

# バックボーンルータにおける *RED*の動的閾値制御方式

長谷川 剛

大阪大学サイバーメディアセンター

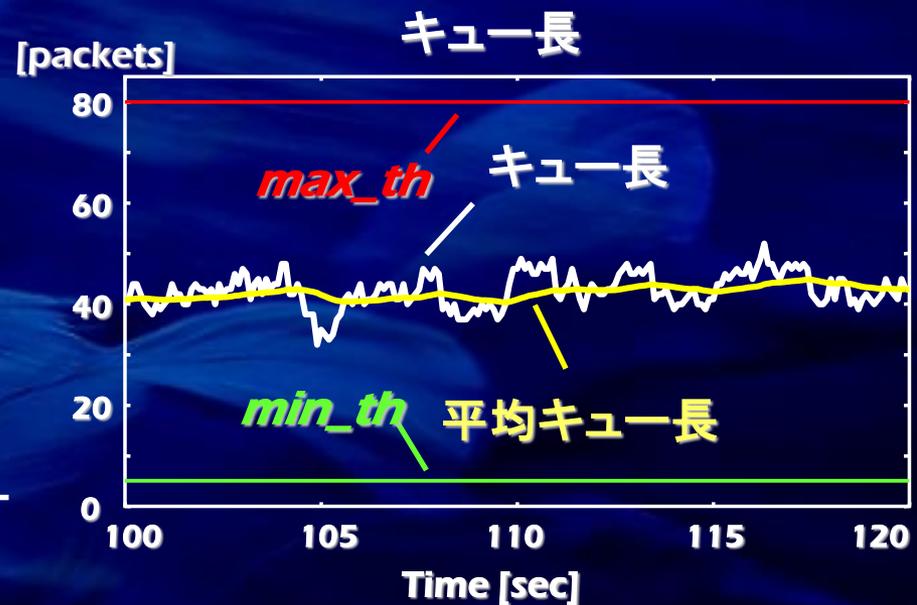
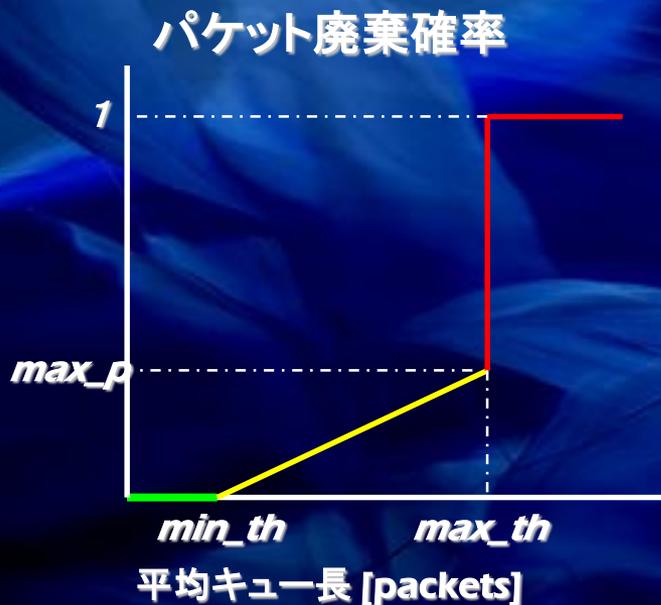
[hasegawa@cmc.osaka-u.ac.jp](mailto:hasegawa@cmc.osaka-u.ac.jp)

# 研究の背景

- インターネットの発展にともなうトラフィックの増加
- バックボーンネットワークのフローの増加
  - TCPスループットの低下
  - フロー間の公平性の悪化
- **REDルータによる性能改善**

# RED (Random Early Detection)

- 確率的なパケット廃棄によってバッファ溢れを回避
- キュー長を  $max\_th$  と  $min\_th$  の間に維持



# REDに関するこれまでの研究

- スループットに着目した検討
- 少ないフロー(コネクション)数を想定

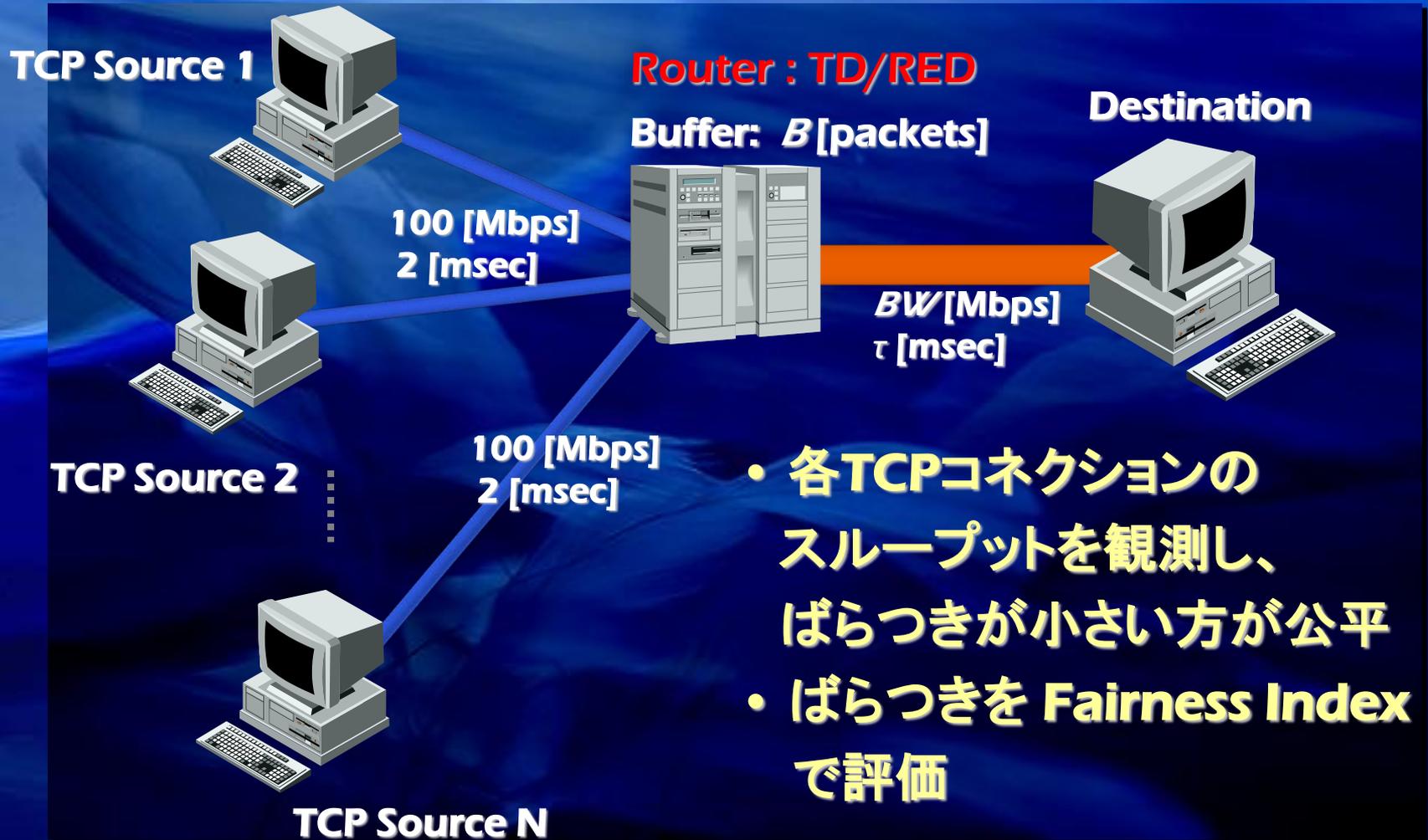


- フロー間の公平性
- フロー数の多い場合の評価

# 研究の目的

- フロー数が多い環境での公平性の評価
- REDとTail Dropとの比較評価
- REDのパラメータ設定の問題点を指摘
- dt-REDの提案
  - REDの動的なパラメータ設定方式
- 提案方式の評価

# ネットワークモデル



# 公平性の指標

- Fairness Index
- 0から1の間で、1に近いほど公平

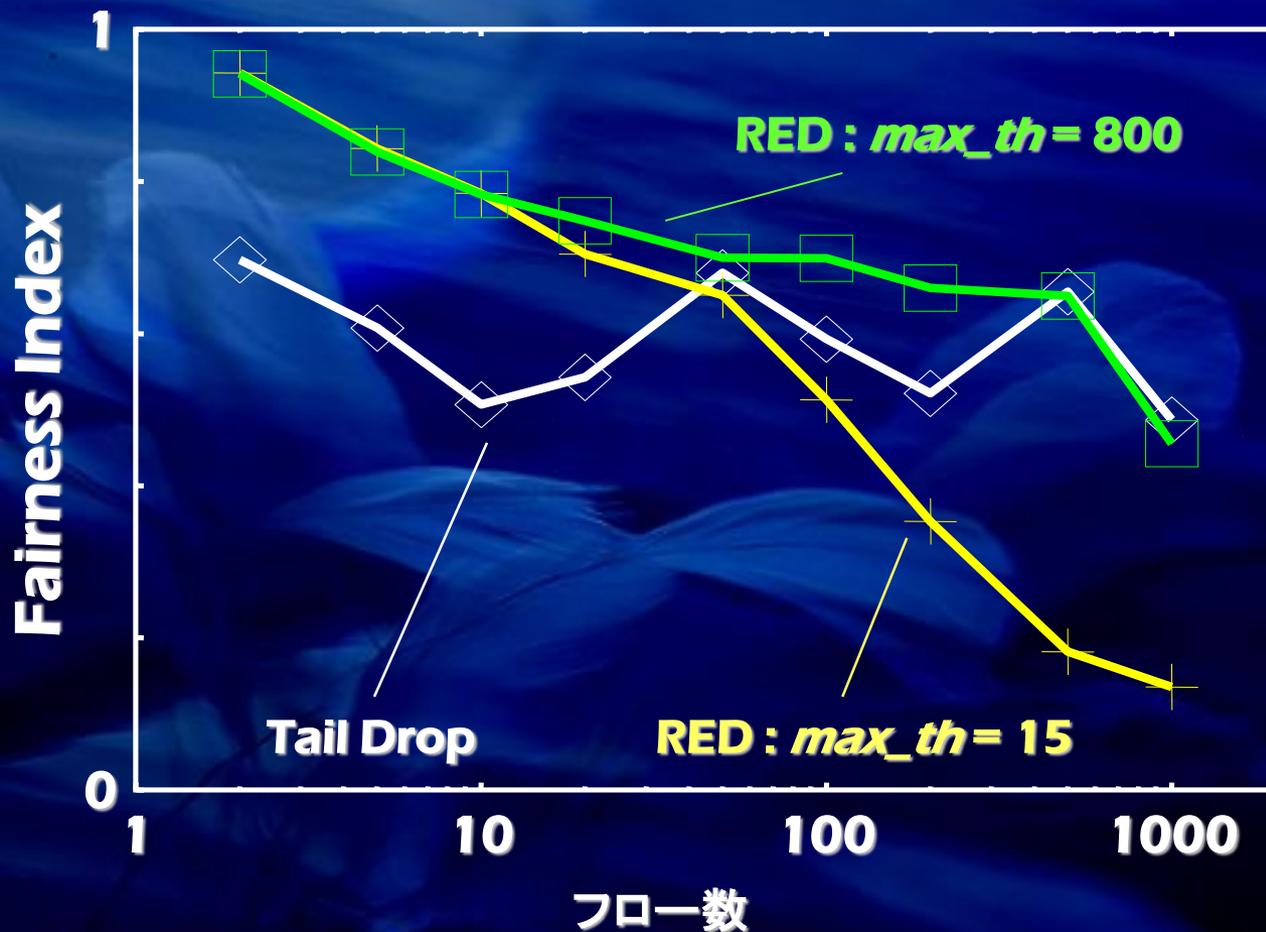
$$f = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n \sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (1 \leq i \leq n)$$

$n$  = TCPコネクションの数

$x_i$  = 各TCPコネクション $i$ のスループット

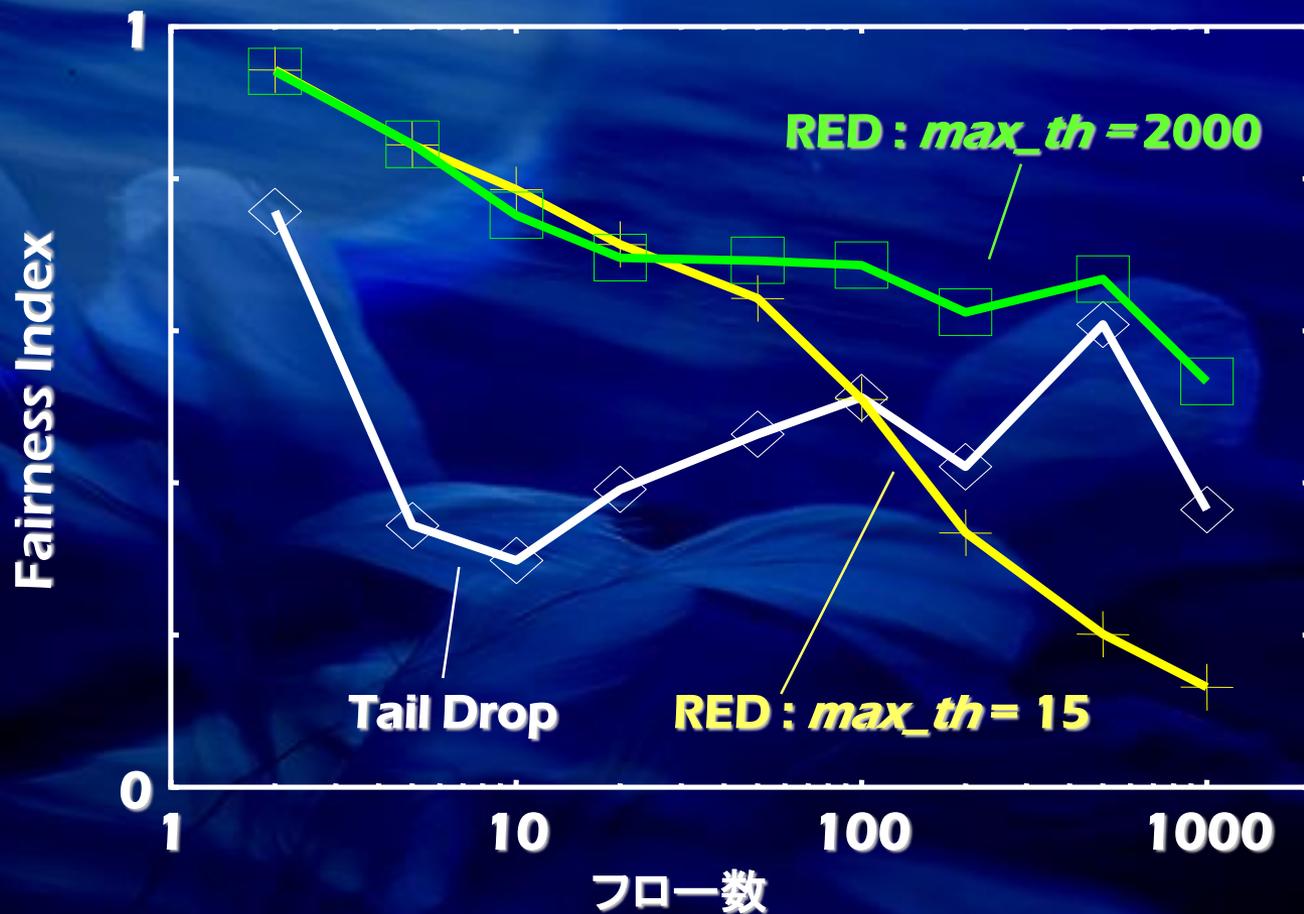
# 公平性の比較評価

$BW = 1.5$  [Mbps],  $\tau = 4$  [msec],  $B = 1000$  [packets]



# 公平性の比較評価

$BW = 1.5$  [Mbps],  $\tau = 4$  [msec],  $B = 10000$  [packets]



# REDの公平性

- 推奨パラメータでは、特にフロー数が多い場合に公平性が悪化
- バッファサイズに応じて *max\_th* 等のパラメータを調節することで、公平性は向上
- フロー数、帯域等によって適切なパラメータは変化

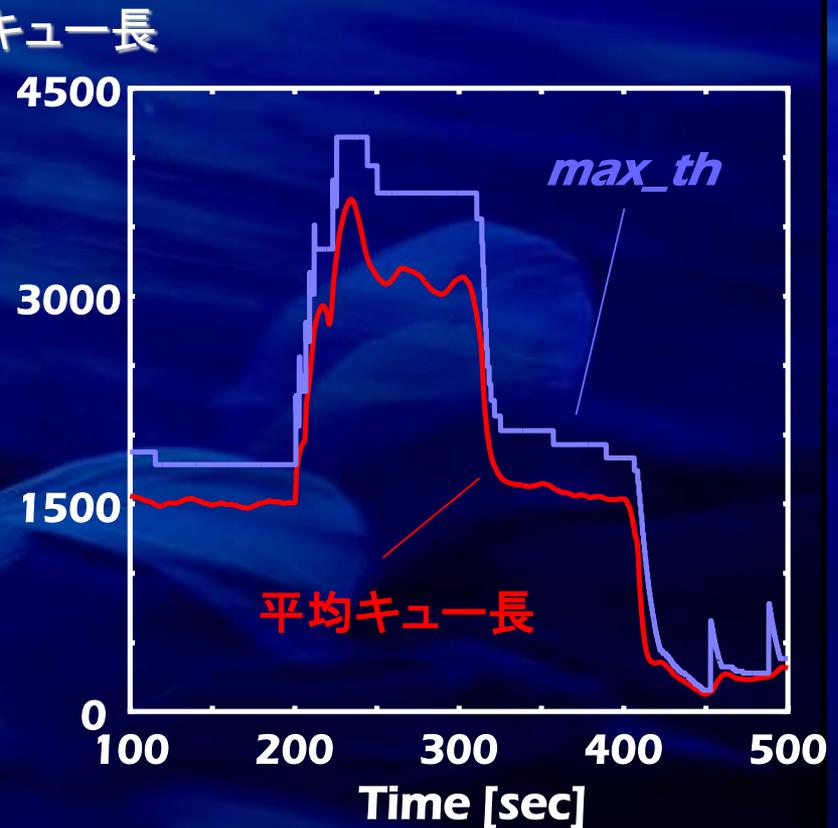


- 静的なパラメータ設定は困難

# dt-RED

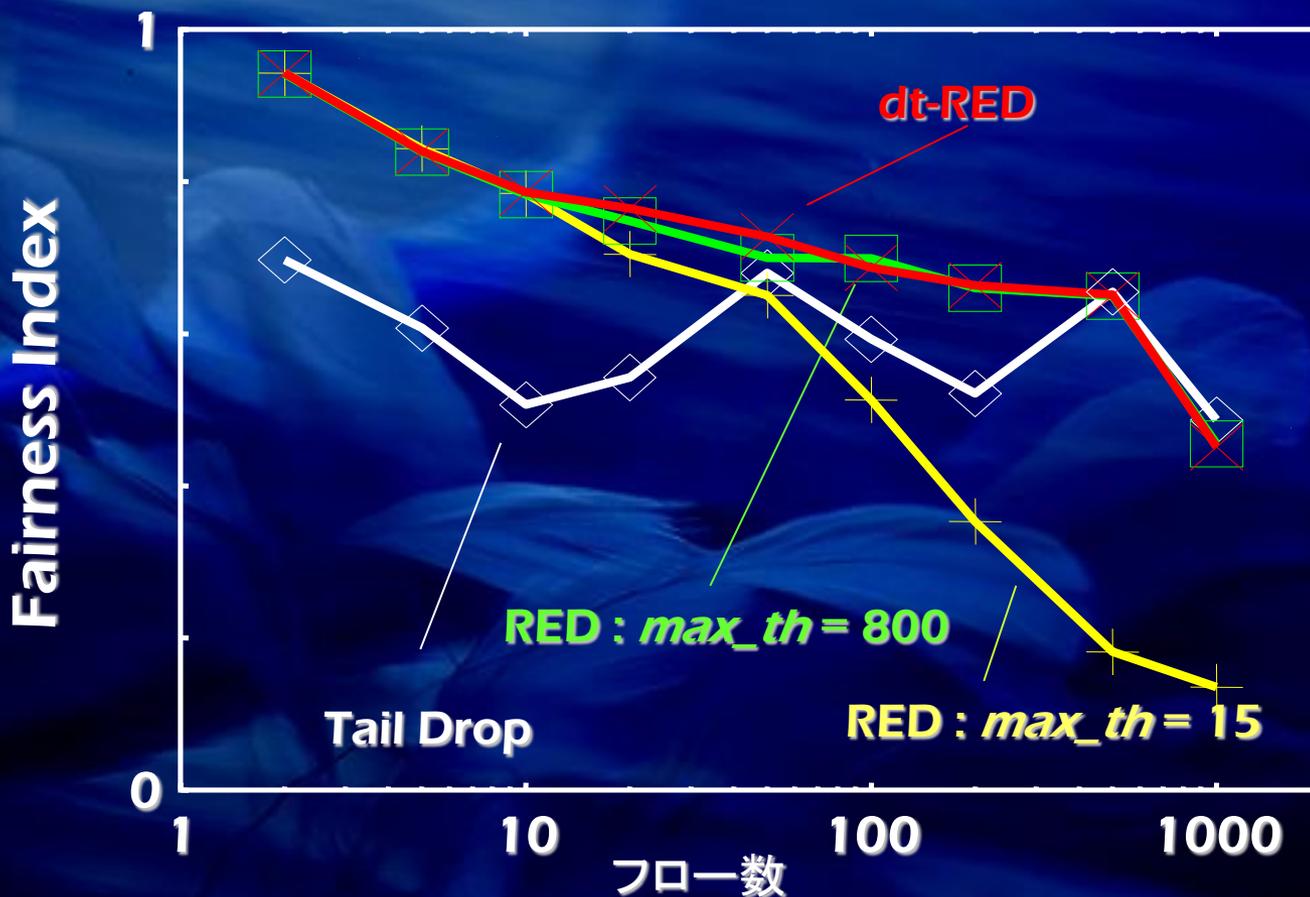
(RED with dynamic threshold control)

- 閾値  $max\_th$ ,  $min\_th$  を平均キュー長に合わせて動的に調節
- 平均キュー長が常に2つの閾値の間になるようにコントロール
- バースト的なパケット廃棄を防ぐ



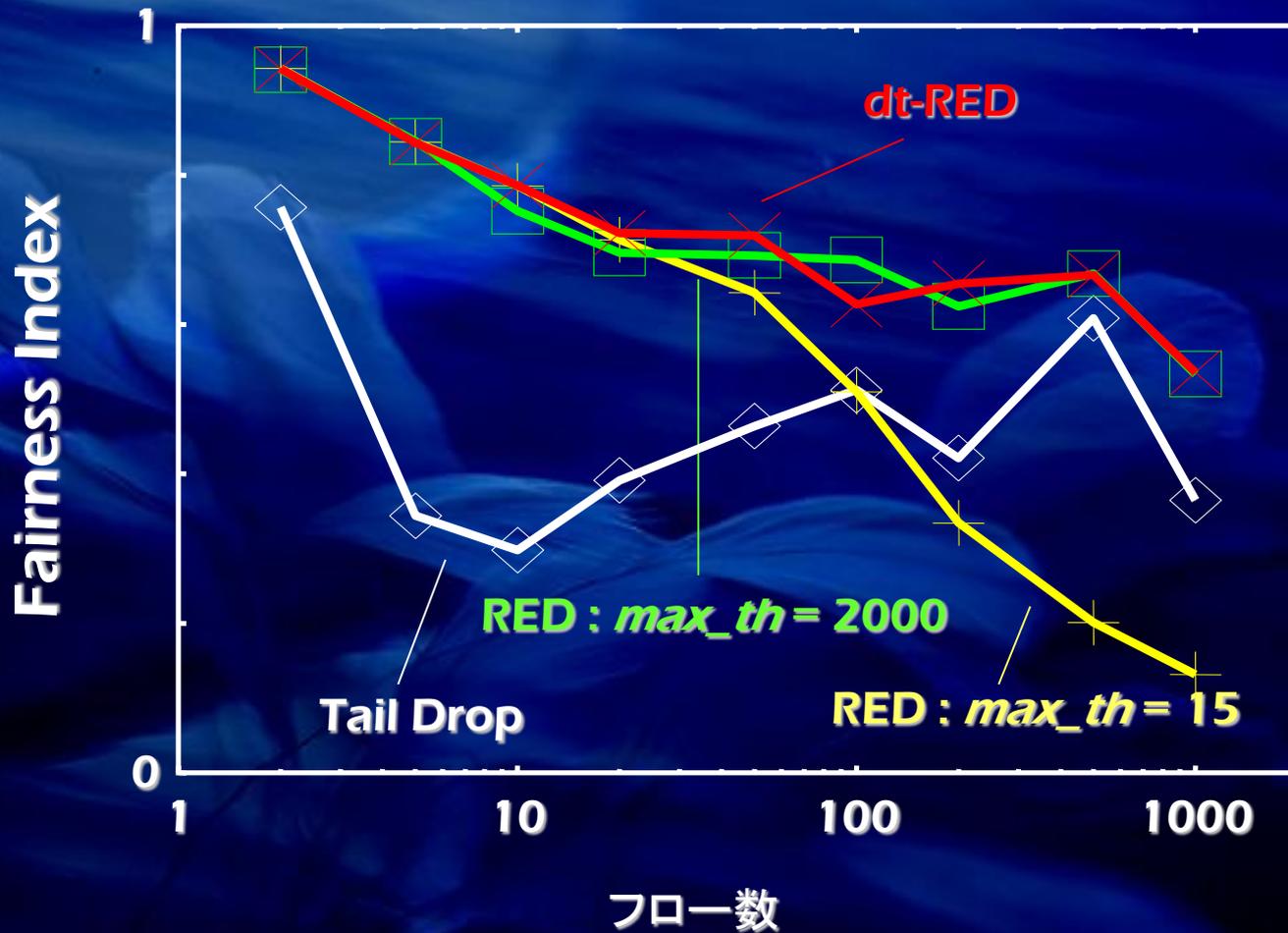
# 提案方式の評価

$BW = 1.5$  [Mbps],  $\tau = 4$  [msec],  $B = 1000$  [packets]



# 提案方式の評価

$BW = 1.5$  [Mbps],  $\tau = 4$  [msec],  $B = 10000$  [packets]



# dt-REDの特長

- REDに比べて高い公平性を示すわけではない
  - REDがもっとも高い性能を示すパラメータ領域へ移動する
- REDのパラメータ調整の困難さを解消
  - 1つのパラメータセットで、さまざまなネットワーク環境に対応可能

# まとめと今後の課題

- REDでのTCPフロー間の公平性を評価
- REDのパラメータ設定の困難さ
- REDの動的パラメータ設定方式の提案
  - パラメータ設定の困難さを解消
- 今後の課題
  - さらなる性能改善
  - 他のバッファ制御方式との比較評価
  - 各フローの環境が異なる場合の評価