

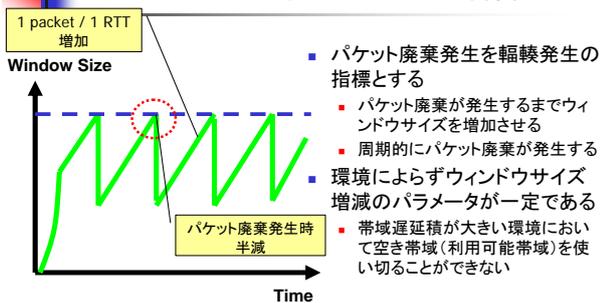
## インライン計測に基づく TCP 輻輳制御方式の 実ネットワークにおける性能評価

大阪大学大学院 情報科学研究科  
児玉 瑞穂  
m-kodama@ist.osaka-u.ac.jp

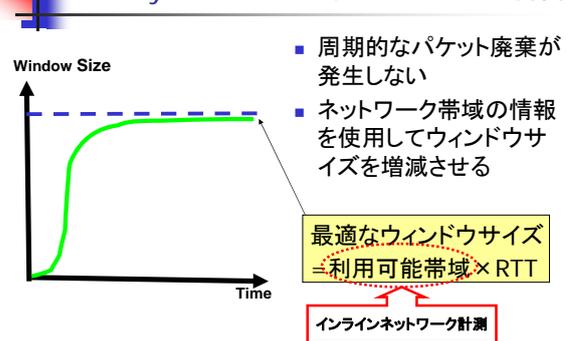
## 発表の流れ

- 研究背景
  - 従来のTCPの輻輳制御方式の問題点
- TCP Symbiosis
  - インラインネットワーク計測
  - 生物の個体数増加モデルの適用
- 実験評価結果
  - 大阪-東京インターネット環境
  - 大阪-米国西海岸インターネット環境
  - 他の高速TCPとの比較
- まとめと今後の課題

### 従来の手法: TCP Reno のウィンドウサイズ制御



### 改善手法: TCP Symbiosisのウィンドウサイズ制御



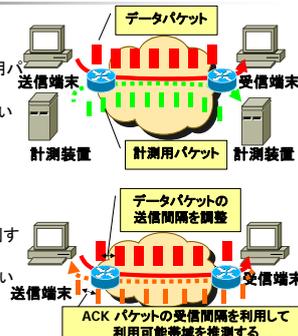
## ネットワーク帯域計測手法

### 従来の計測手法

- データパケットとは別に計測用パケットを送出する
  - ネットワークへの影響が大きい
  - 計測にかかる時間が長い

### インラインネットワーク計測

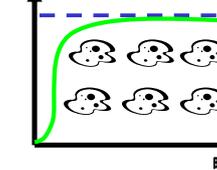
- 計測用のパケットが必要ない
- データパケットを使用して計測する
  - ネットワークへの影響が少ない
  - 計測にかかる時間が短い



## 数理生態学モデル ロジスティック増殖モデル

### ロジスティック増殖モデル

- ある限られた領域の中で生息している1種の生物の個体数Nの変化を表す
- 個体数の上限となる環境容量Kが存在する

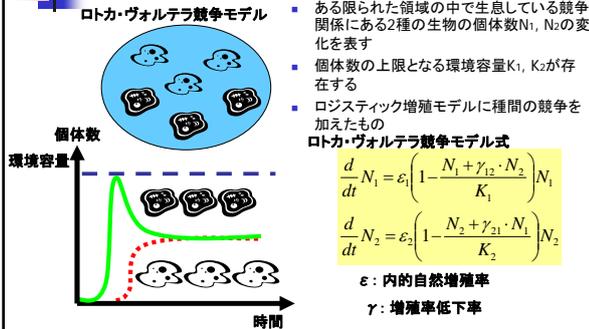


ロジスティック増殖モデル式

$$\frac{d}{dt} N = \varepsilon \left( 1 - \frac{N}{K} \right) N$$

$\varepsilon$ : 内的自然増殖率

## 数理生態学モデル ロトカ・ヴォルテラ競争モデル



## TCP Symbiosisのウィンドウサイズ計算式

### ロトカ・ヴォルテラ競争モデル式

$$\frac{d}{dt} N_1(t) = \varepsilon \left( 1 - \frac{N_1(t) + \gamma \cdot N_2(t)}{K} \right) N_1(t)$$

$$\frac{d}{dt} N_2(t) = \varepsilon \left( 1 - \frac{N_2(t) + \gamma \cdot N_1(t)}{K} \right) N_2(t)$$

$N(t)$ : 生物の個体数  
→ $w(t)$ : データ転送速度

$K$ : 環境容量  
→ボトルネックリンク帯域

多種の個体数  
→ $K-A$  ( $A$ : 利用可能帯域)

種間の競争  
→コネクション間の競争

### TCP Symbiosis のウィンドウサイズ計算式

$$w_i(t) = \frac{w_i(0) \cdot e^{-\varepsilon \left( 1 - \frac{A}{K} \right) t}}{e^{-\varepsilon \left( 1 - \frac{A}{K} \right) t} - 1} \{ K - \gamma(K-A) \} \tau_i$$

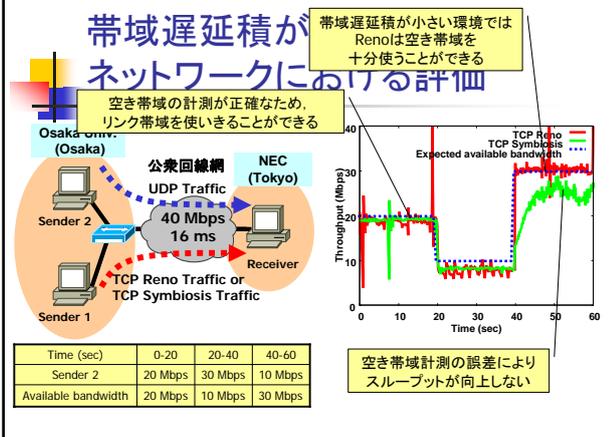
## 研究の目的と内容

- TCP Symbiosis の性能評価は、コンピュータシミュレーションのみで行われている
  - ネットワーク計測を用いる手法は、公衆網を使った実験を通じた性能評価が不可欠
- Linux 上に実装したTCP Symbiosis を用いた性能評価
  - 実験室ネットワーク網で実験
  - 公衆回線網での実験

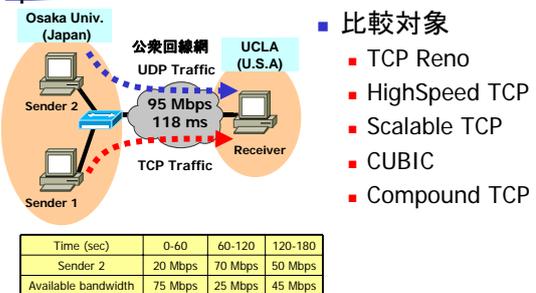
## 実験内容

- 帯域遅延積が小さいネットワークにおける性能評価
- 帯域遅延積が大きいネットワークにおける性能評価
- 他の高速TCPとの性能比較

## 帯域遅延積が小さいネットワークにおける評価

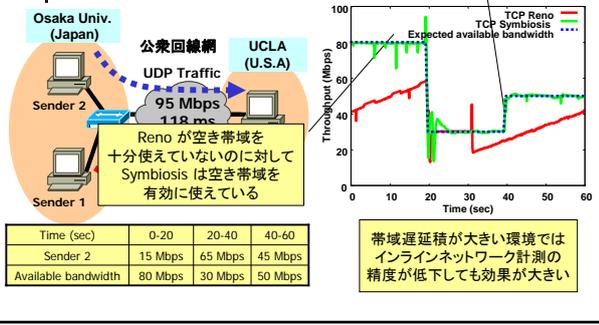


## 他の高速TCPとの比較 (実験環境)



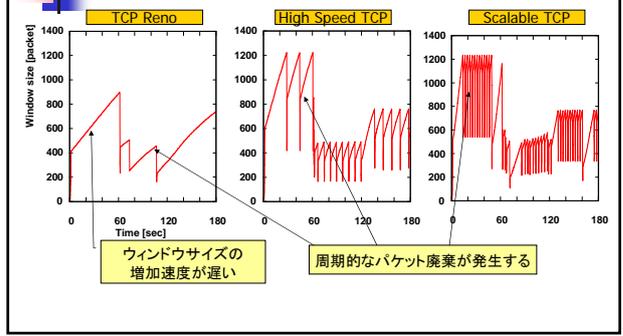
## 帯域遅延積が大きい

### ネットワーク性能評価



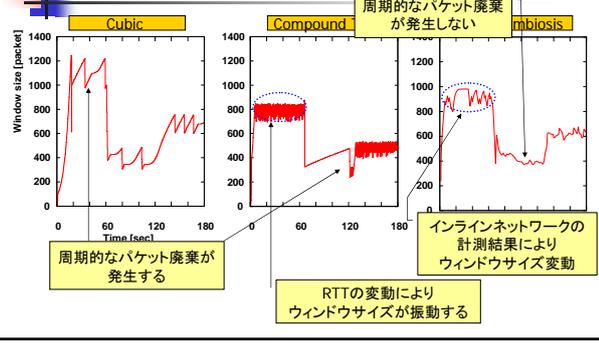
## 他の高速TCPとの比較

### (各TCPのウィンドウサイズの変化)



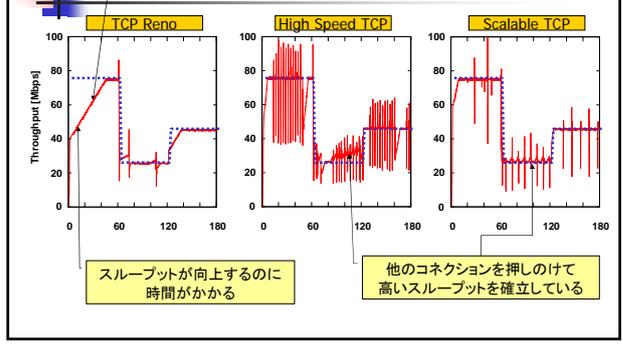
## 他の高速TCPとの比較

### (各TCPのウィンドウサイズの変化)



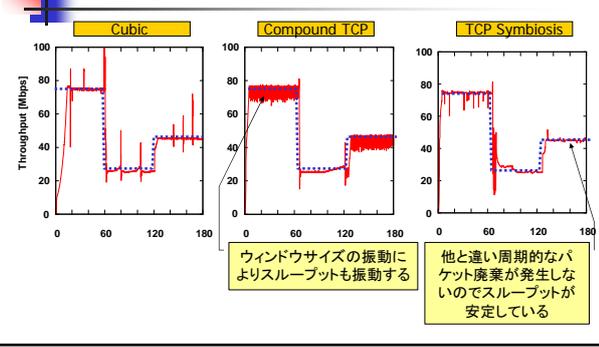
## 他の高速TCPとの比較

### (各TCPのスループットの変化)



## 他の高速TCPとの比較

### (各TCPのスループットの変化)



## まとめ

- TCP Symbiosisの実ネットワークでの実験および評価
  - インラインネットワーク計測の結果に影響を大きく受ける
  - ネットワーク帯域および遅延が大きい環境においてはインラインネットワーク計測結果の計測粒度による誤差があっても効果を発揮する
  - 周期的なパケット廃棄が発生しない
- 今後の課題
  - インラインネットワークの計測結果を効率的にフィルタリングすることによりスループットの向上