



遅延測定型経路選択法に関する研究

Research on Delay Measurement Based Routing

2007.2.20

工学研究科 情報通信制御工学専攻

発表者 5ADGM017 佐藤秀章

指導教員 石井啓之 教授



発表の流れ

- 背景
- 既存の技術
- 提案手法
 - ヒステリシス
 - 予備実験 (ICMP送信間隔の決定)
 - RTTの閾値の決定
- 実験 ()
- 測定結果
- 考察
- まとめ





背景

アクセス回線のブロードバンド化や情報通信サービスの普及



VoIP (Voice over Internet protocol) や動画配信などのリアルタイム性を有する通信の増加傾向

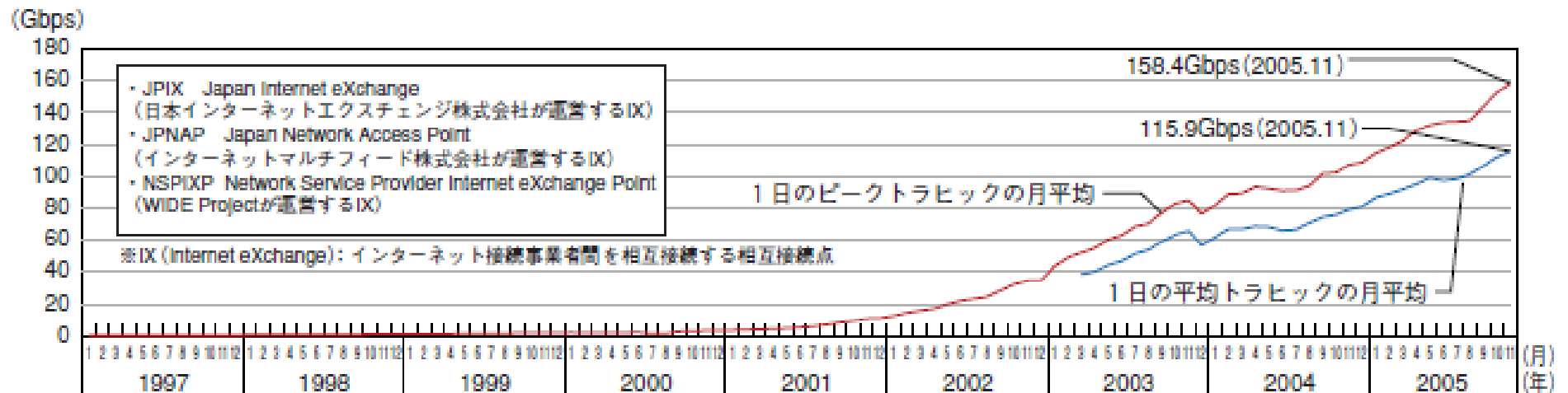


トラフィックの増加



資料

国内主要IXにおけるトラフィックの推移



(出典)各IXのデータを参考に作成

総務省 “情報通信白書平成18年度版”より抜粋



背景

- リアルタイム通信はパケット損失や遅延などの影響により品質が左右されやすい。
- 企業等では信頼性の向上、バックアップ回線は必要不可欠なものとなっており、複数の回線を所有している所が多くなってきている



複数のアクセス回線を生かした経路選択法により、リアルタイム通信を常時高い品質に保つ手法の提案



従来の経路選択とその問題点

- RIPやOSPFなどの動的経路制御

ベクトル距離やリンク状態が最適に設定されることが多いが、トラフィックの変動には対処できず、他に転送効率が良い経路があったとしても、その経路を選択できない

- IPトラフィックエンジニアリング

トラフィックの変動に対処できるが、ネットワーク全体を把握する必要がある。また、統計的な結果によって判断するためにリアルタイム性には欠ける



遅延測定による経路選択システム

1回線毎にdefaultゲートウェイを切り替え、伝送遅延を測定し、経路を選択するシステム。

tcpdumpを使用してポート5004番(RTP)を使用しているトラフィックのソースアドレス、相手先アドレスを監視する。

片方のネットワークにpingを実行し、defaultゲートウェイを切り替え、もう片方のネットワークにpingを実行する。

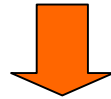
Round Trip Time (RTT)が小さいネットワークをdefaultゲートウェイとする。





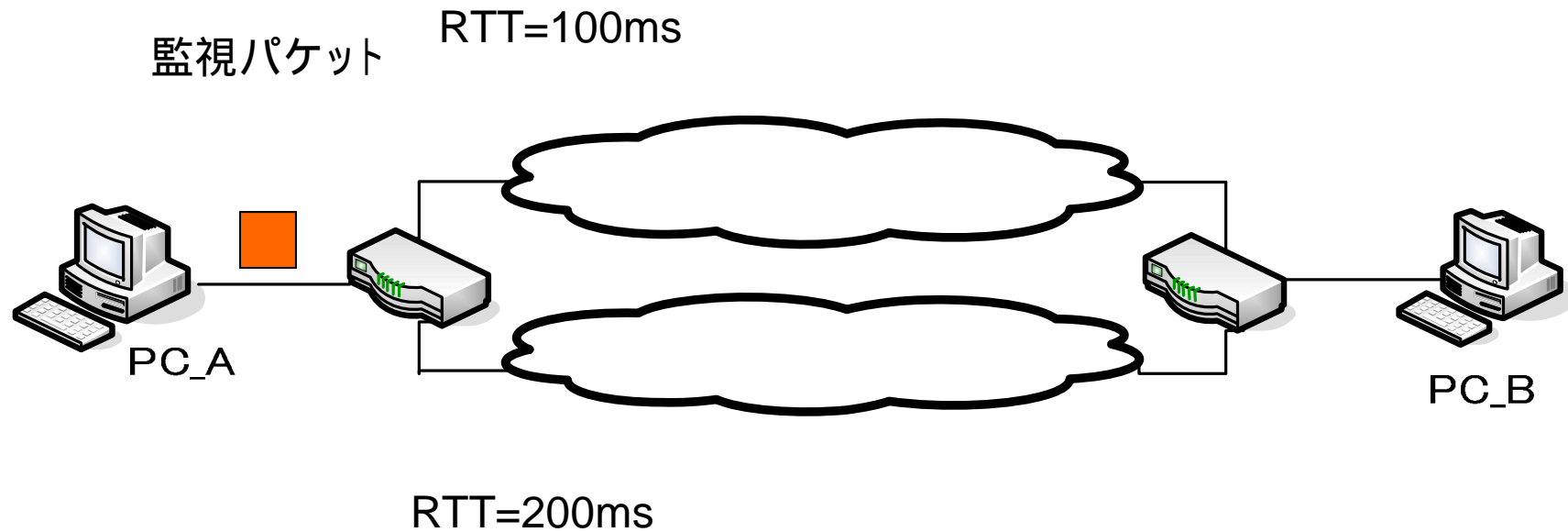
遅延測定による測定システム

瞬時値による測定では刻々と遅延時間が変化し、選択した経路が既に遅くなっている可能性がある。



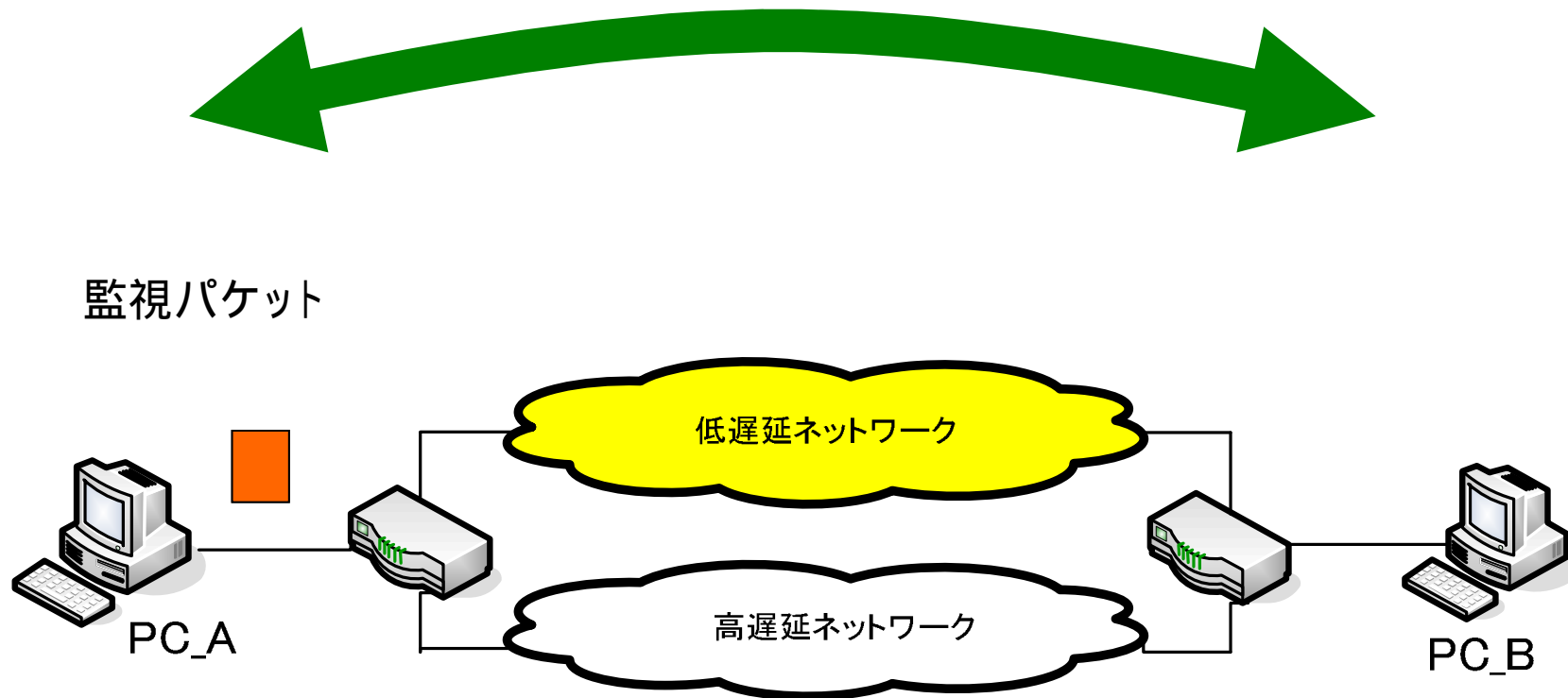
以上の問題点を解決する方法としてICMPを用い、常時遅延を監視することにより経路を変更する常時遅延測定システムを提案する

常時遅延測定システム



提案の方法

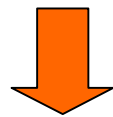
リアルタイム通信



検討課題

ルーティングテーブルの検討

同対峙には一つの経路しか定義できないので監視
パケットとデータパケットを別経路に設定しなければ
ならない



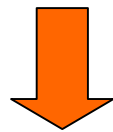
Linuxルータを用いてIP: policy routing を用い、
mainテーブル以外に送信元IPアドレスによって判断する
ルーティングテーブルを持たせる



検討課題

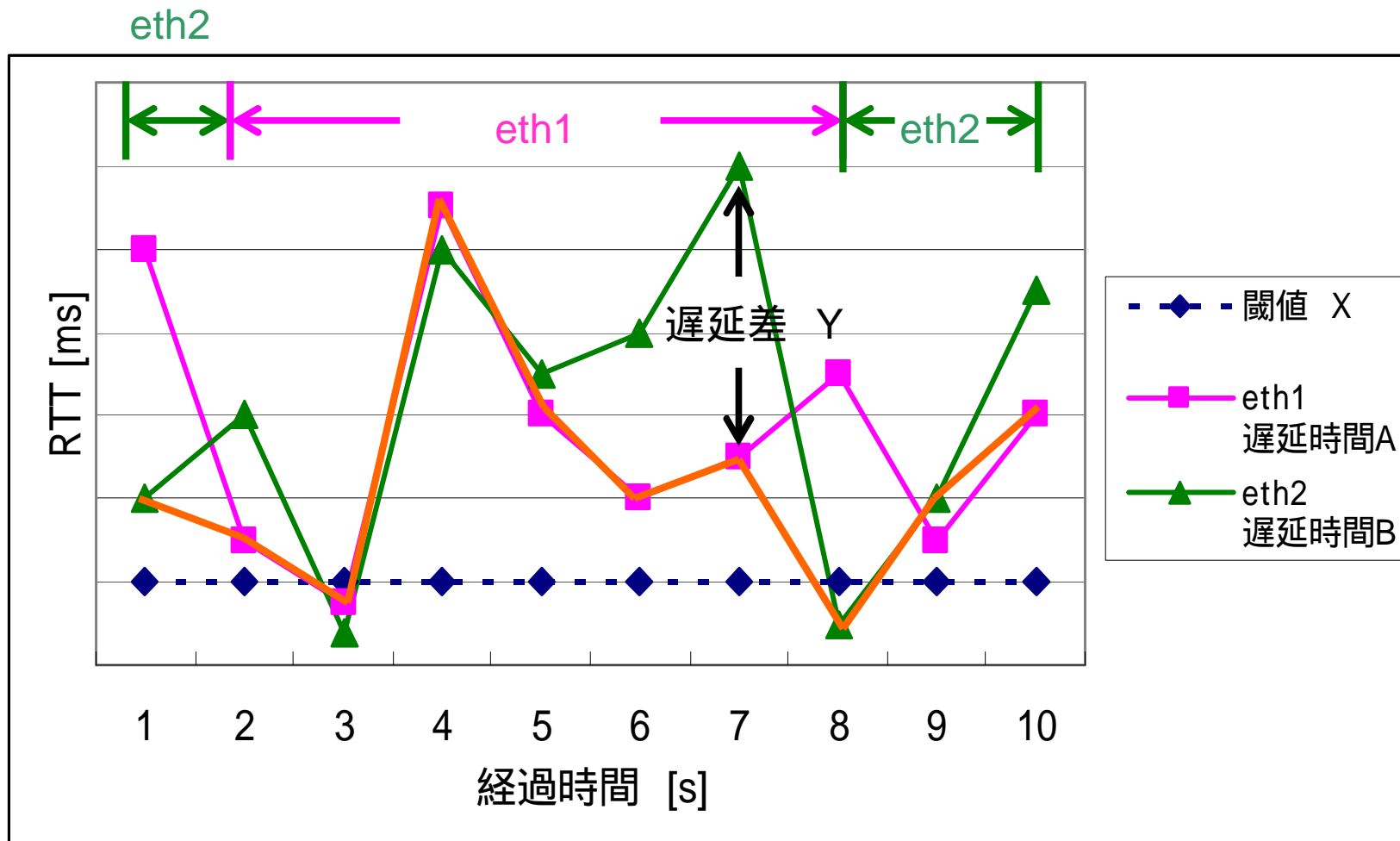
切り替えアルゴリズムの検討

遅延時間が頻繁に2つのネットワーク間で入れ替わったとき、経路を頻繁に替えると振動が起きる可能性がある

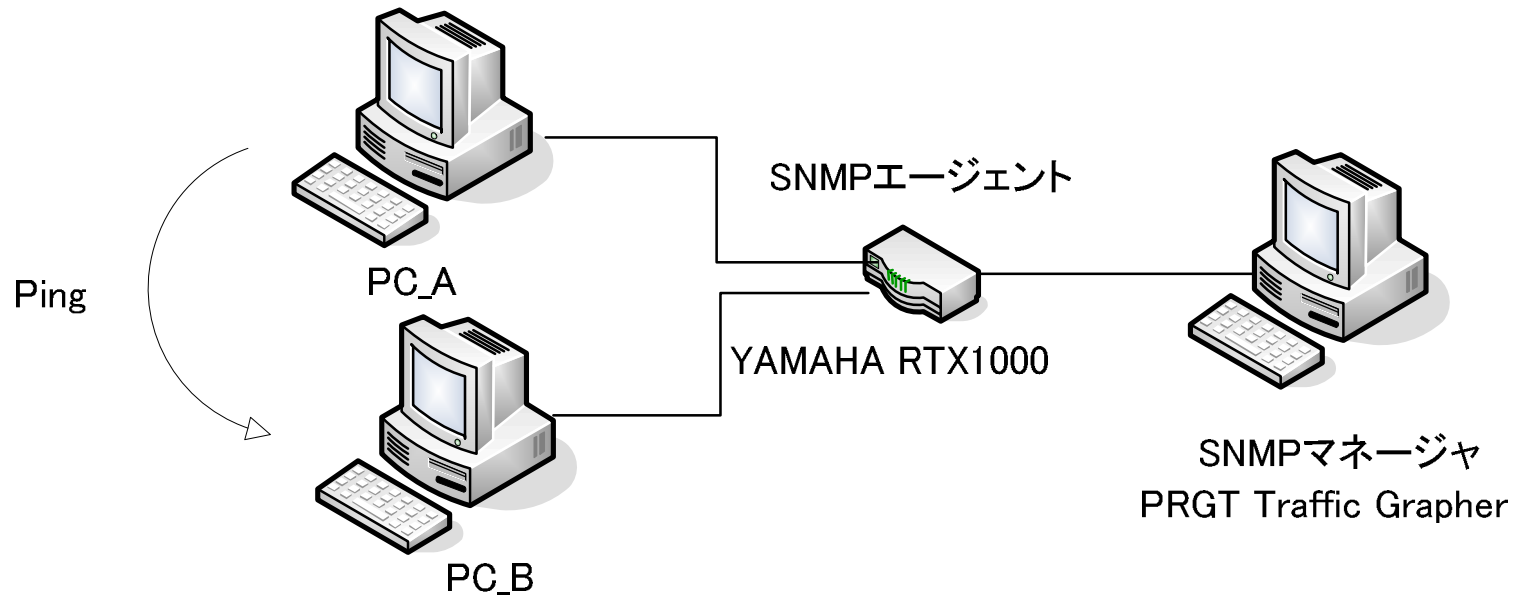


ある程度の時間幅を決めて、その平均遅延時間を測定する方法や経路の切り替えを行う為のある一定の遅延時間を決め、ヒステリシスを持たせる。

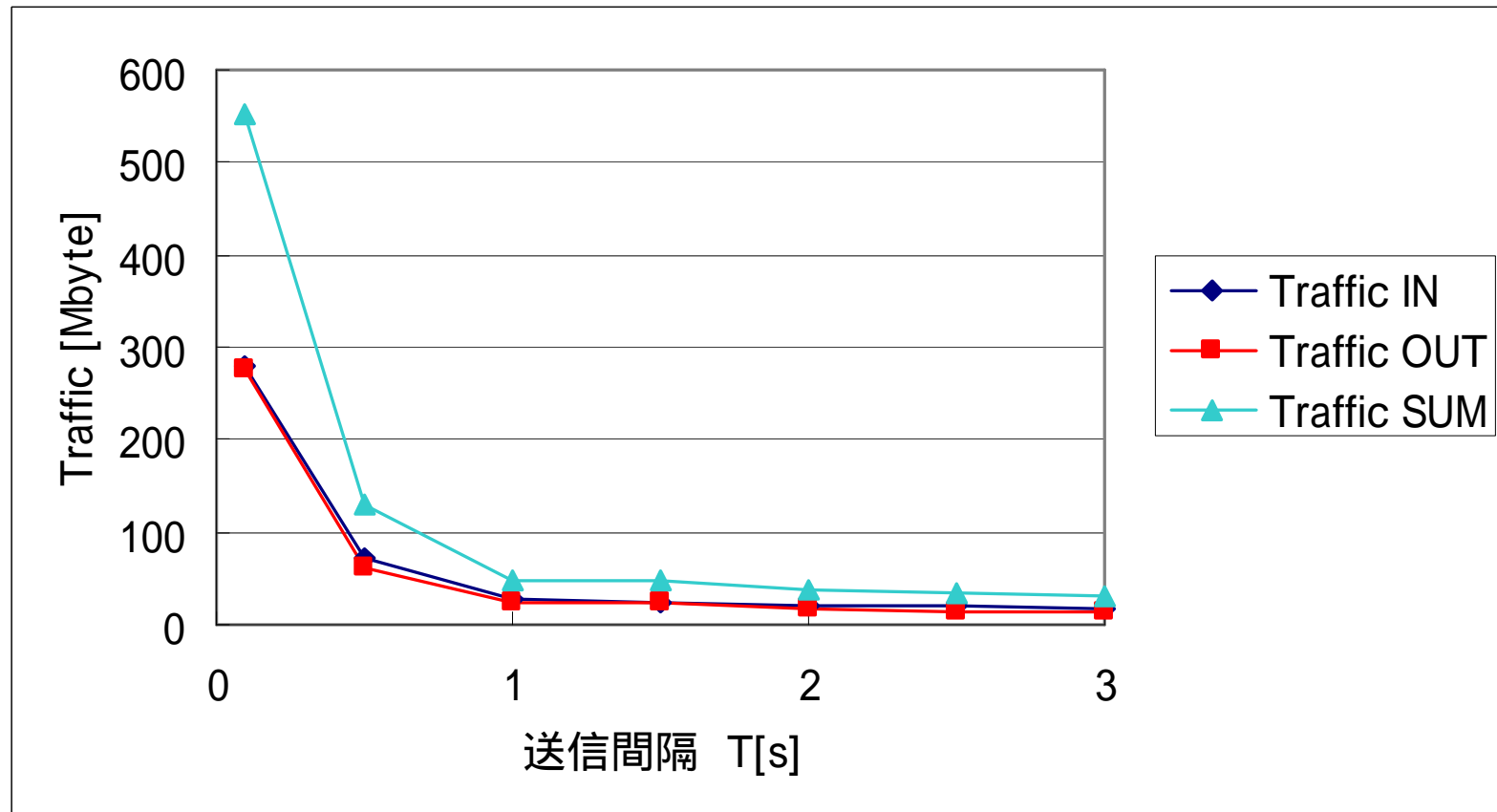
ヒステリシス



予備実験 (ICMPトラフィックの測定)



Ping送信間隔



送信間隔0.1 ~ 3 [s]にしたときの5分間のトラフィック量の変化

RTTの閾値の決定

遅延差 X IP電話の品質クラス分類

	クラスA (固定電話並 ^(注))	クラスB (携帯電話並 ^(注))	クラスC
総合音声伝送品質率(R)	> 80	> 70	> 50
エンドトゥエンド遅延	< 100ms	< 150ms	< 400ms
(参考値) 呼損率(接続品質)	≤ 0.15	≤ 0.15	≤ 0.15

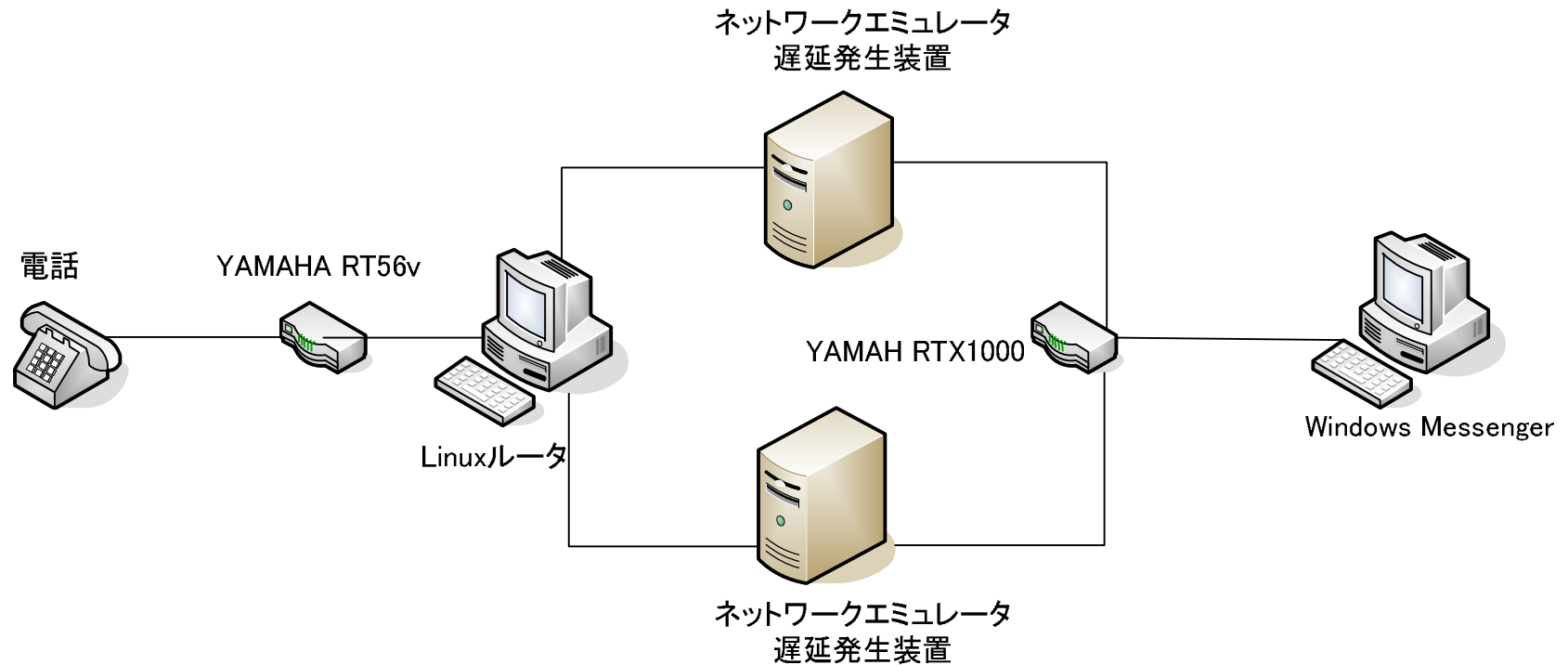
* R値、遅延に関する表中の数値は95%確率で満足させるものとする。

(注) ここでの固定電話並、携帯電話並とは、それぞれ通話品質のうち総合音声伝送品質(R)に注目した場合を表し、エンドトゥエンド遅延やその他の機能等について既存の固定電話並又は携帯電話並を求めるものではない。

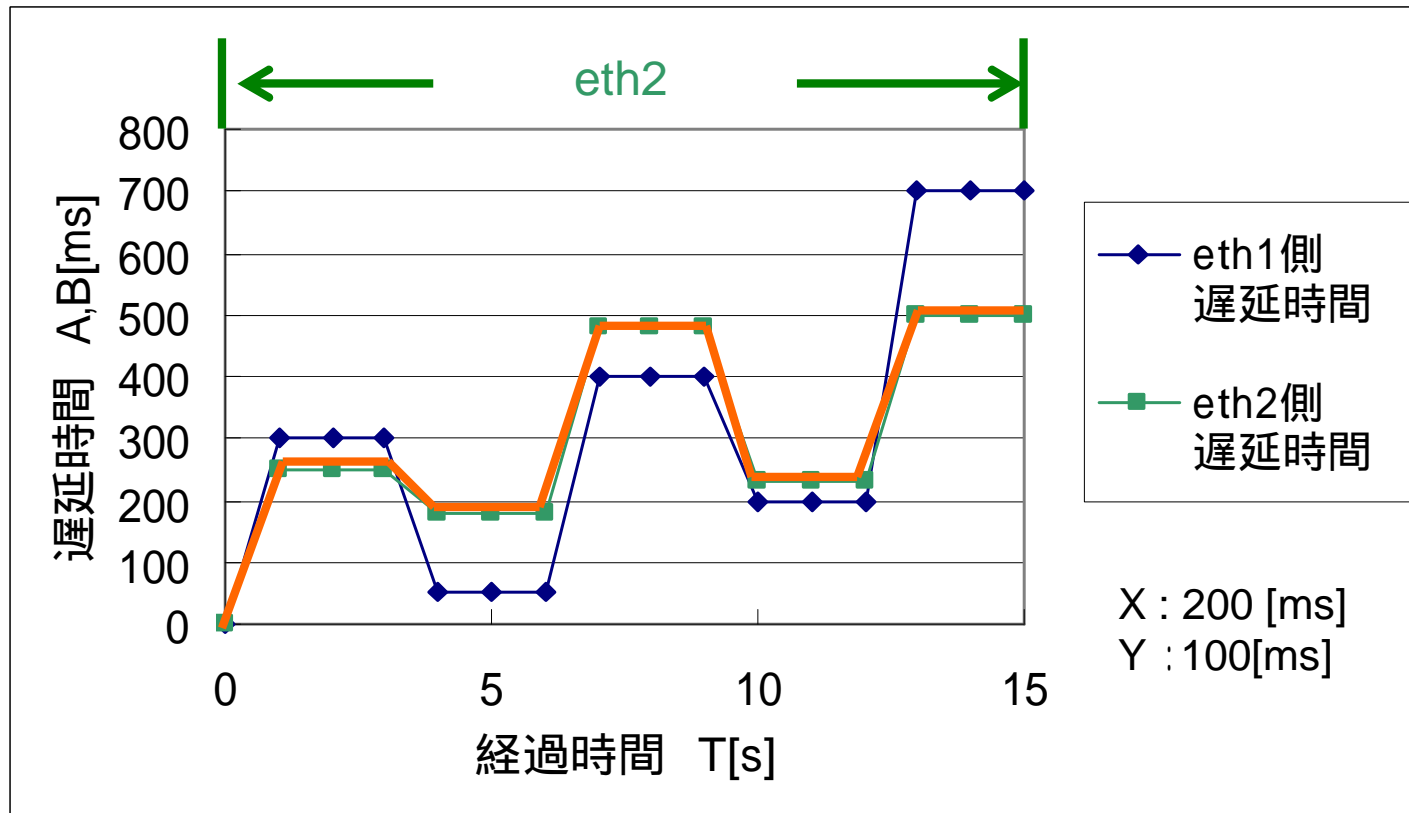
総務省“IPネットワーク技術に関する研究会報告書”より抜粋



実験 (遅延装置の挿入)

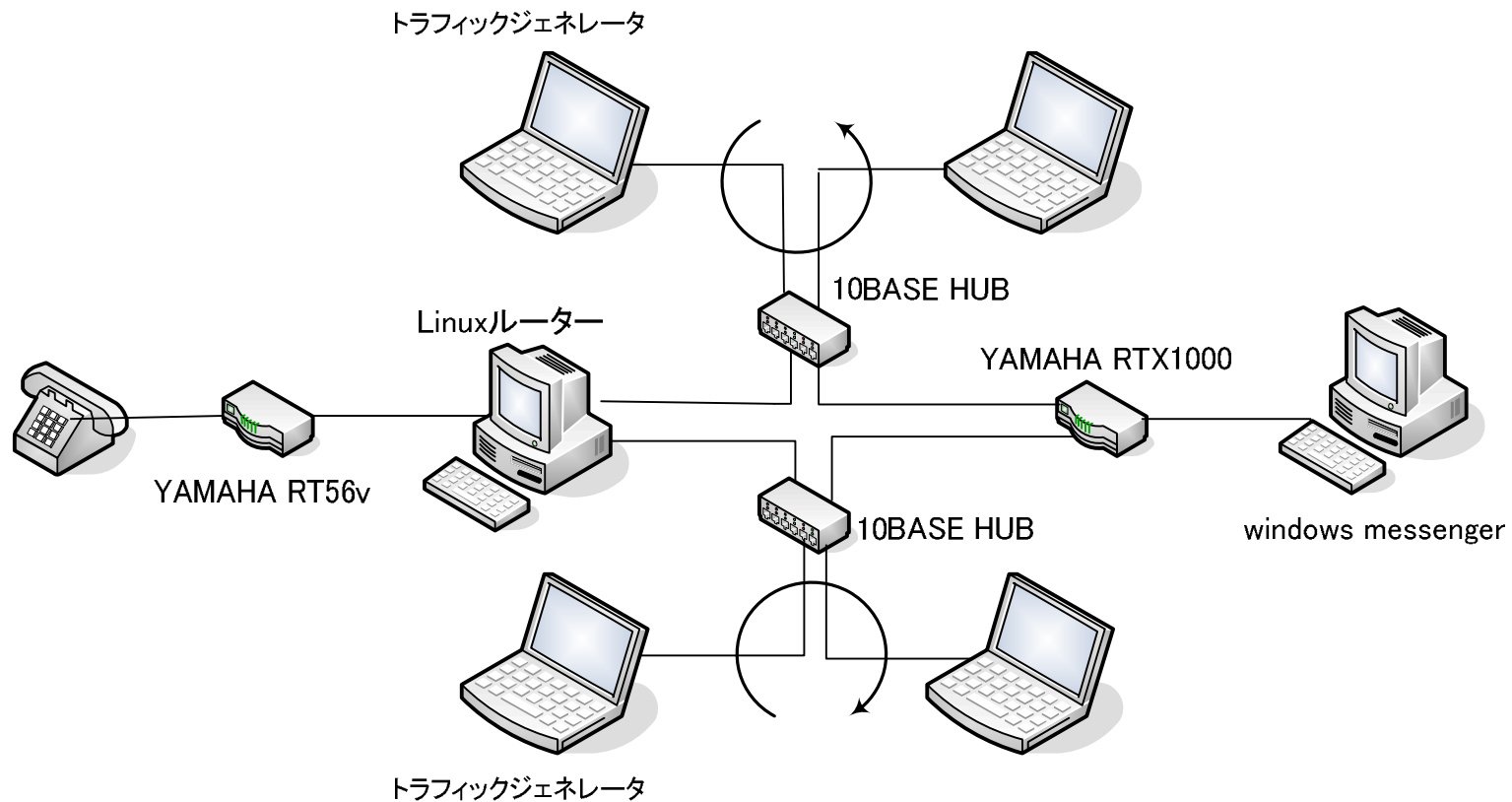


測定結果(実験)

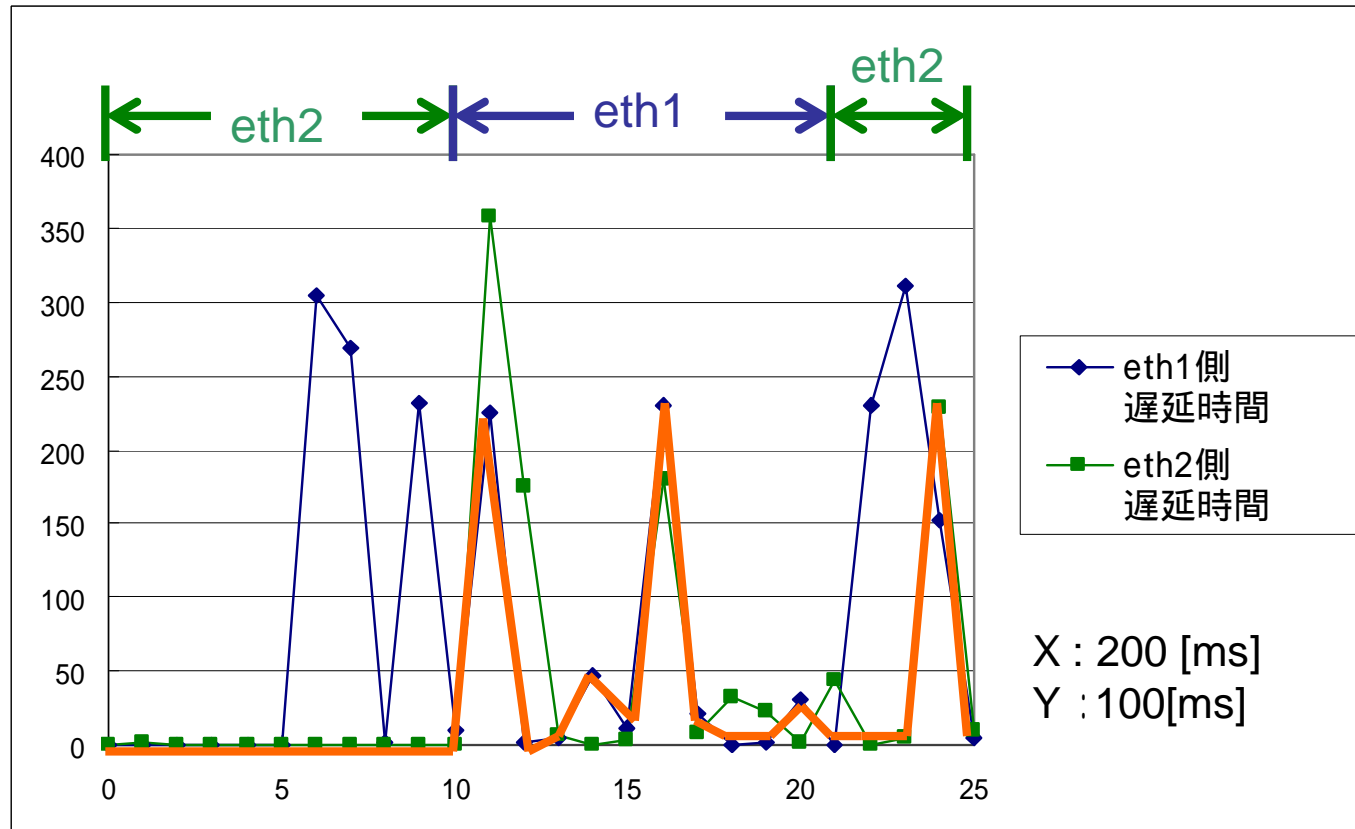


遅延発生装置挿入時の経路選択グラフ

実験 (背景トラフィックの挿入)



測定結果(実験)

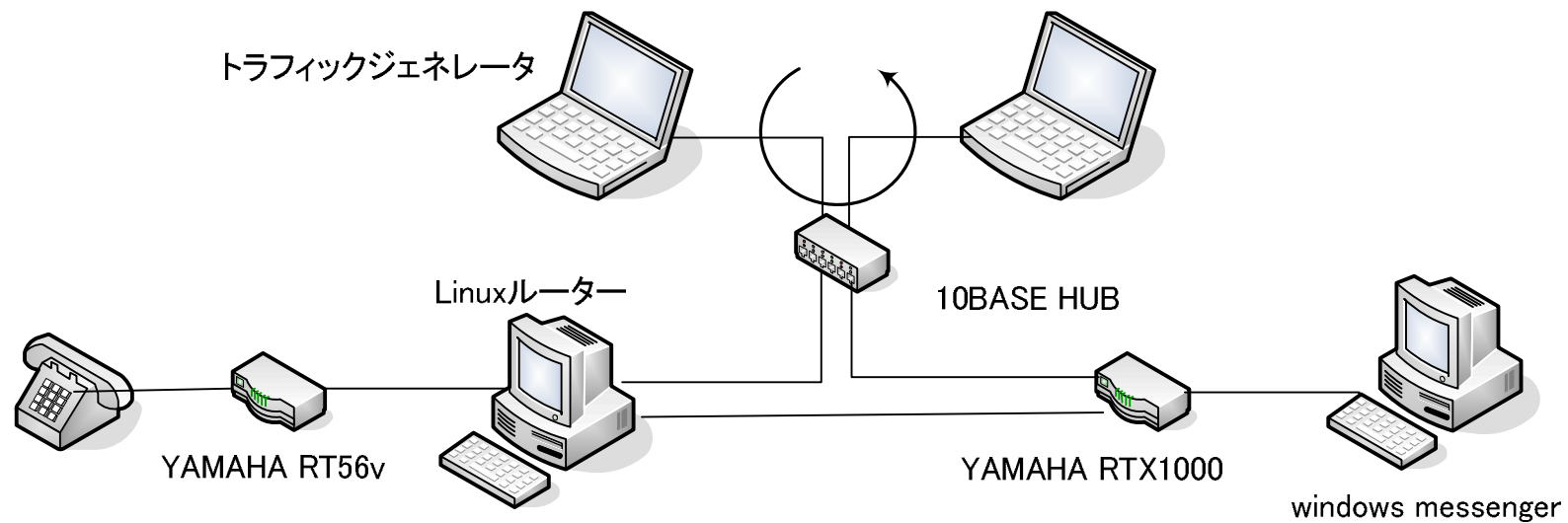


背景トラフィック挿入時の経路選択グラフ

実験 ・ 考察

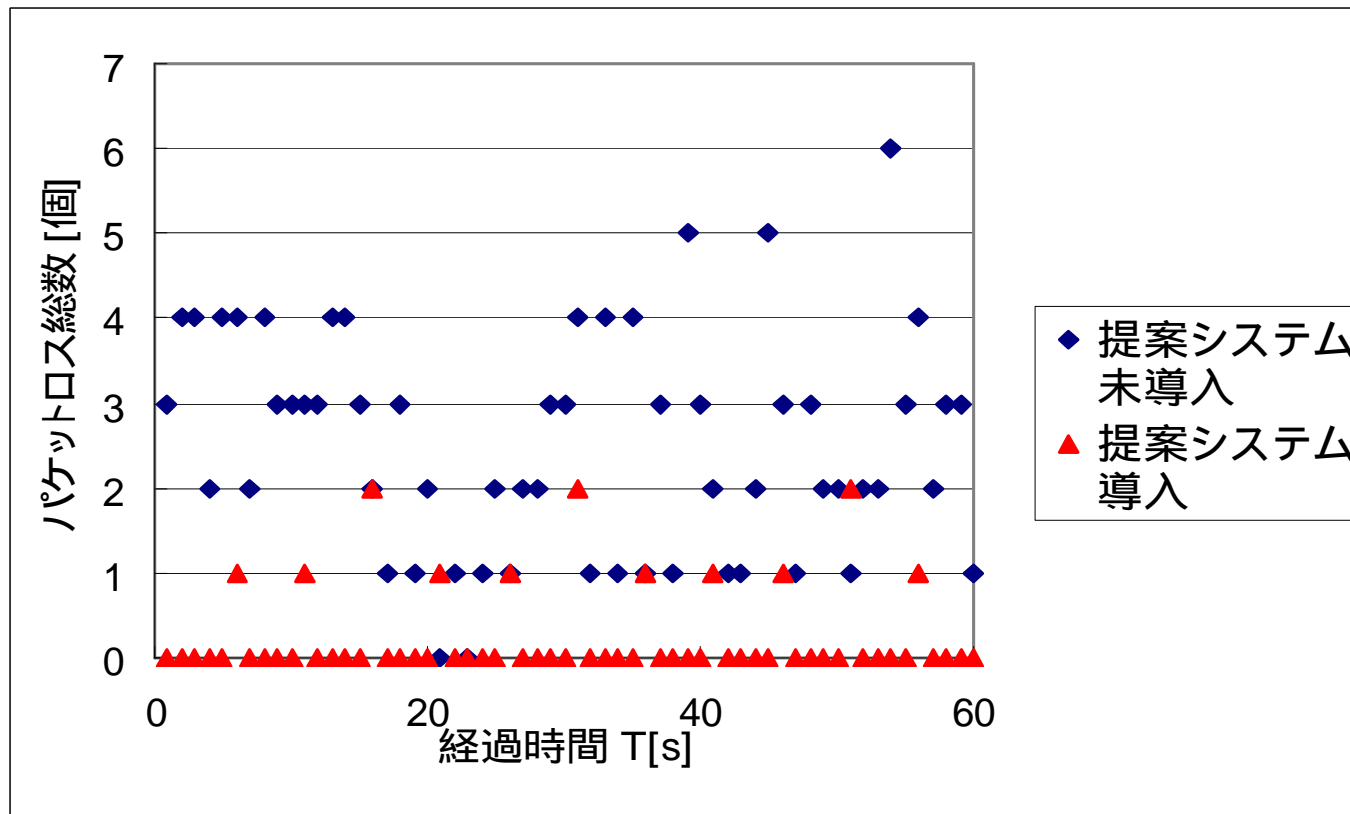
- 実験 については想定通りの結果となった。これは遅延発生装置を挿入していることで、RTTにも遅延発生装置の影響がおよび、想定どおりのRTTの値を得ることができた。
- 実験 については実ネットワーク環境に近い環境においても経路を切り替えることができた。
- これらの結果より、RTTの値に応じた経路選択ができることが証明できた。

実験 (パケット損失測定)



提案システム未導入時

測定結果(実験)



提案システム未導入時と導入時のパケット損失比較



実験 考察

提案システムを導入した場合パケットロスを90.7%削減することができた。システム未導入時には音声途切れしていたのに対し、システムを導入することで音声途切れが無くなった。



検証結果

- 実験 によって遅延発生装置を挿入した場合、背景トラフィックを挿入した場合において共に2回線を同時に監視できた。
- 実験 においてはパケットロスを減らすことを実証できた。
- ヒステリシスを持たせることにより、通信回線を切り替える際に端末間の遅延時間の大小のみで経路を切り替えるのではなく、効率的に伝送遅延の小さい経路に切り替えることが出来た。



まとめ

本研究は、リアルタイム通信の品質を高く保つ為に遅延を測定することによって制御するQoSルーティング法を提案した。



常時遅延測定システムは遅延の瞬時値に反応するだけでなく、ヒステリシスにより、経路振動を防ぎ、継続的に情報を得ることができた