

生産システムにおけるプロセス・イノベーションと そこに機能する自律的作業者に関する考察

市川英孝

本論文では、これまでの先行研究を踏まえて、プロセス・イノベーションならびにそれを機能させるための自律的作業者について考察を行う。多くの企業において、量産時のコストを削減するためにプロセス・イノベーションが行われるが、その役割とその普及する環境について述べていく。

一章では、製造業においてプロセス・イノベーションが重要な企業の競争戦略ツールとなっていく環境、そして二章では、欧米でのその捉えられ方を示す。そして三章ではプロセス・イノベーションの代表例として多数の書籍、論文が出版されているTPS（トヨタ生産システム）について論述し、第四章では1990年代後半から広く企業によって採用されてきたプロセス・イノベーションの一つとしてセル生産を取り上げる。三章、四章ではプロセス・イノベーションとしての具体的な手段であるTPSとセル生産に関して述べるが、五章ではそれらの手段を効果的に実行するために必要とされる自律的作業者について述べる。特に日本の製造業においては、現場作業者の知識、知恵がおおいに活用され、企業の競争力源泉の一側面として捉えられてきたが、今回はさらに踏み込んで、現場作業者の中でもさらにプロセス・イノベーションを有効に実施するための自律的作業者として取り上げる。

1 はじめに

まず効果的な生産システムを可能にするために、その生産システムの有効性ならびに、生産システムでの作業者の自律的機能について検討する。企業にとってもっとも期待される生産システムは、その生産システムのみで可能になるものではなく、そこで働く作業者の役割に負うところも大きいと理解する。坂爪（2007）によれば、セル生産の導入がすべての企業にとって生産性向上を約束する万能薬ではないという。バブル経済崩壊後の日本経済の停滞を打破することができる生産システムとして、セル生産は注目を浴びるようになった。しかし、セル生産方式を導入した企業すべてが、当初期待した効果を得ることができていない。そのためセル生産を放棄する企業も見られるという。ではなぜそのような結果になるかという、坂爪（2007）は、「セル生産方式の効果が発生するメカニズムには、導入それ自体によって効果が発生する直接的効果発生メカニズムだけではなく、セル生産方式導入によって間接的に製造現場でのカイゼン・学習が促進され、その結果効果が発生するという間接的効果発生メカニズムが存在するのではないかという着想である。ここで言う間接的効果発生メカニズムとは、セル生産方式の導入によって、副次的に生み出される効果発生メカニズム

で、導入直後の経済効果ではなく将来の経済効果に結びつく効果発生メカニズムである」と述べている。この直接的効果発生メカニズムとは、その生産システムを導入することで果たすことができる効果、役割である。それに対し、間接的効果発生メカニズムとは、その導入後に蓄積される知識や経験などによって可能になる効果である。この間接的効果発生メカニズムを可能にする要因には、そこで働く作業者の能力が大きく寄与すると考えられる。なぜなら、この間接的効果発生メカニズムでは、セル生産導入による作業者のカイゼン・学習効果が促進するというように、現場における継続的カイゼン活動＝プロセス・イノベーションに起因するといえる。

これまでのプロセス・イノベーションの研究においては、プロダクト・イノベーションと対比したプロセス・イノベーションの効果を述べる研究 (Damanpour 1996など) が多く、事例研究として取り上げられるものでも、そのメカニズムについて詳述する研究は見られない。しかしプロセス・イノベーションは、そこで働く現場作業者の資質、潜在的能力も必要とし、プロダクト・イノベーションのように派手さはなく、地道な作業と作業者の経験と知識に裏打ちされた結果、可能になる。今日のように、大ヒット商品と呼ばれる商品が開発されることが困難になっている状況下、企業が生き残る道としてプロセス・イノベーションが着目されてきた。またトヨタ自動車の好業績が継続的カイゼン (プロセス・イノベーション) にあるという指摘 (阿部2005：後藤2005：日本経済新聞社編2005：トヨタ生産方式を考える会編2005：山田2003：小池他2001：藤本2001a：藤本2001b：都留2001：小関1999：橋本1998：小嶋1994：Womack 他1991：今井1988) からも、それに習おうとする形でプロセス・イノベーションが注目されるようになった。このことは、モノづくりの原点回帰といえるものである。プロセス・イノベーションはプロダクト・イノベーションと比較すると効果が小さいため、そして継続的作業のため注目度が小さい。Damanpour (1996) が、「技術や製品のイノベーションは、他の優秀な組織や技術で先行する企業を模倣すればいいが、管理やプロセスのイノベーションは、その組織の構造、文化、システムなどについてかなりの修正がないと模倣することが難しい」と述べているように、プロセス・イノベーションは、プロダクト・イノベーションに比べてより直接的効果が少ないものであると相対的に理解されている。しかし、トヨタ自動車が好業績を挙げている一因にプロセス・イノベーションがあることは明らかであり、プロセス・イノベーションの重要性はますます高まると理解する。また Garcia and Calantone (2002) はプロセス・イノベーションを「技術的に成熟市場では競争的武器となる。そして多くの企業の活動源となる」そして「現在の市場にある技術に新しい特徴、便益、改良を加えたもの」として捉えている^(註)。以上、本論文で捉えているように、プロセス・イノベーションは企業の通常の生産活動に密接に関係すべきである。また木村 (2009) が「ものを作るには、機構や仕掛けがすべて分かっているなくてもよい。別の言い方をすると、技術は常に未知の部分を作り出しそれを内部に未知のまま取り込みながら発展する。つまり技術は、制御出来る部分が制御できない部分を生み出しながら発展するのである。このことは未知と既知の境界がはっきりしている自然科学とは大きく異なる。生産技術が必要とされる理由は、ここにある。生産技術はものを作り出すプロセスにおける未知との戦いであり、その目的は不確かさの克服にある」と述べているが、本論文において、その未知である生産技術 (=カ

イゼン活動)の一プロセスを明らかにすることは、大きな意義があると理解できる。

2 欧米と日本におけるプロセス・イノベーションに関する考察

プロセス・イノベーションが大きく注目されてきたのは1990年代からである。それまでのイノベーションに関する研究では、プロダクト・イノベーションが大勢であった。欧米と日本の研究を比較すると、1990年代まではイノベーションに関する欧米の研究は、Levitt (1960) や Merle (1984), Gupta 他 (1985), Gupta and Wilemon (1988), Wesley and Daniel (1990), Cooper (1994), Steven and Kim (1994), Kathleen and Shona (1998), Swink (2000) などプロダクト・イノベーションがほとんどである。しかしこのようにプロダクト・イノベーションに関する研究の中にも、プロセス・イノベーションに関する記述は存在する。例えば、Levitt (1960) は「大量生産こそ絶対だと信じ、生産量が増えるにつれて急速に単位あたりコストが低下する利点に対する過信」に注意すべきと述べ、Wesley and Daniel (1990) は日本企業の成功は製造部門の役割が大きいと述べている。またHamel and Prahaland (1989) は具体的なプロセス・イノベーションについては述べていないが、ジャスト・イン・タイム生産や日本的人的資源慣習の重要性を述べており、製造現場の役割を重要視している。ジャスト・イン・タイムに関する研究は、Sriparavastu and Gupta (1997) がジャスト・イン・タイムとTQMの関係性と、その優位性について詳述している。このように徐々に欧米の研究でもプロセス・イノベーションに関する研究が増えてきたが、その研究において代表的なものは、トヨタの事例を取り上げるものである。Womack and Jones (2003) や Liker (2003) などはアメリカにおけるトヨタの工場に関して詳細な研究を行っている。それらはアメリカの自動車メーカーが凋落していき、その一方堅実に業績を伸ばしていったトヨタ生産方式の仕組みに関して述べている。これらの中で、地道なカイゼン活動を通してムダを取除き、もしくはムダを価値に転換する活動を継続的にを行い、非常に地道な活動ではあるが、その活動は全社において実施されているものであり、それを可能にするのは企業の文化、風土である。日本企業にはその地道な活動を重要視する文化があると述べる。このように欧米の研究では、プロダクト・イノベーションに関する研究が非常に多いが、1990年代後半以降、トヨタなど日本企業に関する研究が増えるにつれ、プロセス・イノベーションに関する研究も増えている。

欧米の研究に対し日本の研究では、プロセス・イノベーションに関する研究が盛んで、多くの企業を事例にプロセス・イノベーションによる企業の競争力向上について述べている(川上, 丹下1980; 川瀬1985; 今井1988; 小嶋1994; 信夫1998; 小関1999; 浅野2000; 藤本2000; 池田, 野原2000, 2001ab; 宗像2000; 中出他2000; 小池他2001; 都留2001; 松井2002; 那須野2002a; 鈴木2003; 奥田2003; 山田2003; 伊藤2004; 後藤2005; 坂爪2006, 2007; 酒巻2006; 市川2007)。日本の製造業においては必ずしも製造部の地位は、その他の部署と比較して低いものではない。藤本(2001a) や Henderson and Clark (1990) で述べられるように、アメリカの製造現場の作業者は、労使協定で決められた作業しかやらないなど、非常に固定化された職務内容で、作業者は契約によっ

て決められた仕事のみをこなせばよかった。このような状況では現場作業者の創造性が発揮されるような誘引はない。それに対して日本の現場作業者は、彼らの経験やカンなどの暗黙知を重視し、製品の良し悪しはその暗黙知に依存する形態であった。さらに現場作業者の活動として、小集団活動という名のもとに、いろいろなカイゼン提案を出し合い、自らが働く場を自らによって良くしていこうという土壌を作り出している。このように製造現場はその企業における製造の役割をしっかりと果たし、貢献することでその地位を高めた。ものづくりによって、その企業に多大な貢献を果たしてきたことと、日本においてプロセス・イノベーション（カイゼン活動）の役割が重要視されていることは、大きな相関関係があると理解する。藤本（2000）は、このようなプロセスについて“日本型生産システム”と呼び、その特徴について欧米と比較することで詳細に述べている。藤本はパフォーマンスについて「表層のパフォーマンス」と「深層のパフォーマンス」とに分け、生産システム＝組織能力の競争機能を分析する場合、後者に焦点を当てる必要がある、と主張している。藤本は「表層のパフォーマンス」とは、特定の製品に関して、消費者が直接観察・評価できる指標のことで、具体的には価格、納期、知覚された製品内容などである。これに対して、顧客は直接観察できないが、表層のパフォーマンスを背後で支え、かつ企業の組織能力と直接的に結びついている指標のことを「深層のパフォーマンス」とであると定義している。この藤本がいう「表層のパフォーマンス」は、本論文で述べているプロダクト・イノベーションにあたり、「深層のパフォーマンス」はプロセス・イノベーションにあたるといえる。企業の活動の中で「深層のパフォーマンス」は、生産性、生産リードタイム（生産期間）、開発リードタイム、適合品質（不良率）、などがこれにあたる。企業は、最終的には「表層のパフォーマンス」の優劣を競い、顧客の支持率を競い、結果として相応の利益を得る。しかし、その水面下で、顧客が直接評価をしない生産性や生産リードタイムといった指標に関しても、お互いにベンチマーキングしあって優劣を競うことが稀ではない。こうした深層レベルの競争を、藤本は「能力構築競争」と呼ぶ。深層の競争力は組織能力に直結しており、組織能力のカイゼンはまずもって「深層のパフォーマンス」のカイゼンに表れるからである。このように“日本型生産システム”は氷山の一角のように、顧客が目にするものがない地道なカイゼン活動により可能になるといえる。カイゼン活動の根底にあるものを今井（1988）は、「ビジネスが存在し利益を上げるためには、顧客を満足させ、顧客のニーズに奉仕すべく努力をしなくてはならない」という認識である。それには、品質、コスト、デリバリーなどの各分野におけるカイゼンが必要不可欠である。カイゼンとは、顧客志向の戦略」と根底にあるのは顧客志向の考えであって、「カイゼンは継続的なプロセスであり、組織内のすべての人が関わりあうものなので、すべての立場の人がカイゼンの何らかの側面に関係する」とその仕組みについて述べている。本論文においては、プロセス・イノベーションとカイゼンを同義として捉えているが、今井（1988）の研究では、「カイゼンはその実施に際して必ずしも多大な投資を必要としない代わりに、多大な継続的努力と献身を必要とする」という点において、区別を行っている。しかし、藤本（2000）が述べているように、深層の競争力は組織能力に直結しており、組織能力のカイゼンはまずもって「深層のパフォーマンス」のカイゼンに表れるということからも、プロセス・イノベーションとカイゼンの持つ定義

は同じだと理解でき、本論文でも同じ意味で用いる。

3 TPS（トヨタ生産システム）に関する考察

TPS（トヨタ生産システム）はトヨタ自動車株式会社で生み出された生産システムである。TPSに関する研究は、日本国内のみならず、アメリカでも盛んに行われている。TPSの本質に関しては、ジャスト・イン・タイムと自動化の二本柱とした、高品質で低コスト、ならびに作業能力を重視することで可能になるといえる（小嶋1994；小川1994；Liker2003；阿部2005；日本経済新聞社編2005；日経ものづくり2005；トヨタ生産方式を考える会編2005）。ジャスト・イン・タイムは、部品供給から完成品までの一連の生産を、継続的な流れを維持するために、カンバンを用いることでプルシステムを確立し、必要なものを必要なだけ必要なときに供給するシステムを可能にした。自動化は機械に人の機能を付加させ、問題を視覚化させることで不良品を後工程に流さない、品質管理を行うものである。これらの根底にあるのはムダ取りであり、TPSにおいては7つのムダを取り除くことを徹底している。この7つのムダは①つくりすぎのムダ、②在庫のムダ、③運搬のムダ、④手直しのムダ、⑤動作のムダ、⑥加工のムダ、⑦手待ちのムダとして区分され、TPSではこれらのムダを発見し、それを取り除き、競争力を高める。TPSについて阿部（2005）は次のように整理する。①「ジャスト・イン・タイム」と「自動化」が基本である。顧客優先で徹底的なムダの排除。②市場優先のマーケット・プル方式。③生産の平準化が鉄則。「多品種少量生産」から「多品種一個生産」へ。ムダが少なくコストが安くなる。④生産量はあくまで市場の必要量。市場が求めている販売量にあうように生産していく。⑤生産現場は小ロット主義が原則。特に機械の金型の段取り替えは速やかにする。⑥生産の流れを作り、ジャスト・イン・タイムに生産するために運用手段として「カンバン」を使う。「カンバン」は情報である。⑦一人の作業員が受け持つ機械は「多数台持ち」であり、正確に言うと「多工程持ち」。単能工から多能工へ。⑧不良品を量産してムダを生まないために「ラインストップ」を恐れない。自動化が不可欠であり、自動停止装置付の機械を使う。不具合があれば機械を自動的に停止する。⑨「トヨタ式情報システム」は今現場に必要な情報は何かを絞り込み、それによって「作りすぎ」を抑える仕組み。情報の流れが常に生産の流れに優先する。

TPSの起源は阿部（2005）によると、戦前トヨタ自動車の幹部がアメリカの自動車メーカーを視察に訪れた際、日本における自動車生産はアメリカで行われている大量生産方法にそぐわないという感想からだといわれる。そしてジャスト・イン・タイムはアメリカで見たスーパーマーケットにおける、売れた分だけ商品を補充する方式に影響を受けたといわれる。当時のアメリカは自動車の一部の金持ちの乗り物から、一般大衆にも手が届く製品となっていた。このことはフォードによるT型フォードの大量生産により可能となった（Hounshell 1998）。しかし、そのころの日本では乗用車生産が確立されておらず、トラックなどの商用車がメインに生産されていた。当時のトヨタでも、月当たり数十台のトラックを生産できる能力しか持たず、アメリカの自動車メーカーのように大量

生産できるような原材料を確保することも難しい状況であった。そのような環境の中で、トヨタ自動車が当時のフォードやGMなどの大企業と同様の大量生産方式を真似ることは、企業体質に対して不可能であると判断した。そして自社に適合する生産方式を築き上げることを決定した。このTPSの起源と発展に関して、小嶋（1994）は現在までのトヨタの経緯を踏まえ整理して述べている。

アメリカにおけるTPSの研究では、Hamel and Prahaland（1989）やWheelwright and Clark（1992）やClark and Wheelwright（1992）、Sriparavastu and Gupta（1997）、Liker（2003）、Womack and Jones（2003）などがある。これらの研究においては、Liker（2003）やWomack and Jones（2003）などのトヨタがカリフォルニアにあった停止状態のGMのフリモント工場に、NUMMI工場をトヨタとGMの合弁で設立し、そこでTPSを導入した経緯、結果について追究している。GM傘下の工場からトヨタの資本が入り、日本型生産システムであるTPSを導入した後の、生産性の上昇、生産現場の作業者の作業意欲の変化など、TPSのメリットについて述べている。この研究では、アメリカの現場の常識が日本の現場では非常識であり、アメリカの現場で非常識であることが日本では常識であるというように、不況に陥ったアメリカ企業の原因が、TPSを導入しただけでまったく以前の工場とは別のようになる様子が描かれており、アメリカの生産システムと比較することで、TPSの優位性を明確にした研究だと評価できる。Hamel and Prahaland（1989）が、ジャスト・イン・タイムや日本的人的資源管理などのTPSを基盤とする、作業意欲の側面が企業間競争を高める要因であると述べている点は、1990年以前に行われている数少ないTPSに関する研究である。この時点で、日本の自動車メーカーのアメリカ自動車メーカーに対する生産システムの優位は明確化されていたといえる。またWheelwright and Clark（1992）やClark and Wheelwright（1992）、Womack and Jones（2003）などの研究においては、アメリカだけではなく、ヨーロッパの自動車メーカーも含めた、比較研究を行っている。Sriparavastu and Gupta（1997）は、JITとTQMの相関関係を明らかにし、JITとTQMは密接なつながりを持つことを示している。しかし、JITとTQMはTPSの仕組みのひとつで、それらが重要であることは明らかであり、両者が順調に実行することができれば、企業にとっても良い影響が及ぼされることも明白である。この研究からいえることは、TPSの中にある数ある仕組みが、単体ごとに機能させるよりも、複数のTPSの要素に関連性を持たせることで、機能させたほうが企業の競争力を強化できる。要するに、TPSにおけるジャスト・イン・タイムや自動化、ムダの排除などは、これまでのトヨタが競争力を気築くために構築してきたシステムであり、それらの要素をばらばらに実行してきたものではない。そうであれば、Sriparavastu and Gupta（1997）がいうところの、JITとTQMに正の相関関係が見られることは当然の理である。

アメリカのTPSに関する研究に対して、日本の研究ではトヨタの工場を直接調べ、その生産性などを定量的に調査、研究するというものはあまり見られない。どちらかという、TPSに関する定義を明確にし、作業意欲などの定性的側面について明らかにする研究が大部分を占めている。特に作業者の能力と、その柔軟性を生産システムに関連付けて行っている。Isa and Tsuru（2002）は、大型機械を用いるベルトコンベヤシステムよりも、柔軟性を持つ人間の資質を利用した生産システムのほうが優れていると述べる。また「日本の多くの企業は、1980年代の大型設備による自動

コンベヤシステムを見直し、ローコストの自動化を使用し、多能工化した自律性を伴った“作業者中心”の作業システムを作り上げた」というように、日本は現場重視であり、作業者の能力を重視する生産システムは高い競争力を可能にする。伊藤（2004）は、トヨタの競争力のメカニズムに関してその組織文化を挙げている。そしてトヨタの競争力の源泉は、無形資産としての知識であり、それを生み出す知識創造活動であると述べる。これは、製造だけではなくトヨタ全体における仕組みである。全社的な改善活動が組織全体にいきわたっているということであり、継続的に改善が行われる仕組みづくりがTPSにはあると理解できる。またTPSをポスト・フォーディズムとして捉える研究もあるが、そのなかで浅野（2000）は、フォーディズムが大規模な生産設備を用いて、同一規格の製品を大量に生産可能にした生産システムに対して、TPSは機械と人の結合により、生産に柔軟性を持たせ、多品種少量生産を可能にする生産システムであると述べている。この研究の中では労使関係の違いに重点が置かれているため、単純に生産システムの比較にはならないが、それでもグローバルな競争においてTPSは大きな貢献を果たしていると結論付けている。

TPSを自動車製造以外で国際競争における優位性を示し、TPSの普遍性を明らかにする研究を秋野（1996ab, 1997）が論じている。この研究でもTPSがポスト・フォーディズムとしての生産システムであると述べ、海外進出する日本企業がTPSを導入する例を挙げている。この研究では1980年代の円高不況による日本企業のアジア各国へ、安い賃金を求めた進出した。結果、TPS導入は日本の製造業が生き残る最後の手段となり、アジア各国の工場でのTPS導入の成否を分ける要因について述べている。ここでは安い賃金を求めて進出したが、その国の賃金上昇により日本と同様の問題を抱え、そしてプロセス・イノベーションに行き着く様子を示している。この研究からいえることは、どのような環境の下で生産しようとも、企業の競争優位を確固とするためには、絶え間ない、継続的カイゼン活動が重要であることは明らかである。また、伊藤（2004）と同様TPSが大量生産を確立したフォード生産システムに対して、ポスト・フォーディズムとして普遍性を持つ生産システムであると述べている。この点に関しては、TPSがポスト・フォーディズムとしての地位にあることは間違いないと理解できる。しかし生産システムはそのときのいろいろな状況に応じて変化するものであり、それが絶対ではないことを踏まえると、TPSは非常に有効な生産システムであることは明確であるが、絶対的なシステムではないと考える。

4 セル生産に関する考察

セル生産は、1990年代後半に入り注目されるようになった。セル生産はコンベヤなどの大規模設備を使用した生産システムと対比される生産システムである。そのセル生産の定義を岩室（2003）は、「一人ないし数人の作業者がひとつの製品を作り上げる自己完結性の高い生産方式」、Isa and Tsuru（2002）は「セル生産は、生産性と柔軟性を改善する手段として取り込まれ、サプライヤーから小売の地点まで全体のバリューチェーンを統合、合理化するより広範な試みとして用いられ、ひとりもしくは少人数でのチームによる多能工生産で、作業者を中心に考えた生産システムである」

とし、そして信夫(1998)は「脈絡に欠けた作業の組み合わせから機能的に完結している作業レベルに分け、作業あるいは作業者集団が自律的に業務を行う生産ライン」とし、「その自己完結型生産システムは、脈絡のない要素作業を組み合わせた分業システムと比較すると、業務の意味を理解しやすく、生産効率化へ向けての改善活動にも発展しやすいシステムであると考えられ、顧客に対して果たす機能が明確なほどラインの使命がはっきりし、個人の存在意義が明確になる」と、その機能を説明する。セル生産のメリットとして、①生産量の変動に適應できる、②仕掛かり在庫が少ない、③作業者のモラルが高まる、④生産性の向上が図れる、⑤製造リードタイムの短縮、⑥品質意識の高まりと不良の低減、⑦設備投資が少なくすむ、⑧改善の効果がすぐに反映される、などが挙げられる。セル生産の経済効果として、製造過程の作業人員を減らすことができる点であり、メリットは(1)作業時間、製造リードタイムの削減 (2)製品ミックスと量への柔軟性、仕掛かり在庫の削減 (3)メンテナンス員、管理者の削減 である。デメリットとしては、(1)突然の注文の変更に対する対応 (2)訓練時間の増加 (3)作業ペースの管理 である(Isa and Tsuru2002)。実際セル生産を導入した経験から、酒巻(2006)はセル生産方式に見られる特徴として、「①セル生産はコンベア方式に比べ、頻繁なモデルチェンジに対応しやすく、市場が求める多品種少量生産に適している ②セル生産は製品在庫と仕掛かり在庫を減少させ、キャッシュフローを増やす ③生産拠点の海外移転など、工場の新設・移転にあたってコンベア方式よりも設備投資が少なくすむ ④働く人たちの意欲や責任感が高まり、生産性向上、品質向上に効果がある」点を強調している。それまでの生産方法と比較してセル生産は、大きな生産性向上に寄与している(小嶋1994; NIKKEI NECHANICAL1995; 信夫1998; 池田、野原2000; 鈴木2003; 市川2007)。

セル生産の歴史に関して、その生産形態は1990年以前においても多くの企業に取り入れられていた。しかし、それはセル生産として名づけられておらず、ムダを取除く一生産方法として導入されていた。セル生産は一人もしくは少人数で作業が行われ、作業者一人が請け負う作業領域が広範にわたり作業を完結するが、その人数や、作業領域、作業時間に関しては、製品や企業形態によって異なる。そのため、多くの研究でセル生産の発生に関して議論が行われるが、どれも確固たる証拠は存在しない。例えば、鈴木(2003)は、オリエンタル・モーターがその最初の導入企業だと述べる。その理由として、生産しているモーターにおいて多品種少量生産と短納期に対応することが急務となったことを挙げている。『NIKKEI NECHANICAL』(1995)では、明確な企業は挙げていないが、米コンパックにおいても1993年にセル生産を編み出していると述べている。このことは、セル生産が日本特有の生産方法ではなく、生産における効率性を上げようとする企業は試行錯誤を繰り返し、最適な生産方法を作り出すことの証左といえる。秋野(1997)は1993年のNECが最初の導入企業と述べる。また信夫(1998)は1987年に導入したKOA株式会社について記述している。

しかし、秋野(1997)でも述べているが、セル生産はTPSのU字型生産ラインと同様であり、その起源はTPSにあると主張する。またIsa and Tsuru(2002)も「セル生産やほかの作業改善はTPSに起源をもつものであり、TPSの連続的影響はかんぱんシステムやU字型ラインなどで反映されている」と述べる。この点に関しては、TPSの特徴にある、手待ちのムダや運搬のムダを排除する目

的からこのような形になったと考えられ、まさにTPSにおける「少人数化」である。このような要因からも、1980年代から発生したというよりも、トヨタはTPSの下で、生産の過程においてセル生産の形態を生み出していったと考えるほうが自然である。少人数の作業員により完結する方法を“セル生産”と名づけたのはソニーであるのは間違いないが、セル生産の起源はトヨタでありTPSである。那須野(2002)も「バブル崩壊後、導入が遅れていたエレクトロニクス産業にもトヨタ生産方式が波及し、その応用・進化形態として誕生したセル生産方式が、90年代後半から広く普及する」というように、セル生産はこれまでの多くの中の一つの生産方式というより、TPSの一部の生産方式と考えるほうが理に適うと考えられる。

1990年以前においても、少人数完結による生産方式は存在したことは間違いないが、なぜ1990年代に入らないと注目されなかったのか。その問いに対して鈴木(2003)は、「一つには、セル生産方式を必要とする経済的背景が強まった。すなわち、バブル経済崩壊による需要減少によって量産型組立方式のラインあたりの設備投資額の大きいことがコスト面で困難度を高めたこと、多品種化と新製品発売周期の短サイクル化がバブル経済崩壊後に一時的に弱まった後、再びいっそうの強まりを見せたこと、需要総量の減少ないし停滞の下で多品種少量化が進行したこと、総需要の停滞と競合企業同士の新製品導入による相互作用などで需要変動も激しくなったこと、などである。第二の要因は、ソニー、NEC、キヤノンなど、大手企業が大規模にセル生産を導入し、それらがマスメディアなどで広まったこと」が原因にあると述べている。これは、先述のオリエンタル・モーターの例からも理解できる。また秋野(1997)は、これまでの生産方式のムダを取り除く形がセル生産であると述べる。生産システムならびに生産方法の変遷に関して、フォードによる大量生産を可能にしたライン作業やフレデリック・テーラーの科学的管理法、アダム・スミスによる分業理論などはその時代の要求に応える形で発生、展開されてきた。この現象と同じように、消費者の所得の上昇による嗜好の変化と要求に速やかに対応することが必須となったためであると考えられる(生駒2002)。セル生産もこれまでの生産システムと同様、時代の変化に応じて必要とされ、発生したものと理解する。セル生産には消費者の要求に対して、企業が対象となる製品を臨機応変に生産できる柔軟性を備えている。セル生産に包含する生産柔軟性は多くの企業が導入しようとする一つの要因であると理解できる(浅野2000)。また酒巻(2006)は「状況に合わせて臨機応変にラインを組み立てられるのがセル生産の強みであり、実際の製造ラインは改善の積み重ねで日々進化していく。決まった型に落ち着いてしまうのは、セル生産が本来持つフレキシビリティを損ない、進化を妨げることになる」とその柔軟性の重要性を述べている。

またセル生産で重要なもう一つの要素は、そこで従事する作業員であるといえる(坂爪2007)。生産システムの変更だけでは企業が期待する成果は得られない。TPSでも述べたように、企業が競争力を維持、高めるためには継続したカイゼンが不可欠である。それを可能にするのは生産システムではなく、作業員の能力である。そしてこれを可能にする作業員を自律的作業員と定義する。次節ではその自律的作業員について考察する。

5 自律的作業者に関する考察

「人づくりはものづくり」につながると、多くの企業にとって従業員教育の重要性が唱えられている。特に製造業では、作業者の力量が品質のみならず、納期、コストにも反映する。Hamel et al. (1989) は「製造現場にミッションに隠された本当の知識がある」と述べ、作業者が果たす役割は必ずしも小さくない。作業者の教育が重要なことは明白であるが、必ずしも企業が教育に時間とお金をかけるとは限らない。なぜなら、教育は成果がすぐに表れるものではなく、その費用対効果を明確にすることが困難なためである。さらに雇用したからにはすぐに生産に関与させなければ、その作業者を遊ばせておくことになり、企業の生産性に良い効果をもたらさない。しかしこれまで日本企業が、高い技術革新により高い品質で世界から賞賛されるような製品を提供できたのは、現場で働く作業者の力に寄与するところが大きいと思われる。

1970年代のオイルショック以降、企業は高騰する人件費を抑制するために、低コストを実現するために二つの方策を採った。一つは人件費の安いタイや韓国などのアジア諸国への工場立地。そしてもう一つは工場機械のオートメーション化である。これらの方策は大量生産、大量消費の時代背景により成立するものであった。そしてバブル崩壊以後、消費者の嗜好の変化に対応するため、多品種少量生産の要求が高まり、それまでの生産方法を抜本的に見直す必要に迫られた。秋野 (1996ab, 1997) はこの時代の企業の流れを事例に挙げ、説明している。電子・電気産業においても、大量生産から JIT (ジャスト・イン・タイム) 生産へ移行し、JIT に限界を感じるようになると、アジア諸国への海外進出を進める。秋野 (1996b) では、この行動を単に人件費の低さだけに訴求した進出ではなく、日本国内の消費の冷え込みと、アジア諸国での消費増大に誘引された結果でもあると述べている。しかしその後、アジア諸国での生産も限界となるにつれ、日本国内回帰の流れが発生する。そこにあるのは、コンベヤのような大規模設備を廃棄し、セル生産などの多品種少量生産に対応する生産システムの導入であった。セル生産は作業者能力に高く依存するため、作業者が一人前になるまでに時間がかかる、作業者による不均衡が発生するなどのデメリットもある。しかし日本企業本来の強みである、作業者の自律的機能によってそのようなデメリットも解消し、日本製造業の原点回帰となる、作業者能力を発揮する生産システムへと移行していった。大量生産から個々の消費者ニーズに対応した生産への移行には、従業員の技能や創意工夫が欠かせない (奥田 2003)。それを企業が高く評価して、従業員の意欲を引き出し、その結果として、生産性と品質の向上が同時に実現され、企業の収益構造が強化されていく。山形ケンウッドでは、マレーシアで生産していたポータブル MD プレーヤーを日本に移管した。マレーシアでは22人でひとつの製品を作業していたものを、日本では4人で完成品にする。これでマレーシアよりもコストを1割減とした。これは多能工が可能にした結果であるといえる (『日経ものづくり』2004)。まさにこのことは、日本企業の作業者がこれまでに培ってきた能力を生産に反映したものといえる。

この状況の下に、自律的作業者に関する研究は、最近10年で増加している。考えられる理由として、大型の専用機械による生産方法は柔軟性に欠けており、少品種大量生産では大きな効果を可能

にするが、多品種少量生産の下では段取り替えに長時間を要し、生産性を低下させる原因となる。この自律的作業者とセル生産の研究は深い関わりを持って進められている。なぜならセル生産は、作業者の能力に高く依存する生産方法であり、セル生産の作業性向上のメカニズムは、セル生産自体の生産システム（直接的効果発生メカニズム）よりも、作業者の経験によるカイゼン活動（間接的効果発生メカニズム）に高く寄与すると考えられているからである（坂爪2007）。またセル生産における自律的作業者に関する研究では、そこでの作業領域は広範囲に及び、少人数完結の作業の場合は明確な作業領域を設定しないという。なぜならセル生産における各作業者の作業ペースはアド・ホックとなり、仕掛品を発生させず、製品の流れを重視するためである。その状況下では、作業者が前後の作業者の作業の進行具合を勘案しつつ、各自の作業領域を調節する（市川2007）。

日本型生産システムの強みとして、藤本（2000）は自動車産業をはじめとする擦合せ型（インテグラル型）アーキテクチャ製品に優れている点を挙げている。なぜならこの擦合せ型アーキテクチャ製品は、「まとめ能力」、「濃密なコミュニケーション」、「開発と生産の相互調整の能力」、「累積的な改善能力」などの要素により可能になるという。これらの要素は、安定雇用を重視する戦後日本の製造企業が得意としてきたものである。擦り合せ型製品の生産には、製品独自の特性だけではなく、作業者の調整機能などの役割も重要な要素となる。それに対して、パソコンのような組合せ型（モジュラー型）製品では、部品のインターフェースが重要になり、製造段階での作業における作業者の能力に依存する程度が低い。このため組合せ型製品の場合では、製造前段階においてその製品の価値が決定するといってもいい。このように、日本型生産システムでは、自律的作業者の役割によって、製品の特性に大きな影響を与えることが可能であり、作業者の能力を高めることは生産性向上だけでなく、企業活動に重要な要因となると考えられる。

作業能力に高く依存する作業に対して、過度な肉体的疲労を引き起こすという批判がある（浅野2000）。しかし、作業におけるモチベーションを高めることにより、自分の思い通り働きやすい環境を作り出す要因となり、さらに組織も個の力を発揮させやすいように変化し、それにより組織さえも活性化する結果も現れている（水口他2002）。また、作業者がこれまでに蓄えてきた経験を活かすことは、作業者自身のモチベーションを上げることができ、更なる仕事への意欲を高めることが可能である。つまり組織としてこの能力を最大限に発揮させ、組織全体の最適を果たすことでその組織の目標を達成することができるだろう。また作業者の自律性を高めることで、作業者にやりがいや意欲、責任感、が芽生え、一人ひとりが常に改善に取り込もうとする「正のスパイラル」が構築できるという（『日経ものづくり』2006）。

自律的作業者は、指示された品質や時間で作業する作業者とは異なる。他工程のみならず、他部門にまでその機能を果たすことが期待される。製造部門で得られた知識は製造部内で収束するものではなく、企業全体のみならず消費者にも受益される要素だと考える。多様なものづくりから得られたノウハウは、社内だけにとどめるものではない。うまくこの情報を技術に結びつけ、消費者が欲しがらる製品に纏め上げることが重要である（林2003）。自律的作業者は自工程や自部門だけのことを考えるのではなく、絶えず企業全体において何をすべきかを考える姿勢を備えるものである。

そして絶えず成長し、得られた知識を社会、企業に還元すべく技能者から指導者へと立場を変化させ、企業の財産である知識となるよう情報を伝達していく役割を持つ作業員である。

6 まとめ

これまでにプロセス・イノベーションとTPS、セル生産、自律的作業員に関して先行研究を踏まえつつ、自己の主張を展開した。プロセス・イノベーションやTPS、セル生産の議論において、そこで働く作業員の役割についての議論を省くことは、画竜点睛な議論となるのではないだろうか。たとえ生産設備が機械のみであったとしても、それを作り出すのも維持するのも作業員である。いかに効率よく生産設備が動くかどうかは作業員の力量しだいだと考えられる。“ものづくり”の原点にあるのは“ひとづくり”であるといわれ、生産プロセスの根幹を成すと理解する。そこで働く作業員についての議論が抜け落ちているのは、生産プロセスを改善する上では不十分である。先行研究においても、作業員の能力が生産プロセスの改善、向上には不可欠であるとする研究も多い。またTPSやセル生産においても、生産方法の変更などにおいて改善初期段階の効果は十分発揮されるが、機械設備の改善活動による効果は時間が経過するにつれて薄れていく、もしくは機械設備の移行初期段階のみに限定される。その後も改善を実施していくためには、作業員の能力に依存する。企業にとって継続的改善は、ゴーイング・コンサーン（企業の未来永続的繁栄）を実現するために不可欠な要素である。特に製造部においては、人に依存する割合が高く、継続的改善を実現するためにも、自律的作業員がいかに効率的に改善を意識し、それを実行に移し、効果を得るというプロセスが、企業活動の成長に貢献すると考える。

注

Rosanna Garcia and Roger Calantone (2000) はイノベーションに関して、radical innovation と incremental innovation に分類し、radical innovation を“新しい産業を生み出し、それによって、新しい企業、新しい消費者を生み出し、認識している需要ではなく、消費者によってこれまで認識されていない需要を創造するイノベーションである”とし、incremental innovation を“現在の市場にある技術に新しい特徴、便益、改良を加えたもの、技術的な成熟市場において競争的武器となり、そして多くの企業にとっての活力源になる”と述べている。以上より、radical innovation はプロダクト・イノベーションの定義と同義であり、incremental innovation はプロセス・イノベーションと同義であるといえる。このことから本論文においては、Rosanna and Roger がいうところの radical innovation をプロダクト・イノベーション、incremental innovation をプロセス・イノベーションと置き換えて使用する。また Geoffrey Moore (2006) はプロダクト・イノベーションに関しても、市場が新規な場合は破壊的イノベーション、既存市場では製品イノベーションと分類し、そして既存製品が新規市場の場合はアプリケーション・イノベーション、既存市場の場合をプラットフォーム・イノベーションに分類し、説明している。そこ

で本論文においてはプロダクト・イノベーションとプロセス・イノベーションの二つに分類し、検討を進める。このように、イノベーションの定義に関してはいろいろ考えられるが、本論文で用いるものは、主にR&D部門で行われる新製品開発としてのプロダクト・イノベーションと、製造部門で行われる工程改善としてのプロセス・イノベーションにおいて研究を進める。

参考文献

- 阿部和義 (2005) 『トヨタモデル』 講談社刊 2005/06/20
- 秋野晶二 (1996a) “日本企業の国際化と生産システムの変容”, *立教経済学研究*, 第50巻, 第1号, pp.51-65
- 秋野晶二 (1996b) “日本企業の国際化と生産システムの変容”, *立教経済学研究*, 第50巻, 第2号, pp.57-80
- 秋野晶二 (1997) “日本企業の国際化と生産システムの変容”, *立教経済学研究*, 第51巻, 第1号, pp.29-55
- 浅野和也 (2000) “日本の生産システムの一考察—「ポストフォーディズム論争」の検証と今後の生産システムの方向—”, *中京経営研究*, 第10巻第1号, pp.255-277
- Ashok K. Gupta, David Wilemon (1988) “The Credibility-Cooperation Connection at the R&D-Marketing Interface”, *Journal of Product Innovation Management*, 5(1), pp.20-31
- Ashok K. Gupta, S. P. Raj, David Wilemon (1985) “The R&D-Marketing Interface in High-Technology Firms”, *Journal of Product Innovation Management*, 2(1), pp.12-24
- Damanpour Fariborz (1996) “Organizational complexity and innovation: Developing and testing multiple contingency models”, *Management Science* May, Vol.42, Iss.5 pp.693-716
- David A. Hounshell (1998) 『アメリカン・システムから大量生産へ』 和田一夫他訳 名古屋大学出版会刊 1998/11/10 (原著名: 『From the American System to Mass Production, 1800-1932: The Development of Manufacturing Technology』, Johns Hopkins University Press)
- 藤本隆宏 (2000) “20世紀の日本型生産システム” 一橋ビジネスレビュー 2000 WIN
- 藤本隆宏 (2001a) 『生産マネジメント入門』 日本経済新聞社 2001/6/23
- 藤本隆宏 (2001b) 『生産マネジメント入門』 日本経済新聞社 2001/6/23
- Gary Hamel and C. K. Prahalad (1989) “Strategic Intent”, *Harvard Business Review*, May-June, pp.63-76
- 後藤康浩 (2005) 『勝つ工場』 日本経済新聞社 2005/6/20
- 橋本久義 (2005) 「町工場の底力」 PHP 研究所刊 1998/08/06
- 林克謙 (2003) “人を生かし、匠を育む、中小企業のものづくりモデル”, *経営システム*, Vol.13, No.4, pp.143-147
- 市川英孝 (2007) “セル生産における生産性向上をもたらす作業区分の研究”, *日本経営システム*, Vol.23, No.2, pp.57-62
- 池田綾子, 野原光 (2000) 「脱ベルトコンベヤ生産システムの展開:『セル』生産方式を実施する工場の調査報告(一)」, *廣島法学*, 24巻, 2号, pp.243-257
- 池田綾子, 野原光 (2001a) 「脱ベルトコンベヤ生産システムの展開:『セル』生産方式を実施する工場の調査報告(二)」, *廣島法学*, 24巻, 3号, pp.137-148
- 池田綾子, 野原光 (2001b) 「脱ベルトコンベヤ生産システムの展開:『セル』生産方式を実施する工場の調査報告(三)」, *廣島法学*, 24巻, 4号, pp.183-191
- 生駒昌章 (2002) “セル生産とライン生産の問題”, *経営システム*, Vol.12, No.2 pp.81-85
- 今井正明 (1988) 『カイゼン』 講談社刊 1988/05/23
- 伊藤賢次 (2004) “トヨタの競争力の特質とメカニズム—組織文化と知識創造活動と創造的破壊—”, *岐阜聖徳*

- 学園大学, Vol.5, No.1-2, pp.57-98
- 岩室宏 (2003) 『セル生産システム』 日刊工業新聞社刊 2003/12/03
- James P. Womack Daniel T. Jones and Daniel Roos (1991) “The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production” *Harper Perennial*
- James P. Womack Daniel T. Jones (2003) 『Lean Thinking』 稲垣公夫訳 日経BP社 2003/02/03
- Jeffrey K. Liker (2003) “The Toyota Way” *McGraw-Hill*
- Kathleen M. Eisenhardt and Shona L. Brown (1998) “Time Pacing : Competing In Markets that won’t Stand Still” *Harvard Business Review*, March-April, 1998, pp.59-69
- Katsuhide Isa and Tsuyoshi Tsuru (2002) “Cell Production and Workplace Innovation in Japan: Toward a New Model for Japanese Manufacturing?”, *Industrial Relations*, Vol.41, pp.548-578, 2002
- 川上満幸, 丹下敏 (1980) “二つの異なる組み立てシステムの実験的比較”, *日本経営工学会誌*, Vol.31, No.2, pp.181-187
- 川瀬武志 (1985) “ライン中心型組織による生産性の向上”, *日本経営工学会誌*, Vol.35, No.6, pp.363-369
- Kim B. Clark and Steven C. Wheelwright (1992), “Organizing and Leading” Heavyweight “Development Teams”, *California Management Review*, 34, 3(Spring)
- 木村英紀 (2009) 『ものづくり敗戦』 日本経済新聞社刊 2009/3/9
- 小嶋健史 (1994) 『超リーン革命』 日本経済新聞社刊 1994/05/16
- 小池和男他 (2001) 『もの造りの技能……自動車産業の職場で……』 東洋経済新聞社刊 2001/04/27
- Levitt Theodore (1960) “Marketing Myopia” *Harvard Business Review*, 38(July-August) p24-47
- Loknath Sriparavastu and Tarun Gupta (1997) “An empirical study of just-in-time and total quality management principles implementation in manufacturing firms in the USA”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol 17, Num 12, 1997, pp. 1215-1232(18)
- 松井正之 (2002) “組立環境変化と効率システム”, *経営システム*, Vol.12, No.2, pp.86-94
- Merle C. Crawford (1984) “New Tool for Product Innovation”, *Journal of Product Innovation Management*, 1(2), pp.85-91
- 水口将吾, 竹田司, 泉井力, 宮下文彬 (2002) “ネットワーク組織の経年的得点吟味とモチベーション理論から見た有効性の検討”, *日本経営システム学会*, Vol.21, No.2, pp.25-32
- Morgan Swink (2000) “Technological Innovativeness as a Moderator of New Product Design Integration and Top Management Support”, *Journal of Product Innovation Management*, 17(3), pp.208-220
- 宗像正幸 (2000) “現代生産システム研究の理論的射程”, *国民経済雑誌*, 第182巻, 第2号, pp.1-20
- 中出康一, 平尾周平, 大野勝久 (2000) “U字型生産ラインの性能評価”, *日本経営工学会誌*, Vol.51, No.3, pp.263-270
- 那須野公人 (2002a) “バブル崩壊後における日本の生産システムの特質とその課題”, *作新経営論集*, 第26巻, 第1号, pp.67-75
- 那須野公人 (2002b) “セル生産方式起源とその評価”, *創価経営論集*, 第26巻第1号, pp.131-140
- 日本経済新聞社編 (2005) 『トヨタ式 孤高に挑む「変革の遺伝子」』 日本経済新聞社 2005/4
- 『日経ものづくり』 (2006) 「セル生産導入で作業者の意欲が上がる」 2006/03 pp.72-75
- 『日経ものづくり』 (2005) 「トヨタ生産方式; 停滞からの脱却」 2005/04 pp.50-73
- 『日経ものづくり』 (2004) 「人づくり」 2004/6 pp.36-61
- 『NIKKEI NECHANICAL』 (1995) 「コンベヤ撤去の衝撃走る: 一人完結の“セル生産”」 1995 pp.20-39
- 小川英次 (1994) “リエンジニアリングとトヨタ生産方式”, *オフィス・オートメーション*, Vol.15, No.3, 4, 1994

- 奥田碩 (2003) 『人間を幸福にする経済』 PHP 新書刊 2003/10/31
- 小関智弘 (1999) 『ものづくりに生きる』 岩波新書刊 1999/04/20
- Rebecca M. Henderson, Kim B. Clark (1990) “Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms”, *Administrative Science Quarterly*, 35(1990), pp.9-30
- Robert G. Cooper (1994) “Third-Generation New Product Processes”, *Journal of Product Innovation Management*, 11(1), pp.3-14
- Rosanna Garcia, Roger Calantone (2002) “A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review”, *Journal of Product Innovation Management*, 19(2), pp.110-132
- 坂爪裕 (2007) 「セル生産方式の間接的効果発生メカニズムとその促進要因」, *日本経営学会誌*, 第19号, pp.51-64
- 酒巻久 (2006) 『キヤノン方式のセル生産で意識が変わる会社が変わる』 日本能率協会マネジメントセンター刊 2006/04/01
- 信夫千佳子 (1998) “セル生産システムの構想について” *関西大学商学論集*, 第43巻第5号
- Steven C. Wheelwright and Kim B. Clark (1994) “Accelerating the Design-Build-Test Cycle for Effective New Product Development”, *International Marketing Review*, 11(1994), pp.32-46
- 鈴木良始 (2003) “セル生産方式の普及と市場条件” *同志社商学* 第54号第4号 2003年2月
- トヨタ生産方式を考える会編 (2005) 『トヨタ生産方式の本』 日刊工業新聞社刊 2005/10/15
- 都留康編著 (2001) 『生産システムの革新と進化』, 日本評論社
- Wheelwright Steven C. and Kim B.Clark (1992) “Competing Through Development Capability in a Manufacturing-Based Organization”, *Business Horizons* 34 (July-August)
- Wesley M. Cohen and Daniel A. Levinthal (1990), “Absorptive Capacity : A New Perspective on Learning and Innovation”, *Administrative Science Quarterly*, 35(1990), pp.128-152
- 山田日登志 (2003) “トヨタ生産方式の実践からの一考察—大量生産の行き詰まり—”, *経営システム*, Vol.13, No.4, pp.139-142