

少量多品種に対応する最適なロボットソリューション

パラレルリンクロボット：FlexPicker™を核とした、食品包装工程へのロボット導入事例

ABB 株式会社 菅井 康介

1. はじめに

現在、産業用ロボットの非自動車産業における新市場の拡大は目覚ましく、当社としても、特に電機産業と並び食品産業における導入事例が顕著に増えつつある。食品製造においては、包装工程における Picking（仕分け、整列）、Packing（箱詰め）、Palletizing（パレット載せ）のいわゆる PPP 工程に Processing（加工）を加えた“4P 工程”に大きなニーズがある。これは一般的に論じられることの多い人手不足や重労働の削減等の、人の代替としてのロボット導入だけが理由ではなく、ロボットの汎用性の高さを重視した、専用の自動機械（以下、専用機）の代替という側面もある。ロボット化の核を成し、当社の主力製品のひとつであるパラレルリンクロボット FlexPicker™シリーズは、私たち ABB が約 15 年前に世界で初めて商用化に成功し、現在ではパラレルリンク方式として競合他社製品も含めた産業用ロボットのひとつのカテゴリを形成するに至っているが、その汎用性の高さがご採用いただく上での大きなポイントとなっている。（写真 1）

当社ではさらに、このパラレルリンク方式のバリエーションとして、より積極的にパラレルリンクロボットのメリットをご享受いただくべく、ハードウェアとしてのロボットの性能の向上に加え、モーションコントロールやプログラミングなどのソフトウェアも含めた、ロボット運用に総合的に貢献する継続的な開発に尽力してきた。本稿では、現在日本国内の食品製造業界においてロボット導入が検討されている事例や、ロボット活用において先行する海外市場の事例に簡潔に触れ、現在、そして今後、新市場拡大のカギとなるソフトウェア、ならびに ABB ジャパンの取り組みについて紹介する。



写真 1. FlexPicker™シリーズ

2. 日本国内におけるロボット導入の潮流：人、そして専用機からの代替

2.1 ロボット導入のきっかけ

前述の通り、ロボット導入を検討する企業は大きく二つのパターンに分けることができる。一つは現在人が行っている作業の代替、もう一つは専用機の代替としてのロボット導入である。それぞれ目指すゴールは結果的に似てはいるものの、そのゴールを目指す理由には大きな違いがある。

まずは人の作業の代替について、一番の大きな理由はやはり食品製造工程に従事する作業者の不足である。お客さまを訪問した際に「募集をかけても応募がない」、「近くの自動車工場に人が流れている」、「採用しても定着率が低い」といった話を聞くことは珍しくない。これは食品工場という特性上、作業エリアの温度環境や匂いなど、敬遠されやすい業種という事が背景にあるようだ。また、人の代替に関する第二の要因として増えつつあるのが“食の安全”である。一次包装前の製品を扱う工程において、衛生面の向上を目的にロボット導入を検討するケースも増えつつある。昨今の作業者による故意の異物混入なども影響しているが、体温の影響など、人の手に触れることで劣化が進む製品を扱っている企業では特に



多い。

続いて、専用機の代替についてであるが、専用機とはある限定された製品の高速度大量生産を目的に専用設計、製造された機械であり、高速性を追求するがゆえに多品種への対応が一般的に難しいと言える。それ故、品種の切り替えが迫られた際に多額の改造費に悩まされる企業も少なくない。現在、食品産業は短期間での製品の改廃も激しく、少量多品種もしくは大量多品種生産が求められる傾向にあるため、多額の投資をしても、その回収前に使えなくなるといったリスクもある。ロボットも機械である以上、どんな製品でも対応できるというわけではないが、一定の動作範囲や機械能力内であれば、プログラムの変更や製品を把持するハンドの交換等で多品種への対応が可能で、専用機に比べて適用範囲は圧倒的に広いと言える。特に昨今はパラレルリンクロボットの可搬重量も大きくなってきており、数kgあるような業務用製品のハンドリングに使われる事例も増えている。

2.2 ロボット導入における難しさ

次に導入に対しての難しさである。専用機をロボットに代替する場合、既に機械化が実現している工程のため、スペースや機械能力が課題となりがちだが、ロボットによる自動化自体は可能であることが多い。例えば充填されたレトルトパウチを殺菌トレーに整列する工程を例にとると、シャトルコンベアと言われる伸縮式のコンベアでレトルトパウチを殺菌トレーに並べる専用機が一般的だが、これをロボットに置き換える事例がある。その場合、機械能力に大きな差はないが、設置スペースとしては、殺菌トレーの上部空間にロボットが配置されるため、ロボットの方が高さを必要とする。ほとんどの場合、殺菌トレーの上部空間には固定物はないため、代替ができないといった問題になることはないが、よりスペースを必要とする事例の一つではある。なお、この例の場合、ロボットに代替するメリットは、シャトルコンベア前でのレトルトパウチの整列が必要なくなること（パラレルリンクロボットはカメラでレトルトパウチの姿勢を認識し、ロボットが姿勢を補正しながら殺菌トレーに投入することが可能なため）、殺菌トレー内でレトルトパウチ同士を一部重ね、無駄なスペースを削減し、効率的な殺菌工程が実現できることなどがある。

一方、より難易度が高いのが人の作業の代替である。結論から言うと、人の作業をそのままロボットに置き換えることは極めて少ない。ロボットや専用機と違い、人は五感を働かせて同時に複数の作業を行うことができる。例えば目視での検査をしながら製品を段積みしたり、手に持った感覚で異変を感じ、NG品として除外したりといったことである。そのような工程は、人が作業することを前提に設計されているため、工程や作業内容を何も変えずに自動化を行おうとすると、必要以上に時間や費用を要するリスクを伴う場合がある。それ故、ソリューションを提供する企業の立場としては、最初に現状の作業を確認し、人にしかできない作業と容易に自動化できる作業を明確に見分けることが重要になる。そして現状の作業にとらわれることなく、製造ラインの見直しができた企業のみが、真に有益なロボット導入に成功している。

3. FlexPicker™のユーザ事例

3.1 米国の食品包装機械システムインテグレータの場合（写真2）

3.1.1 ロボット活用に関して

米国ペンシルバニア州に拠点を置く食品包装機械のシステムインテグレータ：JLS Automation社は、過去10年を通じ、一次包装ニーズを有するユーザのロボット化支援で定評を得た。1955年に設立された同社は幾つかの大きな変遷を経ながら、最も成長が期待できる市場を選択する必要がある、という点に方針を据えている。同社は自社にてガントリーロボットシステムを製造していたが、一方で産業用ロボットの価格が下がり、新技術も市場に台頭してきたため、この機会を捉えるべく、2000年初頭より FlexPicker™のシステムインテグレータ業務を開始した。



写真2. 食品包装機械システムインテグレータ

以下、同社社長兼 CEO、Craig Souser 氏のコメント

「私たちは、今日の食品産業、その行く末に大きな期待を持っています。私たちの会社が方針転換を決めた当時、食品産業はとても安定していると考えられ、今、その決断は正しかったと断言できます。ただし、製造工程に関して言えば、一般的に食品産業ではそれほど高度なオートメーション化が進んでいないにも関わらず、例えば最新のパッケージング装置は非常に高速で、とても人力でバランスを保つことができない部分があります。ロボットは、このような次世代的な技術の導入において重要な役割を果たします。」

「産業用ロボットは、私たちが創業した1955年当時は存在しませんでした。2000年代初頭にパラレルリンクロボットが市場に登場し、その流れに乗りました。当初、FlexPicker™が適するのは、一次包装の分野のみだと捉えていましたが、現在では二次包装の分野でも多くの案件を手掛けており、その分野でのソリューションも提供しています。技術の変遷や私たち自身の経験の蓄積により、当初想定していなかった分野、用途でのロボットの活用を実現しています。」

「一次包装のハンドリングは非常に難しく、ワーク形状も常に変化します。食品産業界のダイナミックな移り変わりを理解し、お客さまの声に耳を傾け、製品の流れという観点から検討を行うことも重要です。また、優れたロボットも、きちんと稼働しなければ価値を生み出さない。だからこそ、私たちは生産性を高めるべく、ロボットの性能をフルに発揮させていく必要があります。」

3.1.2 衛生に関して

食品包装向けロボットシステムの導入は、非常に複雑な作業を強いられることもしばしばだが、消費者の嗜好は常に変化し続けており、食品製造会社も戦略を迅速に対応させていく必要に迫られ、時には分単位での変更すらも余儀なくされる。また、食品産業でもう一つ特別な点は、生産ライン、包装ラインの衛生管理と、可能な限りの清潔さを保たなければなら



らない点にある。

「時が経つにつれ、私たちは衛生管理に関する設計力も身に付けていかざるを得ませんでした。私たちが手掛けるもののほとんどはステンレス製で、洗浄という環境への耐久性が不可欠です。衛生に関する設計にいくつかの異なるレベルを設けていますが、その全てが基本的に“濡れる”ことを前提としており、実際にそのように利用されています。」(Souser 氏)

3.2 ドイツの冷凍デザート製造会社の場合 (写真3)



写真3. 冷凍デザート製造会社のFlexPicker™

3.2.1 複数ロボットの活用に関して

ドイツ、ノルトライン＝ヴェストファーレン州、メッティンゲンのCoppenrath & Wiese社は、家族経営の冷凍デザート製造会社である。1日あたり26万個のクリームケーキと300万個のロールパンを生産、出荷している。工場内にはフレキシビリティの高い生産ラインを25ライン備え、シュトルーデルやビスケット、クリームロールなどの生産も行っている。

2011年、同社は、焼き菓子とロールパンの詰め合わせを企画し、デザートカップを導入、透明なプラスチックカップのフタを自動的に配置する工程を必要としたが、このフタは特徴のある形状だったため、難易度の高い作業が必要とされた。この課題の解決にFlexPicker™並びに関連ソフトウェアが活用された。



同社設備管理担当 Dietmar Lehmkuhl 氏のコメント

「FlexPicker™を採用した理由はいくつかありますが、まずは非常に簡単に洗浄できること。大変重要なこのポイントをクリアできるロボットがFlexPicker™だけでした。もう1点の決定的なポイントは、複数ロボットの稼働において、1台で複数台を制御できるコントローラの存在でした。」

2012年、同社は、さらに15台のFlexPicker™を複数の生産ラインに配備した。また、2013年半ばに完成した生産ラインに関しては、パッキング向けに4台の平行リンクロボットに加え、2台の6軸ロボットも導入している。このラインでは菓子パンの新製品を含む2種類の製品を製造しており、各パッケージには、クリームのトッピングとフルーティなフィリングを詰めた6種類の小ぶりな焼き菓子が詰められている。IQFと呼ばれる、個別に急速冷凍された製品は、包装用設備に搬送され、24個ずつトレイに積載される。コンベア上では多数個取りハンドを装着した1列4台のFlexPicker™が、1度に6個ずつ掴み、連続的に包装していく。この複雑な複数ロボットによる工程を、よりシンプルなプログラミングで制御するため、ABBの入力/制御ソフトウェア、RobotStudio®、並びに専用拡張ソフトウェアPickMaster™が活用されている。これらのソフトウェアにより、事前にロボットの配置や高さ、サイクルタイムをシミュレーションし、作業に最適なロボットレイアウトや設定を割り出した。

4 市場拡大の可能性：シミュレーションソフト Picking PowerPac™の活用による導入リスクの低減

現在、平行リンクロボットは、世界の様々な市場においてますます幅広い用途で活用されている。例えば液体、ゲル類、ソースなどのディスペンサ、ラベル貼付、パーツ挿入、多様なワークの組み立て（アセンブリ）など、枚挙に暇がない。

一方、その新しいニーズの開拓～導入において、課題がなかったわけではない。平行リンクロボットの導入にあたっての主な障壁は下記の通りである。

- 適正な台数やレイアウトの予測の難しさに起因する不明瞭な投資対効果（導入リスク）
- プログラムの複雑さに起因しオペレータに要求される高度な学習

産業用ロボットは、伝統的に自動車産業を中心に市場を拡大してきた。その過程でユーザはそれぞれ独自のノウハウを習得、蓄積してきた。すなわち、新規のロボット導入に際しても、ユーザ側は蓄積したノウハウを基にある程度のロボットの活用方法や投資対効果の判断を行うことができた。一方、例えば食品製造業界のような新市場では、ユーザ側におけるノウハウは当然ながら蓄積されておらず、ロボット導入に関する投資判断を行うことが難しかった。

前述の事例紹介でも触れた通り、ABBのFlexPicker™の特徴はハードウェアだけに留まらない。上記の導入への障壁を取り除くひとつの手段が、シミュレーション及びプログラミングソフトを兼ね備えたRobotStudio®であり、その拡張ソフトとしてピッキングに特化したPicking PowerPac™である。これらのソフトウェアの導入によって、より正確な事前検証とスムーズなオペレーションが可能となった。（写真4）

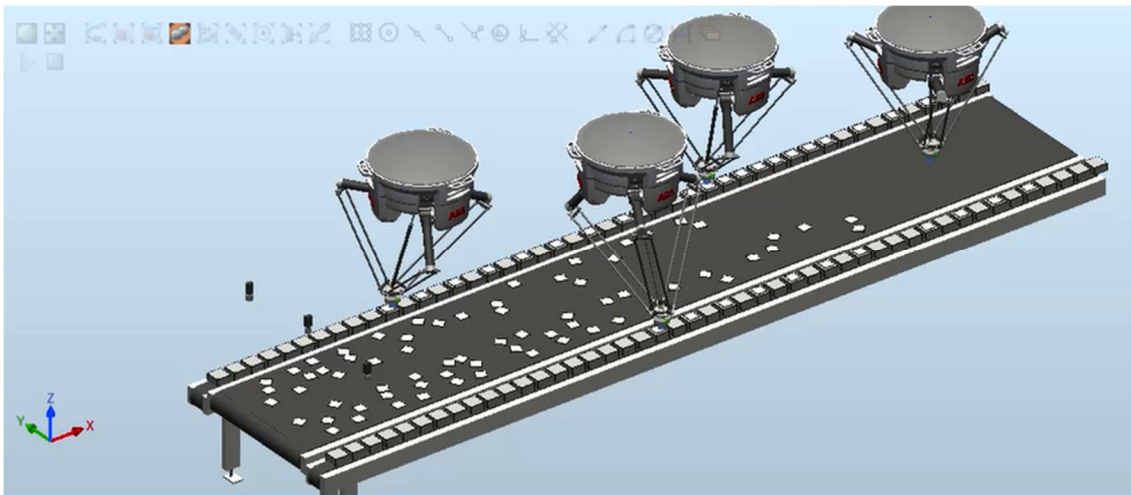


写真 4. Picking PowerPac™

Picking PowerPac™の活用法として典型的な例を挙げれば、要求される単位時間当たりのワーク処理数に対し、そこに必要なロボットの台数は、例えば3台なのか、4台なのか、レイアウトやワークの投入方法はこういった形が最適なのか、といったことが、直観的に扱える操作画面を通して、適正な統計データとともに、時間軸を持つ3次元のコンピュータグラフィックムービーとして検証できる。

- 複数台のロボット、コンベアによるシミュレーション
- 製品間のピッチやバラツキなどの搬送条件
- ロボット側ではハンドの重量、重心位置なども設定可能
- シミュレーション結果はプログラムとして実機に移設可能など

繰り返しになるが、ユーザよりお預かりしたデータや現場確認を通じ、実際に導入を検討する生産現場に可能な限り近づけた条件でのシミュレーション（ロボット台数、周辺機器の条件検証）での精度の高い投資対効果検証によってリスクを低減し、ユーザに無駄のない設備投資を行っていただくことは、ロボットの需要拡大において最も重要なポイントとなると考えている。なお、シミュレーション結果であるムービーは、ユーザ側での社内説明用資料としても有効のようだ。

5. 日本国内での取り組み：ワークショップ開設によるユーザとの協働（コラボレーション）

ロボットの導入において、シミュレーションツールによる事前検証は、ロボットメーカーとしての提案力を高め、投資判断の障壁を取り除き、ロボットの需要を拡大していく上でのキーワードと考えている。加えて、ABB ジャパンとして日本国内のユーザの要望により迅速に、的確に答えていくため、昨年より ABB ロボットアプリケーションセンターの運用を開始した。この施設には現在、複数の IRB 360 FlexPicker™を運用、食品製造業界における Picking、Packing、Palletizing の PPP 工程をターゲットとし、各種試験や、ハンドの開発検証を含む独自性の高いソリューションの開発などに取り組んでいる。

ABB 全体としては現在、世界 5 か国に同様なアプリケーションセンターを有しており、ロボットを常設し、各市場のニーズに合わせたロボットシステム（パッケージセル）の開発を行っている。この施設によって、ユーザやシステムインテグレータにデモ運転をご覧いただくだけでなく、実際の対象物（商品）を用いた実機テストを行い、協働（コラボレーション）で最適なソリューションを見出す取り組みをしている。特に日本国内のユーザに向けては、食



品製造工程におけるロボット活用が先行する海外市場でのノウハウを、当施設を通して提供している。例えばハンド開発に関して、幅広い対象物を扱ってきたグローバル ABB としての知見は、多くのユーザにご好評を頂戴している。

6. おわりに

先日発売となった Integrated Vision は、プラグアンドプレイ、自動設定も可能なビジョン・システムであり、ロボットを敬遠する理由のひとつであった食品製造現場における PC レスのニーズにもお応えできるようになった。(写真 5)

このように、パラレルリンクロボット:FlexPicker™をより有効に、安心してご活用いただくためのツールを、ABB は継続的に開発中である。ハードウェアの性能を追求するだけでなく、導入検討からアフターサービスに至る、ユーザの製品運用サイクル全体を総合的に捉えた、本質的で革新的な製品開発力とサービス提供が、実のところ ABB の強みである。引き続きその強みを活かして、国内におけるロボットの活用を積極的に促進していくことが、我々 ABB ジャパンとしてのミッションであると考えている。



写真 5. Integrated Vision