

安全技術で生産現場を改革 — 人間とロボットが協働する職場へ —



先進的な安全技術で人間とロボットの協働を可能とした
当社独自のハンドガイドシステム。

同システムの登場により、
これまで自動化が進んでいなかった生産現場でも
人間とロボットの協働を強力に推進。
未来の生産現場実現に向けた挑戦をご紹介します。



高山 裕規
Yuuki Takayama

技術開発本部
システム技術開発センター
制御システム開発部 第二課
係員

ロボットの強みを最大限に引き出し 生産工程の自動化を実現

経済成長が目覚ましい新興国において、自動車をはじめさまざまな製品の生産工場がまたたく間に増加しています。しかし、新興国の工場では、現地採用人員の定着率の低さから、労働力確保の困難さや、技能不足による品質低下が問題となっています。このような状況の中、当社は産業用ロボットを提供することで、生産現場の要求に応じています。

自動車工場においては、すでに溶接工程や塗装工程においてロボットが活躍していますが、今後はこれまで自動化が進んでいなかった組立工程にもロボットが導入され、生産の効率化が推進されていきます。たとえば、組立工程のひとつである艀装において、ロボットに重量物であるインパネの取り付けを任せるなどすれば、作業員の負担を軽くすることができます。また、成長目覚ましい電気電子分野



巧みに複雑な形状のワークを把持するロボットハンド

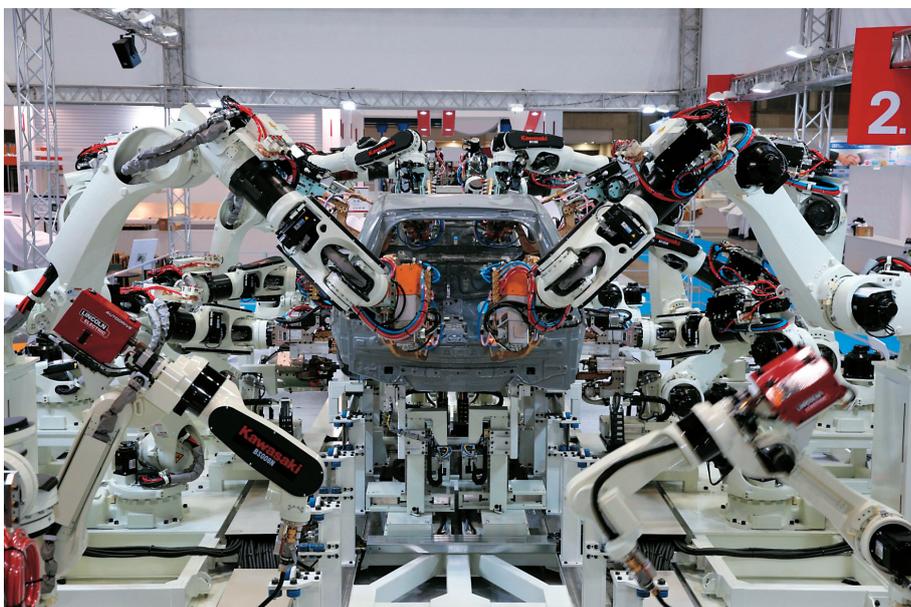
では、ノートPCやタブレットなどの組立において、作業員に代わって長時間にわたり正確に作業を行わせることも考えられます。

これら組立工程の自動化は、ロボットの手となる器用なハンド・ツールや、目となるビジョンセンサなどの高度な機器を駆使して実現されます。油圧バルブ組立工程の自動化を通じて、ロボット導入の効果の大きさとともに、その難しさを実感していますが、困難な自動化を達成すること

で、より安全で効率的な生産現場を実現することも可能です。

人とロボットそれぞれのアドバンテージを共存させた半自動化の協働プラン「ハンドガイドシステム」

一方で、全ての工程に対して、完全自動化が最適とは限りません。高度で複雑化した自動化システムを開発しても、



高度な技術で実現された自動車組立の完全自動化ライン

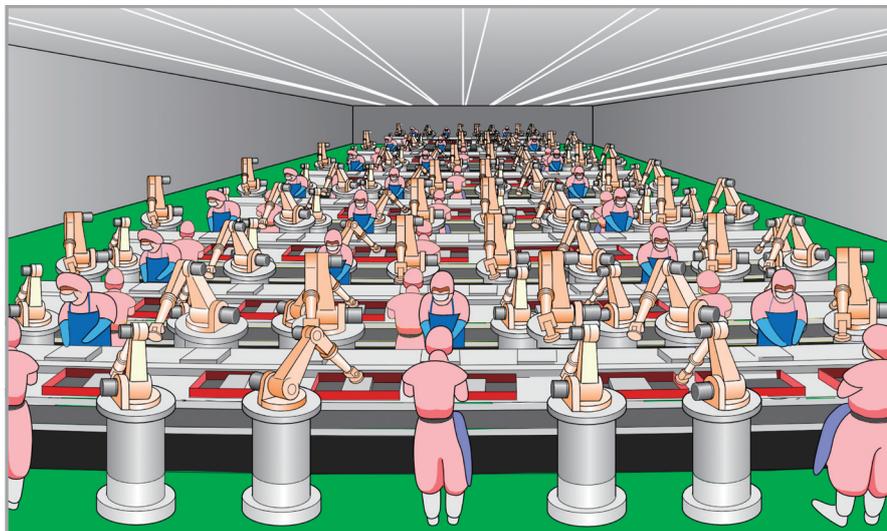
利用経験の少ない新興国の技術者にはメンテナンスが難しく、実際の運用は厳しいというのです。そこでロボットビジネスセンターと協議を重ねて発案したのが、完全自動化ではなく、人間とロボットが力を合わせて作業を行う「協働」を実現しようというアイデアでした。人間がその場に応じた適切な判断を得意とする一方、ロボットはパワフルで疲れを知らないという強みを持っています。この両者のアドバンテージをうまく組み合わせて生産現場の効率化を図ろうという構想が、半自動化の協働プラン「ハンドガイドシステム」でした。部品を組み付ける際の微調整を作業者が行いますので、ロボットにはセンサのような周辺機器が不要となります。このため、メンテナンスが比較的簡単で、高度な専門知識やノウハウを持たない顧客でも導入しやすいので、このシステムを足掛かりとして、ロボットユーザーの裾野を広げていくことが期待できます。

ただしそこには、「安全の確保」という大きな壁がありました。生産現場において安全に対する要求は非常に厳しく、従来、人は稼働中のロボットの動作範囲に立ち入ることができなかったのです。しかし、「規格に定める措置を実施した場合に協働作業が可能」とするロボットの国際規格改定（2011年）により、「協働」への道が開けました。また当社においても、そうした社会情勢を先読みして、別の開発チームがロボット動作監視安全ユニット「Cubic-S」をすでに開発していました。これは、領域監視と速度監視によってロボットの動作を制御し、人との接触を回避できるようにするものです。こうして安全面でも条件が整って、川崎重工の「ハンドガイドシステム」の開発プロジェクトが発足しました。

社内の生産工程を適用例に 思想を具現化したプロトタイプを開発

顧客案件に向けて事前に検証を行うため、まずは社内の製造工程を適用対象として「ハンドガイドシステム」の思想を具現化したプロトタイプを作ることになりました。対象としたのは、モーターサイクルの最終組立工程です。前輪ユニットを車体に組み付ける工程で、扱う部材の重量は20kgに及びます。現状は、重量をキャンセルしてくれる「ハンドクレーン」という作業ツールの助けを借りて組み付けていますが、全ての製品の組立に対応できるわけではないという点で課題がありました。常に同じ製品の組み付けなら問題ありませんが、将来、同じラインでいろいろな種類の製品を製造する混流生産が進み、前輪ユニットの挿入方向がさまざまになると、ハンドクレーンでは対応が難しくなります。また、ハンドクレーンを用いる際には、常に作業者がそこに付いて操作ハンドルを握っていなければならないという、作業効率を向上させるうえでの限界もありました。

そこで、これらの課題を解決する「ハンドガイドシステム」を導入しようと検討を開始しました。それは、重量20kgに及ぶ前輪ユニットを取り出して運ぶところまでをロボットに任せ、微妙に位置を調整しながらセットする際は人間が手を貸すという協働イメージでした。これなら、人間はセットの時だけ補助すればよく、あとの時間は別の作業に従事できます。また、混流生産しているときに製造する製品の種類が変わっても、ロボットを採用しているため、その動作プログラムを入れ替えることで、たとえば手



単調な繰り返し作業から人を解放するロボット
(人とロボットが協働する生産環境のイメージ)

先のツールを自動で取り替えるなど、柔軟に対応することができます。

ただし、ロボットの動作範囲に作業員が入って補助することになるため、その際の安全確保は絶対条件です。そのため、前述したロボット動作監視安全ユニット「Cubic-S」を用いて、ロボットのアームなどと人間の距離が一定以下になると、ロボットが自ら動作を止める安全機能を搭載しました。人間の位置は各所に設置した安全センサが計測します。センサはロボットにとって、いわば「目」です。死角をつくらず、どの方向から人が近づいても確実に検知するように、適切な位置にセンサを配置することにより、求められる安全基準がクリアできる機能を備えました。

また、操作性についてもクリアしなければならない課題がありました。新興国での導入を想定し、利用経験の少ない作業員でも容易に扱えるよう、簡単かつ正確にロボット動作の指令入力を行うコントローラが求められたのです。そこで採用したのが、直感的に操作が可能なジョイスティックでした。よくゲームの入力機として用いられるものですが、レバーを倒すと、それと同じ方向へアームが動いていきます。これなら、たとえ予備知識のない作業員でも比較的簡単に操作が可能です。こうして操作性についても、産業用ロボットとしては新しいアイデアを盛り込むことで、課題をクリアしました。

「国際ロボット展」で注目を浴びたプロトタイプ 次なるインターフェースそしてその先へ

ハンドガイドシステムのプロトタイプの開発に成功し、2013年に東京で開かれた「国際ロボット展」で発表しました。海外メーカーも数多く訪れていた会場で、新しい考え方を提示したこのプロトタイプは大いに注目を浴び、来場者の好評を得ました。ただ一方で、「レバー操作に慣れ親しんでいないので、感覚をつかむのが難しい」という感想も聞かれました。それは今後に向けた課題ととらえ、より直感的な操作ができるよう、人間が操作する力を感じ取るセンサの採用を検討するなど、すでに次なるインターフェースの開発に向けて動き出しています。

本来、産業用ロボットの導入は、人間との置き換えによって、省人化や品質向上のメリットを得ることを目的としており、これは将来も大きくは変わりません。しかしながら、生産現場には完全自動化を進めにくい工程も少なからず存在し、それらには、今回ご紹介したハンドガイドシステムという協働スタイルが活躍します。これからロボットを導入する客先はもちろんのこと、既存のユーザー、あるいは社内の生産拠点においても、新たな価値を提供する生産設備として有効活用できるものと考えています。生産現場の革新を目指し、夢に向かって一つ一つ、ロボットシステムを進化させていきたいと思えます。



開発者たち