

## 自動化の重要性・事例紹介

講師：Robots Town（株）代表取締役 / 白坂 紳滋

### 【目次】

#### 第1章 国内食品工場の社会情勢と自動化の必要性

##### 1.1 国内食品工場が抱える課題

- (1) 人口減少と人手不足
- (2) 人手不足を解決するための取り組み

##### 1.2 自動化に取り組む経済的な理由

#### 第2章 食品工場自動化の実例紹介（工程別）

##### 2.1 前工程の自動化：自動開梱システム

##### 2.2 製造工程の自動化

- (1) 成形装置
- (2) 自動皮むき機
- (3) 充填機（納豆の事例）

##### 2.3 搬送の自動化：補助ロボットと自立走行搬送ロボット（AGV/AMR）

- (1) 補助ロボットの種類と特徴
- (2) 自立走行搬送ロボット（AGV/AMR）

##### 2.4 検査・選別の自動化

- (1) 噛み込み検査装置
- (2) 異物選別装置

まとめ：（新設）自動化成功のための3か条

# 第1章 国内食品工場の社会情勢と自動化の必要性

## 1.1 国内食品工場が抱える課題

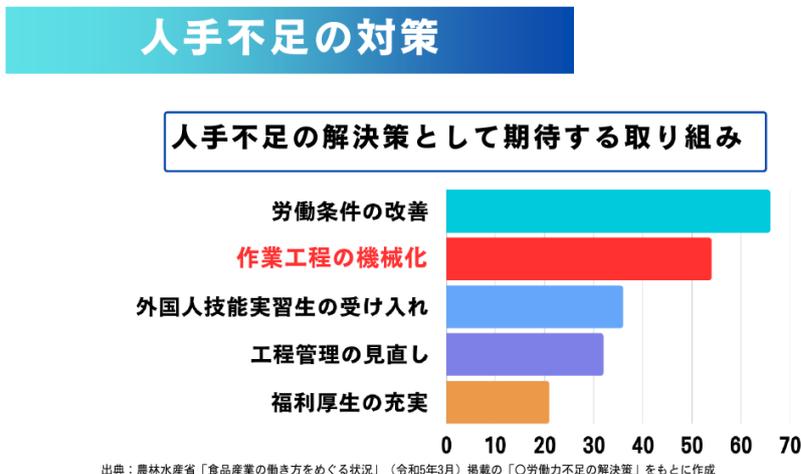
### (1) 人口減少と人手不足

日本の人口は、2025年時点の約1億2000万人から、2070年には約9000万人まで減少すると予測されています。現在、多くの食品工場で人手が足りておらず、人手不足によりラインが稼働できない、あるいは需要に対して供給が追いついていないという実情があります。特に食品製造業は、他の製造業と比較しても、人手不足に陥っているケースがすでに2倍以上存在します。



### (2) 人手不足を解決するための取り組み

農林水産省などが発表しているデータに基づき、人手不足を解決するための取り組みとして、労働条件の改善や外国人労働者の受け入れなどがありますが、本講義ではその改善策の一つとして、作業工程の機械化、すなわち自動化に焦点を当てて解説します。



## 1.2 自動化に取り組む経済的な理由

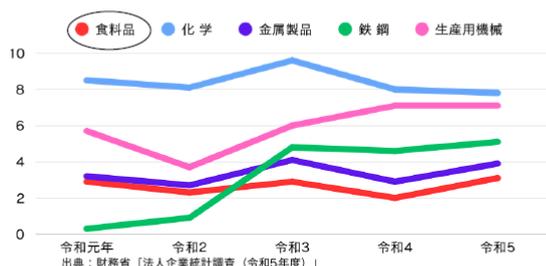
工場部門は、営業部門のように直接利益を上げることはできませんが、経費の削減や省人化を進めることによって、会社に残る最終的な利益を担保し、会社に貢献することができます。

食品業界の平均利益率は比較的安定しているものの、約3%となっています。これは、1億円の売り上げがあっても、会社に残る利益が300万円であることを意味します。工場側が300万円の経費を削減することは、1億円の売り上げを上げたこととほぼ同義となり、この経費削減が工場における重要な貢献ポイントとなります。

### 投資回収の具体的視点

- 「人件費」を「固定費」から「変動費」へ変える発想：人手不足による募集費の高騰や、派遣スタッフの時給上昇は、利益を圧迫する不確定要素です。自動化はこれらを「減価償却費」という計算可能な固定コストに置き換え、長期的な経営の見通しを立てやすくします。
- 「機会損失」の防止：単なるコスト削減だけでなく、「人がいなくてラインが止まる」「受注を断る」といった機会損失をゼロにすることが、自動化の真の付加価値です。

## 自動化に取り組む理由



食品製造業の利益率は約3%  
1億円の売上で  
残る利益は300万円

1億円の売上

300万の経費削減



まずは経費削減  
初めてみませんか？

### 設備投資における視点の違い

機械メーカーはしばしば3000万円や6000万円といった高額な見積もりを出しますが、これは売り上げに換算すると、3000万円の利益を出すには10億円の売り上げが必要であるという考え方に基づいています。そのため、エンドユーザー側は、イニシャル（設備導入）コストを少しでも下げながら、その自動化効果を最大化していくという視点を持つことが重要です。

## 第2章 食品工場自動化の実例紹介（工程別）

### 2.1 前工程の自動化：自動開梱システム

自動開梱装置とは、食品工場における原材料の荷受け・出荷工程で、段ボールの開梱から内容物取り出し、空箱処理まで自動で行う装置です。

工程	概要
デパレタイズ	パレットからダンボールを取る作業。最初にこの作業が行われる。
パレタイズ	ダンボールをパレットに積む作業（デパレタイズの逆）。
開梱・カット	3Dビジョン（カメラ）でダンボールの形状、サイズ、カット位置を判別。軸のカットロボットを使用し、ラップラウンドやホットメルト（糊）で止められたケースなど、ダンボールの種類に応じて切り方をプログラムで変更する。
中身の取り出し	センターカット装置でテープを切り、ダンボールを反転させて中身を取り出す。
後処理	取り出した製品を反転させて流し、最後にダンボールを圧縮するところまで自動化が可能。

#### 選定ポイント：

封筒方法に適した開梱方式か、タクトタイムが前後工程と合っているか、異物混入対策がされているか、様々な段ボールサイズに対応しているか、刃のランニングコスト等が重要視されます。

※タクトタイム：製品1個（または1箱）を仕上げるのにかかる時間。「ラインの処理能力」を測る指標。これが速いほど生産性が高い。

#### 参考価格：

約3,500万～6,000万円

## 自動開梱システム

自動開梱装置とは、食品工場における原材料荷受け・出荷工程で段ボールの開梱から内容物取出し、空箱処理まで自動で行う装置



#### 【参考価格】

約3,500～6,000万円  
別途搬送費・設置費用が必要

#### 【選定ポイント】

- ・封筒方法に適した開梱方式か
- ・タクトタイムが前後工程と合っているか
- ・異物混入対策がされているか
- ・様々な段ボールサイズに対応しているか
- ・刃のランニングコスト

## 2.2 製造工程の自動化

### (1) 成形装置

成形装置とは、原料生地を流し込み、型を用いて一定の形状に加工する様々な食品の成形に用いられる装置です。お肉などを入れて形を作っていく装置で、日本キャリア製やレオン自動機（包餡機）、エクストルーダー（押し出し機）などがあり、比較的自動化が進んでいる分野です。

選定ポイント：

成形する食品の物性、成形したい形状と処理能力、サニタリー性（洗浄性・衛生性）がポイントとなります。

参考価格：

約 400 万円～1,500 万円

## 成型装置

**成型装置とは、原料生地を流し込み、型を用いて一定の形状に加工する様々な食品の成型に用いられる装置**



### 【参考価格】

約400万円～1,500万円  
別途搬送費・設置費用が必要

### 【選定ポイント】

- ・成型する食品の物性
- ・成型したい形状と処理能力
- ・サニタリー性
- ・洗浄性・衛生性

### (2) 自動皮むき機

自動皮剥き機とは、主に根菜類（イモ類、ニンジン、大根等）や果物、魚類などの皮を自動で取り除く装置です。人が機械にセットするの必要はありますが、皮むき自体は自動で行えます。専用機以外に、最近ではロボットとカメラを組み合わせ、ロボットが実際に皮を剥いていくパッケージシステムも登場しています。専用機であれば比較的安価に導入できます。

選定ポイント：

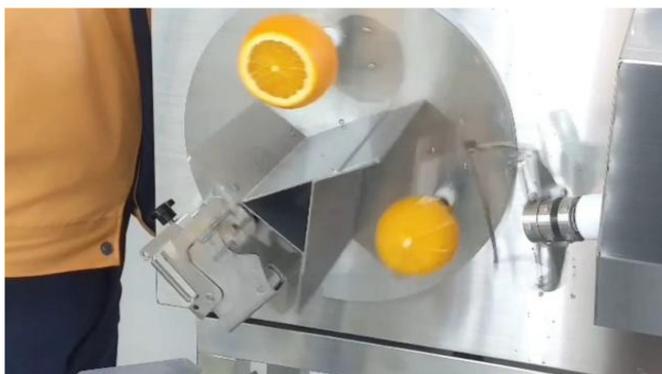
処理能力、加工したい原料や食材に対応可能か、加工サイズ、サニタリー性（洗浄性）がポイントとなります。

参考価格：

約 50 万円～1,000 万円。

## 自動皮剥き装置

自動剥き機とは、主に根菜（イモ類、ニンジン、大根等）や果物、魚類などの皮を自動で取り除く装置



### 【参考価格】

約50万円～1,000万円  
別途搬送費・設置費用が必要

### 【選定ポイント】

- ・加工したい原料、食材に対応可能か
- ・処理能力
- ・加工対応サイズ
- ・サニタリー性

### (3) 充填機（納豆の事例）

充填機とは、容器に対して内容物を詰める、充填する装置であり、内容物は液体や粉末、固形食品そのものなど多岐にわたります。納豆充填機の実例では、1分間に約300ショットの製造能力を持ちます。

固形物の計量方法には主に二種類あります。一つは、穴に納豆を入れすり切って落とすマス計量で、スピードが非常に速く出せますが、潰れのリスクや重量のバラつき調整が難しいというデメリットがあります。もう一つは、カップに計量器（ロードセル）がついており、計量しながら落とすロードセル計量です。マス計量の場合でも、後工程のウエイトチェッカーからの重量フィードバック信号を受け、重さを微調整しています。

#### 選定ポイント：

内容物の物性に適しているか、必要な充填量と精度に対応しているか、充填容器の形状に合っているか、洗浄時間は考慮されているかが重要です。

#### 参考価格：

約150万～3,000万円以上(本体価格)。

## 充填機

充填機とは、容器に対して内容物を詰める、充填する装置  
内容物は液体や粉末、固形食品そのものなど多岐にわたる



### 【参考価格】

<本体価格目安>  
約150万～3,000万円以上  
別途搬送費・設置費用が必要

### 【選定ポイント】

- ・内容物の物性に適しているか
- ・必要な充填量と精度に対応しているか
- ・充填容器の形状に合っているか
- ・洗浄時間は考慮されているか

## 2.3 搬送の自動化：補助ロボットと自立走行搬送ロボット (AGV/AMR)

### (1) 補助ロボットの種類と特徴

食品工場で活用される主要なロボットには、多関節、スカラ、パラレルリンク、協働ロボットの四種類があります。

#### <多関節ロボット>

複数の関節があるロボットで、関節の軸が多く（6軸、7軸など）、人の関節に似ており、構造自由度が高いです。重たいもの（ダンボールなど）を扱うパレタイズ作業に主に用いられます。

#### 選定ポイント：

導入前リスクアセスメントを実施しているか、多軸が必要な案件か否か。

#### 参考価格：

約200万円～1,000万円。

※リスクアセスメント：単なる安全確認ではなく、「機械が人にぶつかった場合や、巻き込まれた際のリスクを事前に予測し、許容できるレベルまで対策を講じること」。法的に実施が義務付けられている。

#### <スカラロボット>

水平多関節ロボットとも呼ばれ、軸が少なく（約4軸）水平動作に特化し、サイクルタイムが非常に早く、省スペースで稼働可能です。軽いものを早く運ぶ作業に用いられます。

#### 選定ポイント：

導入前リスクアセスメントを実施しているか、スピード、負荷率などを事前シミュレーションしているか。

#### 参考価格：

約 100 万円～500 万円。

## 多関節ロボット

多関節ロボットとは、複数の関節があるロボット



### 【選定ポイント】

- ・導入前リスクアセスメントを実施しているか
- ・多軸が必要な案件か

### 【参考価格】

約200万円～1,000万円

別途搬送費・設置費用・Sier費用が必要

## スカラロボット

スカラロボットとは、水平多関節ロボットとも呼ばれる複数の回転軸とアーム、先端部にZ軸を持つロボット



### 【選定ポイント】

- ・導入前リスクアセスメントを実施しているか
- ・スピード、負荷率などを事前シミュレーションしているか

### 【参考価格】

約100万円～500万円

別途搬送費・設置費用・Sier費用が必要

### <パラレルリンクロボット>

複数のコンピューター制御シリアルチェーンを使用してアーム先端部一点の動きをサポートする産業用ロボットです。タクトタイムが非常に速いことが特徴で、お菓子の化粧箱詰めなど、高速ピッキング作業に用いられます。

### 選定ポイント：

重量、速度、カメラとの連動、耐久性、導入前リスクアセスメント。

### 参考価格：

約 1,000 万円～1,500 万円。

### <協働ロボット（コボット）>

安全柵無しに人と同じ空間でともに作業を行うことができる産業用ロボットです。人と共存するために安全設計が組み込まれていますが、他のロボットと比較して遅く、最大速度は 1000mm/秒程度です。人が横で作業する際は 250mm/秒に減速する必要があります。

### 選定ポイント：

可搬重量、導入前リスクアセスメント、稼働範囲、操作性。

### 参考価格：

約 20 万円～1,000 万円。

## パラレルリンクロボット

パラレルロボットとは、複数のコンピューター制御シリアルチェーンを使用してアーム先端部一点の動きをサポートする産業用ロボット



### 【選定ポイント】

- ・重量
- ・速度
- ・カメラとの連動
- ・耐久性
- ・導入前リスクアセスメント

### 【参考価格】

約1000万円～1500万円  
別途搬送費・設置費用・Sier費用が必要。

## 協働ロボット

協働ロボットとは、安全柵無しに人と同じ空間でともに作業を行うことができる産業用ロボット



### 【選定ポイント】

- ・可搬重量
- ・導入前リスクアセスメント
- ・稼働範囲
- ・操作性

### 【参考価格】

約20万円～1,000万円  
別途搬送費・設置費用・Sier費用が必要

ロボットの種別比較表

分類	多関節ロボット	スカラロボット	パラレルリンクロボット	協働ロボット（コボット）
構造・自由度	人の腕型 / 6軸以上	水平2～4軸	複数リンク / 3～6軸	安全設計の多関節型 / 6軸以上
動作範囲・柔軟性	広く柔軟（3次元）	水平面中心 / 中程度の柔軟性	垂直方向に強み / 可動域は狭め	柔軟な動き / 人との作業にも対応
速度・精度	中速～高速 / 高精度	高速 / 高精度	非常に高速 / 超高精度	低～中速 / モデルにより差あり
可搬重量	～100kg以上対応可能	～20kg程度	～5kg程度（軽量物向け）	～10kg程度（軽作業向け）
主な用途	箱詰・整列・搬送	部品組立・供給・検査	ピッキング・高速仕分け	盛付・検品補助・人との共同作業
設置・安全性	広い設置面積 / 安全柵必須	小スペース対応 / 安全柵推奨	天吊りも可能 / 安全柵必要	コンパクト / 安全柵不要
導入コスト	高い	中程度	高め（構造が複雑）	中程度～やや高め
食品工場での例	箱詰め工程・パレタイズ	容器供給・調味料計量	菓子や小包装の高速ピック	弁当盛付・人手補助・ライン補充

### (2) 自立走行搬送ロボット（AGV/AMR）

飲食店を含め、普及が進んでいます。従来、床にテープを貼って経路を設定していましたが、現在は工場の図面を読み込ませて経路を決め、人がいれば自動で避けながら配送できるようになっています。マッピング調整も半日あれば可能になり、設定のしやすさが向上しています。

食品工場向けの対応としては、従来のAGV/AMRは、床が水で濡れた状態や傾斜に弱いという課題がありました。最近はこちらに対応できるものが登場しています。また、冷凍環境から常温環境への搬送時に発生する結露に対応するため、-30°まで対応した搬送AGVも開発されています。

## 自立走行搬送

人と協働して工場内を自動で走行し、指示に従って目的地まで移動する搬送ロボット



### 【参考価格】

<本体価格>

約100万～3,000万円

別途搬送費・設置調整費

Sier費用が必要

### 【選定ポイント】

- ・人と共存するための安全機能
- ・業務適性と生産性への影響
- ・使いやすさと保守性

## 2.4 検査・選別の自動化

### (1) 噛み込み検査装置

噛み込み検査装置とは、充填包装後のシール部分に内容物が挟まっている状態を発見する装置です。製品の袋の横ピロ、縦ピロ、真空包装などのシール状態をチェックし、中身が空気に触れて湿気る、あるいは虫が侵入するなどの問題を防ぎます。

省スペースでの導入が可能で、ベルトとベルトの隙間に約 30mm の隙間さえあれば設置できます。また、X線で深層の部分まで検出できるタイプと、カメラ (AI) で人の目に見える範囲を検出するタイプがあります。最近では X 線の漏洩が少ない X 線装置が普及しています。

### 選定ポイント:

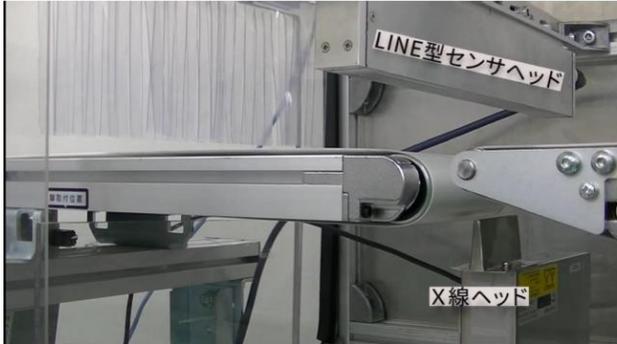
検出精度と応答速度、誤検出の少なさ、既存設備との信号のやり取り、そして労働基準監督署に工事開始の 30 日前までに届け出ることが必要です。

### 参考価格:

約 300 万円～1,000 万円。

## 噛み込み検査装置

噛み込み検査装置とは充填包装後のシール部分に内容物が挟まっている状態を発見する装置



### 【参考価格】

約300万円～1,000万円  
別途搬送費・設置費用が必要

### 【選定ポイント】

- ・対象機械との適合性
- ・検出精度と応答速度
- ・誤検出の少なさ、ランニングコスト
- ・既存設備との信号のやり取り
- ・労働基準監督署に工事開始の30日前までに届け出する事

### (2) 異物選別装置

異物選別機とは、製品に混入した異物を検出・除去する装置であり、金属・X線・色彩・比重・磁力など多様な方法で異常品を選別する装置です。乾燥したアーモンド、野菜、梅、小魚などの異物を選別します。

AIが学習しながら閾値調整を自動で行えるようになっていきます。風力選別機や比重選別機は比較的安価に導入できますが、色彩選別機やAI画像選別機を導入するとコストは上がります。

### 選定ポイント:

異物の特性整理、選別テストの実施、選別排除方法、設置スペース、そしてランニングコストが重要です。エアーで排除した場合、良品まで排除してしまう（歩留まり率）リスクがあるため、テストでの検証が重要です。

### 参考価格:

約300万円～1,000万円(風力選別機/比重選別機/色彩選別機の本体参考価格)。

## 異物選別装置

異物選別機とは、製品に混入した異物を検出・除去する装置であり、金属・X線・色彩・比重・磁力など多様な方法で異常品を選別する装置



### 【参考価格】

風力選別機/比重選別機/色彩選別機  
本体参考価格約300万円～1000万円  
別途搬送費・設置費用が必要

### 【選定ポイント】

- ・現状把握
- ・異物の特性整理
- ・選別テストの実施
- ・異常品排除方法
- ・設置スペース
- ・ランニングコスト

### まとめ：(新設) 自動化成功のための3か条

1. 「100%の自動化」を目指さない：80%を機械に任せ、難しい20%を人がフォローする設計が、最もコストパフォーマンスと柔軟性に優れます。
2. 前後の工程との連動：1つの工程だけを高速化しても、前後の渋滞が起これば意味がありません。工場全体の「流れ」を最適化する視点が不可欠です。
3. 現場スタッフの巻き込み：「ロボットに仕事を取られる」という不安を払拭し、「重労働から解放される」というメリットを共有することが、スムーズな導入の鍵となります。