

# 情報機器ユニットの自動組立技術

Automated Assembly Technology for Business Information Products

昆 誠\*

Makoto KON

莉木正史\*

Masafumi IBARAKI

## 要旨

自動組立を活用した生産は、人作業を減らすことで、ばらつきの低減による品質向上、人件費の抑制によるコスト低減、作業者の負荷軽減などのメリットを生み出すことが出来る。コニカミノルタでは、情報機器の消耗資材を中心に自動組立による生産技術を開発し、生産ラインに適用してきた。

自動組立は、製品を自動で組み立てるための自動組立技術と、自動組立しやすい製品設計を行う自動化設計技術が連動して初めてメリットを極大化できる。

本報告では、コニカミノルタの自動組立技術と自動化設計技術の概要を紹介する。

## Abstract

Production that capitalizes on automated assembly reduces human labor and therefore brings many benefits, including improvement in quality arising from less variation in performance, cost reductions due to lower labor costs, and a lighter workload for operators. At Konica Minolta, we have developed production technologies based on automated assembly, mainly for consumables for business information products, and applied those technologies to production lines.

The benefits of automated assembly can be maximized only when two kinds of technology are successfully coordinated: automated assembly technology, for automatically assembling products, and automation-oriented product design, for designing products so as to facilitate automated assembly.

This paper provides an overview of our automated assembly technologies and our automation-oriented product design technologies.

## 1 自動組立のメリット

自動組立には、品質向上、コスト低減、負荷軽減の3つのメリットがある。代表的な消耗資材であるトナーカートリッジ（以下TCと略す）を例に説明する。

まず品質向上について、TCはトナー漏れ防止のため各種シール部品を決められた位置に正確に貼り付ける必要がある。習熟を必要とする作業であり、手作業のバラツキが品質に悪影響を与える。自動組立することにより精度の高い貼り付けが実現し、品質が著しく向上する。

次にコスト低減については、自動化率（総組立作業時間のうち自動組立する比率）を高めるに従って人件費は下がる。一方、自動組立設備の償却費は上昇するが、設備費用を抑えた高自動化率のラインを構築することにより、低コストの組立が実現できる。本報で紹介するTCの自動組立の事例では、組立費を1/3以下にできた。コニカミノルタでは労務費に左右されない生産手段の確立のため自動組立技術の開発を推進している。

最後に負荷軽減については、TCへのトナー充填作業など人への負荷が大きい作業を自動組立することにより作業負荷が軽減している。

## 2 自動組立の対象製品

自動組立は一般に設備投資を伴うことから、大量生産が見込める製品もしくはユニットを対象にするほうが、投資回収的に有利である。コニカミノルタでは、プリンター用消耗資材（TC、トナーボトルなど）を中心に自動組立技術による生産を行っている。



Fig.1 Automated toner cartridge (TC) assembly line

\*コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)  
生産本部生産技術センター 省力技術部

### 3 自動組立に必要な技術

#### 3.1 必要な技術の概要

自動組立には、製品やユニットをロボットやピック&プレースユニットなどを活用して自動で組み立てる「自動組立技術」と、自動組立しやすいように製品を設計する「自動化設計技術」の両者が必要となる。特に、後者の重要性は大きく、自動組立を考慮しないで設計した製品と、考慮して設計した製品においては、自動組立ラインを構築する場合の難易度・投資額に大きな差が出ることが多い。

そのため、「自動組立技術」と「自動化設計技術」を両輪として技術開発していく必要がある。

#### 3.2 自動組立技術

一般的にはロボットやピック&プレースユニットを使った組付け技術が注目されるが、自動組立技術は、ワーク搬送技術、部品供給技術、組付け技術、検査技術の4つがセットになった技術である。ワーク搬送技術は自動組立の対象となるワークを組立ユニットまで搬送し製品として取り出す技術、部品供給技術は組み立てられる部品を選別・整列して組立ユニットまで供給する技術、組付け技術は、部品をワークに組み付ける技術、検査技術は、正しく組みつけられているかを検知する技術である。

それぞれの技術について、概要を述べる。

##### 1) ワーク搬送技術

自動組立装置を搬送方式によって分類すると間欠搬送と連続搬送に分類できるが、コニカミノルタの自動組立装置では間欠搬送が主流である。間欠搬送は更に同期型搬送（固定サイクル）と非同期型搬送（フリーフロー）に分類されるが、サイクルタイムの短い（5～6秒以下）製品以外は非同期型搬送を多用している。

この方式のメリットは人手作業と自動組立の混合がしやすい事である。製品の設計が一部変わったときなどは、そのステーションだけ手作業に置き換えてラインを稼働させることも容易である。従って、モデルチェンジや多品種混合生産へも対応しやすいという特徴がある。

##### 2) 部品供給技術

自動組立の一番の難しさは部品供給にあると言ってもよい。供給用機器としては、トレー、マガジン、振動式ホッパー、振動式フィーダー、シュート、分離切り出し部などを組み合わせる。TCの組み立てには、シート状部品、スポンジ状部品、複雑な板金部品などがあり難度が高い。

コニカミノルタのTCではトナー漏れ防止のためにシート状シール部品を利用するが、この種の部品は剛性がないため位置決めが非常に難しい。ある事例では、シー

ト状部品を自動組立装置の中で打抜き（インライン加工と呼んでいる）、金型の中で位置決めされた状態から貼り付けをすることで位置決めを兼ねた部品供給を行い、高精度な貼り付けを実現した。

また、別の事例では、離型紙上に密集状態に並べられたスポンジ状シール部品などを、画像処理技術を利用して位置情報をフィードバックすることにより位置決めレスが可能になった。

#### 3) 組付技術

各種部品をハンドリング（チャッキング）し、挿入、カシメ、貼り付け、接着、ねじ締めなどを行う。それぞれの作業要素ごとに標準ユニットが用意されており、それを対象製品に合わせて部分的に修整することで対応している。設計期間短縮のためには標準ユニット化することが必須である。

たとえば、横方向からの組付け部品用には、内部設計したピック&プレースの標準ユニットを準備しており、部品に合わせてハンド部と分離切り出し部を修整して使

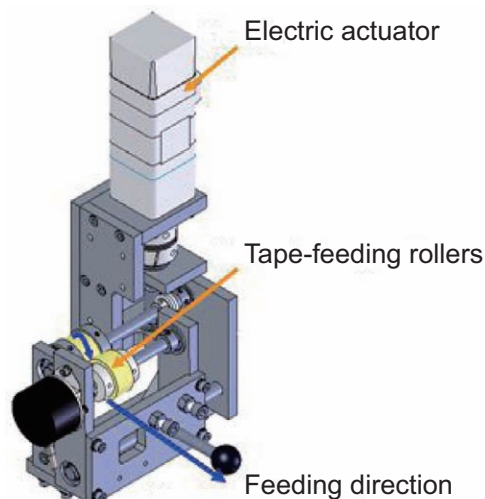


Fig.2 Standardized tape feeder

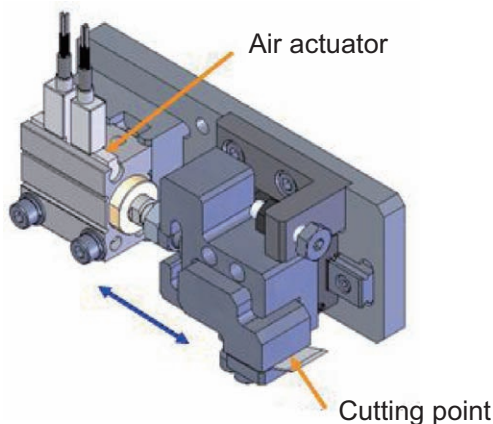


Fig.3 Standardized tape cutter

用している。また、テープ貼付けについても、各機構部をユニット化して、それぞれを組合せて使用できるように標準化している。Fig.2, Fig.3 にテープ貼付工程のための標準化ユニットの例を示す。

#### 4) 検査技術

人間は無意識に検査をしながら組み立てている。自動組立する場合は部品が間違いなく組み付けられたか、正しい位置に組み付けられたかを何らかの手段で検査しなくてはならない。

コニカミノルタの事例では、各種シール部品の貼付位置検査において、画像処理技術を利用して精密検査を行った。

また、別の事例としては、薄い板金部品の組み付け確認を精密マイクロスイッチを用いてチェックした。

### 3.3 自動化設計技術

自動組立のためにはそれに適した製品の自動化設計が必要となる。従来は製品の機能を満たすための機能設計と、部品加工を容易にするための生産設計を考えればよかったが、自動組立を行うためには自動化設計が非常に重要である。自動組立しやすい製品を開発するためには、以下のような項目に配慮する必要がある。

#### 1) 位置決め性

成形部品では、寸法ベースラインから近いところに位置決め部位を設け、その部位をチャッキングしただけで位置決めが出来るように配慮する。当然自動機チャックで把持し易い形状にすることが必要となる。

#### 2) 組付け性

一方向組み付けが可能な設計が基本である。一方向組付けにより、多関節ロボットではなく一軸や二軸の直交ロボットで組付けることができ、設備費を抑えることが出来るからである。

また、ロボットの動作精度は数十マイクロオーダーの精度であるが、実際に組付けられる部品の位置精度は、部品やワーク個体の加工誤差も加わり無視できない誤差となる。そのような場合でも、自動機が部品挿入可能なような勘合設計が必要である。たとえば、ある程度の誤差があっても部品を誘い込むことができるよう、穴とボスの寸法設計を行う。必要に応じて部品の精度を上げることが必要となる場合もある。

軟弱部品（スポンジ状部品）や複雑な板金部品などでは、必用に応じて分割設計を行う。

Fig.4 に、2方向組み付けを1方向組み付けに設計変更した事例を示す。

この事例では、2方向組み付けで、さらに部品をたわませながら組み付ける設計だったものを、すでにある取

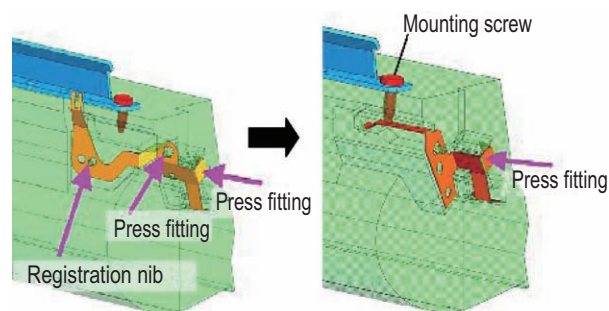


Fig.4 Example of single-direction assembly design (left: before design change, right: after design change)

り付けネジを接触点として利用し、たわませることなく1方向組み付け可能に変更した。

次にシール部品の分割設計の事例をFig.5 に示す。

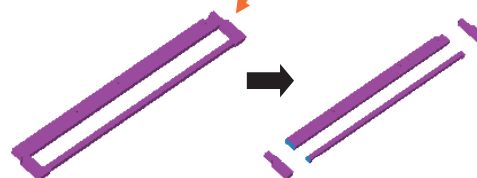
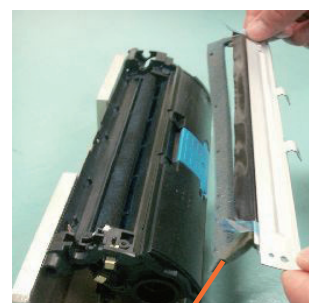


Fig.5 Example of seal partition designing technique: shape simplification

当初はスポンジ状の軟弱部品で位置決めが出来なかったが、単純な形状に4分割することで自動組立が可能になった。

トナー漏れ防止用のスポンジ状シールを分割する場合、分割した部分からトナーが漏れないように配慮する必要がある。この事例では重ね合わせ部分を鋸形にしてシーリング距離を稼ぎ、先端部をつぶれやすくすることで密着性を上げ、シール性を確保した。

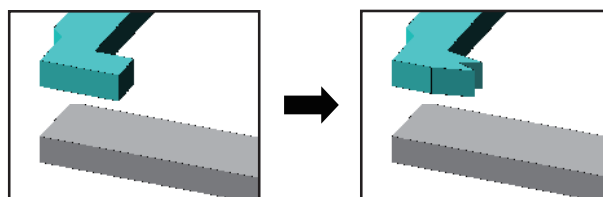


Fig.6 Example of seal partition designing technique: saw-toothed edge



### 3) 搬送性

3.2.2) で部品供給の難しさについて述べたが、供給するためには振動式フィーダー部などでの搬送性に配慮する必要がある。Fig.7 に、板金部品の搬送性について改善を加えた事例を示す。

当初は振動フィーダーから供給された部品が重なり合い詰まってしまう課題があったが、給送性を改善することで解決した。

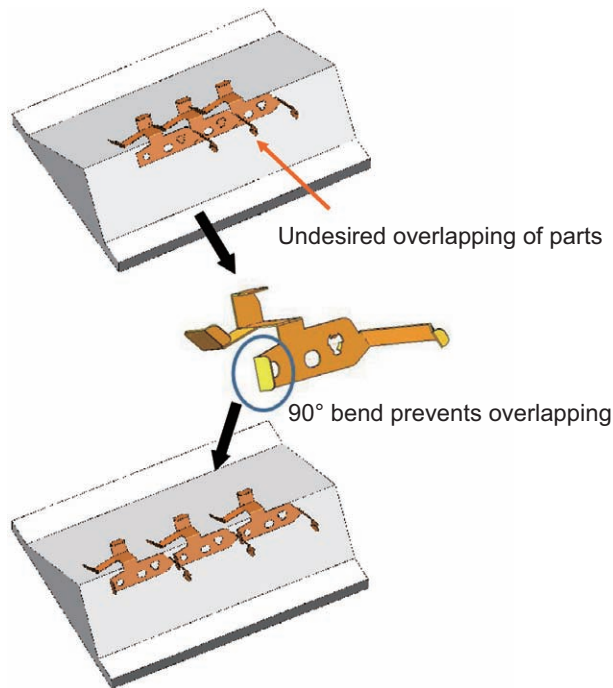


Fig.7 Example of improved feeding of parts

## 4 自動組立ラインの設計

実際の自動組立ラインの設計を行うには、最大生産数量情報（日産数量など）からラインのサイクルタイムを決める。その後、ワークの大きさなどを考慮しながら、最初に搬送方式を決定する。

並行して、製品の自動化設計を進めながら自動組立部位の決定を行う。作業によっては、人作業としたほうが有利なものもあり、その比較を行ってライン仕様を決めていく。

採用技術が決定した後、投資見積もりをもとに現在価値法により投資回収性を確認している。

## 5 今後の自動組立技術

情報機器では、性能向上やコストダウンのために新規技術を搭載した製品の開発が絶えず行われている。また、顧客満足度の大きなウエートを占める信頼性を向上させるために、消耗資材やアフターパーツなどが長寿命化し

ていく。したがって、今後は多品種少量生産が増えていくと予測しており、それに対応して自動組立技術としても『変種変量可能な技術』が求められると考えている。

変種変量可能なシステムとしては、汎用の多関節ロボットを数値制御して品種変更に対応させる柔軟性のある生産システムが有望であると考えられる。それを実現するために、多機能ハンド、高速画像処理、超高速組付けなどの技術開発に取り組んでいる。

また、製品設計では進んでいる設計の標準化の自動機設計への適用、シミュレーション技術を活用した設計レビュー、品質工学手法の活用によるロバストなシステム構築、本質安全化設計による安全性の確保などを、今まで以上に深化させることが重要であると考えている。

## 6 まとめ

自動組立といえば、最先端のロボット技術を活用した大掛かりなシステムを思い浮かべることが多い。もちろん、そのような大規模投資によるシステムは必要だが、それを活かして事業的なメリットを極大化するには、本報で述べたような現場・現物に密着した多くの創意工夫を積み重ねていくことが重要である。

そのためには、ラインの企画・設計だけではなく、対象製品の機能や設計、さらには生産現場のことも熟知した、広範囲の知識と経験を有する人材の育成が不可欠である。コニカミノルタではそのような技術者集団の養成を計画的に進めている。

コニカミノルタはものづくりを支える重要な基盤技術の一つとして自動組立技術を位置づけている。今後もこの自動組立技術を積極的に推進していく計画を策定しており、これを展開することで、高品質・低価格・負荷軽減をより高いレベルで実現していく所存である。