

# アプリケーションパッケージ “iQ Monozukuri PACKAGING”

西原 昇\*  
鈴木理恵\*

Application Package "iQ Monozukuri PACKAGING"

Noboru Nishihara, Rie Suzuki

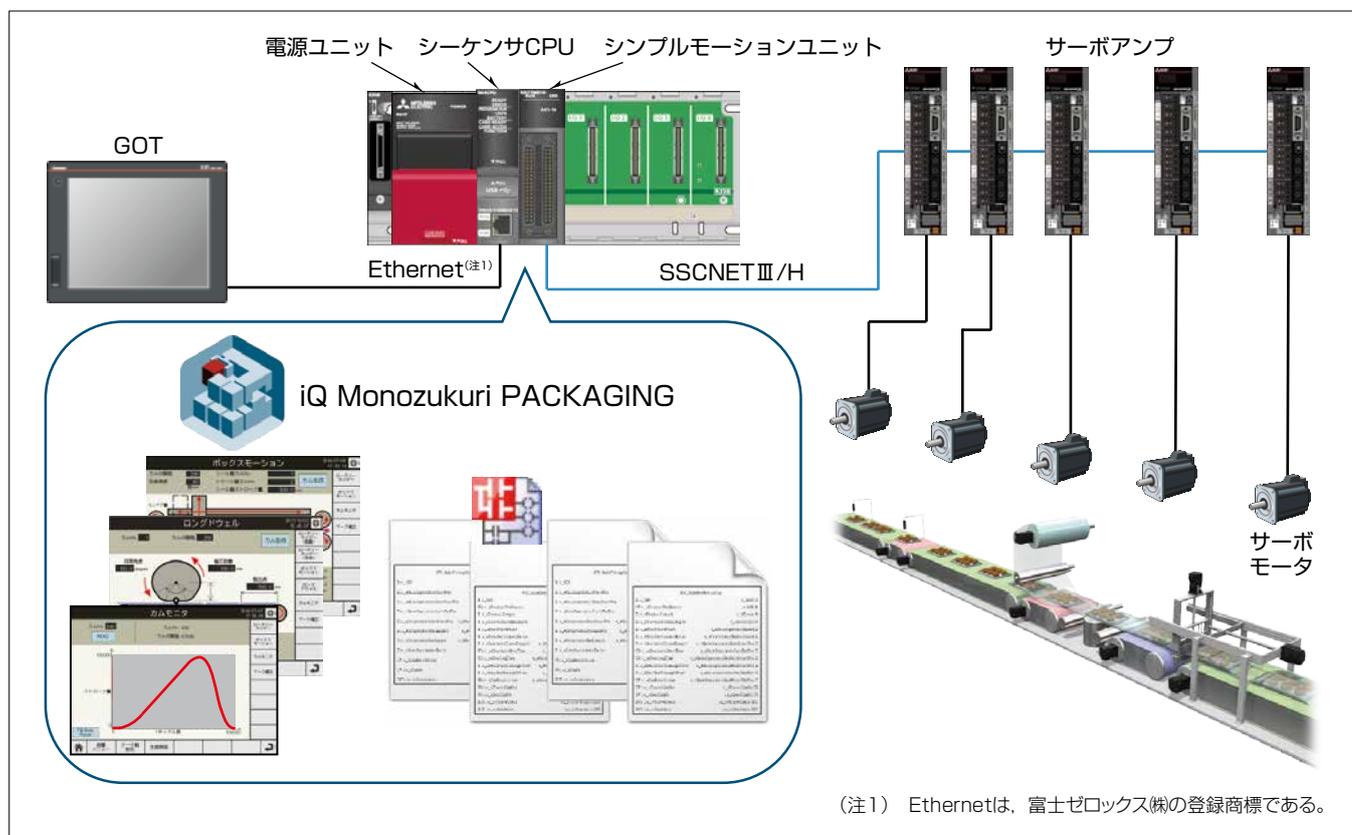
## 要 旨

中国、東南アジアなどの新興国の急速な経済成長によって、包装機の高性能、高機能化が進んでいる。これまでの装置は低コストの間欠動作を行う包装機が中心であったが、高速化に対応するため包装機を構成する各機構が同期して動作する同期制御システムへ移行しつつある。それに伴って制御が複雑化してプログラミング負荷が増加しており、機器製品単品だけでなくエンジニアリングを含めたアプリケーション製品が求められている。

これらの課題を解決するため、三菱電機は様々なシーリングヘッドを持つ包装機を駆動し、プログラミング負荷削減による装置立ち上げ時間の短縮を可能にしたアプリケーションパッケージ“iQ Monozukuri PACKAGING”を開発した。“iQ Monozukuri”は当社のFA-IT統合ソリュー

ション“e-F@ctory”の実現に向けた一歩として、当社が培ってきたノウハウを集めて最適化した製品であり、生産現場へのソリューションを提供する。その中でiQ Monozukuri PACKAGINGは包装機に特化したアプリケーションである。

このアプリケーションパッケージは包装機に必要な技術要素(同期制御、カム制御、マーク補正機能など)を提供する製品として、包装機向けのプログラムをファンクションブロック(FB)で部品化し、シーケンスプログラムで簡単に使用できるようにした。あわせて、包装機を構築するためのプログラム例、GOT(Graphic Operation Terminal)の画面例も用意し当社製品を使用した包装機アプリケーションを容易に構築できる環境を提供する。



## iQ Monozukuri PACKAGINGを使用したシステム構成例

iQ Monozukuri PACKAGINGは横ピロー包装機システムを構築するためのFBライブラリ、プログラム例、GOT画面例を提供し、立ち上げ時間の短縮を可能にしている。また、シンプルモーションユニット1台で横ピロー包装機だけでなく前工程から搬送されるワークを整理する整列コンベヤを駆動することができるため、システムコストの低減が図れる。

### 1. ま え が き

包装業界で、新興国でのこれまでの装置は、エアシリンダを使用したON/OFF信号による間欠動作を行う低速かつ低コストな包装機が中心であったが、経済成長とともに食品・薬品の包装需要が増加し、包装機の生産速度が年々向上している。

それに伴って生産速度向上だけでなく様々な包装物に対応できる機能も求められており、プログラムの複雑化が進んで装置メーカーのプログラミング負荷が増加する課題がでてきている。また、生産技術や保全部門の人材不足や技能不足の課題もあり、ハードウェア、ソフトウェア、エンジニアリングまでを盛り込んだアプリケーション製品が求められている。これらの課題を解決するため、当社は様々なシーリングヘッドを持つ包装機を駆動し、プログラミング負荷削減による装置立ち上げ時間の短縮を可能にしたiQ Monozukuri PACKAGINGを開発した。

本稿では、このアプリケーションパッケージのソフトウェア構成及び特長と主な機能を実現した技術について述べる。

### 2. iQ Monozukuri PACKAGINGの特長

包装機には、横ピロー包装、縦ピロー包装、製袋包装など様々な種類の包装機が存在し、固体、液体、顆粒(かりゅう)など包装物によって使い分けられる。その中で横ピロー包装機は固体を包装する装置として最も多く使用されている。iQ Monozukuri PACKAGINGは横ピロー包装機に適用可能なアプリケーションである。

iQ Monozukuri PACKAGINGは、各軸の同期制御などの包装機に必要な標準的な機能をライブラリ化(FB)したものと、ライブラリの使用例(プログラム、GOT画面)を提供する。

システムに応じて必要なライブラリを組み合わせたプログラミング、及び画面例の流用などによってそれぞれの包装機に適したアプリケーションプログラムを容易に作成可能である。アプリケーションパッケージが提供する主な機能は次のとおりである。これらの機能を実現した技術について3章以降で述べる。

- (1) カムパターン自動生成
- (2) マーク補正機能
- (3) アプリケーションプログラム例
- (4) 整列コンベヤ

### 3. カムパターン自動生成

シール&カットを行う機構(以下“シーリング機構”という。)は包装材(以下“フィルム”という。)の送り量に対して一定のサイクルで駆動するため、カム動作を行うのが一般的である。カム1サイクル内にシール&カットを行う場合、

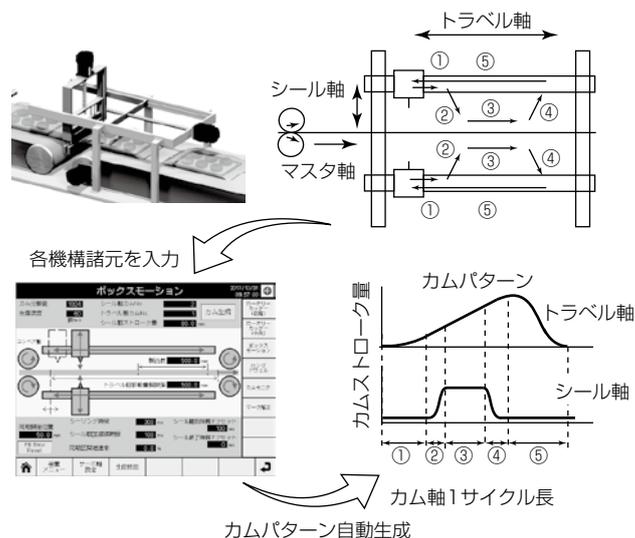


図1. ボックスモーションのカムパターン自動生成例

高品質なシールのでき映えを得るためにはシーリング機構の速度とフィルム速度を一致させる必要がある。このような動作を実現し、かつ各機構に合わせた駆動パターンを計算する必要がある。

このアプリケーションパッケージはロータリーカッターやボックスモーションなど代表的な四つのシーリング機構のカムパターンを自動生成するFBを備えており、フィルム速度や被包装物(以下“ワーク”という。)の長さなど機構諸元を入力するだけで各機構に適したカムパターンを容易に得ることが可能である。

図1はボックスモーションのカムパターン自動生成例である。ボックスモーションはトラベル軸、シール軸の2軸で構成され、ワーク高さがある場合やシール時間を確保したい場合に使用されるシーリング機構である。図中の区間③はシール区間であり、トラベル軸速度とフィルム速度が一致し、シール軸は停止する動作となる。GOT画面からシール時間や製品長等の機構諸元を入力することによって二つのカムパターンを同時に生成可能である。

また、カムパターンによってはシーリング機構の速度変化時に発生するジャーク(注2)によって装置にダメージを与え、シール品質を損なう可能性がある。このFBはジャークを抑えるために緩やかな加減速となるように滑らかなカム曲線を生成する。

(注2) 加速度の単位時間あたりの変化量

### 4. マーク補正機能

包装製品の中には、その製品の特長や名称を示すため絵柄のあるフィルムを使用することがよくある。この絵柄に対して所定の位置でシール&カットするためにフィルム上に設けられたレジストレーションマークを使用してフィルムとシーリング機構の位相を合わせる。しかしながらフィルムの伸縮や滑りによってフィルム送りを行うサーボ軸の

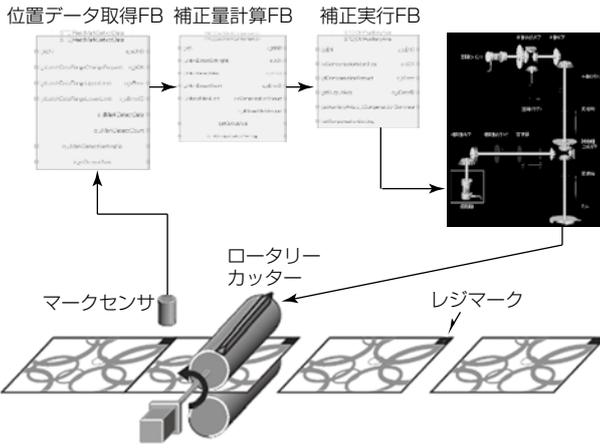


図2. マーク補正

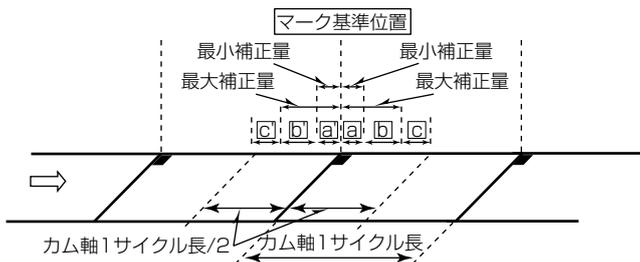


図3. 最大補正量と最小補正量

送り量と実際に送られるフィルム送り量が異なり、正しくシール&カットすることができない。そのずれ量を補正する機能がマーク補正機能である。

このアプリケーションパッケージは、シンプルモーションユニットが持つマーク検出機能とアドバンス同期制御機能を使用してマーク補正機能を実現する。容易にプログラムが組めるように位置データ取得、補正量計算、補正実行の三つの機能に分けてそれぞれFBにまとめた。図2のようにFBを組み合わせることで容易にマーク補正機能を構築することができる。また、それだけでなくFB間にユーザー独自のプログラムを組むことで補正タイミングを調整するなど装置に合わせたフレキシブルなプログラミングが可能である。

また図3のように、このFBは最大補正量と最小補正量を指定できる。最大補正量を指定することでレジストレーションマーク以外の絵柄やごみによる誤検出を防止し、最小補正量を指定することで微小な補正による装置の振動を防止できる。

### 5. アプリケーションプログラム例

アプリケーションプログラム例は、FBライブラリの使用例及び装置を動かす上で必要なJOG運転・原点復帰などを含んだシーケンスプログラムと、そのプログラムを実行・モニタするためのGOT画面からなる。

シーケンスプログラムはボックスモーション<sup>(注3)</sup>・ロングドウェル(Dカム)・整列コンベヤの3種類を用意してお

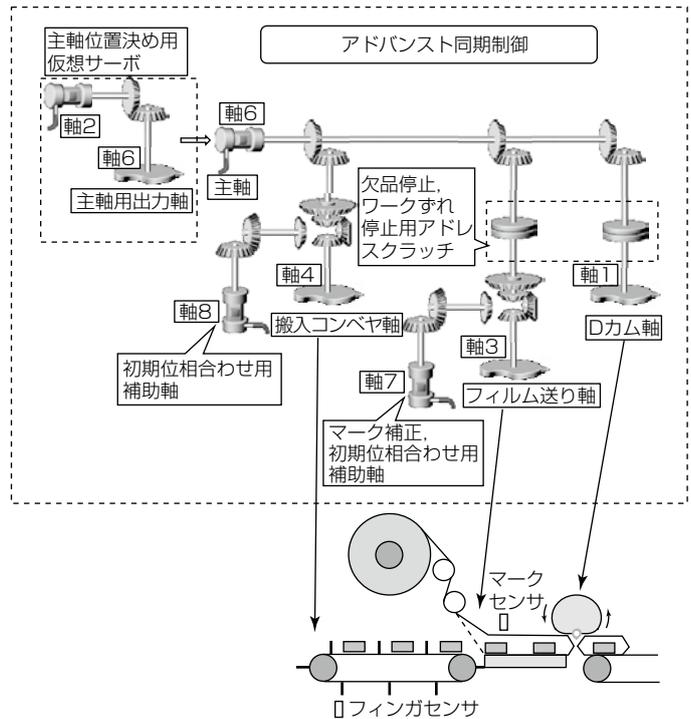


図4. Dカムの同期制御システムのイメージ

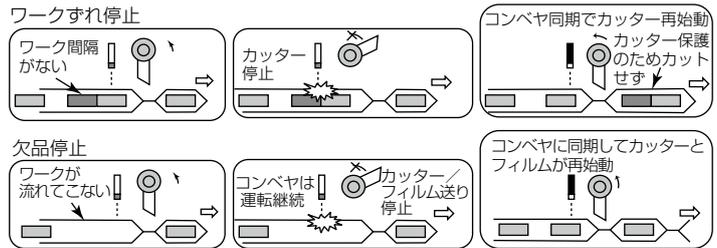


図5. ワークずれ停止と欠品停止

り、図4はDカムの同期制御システムのイメージを示す。プログラムには図5に示す包装機の必須機能であるワークずれ停止と欠品停止を含んでいる。

ワークずれ停止機能は搬入されたワークの間隔が狭く包装できない場合に包装を停止する機能で、ワークずれを検出するとDカム軸のクラッチをOFFにして停止させ、二つのワークを一つとして包装する。これによってワークの噛み込みを防止してシーリング機構を保護する。

欠品停止機能はワークが搬入されない場合に包装を停止する機能で、欠品を検出するとDカム軸とフィルム送り軸の両方のクラッチをOFFにして停止させ、空包装ができないように制御する。これによってフィルムの無駄な消費を抑える。

(注3) ボックスモーション用サンプルプログラムは三菱シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”に同梱(どうこん)。“MELSEC iQ-Fシリーズ”にはロータリーカッター用サンプルプログラムを同梱。

### 6. 整列コンベヤ

#### 6.1 整列コンベヤの概要

ここまで包装機単体に適用可能なアプリケーションにつ

いて述べた。この章では包装機にワークを搬入する工程を自動化する機能を備えた整列コンベヤシステムについて述べる。

横ピロー包装機に搬入されるワークは、一定の間隔に整列されている必要があるが、前工程で製造されたワークは不規則に排出されて作業者の手によって搬送される場合が多い。そこで、この搬送工程を自動化するためにワークを等間隔に整列させる整列コンベヤ機能を開発した。整列コンベヤの概略図を図6に示す。整列コンベヤは間隔調整用コンベヤ(アライメントコンベヤ)と供給用コンベヤ(タイミングコンベヤ)の2種類のコンベヤで構成され、手前に配置されたワーク投入用コンベヤ上に不規則に投入されたワークを、包装機に付随する搬入用コンベヤのフィンガ間に収まるように搬入する。アライメントコンベヤはワーク間隔を調整するためのコンベヤで、タイミングコンベヤは搬入用コンベヤとワークの位相を合わせるためのコンベヤである。

### 6.2 整列コンベヤの特長

アライメントコンベヤが一度に補正できるワーク間隔は、主に生産速度とワークサイズに依存するため、必要に応じて複数台のアライメントコンベヤを使用して間隔調整を行う場合がある。このアプリケーションでは、アライメントコンベヤとタイミングコンベヤの制御を分け、それぞれFBを用意した。これによって装置に合わせてFBを組み合わせることで複数台のアライメントコンベヤシステムにも対応する。

整列コンベヤは2台以上のコンベヤを使用するため、後段のコンベヤがワーク間隔や位相を調整するとき、前段で調整したワーク間隔に影響を与えてはならない。そこで、このアプリケーションでは図6のように各コンベヤを駆動するサーボ軸をアドバンス同期制御機能のプログラム上で、カスケード状に接続することで各コンベヤが独立して調整可能なシステムにした。

### 6.3 アライメントコンベヤ

アライメントコンベヤは、センサでワークの位置を検出してワーク間隔及び補正量の算出・補正を行う。図7のようにセンサはワーク②を検出し、ワーク①とワーク②の間隔とワーク間隔(1サイクル長)の差分を補正量として算出する(この例ではワーク間隔(150mm) - 1サイクル長(100mm) = 補正量(50mm))。

補正開始タイミングは、ワーク①が次のコンベヤ(この例ではタイミングコンベヤ)に移動完了した時点である。算出した補正量(50mm)をバッファしておき、補正開始タイミングでアライメントコンベヤを加減速させて間隔を調整する。

### 6.4 タイミングコンベヤ

タイミングコンベヤは、間隔調整されたワークを次の搬

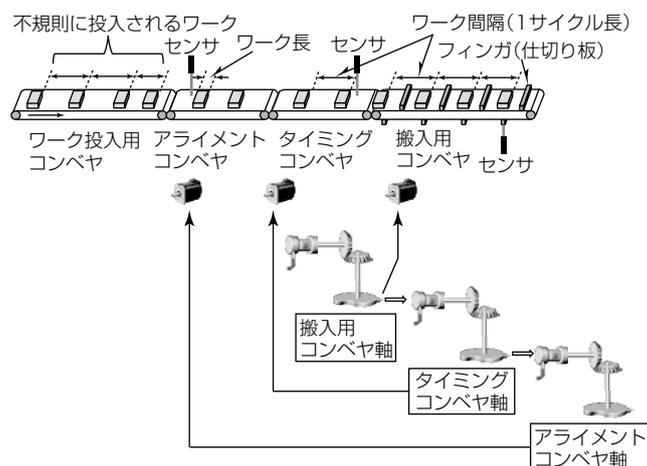


図6. 整列コンベヤ

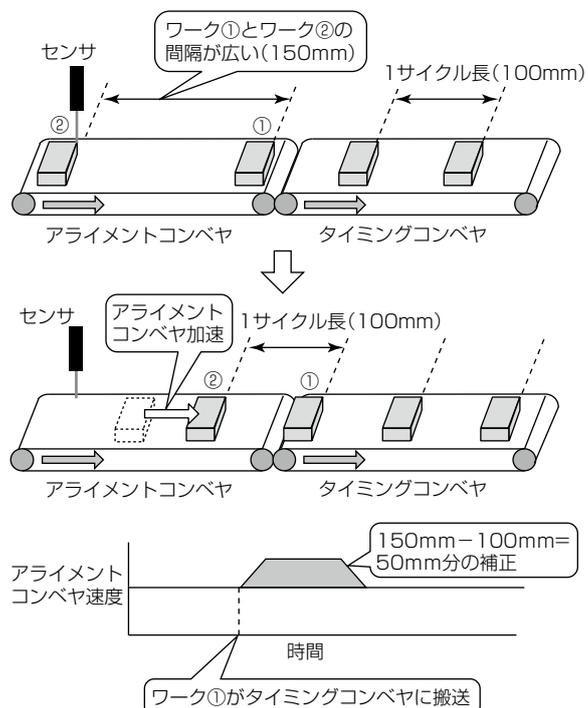


図7. アライメントコンベヤの補正タイミング

入用コンベヤのフィンガ間に移動させるために、ワーク位置(位相)を検出して補正を行う。アライメントコンベヤと同様に補正できない位相ずれがある場合は、1サイクル遅らせて補正を行う。ワークの空きができるが、5章で述べた“欠品停止”の機能によって、空包装を作らないように制御する。

## 7. む す び

アプリケーションパッケージiQ Monozukuri PACKAGINGのソフトウェア構成及び特長と機能、実現した技術について述べた。この製品は包装機に必要な機能及び前工程の搬送コンベヤ制御機能を提供し、包装機システム立ち上げ時のプログラミング工数削減に大きく貢献する。

今後もユーザーの課題に応える機能拡充を行い、このアプリケーションパッケージの適用拡大を目指す。