



Title	Studies on Queueing Systems with Correlated Service Times and Several Types of Customers
Author(s)	米山, 寛二
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3129040">https://doi.org/10.11501/3129040</a>
DOI	10.11501/3129040
rights	

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	米山寛二
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 13141 号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用物理学専攻
学位論文名	Studies on Queueing Systems with Correlated Service Times and Several Types of Customers (相関のあるサービス時間と複数種類の顧客の待ち行列システムに関する研究)

論文審査委員 (主査)

教授	石井 博昭	教授	増原 宏	教授	志水 隆一
教授	興地 斐男	教授	中島 信一	教授	樹下 行三
教授	河田 聡	教授	八木 厚志	教授	後藤 誠一
教授	伊東 一良	教授	豊田 順一	教授	一岡 芳樹
教授	岩崎 裕	教授	萩行 正憲		
教授	川上 則雄				

#### 論文内容の要旨

本論文は、待ち行列システムにおける相関のあるサービス時間の影響による評価と複数種類の顧客の待ち行列モデルへの拡張を目的として、並列型および直列型待ち行列システムを解析した結果をまとめたもので、7つの章から構成されている。

第1章では、相関のある待ち行列システムと複数種類の顧客の待ち行列システムについて、これまでの研究を概観すると共に、本研究の目的について述べている。また、本研究で、相関のあるサービス時間分布として導入したマーシャルとオルキンの多変量指数分布について、その定式化を述べたあと多変量位相型分布としての表現を求めている。

第2章では、ジョッキングがない場合とある場合について、サービス時間に相関のある並列型待ち行列を解析し、前者について定常確率と待ち時間分布を求め、リトルの公式が成立することを証明している。また、後者について定常確率ベクトルを求めている。

第3章では、サービス順序が窓口の順番通りである場合と必ずしも窓口の順番通りでない場合について、サービス時間に相関のある直列型待ち行列を解析し、前者について平均系待ち人数を求めたあと、これがサービス時間の相関係数に関して減少関数となることを証明している。また、後者についてスループットを求めたあと、サービス時間の相関の強さに応じて独立指数サービスのスループットとの大小関係が逆転することを示している。

第4章では、サービス方式がインターチェンジアブルで、且つサービス時間に相関のある2段並列・直列型待ち行列を解析し、4つのモデルについてスループットを求め、このうちの2つのスループットについて、サービス時間の相関の強さに応じて、それらの大小関係が逆転することを示している。

第5章では、サービス順序が窓口の順番通りである場合と必ずしも窓口の順番通りでない場合について、2種類の顧客の2段直列型待ち行列を解析し、各々の場合について平均待ち人数を求めている。また、サーバーのサービス方式が全処理式で、歩行時間ゼロのn種類の顧客のn段直列型待ち行列を解析し、平均系待ち人数を求めている。

第6章では、到着過程とサービス過程との間に相関のある待ち行列モデルとして、待合所にいる顧客の数がある値を越えると、指数分布をに従うサービス時間のあと、窓口を1つずつ追加する並列型待ち行列を解析し、定常確率を求めている。

第7章では、本研究で得られた成果と今後の研究展望について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

これまで研究されてきた大半の待ち行列システムでは、通常、サービス時間は互いに独立であると仮定されるが、サーバー間に協調や競合がある場合があり、この仮定は現実的でない。従って、サービス過程の独立性を緩めた待ち行列モデルの研究が望まれる。またコンピュータシステム、生産システム、通信システムの待ち行列モデルを記述する際に、顧客の種類という概念は不可欠であり、通常の単一種類の顧客を扱う待ち行列モデルから複数種類の顧客を扱う待ち行列モデルへ拡張して解析することが要請される。

本論文は、この2つの要求に答えるために、関連のあるサービス時間については、サービスの同時終了という新しいモデルを導入し、複数種類の顧客については、窓口のサービス順序やサーバーのサービス方式等を組み合わせ直列型待ち行列モデルの拡張を行うことによって種々の待ち行列モデルを提案し、平均系待ち人数などの特性値を具体的に算出して、モデルの拡張による影響を解析した研究結果をまとめたもので、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 関連のあるサービス時間分布として導入するマーシャルとオルキンの多変量指数分布の多変量位相型分布としての表現を具体的に算出している。
- (2) サービス時間に関連のある並列型待ち行列の定常確率と待ち時間分布を具体的に算出し、リトルの公式が成立することを証明している。また、サービス時間に関連のある並列型待ち行列でジョッキングがある場合の等比行列を、ジョッキングがない場合の結果を利用して具体的に算出している。
- (3) サービス順序が窓口の順番通りである通常の2段直列型待ち行列で、サービス時間に関連のあるモデルに対して、平均系待ち人数を具体的に算出した後、サービス時間の相関係数に関して減少関数となることを証明している。また、サービス順序が必ずしも窓口の順番通りでない3段直列型待ち行列で、サービス時間に関連のあるモデルに対して、スループットを具体的に算出した後、サービス時間の相関の強さに応じて、独立指数サービスのスループットとの大小関係が逆転することを示している。
- (4) サービス方式がインターチェンジアブルで、且つサービス時間に関連のある2段並列・直列型待ち行列の4つのモデルについて、スループットを具体的に算出した後、このうちの2つのモデルのスループットに関して、サービス時間の相関の強さに応じて、それらの大小関係が逆転することを示している。
- (5) サービス順序が窓口の順番通りである場合と必ずしも窓口の順番通りでない場合について、2種類の顧客の2段直列型待ち行列の平均待ち人数を具体的に算出している。また、サーバーのサービス方式が全処理式で、歩行時間がゼロのn種類の顧客のn段直列型待ち行列の平均待ち人数を具体的に算出した後、平均系待ち人数について、すべての窓口のサービスを受ける1種類の顧客の場合より小さくなることを示している。
- (6) 待合所にいる顧客の数がある値を越えると、指数分布に従うサーチ時間の後、窓口を1つずつ追加する並列型待ち行列の定常確率を具体的に算出している。

以上のように本論文は、関連のあるサービス時間と複数種類の顧客の待ち行列モデルを新しい観点に立って拡張をはかることにより、待ち行列モデルの解析に対して大きな前進をもたらしたもので、応用物理学、特に数理情報工学の分野に寄与することが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。