

日立
アプライアンス

軽

短

小

炊飯器のセル生産の一部を自動化

「人手によるセル生産方式の生産性改善に限界を感じていた。この協働ロボットの導入で、生産性が高まった」(日立アプライアンス生産技術部生産技術グループ統括主任技師の柳瀬誠治氏)――。

日立アプライアンス(本社東京)は、デンマークUniversal Robots社(以下、UR社)の協働ロボット「UR10」を多賀工場(茨城県日立市)に導入した。2台のUR10を利用して、家庭用炊飯器「おひつ御膳」(型名: RZ-WS2M)の内蓋を造っている(図1)。

以前は2人の作業者がセル生産で同炊飯器の内蓋を組み立てていた。作業効率を高めるべく改善活動を繰り返してきたが、手作業での限界が見え始めた。そこで、さらに生産性の向上を目指すとともに、生産スペースを小さくするために協働ロボットを導入したという。

それまで人が作業していた現場に専用自動

機を導入すると、安全柵の設置が必要になり、生産ラインが長くなってしまふ。加えて、大きなレイアウト変更も伴うため、立ち上げに長い時間を要する。

そこで白羽の矢が立ったのが、柵なしで利用できる協働ロボットだった。従来の人によるセル生産並みの生産スペースに抑えながら、4カ月という短期間で自動化ラインを立ち上げることができた^{*1}。

3つのステーションで組み立て

組立工程を見てみよう。内蓋は、3つの組み立てステーション(ST1~3)を順次移動しながら、本体に保持ばねや保持ばねカバー、金属球、ボールカバー、蒸気口、蒸気口ロックボタンなどを組み付けて造られる(図2)。セルで利用している設備は協働ロボット以外に、ボールカバーの圧入機、ねじ締めロボット、蒸気口ロックボタ

*1

日立アプライアンスは協働ロボットの導入に際し、エリアセンサーを設置している。人がロボット周辺のエリア内に侵入すると、ロボットの動作が停止する。当初は安全柵やエリアセンサーを設けなかつたが、ロボットハンドなどが作業者の顔にぶつかる危険性を考慮した。



図1 炊飯器と内蓋

家庭用炊飯器「おひつ御膳」(型名: RZ-WS2M)の外観(a)。協働ロボット2台を用いて、この炊飯器の内蓋を組み立てている(b)。以前は人手によるセル生産だったが、生産性の向上と作業者の負担軽減を目指した。

ンを押し込む直動アクチュエーター、部品供給機などがある。

まず、ST1の協働ロボット（ロボットA）が、部材供給場所に置かれた内蓋本体を吸引ハンドでST1の作業台にセットする（図3）。次に周囲の部品供給機から保持ばねや保持ばねカバー、金属球を把持して、それぞれを内蓋本体の所定の位置に配置。その後、圧入機がボールカバーを圧入する。圧入が終わったら、ロボットAが内蓋をST2へと運ぶ。

ST2では、ねじ締めロボットが保持ばねカバーなどを内蓋本体にねじで固定する。ねじ締め後、ST3横の協働ロボット（ロボットB）が内蓋をST3に運ぶ。

ST3では、ロボットBが蒸気口ロックボタンを把持し、内蓋の装着部にセット。直動アクチュエーターで同ボタンを圧入する。圧入が終わると、ロボットBはエンドエフェクターを蒸気口ロックボタン用から蒸気口用に自動で切り替えて蒸気口を把持し、内蓋にセットする。そのまま蒸気口を軽く押さえ込みつつ、直動アクチュエーターが蒸気口ロックボタンを内蓋に対して垂直に立ち上げ、蒸気口上部にはめ込む。最後にロボットBが完成した内蓋を搬出口へと運んでいく。

当初、日立アプライアンスはST1からST3までの作業を、協働ロボットのみで完結させるつもりだったという。しかし、蒸気口ロックボタンなどの樹脂部品の圧入に大きな力が必要となるため、力が弱い協働ロボットでは作業できな



図2 内蓋を構成する部品
ボールカバーと蒸気口ロックボタンは、圧入機とアクチュエーターを用いて内蓋に圧入している。金属球と保持ばねは、それぞれのカバー下に配置。

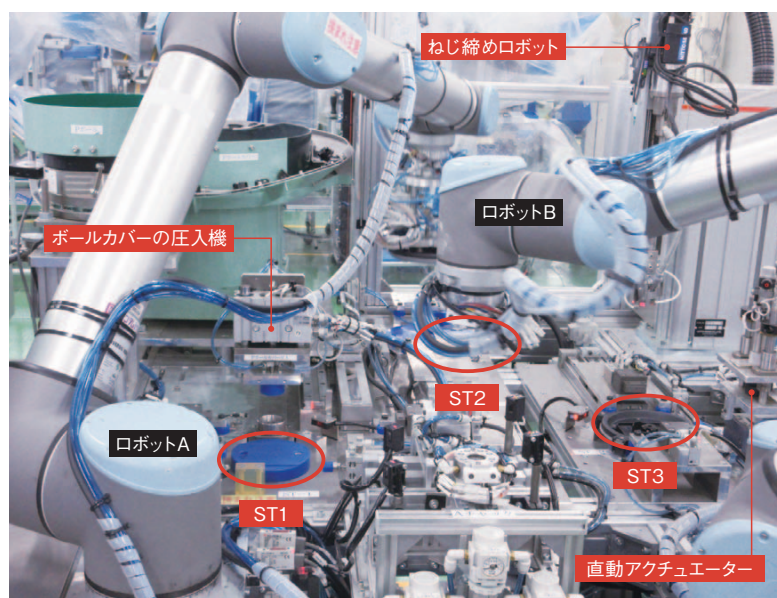


図3 協働ロボットと3つの組み立てステーション

UR10が、3つのステーション(ST)で内蓋を組み立てる。ST1では、内蓋に保持ばねや保持ばねカバー、金属球を配置するとともに、圧入機でボールカバーを圧入する。ST2でねじ締めを行い、ST3で蒸気口と蒸気口ロックボタンを圧入・装着する。ロボットAは内蓋を部材供給場所からST1に、続いて内蓋をST1からST2に運んだりする。ロボットBはST2からST3へ内蓋を運んだり、部品を組み立てたりする。

かった。そこで、前述のように圧入機や直動アクチュエーターを併用することで、今回の自動化を実現した。

協働ロボの利用に製品設計側も協力

協働ロボットを活用する上で特に難しかったのは、蒸気口を内蓋にはめ込む作業だった



図4 蒸気口の設置

蒸気口は内蓋に対して少し斜めにしながらはめ込む必要がある(a)。ロボットによるはめ込みの様子を人手で再現した(b)。このとき許される位置決め精度は0.5mm程度。(c)は内蓋の装着部に設置するための引っ掛け棒。ロボットが作業しやすいように、蓋とのつなぎ部分の角を、丸みを帯びた形状に変えた。

という(図4)。蒸気口の引っ掛け棒をはめ込む内蓋の隙間が狭いため、組み立てに高い精度が求められるからだ。蒸気口をはめ込むときに求められる位置決め精度は0.5mm程度である。UR10には約0.1mmの位置決め精度と約0.2mmの動作精度があるため、この組み立てができたという。

ただし、単純にUR10の性能だけでこの作業が実現できたわけではない。実は導入初期、協働ロボットが蒸気口の組み付け中にしばしば動作停止していた。そこで同社は、ティーチングの調整と内蓋の設計変更を行った。まず、ティーチングする時に協働ロボットの動作ポイントの位置を調整したり、動作ポイントを増やしたりした*2。「最終的に、蒸気口を入れる内蓋の周辺に4つの動作ポイントを設けた」(日立アプライアンス第一製造部の鈴木法義氏)という。

さらに、蒸気口の引っ掛け棒と内蓋をつなぐ部分の設計変更も行った。以前は、このつなぎ部分の断面形状は角張っていた。この状態で協働ロボットが蒸気口を組み付けようとすると、つなぎ部分と内蓋本体の内側面が干渉して、ロボットが停止する要因の1つになっていたという。そこでつなぎ部分の角を取って丸みを帯びた形状にすることで、スムーズな組み付け

が実現できた。こうした生産現場での改善と製品設計の変更によって、蒸気口の組み付けという課題を乗り越えた。

この他にも、保持ばねの組み立てを補助する突起物にテーパを付けるという設計変更を行っている。もともと内蓋本体に付いていた突起物の形状は直方体で、そこに人手で保持ばねの穴を合わせて押し込み、固定していた。「人の手先であれば直方体でも問題はなかった。しかし、協働ロボットは保持ばねを奥まで押し込めなかった」(鈴木氏)という。

そこで、保持ばねをうまく誘導・固定できるように突起物の上部を細く、保持ばねを固定する突起物の下部を太い等脚台形状に変えた。こうして同社は、協働ロボット導入から3カ月間にわたってティーチングの微調整や製品設計の変更などを繰り返すことで、停止しない生産ラインを作り上げた。

日立アプライアンスがこの協働ロボットによるセル生産ラインの構築に投じた費用は約1980万円。2015年3月の稼働開始から2年2ヵ月経つ2017年5月に投資回収を終えるという。同社は今後、他の製品のセル生産でも協働ロボットによる自動化ができないか検討を進めていきたいとしている。

*2 動作ポイント

協働ロボットが動作する際に通る基準点のこと。協働ロボットは動作ポイントを結ぶような軌跡を描いて動作する。