

機関番号：12608

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21710149

研究課題名 (和文) ランダム性を考慮した多機能コールセンターのモデル化と  
評価手法の研究研究課題名 (英文) Stochastic Modeling of the multifunctional call center  
and research of an evaluation technique

研究代表者：

加藤 憲一 (KATOU KENICHI)

東京工業大学・大学院情報理工学研究科・助教

研究者番号：00361824

研究成果の概要 (和文)：多機能コールセンターの性能評価手法を提案した。多機能コールセンターを多段階の損失系から構成される待ち行列ネットワークとしてモデル化を行った。文献調査等によって得られた先行研究に関する知見を踏まえ、待ち行列ネットワークに対しモデル記述分布の確率順序関係が性能評価指標に与える影響を数学的解析および計算機を用いた数値計算等の手法を用いて評価した。その結果、記述分布の順序関係に対しいくつかの指標については単調性といった比較的整った性質を持つことが確認された。

研究成果の概要 (英文)：We proposed the quality assessment technique of the multifunctional call-center. As the multifunctional call-center, we use a queuing network which consists of loss systems of many stages. Based on the knowledge about the precedence research obtained by literature documentation etc., we evaluated the influence which the probability order relation of model description distribution has on a quality assessment index to a network using techniques, such as numerical computation using mathematical analysis and a computer.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,000,000	300,000	1,300,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：OR、応用確率モデル、性能評価

## 1. 研究開始当初の背景

コールセンターはカスタマーサービスの一翼を担う重要な機関となっている。コールセンターは情報提供や故障対応といった製品やサービスのアフターケアだけにとどまらず、お客様相談室のようなかたちで企業と顧客を橋渡しする役割を果たしている。情報

技術の革新により既存代理店等を経由せずにメーカーが直接顧客へ製品を販売する形態が、特にコンピュータなどの情報機器分野で一般化した。このような販売形態では、修理や苦情といった顧客からのクレームはコールセンターが唯一の窓口となることが多い。そのためコールセンターが大規模化かつ

業務内容が多岐にわたるとともに、コールがつながるか、待ち時間がどの程度になるかといったコールセンターのサービス水準が顧客の企業イメージに与える影響がますます大きくなってきている。一方でコールセンターで受け付ける顧客の苦情・質問の背景は個々別々に異なり、機械的な対応が難しい。そのためコールセンターの業務は工場生産ライン等に比べ機械化が困難であり、現在でも多くのスタッフを雇用・マネージメントしているという特徴がある。このようなコールセンターの大規模化・多機能化と多くのスタッフを雇用しているという点で、今日コールセンターの運営にはいくつかの課題が浮かびあがっていた。ひとつは、製品に関する質問、修理依頼など、コールセンターはさまざまなタイプのコールを処理できる機能が求められていることである。スタッフの役割分担の細分化が進み、雇用契約等が異なるさまざまなスタッフを一元的にマネージメントする必要が生じている。しかし顧客からのコールの発生やその内容が時間帯や曜日によって異なるなど、不定期かつランダムであり、多機能化したコールセンターにおいて安定したサービス水準を維持できるようなスタッフの配置計画やスケジューリング方策は明らかではない。

コールセンターは需要（顧客からのコール）が不定期であるため、サービス水準の性能評価尺度は確率的な枠組みで捉える必要がある。スタッフのスケジューリング問題については、Blue Pumpkin Director などいくつかの業務用ソフトウェアが市販されている。しかしそれらのソフトウェアではスタッフの負荷にランダム性を考慮していない。コールセンターでは、コールに対応できるか否かが、その時点での待機スタッフ数に依存するため、スタッフのスケジューリングやサービス水準の評価にはこれらランダム性を考慮に入れる必要がある。しかし客の発生や処理に要する時間がランダムに変動するような、応用確率モデルとして扱われてきたコールセンターモデルは、比較的小規模かつ客の種類などに制限を持つものが主流であり、このような多機能コールセンターを考慮したモデル化および評価手法については、既存の

研究ではあまりなされていないのが現状である。

## 2. 研究の目的

第一の目標は多機能コールセンターのモデル化である。すなわち、本研究で構築するコールセンターモデルは以下の要素を含むものとする。顧客からのコールは一般に複数の種類を持つ。コールを処理するスタッフは、スタッフ毎に対応できるコールの種類（以下、スタッフのスキルと呼ぶ）が異なるものとする。顧客のコールの発生や処理に要する時間は確率的に変動する。顧客からのコールは電話によるもの、電子メールによるものなどがあり、その対応もサービススタッフが顧客のもとへ赴くものなどが現実には考えられるが、ここでは電話で受け付け・対応をとるものに単純化する。第二の目標はコールセンターのサービス水準に関する性能評価尺度の導出手法の提案である。従来のコールセンターは電話がつながるかどうか、どの程度待たされるかといった指標でサービス水準が考えられる。学術的背景で述べたように顧客がコールをする原因はさまざまなものがあるため、コールの種類により異なったサービス水準をとるなどの工夫をする必要がある。本研究ではいくつかの適当な想定の下でコールセンターの性能評価尺度を検討し、スタッフのスキル、人数、コールの種類等の入力パラメータが与えられたときの数学的な導出方法の研究を行った。

## 3. 研究の方法

コールのランダムな発生と処理という面を考慮し、待ち行列モデルを用いて多機能コールセンターのモデル化を行った。モデル化にあたっては、(1) 複数のタイプのコールが発生し、対応できるスタッフがコールのタイプによって異なる。(2) 一般に1人のスタッフが複数のスキルを持つ、すなわち複数のタイプのコールに対応できる。(3) 各スタッフのスキルが別のスタッフで完全に代替できないケースがある、といった特徴を踏まえ、処理できる客のタイプが同一のスタッフの集合をノードとする。また、各ノードでの処理は待ち行列を持たない損失系とし、到

着客は自らのタイプを処理可能なノードを順番に探索し、到着時点で対応可能なスタッフのいるノードで処理を受ける、待ち行列ネットワークモデルとしてモデル化を行った。

#### 4. 研究成果

3の研究の方法で述べた、多段階の損失系から構成される待ち行列ネットワークの解析に取り組んだ。待ち行列モデルでは、客の到着や処理に要する時間のばらつきについて、適当な確率分布を用いた確率モデルとして取り扱うことが多い。以下では客の到着間隔と処理時間分布を総称してモデル記述分布と呼ぶことにする。本研究では2段の待ち行列ネットワークを考えた。一般に、モデル記述分布を任意としたときに待ち行列ネットワークの性能を評価する指標を求めることは困難であり、指数分布に代表される解析的に取り扱いやすい分布を仮定することが多い。一方、待ち行列に関する既存の研究では、モデル記述分布のランダムネスに関しある順序関係を仮定すると、いくつの評価指標の順序関係を決定することができることが知られている。そこで本研究では、文献調査等によって得られた先行研究に関する知見を踏まえ、待ち行列ネットワークに対しモデル記述分布の確率順序関係が性能評価指標に与える影響を数学的解析および計算機を用いた数値計算等の手法を用いて評価した。具体的には、システムへの客の到着や処理に要する時間について、指数分布を基準として、アーラン分布と超指数分布を確率順序関係を持つ分布クラスとして設定し、2段待ち行列ネットワークに対し、数値計算により人数定常分布のモーメントを、また数学的な解析により減衰率などの順序関係を調査した。その結果、記述分布の順序関係に対しいくつかの指標については単調性といった比較的整った性質を持つことが確認された。特に、客の処理に要する時間分布の2次モーメントが大きいなど、一般的にシステムの性能を悪化せしむる要因が一部の評価指標においては逆に改善をもたらすなど、損失系において先行研究でも指摘されていた性質が提案モデルにおいても確認された。損失系からなるネットワークの応用確率の枠組みでの研究

は現時点で十分とは言いがたい。本研究は定性的な議論にとどまっているが、今後は評価指標の定量的な取り扱いなどへ発展を期待される。

#### 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1件)

①加藤憲一、待ち行列ネットワークにおける到着・処理時間分布の確率順序と人数定常分布の漸近特性について、待ち行列シンポジウム報文集、83-88、2011年、査読なし

[学会発表] (計1件)

①加藤憲一、待ち行列ネットワークにおける到着・処理時間分布の確率順序と漸近特性、日本オペレーションズ・リサーチ学会待ち行列研究部会、2011年2月19日、京都大学品川オフィス

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計◇件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

<http://www.is.titech.ac.jp/~kkatou/>

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 憲一 (KATOU KENICHI)

東京工業大学・大学院情報理工学研究所・助

教

研究者番号：00361824

(2)研究分担者  
( )

研究者番号：

(3)連携研究者  
( )

研究者番号：