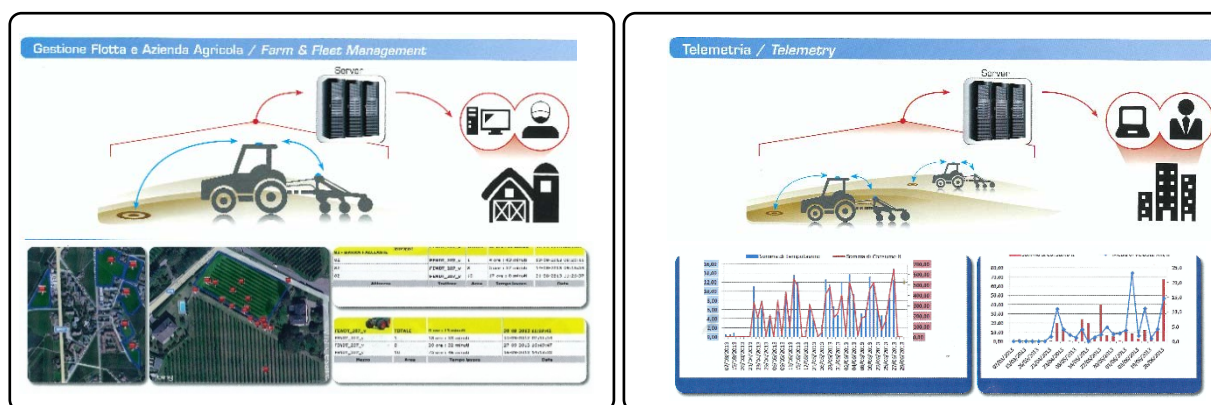
Smart Sentinel では、報知精度を向上させるため、機体姿勢角・角速度に加えて、走行方向と横方向の加速度（角度計の補正用）も検出する。また、Bluetooth やインターネット通信によるクラウドサービスを利用した、ほ場・農機・作業者の遠隔管理機能もある（図 13）。



Smart Sentinel

Sentinel

図 12 機体安定性に対するリスクレベルの報知項目



経営管理支援

農機群管理支援

図 13 Smart Sentinel によるクラウドサービス提供

農機の挙動測定用単体センサについては、COBO 社が AMU Geo（3 軸加速度計、ジャイロ、コンパス、ショック・振動・温度補正、CAN BUS 対応）を、ジョンディア社が Vehicle Stability Sensor (VSS、3 軸加速度計、ジャイロ、CAN BUS 対応) を開発・販売している（図 14）。



COBO 社の AMU Geo



ジョンディア社の VSS

図 14 農機の機体安定性をセンシングするセンサ

本展の主催者 FederUnacoma は、展示会二日目の 11 月 8 日からイタリア国内向け農作業安全推進キャンペーン（図 15）を数ヶ月間展開した。キャンペーンでは、

- ①行政の補助金による最新世代の農機購入、
- ②中古農機サービス規制の実施（2015 年に規制は制定されたが実施が延期されている）、
- ③市場監視によるヨーロッパの安全規則に準拠していない農機の販売防止、
- ④農機オペレータへの技術訓練）

の 4 つのスローガンを掲げ、安全意識の向上を図った。

2015 年の農作業事故件数は 37,969 件、うち死亡事故が 164 件発生したが、2010 年と比べてそれぞれ 19.4%、10.9%減少している。全国で 200 万台の農用トラクタが使われているが、平均使用年数は 30 年であり、10 年以下の機械が 11%を占めている。2018 年に 1 万 9 千台の新機が登録されたが、3 万 7 千台の中古機が販売された。中古農機の安全装置の不整備は多く、毎年約 200 人の農業労働者が亡くなっている。死亡事故原因はトラクタ転倒・転落が多く占めている。イタリア農作業における事故を防止するため、上記 4 つの対策を同時に実施する必要がある。なお、イタリア政府の農機購入用補助金は、4,500 万ユーロの公的資金を管理している INAIL（国立労働災害保険協会）のウェブサイトから申請できる。



図 15 農作業安全推進キャンペーンのポスター



図 16 農作業安全に関するセミナー

また、各大学は約 20 の技術セミナー（図 16）を開催し、農機安全性と再生可能エネルギーについてメーカーや農家、学生が議論する場を設けた。イタリアの農業生産体制においては、小・中規模の経営体が多くを占めているため、革新技術による事故リスクを削減できる安全な農機開発だけでなく、低コスト・高耐久性の機械も開発しなければ

ばならないとのこと。トゥーシャ大学、ウーディネ大学、ミラノ大学、バーリ大学は INAIL (National Institute for Insurance against Accidents at Work: 全国労災保険機構) との共同研究でトラクタ転倒・転落事故時の運転者保護システムを開発している。

(3) 農機の動向について

①トラクタ

会期中に欧州における農機関連紙の記者による4部門の選定が行われた。今回は22回目の受賞式であり、CASE IH社のMaxxum 145が「トラクターオブザイヤー2019賞」と「ベストオブデザイン賞」、SAME社のFrutteto CVTが「特別賞」、Fendt社の313 Varioが「ベストオブユーティリティ賞」を受賞した(図17)。Maxxum 145(最大出力260馬力)に8段セミパワーシフトトランスミッション「Activedrive 8」とマルチコントローラのアームレスト、ジョイスティックが搭載され、操作の容易さと高効率を兼ね備えている。また、本機が最新のフォルムと機能性を有していることも評価された。Frutteto CVT 115 Sは果樹園用トラクタ(最大出力113馬力)であり、機体幅1,369mmのコンパクトなトラクタながら機能のほとんどが電子化されている。

果樹園での作業においてはトラクタを使用することが前提となる。樹園地の狭さ、傾斜等に対応するため、圃場用のトラクタと比較して全幅が狭く、低車高で、傾斜地対応のトラクタが各メーカーからラインナップされていた(図18)。



Maxxum 145 Activedrive 8



Frutteto CVT 115 S

図17 受賞したトラクタ



Kubota 社 MS001



ARBOS 社 4110Q



BCS 社 VOLCAN L 80

図18 果樹園対応トラクタ

また、CARARO 社のハイブリッドトラクタ Ibrido (図 19) は EIMA International 2018 の「Technical Innovations 賞」と「Blue 賞」を受賞した。本トラクタの革新的なパワーシステムは、吸熱対応小型化ディーゼルエンジンと 105 馬力の電動モータの搭載により、電動モード (園芸施設内等)、エンジンモード (移動)、ハイブリッドモード (作業) の 3 つの利用モードで稼働できる。本展の最大のトラクタは CASE IH Quadtrac 540 (図 20、質量 32 トン、最大出力 605 馬力) であった。日本メーカーのトラクタ展示を図 21 に示す。

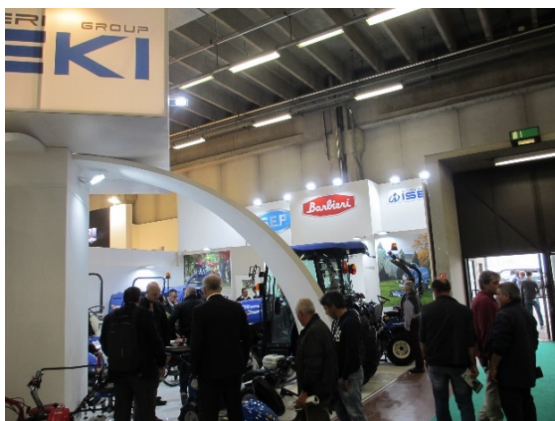
また、トラクタの運転席周辺部品も多く展示されていた。COBO 社は農機用ハンドルやステアリング・コラム等 (図 22) を展示し、ICS-16 シートにて「Technical Innovations 賞」を受賞した。このシートは ISOBUS 対応で、バーチャルターミナルから座面高さ、前後、リクライニング等 (各部は電動) を設定できるほか、オペレータ毎の設定の記録、RFID によるオペレータの識別、人体に吸収される振動レベルのリアルタイムでの確認等が可能である。



図 19 ハイブリッドトラクタ Ibrido



図 20 CASE IH Quadtrac 540



井関農機 (株) の展示



(株)クボタの展示

図 21 日本メーカーのトラクタ展示



ハンドル、スイッチ等



ICS-16 シート

図 22 COBO 社の運転席周辺部品の展示

②野菜関連機械

本展において、野菜用機械が多く展示され、その中で目を引いたのは HORTECH 社の製品であった。HORTECH 社の野菜移植機を図 23 に示す。移植能力は 1 時間で 3,500~6,000 株/条であり、マルチ栽培に使用できるタイプとできないタイプがある。図 25 に薬物野菜用残渣収集機 (Hoover Crab 170) を示す。前方の刈刃 (幅 170cm) で刈り取りながら、ほ場面の残渣を収集し、容量 3.1m³ の容器に収容する (地上 2m まで持ち上がり排出も容易)。狭いハウス内での作業を考慮し、4 輪操舵で刈取部もオフセット可能である。作業速度は 0~10km/h である。他にも電動ベビーリーフ収穫機 (出力 30kW) の展示もあった (図 24)。なお、同社の機械は、大阪にある商社を通じて購入が可能とのことである。日本での導入実績としては、畝成形機、収穫機、残渣収集機、移植機等がある。



3,500-4,500 株/時間/条

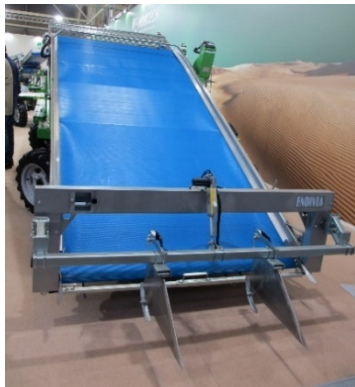


5,000-6,000 株/時間/条

図 23 HORTECH 社の野菜移植機



図 24 HORTECH 社の残渣収集機 Hoover Crab 170



ベビーリーフ収穫機
Slide Endiva 160



葉物野菜収穫機
Slide Eco 160



コーンサラダ(ノヂシャ)収穫機
Slide Eco Valeriana 170

図 25 HORTECH 社の野菜収穫機

③ドローン用防除装置

本展では、2023年までに農業が第2位のドローン利用者になるとの予測に基づき、ドローン使用が農業形態を改革して Agriculture 4.0 を実現することが説明された。ドローンが正確で迅速かつタイムリーな情報収集を可能にしたことにより、雑草マッピングや果実の熟度評価などに利用されている。AERMATICA3D 社などがドローン防除システムを展示していた(図 26)。Technical Innovation 賞を受賞した同社のドローン用自動可変散布モジュール D KIT (図 27) は、様々なドローンでも搭載可能なモジュールで、液体、粉体、粒状、カプセルなど様々な薬剤に対応し、完全自律飛行での可変散布ができる。タブレット等のアプリから設定が可能で、急傾斜ほ場でも地形に合わせて、地面から一定の距離を保って散布が可能である。急傾斜のブドウ園(段々畑)1haの防除作業の所要時間は1時間であり、受粉作業にも利用可能で2haを10分間で作業できる。



図 26 AERMATICA3D 社の展示コーナー



図 27 ドローン用可変散布モジュール D KIT

④その他の農機

他にもラジコン・ロボット草刈機/芝刈機は多数の出品があり注目を集めていた。さらに、大型のトマト収穫機やナッツ類拾上収穫機、果樹園用大型防除機、大型の灌漑設備など、日本では見られない機械も多数展示されていた。

2) ボローニャ大学での打ち合わせ及び意見交換

EIMA 2018 展参加の後にボローニャ大学・農学部の Valda Rondelli 教授の農業機械化研究室（図 28）を訪問して、農作業安全研究の動向等を調査した。ロンデリ教授による大学概要や研究内容の紹介後、意見交換と付属の OECD Testing Station を見学した（図 29）。



図 28 OECD Testing Station



図 29 ロンデリ教授のプレゼンテーション

(1) ボローニャ大学の概要

ボローニャ大学（略号：UNIBO）は、1088 年に創設された世界最古の総合大学である。現在、5つのキャンパスにおいて、4分野（科学技術・医学・人文学・社会学）11学部で教育と研究等を行っている。所属している学生は 87,418 人であり、留学生の割合は約 7% である（2017 年）。また、ボローニャ大学は国内外の 1,065 大学・研究機関等との共同教育・研究・交流を行っている。

(2) 農業機械化研究室の研究内容

本研究室には、ロンデリ教授をはじめ、研究員 2 名、技師 3 名、事務 1 名が所属している。農業工学の分野で「農機と食料に関する機械生産技術とバイオマスエネルギー」、「人間工学と安全」のテーマを研究している。農機安全研究に関しては、主にトラクタの安全キャブ・フレーム強度に関するシミュレーションや試験方法、トラクタの側方安定性と市販の安全運転支援装置の評価方法等の研究開発に取り組んでいる（図 30）。また、防除技術に関しては、除草剤対応トラクタのエアコンフィルターやリンゴ・梨園用電動フェロモントラップ、エアアシスト防除装置の性能評価方法も開発している（図 31）。



安全キャブ強度のシミュレーション結果

狭輪距トラクタ向けのテストコード開発

リバース・エンジニアリングによる市販の安全運転支援装置の評価

図 30 農用トラクタの安全性に関する研究



図 31 防除技術に関する研究

(3) 農作業安全研究に関する意見交換

研究室では機械のパッシブ安全装置（安全フレーム・キャブ）に加えて、農機による作業中の危険性を緩和するアクティブな安全支援装置の研究開発にも取り組んでいた。COBO 社の安全運転支援装置「Smart Sentinel」を熟練作業者が運転する 5 台のトラクタ（作業機装着状態）に取り付けて実験した時には、事故リスクの誤報知が多く発生し、運転者が装置を使用しない、もしくは報知を無視する可能性が高いことがわかった。報知精度を向上させるためには、機械挙動に対する転倒事故リスクを判定するアルゴリズムの改良が必要だが、トラクタは異なる環境条件の下で稼働しているため、最適なアルゴリズムを見出すことが難しいとのことであった。実験データによると、作業時と移動時における各々の事故リスクを区別できるアルゴリズムが必要であった。さらに人間工学の観点からは、従業員は農作業が危険業種であることを意識してもらい、自ら安全対策に取り組むことも必要とのことであった。

ROPS の強度に関する研究については、今後、ROPS の強度試験（ボローニャ大学は OECD テストの実施機関）にシミュレーションを導入するためには専門的技術を持った人材の確保や育成が必要になるが、現時点では人的資源の問題で対応が難しく、外部の協力が必要と考えているとのことであった。イタリアの大手メーカーは自社で強度試験のシミュレーションを行っている。メーカーには過去のモデルについての実機試験データの蓄積もあり、適切な解析を行うことができる。しかし、コスト削減のために強度試験をパスできる必要最低限の設計をする傾向があり、それによって不合格となる事例も増えているとのことであった。

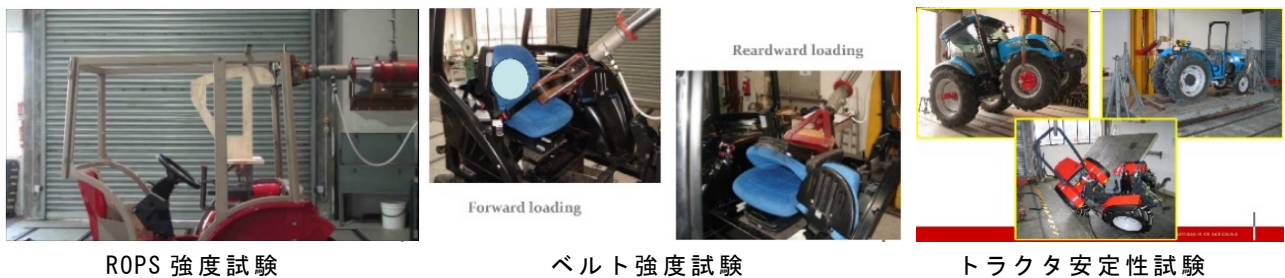
一方、日本からは、安全性検査においてより安全な機械を選ぶため段階評価システムを取り入れたことを紹介した。

2017 年の SIMA ショーと同時に開催された会議 1st AXEMA-EurAgEng Conference で発表された資料「A comparison between virtual and actual ROPS testing on agricultural tractor」について詳細な説明を求めたところ、ボローニャ大学が OECD コード 7 により行った強度試験の結果、不適合であった ROPS（キャブ、BCS 社製）について、解析を専門とする EnginSoft 社がメーカーを支援し、シミュレーション結果を基に強度、コスト面で最適化された改良を行った結果、再試験では適合となった、という内容であった。この研究は、実機試験とシミュレーション結果の比較、認証試験に先立っての強度とコスト面での設計の最適化のために行われていたものとのこと。強度試験のモデル化では、EnginSoft 社が実際の試験データから得た情報（どういう設計なのか、ど

ここに負荷をかけるのか、なぜ不合格だったのか) を基に適切なシミュレーションモデルを構築、構造における問題点を確認した後、メーカーがシミュレーション結果を基にキャブを補強する、という流れとのこと。補強されたキャブについては、ボローニャ大学で行われた2回目の強度試験において、問題なく OECD コード7に適合したとのこと。また、強度上の必要な箇所のみ補強を行うことができたため、メーカーはコストを抑えることができた。ただし、シミュレーションのコストは実機試験の10倍程度かかるとのこと。シミュレーションにおいて重要な点に防振ゴムと溶接があり、防振ゴムは強度試験の吸収エネルギーに寄与する部分が大いなので、挙動について考慮すべきとのことである。溶接については、ボローニャ大学の研究では変形は考慮しているが破断までは考慮していないとのこと、実機試験であれば溶接の品質の確かさを確認することができるが、シミュレーションでは確認することができない点が問題であるとのこと。また、シミュレーションの難しい所としては、ある ROPS について解析モデルを作っても、設計が大きく異なる ROPS についてはそのまま適用ができないため、新たにモデルを作らなければいけないことが挙げられた。

(4) OECD Testing Station の見学

ボローニャ大学はイタリア国内の指定 OECD テスト実施機関の1つであり、主に ROPS・FOPS やシートベルトの強度テスト(コード3、4、6、7、8、9、10)、などを実施している(図32)。さらに農機メーカーの依頼で農機のブレーキ性能や騒音、耐久性を評価するテストも実施している(図33)。また、Testing Station の施設見学を行った。主な施設の概要を図34~36に示す。



ROPS 強度試験

ベルト強度試験

トラクタ安定性試験

図 32 OECD テスト実施



制動性能試験

騒音測定

防除技術に関する研究

図 33 農機メーカーの依頼による試験



図 34 安全キャブ・フレーム強度試験装置



図 35 重心高さ・慣性モーメント測定装置



図 36 テストコース

3) CREA-IT での打ち合わせ、情報交換

CREA-IT では、Dr. Paolo Menesatti から業務や研究についての紹介（図 37）を受けた後、農機関連の情報交換を行った。その後、エンジンオイルの試験装置やバイオマス関連の施設の見学を行った。今回の訪問先はローマ近郊の Monterotondo にあるセンターで、ここでは農業機械について、EC 指令（機械指令）2006/42/EC の安全要件への適合性の検証も行っているとのこと。また、国内に合計 6 つのセンターがあるとのことで、Treviglio のセンターではトラクターの性能試験、農機の快適性に関する研究も行っているとのことであった。

イタリアでは移民が現状労働力は不足していないため、農機のロボット化の研究には特に力を入れておらず、プレシジョンファーミングを推進しているとのことであった。



図 37 CREA-IT の業務や研究についての紹介

5. 収集資料等

- ・海外農業機械メーカーカタログ等
- ・ボローニャ大学のプレゼン資料

21. EIMA International での情報収集

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 主任研究員 山田祐一

1. 目的

イタリア、ボローニャで開催された EIMA International に参加し、農業機械用通信に関する国際規格である ISO 11783、ISOBUS に関連した技術についての調査を行う。

2. 日程

平成 30 年(2018 年)11 月 6 日(月)～11 日(土) (6 日間)

日数	日付	行程・訪問先
1	11/6(月)	移動 (東京→ボローニャ)
2-4	11/7(火) ～9(木)	EIMA 参加
5	11/10(金)	移動 (ボローニャ→)
6	11/11(土)	移動 (→東京)

3. 結果の概要

1) 新しい ISOBUS 機能である TIM (Tractor Implement Management)

トラクタの外部からトラクタのステアリングや速度、3点ヒッチや PTO を制御することを可能とする TIM 機能の紹介があった。国際的な農業機械の展示会で TIM が紹介されるのは、今回が初めてである。これまでは、トラブルが起きると大きな事故に繋がりがねない走行速度や3点ヒッチ、PTO などのトラクタ機能が他社製機器に解放されることはなかったが、ISOBUS 認証で予め確認ができた機器に対し、それらの機能が解放されることになった。図1は TIM に対応した SAME 社のブドウ園用トラクタで、後部に接続されたカルチベータ(図2、図3)からのリクエストに応じて、必要最低限の油圧を発生させることができるため、燃費の向上が期待できる。また作業機側も、油圧制御系のハードウェアを必要としないため、低コスト化・メンテナンス性を向上させることができる。TIM を使用したコンセプトの発表によれば、フェント社のトラクタとジョンディア社のナビゲーションシステムを組み合わせることで自動操舵システムを組み上げることが可能となる(図3、図4)。両者はライバル会社と見なされているが、ISOBUS-TIM を通じて相互接続が可能となった。これは、将来的に農業機械業界のマイルストーンと見なされるような画期的な発表だと感じた。なお、ISOBUS-TIM は、まだ正式な機能として発表されておらず、その時期は 2019 年 12 月頃となるそうである。



図 1 TIM に対応した SAME 社のブドウ畑用トラクタ



図 2 ブドウ畑用カルチベータのシリンダを駆動させるための油圧システムを TIM で制御する。必要最低限の油圧を発生させるので、燃費向上が期待できる。



図 3 トラクタとカルチベータは ISOBUS コネクタと油圧ホース類で接続される



図 4 TIM はライバル会社同士の機器を接続可能とする。トラクタはフェント社、ナビゲーションシステムはジョンディア社

2) その他の ISOBUS 機器

画期的な TIM の紹介があったものの、その他の ISOBUS 機器について積極的にアピールしているメーカは少なかった。そのような中、欧州メーカに多数の部品を供給しているイタリアの COBO 社は、多機能電動椅子の制御インターフェースとして ISOBUS-UT を採用して注目を集めていた (図 5)。また COBO 社は ISOBUS 作業機械用コントローラを供給しており、そのコントローラを使用したパワーハローが展示されていた (図 6、図 7、図 8)。

3) その他機器

TIM が搭載された SAME 製トラクタのラインナップには後輪操舵が可能なものもあった

(図9)。エンジン出力は 115PS であるが、後車軸に等速ジョイントが組み込まれていた(図10)。ブドウ園用ではあるが、日本の中山間地域で活用可能かもしれない。

EIMA では多数のリモコン草刈機の出展があった(図11)。そのほとんどはエンジンで油圧を発生させ、その油圧により、操舵、走行、草刈りを行うものであった。これらは国内河川堤防の除草に向いているように感じた。そのため、水田法面で使用するには少々大きすぎると思われた。



図5 ISOBUS 汎用端末から制御できる COBO 社の電動椅子



図6 COBO 社のコントローラを使用したパワーハロー

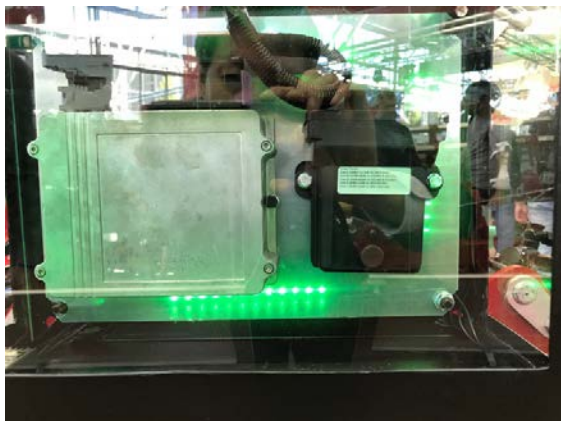


図7 COBO 社のコントローラ (左側)



図8 独自コントローラでも ISOBUS 端末でも使用できる



図9 100PS 超えでも後輪操舵可能なトラクタ 全長 3.8m、車幅 1.6m、車重は 3.6t



図10 後車軸に組み込まれた等速ジョイント

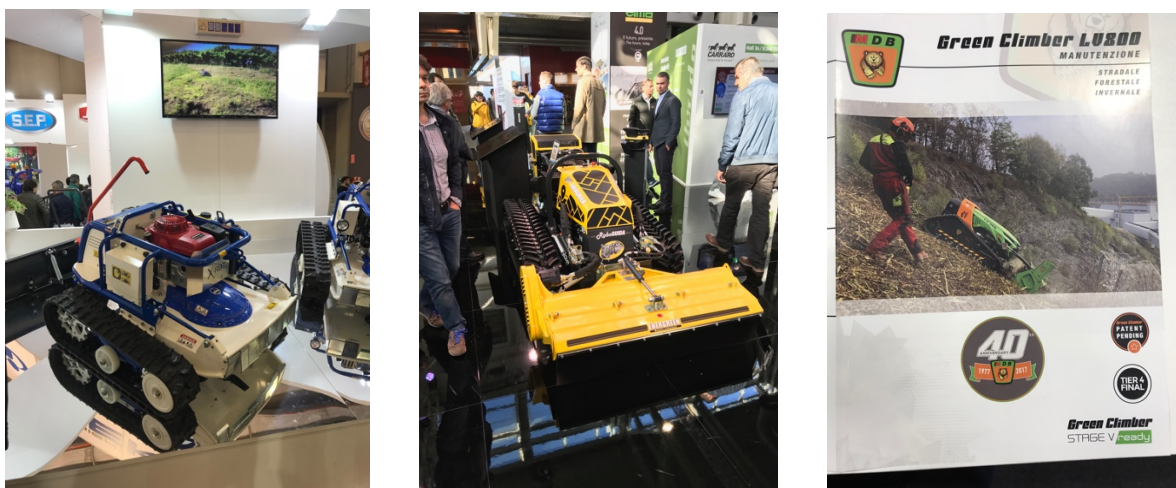


図 11 リモコン除草機の展示、ほとんどが油圧駆動

4. おわりに

EIMA International に参加し、農業機械用通信に関する国際規格である ISO 11783、ISOBUS に関連した技術についての調査を行った。主なトピックとして新たな ISOBUS 機能である TIM が紹介されていた。TIM については、作業機械への適切なパワー供給、センサと組み合わせた作業アシストへの応用など、国内農業でも有用な機能であると思われる。また、農業機械のロボット化にも活用可能である。引き続き、最新動向の把握に努めていきたい。

22. ANTAM 年次会合参加及びガジャマダ大学見学

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

次世代コア技術研究領域 生産システムユニット 主任研究員 ○嶋津光辰

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) は、2013年にUN-ESCAP傘下のCSAM (Centre for Sustainable Agricultural Mechanization、持続的農業機械化センター) が立ち上げた、アジア太平洋地域における農業機械の試験規格の共通化を目指したネットワークである。OECDトラクタコードはヨーロッパが中心となって作成されトラクタ及びそのROPSを対象とするコードであるのに対し、ANTAMテストコードは、アジアで使用される歩行型トラクタ、田植機、背負式スプレーヤーを対象としている。革新工学センターは2016年から日本の技術的拠点(フォーカルポイント)としてANTAMに参加しており、今回、2018年度の年次会合(インドネシアにて開催)に出席する。また、インドネシアの国立大学であるガジャマダ大学を訪問し、見学等を行う。



図1 調査地(出典: Wikipedia「ジョグジャカルタ特別州」)

2. 日程

平成30年(2018年)11月26日(月)～12月1日(土)(6日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	11/26(月)	羽田→ジャカルタ→ジョグジャカルタ	移動
2	11/27(火)	ジョグジャカルタ市内(ガジャマダ大学及び近隣水稻ほ場)	見学、意見交換
3-4	11/28(水) ～29(木)	ジョグジャカルタ市内(グランドケイシャホテル)	会議参加
5	11/30(金)	ジョグジャカルタ→ジャカルタ(→機内泊)	移動
6	12/1(土)	→羽田	移動

3. 主な訪問先と対応者

訪問日	訪問先等	対応者
11/27(火)	ガジヤマダ大学	ガジヤマダ大学准教授 Dr. Nursigit Bintoro (シギット)
11/28(水) ～29(木)	ANTAM 会議に同席	インドネシア農業省派遣 JICA 専門家 鶴崎一郎

4. 調査等の概要

1) ANTAM 年次会合への参加

11月28日から29日にかけて、ANTAM年次会合に参加した(図2)。会合では、3月～6月に行われたANTAMテクニカルワーキンググループ(以下、TWG)にて修正等がなされた、歩行型トラクタ、田植機、背負式スプレーヤの試験コード案が示され、内容の確認及び採択が行われた。3機種ともTWGにおいて当方が主張した内容が概ねコード案に反映されていたことを確認し、当方も採択に賛成した。その後、グループディスカッションにおいて、各国の現況や問題、対策案について意見交換を行った。



図2 ANTAM年次会合風景

2) CSAM 事務局および OECD トラクタコード事務局との打合せ等

ANTAM年次会合に先立ち、CSAM事務局の李局長や担当者と面談し、日本政府からANTAMへの拠出が平成30年度をもって終了となることに理解を求めた。局長からは、これまでの日本の協力を多とする旨、及びANTAMテストコードを「実際に使える」ものとしていくことが重要であり、今後も日本の協力を期待する旨の発言があった。

また、ANTAM年次会合に出席していたOECDトラクタコード事務局関係者と面談し、翌年2月のOECDトラクタコード年次会合に向けて、検討すべき事項等について打合せを行った。

インドネシア農業省にJICA専門家として派遣されている鶴崎氏が、ANTAM年次会合にインドネシア側として出席していた。鶴崎氏からは、インドネシアの農業機械化の状況等を聞き取るとともに、関連情報の交換を行った。

3) ガジャマダ大学の見学および近隣ほ場の視察

11月27日、ガジャマダ大学を訪問し、同大学のシギット准教授の研究紹介を受けた(図3)。シギット氏の研究テーマはサイロや穀粒貯蔵であり、熱帯地域における穀類、野菜等の貯蔵、加工に関する施設や装置を見学した。また、現地で普及している主要農機(田植機、トラクタ、コンバイン等)を見学した。

その後、近隣地域の農地等を視察した。収穫後の水稲ほ場が多く、中には手で刈った跡と機械で刈った跡が同じほ場内に混在しているほ場もみられ、現地の稲生産の機械化がまさに途中であることがうかがわれた。農道はあまり整備されておらず、ほ場区画的にコンバイン等の機械が入るのは困難なほ場もあり、機械化に向けては農道やほ場区画の整備が課題の一つであるとうかがわれた。



図3 ガジャマダ大学構内



現地の稲



機械収穫と手刈りが混在した水田

図4 近隣水稲ほ場風景

23. ワシントン州の果樹生産における省力・機械化に関する調査

戦略統括監付 戦略推進室 主任研究員 大西正洋

1. 目的

公益財団法人 中央果実協会では、同協会の調査研究事業「海外の果樹生産技術の最新動向に関する調査」において、米国の果樹生産動向、生産・流通技術、省力・機械化の現状等の調査を行っている。この調査研究事業の一環として、ワシントン州の果樹生産における省力・機械化等に関する現地調査を行う。

2. 日程

平成 30 年(2018 年)12 月 2 日(日)～9 日(日) (8 日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	12/2(日)	大宮→成田→シアトル→ヤキマ	移動
2-4	12/3(月) ～5(水)	ヤキマ	ワシントン州果樹協会年次大会・果樹 EXPO 参加
5	12/6(木)	ヤキマ→プロッサー→ヤキマ	ワシントン州立大学 精密・自動化農業システムセンター訪問
6	12/7(金)	ヤキマ→ナчес→ヤキマ	アランプラザーズ 選果場・現地ほ場見学
7-8	12/8(土) ～9(日)	ヤキマ→シアトル→成田→大宮	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
12/3～5	ヤキマコンベンションセンター、サンドーム	WSTFA Office	10 North 8th Street Yakima, WA 98901、1301 S Fair Ave, Yakima, WA 98901
12/6	ワシントン州立大学 精密・自動化農業システムセンター	Dr. Lav KHOT Santoshi Bhusal	24106 N Bunn Rd, Prosser, WA 99350
12/7	アランプラザーズ	Dave Allan	31 Allan Rd, Naches, WA 98937

4. 調査結果の概要

1) ワシントン州果樹協会年次大会

ワシントン州果樹協会年次大会は、果樹生産者、選果・出荷業者、普及員、研究者等の関係者が集まり、果樹栽培の主要課題や最新トレンドについて議論する会議である。2018年の年次大会での主要なトピックスは、病虫害、生理障害、樹勢管理、新品種であり、機械化・省力化技術として機械剪定による壁面樹形への移行技術等の報告もあった。また、年次大会では、スペイン語のセッションや、若手研究者や学生によって研究内容を発表する研究ニュース速報のセッションも設けられており、生食用リンゴ向けの振動収穫機やオウトウの静電溶液受粉に関する研究発表があった。



図1 年次大会会場



図2 会場内の様子

2) 果樹 EXPO

果樹 EXPO は、ワシントン州果樹協会年次大会と同時開催された展示会であり、果樹栽培用機械、農具、選果装置、農薬、農業資材、苗木、花粉、センサ、情報サービスなどの215の企業・団体から出展があった。果樹栽培用機械としては、トラクタ、スプレーヤ、収穫補助作業台車、せん定機、摘花機、受粉機、草刈機、中耕機などが出展されていた。

トラクタは樹園地内を走行するために、中小型のトラクタが多く、小型トラクタでもキャビン付きとキャビンなしのトラクタがあり、キャビン付きでも、樹園地内を走行しやすいように車高の低いタイプもあった。



図3 会場内の様子



図4 キャビン付きトラクタ

スプレーヤは、日本で一般的に使用されているような自走式のスピードスプレーヤは見られず、トラクタ牽引式ばかりであった。ノズルの配置も、円筒形の機体周囲についてい

るスプレーヤは少なく、4m程度の高さまで上下方向にノズルを配置したスプレーヤが多く見られた。また、樹列幅、目標散布量を入力し、車速から散布量を自動で制御することができるコントローラも市販されており、ほとんどのスプレーヤ、トラクタに後付け可能であった。ワシントン州では散布量を制御することが一般的になっているとのことであった。



図5 牽引式のスプレーヤ



図6 高所作業台車

自走する走行部、複数の作業者が異なる高さで作業できる作業台、ビン積載部を備えている高所作業台車が複数出展されていた。一部の型式は収穫した果実を作業者の手元からビンに搬送する機構も備えていた。作業員が吸引チューブの先端に収穫した果実を入れると、チューブを通して果実が自動的にビンまで移送され、回転式のビンフィラーと緩衝材で果実をビンに収納する機構であり、現在、プロトタイプ機での試験が実施されているとのことであった。

ワシントン州のアウトウ栽培においては、一部の生産者がトラクタマウント式のせん定機を用いて機械せん定を行う事もあるとのこと、せん定機も展示されていた。せん定機は切断刃を複数備えて、それぞれの角度を油圧で変えることができるようになっており、樹列の側面と天面、下面を同時にせん定することができるようになっていた。



図7 せん定機

さらに、複数のコードを持つロッドを高速回転させて、花をはじき飛ばす方式の手持ち式摘花機や、多目的ビークルやヘリコプターに積載して受粉作業を行うための受粉機も出展されていた。受粉機は、電動モーターでオーガを回転させて花粉タンクから花粉を定量供給し、エンジンブローで散布する機構であった。ドローンによる散布作業は現在試験中とのことであった。

花粉生産者も出展しており、リンゴ、ナシ、アウトウ、スモモ等の花粉を取り扱っている。アメリカで同じような花粉生産者が5社（ワシントン州で3社、カリフォルニア州で1社、両方の州にまたがっているのが1社）あり、日本と同じように、手作業で花を摘み取って、機械で葯を分離しており、非常に多くの労働力が必要であるとのことであった。



図8 手持ち式摘花機



図9 受粉機

3) ワシントン州立大学 精密・自動化農業システムセンター

精密自動化農業システムセンターにおいて、試験ほ場、開発機械の見学を行うとともに、日本の果樹栽培機械化の現状を紹介し、果樹栽培の機械化について討議を行った。革新工学センターの開発機については、ドリフト低減SSの普及状況はどうなっているか、3枚刃摘果ハサミ、腕上げ作業補助器具は非常に興味深い、との意見があった。また、日本における完全自律農業機械の動向や、スピードスプレーヤを用いないで園地内配管を利用した防除の可能性について情報交換を行った。試験ほ場では機械化に適した壁面樹形の栽培が行われており、研究中の防除兼用灌漑設備も設置されていた。ワシントン州立大学では、果樹栽培用の機械関連研究として、リンゴのロボットハンド収穫、振動収穫、自律走行式ビン運搬車、設置式の薬剤散布装置、ドローンによる樹体センシング、せん定の自動化、オウトウの静電受粉、ラズベリーの結束機等の果樹栽培用機械の研究が実施されていた。

(1) リンゴのロボットハンド収穫

同センターでは、収穫適期の生食用リンゴを自動で選択収穫することを目的に、マニピュレータ型のリンゴ収穫ロボットの研究を行っている。試作ロボットは、検出部、マニピュレータ、エンドエフェクタから構成されており、3本の爪で果実を把持して、ひねって引っ張ることで果実を収穫する。枝から切り離された果実をコンテナ等に収穫するために、エンドエフェクタの直下に果実を受ける構造を設けることも検討されている。試験では1果実当たり約6秒で収穫可能であった。

(2) 生食用リンゴの振動収穫

高能率に自動で生食用リンゴ収穫ができるロボットを開発することを目的に、振動型のリンゴ収穫ロボットも研究されている。枝を振動させるアームと複数段のトレイを有する構造で、揺すって落としたリンゴを地面から拾い上げるのではなく、果実の直近のトレイで受け止めることで果実にかかる衝撃を小さくし、損傷を防ぐものとなっている。振動での収穫の可否は品種によってことなるが、ふじ、ジャズ、ピンクレディーで試験を行ったところ、約9割の果実が収穫できた。最も早かったものでは1秒当たり8果の収穫が可能であり、手収穫の16倍以上の能率が得られる可能性がある。現時点では、振動させるアームを枝にセットする作業を人が行う必要があるが、将来は自動で枝を認識して把持する機構も検討している。



図10 リンゴ収穫ロボット



図11 リンゴ振動収穫機

(3) 自律走行式ビン運搬車

空のビン（果実収穫コンテナ）を果樹園内に置いて、果実でいっぱいになったビンを集めることができるビン管理システムを開発することを目的に、自律走行式ビン運搬車の研究を行っている。試作した自律走行式ビン運搬車は、樹列間でビン同士がすれ違うことができない狭い果樹園を走行するため、四輪独立操舵システムと、ビンを持ち上げて地上に置かれたビンをまたいで通過することができる機能を備えている。RTK-GPS と Lidar による自律走行制御の検討が行われており、走行経路の RMSE（Root Mean Squared Error）は GPS ナビゲーションシステムで 0.4m/s での走行時に誤差 0.05m 未満、Lidar ナビゲーションシステムで 1.0m/s での走行時に誤差 0.07m であった。



図 12 自律走行式ビン運搬車

(4) 設置式の薬剤散布装置

設置式の薬剤散布装置は、果樹園の防除作業の省力化を目的として、灌水チューブにマイクロスプレーヤを付加した設置式の防除システムである。配管内へ充填、散布、回収、洗浄の 4 つの作業を繰り返して防除を行う。現状では、設備に係る費用がスピードスプレーヤに比べて割高となっているが、灌漑や、日焼け果防止のための水散布もできるので、メリットはある。マイクロスプレーヤの構造や配置、防除効果等の研究を行っている。

(5) ドローンによる樹体センシング

ブドウ園における効率的な灌がい用水の使用を目的として、地表面下の灌がい装置で、用水量を減らした灌がいを行い、ドローンによって作物の生育状況を測定する取り組みを行っている。ドローンにはマルチスペクトルカメラ、熱赤外カメラ、Lidar といったセンサを搭載し、樹勢や樹冠温度を測定している。

(6) せん定の自動化

せん定作業の自動化のために、枝の形状識別技術とせん定か所を特定するアルゴリズムの研究を行っている。リンゴ栽培において、よりアクセスしやすく生産性の高い 2D 樹形の採用により、せん定作業を自動化できる可能性が生まれたとのことである。枝の形状識別には ToF カメラ（光の飛行時間により 3 次元情報を計測できるカメラ）を用いて、リンゴの木の 3D 骨格情報を構築する取り組みがなされている。

(7) オウトウの静電受粉

効果的な機械受粉システムを開発することを目的に、溶液に混ぜた花粉を市販されている静電スプレーヤで散布する人工授粉方法の研究を行っている。花はわずかに負電荷を帯びているため、静電スプレーヤで正電荷を付加して、クーロン力で雌しべへの花粉付着率を向上させ、花粉使用量を削減する。また、着果量と収量を増加させるために、

最適な花粉量や散布時期の検討、溶液内での花粉生存時間を延長する技術開発に取り組んでいる。

(8) ラズベリーの結束機

ラズベリーの若い茎を結束する作業を自動化することを目的に、自動結束機構の開発を行っている。メカニカルアームを使って、接着テープを茎の束の周りを回して結束する機構で、試験による結束成功率は94%であった。また、マシンビジョンによる茎の検出と位置認識技術の開発や、結束テープの耐久性評価も行っている。



図 13 静電スプレーヤ



図 14 ラズベリーの結束機

4) アランブラザーズ（ワシントン州内の生産・選果・出荷企業）

アランブラザーズにおいて、選果・出荷施設および栽培ほ場の見学を行った。果樹栽培の経営面積は、リンゴ、オウトウを中心に約1,600haとのことであった。

リンゴの選果施設では日本と異なり、水で洗って、水に浮かばせて搬送していた。ビン（収穫用コンテナ）に入れられて運ばれたリンゴを自動で水槽の中に下ろし、水流で選果レーンに運ばれ、選果される。360°の色画像と近赤外面像から大きさ、色、傷の程度を評価し、ジュース原料用、カットフルーツ用、生食袋詰め売り用、生食バラ売り用に自動で仕分けしているが、糖度はみていないとのことであった。生食用はワックス処理、ラベル貼付けが自動で行われ、作業員によるチェックとトレイに並べる作業を経て箱詰めされる。箱詰めされた果実はパレットの上に積み重ねられた状態で倉庫に一時保管され、順次大型トラックで出荷されていた。



図 15 選果施設の外観



図 16 ビンに收容されたリンゴ



図 17 果実品質計測装置



図 18 箱詰め作業の様子



図 19 出荷前の保管状況



図 20 出荷前の抜き取り検査

リンゴおよびアウトウの生産は場は高密植の壁面樹形への移行が進んでいたが、収穫、せん定、誘引、摘果等の作業は経営面積が大きくても手作業で行わざるを得ないとのことであった。収穫ロボットが必要かどうかや導入が検討できる価格は、能率と傷のつき具合によるとの意見であった。



図 21 リンゴの壁面樹形



図 22 壁面樹形でのせん定作業

5. 収集資料等

- ・海外農業機械メーカーカタログ等

24. アワヨトウの日中共同研究の成績検討

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

現在アワヨトウに関する日中共同研究を実施しており、河南省農業科学院において2018年度の成績検討を行う。

2. 日程

平成31年(2019年)1月24日(木)～26日(土)(3日間)

日数	日付	行程・訪問先	交通	摘要
1	1/24(木)	つくば市 → 鄭州市	飛行機 電車	出国 鄭州市泊
2	1/25(金)	農業科学院		研究打ち合わせ 鄭州市泊
3	1/26(土)	鄭州市 → つくば市	電車 飛行機	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	植物保護研究所 封洪強教授	中国河南省鄭州市

4. 出張の概要

日本側から2名、中国側は4名が参加し、アワヨトウの2018年度の成績検討を行った。日本側からは流跡線解析による飛来源推定の結果を報告した。中国側からは虫の翅の同位体解析の現状が報告された。また河南省での本種の長期発生モニタリングによる、発生パターンの変動解析が紹介された。最後に次年度の研究計画を検討した。

25. 米国における露地野菜生産の先進的技術調査

戦略統括監付 戦略推進室 主任研究員 千葉大基
 高度作業支援システム研究領域 研究員 ○内藤裕貴

1. 目的

露地野菜を対象に、進展が速いアメリカのアグリテック (AgriTech: 農業(Agriculture)とテクノロジー(Technology)を組み合わせた造語)について調査研究を行う。具体的には、新聞などで取り上げられる露地イチゴ収穫ロボット等のベンチャー企業、大学での研究調査を実施する。基盤技術の次を考えるという視点で、今後の露地野菜生産の機械化の研究開発に資する調査を行う。

2. 出張者

本出張は、農林水産省技術会議事務局からの依頼を受けたものであり、以下の7名により実施した。中野明正・横田真一郎 (農林水産省)、山本聡史 (秋田県立大学)、内藤裕貴・千葉大基 (革新工学センター)、佐々木英和・高橋 徳 (野花部門)

3. 日程

平成 31 年 (2019 年) 2 月 10 日 (日) ~ 17 日 (日) (8 日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	2/10(日)	成田→ロサンゼルス	移動
2	2/11(月)	オクスナード地区	イチゴ収穫ロボット調査
3	2/12(火)	トゥーレアリ市	農業機械展示会調査 (World Ag Expo)
4	2/13(水)	サリナス地区	スタートアップ支援事業調査
5	2/14(木)	シリコンバレー地区	スタートアップ企業調査
6	2/15(金)	デービス市	先端技術開発調査 (カリフォルニア大学デービス校)
7	2/16(土)	サンフランシスコ→	移動
8	2/17(日)	→成田	移動

4. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
2/11	<ul style="list-style-type: none"> ・ AGROBOT ・ Driscoll's, Inc. ・ Andrew & Williamson Fresh Produce 	Juan Bravo 氏 Michael Christensen 氏 Matt Conroy 氏	Arts Ranch 3391 E Hueneme Rd, Oxnard, CA 93022

2/12	World Ag Expo 展示ブース <ul style="list-style-type: none"> • Ag Mechtronix • GUSS • AgPro Robotics, Inc. • TracMap, Ltd. • PlantTape, Inc. 		4500S. Laspina St, Tulare, CA 93274
2/13	<ul style="list-style-type: none"> • Western Growers CIT • THRIVE program (SVG Partners) 	Dennis Donohue 氏ほか John Hartnett 氏ほか	150 Main St #130, Salinas, CA 93901
2/14	<ul style="list-style-type: none"> • Yamaha Motor Ventures & Laboratory Silicon Valley, Inc. • Mission Barns 	Mikiko Clanton 氏 Thomas Bowman 氏ほか	422 Portage Avenue, Palo Alto CA 94306 2000 Folsom Street, San Francisco CA 94110
2/15	<ul style="list-style-type: none"> • UC DAVIS 校 • The VINE Institute 	Shrini Updhyaya 教授 Amrith Gunasekara 氏 John Selep 氏	3042 Bainer Hall, Davis, CA 95616

5. 調査結果の概要

1) AGROBOT (イチゴ収穫ロボット)

AGROBOT 社及び Driscoll's 社の視察では、AGROBOT の CEO & Founder の Juan Bravo 氏と Driscoll's 社の Michael Christensen 氏が対応した。ほ場で Bravo 氏が高設栽培イチゴとロボットについて説明した後、事務所内の会議室に移動してスライドによる説明を受けた (図 1)。

AGROBOT 社は 2005 年からイチゴ収穫ロボットの開発に着手し、2018 年に最新モデル E シリーズを公表し、その動画をインターネットで閲覧できる。現在、カリフォルニアのオックスナードで実証試験を実施し、作業精度は条件が良ければ 90%、平均 60% である。ロボットアームモジュールによる一連の収穫動作は 6 秒であり、最大 24 本のロボットアームモジュールを搭載可能であるため、単純計算では最大 4 果/s の収穫能率が見込まれる。ロボットアームモジュールは、奥行き方向、高さ方向、水平回転の 3 自由度のアクチュエータであり、直交軸ではラック & ピニオン機構により移動する。水平回転のステッピングモータの軸のフランジ取付位置を 90° 変えることにより、ハンドの角度が変わり、高設栽培用と土耕栽培用の切り替えを行う。機械学習を用いアーム先端に搭載したカメラにより収穫適期果実を検出、ロボットハンドにより果柄を把持し、果実に触れないように収穫作業を行う。イチゴ収穫ロボットを日本に導入することも検討しており、ロボットアームモジュールの利用技術について共同研究契約を結び、日本でモジュール利用の共同研究を行うことについて前向きであった。

2) Driscoll's, Inc. (ベリー類生産ブランド)

AGROBOTの実験ほ場は大手ベリー類生産ブランドであるDriscoll's社(Driscoll's, Inc.)内にあり、同社の事務所にて会社概要の説明を受けた。Driscoll's社のMichael Christensen氏より、同社の概要と収穫ロボット、育種、フェノタイピング、障害果の検出などの研究支援の取り組みの紹介を受けた。Driscoll's社は1870年代のカリフォルニアでのイチゴ栽培に始まり、現在は豪州・欧州にも生産拠点をもちベリー類(イチゴ・ブルーベリー・ブラックベリー・ラズベリー)の生産・販売を行う生産法人である。北米のイチゴ栽培では、メキシコ～フロリダ～カリフォルニアにかけて産地リレーを行い周年生産し、消費者ニーズに合わせて慣行栽培(露地、マルチ、簡易的な被覆)と有機栽培を行っている。果実の大きさ、香り、病害抵抗性の観点等からの品種開発(分子育種研究)も盛んで、毎年500品種以上の官能試験を行っている。当日はAGROBOT社のJuan Bravo氏の説明の元、Driscoll's社が実施するロボット収穫に適した品種特性や、栽培方法の検討の実験などの説明を受けた。実験ほ場のビニールハウスには条間1.25m、培地高さ1.1m程度の高設栽培でイチゴが栽培されていた。ハウス妻面は鳥よけネットがかけてあるが、ロボットがハウスの外で巡回するために開放されている。栽培ベッドは樹脂ポット、樹脂コンテナ、ココピートのイチゴ栽培バッグ(Botanicoir社)を試し、イチゴ栽培バッグが最もロボットに適する(図2)。自動収穫の精度を向上させるため、果房を形成して果実同士が重なりやすい品種を避け、果柄がクラウンから枝分かれせずに伸びるような品種が望ましいとの認識であった。



図1 イチゴ収穫ロボット



図2 栽培ベッドの解説

3) Andrew & Williamson Fresh Produce (イチゴ生産法人)

Driscoll's社と同様に、AGROBOTの試験を行っているイチゴ生産法人の、Andrew Williamson Fresh Produce社を訪問しMatt Conroy氏に話を聞いた。同社は1986～88年、メキシコ(Baja)でのトマト・イチゴ栽培を起りとする生産法人。2005年にカリフォルニアの大手イチゴ生産法人Sundance Berry Farmsと合併し、イチゴの周年安定生産が可能になった。現在はカリフォルニアでのイチゴ生産とメキシコでのトマト生産を基盤に、ベリー類・キュウリ等も生産している。栽培技術では大規模にも関わらず、マルチや点滴灌水の導入など比較的細密な栽培が行われている。同社はメキシコに拠点を置くことから、メキシコ国内での生産状況や、カリフォルニア州におけるメキシコ人労働者に関する情報

が得られた。カリフォルニア州の露地イチゴほ場の作業は、メキシコ人労働者によって支えられている。労働力となるメキシコ人は、中央メキシコからバハ・カリフォルニア半島に集め、訓練、ゲスト・ワーカープログラムH-2A（季節農業労働者）ビザを取得している。カリフォルニアでは、時給 \$ 13.29 であるのに対して、メキシコでは日給 \$ 10 程度。メキシコ人労働者の男女比は50/50である。女性の方が正確に作業する、労働者は正直であることが重要との私見が作業管理者から述べられた。

4) Ag Mechtronix (レタス自動間引機)

AutoThinner はトラクタ牽引型の作業機で、最大作業速度時速 3 マイル (4.8km) で主に直播レタスを対象として間引きを行う (図 3)。1 条ごとに 1 台設置されたカメラにより作物を認識し、トラクタ前方に装着したタンクから供給される除草剤、もしくは肥料を対象株に噴霧することで間引きが行われる仕組みである。展示されていた機器では、1 ベッドあたり最大 6 条 (最低条間 4 インチ) × 3 ユニットで 18 条へ同時に噴霧処理が行われる。噴霧対象株の決定は主に株間で判断し、最大 12 インチまでの間隔で処理される。最大構成で一式 \$ 400,000 (約 4,400 万円) であるが、1 農家当たり 5 台導入するような事例もあるとのことである。



図 3 AutoThinner による作業直後の畝の様子 (黒い部分が噴霧跡)

5) GUSS (果樹園用自律走行防除ロボット)

米国農業環境工学会 (ASABE) から 2019 年の AE50 に表彰された無人スピードスプレーヤ (SS) を示す (図 4)。元々受託で 35 年間農薬散布を実施している企業であり、実証試験において生産者から高評価を受けている。GPS を補完するレーダー技術により、樹冠が大きく GPS の受信環境が悪くても作業可能である。基地局で複数のロボットスプレーヤをモニタし、遠隔操作も可能である。通信は Wi-Fi により行っているため、基地局から 0.5 マイル (800m) 以内で稼働する。まだ販売実績はないが、価格は基地局を含んで \$285,000 (約 3,100 万円) である。人間が乗車するスペースは無く、外観は未来的であ



a) ロボットの走行デモ

b) 車載の基地局

図 4 ロボット SS

る。ベース車両は四輪操舵（4WS）で小回りが利く。安全にも配慮し、バンパーの接触センサや障害物検出センサを備える。

6) AgPro Robotics, Inc. (露地イチゴ用自動追従台車)

手収穫を行う農場での作業効率向上を目的として製作された機械であり、収穫物を収納した段ボール箱やコンテナを運搬するために使われる。収穫時間の約3割を占める収穫場所とほ場端のトラックまでの移動時間を短縮するために開発された。幅数メートルに渡る大型の収穫物運搬台車が現地では普及しているものの、作業者の巧拙で移動速度に差が生じ、作業能率が低下する問題の解決を目指している。この機械は、ベリーを主要な対象としており、栽培ベッドをまたぐ形で作業者の後ろを自動で追従する。コントローラは、自動追従ボタン、停止ボタン、手動での前後進ボタンだけのシンプルな構成である（図5）。



図5 自動追従台車

7) Trac Map, Ltd. (オンライン農作業管理システム)

生産者とコントラクター（受託業者）を対象とするクラウドベースのオンラインで農作業管理を行うシステムで、専用の端末をトラクタや防除機に取り付け、作業の記録がリアルタイムでアップロードされるので、事務所で農作業の様子をモニタするとともに、作業計画や目標経路が運転手の目の前のディスプレイに示される。作業ミスが減り、オペレータの負担軽減と経営者の作業管理を容易にする。作業レポートの作成もでき、GAPにも役立つ。1台\$3,200（約30万円）であり、オプションで流量計を追加し、散布データをモニタリングし、記録できる。アメリカの他、ニュージーランドとオーストラリアでも使用され、世界中で2,000台程度普及しているが、日本では販売実績がないとのことであった。GPSとGLONASSに対応しているが単独測位なので安価な反面、精度は良くない。しかし、1km規模の広大なほ場や果樹園では十分威力を発揮できると考えられる。

8) PlantTape, Inc. (自動移植システム開発企業)

元スペインで開発された Plant Tape が、2014年にアメリカの大規模生産法人 Tanimura & Antle によって取得され、改良と商品化が試みられたものである。従来のプラグトレイ苗と比較して、定植の速さ6倍、育苗密度3倍、80%の労力削減、97%減の養土での育苗、定植を実現している（図6）。現在はレタス、ブロッコリー、カリフラワー、セルリー、タマネギ、トマト、キャベツで実用化されている。一つのセルサイズは、縦1cm×横2cm×高さ3cmで、資材としては販売しておらず、種子を持ち込み、播種済み



図6 PlantTape 移植モジュール
自動追従台車

1 トレイ 810 セル \$ 9.80 か、1,000 セル \$ 12 で販売される。培養土は、無肥料のため、育苗期間中は液肥管理が必要である。1～8 条を専用移植機により高速に移植できる。移植機はモジュール化されており、条数に応じてユニットを増減させることで、様々なほ場サイズへと対応が可能となっている。

9) Western Growers CIT (生産団体が立ち上げたアグリテック企業支援機関)

Western Growers CIT では、センター長の Dennis Donohue 氏に、同センターの概要について説明を受けた。同センターは Western Growers Association (西海岸生産者組合) がサリナスに立ち上げた、スタートアップ企業の創出と拡大を支援するセンターである。現在、58 社が所属しており、28 のスポンサーが出資している。WGCIT に所属することで、ワーキングスペースや会議室の利用、定例イベントへの参加、コーディネータの紹介を通じ WGA に所属する約 1,000 社もの生産法人や他企業との連携など、起業に必要な多くの支援を受けられる。また、後述の SVG Partners のような専門アドバイザーにより、農業技術に関する製品開発と普及のためのトレーニングや出資を受けることができる。

10) THRIVE program (アグリテック VC・アクセラレータ)

農業スタートアップ企業への投資を行う SVG Partners の Founder & CEO の John Hartnett から、同社の VC 事業の説明を受けた後、農業や食品産業における先端技術のスタートアップ企業を支援する THRIVE のシードキャンプにオブザーバーとして参加した。シードキャンプとは、創業直後の起業家が自身の事業計画についてのプレゼンを行い、事業を成長させるためのメンタリングを行うワークショップの事である。参加した THRIVE では、起業家とスタートアップ支援企業が説明していた。起業家からは植物工場 (alesca life)、レタスの除草ロボット (Tensorfield)、収量予測 (farm(x)) などについて 9 社が報告し、支援企業ではヤマハの投資に関する説明もあった。THRIVE には投資家だけでなく、技術導入に興味のある生産法人も参加しており、質疑応答では開発技術や事業計画に関する意見が積極的に交わされていた。

11) Yamaha Motor Ventures & Laboratory Silicon Valley, Inc. (新事業開発企業)

スタンフォード大学近郊の Palo Alto のレストランにてヤマハの投資部門の Mikiko Shimada Clanton 氏より AgTech スタートアップの状況と同社のコーポレートベンチャーキャピタル活動について説明を受けた。同社はヤマハ発動機(株)が 2015 年に設立したシリコンバレー拠点の新事業開発会社である。有望なスタートアップの情報収集を通じて、新事業開発のためのテーマ探索・育成、事業化促進、新たなビジネスモデル開発を行っている。農業分野ではこれまでに、キウイの自動収穫機を開発する Robotics Plus (ニュージーランド) やリンゴ収穫ロボットの Abundant Robotics 社に出資し、コーポレートベンチャーリング活動による新事業創出を進めている。Robotics Plus 社は、ニュージーランド政府の研究機関・大学等のサポートを受け、Yamaha 社の出資以前からレベルの高い製品・プロトタイプを開発していた。Yamaha 社は米国内で既に製造から流通までの実績を有して

おり、同社の量産ノウハウを提供することで、スタートアップ企業が課題を持つプロトタイプから量産への事業規模拡大の部分を支援している。

12) Mission Barns（新素材食品開発企業）

同社はリョクトウから作った卵液のような商品（JUST Egg）を中心に、卵不使用のマヨネーズやグルテンフリーのドレッシングなど、アレルギーに配慮した新しい食品を販売している。訪問時は、細胞培養による培養肉の製造に関する同社の取組の説明を受けた。和牛細胞を使った培養肉の製造にも取り組んでいる。培養細胞では、飽和脂肪酸を無くし、オメガ3脂肪酸リッチにすることが可能である。説明後は、試食用キッチンブースに移動し、自ら料理の腕を振るうThomas Bowman氏らと意見交換した。ここでは細胞増殖で生成した脂肪を含む人工的なサワークリーム、クリームチーズ、ベーコン、アイスクリームを試食した。細胞培養によるタンパク質を使用したアイスクリームは、凍結する結晶の大きさを変えることでテクスチャを変えることも可能とのことであった。

13) UC Davis生物・農業工学専攻：Stavros G. Vougioukas准教授

果樹等特定の作物を対象に機械化と自動化の研究を行っている研究室である。人とロボットの協調作業や、複数台のロボットによる協調作業の実現を目指し研究を行っている。FRAIL-bots（図7）は、作業者の手元に溜まった収穫物を、畑の端にある貯留スペースまで自動で走行し、荷下ろしをしてくるロボットである。現在は、作業者がイチゴの箱詰めを行う運搬台車（ネコ車）に重量計を搭載し、箱詰めが終わるタイミングでFRAIL-botsが迎えに来るような連携システムを構築しており、現場への導入にあたっては、5台を25人で使用することを想定している。このほか、ツリーシェイカーによるリンゴの収穫で発生する傷を防止するための受け止め傘の構想、複数の作業者が乗るリンゴの収穫台車にリンゴの着果密度計測を行うカメラを組み込むことで、手の届きやすい場所へ足場の高さを調節する取り組み（図8）や、全自動化を見据え、高額となるピッキングアームの配置と台数の最適化についての研究を行っている。



図7 FRAIL-bots（第2世代）

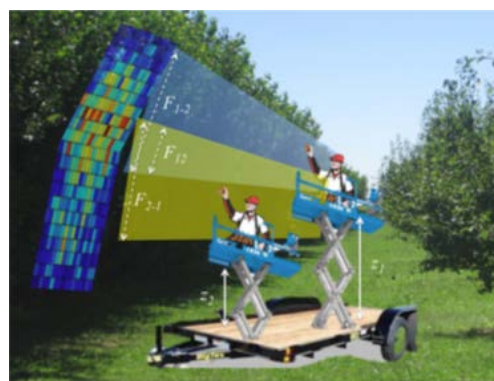


図8 リンゴの収穫補助システム

14) UC Davis 生物・農業工学専攻: Shrini Updhyaya 教授

Shrini Upadhyaya 博士は、土壌力学の権威でもあり、数多くの学術論文や書籍を執筆している。近年、アメリカ農業技術者協会から土壌力学の進歩のためのジョンドディア金賞を受賞している。今回は精密農業というテーマで、果樹の葉水分ストレスをモニタリングしてかん水制御に活用するシステムの説明を受けた。ポータブル式の試作機から無線で情報を発信する試作機などのセンサ開発の経緯を解説して頂いた（図9）。

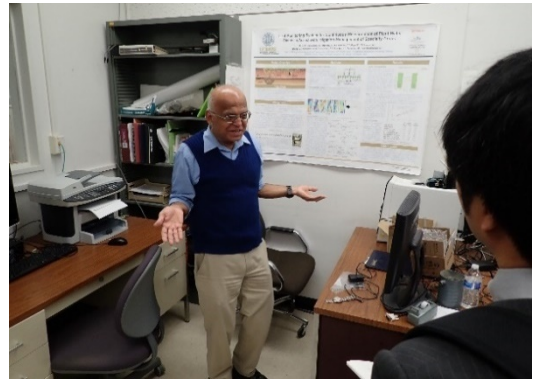


図9 Shrini先生による講義

15) UC Davis 生物・農業工学専攻 & UCANR: Alireza Pourreza 助教

Alireza Pourreza 博士は UC デービスの教員であるとともに、大学の普及センターで農業機械の先端技術を生産者に指導する役割も担っている。植物の生育モニタリング技術を主な研究対象とし、赤外線カメラ（Zenmuse XT）を搭載したドローン（DJI Matrice 210）で果樹園を撮影する他、X線による根のモニタリング、マルチスペクトルカメラまたはハイパースペクトルカメラを用いたブドウの窒素成分推定やアーモンドの収量予測、偏光板で600nm波長域に絞ってオレンジの病害検出を行っている。農薬ドリフト防止のSS用カバー機具といったハードウェアについても研究している。ドローンで撮影した果樹園の可視光画像やマルチスペクトル画像の三次元モデルを構築し、バーチャル果樹園として公開している（図10）。果樹園の様子を忠実に再現しているため、生育モニタリングに留まらず、防除ロボットのシミュレーションなどにも適用できると考えられる。例えば果樹園の防除ロボットでは、樹木等の障害物に囲まれているので障害物検出のセンサ配置や検出性能が重要になる。しかし、実証試験ではロボットの破損の恐れもあり、さらに、別の果樹園では通用しないことも危惧される。もしバーチャル果樹園でシミュレーションできれば、複雑多様な状況への対応をバーチャル空間で経験し、ロボットの改良にフィードバックすることにより現地実証のコストを大幅に削減できると考えられる。彼の動画からデジタル技術の進化の加速化を改めて感じた。



図10 バーチャル果樹園

16) The VINE Institute (アグリテック起業支援団体)

農業におけるイノベーション起業支援について VINE の John SELEP 氏より説明を受けた。VINE とはカリフォルニア州におけるスタートアップ企業の研究開発と事業構築を加速化する起業支援事業を実施する非営利団体である。VINE はカリフォルニア州にある13以上のイノベーションプログラムと提携しており、スタートアップ企業やメンターに対し、

農業技術イノベーションに必要な資源（メンターシップやプロトタイプ開発のための実験室・工作室、テストのための温室やほ場）を提供している。同団体はカリフォルニアをハブとする世界各国の園芸技術のイノベーションネットワークを構築することを構想しており、既にオランダと提携している。日本側とも積極的に関わることを希望しており、既に日本で同様の起業支援事業（JA アクセラレータ）を開始した農林中央金庫と意見交換を実施している。

6. 収集資料等

- ・ World Ag Expo 出展各社カタログ、パンフレット

26. 2019 年農用トラクタ公式試験の OECD 標準コードに関する 年次会合

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
 戦略統括監付 戦略推進室 主任研究員 千葉大基
 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 性能評価ユニット長 手島 司

1. 目的

農用トラクタ公式試験の OECD 標準コード（以下、「OECD コード」という。）に関する各国指定機関代表者年次会合（以下、「年次会合」という。）に出席し、OECD コードの改正等について審議・決定を行う。

2. 日程

平成 31 年(2018 年) 2 月 23 日(土)～3 月 2 日(土)（8 日間：藤村、藤盛、川瀬、千葉）
 2 月 23 日(土)～3 月 1 日(金)（7 日間：富田、手島）

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	2/23(土)	成田→パリ	
2	2/24(日)	パリ	SIMA 展調査
3	2/25(月)	パリ	OECD 事務局との打合せ ビューローミーティング OECD 日本代表部との打合せ
4-5	2/26(火) ～27(水)	パリ	年次会合
6	2/28(木)	パリ	SIMA 展調査 (富田・手島は帰途へ)
7	3/1(金)	日中：パリ 夕刻：パリ→(機内泊)	パリ国際農業見本市調査 (富田・手島は本邦到着)
8	3/2(土)	→羽田	

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	所在地
2/25-27	OECD 日本政府 代表部	空閑参事官 福富二等書記官	11, Avenue Hoche, 75008 Paris
	OECD 本部	(トラクタコード事務局) Dr. Jose BRAMBILA Dr. Marie RUSSEL	2, rue Andre Pascal 75016 Paris

4. 年次会合の位置づけ

OECD（経済協力開発機構）は、加盟国間の貿易促進のため、互換性を持つ共通試験方法（標準コード）を定めている。農用トラクタを対象とした OECD コードはその一つであり、現在 9 種のコードが制定・運用されている。年次会合は、コードの改正、新設及び廃止のほか、OECD コード・スキーム事務局の活動方針等を審議・決定する機関であり、毎年 1 回開催される。通例当該会合は毎年 2 月下旬にパリの OECD 本部において開催される。参集者は、各国の指定実施機関、関係国際機関、OECD 調整センター、スキーム事務局その他（オブザーバー等）である。

5. 議事概要

【ポイント】

- ・今般年次会合には、我が国からは、指定実施機関である革新工学センターの 6 名の他、農林水産省生産局技術普及課生産資材対策室の今野室長、小川課長補佐、多田羅技官、(株)クボタ欧州農機技術部の Jouvenot 第 1 室長及び Desclaux 基準担当技師が出席した。
- ・24 か国、約 60 名が参加した。我が国は、議長として議事進行、全体調整・仕切りを行い、会合は滞りなく進行、終了した。
- ・今年度は、1959 年に本コードが創設されて 60 年目に当たる。
- ・議事では、2 度の TWG 会合での結果を踏まえ、トラクタ検査での燃料消費の計測方法、ROPS 検査でのコンピュータシミュレーションデータの取り扱い、ラウンドロビンテストの進捗状況、ISOBUS 装備機の標記方法等の議論・採択を行った。
- ・日本からは情報提供として、ロボット・自動化農機検査についてプレゼンテーションを行い、注目を集めた。テストコード化を視野に入れた、サブワーキンググループの設置等に進む可能性がある。

【議事概要】

1) 議長開会挨拶、事務局による開会宣言

議長（革新工学センター 藤村所長）及び事務局から開会挨拶（60 年の節目に議長となる光栄、スマート農業の普及を通じ SDGs の実現に寄与したい旨）があった。

（以降、議長役は革新工学センター 藤盛管理役に交代。）

2) 議長団の構成

日本が議長国、オーストリア及び日本が副議長国であることが確認された。フランスはあと1年副議長国を務めた後、議長団を退くこととなった。次の副議長国は本年次会合の最後に選出されることとなった。

3) 議事次第の承認

議事次第が承認された。

4) 前日に開催されたビューローミーティングについて

事務局から、前日に開催されたビューローミーティングについて概略以下のとおりであった旨報告があった。

- ・試験機関についての規則に関する調査の結果
- ・次のビューローメンバーの選出
- ・バーチャルテストの次のステップ
- ・トラクタコード60周年の記念イベント
- ・特別資金の状況
- ・調整センターの入札結果（イタリアのENAMAが3年延長）

5) 2018年に開催された会合の概要の承認

以下の会合の概要が承認された。

- ・2018年年次会合（3/6-7；於ブリュッセル）
- ・スロバキアでの技術部会（5/24-25；於ブラチスラバ）
- ・米国での技術部会（10/30-31；於コーネル大学）

6) 事務局の活動・会計報告

事務局から、2017、2018年の活動報告及び会計報告が行われた。

7) 参加国、オブザーバー国、オブザーバー機関

事務局から、本会合にオブザーバーとしてブラジルとインドネシアが参加するとの紹介があった。また、ブラジルから、トラクタコードに参加したいとの意思表示があった。ブラジルは、近日中に必要な書類を提出することとなった。なお、試験機関を持たない国の参加はブラジルが初めてとなる。

8) 2019年版OECDトラクタコードの修正点

事務局から、2019年版コードにおける修正点について説明があった。フィンランドから、ホームページに掲載する各コードのファイルに修正箇所を示すページを追加してはどうかと提案があり、事務局がそのとおり対応することとなった。

9) 60周年記念トラクタ展示及び写真撮影

事務局から、トラクタコード60周年記念の展示の紹介があった。また、会議場前に展示されているトラクター（John Deere製）の前で記念撮影を行った。

10) コード2のガイドライン及び説明冊子

ドイツから、コード2のガイドライン及び説明冊子の案について説明があり、承認され

た。

11) 油圧試験に関する提案

米国から、コード2の油圧試験について修正の提案があり、さらなる修正が加えられた後承認された。

12) 燃料消費と動力

ドイツから、コード2における燃料消費と動力に関する情報提供があった。ドイツからは、まだ採択ではなく情報提供の段階であるとのコメントがあり、次の作業部会で引き続き議論されることとなった。

13) エネルギー効率の測定

事務局から、作業部会にて議論されているエネルギー効率の測定方法について情報提供があった。

14) ISOBUSに関する提案

イタリア (ENAMA) から、コード2のテストレポートに ISOBUS (トラクターと通信制御の国際規格) の情報を追記する方法について、選択肢Cと選択肢D (Cの簡略版) の2案が示された。議論の結果、選択肢Dからメーカー・モデル・タイプ・シリアルナンバーの情報を落としたものが採用されることとなった。

15) 許容誤差

ドイツから、FOPS (転倒時保護構造) の検査における許容誤差に関する情報提供があった。次の作業部会での議論に備え、FOPSに負荷するエネルギーについてドイツがエクセルの様式を作成し、すべての試験機関が様式に必要事項を記入した上で4月1日までに提出することとなった。

16) ROPS (安全キャブ・フレーム) の SIP (座席基準点) に関する作業部会報告

サブワーキンググループから ROPS の SIP の定義に関する提案があったが、合意に至らず、次の作業部会で引き続き議論されることとなった。次のラウンドロビン (巡回) テスト及び作業部会には、座席メーカーも招くこととなった。

17) 折曲式 ROPS 試験に関する提案

ドイツから、折曲式 ROPS 試験に関する情報提供があった。

18) ROPS 試験中の亀裂等発生時の判断基準の同一化

スペインから、ROPS 試験中に亀裂等が発生した時の判断基準の同一化について情報提供があり、次の作業部会で引き続き議論されることとなった。

19) バーチャルテストに向けた ROPS 試験コードの比較検討

韓国から、バーチャルテストに向けた ROPS 試験コードの比較検討について情報提供があった。

20) メーカーの有限要素法 (FEA) データを包含したバーチャルテストの提案 (米国)

米国から、メーカーの有限要素法データをバーチャルテストに含めるとの提案があり、次の作業部会で引き続き議論されることとなった。年次会合では、以下の点で合意に達した：

- ・米国、調整センター、事務局は、データの責任の所在について議論を行い、その結果をドラフトプロポーザルに反映させる
- ・修正版のドキュメントを作業部会に提出する
- ・修正版のプロポーザルを指定実施機関が確認し、書面での採択を行う

21) ヨーロッパにおけるデジタルファーミングについて（デンマーク）

デンマークがヨーロッパにおけるデジタルファーミングの技術及び政策について情報提供を行った。

事務局は、次の作業部会での議論に向けて、指定実施機関とオブザーバー機関に対して調査を実施することとなった。また、関係する外部専門家（AI 関係等）を次の作業部会に招くこととなった。さらに、事務局は、デジタルファーミングや AI に関する OECD の最近の成果について、次の作業部会でプレゼンを行うこととなった。

22) ロボットトラクタのテストコードについて（日本）

日本（革新工学センター）が、日本国内におけるロボット農機及び自動化農機の検査方法について情報提供を行った。各国からは、日本において農家がロボットトラクタを使用する際の条件や、事故が発生した場合の責任の所在について質問があった。

23) 試験実施機関の通則の更新（事務局）

事務局から、試験実施機関について、機関外で試験を行う場合の要件を定めるために設ける規則の提案があった（昨年 of 年次会合で出された提案の修正版）。より完全な全体像をもとに、次の作業部会で引き続き議論することとなった。事務局は改めて質問項目を用意するとともに、すべての国にフィードバックの提出が求められることとなった。

24) 次期ビューローメンバー国の選出

フランスが次期ビューローメンバー国にスロバキアを推薦し、オーストリア、チェコ、ドイツ、イタリア、日本、ポルトガル、トルコ、米国がこれを支持した。

25) EC 基準の報告

欧州委員会（EC）から、EU での ABS や排ガス等の規制について情報提供があった。

26) 調整センターからの報告

調整センターから、2018 年のテストの受験実績等の報告があった。

27) 各国の試験・認証の状況

ドイツから、昨年立ち上げた新しいサービス（KBA）等について情報提供があった。
トルコから、新しいテスト施設の紹介があった。

28) 今後の会合の日程

以下の会合日程が決定された。

- ・2020 年年次会合（2020 年 2 月 26～27 日、パリ）

- ・技術部会（2019年6月12～13日、パリ）
- ・テストエンジニア会議（2019年10月1～3日、オーストリア）

29) その他

イタリア（トレビリオ）から、全身振動の計測方法について情報提供があった。

事務局から、特別資金、ラウンドロビン（巡回）テスト、トラクタの定義について情報提供があった。

30) 承認内容の確認について

SIMA 展見学ツアーの出発時間が迫っていたため、後日メールにて送付されることとなった。

31) SIMA 展見学

事務局の引率のもと、SIMA 展（同時期にパリで開催された国際的な農業機械の展示会）の見学ツアーが行われた。ISOBUS について説明を受けたほか、主な企業のブースにおいて、目玉の展示（ロボット除草機、メタンガストラクター等）の説明を受けた。穀菽類や牧草用の超大型の農業機械が特に目を引いた一方で、高電圧パルス放電による雑草防除の機械や、AI を用いた除草剤の局所散布などの環境に配慮した技術も展示されていた。オートステアリング機構や作物等センサは多く出展されていたが、ロボットトラクタ、電動農機やドローンの展示は少なく、大規模経営というフランスの地域性が感じられるものであった。

なお、年次会合前日のビューローミーティングには、日本が議長団国として参加し、OECD 事務局、トラクタコード調整センター（イタリア ENAMA）、オーストリア及びフランス（いずれも副議長国）とともに事前打合せを実施した。

【その他】

今回、日本は初めてトラクタコード年次会合の議長を務めた。トラクタコードのビューローメンバー（議長団国）の任期は6年で、最初の2年は“Incoming Vice-Chair”（副議長）、次の2年は“Chair”（議長）、最後の2年は“Outgoing Vice-Chair”（副議長）を務めることとなっている。日本は2017、2018年に副議長国を務め、今回の年次会合で議長を務めた。来年の年次会合でも引き続き議長を務めることとなる。

また、今回の年次会合では、日本から情報提供として、ロボット・自動化農機検査についてプレゼンテーションを行い、注目を集めた。テストコード化を視野に入れた、サブワーキンググループの設置等に進む可能性がある。日本の得意分野であるスマート農業関係の対応は、トラクタコード事務局からも期待されていたところである。

SIMA 展以外にも、今後開催される他国・地域の展示会も調査し、今後の世界の農業機械及び農業機械化を巡る動向について高くアンテナを張り、分析を加えていく必要がある。

6. 収集資料

- ・2019年版 OECD トラクタコード（冊子・電子媒体）



図 1 会合の様様



図 2 会合の様様



図 3 OECD 議場ホール

27. ISOBUS 認証試験

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

AEF の ISOBUS 認証機関である ISOBUS テストセンター（ドイツ、オスナブリュック）に出向き、昨年度に ISOBUS の UT（Universal Terminal:ユーザーインターフェース）1.0 機能の認証を取得した農研機構開発 ECU について、新たに追加した機能である、TC-BASIC(共通ファイル読み書き対応機能)、TC-SC(自動作業幅変更機能)、TC-GEO(自動散布量変更機能)の認証試験を受験する。

2. 期間

平成 31 年(2019 年)3 月 4 日(月)～9 日(土) (6 日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	3/4(月)	東京→オスナブリュック	移動、打合せ
2-4	3/5(火) ～7(木)	オスナブリュック	認証試験準備
5	3/8(金)	オスナブリュック→	移動
6	3/9(土)	→東京	移動

3. 主な訪問先

ISOBUS テストセンター(ドイツ、ニーダーザクセン州、オスナブリュック)

4. 調査結果の概要

農研機構では ISOBUS に対応した作業機械用 ECU の開発を進めており、昨年度に ISOBUS の UT1.0 機能の認証を取得している。本年度はそれに引き続き、自動制御に関わるタスクコントローラと呼ばれる機能（TC-Basic、TC-SC、TC-GEO）の認証を取得するため、ドイツオスナブリュックにある ISOBUS テストセンターに出向き、試験を受けた。

ISOBUS テストセンターは、世界に 5 つ（ドイツ 2 箇所、フランス 1 箇所、イタリア 1 箇所、アメリカ 1 箇所）ある ISOBUS 認証試験を受けることのできるテストセンターの 1 つである。ISOBUS テストセンターは、ライバル関係にある作業機械メーカ（設立メンバーは Amazone、Grimme、Krone、Kuhn、Lemken、Rauch）が、非競争領域としての ISOBUS に対応するために共同で設立し、共通端末の開発と販売を行なっている CCISOBUS という会社に併設されている。

ISOBUS の認証には、ハードウェアとソフトウェアの認証が必要となるが、昨年度認証を取得した際に使用したハードウェアをそのまま使用するため、今回はハードウェアの認証試験を省略することが可能であった。

認証試験では、Conformance Test tool と呼ばれる専用のソフトウェアから送り出される様々なコマンドに対し、適切な応答がなされるかどうかを確認する。最初のテストで

は、受験した ECU の設定パラメータに問題があり、不合格となったが、現地で修正を行った結果、予定していた 3 種類の TC 機能に加えて、UT2.0 の認証を取得することができた。受験費用はテストセンターによって異なると思われるが、今回、4 機能の認証取得に要した費用は 1,740 ユーロ（約 22 万円）であった。

今回の認証取得に際して得られた技術や情報は、次年度から計画している国内メーカーとの ISOBUS 対応作業機械の共同開発に活用する予定である。

5. 収集資料等

なし

28. フィリピン DA-BAFE との MOU 書簡交換式

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
 安全検査部 性能評価ユニット 研究員 ○太田薫平
 安全検査部 高橋弘行

1. 目的

2017年よりフィリピン農漁業技術局（DA-BAFE）と協議してきた、農業機械評価試験に関するMOUの交換式に出席する。併せて、農業機械化に関するセミナーにおいてプレゼンテーションを行うほか、評価試験施設（AMTEC）の状況を調査する。

2. 日程

平成31年(2019年)3月20日(水)～23日(土)（4日間）

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	3/20(水)	成田→マニラ 在比日本大使館（パサイ）	移動 在比日本大使館表敬訪問
2	3/21(木)	フィリピン農業省（ケソン） クボタフィリピン（ケソン）	農研機構とDA-BAFEのMOU交換式 MOUに基づく連携協力の進め方に関する協議 農業機械化に関するセミナー クボタフィリピン訪問
3	3/22(金)	AMTEC（ロスバニョス） IRRI（ロスバニョス） アグリテクノ矢崎（カランバ） マニラ→	AMTEC調査 IRRI訪問 アグリテクノ矢崎訪問 (機内泊)
4	3/23(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
3/20 (水)	在比日本大使館	森哲治一等書記官	2627 Roxas Boulevard, Pasay City, Metro Manila, 1300, Philippines
3/21 (木)	フィリピン農業省	Segfredo R. Serrano, Undersecretary, DA Cristy Cecilia P. Polido, Acting Director, BAFE	Elliptical Road, Diliman 1100, Quezon City, Philippines
	クボタフィリピン	大西克明, President & General Manager	232 Quirino Highway Baesa, 1106 Quezon City, Metro Manila, Philippines
3/22 (金)	AMTEC	Arthur L. Fajardo, Assoc. Prof. Conrad Ian S. Tan, Test Engineer Fatima Joy J. Raytana, Test Engineer	University of the Philippines at Los Baños College, Laguna 4031 Philippines
	IRRI	Martin Gummert, Senior Scientist	6776 Ayala Avenue, Makati City 1226, Philippines
	アグリテクノ矢崎	Akira Akichika	YTMI Realty Special Economic Zone, Brgy. Makiling Calamba City, Laguna Philippines 4027

4. 調査結果の概要

1) DA-BAFE との連携協定の覚書締結について

(1) MOU 交換式

MOU 交換式はフィリピン農業省にて行われ、藤村所長とフィリピン農業省 Serrano 次官が書簡を交換した。

(2) MOU に基づく連携協力の進め方に関する協議

3年間の連携協力の進め方について具体的に協議した。今後は、まず現状の把握、連携協力で目指す成果の明確化のためのワークショップを行う。また、DA-BAFE からは、評価試験、農作業、農業機械メーカー等の視察のため日本を訪問したいとの要望があった。

(3) セミナー

フィリピンの農業機械化に関するセミナーに出席した。DA-BAFE と NARO に加え、在比

日本大使館、JICA、クボタフィリピン、ヤンマーフィリピン、アグリテクノ矢崎フィリピン駐在員事務所、イスラ・リパナ・アンド・カンパニーからの参加があった。イスラ・リパナ・アンド・カンパニーは、日系企業のコンサルティングを行う会社である。セミナーでは藤盛国際連携管理役が日本における農業機械化の歴史、現状、課題について発表した。DA-BAFE からは農業・漁業機械化の方向性、基準作成手順、機械化の政策等について発表があった。



図3 握手する藤村所長と Serrano 次官



図4 プレゼンテーションする藤盛管理役

2) クボタフィリピン訪問

フィリピンの農業機械化に関する情報収集のため、クボタフィリピンを訪問した。トラクタ、コンバイン、田植機のいずれも、販売台数の具体的な値は示されなかったものの、2017年まで増加傾向であることがわかった。フィリピンで最も販売台数の多い機械は70馬力の袋詰め式汎用コンバインDC-70である。フィリピンではほ場の脇までトラックが進入できるような農道が整備されていないため、コンバインは袋詰め式が主流である。近年、競合する他メーカーの製品として、中国、インドのものが増加している。



図5 大西氏の説明を受ける一行

3) AMTEC 訪問

フィリピンにおける農業機械評価試験の現状を調査するため、AMTEC (Agricultural Machinery Testing and Evaluation Center) を訪問した。AMTECはフィリピン大学農学部キャンパス内に設置されている、国内唯一の評価試験施設である。AMTECの概要、関係法令等について説明を受け、その後試験設備を見学した。フィリピンでは全ての農業・漁業機械の受検が義務づけられており、合格しない限り販売できない。農業・漁業機械の対象は幅広く、生産、加工、販売に関わる機械は全て農業・漁業機械に含まれる。受検型式数は2018年で743型式である。2016年は396型式、2017年は689型式であるので、受検型

式数は増加傾向にある。検査員の数は11人である。試験施設には燃費計、エンジン性能試験装置、PTO性能試験装置があった。屋内の試験施設の他に2haの試験ほ場もあり、そこで耕うん等の土壌を対象とする作業の試験を行う。収穫等の作物を対象とする作業の試験は農家のほ場を借りて行う。



図6 PTO性能試験装置



図7 エンジン性能試験装置

4) IIRI 訪問

フィリピンで実施されている農業機械研究の情報を収集するため、IRRI(国際稲研究所)を訪問した。Mechanization and Postharvest ClusterのリーダーであるGummert博士から、研究成果について説明を受けた。Mechanization and Postharvest ClusterはIRRIの中で機械化とポストハーベストに関する研究を担当するグループである。研究者は6名おり、耕うん、移植からポストハーベストまで幅広く研究している。その中から、レーザーを利用した圃場均平作業システム、太陽光と強制対流を用いた米の乾燥システム等について説明を受けた。レーザーを利用した圃場均平作業システムは、圃場脇に設置した回転レーザー発振器と作業機に装着した受信器によって作業機の高さを計測し、油圧制御システムによって作業機を適切な高さに調節するものである。また、太陽光と強制対流を用いた米の乾燥システムは、大きなトンネルマルチのようなビニールの中に米を敷き詰め、太陽光による熱とブロワによる強制対流によって乾燥を行うものである。乾燥機に比べ安価であり、従来の天日乾燥に比べ速やかに乾燥可能である。



図8 レーザーを利用した圃場均平作業システムについて説明するGummert博士

5) アグリテクノ矢崎訪問

フィリピンの農業機械化に関する情報収集のため、アグリテクノ矢崎フィリピン駐在員事務所を訪問した。アグリテクノ矢崎の会社概要、製品ラインナップ等について説明を受けた。アグリテクノ矢崎フィリピン駐在員事務所の職員は1名であり、生産設備を有し

ない。主要な製品は播種機（コーン、タマネギ、水稲湛水直播、水稲育苗用播種）、マルチャ等である。輸送料等により、製品の価格は日本の約2倍になるため、個別の農家が購入するケースは少なく、主要な販売ルートは農業省の入札である。ユーザーから寄せられる要望としては、耐久性の向上に関するものが多い。また、フィリピンでは近年労働者が第二次、第三次産業に流れており、農業労働者の確保が難しくなっている。

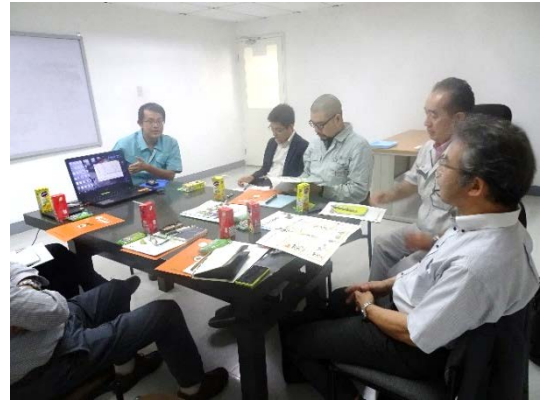


図9 穂近氏の説明を受ける一行

5. 収集資料等

- ・最近のフィリピン情勢と日比関係
- ・アグリテクノ矢崎会社紹介パンフレット（英語版）

29. APFSD2019 への参加について

戦略統括監付 戦略推進室 国際専門役 川瀬芳順

1. 目的

UN-ESCAP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific: 国連アジア太平洋経済社会委員会) が開催するイベント APFSD2019 の中で、ANTAM を運営する CSAM が開催するサイドイベントへパネラーとして参加要請があり、日本のスマート農業の紹介とアジア地域の小規模農家への活用とその条件に関する発表を行う。

2. 日程

平成 31 年(2018 年) 3 月 26 日(火)～30 日(土) (5 日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘要
1	3/26(火)	成田→バンコク	移動
2	3/27(水)	UN-ESCAP	APFSD2019 の会議等の参加
3	3/28(木)	UN-ESCAP	APFSD2019 のサイドイベントにパネラーとして参加
4	3/29(金)	UN-ESCAP	APFSD2019 の会議等の参加
5	3/30(土)	バンコク→羽田	移動

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対応者	住所
3/27-29	UN-ESCAP	Dr. Li Yutong Mr. Anshuman Varma Mr. Marco Silvestri	Rajadamnern Nok Avenue Khwaeng Bang Khun Phrom, Khet Phra Nakhon, Krung Thep Maha Nakhon 10200

4. 調査結果の概要

1) APFSD について

APFSD (Asia-Pacific Forum on Sustainable Development: 持続可能な開発に関するアジア太平洋フォーラム) は UN-ESCAP が主催する会議で、アジア太平洋地域の SDGs の取り組み状況を把握することを目的としている。第 6 回目となる今回は「人々のエンパワーメント及び包括性と平等の確保」をテーマに、各国からの SDGs の取り組み状況が報告され、日本からは在タイ日本国大使館小寄仁史国際機構部長から日本における SDGs の取り組みとその継続の報告を行った。これに併せて開催されるサイドイベントでは、教育や性別の平等、プラスチックの不使用を訴える会合などが行われた。



図1 全体会議¹⁾



図2 日本代表团¹⁾



図3 CSAM 所長によるパネラー紹介²⁾

2) CSAM サイドイベントについて

「デジタル時代における小規模農家に対する農業機械化 (Empowering Smallholders through Agricultural Mechanization in the Digital Era)」と題した会合では5名のパネラーが下記の内容で発表した。

- (1) ICT を用いた農業機械化による小規模農家の生産性と回復力向上 (Improving productivity and resilience of smallholders through ICT-enabled agricultural mechanization) /FAO 農業機械エンジニア Mr.Santiago Santos Valle
- (2) 新しい農業機械技術の導入における制約と挑戦－農家の声－ (Constraints and challenges in adopting new agricultural mechanization technologies - Farmers' voice) /アジア農家協会 (バングラデシュ) 会長 Ms.Shazada Begum
- (3) 環境政策による新しい農業機械技術を用いた地域農業の活性化 (Enabling policy environment for rural revitalization through new agricultural mechanization technologies) /CAMTEC (中国の農業機械検査機関) 副所長 Mr.Xu Zhengxing
- (4) 世界のスマート農業とアジアへの導入について (Smart Agriculture in the world and its introduction in Asia) /IAM 国際専門役 川瀬芳順
- (5) 小規模農家への経済的導入可能な ICT を活用した機械化手法の推進 (Promoting access to affordable, ICT-enabled mechanization solutions for small and marginal farmers) /XAG 社 (中国、ドローンサービス提供企業) 副社長 Mr.Justin Gong



図4 川瀬発表²⁾



図5 発表する Ms. Shazada Begum²⁾

発表の内容は CAMTEC の副所長を除いて、全員が導入する農業機械化は経済的に維持管理可能である必要があり、各地域に適した技術の導入が不可欠との意見で一致していた。Mr. Santiago はスペインにおける 4G の普及状況を発表し、ICT の普及にはデータ通信基盤の整備が必要であると発表した。Ms. Shazada Begum からは、政府などの援助で農業機械を農家に寄付しても、実際の作業を行う女性が機械の操作方法がわからず、使われないことが多いと現場での問題を指摘した。XAG 社の Mr. Justin からは ICT を使った農業の普及にはインフラ整備が不可欠とも指摘があった。

3) その他のイベント等

APFSD 会議全体としては、各国や団体がそれぞれの問題を主張し、協力しようとする内容であった。サイドイベントだけでなく、技術的なブースの設置や発表もあったが、農業技術に関する内容は参加した CSAM 主催のもののみであった。CSAM 主催のサイドイベントへの参加者は 15 名程度であった。他のサイドイベントにも参加したが、若者をいかに選挙に参加させるのか、LGBT の人権など、直接農業に関連する内容は少なかった。

5. 出典

- 1) <https://www.flickr.com/photos/unitednationsescap/albums/72157707565816405>
- 2) http://un-csam.org/news_detail.asp?id=523

30. フィリピンの農業機械化推進のための講演・情報交換 (平成 29 年度出張分)

評価試験部 安全試験管理役 藤盛隆志

1. 目的

フィリピン農業省の要請に応じ、農業機械化推進のための博覧会「Makina EXPO」において、「Mechanization Policy」について基調講演を行う。当日は、約 800 名の地方政府職員、農業者に対し、戦後の日本の機械化行政の流れとそれに基づく教訓について説明を行う。また、フィリピンの農業機械評価試験機関である AMTEC (Agricultural Machinery Testing & Evaluation Center) を訪問し、検査の実施状況・検査機器の状況を調査するとともに、ANTAM スキームに対する意見交換と相互連携について、確認する。

2. 日程

平成 29 年(2017 年) 9 月 4 日(月)～ 9 日(土) (6 日間)

日数	日付	行程・訪問先	摘 要
1	9/4(月)	成田→マニラ	
2	9/5(火)	マニラ→ロスバニョス (AMTEC) →マニラ	
3	9/6(水)	マニラ市内 (農業省・JICA 事務所)	
4	9/7(木)	マニラ→イロイロ	MAKINA EXPO にて講演
5	9/8(金)	イロイロ→マニラ	MAKINA EXPO の機械実演調査
6	9/9(土)	マニラ→成田	

3. 主な訪問先と対応者

日付	訪問先	対 応 者
9/5	AMTEC	Dr. Aurelio A. Delos Reyes (Director)
9/6	Department of Agriculture (フィリピン農業省) JICA フィリピン事務所	Ms. Susana V. De Guzman (Staff, PDS) 田中次長、廣澤担当
9/7-8	MAKINA EXPO 会場 (イロイロコンベンションセンター)	Usec. Ariel T. Cayanan (農業省次官) Ms. Cristy Cecilia T. Polido (農業省技術局長) クボタフィリピン 大西社長 ヤンマーフィリピン 池澤社長ほか
全体対応	在フィリピン日本大使館 農業省アグリビジネス局	寺田一等書記官 佐藤 JICA 専門家

4. 結果の概要

1) 講演の主な内容

(1) フィリピン農業の関わり

2回・5か年にわたるフィリピン農業省派遣 JICA 個別専門家の経験を通じての提言。

(2) 持続的な農業機械化を進めるため、政府として取り組むべき課題

日本の戦後の農業機械化の進展とそれを支えた機械化行政施策の推移を紹介。特に検査鑑定的重要性に力点。

(3) 政を進める上での教訓（途上国向けとしてのポイント）

以下のいずれかが欠けると、当該プロジェクトの効果は著しく低下することを指摘。

- ・受益者に対し、機械とともに「知識」も与えたか。
- ・配付する機械の能力は適正か。（オーバースペックではないか。）
- ・機械の利用を通じ、投資したコストの回収は可能か。
- ・整備やアフターサービスは十分な体制か。
- ・機械に適したインフラ（圃場区画・農道・灌漑等）は整備されているか。
- ・収穫物を消費者に届けるバリューチェーンは整備されているか。
- ・作業の安全は確保されているか。

(4) 技官の重要性

途上国の場合、大臣等政治家のトップダウン指示や法文系キャリアの意向が政策決定を左右することが多い。日本のボトムアップによる技術行政を紹介するとともに、今般フィリピン農業省において、エンジニアを構成主体とする機械化担当部局が設置されたことを歓迎するとともに、今後の相互連携に期待。

2) その他

フィリピン農業省においては、ODA プロジェクト担当部局において継続要請案件の状況を聴き取った。JICA フィリピン事務所においては、我が国 ODA をめぐる状況やミンダナオ島の和平情勢等を聴き取った。

マニラ郊外、フィリピン大学ロスバニョス校（農学部）内に位置する AMTEC において、旧知の関係にある Delos Reyes 所長（フィリピンの ANTAM フォーカルポイント）と、最近のフィリピンの機械化の情勢や ANTAM への対応等について懇談した。AMTEC は、2013年に施行されたフィリピン農漁業機械化促進法（AMTEC-Law）において、農業機械の評価試験機関として法的に位置づけられたところである。技術レベルは一定の水準にあり、検査の台数はこなして（年間 200 型式以上）いるものの、財源の問題から検査機材の老朽化や要員不足という問題を抱えている。ANTAM については、2017 年 11 月末にマニラにおいて年次会合があり、その運営や個別機種の評価試験方法について議論を行った。

また、今般調査の翌週（2017 年 9 月 15 日）、フィリピン農業省のピニョール大臣がカヤナン次官らを伴って革新工学センターを訪問した。その際、業務概要説明や主要成果の紹介とともに、今後の連携等に関する意見交換が行われた。大臣からは、革新工学センターのような、研究開発と評価試験を併せ行う機関の重要性等についてコメントがあった。



図1 ピニョール大臣 (Makina EXPOにて)



図2 プレゼン風景 (Makina EXPOにて)



図3 田植機デモ (Makina EXPOにて)



図4 Makina EXPO PR 幟



図5 講演者に贈られた記念のプラーク

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)

平成 30 年度 (2018 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 2 年 (2020 年) 1 月 31 日