

氏 名	三 宅 功
授 与 学 位	工 学 博 士
学位授与年月日	平成 2 年 6 月 13 日
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 2 項
最 終 学 歴	昭 和 55 年 3 月 東北大学大学院理学研究科数学専攻 前期 2 年の課程修了
学 位 論 文 題 目	ISDN における多元トラヒック処理の基礎的研究
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 野口 正一 東北大学教授 木村 正行 東北大学教授 高木 相 東北大学助教授 坂田 真人 東北大学助教授 白鳥 則郎

論 文 内 容 要 旨

1. 研究の背景

近年高度情報通信社会の進展に伴い、より多彩で高性能な通信が経済的に提供されることが要望されている。この要望に応える為に、電話から、データ、画像等の各種情報を一元的に扱う統合デジタル網の概念が芽生え、サービス統合デジタル網（ISDN：Integrated Services Digital Network）として、実現、導入されようとしている。このように社会のニーズに応え、益々高度化、大規模化していく通信網を支えていくには交換系技術、通信処理技術、伝送系技術及び、情報処理技術の高度化と同時にこれらを 1 つの大規模システムとして経済的に実現するシステム化技術が必須となる。特に各種網資源の有効利用を図るためのトラヒック設計技術が益々必要となる（図 1-1）。今後の ISDN の構成をトラヒック設計の立場から見ると各種の通信サービスを一括して多元的に処理する総合通信網という点で、従来とは著しく異なるトラヒック設計が必要となってくる。

2. 研究の位置付け

通信網において発生する通信要求を処理するための、交換・伝送設備をユーザーが期待する品質要求を満たしつつ経済的に設計するための技術としてトラヒック設計技術がある。従来のトラヒック設計技術は、対象とする通信網が単一のメディアにチェーンされたものであったことから、呼の発生過程や、保留時間、交換処理方法等も比較的均質なものが対象とされてきた。これに対して、将来の ISDN は音声、データ、画像などの各種通信サービスを一括して多元的に処理する総合網で

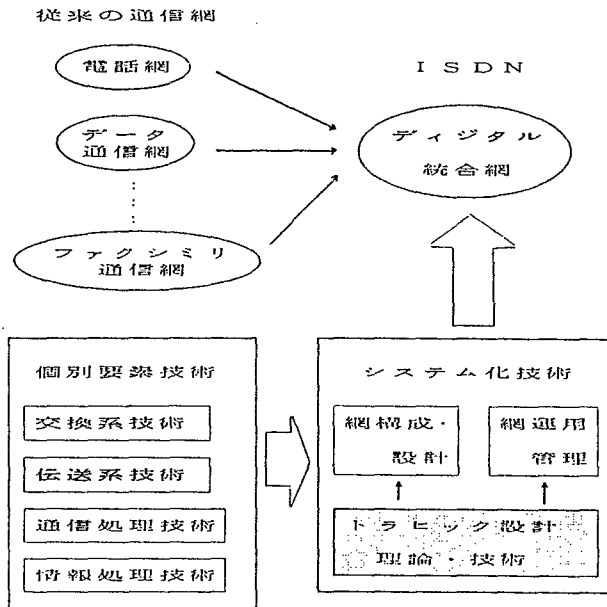


図1-1 ISDN構築のための技術とトラヒック設計の位置付け

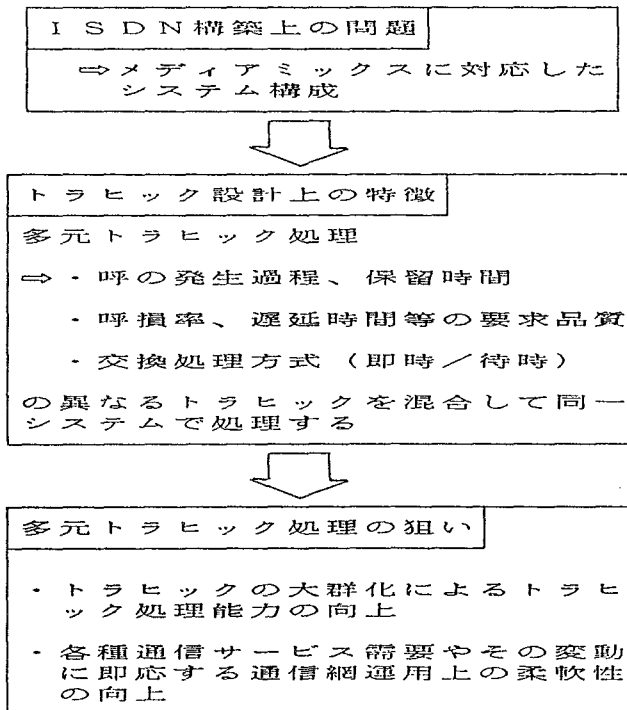


図1-2 ISDNでの多元トラヒック処理の意味と狙い

あることから、多元トラヒック処理技術の確立が必須となる(図1-2)。

呼の発生過程、保留時間等の性質、呼損率、遅延時間等の接続品質、通信速度、処理の優先順位、即時/待時の交換方処理方法等、性格の異なる2種類以上のトラヒックを混合して、同一交換回線群に加え、交換、伝送系設備を共用させる方式を多元トラヒック処理と呼ぶ。設備効率向上の面から見た多元トラヒック処理の目的は

(a) トラヒックの大群化によるトラヒック処理能力の向上

(b) 各種通信サービス需要やその変動に即応する通信網運用上の融通性の向上、にあるといえる。将来のISDNにおいて扱うトラヒックは必然的に多元トラヒックとなる事から、多元トラヒック処理を適用する事による経済化効果は著しいものが予想される。

以上に対するトラヒック設計技術上の課題は、通信網の構成要素及びトータルシステムの方式選定のための性能評価法、設計・管理法、運用法を確立することにある。そのためには、まず対象とするシステムの挙動を確率モデルとして表現するとともに、その解析法を確立する必要がある。さらに、システム構成や設計・管理法、運用法を最適化するための方法論を導く必要がある。

本論文ではISDNにおいて、適用が考えられる多元トラヒック処理に関するいくつかの基本的なトラヒックモデルを確立し、その解析法と実際のシステム設計への適用法について検討した結果をまとめたものである。

3. 研究の概要

通信網の基本的な構成をトラヒック処理の観点から考えると、使用効率の低い多数の加入者回線を集端しトラヒックの大群化を図る集線段と、大群化されたトラヒックを効率的に転送・中継する中継網に大別される。多元トラヒック処理のトラヒック評価法・設計法を考える上でもこれがどのような通信網のどの部分に適用されているかによって、検討モデル、評価パラメータがおのずから異なってくる。従って、本論文では多元トラヒック処理のトラヒックモデルを通信網の構成に従って

- I. 加入者系集線段における多元トラヒック処理,
- II. 中継網における多元トラヒック処理,
- III. 蓄積交換網における多元トラヒック処理,

に分類し検討した結果について報告する(図1-3)。以下、本論文の概要について述べる。

I. 加入者系集線段における多元トラヒック処理

加入者系集線段のトラヒックモデルの大きな特徴は、呼源である加入者線が有限であることを考慮する必要があることにある。呼源が有限であることにより、呼が保留中の回線からの新たな呼の発生が制約されることになる。さらに、多元トラヒック処理の観点からは、加入者線においてどのような形で複数呼種による回線の共用が行われているかが問題となる。ここでは、速度の異なる呼が生起する加入者系集線段の即時式多元トラヒック処理モデルを対象に、加入者回線の共用法として(1) 各加入者線から速度の異なる呼が生起するが1つの加入者線からは同時には1つの呼しか生起しないモデル(有限呼源即時式多元トラヒック処理モデル)と、(2) 各加入者線から速度の異なる呼が多重化されて生起するモデル(一次群アクセス用ISDNユーザ・網インタフェースモデル)

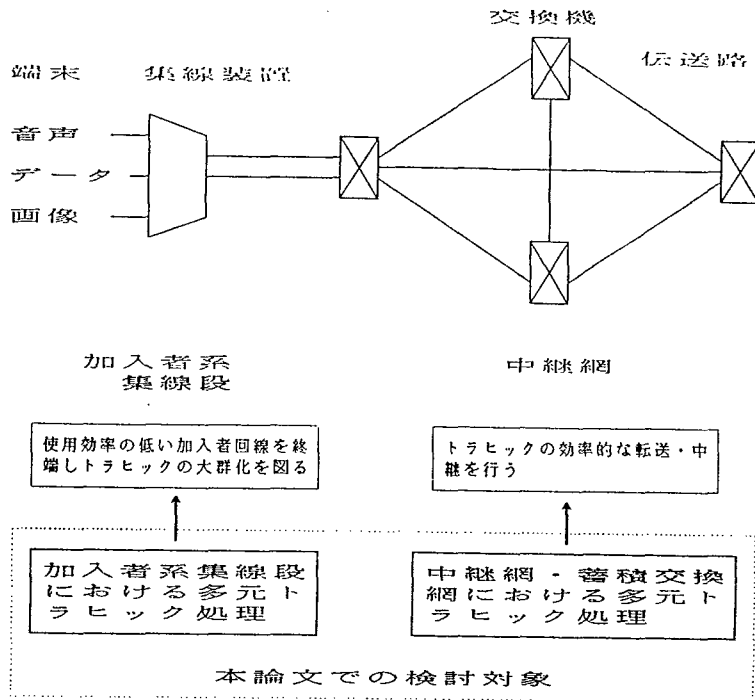


図1-3 通信網の基本構成と本論文での検討対象

を考慮した場合につき検討した結果を報告する。これらの結果は従来得られていた入線有限即時式モデルの結果を含む更に一般的なものであり、ISDNの加入者系集線段のトラヒック設計に欠くことのできないものと考えられる。

II. 中継網における多元トラヒック処理

中継網におけるトラヒックモデルは、加わるトラヒックが十分に大群化されていることから、加入者系集線段のモデルと異なり呼の発生は無限呼源から生ずると考えることができる。中継網における多元トラヒック処理の問題にはさまざまなものが考えられる(図1-4)。まず、局間の回線設定に関するものがある。これは、局間に加わるトラヒックが与えられた時、与えられた接続品質を満足させつどの程度の回線群を局間に設備するかを決定する問題である。これに対して、ここでは回線運用単位を考慮した異速度通信混在回線のトラヒック特性について検討した結果について述べる。次に、同一の回線群を速度の異なる呼で共用した場合にいわゆる“端数出線効果”によりかえって回線能率が低下する問題がある。従って、この問題を克服するために何らかの制御を必要とする。ここでは、回線留保制御を用いて回線能率を最大に保つという意味で最適な制御法を検討した結果について述べる。また、網内のリソースをできるだけ効率的に運用するための重要な問題の一つとして、ルーチング法を決定する問題がある。ここではルーチング法を検討する上で必要となる、異速度通信混在回線からのあふれ呼特性について解析した結果を報告する。

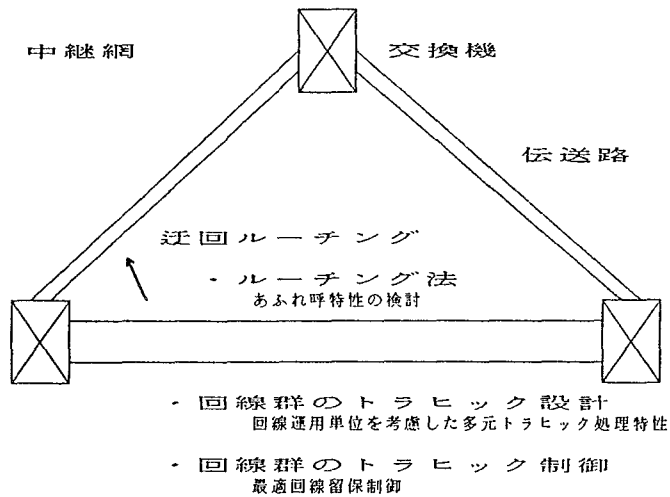


図1-4 中継網における多元トラヒック処理の検討課題

Ⅲ. 蓄積交換網における多元トラヒック処理

蓄積交換網の基本的なトラヒックモデルは、以上で述べてきた即時式モデルとは異なり処理の待ちを許す待時式の待ち行列モデルとなる。具体的には、パケット交換網においてパケットを転送する回線（サーバ）では、1つのパケットを送出中の場合他のパケットは送出バッファに一旦蓄積されてから転送されることとなる。このようなシステムにおける多元トラヒック処理は、システムへの到着過程あるいはシステムでのサービス時間が異なる複数種の呼が加わる待ち行列モデルと考えることができる。しかしながら、この種のモデルにおけるトラヒック特性は平均待ち時間のような比較的簡単なものでも厳密に得ることは極めて困難である。そこで、ここでは、重負荷定理にもとづく近似解析手法を検討した結果について報告する。

審 査 結 果 の 要 旨

将来の高度情報化社会を支える基幹ネットワークである ISDN を統一的に構成するには体系的なシステム技術が必須である。この中で重要な基盤技術としてトラヒック処理の設計技術がある。特に ISDN では扱うトラヒック種別が複数であり、これらを統合的な扱う必要があることから、従来とは異なる手法が必要となるが、未だその設計法は確立されていない。本論文はこの立場に立ち、ISDN における多元トラヒックの効果的な処理方法を理論的に研究したものであり、全編 5 章より成る。

第 1 章は序論であり ISDN における多元トラヒック処理問題を体系的に述べている。

第 2 章では、加入者系集線段における 2 つの基本的な多元トラヒック処理モデルを構成するとともに、これらに基づく理論解析手法を開発し、トラヒック処理の設計法を与えている。特に理論的に導かれた成果の中で、定常状態における系内呼数分布が呼の保留時間分布に依存せずその平均値のみで決まるという結果は興味深いものである。

第 3 章では、中継網における基本問題である(1)中継回線群のトラヒック処理の設計に必要な多元トラヒック処理回線群の特性、(2)多元トラヒック回線群のトラヒック制御に有効な最適回線保留制御法、(3)ルーチング法の検討に必要な多元トラヒック処理回線群からの溢れ呼特性、について検討している。(1)については、実用上必要となる回線運用単位を考慮した解析手法を導き、トラヒック特性を明らかにするとともに、回線の使用効率向上に有効なバッキング法を提案している。(2)については同一の回線群を速度の異なる呼で共用する際に問題となる「端数出線効果による回線能力の低下」を防ぐ最適な回線保留制御法を構成している。この制御のための最適解を与えるアルゴリズムは従来未解決であり、本論文により初めて明らかにされたものである。(3)については、基本的なルーチング法である迂回ルーチングの設計を行う際に必須となる溢れ呼特性を得るための解析法を導き、これに基づく諸特性を与えている。これらは興味深い結果である。

第 4 章では、蓄積交換網での多元トラヒック処理の基本モデルであり、従来理論的な解析が困難であった複数呼種の加わる待ち行列を解析し、その近似解析手法を与えるとともに、その有効性をシミュレーションにより確認している。

第 5 章は結論である。

以上要するに、本論文は ISDN 構成のために必要な多元トラヒック処理について詳細な研究を行い、ISDN のトラヒック処理の基礎を与えたもので、通信工学・交換工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。