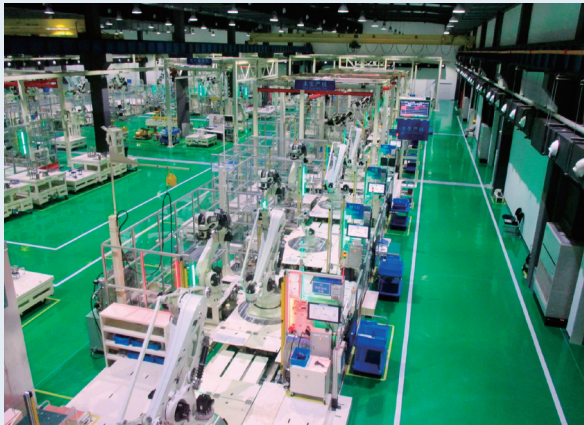


ロボットによるロボット生産工場

Robot Production Factory with Robots



藤澤 眞 一① Shinichi Fujisawa
 高見 敦② Atsushi Takami
 高山 裕規③ Yuuki Takayama
 倉岡 修平④ Shuhei Kuraoka
 的場 怜⑤ Ryo Matoba
 山口 亮⑥ Ryo Yamaguchi

2015年6月、中国蘇州市にロボットの生産工場を立ち上げた。この工場は「ロボットでロボットを作る」をコンセプトとして、ロボットを最大限に活用した工場である。

品質に関する工程や人が苦手とする重量物の組付けをロボットが担当し、人は簡単な部品準備や配膳作業などを担当することで、高い品質と高い生産性の両立を実現している。

In June 2015, we started operating a robot production factory in Suzhou, China. This factory is intended to leverage the power of robotics based on the concept of "Producing robots using robots."

The robots are involved with processes that require high quality and heavy-duty assembly that human beings are not good at, while people are involved with simple work such as preparation and allocation of parts. This realizes high levels of both quality and productivity.

まえがき

昨今の中国では急速な経済発展に伴い、ものづくりを担う製造業において労働力不足などいくつかの重大な課題が浮上している。

中国における製造業の課題の一つとして、高品質な労働力の確保が難しくなっていることが挙げられる。中国では労働者の離職率が高く、長い期間をかけて教育しても自社に定着しないことが多いため品質の高い労働力の確保に管理者は常に悩まされている。

また、人件費の抑制も重大な課題である。これまでは人件費の優位性をベースに生産量を伸ばしてきたが、その高騰により圧迫される利益をどう改善するかが鍵となっている。

1 背景

これらの課題を解決するための最も有効な手段がロボットの導入である。これにより、人のスキルや経験に頼らず品質を安定化させることができ、人件費の変動に左右されることも無くなる。

ロボットの優位性をより多くの顧客に知ってもらうため、2015年6月に「ロボットでロボットを作る」をコンセプトとした生産工場を中国蘇州市に建設した。ロボットによる最先端の高度自動化工場を実現することにより、ロボット導入を検討する「顧客」に向けたショールームとしての役割を持たせることを目指した。

2 工場のコンセプト

ロボットによるロボット生産工場（以下、本工場）は、部品のピッキングから組立・塗装・検査に至るまで、これまでは人の手に頼っていた工程を高度に自動化させることで、高い品質と生産性を両立させることとした。さらにロボットを使う上で最も重要となる安全性を確保し、来場者に見て頂けるショールーム工場とした。

① 品質の安定化

たとえば、減速機へのギア挿入など作業者の技量や経験が品質に影響する作業を、常に正確に動作するロボットが行うことで、安定した品質を確保する。

② 生産の効率化

人がボルトを挿し込んでロボットがトルク管理して本締めをするフォーメーションなど、人とロボットの得意不得意を見極めて工程を分担することで、100%自動化するよりも高い生産性を実現する。

③ 安全性の確保

当社独自の安全システムを採用することで、ひとつのエリアに動作中のロボットと作業者とが共存することを可能とする。

④ ショールーム化

自動化する際、通常は生産ラインの両サイドから製品にアクセスする構造とするが、製品を回転させる仕組みを導入して片側にのみロボットを配置することで、来場者から見やすいショールームラインを実現する。

3 ロボット生産工場の各種設備

ロボット生産工場の各種設備は、前章の①～④を実現するため、ロボットメーカーとしての利点を最大限に発揮して、既存の技術と最先端の技術を織り交ぜた構成とした。

ロボット生産工場は図1に示すように、サブ組立セル、メイン組立ライン、塗装ライン、ハーネス組付ラインそして運転検査ラインからなっている。

(1) 品質の安定化

本工場で生産されるロボットは、ロボット組立や丸塗の塗装を考慮して新規開発された図2に示す3機種（高速パレタイズロボット「CP」、小型アーク溶接ロボット「BA」、大型汎用ロボット「CX」）であり、これらすべての機種を同一の設備を用いて生産を行っている。

組立作業においては作業者の技量や経験が品質に影響する可能性があるが、人の代わりにロボットにより組立作業を

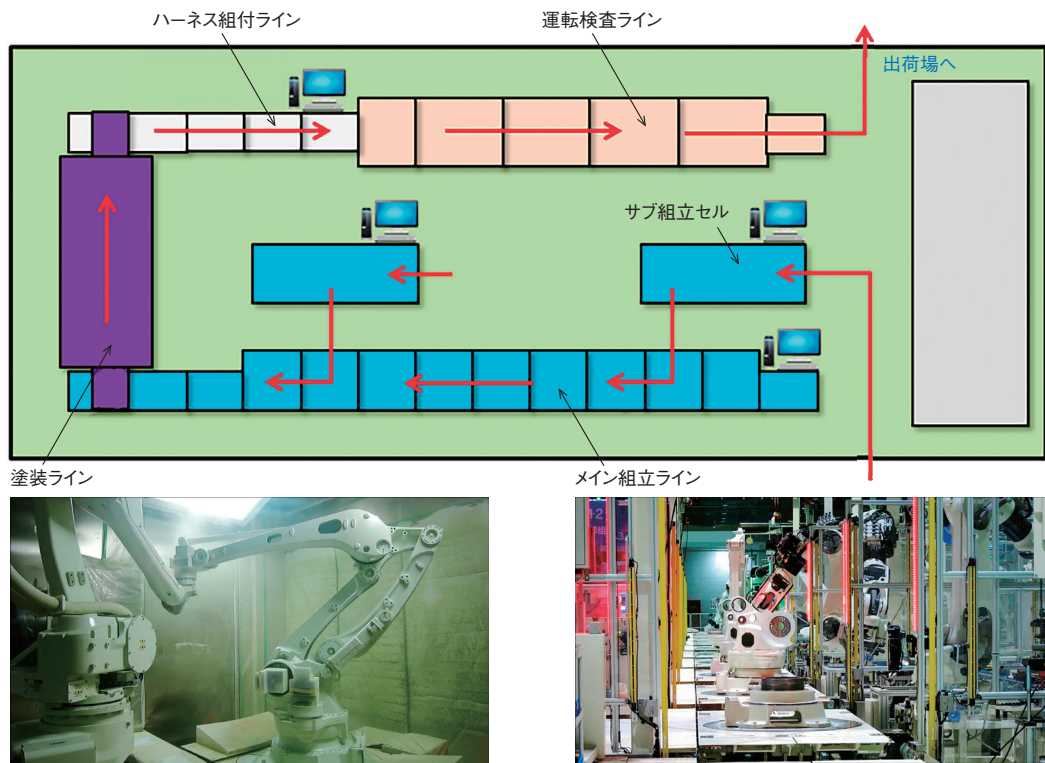


図1 ロボット生産工場
Fig.1 Robot production factory



図2 中国生産機種
Fig.2 China production model

行うことで、常に正確な動作と管理が行えるようになり、品質の安定化を実現した。

当設備では、ボルト締め作業をロボットで行っており、ボルト締め機本体にロボットの制御軸を組込んだ機器を開発して導入したことで、締付トルクの管理もロボットにて行えるようにした(図3)。

また、サーボモータの組み付けなどで、減速機の歯面を傷付けることなく挿入するため、2次元カメラを用いて、減速機内部の歯面を計測している(図4)。同様にモータ

側のインプットシャフトの歯面位相も計測している(図5)。双方の歯面位相を認識して挿入時の位相を補正することで、組み付け時の衝撃や傷などを軽減して組み付けることができるようになった。

さらに、ロボットで行った作業については、作業履歴、シール材塗布時の画像データ(図6)、ボルト締付時の締付トルクデータなど、各種作業データを保存しており、過去の作業状態を後で追跡できるようにしている。

(2) 生産の効率化

ボルトの仮締め作業など人が得意とする作業と、精度良く搬送して組み付けを行う作業などロボットが得意とする作業とを分担している。そして、人が作業を行いながら、同じエリアにおいてロボットも次の作業準備の動作を行えるよう、作業者との共存を可能にして生産効率を高めている。

また、従来、ロボットにより搬送できる最大の部品質量は、使用するロボットの可搬質量により決まり、搬送質量が大きければ大型のロボットになるという課題があった。これを解決するために、ロボット制御軸をクレーン駆動部に組み込み、クレーンにより搬送質量をアシストすることで、部品質量以下の可搬質量のロボットでも搬送を可能とした。

さらに、ロボット制御軸を組み込むとともに、クレーンをロボットアームと協調して動作させることで、精度良く搬送を行うことを可能としている。これについては、重量物を精度良く搬送する必要がある減速機の組み付けなどの作業を行う工程に導入した。図7に重量物の搬送の様子を示す。

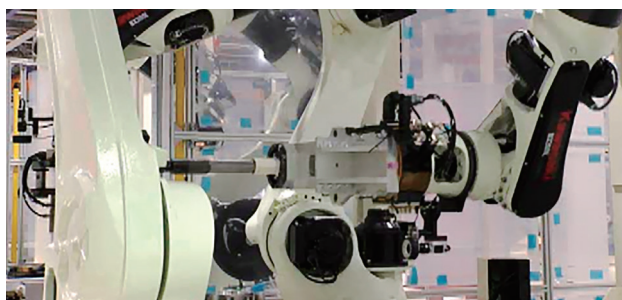


図3 ナットランナー (ボルト締め機)
Fig.3 Nutrunner

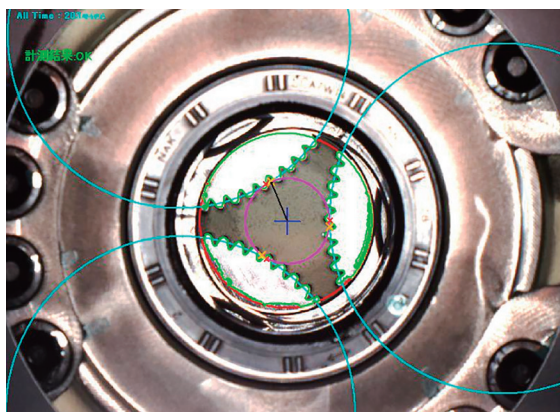


図4 減速機歯面計測
Fig.4 Reduction gear measurement



図5 インプットシャフト歯面計測
Fig.5 Input gear measurement

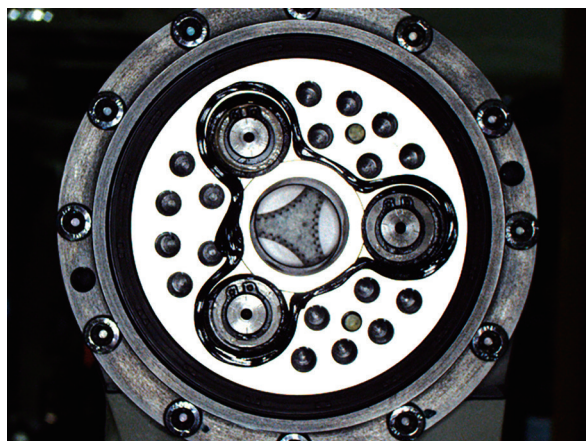


図6 減速機シール材塗布画像
Fig.6 Reduction gear sealant coating

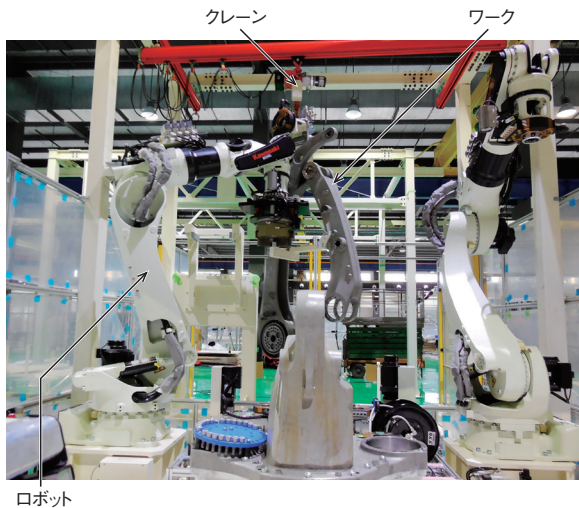


図7 重量物搬送
Fig.7 Transport of heavy works



図9 メイン組立ライン
Fig.9 Main assembly line



図8 サブ組立セル
Fig.8 Sub-assembly Cell

あ と が き

中国でのロボットニーズの拡大に合わせ、カワサキブランドの確立を目的として蘇州市にロボット工場を立ち上げた。また、その工場に自社のロボットを多数導入し、高度な自動化を実現したことで、ロボットを使って生産するショールームとすることにも成功した。

ロボットの適用事例を紹介するショールームとなった本工場は、稼働開始から毎日のように来場者があり、高い評価を得ている。

今後は、中国生産で獲得したロボット自動化技術のノウハウを活用し、事業拡大へつなげていく。

(3) 安全性の確保

人が同時に同じエリアにおいて作業を行いながら、ロボットも次の作業準備の動作を行うような共存作業を可能とするためには、作業者の安全を確保することが必須である。そのために、従来の安全柵に代えて、エリアセンサを用いるとともに、ロボット制御を安全二重化回路として空間監視を実施することで、作業者の安全性を確保した。

(4) ショールーム化

本工場の来場者にロボットによるロボットの組立作業を見て頂けるよう、透明のパネルやエリアセンサを用いることで、重圧感を軽減して見学しやすい設備とした。図8にサブ組立セル、図9にメイン組立ラインについて、それぞれ来場者からの概観を示す。



藤澤 眞一



高見 敦



高山 裕規



倉岡 修平



的場 怜



山口 亮