

中国で工場の自動化を考える

～人と装置の新たな関係～

後藤 康浩

亜細亜大学 都市創造学部
教授



生産現場やオフィスで「自動化」があらためて加速している。生産現場ではIoTや人工知能（AI）の導入による新次元の自動化への取り組みが進み、先進国だけでなく中国でも人手不足への対応が自動化の背中を押している。これまで自動化とは距離のあったオフィスでも「ロボティクス・プロセス・オートメーション（RPA）」が定型業務を劇的に変化させ、効率を向上させてつつある。いずれも人を排除する目的ではないものの、自動化が進めば「人のなすべき仕事」は何かをより深く考えざるを得なくなる。米中経済戦争が中国から工場やオフィスを東南アジアはじめ他地域に移転させる大潮流を産んでいるなか、自動化は途上国を含め一気に進展するだろう。自動化とは何かをあらためて考える必要がある。

広汽新能源汽车の産業園を視察

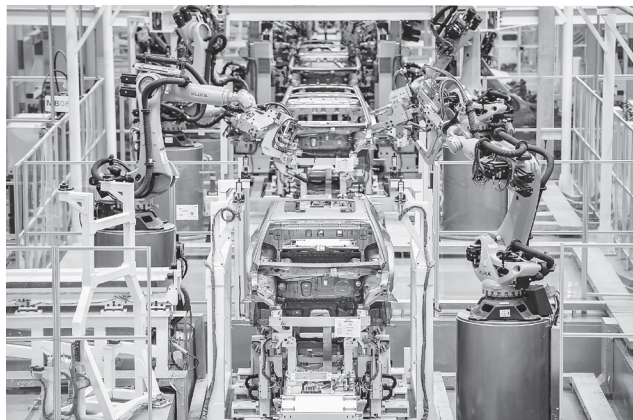
世界有数の製造業の集積地、中国・広東省広州市の南に位置する番禺区に中国の大手自動車メーカー、広州汽車グループの広汽新能源汽车が新たな産業園（インダストリアル・パーク）を今年5月に開業した。「新能源」とは新エネルギーを意味しており、この産

業園は電気自動車（EV）や水素燃料車などの研究開発、製造を担う。47万km²の敷地には工場のほか、研究開発センター、テストコースのほか、部品メーカーの開発・生産拠点なども配置される計画である。

新工場はEVを年間20万台生産する能力を持つが、まずは10万台で稼働した。真新しい工場に入ってまず驚かされたのは、工場内がLEDの照明で煌々と明るく、建屋の広い空間全体が冷房されていたことだ。外光をできるだけ取り込み、照明は必要最低限、冷房も作業者の立つ場所だけのスポット冷房といった省コスト、省エネの日本の自動車メーカーの工場からみれば、かなりぜいたくなつくりといえる。

だが、そうした空間で、溶接、塗装、組み立てなどの主要な工程で見かける作業者の数は、自動車工場とは思えないほど少ない。とりわけ「自動化率100%」と同社が誇る溶接工程では、建屋内で人をほとんど見かけない。代わりにオレンジ色の塗装がトレードマークの独KUKA社製の380台のロボットが黙々と作業をこなしている。単純なスポット溶接から車体内部の複雑な曲線の溶接まですべてロボットが担い、1つの溶接工程を終えれば次へ自動搬送されて行く。溶接工程は世界の自動車メーカーは積極的に自動化を進めている

広州汽車グループの広汽新能源汽车の産業園区（広州市番禺区）



が、サブラインで行われるドアなど他の車体部分の溶接も完全自動化され、メインラインを流れる車体と同期化されて合流していく。一般的な工場であれば、作業者が流れの調整やトラブル対応で入っているべき場所にも誰もいない。ライン内に何カ所か設けられた外観など検査工程もすべてロボットが行う。

溶接工程の人員は間接部門を含めても127人にすぎず、主な業務はロボットに作業工程を入力する「ティーチング」や装置のメンテナンス。広州汽車関係者によると、同社グループの同規模の自動車工場の溶接工程では自動化がある程度進んでいるにしてもこの規模ならば、1000～1300人の作業者がいる、という。今後、20万台まで生産を拡張してもわずかな増員で対応できる見込みだ。

塗装工程にも作業者の姿はない。最終の組み立て工程ではコンベヤの上の昇降機能付きの治具に載せられた車体に各工程で2～3人の作業者が張り付き、車体と一緒に移動しながら部品を組み付けていくが、日本の自動車工場に比べ、人の数は明らかに少ない。エンジン車に比べ、構造が単純で部品点数も少ないEVという点はあるにしても、組み立て工程でも自動化を追求する姿勢は明確だ。運転席前面の操作ボタン、シフトバーなどが搭載された通称「インパネ」は重量があるため、アームロボットやリフターで車体内部に搬入するのは当たり前だが、広汽新能源ではボルト締めなどもロボットがこなす。タイヤ取り付けやブレーキオイルなど液類の充填もロボットがこなしている。

自動化における中国自動車産業の躍進

中国の自動車産業は1980年代以降、欧米、日本、韓国など外資との合弁が基本となり、車体の設計・デザ

イン、エンジン、機能から工場のライン設計、モノづくりのやり方などすべて外資主導で進められて来た。特に日系メーカーは、「5S」の徹底などを通じた現場作業者の教育で、中国全体のモノづくりへの取り組みに革命を起こしたといえるかもしれない。広州汽車自体も1990年代に仏シトロエンと合弁を始め、その後90年代末にホンダが不振のシトロエンとの合弁工場を買い取り、広州ホンダを設立。「アコード」の本格的な一貫生産を始めて大成功、広州汽車は一気に中国の大手の一角に食い込むまで躍進した。だが、今や広州汽車、上海汽車など国有メーカーは外資との合弁部門ではなく、自社開発車が経営の最重要な部門となった。広州汽車は独自開発のSUV「トランプチ」を大ヒットさせ、米欧などでも販売を伸ばし始めている。もともとオリジナルの車を開発していた吉利汽車、BYD汽車などの民間メーカーも含め、販売・生産両面で世界最大の自動車大国である中国の自動車産業は、生産ラインの自動化への取り組みで世界の先頭に立ちつつある。広汽新能源の幹部は、番寓の工場の自動化について「すべて自前で構想し、ラインを設計し、自動化設備もロボットメーカーと共同開発したもので外資の自動車工場で参考にしたものはない」と強烈な自信を示した。筆者は、国内はもちろん世界各地で自動車工場を見ているが、自動化に関しては広汽新能源が世界の先頭に立っているのは間違いない。

2005年くらいまで、中国国内での日本を含めた外資の自動車メーカーの合弁工場は「設備コストをかけずに人手をかけたモノづくり」を志向してきた。溶接工程でも溶接機を持った作業員が車体にとりつくように溶接の火花を散らす姿が当たり前だった。人件費が安く、人を容易に雇用できた時代は「人力」が最適解だった。だが、そのような時代は10年以上前に終わった。中国は、アジアでは人件費の高い国に変質し、少子化と若年ワーカーの工場離れで、人手をかけたモノづくりは困難になっている。中国製造業は今、自動車産業が牽引車となって、試行錯誤しながら自動化を全力疾走で進めているといっている。いったん進め始めた自動化は国内だけでなく、工場進出先のアジア各国でも推進するだろう。問題は、今なおアジアでは「投資は最小限、人をできるだけ安く使う」という過去の経験にとらわれ、将来を見通した大規模な投資を嫌がる日本メーカーが、自動化において中国に大きく先行されるリスクである。

ここで付言しなければならないのは、広汽新能源の工場において、溶接ラインはKUKA、塗装ラインはスイスのABB、組み立て工程も両社のロボット中心で、



見た範囲では残念ながら工場内に日本製ロボットは1台も使われていなかったことである。KUKAは産業用ロボットでは世界第2位のドイツメーカーだが、2016年に広東省に本社を置く中国の大手家電メーカー、美的集団に買収され、その傘下に入った。北汽新能源がお膝元の広東省の美的集団の子会社であるKUKAの技術とロボットを活用したのは、国策というだけでなく気安さや自国企業の傘下という信頼感もあったのだろう。世界の先端を行く自動化工場が、日本のロボットやFA機器メーカーがほとんど関与することなく見事に稼働し、生産を通じて経験と情報を蓄積していくことは日本のロボットメーカーやユーザーの製造業にとって厳しい将来を予感させる。中国企業が日本の製造業にまったく依存せず、自動化を自己完結的につくりあげられる時代がやって来たことを認識すべきだろう。

日本の工場との対比

空調世界大手のダイキン工業。堺製作所臨海工場は昨年6月に自動化を大胆に進めた新鋭工場として稼働した。ビル用、店舗・オフィス用の中・大型のマルチエアコンの室外機を生産している。サイズや機能などの異なる室外機を混流生産しており、空調機としては世界最先端の自動化工場である。といっても、人が少ないだけで、人がいない工場ではない。メインの生産ラインには組み付けのためにそれなりの人数が配置されており、サブ・アッセンブリーラインから供給される熱交換器、コンプレッサー、外板などを組み付けていく。鋼板をサーボプレスで外板に加工する工程は完全無人化され、金型の交換などいわゆる「段取り換え」も自動で行う。空調の心臓部ともいえる熱交換器の組み立ても、アルミ製のフィンと伝熱管の接合という重要工程は自動化で品質を高めている。

組み立てラインは、人が部材を組み付けていく一般の工場と外観は変わらないが、作業者の数は少なく、人の動きも最小限。そのなかで目立つのは心臓部である熱交換器をサブラインからメインの組み立てライン上の室外機に移し替え、台座に組み付ける工程である。従来は人が重量物を持ち上げ移動させるマテハン（リフター）と呼ばれる装置を使って、手作業で誘導しながら取り付け場所に載せていた。これを単純に自動化しようとするれば、アームロボットが熱交換器を持ち上げ、一気にメインライン上の装置に取り付けるだろう。だが、数十キロ以上の重量物を持ち上げ、ハンドリングできるアームロボットは大型で場所を取り、他

の装置との干渉なども起きかねない。なにより投資コストもかかる。ダイキンの堺臨海工場ではその問題を小型のアームロボットとマテハンを組み合わせることで解決している。重量物を持ち上げることを得意とするマテハンを小型のアームロボットが誘導し、正しい取り付け位置をカメラで確認しながらはめ込むという手法。人の代わりに小型アームロボットがマテハンを誘導し、アームロボットには重さをかけないという機能分担で、投資コストとスペースの両面でメリットを出している。ロボットを擬人化し、人のように遇する日本の生産現場らしい工夫といえる。

自動化の環境要因

米中経済戦争を受け、中国からパソコン、スマートフォン、通信関連機器、そして家電などの外資製造業に加え、中国企業自身も工場を人件費の安いベトナム、ミャンマー、フィリピンなどに移転している。本欄でも何度か触れたが、中国からの工場移転は1985年のブラザ合意以降の急激な円高に対応した日本からの工場流出の潮流を上回る大規模な生産拠点の再配置になる、とみておくべきだ。台湾の電子機器メーカーは「現在、中国にある電機・電子産業の生産能力の35%が他のアジア諸国などに移転する」と分析しているという。

ブラザ合意後の日本の経験から言えば、工場流出は産業の空洞化だけでなく、移転先のアジアなどの新たな拠点で生産された製品がブーメランのように移転する前の国めがけて逆輸入されてくる。「中国は巨大市場だから内需向けでも生産拠点は維持できる」という安易な考えは通用しない。国内市場といえども輸入製品との激しい競争にさらされる。それに耐え、勝ち抜くには自動化を進化させ、工場を生まれ変わらせるしかない、という危機感が今、中国の経営者に広がっているといってお間違いない。特に自動車産業には危機感が強い。中国の自動車産業はこれまで内需中心で成長を続けて来たものの、2018年に続き今年も国内自動車販売が前年比マイナスになるのが確実な状況で、2700万台割れの可能性もある。とすれば余剰生産能力を輸出に方向転換し、ドライブをかけてくる可能性が高い。また、すでに上海汽車がタイで現地資本のCPグループと組んで、MGブランドの小型乗用車の生産・販売に乗り出し、着実に販売台数を伸ばし、一部の日本車を浸食し始めている。今後、中国の自動車メーカーは日本メーカーの金城湯池である東南アジア、インドなどに進出、独自開発車を前面に出して競争を仕掛けてくるだろう。中国メーカーの強みは今や世界最大の生

産台数を誇るEVの商品力に加え、生産ラインの自動化によるコスト競争力と高品質になるだろう。

では、日本の自動化はどうあるべきなのか？先に触れたダイキンだけでなく、日本国内の生産拠点はそれぞれ着実に自動化を進めている。ジャパン・イーエム・ソリューションズ（JEMS、旧富士通周辺機、本社：兵庫県加東市）は「国内一貫生産」を標榜する製造受託メーカーで、富士通の「らくらくホン」などのスマホや通信関連機器、ディスプレイなどを生産している。国内にはもはや数拠点しか残っていない携帯電話・スマートフォンの端末工場である。アップル、サムスン電子、ファーウェイなどスマホの巨人に正面から立ち向かうことはせず、ニッチ市場で効率的に製品を出し続けることで勝ち残って来た。チップマウンターでCPUや電子部品を基板に実装し、半田付けも自動化すること自体は世界のどの電子機器メーカーにも共通しているが異形部品の人手による差し込みや外観検査も完全自動化し、ラインのスタートから最後まで滞ることなく流れるよう工夫されている。JEMSのモノづくりの特長は春、年末など需要期が明確にあり、生産変動が大きくならざるを得ない商品を多品種少量変動生産でこなしている点にある。年間数千万台を固定ラインで作り続けるのはモノづくりでは技術的には難しくはなく、効率も高めやすい。JEMSはその対極で「月間数百台から10万台まで自在に作れる」のが強み、という。需要の大きな変動に対応しても、効率が落ちない柔軟な自動化の実例である。

日本の目指すべき姿

日本はじめ先進国市場はスマホ、パソコン、薄型テレビから冷蔵庫、洗濯機など白物家電、そして自動車まで大半の商品が市場の成熟化、飽和化に直面している。一方で、顧客ニーズは高齢化や外国人人口の増加で多様化している。小ロットの商品をいかに効率的かつ迅速につくるかが課題である。そうした手間のかかる要求に応えようとする海外メーカーがない以上、日本メーカーが国内拠点で実現していかなければならない。日本の製造業はこれまでそうした柔軟性重視のモノづくりを「1人屋台」「グループセル」など少人数完結型のセル生産で達成して来た。だが、1人で全工程をこなせる作業者は「スーパーマイスター」といった特殊な存在。未熟練の派遣の作業員によって実現するのは難しい。とすれば、日本国内で多品種少量変動生産に対応できる自動化を構築していく必要があり、それが日本製造業の自動化の方向となる。それは、ロ

ボットや自動化設備と人間が補完しながら働く生産ラインだろう。

興味深いのは、中国製造業が目指す自動化は徹底した作業員排除、つまり無人自動化に向かっていることだ。「人件費レス」とともに「人的エラー」の排除を狙う。そのためには多数のロボット導入やシステム開発など大きな固定費をかけることを厭わない。逆に日本は人と装置の組み合わせで、人件費と固定費のバランスが最適になるポイントをみつけ、収益力を高めようとする。人の柔軟性によって装置の効率を最大化する考えといえる。「トヨタ生産方式」の生みの親である故大野耐一・元トヨタ自動車工業（現トヨタ自動車）副社長が主張した「にんべんの自動化」すなわち「自動化」の概念は、半世紀を超えて新しい方向を示している。

ただ、日本製造業にとって問題は残る。日本の「多品種少量変動生産」に対応した「自動化」を装置とノウハウ、教育をシステム化してパッケージとして途上国に販売・普及、移転できるか、という問題だ。人が手法を理解し、背景にあるモノづくり思想に共鳴できなければ、日本の「自動化」を輸出するのは難しい。一方、中国の目指す「ロボットによる無人化自動化」は装置とソフトで完結し、パッケージ商品になる。广汽新能源のEV工場はそのまま東南アジアでもインドでもアフリカでも移転できるだろう。日中の自動化は進む方向が大きく異なる。ただ、ひとつ言えるのは、日本の「自動化」はどの場所に展開しても雇用を創出し、途上国の経済成長に貢献する可能性が高いことだ。中国式の自動化工場が途上国に建設されても新規雇用はあまり生まれず、ロボットのメンテナンスと新しい作業のティーチングは技術がブラックボックス化され、地元の人々には知識や技術は移転されないだろう。日本企業は中国の人を排除する「自動化」の実践を学びながら、次世代の「自動化」を編み出していかねばならない。

