

# 超高速光通信網においてマルチメディア通信に適した高効率な 交換システムの構築及び網制御法に関する研究

岡崎 浩平

## 論文の内容の要旨

近年、超高速光通信技術が進展する中、ネットワークの高速化、大容量化およびマルチメディア通信に適した高効率な通信網を構築する要求が高まっている。マルチメディア通信では、確実性の要求されるデータや、即時性の要求される動画のように、様々な通信品質が要求される。さらに、ストリーミングのような1対多通信であるマルチキャスト通信を要求するアプリケーションが多く見られ、さらに地上波デジタル放送の開始に伴い放送型コンテンツをネットワークで配信するなど、マルチキャスト通信への要求が高まっている。マルチキャスト通信は、ネットワーク内の適切な位置でデータを複製し転送する方式であり、交換システムにおいてマルチキャスト通信に対応し高率なデータ転送を行うことは重要な課題である。本論文では、超高速マルチメディア通信ネットワークにおいて高効率なマルチメディア通信を実現するために、バックボーンネットワークにおける光 ATM (Asynchronous Transfer Mode) スイッチ及び MPLS (Multi Protocol Label Switching) を用いた光パケットスイッチなどの交換システムと WDM (Wavelength Division Multiplexing) を用いたメトロリングネットワークにおける網制御法を提案し、計算機シミュレーションにより、その有効性を示している。以下に具体的な内容を示す。

第1章は序論であり、研究背景や目的について簡単に述べている。

第2章では、ブロードキャスト・セレクト型光 ATM スイッチにおいてセル棄却率特性を劣化させずに所要波長数を軽減可能なスイッチ構成法について述べている。ブロードキャスト・セレクト型光 ATM スイッチでは、各入力ポートに固定的に波長を割り当てる必要があるためスイッチ内の所要波長数が増大するという問題がある。本章では、セル棄却率特性を劣化させずに所要波長数を軽減するために、可変波長コンバータを用いたブロードキャスト・セレクト光 ATM スイッチを提案し、計算機シミュレーション結果より、ユニキャストセル及びマルチキャストセルが混在する均一トラヒックにおいて、提案スイッチがセル棄却率特性を劣化させることなく所要波長数を軽減できることを示す。

第3章では、MPLS を考慮し、マルチキャストパケットの転送に対応した光パケットスイッチの構成法を述べる。MPLS を考慮した IP ネットワークにおいて、部分共有バッファを用いた光パケットスイッチの利用が提案されているが、マルチキャスト転送機能が無いため、入力バッファを設け、ユニキャストパケットを1つずつ転送する必要があるため遅延特性が劣化する問題がある。本章では、低遅延特性を得るために、各入力ポートにスターカプラを用いた光パケットスイッチを提案する。計算機シミュレーション結果により、パケット棄却率特性、平均遅延特性を劣化させることなく、提案スイッチはユニキャストパケット、マルチキャストパケットをスイッチングできることを示す。さらに、マルチキャストトラヒックに対応するために入力バッファを設けた従来モデルと比較して、マルチキャストトラヒック下における提案モデルは優れた平均システム遅延特性、パケット棄却率特性が得られることを示す。

第4章では、WDM リングネットワークにおいてマルチキャストトラヒックを効率的に優先伝送する MAC プロトコルについて述べている。マルチキャストに対応できるリングネットワークとして RingO ネットワークが提案されているが、高負荷時にマルチキャストパケットの平均システム遅延特性が劣化するという問題がある。本章では低システム遅延を達成するために、事前割当て方式と波長検知方式を併用したマルチキャストパケットの優先伝送方式を提案し、計算機シミュレーションにより、提案方式が事前割当て方式によるスループットの低下を抑えつつ、システム遅延を改善できることを示す。さらにマルチキャストパケットの宛先ノード間での送信遅延の差、宛先ノードごとのパケット遅延の差を軽減できることを示す。

第5章は結論であり、本論文で得られた結果を総括している。

以上

## 論文審査の結果の要旨

学士（工学）、修士（工学）、岡崎浩平君提出の学位請求論文は、“超高速光通信網においてマルチメディア通信に適した高効率な交換システムの構築及び網制御法に関する研究”と題し、5章からなる。

近年、超高速光通信技術が進展する中、ネットワークの高速化、大容量化およびマルチメディア通信に適した高効率な通信網を構成する要求が高まっている。マルチメディア通信では、確実性の要求されるデータや、即時性の要求される動画像のように、様々な通信品質が要求される。さらに、ストリーミングのような1対多通信であるマルチキャスト通信を要求するアプリケーションが多く見られ、さらに地上波デジタル放送の開始に伴い放送型コンテンツをネットワークで配信するなど、マルチキャスト通信への要求が高まっている。マルチキャスト通信は、ネットワーク内の適切な位置でデータを複製し転送する方式であり、交換システムにおいてマルチキャスト通信に対応し高効率なデータ転送を行うことは重要な課題である。

本論文では、超高速マルチメディア通信ネットワークにおいて高効率なマルチメディア通信を実現するために、バックボーンネットワークにおける光 ATM (Asynchronous Transfer Mode) スイッチ及び MPLS (Multi Protocol Label Switching) を用いた光パケットスイッチなどの交換システムと WDM (Wavelength Division Multiplexing) を用いたメトロリングネットワークにおける網制御法を提案している。

まず、第1章ではこれまでの超高速光通信網に関する研究の流れ、マルチメディア通信、光 ATM スイッチや MPLS を用いた光パケットスイッチなどの交換システムの構成法、WDM メトロリングネットワークの制御法について概説し、研究背景や目的について述べている。

第2章では、マルチキャスト通信に適したブロードキャスト・セレクト型光 ATM スイッチにおいて所要波長数による拡張性に着目し、可変波長コンバータを用いた光 ATM スイッチを提案している。提案方式は、スイッチ内部の転送速度を柔軟に変えることにより、スイッチ内部で必要とされる波長数を軽減しつつ、データ損失、システム遅延が低減できることを示し、従来方式より拡張性に優ることを示している。

第3章では、MPLS を考慮したマルチキャスト光パケットスイッチにおいて、スイッチ内部における波長変換に着目し、入力ポートごとにスターカプラを用いた光パケットスイッチを提案している。提案方式は、入力ポートごとにブロードキャスト・セレクト型の構成を用いることで、スイッチングのための波長変換を行うことなく、マルチキャストパケットの転送が可能となり、従来方式よりも優れたシステム遅延特性、パケット棄却率特性が得られることを示している。

第4章では、マルチキャスト通信に対応可能な WDM リングネットワークにおいてマルチキャストパケットの同時配信に着目し、事前割当て方式と波長検知方式を併用したマルチキャストパケットの優先伝送方式を提案している。提案方式は、波長検知方式を併用することにより、事前割当て方式によるスループットの低下を抑えつつ、優れたシステム遅延特性が得られることを示している。

第5章は結論であり、本論文で得られた結果を総括している。

以上、本論文の著者は、バックボーンネットワークにおける光 ATM スイッチ及び光パケットスイッチ、メトロネットワークにおける WDM リングネットワークにおいて、従来方式よりもデータ損失やシステム遅延を低減可能な方式を提案し、その有効性を明らかにしており、工学上、工業上寄与するところは少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。

以上

論文審査担当者	主 査	慶應義塾大学教授	工学博士	笹瀬 巖
	副 査	慶應義塾大学教授	工学博士	山中 直明
	副 査	慶應義塾大学教授	工学博士	中川 正雄
	副 査	慶應義塾大学教授	工学博士	天野 英晴