

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：34426

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K13801

研究課題名(和文) AIの活用によるライフサイクルの短い新商品の需要予測

研究課題名(英文) AI-based Demand Forecasting for Short Life-cycle Products

研究代表者

岳 理恵 (Gaku, Rie)

桃山学院大学・経営学部・准教授

研究者番号：80584911

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：ICTの進展により、生産活動を取り巻く環境が大きく変化しつつあるのに対して、従来の需要予測手法では、消費者の需要に迅速かつ的確に対応することが難しくなっている。本研究は、このような喫緊の課題に対して、データマイニング手法等の経営科学技術を活用した新しい予測手法を提案するものである。特に、提案する新しい需要予測法は、ライフサイクルの短い新商品を扱う企業にとって、適正な資材補充策ならびに需要動向に適應する生産・物流・販売管理の経営意思決定に広く支援することができる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ICTの進展により、生産活動を取り巻く環境が大きく変化しつつあるのに対して、従来の需要予測手法では、消費者の需要に迅速かつ的確に対応することが難しくなっている。本研究は、このような喫緊の課題に対して、ライフサイクルの短い新商品を研究対象にし、データマイニングによる計数的なアプローチを提案するものである。また、製造企業では、生産・物流・販売等のデジタル化およびインテリジェント化が進むことで、生産活動を取り巻く環境が常にダイナミックに変化するため、本研究で得られる新しい知見は、実際の研究対象企業の原材料仕入れ・生産・物流・販売活動の柔軟な意思決定に広く供するものである。

研究成果の概要(英文)：A major challenge for suppliers of retail stores is how to improve a turnover rate of merchandise during a set period of time, and how to continue efforts to both ensure the availability of popular products as well as having a variety of product to satisfy multiple customer demand segments. In this environment, products are introduced and removed on a regular basis. Forecasts of product demand over its life cycle are needed for the production control system, end-of-life planning, and planning of product cycles during operational planning. This project conducted a case-study of demand forecasting with Data Mining methods for new short-life-cycle products aiming to presenting how forecasting results can be incorporated into the operational planning process. It differed from previous studies because this study further investigated how market intelligence can be used to support decision-making, especially can be incorporated into the decision-making process to improve business performance.

研究分野：経営工学、経営情報

キーワード：需要予測 人口知能技術 データマイニング手法 シミュレーション

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) ICT (Information Communication Technology, 情報通信技術) の進展により、生産活動を取り巻く環境が大きく変化しつつあるのに対して、従来の需要予測手法では、消費者の需要に迅速かつ的確に対応することが難しくなっている。一方、販売データベースが多くの企業で構築され活用されるようになり、膨大な販売データの中には将来のビジネス展開に役に立つ情報や知見が含まれているため、蓄積されるデータの有効利用を目的とする AI (Artificial Intelligence, 人工知能) が注目されている。

(2) デリカ食品の製造企業において、需要数量などの目標値を決めなければ、適切な資材補充計画、需要動向に適応する生産・物流・販売管理などの事業計画に関するマネジメントは不可能である。特にライフサイクルの短い新商品を多く製造する食品企業においては、新商品に関する需要予測の精度を高めることは重要である。しかし、従来の定量的調査や時系列分析では、迅速かつ的確な需要予測が困難となりつつある。

(3) コンビニエンスストアは商品陳列スペースが限られているため、人気商品が短期間で入れ替わるという特徴がある。販売期間が 1 ないし数ヶ月のデリカ新商品について、ライフサイクルは極めて短いことが分かる。そのため、コンビニエンスストアに商品を供給するデリカ商品製造企業は、変化の激しい市場に対応するために、市場にある「死に筋商品」をいち早く特定し、新商品に入れ替える必要がある。また、需要予測の結果に基づいて資材補充や生産・物流・販売管理を行っていることから、新商品発売直後において、個々の商品に対し、高い精度で需要予測を行うことが、デリカ商品製造企業にとって、重要かつ困難な課題とされている。これまで、種々の分野で需要予測の応用事例が紹介されている。しかしながら、1 ないし 3 ヶ月程度のライフサイクルの短いデリカ食品の新商品を対象にした実証的な研究はまだ見受けられない。

### 2. 研究の目的

(1) 本研究は、デリカ商品製造企業から供給する新商品のうち、市場への供給期間の短い商品について、管轄エリア内にあるすべての店舗から収集された種々の情報を用いて、新商品発売直後の需要数量および需要動向を予測するために、人工知能技術を活用したアプローチを検討し提案することを目的とした。

(2) インダストリー 4.0 (Industry 4.0; 第四次産業革命) の到来を背景に、大規模ビジネスデータの有効活用に焦点を当てて、これまでの研究成果を踏まえた上で、今後の課題について、検討することは本研究のもう 1 つの目的である。

### 3. 研究の方法

(1) 人工知能に関する研究の中で、需要予測に関する研究、とりわけライフサイクルの短い新商品への適用に関しては、極めて限られた応用事例が散見されるだけである。本研究は、ニューラルネットワークや決定木などのデータマイニング手法を活用し、ライフサイクルの短い新商品の発売直後 1 週目の販売実績情報に基づいて、商品品目毎の需要数量と需要動向を予測するための新しいアプローチを提案した。本研究は、ライフサイクルの短い新商品について、データマイニング手法を活用した新しい予測手法を提案するものである。このことは、従来の研究にない新しい試みである。

(2) 大規模ビジネスデータの有効活用を念頭に置いて、オペレーションズマネジメントの観点から、マーケット・インテリジェンスを販売管理の意思決定を資する階層的アーキテクチャおよび手続きについても検討し提案することは、研究目的のもう 1 つである。

### 4. 研究成果

本研究の研究結果として、下記のようにまとめる。

(1) 近年の ICT 分野におけるイノベーションにより、ビジネスインテリジェンスはいっそう大規模なビジネスデータの活用へシフトしている。本研究では、コンビニエンスストアに係るサプライチェーンにおいて、生産とロジスティクスのための分析ツールとして用いられるデータマイニング手法やシミュレーション技法の ICT 活用について論じられている。そこで、データマイニング手法では、新規のライフサイクルの短い製品を市場へ投入する際の需要傾向を予測するために、販売データ等を用いた応用事例を紹介した。ライフサイクルの短い新商品の需要予測に関して、データマイニングによる計数的なアプローチを提案し、市場へのリリース直後の店舗からの受注状況に基づいて、翌週以降の需要数量と需要動向を予測する問題について検討した。また、提案した新しい需要予測手順は、企業から提供された膨大な実績データを用いて検証することにより、十分な実用性をも有することを示した。

(2) インダストリー 4.0 環境下では、商品の販売状況に関して、より高い価値の情報の見える化がいっそう進む。そのため、需要予測において、マーケット・インテリジェンスを生産・流通・販売活動への意思決定を供する階層的アーキテクチャを構築できれば、製造企業は需要変動をいっそう的確に即応することができることから、マーケット・インテリジェンスを用いた意思決定手順および手続きの構築は、製造企業に喫緊の課題となりつつある。本研究は、オペレーションズマネジメントの観点から、マーケット・インテリジェンスを用いた販売管理の手順を具体的に検討し提案した[1]。マーケット・インテリジェンスを用いた需要予測プロセスの概観を図 1 に

示す。



図1: マーケット・インテリジェンスを用いた需要予測プロセス[1].

(3) 生産ならびにサービス分野においては、種々のビジネスデータを蓄積しやすくなっている一方、プロセスの進捗管理をリアルタイムかつ継続的に遂行するには、「データを有効活用できない」という難点がある。この難点を解決するには、蓄積された種々のビジネスデータを即座に活用できるインテリジェントなオブジェクト、すなわち識別力のあるオブジェクトに基づくシミュレーションのモデリングとの併用が提案された[2]。シミュレーションは、システムの挙動をまねるための手法であり、従来、ダイナミックかつ複雑なシステムの設計や改善のために最も活用されている経営科学手法の1つである[3]。オブジェクト指向シミュレーションと人工知能の併用により、複雑な生産・サービスシステムの改善において、任意の時点でシステムシミュレーションを実行することができ、情報評価に必要なシミュレーション結果の抽出も可能である。シミュレーションとの併用による意思決定手順の概観を図2に示す。

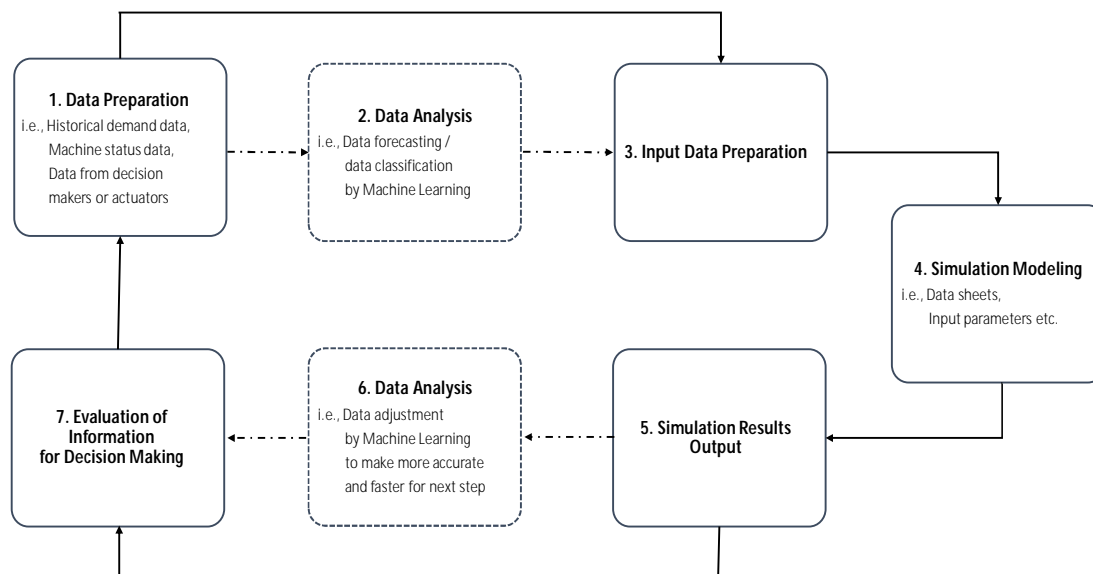


図2: シミュレーションとの併用による意思決定手順[2].

本研究の学術的な特色・独創的な点として、以下のようにまとめることができる。

- (1) ICTの進展により、生産活動を取り巻く環境が大きく変化しつつあるのに対して、従来の需要予測手法では、消費者の需要に迅速かつ的確に対応することが難しくなっている。本研究は、このような喫緊の課題に対して、ライフサイクルの短い新商品を研究対象にし、AIを活用した新しい予測手法を提案するものである。
- (2) 製造企業では、インダストリー4.0の到来により、生産・物流・販売等のデジタル化およびインテリジェント化が進むことで、生産活動を取り巻く環境が常にダイナミックに変化し、需要、キャパシティ、原材料の状況も動的に変化する開放環境にあるため、本研究で得られる新しい知見は、実際の研究対象企業の原材料仕入れ・生産・物流・販売活動の柔軟な意思決定に広く供するものである。

参考文献：

- [1] R. Gaku, “Data Utilization Areas for Operations Management of Business in Industry 4.0”, 日本ロジスティクスシステム学会誌, Vol.18 No.1. (採択済・掲載決定)
- [2] R. Gaku, D. T. Sturrock and S. TAKAKUWA (2019), “Simulation and the Fourth Industrial Revolution”, 環太平洋圏経営研究, Vol. 21, pp.69-79.
- [3] J. S. Smith, D. T. Sturrock and W. D. Kelton (2019). *Simio and Simulation: Modeling, Analysis, and Applications* (5th ed.), Simio LLC. /高桑宗右衛門監修, 野村淳一, 三輪冠奈, 譚奕飛, 岳理恵, 楊文賀 訳, 「Simioとシミュレーション モデリング・解析・応用(第5版)」, Simio LLC.(刊行決定).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Sang Haixia, Shingo Takahashi and Rie Gaku	4. 巻 なし
2. 論文標題 Big Data-Driven Simulation Analysis for Inventory Management in Dynamic Retail Environment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE The 24th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management	6. 最初と最後の頁 687 - 694
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3277139.3277178	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Rie Gaku and Soemon Takakuwa	4. 巻 なし
2. 論文標題 Simulation analysis of large-scale shuttle vehicle-type mini-load AS/RS systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2018 Winter Simulation Conference	6. 最初と最後の頁 2966-2976
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/WSC.2018.8632394	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Rie Gaku and Soemon Takakuwa	4. 巻 なし
2. 論文標題 Simulation modeling of shuttle vehicle-type mini-load AS/RS systems for E-commerce industry of Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceeding of the 2017 Winter Simulation Conference	6. 最初と最後の頁 3174-3183
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/WSC.2017.8248036	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yokouchi Mitsuko, Yuri Hasegawa, Ryosuke Sasaki, Rie Gaku, Yukinori Murata, Nobuko Mizuno, Asuka Inaba and Toshinori Tanaka	4. 巻 なし
2. 論文標題 Operations analysis of hospital ward evacuation using crowd density model with occupancy area and velocity by patient type	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceeding of the 2017 Winter Simulation Conference	6. 最初と最後の頁 2984-2993
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/WSC.2017.8248020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Rie Gaku	4. 巻 18
2. 論文標題 Data utilization areas for operations management of business in Industry 4.0	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本ロジスティクスシステム学会誌	6. 最初と最後の頁 採択済・掲載決定
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Rie Gaku, David T. Sturrock and Soemon Takakuwa	4. 巻 21
2. 論文標題 Simulation and the fourth industrial revolution	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 環太平洋圏経営研究	6. 最初と最後の頁 69 - 79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Rie Gaku and Soemon Takakuwa	4. 巻 なし
2. 論文標題 Using operational approaches to predict the performance of large-scale shuttle-vehicle-type mini-load AS/RS systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceeding of the 2019 Winter Simulation Conference	6. 最初と最後の頁 636 - 637
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mitsuko Yokouchi, Satsuki Okui, Rie Gaku	4. 巻 なし
2. 論文標題 Comparison between sequential evacuation and simultaneous evacuation in a hospital staircase	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceeding of the 2019 Winter Simulation Conference	6. 最初と最後の頁 610 - 611
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 9件）

1. 発表者名 Rie Gaku
2. 発表標題 Simulation Analysis of Logistics Systems
3. 学会等名 「日韓の経済・経営および文化の諸問題」第39回国際学術セミナー（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sang Haixia, Shingo Takahashi and Rie Gaku
2. 発表標題 Big Data-Driven Simulation Analysis for Inventory Management in Dynamic Retail Environment
3. 学会等名 IEEE The 24th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management（国際学会）
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 Rie Gaku and Soemon Takakuwa
2. 発表標題 Simulation analysis of large-scale shuttle vehicle-type mini-load AS/RS systems
3. 学会等名 the 2018 Winter Simulation Conference（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Gaku Rie and Soemon Takakuwa
2. 発表標題 Simulation modeling of shuttle vehicle-type mini-load AS/RS systems for E-commerce industry of Japan
3. 学会等名 Proceeding of the 2017 Winter Simulation Conference（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Gaku Rie
2. 発表標題 Advanced simulation modeling for complicated and dynamic logistics systems of convenience stores
3. 学会等名 The IISE Annual Conference & Expo 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yokouchi Mitsuko, Yuri Hasegawa, Ryosuke Sasaki, Rie Gaku, Yukinori Murata, Nobuko Mizuno, Asuka Inaba and Toshinori Tanaka
2. 発表標題 Operations analysis of hospital ward evacuation using crowd density model with occupancy area and velocity by patient type
3. 学会等名 Proceeding of the 2017 Winter Simulation Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rie Gaku, Soemon Takakuwa, K. Louis Luangkesorn
2. 発表標題 A case study of demand forecasting with data mining methods for new short-lifecycle products
3. 学会等名 INFORMS Annual Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rie Gaku and Soemon Takakuwa
2. 発表標題 Using operational approaches to predict the performance of large-scale shuttle-vehicle-type mini-load AS/RS systems
3. 学会等名 Proceeding of the 2019 Winter Simulation Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsuko Yokouchi, Satsuki Okui, Rie Gaku
2. 発表標題 Comparison between sequential evacuation and simultaneous evacuation in a hospital staircase
3. 学会等名 Proceeding of the 2019 Winter Simulation Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 高桑宗右工門（監修）、野村淳一、三輪冠奈、譚奕飛、岳理恵（訳）	4. 発行年 2017年
2. 出版社 米国Simio LLC	5. 総ページ数 422
3. 書名 Simio とシミュレーション - モデリング・解析・応用 - （第4 版）	

1. 著者名 高桑宗右工門（監修）、野村淳一、三輪冠奈、譚奕飛、岳理恵、楊文賀（訳）	4. 発行年 2020年
2. 出版社 米国Simio LLC	5. 総ページ数 456
3. 書名 Simio とシミュレーション - モデリング・解析・応用 - （第5 版）（刊行決定）	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----