

協働ロボットで進める「軽薄短小」 安全に対する考え方も深化

*1

最近では新興国での人材確保も難しくなっている。理由の1つに、工場に対するイメージの悪化がある。先進国の文化がインターネットを通じて広がっており、労働者が生産現場で働きたがらない傾向が見られるという。さらに新興国では人件費も高騰している。

*2

さらにISO10218-1の改正に伴い、規格としてJIS B8433-1を改正している。改正前の規格は、人が立ち入った場合、ロボットの電源を落として動作を停止することと定められていた。しかし改正により、ロボットの可動範囲に人が立ち入ったと認識した場合でも、電源を落とすことなくロボットを停止する方法が取れるようになった。

人のそばで動作できる協働ロボットが、生産現場で活躍し始めている。従来、産業用ロボットのユーザー企業は製品の大量生産を主な目的として生産現場にロボットを導入してきた。しかし、先進国における労働人口の減少や、柔軟な生産が必要になる多品種少量生産への対応などを背景に、人と共に働くロボットが求められるようになってきた*1。一部の海外メーカーは現場の変化を捉え、協働ロボットをいち早く製品化。日本でも2015年に行われた日本工業規格(JIS)の制定・改正を契機に、国内ロボットメーカーが製品を投入し始めている。今までの産業用ロボットとは異なる性質を持つ協働ロボット。この新設備を利用することで、生産現場が大きく変わろうとしている。

安全に関する国際規格制定がきっかけに

協働ロボットの最大の特徴は、安全柵を設

けずに利用できることである(図1)。従来の産業用ロボットを設置する場合、設備を柵で囲う必要があった。

しかし、産業用ロボットの安全要求事項を定める国際規格「ISO10218-2」が新たに制定されたことに伴い、2013年末に労働安全衛生規則第150条の4が改正されるとともに、2015年には「JIS B8433-2」が制定された。これを受けて、リスクアセスメントによって一定以上の危険がないと評価できれば、所定の条件を満たすロボット(協働ロボット)を柵なしで利用できるようになった*2。

既に一部の企業はそんな協働ロボットの利点に目を向けて、前向きに導入検討を始めている。実際、協働ロボットのレンタル事業を手掛けるオリックス・レンテック(本社東京)によると、「自動車業界のティア1、ティア2からは比較検証のため、協働ロボットを一通り貸してほしいとの要望がある」という。

そんな企業の狙いはどこにあるのか。それは、いふなれば「軽・薄・短・小」である(図2)。協働ロボットで、作業者の負荷を軽減すること(軽)、ロボットとの関わりが薄かった人材でも運用すること(薄)、短期間で生産ラインを立ち上げること(短)、生産スペースを小さくすること(小)を目指し



図1 柵の中で働く力が強いロボットと、力は弱い人と働けるロボット

力が強い従来の産業用ロボットは高い生産性を持つが、柵の中でしか利用できず、大きなスペースを必要とする。それに対して協働ロボットは柵を必要とせず、力は弱い人と共に働けるロボットだ。



図2 協働ロボットで「軽薄短小」

協働ロボットは、作業者の負荷を軽減すること、ロボットとの関わりが薄かった人材でも運用すること、短期間で生産ラインを立ち上げること、生産現場を小さくすることが可能。

ているのだ。

パートナーとして作業負荷を軽減

柵なしで利用できる協働ロボットは、人の隣で今まで人が持ち上げていた重量物を運搬したり、ちょっとした不注意でケガにつながる危険な作業を代わりにこなしたりできる。つまり、作業者の負荷やリスクを軽減できる。

例えば、ファナックは射出成形機「ロボショット」を製造する工場で、同社が開発した重可搬協働ロボット「CR-35iA」を活用している(pp.42-43)。CR-35iAは、可搬質量が35kgと非常に大きい。射出成形機の生産工程の1つである、ボールねじへのベアリング部品の圧入工程において、女性作業者のパートナーとして、最大で19kgにもなる重いワークのハンドリングをこなしている。以前は男性作業者と2人で行っていた作業だったが、CR-35iAの導入により、力の弱い作業人や女性でも1人で対応できるようになった。

ドイツBMW社は、ドイツKUKA社の協働ロボット「LBR iiwa」を導入した(図3)。LBR iiwaでギア部品をユニットのベース部品にはめる工程で補助作業をさせている。もともとは作業者が約4.7kgのギアを持ち上げて、ベース部

品に入れていたという。しかし、指を挟んでケガをしたり、作業中にベース部品にぶつけてギアの歯を損傷させたりする恐れがあった。そこでBMW社は協働ロボットを導入して安全性を向上させるとともに、ギアの歯の損傷を防いで製品の品質向上を果たしている。

設置面積や導入期間などを抑制

現場を省スペース化できることも、協働ロボットの大きな利点である。従来の産業用ロボットで必要だった柵がいらなくなる分だけ、スペースを減らせるからだ。

日立アプライアンス(本社東京)はデンマークUniversal Robots社の「UR10」を、家庭用炊飯器の内蓋のセル生産で利用している(pp.44-46)。これまでも2人の作業者によるセル生産の改善を進めてきたが、さらに生産性を高めるため、協働ロボットの導入に至った。

当初、専用自動機の導入も検討したという。ただし、その場合は安全柵などの設置が必要で、生産現場のレイアウトを変更しなくてはならない。さらに、炊飯器の内蓋の組み立てでは、狭い隙間に部品を入れる工程がある。この工程は、人手では可能だが、専用自動機で再現するのは難しい。実現しようとすれば、ベース部

品に小さな部品を積み上げて製品を造るような設計に変えなければならないのだ。加えて、その小さな部品を固定するねじなどの部材費が上乘せされることになる。そこで同社は生産現場のレイアウトを大幅に変更することなく省スペースで利用でき、製品の大きな設計変更も伴わない協働ロボットを採用。これにより従来と大差ないスペースに短期間で自動化セルを構築できた。

資生堂は、人材不足への対応策として、粉末化粧品の箱詰め工程にカワダロボティクス（本社東京）の双腕型協働ロボット「NEXTAGE」を導入。従来と同等のスペースのセルで、ロボットと人が役割分担しながら働く新しい自動化の姿を模索している（pp.47-48）。

食器の片付けをサポート

協働ロボットに関心を持っているのは、何も機械や自動車、家電製品などの生産現場ばかりではない。例えば大手牛丼チェーンの吉野家

は2017年3月、ライフロボティクス（本社東京）の「CORO」を厨房に導入したと発表した。

COROは、従業員が洗浄した食器を所定の位置へと運搬してまとめる作業をこなす。従業員は接客と食器の洗浄・片付け作業を不規則に行う必要があるが、接客中にCOROが洗浄後の食器をまとめることで片付け作業が楽になり、業務を効率化できるという。

こうした今までロボットと縁がないような業界で協働ロボットが利用され始めているのは、生産現場と同様に労働人口の減少に対応する必要が出てきたという背景に加え、協働ロボットが人の近くでも安全に利用できることがある。さらに、パソコンによるティーチング（教示）やダイレクトティーチング*3の導入などによって、これまでロボットとの関わりが薄かった人でも協働ロボットを使いこなしやすくなっていることも、幅広い業種で導入検討され始めた理由と考えられる。

中小企業でも導入が進む可能性も

従来の産業用ロボットを導入してこなかった中小企業でも、省スペースでティーチングがしやすい協働ロボットの登場で、自動化が進む可能性がある。ただし、実際の導入に当たっては、さまざまな課題が浮上する。例えば、協働ロボットを利用するにはどんな治具を用意すればいいのか、ワークをどう流せば効率的なのか、といったことである。

前述のNEXTAGEを製造するカワダロボティクスは、貨幣処理機などを製造するグローリーや機械要素部品を製造するTHKと共に、協働ロボットの活用方法を模索している。特にグローリーは、実際にNEXTAGEを生産現場

*3 ダイレクトティーチング
ロボットのアームを直接手で動かし、動作の軌跡を教示する方法のこと。

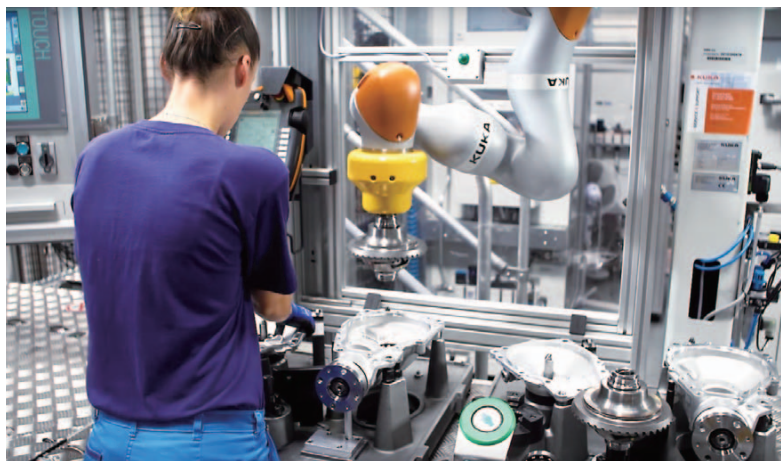


図3 ドイツBMW社が「LBR iiwa」を生産現場で利用

LBR iiwaが4.7kgのギア部品をユニットのベース部品にはめ込んでいる。以前は作業者がギアを持ち上げて、はめ込んでいた。指を挟んだり、作業中にギアの歯が損傷したりするのを防ぐため、協働ロボットを現場に導入したという。

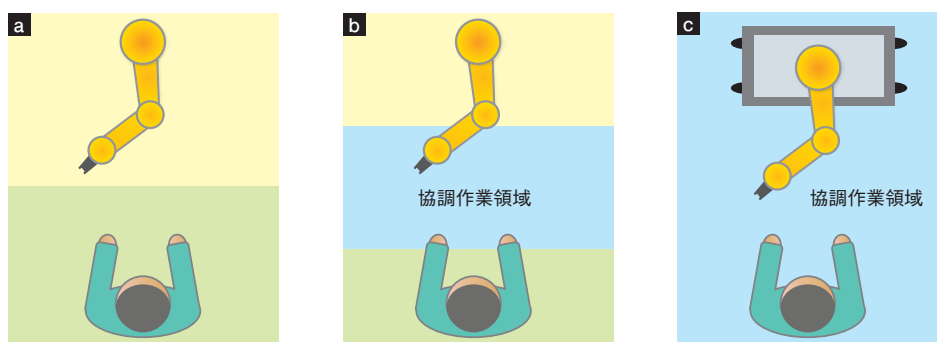


図4 協働ロボットと人間が働く領域

(a) 柵を設置しないが、協働ロボットと人間が仕事をする領域は分けられている。(b) 据え付け型の協働ロボットが人間と一部の領域で協調して仕事を進める。(c) 自律走行できる協働ロボットが、人間の領域に入り込んで仕事をする。現在は(a)が主流だが、今後(b)(c)のような活用パターンも増えていくと考えられる。

に導入しており、ノウハウの蓄積を進めている。カワダロボティクスはグローリーをシステムインテグレーターとして起用することで、協働ロボットの導入先を広げていくことを目指す。

他のロボットメーカーも導入先から得られたノウハウを利用しつつ、中小企業への協働ロボットの導入を促進させたいと考えた。「ロボットの使いこなしは難しい」といったイメージを払拭しつつ、ロボットと関わりが薄かった企業にも裾野を広げていくことを狙っている。

作業者とロボットの協調安全を模索

導入が拡大しつつある協働ロボットだが、安全柵が不要とはいえ、現状ではロボットと人の作業領域を切り分けて利用しているケースが多い(図4)。そして今後は、据え付け型の協働ロボットが人と一部の協調作業領域で仕事を進めたり、自律移動できる協働ロボットが人の作業領域に完全に入り込んで人の代わりに作業したりといった活用が期待されている。こうして人と一致協力して稼働することで初めて、協働ロボットの面目躍如といえるだろう。

ただし、人と接触する可能性が高ければ高いほど重要となるのが、安全の確保である。そこで近年、作業者とロボットの協調安全の新しい考え方として「Safety 2.0」*4が提唱されて

いる。Safety 2.0は本質安全と機能安全の考え方をベースにしたもの。その上で、作業者とロボットの境界が曖昧な状態でもセンシングや安全制御装置などを利用し、生産性を確保しながら安全も実現しようという考え方だ。

ちなみにSafety 0.0は、人の注意力に頼ってロボットとぶつからないようにすることで安全を担保するもの。Safety 1.0は、人を危険源から遠ざけたり(隔離の原則)、人が危険源に近づくと動作を止めたり(停止の原則)することで安全を担保するというものであり、「現状はSafety 1.5くらいだろう」(IDEC国際標準化・Safety 2.0推進部Safety 2.0推進グループ担当マネージャーの岡田和也氏)という。

このように、協働ロボットの登場で生産改善のあり方、安全に対する考え方が大きく変わり始めている。協働ロボットには動作が遅い、力が弱い、性能の割に価格が高いといった面はある。

しかし、導入することによる作業負荷軽減や省人化、省スペース化の実現など、工場全体、企業全体としてどれだけのメリットがあるかに目を向けて活用を考えていくべきだろう。今以上に効率的で低コストの生産を実現するために、人と協働ロボットの「二人三脚」による新たなものづくりの行方に注目が集まりそうだ。

*4 Safety 2.0

IDECや明治大学名誉教授の向殿政男氏、日経BPなどが推進する安全に対する概念。