



**A Study on
Receiver-based Management Scheme of
Access Link Resources for
QoS-Controllable TCP Connections**

**大阪大学 大学院情報科学研究科
情報ネットワーク学専攻
博士前期課程 宮原研究室
東 和弘**

k-azuma@ist.osaka-u.ac.jp



研究背景

- インターネットの急速な発展に伴うトラヒックの増加
→バックボーンネットワークの高性能化
- ボトルネックはエンドホスト, アクセスリンクへ移行
 - エンドホスト資源管理方式^[4]を提案
 - エンドホスト資源の管理だけでは不十分
 - アクセスリンク資源の管理**が必要
- ボトルネックが動的に変化するネットワークへの対応
 - 例: P2P ネットワーク
 - 様々な資源の管理が要求される
 - 資源の統合的な管理**が必要

[4] T. Okamoto, T. Terai, G. Hasegawa, and M. Murata, "A resource/connection management scheme for HTTP proxy servers," in *Proceedings of Second International IFIP-TC6 Networking Conference*, pp. 252–263, May 2002.



アクセスリンクにおける問題

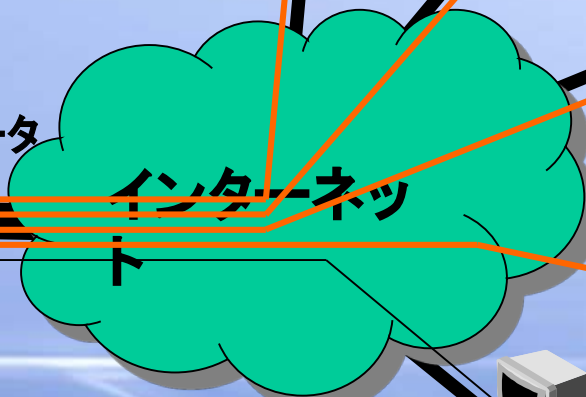
- アプリケーションの複数同時実行による資源競合
 - アクセスリンクにおいて輻輳が発生しやすい
- TCP の性質によるアクセスリンク資源の浪費
 - short - lived コネクション
 - パケット廃棄の影響が大きい
 - long - lived コネクション
 - アプリケーションの特徴を反映できない
 - アクセスリンク資源を有効に活用できない

受信側ホスト

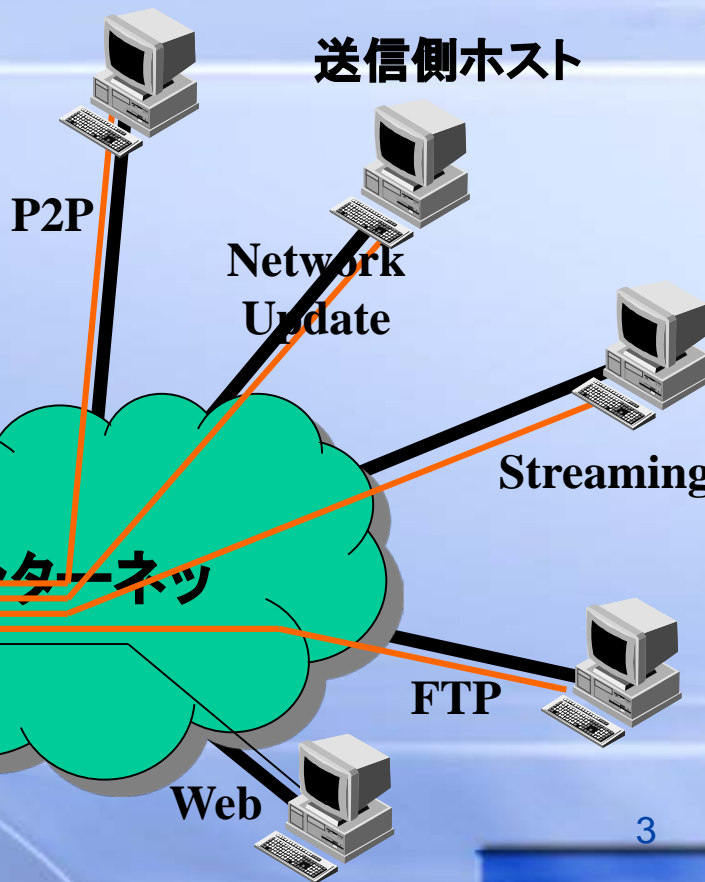


アクセスリンク

ラストホップルータ



送信側ホスト





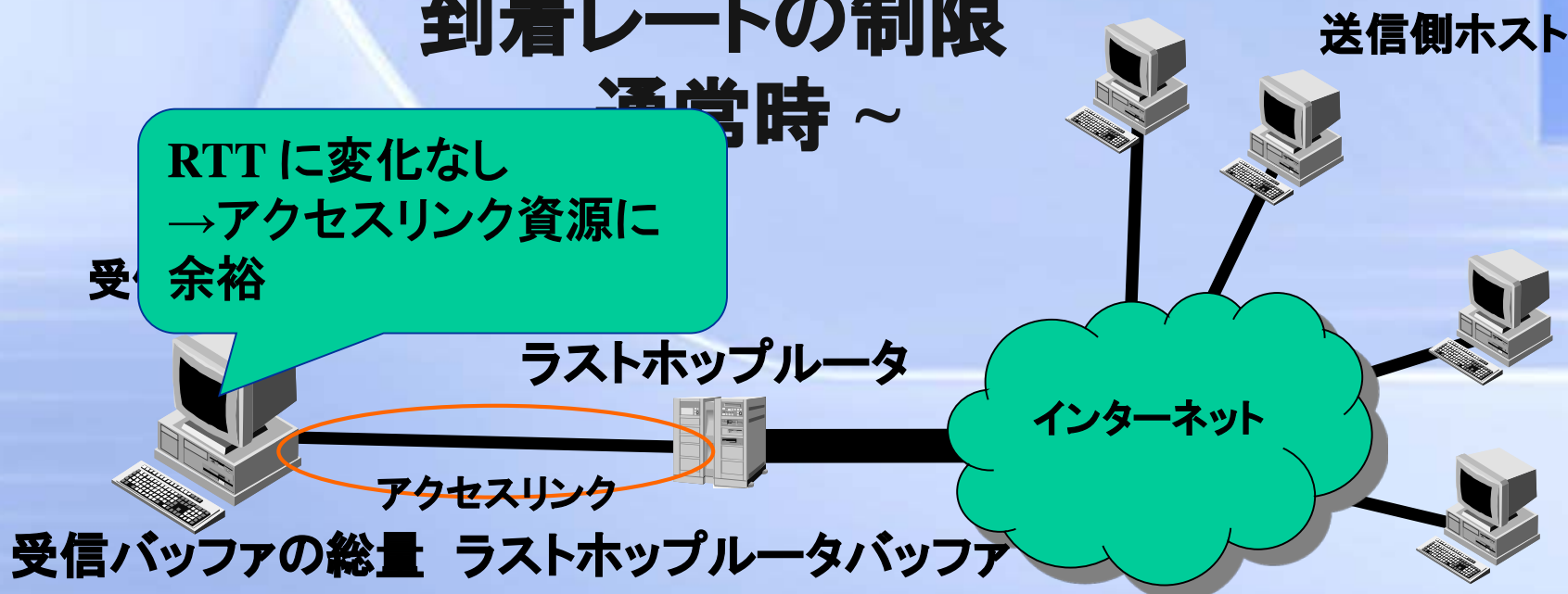
提案方式

受信側ホストにおいて、

- ・ **アクセスリンクへのパケット到着レートの制限**
 - 全ての TCP コネクションに割り当てる受信バッファの総量を調整
 - ・ アクセスリンクにおける輻輳を回避
- ・ **優先順位に応じた受信バッファの割り当て**
 - 各 TCP コネクションに割り当てる受信バッファサイズを変更
 - ・ short - lived コネクション: パケット廃棄の減少と反応時間の向上
 - ・ long-lived コネクション: アプリケーションの特徴を反映したアクセスリンク資源の配分



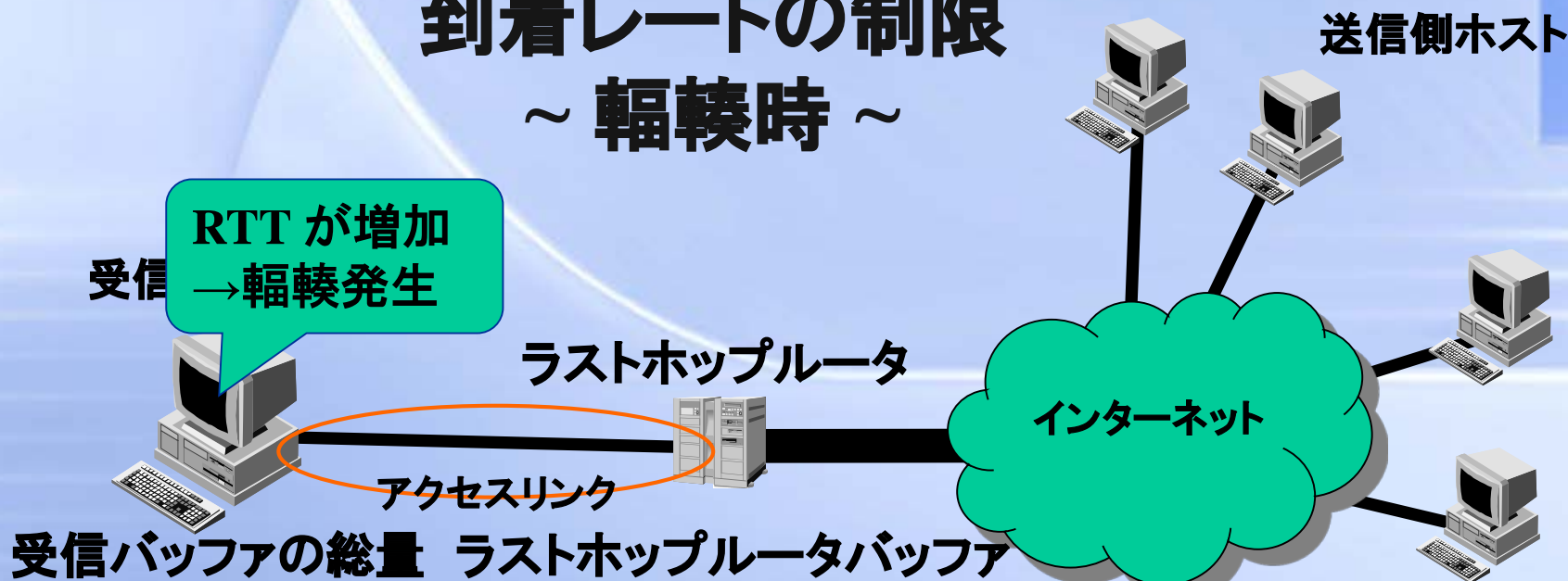
到着レートの制限 通常時 ~



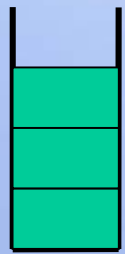
- 全コネクションの RTT の変化によって輻輳状態を推測
 - 変化なし → アクセスリンク資源に余裕
 - 増加 → 輻輳発生
- 受信バッファの総量を調整
 - アクセスリンク資源に余裕 → 増加
 - 輻輳発生 → 減少



到着レートの制限 ～ 輻輳時 ～



- 全コネクションの RTT の変化によって輻輳状態を推測
 - 変化なし→アクセスリンク資源に余裕
 - 増加→輻輳発生
- 受信バッファの総量を調整
 - アクセスリンク資源に余裕→増加
 - 輻輳発生→減少





受信バッファの割り当て

- short - lived コネクション
 - 優先的に割り当て
 - スロースタートフェーズ中の輻輳ウィンドウサイズの増加アルゴリズムを考慮
 - 1 RTT ごとに 2 倍
- long - lived コネクション
 - アプリケーションの特徴を反映した優先度と各コネクションの RTT を考慮



性能評価

～ 比較対象 (関連研究) ～

- Spring^[1]
 - ラストホップルータバッファと帯域遅延積を考慮して, 受信バッファを割り当てる
 - インタラクティブ型のアプリケーションの反応時間の向上
- Mehra^[2]
 - アクセスリンク帯域を優先度, 最低転送レート, 重みに従って共有させる
 - ストリーミングなどのサービスに対し, 優先的に最低転送レートを占有
- 従来方式
 - 各 TCP コネクションに割り当てる受信バッファサイズを固定

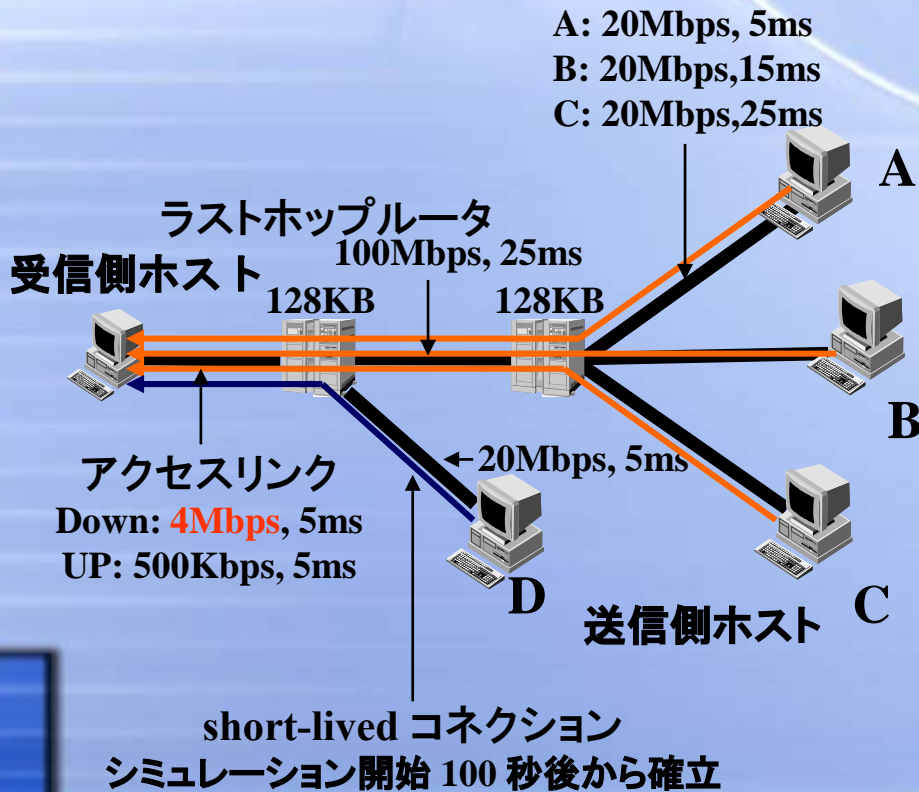
[1] N. T. Spring, M. Chesire, M. Berryman, V. Sahasranaman, T. Anderson, and B. N. Bershad, "Receiver based management of low bandwidth access links," in *Proceedings of IEEE INFOCOM 2000*, pp. 245–254, 2000.

[2] P. Mehra, A. Zakhor, and C. D. Vleeschouwer, "Receiver-driven bandwidth sharing for TCP," in *Proceedings of IEEE INFOCOM 2003*, Mar. 2003.



性能評価

～ シミュレーション ～

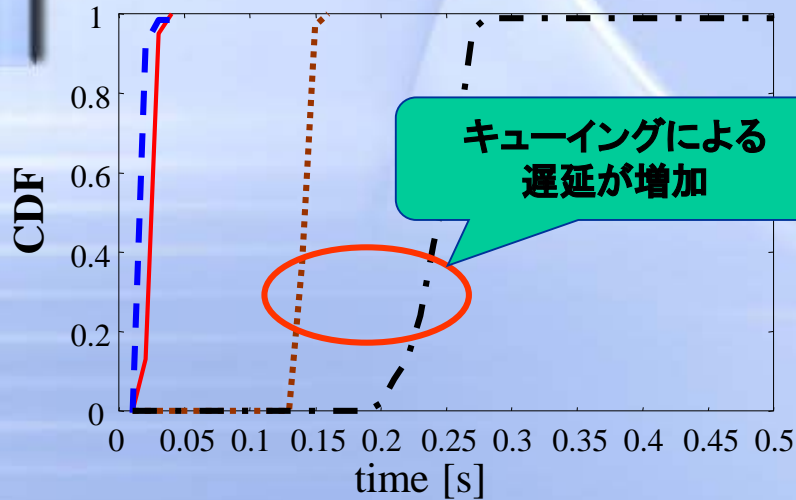


- A, B, C から無限長サイズのバルクデータ転送
 - アクセスリンク帯域を使い切る
 - long - lived コネクション
- D からランダムな間隔ごとに 30 KB のデータ転送
 - シミュレーション開始 100 秒後
 - 合計 100 回
 - short - lived コネクション
- 評価指標
 - short - lived コネクション
 - コネクション確立時間
 - データ転送時間
 - アクセスリンクの利用率
 - ラストホップルータのキュー長

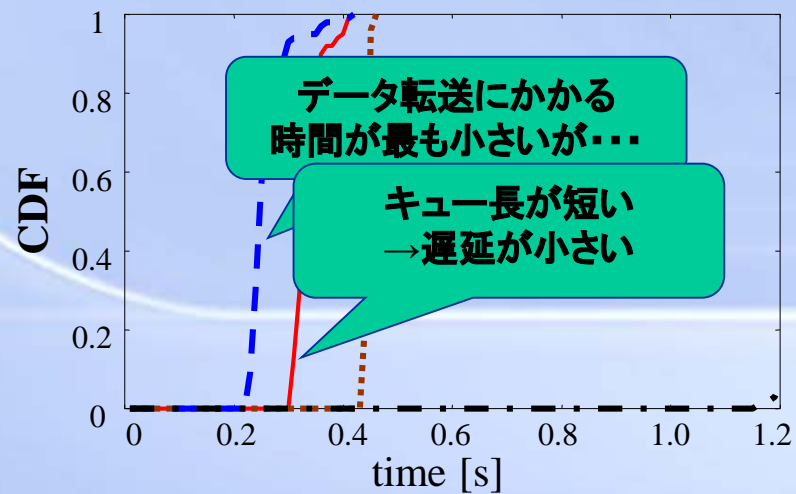


性能評価～ シミュレーション結果 ～

short-lived コネクション確立時間



short-lived コネクションのデータ転送時間

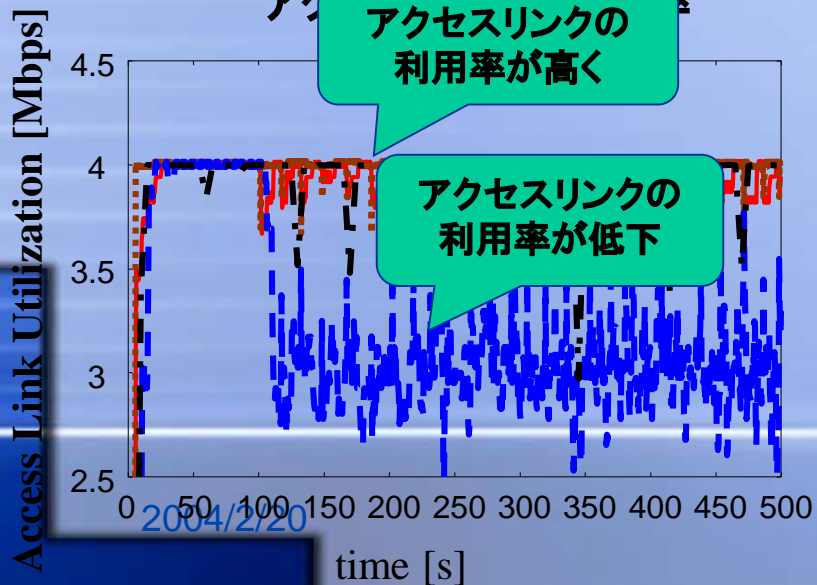


提案方式

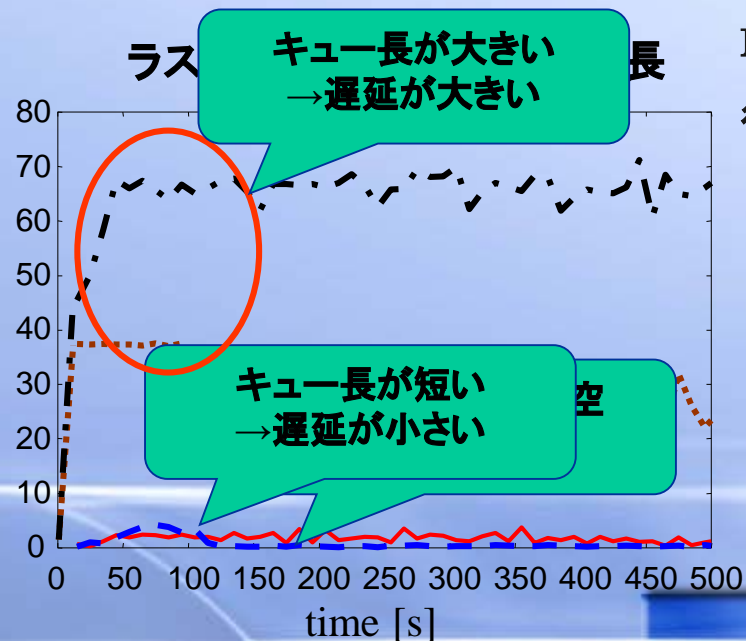
Spring

Mehra

従来方式



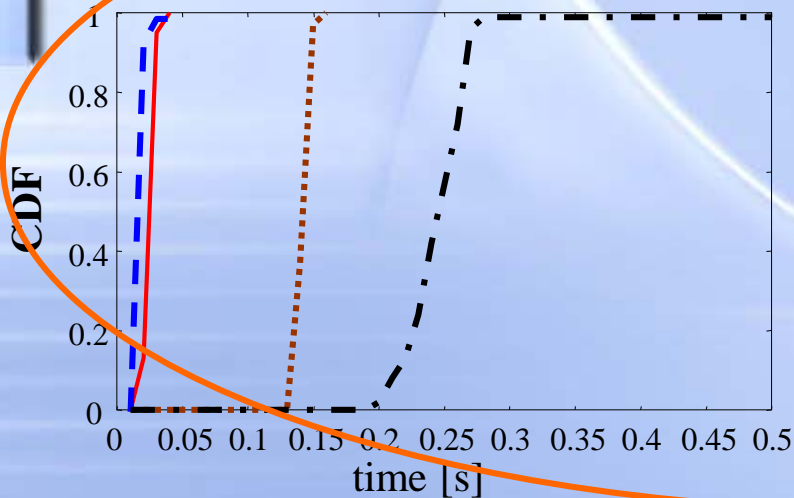
Average Queue Length [packets]



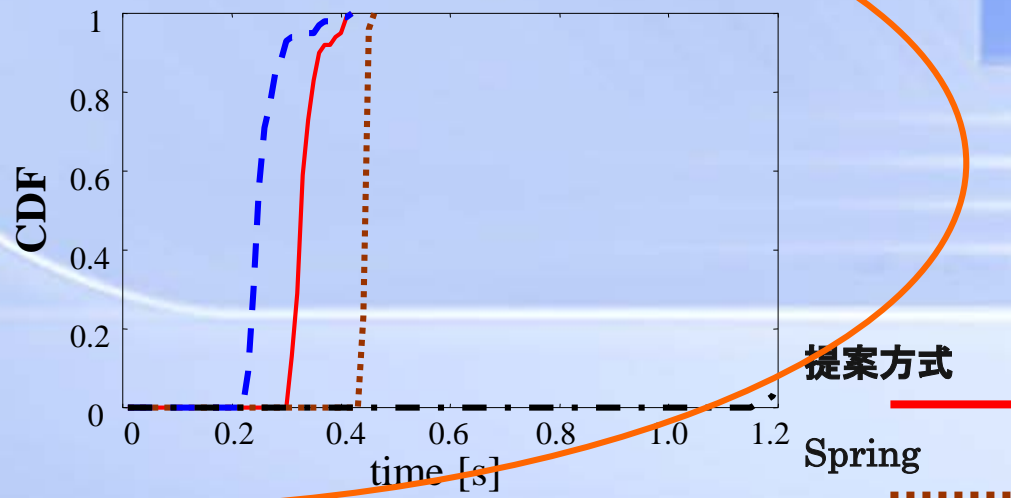


性能評価～シミュレーション結果～

short-lived コネクション確立時間



short-lived コネクションの
データ転送時間



提案方式

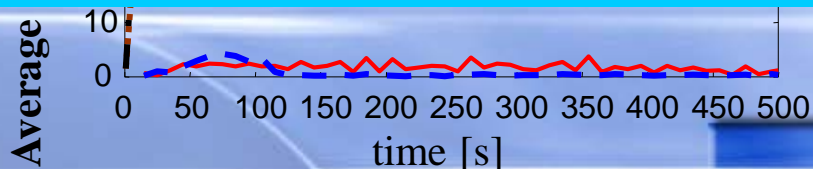
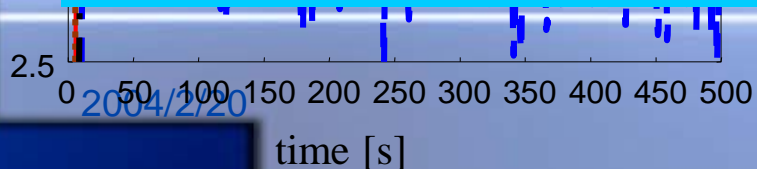
Spring

Mehra

方式

- 優先順位に応じて受信バッファを割り当てること
によって、
 - short-lived コネクションの確立時間とデータ
転送時間が向上

Access Link Utilization [Mbps]

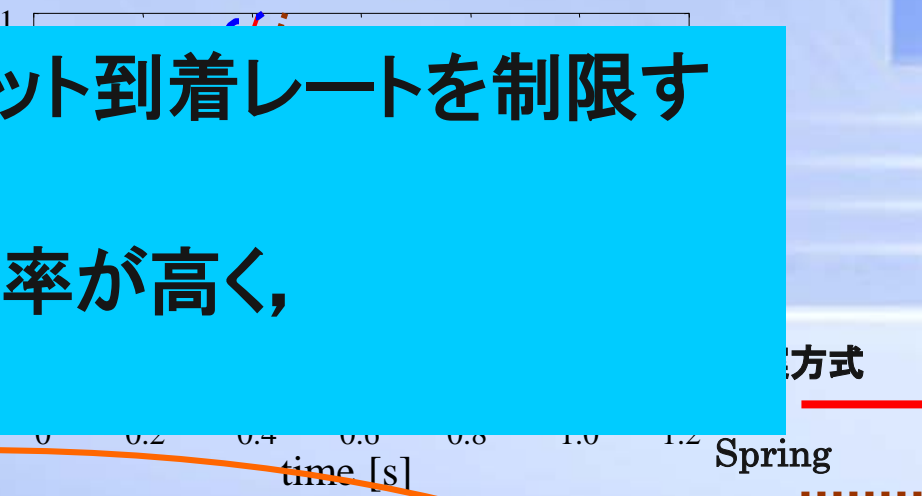
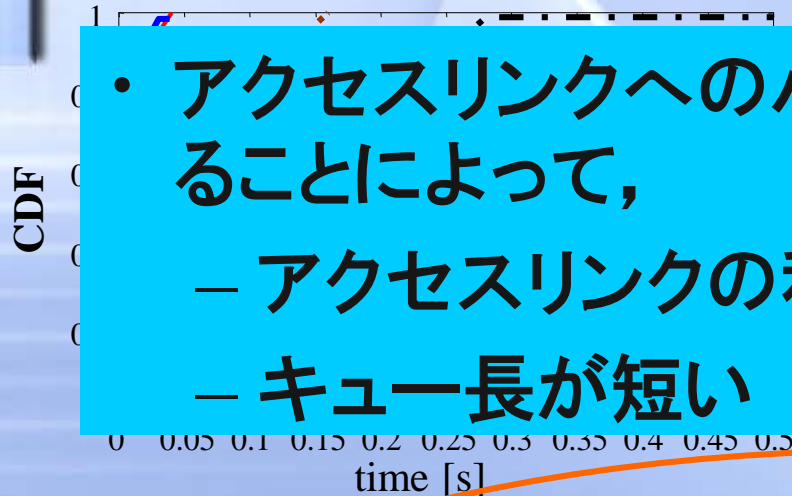




性能評価～ シミュレーション結果～

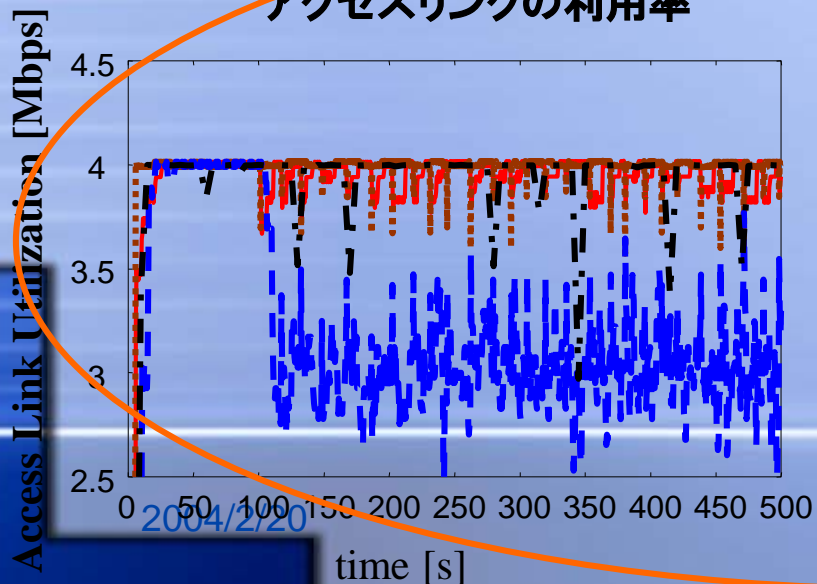
short-lived コネクション確立時間

short-lived コネクションの
データ転送時間

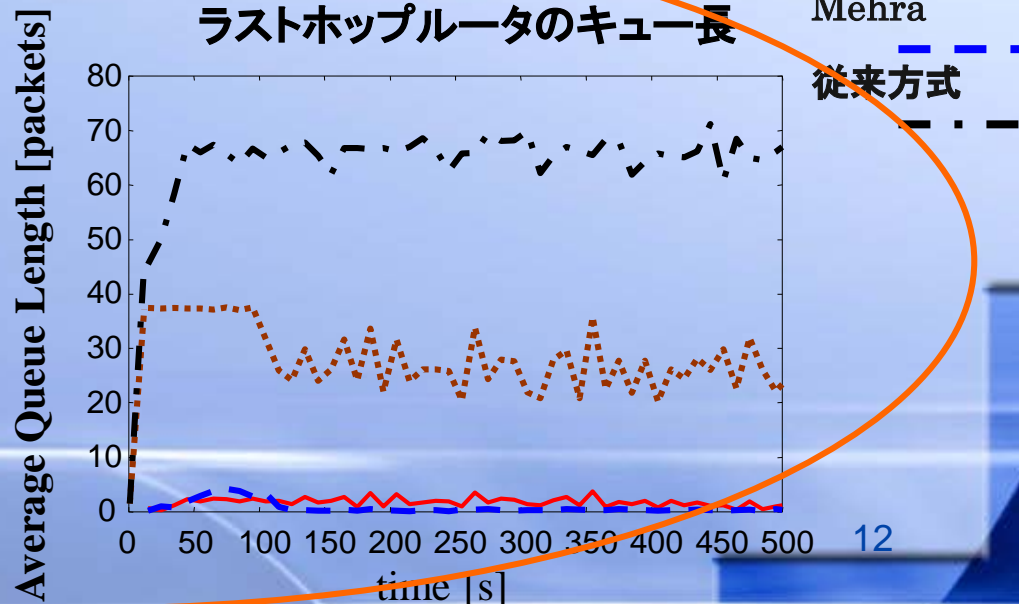


- アクセスリンクへのパケット到着レートを制限することによって,
 - アクセスリンクの利用率が高く,
 - キュー長が短い

アクセスリンクの利用率



ラストホップルータのキュー長



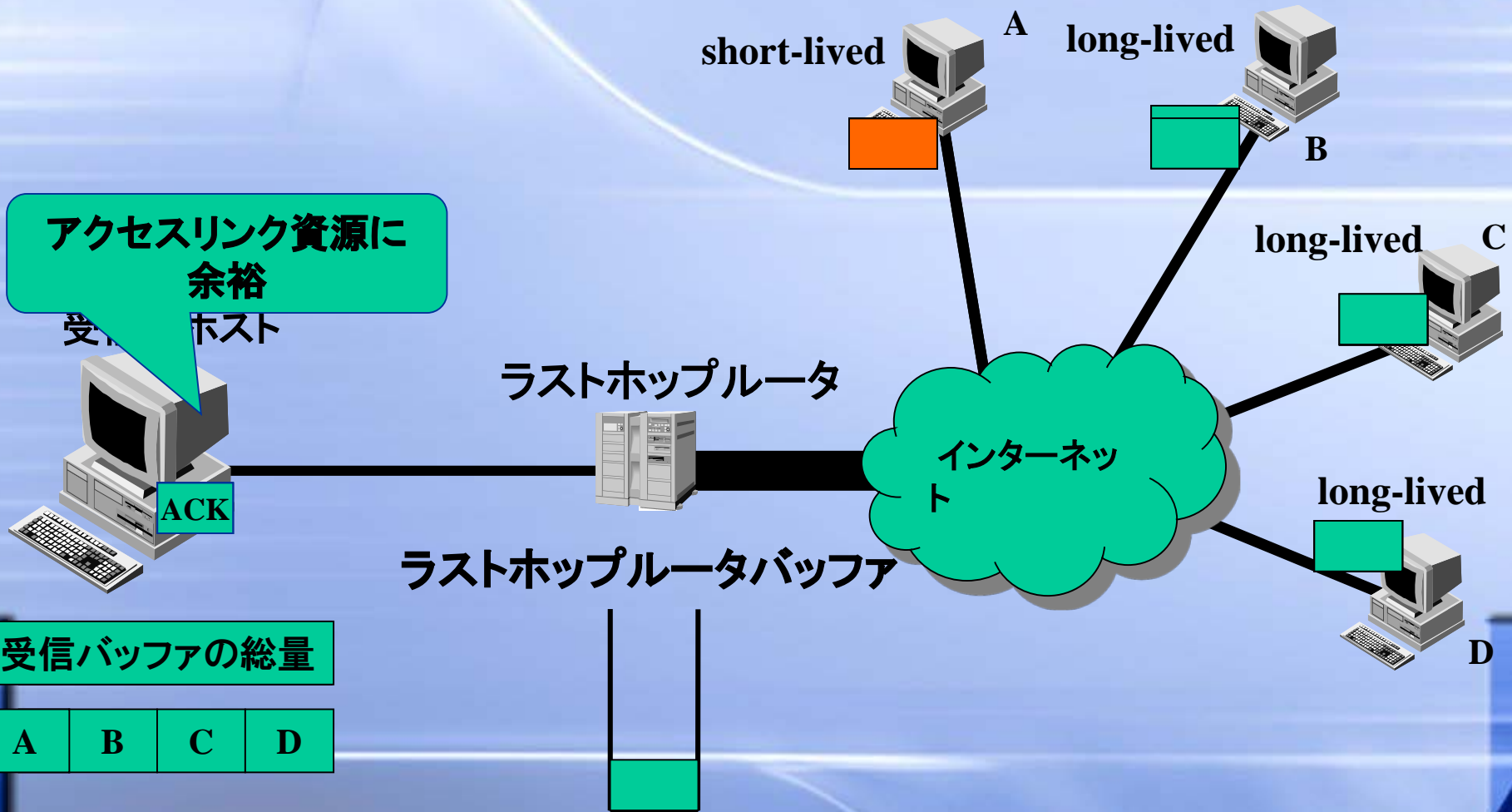


まとめと今後の課題

- **まとめ**
 - **アクセスリンク資源管理方式を提案**
 - アクセスリンクにおける輻輳の回避
 - 各 TCP コネクション, アプリケーションの特徴を反映
 - 関連研究との性能比較によって提案方式の有効性を確認
 - **統合方式を提案**
 - ボトルネックが動的に変化するネットワークへの対応
 - エンドホスト資源管理方式との統合
 - シミュレーションによって有効性を確認
- **今後の課題**
 - **実ネットワーク上での実装実験による性能評価**



提案方式の適用イメージ





提案方式の適用イメージ ～ 輻輳時 ～

