

リーンの経営哲学からみた開発・生産システム —マツダにおけるエンジン開発とメキシコ工場の事例研究¹—

The Development and Production System, from the Viewpoint of Lean : A Case Study of Mazda's Engine Development and Mexican Plant

台湾・東海大学 劉仁傑

Tunghai University (Taiwan) Liu Ren-Jye

要約

リーンの経営哲学とは開発、生産や販売サービスなどの経営プロセスにおけるムダやトレードオフを解消するために衆知を生かす知恵や原理である。本稿はグローバルなリーンシステム応用の視点から分析の枠組を提示し、マツダのエンジン開発およびメキシコ工場の事例研究を行なった。そこでは意識革命、良い流れを創る方法の学習・実践、組織的適応という三つのプロセスとその循環が有効な枠組であることを明らかにし、海外においてはあまり見られない理念やビジョン志向、実践志向、目に見えない組織的な適応志向をインプリケーションとして挙げている。

I. はじめに

II. リーンの経営哲学

III. マツダの事例研究：スカイアクティブ X とメキシコ工場

IV. インプリケーション

¹ この研究は日本文部科学省研究支援制度を受けた国際研究グループ（代表者板垣博教授）として 2017 年 8 月 29 日にマツダメキシコ工場へ視察しインタビューした内容、2017 年 10 月 18 日 MECT2017（ニュースダイジェスト社主催）におけるマツダの林裕二エンジン設計部長による「飽くなき挑戦」という講演内容をベースにしたものである。国際研究グループリーダーの板垣博教授、マツダメキシコの水谷智春社長、マツダ本社の林裕二部長に御礼を申し上げる。

I. はじめに

最近、インダストリー4.0やモノのインターネット(IoT)は企業競争や製造産業にどのような影響を与えるか、注目を浴びている(Lee, Bagheri, & Kao, 2015; Porter & Heppelmann, 2015)。日本も例外ではなく、大手自動車企業は一斉にシリコンバレーで開発拠点を設けているように、自動運転や電気化は大きな潮流になってきている。こうした技術の発展に対して、日本の自動車産業を支えてきた開発、製造とサプライヤーを含む生産システムにおいて、日本がリードし続けていることについては異論はあまり見られない。新しい趨勢の把握と本質的な経営哲学との両立は重要だと思われる。

筆者は、これまで台湾企業との関連として、トヨタ自動車における生産方式とその国際的移転、三菱自動車と台湾合弁拠点である中華自動車との中国における現地合弁事業等の研究を行なってきた(Liu & Brookfield, 2006; Liu, 2011; 呉、劉、2008)。また、日産自動車や本田技研の日本や海外拠点を見学する機会が何回か与えられた。こうした背景のなか、それら以外のこれまで殆ど付き合う機会のない日本自動車メーカーでの経営哲学は同じだろうか、という問題意識を持っていた。

他方、マツダにも注目が集められている。日本の美意識に根差した魂動デザインというカーデザインの評価にとどまらず、エンジンの設計やモノづくり革新にも高い評価を得ている(人見、2015; 井上、2017)。最近、モノづくり革新として機能設計から「グローバルスイング生産」に適応していくため、ミニバンの生産を今年度内に終えるという発表に産業界は驚かされたが、用意周到の戦略転換だと見られる(寺岡、2017)。これまでの商品デザインや機能設計というブランド効果だけに限らず、生産現場からの生産効率向上においても大いに期待される。

本文の目的は、日本の自動車に由来した経営哲学を意識し、初めて接する機会を与えられたマツダのあり方に対する解析の試みにある。したがって、まずはグローバルから見たリーンシステムの視点からリーンの経営哲学という分析枠組を提示する。次にマツダにおけるエンジンの開発およびメキシコ工場のあり方を事例として検証する。最後に、解明された事実に基づいてインプリケーションを呈示する。

II. リーンの経営哲学

リーンシステムは1980年代にアメリカのマサチューセッツ工科大学(MIT)で日本の自動車産業における生産方式(主にトヨタ生産方式)を研究し、その成果を体系化、一般化したものである。製造システムが出発点ではあるが、

その後、製品開発システム、サプライヤーシステムにまで広げて行っている。藤本氏は「生産とは工程から製品へ設計情報を転写するプロセスである」というモノづくり観を採り、商品とは何らかの設計情報が媒体に転写し発信するので、これを受信し解読した顧客は満足を得る。したがって、統合型ものづくりシステムが持つ組織能力の本質は開発・生産プロセスにおける設計情報の流れ方に表れる。(藤本、2004、120-124 ページ)

こうした組織能力は競争戦略の研究に長い間欠如していた。というのは競争戦略の初期段階はプランニングやポジショニングが代表される時代でもあった。プランニング学派は品質とコストとはトレードオフであり、両立できないと主張してきた。しかし、その後、日本企業は組織能力によって品質とコストを同時にクリアしていき、この競争パフォーマンスが国際的に知られている。ここでは時間差による学習という学習能力を含む組織能力が鍵になっている。要するにプランニング学派と組織能力学派の間には即時か時系列かという大きな違いがあることは明らかであり、日本企業における経営哲学、つまり、より長い視点に立ち学習によってトレードオフを解決していくことである。(三谷、2013)

リーンシステムを取り入れる生産革新は、大量生産から多品種少量生産に発展して行くものであり、後工程のための品揃えやセット供給、つまり無駄を無くすための風潮はいまだに続いている。同じようなムダは製品開発のプロセスのなかにも多く内在されている。生産プロセスにおける品質とコストとの両立、エンジンの開発における燃費と性能との両立、この両者の関係は基本的には同じである。このように販売サービス、開発や生産のどれかにかかわらず、リーンシステムという名称の日本的経営哲学の学習ブームはグローバルになっていることが大きな特徴である。90 年代後半には日本経済の不況の影響を受け、その学習ブームは一時的に落ちたこともあったが、インターネット型バブル崩壊後、製造への回帰の動きもあり、2000 年以降は再び盛んになっている(劉・巫, 2012 ; 劉・陳, 2014)。リーンシステムをベースにして日本的経営哲学をあらゆる所へ適用して行くものと思われていたが、その反面、批判や論争も起こっている(Berggren, 1993)。

リーンの経営哲学とは開発、生産や販売サービスなどの経営プロセスにおけるムダやトレードオフを解消するために衆知を生かす知恵や原理である。筆者は台湾台中市にある東海大学大学院経営工学研究科において、四半世紀以上研究、教育と産学連携に携わっている。2012 年には大学の支援と産業界の寄付金を生かし、ものづくり研究センターを立ち上げている。また、2013 年に台湾の科技部の助成金を受け「リーンシステム知識応用連盟」を作り、エクセレント拠点として連続 3 年間評定されており、2017 年現在では 58 社

の企業メンバーが入会され、活動を続けている²。この連盟はリーンの経営哲学の研究、学習と業界における普及を目的とし、長年にわたり企業に支持されている。

我々のリーンの経営哲学は次の三つの焦点に当てて展開しており(劉・巫, 2012)、これまで五年間の産学連携の活動事例により有効性を立証してきた。要するに①意識革命、②良い流れを創る方法の学習・実践、③組織的適応という三つのプロセスであり、それらによる良い循環である。我々は実務の世界においてリーンの経営哲学をグローバル的に取り入れることができるものと見ている。

第一に意識革命である。環境の激しい変化に対しては心を開く構えを持つ必要があり、顧客の要望に柔軟に対応して行く。特に環境の変化による激しい競争をてこにして危機感を醸成するため、能動的な学習を行ったり、時系列の日々邁進を求めたりしてトレードオフを解消することのできる組織能力を育成して行くことが重要である。こうした心を開くことによる意識革命はリーンシステム哲学の原点であり、リーン革新の始まりでもあり、5Sや現場改善の成果が出ていない企業には明確な改善目的が無い状況が多く見られる。単にリーンシステムの流行を追っている企業も少なくない。

第二に良い流れを創る方法の学習と実践である。5S、セル方式、一個流し、迅速な段取り変え、多工程持ち等の手法やプロセス技術が無ければ、顧客に上手く満足を与えることはできない。我々の成功事例からすれば、こうした技法の学習以上に、意識革命が求められる。つまり、意識革命の徹底やその程度は技法学習の効果を制限したり、促進したりすることがある。われわれの連携企業には、意識革命を整えることが技法の教育や実習の効果をを得るための前提と認識している企業が多い。他方、モデルラインを先に作り、技法の有効性を証明して刺激を与える事例もあるが、その効果は限定的である。要は意識革命がある程度整っている場合、ロット生産による効率指向と共に、小ロットや一個流しの後工程や顧客のためのセット供給を指向することは段取替えや生産ライン設計の改善を人の柔軟性の活用によって同時に追求することが可能だと産学連携で実証している。

第三に組織的適応である。小ロットや一個流しを実現する場合、従業員の

² PMC、大量科技、上銀科技、巨倫機械、六和機械、六鑫、友佳精工、友迦工業、友晃能源、友達光電、友嘉實業、天陽航太、美商日紳、北鉅精機、台中精機、台穩精密、台灣引興、台灣 ASML、台灣發那科、台灣瀧澤、台灣麗偉、台灣麗馳、永進機械、自行車中心、帆宣系統、車王電子、利奇機械、和井田友嘉、岩田友嘉、矽品精密、尚園科技、明機工業、金豐機器、研華科技、英發企業、高聖精密機電、中衛發展中心、眾程科技、健溢機械、盛鎰鈹金、陸聯精密、凱柏精密、勝傑工業、順集科技、富強鑫、崑立機電、新穎機械、榮田精機、榮泰科技、福裕事業、精呈科技、睿華國際、霄特國際、鉦光實業、橋鋒機械、優岡電腦、聯峰真空、寶嘉誠など合計 58 社(画数順)、連盟 <http://lean.thu.edu.tw/>。

柔軟性を発揮するために機能部門を横断するチーム編成が求められる。その際、これまで量産志向によって発展してきた既存のインセンティブシステムや管理組織が上手く機能しないのが一般的である。個々各々の作業員に対するインセンティブからグループに対するインセンティブに変えて行くこと、また、機能別組織から流れ別組織に調整して行くことは、生産革新を上手く行なっている企業で多く見られる。組織の文脈や文化は企業によって異なっているが、内部からのコミュニケーションが大事であり、第二で示される良い流れが上手く作り上げられ、そして初期の成果が出された時に、より上手く調整できていることが大きな特徴である。

グローバル的な試練に直面しているリーンの経営哲学は、以上のように、意識革命を始めること、良い流れを創る方法を学習したり、実践を促進したりすること、また、その成果は組織の内部からの組織的な適応行動が行なわれること、そして良い循環が成功していることにまとめることができる。こうしたサイクルが回ることによって一部の懐疑的な指向を採っている従業員をチームに取り入れることができ、回れば、回るほど精進して行く。（図1）

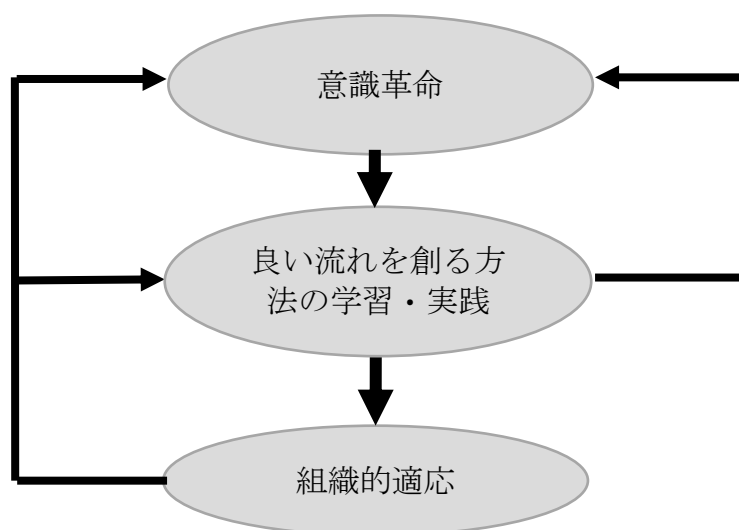


図1 リーンの経営のフレームワーク
出所：筆者作成

Ⅲ. マツダの事例研究：スカイアクティブ X とメキシコ工場

1. マツダの概要

マツダは2016年現在、連結で48,849名の従業員を持ち、130カ国で155.9万台を販売し、世界の約2%のシェアを有している。技術面では1967年に他社に先駆けてロータリーエンジンを実用化した。また、1979年から2007年

までにはフォードとの資本提携があった。最近、特に次の二つの出来事が注目され、本稿で取り上げるようになった。

一つは 2017 年 8 月に宣言した「Well-to-Wheel」で象徴される技術開発の長期ビジョンである。そこでは企業平均 CO2 排出量を 2050 年までに 2010 年比 90%削減することを視野に入れ、2030 年までには 50%削減を目標とする。こうした環境に配慮した「不屈のチャレンジ」としてスカイアクティブ技術の推進が焦点となっている。

もう一つはマツダメキシコ (Mazda de Mexico Vehicle Operation) である。マツダの海外工場は中国とタイにおいては先行している。当面の海外生産のグローバル生産に占める比率は四割弱であり、60 万台程度である。この中で 2014 年 1 月から量産化しているメキシコ工場が既に 25 万台の能力を持つのは非常に大きな存在である。

2. スカイアクティブ X の開発

マツダの林裕二エンジン部長はマツダの概要をコンパクトに紹介する上で、スカイアクティブ X の事例を中心にして、持続可能な技術開発という広いビジョンから人馬一体というミクロな実践まで、「飽くなき挑戦」を熱論している。スカイアクティブ X は正にその理想的な事例だと思われる。

これまでの常識ではガソリンエンジンとディーゼルエンジンにはそれぞれの長所が有されている。両方の長所を兼ね備え、しかも使用状況での燃費がそれほど左右されないというトレードオフを克服する夢のようなエンジンがスカイアクティブ X である。林氏は、これまで次世代エンジンとして乗り越えられなかった「壁」をブレイクスルーし、研究を重ねてそれを実用化の域まで昇華させようとしたことを詳しく語った。

林氏は開発段階のデータを使って、その特徴を次のように解説した。

- (1) 伝統のダウンサイジングターボよりレスポンスが良いこと
- (2) ディーゼルより高回転時の伸びが良いこと
- (3) 前モデルのスカイアクティブ G より全域で 10%、ピーク値で 30%トルクが高いこと
- (4) スカイアクティブ G に比べて燃費を 20~30%改善したこと
- (5) 各国の燃費テストでほぼ同じ燃費が達成でき、ユーザーの実際使用でも結果が乖離しにくいこと

理想の燃焼に向けたロードマップと顧客価値は図 2 のようにまとめられ、トレードオフを克服するように示されている。5 つの項目によって旧来のエンジンの長所と短所を表したが、スカイアクティブ X はそれら全ての「良いところ取り」だと言うのである。ガソリンエンジン並のレスポンスと高回転時の伸びの良さを持ち、ディーゼル並の高トルクと低燃費を備え、しかも運転

の仕方による燃費の差が現れにくい、という現時点での究極のエンジンに挑戦しているのである。

まずは環境の変化に対する強いビジョンこそが目標を達成して行く原動力だと強く感じており、正に技術者のロマンであり、強い意識革命にもなる。

次に、林氏は問題解決の手法について、幾つかの事例を挙げ、詳しく説明していた。特に統合的解決策、たとえば燃焼システムにおける音と安定さ、燃費と走りなどを両立できる工学的な方法論である。理屈が分かるからこそ顧客価値が納得されると言っていた。

「飽くなき挑戦」は高いビジョンという意識革命から始まり、工学的な統合的解決策を横断的に行ない、成功した結果は再び「不屈のチャレンジ」という組織文化や仕組みの強化にフィードバックされる。

		ガソリンエンジン	次世代エンジン	ディーゼルエンジン
顧客価値	燃費	▲	◎	◎
	トルク	▲	◎	◎
	レスポンス	▲	◎	◎
	出力(伸び)	◎	◎	▲
	暖房性	◎	◎	▲
	排気浄化性	◎	◎	▲

図2 次世代エンジンの特徴

資料：林裕二エンジン部長の講演資料、◎は優位性を示す。

3. マツダメキシコの生産システム

マツダメキシコはマツダ（75%）と住友商事（25%）の合弁会社として、2011年に設立され、2014年1月には量産を開始している。2017年現在、約5,000名の従業員になり、年間25万台の生産能力を持っている。設立と同時に、良き企業市民、最も重要なグローバル戦略拠点とマツダのスカイアクティブ技術を世界に広めるという三つの使命を宣言した。自由貿易政策の充実、米州と欧州へ輸送の利便性、為替対応力は投資の大きなメリットである。生産システムを上手く構築することが短期間で高品質な車の生産を実現

し、一年に 25 万台を生産できる体制に達する理由だという。

見学はゴルフカートに乗り、東西 2 キロに渡る車体加工、溶接と最終組立工程を約 50 分間で行なった。まずは北側のサプライヤー・パークの説明を受けた。大物、シート、鉄板加工部品、ミラーなど 5 社のサプライヤーが入っているそうである。車体工程では日本の 99%の自動化に対してマツダメキシコは 1,500 名による手作業プラス自動化で日本と同じ 1 分間 64 台の能力となっている。設備投資も工夫され、たとえばプレス機械は IHI と CF（台湾におけるプレス機械のトップメーカー）の提携した機器を採用している。最初は若干の亀裂が起きたりしたことがあったが、現在では上手く使いこなしているという。

車体加工は人による溶接（ボディの下回り）とチェックであるが、日本の自動化に負けていない。車体加工と最終組立工程は一般の日本自動車メーカーで見られる看板を沢山使った組立作業とそこへの部品供給である。その基礎は次のような日本研修と技術指導で作られた。要するに日本研修は班長クラスか班長になりそうな 100 名の従業員に二回に分けて行ない、現在は日本からの技術者（職長）30 名が教えており、標準作業書をきちんと作る能力を 1 年で身に付けられるようになった。日本人と一緒に作りながら、最初のベースに対して継続して改善して行き、特に安全、品質、効率の視点から、実際の作業と違うところ、また改善すべきことを繰り返して実施している。量産後、三年半しか経過していない現場であるが、①柔軟に対応できる生産、②安定したプレミアム品質、③作業を良くするための自主保全や改善等を上手く進化させていると言っている。

我々の見学に基づいて質疑対応をしてくれた。その主な内容は下記の通りである。(1)バヒオ地区のメキシコ人は自動車産業の経験者が少なく、入社初期から基本的な教育、訓練を重要視し、体系的な人材育成プログラムができている。(2)累計 150 名を超えるエンジニアおよび管理監督者をマツダの本社工場や防府工場へ派遣するなど、高品質な商品の生産の実現に向けて取り組んできた。(3)サプライヤー・パークの 5 社に加え、州内や州外の近隣を含めて部品サプライヤーの集積を形成している。2011 年当時の日系 20 社から始まり、日本では取引がない 10%程度の会社を含め、2016 年は 234 社、2017 年は 250 社となってきた。(4)良き企業市民としてメキシコに根付き、クルマ造りを通じて、メキシコ経済の発展に貢献している。

以上に述べた見学やインタビューの結果から、マツダメキシコの生産システムには次の三つの特徴が見出される。

第一に、日本での研修や日本の技術者の派遣によって勤勉で若い労働力にマツダの行動方式を徹底して行く。こうした基礎作りは一種の意識革命とも見ることができ、マツダメキシコを成功へと導いたベースにもなった。

第二に、サプライヤーネットワークの形成や設備投資を抑える工夫等は第一で示される意識革命と生産方式の移転においても欠かせないものである。つまり、外部の不確実性や攪乱要因を抑えることに大きな意味がある。それはマツダの生産方式を移転する一環として整えて行く重要な方法を学習したり、実践したりすることだと見られる。

第三に、マツダ的社風の形成によって良い循環を作って行く。良き企業市民の強調だけに止まらず、今も 30 名の日本人職長が来て 180 名の職長を教えているように、マツダ独特の温かい社風が現地に根付き、現地人材の育成によって形成され、意識革命と良い方法が限りなく発展して行くと見られる。

4. まとめ

Ⅱでまとめた枠組からみると、スカイアクティブ X とマツダメキシコという二つの事例は長期ビジョンやマツダ的社風によって、これまでではできなかった目標ができるようになってきている。技術的なトレードオフを見事に解消したスカイアクティブ技術の推進も、短期間で量産化を上手く行われたメキシコ工場もまた正に開発・生産システム革新の象徴である。

環境の変化に対する強いビジョンこそが目標を達成して行く原動力だと強く感じており、正に技術者のロマンであり、強い意識革命にもなる。それは開発の流れや不屈のチャレンジという組織文化にまで浸透し、良い循環をもたらしている。

マツダメキシコの生産システムには日本的経営哲学が多く見られる。生産の良い流れに止まらず、良い流れを支えるサプライヤーネットワークや現場の人材育成にも力を入れている。「グローバルスイング生産」という本社の発想はメキシコ工場にまでは広がっていないが、必要に応じて何時でも導入できるように用意されており、リーンの経営哲学が上手く浸透されているように見られる。

Ⅳ. インプリケーション

本文は 2017 年 9 月にマツダメキシコ工場を視察しインタビューし、そして 10 月にマツダの林裕二エンジン設計部長の講演を聞く機会を契機としたものである。これまで蓄積していた日本の自動車に由来したリーンの経営哲学に基づき、マツダのあり方に対する解析を試みに行なったものでもある。初めて接した極めて貴重な機会ではあるが、限られた時間で非常に浅い体験であることも十分に分かっている。

解明された事実に限ってみれば、マツダもリーンの経営哲学に非常に当てはまっていることは明確である。ムダやトレードオフを一所懸命削除し、学

習や実践を通じて衆知を生かす知恵や原理を創ってきている姿が見られる。日本的あり方が健在だと強く感じさせている。こうした事実に基づくと、次の三つのインプリケーションが得られるのかもしれない。

第一に、強い理念やビジョンを持つことである。意識革命はこれまでの常識を否定するものであるため、非常に難しい。強い理念やビジョンが先導していることには大きな意味があるように見られる。

第二に、トレードオフの解消は理屈よりも実践である。時間をかけて学習したり、実践したりすることは何よりも重要である。リーンの経営哲学には実践の知恵が内在され、知識創造の源にもなる（野中ほか、2010）。

第三に、組織的適応には目に見える組織図よりも見えない組織文化のほうに著しく影響されている。我々の体験や実践している製品やプロセスの流れ別の組織改革に比べて、次元が異なっており、遥かに抽象化していることは明らかである。

この研究は我々の台湾における実践に基づくリーンの経営哲学をまとめ、マツダの最新事例を検証したものである。しかし、この研究には大きな制限がある。つまり、リーンの経営哲学には私の取り上げる三つのものとそのサイクルのみならず、如何に進化して行くのかも重要だと考えられる（藤本、2004、99-115 ページ）。それについては次の研究テーマにしたいと思う。

参考文献

- Berggren, C., 1993, Alternatives to Lean Production: Work Organization in the Swedish Auto Industry, Iir Pr. (丸山恵也・黒川文子訳, 1997, 『ボルボの実験— リーン生産方式のオルタナティブ』中央経済社。)
- 藤本隆宏, 2004, 『日本のもの造り哲学』日本経済新聞社。
- 人見光夫, 2015, 『答えは必ずある— 逆境をはね返したマツダの発想力』ダイヤモンド社。
- 井上久男, 2017, 『自動車会社が消える日』文藝春秋。
- Lee, J., Bagheri B. and Kao H., 2015, A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems, *Manufacturing Letters*, 3, 18-23.
- Liu Ren-Jye, 2001, “A Study of Strategic Alliances between Taiwanese and Japanese Enterprises in East Asia,” *Industrial Management Review*, Vol.15, pp.94-102.
- Liu Ren-Jye and Jonathan Brookfield, 2006, “Japanese Firms and Subcontracting in Mainland China: A Study of the Toyota Group and

Shanghai Koito,” *Supply Chain Management: An International Journal*, vol.22 no.4. pp.99-103.

劉仁傑、巫茂熾, 2012, 『工具機産業的精實變革』台北、中衛發展中心。

劉仁傑、陳国民, 2014, 『世界工廠大移轉』台北、大寫。

三谷宏治, 2013, 『経営戦略全史』ディスカヴァー。

野中郁次郎、平田透、遠山亮子, 2010, 『流れを経営する』東洋経済新報社。

吳銀澤, 劉仁傑, 2008, 「中国進出における日台企業の共創の発展」『日本経営學會誌』第22號, pp.53-65。

Porter, M.E. & Heppelmann, J.E., 2015, How Smart, Connected Products are Transforming Companies. *Harvard Business Review*(October), 97-114.

寺岡篤志, 2017, 「マツダがミニバンを見限った理由：決断の裏に生産改革」, 日経ビジネスオンライン, 2017年9月21日。

Womack, J. P., D. T. Jones and D. Roos, 1990, *The Machine that Changed the World*. Macmillan, New York. (沢田博訳, 1991, 『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。)