

KSK-GH27-1

平成 27 年度 「安全・安心」及び「生活の質の向上」  
に資する技術革新

## 障害者の就労を可能とするバリア フリー農作物生産システムの開発

平成 28 年 3 月

一般財団法人 機械振興協会 技術研究所



RING!RING!  
プロジェクト  
競輪の補助事業

この報告書は競輪の補助金により作成しました。

<http://ringring-keirin.jp>



# 平成27年度 障害者の就労を可能とするバリアフリー 農作物生産システムの開発

## — 目 次 —

1. はじめに	1
1.1 一般の農工連携	1
1.2 バリアフリー農作物生産システムとは	3
2. バリアフリーとは	4
2.1 バリアフリーの歴史	4
2.1.1 バリアフリーの定義	5
2.1.2 バリアフリーがもたらすもの	5
2.1.3 バリアフリー, ユニバーサルデザイン, ノーマライゼーション	5
2.2 障害者の就労	6
3. 作業内容入力システムの開発	7
3.1 まえがき	7
3.2 作業内容入力システムの概要	7
3.2.1 対象とした栽培業務	7
3.2.2 作業内容入力システムの特徴	9
3.2.3 作業内容入力システムの構成	11
3.3 作業内容入力システムの開発結果	12
3.3.1 開発結果概要	12
3.3.2 シナリオ1(種子入庫)	14
3.3.3 シナリオ2(通常の生育管理)	14
3.3.4 シナリオ3(複数刈取開始)	20
3.3.5 シナリオ4(パネルのベンチ移動)	21
3.3.6 シナリオ5(農薬散布)	23
3.4 農業法人への試験導入	25
3.5 あとがき	26
4. パレット生対応型収穫装置の開発	27
4.1 装置開発の目的	27
4.1.1 バリカン型茶摘み機	27
4.1.2 バンドソー型収穫機	28
4.1.3 手刈り	29
4.2 パレット生産対応型収穫装置	30
4.2.1 パレットの特徴	30
4.2.2 基本構造	30
4.2.3 刈取方式	30

4.2.4 正立刈取方式	32
4.2.5 倒立刈取方式	33
4.2.6 正立・倒立方式比較実験	34
5. 妥当性評価	35
5.1 妥当性評価のための確認(運用)実験の目的	35
5.2 障害者就労作業所の紹介	35
5.3 確認(運用)実験の手順	35
5.3.1 定植作業	36
5.3.2 刈取り作業	37
5.3.3 作業内容データの管理用 PC への入力作業	38
5.4 確認(運用)実験の様子	39
5.5 確認(運用)実験の所感	42
5.6 妥当性の評価	44
6. 成果の普及活動	45
6.1 まえがき	45
6.2 機械学会での発表	45
6.2.1 日本機械学会 2015 年度年次大会	45
6.2.2 第1回農林水産用ロボットセミナー	45
6.2.3 日本技術士会 機械部門講演会	45
6.3 展示会出展	46
6.3.1 第2回次世代農業 EXPO	46
6.3.2015 国際ロボット展	46
6.4 テクノフォーラム	48
6.5 あとがき	48
7. おわりに	49
謝 辞	49
参考文献	49

## < 研 究 >

# 平成 27 年度障害者の就労を可能とするバリアフリー 農作物生産システムの開発

飯塚 保<sup>※1</sup>, 木村利明<sup>※2</sup>, 小林康記<sup>※1</sup>, 川畑美沙<sup>※1</sup>

Development of a barrier free vegetable production system that can work persons with disabilities.

Tamotsu IIZUKA, Toshiaki KIMURA, Misa KAWABATA

## 1. はじめに

本事業では、農業を障害者の就労先とするため、技術によってバリアフリー化された農作物生産システムの開発を目的とする。従来、農業は従事者の経験と勘および重労働に頼り、個人の技能と体力に依存する代表的な職種であった。ところが、近年、第二次産業で高度に発達した ICT、生産管理、自動制御、環境制御技術等を活用する農工連携によって、農業の形態に変化が現れて来ている。

当研究所では、一昨年から農工連携を研究テーマとしており、第二次産業で培われた生産技術を農業へ有効活用する研究を行っている。この農工連携の研究においてはコンシューマーアグリ研究会(CA 研究会)を設立<sup>1-1)</sup>し、農業法人のニーズを第二次産業の企業が持つ技術を活用して、新たな事業の創設を目的としている。これによって、CA 研究会の会員である中小企業に、農業という新たな市場の開拓によって活性化を促す。また、技術開発においては農業法人の協力を得ているため、実用的な成果が得られている。この二年間は、農作物(葉物野菜)生産における生産性向上を主な目的として、第二次産業の生産技術を活用して来た。得られた成果には、現場の状況や作業の見える化、負荷低減が含まれている。これらによって、作業者に要求されていた知的・肉体的な負荷は、かなり低減されることになった。

CA 研究会の活動を通じ、農業法人のニーズは、作業の見える化、簡素化、負荷低減、安全性向上に集約されることが判明した。以上より、農業従

事者に要求される知的・肉体的なハードルのさらなる低下を実現させれば、農作業がバリアフリー化される。それにより、農業は障害者の就労先としての存在感を高めることが可能になる。

### 1.1 一般の農工連携

昨今、マスコミ等で取り上げられて耳目を集めている「農工連携」では、ロボット化(自動化・無人化)された農機を活用する圃場の集約化・大規模化、および LED 照明等を利用した完全閉鎖型植物工場が中心となっている。

圃場の大規模化は、農作物の生産コストを低下させるために、海外のように広大な農地で耕作を行うというものである。さらに、日本の得意なロボット技術によって広大な農地を自動で耕作すれば、人件費の削減が図れるため、一層のコストダウンが可能となるという論旨が主である。その根拠となる、日本と海外における農家一戸当たりの農地面積を比較した調査結果を表 1.1<sup>1-2)</sup>に示す。

表 1.1 一戸当たりの耕作面積

	農家一戸当たりの 農地面積	日本との 比較
日本 (2006 年)	1.8ha	—
米国 (2005 年)	180.2ha	99 倍
EU (2005 年)	16.9ha	9 倍
豪州 (2004 年)	3,423.8ha	1,902 倍

※1 技術開発センター ※2 企画管理室

この表を見れば、日本の農家の規模がいかにか小さいかが理解できる。また、大規模な圃場を対象として、図 1.1 に示すような自律走行するロボット化された農機によって 24 時間連続自動運転を行う技術は、ほぼ完成の域に達している<sup>1-3)</sup>。そのため、海外の安価な農作物に対抗するためには、農地を集約して作付規模を拡大し、ロボット化された農機による耕作が必要という主張がなされている<sup>1-4)</sup>。しかし、農林水産省による農業経営統計調査 平成 26 年産米生産費<sup>1-5)</sup>には、興味深い調査結果が示されている。図 1.2 は、作付規模別と生産費(生産コスト)の関係である。この図によると、10a 当たりの生産費は、耕地面積が拡大すると急激に低下する。しかし、5ha を超えると低下率は鈍化して 10ha を超えるとほぼ横ばいになる。この図は、耕作規模の拡大によるコスト低減には限界があることを示している。そのため、農地の集約化・大規模化によるコスト低減には限界が存在し、圃場規模の拡大に伴って農作物の生産コストが低下する訳ではないことが分かる。さらに、農機の自動運転では、自動車の自動運転と同様に事故の際に誰の責任となるかが明確になっておらず、安全対策の面が課題となっている。そのため、無人運転トラクターについては、法整備に向けてのガイドライン案が 2016 年 3 月に出される予定になっている<sup>1-6)</sup>。

以上より、農工連携の一面である圃場の集約化・大規模化においては、実用化に向けて解決すべき問題点が残っていることがわかる。

他方、農工連携には図 1.3 に示すような完全閉鎖型植物工場<sup>1-7)</sup>も注目されている。植物工場は、メリットとして以下の内容が挙げられている<sup>1-8)</sup>。

1. 周期的に安定した生産が可能(4 定: 定時・定量・定質・定価格)
2. 土地を選ばない(立地の制約が小さい)
3. 単位面積当たりの高い生産性
4. 品質や規格の統一化が図りやすい
5. 洗浄の手間が省略できる(洗浄野菜)
6. 快適な環境で軽易な作業体質
7. 無農薬栽培が可能
8. 高品質(付加価値)
9. 連作障害がない



ロボットトラクタ



ロボットコンバイン

図 1.1 自律走行するロボット化された農機

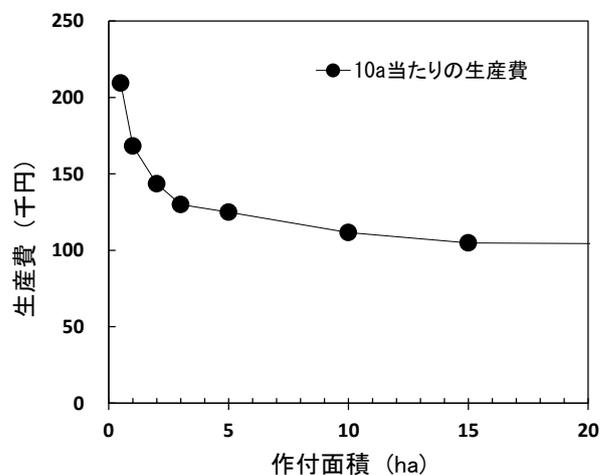


図 1.2 作付規模別の生産費

植物工場にはメリットがあればデメリットも存在し、最大のデメリットはコストである。このコストは、イニシャルコスト(設備・装置)、およびランニングコスト(光熱動力費、人件費など)であり、経営に重くのしかかる。これらのコストを回収するために、栽培できる品目は生育日数が短く、根以外はすべて商品となる葉菜類に限られてしまう(果菜類は、植物体の根幹である葉、茎および根



図 1.3 植物工場の例

表 1.2 直近 2～3 年の収支状況

収支状況	割合(%)
毎年黒字	0.0
ほぼ毎年黒字	0.0
毎年収支トントン	28.6
ほぼ毎年赤字	23.8
毎年赤字	19.0
年により異なる	4.8
回答したくない	0.0
売り上げはない(販売してない)	9.5
不明	9.5
無回答	4.8

商品にならない)。人工光型植物工場における直近 2～3 年における収支状況を一般社団法人施設園芸協会の調査結果<sup>1-9)</sup>から表 1.2 に示す。

この結果によると、直近 2～3 年の収支において、毎年黒字・ほぼ毎年黒字の植物工場は皆無である。収益を得ている植物工場は皆無という厳しい状況である。また、28.6%の植物工場が収支トントン(損益分岐点付近、損失はないが、収益もない)という状況である。7割を超える植物工場が赤字となっている。そのため、経営を圧迫して破綻する植物工場の例<sup>1-10)</sup>も現れている。

以上より、植物工場ではイニシャルコストとランニングコストが高いため、現状では利点を生かすことが出来ていない。マスコミ等で取り上げられ、一般にも知名度が高い完全閉鎖型植物工場ではあるが、ビジネスとしては厳しいものであることがわかる。

大規模圃場の自動運転農機による耕作や植物工場以外でも、農工連携の例<sup>1-11)</sup>は多数存在する。

近年では、農工連携に“商”を組み込んだ「農工商連携」が盛んになっている。これは農林漁業の 6 次産業化(第 1 次産業+第 2 次産業+第 3 次産業)と称しており、農林通産省のホームページ<sup>1-12)</sup>では「はじめよう！農工商連携！！地域経済活性化のため、地域の基幹産業である農林水産業と商業工業等との連携（「農工商連携」）を強化し、相乗効果を発揮していくこととなるよう、農林水産省と経済産業省は様々な取組を推進することとしています。」と取組の支援を行っている。

## 1.2 バリアフリー農作物生産システムとは

本事業においては、農工連携の目的を一般の農工連携とは異なり、障害者雇用へ焦点を合わせたバリアフリー農作物生産システムの開発とする。しかし、開発したシステムは生産性等を犠牲にすることなく、実際に農業法人のビジネスとしての要求を満たす実用性を必須とする。特に、後述する作業内容入力システムの開発では、農業法人による試験運用を並行して行い、実際に農作物生産が可能なシステムを構築する。

バリアフリー農作物生産システムでは、生産管理システムとしてのソフトウェア、および野菜栽培システムとしてのハードウェアの双方の技術開発を行う。昨年度までの成果を継承し、バリアフリー化のために作業の見える化、簡素化、負荷低減、安全性向上を深化させることを開発の中心とする。生産管理のバリアフリー化では、圃場の状態が見える化するために、情報入力の単純化、簡素化を図り入力ミスの排除を図った「作業内容入力システム」を開発する。それにより、経験と勘に頼らず、ムリ・ムラ・ムダの無い農作物に対する生産管理を目指す。また、ハードウェアではパレット生産システムに対応した負荷低減と安全性向上に焦点を当てた「パレット生産対応型収穫装置」を開発する。この装置は、農作物生産の自動化・無人化を目指すのではなく、作業者の肉体的な負担の低減を旨とする。

なお、「作業内容入力システム」は 3 章に、「パレット生産対応型収穫装置」は 4 章に具体的な開発内容を詳述する。

## 2. バリアフリーとは

バリアフリーの構想は、建築の世界から出現した。建築物における床の段差、通路や出入り口の幅、階段の手すりなど、高齢者や身体に障害を持つ人たちの物理的なバリア(障壁)を無くし、使い勝手を良くすることが発端である。

現在は、物理的な障壁だけでなく、社会的、心理的、制度的等の分野における障壁をなくすため、バリアフリーという用語が使われている。

### 2.1 バリアフリーの歴史

内閣府のホームページでは、平成12年版「障害者白書」の概要<sup>2-1)</sup>において、バリアフリーの歴史について以下のように記述している。

「日本においては、昭和40年代半ばより、福祉のまちづくりとして建築物等の障壁除去について様々な取組が行われた。平成5年に策定された「障害者対策に関する新長期計画」の中では、バリアフリー社会の構築を目指すことが明記された。さらに、平成12年3月21日に、政府は内閣に「バリアフリーに関する関係閣僚会議」を設置した。これは、真のバリアフリー社会を築くために、関係各省庁の大臣が集まって幅広く議論する場として設置したものである。」

このように、バリアフリーという理念は、障害のある人に対する施策の中から生まれたが、今や障害者施策の理念に止まらず、全ての国民が安全かつ快適に生活できる社会の構築のための基本理念に発展している。

また、国際連合による取組として、以下の記述もある。

「1972年(昭和47年)に、臨時機関連絡会議は、障害のある人の社会参加を阻害する物理的・社会的な障壁を除去するための行動が必要であると提言した。これを受け、1974年(昭和49年)6月、バリアフリーデザインに関する専門家会合が、「バリアフリーデザイン」という報告書を取りまとめた。」

「また、1976年(昭和51年)6月に、社会的障壁に関する専門家会合が、障害のない人による障害のある人に対する制度的障壁や意識上の障壁が

あることを指摘している。1982年(昭和57年)には、「国連障害者の十年」の目標として「障害者に関する世界行動計画」が定められ、この計画の重要な柱として、物理的、社会的障壁の除去、機会均等化が盛り込まれた。」

「さらに、1993年(平成5年)の第48回国連総会において採択された「国連障害者の機会均等化に関する標準規則」においても、「障害のある人々が権利と自由を行使することを妨げる障壁」があることを指摘している。」

また、バリアフリー法として以下の記述が国土交通省ホームページに記述されている<sup>2-2)</sup>。

「平成18年12月に「高齢者、障害者等の移動等の円滑化に関する法律」(通称「バリアフリー法」)が施行されました。」

「「バリアフリー法」は、「高齢者、身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築の促進に関する法律」(通称「ハートビル法」)(平成6年施行)と「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」(通称「交通バリアフリー法」)(平成12年施行)が一体となった法律であり、施設とその移動経路、移動手段を一体的、総合的にバリアフリー施策を推進することが位置づけられています。」

「この法律によって、ハード、ソフトの施策を充実させ、高齢者・障害者等を含む全ての人が暮らしやすいユニバーサル社会の実現を目指します。」

「バリアフリー法から盛り込まれた内容は、以下のとおりです。

1. 対象者の拡充：身体障害者のみならず、知的・精神・発達障害など、すべての障害者を対象
2. 対象施設の拡充：これまでの建築物、公共交通機関及び道路に加え、路外駐車場、都市公園、福祉タクシーを追加
3. 基本構想制度の拡充：バリアフリー化を重点的に進める対象エリアについて、旅客施設を含まない地域まで拡充
4. 基本構想策定の際の当事者参加：基本構想策定時の協議会制度を法定化。また、住民などからの基本構想の作成提案制度を創設

5. ソフト施策の充実：関係者と協力してバリアフリー施策の持続的・段階的な発展を目指す「スパイラルアップ」を導入。また、国民一人ひとりが高齢者や障害者などが感じている困難を自らの問題として認識する「心のバリアフリー」を促進」

**2.1.1 バリアフリーの定義** バリアフリーとは何であるのか、その一般的な定義を記述する。

内閣府のホームページでは、平成12年版「障害者白書」の概要<sup>2-1)</sup>において、バリアフリーの意味を以下のように記述している。

「バリアフリーとは、障害のある人が社会生活をしていく上で障壁（バリア）となるものを除去するという意味で、もともとは建築用語として使用されていた。現在では、障害のある人だけでなく、全ての人の社会参加を困難にしている物理的、社会的、制度的、心理的な全ての障壁の除去という意味で用いられている。」

また、地方自治体においても、バリアフリー化は推進されている。例を挙げると「秋田県バリアフリー総合サイト」<sup>2-2)</sup>では、以下のように記述してある。

「「バリアフリー」とは、もともとは建築用語で「バリア（障壁）」を「フリー（のぞく）」つまり障壁となるものを取り除き、生活しやすくすることを意味します。建物内の段差など、物理的な障壁の除去と言う意味合いから、最近ではより広い意味で用いられてきています。」

「私たちの周りには道路や建築物の入り口の段差などの物理的なバリアや、高齢者、障害者などの社会参加を困難にしている社会的、制度的、心理的なバリアもあります。このように「バリアフリー」とは、高齢者や障害者だけではなく、全ての人の人にとって日常生活の中で存在するあらゆる障壁を除去することを意味します。」

**2.1.2 バリアフリーがもたらすもの** 内閣府のホームページでは、バリアフリー・ユニバーサルデザイン推進要綱<sup>2-4)</sup>において、基本的な考え方として以下の記述がある。

「人の能力や個性は一人ひとり異なっており、これらの属性がすべて同じ人は存在しない。さらに、この属性については、年齢や環境の変化等に

よる影響を受けるものであり、同じ人であっても状況によって刻々と変化していくものである。」

「したがって、障害の有無や年齢といった個人の属性や置かれた状況に関わらず、国民一人ひとりが自立し、互いの人格や個性を尊重し支え合うことで、社会の活動に参加・参画し、社会の担い手として役割と責任を果たしつつ、自信と喜びを持って生活を送ることができる共生社会の実現に向けた環境を整備していくことが重要である。」

「このため、まずは、障害者、高齢者、妊婦や子ども連れの人などに主な焦点を当て、そうした方々が社会生活をしていく上でバリアとなるものを除去するとともに、新しいバリアを作らないことが必要である。すなわち、物理的な障壁のみならず、社会的、制度的、心理的なすべての障壁に対処するという考え方（「バリアフリー」）とともに、施設や製品等については新しいバリアが生じないよう誰にとっても利用しやすくデザインするという考え方（「ユニバーサルデザイン」）が必要であり、この両方に基づく取組を併せて推進することが求められている。」

以上のように、現時点では特別な取組みとしてバリアフリーやユニバーサルデザインは扱われている。しかし、将来的には当然の責務、必須の機能として社会に組み込まれて行くと考えられる。

**2.1.3 バリアフリー、ユニバーサルデザイン、ノーマライゼーション** バリアフリーは、建築が発祥であるため、建築物・構造物の障壁（バリア）を取り除くことに主眼が置かれている。

ユニバーサルデザインは、障害の有無を超えてすべての人々が共通して快適に利用できるような形状、構造、色彩などを目指す考え方である。その対象は、建築物・構造物から日用品などの商品までを含む。ユニバーサルデザインは「年齢や能力にかかわらず、すべての生活者に対して適合するデザイン」と定義して、以下の7原則が存在する<sup>2-5,2-6)</sup>。

原則1：公平な利用

(同じように利用できること)

原則2：利用における柔軟性

(使う際の自由度が高いこと)

原則3：単純で直感的な利用

(単純で直感的であること)

原則4：わかりやすい情報

(情報が認知できること)

原則5：間違いに対する寛大さ

(失敗に対し寛容であること)

原則6：身体的負担を少なく

(身体的な負担が少ないこと)

原則7：接近や利用のための大きさと広さ

(近づき使える寸法・空間であること)

ノーマライゼーションは、上記の物理的な構造物のみならず、社会活動・生活までを含めた概念である。障害者や高齢者を特別視や特別扱いすることなく、平等に扱い、一般の社会の中で普通の生活を送れることを旨とする考え方である。さらに、上記のことを推進するための社会福祉政策のことをいう。

本事業では、農作業においてバリアとなるものを取り除くため、バリアフリーという用語を使用している。しかし、本事業の最終的な目的としては、ユニバーサルデザインの考え方が適していると思われる。

## 2.2 障害者の就労

障害者とは、障害者の雇用の促進等に関する法律における定義では「身体障害、知的障害、精神障害（発達障害を含む。第6号において同じ。）その他の心身の機能の障害（以下「障害」と総称する。）があるため、長期にわたり、職業生活に相当の制限を受け、又は職業生活を営むことが著しく困難な者をいう。」と記述されている。そして、障害者は以下の範囲とされている。

- ・身体障害者：障害者のうち、身体障害がある者であって別表に掲げる障害があるものをいう。
- ・重度身体障害者：身体障害者のうち、身体障害の程度が重い者であって厚生労働省令で定めるものをいう。
- ・知的障害者：障害者のうち、知的障害がある者であって厚生労働省令で定めるものをいう。
- ・重度知的障害者：知的障害者のうち、知的障害の程度が重い者であって厚生労働省令で定めるものをいう。
- ・精神障害者：障害者のうち、精神障害がある者であって厚生労働省令で定めるものをいう。

また、事業主の責務として、第5条では「すべて事業主は、障害者の雇用に関し、社会連帯の理念に基づき、障害者である労働者が有為な職業人として自立しようとする努力に対して協力する責務を有するものであつて、その有する能力を正當に評価し、適当な雇用の場を与えるとともに適正な雇用管理を行うことによりその雇用の安定を図るように努めなければならない。」とされている。

障害者の収入(賃金・工賃の平均月額)を「平成25年度版障害者白書」より図2.1に示す。また、賃金等の状況として以下のように記述されている。「事業所で雇用されている者の賃金の平均月額は、常用労働者全体の26.1万円に対して身体障害者の賃金の平均月額は25.4万円と若干低いが、知的障害者は11.8万円、精神障害者は12.9万円とかなり低い水準となっている。就労継続支援A型事業所の利用者の賃金の平均月額は7.2万円となっており、就労継続支援B型事業所の利用者の工賃の平均月額は1.4万円となっている。」

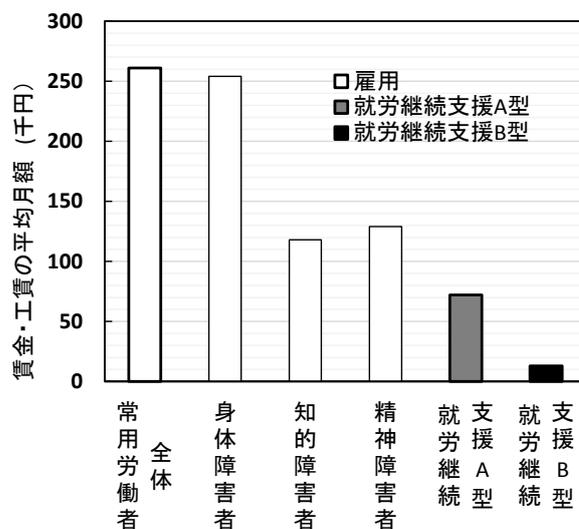


図2.1 障害者の賃金・工賃の平均月額

就労支援A型・B型のような収入では、障害者の経済的自立は不可能である。障害者に対する生活の質の向上に対する対策は、喫緊の課題となっている。

### 3. 作業内容入力システムの開発

#### 3.1 まえがき

本事業では、ベビーリーフなどの葉物野菜に焦点を絞り、第二次産業の標準技術や生産システム技術を適用することで、高品質・高能率な農産物の生産を実現し、これによる農業法人の経営改善に寄与することを目的としている。また、本事業により、国内機械産業に関わる生産システムやソフトウェアなどを扱う第二次産業の企業に対し、農業分野の新たな市場を開拓する。さらに、近年の少子高齢化における高齢者や障害者なども含む総活躍社会に資するため、ユニバーサルデザインを指向し、操作の容易性なども考慮した農業の生産管理システムを提供する。

平成26年度の事業では、これらの目的のうち、高品質・高能率な農産物の生産と、第二次産業の企業に対する新市場開拓に注力した。具体的に、熊本県で大規模な有機ベビーリーフ栽培と販売を手がける(株)果実堂<sup>3-1)</sup>の協力を得て、品種、季節、および気候変動などにより、生育期間が変動する見込生産の農作物に対し、販売計画や需要予測に応じた栽培計画が立案可能な栽培管理システムを開発した(図3.1太黒一点鎖線部<sup>3-2), 3-3)</sup>。本栽培管理システムを(株)果実堂に試験導入し、実稼動実験を行ったところ、同社から高い評価を得た。また、他の農業法人から、本栽培管理システムの試験導入の要望を得ており、今後も多くの農業法人への導入が見込まれる。一方、本栽培管理システムは、データベースとの情報交換に標準技術ORiN(Open Resource interface for the Network<sup>3-4)</sup>)を活用することで、他のアプリケーションシステムやセンサなどとの接続性やシステムの拡張性を考慮した。これにより、例えばハウス内の既設の環境管理システムなど、他のシステムとの連携も容易であり、本事業の実用化研究会であるコンシューマーアグリ研究会の第二次産業の企業会員をはじめ、国内機械産業に関わる生産システムやソフトウェアなどを販売する企業と連携した普及活動による新市場開拓も期待できる。

しかし、平成26年度に開発した栽培管理システ

ムは、栽培に伴い発生する様々な作業の既存の実績情報を活用し、販売計画や需要予測に基づく需給バランスを保つための栽培計画の立案を主目的としたため、日々の栽培実績情報を入力する仕組みが含まれてない。一方、コンシューマーアグリ研究会の農業法人の中には、農業に新規に参入した企業もあり、同企業では、同社の栽培環境において、栽培する作物の品種、季節などに応じた生育期間などの基礎データが未蓄積であった。そこで、これらを算出するため、作物の栽培に伴い発生する様々な作業の実績情報を入力して管理し、必要に応じて分析可能なシステムに対する要望があった。また、今後求められる食のトレーサビリティに対応し、栽培工程内で使用した機器や農薬散布の状況などの情報を追跡可能にしたいとの要望も得ていた。さらに、障害者などでも容易に活用可能な仕組みへの要望も高まった。

そこで、平成27年度は、平成26年9月に、千葉県野田市で設立し、農業に新規参入された(株)東光アグリファーム<sup>3-5)</sup>の協力を得て、これらのニーズに応え、作物の栽培に伴い発生する様々な作業の実績情報を、簡単な操作で入力、蓄積して管理する作業内容入力システムを試作開発した(図3.1太赤実線部)。

本報では、平成27年度に開発した本作業内容入力システムについて報告する。具体的には、作業内容入力システムの概要、作業内容入力システムの開発結果、および農業法人への試験導入について以下に報告する。

#### 3.2 作業内容入力システムの概要

作業内容入力システムの概要として、対象とした栽培業務、作業内容入力システムの特徴、作業内容入力システムの構成について示す。

##### 3.2.1 対象とした栽培業務

本作業内容入力システムの開発にあたっては、(株)東光アグリファームの栽培活動を参考に、栽培活動の業務フローを整理した。

同社の圃場は、自然光が降り注ぐ太陽光利用型のハウスであり、ハウス内で、水耕栽培によるベビーリーフを中心とした葉物野菜を栽培している。厳しい衛生管理体制のもと、種まきから収穫まで、

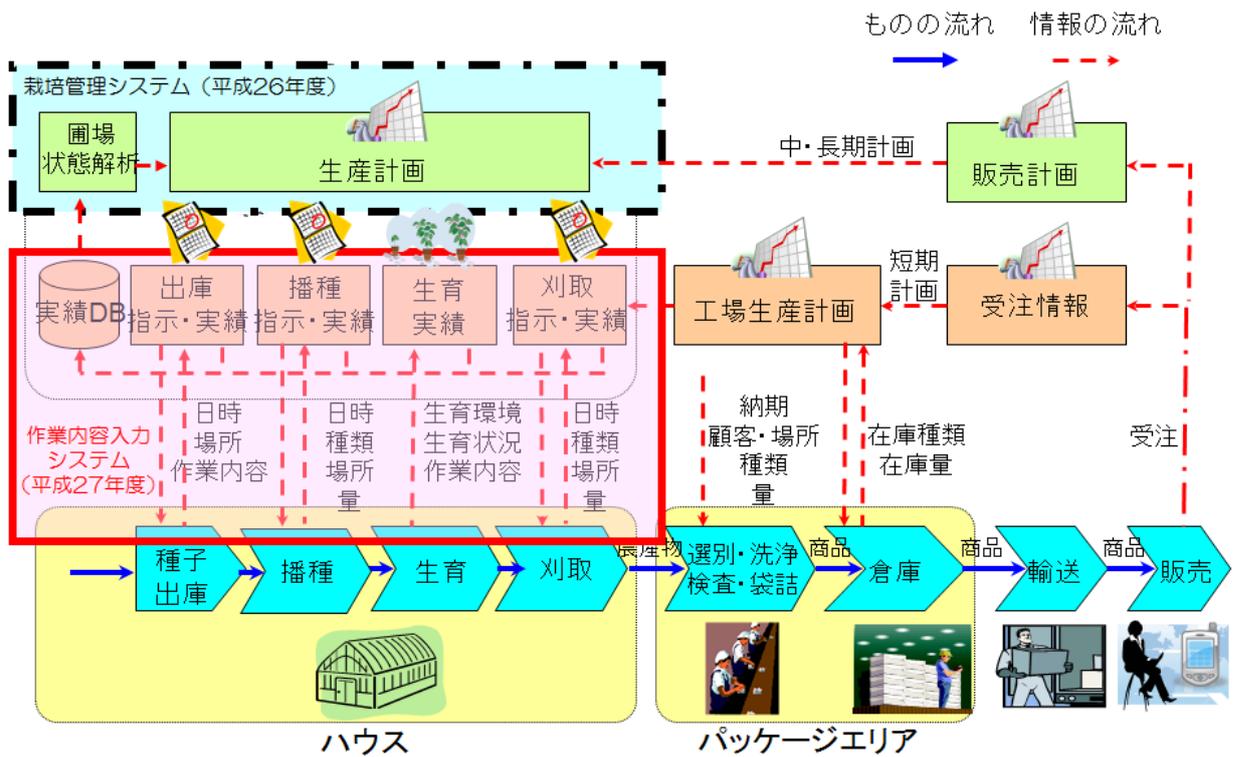


図 3.1 作業内容入力システムの位置付け

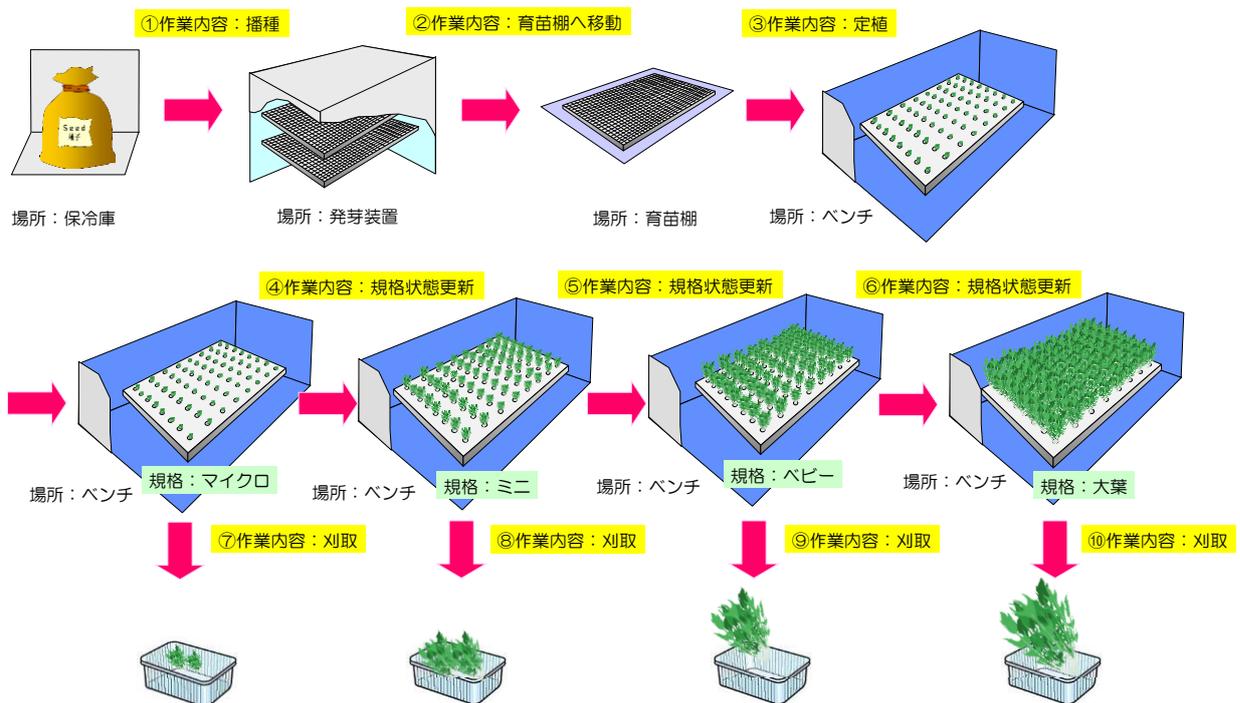


図 3.2 栽培実施工程の詳細例（ベビーリーフの場合）

すべて丁寧な手作業により、高品質な葉物野菜を出荷している。主な販売先は、東京近郊や首都圏のレストラン、ホテル、および卸などであり、例えばベビーリーフの場合、成長段階によって、マ

イクロ、ミニ、ベビー、および大葉の4種類の規格に分類することで、例えば高級レストランのシェフからの個別ニーズに合わせた作物を小ロットで提供可能である。なお、マイクロは、発芽後約

3～4日で、かいわれが開いた形状で草丈が2～3cm前後のリーフであり、栄養価が豊富なことで注目されている。ミニは、発芽後約7～15日、草丈が5cm程度のリーフである。さらに、ベビーは、発芽後約20～30日、草丈が約10cm前後のサラダに丁度良いサイズのリーフであり、草丈がそれ以上のリーフを大葉と呼んでいる<sup>3-4)</sup>。

本作業内容入力システムが担う箇所は、**図 3.1** 太赤実線部の栽培実施工程の管理であるが、この詳細として、(株)東光アグリファームが、手がけるマイクロ、ミニ、ベビー、および大葉などのベビーリーフの栽培工程を例に、代表的な作業の流れを**図 3.2**に示す。

本**図 3.2**に基づく、作業の内容は次の通りである。まず、需要予測に基づき、保冷库の種子在庫から、品種毎に出庫し、1枚あたり300株の育苗が可能でウレタン培地に播種し、発芽装置に入れ、発芽に適した環境で発芽させる。次に発芽後、一時的に育苗棚に移動し、定植可能な草丈や根が定着するまで生育後、水耕栽培用の発砲スチロール製の水耕パネルに定植して、培溶液が入ったベンチに移動する。この時に多く利用されるのは、8行×8列の合計64穴の水耕パネルである。さらに、ベンチで生育される苗は、草丈の生長に応じてマイクロ、ミニ、ベビー、および大葉と規格が変化し、日々の受注内容に応じた規格状態で刈取り、パッケージ後出荷する。

この生育期間内で、何時、誰が、どこで、何をしたか、さらに、その間の規格の状態などを、実績データとして記録する必要がある。また、その間のハウス内の温湿度、肥料の投入、および農薬の散布状況なども記録しておき、これらの情報を解析することで、栽培する作物の品種、季節に応じた生育期間などの基礎データの構築が期待できる。さらに、食のトレーサビリティを進める上で、種子の入荷・在庫ロット、栽培工程内で使用した機器や農薬散布の状況などの情報を追跡可能にしておく機能が求められる。

また、作業内容入力システムを、実用化研究会であるコンシューマーアグリ研究会により、多くの農業法人で活用したり、同研究会の第二次産業の企業のソフトウェアやハードウェアと連携した

りし、更なる高付加価値な協業ビジネスを生み出す必要がある。そのため、標準技術の活用やシステム構造の汎用性などが求められる。さらに、高齢者や障害者でも操作が可能となるように、操作の容易性を考慮したシステムを目指した。

### 3.2.2 作業内容入力システムの特徴

これらの要望に対応するための本作業内容入力システムの構造や実装上の要件を再整理すると、次の3点になる。

- ①容易な操作性と安価な導入コスト
- ②汎用性・拡張性
- ③トレーサビリティの確保

これらの要件を満たすため、本作業内容入力システムは、次のような構造上や実装上の特徴を有する。

まず、①容易な操作性と安価な導入コストに関しては、圃場であるハウスは、事務所から離れ、しかも複数個所に点在する場合は考えられる。また、これら点在了したハウスでは、ネットワークなどのインフラの導入コストが課題となる。また、入力が必要な情報も場所・装置、製品・仕掛品などの物に付加された情報と共に、状態などの情報を入力する必要がある。さらに、容易な操作性も求められる。そこで、入力装置として、**図 3.3**に示すようなハンディターミナルを利用することとし、情報収集においてはWiFiも含むネットワークを使用せず、入力した情報を一時的にハンディターミナル内に蓄積しておき、後でまとめて事務所などに設置したパソコンにアップロードするなどのバッチ処理で使用する方式を基本とした。

つぎに、②汎用性・拡張性に関しては、アプリ

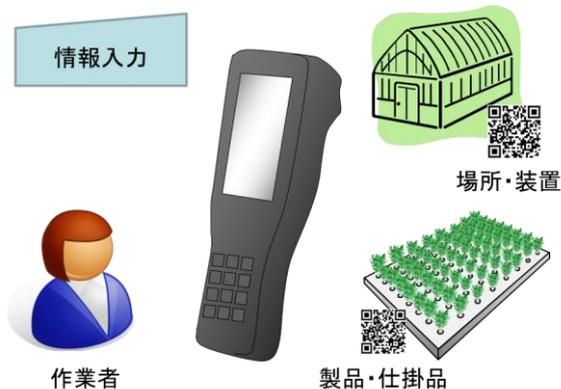


図 3.3 ハンディターミナル

ケーションシステムで活用する情報のデータベース上のテーブル名やフィールド名は、抽象的な名称にしておき、アプリケーションシステムの画面で実際に使用する名称との紐付けを、コンフィグファイルなどで定義できようにすることで、本システムを利用する農業法人が通常使用している呼び方を使ったシステムへの変更が可能になるようにした。具体的には、例えば図 3.4 に示す通り、何かの作業を行う場所の区分を意味するフィールド名を、ある農業法人では「作業場所名」と呼ぶが、同様な意味の場所を、別の農業法人では「作業エリア」と呼んでいるなどの場合に対応可能である。また、画面表示やエクセルなどのファイル

形式で、本作業内容入力システムの情報を外部出力可能であるが、その際のタイトルやラベルなどは、図 3.5 に示す通り、コンフィグファイルによる設定や、テンプレートファイルにより出力されるため、利用する農業法人毎のソフトウェア修正は不要となる。これらの特徴により、本作業内容入力システムは、様々な農業法人で活用しようとする際、柔軟にカスタマイズが可能となる。さらに、ハンディターミナルや、データベースの特にマスタファイルのアクセスなどに、第二次産業のネットワークミドルウェアの標準技術である ORiN を活用することで、コンシューマーアグリ研究会の第二次産業の企業のセンサやソフトウェアなどとの連携も容易である。

最後に、③トレーサビリティの確保の方法について示す。本作業内容入力システムでは、資材在庫としての種子のまとまり識別（種子管理 ID）や、種子が発芽した際の仕掛品のまとまりである仕掛品の識別（生育管理 ID）に関し、いつ、どこで（場所）、どのような作業（作業）が発生して、どのように成ったのかを管理する。また、さらに、生育中の作物のロット分割などにより、生育管理 ID（仕掛品識別）が分割した際に、その分割元の生育管理 ID（仕掛品識別）がどれであるかを保持することで、トレーサビリティ管理を実現している。

具体的なイメージを、（種子管理 ID）、（生育管理 ID）、（場所）、および（作業）を用いて、図 3.6(1)～(4)により紹介する。この例では、初期状態として、保冷库（場所）に、S888888888（種子管理 ID）の種子が在庫されている。図 3.6(1)の播種（作業）では、保冷库（場所）から、播種（作業）に必要な種子を出庫し、出庫された種子のロットに、C111111111（生育管理 ID）を付加し、ウレタン培地に播種し、発芽装置（場所）に入れられる。この際、C111111111（生育管理 ID）の親は、S888888888（種子管理 ID）であることが記録されており、C111111111（生育管理 ID）の所在が発芽装置（場所）内であることも認識されている。

図 3.6(2)の育苗棚への移動（作業）では、発芽した C111111111（生育管理 ID）を、ウレタン培地毎、育苗棚へ移動するが、その際、C111111111（生育管理 ID）の所在が、発芽装置（場所）から育苗棚

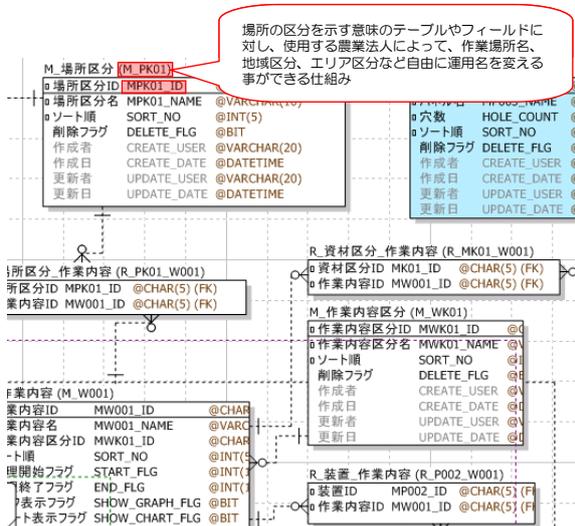


図 3.4 汎用的なテーブル・フィールド名

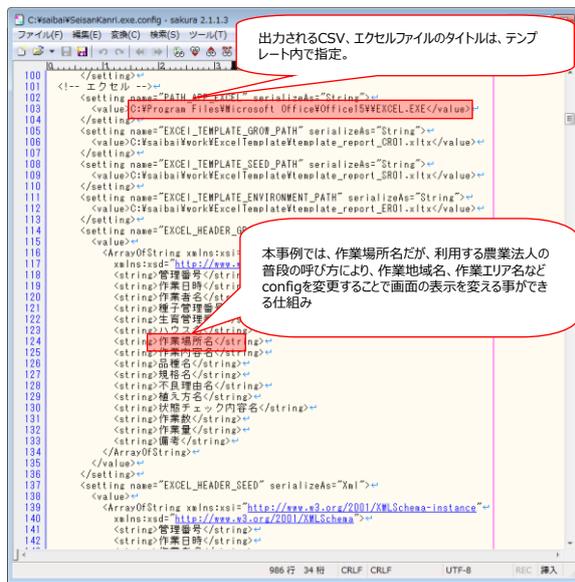


図 3.5 汎用的なタイトルやラベル名

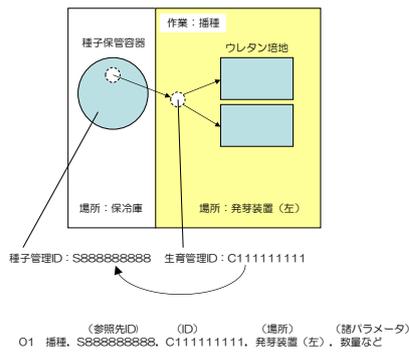


図 3.6(1) 播種

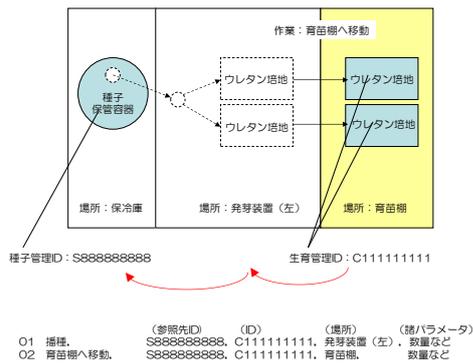


図 3.6(2) 育苗棚への移動

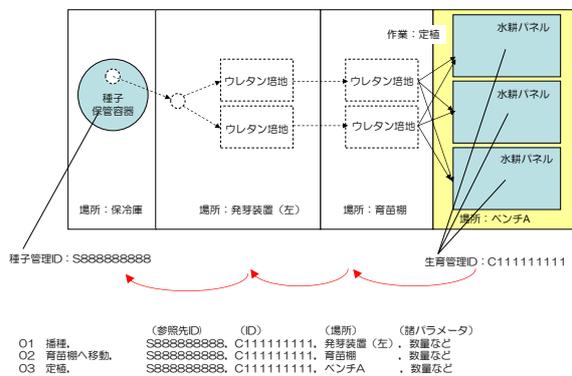


図 3.6(3) 定植

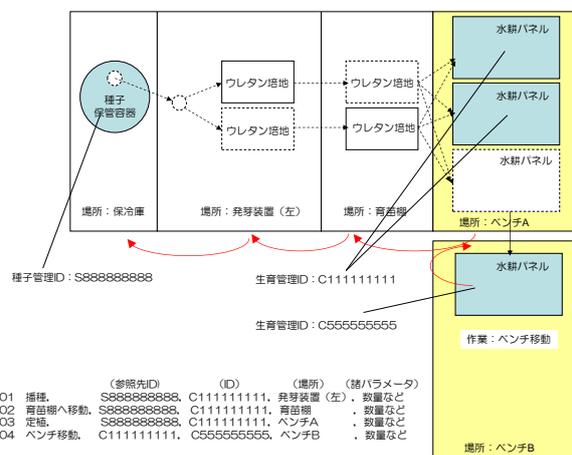


図 3.6(4) ベンチ移動

(場所) に移動したことが管理される。

さらに、図 3.6(3)の定植(作業)では、定植可になった C111111111 (生育管理 ID) のウレタン培地から、水耕パネルに定植後、ベンチ A (場所) に移動されるが、この際、C111111111 (生育管理 ID) の所在が、育苗棚 (場所) からベンチ A (場所) に移動したことが管理される。

また、図 3.6(4)のベンチ移動(作業)では、C111111111 (生育管理 ID) の水耕パネルの一部を分割して、新たに C555555555 (生育管理 ID) を付加し、ベンチ B (場所) に移動する。この際、C555555555 (生育管理 ID) の親は、C111111111 (生育管理 ID) であることが記録されており、C555555555 (生育管理 ID) が、ベンチ B (場所) に所在することも管理されている。

これら図 3.6(1)~3.6(4)の各状態で、仕掛品がマイクロ、ミニ、ベビー、および大葉のような規格変化が起こった日の記録や肥料の追加(作業)、農薬散布などの作業(作業)の結果を記録することで、最終製品が、どの資材在庫に紐付き、どこで、どのような状態で生育したかなどの記録が追跡可能となり、トレーサビリティを確保する。

### 3.2.3 作業内容入力システムの構成

これらの特徴を実現するために考案した作業内容入力システムの構成を、図 3.7 に示す。ハウス内外を移動する資材である種子に種子管理 ID、および仕掛品である生育中の作物に生育管理 ID を QR コードとしてラベル印刷して貼り付けた園芸札を添える。資材・仕掛品は、保冷库、発芽装置、ベンチ間を適時移動しながら生育するため、各場所には、場所を識別する QR コードを貼付け、資材・仕掛品がどの場所を通過したかを管理する。資材・仕掛品は、それぞれの場所で、播種、育苗、刈取などの作業が行われるため、各作業内容をハンディターミナルで入力管理する。また、作業内容の入力は、追肥などの作業実績の他、表 3.1 に示す通り、仕掛品が生育に伴い変化する規格状態、ハウス内に設けた温湿度計の計測情報などもハンディターミナルから入力可能である。なお、ハンディターミナルは、ネットワーク接続されていないため、入力された情報は、ハンディターミナル内に蓄積され、定期的にハンディターミナルを、

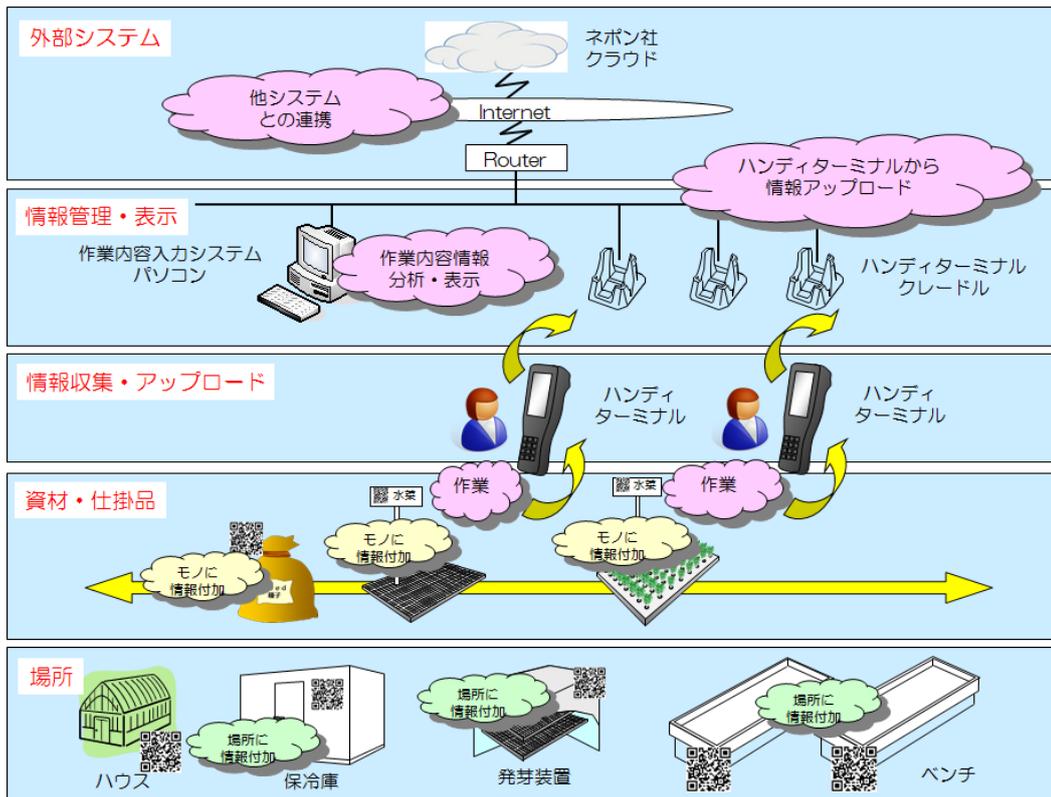


図 3.7 作業内容入力システムの構成

クレードルに置き、有線 LAN 経由で、作業内容入力システムパソコンにアップロードする。

また、作業内容入力システムは、ハンディターミナルからアップロードされた情報を、必要に応じて修正したり、ベンチ、および生育管理 ID 毎に、生育の状態をガントチャート出力したり、マイクロ、ミニ、ベビー、大葉などの規格毎の刈取実績などをグラフ化して表示することなどが可能である。さらに、(株)東光アグリファームでは、ネボン(株)の環境管理システムにより、ハウスの温度、湿度、日射、および培養液温度などを自動収集して、クラウドに蓄積し、表示可能な仕組みが導入されている。そこで、本作業内容入力システムは、ネボン(株)の環境管理システムから出力される環境履歴情報ファイルを取り込み、刈取り実績などと重ねてグラフ表示する機能なども設けた。

### 3.3 作業内容入力システムの開発結果

#### 3.3.1 開発結果概要

3.2 節で示した作業内容入力システムの概要に基づき、本システムを試作開発した。本システムでは、(場所)や(作業)などの名称を抽象化し、具体的な名称を別途付加可能とすることで、シス

テムの汎用性を持たせているが、システムの評価用に仮に付加実装した具体的な名称は、表 3.1、および表 3.2 の通りである。開発結果として、表 3.1 の場所名、および表 3.2 に示す作業名に基づき、次の 6 つのシナリオで動作確認を行ったところ、それぞれ期待通りの動作が可能であることを確認した。3.3.2 項以降に、各シナリオの動作イメージを示す。

- (1) シナリオ 1 (種子入庫) :
  - ・ 種子を新規購入して保冷库 1 に入庫
- (2) シナリオ 2 (通常の生育管理) :
  - ・ 播種
  - ・ → 育苗棚へ移動
  - ・ → 規格状態更新
  - ・ → 定植
  - ・ → 刈取
- (3) シナリオ 3 (複数刈取開始) :
  - ・ 播種
  - ・ → 育苗棚へ移動
  - ・ → 定植
  - ・ → 複数刈取開始

(4) シナリオ 4 (ベンチ移動) :

- ・ 播種
- ・ → 育苗棚へ移動
- ・ → 定植
- ・ → パネルのベンチ移動

(5) シナリオ 5 (農薬散布) :

- ・ 農薬散布

(6) シナリオ 6 (室温計測) :

- ・ 室温計測

表 3.1 実装した場所名

場所名	内容
機振実験ハウス 1	ハウス 1
機振実験ハウス 2	ハウス 2
ブロック 1	ハウス 1 のブロック (ベンチグループ) 1
ブロック 2	ハウス 1 のブロック (ベンチグループ) 2
実験ハウス 1-1-A	ハウス 1, ブロック 1 のベンチ A
実験ハウス 1-1-B	ハウス 1, ブロック 1 のベンチ B
実験ハウス 1-1-C	ハウス 1, ブロック 1 のベンチ C
:	
実験ハウス 1-2-A	ハウス 1, ブロック 2 のベンチ A
実験ハウス 1-2-B	ハウス 1, ブロック 2 のベンチ B
実験ハウス 1-2-C	ハウス 1, ブロック 2 のベンチ C
:	
保冷库 1	種子などの保冷库 1
発芽装置 (左)	左側設置の発芽装置
発芽装置 (右)	右側設置の発芽装置
育苗棚	発芽装置で発芽後, 定植可能となる草丈まで生育する場所
その他	

表 3.2 実装した作業名

作業名	内容
EC 計測	培養液の肥料濃度の観測
pH 計測	培養液の pH の観測
液温計測	培養液の温度の観測
室温計測	ハウス室内温度の観測
湿度計測	ハウス室内湿度の観測
農薬散布	農薬散布作業
養液管理	培養液の管理作業
養液入替え	培養液の入替作業
肥料補充	培養液への肥料補充
NEPON (温度)	外部の環境管理システムからの温度情報取得
NEPON (湿度)	外部の環境管理システムからの湿度情報取得
NEPON (日射)	外部の環境管理システムからの日射情報取得
NEPON (液温)	外部の環境管理システムからの液温情報取得
播種	播種作業
育苗棚へ移動	育苗棚への移動作業
定植	水耕パネルへの定植作業
一次定植	複数回定植時の 1 回目
二次定植	複数回定植時の 2 回目
種子浸水処理	播種前の前処理
種子乾燥	種子浸水処理後の乾燥
直播き	直接水耕パネルに播種し保護パネルを被せる作業
保護パネル外し	保護パネルを外す作業
パネルのベンチ移動	水耕パネルのベンチ間移動作業
優良廃棄	良品にも関わらず, 販売先が決まらないなどで廃棄する作業
不良廃棄	枯れや, 虫がついたなどによる不良品の廃棄作業
刈取	出荷のため刈取る作業
複数刈取開始	刈取後, 刈取後の株から出る葉を製品化するために生育開始する作業
剪定	生育中に枯葉などを剪定する作業
規格状態更新	草丈を観察し, 規格が変わったことの記録作業
状態チェック	その他の状態記録作業
栽培終了	栽培の終了記録作業 (生育管理 ID 消滅)
入庫	種子の入庫作業
在庫終了	種子在庫終了時の作業 (種子管理 ID 消滅)

### 3.3.2 シナリオ 1 (種子入庫)

新規購入した種子を保冷库に入庫する場合のシナリオのイメージをハンディターミナルの画面として図 3.8(1)～(3)に示す。

新規購入した種子を入庫する際は、ラベルプリンタなどを用いて新規の種子管理 ID を発番し、種子の保管容器などに貼付ける。次にハンディター

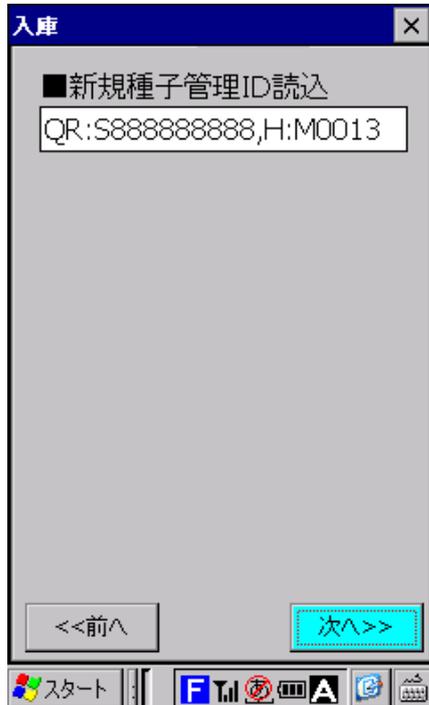


図 3.8(1) 種子管理番号発番

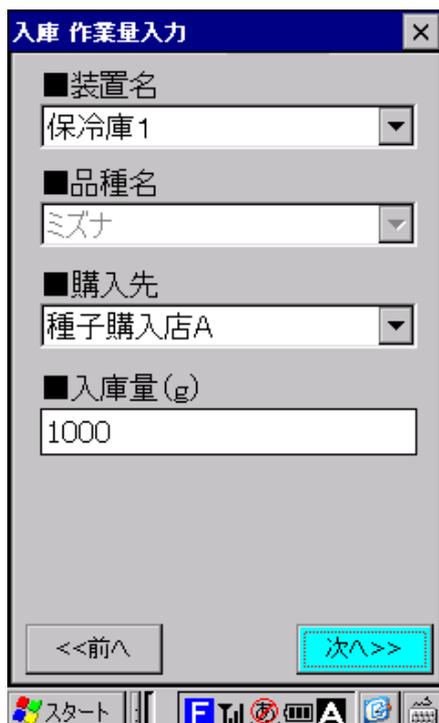


図 3.8(2) 入庫場所, 品種, 入庫量入力

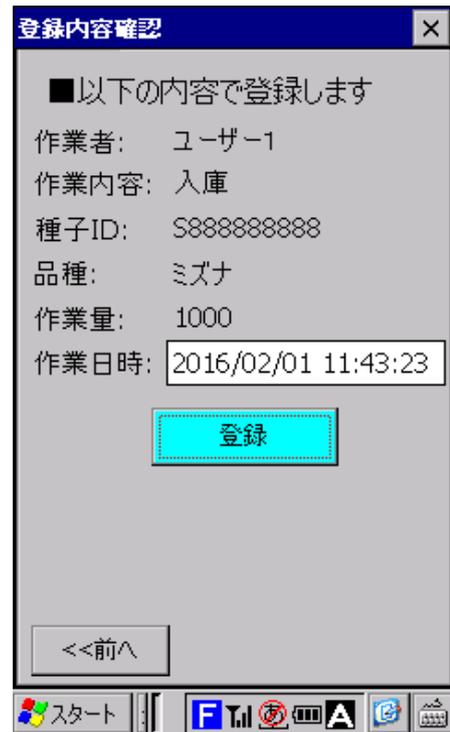


図 3.8(3) 入力確認画面

ミナルで、入庫入力する作業者名などを入力した後、図 3.8(1)のようにハンディターミナルで、種子容器に貼り付けた種子管理 ID の QR コードを読みこむ (例: S888888888)。さらに、図 3.8(2)のように、種子を保管する保冷库名、種子の品種名、種子の購入先、入庫量などを入力する。最後に、図 3.8(3)の入力確認画面に遷移し、登録することで、入庫処理が完了する。なお、各項目は、プルダウンメニューにて選択入力することも可能であるが、QR コードなどを読み取ることで入力できる。

### 3.3.3 シナリオ 2 (通常の生育管理)

次に、一般的な通常の生育管理のシナリオイメージを示す。本シナリオは、図 3.9 に示すように、①播種、②育苗棚への移動、③規格状態更新 (育苗棚で発芽状態からマイクロに生育)、④定植、および⑤刈取のような一般的なフローに基づくものである。本シナリオにおける動作イメージを、ハンディターミナルの画面を中心に図 3.10(1)～(10)に示す。

まず、図 3.9 の①播種では、図 3.10(1)に示すように、例えば資材在庫 (種子管理 ID : S888888888) から、出庫した種子に、新規に発番した生育管理 ID (C111111111) を付加し、

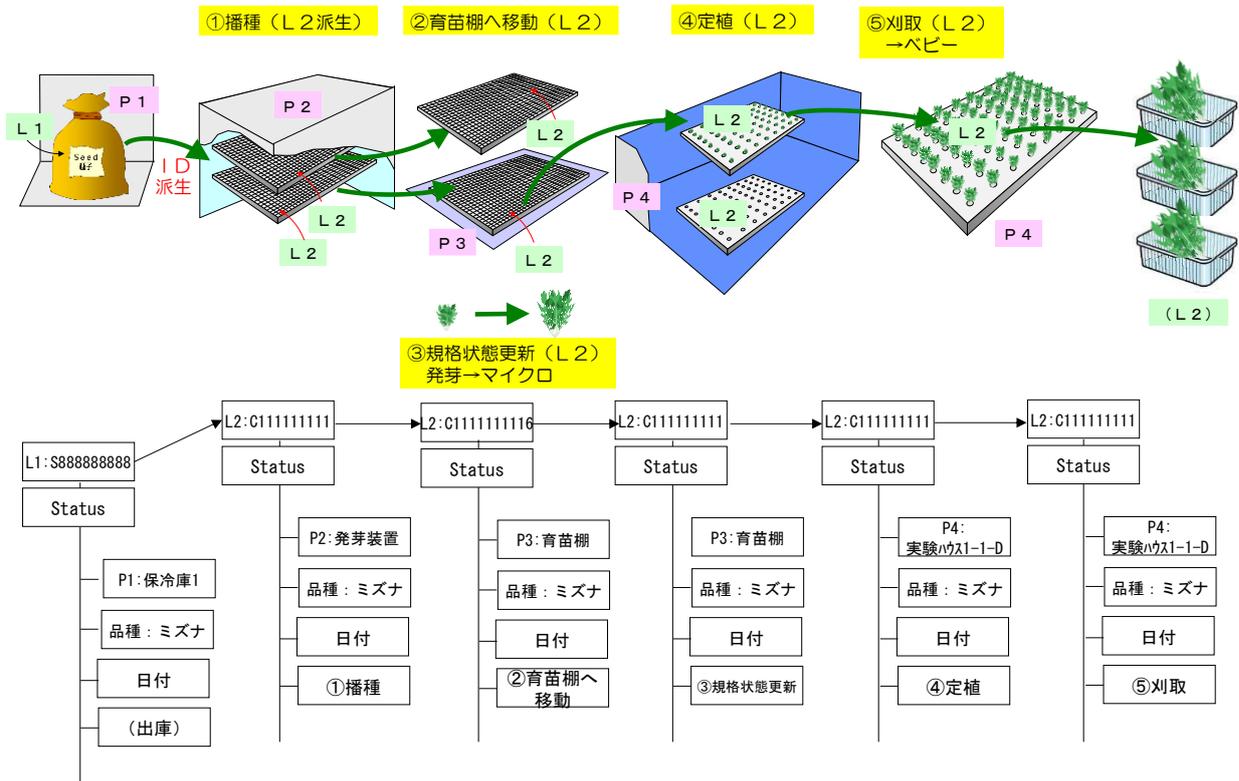


図 3.9 シナリオ 2 (通常の生育管理) のイメージ

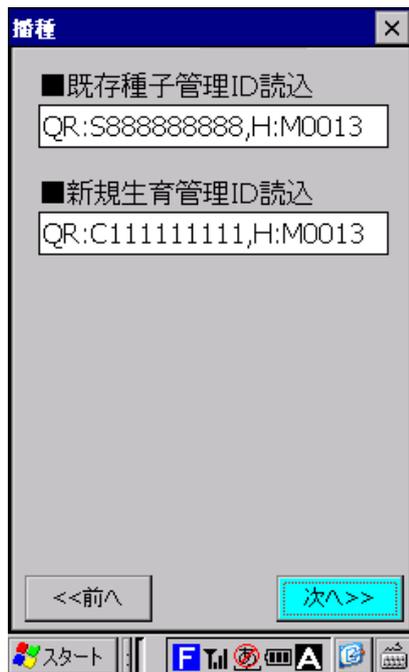


図 3.10(1) 播種 : 生育管理番号発番



図 3.10(2) 播種 : 場所, 播種量等入力

図 3.10(2) のように発芽装置 (左) に入れる. 図 3.10(2) は, この際の状態として, 80g の種子を, 300 株生育可能なウレタン培地 2 枚に播種した情報を入力している様子を示す. この播種の入力後, ハンディターミナルをクレードルに挿して, ハン

ディターミナル内の情報を作業内容入力システムパソコンにアップロードし, 作業内容入力システムのアプリケーションシステムにより, 生育管理 ID:C111111111 の情報をガントチャート表示すると, 図 3.10(3) のように, ガントチャート上に播

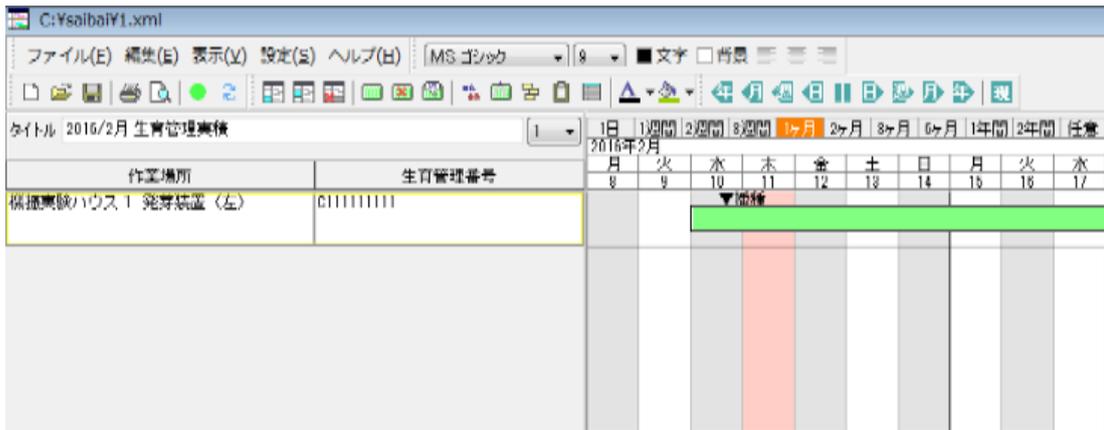


図 3.10(3) 播種作業が記録された生育管理 ID のガントチャート



図 3.10(4) 育苗棚への移動



図 3.10(5) 規格状態更新

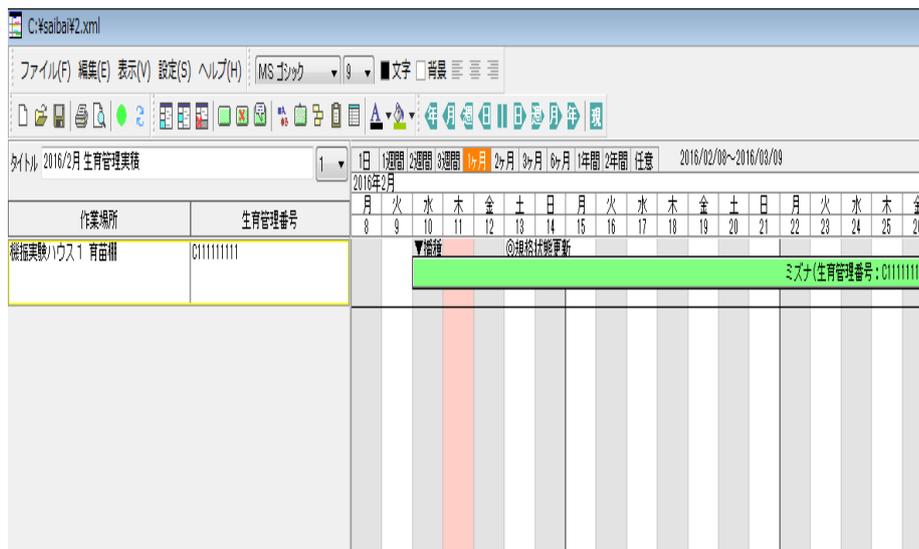


図 3.10(6) 規格状態更新が記録された生育管理 ID のガントチャート

種のマークが表示されるようになる。

つぎに、図 3.9 の②育苗棚への移動の通り、発芽装置 (左) の生育管理 ID : C111111111 のウレタン培地 2 枚を発芽後、生育棚に移動する際、図 3.10(4)に示すように、ハンディターミナルで、同育苗棚への移動作業の実績を入力する。

さらに、図 3.9 の③規格状態更新の通り、生育管理 ID : C111111111 のウレタン培地 2 枚が、育苗棚上で、発芽状態からマイクロまで草丈が生育した際、図 3.10(5)に示すように、ハンディターミ

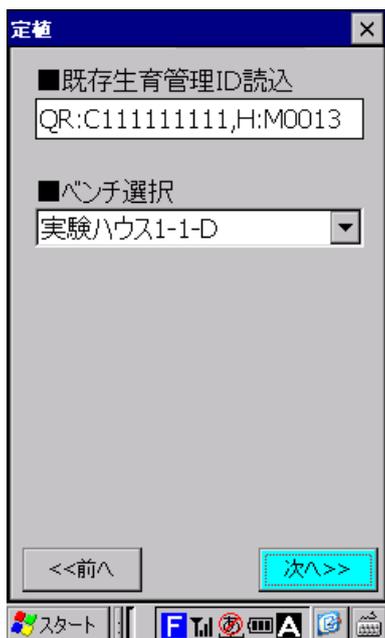


図 3.10(7) 定植：水耕ベンチの選択



図 3.10(8) 定植：植え方，数量入力

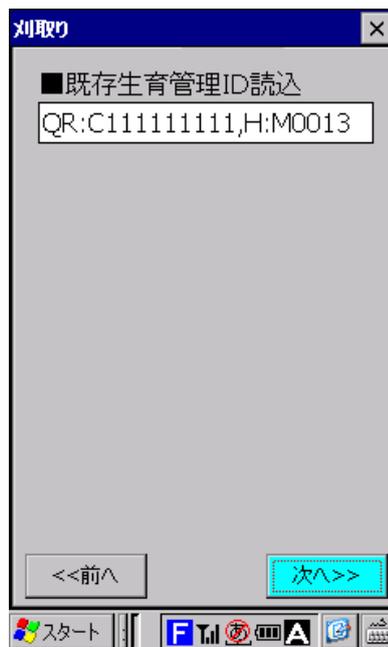


図 3.10(9) 刈取：生育管理番号入力



図 3.10(10) 刈取：刈取量入力

ナルで規格状態更新の実績を入力する。この規格状態更新後、同実績情報をハンディターミナルから、作業内容入力システムパソコンにアップロードし、生育管理 ID : C111111111 の情報をガントチャート表示すると、図 3.10(6)に示すように、ガントチャート上に規格状態が更新された旨、マークが表示されるようになる。

つぎに、図 3.9 の④定植において、育苗棚上で定植可能な状態に生育した生育管理 ID : C111111111 のウレタン培地 2 枚を、株毎に分割し、

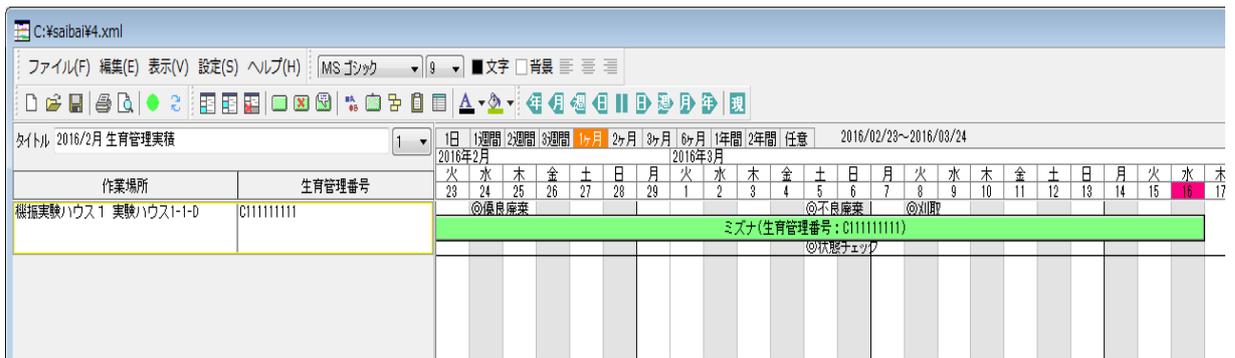


図 3.11 刈取終了後のガントチャート出力例

機械振興協会-生産管理システム

生育管理作業

刈取実績 実績取込 マスク管理 作業

● 生育管理作業内容エクセル保存(最大期間1年)

期間: 2015年 3月18日 ~ 2016年 3月16日

● 作業内容管理

管理番号: 期間: 2016年 2月 1日 ~ 2016年 3月16日

種子管理番号: 生育管理番号: C111111111

ハウス: すべて 作業場所: すべて

品種区分: すべて 品種: すべて 作業者: すべて

検索 表示内容をエクセル保存 新規追加

管理番号	作業日時	作業者名	種子管理番号	生育管理番号	ハウス	作業場所	作業内容	品種
3391	2016/02/10 11:54	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	発芽装置(左)	播種	ミズナ
3392	2016/02/13 13:14	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	育苗棚	育苗棚へ移動	ミズナ
3393	2016/02/13 13:16	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	規格状態更新	ミズナ
3394	2016/02/16 13:22	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	定植	ミズナ
3395	2016/02/24 13:26	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	優良廃棄	ミズナ
3397	2016/03/05 13:27	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	状態チェック	ミズナ
3396	2016/03/05 13:27	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	不良廃棄	ミズナ
3398	2016/03/08 13:33	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	刈取	ミズナ

KEIRIN 00 本製品は、一般財団法人 機械振興協会

図 3.12 入力情報の一覧

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
管理番号	作業日時	作業者名	種子管理番号	生育管理番号	ハウス名	作業場所名	作業内容名	品種名	親格名	不良理由	補え方	状態子	作業数	作業量
3391	2016/2/10 11:54	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	発芽装置(左)	播種	ミズナ					600	80
3392	2016/2/13 13:14	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	育苗棚	育苗棚へ移動	ミズナ						
3393	2016/2/13 13:16	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	規格状態更新	ミズナ	マイクロ					
3394	2016/2/16 13:22	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	定植	ミズナ			6条植え(		48	
3395	2016/2/24 13:26	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	優良廃棄	ミズナ					15	
3396	2016/3/5 13:27	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	不良廃棄	ミズナ		害虫(ダニ)			16	
3397	2016/3/5 13:27	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	状態チェック	ミズナ				葉の状態(病気)		
3398	2016/3/8 13:33	ユーザー1	S88888888	C111111111	機振実験ハウス1	実験ハウス1-1-D	刈取	ミズナ	ヘビ-				40	500

図 3.13 エクセル出力の例

水耕パネルに定植する場合は、図 3.10(7)、図 3.10(8)に示すように、定植するベンチ、および水耕パネルへの植え方をハンディターミナルから入力する。なお、図 3.10(8)は、8行×8列の穴があった水耕パネルに対し、少し間隔を空けて、8行×6列の6条植と呼ぶ植え方で、水耕パネル1枚分を定植したことを示している。

さらに、図 3.9 の⑤刈取では、図 3.10(9)、図 3.10(10)に示すように、生育管理 ID: C111111111 の水耕パネルから、刈取った株数(水耕パネルに植えてあった穴数)、刈取時の規格名、および刈取量を入力する。なお、生育管理 ID: C111111111 は、実績情報上では、刈取る直前までの規格名がマイクロになっているが、本事例のように、途中



図 3.14 収穫実績グラフの例

の規格状態更新の入力は省略することも可能である。これにより、途中の規格状態の変化など、詳細管理が不要な場合も許容可能である。この場合のガントチャート出力の様子を、図 3.11 に示す。

なお、本事例で一連の①播種、②育苗棚への移動、③規格状態更新、④定植、⑤刈取の入力について紹介したが、ハンディターミナルから、入力

した情報を作業内容入力システムのパソコンにアップロードし、作業内容入力システムのアプリケーションシステムの生育管理作業画面を使うことで、図 3.12 に示す通り、これらの入力情報の一覧が閲覧できる。また、この画面では、必要に応じた追加、修正、および削除などの編集作業も可能である。さらに、同画面のエクセル保存機能によ

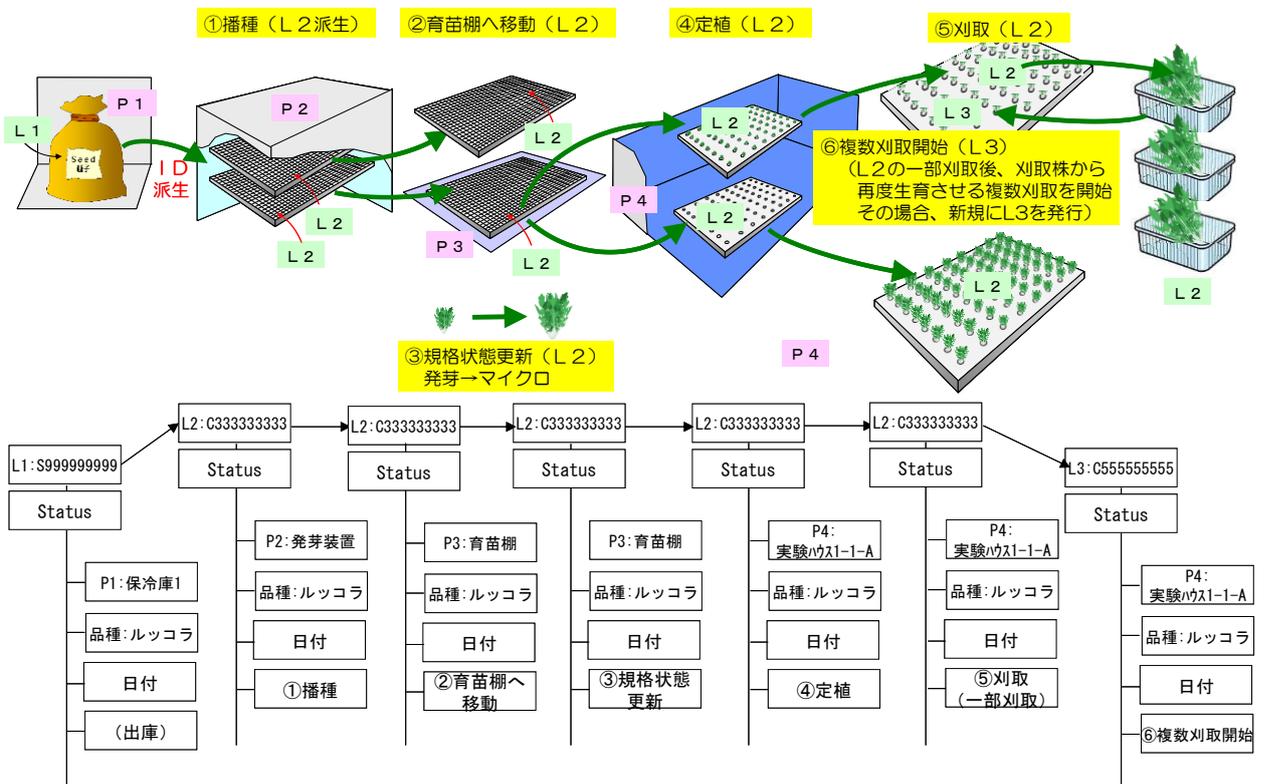


図 3.15 シナリオ 3 (複数刈取開始) のイメージ



図 3. 16(1) C333333333 刈取 : ID 入力

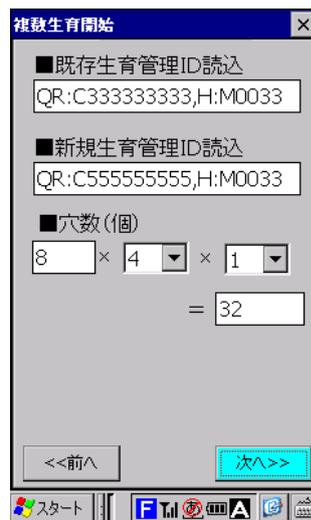


図 3. 17(1) C555555555 複数刈取開始 : ID 発行



図 3. 16(2) C333333333 刈取 : 規格, 数量入力

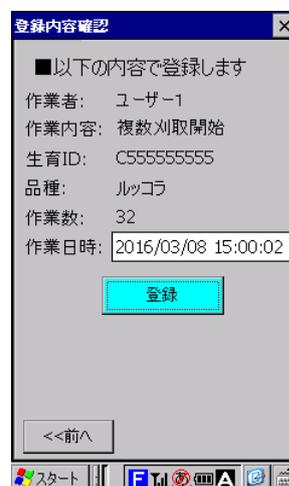


図 3. 17(2) C555555555 複数刈取開始 : 確認

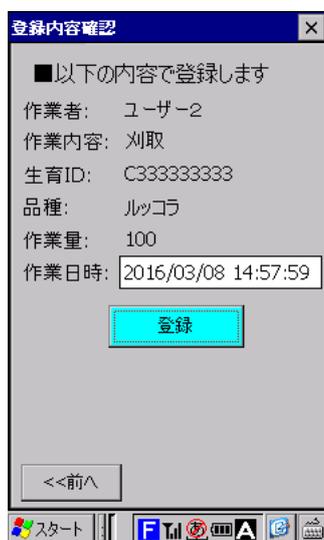


図 3. 16(3) C333333333 刈取 : 確認画面

り、図 3. 13 に示す通り、これらの情報をエクセル形式のファイル出力が可能であり、利用者が自在に情報分析することが可能となる。さらに、図 3. 14 に示す通り、刈取日毎、規格名毎に、収穫実績を棒グラフ出力することも可能である。なお、本棒グラフは、ハウス毎、ベビーリーフなどの品種区分毎、マイクロ、ミニ、ベビー、大葉などの規格毎の累計で表示可能である。

### 3. 3. 4 シナリオ 3 (複数刈取開始)

刈取後、刈取株からそのまま再度生育開始する作業を複数刈取開始と呼ぶ。この場合、生育管理 ID は、新たに発行することとする。図 3. 15 は、この複数刈取開始のイメージを示したものであり、生育管理 ID : C333333333 の水耕パネルのうち、一部を刈取って新たな生育管理 ID:C555555555 を発

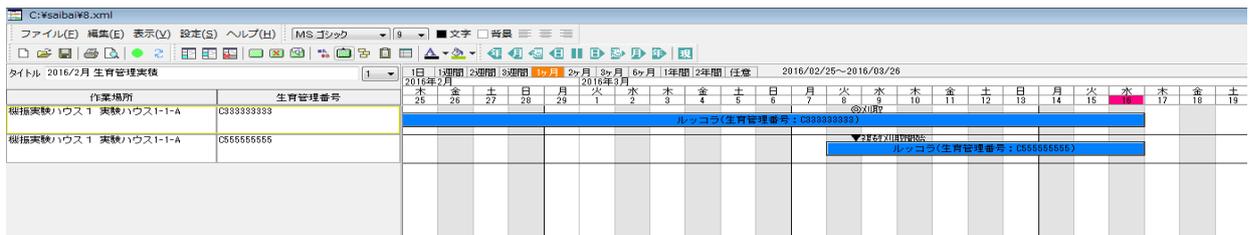


図 3.18 複数刈取開始を行った際のガントチャートのイメージ



図 3.19 複数刈取開始を含む入力情報の一覧

行し、生育を開始した様子を示している。なお、生育管理 ID:C555555555 は、生育管理 ID : C333333333 が親であることはデータ管理上保持されている。

この作業のハンディターミナルの操作イメージを、図 3.16(1)～(3)、および図 3.17(1)～(2)に示す。図 3.16(1)～(3)が生育管理 ID:C333333333 の水耕パネルのうち、一部を刈取った際の入カイメージであり、図 3.17(1)～(2)が複数刈取開始の入カイメージである。この複数刈取を行った場合のガントチャートのイメージを図 3.18 に、生育管理画面のイメージを図 3.19 に示す。

### 3.3.5 シナリオ 4 (パネルのベンチ移動)

ベンチから、別のベンチへ、生育中の水耕パネルを移動させる作業をベンチ移動と呼ぶ。この場合、移動した水耕パネルに対し、生育管理 ID を新たに発行する。図 3.20 は、このベンチ移動のイメージを示したものであり、実験ハウス 1-1-A のベンチにある生育管理 ID:C222222222 の水耕パネルのうち、一部を実験ハウス 1-1-B に移動し、移動した水耕パネルに生育管理 ID:C444444444 を新規発行した様子を示している。

この作業の操作イメージを、図 3.21(1)～(3)に示す。また、この場合のガントチャートのイメージを図 3.22 に、生育管理画面のイメージを図 3.23

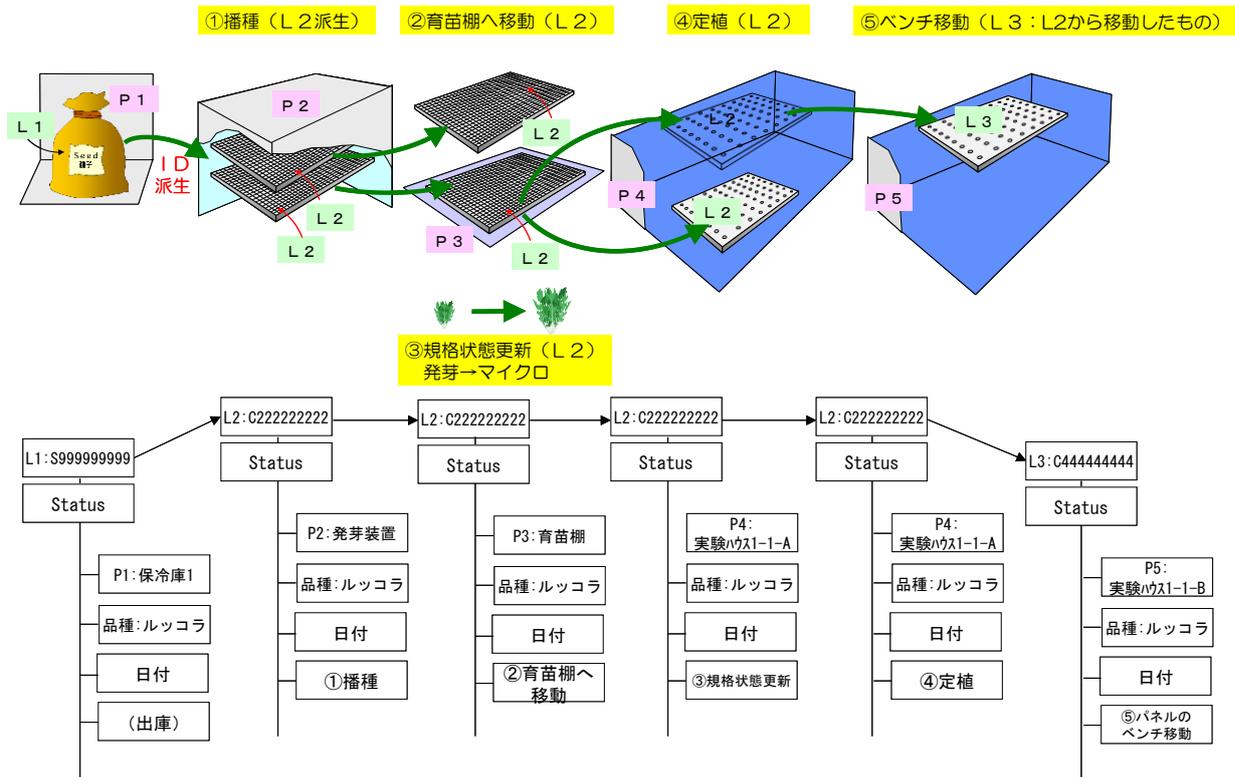


図 3.20 シナリオ 4 (パネルのベンチ移動) のイメージ



図 3.21 (1) ベンチ移動 : ID 入力    図 3.21 (2) ベンチ移動 : 移動先入力    図 3.21 (3) ベンチ移動 : 確認

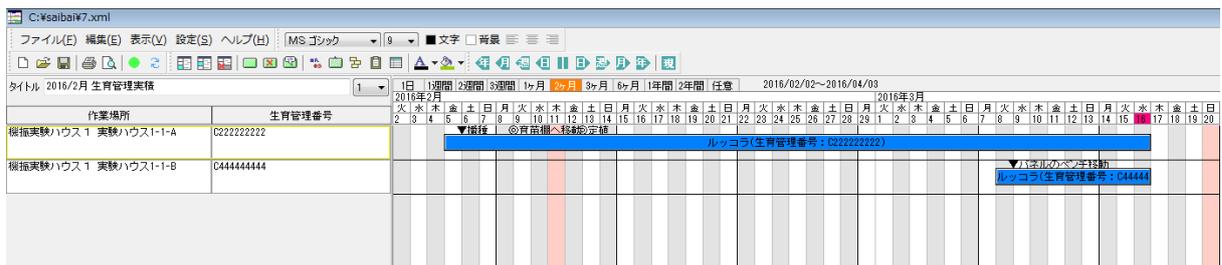


図 3.22 パネルのベンチ移動の際のガントチャートイメージ



図 3.23 パネルのベンチ移動を含む入力情報の一覧

に示す。

### 3.3.6 シナリオ 5 (農薬散布)

本作業内容入力システムでは、生育管理 ID で管理された作物の栽培に直接関わる作業の他、農薬散布、養液管理、養液入替え、肥料補充などの作業管理が可能である。

ここでは、農薬散布を例に、入力操作のイメージ、およびガントチャートなどの画面イメージを示す。図 3.24(1)～(2)は、農薬散布時のハンディ



図 3.24(1) 農薬散布：ベンチ名，農薬名入力

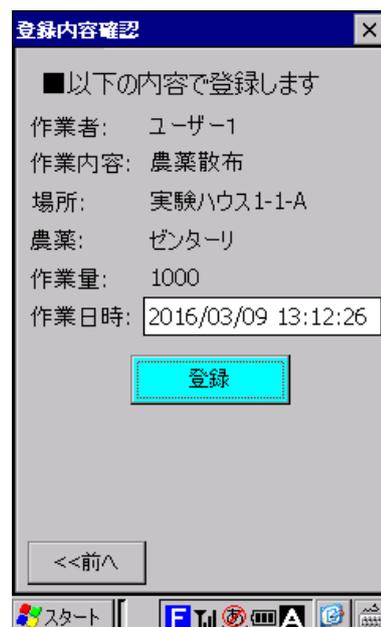


図 3.24(2) 農薬散布：日付、確認

ターミナルの入力画面である。図 3.24(1)で、ベンチ名、農薬名、数量などを入力する。また、図 3.24(2)で、入力日、および確認を行う。

この農薬散布などの作業を入力した際の入力情報の一覧を図 3.25 に示す。

### 3.3.7 シナリオ 6 (室温計測)

さらに、本作業内容入力システムでは、ネポン(株)の環境管理システムとは別に、ハウス内に設置



図 3.25 農薬散布などの作業を入力した際の入力情報の一覧

された個別の計測装置により、EC 計測、pH 計測、液温計測、室温計測、湿度計測などの環境観測の情報も管理可能である。このうち、ハウス内に置かれた室温計の計測値を読み取り、ハンディターミナルで入力するイメージの例を図 3.26 に示す。

さらに、本作業内容入力システムは、ネポン㈱の既存のハウスの環境監視・制御システムが、自

動的に測定してクラウドにアップロードしている室温、湿度、照度、培溶液温度などの情報を取得し、作物の収穫実績などと重ねてグラフ表示する機能も有する。このネポン㈱の環境データと、本作業内容入力システムのデータを重ねてグラフ表示した例を図 3.27 に示す。

これらのグラフや、エクセル形式で出力可能な本作業内容入力システムの栽培管理作業データなどを、ユーザ側で解析することで、品種と季節毎の生育期間などの基礎データの蓄積が可能となる。具体的例として、栽培管理データの一部をエクセルファイルで出力し、播種から刈取までの日数を計算する計算式を付加したことで、ミズナの生育日数を 27 日間として得た様子を図 3.28 に示す。ただし、この算出結果は、ソフトウェアの動作検証のため入力した試験データであるため、実際の栽培における生育日数とは異なる。

これらのエクセル出力機能により外部出力された情報は、今後例えば、生育日数とハウス内の温度や日射などの積分値の関係など、農業法人側の工夫で自在に活用することが可能であり、農業法人自らの工夫による栽培の改善活動に活用可能である。

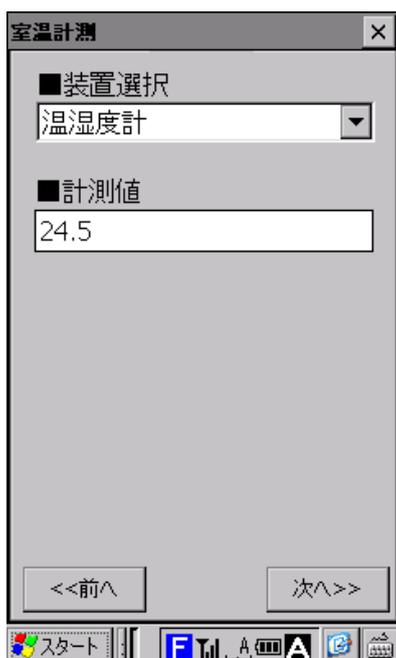


図 3.26 室温の入力イメージ

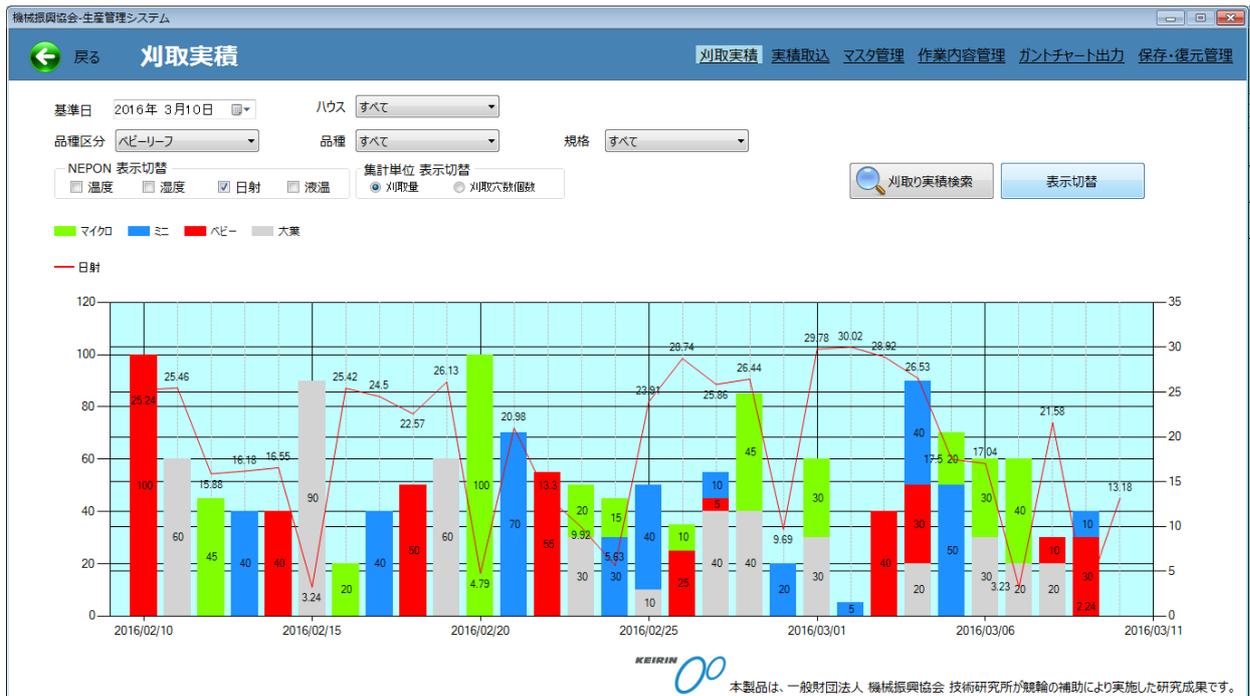


図 3.27 刈取実績とネポン株の環境情報との連携

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
管理番号	作業日時	生育日数	作業者名	種子管理番号	生育管理番号	ハウス名	作業場所名	作業内容名	品種名
3391	2016/2/10 11:54		ユーザー 1	S888888888	C111111111	機振実験ハウス 1	発芽装置 (左)	播種	ミズナ
3392	2016/2/13 13:14		ユーザー 1	S888888888	C111111111	機振実験ハウス 1	育苗棚	育苗棚へ移動	ミズナ
3393	2016/2/13 13:16		ユーザー 1	S888888888	C111111111	機振実験ハウス 1	実験ハウス1-1-D	規格状態更新	ミズナ
3394	2016/2/16 13:22		ユーザー 1	S888888888	C111111111	機振実験ハウス 1	実験ハウス1-1-D	定植	ミズナ
3395	2016/2/24 13:26		ユーザー 1	S888888888	C111111111	機振実験ハウス 1	実験ハウス1-1-D	優良廃棄	ミズナ
3396	2016/3/5 13:27		ユーザー 1	S888888888	C111111111	機振実験ハウス 1	実験ハウス1-1-D	不良廃棄	ミズナ
3397	2016/3/5 13:27		ユーザー 1	S888888888	C111111111	機振実験ハウス 1	実験ハウス1-1-D	状態チェック	ミズナ
3398	2016/3/8 13:33	27	ユーザー 1	S888888888	C111111111	機振実験ハウス 1	実験ハウス1-1-D	刈取	ミズナ

図 3.28 生育日数の算出例

### 3.4 農業法人への試験導入

開発した作業内容入力システムについて、機械振興協会技術研究所内の実験環境で動作検証を行ったところ、各機能共に良好に動作したため、平

成 28 年 3 月上旬に(株)東光アグリファームに試験導入し、実運用による評価実験を開始した。

図 3.29 は試験導入した同社ハウス内の様子であり、図 3.30 はベンチなどの場所に紐付いた QR コードを設置した様子、図 3.31 は生育管理 ID が割り付いた生育中の作物のまとまりなど、資材・仕掛品に紐付いた QR コードを設置した写真である。また、図 3.32 は、同社の事務所に設置した



図 3.29 (株)東光アグリファームのハウス内



図 3.30 場所に紐付いた QR コード例



図 3.31 資材・仕掛品に紐付いた QR コード



図 3.32 作業内容入力システムのパソコン



図 3.33 本システムを活用している様子

作業内容入力システムのパソコンの写真である。さらに、図 3.33 は、同社の方がハウス内でハンディターミナルを操作している様子を示している。

現時点では試験導入開始直後であり、実運用による評価結果が出てないが、同社の本システムに対する期待は大きく、今後の有効活用が期待できる。

### 3.5 あとがき

コンシューマーアグリ研究会の農業法人などからの要望を受け、①容易な操作性と安価な導入コスト、②汎用性・拡張性、③トレーサビリティの確保などの特徴を有する作業内容入力システムを開発した。

まず、①容易な操作性と安価な導入コストに関しては、QR コードなどの活用した容易な操作性と、広域に点在したハウスでの運用を考慮し、ネットワークを使わず、バッチ処理で使用する方式を基本としたハンディターミナルを活用した。

つぎに、②汎用性・拡張性に関しては、データベース上のテーブル名やフィールド名の抽象化をはかった。さらに、ハンディターミナルや、データベースのアクセスなどに ORiN を活用することで、コンシューマーアグリ研究会などにおける水平展開を考慮した。

最後に、③トレーサビリティの確保については、資材在庫である種子のまとまりに種子管理 ID、種子が発芽した際の仕掛品のロットに生育管理 ID を付加し、工程上でロット分割などがあつた場合でも追跡可能な管理機能を考慮した。

これらの特徴を有する作業内容入力システムを開発し、実験環境で動作検証を行った結果、良好に動作したため、平成 28 年 3 月上旬に(株)東光アグリファームに試験導入し、実運用による評価実験を開始した。

同社の本システムに対する期待は大きく、今後の有効活用が期待できる。また、本システムを実用化研究会であるコンシューマーアグリ研究会で、メンバ企業の製品とも連携させ、農業法人への普及をはかることで、第二次産業の企業の新市場開拓と農業の発展を目指す。

#### 4. パレット生産対応型収穫装置の開発

本章では、パレット生産対応型収穫装置について記述する。パレット生産システムは、工程分離と外段取りの手法を応用して生産効率を高めた、ベビーリーフの栽培システムである<sup>4-1)</sup>。パレットとは、水稲用の育苗箱とウレタンスポンジなどを組合せて培地としたものである。本研究では、ベビーリーフの栽培に用い、水菜、ピノグリーン、ルッコラ、ケール(デトロイト)、ロメイン、レッドオーク、アマランサス、バジル等の栽培を行っている。パレットの寸法は600mm×300mmなので、播種、刈り取りなどの際には扱いが容易である。昨年までの研究において、このパレットに対応した播種、発芽・育苗、生育までの装置を開発した。

今年度は、このパレットで植栽された葉物野菜の収穫装置の開発を行った。今年度はバリアフリー農作物生産システムの開発であるため、収穫装置にはバリアフリーとなる対策を施した。

収穫装置の開発により、パレット生産システムには主要な装置が揃うことになる。

##### 4.1 装置開発の目的

バリアフリー農作物生産システムにおいて、農作業に要求される機能は、作業の見える化、簡素化、負荷低減、安全性向上が主なものである。パレット生産対応型収穫装置に要求される機能も、同様である。パレット生産対応型収穫装置は収穫装置という機械装置であるため、農作業の負荷低減と安全は最も重要視される機能となる。しかし、農業法人等が機械装置としての価値を見出すためには、農作業の高効率化が前提となる。

また、開発する収穫装置は最小限のダメージでベビーリーフを刈り取る必要がある。ベビーリーフなどの野菜類は、刈り取りによって発生する切断面から商品の劣化(腐敗等)が進行する。切断は植物細胞の破壊(ダメージ)であり、破壊された部分から細菌類による腐敗が進行する。このダメージの大小で、ベビーリーフの鮮度が維持される期間が左右される。鋭利な刃物による良好な断面では、切断面の植物細胞が受けるダメージが切断面付近に限られる。鈍い刃物などによる切断では、

断面近傍の細胞が潰れ、ダメージを受ける範囲が広がる。一枚の刃物ではなく、ハサミのような二枚の刃物によるせん断では、切断面付近が潰れやすい。特に、刃先が摩耗してエッジが鈍くなると、切断面付近のダメージが大きくなる。

**4.1.1 バリカン型茶摘み機** 農業法人<sup>4-2)</sup>によるベビーリーフの刈り取り現場では、**図4.1**のようなバリカン型茶摘み機が収穫機として利用されている。これらの収穫機には、**図4.2**に示すような2枚の連続した山形の切れ刃を持つブレードが使用されている。この重なり合った2枚のブレードは、逆位相で往復運動する。上下2枚のブレードのストロークは、切れ刃ピッチの半分以上である。そのため、切れ刃の間に存在するものは、ブレードの往復運動によって切断される。加工のメカニズムは、ハサミ同様のせん断破壊である。このバリカン型茶摘み機は、複数のハサミの刃を平行移動させて刈取作業を行う装置と言える。



図 4.1 バリカン型茶摘み機

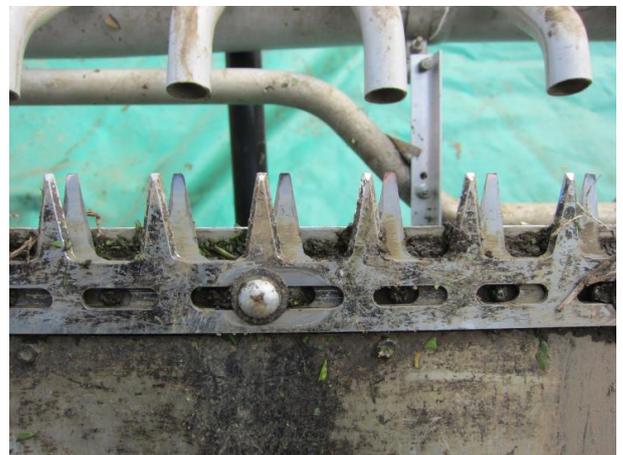


図 4.2 茶摘み機の切れ刃

このバリカン型茶摘み機のブレードは、土耕栽培で使用されると図 4.2 のように圃場の土が付着する。このブレードに付着した土は、往復運動によって研磨剤同様の作用をブレードに与え、刃先を摩耗させてしまう。この刃先摩耗はブレードの切れ味を落とし、ベビーリーフの切断面に大きなダメージを与える。

バリカン型茶摘み機は、圧縮空気を吐出するブロワが装着されている。このブロワによる圧縮空気によって、刈り取られたもの(収穫物)は後方に取り付けられた袋に吹き込まれる。図 4.3 の白い袋は、収穫物が入る袋である。また、収穫物がブレード付近に残留すると、図 4.4 のようにブレードによって複数回切断される。切断面を多数有する収穫物は、容易に腐敗する。このようなものが商品に混入すると、品質劣化の原因となる。これは、収穫機の進行速度(作業者の移動速度)、圧縮空気の吐出量等によって発生する。

バリカン型茶摘み機による作業は、図 4.3 に示すように作業者への肉体的負担が大きい。刈取作業中は、中腰の姿勢を維持しなければならない。また、刈取作業が進行して袋の中の収穫物が増加すると、地面との摩擦が増える。それによって、バリカン型茶摘み機を移動させるための力が増加する。さらに、二人の作業者は歩行速度の同調と、茶摘み機と地面との間隔を一定に保つ必要がある。そのため、刈取作業ができる作業者は体力のある若い男性に限られてしまう。



図 4.3 茶摘み機による収穫作業



図 4.4 複数回切断された葉

以上より、バリカン型茶摘み機によるベビーリーフの収穫作業は、バリアの多い作業といえる。

**4.1.2 バンドソー型収穫機** ベビーリーフの収穫には、バリカン型茶摘み機以外に、バンドソーを用いた方式がある。バンドソーとは、幅 25mm～50mm、厚さ 0.9mm～1.6mm 程度のベルト状の鋸刃である。両端を溶接し、円環状にして使用する。2 枚のプリーによってバンドソーは回転運動を与えられ、切断作業を行う。ベビーリーフ収穫に用いられるバンドソーの刃先形状<sup>4-3)</sup>を図 4.4 に示す。通常の鋸刃とは異なり、切れ刃の形状は波状である。

図 4.5 は米国 Sutton Ag Enterprises 社のバンドソー式収穫機<sup>4-4)</sup>の前面刈り取り部分である。収穫機前面の両端には、バンドソーを駆動するプリーが存在する。この図では、安全のためにステンレスのカバーが取り付けられている。鋸刃はプリーの間の下面に露出している。本装置による刈取作業は、図 4.6 に示すように手押し車同様の動作で行う。一人で収穫作業が行え、茶摘み機のような中腰になる必要はない。

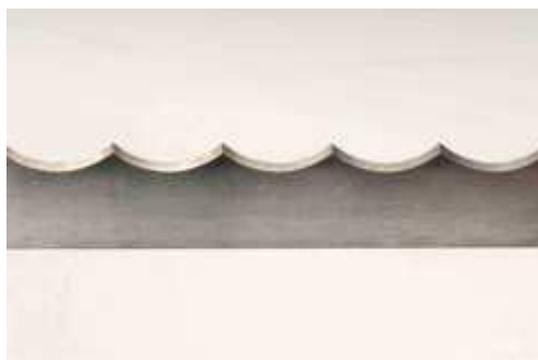


図 4.4 波状のバンドソー切れ刃

バンドソー式の収穫機では、装置前面の鋸刃が露出している部分で収穫作業が行われる。装置前面の左右にはプーリが位置しており、この部分のベビーリーフは押し倒されてしまう。そのため、プーリの部分ではベビーリーフを刈り取ることが出来ない。米国のように、露地栽培による広大な圃場を有してベビーリーフを栽培している場合であれば、プーリによる収穫不可能な部分は気にならない。しかし、日本の狭い圃場では、プーリによって押し倒された部分は無視することが出来ない比率となる。

また、バンドソー式収穫機には、水耕栽培用の機種も存在する。水耕栽培では、図 4.7 に示すパネルと呼ばれる発泡スチロール製で多数の穴が開いた板(30mm×600mm×900mm)が使用される。これらのパネルは水耕栽培の液体肥料が満たされたプーリ(ベッドとも呼ばれる)に浮かべ、穴の中に野菜を植栽する。図 4.8 は水耕栽培のパネルをプーリの間に通し、収穫を行う装置である。バンドソーの刃が露出する距離は、パネルの短辺以上必要となり、600mm を超える長さになる。バンドソーは幅が 25mm～50mm 程度のステンレス製の帯であるため、ねじり剛性が低い。そのため、収穫作業においてバンドソーに力が加わると、容易にねじれが発生する。そのため、茎の硬い性質の野菜では、茎の切断時にバンドソーへ力が加わり、ねじれが発生して刈り取りが出来なくなる。そのため、ビート(デトロイト)などは、バンドソー式の収穫機では収穫が困難な品種である。

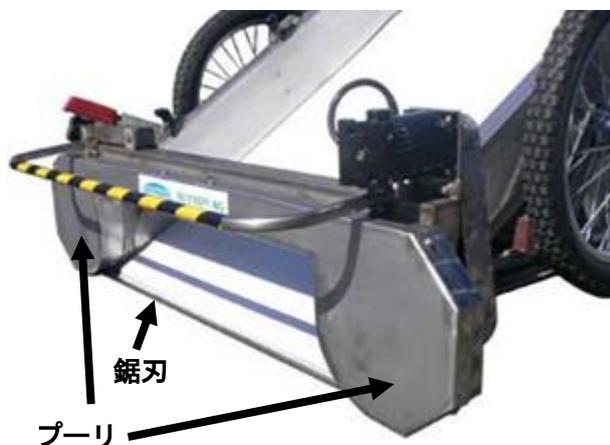


図 4.5 バンドソー式刈取機



図 4.6 バンドソー式刈取機による収穫作業



図 4.7 水耕栽培用のパネル



図 4.8 水耕栽培用バンドソー式刈取機

4.1.3 手刈り ベビーリーフを栽培している農業法人には、収穫装置を使用していないところもある。CA 研究会会員企業では、オオクマ園芸と東光アグリファームがベビーリーフ収穫時に機械を使わずに、作業者の手作業(手刈り)で刈り取って

いる。図 4.9 に東光アグリファームでの手刈りの様子を示す。また、他の農業法人も品種によっては手刈りを行っている。手刈りには熟練を要し、ハサミやカッターナイフなど刃物を使用する。そのため、障害者の作業としては避けるべきである。



図 4.9 手刈りによるベビーリーフ収穫<sup>4・5)</sup>

## 4.2 パレット生産対応型収穫装置

ベビーリーフの収穫では、バリカン型、バンドソー型が収穫装置として使用されているが、それぞれ欠点がある。パレット生産対応型収穫装置では、上記2種類のような欠点を持たず、切断面の高い品質、二度切り防止、収穫率向上、高い安全性を目標として開発を行った。

**4.2.1 パレットの特徴** パレットは水稻の育苗に使用されている図 4.10 に示す市販の育苗箱であり、寸法は 300mm×600mm である。この育苗箱には、色々な培地を入れることが可能である。そのため、パレット生産装置では、パレットの培地によって土耕や水耕栽培などが選択可能となる。双方共に、野菜は良好に育成する。パレット内に土を入れれば土耕となり、ウレタンスポンジを入れれば水耕栽培が可能となる。土耕の際には、培地が土となるためにパレットの中に土を入れて、そこに播種をする。水耕の場合には、培地となるウレタンスポンジに播種を行う。

土耕と水耕のパレット重量を比較すると、土とスポンジの比重差が重量の差に直結するため、水耕栽培の方が軽量である。バリアフリー化のためには、取り扱う用具は可能な限り軽量であることが望ましい。そのため、バリアフリー農作物生産システムでは、パレットにウレタンスポンジを培地として使用する。



図 4.10 パレットに使用する育苗箱<sup>4・6)</sup>  
(安全興業 稚苗用育苗箱クリスタルカット)

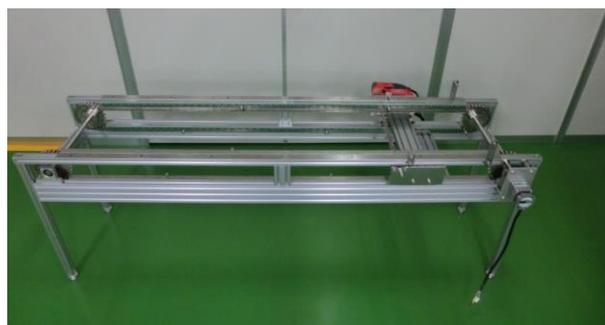


図 4.11 収穫装置の基本骨格

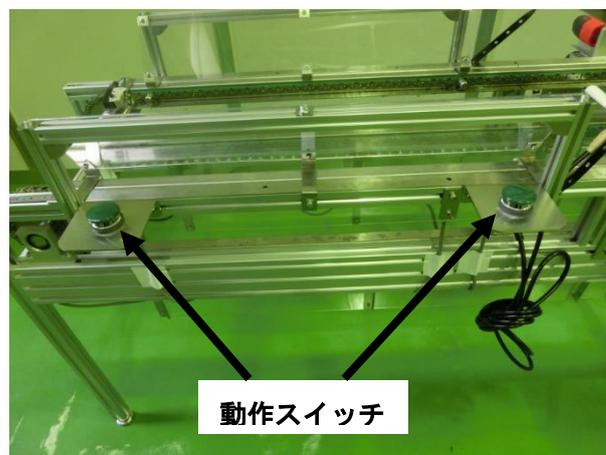


図 4.12 収穫装置の動作スイッチ

**4.2.2 基本構造** 収穫装置の基本的な機能は、ベビーリーフが植栽されたパレットを搭載し、それを刃物によって刈取作業を行う箇所(刈取機構)まで搬送するものである。そのため、基本骨格にはチェーンコンベアを装備し、刈取機構を装備可能な構造である。図 4.11 に収穫装置の基本骨格を示す。この図は組立て作業途中のもので、チェーンコンベアと倒立刈取機能の一部が、取付けられている。この基本骨格に、正立刈取機構、倒立刈

取機構，操作盤，および安全性向上のためのガード類を取付ける．また，刈取作業ではチェーンコンベア，刈り取り用の刃物などが動作する．作業者の指や手の巻き込み防止には，ポリカーボネートのガードを取付ける．さらに，装置に刈取作業を開始させる動作スイッチは，**図 4.12** に示すように2か所に配置した．装置を動作させるためには，この2つのスイッチを同時に押さなければいけない回路構造にした．刈取作業中の作業者の両手は，動作スイッチを押すために拘束される．そのため，装置への巻き込み等を防ぎ，安全性を高めるための配慮である．また，緊急時には，動作スイッチを1つ以上離せば装置は停止する．

**4.2.3 刈取方式** 本収穫装置の開発では，刈取作業時に発生する収穫物に与えるダメージを最小限に抑えることを最優先とした．刈取作業時における収穫物へのダメージとしては，刃物によって切断時に発生するものと切断後に収穫物へ加わる物理的な力がある．前者は切れ味の良い刃物を使用することによって，解決が可能である．後者は，収穫後の搬送を可能な限り短距離かつ短時間で済ませる必要がある．収穫装置が収穫物へ与えるダメージは，前者の方が深刻である．そのため「切れ味の良い刃物」が収穫機に必要である．

「切れ味」とは，一般に辞書では「刃物の切れ具合」と説明がなされている．機械加工(切削加工)では「被削性」が相当し，一般には以下の項目で評価される．

①加工時(切断，切削)に発生する力が少ない

②加工面の品質が高い

(表面粗さが良好，加工変質層が少ない)

③工具寿命が長い

④切りくずの処理が容易である

機械加工の評価項目は，単純にベビーリーフ収穫の切れ味評価に当てはめることはできない．機械加工は除去加工であるため，不要な部分を取除いて所望の形状を得る．取り除かれた部分は「切りくず」であり，廃棄物となる．ベビーリーフ収穫においては，切削加工で「切りくず」となるものが「商品」であり，商品と廃棄物が逆転しており根本的に異なる．しかし，①～③はそのまま当てはめられる．

①においては，切削力や切削抵抗と呼ばれる「加工するために必要となる力」である．この力は②と③に大きな影響を与える．さらに，この力の大きさや変動の有無によって，刃物には剛性が要求される．刃物に剛性を与えるためには，厚みや幅が必要になる．収穫機ではベビーリーフの茎や葉を切断する必要がある．切断には，ハサミやバリカンのように2枚の刃物を使う場合と，ナイフやバンドソーのように1枚の刃物を使う方法がある．2枚の刃物で切断する場合，茎や葉は刃先に挟まれるため，切断に必要な力は2枚の刃物を動作させる方向の力と，新たな葉や茎を刃物の間に送り込む方向の力が必要となる．そのため，刃物に加わる力は変動し方向も複雑に変化することになり，剛性が要求される．一方，ナイフやバンドソーのような1枚の刃物では，刃物に加わる力は，刃物と葉や茎が接触し相対速度が発生する方向となる．そのため，刃先に加わる力の方向は単純であり，剛性は2枚刃ほど要求されない．また，収穫機の場合の切削力は，葉や茎の細胞を破壊して分離させるための力である．破壊される細胞の数が少ないほど発生する力も少なくなる．そのため，刃先には鋭利なエッジが求められ，刃物の厚みは薄い方が望ましい．以上より，収穫機は一枚刃とする．1枚刃を選択する他の理由として，2枚の刃物を使うと刃先摩耗の確認など刃物の管理が倍になる．また，構造が複雑化して刃物の清掃・洗浄が困難になる等が挙げられる．

②においては，①と同様に破壊される細胞の数が少ないほど加工面の品質が向上する．それを実現するためには，鋭利で薄い刃物が必要になる．

③では，金属加工とは異なり，刃物の硬度と植物の硬度には多大な差がある．そのため，切断時に刃先の摩耗はさほど発生しないと考える．しかし，植物の葉や茎には水分が含まれており，それが錆の原因となる．錆による腐食は刃先を劣化させる．また，食品を扱うため，錆という異物混入は容認できない．以上より，収穫機の刃物材質はステンレススチールとする．

④においては，前述の通り切削加工とは商品と廃棄物が逆転するため根本的に異なる．しかし，刈り取り後の収穫物には，分類，洗浄，計量，袋

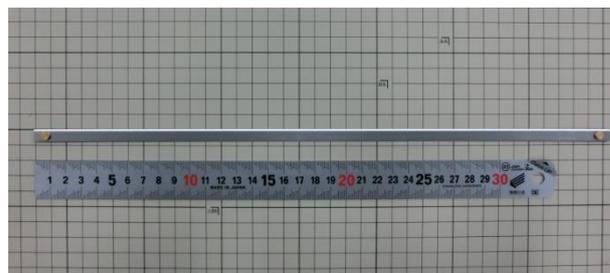
詰め等の後工程がある。その際に、葉や茎の折れ曲がりや絡みつきがあると、不良品となってしまう。したがって、切削加工の切りくず処理と同様に、収穫物は速やかに加工部位(葉物付近)から遠ざける必要がある。

以上の①～③より、収穫機に使用される刃物は、鋭利な刃先を持つ薄い形状で、材質はステンレス鋼の一枚刃ということになる。この条件を満たす刃物を探し、**図 4.13** に示す食品加工用の刃物をパレット生産対応型収穫装置に採用した。この刃物は、フェザー安全剃刀株式会社が製造している産業用替刃(品種コード:99024)であり、材質はステンレス(SUS420J2)、厚さは0.381mmである。この刃物は食肉産業で使用されており、ハムを薄くスライスする装置に多数組み込まれている。特別注文の商品ではなく、市場に流通しているため、安価で入手が容易である。

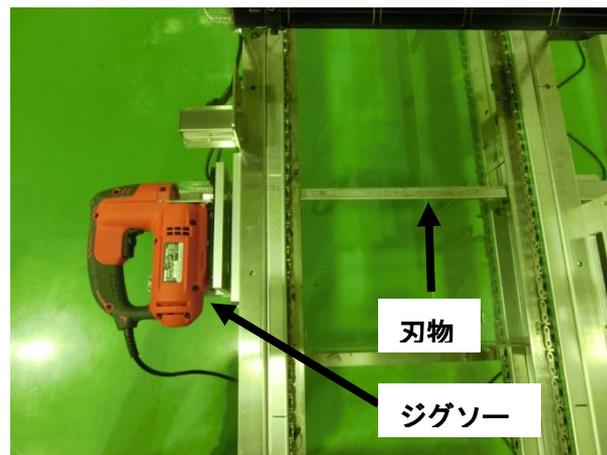
刃物が決定されたので、刈り取り方式を決定する。料理などで野菜等を切る際には、まな板に押し付ける方向だけではなく前後にも包丁を動かす。これは、包丁の刃先エッジに存在するマイクロな凹凸を利用して野菜の繊維等を引きちぎり、切れ味を向上させるためである。本収穫装置も同様の効果を狙い、刃物に往復運動を加える。往復運動の動力源には、容易かつ安価に入手可能な電動工具の利用が効率的である、そのため、ストローク速度が調整可能なジグソー(リョービ J-6500V)を選択した。刃物に往復運動を与えるジグソーと刃物を**図 4.14** に示す。このジグソーは、工具の取り付け部分や内部構造の一部を改造して**図 4.13** の刃物を取付けられるようにした。

パレットの駆動には、チェーンコンベアを利用する。植栽された野菜の種類・植栽密度によって、最適なパレット駆動速度が変わる。そのため、チェーンコンベアの駆動速度は変更可能なモータとして、防水構造が必要である。そのため、オリエンタルモータの BMU シリーズ(ブラシレスモータとドライバ)を選定した。

また、本装置の刈り取り方式は正立と倒立の 2 種類を刈取機構の組み換えで選択できる構造にした。正立刈取と倒立刈取の特徴については、4.2.4 と 4.2.5 に詳述する。



**図 4.13** パレット生産対応型収穫装置用刃物



**図 4.14** 刃物に往復運動を与えるジグソー



**図 4.15** 正立刈取方式の収穫装置

**4.2.4 正立刈取方式** 正立刈取方式は、植栽されているパレットをそのままコンベアに装着して収穫作業を行う。**図 4.15** は正立刈取機構を装着した収穫装置の外観を示す。**図 4.8** の装置も正立刈取である。正立刈取では、刈り取られた収穫物は**図 4.6** のようにコンベヤ等で移動させる必要がある。

図 4.16 に正立刈取方式による刈り取り時の収穫装置を示す。

正立刈取方式のメリットとデメリットを以下に示す。

【メリット】

- ・水耕栽培のパネルなど、野菜が植栽されたままの状態での刈り取り機による作業ができる。
- ・パレットやパネルの取り扱いが容易である。

【デメリット】

- ・切断力によって、野菜が押し倒される可能性がある。
- ・押し倒されたものは刈り取れないため、収穫率が低下する。
- ・根から放射状に葉を広げる植物では、水平方向に伸びた葉を刈り取れない。そのため、収穫率が低下する。



図 4.16 正立刈取時の収穫装置

**4.2.5 倒立刈取方式** 倒立刈取方式は、パレットの上下をさかさまにして、植栽された野菜を刈り取る方式である。植栽された野菜の上下を逆転させるため、水耕栽培のパネルのような大きなものは適用が困難である。しかし、本パレット生産方式で用いるパレットの寸法であれば、上下を反転させる作業は十分可能である。倒立方式の収穫装置の外観を図 4.17 に示す。図 4.18 に倒立刈取時

の収穫装置を示す。

倒立刈取方式のメリットとデメリットを以下に示す。

【メリット】

- ・パレットに植栽された野菜は、刈り取られると重力によって落下する。落下地点に収穫物を入れる容器を置けば、コンベア等は不要になる。
- ・植栽された植物は重力によって下方へ引き伸ばされる。そのため、根から放射状に葉を広げる植物でも収穫率を高められる。
- ・植栽された植物は重力によって下方へ力が加わる。そのため、切断力によって植物が倒れず、収穫率を高められる。

【デメリット】

- ・植栽されているパレットを反転させるため、培地と野菜の落下を防止する措置が必要になる。
- ・パレットの水切りを行わないと、培地に含まれた液体肥料が収穫物に混入する。

倒立刈取方式では、培地の落下を防止するための措置が必要である。そのため、育苗箱に金網とステンレスの枠組みを取り付け、培地の落下を防止した。培地はウレタンスポンジを使用しているため、金網で落下は防止可能である。図 4.19 に培地の落下を防止する金網と枠組みを取り付けた育苗箱の外観を示す。



図 4.17 倒立刈取方式の収穫装置



図 4.18 倒立刈取時の収穫装置



図 4.20 正立刈取に用いたパレット



図 4.19 培地の落下を防止する金網と枠組みを取付けた育苗箱



図 4.21 倒立刈取に用いたパレット

**4.2.6 正立・倒立方式比較実験** 正立方式と倒立方式を比較するため、水菜を植栽したパレットで刈取実験を行った。図 4.20 は正立方式に使用したパレットである。また、図 4.21 は倒立方式に使用したパレットである。双方、播種日は同じであり、水菜の葉長は 14~16mm で、ベビーリーフに最適な長さである。

実験条件を以下に示す。

- ・パレット送り速度：2,000mm/min
- ・刃物ストローク長：20mm
- ・刃物ストローク数：1,700min<sup>-1</sup>

図 4.22 は刈取実験後のパレットであり、左が正立刈取方式で、右が倒立刈取方式の結果である。この写真では、手前から奥へパレットを進行させて刈取作業を行った。正立刈取では、刈残しの葉が多数存在していることがわかる。

以上より、倒立刈取のメリットが確認できた。



図 4.22 刈取後のパレット  
(左：正立. 右：倒立)

## 5. 妥当性評価

本章では、障害を持つ方々に「作業内容入力システム」と「パレット生産対応型収穫装置」で実際の作業を行っていただいた。そして開発した装置が障害者にとってバリアフリーであるか、その妥当性を評価した。

### 5.1 妥当性評価のための確認(運用)実験の目的

本研究では「障害者の就労を可能とするバリアフリー農作物生産システム」と称して、作業内容入力システムとパレット生産対応型収穫装置の開発を行った。作業内容入力システムでは3章で記述した通り、農作物の栽培における生育状況、作業項目などを生産管理ソフトウェアへ容易かつ確実に入力するための2次元コードを利用したシステム開発を行った。パレット生産対応型収穫装置では4章に記述した通り、刈取り作業の肉体的負荷を低減させる目的で収穫装置を開発した。双方共に障害を持つ方々の作業を前提に開発を進めている。しかし、実際の農業法人のニーズを満たす能力が必然なので、開発の際には農業法人等が要求する仕様に基いた物となっている。

これらは、障害を持つ方々に農業への就労という門戸を開くことが目的である。農業が作業者へ要求する能力として、高度な知識および経験と勘、さらに屋外作業に伴う過酷な肉体労働などがバリアとなって障害者を農業から遠ざけていた。これらのバリアを工業技術の利用によって除去することができたか確認する必要がある。そのために、就労支援B型事業<sup>5-1)</sup>を行っている福祉作業所の協力を得て、確認実験を行うこととした。同作業所の利用者(障害者)の方々に開発したシステムで作業をしていただいた。

### 5.2 障害者福祉作業所の紹介

本確認実験は、社会福祉法人睦月会が運営する「ほうや福祉作業所」の協力を得て行った。同福祉事業所で行っている事業を睦月会のホームページ<sup>5-2)</sup>から引用し、以下に示す。

#### 1. 就労継続支援B型事業

個々の生活課題に対する社会的自立を助長するとともに、行事・レクリエーションなどの活動を設け、利用者の福祉の増進を図ります。

#### 2. 日中一時支援事業

日中において監護するものがない為一時的に見守り等の支援が必要な障害者等の日中における活動の場を確保し、障害者等の家族の就労支援及び障害者等を日常的に介護している家族の一時的な休息を図ります。

本実験では、同作業所で行っている就労継続支援B型事業の一環として、4名の利用者に確認実験への参加をお願いした。参加者の個人情報保護のため、氏名ではなくAさん～Dさんと表記し、以下に特徴を記す。

Aさん:男性, 42歳, 知的障害3度

障害程度区分: 4

Bさん:男性, 43歳, 知的障害2度

障害程度区分: 未申請

Cさん:男性, 34歳, 知的障害3度

障害程度区分: 未申請

Dさん:女性, 31歳, 知的障害3度

障害程度区分: 3

確認実験に参加された4名の方々は、外出や屋外での作業はまれで、作業は基本的に室内で行っている。主に、製袋作業(デパート等の紙袋製作)、ダイレクトメールの封入、スティックコーヒーの箱詰め等が日常的に行われている作業である。

### 5.3 確認(運用)実験の手順

本実験では、実際の農業法人で行う作業を模した。3章で詳述した作業内容入力システムには、管理項目が3種類(種子管理, 生育管理, 環境管理)ある。それぞれの管理項目には、登録内容が数種類存在する。種子管理には、登録内容が2種類。生育管理の登録内容は18種類。環境管理の登録内容は9種類である。今回は、作業時間の都合もあり、作業内容入力システムでは生育管理における定植作業と刈取り作業のデータ入力の2種類の作業を行った。パレット生産対応型収穫装置では、パレットに定植された4種類の葉物野菜の収穫(刈取り)作業を行った。また、収穫装置では、倒立方式による作業を行った。

実験の手順を以下に示す。

**5.3.1 定植作業** 定植作業とは、発芽した種子を発芽室から太陽光の当たる育苗棚へ移動させる作業である。この内容をデータ化し、生産管理ソフトに入力させる。本実験ではビニールハウス内で作業を行い、使用機器はハンディターミナル(デンソーウェーブ BHT-1461BWB-CE)，およびパレット生産装置を水耕栽培のベンチとして使用した。以下に記す1～4の作業を行った。

1. ハンディターミナルへの画面入力

図 5-1 に示すハンディターミナルの「共通画面」に表示された作業項目から、以下①～④の項目を選択して入力する。

- ①作業者 (ユーザーA～ユーザーD)
- ②作業カテゴリ (生育管理)，
- ③作業内容 (定植)
- ④ハウス (機械実験 1)

2. ハンディターミナルによる QR コードの読取り

図 5-2 に示すハンディターミナルの「定植」に表示された作業項目から、以下の項目を選択する。

①パレットの QR コードを読み取り、既存生育管理 ID 読込に栽培品種のデータを入力する。

- ・ユーザーA:ルッコラ
- ・ユーザーB:レッドバタビア
- ・ユーザーC:ロメイン
- ・ユーザーD:レッドオーク



図 5-1 共通画面

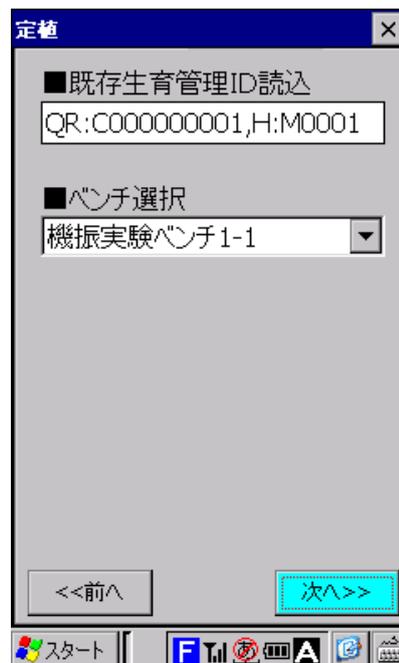


図 5-2 定植

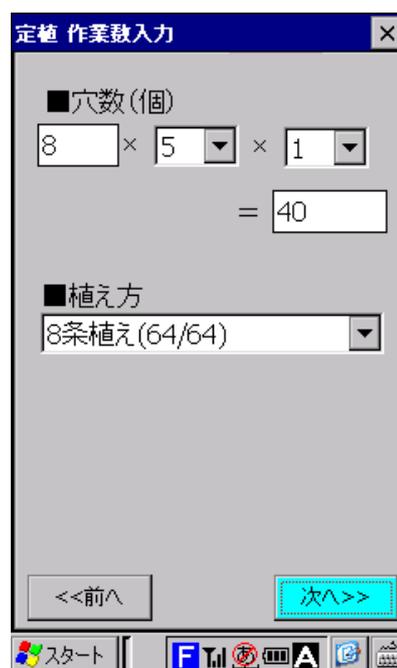


図 5-3 定植 作業数入力

②パレット生産装置の QR コードを読み取り、ベンチ選択にデータを入力する。

3. ハンディターミナルに作業数の情報を入力する。

図 5-3 に示すハンディターミナルの「定植 作業数入力」に表示された作業項目から、以下の項目を選択・入力する」

- ①穴数 (8×5×1=40)
- ②植え方 (8条植え)

本作業内容入力システムの開発にご協力ください

たT社では、発泡スチロールの穴あきプレートにスポンジ培地に発芽した苗を定植する。栽培品種によって使用する穴の数や植え方が異なるために、数値の入力が必要となる。

4. ハンディターミナルへ入力し情報を確認する。

図 5-4 に示すハンディターミナルの「登録内容確認」に表示された入力内容(作業者, 作業内容, 生育 ID, 品種, 作業数, 作業日時)を確認し, 登録をする。

以上の 4 画面に示される項目選択や数値の入力で, 定植作業におけるハンディターミナルへの情報入力作業は終了する。

**5.3.2 刈取り作業** 刈取り作業は, 発泡スチロールの穴あきプレートに定植され成長した野菜を収穫する作業である。この内容もデータ化し, 生産管理ソフトへ入力する。

本作業はビニールハウスから室内へ移動し, 加工実験室で行った。使用機器はハンディターミナル(デンソーウェーブ BHT-1461BWB-CE), 野菜が植栽されたパレット, およびパレット生産対応型収穫装置である。なお, 本作業内容入力システムの開発にご協力いただいたT社では, 手作業で収穫を行っている。そのため, 収穫装置による刈取り作業は行っていない。

1. ハンディターミナルへの作業者, 作業項目等の情報入力

図 5-5 に示すハンディターミナルの「共通画面」に表示された作業項目から, 以下の①~④の項目を選択する。

- ①作業者 (ユーザーA~ユーザーD)
- ②作業カテゴリ (生育管理),
- ③作業内容(刈取)
- ④ハウス (機械実験 2)



図 5-5 共通画面

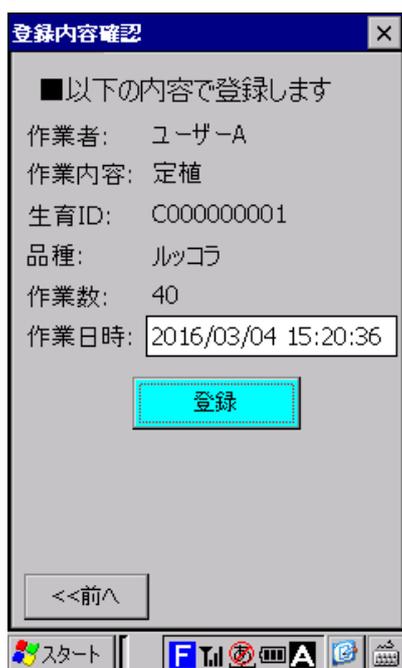


図 5-4 登録内容確認



図 5-6 既存生育管理 ID 読込

2. パレットに設置された QR コードをハンディターミナルで読み込む。

葉物野菜が植栽されたパレットの QR コードを読み取り、図 5-6 に示すハンディターミナルの「既存生育管理 ID 読込」に栽培品種のデータを入力する。

- ・ユーザーA:ルッコラ
- ・ユーザーB:レッドバタビア
- ・ユーザーC:ロメイン
- ・ユーザーD:レッドオーク

3. ハンディターミナルに刈取り規格・分量等の情報を入力する。

図 5-7 に示すハンディターミナルの「刈取り 作業量数入力」に表示された作業項目から、以下の項目を選択・入力する。

- ①規格名(ベビー)
- ②刈取り穴数(40×1=40)
- ③刈取り量(100)

4. ハンディターミナルに入力した情報を確認する。

図 5-8 に示すハンディターミナルの「登録内容確認」に表示された入力内容を確認し、登録をする。

5. パレット生産対応型収穫装置を操作して、刈取り作業を行う。

今回は、パレット生産対応型収穫装置の作業において、倒立刈取りを選択した。倒立刈取りでは、野菜が植栽されたパレットを反転させながら収穫装置に装着する必要がある。この作業が障害者にとって困難な行為であるかを確認するため、倒立刈取りで作業を行った。

- ①葉物野菜が植栽されたパレットを収穫装置へ上下を反転させて装着する。
- ②収穫装置を動作させ、葉物野菜を刈取る。
- ③収穫装置から、パレットを取外す

本作業は、ハンディターミナルに格納された情報(作業内容)を管理用 PC に入力(データ転送)することを想定し、研修実習室に移動して行った。使用機器はハンディターミナル(デンソーウェーブ BHT-1461BWB-CE)、クレードル、およびノート PC である。

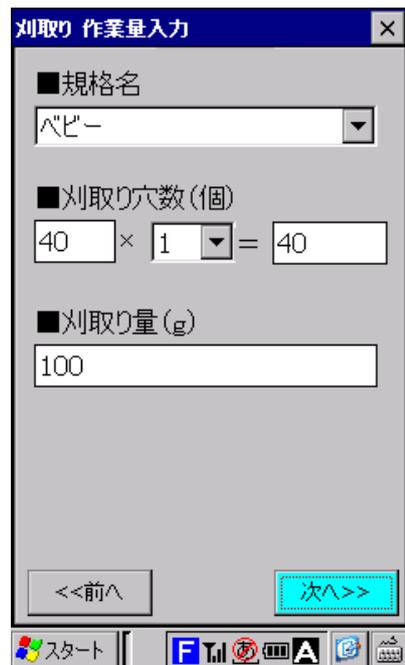


図 5-7 刈取り 作業量入力

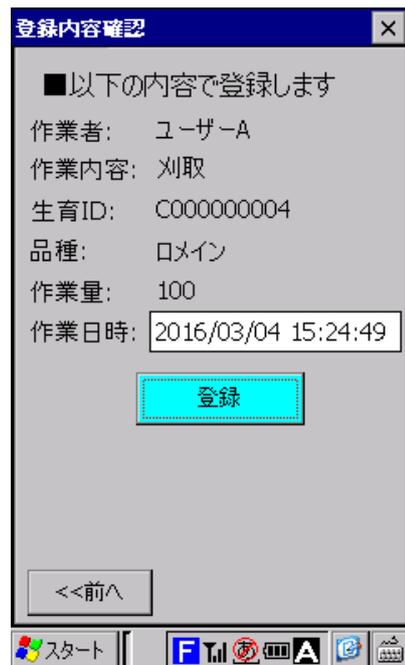


図 5-8 登録内容確認

### 5.3.3 作業内容データの管理用 PC への入力作業

定植、および刈取り作業でハンディターミナルへ入力した作業内容データは、生産管理ソフトウェアに入力する必要がある。そのための作業を研修実習室へ移動して行う。作業内容としては、ハンディターミナルをクレードルに装着するのみである。クレードルは、充電器を兼ねた情報入力機器であり、USB 端子を用いて PC と接続されている。

ハンディターミナルとクレードルの接続によって、管理用 PC へハンディターミナルの情報が生産管理ソフトウェアへ入力可能となる。この PC への情報入力作業は、生産管理ソフトウェアの作業となる。そのため、本実験ではハンディターミナルとクレードルの接続によって、作業を終えた。

以上で妥当性評価のための確認実験は終了する。引き続き研修実習室において、作業を行った所感などをアンケート形式の質問票に記入していただいた。以上の作業による作業者による所感には、障害者にとってのバリアフリーとなっているか検証するための重要な情報となる。

#### 5.4 確認(運用)実験の様子

定植から刈取り作業をビニールハウス、加工実験室内で行っている際に撮影した写真を以下に示し、作業時の様子を記す。

図 5-9 はハンディターミナルへの画面入力(定植作業)の作業中である。中央の人物が「A さん」であり、ハンディターミナル画面を見ながら、必要な情報を入力している。画面にタッチペン等で入力するが、指導されれば作業は可能であった

図 5-10、図 5-11 は、A さんが行っているハンディターミナルによる QR コードの読取り作業である。パレットに取り付けた QR コードにハンディターミナルからの赤色光を当て、データの読込みを行っている。

図 5-12、図 5-13 は、B さんによるハンディターミナルによる QR コードの読取り作業である。実験当日は晴天でビニールハウス内が明るく、ハンディターミナルの液晶画面が見づらかった。そのため、A さんの時とは位置を変え、ハンディターミナル画面に日が当たらない方向で作業を行った。B さんも A さん同様に、指導されれば問題なく画面入力と QR コードに読取り作業を行うことが出えた。

写真には写っていないが、C さんと D さんも作業を行っている。C さんと D さんは A さん、B さんと同様に、福祉作業所の指導員から指示を受ければ、一連の定植作業は全て問題無く行うことが可能であった。

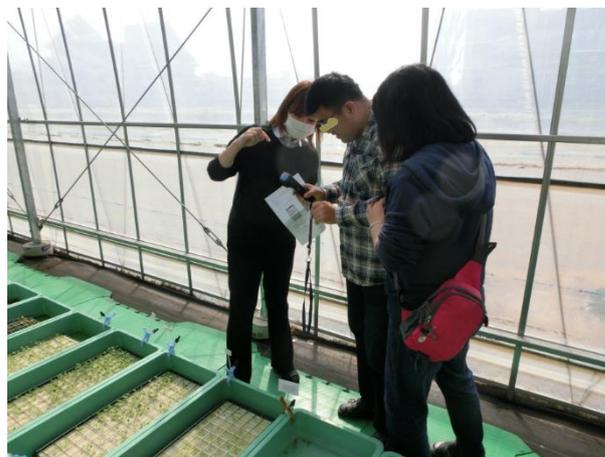


図 5-9 ハンディターミナルへの画面入力

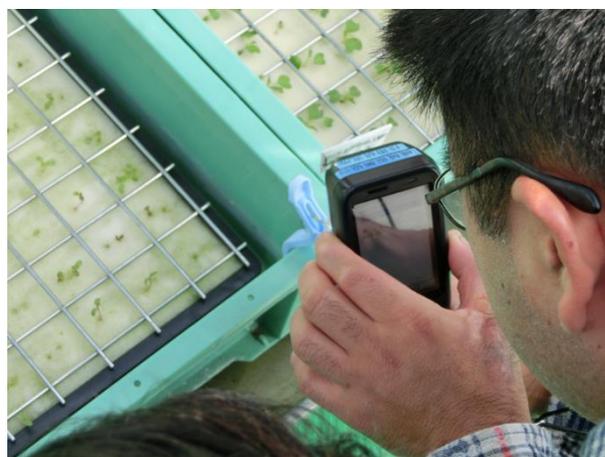


図 5-10 ハンディターミナルによる QR コードの読取り

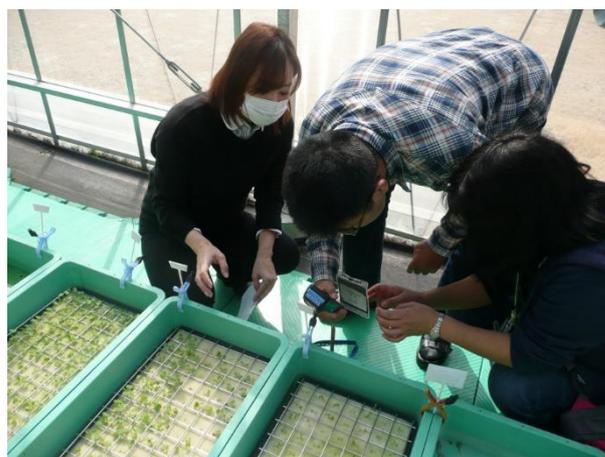


図 5-11 ハンディターミナルによる QR コードの読取り

図 5-14 は、刈取り作業に使用するパレット生産対応型収穫装置の外観である。今回の刈取り作業では、倒立方式による刈取り作業を行うことにした。倒立方式では、パレットを反転させて装着する必要がある。正立方式には無い、この動作がバリアとなっていないか確認するため、倒立方式による刈取り作業を選択した。

パレット生産対応型収穫装置による刈取り作業では、以下に記す①～⑦の動作を行う必要がある

- ①葉物野菜が植栽されているパレットの取出し  
コンテナボックスの中に入れてあるパレットを、刈取り装置に搭載するために取出す。
- ②取出したパレットの上下反転  
今回の刈取り作業では、倒立方式を利用する。そのため、パレットを収穫装置に搭載する前に、上下を反転させる。
- ③反転したパレットの収穫装置への装着  
収穫機の左端にパレットを装着する。
- ④収穫装置の運転開始(刈取りボタンの押下)  
装着したパレットが右方へ移動し、刈取り部の往復刃によって植栽された野菜が刈取られる。
- ⑤パレット、往復刃の運動停止  
パレットが右端まで移動すると、ストップスイッチによってパレット移動と刃物の往復運動が停止する。
- ⑥収穫装置の反転操作(反転ボタンの押下)  
刈取済のパレットを右端から左端の装着位置へ、反転ボタン(トグルスイッチ)を操作することによって移動させる。
- ⑦パレットの片づけ  
収穫済のパレットを収穫装置から取出し、コンテナボックスの中に戻す。

本作業では、我々が見本として①～⑦の作業を行い、それを見学していただいた。Aさん～Dさんには、我々の作業を模倣していただいた

図 5-15 は A さんによる、図 5-16 は C さんによる刈取り作業におけるハンディターミナル画面への入力作業である。本作業では、ビニールハウスから室内(加工実験室)へ移動した。図 5-9 と同様の作業であり二度目の作業となるが、入力位置などの指示は必要であった。図 5-9 と比較すると、作業時間は若干短縮された。

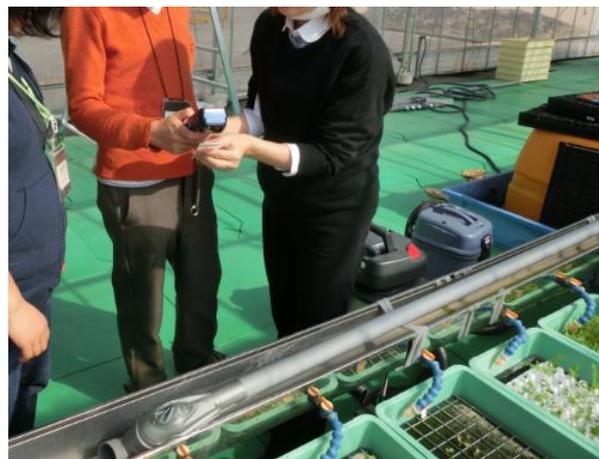


図 5-12 ハンディターミナルによる QR コードの読取り



図 5-13 ハンディターミナルによる QR コードの読取り

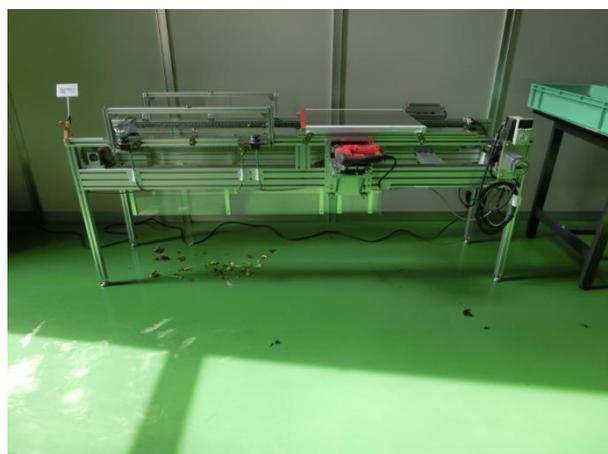


図 5-14 パレット生産対応型収穫装置

図 5-17 は、C さんによるパレットに設置された QR コードをハンディターミナルで読込む作業である。ハンディターミナルと QR コードの位置関係がわかりづらく、福祉作業所の指導員に QR コードを持っていただいて作業を行った。

図 5-18 は C さんによる、図 5-19 は D さんによるパレット生産対応型収穫装置の操作である。刈取りボタンの押下は、両手で行わなければならない。そのため、刈取り作業中には、手の巻き込み等による事故の発生は回避される。

図 5-20 は A さんによるパレット生産対応型収穫装置の反転動作である。パレットの反転時は刃物が停止しているので、危険性は低い。そのため、1 個のトグルスイッチで作動させている。トグルスイッチは、レバーをパレットの進行する方向(左向き)に倒すと反転動作が開始する。スイッチの倒す方向とパレットの動作する方向が一致しているため、直感的に分かりやすい操作が可能となる。そのため、A さん～D さんの全員が間違えることなく、操作出来た。

図 5-21 は B さんに、図 5-22 は D さんによる刈取り終了後のパレット片づけである A さん～C さんは成人男子であるため、問題無くパレットを扱うことが出来た。D さんは小柄な女性であったため、「重たい」と言いながら作業を行っていた。パレットの軽量化が必要であることが判明した。

図 5-22 は刈取り作業終了後の各パレットである。刈り残しの無い、良好な作業が行われていることがわかる。



図 5-16 ハンディターミナルによる QR コードの読取り



図 5-17 ハンディターミナルによる QR コードの読取り

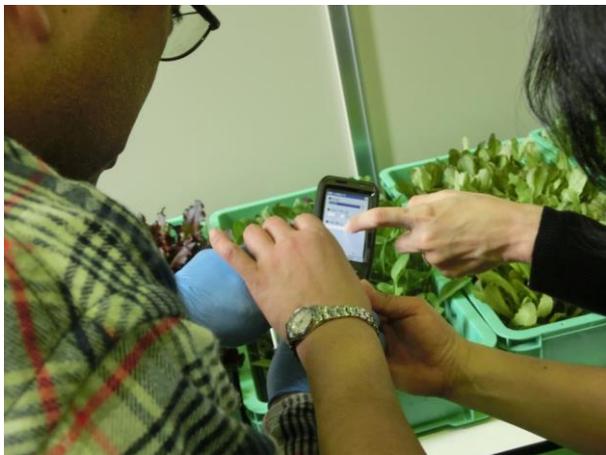


図 5-15 ハンディターミナルへの画面入力



図 5-18 パレット生産対応型収穫装置の運転



図 5-19 パレット生産対応型収穫装置の運転



図 5-22 刈取り終了後のパレット片づけ

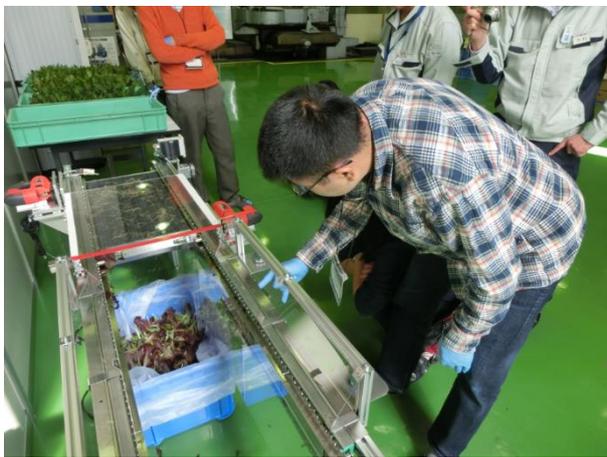


図 5-20 パレット生産対応型収穫装置の  
反転動作



図 5-23 刈取り作業終了後の各パレット



図 5-21 刈取り終了後のパレット片づけ

### 5.5 確認(運用)実験の所感

一連の作業を終えた後、アンケート形式で所感の聞き取り調査を行った。質問内容は、各作業についての難易度や使い勝手などである。Aさん～Cさんは、指導員に代理で記入していただいた。

以下に得られた回答を記す。

#### 【作業の難しさ】

評価：「大変簡単，簡単，普通，難しい，大変難しい」までの5段階

回答

#### ①ハンディの持ちやすさ

普通： 3

大変難しい： 1

#### ②画面での項目選択

難しい： 3

- 大変難しい： 1
- ③画面への数値入力  
普通： 1  
難しい： 3
- ④QRコードの選択  
大変難しい： 4
- ⑤パレットの運搬  
大変簡単： 3  
大変難しい： 1
- ⑥パレットの装着  
大変簡単： 3  
普通： 1
- ⑦収穫装置の操作  
大変簡単： 3  
普通： 1
- ⑧パレットの取外し  
大変簡単： 3  
大変難しい： 1
- コメント： ビニールハウスが暑かった

#### 【面白さ】

評価：「大変面白い、面白い、普通、面白くない、全く面白くない」までの5段階

回答

- 大変面白い： 2  
面白い： 1  
普通： 1

#### 【ハンディターミナルについて】

評価：「気にならない、やや持ちにくい、とても持ちにくい(とても見にくい)」までの3段階

回答

- ①本体が持ちやすい  
気にならない： 3  
やや持ちにくい： 1
- ②画面が見やすい  
とても見にくい： 4
- ③QRコードが見やすい  
とても見にくい： 4
- ④クレードルに入れやすい  
気にならない： 4

#### 【重さについて(パレット)】

評価：「全く気にならない、気にならない、普通、やや嫌だ、嫌だ」までの5段階

回答

- 全く気にならない： 3  
嫌だ： 1

#### 【大きさについて(パレット)】

評価：「全く気にならない、気にならない、普通、やや嫌だ、嫌だ」までの5段階

回答

- 全く気にならない： 2  
気にならない： 2

#### 【音について(刈取り装置)】

評価：「全く気にならない、気にならない、普通、やや嫌だ、嫌だ」までの5段階

回答

- 全く気にならない： 2  
やや嫌だ： 2

#### 【作業について(仕事として)】

評価：「積極的に続けられる、続けられる、普通、やや続けたくない、続けたくない」までの5段階

回答

- 積極的に続けられる： 3  
続けたくない： 1

また、福祉作業所の指導員の方から以下のコメントをいただいた。

#### 【難しさ】

- ・日頃、スマホ、PC等使っている方にとっては取りくみやすいが、初めて見る方にとってはむずかしい。
- ・QRコードの読取りはむずかしいと感じた
- ・実際のパレットの作業はとて取りくみやすく、興味を持って取りくめると思う。

#### 【面白さ】

- ・利用者みなさん、とても興味を持たれていた。

#### 【ハンディターミナルについて】

- ・QRコードの読取り、むずかしい。見にくかった。

### 【音について(刈取り装置)】

- ・障害によって音が気になる方は、少し気になると思う。

### 【要望】

- ・温室の中での作業は、暑いのが苦手の方は、難しいと思う。
- ・QRコードの読取りはQRコードの大きさも含め、改善した方がいいと感じた。
- ・作業としては、障害の重い方も取りくみやすいと感じた。

アンケート終了後に、下記の提案と感想を福祉作業所指導員の方からいただいた。

- ・ハンディターミナルの画面への情報入力では、1画面に4項目ではなく、1画面に1項目の方が作業しやすい。
- ・作業の際には、図で作業内容・動作が理解できるような資料があると良い。
- ・機械の動作方向など、直感的に理解できるように矢印のような図で示されていると良い。
- ・障害を持つ方々の作業中の表情が、皆明るく楽しそうであった。

## 5.6 妥当性の評価

今回の確認実験では、指導員による介助があれば障害者による作業は全て可能であった。そのため、初歩的ではあるが、バリアフリー化の目的は果たせたと判断出来る。同じ実験を行っても、作業者の障害の度合いが異なれば得られる結果も異なると考えられる。今回の作業者であるAさん～Cさんは、ほうや福祉作業所において、比較的障害が重いとの事である。また、慣れや訓練によって、作業の円滑化を図ることが出来ると思う。

今回の実験によって、改善すべき問題点がいくつも明らかになった。ハンディターミナルを用いたQRコードの読取りでは、適正な距離と位置を合わせるための治具を作製して用いれば改善可能と考える。また、ハンディターミナルの画面がビニールハウス内で見づらい問題には、ハンディターミナル画面に「日除け」を取付ければ改善可能と考える。さらに、野菜が植栽されているパレットが重いという問題では、パレットに装着したステンレスの金具を樹脂製に変更するなどの対応で改

善可能と考える。

作業を仕事として続けられるかという質問に対し、「続けたくない」という回答がある。この回答は、小柄で暑さが苦手なDさんによるものである。実験を行った日は快晴で、ビニールハウス内の気温は25℃を超えていた。真夏になると、ビニールハウス内は40℃近くなる。農作業においては、作業を行う環境を制御不可能な工程が存在する。そのため、バリアフリー化にも限界があり、分業化を図って作業者の苦手な環境を避ける等の工夫が必要になる。

今回の確認実験で問題となった個所に改善を施し、実験を重ねつつ完成度を高めていきたい。今回の実験では、我々だけでは気が付かない問題点が明らかになり、農業のバリアフリー化にとって非常に有効な情報が得られた。今回行わなかった工程においても実証実験を行うことにより、ベビーリーフ栽培のバリアフリー化率は高められると考える。

このような実証実験を重ねて行くことにより、ベビーリーフ栽培以外の農作物へのバリアフリー化が可能であると感じられた。

## 6. 成果の普及活動

### 6.1 まえがき

本事業の成果、および本事業の前身事業として平成26年度に実施した地域の中堅・中小機械工業企業への技術開発等補助事業<sup>6-1)</sup>(以下、平成26年度事業)における第二次産業の生産技術の農業への適用研究開発成果の更なる活用促進のため、成果の普及活動を行った。具体的には、学会等での発表、展示会出展、およびセミナーであるテクノフォーラムを実施したので以下に報告する。

### 6.2 学会等での発表

#### 6.2.1 日本機械学会 2015 年度年次大会

平成27年9月13日(日)～16日(水)に、北海道大学で開催された日本機械学会 2015 年度年次大会で、平成26年度事業の成果、および本事業の取り組みに関する学会発表を行った。発表を行ったのは、次の3件である。

- (1) 生産技術の農業応用に関する研究(第1報)  
ーニッチ市場に着目した農工連携ー<sup>6-2)</sup>  
○飯塚 保, 木村利明, 小林康記, 川畑美沙(機械振興協会)
- (2) 生産技術の農業応用に関する研究(第2報)  
ー標準技術を活用した栽培管理システムの開発ー<sup>6-3)</sup>  
○木村利明, 川畑美沙, 飯塚 保(機械振興協会), 高瀬貴文氏(果実堂), 近藤知明氏(ケー・ティー・システム)
- (3) 生産技術の農業応用に関する研究(第3報)  
ー工程分離と外段取りを活用した野菜栽培システムの開発ー<sup>6-4)</sup>  
○飯塚 保, 小林康記, 木村利明(機械振興協会), 津田晴樹氏(オズスペック)

これらは、同年次大会における生産システム部門企画のオーガナイズドセッションである「生産・物流システムのモデリング・シミュレーションと見える化」において発表した。そのため、同セッションでは、専門分野である生産システム関連の大学研究者、および企業の聴講者が多かった。発表後の質疑でも、農業に生産システム技術を適用したことに対し、興味を引いたとの感想と共に、

ディスクリート型の生産システムでは捉えやすい製番管理、ロットを、農業ではどのように扱うのかなどの質問があり、質疑が活性化した。

#### 6.2.2 第1回 農林水産用ロボットセミナー

平成27年9月18日(金)に、(公財)富山県新世紀産業機構 産学官連携推進センターで開催された第1回 農林水産用ロボットセミナーで、本事業に関連した以下の講演を行った。

- (1) 機械振興協会における農工連携  
飯塚 保(機械振興協会)
- (2) 農業の産業化についての取り組み  
高瀬貴文氏(果実堂)

(1)では、平成26年度事業の成果、および本事業の取り組みに紹介した。また、(2)は、本事業の実用化研究会であるコンシューマーアグリ研究会の農業法人会員である(株)果実堂からの講演である。同社は、平成26年度事業における栽培管理システムの開発と試験導入で協力を得た農業法人でもあり、同社が扱うベビーリーフ栽培の産業化の取り組みについて、栽培管理システムの成果もまじえた講演があった。

本講演会は、約20名の参加があり、富山県内の農家などが聴講した。質疑では、イチゴの観光農園を営んでいる農家から、栽培管理システムに興味があるとの意見があった。また、本事業で取り組んでいるベビーリーフの計画生産の手法が確立すれば、水平展開可能な作物は多種類存在するのではないかとの手ごたえを得た。

#### 6.2.3 日本技術士会 機械部会講演会

平成27年11月13日(金)に、日本技術士会で開催された同会 機械部会講演会で、本事業の取り組みの紹介として次講演を行った。

- ・ 生産技術の新分野適用の試み ー農業分野および障害者就労支援分野の事例ー  
木村利明(機械振興協会)

本講演会は、合計約70名の聴講者があり、盛況であった。同会機械部門としては、取り組みが稀少な農業分野への機械技術の適用に関する話題であったためか質疑も活発となった。特に、平成26年度事業の成果であるパレット生産システムによる農業分野の外段取り化や、実際の農業法人で運用

を開始している栽培管理システムに関する質問が多かった。また、講演後、平成 26 年度事業の報告書の入手希望の連絡が複数件あり、反響があった。

### 6.3 展示会出展

#### 6.3.1 第 2 回次世代農業 EXPO

平成 26 年度事業の成果と、コンシューマーアグリ研究会の会員企業の製品との連携による協業ビジネス化による成果普及を目指し、平成 27 年 10 月 14 日（水）～10 月 16 日（金）に、幕張メッセで開催された第 2 回国際次世代農業 EXPO に出展した。

具体的には、平成 26 年度事業の成果であるパレット生産システムを出展した。また、同平成 26 年度事業の成果である栽培管理システムを、本年度開発中の作業内容入力システムの機能と連携させ、さらにコンシューマーアグリ研究会の会員企業の製品とを連携させ、図 6.1 に示すような農業の栽

培から物流、販売までを支援するデモンストレーションシステムを構築して出展した。本デモンストレーションを構成する出展品目、および参加企業は次の通りである。

- ・ スマート農業における調査研究の紹介
- ・ コンシューマーアグリ研究会の紹介  
(機械振興協会)
- ・ フレキシブル太陽光パネル  
(TOKYO HOKUTO)
- ・ パレット生産システム  
(機械振興協会、オズスペック)
- ・ 施設園芸でのフィルム自動巻上げ装置  
(オンガエンジニアリング)
- ・ ワイヤレスセンサネットワークシステム  
(スマートロジック)



図 6.1 次世代農業 EXPO の展示システム



図 6.2 次世代農業 EXPO の会場光景

- ・ 栽培管理システム  
(機械振興協会, ケー・ティー・システム,  
ソフィックス, 果実堂)
- ・ モーションセンサ (物流支援)
- ・ ソーラービーコン (販売支援)  
(TOKYO HOKUTO)

第 2 回次世代農業 EXPO の会場来場者数は、約 45,000 名、出展小間の来場社数は約 600 名 (配布資料換算)、接客 180 名 (来場記録簿換算) であり、盛況であった。この出展の様子を図 6.2 に示す。

また、展示会終了後、パレット生産システムについては、見学希望が 1 件あり、栽培管理システ

ムについては、ある農業法人 1 社から導入希望の連絡があり、即日的な出展効果もあった。

### 6.3.2 2015 国際ロボット展

平成 26 年度事業の成果のうち、栽培管理システムを、モーションセンサ (物流支援)、ワイヤレスセンサネットワークシステム、ソーラービーコン (販売支援) と連携させて、平成 27 年 12 月 2 日 (水) ~5 日 (土) に、東京ビッグサイトで開催された 2015 国際ロボット展の ORiN 協議会の小間に出品した。

これは、栽培管理システムが、多くの中小モノづくり企業の製品との連携を考慮して、ネットワ

ORiN

## 他分野対応

— 農業連携 —

No.4

### 第一次産業への展開

ORiN の活用フィールドは、第二次産業にとどまりません。標準通信コマンドである『RAC ( Robot Action Command ) 』を用いたメッセージの送受信や、Databaseプロバイダーを用いた既存システムとの連携を実現しました。また、農業用センサーをはじめとした各種デバイスとの連携においても ORiN の優れた拡張性を利用が可能です。ORiN標準プロトコルである『b-CAP ( Binary Controller Access Protocol ) 』や専用プロバイダー開発を行う事により、生育現場のあらゆる情報の一元管理を行う事が可能になります。

生育

環境

養液

肥料

物流

養生

播種

生育

刈取

選別・洗浄  
検査・袋詰

倉庫

輸送

販売

#### 1 ワイヤレスセンサーネットワークシステム

**ハウスの環境を見える化!**  
ハウス内の『温度』『湿度』『照度』などの環境情報を一元管理します。測定に使う子機は軽量・防水電池駆動・無線接続だからどこへでも簡単に設置が可能です。

#### 2 栽培管理システム

**生育現場の戦略的な栽培計画、実績収集を実現!**  
生育工程/環境情報管理を実現し、GAP (農業生産工程管理) に準ずる管理をサポートします。ハンデターミナルを用いた実績収集や生産実績グラフを始めとしたチャート表示機能などを用い、生産計画・生産実績のPDCAの実践をサポートします。

#### 3 9軸モーションセンサー

**物流品質の向上、トレーサビリティを実現!**  
世界最小・最軽量の9軸 (3軸ジャイロ・3軸加速度センサー・3軸地磁気センサー) を搭載します。BLE (Bluetooth Low Energy) 通信にて、輸送中の過振動/過加速度/衝撃の情報を検知します。

株式会社 果実堂

株式会社 ケー・ティー・システム

スマートロジック 株式会社

— 協賛 —

株式会社 ソフィックス

株式会社 TOKYO HOKUTO

一般財団法人 機械振興協会

・ 図 6.3 2015 国際ロボット展の展示システム

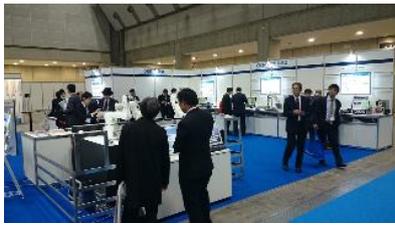


図 6.4 2015 国際ロボット展の会場光景



図 6.4(1) 会場全景



図 6.4(2) 基調講演：  
製造産業局 審議官 福島氏



図 6.4(3) 併設展示実演

ークミドルウェアの標準技術の一つである ORiN(Open Resource interface for the Network<sup>6)</sup><sup>5)</sup>を活用していることから、ORiN 協議会からのオファにより出展の機会を得たものである。出展内容は、図 6.3 に示す通り、平成 26 年度事業の成果を中心に、コンシューマーアグリ研究会の会員企業の製品との連携デモンストレーションとした。

図 6.4 は、本展示の様子を示した写真である。

IoT(Internet of Things)が注目される中、2000 年代に、異メーカーのロボットの情報共有するための技術として生まれた ORiN が、その後、ロボットのみならず異メーカーの工作機械や PLC(Programmable Logic Controller)などの異機種機器に適用可能となり、さらに最近では乱立気味の IoT の技術を、ゆるやかに相互連携可能な標準技術の一つへと進化しつつある。さらに、今回の事業成果の出展により、ORiN を第二次産業のみならず、農業分野のような第一次産業へ適用した成功事例を示したことで、多くの注目を集めた。

#### 6.4 テクノフォーラム

本事業成果の普及活動の一環として、平成 27 年 12 月 9 日(水)に、機械振興会館 地下 2 階ホールで、テクノフォーラムを開催した。

本テクノフォーラムでは、経済産業省 製造産業局からの基調講演を筆頭に、次の 7 講演と実機展示による実演を行った。

(1) 【基調講演】IoT による農工連携への期待

福島 洋氏(経済産業省 製造産業局 審議官)

(2) 農業用センサーネットワークの参入事例に見る農業分野における ICT 活用の現状

塩谷 剛(機械振興協会)

(3) コンシューマーアグリ研究会の紹介

飯塚 保(機械振興協会)

(4) 農工連携による農業の産業化

高瀬貴文氏(果実堂)

(5) 栽培管理システムの実用化展開

近藤知明氏(ケー・ティー・システム)

(6) ビニールハウスの遠隔管理

柴田幸一氏(オンガエンジニアリング)

(7) 農商工連携と ICT 活用サポート

矢島敬雅氏(中小企業基盤整備機構 理事)

本テクノフォーラムは盛況であり、出展企業メンバーも含め、合計 104 名の参加を得た。このテクノフォーラムの会場の様子を図 6.5 に示す。

#### 6.5 あとがき

本事業の成果、および平成 26 年度事業の成果の普及活動の実施状況として、学会等での発表、展示会出展、およびテクノフォーラムについて報告した。本事業成果は、コンシューマーアグリ研究会、および ORiN 協議会などの参加企業との相互連携により、実際の農業法人への導入など、具体的な実用化に至っている。今後ともさらなる成果の普及に努めていく予定である。

## 7. おわりに

本報告では、公益財団法人 JKA の機械工業振興補助事業の重点事業、「安全・安心」及び「生活の質の向上」に資する技術革新として「障害者の就労を可能とするバリアフリー農作物生産システムの開発」の内容を記した。以下に得られた成果の概略を示す。

作業内容入力システムの開発では、高品質・高能率な農産物生産による農業法人支援、第二次産業企業への農業分野の新市場開拓、および障害者も含む総活躍社会に資するユニバーサルデザインを指向した農業の生産管理システムを試作した。試作した作業内容入力システムは、①容易な操作性と安価な導入コスト、②汎用性・拡張性、および③トレーサビリティの確保などの特徴を有し、平成 28 年 3 月上旬に(株)東光アグリファームに試験導入し、実運用による評価実験を開始した。

パレット生産対応型収穫装置の開発では、往復刃を用いる収穫装置の開発を行った。本装置は刈取機構の交換により、パレットを正立または倒立させて刈取りが可能である。正立・倒立方式の比較を行った結果、倒立方式は収穫率が高く、構造も単純なので優れた収穫方法である。

本事業の妥当性を評価する目的で、障害を持つ方々に開発した「作業内容入力システム」と「パレット生産対応型収穫装置」を用いて実際の作業を行っていただいた。その結果、指導員による介助があれば作業は可能であったので、バリアフリー化の目的は果たせたと考える。しかし、改善すべき問題点も判明したため、修正が必要である。

今後は、コンシューマーアグリ研究会で、メンバ企業の製品とも連携させ、農業法人への普及をはかることで、第二次産業の企業の新市場開拓と農業の発展を目指す。また、障害者の農業参加に貢献する農作物生産の仕組みづくりを目指す。

### 謝辞

本事業は、公益財団法人 JKA の競輪補助金（補助事業 27-9）を受けて実施しました。ご支援いただいた関係各位に深く感謝の意を表します。

## 参考文献等

- 1-1) 一般財団法人機械振興協会ホームページ：  
[http://www.jspmi.or.jp/tri/consumer\\_agri/index.html](http://www.jspmi.or.jp/tri/consumer_agri/index.html)
- 1-2) 農林水産省ホームページ，(1) 農業構造と農業経営の動向：  
[http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w\\_maff/h19\\_h/trend/1/t1\\_1\\_1\\_01.html](http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h19_h/trend/1/t1_1_1_01.html)
- 1-3) 農研機構ホームページ，ロボット農業シンポジウム(分散錯圃グループ)@つくば：  
<https://www.naro.affrc.go.jp/event/list/2014/11/054710.html>
- 1-4) JAXA ホームページ，農機のロボット化で日本の農業問題を解決したい：  
[http://www.jaxa.jp/article/special/michibiki/noguchi\\_j.html](http://www.jaxa.jp/article/special/michibiki/noguchi_j.html)
- 1-5) 農林水産省ホームページ，農産物生産統計，第 1 報(統計表一覧) 農業経営統計調査 平成 26 年産米生産費：  
[https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/seisanhi\\_nousan/#y](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/seisanhi_nousan/#y)
- 1-6) 日経テクノロジーオンライン，無人運転に自動最適施肥－最先端農機を公開：  
<http://techon.nikkeibp.co.jp/atcl/news/15/121601596/>
- 1-7) 東芝ホームページ，プレスリリース，植物工場「東芝クリーンルームファーム横須賀」での生産開始について：  
[https://www.toshiba.co.jp/about/press/2014\\_09/pr\\_j3002.htm](https://www.toshiba.co.jp/about/press/2014_09/pr_j3002.htm)
- 1-8) 一般社団法人日本施設園芸協会：平成 27 年度次世代施設園芸導入加速化支援事業(全国推進事業)に係る研修事業，農研機構植物工場つくば実証拠点【2015 年度植物工場研修会】研修資料
- 1-9) 一般社団法人日本施設園芸協会ホームページ，平成 25 年度植物工場実態調査・個別調査結果について：  
<http://www.jgha.com/shiryoku.html>
- 1-10) 帝国データバンク HP，人工光型植物工場の農業関連ベンチャー株式会社みらい民事再生

- 法の適用を申請負債 10 億 9200 万円：  
<http://www.tdb.co.jp/tosan/syosai/4071.html>
- 1-11) 日経ものづくり：走り出したインダストリアル農業，日経 BP 社，2014. 9, pp29-61.
- 1-12) 農林水産省ホームページ：  
<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/sanki/nosyoko/>
- 2-1) 内閣府ホームページ，平成 11 年度 障害者のために講じた施策の概況に関する年次報告について（平成 12 年版「障害者白書」の概要）：  
<http://www8.cao.go.jp/shougai/whitepaper/gaikyou-h12/1-1.html#2s>
- 2-2) 秋田県バリアフリー総合サイト：  
[http://www.akita-bf-own.net/011M\\_bftowa/011M\\_bftowa.html](http://www.akita-bf-own.net/011M_bftowa/011M_bftowa.html)
- 2-3) 国土交通省ホームページ，バリアフリー法の概要：<http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/bf/sinpou/about.html>
- 2-4) 内閣府ホームページ，バリアフリー・ユニバーサルデザイン推進要綱：  
[http://www8.cao.go.jp/souki/barrier-free/20barrier\\_html/20html/youkou.html](http://www8.cao.go.jp/souki/barrier-free/20barrier_html/20html/youkou.html)
- 2-5) ユニバーサルデザイン研究会編：人間工学とユニバーサルデザイン新潮流，日本工業出版，(2008)，17
- 2-5) 宮入健一郎ら：トコトンやさしいユニバーサルデザインの本，日刊工業新聞社，(2014)，16
- 3-1) <http://www.kajitsudo.com/>
- 3-2) 飯塚保他，平成 26 年度 機械工業における地域の中堅・中小機械工業の振興に資する事業－地域の中堅・中小機械工業企業への技術開発等補助事業報告書－，pp. 7-23.
- 3-3) 木村利明他，生産技術の農業応用に関する研究（第 2 報）－生産技術の農業応用に関する研究－，日本機械学会 2015 年次大会，S1420105.
- 3-4) <http://www.orin.jp/>
- 3-5) <http://tokoagri.co.jp/>
- 4-1) 飯塚保，小林康記，木村利明，川畑美沙，津田晴樹. 生産技術の農業応用に関する研究(第 3 報)－工程分離と外段取りを活用した野菜栽培システムの開発－：日本機械学会. 2015 年次大会. S1420106.
- 4-2) 果実堂ホームページ：  
<http://www.kajitsudo.com/>
- 4-3) フナソー株式会社ホームページ：  
<http://funasaw.co.jp/spb05/>
- 4-4) 株式会社オズスペックホームページ：  
<http://ozspec.jp/aboutus.html>
- 4-5) 東光アグリファームホームページ：  
<http://tokoagri.co.jp/>
- 4-6) 株式会社 MonotaRO ホームページ，稚苗用育苗箱クリスタルカット，  
<https://www.monotaro.com/p/0177/5558/>
- 5-1) 厚生労働省 HP，障害福祉サービスの内容：  
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/shougaihoken/service/naiyou.html>
- 5-2) 社会福祉法人 睦月会ホームページ：  
<http://www.mutsukikai.jp/area-ishitokyo/>
- 6-1) 飯塚保他，平成 26 年度 機械工業における地域の中堅・中小機械工業の振興に資する事業－地域の中堅・中小機械工業企業への技術開発等補助事業報告書－
- 6-2) 飯塚保他，生産技術の農業応用に関する研究（第 1 報）－ニッチ市場に着目した農工連携－，日本機械学会 2015 年次大会，S1420104.
- 6-3) 木村利明他，生産技術の農業応用に関する研究（第 2 報）－生産技術の農業応用に関する研究－，日本機械学会 2015 年次大会，S1420105.
- 6-4) 飯塚保他，生産技術の農業応用に関する研究（第 3 報）－工程分離と外段取りを活用した野菜栽培システムの開発－，日本機械学会 2015 年次大会，S1420106.
- 6-5) <http://www.orin.jp/>