

氏名	いし ざき ふみ お 石 崎 文 雄
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3138 号
学位授与の日付	平 成 8 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	STUDIES ON DISCRETE -TIME QUEUES WITH CORRELATED ARRIVALS (相関を有する到着を伴う離散時間待ち行列モデルに関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 長 谷 川 利 治 教 授 茨 木 俊 秀 教 授 金 澤 正 憲

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、相関を有する到着を伴う離散時間待ち行列モデルの解析を行った。もので、6章より成り立っている。

第1章は序論であり、相関を有する到着を伴う離散時間待ち行列モデルを研究することの意義と必要性を述べ、過去に行われた関連する研究の概略を示すことにより、本研究の位置づけを与えている。

第2章では、相関を有する到着を伴う離散時間待ち行列モデルとして、一般化SBBP/G/1待ち行列モデルを取り扱っている。本論文で取り扱われるモデルは、到着過程とサービス過程に関連する分布が交替再生過程の現在のスロットにおける状態だけでなく次のスロットにおける状態にも依存するという意味でセミマルコフ的である。また交替再生過程の各状態での滞在時間は、その確率母関数が有理関数であるような一般分布に従う。以上の点において従来取り扱われてきた類似のモデルとこの章で取り扱われるモデルとは大きく異っている。このモデルに関して、任意時点での残余仕事量の確率母関数、任意に選ばれた客の待ち時間の確率母関数等が導出されている。これらの解析的な結果は種々の通信システムの性能評価等に容易に応用できると考えられる。数値例も示され、そこにおいて交替再生過程の各状態での滞在時間分布の違いが客の平均待ち時間に与える影響が観察されている。さらに、到着過程とサービス過程のセミマルコフ的な性質により、本章で扱われているモデルは、様々な待ち行列モデルへの応用が可能であることが示されている。特に、サービスが中断する離散時間待ち行列モデル等への応用について考察がなされ、解析が行われている。

第3章では、相関を有する到着を伴う離散時間待ち行列モデルとして、DBMAP/D/1待ち行列モデルが取り扱われている。この章では、特に有限バッファモデルにおける損失確率を考察し、その近似式を提案している。本章で導出される損失確率の近似式は、以下の手順により得られる。まず、対応する無限バッファ待ち行列モデルにおける待ち行列長分布からヒューリスティックな方法により有限バッファ待ち行列モデルにおける行列モデルにおける待ち行列長分布の近似式を得る。この近似式は到着過程が独立同一分布に従う時、厳密な値を取るように構成されている。この有限バッファ待ち行列モデルにおける待ち行

列長分布の近似から、Little の公式によって、有限バッファ待ち行列モデルにおける損失確率の近似式を得る。多くの数値結果により、この近似式の精度が詳しく調べられている。その数値結果より到着における相関がそれほど強くない時は、この近似式の精度がかなり高いことが観察される。また到着における相関がかなり強い時でも、この近似式は損失確率のオーダーを評価するためには十分であることが観察される。

第4章では、相関を有する到着を伴う離散時間待ち行列モデルとして、ゲートを待つ離散時間待ち行列モデルを取り扱っている。このモデルは、第2番目の待ち行列に一度に到着する客の集団を一人の特別客と見なすと、その特別客の到着間隔とサービス時間の間には相関があることになる。本章では特にゲート開閉間隔が幾何分布に従うモデルを取り扱っている。このモデルにおいて、第1番目の待ち行列と第2番目の待ち行列における任意時点での客数の結合確率母関数、第1番目の待ち行列と第2番目の待ち行列における任意時点での残余仕事量の結合確率母関数、第1番目の待ち行列と第2番目の待ち行列における客の待ち時間の結合確率母関数等が導出されている。また、特別客の待ち時間と滞在時間の確率母関数も導出されている。さらに数値結果により、このシステムにおいて観察される種々の相関がシステムの性能に与える影響について議論されている。

第5章では、相関を有する到着を伴う離散時間待ち行列モデルとして、ゲートを持つ離散時間待ち行列モデルを取り扱っている。第4章で取り扱われたモデルと違って、本章では特にゲート開閉間隔が有界な一般分布に従うモデルを取り扱っている。このモデルにおいて、第1番目の待ち行列と第2番目の待ち行列における任意時点での残余仕事量の結合確率母関数、第1番目の待ち行列と第2番目の待ち行列における客の待ち時間の結合確率母関数等が導出されている。また、特別客の待ち時間と滞在時間の確率母関数、客のシステム内人数の確率母関数も導出されている。さらに数値結果により、ゲート開閉間隔の分布の違いが客の平均待ち時間に与える影響が観察されている。

第6章では、本論文全体のまとめと、今後の研究課題についての展望が与えられている。

## 論文審査の結果の要旨

離散時間待ち行列モデルは、通信システムの性能評価への応用の観点からも多数の研究がなされてきた。その多くの解析において、客のシステムへの到着は各スロットで独立同一分布に従っており、客の到着過程とサービス過程は互いに独立であると仮定されている。しかし、これらの仮定は現実的ではないと考えられる。本論文は、相関を有する到着を伴う離散時間待ち行列モデルの解析手法に特に、到着過程とサービス過程に相関を持ち込むための二種類の仕組み“マルコフ変調”と“ゲーティング”を取り入れた待ち行列モデルについて研究をまとめたものであり、得られた主な結果は以下の通りである。

1. 一般化 SBBP/G/1 待ち行列モデルが解析され、任意時点での残余仕事量の確率母関数、任意に選ばれた客の待ち時間の確率母関数等の性能評価指数が導出された。加えて、解析的な結果の重要な他の待ち行列モデルへの応用も示された。

2. DBMAP/D/1 待ち行列モデルが考察され、有限バッファモデルにおける損失確率の近似式が提案された。多くの数値結果により、この近似式の精度が検討され到着における相関がそれほど強くない時は、

精度が非常に高いことが示された。

3. ゲート開閉間隔が幾何分布に従うゲートを持つ離散時間待ち行列モデルが解析され、第1番目の待ち行列と第2番目の待ち行列における客の待ち時間の結合確率母関数等の各種の性能評価指数が導出された。また数値結果により、ここで観察される種々の相関がシステムの性能に与える影響が議論された。

4. ゲート開閉間隔が有界な一般分布に従うゲートを持つ離散時間待ち行列モデルが考察された。ここで、第1番目の待ち行列と第2番目の待ち行列における客の待ち時間の結合確率母関数等の各種の性能評価指標が導出された。また数値結果により、ゲート開閉間隔の分布の違いが客の平均待ち時間に与える影響が観察された。

以上、要するに本論文は、相関を有する到着を伴う離散時間待ち行列モデルの構築を行い、その解析結果及びその応用を示したもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また平成8年5月30日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。