

〔論 文〕

# 戦後期イギリス自動車生産システムの展開 —オースチン・モーター社におけるオートメーションと柔軟性の追求を中心に—

中 本 和 秀  
(札幌大学経営学部)

## 1. はじめに

イギリスに特殊な自動車生産システムの生成・展開・変容・挫折の過程を概観する一環として第二次世界大戦後の展開を検討する。

両大戦間期におけるイギリス自動車産業の大量生産システムの展開は、独自の流れ作業方式を強調したシステムの生成を見た。<sup>(1)</sup>

第二次大戦後、イギリス自動車企業の代表的企業のひとつであるオースチンは、柔軟性との調和を図りつつオートメーションを導入し、独自の展開を見せた。しかし1960年代後半以降、アメリカ的なシステムに接近し変容を遂げた。そして70年代から以降90年代半ばまでにそれは挫折し、消滅するに至った。<sup>(2)</sup>

本稿は、第二次世界大戦後にオートメーションの導入とともに一面で「リーン」<sup>(3)</sup>で柔軟な独自の生産システムの展開を追求したこのオースチン・モーター社の工場の生産システムの概要とそれの硬直的なシステムへの変容を、当時のいくつかの技術雑誌記事<sup>(4)</sup>に依拠して見ていく。

## 2. 1947～1957年；マーシャリング・システムとトランスファー・マシン

### 2-1. 1947年；マーシャリング・システム：オースチン・エンジン工場<sup>(5)</sup>

オースチン・モーター社は、戦争末期に工場を軍需から平時目的に転換する際、戦前末期の1939年に存在した工場レイアウトに復帰するのではなく、ロングブリッジ工場の包括的な再編成に取り組んだ。

この再編成は生産に対して3つの重要な効

果を及ぼしていた。(a) 床面積単位当たり産出量の増加、(b) 労働単位当たり産出量の増加、(c) 増大した生産のための流れを維持するために保持される準備在庫の縮小である。

これらの結果をもたらした最大の要因は、組み立てラインのコンベアにセットでエンジン部品を発給している「マーシャリング・システム（整列方式）」の採用であった。「マーシャリング・ストア（整列倉庫）」で採用されているこのシステムは、在庫回転率（stock turn-over）を高め、準備在庫（contingency stocks）の規模を縮小させた。

エンジン部門では、組み立てラインが完全に機械化された。週平均産出量はより少ない労働力で1938年の達成量をかなり上回るものとなった。改善された生産数字は3つの要因に帰せられた。機械レイアウトの改善。エンジン部品を「かたまり発給（bulk issue）」するかわりに完全なセットで発給する倉庫システム。そして倉庫発給ラインと組み立てラインの完全な機械化である。

#### 【マーシャリング・ストア（整列倉庫）】

経済的に可能な限りあらゆる部門を自足的単位にすることがオースチン・モーター社の全般的政策であった。それゆえ、エンジン部門は、すべての基幹部品（コンポーネント）を機械加工するために装備されていた。

基幹部品には2つの収納領域があった。マーシャリング・ストア（整列倉庫）と買い上げ部品倉庫である。全エンジン部品は、マーシャリング・ストアを通して組み立てラインに発給される。エンジン部門で機械加工され

た様々な基幹部品は直接的に機械加工ラインからマーシャリング・ストアに搬送される。他のすべての部品は、外部供給業者から受け取ったものであれ、この会社のもう一つの工場から受け取ったものであれ、買い上げストアに配送される。そこから特定量で特定の時間にマーシャリング・ストアにコンベアによって配送される。これは浮遊在庫 (floating stock) への投資を最小限に減らす。以前は、部品在庫の「かたまり発給 (bulk issue)」にともない作業員が毎日在庫貯蔵所へ移動し基幹部品を選び、そして自分の組み立てステーションに戻らなければならなかった。その時間の浪費を除去できたのである。

エンジン工場は5つの異なった種類のエンジンを扱っていた。乗用車用の8馬力、10馬力、12馬力、そしてトラック用エンジンである。各エンジンは、それぞれの組み立てラインをもっていた。そしてマーシャリング・ストアには、各組み立てライン向けに別々のマーシャリング・コンベアが配してあった。

オースチン・エンジン工場では、マーシャリング・ストアに保有されているエンジン機械加工職場で製造された基幹部品は、2日分であった。マーシャリング・ストアにある買い上げ基幹部品の在庫は1日分に削減されていた。経験上、機械加工ラインで生じる故障は一般に24時間以内に修理され得たからである。それ以上の在庫は買い上げストアに保有されていた。

このマーシャリング・システムを通して獲得された在庫回転率は高いものであった。エンジン部門で加工された部品は5日で1回転した。すなわち年50回転以上である。それは、原材料ストアに2日、マーシャリング・ストアに配送される前の加工に半日、マーシャリング・ストアに2日、そして組み立てとこの部門からの発送に半日である。この高率の在庫回転率を獲得できた主要因の一つは、明らかに、相対的に少量で頻繁に供給する政策である。買い上げ原材料が考慮に入れられると在庫回転率はそれほど高くはないし、買い上げ原材料在庫の緩衝在庫の数字はエンジン機

械加工職場で加工された材料についてのそれに匹敵するものではない。しかしながら、外部供給業者からのより少量でのより頻繁な供給を要求しているのがこの会社の意図であった。この点は、トヨタのシステムとの共通性を想起させられる。

機械的コンベアと結合して一組で部品を発給するこのシステムの一つの大きな優位性は、その貯蔵機能が時間・動作研究にもとづきうること、そして生産職能と同じくらいに科学的に計画されることである。例えば、さまざまな基幹部品の貯蔵場所は、各基幹部品が正しい順序で手にとれるように計画されている。実際に、各エンジンタイプの発給のために詳細な工程表が発行され、そしてストア (貯蔵所) の作業員は、刺激システムのうえで働いている。経験的に、所与の産出量に対して、組み立て部門の在庫バンク (貯まり) に「かたまり発給」するよりも少ない労働が必要とされていることを示している。週3000基のエンジンの産出量に対して、全体のマーシャリング発給は、5人の男性作業員と5人の女性作業員によって扱われている。つまり各ラインに男女一人ずつということである。

マーシャリング部署から発給された材料は洗浄部署にわたる。洗浄部署からエンジン部品の完全な一組が直接エンジン組み立てラインにわたる。各組み立てラインは、最初の組み立てコンベア、組み入れ挿入 (running in) 機械そして最終組み立てコンベアから構成されている。スラット・コンベアは分速6インチから30インチの間の速度で走るように調整されている。それは最初と最後の両組み立てで使用されている。最初の組み立ては200フィートの長さで、最終の組み立ては60フィートの長さである。最初の組み立てコンベアの始まりで、シリンダー・ブロックが下方に鉤のついた組み立て固定具におかれる。そしてそれといっしょに動く二つのバスケットが前と後ろにおかれる。これは両バスケットのなかの部品をとりやすくする。

組み立てラインは、計画されて同期化された流れ作業を実現している。10馬力エンジン

の週40時間で800基の産出量では、ステーションの空間は6フィート6インチである。そしてステーションごとのサイクル・タイムは3分と計画されている。実際には、このラインの作業はサイクル・タイムが2.7分まで減らされている。対照的に、トラック・ラインは、計画された産出量に対してより少ない作業員で間に合う。ステーションの空間は9フィートであり、サイクル・タイムはより長い。加工物が適切なステーションにそって流れていくためには各作業が完遂されるように、注意深い作業計画が必要である。実際、組み立て時間はこのようなやり方で分解され、どのラインも基礎時間は全ステーションで同じになっている。これは、もちろん、規則的な加工物の流れにとって必須のことであった。

『*Automobile Engineer*』誌によれば、将来的には、各ラインが、マーシャリング・ストアから発進して洗浄部門を通り最終組み立ての終点までたった一つのコンベアで結ばれるだろう、と予想されていた。

## 2-2. 1951年；オースチン・モーター社 ロングブリッジ工場<sup>(6)</sup>

戦後間もないころであった1951年当時、戦前価格と比較して材料費の上昇が労働費の上昇より非常に大きかった。このため、この会社の計画技師たちは、在庫をもっとも綿密に統制することと不測の事態用の在庫を可能な限り最低限に削減することを重視した。

さらなる節約は床の領域である。新組み立てラインとそれに部品を供給する貯蔵庫（ストア）は以前のラインが占めていた床面積のたった4分の1である。小さな在庫をもつことがこの会社の意識的な政策であった。しかしこの計画コンセプトから最大限の利益を引き出すには、材料供給業者からの協力を得ることがまた必要である。

この政策は二つの面で重要な優位性をもつ。第一に、貯蔵に比較的小さな領域が必要とされるだけであること。そして総床面積のより多くの比率が生産目的に利用されえること。第二に、在庫に固定される資本量が大幅

に削減されること。

このシステムを効率的に作動させるには明らかに、比較的少量で頻繁な配給が外部供給業者からされることが必要であった。このような部品在庫を最小限に抑え、外部供給業者からの頻繁な部品供給に頼る政策は、後のトヨタの政策に似ているといえよう。

次に、この新工場は、機械式コンベアが張りめぐらされた「オートマチックな」工場、という印象を抱かされる。以下がその描写である。

【組み立てへの供給】パワー・ユニット、リア・アクセル、そしてフロント・サスペンション・ユニット、そしてペイントされトリムされたボディ、これらは生産部門から組み立てラインの適切なステーションへ直接供給される。ほかの部品はセット（一組）で新工場の貯蔵エリアから支給（issue）される。この新工場には3つの組み立てトラックが設置されている。この3つのトラックは、2交代制で週80時間で4000台の乗用車を産出するように設計されている。それゆえ、完成車1台が毎1.2分ごとに産出される。一つの組み立てトラックは最低のサイクル・タイムが2.4分である。これはA40モデル組み立てにトラックが毎分6フィートで走るものである。A70モデルのトラックは、毎分4フィートで走る。したがってより長いサイクル・タイムになっている。

3つのコンベア・トラック（走路=track）が主要なサブアセンブリ（下位部分品）を生産部門から組み立てトラックへ搬送するために設置されている。フロント・サスペンションとリア・アクスルがひとつのコンベア・システム上を配送される。パワー・ユニットが二番目のコンベア上を、そしてボディが3番目のコンベア上を運ばれる。これらのシステムは正しい地点で各搭載物が自動的に適切な組み立てトラックに移されるように設計されている。

このコンベア・システムのいちじるしい特徴は、そこからの配給の仕方が組み立てトラックの動きと対応していることである。そ

の結果、さまざまなユニットがシャシーと同時に適切なステーションに届くのである。そのためにさまざまなコンベアが張りめぐらされている。

パワー・ユニットとリア・アクセルそしてフロント・サスペンションのマーシャリング・エリアへの配送は、「デュアル・デューティ」コンベアによって遂行される。マーシャリング・エリアに到着すると、搭載物は、自動的にフィーダー・コンベアからスペシャル・インデクシング (indexing) ・コンベアに移される。

【組み立て工場】本来、組み立て工場はストア・エリア (貯蔵場)、マーシャリング・エリア (配列場)、そして組み立てエリアから構成されている。それらのあいだで、ストアとマーシャリングのエリアは、小部品を2日分の供給量を保有している。それらはみなパレットで受け取られている。これらの部品はマーシャリング・エリアから一組単位 (unit sets) で発給される。すべてのシャシー建造のためのコンベア・トラックは、マーシャリング・ストアをスタートする。そしてユニット・セット (一組単位) のスラット・コンベアへの搭載は計画された順序で行われる。それで各ステーションで必要な部品は、作業員にとって最も都合の良い位置にあるようになっている。

【コントロール室】組み立て工場に付随して約16マイルのコンベア・トラックがある。これらは、電動ホイスト (巻き上げ機) や電動工具といっしょに、約1000マイルのケーブルによって結合されている。それは14000の接続回路を含み、コントロール室に直接的に接続されている。このシステムのいかなる箇所でもいかなる故障が生じて、その箇所が直ちにカラー・ボタンあるいはフラッシュ・ライトによって示される。このおかげで修正行動が直ちにとられる。

このようにこの工場は、非常に先進的な材料の自動的な運搬 (automatic conveying) と在庫の管理の技術を体現している。そしてオースチンのロングブリッジ組み立て工場

が、オートマチックなコンベアが張りめぐらされた先進的な工場であり、そのなかで、部品供給が、キット (一組) の材料を「マーシャリング」ストアから供給するという特徴をもつことがわかる。

### 2-3. 1953年；トランスファー・マシンの活用；オースチン A30 のエンジン生産<sup>(7)</sup>

1952年のオースチンとモリスの合併により「オースチンA30」のエンジンは、「モリス・マイナー」にも使用されることになった。その結果、ロングブリッジでのエンジン生産計画は2倍となった。そのための設備装備 (tooling) が必要となった。その設備装備の著しい特徴がマルチステーション・インライン・トランスファー・マシンの利用とオースチン・モーター社自社設計・製作のユニット・マシン・ヘッドの利用である。オースチン工場ではほかのどのイギリス自動車工場よりも広範囲にトランスファー・マシンが適用されていた。

この組織の全般的なトランスファー・マシニング方法の特徴は、アーチデール社 (James Archdale & Co. Ltd.) 設計製作のトランスファー・マシンと、オースチン製のユニット・マシン・ヘッドがアーチデール製のベースのトランスファー機構に連結されて使用されているところにあった。

トランスファー・マシンは、シリンダー・ブロックの機械加工のみならずクランクシャフトの機械加工にも利用されていた。これはイギリス国内の他の企業にはないことであった。

最後に、エンジン組み立ては、オースチンの標準的なやり方、つまりマーシャリング・システムにしたがっていた。つまり、エンジン部品は貯蔵庫で個々の一組に配列され (marshalled)、組み立て部署へコンベアで搬送される。その結果、作業者は必要とする部品をとるために自分のステーション (部署) を離れる必要がない。

つまりオースチンのエンジン工場では、生

産の急増に対して、エンジン部品の機械加工を広範なトランスファー・マシンの利用によって行うことによって対応していたのである。

#### 2-4. オートマチズム；オートマチック・トランスファー・マシンの出現<sup>(8)</sup>

##### 【最初のトランスファー・マシン】

1923/4年にモリス・モータース社のエンジン部門向けに建造された手動トランスファー・マシンは現代のオートマチック・トランスファー・マシンの先駆であった。

モリス・モータース社で1923年に最初にトランスファー・マシンの開発に携わったウーラード (F. G. Woollard) によれば、オートマチック・トランスファー・マシンとメカニズムは、「流れ作業生産技術から育った」「流れ作業方式の生産システムの開花したもの」であった。同社のエンジン部門における「反復的機械加工の継続的な需要」から「シリンダー・ブロックの生産のための手動式トランスファー・マシンが生まれた。」

このシリンダー・ブロック・マシンは181フィートの長さで、重量300トン、81基のモーターを採用し総馬力267馬力であった。このマシンは鋳鉄製のボックス個所は共通フレームをもち、それに両側で連続テーブルが据え付けられていた。加工対象はこのテーブル上を固定具 (fixture) から固定具へと手で締めつけられつつ移動した。加工作業はモーター駆動のヘッドによって遂行された。それはメイン・フレームに取り付けられていた。全部で53工程のステーションがあった。これらはいくつかのハンド・フィッティング、2つの洗浄作業、と検査ステーションが含まれていた。このグループ・マシンを動かすにはたった27人の作業員しか必要ではなかった。それは仕上げ工 (fitters) と検査工 (inspectors) を含めてであった。シリンダー・ブロックを完全に機械加工して、つまり組み立てトラックへ向ける準備ができた状態にするまでにかかる時間は224分であった。時間周期 (time cycle) は4分に基づいていた。

このグループ・マシンは決定的に成功であった。機械加工費用はかなり削減され、かつ作業員は「個別の」機械で作業するよりも多いかそれに匹敵する賃金を受け取った。資本費用はプラントの通常のライン以上のものではなかった。そしてこの特殊な機械はそれのために設計されたところのエンジンよりも長く生きた。その部署は最初に設置されたあとなお25年稼働した。

これに続いて2つの「グループ」マシンが建造された。1924/5年にモリス・モータース社向けにJames Archdale and Sons 社によって建造された最初のオートマチック・トランスファー・マシンである。

1つはギア・ボックス・ケーシングのためで他はフライホイールのためであった。これらはオートマチック加工対象搬送 (work transfer) と自動締めつけ機構付き (self-acting clamping mechanism) で提供された。加工対象はマシンの端で一連の固定具に搭載され、それはさまざまな作業ヘッドのもとで進んだ。すべての段階を通過した後、この加工対象は取り除かれ、固定具は搭載地点まで戻る。すべての作業は、カムシャフトによって統制されていた。それはその機械の長さだけ動いた。これらは明らかに、オートマチック・トランスファー (搬送) とクランピング (締めつけ) システム付きで提供された最初の機械であった。

それは粗鑄造物から完全なギア・ボックスを生産するために設計されたものであった。それは加工対象を自動的に、加工し、搬送し、置き、そして締めつけた。しかし「不幸にも、これらの機構は複雑すぎて、そして特に電氣的装置は信頼性がなかった。それでヘッドは個々の機械に分割されて、オートマチック・システムは放棄された。」

つまり1923/24年に手動式トランスファー・マシンが建造され、次いで1924/25年にオートマチック・トランスファー・マシンが建造された、という進化があったということである。そしてのちにオートマチックを放棄しているということである。

## 【第2次大戦後の発展】

### (1) モリスの例

「オートマチック・システム」は第2次大戦後、アメリカ合衆国で復活しフランスとイギリスがその後に続いた。イギリスにおいて建造されつつあったオートマチック・トランスファー・マシンは実質上すべて自動車産業向けであった。

多数の作業を行うオートマチック・トランスファー工場の卓越した例は、モリス・モーターズ社のコヴェントリーにあるエンジン工場に設置されたアーチデール社製の4段階マルチ・ステーション・マシンである。そこではモリス・オクスフォード車向けの、外側加工と中繰り加工のあとに続く、ギア・ボックスの鑄造物に対するすべての加工作業が行われる。

この機械は、全長約60フィートで、週44時間で750個のギア・ボックスを生産するのに13人の作業員を必要とする1ラインになった18基の標準タイプの機械に取って代わるものである。たった4人が同じ時間で80%の能率で1600個のギア・ボックスを生産するのに必要とされるだけであった。

機械は誤りがあれば自動的に停止する。そして赤信号ライトが誤りの起きたステーションを示す。全作業が連動してすべてが正常にならなければ作動できなくなっている。各ステーションには作業員向けに手動操作の安全スイッチが備わっている。つまり後に日本の「トヨタ・システム」でも強調されたような自動停止装置が備わっていたのである。

このオートマチック・トランスファー・マシンの発展は、James Archdale and Sons Ltd. とthe Nuffield Organization 特 にthe Morris Engines Branch of Morris Motors Ltd.とNuffield Tools and Gauges Ltd.との協力によって成し遂げられたものであった。

### (2) オースチンの例

ウーラードによれば、オートマチック・トランスファーは機械加工と同様に組み立てにも応用できるものであった。「組み立てラインはオートマチック・トランスファー・マシ

ンの前走者であった」という。つまりオースチンの組み立てラインが示しているようにもっとも近代的な組み立てラインは非常に高度な機械化を採用しているというのである。

ウーラードによれば、「オースチン・モーター社の乗用車組み立てプラントは、オートマチズムのもう一つの勝利」であった。ここでは、4本のコンベアが工場全体のペースを決めている。結果的に外部の供給企業すべてのペースも決めていた。このプラントは完全なオートマチック・コントロールへの大きな前進の一つを代表していた。この工場は、作業間の待ち時間を除去することによるサイクル・タイムの削減をその目標としている。そして倉庫在庫や仕掛品に固定されている運転資本を最小限まで減らすことも目標にしていた。

採用されている方法は、要求される順序にすべての基幹部品を整列させる (marshalling) こと、それらを必要とされる正しい場所に正確な時間に配給すること、そして労働者に適切な工具を提供することからなっている。これは、ジャスト・イン・タイム方式を想起させるような事柄といえる。

この工場は、多仕様大量生産を実現していた。つまり4タイプのシャシーをそれもかなりのヴァリエーションをもっているそれを扱っていた。例えば左右のハンドル、4種の異なったボディ、つまりサルーン、乗用バン、デリバリー・バン、ピック・アップ・トラックである。カラーやトリムのヴァリエーション、そしてヒーターやラジオの追加などである。

たとえば『サマーセット』あるいはA40のラインでは、週80時間で2,000台を生産したが、4つの部署があり、シャシー組み立て、シャシー塗装、給油 (oiling) そしてボディの搭載、そして第4に最終結合である。組み立てはそれぞれの基幹部品の整列領域 (marshalling area) で始まる。

全工程は、最初の部品が整列領域 (marshalling area) のトラックにおかれてから発送のために完成車が配給されるまで、

4.5時間に満たない。

こうした組み立てラインの機械化は、オースチン・モーター社の計画とエンジニアリング・スタッフが以下の契約業者との密接な協力によって達成したものであった。つまりすべてのコンベアを提供したGeo. W. King Ltd., コントロール・ギアを提供したDonovan Electrical Company, オイル供給装置を担当したC. C. Wakefield and Co. Ltd., パンチカード操作機械を担当したBritish Tabulating Machine Co. Ltd., Henry W. Peabody (Industrial) Ltd., と協力して塗料スプレイ設備を担当したCarrier Engineering Co. Ltd.である。

## 2-5. 1955年；オースチン・モーター社によるトランスファー・マシンの内製<sup>(9)</sup>

1955年の段階で、オースチンは、一定数の特殊目的機械を、つまりトランスファー・マシンを自分自身の利用のために建造していたといわれている。

## 2-6. オースチンにおけるオートメーションの発展の概要<sup>(10)</sup>

オースチン・モーター社の取締役H. J. Gravesによれば、『オートメーション』と呼ばれるオースチン社の生産の機械化の発展は、「ここ20年間続いている生産増大のための機械的な集団の自然な発展」であった。その概要を以下に叙述する。

1939年、戦前に、オースチン社の主工場ロングブリッジは週約1800台の生産に到達していた。戦時中は、同社の乗用車生産施設は軍需生産に向けられた。戦争終了とともに、同社は戦前の既存設備体制に戻さねばならなかった。そのとき、オートマチックな工作機械はもっていたが、トランスファー・マシンはなかった。

戦後の第一歩は、ひと揃いの全部品を整列させる (marshalling) ことによってエンジンとギア・ボックスとアクセルの組み立て方法を改善することであった。それはトラックのわきにビン (箱) やコンテナをおかずに行

うことであった。

### 【生産増大】

1947年に、生産は週2,700台に増大していた。そして1950年にそれは週3,000台以上に急速に増大した。新しい乗用車最終組み立て工場の計画が着手された。主工場とは地下トンネル全長1000フィートによって連結されていた。そこにはコンベアが設置され、駆動ユニット、アクセル、ボディがその新工場での最終組み立てのためにもたらされた。オートマチックな手段がユニットを搬送するのに提供された。新タイプのフロア・コンベアがその工場には設置され、4トラックで週8,000台の潜在的な生産能力があった。実際のトラック上での組み立てのための基幹部品の整列 (marshalling) は、エンジンとギア・ボックスについて用意された。そして完成した基幹部品の収納は、その工場の一方の端にある整列領域 (marshalling area) の周囲におかれた。つまりいたる所コンベアが設置され、対象物が動かされるようになった。

1952年に同社は週3,250台の生産に到達した。それからナッフィールドとの合併が行われた。これにともない生産の合理化が行われ、ナッフィールドとオースチンの両方の人気モデルのパワー・ユニットはすべて、ロングブリッジで製造されることになった。これはオースチンが週6,000基のエンジンとギア・ボックスをつまみ2タイプの各々3,000基を、戦前からもっていた同じ機械加工工場領域で製造しなければならないことを意味した。また全般的な労働力不足のためにこれを労働力のわずかの追加で成し遂げなければならなかった。同時に、製造するクルマは週4000～5000台に増加せねばならなかった。これらの施設は週80時間の操業を基礎に計画されていた。

職務の分析によって明らかに、時間の最長の要素が基幹部品の固定具からの着脱のハンドリングとローディングであることがわかった。しばしば、モノブロックの場合のように、それは作業員にとってかなりの疲労をとまなうものであった。同社が決めたのは、トラン

スファアとロータリイタイプの特種ユニット機械によってこの作業要素を減らすことであった。そこでは、基幹部品が着脱され、一方、機械は作業を続ける。トランスファー・マシンの場合は、たった1回の搭載で20～30の作業を行った。

#### 【トランスファーとロータリイ・インデクシィング・マシン】

この決定をして以来、同社は、約60余りのトランスファー・マシンと約150のロータリイ・インデクシィング・マシンを設置して、それらを操業させた。これらの機械への資本支出は数百万ポンドに上っている。しかし、トランスファー・マシンやユニット・マシンを設置するほうが、同じ生産量を実現するのに汎用的な機械を設置するよりも費用がかからないといわれた。トランスファー・マシンは、基幹部品を工程から次工程へ機械的に移動させる手段を提供し、フロアを加工物（work）から解放し、また生産労働の節約にもなった。こうしてそれは同社が生産を、週5,000台の車、8,000基のエンジンとギア・ボックスに増大するのを可能とさせた。これらの機械なしには、このような産出量を達成するのは可能ではなかったといわれた。

#### 【互換性・柔軟性】

同社は、「ユニット原理」を採用することを決定し、互換性のあるベッド（台）、ユニット・ヘッド、コラム、ベッド・エクステンションから機械を建造することにした。これは新モデルが導入される場合、あるいは設計変更がなされる場合に、スクラップされて取り替えねばならない唯一の項目は、マルチ・ヘッド、ジグ、フィクスチュアその他だけであることを意味する。主要機械は分解され、そして必要とあれば、そのユニットは新機械を形成するために再建され得るようにした。機械を分割して、新ベッド部分を追加して追加的な作業を機械のなかに挿入することも可能であった。それは同社に一定程度の柔軟性を与えた。トランスファー・マシンの利用に踏み切るときにその柔軟性を失うことを同社は最も恐れたのであった。

#### 【マーシャリング方式】

機械加工の側面に加えて、同社はまた、材料のハンドリングと組み立て、そしてエンジンとギア・ボックスの建造のための新組み立てトラックにも大いに考慮を加えている。ここでは、整列方式（marshalling method）を小さい部品向けのコンベアと、クランクシャフト、電氣的ギア、フライホイール等々の主要基幹部品の倉庫からトラック（走路）へのコンベアによる供給に採用している。これは基幹部品が作業員にとって直ちに利用できるようにしている。同時に、トラックわきの材料の在庫を排除している。

この方向での継続的な発展がロングブリッジで進んでいた。そしてかなり穏当な資本支出で簡単な方法で、全般に達成されうるよりよい材料ハンドリングの方法によって、多くの工場で材料の移動のコストを減らし、工程在庫を減らしていた。

#### 2-7. まとめ

ここまで1947年から1957年までのオースチン・モーター社の工場編成の概要を時系列でみてきたが、そこに現れた生産システムの特徴は、第1は、「マーシャリング・システム」の採用による部品供給面での工程在庫の削減といういわば「リーン」の追求であった。第2は、トランスファー・マシンの採用における「ユニット原理」によって工程変更の可能性を残す「柔軟性」の追求であった。これらは明らかにアメリカ型のデトロイト・オートメーションとは違う道を選択していたといえる。

### 3. 1958～1969年；リーンと柔軟性からの退却

#### 3-1. 1958年；オースチン・ヒーリー車ボディ生産<sup>(11)</sup>

小規模生産ではオートメーションの利用は次の例のように限界があった。

つまり、小規模生産の場合、特に「スペシャリスト・カー」の生産には、オートマチック

溶接機械は使えない。その代わりに手打ちの成型とそしてアーク溶接が行われていた。

抵抗溶接 (Resistance welding) はボディ建造の重要な部分である。そして大量生産工場の顕著な特徴は、洗練されたオートマチックな溶接機械がおびただしい鋼板パネルと下位部品 (sub-assembly) を典型的なユニット建造ボディに接合することにある。

しかし作業規模が高価で複雑な工作機械の設置をできないほど小さい場合は他の溶接方式が適用される。小規模なボディ生産では、アーク溶接が使われる。これは「スペシャリスト・カー」の工場では多く採用されている。その典型例が、「オースチン・ヒーリー」スポーツカーモデルである。それは週125ユニットを生産していた。

### 3-2. 1961年；オースチン・モーター社 レイシャフト・ギア生産<sup>(12)</sup>

Churchill Gear Machines Limited によってオースチン・モーター社向けに製造された Layshaft cluster gears を製作するオートマチック生産ラインである。

「標準的工作機械が標準的トランスファー装置によって結合されて、安価で信頼性のあるそして容易に維持できるオートマチック生産ラインを生み出し」ていた。

このラインは1958年に制作された同様のいわゆる「リンク・ライン」(Engineering, vol. 186, 1958, p. 646) の発展型である。この最新のラインの産出量は以前のものより多く、そしてオートマチック・ゲージング設備は廃棄されて検査員が「スナップ」チェックをするようにした。これは余分な削りくずが不可避免的にゲージング装置に混入してきて不必要に全生産ラインを停止させてしまうためであった。

このラインは洗浄ステーションとともに5種の異なったタイプの工作機械を統合しているが、200フィートにおよぶギア・ライン全体にわたってオートマチック・ハンドリングが、たった2つのタイプのオートマチック・マシン・ローダーと2つのタイプの機械間コ

ンベア機構の利用によって達成されていた。

機械間コンベアは、再び、標準的な2つのタイプから成っている。1つは垂直的なそして1つは水平的な軸の運びである。コンベアはすべて標準的基幹部品と部署から建設されている。そしてサービスとメンテナンスに有利さを与えている。このラインの産出量は、1時間当たり64ピースである。

### 3-3. 1961年；モリス・モーター社リア・ アクスル生産工場<sup>(13)</sup>

The British Motor Corporation (BMC) の Washwood Heath 工場は、「生産の流れ」が強調され、また「生産と外部供給業者との緊密な統合」により部品在庫の「収納」は最小限に抑えられていることが強調されている。工作機械は、「ユニット建造」(unit construction) なので、将来的に生産の仕様が変更になった場合、それに合わせて再建造できるような柔軟性を備えたものであった。

この工場の歴史は以下の通りである。

Washwood Heath 工場 (トラクターとトランスミッション部門として知られる) は、1949年に、ナッフィールド・オーガニゼーションがグループの再編成の一部として新たに導入されたナッフィールド・トラクターとナッフィールド車の全範囲のリア・アクスルとフロント・サスペンションの生産を担当することになった。

1952年に、BMC (持株会社) が設立され、オースチン・モーター社の要求を受け入れるために、Washwood Heath は実質同じ工場床面積でアクスルの生産を週3,000単位から10,000単位に拡大することを求められた。さらに1955年初めには、10,000単位という最大能力ではこの会社の需要に対応するには不十分であることが明らかになった。それで「K」ブロックと呼ばれる新工場ビルが建設された。そしてこのブロックで工場全体の生産能力を3分の1ほど増大させる生産が始まった。そしてリア・アクスルとフロント・サスペンションの産出量を週12,500単位に増加させた。1959年に、この新しいブロックはまた、

「ミニ」のフロント及びリア・サスペンションの生産を4000単位まで担うことになった。

1959年末には、BMCは年産75万台から100万台へ生産能力を拡張する計画を立て、リア・アクスルとフロント・サスペンションへの需要は再び生産能力を上回る危険が生じた。この段階で、「K」ブロックの19万平方フィートの拡張が決定された。それはこの工場の床面積をほぼ倍にするものであった。そしてリア・アクスルの全生産を統合する機会が生じた。全リア・アクスルの生産を統合することの有利さは、1万6,000単位のフロント及びリア・サスペンションを毎週生産できるということである。この工場がフル装備されたとき、この数字は2万単位になる予定であった。

### 3-4. 1962年；オースチン・モーター社トランスミッション・レイギア加工<sup>(14)</sup>

この段階ではまだ柔軟性のあるオートメーションの試みが行われてことが以下のように明らかである。

標準工作機械とオートマチック・ローディング・アンローディング機構をコンベア・システムと結合した連続生産ラインである。

この結合ライン (linked line) は、コヴェントリー所在の工作機械メーカー、ウィックマン社 (Wickman Ltd) によってオースチン・モーター社に供給されたものである。5つの標準工作機械と2つの洗浄機械がコンベア・システムによって結合されている。これはギア・カッティングの前のトランスミッション・レイギアの全旋盤加工 [丸削り] を行うために使われるものである。

この方式は、維持の容易さ、標準化されたアタッチメントとスペアそして急速な再計画の容易さの利益をあらゆる面で与えるもので、ありえる設計の変更や消費者需要の変化に生産のポテンシャルを減ずることなく対応するより大きな柔軟性を提供するものである。設計にドラスチックな変更が要求される場合、経済的にそして最小限の努力で個々の機械と結合されたユニットは撤去して再編成

され得るし、あるいは分解され得る。

### 3-5. 1963年；オースチン 1100 組み立て工場<sup>(15)</sup>

1963年1月に試験操業を始めた新車種「オースチン1100」向けのロングブリッジに建設されたCar Assembly Building No. 2あるいは「C.A.B.2.」として知られるボディ塗装兼最終組み立て工場である。新モデルのボディ収容、塗装、トリミング、そして組み立てを行う。C.A.B.2.は週2500台の生産能力をもち、全長900フィート、幅200フィートの広さで、ボディ収容区画は、組み立て工程の端にあった。

以前からの「マーシャリング・システム」の伝統を引き継いでいるが、一方、最大の新たな特徴は、「収納コンベア」の存在によって緩衝在庫に依存した生産システムになっていったことであり、そして「オートマチック・メカニカル・ハンドリング」によるオートメーションの進展がみられることである。以下の工場の概要をみておこう。

この工場の特徴は、第一は、塗装前と塗装後の300基のボディを収納する「収納コンベア (storage conveyor)」である。このコンベアは、緩衝在庫として機能し、塗装工程や仕上げ工程で何らかの理由でボディ供給が停止した場合でも復旧までのあいだ操業続行を可能にする。塗装前ボディの収容部署は、ビルディング全体の29万5000平方フィートの床面積のうち4万5000平方フィートを占めている (15.3%)。その主目的は、塗装前と塗装後のボディ・シェルのバッファー (緩衝) 在庫を提供することである。そして塗装プラントや仕上げ工程でのボディ供給における (作業) 停止を許容することである。あるいは完成車向けの他の基幹部品の産出におけるいかなる変動も許容できるようにすることであった。

第二は、塗装されたボディ・シェルを完成ボディに転換するために必要なあらゆる部品ひと揃い (キット = kit) を運ぶ「整列荷台車 = マーシャリング・トラック (marshalling

trucks)」の存在である。各ボディ仕上げラインと同期化されたコンベアがこのトラックを駆動している。

第三に、ボディはすべてオートマチック・メカニカル・ハンドリングが行われ、マニュアル・ハンドリング（つまり手作業による取扱）を不要にしていることであった。「この収容エリアと組み立てエリアの設計の基本哲学は、ボディのマニュアル・ハンドリング（つまり手作業の取扱）を不要にするということである。オートマチック・メカニカル・ハンドリングが収容区画からの配送からボディ組み立てトラックへ降ろすところまですべての段階で使われている」。

### 3-6. 1964年；オースチン1100組み立て工場<sup>(16)</sup>

ここでも「収納コンベア」の存在、マーシャリング・トラック（整列荷台車）の存在、メカニカル・ハンドリングを前提としたボディを移動させるコンベアの存在が確認される。以下はその概要である。

塗装の終わったボディは6つの並行した単一階層のトラック（走路）に収容される。それはみな一定速度のチェーン駆動タイプのもので、各約20ボディの収容能力をもっている。この6つのトラック（走路）のうち4つは単一色のボディを運ぶトラックで、残り2つは2色あつかいのためのものである。全ボディがオーバーヘッド・コンベアにつり上げられ、ボディ仕上げラインに配送される。

ボディ仕上げ部署は、2つのコンベアがあり、全長670フィートを分速4.6フィートで動く。それらのあいだにはマーシャリング・トラック（整列荷台車）のコンベアがある。また細かな部品のラック（棚）がラインに沿って置かれている。この工程のあいだ、コンベアは一定の速度で動いている。

最終組み立て工程（Car assembly operations）において、第1段階のコンベアは、131フィートの長さで、腰の高さのコンベアで分速4.8フィート、14フィート8インチのピッチで車を運ぶ。第2段階は264フィート

の長さで、分速5.1フィートで走る。ちなみにオースチン1100は、前輪駆動なのでエンジンとトランスミッションは1つのユニットになっている。

ボディが塗装プラントに入ってから第2段階のコンベアから出てくるまでの最低限の時間は、週2500台という正常の生産にもとづけば11時間19分である。

### 3-6. 1969年；コフトン・ハケット工場<sup>(17)</sup>

1969年建設のコフトン・ハケット工場（The Cofton Hackett Factory）（パワー・ユニット工場）は、以下に見るように、オートメーションの高生産性とひきかえに（ロングブリッジの60%の労働コスト）、柔軟性を失い、硬直的かつ緩衝在庫依存の高い生産体制になった。

1969年にBLMCのオースチン・モリス事業部は、新車種「オースチン・マキシ（the Austin Maxi）」に搭載されるEシリーズ1485ccエンジンを生産すると公表した。これはCシリーズ6気筒のパワー・ユニット以来この組織が初めてでがける基本的に新しいエンジンであった。関連したトランスミッションといっしょにこのエンジンを生産するために、この事業部は1600万ポンドをかけて自足的な製造単位として機能する完全に新しい工場をコフトン・ハケットに建設・装備した。それはロングブリッジの既存のオースチン・モリスの敷地に近く、29万7000平方フィートの床面積を擁するものであった。

この工場は作業員が2交代で、週5500基のパワー・ユニットを生産する能力をもったプラントとして設計された。作業員は出来高制ではなく固定給で支払われることになった。オートメーションが工場全体に高度に適用され、したがって生産性は極めて高い。おおよそロングブリッジの同等のパワー・ユニットの60%の労働費であるとされた。

オートメーションすなわち自動化された作業工程が以下に見るように、広範囲に展開された。まず、大半の機械は常に監視する必要はなく、オートマチック・ハンドリング設備

によって前工程と後工程に結合されていた。一定の標準を維持するために採用されている検査手続きに加えて、許容誤差を監視するために一定数のオートマチック・ゲー징ング・ステーションが機械加工ラインのなかでに組み込まれていた。オートメーションは金屑除去部署にも組み込まれていた。熱処理部署、収納、そして組み立てラインにおいてもオートマチック設備の拡張的な利用が行われていた。

次に、この工場は、連続工程が一部の機械の故障などで停止する場合に備えた緩衝在庫を膨らませた。すなわち、コンベアの収容能力がフルに活用された。このシステムではおよそ1.5日分の必要量に匹敵するかなりの量の基幹部品を保持していた。加えて、機械化された収容ユニットが生産ラインに組み込まれており、それである機械の偶発的な失敗は生産に影響を与えないようになっているといわれた。

### 3-7. まとめ

1963年のオースチン1100の工場から明らかに、収納コンベアによって、緩衝在庫を置く体制が変わって「リーン」性を失っていることが確認される。

1969年のコフトン・ハケット工場では、専用のオートメーションが装備され、高生産性と引き換えに柔軟性を失っている。

## 4. おわりに

大戦直後の物資不足の状況下で、原材料価格の上昇が相対的に大きかった、つまり原材料物資が希少資源であった1940年代末から50年代初め、オースチン・モーター社は、可能な限り部品在庫を圧縮する政策をとり、外部供給業者にも比較的少量で頻繁な部品材料の供給を求めた。それは、組み立てラインへの部品供給に「マーチャリング・システム」を採用し、部品供給の無駄と欠品を防ぐことであった。そうして準備在庫を圧縮して在庫回転率を高め、限られた資源で最大限の増産に努めようとしたものであった。

これは、後のトヨタなど日本企業が実現したムダを省く「リーン」なシステムに外面上は類似するシステムであった。

増産=大量生産には、オートメーションが積極的に採用されたが、それは、「ユニット原理」に基づいて互換性のあるユニットからトランスファー・マシンを建造するもので、新車種へ生産が変更される時には再利用できる「柔軟性」を追求していた。

このような「リーン」で柔軟なオートメーション指向の潮目が変わったのは、1963年頃からであった。

新車種向けに建設された専用の新工場では、マーチャリング・システムの伝統は引き継がれたが、一方、「収納コンベア」によって緩衝在庫を保持して、何らかの事由で基幹部品の供給が一時的に停止されても生産を続けるような体制を構築して、増産に努めるようになった。いわばバッファー依存の生産システムへの変質であった。その背景には1960年代になって頻発し始めたストライキへの対処があったと想像される。

1969年には新設された新車種専用エンジン工場では、専用の広範なオートメーションを採用して、柔軟性とひきかえに高生産が追求された。賃金は出来高給から固定給が変わった。この動きは、本稿では実証していないが、オースチンとモリスが合併して形成されたBMCの後継で同社がレイランド・モーター社と1968年に合併して成立したBLMCにおいて、60年代末から70年代にかけて英フォード社の人材を引き抜きつつ遂行することになるアメリカ化（フォード化）、あるいは「後れ馳せのフォーディズムへの移行（belated shift to Fordism）」<sup>(18)</sup>の兆しであった。

## 注

- (1) 拙稿「イギリス自動車産業の大量生産システム形成-1920年代のモリス・モータース社を中心に-」『経営史学』第38巻第3号2003年、拙稿「イギリス自動車産業の大量生産システム形成(続)-モリス・モータース社の組み立て工場の発展-」『経済と経営』(札幌大学)第37巻第2号2007年
- (2) Jonathan Zeitlin, 'Reconciling Automation and Flexibility? : Technology and Production in the Postwar British Motor Vehicle Industry', *Enterprise & Society*, 1 (March 2000) .
- (3) D. Roos, P. Womack, and D. Jones, *The Machine That Changed The World*, MacMillan, 1990. ジェームズ・P・ウォマック他編沢田博訳『リーン生産方式が世界の自動車産業をこう変える。』経済界1990年
- (4) 参照したのは、以下の雑誌である。  
*Automobile Engineer*  
*Engineering*  
*Institution of Production Engineers' Journal (IPEJ)*  
*Journal of the Institution of Production Engineers (JIPE)*
- (5) 'Engine Assembly : The System and Layout Employed by the Austin Motor Co. Ltd.' , *Automobile Engineer*, March 1947 pp.90-97.
- (6) 'Car Assembly: An Important Development at the Longbridge Works of The Austin Motor Company Ltd.', *Automobile Engineer*, September 1951, pp. 329-335.
- (7) 'Small Car Production:The Manufacture of Engines and Transmissions for the Austin A30', *Automobile Engineer*, March 1953.
- (8) Frank G. Woollard, 'The Advent of Automatic Transfer Machines and Mechanisms' *Journal of the Institution of Production Engineers (JIPE)* 32 (1953) , pp.18-30
- (9) P. Bezier, 'Automatic Transfer Machines' , *Institution of Production Engineers' Journal (IPEJ)* 34, (1955)
- (10) H. J. Graves 'An Outline of B. M. C. Development in the Field of Automation' , *Institution of Production Engineers Journal (IPEJ)* 36 (1957) , pp. 18-19.
- (11) 'Welding Austin-Healey Car Bodies : Production Methods at the West Bromwich Works of Jensen Motors Ltd.', *Automobile Engineer*, March 1958
- (12) 'Layshaft Gears Produced Automatically', *Engineering* 31 March 1961, pp.458-459
- (13) 'Planning in a Complex Growth Industry : The highly intricate production planning and engineering in the automotive industry are complicated further by the fact that this is both a growth and, to some degree, a fashion industry', *Engineering*, 10 November 1961, pp.620-621.
- (14) 'Machining Laygear Forgings : Automatically Operating Linked Line of Five Standard Machine Tools; And Two Washing Units Built by Wickman Ltd. For the Austin Plant', *Automobile Engineer*, March 1962, p.115-117.
- (15) 'Austin Car Assembly :Details of the Body Storage and Assembly Operations of the Austin 1100, Part 1: Storage of Pre-Painted Bodies', *Automobile Engineer*, June 1964, pp. 294-298.
- (16) 'Austin Car Assembly:Details of the Body Storage and Assembly Operations of the Austin 1100:Part 2: From Body Painting to the Assembly of Complete Cars', *Automobile Engineer*, July 1964, pp. 324-333.

- (17) 'The Cofton Hackett Factory: Engines and transmission units of the type installed in the Austin Maxi are produced by the most up-to-date methods in a new factory specifically designed for this purpose' *Automobile Engineer*, May 1969, pp.190-197.
- (18) Wayne Lewchuk, *American technology and the British vehicle industry*, Cambridge University Press, 1987, p. 214.