

機関番号：32675
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20500142
 研究課題名（和文） 知識創造過程を考慮した生産マネジメントシステムの情報モデルに関する研究
 研究課題名（英文） Information Model of Manufacturing Management Systems with Respect to Knowledge Creation Processes
 研究代表者
 西岡 靖之（NISHIOKA YASUYUKI）
 法政大学・デザイン工学部・教授
 研究者番号：50287471

研究成果の概要（和文）：人間の知的活動を内包した“ものづくり”というシステムを情報モデルとして記述するための基本となる枠組みを提案し、産業応用の視点から具体的なツールや方法論を示した。また、知識が自律分散的に自己変容することを前提とした情報システムに関するマネジメントについての実証的な研究成果を示すとともに、今後の研究へ向けての学問的な課題を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：This research proposes a fundamental framework of production management information modeling, in which knowledge creation activities revise a system and system's boundaries. The outcomes include tools and methods for illustrating and investigating target systems in enterprises, clarifying some issues of this emerging problem within academic perspectives.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：オントロジー、ソフトウェア開発、オートポイエシス、制御理論

1. 研究開始当初の背景

製造業における製造の現場は、生産工学や品質工学等によって、品質、コスト、納期の管理が行われてきた。一方、製造の現場では、独自の創意工夫や改善活動により、自律的な取り組みを奨励し、これが競争力向上に大きく寄与してきた。しかし、昨今のIT（情報技術）の適用において、こうした独自の改善活動が、グローバル標準に対応したシステム化と対立し、逆にIT化が遅れているといった現状がある。これまでの情報モデルの表現力が未熟であるため、自律分散型のこうした活動に適用しづらかった。

2. 研究の目的

本研究は、企業などの組織が行うモノづくりを知識創造という視点からとらえ、従来の制御理論やシステム工学にはない、新しい工学の基礎的知見を得るとともに、応用面から、こうした自己創発型システムのためのツールの基本要件を議論することを目的とする。

（1）制御理論の再定義

信号あるいは数量のみで制御される物理的な制御系と、人間の意思決定が介在するシステムとのモデル上の相違点を明らかにし、システムの構成要素そのものが変更されるシステムについてのモデリング手法を検討する。

(2) オントロロジーと意味論

あらかじめ意味を合意していない2者が、新しい対象の意味情報を合意するためのしくみとして、オントロロジーを利用するメカニズムを明らかにし、それを利用した情報連携方法を示す。

(3) システム開発方法論

設計図あるいは仕様書を作らずに、あたらしいシステムを自ら作り上げるための方法論として、日本の現場改善の手法を取り入れた手法を示し、その効果を実際の企業の開発現場において実証する

3. 研究の方法

本研究の実施方法としては、大きく①実験システムによる適用研究、②モデリングに関する理論研究、そして③実際の企業の問題への適用をベースとして実証研究に3つに分類できる。

(1) 実験システムによる仮説検証

本研究の目的の中で、制御理論の再定義については、主に研究室内での実験システムを構築し、仮説検証を行う方法をとった。具体的には、3軸ロボットによる単純動作を行なうプログラムおよび動作系を構築し、あらかじめ予想しない事象が発生した場合に、制御システムと作業指示者とからなる全体のシステムの振る舞いを情報モデルとして表す検討を行った。想定された選択肢や想定された範囲におけるばらつきに対応するためのフレキシビリティとは異なり、想定しない状況への対応を人間による知識追加で対応する場合のしくみをモデルとして定義し、その有効性を検証した。

(2) 情報モデリング理論の構築

マネジメントシステムのように、対象モデルの内部にさまざまな人間的な要素を含む場合、言い換えれば、モデルの内部に意思決定主体を含む場合には、従来のモデリングの枠組みを超えた概念や手法が要求される。本研究では、特に、複数の意思決定主体間で情報を交換する際に、その情報の意味をどのようにして規定するかに着目した研究を進めた。

あらかじめ情報交換する二者が明らかであり、そこで情報交換する際の情報の内容についての意味的な合意が得られている状況では、毎回交換される情報の解釈において齟齬が生じることはない。しかし、そこに新たに第三者が参加する場合や、新たな意味情報が付加される場合などは、その意味の定義についてのオントロロジーレベルの検討が行われる。

(3) 企業事例を用いた実証実験

エンタープライズモデル（企業モデル）あるいは企業における生産管理などの業務モデルは、本研究が想定しているオートポイエ

シス（自己変容）型のシステムの例といえる。そこで、こうした企業システムを対象として、その自律分散型、自己変容型の情報システムのモデルを定義し、また、各意思決定主体間での情報連携の在り方について、いくつかの企業を実証研究の対象として設定し、具体的な手法やツールに関する実証研究を行った。

4. 研究成果

以下、各サブテーマに従って、実施内容、成果、そして今後の課題をまとめる。

(1) 制御理論の再定義

制御理論の再定義については、人間機械系による知識創造型のモデルについての仮説のもとでの実証実験が完了し、その成果を〔学会発表⑧〕として発表した。また、従来のFA技術と管理技術を統合するための情報連携のためのソフトウェアを開発し、〔学会発表⑦〕として発表した。ただし、理論的な枠組みの整理や既存の制御理論との対比には至っていない。

制御理論については、人間機械系の新しい概念のもとで仮説検証を行った点で目標どおりといえる。ただし、理論的な枠組みの提示や再構成には至っていない点は課題として残った。今後の取り組みに関する確実な糸口を掴むことができた。

制御理論モデルとしての新規性の中に、リアルタイムという概念の扱いと、信号と指示の区別が挙げられる。まず、リアルタイム性の定義について、情報を状態と事象に分け、意思決定主体が意思決定を行なう時点と、そこで利用される情報に含まれる事象あるいは状態に付随する時点との関係をモデル化した。また、物理的な状態変化に起因する信号情報と、意思決定者のなんらかの意図を表現した指示情報との区別をモデル上で明確にし、それらを用いたモデルの表現上の規約や文法などを議論した。

(2) オントロロジーと意味論

オントロロジーと意味論に関して、情報連携におけるオントロロジーの利用方法を論文④としてまとめた。また、オントロロジーを活用したシステム間の情報連携のためのプラットフォームの要素技術を〔雑誌論文⑤〕として公開し、それをもとに開発したソフトウェアの実証実験の結果を書籍〔図書②〕にまとめた。

オントロロジーを利用したシステム拡張の方式について、当初の計画どおりの成果を収めることができた。これは、形式的に表現できない知識を扱うための手がかりとして今後も有効な理論となる。また、具体的な実証実験によってその内容の有効性を示せた点は、当初の計画以上の進展であった。

知識工学の研究において、オントロロジーの研究がいくつかの異なる解釈のもので進め

られている。本研究は、他の多くの研究アプローチと異なり、オントロジーをより根源的な意味理解のプロセスに限定して用いた。つまり、意味のある対象はすべてオントロジーではなく、意味の根源として言語と意味（実体）とを結ぶ機構としてオントロジーをと絶えた。また、同時に、従来のUML等を用いたオブジェクト指向モデリングとも異なる新しいモデリングの枠組みを示した。

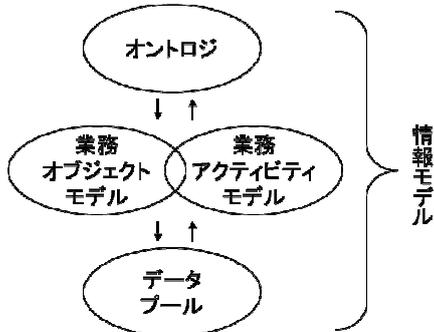


図1 情報モデルの概念図

図1は、エンタープライズモデルから見た場合には微視的なモデルとなる。意思決定者が他者に情報を伝えるためにメッセージを構成する際の情報モデル基本構造となる。ここで注目すべき点は、この情報モデルを用いて異なる部署間で情報交換を行っているその部署、あるいはその業務は、業務オブジェクトモデル、あるいは業務アクティビティモデルとして自己参照、自己定義している点である。

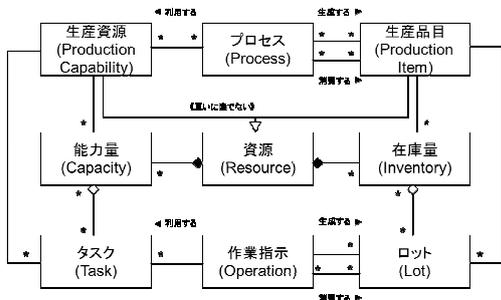


図2 業務オブジェクトモデル

(3) システム開発方法論

システム開発方法論としては、コンセプトとして現場主導のシステム開発の基本概念を論文〔雑誌論文⑥〕にまとめ、その具体的な方法論を論文〔雑誌論文⑦〕に示した。また、知識創造に主眼を置いた企業情報管理について書籍〔図書①〕としてまとめ、さらにマネジメントの側面から論文〔雑誌論文②および③〕を示した。さらに、中小製造業での適用事例をもとに、今後の取り組むべき課題とともに論文〔雑誌論文①〕をまとめた。

これらのベースとなっている生産システムマネジメントの基本概念的構造は図3に

示すように、階層化のレベルを明確に示したものとなっている。自律分散型のシステムをエンタープライズモデルとしてとらえた場合に、こうした階層化の概念が不可欠となり、さらにこれを、業務オブジェクトの側面と、業務アクティビティの側面に分けて定義した。また、企業内の異なる業務間で情報連携を行なうにあたって、送受信するメッセージの設計方法を図4に示す構成とした。

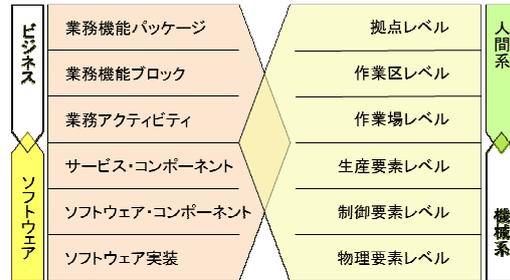


図3 開発のための基本構造

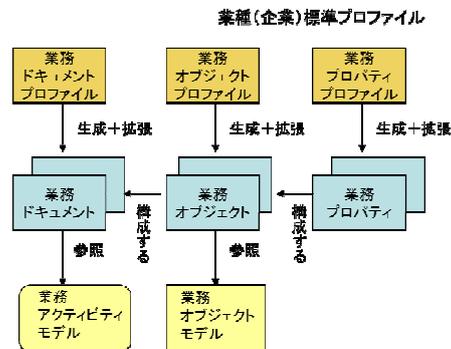


図4 メッセージ拡張のためのしくみ

実証実験は、中小部品加工製造業2社、大手部品製造業1社に対して実施した。業務システムおよび情報システムの現状と本来あるべき姿のギャップからシステムの基本設計を行なうのではなく、現状の業務のしくみと情報システムを、情報連携を個々に行っていくことを通して、徐々に改善していくアプローチをとり、6か月から1年程度の期間をかけて実証実験を行った。

進化型のシステム開発方法論として発表した内容は、多くの反響があり、その成果は当初の予想を超えるものであった。また、提案した手法に基づいて実施した2件の実証実験では、具体的な導入事例や評価事例が得られ、今後につながる成果となった。ただし、マスター情報を進化させる枠組みについては、今後の課題とした。

(4) 全体のまとめ

本研究が対象とするテーマは、知識創造の主体である人間を含むシステムを対象とした工学として、非常に奥深いと同時に難しい内容を含んでいる。現時点までに、まずは、

自己組織化あるいはオートポイエシスによる挙動とその動作原理を、組織内での情報生成と情報連携の視点からとらえることができた。ただし、最終年度に若干取り掛かった価値の問題、つまりシステムが外部（市場）の要求に対応して生み出す付加価値をどのように扱うかについて、本研究の中では曖昧なままである。

なお、本研究では、エンタープライズモデルの一部として、費用や収益など、原価計算の要素を組み込んだ。従来の生産マネジメントの多くは企業内部で閉じていたため、各活動の収益性に関する視点が弱かったが、生産管理と原価計算のモデルを統合することで、新しい管理会計の可能性を示した。また、このアプローチは、製品やサービスの市場価格と連動した議論が必要となり、マーケティング等との統合の必要性も確認することができた。

今後取り組むべき点としては、まずはこれまでに明らかになった個別の内容や知見をまとめることで体系的な理論化をさらに進める必要がある。特に、本研究の3つの側面を統合する概念を一度整理しておく必要があるだろう。そして同時に、今回は実施できなかったコストや価値といった概念を如何にモデルの内部に取り込むかについても検討を進めたい。そのためには、モノが持つ機能としての価値ではなく、利用価値、あるいは労役提供に対する価値など、サービス工学的なアプローチを取り入れる必要があるだろう。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計7件）

- ① 西岡靖之、複数企業の連携によるネットワーク型生産マネジメント技術、計測と制御、50巻7号、2011、pp.1-7、査読有
- ② 西岡靖之、原価管理における生産計画スケジューリング連携技術、企業会計、63巻6号、2011、pp.25-34、査読無
- ③ 西岡靖之、生産活動の標準モデルによるリアルタイム原価管理、35巻2号、2011、pp.13-22、査読有
- ④ 西岡靖之、ものづくり情報連携におけるオントロジーの応用、人工知能学会誌、25巻4号、2010、pp.518-525、査読有
- ⑤ Y. Nishioka, et al. (eds.) Production Planning and Scheduling, Version 1.0, OASIS PPS Committee, 2011, pp.1-76、査読有
- ⑥ 西岡靖之、現場情報の流れをよくするための“ITカイゼン”の勧め、プラントエンジニア、42巻、2010、pp.2-8、査読無

- ⑦ 西岡靖之、現場発 IT カイゼンの具体策～標準モデルと無償ツールの活用～、プラントエンジニア、42巻、2010、pp.9-15、査読無

〔学会発表〕（計10件）

- ① 西岡靖之、山下正貴、計算機上のモデルと実際との差異を前提とした製造実行システムの制御方法、日本機械学会生産システム部門講演会、2009年3月10日、東京
- ② 西岡靖之、綾木佑介、製品ファミリーに対応した製造BOMによる原価管理手法、日本機械学会生産システム部門講演会、2009年3月10日、東京
- ③ 西岡靖之、牧野仁志、半導体ウエハー製造工程における納期遵守率を考慮したプロダクトミックスの決定方法、日本機械学会生産システム部門講演会、2009年3月10日、東京
- ④ 池田聖彦、西岡靖之、ラグランジュ分解・調整法を用いた受注引当問題に関する研究、日本機械学会生産システム部門講演会、2009年3月10日、東京
- ⑤ 西岡靖之、基準日程計画を中核とした製造と販売の連携方式、スケジューリングシンポジウム、2010年9月11日、東京
- ⑥ 牧野仁志、西岡靖之、半導体ウエハ製造工程における変動ネック工程を考慮した動的WIP管理に関する研究、日本機械学会生産システム部門講演会、2011年3月17日、東京
- ⑦ 山下正貴、西岡靖之、PLCを用いたボトルネックの動的決定による投入管理に関する研究、日本機械学会生産システム部門講演会、2011年3月17日、東京
- ⑧ 大橋功、西岡靖之、協調者の作業割込み監視によるロボットプログラム学習、日本機械学会生産システム部門講演会、2011年3月17日、東京
- ⑨ 綾木佑介、西岡靖之、製品機能と製造情報の連携を考慮した部品構成表による設計変更支援、日本機械学会生産システム部門講演会、2011年3月17日、東京
- ⑩ 梅澤翼、西岡靖之、RFIDを用いた簡易型工程進捗管理システムの提案、日本機械学会生産システム部門講演会、2011年3月17日、東京

〔図書〕（計3件）

- ① 西岡靖之 他、進化型マスター情報の効果的管理技法、PSLXフォーラム ホワイトペーパー2010、NPO 法人ものづくりAPS推進機構、2010、pp.1-20
- ② 西岡靖之 他、PSLXプラットフォームブ

- ロジェクト (編), 情報連携公開バトル～次世代製造業への挑戦～, NPO 法人ものづくり APS 推進機構, 2009, pp.1-115
- ③ 西岡靖之 他, PSLX フォーラム (編), 業務オブジェクトモデル (第 2 版), PSLX 技術仕様書 Vol.3, NPO 法人ものづくり APS 推進機構, 2008, pp.1-47

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西岡 靖之 (NISHIOKA YASUYUKI)
法政大学・デザイン工学部・教授
研究者番号 : 5 0 2 8 7 4 7 1