

目次

- 1 国内の生鮮食料品等の流通工程における作業の実態調査
- 2 自動化技術の開発状況調査
- 3 他分野・諸外国の流通分野における自動化技術の導入状況調査
 - 他分野における自動化技術の導入事例
 - 事例一覧及び選定理由
 - 卸売業者における自動化技術の導入事例
 - 製造業者における自動化技術の導入事例①
 - 製造業者における自動化技術の導入事例②
 - 実需者における自動化技術の導入事例
 - 諸外国の生鮮食料品流通分野における自動化技術の導入事例
- 4 生鮮食料品等の流通工程における自動化技術導入の与件及び導入モデルの整理

3 他分野・諸外国の流通分野における自動化技術の導入状況調査

他分野における自動化技術の導入事例一覧及び選定理由

区分	事業者	導入自動化技術	選定理由
製造業者	ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社 (総合医療・健康関連用品の輸入・製造販売業)	ロボット倉庫	ダンボールケースからプラスチックケースへの変更とはなるが、ケース単位の分荷、またケースの中から商品を取り出しての分荷を高効率化できる技術であり、技術要素としては需者及び仲卸の生鮮食料品の流通においても利用可能性が高いと期待されることから選定した(量販店の店舗ごとの仕分けを仲卸が行っていることから、仲卸においても利用の可能性があると考えられる)。※「諸外国の生鮮食料品流通分野における自動化技術の導入事例」調査におけるMercadona社(スーパー)の事例が、カゴに生鮮食料品を入れて積み重ねておく方式であり、技術的な類似性が高いことも考慮した。
製造業者	ミドリ安全株式会社 (安全衛生保護具、ユニフォーム等製造販売業)	Geek+ (AGV)	Geek+は、AmazonがKiva Systemsを買収したことから、近年最も注目を集めているタイプの自動化技術であること、また自動化の機能としては、AutoStoreと類似していることから、AutoStoreと同様に実需者及び仲卸の生鮮食料品等の流通における利用の可能性を検討するにあたって参考とすべき技術と考えられることから選定した。
卸売事業者	日用品卸売事業者	ディパレタイザ	ダンボールケースのパレタイズ、ディパレタイズは、出荷者における市場ごとへの分荷、卸、仲卸での分荷にも必要となる機能であり、生鮮食料品の流通において幅広く利用可能性があると考えられることから、選定した。事業者の規模が卸売市場の卸会社の規模に比較的近いことも考慮した。
小売事業者	株式会社丸井グループ (小売業)	AutoStore	ダンボールケースからプラスチックケースへの変更とはなるが、ケース単位の分荷、またケースの中から商品を取り出しての分荷を高効率化できる技術であり、技術要素としては需者及び仲卸の生鮮食料品の流通においても利用可能性が高いと期待されることから選定した(量販店の店舗ごとの仕分けを仲卸が行っていることから、仲卸においても利用の可能性があると考えられる)。※「諸外国の生鮮食料品流通分野における自動化技術の導入事例」調査におけるMercadona社(スーパー)の事例が、カゴに生鮮食料品を入れて積み重ねておく方式であり、技術的な類似性が高いことも考慮した。

製造業者における自動化技術の導入事例①

ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社
メディカルカンパニー

導入の経緯	a.東京オリンピック後を考えると人件費高騰が予想されること、b.質の高いオペレータを確保することが難しいこと、c.医療用であることから品質確保（送付するものを間違えないこと）が極めて重要であること、d.翌日に手術用品が必要になるなどスピードが重要であること、e.子供がいる女性などが短い時間でも働けるようにするなどいろいろな条件の人々が受け入れられる必要があること、f.重たいものの上げ下ろしを不要にするなど社員の健康も考える必要があることなどから、ロボット倉庫を導入した。ロボット倉庫は、体への負担がなく、オペレータに最も優しい技術であると考え。ロボットが個別に動いており、故障時に全体が停止しないこともロボット倉庫を選択した理由の一つである。
技術の内容、特徴	専用のコンテナを高密度に収納し、ロボットがコンテナの出し入れを行う、自動倉庫型ピッキングシステムである。格子状に組まれたグリッド（支柱・梁）、ビン（専用コンテナ）、ロボット（電動台車）、ポート（ピッキングステーション）の各モジュールで構成され、入出庫はロボットが自動で行うため、作業者はポート部分にて、ビンへの商品の出し入れを行うだけである。ビンの中を複数の領域に区切ることができ、どの領域が作業の対象かが、青色の光で示される。
導入の効果	容積効率が従来に比べて約3.8倍に、ピッキング効率（ピッキングスピード）が従来の1.5倍に向上した。
制約事項・留意点	既存の物流施設への導入にあたって工事等で追加のスペースが必要となる。導入時に一時的にスペースを借りて、導入終了後に返却した。

3 他分野・諸外国の流通分野における自動化技術の導入状況調査

製造業者における自動化技術の導入事例①

ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社
メディカルカンパニー

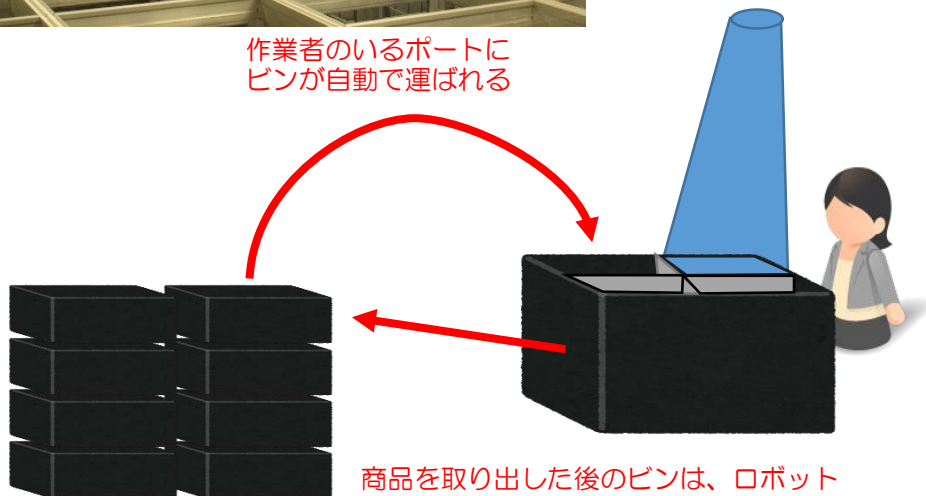


←ロボット倉庫上部の様子

ロボット（左図赤色）が左右前後に動き回り、製品の入っているピンを取り出し、各ポートまで運ぶ。ピンは左図ロボットの下側に積み重ねて置かれており、ロボットがつり上げて動かす。

小さな製品が入っているピンは複数の領域に分けられており、対象製品がある領域が青色の光で示される

作業者のいるポートに
ピンが自動で運ばれる



商品を取り出した後のピンは、ロボットの下位置に戻される
（よく使用されるピンは取り出しやすい場所に戻される）



森山和道/ロボスタ

↑ポートでのピッキング作業の様子
作業者が向かっているテーブルの下にピンが運ばれてきて、そこから商品を取り出す。

https://robotstart.info/2018/11/12/moriyama_mikata-no68.html より許可を得て転載

製造業者における自動化技術の導入事例②

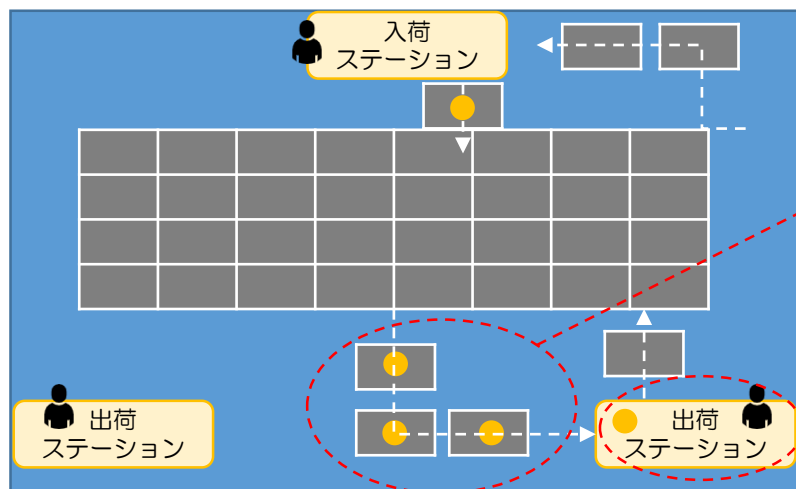
導入の経緯	物量の増加や人手不足（人手が集まらないという課題）を背景に、一部商品の物流拠点を別の場所に設けることを決定した。繁忙期にあわせて作業者を確保すると、閑散期にロスとなるため、自動化が一番良いと考えた。安全に係る事業を行っており、労災防止の観点もあり、自動化技術を用いた物流センターを目指してGeek+を導入した。
技術の内容、特徴	出荷伝票に基づき、AGVが自動で商品が入った専用棚を出荷ステーションまで運んでくる。出荷ステーションでは棚から商品を取り出し、出荷先ごとの箱に商品を入れる。入荷の際も、入荷ステーションへAGVが自動で専用棚を運んでくるので、そこに商品を入れることで入荷処理が完了する。
導入の効果	人手で行うと棚を回って商品をピックアップして戻ってくるのに72秒かかる作業が、Geek+では28秒で実施できるようになる。これにより、5人分の人件費削減効果が見込まれる（7.5h労働想定）。 ※繁忙期における稼働がまだないため、試算での値である。
制約事項・留意点	導入時、専用棚への積み替えが必要となるため、業務を停止する必要がある※。当倉庫では専用棚は人によるピッキング可能な高さまでしか高さを出せないため、従来の棚に比べて設置に広いスペースが必要となった。（本事例の場合、自動棚以外の他商品を自動倉庫にすると4倍の広さが必要と推定された。） ※商品の棚入れ替え時における一定期間の業務停止は、通常倉庫・自動倉庫に関わらず発生する。

3 他分野・諸外国の流通分野における自動化技術の導入状況調査

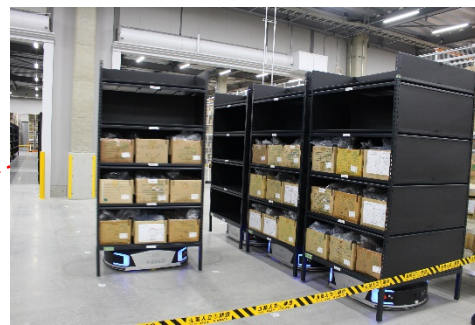
製造業者における自動化技術の導入事例②

ミドリ安全株式会社
ミドリロジスティクス株式会社

【Geek+稼働エリア全体図】



Geek+稼働エリア内においては、3か所のステーション以外に人は必要ない。棚の配置やどの棚にどの商品が入っているかなどを意識することなく、入出荷が可能となる。



←Geek+の無人自動走行

出荷伝票に基づき、該当商品が積まれている棚を自動で出荷ステーションまで運んでくる。センサーが付いており、進行方向に障害物があると自動で停止する。



←出荷ステーションでのピッキング

運ばれてきた棚から、該当商品を取り出し、配送先ごとの箱へ移し替える。ピッキングが終わると棚は自動で戻る。

卸売業者における自動化技術の導入事例

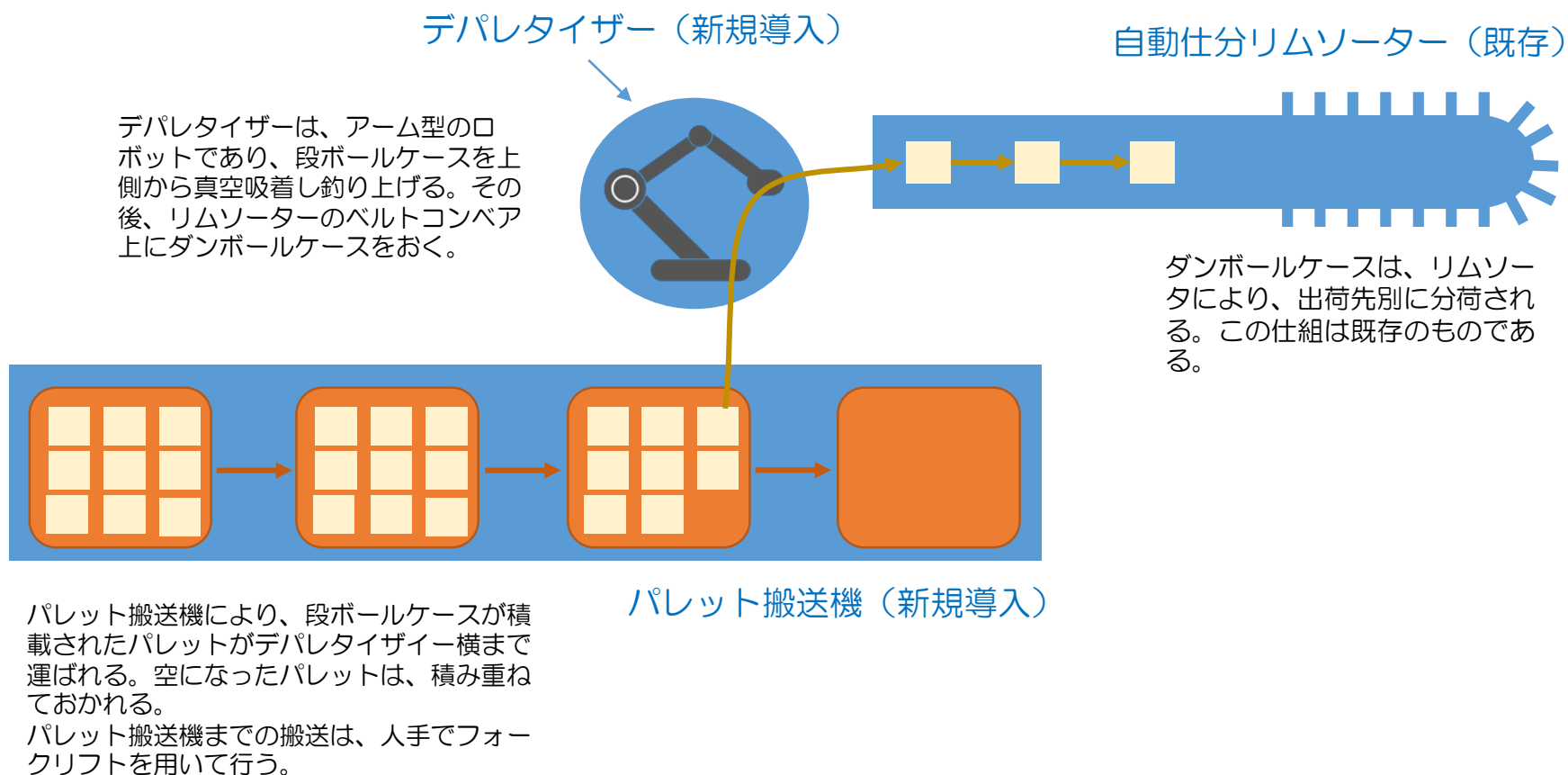
日用品卸売事業者

導入の経緯	以前から導入していた仕分用のリムソーターに、パレットからダンボールを手作業で積み降ろししており、この作業負担を軽減できる技術を探していた。展示会でMUJINのデパレタイザーを見つけ、導入のための開発を行ってもらった。
技術の内容、特徴	事前に学習させることなく、異なる大きさの段ボール箱をデパレタイズする（パレットから積み降ろす）ことができる。400～450ピック/時程度の性能を有する。デパレタイザーにダンボールケースが乗ったパレットを自動提供するため、デパレタイザーとあわせて、パレット搬送機を導入した。
導入の効果	作業者を1名減らすことができた。
制約事項・留意点	デパレタイザーの横にパレットを自動で移動させるために、パレット搬送機が追加が必要となる。そのため、デパレタイザーの数メートル四方のスペースに加え、自動搬送するパレット数個分以上のスペースも必要となる。

3 他分野・諸外国の流通分野における自動化技術の導入状況調査

卸売業者における自動化技術の導入事例

日用品卸売事業者



小売業者における自動化技術の導入事例

株式会社丸井グループ
株式会社ムービング

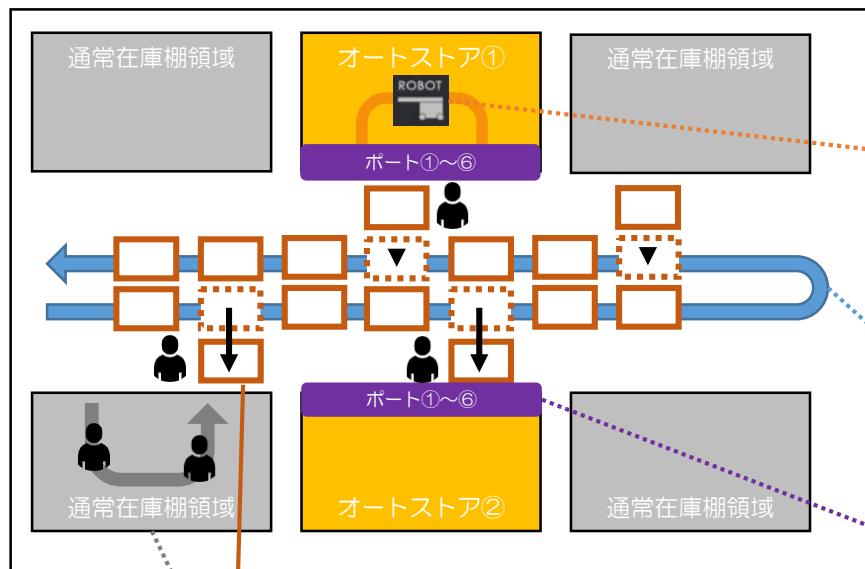
導入の経緯	物流業務は3PLに委託していたが、物量の増加への対応が難しい状況であったため、内製化を進めることにした。2012年4月から内製化に移行し、人的工夫での改善を経たのち、「収納性」と「処理スピード」の向上を目的としてオートストアを2機導入した（1機目は17年10月、2機目は18年3月稼働）。本来は、オートストア2機を分けることなく導入したかったが、倉庫内の防火シャッターの関係で、2機に分けて導入することとなった。
技術の内容、特徴	専用のコンテナを高密度に収納し、ロボットがコンテナの出し入れを行う、自動倉庫型ピッキングシステムである。格子状に組まれたグリッド（支柱・梁）、ビン（専用コンテナ）、ロボット（電動台車）、ポート（ピッキングステーション）の各モジュールで構成され、入出庫はロボットが自動で行うため、作業者はポート部分にて、ビンへの商品の出し入れを行うだけである。
導入の効果	収納性は従来の平置きに比べて約2.5～3倍、処理スピードは入出庫ともに3.5倍の効果が出た。
制約事項・留意点	ポートにてコンテナから取り出す作業が発生するので、細かすぎる商品はオートストアでの管理には適さない。また、専用コンテナでの保管となるため、ハンガーにかかっている衣類やカバン等は適さない。また、ポートでの作業には人手が必要となる。

3 他分野・諸外国の流通分野における自動化技術の導入状況調査

小売業者における自動化技術の導入事例

株式会社丸井グループ
株式会社ムービング

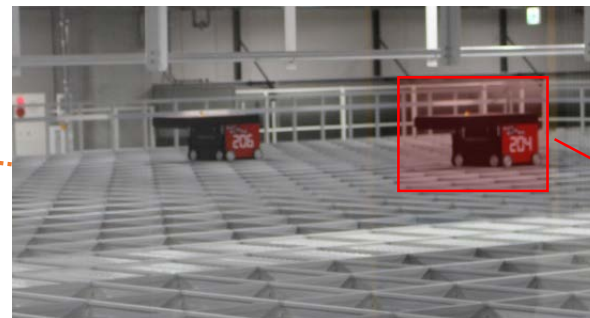
【オートストア導入フロア全体図】



【出荷用コンテナ】
配達先ごとのコンテナがライン上を動き、該当商品が保管されている棚領域の前でラインから逃がされる



←通常在庫棚での作業の様子。
人が歩いて回り、商品のピッキングを行う

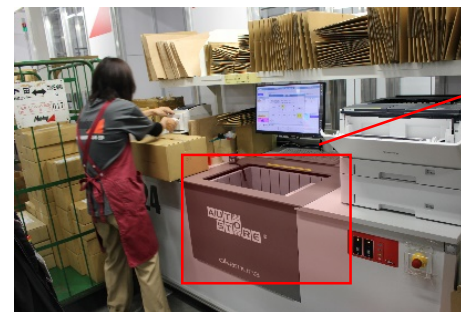


ロボットが商品の入っているピンを取り出し、各ポートまで運ぶ

↑オートストア上部の様子。
ロボットが、商品の入っているピンを取り出し、各ポートまで運ぶ。



↑出荷ラインと各ポートの様子



運ばれてきたピン
そこから商品を取り出す

←ポートでの作業の様子

3 他分野・諸外国の流通分野における自動化技術の導入状況調査

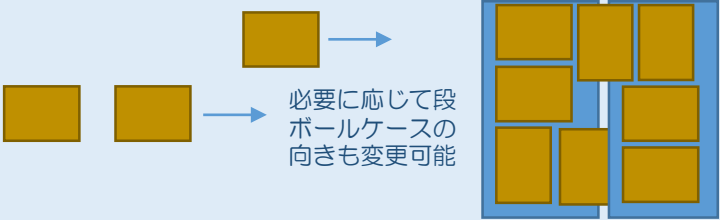
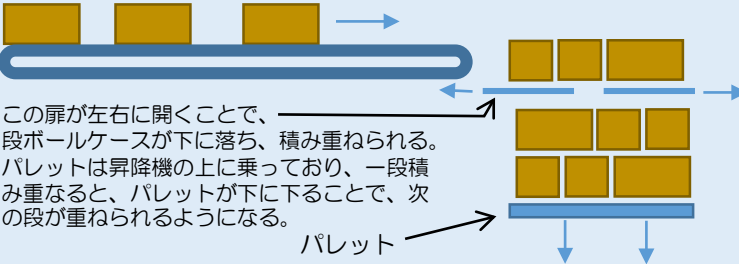
諸外国の生鮮食料品流通分野における自動化技術の導入事例①

①出荷者・製造業者

事業者	Stemilt Growers LLC	Wonderful Citrus
	リンゴ、ナシ、チェリー等の生産、パッケージングを行っている大手事業者	オレンジ、レモン等の柑橘類の生産、パッケージングを行っている事業者
国	US	US
① 技術の名称	PowerStore Automated Storage and Retrieval System (ASRS)	Alvey 910 palletizers
② 技術の内容、特徴	▶ 479,000平方フィート（45,500平方メートル）の中に置かれた100万のボックスをハンドリングすることができる。 ▶ ロボットクレーン、自動台車を用いる。通常より高密度であり、10パレットを重ねる。全てで、16,000パレット以上である。	▶ パッケージのタイプに応じて、パレットの上に並べるようにケースの向きを変更する。 ▶ その後、パレットの上にそれらのケースを置く。 ▶ 必要な段数が重ねられたら、移動され、フィルムで自動ラッピングされる。 ▶ 全体として、40～50ケース/分の処理能力を有している。
③ 導入コスト及びランニングコスト	▶ 一般論として、1平方フィートあたり、55ドル費用が増加し、170ドルを要する。479,000平方フィートの場合、83百万ドルの費用となる。	—
④ 導入による効果	▶ フォークリフトドライバーの人員削減 ▶ 品質検査の効率向上（1時間で40パレットの品質検査が可能に） ▶ パレットのトレースが可能になるため、ファーストイン・ファーストアウトを確実に行うことができる（品質の確保に寄与すると考えられる）。 ▶ 以前は夜に作業が長引くことがあったが、現在は通常時間内で作業が終わる。 ▶ エネルギー効率が良い。	▶ 40～50ケース/分の処理能力を実現（これは、人手では達成できない処理性能である）。
情報源	https://www.capitalpress.com/state/washington/stemilt-builds-advanced-fruit-shipping-center/article_2b7a2ebd-ca98-5834-ba5b-7c162e77cdeb.html https://www.refrigeratedfrozenfood.com/articles/97758-stemilt-growers-automates-distribution-center-for-improved-inventory-management https://www.swisslog.com/en-us/warehouse-logistics-distribution-center-automation/products-systems-solutions/asrs-automated-storage-and-retrieval-systems/pallets-heavy-loads/powerstore-shuttle-system-for-pallet-warehousing	https://www.intelligranted.com/sites/default/files/resources/10081-%28WCCS%29-WonderfulCitrus_CaseStudy_LR6.pdf 別の企業の事例であるが、下記で当該技術の動画が参照できる。 https://www.intelligranted.com/en/resources/videos/bee-sweet-citrus

諸外国の生鮮食料品流通分野における自動化技術の導入事例①

①出荷者・製造業者

事業者	Stemilt Growers LLC	Wonderful Citrus
利用技術解説	本件で導入されたのは、900kg以上積載したパレットを搬送することができるSwisslog社のPowerStoreを利用した自動立体倉庫である。垂直コンベアと水平にパレットを運ぶキャリアを組合せて実現されている。 下記で動画が参照できる。 https://www.youtube.com/watch?v=vm5wzhvgdZ0 仕組みは、下記の動画がわかりやすい。 https://www.youtube.com/watch?v=zJOAVOWIuro 入出庫の場所のキャリア（赤色の台車）本写真の左側に立体倉庫がある  立体倉庫内のキャリア（赤色の台車） 垂直コンベア  写真はSwisslog社提供 https://www.swisslog.com/en-my/logistics-automation/case-studies-and-resources/case-studies/2019/05/stemilt-growers	本件で導入されたのは、インラインタイプのパレタイザ（アーム型のロボットを用いないパレタイザ）であり、パレットの上に段ボールケースを自動で積み上げることができる。 ①まず最初に、段ボールケースが次々とコンベアで運ばれ、パレットの上に積む形状に並び替えられる。下図は、それを上から図示したイメージである。  必要に応じて段ボールケースの向きも変更可能 ↑②はこちら側から見た図 ②一段分ができると、段ボールケースの下側が開き、段ボールケースが下側にある段ボールケースの上に載せられる。横から見ると以下のようになっている。  この扉が左右に開くことで、段ボールケースが下に落ち、積み重ねられる。パレットは昇降機の上に乗っており、一段積み重なると、パレットが下に下ること、次の段が重ねられるようになる。 パレット

諸外国の生鮮食料品流通分野における自動化技術の導入事例②

②中間流通業者

事業者	Matson Fruit Company	Bee Sweet Citrus
	リンゴ、ナシなどの果物の生産と他の生産者が生産した果物のパッケージングを行っている事業者	オレンジ、レモンなどの柑橘類のパッケージングを行っている事業者
国	US	US
① 技術の名称	automated storage retrieval system (ASRS)	Alvey 910 palletizers等
② 技術の内容、特徴	➤ スタッククレーン等を用い、自動で倉庫内に保管し、搬出を行う。	➤ トラックをつけるドックからロボットで搬入される。その後光学ソーターで分別され、パッケージングされると、低温ルームにロボットが運搬する。 ➤ パレタイジングも自動化されている。
③ 導入コスト及びランニングコスト	➤ 従来型の施設の場合に比べて、同規模で約25%増のコストがかかる。	—
④ 導入による効果	➤ 作業者を60%削減。 ➤ 15万箱を保管するのに、通常であれば4,000パレットが必要であるが、本システムを用いると、3,150パレットですむ。 ➤ 低温に保つための電気が節約できる。	➤ 労働者の必要量が80%減少。 ➤ 必要な労働者についても、過剰な持ち上げ、ねじり動作が不要になる。 ➤ フォークリフトの混在が緩和され、より高い効率と安全性が実現された。
情報源	https://www.growingproduce.com/fruits/apples-pears/matson-fruit-automates-storage-with-robotics/ http://matsonfruit.com/about-us/	https://www.linearmotiontips.com/intelligrated-automated-palletizing-for-citrus-packer-a-top-supply-chain-project-for-2017/ 下記で当該技術の動画が参照できる。 https://www.intelligrated.com/en/resources/videos/bee-sweet-citrus

諸外国の生鮮食料品流通分野における自動化技術の導入事例②

②中間流通業者

事業者	Matson Fruit Company	Bee Sweet Citrus
利用技術解説	Matson Fruit Companyが導入したのは、パレットを対象としスタックークレーンであり、本件とは異なるが、その装置のイメージは、以下の写真のようなものである。 果実の入荷から、それをパッケージングして出荷するまでの間に用いる。  By Ingenieria-logistica - Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=47598028	（Bee Sweet Citrusの事例で導入されているパレタイザは、Wonderful Citrusの事例で導入されているものと同じであるため、前々ページを参照）

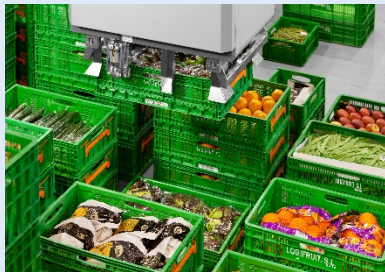
諸外国の生鮮食料品流通分野における自動化技術の導入事例③

③実需者

事業者	Mercadona	Delhaize
	スペインに1,630の店舗を持つスーパー	7か国で、3,402の店舗を展開しているスーパー
国	スペイン	ベルギー
① 技術の名称	robotic storage system (Cimcorp)	DPS (Dynamic Picking System)
② 技術の内容、特徴	▶ 生鮮食料品は、プラスチックのカゴに入れられて扱われる。 ▶ 1日に3万のカゴを保存することができる。また、6時間の間に28,675のカゴを補充することができる。 ▶ 6,000SKU（ストックキーピングユニット） ▶ 3.5百万立方フィートの商品を1ヶ月の間に扱うことができる。	▶ 14,000平方メートルのディストリビューションセンターにおいて、2,500の商品（果物、野菜、サラダ、チーズ、肉等）を保管。 ▶ 32のスタッカークレーン、166,900のケース配置場所。48のピッキングステーションで、1日で295,000のピッキングが可能。
③ 導入コスト及びランニングコスト	▶ 最新の4ディストリビューションセンターの投資額は、1.2億ユーロ。	—
④ 導入による効果	▶ 出荷が早くなるため、新鮮な食品を出荷できる。 ▶ バーコード、RFIDなしで完全なトラッキング可能になる。	▶ 生産性が2倍に向上。 ▶ ピッキングエラーがほぼゼロに。 ▶ エネルギー消費が大幅に削減（約半分）。
情報源	https://www.mmh.com/article/automation_ensures_optimal_freshness_minimal_handling_time_of_fresh_products https://www.logisticsmanager.com/mercadona-invests-e120m-in-automation/ https://www.cimcorp.com/en/online-flow/customer-interview/distribution/fresh-automation-for-mercadona	https://www.witron.de/en/news-detail/article/innovative-witron-technik-fuer-frische-produkte.html

諸外国の生鮮食料品流通分野における自動化技術の導入事例③

③実需者

事業者	Mercadona	Delhaize
利用技術解説	スペインのスーパーのMercadonaは、1.2億ユーロを投資して、Seville、Valencia、Alicante、Zaragozaにある4つの配送センターの自動化を行った。導入したのは、CIMCORP社の自動化技術である。 生鮮食料品は、下図のようにプラスチックケースに入れられて、積み重ねられる。ロボットがそのケースを上からつかみ、搬送する。   写真はCIMCORP社提供 https://www.cimcorp.com/sites/default/files/u_ploaded/content_manager/press-download/Cimcorp_orderpicking-freshproduce-vertical.jpg https://www.cimcorp.com/sites/default/files/u_ploaded/content_manager/press-download/Cimcorp_orderpicking-freshproduce-horizantal.jpg	Delhaizeは、ベルギー第2のスーパーであり、小型店舗が増えたことから、配送センターからの配送頻度を上げる必要があった。そのため、配送センターに自動化技術を導入した。 導入した装置は、DPS (Dynamic Picking System) であり、「2 自動化技術の開発状況調査」の「事例3:C-DPS」に類似の技術である。 この取組に合わせて、納品も段ボールケースなどから、プラスチックのケースに統一した（左側のケースに類似）。それらのケースは、バーコードとRFIDがつけられており、完全に移動をトレースすることができる。 入荷したケースの70%はそのまま出荷されるが、30%は自動立体倉庫に保管され（左側の事例のようにケースそのものを積み上げる方式ではなく、棚が仕組まれており、そこに搬送機で出し入れする方式）、DPSを用いてピッキング後の出荷の対象となる。本件とは異なるが、イメージは下記のようなものである。  TGWmechanics - 投稿者自身による作品, CC 表示-継承 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31117611による