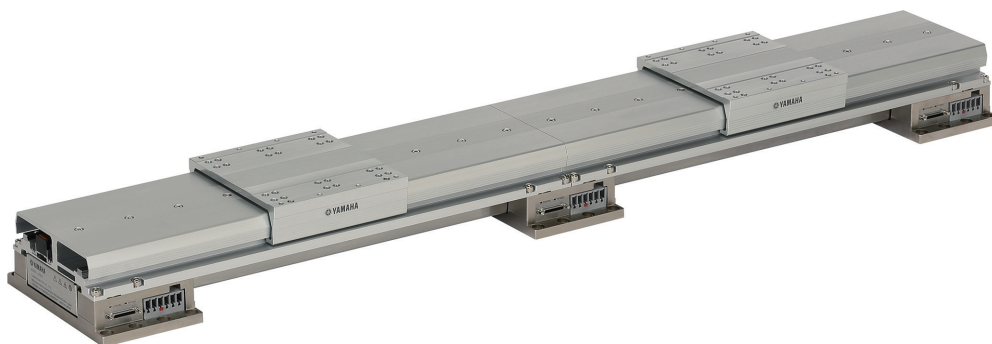


# 産業用搬送装置「リニアコンベアモジュール LCM-X」の紹介

Introducing the Linear Conveyor Module LCM-X Industrial Conveyor Device

片山 学



### Abstract

Building on the experience of developing SCARA robots for internal motorcycle production lines, the Yamaha Motor Robotics Operations (hereafter “Yamaha Motor”) has developed a wide range of industrial robots, principally single-axis robots, cartesian robots, and SCARA robots. Since then, Yamaha Motor products have continued to contribute to the automation of production facilities in diverse industries, such as the assembly of electronic components and transport of vehicle-mounted parts.

In recent years, the need for automation has become more pressing in a wide range of industries due to labor shortages, increasing labor costs, and the requirement to improve productivity, thus driving a steady expansion in the demand for industrial robots. The number of companies entering the robot market is increasing along with the expanding demand, generating ongoing fierce competition in the market. Given this situation, robot manufacturers are taking a variety of initiatives to differentiate their products. In this report, we introduce the Linear Conveyor Module LCM-X developed by Yamaha Motor to provide unprecedented new value to users in production facility transport processes.

## 1 はじめに

ヤマハ発動機(株)ロボティクス事業部（以下、当社）では、モーターサイクルの社内生産ライン向けに開発したスカラロボットをきっかけに、単軸ロボットや直交ロボット、スカラロボットを中心とした産業用ロボットを開発してきた。以来、当社の製品は電子部品の組立や車載部品の搬送など、様々な業界における生産設備の自動化に貢献し続けている。

近年、様々な業界で労働力不足や人件費の高騰、生産性向上などの理由により、自動化のニーズは加速し、産業用ロボットの需要は拡大の一途をたどっている。需要の拡大にともない、ロボット市場に参入する企業も増加しており、市場では熾烈な競争が続いている。このような状況の中、ロボットメーカーは様々な形で差別化を図っており、当社は生産設

備の搬送工程において今までにない新たな価値をユーザーに提供すべく、「リニアコンベアモジュール LCM-X」を開発したのでここに紹介する。

## 2 開発の背景

自動化された生産設備において製品を生産する場合、各工程で部品を組付け、次の工程に搬送することを繰り返すことで製品は組み立てられていく。工程間搬送には一般的にベルトコンベアやローラーコンベアが用いられるが、近年は、生産量増加や部品の小型・高精度化にともない、搬送システムに対して高速・高精度なものが求められており、従来の搬送システムでは対応が難しくなっている。当社でも、工程間搬送の高速化・高精度化の要求に応えるため、2003

年に自社開発のリニアモータと位置検出器を採用したリニアモータ単軸ロボットを開発した。

しかし、ユーザーは新製品の投入サイクル短縮、多品種少量生産への対応などの課題を抱えており、生産設備の改造や段取り替えが頻繁に発生するようになったため、搬送装置に対しても柔軟性や汎用性が求められるようになってきた。こうしたユーザーに対して新たな提案をすべく、LCM-Xを開発した。

### 3 製品の概要

LCM-X はユーザーの加工対象物（以下、ワーク）を載せる「スライダ」、そのスライダを案内するリニアガイドとスライダを駆動させるためのリニアモータで構成される「モジュール」、このモジュールのリニアモータを制御するための「コントローラ」で構成される（図 1）。

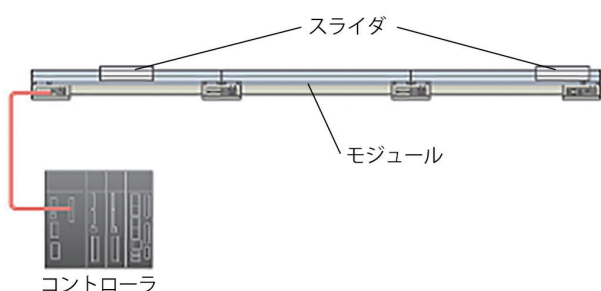


図1 LCM-Xの構成

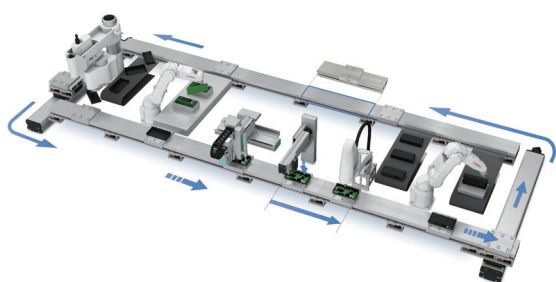


図2 自動組立ラインの例

自動組立ラインを構成する場合、ラインの長さに応じてモジュールを連結し、工程の数に応じてスライダを配置する。ワークを載せたスライダは工程間を移動し、各工程では産業用ロボットや専用の自動機械によってワークに対して作業が行われる。全ての工程を終えたスライダはラインから排出され、循環ユニットを経由して再びラインの先頭まで戻る。この一連の流れを繰り返すことで自動組立ラインが形成される（図 2）。

## 4 特徴

### 4-1. リニアモータ

LCM-X では、ムービングマグネットタイプのリニアモータを採用した。ムービングマグネットタイプは、可動部であるスライダに永久磁石を、固定部であるモジュールに電磁石を配置する構造であり、スライダへの電力供給が不要である。そのため、スライダにケーブルを配線する必要がなくなる。ケーブルレスとすることで、スライダは搬送ラインのいたるところへ自由に行き来することができ、循環動作が可能となっている。

また自社開発のリニアモータは、最高速度 3m/sec を実現しており、設備のワーク搬送時間の短縮、生産性の向上に大きく寄与している。

### 4-2. ダイレクト駆動

スライダの動作は、当社が産業用ロボットで培ったサーボ制御技術によりダイレクトに駆動され、動作速度、加速度 / 減速度、移動方向・距離、停止位置などの動作条件をスライダごとに個別で設定することができる。これにより様々なメリットがもたらされる。例えば、ワークの位置ずれを気にする場合、加速度と減速度を最適な値に変更することで、ワークへの衝撃を最小限に抑えることができる。また、同一工程が複数回ある場合、従来はその工程に対応する自動機を複数箇所設置する必要があった。LCM-X では逆走が可能のため、同一工程を共通化して 1 箇所に集約することができ、装置のコスト削減・ダウンサイジングが可能となる（図 3）。

加えて、各動作条件はプログラム変更により簡単に対応することができ、品種変更などによる段取り替えに柔軟かつスピーディーに対応することができる。

### 4-3. 位置検出システム

高精度な位置決め、高いユーザビリティを実現するため、位置検出システムは新規に開発を行った。その特徴を以下に示す。

#### 4-3-1. 高精度リニアスケール

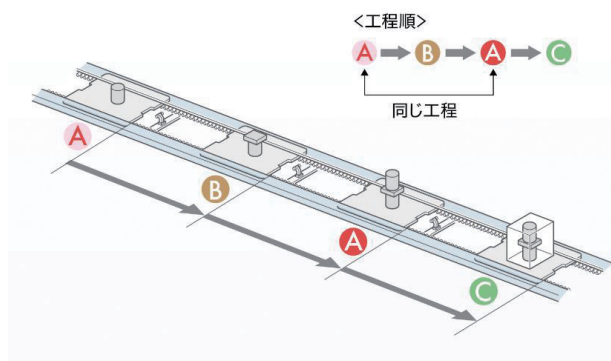
高い精度要求に応えるため、独自にリニアスケールの開発を行った。これにより高い位置決め性能を実現している。

また、自動組立ラインにおいては、複数のスライダを同一ポイントに順次停止させて組立などの作業を行うため、スライダの個体差による停止位置のばらつき（スライダ間機差）

を抑える必要がある。そのためにはリニアスケールの精度のばらつきを小さくする必要があるが、当社ではこれまでに培ってきたリニアスケール製造技術のノウハウにより、ばらつきを抑え、スライダ間機差を小さくしている。

#### 従来方式

一つのラインに同じ作業を2つ配置



#### LCM-X

同じ工程は共通化して1つに集約

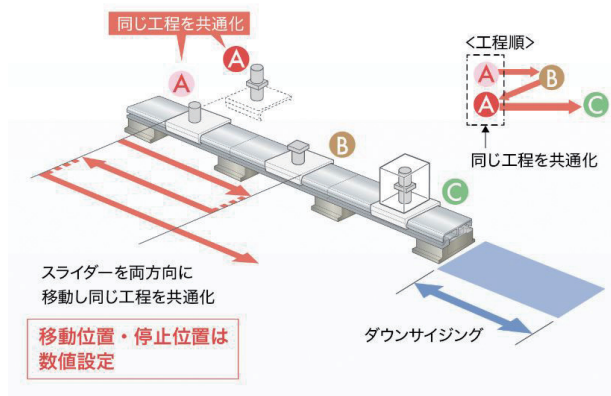


図3 工程の共通化

### 4-3-2. 個別 ID 識別機能

複数のスライダを個別に制御するためには、スライダに固有の ID を割り当てて識別する必要がある。RFID システムを用いた手法が一般的であり、ID 情報が書き込まれた RF タグなどをスライダに取り付け、読み込まれた ID とスライダを紐付けることで実現できる。しかし、RFID システムを利用した搬送システムは制御が煩雑になりがちであり、また搬送ライン上の特定の位置まで移動しないと RF タグの情報が読み取れないといった課題がある。LCM-X では、リニアスケールに固有の ID 情報が書き込まれており、搬送ラインの任意の位置で ID 情報を取得することができる。ユーザーは取得された ID を元にスライダの制御を行うだけでよく、シンプルなシステム構築が可能となる。

### 4-3-3. アブソリュート機能

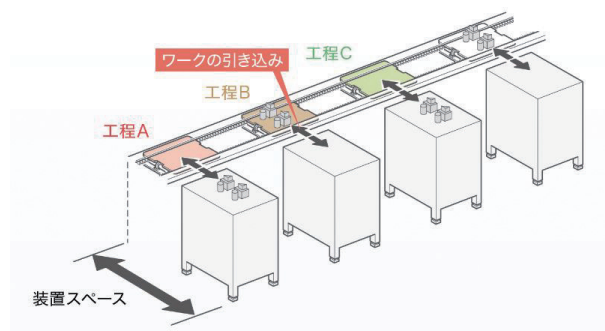
LCM-X ではアブソリュートタイプのリニアスケールを採用した。これにより位置情報を確定するための原点復帰動作が不要となるため、設備の電源を立ち上げた直後から動作が可能である。

### 4-4. 高剛性リニアガイド

搬送ライン上での組立や圧入の様な荷重のかかる作業を可能にするため、スライダの案内に高剛性なりニアガイドを採用している。これによりワークを搬送ライン上から作業台に引き込む手間が削減でき、設備の生産性向上、ダウンサイジングが可能となる（図 4）。

#### 従来方式

パレットから作業台に引き込む手間が発生



#### LCM-X

作業台の設置スペースが不要に

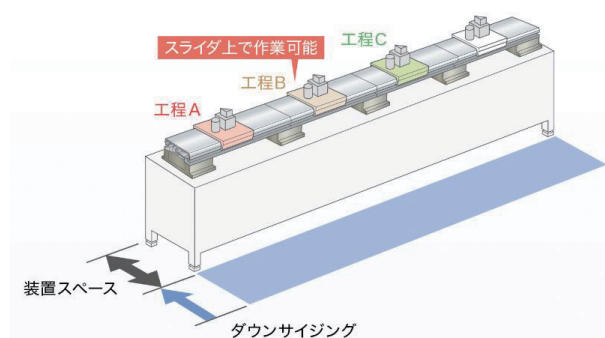


図4 ワークの引き込み

### 4-5. コネクションユニット

モジュール同士を連結する際、精度よく連結できないとリニアガイドが早期に磨耗し、期待する耐久性能を満たすことができないため、モジュール同士を高精度に連結する必要がある。また、リニアモータの制御に必要な制御信号や動力電源を隣接するモジュールに伝達するために、各モジュール同士は電気的にも接続しなければならず、モジュールの連

結作業には多くの工数が必要となる。これらの課題を解決するため、モジュール同士の機械的高精度位置決めと電氣的接続を行うことができる機構を備えた「コネクションユニット」を開発した（図 5）。これにより簡単かつスピーディーにモジュール同士の連結を行うことができ、設備の立上げ期間短縮に大きく貢献している。

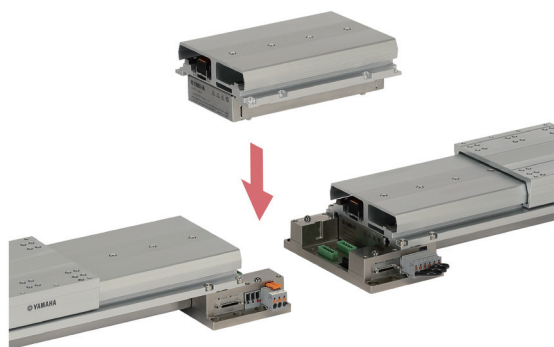
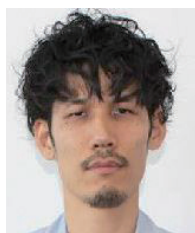


図5 コネクションユニットによる連結

## 5 おわりに

本製品の開発では、高速・高精度といったユーザーの要望に応えるだけでなく、今回新たに追加することができたコネクションユニットによるモジュール連結の簡易化や個別 ID 識別機能などの付加価値によって、ユーザーの期待を超える全く新しいものづくりの手段を提供することができた。今後も開発の手を緩めることなく、新しい提案を続けていくことで、ユーザーのものづくりに貢献していきたい。

### ■著者



#### 片山 学

Manabu Katayama

ソリューション事業本部

ロボティクス事業部

FA統括部

開発部