

# C 言語を用いた代替メディア推奨方式による即時式・待時式 混合モデルの研究

篠原 瑛 (Ei Shinohara)<sup>†</sup> 高橋 敬隆 (Yoshitaka Takahashi)<sup>†</sup>

金田 茂 (Shigeru Kaneda)<sup>††</sup> 秋永 和計 (Yoshikazu Akinaga)<sup>††</sup>

品川 準輝 (Noriteru Shinagawa)<sup>††</sup>

† 早稲田大学大学院商学研究科 †† (株)NTTドコモ ネットワーク研究所

E-mail: e.shino@suou.waseda.jp

## 1 はじめに

携帯電話の利用者数は増加の一途を辿っている。携帯電話は、その持つ機能を充実させ、単なる通話機器だけに留まらず、生活必需品としての価値が今後も高まるものと思われる。しかし、一方で「輻輳」と呼ばれる状況はユーザにとってもサービスを提供する事業者にとっても頭の痛い問題である。輻輳とは通信において許容量を越し、通信が行えないような状況をいうが、この状況では発着信規制を行わなければシステムダウンを起こしてしまう。花火大会をはじめとする多くの人が集まるようなイベントの開催や地震発生時は、輻輳が発生する可能性が高い。システムダウンが一度起こると回復には多くの時間がかかるため、発着信規制は事業者にとってもユーザにとっても好ましいものではないことではないが、致し方の無い手段であるとされる。そこで本稿では、混合モデルと呼ぶモデルを構築し、発着信規制に代わる新しい輻輳制御法の確立を目指す。またこれをC言語によるシミュレーションにより検証を行う ([1,2,8])。以降、2 節では、モデルの構築について、3 節ではシミュレーションとその結果について纏め、4 節で結論及び今後の展望について言及する。

## 2 モデル構築

### 2-1 携帯電話の通信方式

通常、携帯電話の通信は無線部分と有線部

分の混合によって行われている。携帯電話で通信要求（電話をかける、メールを送る）をするとまず、端末から基地局までの無線回線が空いているかどうか調べてから行われる。音声通信（電話）の場合には、即時に通信が開始される必要がある。この場合、一般にトラフィック理論では、即時系システムに従っているとされる。一方、データ通信（メール）では、必ずしも即時に通信が開始する必要はなく、システム（系）内に用意された待ち室で一定時間待つことも許容される。([3,5,7])また、トラフィック理論ではこのシステムのことを待時系システムと呼ぶ。

### 2-2 代替メディア推奨方式

本稿では即時系システムと待時系システムをベースに組み合わせることによりモデルを構築し、このモデルのことを混合モデルと呼ぶことにする。1 章で扱ったように輻輳状態においてはサービスを受けられないユーザが多くなる。より多くのユーザにサービスを提供するという観点からするとなるべくサーバ占有時間の少ないメディア（通信方式）を選択できるような環境を整えることが必要となってくる。そのため、本稿では音声（電話）サービスとメールサービスを併せコミュニケーション手段として捉えることにより、コミュニケーション手段の増大に寄与するモデル提案を行う。具体的にはサーバ占有時間の長い音声希望呼を占有時間の比較的短いメー

ル呼に移行させることでコミュニケーション  
機会の増大を図る。(図 2-1)

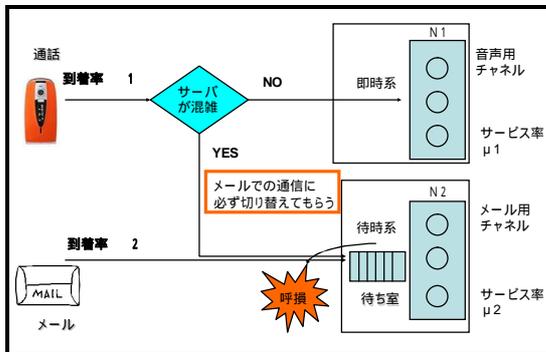


図 2-1 混合モデル概略図

混合モデルを適応した場合、元々の音声希望ユーザにとっては希望する手段でなかったことによる不満は生じることと思われるが、不満を評価または考慮することはしない。ここではコミュニケーション機会の増大はユーザにとってもサービス提供者即ちネットワーク運用者にとっても好ましい状況と捉える。また、このモデルを実際適用して検討するのは携帯電話機から一番近い基地局である。大規模なイベントが発生するときなど一時的に過大なトラフィックがかかる可能性がある。

## 2-2 シミュレーションにおける仮定とパラメータ

一般に、トラフィック解析には数値計算、数学的アプローチによる解析、シミュレーションが用いられるが、本稿では、混合モデルをシミュレーションで実証する。([1,2,5])

シミュレーションにあたり以下のような仮定を置く。なお、再呼とは1度通信が拒絶された場合（即時系または有限待ち室の待時系など）そこで諦めずに再度要求を行うことをいう。再呼は輻輳状態を悪化させるので情報通信トラフィック研究においては注目されて

いる。( [6] )

- (1)代替メディア移行は必ず行われるためユーザに選択権（拒否権）はない
- (2)待ち室は有限とする
- (3)到着はポアソン分布，サービス処理は指数分布に従うとする
- (4)再呼はしない
- (5)音声からメールへの切り替え時間はない

シミュレーションの入力パラメータは以下のようにおく。音声チャンネルの到着率を  $\lambda_1$  とおき、0.1 から 0.25 ずつ刻み 5.0 までとする。メール用チャンネルの到着率は  $\lambda_2$  とおき、1, 3, 5 とする。サービス率については音声チャンネルを  $\mu_1$  とし、0.01 とし、メール用チャンネルを  $\mu_2$  とし、0.3 とおく。サービスチャンネルについては音声用チャンネルを 50、メール用チャンネルを 10 とする。待ち室については 10 室とし、シミュレーション時間については過渡状態を脱し、信頼出来るシミュレーション結果を導くものであるという観点から 10 万時間（シミュレーション時間）とした。

## 2-3 モデル評価項目

シミュレーションにより評価する項目としては以下のものとする。

### 呼損率

音声とメール両方の処理されなかった呼の割合を示すとともに、コミュニケーション機会が喪失された割合を示す指標

### 待時系の待ち時間

音声からメールへと誘導した場合にメールの待ち時間がどれだけ変化するか示す指標

ただし、呼損率は以下の式により定義した。

$$\text{呼損率} = \frac{\text{即時及び待時での損失した呼} + \text{即時及び待時で通信要求呼}}{\text{即時及び待時で通信要求呼}}$$

である。

### 3 シミュレーション結果

コンピュータ言語Cによるシミュレーションにより、モデルの効果及び限界について述べる。なお、t分布による95%信頼区間を付記している。

まず、呼損率については図3-1より図3-3に表されている。まず、メールの到着率が低い場合には特に音声の到着率が高い場合には、このモデルによる効果が大きいものと言える。ただし、小さい場合には効果は殆ど見られない。一方、メールの到着率が高い場合には、全体的に効果があると言って良いだろう。

次に待ち時間であるが、図3-4から図3-6で示されている。通話及びメールの到着客数が少ない場合には、待ち時間は殆ど変わらないが、到着率が上昇するにつれ待ち時間が長くなっている。これは代替メディア誘導が行われることによるものであり、実測値ではないが、かなりの時間待たされる場合があるものと言えるだろう。

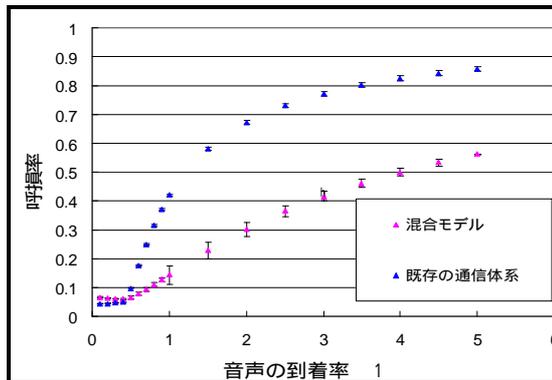


図3-2 呼損率特性：メール到着率 2=3

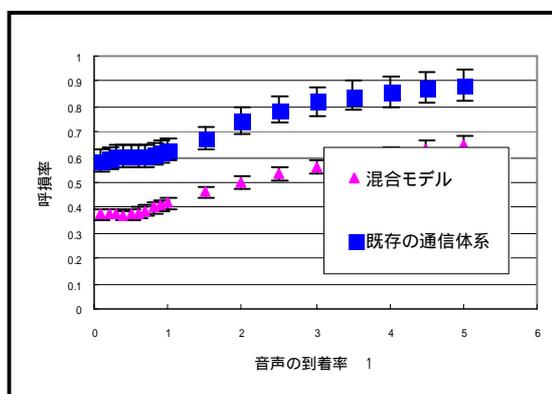


図3-3 呼損率特性：メール到着率 2=5

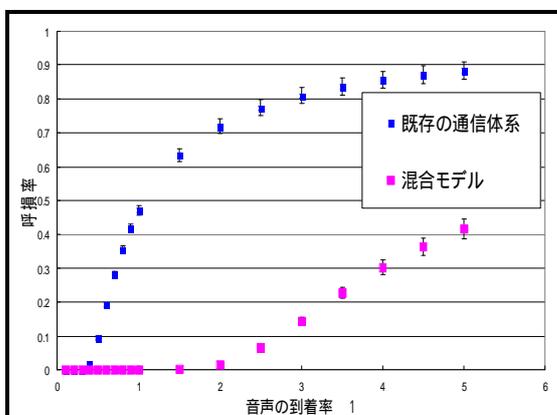


図3-1 呼損率特性：メール到着率 2=1

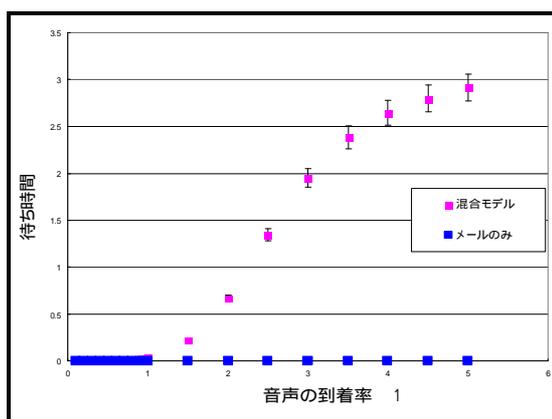
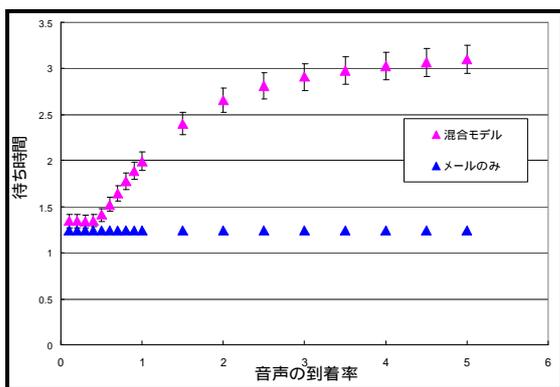
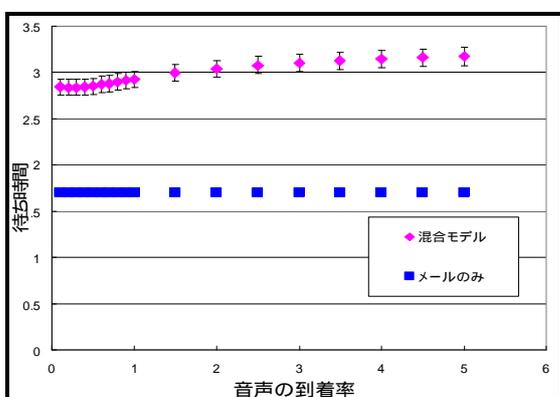


図3-4 待ち時間特性：メールの到着率 2=1

図 3-5 待ち時間特性：メール到着率  $\rho = 3$ 図 3-6 待ち時間特性：メール到着率  $\rho = 5$ 

#### 4 結論

本稿では携帯電話システムをモデルとして、発着信規制に代わる新たな通信制御方式の一つを提案した。トラフィック解析でよく用いられる即時系システム、待時系システムを基盤として混合モデルを考え、シミュレーションによって性能評価を試みた。非常に簡単なモデルではあるが、一定の効果が見られたことは、輻輳制御法として非常に意義のあるものであると言えるだろう。

今回、ユーザに選択権を与えないという仮定を置いたが実際のシステム構築ではユーザ行動がトラフィック過多に対して大きな影響を与えているとも言われている。例えば、ト

ラフィック解析で再呼が研究対象とされている点について触れたが、これはまさしくユーザ行動と結びついているものである。また、推奨に従った場合に経済的な便益が発生する場合にはユーザ行動が変化するものと思われる。システムとしての効果はまた違ったものとなってくると思われる。また今回サービス分布については指数分布を仮定しているが、ユーザ行動の表現に相応しい一般分布に従う場合も考慮することも求められる。こうしたことから通信事業者の代替メディア推奨行動とユーザ行動の関連性については今後の研究課題として残されている。

#### 参考文献

- [1]荒木勉・栗原和夫,「Excel で学ぶ経営科学 シミュレーション」(実教出版, 2000)
- [2]石川宏,「Cによるシミュレーションプログラミング」(ソフトバンク, 1994)
- [3]高橋敬隆・山本尚生・吉野秀明・戸田彰,「分かりやすい待ち行列システム - 理論と実践」(コロナ社, 2003)
- [4]高橋敬隆,「再呼のある状態依存入力トラヒックモデル: 確率解析と情報ネットワークへの応用」*早稲田商学*第 402 号 pp. 101-117(2004)
- [5]田坂修二,「情報ネットワークの基礎」(数理工学社, 2003)
- [6]東北大学統計グループ,「これだけは知っておこう! 統計学」(有斐閣ブックス, 2002)
- [7]吉岡良雄,「待ち行列と確率分布 - 情報システム解析への応用」(森北出版, 2004)
- [8]渡辺達也・高橋敬隆「Cによる情報通信即時式システムの性能評価法」*2002 PC Conference 論文集 CIEC 7-H*, pp.160-163 (2002)