

博士學位論文

(内容の要旨及び論文審査の結果の要旨)

Harashima Shigeru
 氏名 原嶋 茂
 学位の種類 博士 (経営情報科学)
 学位記番号 経博 第 10 号
 学位授与 平成22年3月23日
 学位授与条件 学位規程第3条第3項該当
 論文題目 生産システムの柔軟性評価法に関する研究
 (Studies on the Flexibility Evaluation Method of Production Systems)
 論文審査委員 (主査) 教授 大野勝久¹
 教授 鈴木達夫¹ 教授 山本 勝¹

論文内容の要旨

生産システムの柔軟性評価法に関する研究(Studies on the Flexibility Evaluation Method of Production Systems)

本論文は、生産システムの柔軟性評価のための新しい概念と評価法を提案するとともに、実用化されている生産システムに適用して、その妥当性を検証したものである。

本論文の構成は、以下の通りである。

第1章 研究の背景と目的

経営環境の変化は年々グローバル化し且つ速度を増し、製造現場は頻繁に対応を余儀なくされており、生産システムの柔軟性はますます重要となっている。そのため、世界の製造業では、新しい柔軟な生産システムが次々に考え出されている。しかし、その投資判断においては、回収期間法、ROI法、DCF法、原価比較法や経営者の長年の経験に頼っているのが実情であり、生産システムの柔軟性を評価する合理的な方法は未確立である。また国際学術誌においても多くの先行研究があるが、実際の事例を用いた報告は少なく有効性が明確でない。

本研究では、生産システムの柔軟性評価のための新しい概念と評価法を提案するとともに、実用化されている生産システムに適用して、その妥当性を検証する。

第2章 デンソーにおける生産システム開発

筆者は、自動車部品メーカーのデンソーで、長年生産システム開発に従事してきた。そこで得られた知見、経験が本研究の重要な下地になっている。

デンソーでは1949年の創業以来、生産システム開発に注力している。時代の変化を予見して立てた経営戦

略を具現化するものとして、多くの柔軟な生産システムを開発してきた。それらの開発の母胎となったのが、1972年から始まった次期型製品研究会活動(通称次期型研)である。トップマネジメントの下で、製品開発と生産システム開発が、同時並行且つ共同プロジェクトとして推進されてきたことは、まさにMOT

(Management Of Technology)とCE(Concurrent Engineering)のさきがけと言ってもよいであろう。

本研究で事例として扱う、需要量の変動に対して柔軟な生産システムすなわちFMS-F(Flexible Manufacturing System-for Fluctuation)を3つ紹介するとともに、FMS-Fが柔軟性の概念の一つであるReconfigurability(再形態変化可能性)で分類、整理できることを示す。

第3章 生産システムの柔軟性評価法 —新しい評価の概念とReconfigurabilityの提案—

柔軟性評価の新しい概念として、「生産システムの柔軟性評価とは、長期にわたる需要の時間的な変化を入力とし、経済性指標を出力とした場合の、生産システムの動特性を評価することである」を提案する。次に、この新しい概念に基づき、「需要量変動シナリオとLCC(Life Cycle Cost)を基本とする評価関数を用いた新しい柔軟性評価法」を提案し、デンソーで開発・実用化されたFMS-Fに適用して検証する。

その結果、新しい柔軟性評価法の妥当性が検証された。さらに、形態変化を特徴とするFMS-Fの柔軟性を評価する“Reconfigurability”を新たに定義する。この定義を用いれば、異なる製品を組立・加工するFMS-Fの相互比較も可能となることがわかった。

第4章 生産システムの柔軟性評価法 —動特性としての評価とその実際的な検証—

入力信号となる需要量変動シナリオを連続的に発生させたものと、最適化手法であるDP(Dynamic

Programming) を用いて、生産システムの柔軟性を動特性として評価する新しい柔軟性評価法を提案する。生産システムの柔軟性を左右する柔軟性パラメータとしては、実際的な値をきめ細かく設定した。それら複数の選択肢の中からLCCが最小になるようにDPで最適化することで、FMS-Fや従来システムであるML

(Manual Line), TL (Transfer Line) の柔軟性をよく表せることがわかった。

また、この手法を“Reconfigurability”の計算に応用すれば、需要予測があいまいな場合でも生産システムの柔軟性を把握することが可能となり、製品はもとより業界をこえて生産システムの柔軟性を評価することができるものと考えられる。

第5章 結論

製造業にとって、経営環境の変化は需要の変化となって現れる。生産システムは製造業の経営戦略を具現化したものであり、需要の変化に対する柔軟性とその評価はきわめて重要である。需要の変化の予測が困難な時代に突入しているのは事実であり、今後は柔軟性以上にスピードが重要になってくる可能性も否定できないが、予測技術も評価技術も、まだまだ研究価値は十分あると思われる。

本研究により得られた新しい柔軟性評価の概念と評価法は、製造業における投資判断の場はもとより、国や地域をこえて、効率的な経済発展の一助になることが期待される。

論文審査結果の要旨

原嶋茂氏提出の論文「生産システムの柔軟性評価法に関する研究」は、生産システムの柔軟性評価のための概念とそれに基づく評価法を新たに提案するとともに、実用化されている生産システムに適用し、その妥当性を検証したものである。

原嶋茂氏は、第2章で述べているように、自動車部品メーカーのデンソーで、30年間、生産システム開発に従事してきた。1972年から始まった次期型研という、トップマネジメントの指導の下に製品開発と生産技術開発を共同で同時並行に進める活動(コンカレントエンジニアリングの魁と思われる)の中で、多くの柔軟な生産システム開発に関わってきた。そこで得られた知見と経験が、本研究の動機であり、また研究の進め方に反映されている。

第3章で提案されている柔軟性評価の概念は、需要の変化に対する生産システムの働きを一種の制御系とみなし、その柔軟性を動特性として評価しようとするもので、時間の観点を入れた発想は斬新である。製造業における生産の本質を長年追求してきた賜物である。

次いで、この概念に基づいて構築したプロトタイプの評価法、すなわち基本的な需要量変動シナリオに基づくLCC(ライフサイクルコスト)評価を、実用化したFMS-F(量変動対応生産システム)や従来システムであるML(手組みライン)、TL(トランスファライン)に適用した結果から、「生産システムの柔軟性は生涯需要量に大きく依存する」、「従来の代表的な生産シス

テムのLCCで規準化すれば柔軟な生産システムの比較評価も可能である」という重要な事実を指摘している。90年代に開発されて現在も稼働している実システムを用いた検証は、実証研究としての価値が高く、その結果の妥当性も高いものである。

第4章では、評価対象の生産システムに対し、選択できる形態(柔軟性パラメータの組み合わせ)を現実に近い形で複数用意し、最適化手法の一つであるDP(Dynamic Programming)と組み合わせることで、新しい動特性評価法を構築した。生産現場の実態を熟知している申請者ならではの前提条件の設定と、学問的に高度な理論とを融合させたものであり、真に独創的なものである。さらに、確率的に変動する動的環境における最適制御を与えるマルコフ決定過程を用いれば、需要量変動に対応して柔軟に形態変化する最適生産システムを構築することが可能であり、今後の研究課題である。

この動特性評価法を実用化したFMS-FやML、TLに適用した結果は、生産システムの豊富な知識を有する申請者の詳細分析からその妥当性が論証されており、前述の「生産システムの柔軟性は生涯需要量に大きく依存する」の一般性が証明された。別の表現をすれば、生涯需要量の予測範囲があいまいであっても、有利な生産システムを選択できる評価法であり、実際の投資判断の場面での有効性が期待される。ただ、今回の評価法では割引率を年率10%と、超低金利の現在とはやや乖離した設定であり、分割投資の効果が過大に表現されている恐れがある。割引率をパラメータとして変化させた感度解析もまた、今後の研究課題である。

また、同じく前述した「柔軟な生産システム同士の評価の可能性」も同様に妥当性が再確認された。申請者が新たに定義した“Reconfigurability”によって、FMS-Fの分類と体系化ができたことになる。これをMOT(技術経営)として考えれば、事業戦略と需要予測を前提にした生産システム開発の指針を与えるものであり、本研究成果の実用性が示されたことになる。今後開発される新システムへの適用が期待される。

本研究は、企業の中での生産技術開発の成果である。FMS-Fの3種類の異なった実生産システムを用いて、提案した“Reconfigurability”の有用性を検証しており、実用上の価値の高い研究である。生産システムは製造業の経営戦略を具現化したものであり、需要の変化に対する柔軟性とその評価はきわめて重要である。需要予測が今までもまして困難な時代に突入しており、今後は柔軟性と共にそのスピードが重要になってくるが、時間の観点を有する今回の動特性評価法は、スピードの時代においてなお一層有用性を発揮するものと期待される。

よって、博士(経営情報科学)の学位論文として価値あるものと認める。

(受理 平成22年3月19日)