

技術開発における製造部門の役割 ——機械，電機，自動車製造事業所の実証分析——

松 井 美 樹

1. はじめに

市場に出す財・サービスおよびそれらを生み出すオペレーションに具現化される技術の選択と開発は、あらゆる企業の永続的繁栄を左右する課題である。特に、物的な財を生産する製造企業の成否にとって、その製品と工程を支える技術は決定的に重要な要因である。競争戦略的見地からも、製品の信頼性や魅力を高め、製造費用を削減することのできる強力な武器のひとつとして、技術は関心の的となっている。例えば、Hamel and Prahalad (1994) においても、統合された技術やスキルがコア・コンピテンスを形成している事例を多数紹介している。

技術の分類法は多数あるが、ここでは製造業を念頭に置き、製品の設計と機能に専ら関わる製品技術と製品の製造方法に関わる工程技術の二分法を採用しよう。技術集約度の高い製造業において競争優位を得るためのひとつの道筋として、最先端の製品技術と工程技術を用いて競争力のある製品を開発、製造することが考えられよう。この際、製品技術を主に担当するのは研究開発部門ないし研究所、工程技術を主に担当するのは製造部門ないし製造事業所、新製品の開発・導入についてはマーケティング部門、研究開発部門、製造部門等がそれぞれ役割を分担するという形態がとられるのが一般である。なお、本論では、製造部門という用語を製造事

業所とはほぼ同義として扱っており、具体的には、製造部、生産管理部、品質管理部、品質保証部、購買調達部、生産技術部、工機部等に加え、製造事業所に関わる人事、経理、情報管理を担当する総務部と呼ばれる部署を含む。工程技術を主に担当するのは、このうちの生産技術部である。

この道筋に従って優位性を維持していくためには、常に新たな製品・工程技術の開発を行い、顧客ニーズに合った新製品を導入し続けることが求められる。さらに、昨今の技術競争では、時間という次元が重視されるようになり、新製品の開発・導入のサイクルをいかに早く回すかが鍵となってきている。伝統的な新製品開発手法では、顧客ニーズの把握、コンセプトの提案、製品企画、製品設計、工程設計、試作、商品化準備、市場導入といった開発段階が独立しており、各段階の担当部門が指名されると同時に、ある段階が完了してから次の段階に進むという順序も明確にされていた。しかし、開発費用の大幅削減と顧客ニーズへの迅速な対応のため、新製品開発期間の短縮が競争上不可欠となってくるにつれ、開発段階のオーバーラップはもちろん、いくつかの段階を同時並行的に進めていくコンカレント・エンジニアリングが新製品開発手法の主流となりつつある。この方法によれば、特定の開発段階を特定の部門が担当するというよりもむしろ、関係部門が緊密なコミュニ

ケーションを取りながら、解決すべき様々な問題に協力して当たり、可能な限り開発活動を前倒しで進めていくことになる。ここで、Wheelwright and Clark (1992) が統合的問題解決のモードと呼んでいる職能間の相互作用、いわゆる職能間統合をいかにうまく実現するかがポイントとなる。例えば、近年、わが国の製造企業でしばしば見られる製品設計職能の物理的移動は、新製品開発における職能間統合を促進するための試みと解釈される。製品設計職能は研究開発部門の一職能として、従来、研究所に置かれることが通常であったが、これを製造事業所に移し、製品設計エンジニアと工程設計エンジニアを常時同居させ、必要なときにはいつでも直接コミュニケーションがとれる体制を整えている製造企業が増えてきている。このような場合、厳密には製造部門と製造事業所とは同義ではなくなる。また、Hammer and Champy (1993) は、リエンジニアリングの典型的事例としてコダック社における新製品開発プロセスの見直しを取り上げているが、この事例では、データベースの構築とCAD/CAMの導入が製品設計エンジニアと工程設計エンジニアのコミュニケーションを格段に向上させたことが強調されている。

このような背景で、優れた製造部門は単に工程設計だけでなく、新製品の開発・設計にも深く関わるようになってきた。WCM (World Class Manufacturing) という概念を最初に提唱した Schonberger (1986) は、WCMに見られる特徴のひとつとして設計力を取り上げており、顧客指向の設計、マーケティング-設計-製造のチーム、遅延なき設計が追求されていることを指摘している。自動車産業における新製品開発プロセスに焦点を当てた Clark and Fujimoto (1991) は、新製品開発で重要なことはプロジェクト戦略、組織パターン、製造能力の統合であるとしており、製造部門の役割を強調している。また、わが国の自動車産業をモデルとしたリーン生産方式を紹介した Womack,

Jones and Roos (1990) においても、リーダーシップ、チームワーク、コミュニケーション、同時開発を基軸とするリーンな製品開発についてかなり詳しく触れられている。

製造部門が新製品の開発・設計に深く関わると、製品設計にも直接の影響を及ぼすことができるようになる。典型的には、部品点数を減らし、製造し易い製品設計が選択されるようになると考えられる。部品点数の削減は、品質機能展開 (QFD) 等を利用した顧客指向の製品設計に相通じるものがある。

本論の目的は、製造事業所が工程技術のみならず製品技術の開発にも関与するには、どのような前提条件が満たされていなければならないか、また、技術開発への製造部門の関与が果たして製品の競争力を高めることに繋がるのかといった論点を実証的に検討することにある。そのためには、Flynn et al. (1990) が提示した実証分析の方法論に従って設計された質問調査票を用いてデータを収集し、製品・工程技術の開発における製造事業所の役割に関する測定尺度を個別に検討しておく必要がある。

まず次節で分析データについて簡単に述べた後、3節で技術開発への製造事業所の関与に関する測定尺度の信頼性と妥当性をチェックする。この測定尺度を用いて、4節で製造事業所における技術開発への取り組みとその他の生産管理システム要素や製品の競争力との関連性を調べ、最後に結論と今後の課題について触れる。

2. データ

分析データは、世界的水準製造システムに関する国際比較研究の一環としてわが国の46製造事業所に対する質問票調査により収集されたものである。対象業種は典型的加工組立型製造業である機械、電機、自動車の3業種で、我々がWCMとして選定した企業の製造事業所が32あり、残りは無作為抽出によって選定された製造事業所である。いずれの製造事業所においても、重複部分は相当量あるが基本的には異なった15

種類の質問調査票に工場長から直接要員までの26名が回答している。以下の実証分析において実際に使用されたデータは、このうち、工場長、副工場長、生産技術担当者、品質管理担当者、直接要員4名の計8名の回答である。質問調査票の概要、対象製造事業所の選定方法等については、松井(1996)を参照せよ。

回答のコーディング、リバース尺度の変換等を行った後、2つのレベルのデータベースを構築した。ひとつは、個々の回答者の回答をベースとした個人レベルのデータベースであり、1,196(=26名×46事業所)レコードを含む。主に、定性的で主観的な判断を伴う変数の測定尺度を構成する際に、その信頼性と妥当性をチェックするために用いられる。もうひとつは、個々の回答者の回答を集約した製造事業所全体の測定値をベースとした工場レベルのデータベースであり、レコード数は当然46となる。個別質問項目ないし測定尺度の製造事業所全体の測定値としては、原則として、該当する質問項目のすべての回答者の回答を平均した値を採用した。4節を始めとして、主要な実証分析はこの工場レベルのデータベースを用いて行われる。

両レベルのデータベースを用い、次節では、製品・工程技術の開発における製造事業所の役割に関する測定尺度について検討する。

3. 技術関連測定尺度の信頼性と妥当性

製品・工程技術の開発への関与に関連する測定尺度(以下、簡単に技術関連測定尺度と略す)として、ここでは、「工程革新の実施」, 「製品設計への関与」, 「新製品導入プロセス」, 「新製品設計の顧客・製造指向」, 「工程設備供給者との連携」の5個を取り上げた。各測定尺度を構成するために用意した質問項目は以下に示すように4個から7個である。すべての質問項目は5点リッカート尺度(1=全く同意しない, 2=余り同意しない, 3=どちらとも言えない, 4=かなり同意する, 5=強く同意する)で測定されており、項目番号の後に続くN

はノーマル尺度, Rはリバース尺度となっていることを表している。なお、リバース尺度によって測定された質問項目については、回答された数値を6から差し引いてノーマル尺度に変換した後に、すべての分析を始めている。

信頼性については、測定尺度の内的整合性を表す α 係数を基準に判定した。新たに開発された測定尺度が信頼に足ると判断されるには、この α 係数の値が0.6以上でなければならない。また、尺度構成の妥当性を調べるためには、用意された質問項目に対する因子分析が一般に利用される。因子分析の結果、固有値が大きく寄与率が高い単一因子が抽出され、すべての質問項目に対する因子負荷量が0.4以上であれば、これらの質問項目から測定尺度を構成することが妥当と判定される。ここでは、初期解として主成分解を用い、固有値が1を超える因子のみを抽出した。

信頼性と妥当性のテストにおいては、WCM企業の製造事業所の個人レベルデータ、無作為抽出された製造事業所も含めた全事業所の個人レベルデータおよび工場レベルデータの3種のデータベースを利用した。これらの分析結果に食い違いがある場合には、個人レベルデータによる結果を優先して、最終的に採用する質問項目と測定尺度が決定された。

(1) 工程革新の実施

この尺度は、企業が新たな工程技術をいかに巧みに導入し利用しているかを測定しようとするもので、以下の5つの質問項目から構成される。回答者は工場長1名、副工場長1名、生産技術担当者1名の計3名である。

- ①R 新工程技術の潜在力を実現することがしばしばできない。
- ②R 一度軌道に乗った新工程をいじることはない。
- ③N 新工程に必要な組織や技術の変更に特に注意を払う。
- ④N 我々は新工程技術の効果的利用のリーダーである。

表1 信頼性と妥当性 (工程革新の実施)

	W C M 個人レベルデータ	全 事 業 所 個人レベルデータ	工場レベルデータ
α 係数 :	0.68956	0.72058	0.81883
因子負荷量 (第一因子のみ) :			
①	0.64381	0.65600	0.72273
②	0.54498	0.60559	0.76399
③	0.72848	0.71626	0.76768
④	0.68012	0.74028	0.80554
⑤	0.79040	0.74872	0.78342
固有値 :	2.3295	2.4187	2.9580
寄与率 :	46.59%	48.37%	59.16%
抽出因子数 :	1	1	1

⑤N 我々は設備導入後も継続的に学習と改善に努める。

表1には、これら5個の質問項目を用い、WCM企業の製造事業所の個人レベルデータ、無作為抽出された製造事業所も含めた全事業所の個人レベルデータおよび工場レベルデータそれぞれについて計算された α 係数と因子分析の結果が示されている。いずれのデータについても、 α 係数と因子負荷量は基準値を上回り、固有値が1を超える因子は表1に示されている第一因子のみであるので、信頼性と妥当性に目立った問題は見当たらないと判断される。したがって、「工程革新の実施」の測定尺度として、上記5個の全質問項目の算術平均値を以下の分析では使用する。

(2) 製品設計への関与

この尺度は、新製品導入プロセスにおいて製造部門が投入しているインプットを測ろうとするもので、以下の4つの質問項目からなる。回答者は工場長1名、副工場長1名、生産技術担当者1名、品質管理担当者1名、直接要員4名の計8名である。

- ①N 工場作業者は新製品導入や製品変更について事前に(チームとして、あるいは相談を受ける形で)深く関与する。
- ②N 製造エンジニアは新製品導入について事

前にそれに関与する。

- ③R 製品設計が工場に届く以前の初期に、生産管理や品質管理の担当者が設計に関わることはあまりない。
- ④N 新製品導入のために多様な領域(マーケティング、製造他)のメンバーでチームを編成して働く。

表2に示される分析結果から、「製品設計への関与」については、信頼性、構成の妥当性とも満足できる水準にある。ここで取り上げたすべての技術関連測定尺度の中でも信頼性と妥当性が最も高い。したがって、この測定尺度として、上記4個の全質問項目の算術平均値を使用する。

(3) 新製品導入プロセス

この尺度は、新製品導入プロセスのタイプを職能間協力や公式性の度合いによって把握しようとするもので、以下の6つの質問項目が用いられた。工場長1名、副工場長1名、生産技術担当者1名の計3名が全質問項目に回答し、さらに、③の質問項目については品質管理担当者1名と直接要員4名も回答している。

- ①R 新製品導入統制過程は非常に公式的で、頻繁に報告したり監視する。
- ②R 定期的な製品改訂は、製造エンジニアではなくて、設計技術者や研究開発研究所

表 2 信頼性と妥当性 (製品設計への関与)

	W C M 個人レベルデータ	全 事 業 所 個人レベルデータ	工場レベルデータ
α 係数 :	0.73861	0.75350	0.89249
因子負荷量 (第一因子のみ) :			
①	0.77491	0.78776	0.88053
②	0.82187	0.83102	0.92414
③	0.58655	0.63508	0.79459
④	0.80825	0.78278	0.88354
固有値 :	2.2733	2.3272	3.0414
寄与率 :	56.83%	58.18%	76.03%
抽出因子数 :	1	1	1

表 3 信頼性と妥当性 (新製品導入プロセス)

	W C M 個人レベルデータ		全 事 業 所 個人レベルデータ 工場レベルデータ			
α 係数 :	0.09575	0.35910	0.06013	0.31288	-0.11239	0.38235
因子負荷量 (第一因子のみ) :						
①	-0.70525	削除	-0.71325	削除	-0.77476	削除
②	-0.10358	削除	0.14522	削除	-0.08739	0.78666
③	0.74351	0.59862	0.56612	0.38270	0.55461	削除
④	0.51161	0.44605	0.65979	0.46049	0.77059	削除
⑤	0.36326	0.56934	0.15857	0.58932	-0.25075	削除
⑥	0.44863	0.73248	0.49712	0.77958	0.28106	0.78666
固有値 :	1.6559	1.4180	1.5579	1.3136	1.6512	1.2377
寄与率 :	27.60%	35.44%	25.97%	32.84%	27.52%	61.88%
抽出因子数 :	3	2	3	2	3	1

が担当する。

- ③N 我々は製造し易さを追求している。
- ④N 我々は新部品を生産する前にプロトタイプ
ピングの幾つかの段階を経る。

テストでは、工場長、副工場長、生産技術担当者の3名の回答しか利用できない。ただし、個人レベルデータを工場レベルに集約する際、③の質問項目については品質管理担当者および直

結果は構成の妥当性の問題がさらに深刻であることを明白に示している。まず、固有値基準から、表3に因子負荷量が示された第一因子を含め、全部で3因子が抽出された。第一因子については、特に質問項目①と質問項目②の因子負荷量が低水準にあることが目立つ。第二因子は質問項目⑤と質問項目⑥、第三因子は質問項目②と関連が強い。

質問項目①は、新製品導入統制プロセスの公式性を監視と報告の頻度によって測定しようとしたものであるが、他の質問項目が扱っている新製品導入プロセスにおける職能間協力と内容的に全く同じというわけではない。ただ、新製品開発に参与する職能間での密接な協力関係協力を構築するためには、(公式のみならず)非公式のコミュニケーション・チャンネルが駆使されなければならないという考えが背景にあって、質問項目に追加された。しかしながら、WCM企業の製造事業所、全事業所いずれの個人レベルデータについても、このような関係は見出されず、むしろ、負値の第一因子因子負荷量が示すように、職能間協力と頻繁な監視や報告とは矛盾なく両立する。職能間協力のために取りあえずは公式のコミュニケーション・チャンネルを使い、それで不十分な場合に非公式ルートを探るということが通常であるとすれば、この結果は解釈可能である。新製品導入統制プロセスが公式的であることと、頻繁に報告したり監視することとは、必ずしも同義ではないということであろう。また、質問項目②は定期的なモデル・チェンジにまで製造部門が関与している度合いを測定しようとしたものであるが、担当者という形で尋ねたために、他の職能間協力の質問項目とは異なって解釈されたものと思われる。製造部門が相当程度関わっていたとしても、モデル・チェンジの主たる担当は設計技術者や研究所ということであろう。このために、少なくとも個人レベルデータについては、質問項目②の第一因子因子負荷量は0に近い値となり、特にWCM企業の製造事業所のみを対象とした

場合には負の値をとっている。

そこで、質問項目①と質問項目②を削除して α 係数や因子負荷量等を再計算した。 α 係数の値はかなり増加したものの、0.6にはほど遠く、信頼性には疑問が残る。第一因子因子負荷量の値は、全事業所の個人レベルデータについてだけ質問項目③が0.4を僅かに下回ったものの、その他は基準値を超えている。しかし、第一因子の寄与率は35%程度で、固有値が1を超える第二因子が抽出されている点では、構成の妥当性にもやや不安がある。第二因子は質問項目④と関連が強い因子である。

一方、全製造事業所の工場レベルデータについても、信頼性には同様に問題がある。また、構成の妥当性のテストでは質問項目②と⑥だけが残し、個人レベルデータの場合とは食い違いが生じた。

ここでは、個人レベルデータについての分析結果を優先するという原則に基づき、「新製品導入プロセス」の測定尺度として、全質問項目の算術平均値に加えて、質問項目③④⑤⑥の算術平均値も計算した。以下の分析では後者を用いるが、信頼性や構成の妥当性の問題が残っている点には注意が必要である。

(4) 新製品設計の顧客・製造指向

この尺度は、製品設計の単純化、顧客指向、部品点数の最小化等を評価することを目的としており、以下の7つの質問項目が用いられた。工場長1名、副工場長1名、生産技術担当者1名の計3名が全質問項目に回答し、さらに、②と④以外の質問項目については品質管理担当者1名と直接要員4名も回答している。

- ①N 設計過程で本当に必要な仕様だけを列挙するように努めている。
- ②N 我々の設計過程には強い顧客指向がある。
- ③N 部品設計では部品点数を少なくすることを重視している。
- ④N 我々は幅を持った設計仕様が大切であると信じている。
- ⑤R 最終製品の部品点数には関心がない。

表4 信頼性と妥当性 (新製品設計の顧客・製造指向)

	W C M		全 事 業 所			
	個人レベルデータ		個人レベルデータ		工場レベルデータ	
α 係数 :	0.68485	0.74082	0.71297	0.72459	0.75017	0.87037
因子負荷量 (第一因子のみ) :						
①	0.37834	削除	0.39473	削除	0.52394	削除
②	0.46834	0.47070	0.49550	0.45631	0.29938	削除
③	0.77565	0.79001	0.76018	0.77938	0.85419	0.85591
④	0.15759	削除	0.37162	削除	0.33520	削除
⑤	0.71508	0.72350	0.66040	0.69037	0.74925	0.78177
⑥	0.62961	0.66513	0.67678	0.70816	0.85704	0.87803
⑦	0.76705	0.77179	0.81269	0.83159	0.87975	0.88528
固有値 :	2.4851	2.4072	2.6719	2.4853	3.2760	2.8984
寄与率 :	35.50%	48.14%	38.17%	49.71%	46.80%	72.46%
抽出因子数 :	2	1	2	1	2	1

⑥N 我々の技術者は製品設計を簡単にしようと努力している。

⑦N 生産する部品は製造し易さと組み立ての容易さを重視して設計される。

個人レベルデータを用いた妥当性テストでは、工場長、副工場長、生産技術担当者の3名の回答しか利用できない。ただし、個人レベルデータを用いた信頼性テストでは、品質管理担当者と直接要員の回答も利用している。また、個人レベルのデータを工場レベルに集約する際、②と④以外の質問項目については品質管理担当者および直接要員の回答も含めて合計8名の算術平均値を計算している。

表4が「新製品設計の顧客・製造指向」の信頼性・妥当性分析の結果である。まず、上記7個の全質問項目を用いた場合、すべてのデータについて α 係数は基準値の0.6を越えており、信頼性については満足できる水準にあると言える。他方、妥当性に関しては注意が必要である。固有値が1を超える因子が2個抽出され、また、第一因子因子負荷量の値では、個人レベルデータについて質問項目①と質問項目④、工場レベルデータについては質問項目②も基準値0.4を下回っている。第二因子は質問項目②と

質問項目④と強く関連している。

直接には、質問項目①は製品設計の簡素化、質問項目④は幅を持った製品仕様に関する質問であるが、これらは製品設計の顧客指向や製造指向の具体的現れとしばしば考えられるために、測定手段として採用された。しかしながら、これら2つの質問項目は他の質問項目とは異なった内容を含んでいると回答者の多くが受け取っていることが明らかとなった。そこで、個人レベルデータについて、両質問項目を削除し、信頼性と構成の妥当性を再テストした。その結果、WCM企業の製造事業所についても全事業所についても、 α 係数の値が上昇しただけでなく、固有値が1を超える因子は第一因子のみとなり、残された質問項目の因子負荷量もすべて基準値をクリアできるようになった。ただし、製品設計における顧客指向を扱う質問項目②の因子負荷量だけは基準値を僅かに上回る程度であり、また、製品設計の簡素化も主として顧客指向を強く反映したものであることを考え合わせると、新製品設計における顧客指向と製造指向はその意味内容において多少とも異なると解釈されているように思われる。実際、工場レベルデータについては、質問項目②の因子負荷量が0.3を

表5 信頼性と妥当性 (工程設備供給者との連携)

	W C M		全 事 業 所			
	個人レベルデータ		個人レベルデータ	工場レベルデータ		
α 係数 :	0.23811	0.44823	0.16900	0.56923	0.32685	0.67335
因子負荷量 (第一因子のみ) :						
①	0.77826	0.80406	0.80029	0.83603	0.77104	0.86975
②	0.16298	削除	0.18920	削除	0.45375	削除
③	0.41488	削除	-0.08552	削除	0.01018	削除
④	0.74522	0.80406	0.85191	0.83603	0.89181	0.86975
固有値 :	1.3597	1.2930	1.4093	1.3979	1.5958	1.5129
寄与率 :	33.99%	64.65%	35.23%	69.89%	39.90%	75.65%
抽出因子数 :	2	1	2	1	2	1

切っており、7質問項目中で最小となっている。

最終的には、個人レベルデータを重視するという原則に従い、この測定尺度として、全質問項目の算術平均値に加え、質問項目②③⑤⑥⑦の算術平均値も計算し、以下の分析では後者を利用することとした。

(5) 工程設備供給者との連携

この尺度は、工程技術開発において設備供給者との程度密接な協力関係を確立しているかを評価しようとするもので、以下の4つの質問項目が用いられた。回答者は工場長1名、副工場長1名、生産技術担当者1名の計3名である。

- ①N 新工程技術の開発では我々は供給業者と密接に働く。
- ②R 我々は新工程設備を既製品として買う。
- ③N 我々は自前の工程設備を作らないが、その設計には強く影響する。
- ④N 工場の成功にとって設備供給業者とともに共に働くことは肝要なことである。

表5によれば、上記4個の質問項目をすべて用いてこの測定尺度を構成することは信頼性と妥当性の両面で問題を含んでいる。 α 係数の値はいずれのデータについても基準値0.6をかなり下回っている。第一因子因子負荷量は、個人レベルデータについては質問項目②、全事業所の個人レベルと工場レベルデータについては

質問項目③が基準値0.4に達していない。すべてのデータに関して、固有値が1を超える因子が2個抽出された。第二因子は質問項目②と質問項目③に比較的強い影響を与えるものであるが、その方向は両質問項目で逆になっている。

質問項目②は、既製品の工程設備を導入する製造事業所は新工程技術の開発については設備メーカーに依存し、技術者間での密接な情報交換は行われぬという仮説に拠っている。しかしながら、調査対象となった製造事業所に対するインタビュー調査から、この仮説は普遍性の高いものとは言えないことが明らかとなった。製造事業所で使用する工程設備の設計から製造までを工機部門として自ら手掛けたり、あるいはそれを独立させてエンジニアリング子会社として持つような製造企業も確かに存在する一方、工程設備の大半は既製品として設備メーカーから購入するが、それを手直しあるいは再調整して使いこなすという方法が相当数の製造事業所で採用されている。後者の場合、導入設備の手直しや調整による最適化を前提として、事前に設備メーカーとの間で密接な情報交換が行われ、また、事後においても設備メーカーからの協力的体制が敷かれるのが通常である。したがって、少なくともわが国の製造事業所に関する限り、工程設備が既製品であるか否かということが、

設備供給者との技術情報交換の密度や工程技術開発への関与を決定づける要因とはなっていないと思われる。質問項目③は質問項目②の裏返しで、特注品として工程設備を調達しているかを尋ねているため、質問項目②と全く同様の測定上の問題を抱えている。さらに、子会社方式を含めて工程設備を内製化している製造事業所ないし企業はこの質問項目にどう答えているのか疑問である。質問項目②自体はリバース尺度で測られ、それをノーマル尺度に変換してあり、質問項目②と質問項目③の間には強い正の相関関係があって然るべきである。ところが、個人レベルデータを使って計算された両質問項目間の相関係数は、WCM企業の製造事業所について-0.046、全事業所について-0.029であり、正の相関は全く見出されなかった。前述した第二因子の影響が質問項目②と質問項目③で逆になるという結果は、この相関係数の負号を反映したものと解釈されよう。

以上の考察から、質問項目②と質問項目③を除き、質問項目①と質問項目④のみでこの測定尺度を構成することが検討された。表5に示されるように、これによって α 係数は相当程度上昇したが、0.6の基準値を超えたのは全事業所の工場レベルデータのみであった。質問項目が2個だけしか使われていないため、信頼性については若干の疑問が残る。他方、因子分析では寄与率が70%前後の第一因子のみが固有値が1を超え、その因子負荷量もすべて0.8を上回っている、構成の妥当性については満足できる水準に達したと言えよう。そこで、「工程設備供給者との連携」の測定尺度として、全質問項目の算術平均値に加え、質問項目①と質問項目④の算術平均値も計算し、以下では後者を採用することとした。

(6) 技術スーパー尺度

最後に、製造事業所における製品・工程革新および技術開発への取り組みを総合的に評価するため、これまで検討してきた5つの技術関連測定尺度からスーパー尺度を構成する。この

表6 信頼性と妥当性 (技術スーパー尺度)

	全事業所 工場レベルデータ
α 係数 :	0.84374
因子負荷量 (第一因子のみ) :	
工程革新の実施	0.85254
製品設計への関与	0.83303
新製品導入プロセス	0.70100
新製品設計の顧客・製造指向	0.81131
工程設備供給者との連携	0.76857
固有値 :	3.1611
寄与率 :	63.22%
抽出因子数 :	1

「技術」スーパー尺度も測定尺度であるので、表6に示すように、全46製造事業所の工場レベルデータにより信頼性と構成の妥当性を検証した。

5個の技術関連測定尺度から計算された α 係数は0.84で、内的整合性は高い。また、固有値が1を超える因子は寄与率63%の第一因子のみで、因子負荷量はすべて0.7を上回っており、構成の妥当性も十分と判断される。よって、「技術」スーパー尺度として、5個の技術関連測定尺度の算術平均値を以下の分析では使用する。

4. 製造事業所における技術開発への取り組みを巡る実証分析

(1) 業種別・クラス別比較

まず、製造事業所を中心とした製品技術や工程技術の開発への取り組みにおいて、業種毎に顕著な差があるのか、また、WCM企業の製造事業所は製品・工程技術の開発を巡って何か特別なことを行っているのかを検討する。ここでの検定仮説は次の2つである。

[仮説1] 機械、電機、自動車のいずれの業種においても同様に製品・工程技術の開発に取り組んでいる。

[仮説2] WCM企業の製造事業所における技

表7 技術関連測定尺度の業種別平均値とクラス別平均値

測定尺度	機械	電機	自動車	F	WCM	無作為	t	全標本
工程革新の実施	2.20	2.36	2.40	1.32	2.38	2.19	1.70	2.32
製品設計への関与	3.54	3.61	3.60	0.11	3.72	3.28	3.42**	3.58
新製品導入プロセス	3.73	3.75	3.80	0.19	3.82	3.61	2.23*	3.76
新製品設計の顧客・製造指向	3.87	3.88	3.81	0.20	3.94	3.66	2.95**	3.85
工程設備供給者との連携	3.71	3.78	3.82	0.19	3.88	3.51	2.53**	3.77
技術（スーパー尺度）	3.41	3.47	3.49	0.26	3.55	3.25	3.39**	3.46
標本数	15	16	15		32	14		46

** 片側検定により1%水準で有意

* 片側検定により5%水準で有意

術開発への取り組みは、一般の製造事業所と変わらない。

前節で信頼性と妥当性のチェックを行った5つの技術関連測定尺度および「技術」スーパー尺度の工場レベルデータを算出し、それらを用いて業種別、クラス別（WCM企業か無作為抽出企業か）に顕著な差が認められるかを分析した。

個人レベルの質問項目毎の回答から工場レベルの測定尺度を合成するには、2つの方法が考えられる。1つは、ある測定尺度を構成するすべての質問項目の算術平均値をその回答者毎に計算し、個人レベルの測定尺度の値を求めた後に、該当製造事業所のすべての回答者の算術平均値を計算するという方法である。もう1つは、ある測定尺度を構成する個々の質問項目毎に該当製造事業所のすべての回答者の算術平均値を計算し、工場レベルデータを求めた後に、すべての質問項目の算術平均値を計算するというやり方である。測定尺度を構成する複数の質問項目に対する回答者が均一であり、かつ、欠損値が存在しなければ、いずれの方法を用いても同じ結果が得られる。ところが、すでに述べたように、「新製品導入プロセス」と「新製品設計の顧客・製造指向」の2つの測定尺度については、質問項目の回答者が均一であるという条件

が満たされておらず、また、一般に欠損値もそれほど多数ではないが見られるため、いずれの方法で工場レベルの測定尺度を計算するかの原則を定めなければならない。ここでは、「工程革新の実施」、「製品設計への関与」、「工程設備供給者との連携」等の質問項目の回答者数が均一である測定尺度については第1の方法を、「新製品導入プロセス」や「新製品設計の顧客・製造指向」といった質問項目の回答者が不均一な測定尺度については第2の方法を用いている。スーパー尺度についても個々の質問項目の回答者数はばらばらとなるので、第2の方法を採用している。

このようにして得られた工場レベルの測定尺度を利用して、最初にクラスの違いを無視し、各測定尺度（「技術」スーパー尺度を含む）の平均値を業種別に求め、業種による一元配置分散分析を行った。その結果が表7の中に示されているが、これは明らかに「仮説1」を支持するものと言える。いずれの測定尺度についても、業種別の平均値には大きな違いは見られず、分散分析から得られたF値も業種による差はないことを明確に示している。

表7には、業種を無視してクラス毎に計算された各測定尺度の平均値、および平均値の差の検定に利用されるt値も含まれている。すべて

表 8 技術関連測定尺度のクラス別業種別平均値

測定尺度	W		C		M		無 作 為		F
	機械	電機	自動車	F	機械	電機	自動車	F	
工程革新の実施	2.25	2.49	2.40	1.40	2.00	1.97	2.40	3.67	
製品設計への関与	3.66	3.75	3.60	0.17	3.04	3.18	3.44	1.21	
新製品導入プロセス	3.74	3.83	3.80	0.94	3.67	3.50	3.64	0.33	
新製品設計の顧客・製造指向	3.94	3.99	3.81	0.42	3.58	3.55	3.75	0.77	
工程設備供給者との連携	3.81	3.92	3.82	0.32	3.33	3.33	3.69	0.72	
技術 (スーパー尺度)	3.48	3.60	3.49	0.57	3.12	3.11	3.38	1.75	
標本数	12	12	8		3	4	7		

** 片側検定により 1%水準で有意

* 片側検定により 5%水準で有意

の測定尺度について、WCM 企業の製造事業所の平均値は無作為抽出された製造事業所の平均値を上回っている。とりわけ、「製品設計への関与」、「新製品設計の顧客・製造指向」、「工程設備供給者との連携」の 3 つの測定尺度と「技術」スーパー尺度に関しては、1%水準で有意な差があると判定された。ただし、「工程革新の実施」については 5%水準でも有意な差ではない。また、「工程革新の実施」という測定尺度について特筆すべきは、その平均値の低さであろう。表 7 の最後の列には全 46 製造事業所の平均値が示されているが、この「工程革新の実施」の平均値は 2.32 で、他の測定尺度と比べて 1 ポイント以上小さい。WCM 企業の製造事業所の平均値でも 2.38 であるから、クラスに関わらず、新しい工程技術をタイミング良く導入し効果的に利用することは困難であることを物語っていると解される。

分散分析や平均値の差の検定においては、「技術」スーパー尺度を含めいずれの測定尺度についても、業種別母集団、クラス別母集団ともに正規分布に従うことが仮定されている。シャピロ・ウィルク検定によって有意水準 5% で正規母集団からの無作為抽出標本であるという仮説が棄却されたものは全くなかった。また、

分散比検定により、有意水準 1% でクラス別母分散が異なると判定された測定尺度もなく、クラス別母分散が等しいとして平均値の差の検定を行っている。

技術関連測定尺度について業種毎の差異が検出されなかった原因として、クラスの違いが考慮されていなかったために、クラス効果と業種効果が混じり合ってしまったことが考えられる。そこで、WCM 企業の製造事業所と無作為抽出された製造事業所それぞれについて、各測定尺度の業種別平均値の相違を検討してみよう。表 8 には、各測定尺度についてクラス別業種別平均値、クラス別一元配置分散分析の結果として得られた F 値が載せられている。WCM 企業の製造事業所については、どの測定尺度で見ても 3 業界中で電機業界の平均値が最も大きいものの、全般に業界間の差はわずかであり、「工程革新の実施」において機械業界の平均値が低いことがやや目立つ程度である。無作為抽出された製造事業所については、「新製品導入プロセス」を除く測定尺度で自動車業界の平均値がトップとなり、「工程革新の実施」、「製品設計への関与」、「工程設備供給者との連携」の 3 測定尺度と「技術」スーパー尺度については他の業種に 0.25 を超える差をつけている。しかし、分

表9 技術関連測定尺度の二元配置分散分析 (F値)

測定尺度	モデル全体	クラス	業種	クラス*業種
工程革新の実施	2.37	4.83*	2.31	2.01
製品設計への関与	2.82*	12.69**	0.80	0.55
新製品導入プロセス	1.47	5.92*	0.75	0.51
新製品設計の顧客・製造指向	2.13	7.97**	0.02	1.12
工程設備供給者との連携	1.76	7.43**	0.83	0.48
技術 (スーパー尺度)	3.24*	13.57**	1.30	0.99

** 片側検定により1%水準で有意

* 片側検定により5%水準で有意

散分析の結果が示すように、これらの差は統計的に有意ではなく、5%水準でも各業種の平均値が等しいという仮説を棄却できない。さらに、業種間の差異のパターンは両クラスで全く異なっており、一貫した業種効果は存在しそうにない。この分散分析でも、いずれの測定尺度についてもクラス別業種別母集団がすべて正規分布に従うことが仮定されている。シャピロ・ウィルク検定によって、有意水準5%で正規母集団からの無作為抽出標本であるという仮説が棄却されたものは全くなかった。

各測定尺度に対する業種とクラスの違いを同時に評価するには、二元配置分散分析を利用するのが適当である。業種とクラスのそれぞれの主効果だけでなく、両者の交互作用効果もモデルに組み入れた分析結果が表9のF値とその有意性によって要約されている。すべての製品・工程技術の開発への取り組みについて、WCM企業の製造事業所と一般事業所の間には有意な差があるが、業種間の違いはほとんど見られない。また、クラスと業種の交互作用効果も無視できる程度であることが明らかとなった。各測定尺度の分散を説明する要因としてクラス効果だけが有意であったため、モデル全体の説明力は全般にあまり高くない。「製品設計への関与」と「技術」スーパー尺度に対するモデルだけが5%水準で有意と判定された。

以上の分析から、一般に、[仮説1]は採択

され、[仮説2]は棄却される。すなわち、WCM企業の製造事業所は一般の製造事業所に比べて製品・工程技術の開発に積極的かつ先進的取り組んでいるが、業種間には目立った差はないと結論づけることができる。松井(1996)は、同様な分析を通じて、JIT生産に関してはクラスだけではなく、業種によってもその取り組みに差があることを明らかにしているが、製品・工程技術の開発についてはこの種の差異は見られない。JIT生産はその一部に工程技術の革新を含むものではあるが、生産計画、物流、設備保全等を始めとする多様な要素の組み合わせによって実現されるものであり、JIT生産が適合的な業種とそうでない業種が存在することはしばしば指摘されることである。これに対して、製品技術や工程技術の開発は、少なくともここで取り上げた3業種については同様に重要な課題であり、その取り組みに多くの共通性が見られると思われる。

(2) 製品・工程技術開発の構造分析

次に、製品・工程技術の開発への関与がその他の生産管理システム要素といかなる関連をもつのか、また、このような取り組みが競争力の源泉となっているのかといった製造事業所を中心とした技術開発を巡る構造について検討しよう。ここでの主要検定仮説は次の2つである。[仮説3] 製品・工程技術の開発への関与とその他の生産管理システム要素には関

連性がない。

[仮説4] 製品・工程技術の開発への関与と製品の競争力には関連性がない。

[仮説3] 中のその他の生産管理システム要素としては、組織特性、人的資源管理、JIT生産、TQM、情報システム、製造戦略を取り上げる。いずれの要素についても、詳細な個別測定尺度とそれらを合成したスーパー尺度が構成され、これらに基づいた測定が行われている。

まず、[仮説4]の方から始めよう。技術開発への積極的取り組みが製品の競争力につながっているのか、さらに、製品の競争力を決定づける生産管理システム要素の中で製品・工程技術の開発はいかなる地位を占めるのかについて分析する。

競争力指標としては、表10の後半部分に挙げ

表10 技術関連測定尺度と競争力指標との関係

	第一正準変数
正準相関係数	0.7446
尤度比	0.1688
有意水準	0.2264
冗長度指数	0.1675
技術関連測定尺度と競争力指標の正準変数との相関	
工程革新の実施	0.5579
製品設計への関与	0.4547
新製品導入プロセス	0.2739
新製品設計の顧客・製造指向	0.7152
工程設備供給者との連携	0.3805
競争力指標と技術関連測定尺度の正準変数との相関	
製造単価	0.3086
製品の安定性	0.4438
予定通りの納品	0.5084
迅速な納品	0.3299
製品ミックス変更柔軟性	0.1088
数量変更柔軟性	0.4163
在庫回転率	0.3416
サイクルタイム	0.3706
新製品導入速度	0.5213
製品の性能	0.4218
顧客支援サービス	0.5940

られている11項目について、工場長が業界内での競争優位性を主観的に5段階評価(1=貧弱または業界最低, 2=平均以下, 3=平均, 4=平均以上, 5=優位)したものを利用した。表10には、5個の技術関連測定尺度と11個の競争力指標による正準相関分析の結果が示されている。正準変数も複数計算されるが、やはり固有値が1を超える正準変数のペアのみを抽出することになっている。第一正準変数のペアの正準相関係数0.74は低水準とは言えないが、尤度比検定の結果、有意水準10%でも相関なしという仮説を棄却できない。また、冗長度指数は、競争力指標の分散の17%弱しか技術関連測定尺度によって説明できないことを表している。

技術関連測定尺度と競争力指標の第一正準変数との相関(交差負荷量)については、「新製品導入プロセス」以外は有意水準5%で相関なしという仮説を棄却できる値(約0.3)を上回っている。特に、「新製品設計の顧客・製造指向」は0.7を上回り、次いで「工程革新の実施」と「製品設計への関与」も0.45を超えている。一方、競争力指標と技術関連測定尺度の第一正準変数との相関(交差負荷量)についても、「製品ミックス変更への柔軟性」を除いて0.3を上回っている。「顧客支援サービス」、「新製品導入速度」、「予定通りの納品」が0.5を超えており、製品・工程技術への製造事業所の関与が少なくともこれら3つの競争力の向上に寄与していると考えられる。同時に、迅速でタイミングの良い新製品導入や顧客支援は、現在の製品・工程技術の開発が追求している目標であるから、「新製品導入プロセス」以外の測定尺度あるいは「技術」スーパー尺度が妥当性の高いものであることを示唆する結果と解釈することができる。

もちろん、製品の競争力は技術的要素だけで決まるものではない。そこで、技術を含む生産管理システム要素と製品の競争力との関連を分析してみよう。表11には、生産管理システム要素を捉えた7個のスーパー尺度と競争力指標に

表11 スーパー尺度と競争力指標との関係

	第一正準変数
正準相関係数	0.8705
尤度比	0.0292
有意水準	0.0012
冗長度指数	0.3262
スーパー尺度と競争力指標の正準変数との相関	
技術	0.5884
組織特性	0.4527
人的資源管理	0.5249
JIT生産	0.5411
TQM	0.5388
情報システム	0.5969
製造戦略	0.8470
競争力指標とスーパー尺度の正準変数との相関	
製造単価	0.5054
製品の安定性	0.4710
予定通りの納品	0.5808
迅速な納品	0.5751
製品ミックス変更柔軟性	0.4292
数量変更柔軟性	0.5123
在庫回転率	0.6043
サイクルタイム	0.7055
新製品導入速度	0.6581
製品の性能	0.4736
顧客支援サービス	0.4922

よる正準相関分析の結果が示されている。第一正準変数のペアの正準相関係数は0.87で、尤度比検定により有意水準1%で相関なしという仮説を棄却できる。また、競争力指標の分散の約3分の1がこれらのスーパー尺度によって説明されている。

個々のスーパー尺度と競争力指標の第一正準変数との相関は、すべて0.45を上回っており、「技術」スーパー尺度は「製造戦略」,「情報システム」に次いで3番目に位置しており、「JIT生産」や「TQM」,「人的資源管理」等よりも高水準である。各競争力指標とスーパー尺度の第一正準変数との相関も、「製品ミックス変更への柔軟性」以外はすべて0.45を超えている。

表12 信頼性と妥当性 (競争力)

	WCM	全事業所
α 係数:	0.85757	0.87737
因子負荷量(第一因子のみ):		
製造単価	0.64170	0.65650
製品の安定性	0.65299	0.68574
予定通りの納品	0.69697	0.74993
迅速な納品	0.69433	0.65041
製品ミックス変更柔軟性	0.46400	0.53969
数量変更柔軟性	0.74832	0.73765
在庫回転率	0.73460	0.74391
サイクルタイム	0.73904	0.78894
新製品導入速度	0.64550	0.66160
製品の性能	0.50815	0.54531
顧客支援サービス	0.62782	0.67492
固有値:	4.7362	5.0885
寄与率:	43.06%	46.26%
抽出因子数:	4	3

よって、生産管理システム要素は製品の競争力と密接な関連を持っており、製品・工程技術の開発への関与は生産管理システムの重要な要素として見逃すことはできないと言えよう。

正準相関分析では通常、用いられる変数が多次元正規分布に従っていることが仮定される。多次元正規性に対する適当な検定方法はないが、個々の変数の正規性については前述のシャピロ・ウィルク検定が利用できる。表10と表11に示した正準相関分析で使われた技術関連測定尺度とスーパー尺度については、その分布が有意水準5%で正規分布に従うという仮説が採択されたが、競争力指標の分布についてはすべて0.1%水準で正規分布に従うという仮説は棄却された。競争力指標は1製造事業所につき工場長1人が主観的に判断したもので、WCM企業の製造事業所の場合には5と評価することも多い。このため、個々の競争力指標の分布は、非対称で、正規分布とは大きく異なる形状をもつと考えられ、正準相関分析の結果にもバイアスがかかっている可能性がある。

この問題を回避するためには、個々の競争力

指標を総合した測定尺度を利用することが考えられる。技術関連測定尺度の場合と同様に、すべての競争力指標を使って「競争力」測定尺度の信頼性・妥当性テストを行った結果が表12である。WCM企業の製造事業所、全製造事業所いずれの場合にも、 α 係数は0.85を超えており、競争力指標間の整合性が高いことが分かる。11個の競争力指標は製品のコスト、品質、性能、納品、アフターサービスから、変化への柔軟性、迅速な対応まで多様な要因をカバーしているので、一般にはこの種の整合性は期待されない。ある事業所はコストでは競争優位を得ているが、性能については別の事業所が競争力が強く、変化への柔軟性ではまた別の事業所が優位にあるといった状況も大いに想定できるからである。ところが、ここで取り上げたわが国の3業種については、個々の競争力指標の間には非常に強い正の相関関係があり、ある競争力指標で優位にある事業所はその他の競争力指標についても優位な位置を占めている可能性が高いと判断される。

このことは、構成の妥当性をチェックする因子分析の結果からも見て取れる。確かに、11個の競争力指標を決定づける因子が1つということはある。実際、WCM企業の製造事業所を対象とした場合には4因子、全製造事業所を対象とした場合には3因子が固有値が1を超える因子として抽出されている。しかしながら、第一因子の固有値は他の因子に比べて圧倒的に大きく、また、その寄与率も50%に近い水準にあるので、実質的には第一因子のみに注意を向けても問題はないと思われる。いずれの標本を用いても、すべての競争力指標の因子負荷量が基準値0.4を上回っていることから、第一因子は製造事業所の総合的競争力に近いものを反映していると考えられる。

以上より、11個の競争力指標すべての算術平均値として「競争力」という測定尺度を構成することに測定上問題はないと判断される。また、この「競争力」の分布については、有意水準

表13 技術関連測定尺度と競争力測定尺度との関係

第一正準変数	
正準相関係数	0.6356
尤度比	0.5960
有意水準	0.0007
冗長度指数	0.4040
技術関連測定尺度と競争力測定尺度との相関	
工程革新の実施	0.6016
製品設計への関与	0.4166
新製品導入プロセス	0.3197
新製品設計の顧客・製造指向	0.5234
工程設備供給者との連携	0.4260

5%で正規分布に従うという仮説は棄却されず、そもそもこの測定尺度を合成した初期の目的は達せられた。

5個の技術関連測定尺度と「競争力」測定尺度による正準相関分析の結果が表13である。個々の競争力指標を用いた場合(表10)と比較して、正準相関係数は0.74から0.64に低下したものの、有意水準は22.64%から0.07%へ大きく改善された。冗長度指数も上昇し、「競争力」測定尺度の分散の約40%が技術関連測定尺度によって説明されるに至った。ここでの正準相関係数と冗長度指数は、「競争力」を被説明変数とする重回帰分析における重相関係数と重決定係数に一致する。また、技術関連測定尺度と「競争力」測定尺度との相関は、通常の単相関係数となる。「新製品導入プロセス」と「競争力」の相関は幾分低く、有意水準を示すp値が約3%であるが、その他の技術関連測定尺度についてはすべて「競争力」との相関はないという仮説を有意水準1%で棄却できる。特に、「工程革新の実施」および「新製品設計の顧客・製造指向」は「競争力」との相関が0.5を超えている。よって、製品・工程技術の開発に積極的に関与している製造事業者は自らの競争力を高く評価する傾向が強いと言える。

生産管理システム要素を捉えた7個のスー

表14 スーパー尺度と競争力測定尺度との関係

第一正準変数	
正準相関係数	0.8259
尤度比	0.3179
有意水準	0.0001
冗長度指数	0.6821
スーパー尺度と競争力測定尺度との相関	
技術	0.5710
組織特性	0.3724
人的資源管理	0.4760
JIT生産	0.5327
TQM	0.5121
情報システム	0.5684
製造戦略	0.7847

パー尺度と「競争力」測定尺度による正準相関分析の結果を示したのが表14である。11個の競争力指標を用いた場合(表11)と比べ、正準相関係数は0.87から0.83へ若干低下したが、有意水準は0.12%から0.01%にまで改善した。冗長度指数も大きく上昇し、「競争力」測定尺度の分散の7割近くがスーパー尺度によって説明されるに至っている。「組織特性」と「競争力」の相関は少し低めで、有意水準を示すp値は1.08%と僅かに1%を超えているが、その他のスーパー尺度についてはすべて「競争力」との相関はないという仮説を有意水準1%で棄却できる。この結果は、生産管理システム要素と総合的競争力との間に密接な関連があることを示

唆している。「競争力」との関わりからの強さから、生産管理システム要素の中で製品・工程技術開発への関与が占める相対的地位を表すならば、製造戦略に次ぐ二番手を情報システムと競っているということになる。ここでも、競争力を決定づける要因として、技術的次元はJIT生産、TQM、人的資源管理よりも重要視すべきものであることが明らかとなった。

以上の分析から、[仮説4]は否定され、製品・工程技術の開発への関与は製品の競争力に明らかに影響を及ぼすと結論づけることができる。

最後に[仮説3]を取り上げ、技術開発への関与と他の生産管理システム要素との関連性について検討しよう。

表15には、生産管理システム要素を捉えた7個のスーパー尺度間の相関係数が示されている。これらのスーパー尺度間には相互に強い相関関係が観察され、すべてのペアリングに対して有意水準0.1%で無相関という仮説は棄却される。「技術」スーパー尺度と特に相関が高いスーパー尺度は、「製造戦略」、「情報システム」、「TQM」の3つで、それに「人的資源管理」が続いている。

「技術」スーパー尺度は5個の技術関連測定尺度から構成されたが、これらの測定尺度と「技術」を除く他の6個のスーパー尺度がどのような関連をもっているのかを明らかにするため、これらの尺度を使った正準相関分析も行っ

表15 スーパー尺度間の相関係数

	技術	組織特性	人的資源	JIT生産	TQM	情報システム
組織特性	0.46951					
人的資源	0.58100	0.89853				
JIT生産	0.51425	0.71188	0.76150			
TQM	0.67645	0.66089	0.72654	0.57401		
情報システム	0.69498	0.55915	0.70096	0.77367	0.66161	
製造戦略	0.76817	0.64125	0.70817	0.68605	0.62958	0.74521

すべて0.1%水準で有意

表16 技術関連測定尺度とスーパー尺度との関係

	第一正準変数
正準相関係数	0.8825
尤度比	0.1096
有意水準	0.0001
冗長度指数	0.4728
技術関連測定尺度とスーパー尺度の正準変数との相関	
工程革新の実施	0.6687
製品設計への関与	0.8193
新製品導入プロセス	0.3706
新製品設計の顧客・製造指向	0.7873
工程設備供給者との連携	0.5503
スーパー尺度と技術関連測定尺度の正準変数との相関	
組織特性	0.5912
人的資源管理	0.6864
JIT生産	0.5390
TQM	0.7380
情報システム	0.7366
製造戦略	0.7543

た。その結果が表16に示されている。正準相関係数は0.88という高水準にあり、有意性は極めて高い。また、冗長度指数は、「技術」以外のスーパー尺度の分散の半分近くが技術関連測定尺度の第一正準変数で説明されることを意味している。

さらに、個々の技術関連測定尺度とスーパー尺度の第一正準変数との相関も、個々のスーパー尺度と技術関連測定尺度の第一正準変数との相関もともに高い。唯一、「新製品導入プロセス」の交差負荷量が0.4を下回っているだけである。他の4個の技術関連測定尺度、とりわけ、「製品設計への関与」、「新製品設計の顧客・製造指向」はスーパー尺度の第一正準変数と強い正の相関関係を有している。一方、技術関連測定尺度の第一正準変数と「技術」を除く6個のスーパー尺度との相関はすべて0.5を超えている。「技術」スーパー尺度を技術関連測定尺度の第一正準変数に置き換えることにより、「製造戦略」との相関は若干低下したものの、

表17 技術関連測定尺度と組織特性測定尺度との関係

	第一正準変数
正準相関係数	0.6402
尤度比	0.4902
有意水準	0.0170
冗長度指数	0.3106
技術関連測定尺度と組織特性測定尺度の正準変数との相関	
工程革新の実施	0.4004
製品設計への関与	0.6160
新製品導入プロセス	0.1658
新製品設計の顧客・製造指向	0.5160
工程設備供給者との連携	0.2562
組織特性測定尺度と技術関連測定尺度の正準変数との相関	
組織へのコミットメント	0.5846
意思決定での職能間協力	0.6180
仕事への誇り	0.3907

「組織特性」や「人的資源管理」との相関は相当程度高まった。技術関連測定尺度の第一正準変数との相関の強さは、「製造戦略」、「TQM」、「情報システム」、「人的資源管理」、「組織特性」、「JIT生産」の順になっており、表15のスーパー尺度間の相関と比べて、2箇所に入れ替わりが見られる。

以下では、「技術」以外のスーパー尺度についてもそれぞれを構成する測定尺度のレベルにまで踏み込み、技術関連測定尺度との関連性を掘り下げる。

表17は技術関連測定尺度と組織特性測定尺度による正準相関分析の結果である。第一正準変数のペアの間の正準相関係数は0.64にまで達し、有意水準も1%に近い。冗長度指数より、技術関連測定尺度の第一正準変数が組織特性測定尺度の分散の約3分の1を説明する。第一正準変数との交差負荷量からみて、技術関連測定尺度では「製品設計への関与」と「新製品設計の顧客・製造指向」が、組織特性測定尺度では「意思決定での職能間協力」と「組織へのコミットメント」が相互に関連し合っていると判断される。技術開発において設計、製造、マーケティング

表18 技術関連測定尺度と人的資源管理測定尺度との関係

第一正準変数	
正準相関係数	0.8066
尤度比	0.1780
有意水準	0.0311
冗長度指数	0.3460
技術関連測定尺度と人的資源管理測定尺度の正準変数との相関	
工程革新の実施	0.3518
製品設計への関与	0.7219
新製品導入プロセス	0.1241
新製品設計の顧客・製造指向	0.6680
工程設備供給者との連携	0.3215
人的資源管理測定尺度と技術関連測定尺度の正準変数との相関	
現場作業手続の文書化	0.5643
改善提案制度の機能化	0.6758
チームワークへの動機づけ	0.4962
採用・選抜基準	0.6232
報酬と製造目標の一貫性	0.5604
管理者・技術者の現場支援	0.3200
小集団活動による問題解決	0.6597
監督者と作業者のコミュニケーション	0.4825
継続的技能訓練	0.7259

ング等の職能間協力体制が整備され、「ものづくり」のプロとして製造事業所が積極的に製品・工程革新に関与するとともに、設計やマーケティング等の部門も開発チームの一員である製造事業所の役割を認識し、その意見を尊重するような企業は、組織に対する従業員の忠誠心が高く、組織目標に向かって多部門が一致協力する風土を持っているものと考えられる。

技術関連測定尺度と人的資源管理測定尺度による正準相関分析の結果が表18である。第一正準変数のペアの間の正準相関係数は0.81にまで上昇したが、有意水準は1%には達していない。冗長度指数より、技術関連測定尺度の第一正準変数が人的資源管理測定尺度の分散の約3分の1を説明する。人的資源管理測定尺度の第一正準変数との交差負荷量は、ここでも「製品設計への関与」と「新製品設計の顧客・製造指向」が他の技術関連測定尺度よりも明白に高い。一

方、技術関連測定尺度の第一正準変数との相関が高い人的資源管理測定尺度としては、「継続的技能訓練」、「改善提案制度の機能化」、「小集団活動による問題解決」、「採用・選抜基準」、「現場作業手続の文書化」、「報酬と製造目標の一貫性」等が挙げられる。これらの尺度はチームによる提案制度や技能訓練を通じて継続的工程改善を促進する人的資源政策を反映したものであり、この結果は製品・工程革新への関与と継続的工程改善とは代替的ではなく、むしろ補完的であることを意味している。加工組立型製造業においては、断続的な製品・工程革新と継続的な工程改善が同時並行的に追求されていると言えよう。

技術関連測定尺度と JIT 生産測定尺度による正準相関分析の結果が表19に示されている。第一正準変数のペアの間の正準相関係数は0.76に上昇したが、有意水準は1%には達していな

表19 技術関連測定尺度と JIT 生産測定尺度との関係

第一正準変数	
正準相関係数	0.7640
尤度比	0.1709
有意水準	0.0233
冗長度指数	0.2261
技術関連測定尺度と JIT 生産測定尺度の正準変数との相関	
工程革新の実施	0.5646
製品設計への関与	0.7299
新製品導入プロセス	0.2551
新製品設計の顧客・製造指向	0.5937
工程設備供給者との連携	0.2805
JIT 生産測定尺度と技術関連測定尺度の正準変数との相関	
日程計画の遵守	0.5502
設備メンテナンス	0.4572
供給業者からの JIT 配送	0.6395
顧客との JIT 連結	0.2654
かんばん方式の採用	0.2668
保守管理	0.5916
MRP の JIT 適合	0.5529
基本計画での混流生産対応	0.4005
段取り時間の短縮	0.4637

い。冗長度指数より、技術関連測定尺度の第一正準変数が JIT 生産測定尺度の分散の23%を説明する。JIT 生産測定尺度の第一正準変数との相関は、「製品設計への関与」と「新製品設計の顧客・製造指向」に加えて「工程革新の実施」が残り2個の技術関連測定尺度よりも高い。技術関連測定尺度の第一正準変数との相関が高い JIT 生産測定尺度としては、「供給業者からの JIT 配送」、「保守管理」、「MRP の JIT 適合」、「日程計画の遵守」等が挙げられる。これらはより高度な統合的 JIT 生産が実施されている程度を表していると考えられ、製品・工程技術の開発に積極的に関与している製造事業所には、高度な JIT 生産システムが備わっている可能性が大きいことを物語っている。実際、JIT 生産の基本的発想やツールを新製品開発にも応用しようという動きが最近とみに目立ってきている。そもそも、優れた生産システムがな

ければ、全社あるいは設計やマーケティング等他部門に対する製造部門の発言力は大きく制限されてしまい、技術開発への積極的関与などおぼつかなくなってしまう。

表20は技術関連測定尺度と TQM 測定尺度による正準相関分析の結果である。第一正準変数のペアの間の正準相関係数はほぼ0.9にまで上昇し、有意水準は0.01%に達している。第二正準変数のペアの間の正準相関係数も0.74あるが、有意水準10%で相関がないという仮説を棄却できる程度である。また、技術関連測定尺度の第一正準変数と第二正準変数で TQM 測定尺度の分散の半分近くを説明している。TQM 測定尺度の第一正準変数との交差負荷量は、最低の「新製品導入プロセス」でもほぼ0.5の水準にあり、「製品設計への関与」、「新製品設計の顧客・製造指向」、「工程革新の実施」は0.75を上回っている。他方、技術関連測定尺度の第

表20 技術関連測定尺度とTQM測定尺度との関係

	第一正準変数	第二正準変数
正準相関係数	0.8969	0.7421
尤度比	0.0382	0.1954
有意水準	0.0001	0.0740
冗長度指数	0.3903	0.0645
技術関連測定尺度とTQM測定尺度の正準変数との相関		
工程革新の実施	0.7728	0.2084
製品設計への関与	0.7957	-0.1790
新製品導入プロセス	0.4923	0.4759
新製品設計の顧客・製造指向	0.7939	-0.0996
工程設備供給者との連携	0.5266	0.3918
TQM測定尺度と技術関連測定尺度の正準変数との相関		
3S活動	0.5244	-0.3277
継続的品質改善努力	0.6131	-0.3065
顧客志向	0.5128	-0.0687
顧客満足度	0.4748	-0.2645
現場への業績情報フィードバック	0.5893	-0.3683
保守管理	0.5856	-0.0912
統計的工程管理の励行	0.7506	-0.0446
新製品における品質の考慮	0.5597	-0.2815
品質改善に対する報酬	0.7072	-0.2752
品質での供給業者との協力	0.7016	-0.1880
品質に対するトップのコミットメント	0.7832	0.1574
顧客とのTQM連結	0.5076	-0.1772

一正準変数との交差負荷量については、「顧客満足度」を除くすべてのTQM測定尺度が0.5を超えている。「品質に対するトップのコミットメント」、「統計的工程管理の励行」、「品質改善に対する報酬」、「品質での供給業者との協力」が特に強い関連を示している。製品・工程技術の開発に関与している製造事業所は、またTQMの強力な実践者でもある。このことは、製造目標の根元に位置する品質を維持・向上するためには、性急な新製品や新工程の導入には歯止めをかけるという方向での関与も十分あり得ることを意味している。

技術関連測定尺度と情報システム測定尺度による正準相関分析の結果が表21である。第一正準変数のペアの間の正準相関係数は0.81にまで達し、有意水準も1%に近い。冗長度指数より、

技術関連測定尺度の第一正準変数が情報システム測定尺度の分散の約3分の1を説明する。情報システム測定尺度の第一正準変数との交差負荷量については、「新製品導入プロセス」以外の技術関連測定尺度は0.5を上回っている。技術関連測定尺度の第一正準変数との交差負荷量についても、「製造計画の緻密度」以外はすべて0.5を超える。「短期的安定性・予測可能性」は0.9、「情報システムの効果」と「内部品質情報の把握」も0.8を上回っている。技術開発に積極的に関与している製造事業所では、将来の生產品目や生産数量、工程設備の動向についての最新情報を得ることができ、確度の高い生産計画を立案し、コンピュータ・ベースの生産情報システムの様々な効果を最大限引き出すことが可能となる。ただし、その前提として、コン

表21 技術関連測定尺度と情報システム測定尺度との関係

第一正準変数	
正準相関係数	0.8065
尤度比	0.1565
有意水準	0.0121
冗長度指数	0.3201
技術関連測定尺度と情報システム測定尺度の正準変数との相関	
工程革新の実施	0.6337
製品設計への関与	0.7263
新製品導入プロセス	0.3205
新製品設計の顧客・製造指向	0.5107
工程設備供給者との連携	0.5644
情報システム測定尺度と技術関連測定尺度の正準変数との相関	
活動基準原価の採用	0.5470
情報システムの効果	0.8408
本社との調整	0.7019
業績評価基準の有効性	0.6682
外部品質情報の把握	0.6654
内部品質情報の把握	0.8007
製造計画の緻密度	0.4339
業績情報のフィードバック	0.6790
短期的安定性・予測可能性	0.9003

コンピュータだけでなく人間も含めた広義の情報システムが適切に構築されていなければならないであろう。

表22には、技術関連測定尺度と製造戦略測定尺度による正準相関分析の結果が示されている。第一正準変数のペアの間の正準相関係数は0.84にまで上昇したが、有意水準は1%にわずかに達していない。冗長度指数より、技術関連測定尺度の第一正準変数が製造戦略測定尺度の分散の半分弱を説明する。製造戦略測定尺度の第一正準変数との交差負荷量は、すべての技術関連測定尺度が0.5を超えている。また、技術関連測定尺度の第一正準変数との交差負荷量も、すべての製造戦略測定尺度が0.45を超えており、「製造戦略の浸透度」と「ポーターの競争戦略」を除いて、0.6以上である。「製造戦略の強さ」、「新技術に対する予期的対応」、「職能間統合」については0.7を超えている。技術開発に深く

関与している製造事業所はそのマネジメントが明確で優れた製造戦略を持っており、また、全社的に部門間の協力体制が確立している企業であることが多い。他方で、技術開発に関与することが新技術への予期的対応を促進する面も見逃せない。

以上の分析から、技術開発への関与と他の生産管理システム要素との間には、密接な相互関連性があることが明らかとなり、[仮説4]は棄却される。

5. おわりに

本論では、製品・工程技術の開発への製造事業所の関与を特徴づける5個の測定尺度を提案し、質問調査票によりわが国の46製造事業所から収集されたデータを用いて、少なくとも「工程革新の実施」、「製品設計への関与」、「新製品設計の顧客・製造指向」の3つの測定尺度が信

表22 技術関連測定尺度と製造戦略測定尺度との関係

	第一正準変数
正準相関係数	0.8366
尤度比	0.1877
有意水準	0.0112
冗長度指数	0.4401
技術関連測定尺度と製造戦略測定尺度の正準変数との相関	
工程革新の実施	0.7351
製品設計への関与	0.7138
新製品導入プロセス	0.5066
新製品設計の顧客・製造指向	0.6051
工程設備供給者との連携	0.6556
製造戦略測定尺度と技術関連測定尺度の正準変数との相関	
新技術に対する予期的対応	0.7488
製造戦略の浸透度	0.4690
競争上の顕著な強み	0.6838
公式的戦略計画への製造の参画	0.6120
職能間統合	0.7173
製造戦略と事業戦略の連動	0.6753
製造戦略の強さ	0.7616
ポーターの競争戦略	0.4997

頼性と妥当性において満足できるものであることを示した。今後、同種の調査において、これらの測定尺度が広範に使用、検討され、より頑強な測定尺度へと洗練されていくことを期待したい。

さらに、技術関連測定尺度やスーパー尺度を利用して、技術開発への製造事業所の関与についての業種別、クラス別差異を調べ、他の生産管理システム要素および製品の競争力との関連から、技術開発における製造部門の役割を評価した。主たる結論は概略、次のようにまとめられよう。

- ①技術開発への製造事業所の関与については、取り上げた3業種間で目立った差はない。
- ②WCM企業の製造事業所は、一般の製造事業所に比べて、より積極的に技術開発に関与している。
- ③技術開発への関与は、製造戦略、情報システム、TQM、人的資源管理等の他の生産

管理システム要素と密接な補完的ないし相互依存的関係にある。

- ④技術開発への製造事業所の関与と製品の競争力との間には正の関係が存在する。
- ⑤競争力との関わり合いの強さからみて、技術開発への関与は製造戦略に次ぐポジションを占める。

本論の延長線上での今後の課題としては、次の2つの発展方向が考えられる。まず第1に、よりマクロ的視点から生産管理システムの全体像に関する構造分析を行うことが重要である。TQM、情報システム、人的資源管理等の生産管理システム要素について、同様な分析を行い、業種間の差異やWCM企業の製造事業所が持つ特徴とともに、製品の競争力がいかに形成されているかをより包括的に捉えることが望まれよう。また、業種間の差異をもたらす基本的要因やWCM企業と一般企業との本質的相違点を抽出すること、さらには、環境要因から生産管理システムを経て競争力へと繋がるパスの構造を解析すること等もこの中に含まれる。

第2に、国際比較研究の方向性がある。全く同一内容の質問調査票により、現在までに米国とイタリアそれぞれ約30製造事業所のデータを入手できた。また、イギリスとドイツでも同様なデータが収集されつつある。文化や国民性の違いを考慮しながら、各国製造事業所の構造的特徴や行動パターンをできるだけ数多く確認することが課題となる。

参考文献

- Clark, Kim M. and Takahiro Fujimoto, *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*, Harvard Business School Press, 1991.
- Flynn, B. B., S. Sakakibara, R. G. Schroeder, K. A. Bates and E. J. Flynn, "Empirical Research Methods in Operations Management," *Journal of Operations Management*, Vol. 9, No. 2, pp. 250-84, April 1990.
- Hamel, Gary and C. K. Prahalad, *Competing for the Future*, Harvard Business School Press, 1994 (一條和生訳, 「コア・コンピタンス経営」, 日本経済

- 新聞社, 1995年) .
- Hammer, Michael and James Champy, *Reengineering the Corporation*, 1993 (野中郁次郎監訳, 『リエンジニアリング革命』, 日本経済新聞社, 1993年) .
- Schonberger, R. J., *World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied*, Free Press, 1986.
- Wheelwright, Steven C. and Kim B. Clark, *Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality*, Free Press, 1992.
- Womack, J. P., D. Jones and D. Roos, *The Machine that Changed the World*, Macmillan, 1990 (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, 1991年) .
- 松井美樹, 「わが国製造企業におけるジャスト・イン・タイム生産の展開」, 『横浜経営研究』, 第16巻, 第4号, 39~62ページ, 1996年3月.
- 本研究に際しては, 文部省科学研究費補助金国際学術研究 (共同研究) および横浜国立大学経営学会特別研究プロジェクトの資金援助を受けた. 記して感謝したい.
- [まつい よしき 横浜国立大学経営学部 助教授]