

サービス業務のスケジューリング

A Scheduling problem in state-dependent work

石井信明[†] 高野祐一[‡] 村木正昭⁺
Nobuaki Ishii Yuichi Takano[‡] Masaaki Muraki

[†] 神奈川大学 工学部

[‡] 専修大学 ネットワーク情報学部

+東京工業大学

[†] Faculty of Engineering, Kanagawa University.

[‡] School of Network and Information, Senshu University.

+Tokyo Institute of Technology

要旨

サービス産業に限らず、第一次・第二次産業においても、現在はサービス業務の生産性が産業の要であり、その底上げをめざす必要がある。本発表では、サービス業務において有限な資源を効果的に配分するスケジューリング問題について検討する。すなわち、(1)サービス業務の特性、(2)シミュレーションモデル、(3)資源を効果的にサービス業務に投入する動的スケジューリング手法を検討する。サービス業務の例としてプロジェクト見積業務を取り上げ、シミュレーションモデルの見積業務プロセスへの適用と動的スケジューリング手法の有効性について考察する。

1. はじめに

いわゆるサービス業務とは、最終製品の仕様が明確なモノ作りと異なり、そのプロセスと投入する資源量が業務を取り巻く環境に依存し、業務完了時の成果物の姿が予め明確でない業務とする。顧客対応、営業活動、メンテナンス、トレーニング、ソフトウェアテストなどが該当する。たとえば営業活動では、顧客から注文を得ることがゴールと言えるが、どの様なアプローチで時間と手間をどこまで掛けるかは状況しだいであり、完了までのプロセスも事前には決められない。そのため、サービス業務の計画は、立案が困難な計画問題といえる。標準的な営業プロセスと業務マニュアルがあっても、プロセスの途中で受注に成功する、あるいは、営業活動を断念する場合もある。多くの資源を投入しても、受注に至らない、あるいは、受注をしても大きな損失をとまうこともある。

営業活動をはじめとして、これまでサービス業務は、経験と勘に依存した管理が中心であったといえる。しかし、サービス産業に限らず、第一次産業、第二次産業においても、現在はモノを売るだけにとどまらず、サービス業務が成長の要になっている。そのため、サービス業務の生産性向上が求められる。例として取り上げた営業活動においても、生産性向上のために、プロセス合理化、情報一元化、資源管理が求められており、クラウドサービスのSalesForce.com (<https://www.salesforce.com/jp/>)をはじめとして多数の営業支援システムが急速に普及している。経済産業省においても、サービス産業の底上げのためには経験と勘だけに頼った経営ではなく、より効率化・標準化・正確化された経営プロセスを実践し、さらなる付加価値向上をめざす必要性を示している。そして、中小企業をはじめとしたサービス事業者のイノベーションを促進することを目的に、生産性向上の標準的な改善手法として「サービス業務改善標準」を開発している。(http://www.meti.go.jp/policy/servicepolicy/service/about_METI/) すなわち、経験と勘に依存した現在の管理を改め、サービス業務の生産性向上が急務といえる。

本報では上記の状況を背景に、サービス業務のスケジューリング問題について検討する。すなわち、(1)サービス業務の特性、(2)シミュレーションモデル、(3)資源を効果的にサービス業務に投入する動的スケジューリング手法を検討する。さらに、サービス業務の例としてプロジェクト見積業務を取り上げ、シミュレーションモデルの見積業務プロセスへの適用と動的スケジューリング手法の有効性について考察する。

2. サービス業務の特性と生産スケジューリング問題の相違

一般にスケジューリング問題[1, 2]は、納期、各種資源を制約として、費用最小化などの最適化を実現する計画を立案する問題と言える。その際の条件として、工程条件、工程の作業時間などが与えられる。

なかでもモノ作りを対象とした生産スケジューリングでは、生産システムの構成、工程の順序により、ジョブショップスケジューリング、フローショップスケジューリング等の問題がある。また、スケジューリングで扱うデー

タの性格により、確定的スケジューリングと確率的スケジューリングに分類される。さらに、スケジューリング対象となるジョブ（オーダー）の到着の仕方から、全てのジョブの情報が予め明らかな静的スケジューリング問題と、ジョブが確率的かつ連続的に到着する動的スケジューリング問題に分類される。いずれの場合も生産スケジューリング問題では成果物を得る工程は決まっており、工程を省略する、あるいは途中の段階で終わると予定していた成果物を得ることができない。

これに対しサービス業務を対象としたスケジューリングでは、表1に示すように、評価、制約条件など、生産スケジューリングとは異なる観点が求められる。特に得られる成果物について、モノ作りではスケジューリング対象の成果物の仕様は予め決まっているが、サービス業務の場合、投入する資源量、工数、時間により、得られる成果物とその価値が変化する。また、サービス業務の場合、状況に応じて工程を省略することができる。

たとえば営業業務の場合、時間をかけて丁寧に顧客に対応することで、継続的に有利な条件の受注ができる可能性が高まる。しかしより有望な顧客が現れた場合、そちらに資源を振り分け、既存顧客への営業活動を縮小、あるいは中断することもできる。このようにサービス業務の場合、投入する資源、工数を変更することができ、その結果として成果物に期待される価値が変化する。一方モノ作りでは、たとえば、ブレーキ取り付け工程を省略したら、完成車としての価値がなくなる。そのためスケジュールの評価についても、成果物とその価値が予め決まっている生産スケジューリングでは所要時間が評価の基本となるのに対し、サービス業務では得られた成果物により価値が異なるため、顧客満足度最大化、受注額最大化、利益最大化など、生み出す価値の最大化が評価尺度となる。

表1 サービス業務と生産スケジューリング

	サービス業務	生産スケジューリング
評価	期待利益, 受注額, 顧客満足度, など	コスト, 所要時間, 納期
工程	状況により工程の変更, 省略が可能	工程の変更, 省略はできない
資源	おもに人	人, 機械, 資材
制約	時間, 情報, 工数, など	時間, 工程順序, 設備, 原材料, など
成果物	投入する資源と工数により成果物とその価値が変化	成果物の価値が変化しない

3. サービス業務のシミュレーションモデル

前節に示したサービス業務の特徴から、図1に示す様に、サービス業務の一般モデル[3]を設定する。

一般モデルでは、サービス業務をクラスNから1までの業務に分け、クラスNからはじめて、徐々に業務が進行し、内容が詳細化すると想定する。状況によりプロセスの省略、すなわち、クラス1になる前に業務を終えることもあり、その場合は終了となったクラスまでの業務で得た成果物について評価を行う。成果物の評価結果を受け、必要に応じて目標値を修正する。また、各工程はジョブに必要な資源が割り当てられたときに開始される。ジョブは、必要な資源が割り当てられるまでの間、 $Q_N \sim Q_1$ の待ちファイルにて待機する。評価を受けるべき期限までに必要な資源が割り当てられないジョブはその時点で待ちファイルから取り出され、その段階までの成果物により評価を受ける。ジョブ管理では、到着したジョブの属性とその時点での資源の稼働状況などから、ジョブを受け付けて引き続き業務をおこなうかどうかを判断する。たとえば資源の稼働率が高いときは、期待される評価が低いと考えられるジョブの辞退も考慮する。

なおサービス業務の一般モデルでは、図1に示す様に、サービス業務を次ぎの3階層で管理することを想定している。

<サービス業務管理の3階層>

- 第1階層（資源管理） 利用できる資源の範囲内で、待ちファイル内の各ジョブに対し業務遂行に必要な資源を配分する。
- 第2階層（ジョブ管理） 到着するジョブについて、設定された目標値と比較から、業務を行うか辞退するかを判断する
- 第3階層（目標設定管理） サービス業務遂行の結果から、逐次、目標値を修正する。資源使用量、売上、利益などが目標値となる。

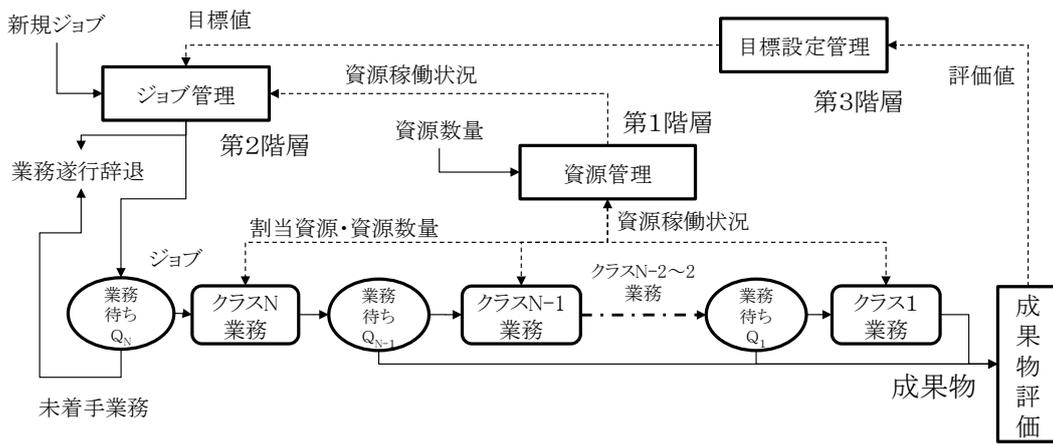


図1 サービス業務の一般化シミュレーションモデル[3]

4. 動的スケジューリング手法

スケジューリングについては、これまでに学界と産業界から多数の手法が提案されている。ここでは、サービス業務の特徴に合わせた柔軟性の高い動的スケジューリング手法として、図2に示す様に、シミュレーションを利用したスケジューリング・シミュレーションの基本的な仕組みを利用する。

すなわちシミュレーションでは、前節に示したサービス業務モデルに従い、新規にジョブが到着する、あるいは、工程のいずれかのジョブが終了すると、シミュレーションルールに従い資源管理が待ちファイル内のジョブに資源を割り当て、サービス業務が進行する。シミュレーションルールとは、前節に示した第1から第3の管理階層で用いるルールである。たとえば第1階層（資源管理）では、待ちファイル内の各ジョブへの資源配分方法がルールとなる。シミュレーションには、市販の離散系シミュレーションソフトウェアを利用することができる。

シミュレーションでは、ジョブの到着に応じてサービス業務がどのように進行するかを予測することになり、その結果を期待利益などの尺度で評価する。ジョブの到着状態とシミュレーションルールを変えたシナリオによりシミュレーションを繰り返し行い、その結果に改善の余地がないと判断できるシミュレーションルールが実際のサービス業務を管理する最善のルールと考えることができる。すなわち、サービス業務の管理を実際の環境に基づく最善のルールにより行うことで、ジョブの到着に応じた動的なスケジューリングを行うことができる。実際の管理とは、すでに述べた3階層からなるサービス業務の管理をさす。

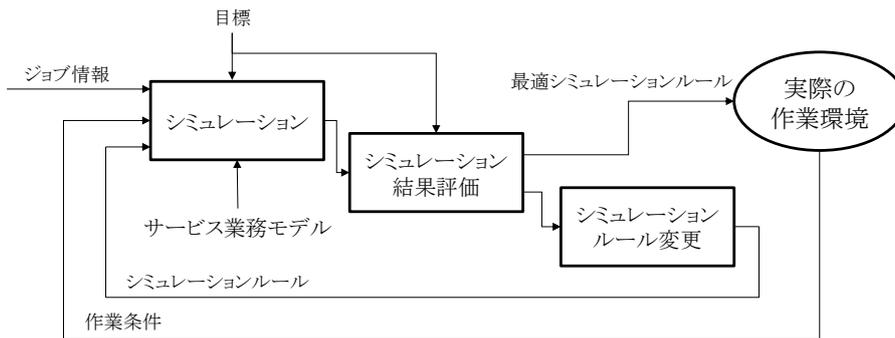


図2 スケジューリング・シミュレーションによる動的スケジューリングの基本的な仕組み

5. 見積業務プロセスへの適用例

図1に示したサービス業務の一般化シミュレーションモデルを基に見積業務シミュレータを作成し、見積業務の動的スケジューリング[3, 4, 5]の可能性についてシミュレーション実験を行った。実験では、表2のように見積業務の到着頻度（三角分布）が案件規模ごとに異なるケースA, B, Cの3ケースを設定し、サービス業務の3階層の中の、第1階層：資源管理、および、第2階層：ジョブ管理の方法をシ

ミュレーションルールとして、シミュレーションモデルに組み込んだ。これらの管理方法、および、シミュレーションデータの詳細については、参考文献 [3, 5]を参照されたい。

今回のシミュレーションでは、見積プロセスの管理を「成り行き管理」と、見積業務用に組み込んだシミュレーションルールにより案件を選択する「案件選択管理」の2つの方法とし、それぞれ到着間隔の異なるケースA~Cの条件で比較した。その結果、図3に示す様に、いずれのケースにおいても、「案件選択管理」が「成り行き管理」より期待利益が高い結果となった。このように、いくつかの見積業務の管理方法についてその性能をシミュレーションにより予め評価しておき、実際の業務の環境に合わせて最適な管理方法を動的に選択する動的スケジューリングが有効であると考えられる。

表2 見積案件の到着間隔 [見積案件/期間]

	三角分布 パラメータ	見積案件規模		
		小	中	大
ケースA	最小値: 最頻値: 最大値	1.05: 1.50: 1.95	2.70: 3.00: 3.90	3.15: 4.50: 5.85
ケースB	最小値: 最頻値: 最大値	0.84: 1.20: 1.56	1.68: 2.40: 3.12	2.52: 3.60: 4.68
ケースC	最小値: 最頻値: 最大値	0.70: 1.00: 1.30	1.40: 2.00: 2.60	2.10: 3.00: 3.90

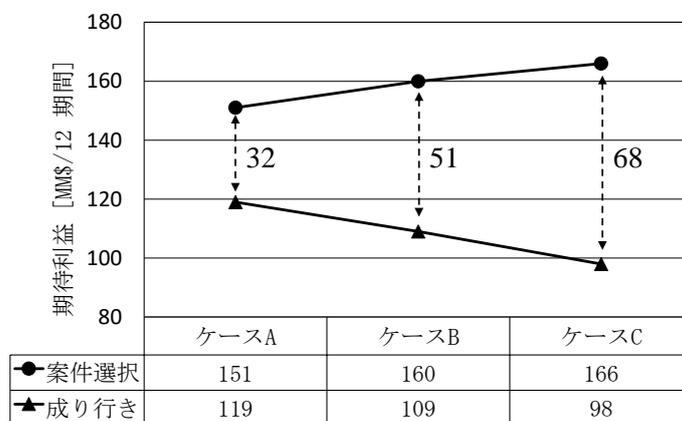


図3 シミュレーション結果 -各ケースの期待利益-[3] (MM\$: 10⁶ドル)

6. まとめと今後の課題

本発表では、サービス業務を効率化するためのスケジューリング問題について報告した。サービス業務の特性を考慮したシミュレーションモデルを示し、資源を効果的にサービス業務に投入する動的スケジューリング手法を検討した。さらに例として、見積業務の動的スケジューリングへの適用可能性を考察した。

サービス業務は、さまざまな分野に存在する。今後の産業の発展を支える新たな管理技術の一つとして、サービス業務のスケジューリング問題の可能性を検討する必要がある。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 16K01252 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 田中克己, 石井信明, スケジューリングとシミュレーション, コロナ社, 1995.
- [2] Pinedo, M. L., *Scheduling Theory, Algorithms, and Systems*. Springer, 4th edition, New York, 2014.
- [3] 石井信明, “サービス業務の動的スケジューリング問題”, 神奈川大学工学研究所所報 (印刷中) .
- [4] 石井信明, 高野祐一, 村木正昭, ”プロジェクト見積業務の動的スケジューリング問題”, スケジューリング・シンポジウム 2015 講演論文集, pp. 119-124, 2015.
- [5] Ishii, N., Takano, Y., and Muraki, M., “A dynamic scheduling problem in cost estimation process of EPC projects,” Proceedings of SIMULTECH 2016, pp. 187-194, Lisbon, Portugal, 2016.