

UMLに基づくビジネスモデルの多変量解析による構造分析

武蔵工業大学 後藤 正幸, 増井 忠幸

Structural analysis of MUL business model based on multivariable analysis

Musashi Institute of Technology Masayuki GOTO and Tadayuki MASUI

要旨: 刻々と変化するビジネス環境において, 企業をまたがるビジネスプロセスや企業間コミュニケーションはこれまで以上に複雑に形成されている. 例えば, 複雑なビジネスプロセスの一つである物流プロセスやサプライチェーンにおいても, 効率的なモノの流れを実現するために様々な研究がなされており, 特に情報共有の重要性が指摘されている. ロジスティックスの分野においても情報化の波は確実に浸透しており, IC タグなどの先進的な情報伝達媒体を如何に活用すべきか, という点も議論されている.

一方, 近年, 複雑なビジネスプロセスを記述する手法として UML が注目されてきた. UML は本来, オブジェクト指向をベースとしたシステム開発のための設計図面記述言語であるが, その用途は広く, ビジネスを設計するための手法として援用することが可能である. しかしながら, UML モデルは記述するのが容易ではなく, また出来上がったモデルはしばしば複雑となり, モデル全体の整合性や有効性を議論するための道具が必要であると考えられる.

そこで本研究では, UML によって描かれた物流情報モデルをもとに, 物流現場における情報チェーン(情報の流れ)の構造を俯瞰的に分析する手法を提案し, 考察を行う.

キーワード: UML, ロジスティックス, SCM, 情報チェーン

1. はじめに

複雑なビジネスプロセスの一つである物流プロセスやサプライチェーンでは, 効率的なモノの流れを実現するための様々な試みや研究がなされてきた[1]. 企業活動の中でも, 物流の重要性はますます認識されるようになっており, 情報システムを援用した強力な物流システムやサプライチェーンを構築し, 効率的な流通を実現することが製造業の生き残りにとって不可欠であるとも言われている. 一方, 複雑なビジネスプロセスに対して情報技術を援用し, 高度に洗練されたシステムを構築するためには, 実務レベルでの業務やノウハウを, システムに落とし込むまでの抽象化の過程が必要である. 近年, 現場サイドとシステムエンジニアの間で意思の疎通を速やかに行い, システムのあるべ

き姿を共通認識してシステム構築へ繋げるための参照モデル記述手法として UML が注目されている[2]-[4]. UML は, ビジネスモデル設計に対しても強力なツールとして援用可能であり, 大きな期待がなされている[5]. しかしながら, UML は, 読むのは容易である反面, 実務レベルをうまくモデル化して良いモデルを記述するためには 相当に熟練したスキルが必要であり, また出来上がったモデルが良いモデルとなっているのか否かを判断するのも簡単ではない.

そこで, 本研究では UML によって描かれた物流モデルの構造を把握し 物流現場における情報の流れ(情報チェーン)を分析してチェックするための, 構造分析手法を提案する. さらに, 一般的な物流モデルを用いて, その検証を行う.

2. アプローチ

2.1 UMLによる物流参照モデル

本研究では、一般的な物流業務プロセスを考え、この物流業務の出荷者、中継者、荷受者に、それぞれを繋ぐ輸配送業者からなる物流モデルを対象とした。物流プロセスでは様々な情報が流れており、それらは複雑な構造を持っている。

UMLは、これらの複雑な流れを可視化する方法の一つである[5]。また、物流業務をUMLで記述した例として、日本ロジスティクスシステム協会による報告書[6]があり、ベンチマークとして利用できる。ここでは、ユースケース図やオブジェクト図を用いて、物流業務全体が表記されている。しかしながら、この標準的モデルでさえ、非常に複雑な構造をしており、多くの情報アイテムが列挙されている。すなわち、描かれたUML図はそれ自体、システム構築に落とし込める程度の情報量を有していることから、全体を俯瞰的に考察したり、注目すべき箇所を抜き出したりするのは容易ではない。従って、これらの情報の構造を分析し、全体像を捉えることにより、描かれたダイアグラムの正当性をチェックしたり、情報の伝達媒体を選定するなど、様々な意思決定に援用することができる。

2.2 UMLモデルの多変量解析による分析手法

ここでは、UMLモデルの構造を数量化し、データの特徴を分析するために次に示す方法を提案する。このような発想は、IDEFモデルを分析するための方法として、梅室らによって提案され[7]、その後も発展形が研究されている。本研究では、同様のアイデアを用いて、UMLの複雑な構造を把握し、膨大な情報のアイテムをグルーピングすることによって、全体の構造を把握する方法を示す。

分析手順：

[手順1] UMLで対象プロセスを表記する。

[手順2] UMLのクラス図、またはオブジェクト図より、クラス(オブジェクト)と属性データを0-1行列で作成する。この0-1行列は、各オブジェクトが各々の属性データを含むか否かを表現したマトリクスであり、含む場合は

1、含まない場合は0を要素としてもつ行列とする。

[手順3] 0-1行列に対し、クラス(オブジェクト)を変数、属性データをサンプルとみなして数量化。類による分析を行う。各属性データを主成分空間上でグルーピングし、各属性データの特徴を分析する。さらにクラスター分析との結果を比較検討し、オブジェクト図のリンクについても考察を与える。

[手順4] 必要があれば外れ値であるグループを除いて再度数量化。類+クラスター分析を行い、手順4と同様の考察を行う。

[手順5] 全体の分析結果を統合し、考察を行い、情報の構造を把握すると共に、適切な情報伝達媒体などの検討を行うことで、実装に対する提言を行う。

3. 一般的な物流モデルへの適用

本稿では、多くの物流関係企業担当者の議論によって作成された、日本ロジスティクスシステム協会による報告書[6]のUMLモデルを用い、提案した分析手順によって分析を行った例を示す。

ここでは[6]で示されているオブジェクト図を使い、オブジェクト75項目と属性データ項目78項目からなる0-1行列を作成した(表1)。これは各オブジェクトが各々の属性データを含むか否かを表現したマトリクスであり、含む場合は1、含まない場合は0である。さらに、[手順3]の数量化。類を用いてこの0-1マトリクスを解析することによって、データ項目について主成分による検討を行うことができる。データ項目は主成分空間上のサンプル点として表現されるので、各データ項目の特徴が明確になる。

3-1. 手順1：UMLによるモデリング

本稿で一般的な物流モデルとして用いた日本ロジスティクスシステム協会によって作成された報告書[6]のUMLモデルは、多くの物流関係者が長時間に渡る議論のもとに作成したもので、物流の極めて標準的なモデルとして価値があるものである。このモデルは一般的なモデルであるが、多数のオブジェクトが絡み合っており、一見して情報の全体構造が把握し難い。ま

た、それぞれのオブジェクトには、属性データ項目が付随していることから、このダイアグラムに含まれる情報量は極めて多く、モデルの正当性の判断や特徴把握が容易ではない。

3-2. 手順2の結果：0-1行列の生成

図1で示したオブジェクト図から、各オブジェクトに含まれる属性データを1とし、含まれない属性データを0と表現した0-1マトリクスを作成した。その一部を、表1に示す。

表1: 0-1マトリクス例

オブジェクト 属性	中継者情報 (D)	荷受者情報 (C)	輸送委託先 (H)	輸送委託先 (B)	輸送委託先 (A)	輸送委託先 (E)
1.出荷番号	1	0	1	0	...	0
2.包装数	1	0	0	0	...	0
3.商品入数	1	0	0	0	...	0
4.賞味期限	0	0	0	0	...	0
5.出荷者コード	1	0	1	0	...	0
...
77.配車日	0	0	0	1	...	0
78.欠品・過品数	0	0	0	0	...	0

3-3. 手順3：全データに対する分析結果

数量化 類の固有値、寄与率、累積寄与率の結果を表2に示す。オブジェクトは75項目存在するが、これらの情報が3つの軸で60%以上が説明できるため、各オブジェクトに含まれる属性データの情報には、同時に利用されているものが多数存在することが伺える。システムの実装段階では、このような情報を一纏めにして考えることが肝要であろう。

また、第1主成分の変数スコアを分析した結果、商品と輸送単位に関するスコアが高く、輸送委託先に関するスコアが低かった。第2主成分は、輸送委託先に関する変数スコアが突出して高く、他の変数に関してはほぼ0に集中していた。第3主成分については、輸送委託先に関するオブジェクトのスコアが高く、中継者、荷受者に関する変数のスコアが低かった。

以上より、第1主成分は「オーダー情報軸」を表していると解釈できる。また、第2主成分は「輸送委託先情報軸」、第3主成分は「輸送-中継リソース軸」

表2：固有値と寄与率

	固有値	寄与率	累積寄与率
1	0.291	0.305	0.305
2	0.167	0.175	0.480
3	0.129	0.135	0.615

とそれぞれ解釈することができた。

次に、サンプルスコア（属性データのスコア）の散布図を図1, 2に示す。これらより、各属性データは、いくつかのグループにきれいに分類できることがわかった。群は「商品関連情報」、群で「輸送委託先情報」、群は「中継者情報」のグループである。また、その他の属性データは図の中央に集中するが、これらの点だけを見れば直線に近い関係があることがわかる。図1は、「オーダー情報軸」と「輸送委託先情報軸」を用いたサンプルスコアの散布図であり、I群とII群が特徴的であることがわかる。図2は、「オーダー情報軸」と「輸送-中継リソース軸」を用いたサンプルスコアの散布図であり、新たにIII群として「中継者情報」のグループが現れている。この群は、第3主成分において特徴づけられるグループであると言え、この軸で解釈すればその他の属性データとは全く異なる性質を持つことが伺える。また、さらにクラスター分析からも、同様のグルーピングが可視化され、同様のデータ間で類似性が示された。

以上の観点から、群の「商品関連情報」、群の「輸送委託先情報」、群の「中継者情報」は特徴的な性質を持つ属性データ群であり、それぞれに適合した情報伝達方法や保管方法を検討することが効果的である。また、群、群を除いた属性データに相関がみられている点も特徴である。

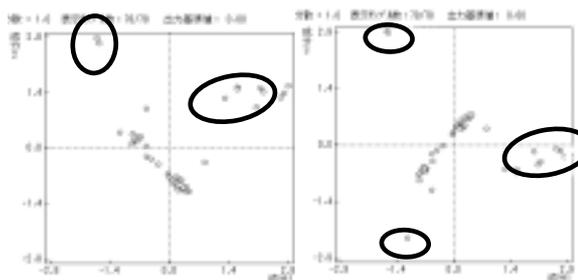


図1：成分1と2のサンプルスコア 図2：成分1と3のサンプルスコア

3-4. 手順4： , , グループを除いた分析

上記の図において, , , を除いた属性データに相関が見られたため, これらの属性データのみをさらに情報縮約して特長抽出することが可能である. よって, 手順3で示したI, II, IIIのグループを除いて数量化 類を行った. その結果, 第3主成分までの累積寄与率は61.1%となった. この分析では, 一部の属性データを除いた後の分析であるので, 各軸の解釈は直ちにはできないが, サンプルスコアの分析は可能である. その結果, サンプルスコアの分析, クラスタ分析の結果から, 「荷受者関連情報」として グループ, 「数量単位コード」として グループが抽出できた.

この結果においても, サンプルスコアの散布図において, , のグループを除いた属性データに相関が見られたので, さらに , に関連するオブジェクトを除いて数量化 類を行った. その結果, 「出荷者情報」のグループが抽出された.

3-5. 手順5： 分析結果全体の比較

手順3, 4による分析結果のまとめを図3に示す. これにより, 複数のオブジェクトで同時に利用されているという意味で類似した属性データ項目が構造的に分類できることがわかる.

4. 考察

専門家によって構築されたUMLのオブジェクト図を, 数量化 類で分析することにより, 特徴的な属性データが整然とグルーピングできることがわかった. 得られた属性データ群は以下の通りである.

- (I) 商品関連情報
- (II) 輸配送者情報
- (III) 中継者情報
- (IV) 荷受者関連情報
- (V) 数量単位コード
- (VI) 出荷者情報

以上は, 描かれたUMLのオブジェクト図が正しく属性データの性質を捕らえたものであり, 整合性を持ったモデルであることを裏付ける結果であると思われる. グルーピングされた属性情報は, 類似した場面で用いられる情報であるので, これを考慮した設計が可能であろう. 本研究の方法は, 情報の構造を把握すると共に,

複雑なUMLモデルの不整合性を検出するためのツールとして利用できる可能性がある.

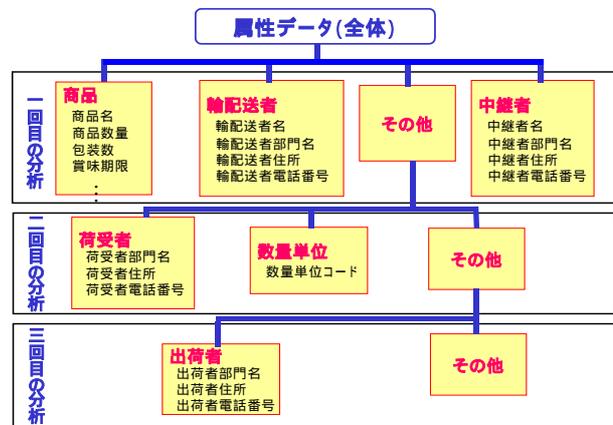


図3. 全体の属性データの分類図

5. まとめ

本研究では, UMLのオブジェクト図を0-1行列に変換し, 数量化 類を利用して属性データの性質を分析する方法を提案した. 本手法により, 各属性データの大まかな特徴を抽出することが出来た. この事により, UMLモデルの整合性や属性データの取り扱い方法(情報伝達媒体)について議論することができる.

本研究の一部は, 文部省科学技術研究費 基盤研究(B)(2) 15310123の助成による. 本研究を進めるにあたり, 一連の研究を分担して頂いた今 剛士氏に感謝致します.

参考文献

- [1] D. スミチ・レビ, E. スミチ・レビ, P. カミンスキ, 久保幹雄 監修訳: サプライチェーンの設計と管理 - コンセプト・戦略・事例, 朝倉書店, (2002)
- [2] 特集 UMLの極意, 日経コンピュータ 2003年12月号
- [3] 森田勝弘, 長瀬嘉秀, 樋口博昭: UMLによるビジネスモデリング入門, ソフト・リサーチ・センター, (2003)
- [4] ハンス-エリック・エリクソン, マグヌス・ベンカー, 鞍田友美, 本位田真一 監訳: UMLによるビジネスモデリング, ソフトバンク・パブリッシング, (2002)
- [5] 森 雅俊, 宗平順己, 左川 聡: "ビジネスモデル設計とUML表記に関する研究", ビジネスモデル学会 研究報告集, (2004)
- [6] 社団法人 日本ロジスティクスシステム協会: "輸送ラベルに関わるビジネスモデル検討報告書 (ALIS)", (2001)
- [7] 梅室博行, 園川隆夫, 平岡真一郎, 五十嵐秀尚: "業務プロセスにおける情報コンテンツに着目した機能の関連性の定量化手法", 経営情報学会誌, Vol.7, No.3, pp.1-17, (1998)