

日本の中小製造業とIndustry4.0： 研究動向と今後の課題

Japanese SMEs and Industry4.0:
Research trends and future issues

寺澤 朝子*, 弘中 史子**

Asako TERAZAWA and Chikako HIRONAKA

1. はじめに

ドイツで始まった第4次産業革命の取り組み（Industry4.0）が2021年でちょうど10年を迎えた。当時のドイツ政府は、高度技術戦略を掲げ、スマート工場を実現させ、新しい価値やビジネスモデルの創出を目指していた。スマート工場とは、製造設備がお互いにつながり、人の介在なくして、部品手配や製造工程の最適化を行える次世代工場である。

一方、日本政府は、2017年3月に目指すべき産業の在り方として、「Connected Industries」を進めていくと宣言している。Industry4.0にて、ビッグデータ、AIを使う基礎技術の整備が進み、それらの技術を活用して「もの×もの」「企業×企業」「人間×人間」「生産×消費」などさまざまなつながりを通じた社会の発展、いわゆる「Society5.0（超スマート社会）」を目指している。

しかしながら、日本の製造業、とりわけ中小企業はデジタル化が遅れていると指摘されている。2018年度版の『中小企業白書』においても、先端技術を用いた戦略的なIT（情報技術）活用の企画検討体制が社内にあるかという質問に対して、明示的な企画・検討体制を有する中小企業は大企業が26.4%であるのに対し、10.8%にとどまっている。

本稿の目的は、今後の日本の中小製造業、特に自動車産業を対象としてその生産現場を強化するための方策を探るために、Industry4.0と製造業にかかわる既存研究をレビューすることにある。Industry4.0に関する概念を分類し、豊富な既存研究が蓄

*経営総合学科－組織行動論

Department of Management Synthesis－Organizational Behavior

**中京大学総合政策学部－技術マネジメント

School of Policy Studies, Chukyo University－Management of Technology

積されているリーン生産との関連性をレビューした上で、中小企業におけるIndustry4.0の国内外の動向に着目する。最後に、今後の研究の焦点とすべき課題を提示したい。

2. Industry4.0と製造業に関する研究

Industry4.0の定義と概念説明については100以上あり、ひとつに定めるのは難しいが、ここでいくつか挙げてみよう (Moeuf, et al., 2017)。Trappy et al. (2016) は、「Industry4.0とは、IoT、クラウドコンピューティング、ビッグデータのような技術や技能を利用した戦略的知性の要素を兼ね備えた製造を可能にする一般的なコンセプトである」と定義している。また、Schumacher, et al. (2016) は、「Industry4.0とは近年の技術進歩に言及したもので、インターネットとそれを支える技術（システムを含む）が、物理的な対象や人間、情報処理機能を持つ機械、製造ラインやプロセスを統合するためのバックボーンとして機能することであり、そこでは、ネットワーク化された情報処理、アジャイルなバリューチェーンという新しい形態が組織の境界を越えて実現する」と主張している。Moeuf, et al. (2017) は、自らの研究において「製造フローのリアルタイムな同期化ができるようにすることで、生産の統合とカスタマイズを可能にする製造プロセスをコントロールするための新しいアプローチ」の定義を採用している。

このように多様な定義があるIndustry4.0の概念に関し、我々が調べた文献においてほぼ共通して取り上げられていたのは、Industry4.0で扱うべき技術（Industry4.0を実現する手法・技術）と、対応段階（産業プロセスの管理能力）およびIndustry4.0の評価指標の3つであった。それらの概略を示していきたい。

1) 9つの柱

我々の文献調査からは、Rubmann et al. (2015) が、Industry4.0の技術を9つの柱として整理しており、他の多くの文献もその分類を引用していることが分かった (Hansenn and Bogh, 2021; Moeuf, et al., 2017; Ciano, et al., 2021)。その9つとは、①ビッグデータと分析手法、②シミュレーション、③自律的ロボット、④IoT、⑤サイバーフィジカル融合システム、⑥クラウドコンピューティング、⑦仮想現実、⑧M2Mコミュニケーション、⑨サイバーセキュリティ、である。

Moeuf, et al. (2017) や他の文献を参考にして、9つの技術および手法をここで概説しておこう。

①ビッグデータと分析手法

現在、大量の製造データを活用するための数多くの手法と技術が希望すれば入手できるようになっている。大量のデータを加工することで、製造計画と制御に関する多くの挑戦が可能になっている。

②シミュレーション

異なったタイプのコンピュータを統合することで、管理者や設計者は生産システムのあらゆる側面のパフォーマンスをシミュレーションできるようになっている。仕組み、現象などのモデル化は、すべての産業プロセスと機械操作の最適化を可能にする。

③自律的ロボット

ロボットや埋め込まれたセンサー技術は、ますます柔軟で、通信可能で、連携可能になっている。製品との連結や人の適切な協働メカニズムは、いずれバッチサイズを1つに減らしても手ごろな価格で生産できることを可能にするであろう。

④IoT

さまざまなものがインターネットとつながることである。IoT機器からサーバーに蓄積されるデータによって、リアルタイムに製造やシステムの状態をモニターすることができ、意思決定の分散化を促進することが可能になる。

⑤サイバーフィジカル融合システム

これらのメカニズムは、システムとユーザーを直接統合するアルゴリズムを通して、コントロールとモニタリングを行うことである。現実の世界の情報をサイバー空間に反映して、検討できるようになり、環境情報との相互作用によって、新たなニーズに対応できるよう部品や型の変更を行えるようになる。

⑥クラウドコンピューティング

クラウドコンピューティングとは、ユーザーがインターネットなどのネットワークを経由して利用するコンピューターシステムのことで、今はミリ秒単位で大量のデータ通信が可能になり、データやアプリケーションがどこでも、いつでも、どの端末からでも可能になっている。

⑦仮想現実

スマートグラスや、AR（Augmented Reality）やVR（Virtual Reality）技術は次第に製造現場で活用されるようになるであろう。そうなれば、ハードウェア・オペレーションシステム・アプリケーションなどで決まる総合的な作業環境をシミュレートし、設計や製造プロセスの能力を拡大することに活用されるであろう。

⑧M2Mコミュニケーション

機械同士がつながって制御するマシンtoマシンコミュニケーションは、そのコミュニケーション技術が増加する自律的機械とともに急速に成長している。スタンダードなプロトコルに基づくコミュニケーション様式が、産業組織における自律的マネジメントを可能にするであろう。

⑨サイバーセキュリティ

ネットワークを通じてシステムに不正に侵入してデータを搾取したり、データの改ざん・破壊などを行うサイバー攻撃から機器やデータを守るために十分な対策を行う必要がある。Industry4.0を戦略的に展開するために多くのコミュニケーションチャネルを確保し、ネットワークのパフォーマンスを落とさないようにすることが重要である。

なお、Industry4.0の技術をさらに詳細に16個に分類した論者もいる（Rossini, et al., 2019）。そこで挙げられた技術も合わせて下記に列挙する。

- ・自動化された製造ラインにおけるロボットステーション
- ・作業単位のRFIDタグ（媒体に記憶された人やモノの個別情報を無線通信によって読み書きをおこなう自動認識システム）
- ・スマートフォンやタブレットによるリアルタイム探知
- ・デジタルインターフェイスやセンサー付きの機械
- ・拡張現実（AR）
- ・クラウドコンピューティングシステム
- ・サプライヤーや顧客とのリアルタイムデータ共有によるコラボレーション
- ・リアルタイムモニタリングによる予測的メンテナンス
- ・AIと機械学習アルゴリズム
- ・製造プロセス自律的マネジメント
- ・センサーを使わないデジタル自動化
- ・製品や製造状況を特定するセンサー
- ・統合されたエンジニアリングシステム
- ・付加的製造技術，短期間でのプロトタイプ制作や3Dプリンティング
- ・ビッグデータ
- ・IoT

2) 4つの対応段階（能力レベル）

続いて、Industry4.0を展開する産業プロセスにおける管理能力の対応を段階的に示したい。Porter and Heppelmann (2014) は、Harvard Business ReviewのIoT特集において、スマートでコネクタされた製造が、市場競争の在り方を変えると主張し、IoTが製造における全く新しい組み合わせを可能にすると述べている。その4つの分野が、モニタリング，コントロール，最適化，自律性である。それぞれの分野は次の段階に行くための準備になっている。たとえば、モニタリング能力は製造のコントロール，最適化，自律性のために必要な基盤になるのである。Rossini, et al.

(2020) もまた、Industry4.0における同様の4つの能力レベルを提示している。

第1段階は、モニタリングである。製造業においては製造ライン等に各種センサーを取り付けることで、モニタリングすることが可能になる。たとえば、生産システムのさまざまな要素の情報が変化したり、達成すべき業績との乖離が生まれたときに、警告を発してくれる。モニタリング機能はまた、意思決定を明確に行うために利用される過去のデータ分析のかたちをとることもある。

第2段階は、コントロールすなわち制御である。ソフトウェアが内蔵された機器やインターネットにつながった機器を遠隔で操作し、一定の閾値を超えたら稼働を開始したり、止めたりすることができる。それゆえ、この制御については、人とシステムとの相互作用を要求する。

第3段階は、最適化である。気温や湿度のデータをもとに、材料の投入量を自動で微調整することなどで、過去の不良の発生原因を機械学習でモデル化し、与えられた条件下で最適なふるまいをするように指示が出され、実行される。これによって製造パフォーマンスが向上するだけでなく、修理が必要な場合などを予測することも可能になる。さらに、バリューチェーンにかかわる関係者全体を同期化することで、ローカルで特定の場所だけでなく、パートナーを含んだネットワーク全体のパフォーマンスをより向上させることも可能となる。

第4段階が自律性である。高い自律性を備えた製品は、自らの稼働状況と与えられた環境に関するデータをもとに、モデルを常に更新させる。サプライチェーン全体をIoTプラットフォームでつなぐことで、製品の需要を予測した結果から在庫量の最適化や製造ラインの稼働計画・原材料の調達量を算出して、前後の製造ラインを適切に自動的にコントロールする。

3) Industry4.0の評価指標

ここでは、Industry4.0に関して、特に製造業における評価指標として検討すべき項目を5つ挙げたい。その5つとは、「柔軟性」「コスト削減」「生産性向上」「品質向上」「リードタイム短縮」である。Moeuf, et al. (2017) は、Industry4.0に係る中小製造業に関する研究論文を23本調べ、上記の5つの項目に関して、どのような言及があったかを整理している。この5つの項目は、特に中小企業にとって望ましい改善の方向性であることは、Raymond (2005)やBayo-Moriones, et al. (2013) が明らかにしている。

以上のIndustry4.0に関する分析枠組みを整理した図が、Moeuf, et al. (2017) によって提示されている。

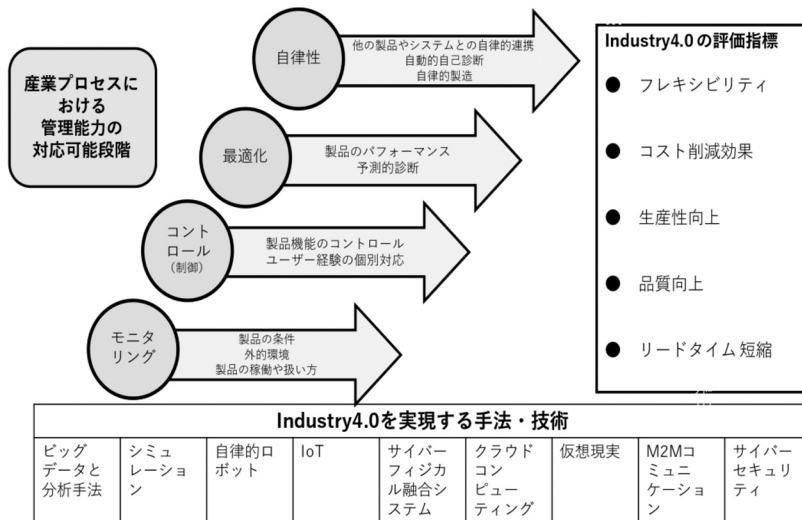


図1 Industry 4.0の分析フレームワーク (Moeuf, et al., 2017より)

3. リーン生産に着目した研究

最初に述べたように、我々は、日本の製造業においてIndustry 4.0の技術をいかに導入できるのかを解明したいと考えている。これまでの研究をレビューしたところ、海外においてIndustry 4.0は、リーン生産との関連で考察されている研究が多いということが分かった。ここでは、そのいくつかを紹介する。

リーン生産はトヨタ生産方式 (TPS) をはじめ、日本の自動車産業で実践しているサプライチェーンも含めた製造を体系化した試みである。Sanders et al. (2016) では、Industry 4.0とリーン生産の関係とともに、Industry 4.0がリーン生産をする上で有用であるかどうかを分析している。Shah and Ward (2007) が提示したリーン生産様式を構成する10の要素 (①サプライヤーへのフィードバック, ②JIT納入, ③サプライヤーの育成, ④顧客の関与, ⑤カンバン方式, ⑥連続した流れ, ⑦段取りの短縮, ⑧総合的設備管理, ⑨統計的工程管理, ⑩従業員の関与) に基づき、Industry 4.0がそれぞれの要素にどのように貢献できるかを示している。

Buer et al. (2018) は、リーン生産とIndustry 4.0の既存研究について体系的なレビューを展開し、4つの研究の流れがあると整理している。第一が、Industry 4.0の技術はリーン生産の実施を促進するという研究、第二が、リーン生産システムが確立しているとIndustry 4.0の実施が進展するという研究、第三が、Industry 4.0とリーン生産の統合がパフォーマンスに与える影響に関する研究、第四が、Industry 4.0とリーン生産を統合する上で環境要因 (たとえば企業の規模や、生産ロットの大きさなど) が影響を与えることに着目した研究である。第一の研究と第三の研究のタイプは

多いが、第二の研究は一本しかなく、第四の研究はまったくなされてないと指摘している。

Piccarozzi et al. (2018)においても、体系的なレビューが行われ、最終的に68本の論文が選択されている。そのレビューから2014年を過ぎると急激に論文が増加していること、様々な誌面で掲載されていること、ドイツ出身の著者が多いことなどを明らかにしている。また、とりあげられている課題として、生産方法、ビジネス・モデル、戦略、Industry4.0のインパクトと成果、人的資源、中小企業、サプライチェーン、サステナビリティ、情報システム、ソーシャル・イノベーションがあることを指摘し、その中で生産方法に関する課題が最も多いと指摘している。

Rossini et al. (2019) は、まず既存研究でIndustry4.0の技術として具体的にどのようなものを取り上げられているかを整理している。そこでは先述したようにAR（拡張現実）技術や、ビッグデータ、IoTなどがとりあげられているという。そしてIndustry4.0の技術導入と、リーン生産導入の関係を118社のヨーロッパの製造業を対象に調査している。そして、リーン生産を導入するほうがIndustry4.0を実施するよりもパフォーマンスを高めること、リーン生産を導入していないヨーロッパの企業は、Industry4.0もあまり取り組んでいないこと、企業規模別にみれば、大企業の方がリーン生産もIndustry4.0も導入していることを明らかにしている。

Ciano et al.(2021)では、Industry4.0の技術とリーン生産の関係性について、イタリアの8社にインタビュー調査を行い、まず、6つの分野でのリーン生産の実践が、Industry4.0にどのような効果をもたらすかを示した。6つの分野とは、製造設備とプロセス、現場の管理、労務管理、新製品開発、取引先との関係、顧客との関係で、このうち顧客との関係と新製品開発では、直接的な影響は見られなかったものの、概ねリーン生産で目指すところは、Industry4.0の技術で可能であり、具体的には柔軟性や迅速性、情報共有、コスト削減や在庫削減などが可能になるとしている。

また先述したIndustry4.0の9つの柱の技術に基づき、それらがリーン生産をどのように促進するかを分析している。クラウドとサイバーセキュリティでは関係がみられなかったものの、他の柱では、リーン生産の原則・テクニックとの関連が観察された。

Rossini et al. (2021) は、リーン生産とデジタル・トランスフォーメーションを含むIndustry4.0を扱った論文が多いこと、そしてリーン生産がパフォーマンスの改善に役立つことが既存研究で指摘されたと記述している。その上で、彼らは、ヨーロッパの19社を対象に実証研究を行い、2つのデジタル化のパターンを見出している。まずShah and Ward (2007) の研究にしたがって、19社にリーン生産のレベルについて自己評価してもらった上で、統計的手法により2タイプに分類する。さらに、二次情報や観察・インタビュー等を組み合わせたデータを追加して分析をし、導入して

いるIndustry4.0技術，重点をおいている導入分野，投資の大きさ，社員への影響・関与について比較している。その結果，これらのタイプではデジタル化のパターンが異なることを明らかにしている。

リーン生産が進んでいるA群では，Industry4.0の技術は最近導入されており，モニタリングとコントロールのレベルにとどまっている。一つ一つの導入プロセスが漸進的に進められており，最適化や自動化までには時間がかかると考えられる。そしてA群では，Industry4.0は新技術を導入する機会ではなく，むしろリーン生産を促進する道具として捉えられている。しかしながら，社員のIndustry4.0への関与が大きく，継続的にカイゼンが進められており，持続的にデジタル化を進めていくパターンといえる。

一方で，リーン生産があまり進んでいないB群の場合，多くの企業では導入している技術はA群と変わらず，IoTなども多い。しかしながら一部の企業は，先端的な最適化や自動化レベルまで進んでいる。大がかりかつ急激にトップダウン的にデジタル化が進められており，分断的なデジタル化のパターンだといえる。

以上のように，既存研究ではリーン生産とIndustry4.0を結びつけて分析し，リーン生産の要素・概念とIndustry4.0の具体的な技術との関係を議論し，事例調査やアンケート調査を通じて実証的に明らかにしようとしている。

ここで着目したいのは次の二点である。第一に，ヨーロッパの企業を中心にした研究が多い点である。Industry4.0がドイツで提唱されていることが影響していると考えられる。また，論文の著者もドイツ出身者が多く，日本の製造業とIndustry4.0に関する研究がほぼ言及されていないという点である。リーン生産のルーツが日本の自動車産業にあることを考えれば，やや意外な結果である。

第二に，リーン生産を扱っているにも関わらず，人的・組織的な要因，たとえば従業員の役割・関与や育成などを中心に扱っている研究はほぼみられない。

Piccarozzi et al. (2018) の分類では人的資源に関する研究は9%，Buer et. al (2018) によるIndustry4.0へのインパクトについての分類ではヒトとチームワークを扱った論文は1本である。そもそも，Rossini et al. (2021) やBuer et. al (2018) をはじめ様々な論文で引用されているShah and Ward (2007) の研究では，従業員の関与はリーン生産を構成する単なる要素のひとつとして扱われており，それも影響していると考えられる。

しかしながら，トヨタ生産方式の生みの親とされる大野耐一の著書では，人間の知恵，チームワークがかなり重視されている（大野，1978）。Shah and Ward (2007) では，リーン生産はトヨタ生産方式の代名詞として使われていること，大野の経験をもとに発展した生産システムであると指摘されており，リーン生産の人的・組織的要因とIndustry4.0に関する研究は非常に重要であると考えられる。

4. 中小製造業とIndustry4.0への対応に関する研究

中小製造業とIndustry4.0に関する研究は限られているが、日本政策金融公庫が、2020年に実施した、従業員が原則20人未満の企業1万社を対象にした「全国中小企業動向調査・小企業編」の調査によると、IoTを活用している企業の割合は4.4%であった。また、IoT、ロボット、AI、ビッグデータの4つの技術のうち、1つ以上「利用している」と回答した企業に利用上の課題をたずねたところ、半数近くが「十分につかひこなせていない」とこたえ、3割以上が「運用にかかる費用が高い」と答えている。

しかしながら同様に利用している企業にその効果をたずねたところ、「予想以上の効果があった」企業が14.2%、「予想通りの効果があった」企業が59.8%あったことから、あわせて74%の企業が、導入した結果ポジティブな効果が得られていることも分かっている。その鍵となっているのが、経営者が自ら果敢に先端技術の導入に挑んでいることであった（日本政策金融公庫総合研究所，2021）。

また、山崎（2021）は、上記の調査から、先端技術を導入する十分な目的意識があるかどうかはその成否に大きな影響を与えているとしている。目的意識のパターンとして、3つ挙げられている。1つ目は、新規事業の創出であり、これまでにないビジネスモデルの構築を目指すケースである。2つ目が、既存事業の高付加価値化であり、販売単位当たりの収益性を高め、企業活動の生産性を向上させることであり、さまざまなアプローチが考えられる。3つ目が既存事業の効率化であり、時間、労力、費用などを削減するために最先端技術を導入するケースである。

さらに佐々木（2021）は中小企業におけるAIの活用について考察し、その活用方法を3つに分類している。1つ目が「従業員の支援・代替」であり、人間には困難な業務、単純だがなくてはならない業務、ミスが許されない業務をAIに行わせる意図を持った活用である。2つ目は「従来難しかった見える化の実現」である。AIは画像認識や自然言語処理に優れているため、従来のICTでは把握できなかった、仕事の成果や問題点をつまびらかにすることができる。3つ目が「新ビジネスの展開」であり、AIを利用した製品やサービスを開発して新しいビジネスにすることである。AIを利用する製品の多くは大企業によるものだが、特定の分野や用途に特化したものであれば、中小企業でも開発可能である。

先ほどの調査でも明らかであるが、中小企業は大企業ほどIndustry4.0に向けた取り組みは進んでいない。しかしながら、先端技術の活用に向けた企業間連携を行っている企業は連携を行っていない企業よりも従業員1名あたり売上高の平均が高かった。Shin（2017）は韓国の40社の中小企業にインタビュー調査を行った結果、先端技術の導入に関しては、20社は肯定的、20社は否定的であることが分かった。この研究

から韓国の中小企業が、IoTを含む先端技術によるイノベーションをより深く理解し、どのようにすれば、製造に活用でき、市場開拓できるのかを理解すべきであると主張している。さらに、中小企業白書（2018）によると、先進的なIT利活用として、AI、ビッグデータ、IoT、RPAのうちの少なくとも1つ以上を活用している中小企業はまだ全体の1割程度であるが、それらの企業は未利活用企業よりも、売上高と経常利益額が増加傾向になる割合が高く、3年前と比べた労働生産性も向上している割合が高かった。

上記の先行研究から、中小企業がIndustry4.0による市場競争に「経営者自身の最先端技術への導入に積極的な態度」を持ち、「先端技術を扱える人材を採用もしくは育成」し、「導入の費用を抑える」ことができれば、かなり良い成果を得られる可能性が高いことが分かる。

Moeuf, et al. (2017) の主張するようにIndustry4.0の時代は、中小企業の生産計画とコントロール（制御）に新たな変化をもたらしている。その一方で活用されている技術や実施方法については、低コストでそれほど革新的な技術でないこともわかった。つまり、図1で言及したようなM2Mコミュニケーション、ビッグデータ、自律的ロボットなどは、中小企業ではまだ取り扱われておらず、日本でも海外においても、中小企業は同様の環境条件で、Industry4.0の導入を模索していることが明らかになったと言えよう。

5. 日本の中小製造業のIndustry4.0進展に向けて

本稿でレビューした既存研究に鑑みると、製造業とIndustry4.0という分野において、概ね次の二点が今後の研究課題として考えられる。

第一は、リーン生産とIndustry4.0に関する日本発の研究である。リーン生産はトヨタ生産システムをはじめ、日本の自動車産業での経験を体系化したものである。それならば、日本の自動車産業を対象に、Industry4.0に関する実証研究を積み重ねることも、学術的または実践的な貢献になると考えられる。

リーン生産に着目した場合に、ヒト・組織の役割についてさらに分析を深めることもぞまれる。既存研究では、ヒト・組織の役割はリーン生産を構成する要素の一部としてとりあげられている。しかしながら、リーン生産を円滑に実施する上では、むしろヒト・組織が果たす役割が大きく、たとえば人材育成が十分になされずチームワークが発揮できていない場合には、成功しないと考えられる。

第二が、中小製造業を対象とした研究である。既存研究において、中小企業に着目したものはそれほど多くない。また中小企業を対象とした場合にも、資金的制約や技術的制約によるデジタル化の遅れが指摘されている（元橋，2016；神宮，2019）。特に現状では中小企業は、厳しい労働力不足で採用難にあえいでおり、むしろ中小企業

こそIndustry4.0の導入・発展が必要であるとも考えられる。

中小企業を対象とする場合、着目したい技術が、IoTである。Industry4.0を構成する技術は幅広い。相当な投資がかかるものもあるし、AIやAR、ビッグデータなど、高度な技術が必要な場合もある。ロボットは工程により必要性が異なるであろう。また、企業間のネットワーク化も、サプライチェーンの一部である中小製造業が改革することは難しい。しかしながら、IoTであれば身の丈にあった投資が行いやすい。中小企業基盤整備機構（2019）によれば、中小企業では身の丈にあったIoTが実現可能であるという。数百万円の投資をとまなうものではなく、スマートフォンやタブレット、数千円台のセンサーなどを組み合わせることで費用が抑制できるためである。中小企業の製造現場ではまだ紙文書が多く、電子化されたデータもネットワークに接続していないことが多々ある。そこにIoTが導入されれば、原材料の在庫、加工プロセス、設備の稼動、品質管理などといった情報をリアルタイムで把握できる。それらのデータをもとにしてカイゼン活動を行うことで、原材料やエネルギー費用の削減、不良品の早期発見、生産のリードタイム短縮などが実現し、リーン生産とも相性がよいと考えられる。

中小企業を対象に研究する場合、一点目で指摘したようにヒトと組織への着目は欠かせない。既存研究では中小企業がIoTを導入できない理由としてIoTスキルを持つ人材の不足があがっている（岩本・波多野，2017）。ベンダーや専門家の力を借りてIoTを導入できたとしても、それを日々運用しシステムを維持・向上する人材がいなければ、効果は限定されよう。

また、そもそもカイゼンする能力が備わっていないのであれば、「IoTを活用してどのようなデータを得たいのか」「IoTで取得したデータをどのように分析してよいのか」がわからず、IoTによる生産性向上につながらないであろう。中小企業でIoTの活用が進まないと仮定するならば、技術的な問題だけでなく、導入前のヒト・組織の問題も検討する必要があるだろう。

参考文献

- Bayo-Moriones, A., Billón, M., & Lera-López, F. (2013). Perceived performance effects of ICT in manufacturing SMEs. *Industrial Management and Data Systems*, 113(1), 117-135.
<https://doi.org/10.1108/02635571311289700/FULL/XML>
- Buer, S. V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. S. (2018). The link between Industry4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), pp.2924-2940.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>
- Ciano, M. P., Dallasega, P., Orzes, G., & Rossi, T. (2021). One-to-one relationships between Industry4.0 technologies and Lean Production techniques: a multiple case

- study. *International Journal of Production Research*, 59(5), 1386-1410.
https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1821119/SUPPL_FILE/TPRS_A_1821119_SM9169.DOCX
- Hansen, E. B., & Bøgh, S. (2021). Artificial intelligence and internet of things in small and medium-sized enterprises: A survey. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 362-372.
<https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2020.08.009>
- Heppelmann, J. E., & Porter, M. E. (2014). How Smart , Connected Products Are Transforming Competition. *Harvard Business Review*, 92(11),64-88.
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118-1136. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1372647>
- Piccarozzi, M., Aquilani, B., & Gatti, C. (2018). Industry4.0 in management studies: A systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10), pp.1-24.
<https://doi.org/10.3390/su10103821>
- Raymond, L. (2005). Operations management and advanced manufacturing technologies in SMEs: A contingency approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(8), 936-955. <https://doi.org/10.1108/17410380510627898/FULL/XML>
- Rossini, M., Cifone, F. D., Kassem, B., Costa, F., & Portioli-Staudacher, A. (2021). Being lean: how to shape digital transformation in the manufacturing sector. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(9), 239-259.
<https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2020-0467/FULL/PDF>
- Rossini, M., Costa, F., Tortorella, G. L., & Portioli-Staudacher, A. (2019). The interrelation between Industry4.0 and lean production: an empirical study on European manufacturers. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(9-12). <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03441-7>
- Rubmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. *The Boston Consulting Group*, April.
- Sanders, A., Elangeswaran, C., & Wulfsberg, J. (2016). Industry4.0 implies lean manufacturing: Research activities in Industry4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), pp.811-833.
<https://doi.org/10.3926/jiem.1940>
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A Maturity Model for Assessing Industry4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia CIRP*, 52, 161-166. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2016.07.040>
- Shin, D.-I. (2017). An exploratory study of innovation strategies of the internet of things SMEs in South Korea. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(2), 171-189. <https://doi.org/10.1108/APJIE-08-2017-025>
- Trappey, A. J. C., Trappey, C. V., Hareesh Govindarajan, U., Chuang, A. C., & Sun, J. J. (2017). A review of essential standards and patent landscapes for the Internet of Things: A key enabler for Industry4.0. *Advanced Engineering Informatics*, 33, 208-229.
<https://doi.org/10.1016/J.AEI.2016.11.007>
- IoT検定ユーザー教育推進ワーキンググループ (2020) 『IoTのしくみと技術がこれ1冊でしっかりわかる教科書』技術評論社
- 岩本晃一・波多野文 (2017) 「IoTによる中堅・中小企業の競争力強化 in 第4次産業革命」『RIETI Policy Discussion Paper Series』17(P-020), pp.1-18.

- 大野耐一（1978）『トヨタ生産方式: 脱規模の経営をめざして』ダイヤモンド社
- 佐々木真佑（2021）「中小企業におけるAI活用の現状と求められる支援」『日本政策金融公庫論集』第50号, pp.25-46
- 神宮貴子（2019）「中小企業における生産性向上のための方策: IE を中心としたカイゼンとその発展」『共愛学園前橋国際大学論集』第19号, pp.121-130.
- 中小企業庁編（2018）『2018年度版 中小企業白書』経済産業省
- 中小企業基盤整備機構（2019）『中小機構の行う「身の丈IT活用」に関する取り組み』
<https://www.chusho.meti.go.jp/koukai/kenkyukai/smartsme/2019/191010smartsme030.pdf>（2021年12月20日閲覧）
- 日本政策金融公庫総合研究所編（2021）『IoT, ロボット, AI,そしてビッグデータ 小さな企業の活用術』同友館
- 元橋一之（2016）「日本の製造業におけるビッグデータ活用とイノベーションに関する実態」『RIETI Policy Discussion Paper Series』16P-012, pp.1-26.
- 山崎敦史（2021）「最先端技術の活用で高まる小企業ならではの魅力」『日本政策金融公庫論集』第52号, pp.23-50

昭和初期のサラリーマンと 株式投資に関する一考察

A Study of “Salaried man” and stock investment
in the early Showa period

影 浦 順 子*

Junko KAGEURA

はじめに

第一次世界大戦がもたらした好況によって日本では空前の株式ブームが起き、株成金をはじめ新規の個人株主が都市から地方にかけて急増した。この時流に乗って経済ジャーナリズムの間では「誰でも儲かる」「五十円で出来る」「きっと当たる」「株式必勝」「投資の鉄則」など、魅力的なタイトルを冠した初心者向けの投資関連書籍が相次いで刊行された。また当時、新中間階層として注目されたサラリーマンを読者層とする経済雑誌『サラリーマン』や『実業之日本』では、サラリーマンが副業として始められる株式投資の方法が定期的に特集されるなど¹⁾、いわゆる「株式の民衆化」の萌芽的な事態が全国で拡大した。

しかし、昭和初期のサラリーマンと株式投資の関連性については、これまで意外にも本格的な研究は十分に行われてこなかった。というのも志村（1969）、武田（1986）など両大戦間期の個人株主の動向を数量的に分析した旧来の先行研究では、金融機関や法人株主との比較という観点から、華族出身者や大地主など大規模な個人株主（300株以上、1,000株以上、5,000株以上、5万株以上など）が主な分析対象とされてきた。そのため1株から10株単位の株式を売買・所有する零細な個人株主の存在は、実証可能なデータの裏付けが困難なことからも統計的にあまり重視されてこなかったのである。しかし近年では、1人当たりの所有株式数は少ないものの、それらを累計すると中小・零細な個人株主の層が、全体の構成に占める割合は、少数の大株主や法人株主と同様に重要であった、という指摘も行われるようになった（石井（2012）など）²⁾。また戦前の株式市場が投機的であったことを踏まえると、全体把握のため

* 経営総合学科－経済史

Department of Management Synthesis – Economic History

には、株式所有を初めから目的としない投機家などの動向も、相場師の伝記的な評論³⁾と合わせて今後より具体的に検討していく必要があるだろう。

いずれにしても、昭和初期のサラリーマンが当時の株式市場にどの程度関係していたのかを明らかにするためには、主要企業の株主名簿に数多くあたるなど個別の実証研究を蓄積することが必要である。しかしそもそもの論点として、月給100円以下の一般サラリーマンが、制度的にも未整備な点が多く、また投機性も極めて高かった戦前の株式市場にて、安定した株式投資を行うことは果たして可能だったのであろうか。本稿では、まずこの点を明らかにしていきたい。具体的には、1節では当時の投資関連書籍や戦前の日本証券史の動向をエピソードフルにまとめた有沢（1978）などを手がかりに、昭和初期の株式投資の基本的特徴をサラリーマンの目線から整理していく。そのうえで2節では、サラリーマン向けの主要な投資論のうち福澤桃介と長井修吉の議論を紹介し、当時のサラリーマンの収入と知識で実行可能であった株式投資の方法を検討していく。なお株式取引に関する規定や法令、株価指数などは、本稿では1928年時点のものを採用する。世界恐慌の前年にあたるこの年は、東京株式取引所の設立50周年にあたり、不景気が続くなか株式市場は小康を取り戻した年でもあった。

1. 株式投資の基本

本節では、昭和初期の株式投資の基本編として、当時のサラリーマンが副業的に始められる株式の取引にはどのような種類があったのか、どのような方法で売買の手続きを行っていたのか、などを入門的に整理していく。ちなみに当時のサラリーマンの年収を考えるうえで、ひとつの基準となるのは、所得税の課税最低限にあたる「月給100円＝年収1,200円」のラインである⁴⁾。これは物価上昇を2,000倍とすると、現在の価値で月給20万円＝年収240万円となり、現代の感覚からすると平均を下回るが、実際には不景気の影響もあり、このラインに届かない下級サラリーマンの方が多かった。よってここでは、月給50～80円＝年収600～960円のサラリーマンをモデルに考えてみたい。

さて当時の株式市場では、実物取引と清算取引の二種類の取引が行われていた。実物取引とは文字通り、実物の株式と現金を受け渡す取引のことで、基本的には1株から売買が可能だった。したがって1株だけ所有したい場合は、形式上は買付時の株価と手数料が手元があれば、任意の取引員か証券会社を介して即日取引することができた。例えば、戦前の代表株である東京株式取引所の株式を1株購入するには、1928年8月の時点では187円程度、鐘紡紡績株は269円程度、東洋紡績株は201円程度、大日本麦酒株は133円程度、浅野セメント株は85円程度、日本石油株は63円程度が必要であった⁵⁾。その他、成長株や低位株など、業界内でクズ株と呼ばれた株式を狙って

値上がり益を得る場合は、株価はぐっと下がり1株5円から50円程度で購入することができた。しかし実際には、配当も期待できる優良株などはある程度まとまった数量の注文でなければ、売買成立には時間がかかるか不成立となることが多く、結局のところ10株以上の買付が必要となった。こうなると投資資金は年収2～3年分を準備しなくてはならず、小資金の一般サラリーマンが優良株の株主になるには、条件的には厳しかったことが分かる。よって実物取引におけるサラリーマンの基本戦略は、低位株を探して一山当てるというものであった。

次に清算取引とは、決済期日に実物の株式と現金の受け渡しを約束する先物取引のことで、戦前の株式市場の中心的な取引であった。決済期日が最長3ヶ月（当限、中限、先限）のものは長期清算取引、最長1ヶ月のものは短期清算取引と区分された。清算取引は10株からの売買となり、取引の方法としては、買付の場合は、決済期日に実物の株式を受け取って現金を払うことが原則となるが、実際には期日までに株価が上がれば他に転売して買値と売値のあいだの差金を得る差金決済が主流であった。すなわち空売りと空買いが飛び交う投機的な市場が清算取引であったのだ。また長期も短期も清算取引は、株価の半額程度の証拠金を現金もしくは相当額の有価証券で準備すれば、取引が可能な点も大きな特徴であった。具体的には、1928年8月の時点では、東株は160円、鐘紡紡績株は160円、東洋紡績株は120円、大日本麦酒株は120円、浅野セメント株は80円、日本石油株は80円の証拠金⁶⁾が手元にあれば、これら優良株を空売り空買いして差金を得ることができた。サラリーマンが少ない投資資金で儲けを出すチャンスは、この清算取引にあったと言える。

また株式投資の初心者であるサラリーマンにとって、今日の証券外務員の前身である取引員と証券会社を堅実に選ぶことは重要であった。大戦前後の株式ブームに乗じて個人商店の一部は、株式会社となり、野村証券、日興証券、山一証券など戦後に繋がる証券会社も台頭するようになったが、多くは個人商店のままであった。なかには、無許可で実物取引を行うモグリの取引員や業者もあり初心者が詐欺にあう事例も少なくはなかった。よってうまい儲け話には乗らず、手堅い大手の個人商店か証券会社を選ぶことが重要で、こうして窓口が決まると、あとは注文書を書くだけで取引が開始できた。具体的には指定の用紙に、①銘柄、②株数、③買いか売りか、④値段、⑤注文有効期間、を記述すれば完了で、値段については実物・清算取引ともに指値と成行が選べた。注文を受けた個人商店は、長期清算取引の場合は、専門の取引員が取引所の立会場に立って、午前午後2回ずつの合計4回の立ち合いで取引の処理を行なった。ここで売買が成立すれば、あとは個人商店が手数料を引いた分の差損益を計算して清算勘定となった。また実物取引で株式を得た場合は、株主の名簿書換が行われた。

以上、簡単ではあるが昭和初期の株式市場の基本的特徴を整理した。取引所の開設以降、日本資本主義の発展に合わせて、取引に関する制度は順次整備されていった。

しかし昭和初期の段階ではサラリーマンを先頭に「株式の民衆化」を広く実現するには、資金や投機性などの問題からいまだハードルが高かったと整理できる。冒頭で触れた株式関連書籍の多くは、このような状況を踏まえたうえで、投機的に儲けることを勧めるものであった。しかし、これらの書籍のなかには、大戦後の慢性的な経済恐慌下で窮乏化するサラリーマンに対して、金融リテラシーを強化する目的から株式投資を勧める議論もあった。次節ではその内容を見ていきたい。

2. 株式投資の方法

昭和初期の論壇において「サラリーマン論」が一大ブームとなるなか⁷⁾、これまでのサラリーマン論としてはあまり注目されてこなかった流れに、当時のサラリーマンに株式市場を通じて自身の財産を増やすとともに、市場の再構成を担うよう促す議論の系譜があった。本節ではそのうち代表的なものとする投資論を2つ簡単に紹介したい。

ひとつめは、実業家・福澤桃介（1868-1938）の投資論である。周知のように福澤諭吉の娘婿であり電力王として知られる福澤桃介は、投資家としても広く活躍した人物であった。自身の投資生活を自伝的にまとめた著作のうち『貯蓄と投資』（1917）、『金持になる工夫』（1917）は、現代にも通じる極めて示唆に富んだ投資哲学書と言える。「早く金持ちになるのが最も幸福」、「金は愛するところに集まる」など人目を引くフレーズに長けた福澤の投資論は、シンプルかつ手堅い正攻法だったと整理できる。具体的には、福澤はサラリーマンに向けて「堅実主義を望む者は銀行の定期預金か、郵便貯金位で甘んじなければならぬが、更に有利なる方法を求めんとする者は、多少の危険を冒して、株を買ふべしである」（福澤1917：234）と呼びかけ、次のような投資戦術を行うべきだと主張した。すなわち、しっかりと儉約して貯蓄をし、生活に支障のない範囲で余裕資金ができればそれを投資に回す。投資は分割投資を基本とし、短期的な儲けに振り回されない。また投資の醍醐味は、市場の動きや企業の業績を自分の頭で分析して利益を得るまでの過程にあり、例え損失が出ててもその分貴重な経験を得たと考えて次に生かす。株式はできるだけ安全なものを選び、借金をしてまで株式投資はすべきではない、などであった。

こうした福澤の考えは、実際の株式市場に当てはめると、投機的な清算取引よりはまずは実物取引を基本とし、実物も元本割れの恐れがある低位株ではなく優良株を複数銘柄保有して長期的に運用する投資戦術だったと理解できる。そして、こうした戦術を取るためには、福澤は1,000円を投資資金として貯蓄することが第一段階だと主張した。堅実な投資を目指す年収3,000円以上の中流サラリーマンであれば、1,000円の投資資金は高額ではなかったが、できるだけ早く株式投資で利益を得たいと考え

る下級サラリーマンにとっては、資金獲得に時間を要する福澤方式は正攻法にすぎる点は否めなかった。とはいえ、電力事業で巨万の富を得た晩年の福澤が、サラリーマンの目線にまで下がって「株式投資の時代は来る」、「これからは貯蓄よりも投資だ」と彼らに自覚を促したことは、当時としては貴重な助言であったと考える。

ふたつめは、株式評論家・長井修吉の投資論である。一般にはほぼ無名の長井修吉とは、元国民新聞の記者で、現在のみずほ証券の一流流となる玉塚商店の調査員として一般向けに株式評論を行っていた人物であった。『金の廻し方殖し方』（1926）、『サラリーマンの生活戦術』（1928）、『株式時代：目星の付け方』（1933）などの入門書をとおして、サラリーマンに株式投資を奨励していた長井の投資論は、福澤と比較するとより現実的な提案だったと整理できる。具体的には、年収の低い下級サラリーマンの状況を理解したうえで、投資資金は証拠金に充てる150円から300円をスタートとし、「僅少の証拠金制度に依る空売買の差金取引こそは、株式投機の一大特色である。ここに無産者の跳躍を試むべき自由の天地が、展開されている」（長井1928：18）と主張し、清算取引による差金決済を投資戦術の基本とした。また長期か短期かでは、長期が400銘柄近く上場しているのに対して、短期は銘柄が10前後と少なく、また立ち会いも終始行われていて株価の騰落が激しいため長期を基本とすべきだとした。また実物取引と長期清算取引を組み合わせる方法も有効だとしている。

このように長井の投資論は、投機による高いリスクを前提とするものであった。しかし、これがサラリーマンなど小資本家の投資戦術としては正攻法でないことは長井自身も理解していた。長井は、「犠牲者を出すことなく、薄資を以て迅速に、而して容易に、増産の目的を達することの出来る適切なる方法があるならば、真に無産者の幸福である。…私が多くの欠点を認めながら尚且株式投機を説く所以は、未だ学者識者の諸先生から適切なる増産法の提示がないからである」（長井1928：230-231）と述べ、現状の株式市場が制度的に未成熟であることを内部から指摘していた。サラリーマンにとって昭和初期の株式市場は、1株の株主となることすら困難なまだ後進的な市場であったのだ。加えて問題だったのは、当時の株式会社の多くが、優良企業も含めて粉飾決算を当然のように横行させ、また大株主が重役を兼任して、株主への配当金を増やすなど、上場する株式会社の側も組織的な欠陥を抱えていた点である⁸⁾。すなわちサラリーマンは、株式市場に参加する零細な個人投資家としても、上場する株式会社の会社員としてもリスクを負っていたのであった。

以上、大正・昭和初期の2つの投資論から、当時のサラリーマンが取り組める株式投資の方法としては、1) 投資資金をしっかりと貯蓄し、できるだけ安全な株式に投資して値上がり益と配当で利益を得るか、2) 少ない投資資金でリスクの高い株式に投資してリターンを狙ったり、投機的な空買い空売りで差金を得たりするか、の大きく2つの選択があったことが整理できた。

おわりに

本稿では、近年実証分析がより深まっている日本証券史研究の成果（小林（2012）など）をもとに、昭和初期のサラリーマンと株式投資の関係性について基礎的な考察を行なった。その結果、当時の株式市場は、サラリーマンなど一般の投資家にとっては投機性は高いものの、清算取引を上手く利用すれば差金決済で利益を得られることが明らかとなった。また当時のサラリーマン向けの投資論のなかには、株式市場の制度的欠陥を、株式の民衆化を目指す点から広く主張するものがあったことも整理できた。本稿では議論を株式投資だけに限定したが、当時は株式とともに国債や社債などの債券も、サラリーマン向けの有価証券としてひとつのブームを起こしていた。これら債券との関係性についてはまた別稿で検討してゆきたい。

注

- 1) 『実業之日本』では、大戦後再三にわたって「俸給生活者の生活難」や「サラリーマンのページ」と題した特集が組まれた。内容の詳細は、鬼頭（2014）が詳しい。また近年復刻された『サラリーマン』の投資論については、今後の研究課題とする。
- 2) 日本証券史研究の先駆的業績である志村（1969）と、志村の分析を批判的に継承した武田（1986）によって、長らく証券史研究のあいだでは、1910年代に個人投資家が増大し、1930年代には法人株主がこれにとって代わり支配的となった、という見方が共有されてきた。しかし、石井（2012）によればこの見方は下方修正する必要がある、少なくとも1935年までは中小・零細な個人株主も含めると、株主構成における個人株主の優位は続いていたと指摘されている。
- 3) 近年のまとまった著作には、鍋島（2006）などがある。
- 4) 詳細は、竹内（1999年）、岩瀬（2006）などを参照。月給は、大きく分けて中等教育卒か高等教育卒かによって賃金格差があり、商業学校や中学校など中等教育卒のサラリーマンは、月給100円に昇給するまでには5年?10年の勤続年数が必要であった。
- 5) 長井（1928）pp.216-219参照。
- 6) 長井（1928）pp.34-40参照。
- 7) 昭和初期のサラリーマン論の系譜をまとめたものに拙稿（2022）がある。
- 8) 株式会社の制度的・組織的欠陥を同時代に議論したものには、高橋（1930）などがある。

参考文献

- 有沢広巳監修（1978）『証券百年史』、日本経済新聞社
- 石井寛治（2012）「再考：戦前期日本の直接金融と間接金融」、『金融研究』31巻1号、pp.83-90
- 岩瀬彰（2006）『「月給100円サラリーマン」の時代：戦前日本の「平和」な生活』、講談社
- 影浦順子（2022）「昭和初期の論壇における俸給生活者・サラリーマン論－高橋亀吉の「下級武士＝サラリーマン論」を中心に」、『総合人間学』第16号、pp.19-31
- 鬼頭篤史（2014）「大正末期－昭和初期のサラリーマンの模範像－『実業之日本』における「サラリーマンの頁」を中心に」、『人間・環境学』23号、pp.13-25
- 小林和子（2012）『日本証券史論?戦前期市場制度の形成と発展』、日本経済評論社

志村嘉一郎（1969）『日本資本市場分析』，東京大学出版会

高橋亀吉（1930）『株式会社亡国論』，万里閣書房

武田晴人（1986）「大正9年版『全国株主要覧』の第一次集計結果(1)(2)」，『経済学論集』第51巻4号，pp.38-59，第52巻3号，pp.55-73

竹内洋（1999）『日本の近代12 学歴貴族の栄光と挫折』，中央公論新社

長井修吉（1928）『サラリーマンの生活戦術』，実業之日本

鍋島高明（2006）『日本相場師列伝－栄光と挫折を分けた大勝負』，日本経済新聞出版

福澤桃介（1917）『金持になる工夫』，尚栄堂