

# Proxy Mechanism of Multiplexing TCP Connections over Satellite Internet

衛星インターネットにおけるTCPコネクション多重化のための  
プロキシ機構に関する研究

ソフトウェア科学分野 村田研究室

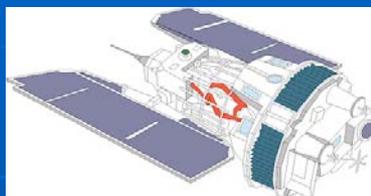
幸田守弘

# 研究の背景

- インターネットユーザの増大、トラヒックの増加
- ネットワーク帯域の向上
  - バックボーンネットワーク: WDM等
  - アクセスネットワーク: ADSL, FTTH等
- 物理的なケーブル敷設が困難な地域
  - 離島、過疎地域など
- 通信衛星を使ったインターネットサービスの登場

# 衛星インターネット

静止軌道衛星 36000km、300ミリ秒



地上回線  
(インターネット)

地上回線  
(インターネット)

衛星回線



送信側端末

送信側地上局

受信側地上局

受信側端末

# 衛星インターネットの問題点

- TCPスループットの低下
  - 伝播遅延時間が非常に大きい
    - TCPコネクションのウィンドウサイズの増加速度が遅い
  - 帯域遅延積が大きい
    - TCPコネクションが使い切るまでに長い時間がかかる
  - Webサービス等、転送データサイズが小さい時により大きな影響が出る
    - ウィンドウサイズが大きくなる前に転送が終了

# これまでの改善方式

- TCPの拡張機能を利用
  - Path MTU Discovery, Window Scale Option
  - 衛星回線のみで使用されることを前提
- コネクション分割
  - i-TCP, w-TCP
  - 無線回線と有線回線で分割
  - 衛星回線は考慮されていない
- ほとんどの方式は、送受信端末の改変が必要
  - 実装が困難
  - 未実装の端末との不公平性の発生

# 研究の目的

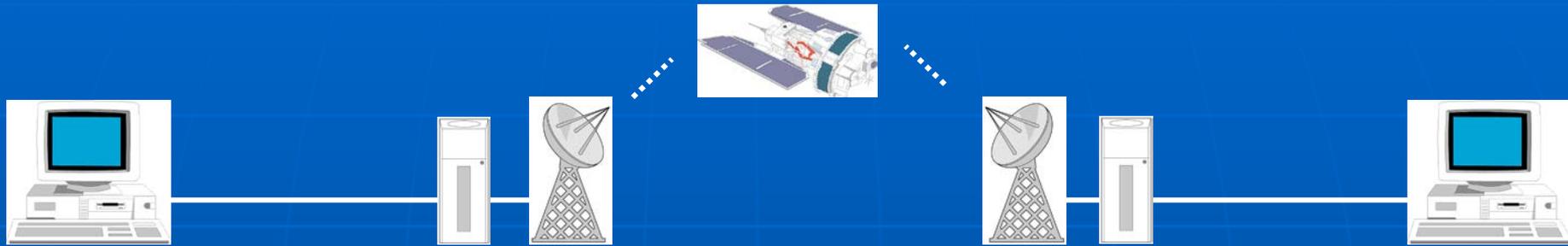
- 衛星インターネットにおけるTCPスループット低下を防止
- TCPプロキシ機構の提案
  - コネクション分割
  - コネクション多重化
  - 衛星回線に適した輻輳制御方式
  - 送信側地上局におけるバッファリング機構

# コネクション分割

- 送受信端末間のTCPコネクションを3本に分割
  - 送信側・受信側地上コネクション
  - 衛星コネクション
  - 地上コネクションが衛星コネクションの影響を受けない



# コネクション多重化



送信側地上コネクション

衛星コネクション

受信側地上コネクション



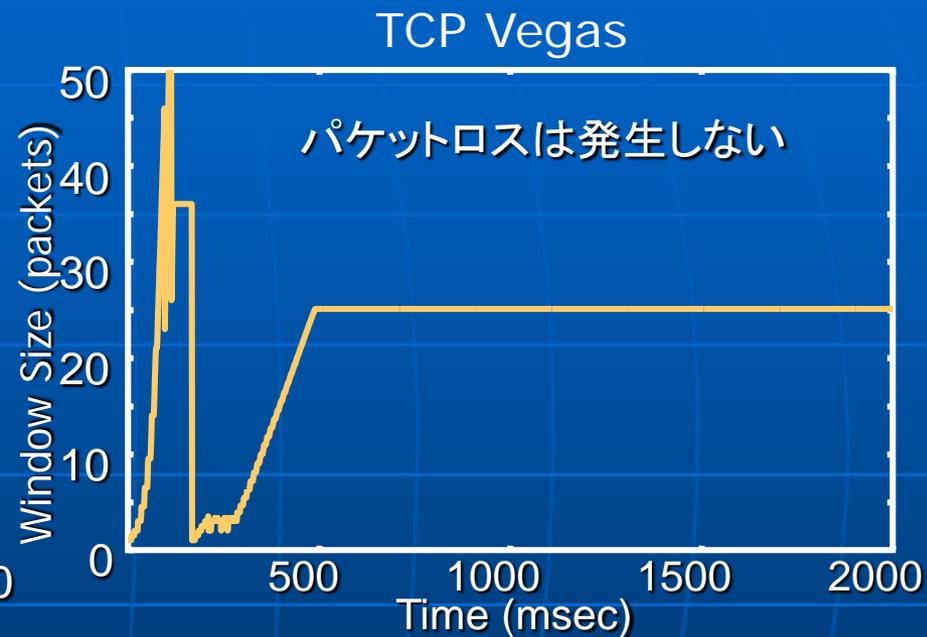
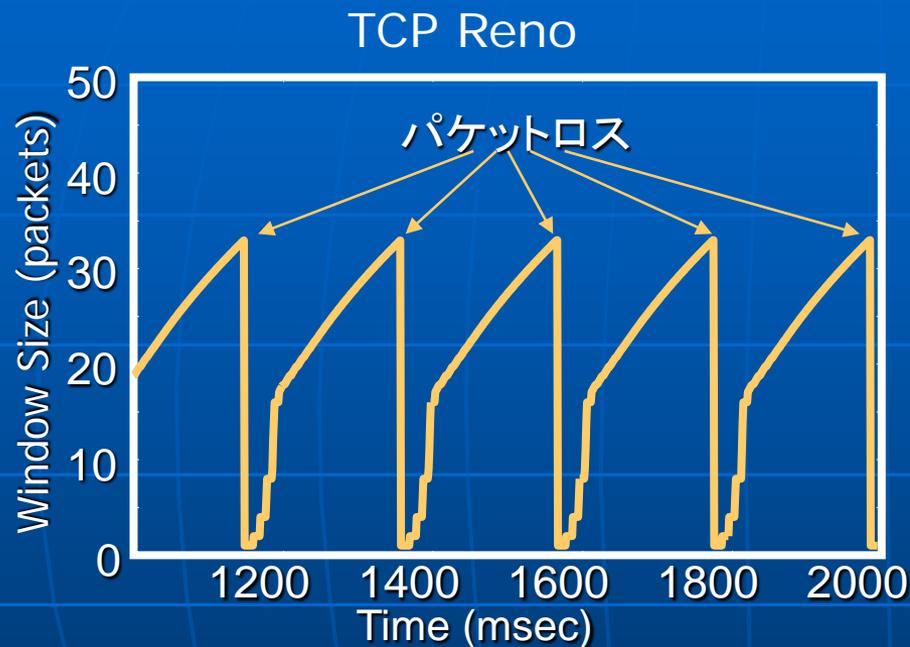
従来方式: 全ての分割コネクションでトランスポートプロトコルとしてTCPを用いる



従来方式: 衛星コネクションにおいてトランスポートプロトコルとしてSCTPを用いてTCPコネクションを多重化

- SCTP (Stream Control Transport Protocol)
  - 複数のストリームを1本のコネクションで送信できる
- 衛星回線のスループットの向上
  - 大きなウィンドウサイズを使うことができる

# 輻輳制御方式の比較

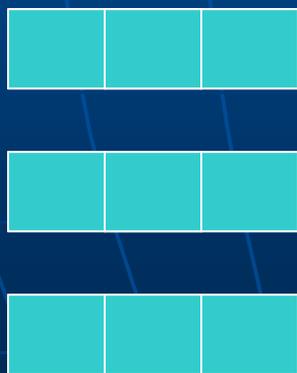


- TCP Renoに基づいた輻輳制御方式
  - 輻輳制御にパケットロスが必要
- TCP Vegasに基づいた輻輳制御方式
  - コネクションが1本の場合に高い性能を示す
  - 理想的に動作すると、パケットロスが発生しない

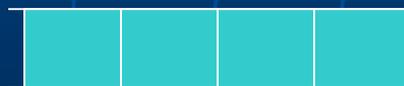
# 送信側地上局におけるバッファリング機構

- 地上回線と衛星回線の速度差
  - 地上局でバッファ溢れによるパケット廃棄が発生
  - スループットの低下
- パケット廃棄を回避するバッファリング機構
  - ラウンドロビンアルゴリズムを利用
  - 送信バッファが一杯になれば、パケットの取得を停止し、送信側端末からのパケット転送を抑止する

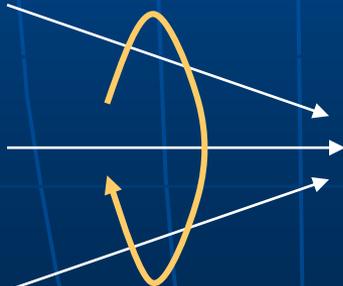
地上TCP接続の  
受信バッファ



衛星SCTP接続の  
送信バッファ



ラウンドロビン



# 性能評価

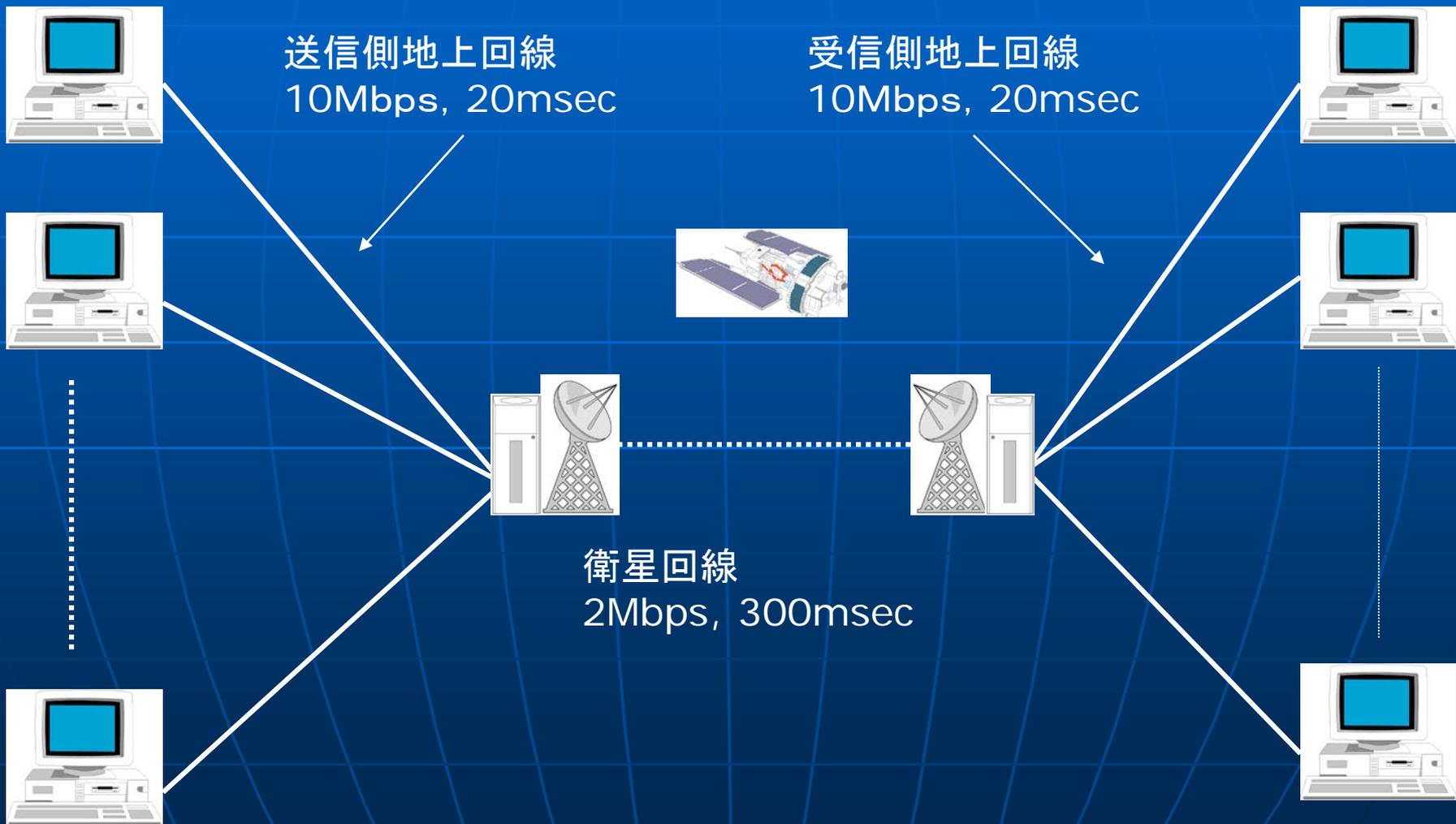
送信側端末: 10台

受信側端末: 10台

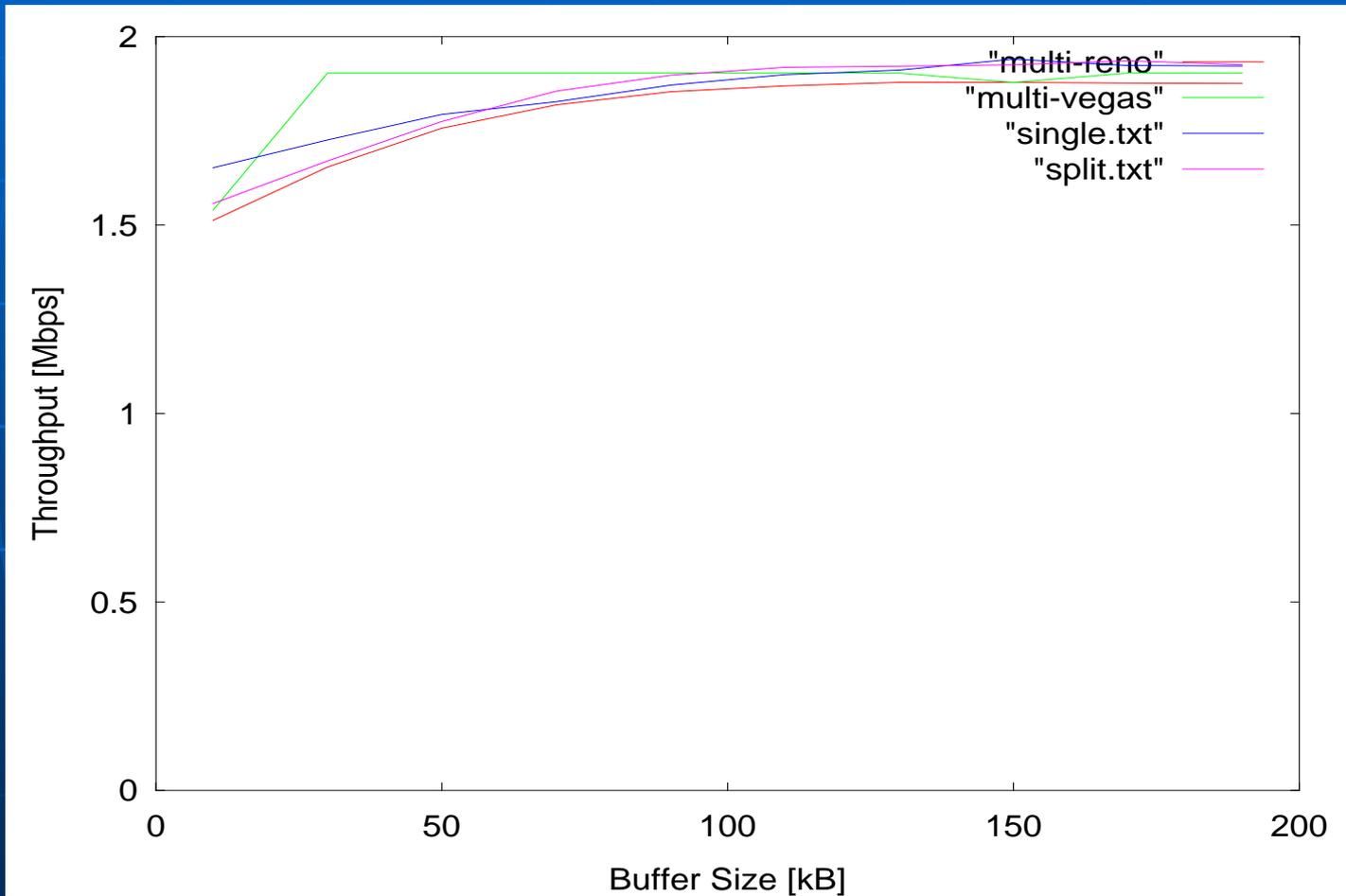
送信側地上回線  
10Mbps, 20msec

受信側地上回線  
10Mbps, 20msec

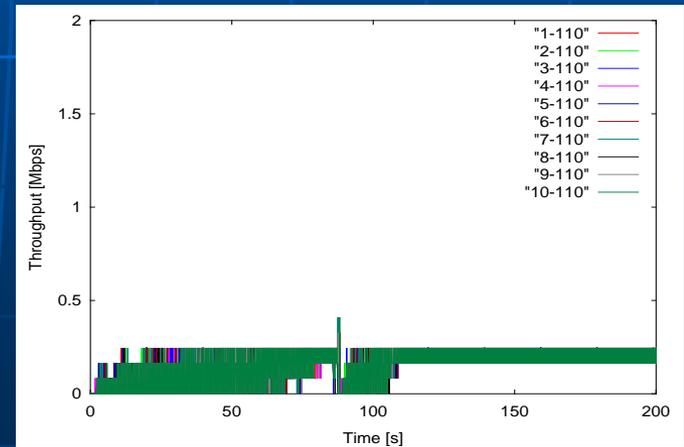
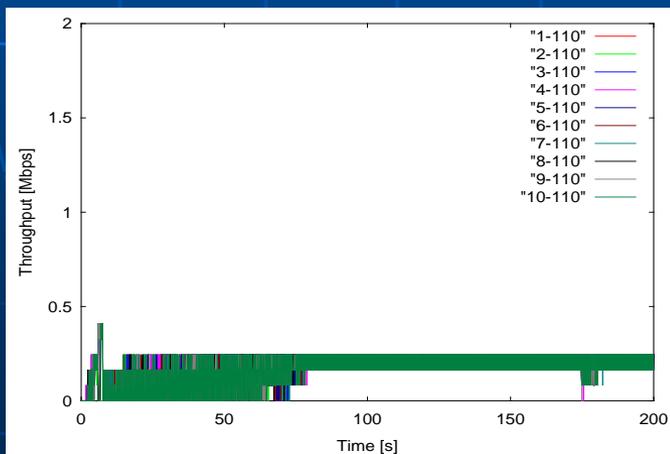
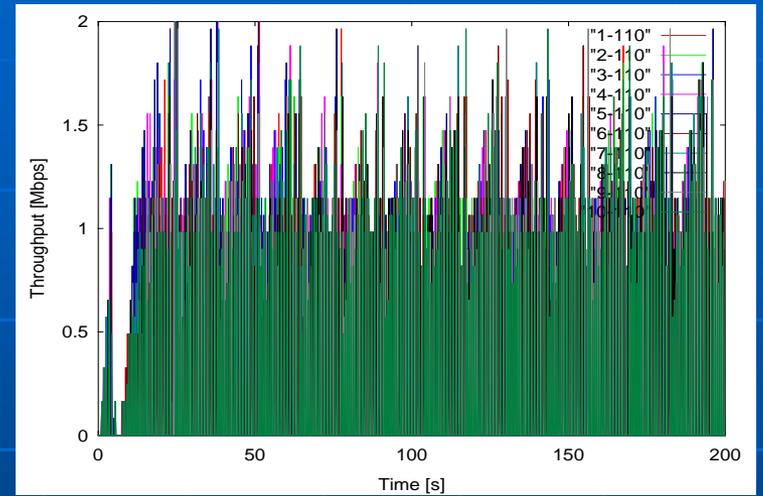
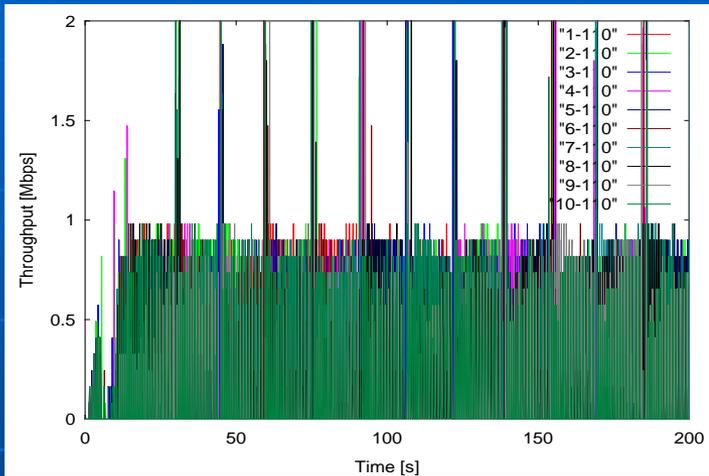
衛星回線  
2Mbps, 300msec



# 衛星回線のスループット



# コネクション間の公平性



# まとめと今度の課題

- 衛星インターネットのためのTCPプロキシ機構の提案
  - 地上回線のスループット低下の防止
  - 衛星回線のスループット向上
- シミュレーションによる性能評価
  - スループット、公平性の維持
  - 最大ウィンドウサイズの設定問題を回避
- 今後の課題
  - 送信側地上TCPコネクションでの異なる状況を考慮した不公平性の改善