

TCPデータ通信との公平性を考慮した  
輻輳適応能力を有する  
MPEG動画像通信のための品質調整機構

Dynamic Quality Adaptation Mechanisms  
for TCP-friendly MPEG Video Transfer

大阪大学 大学院基礎工学研究科 情報数理系専攻  
柏原研究室 博士前期課程 2年

宮林 正樹

E-mail: miyabays@ics.es.osaka-u.ac.jp

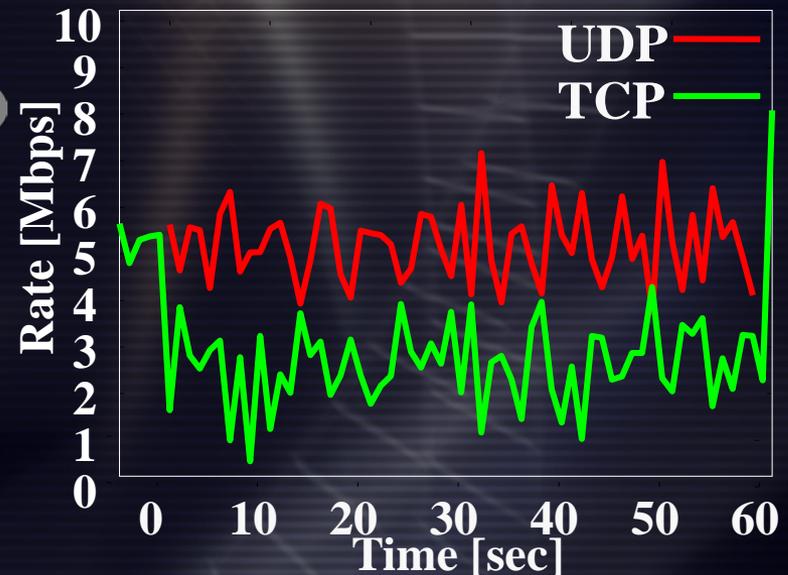
# 研究の背景

- TCP と UDP の不公平性
  - **TCP**: 非リアルタイム系データ通信
    - 輻輳制御
  - **UDP**: リアルタイム系マルチメディア通信
    - 制御なし

マルチメディア  
アプリケーションの増加

プロトコル間  
性能格差拡大

## TCP, UDP混在時



# 研究の目的

- 狭帯域なネットワーク上でTCPデータ通信と公平かつ高品質な動画像通信の実現
  - TCP データ通信との公平性
    - TFRC (TCP-Friendly Rate Control)
  - 狭帯域での動画像通信
    - MPEG-4 FGS (Fine Granular Scalability)



動画像品質調整手法の提案



# TCP-friendlyを実現するレート制御

- TCP-friendly の定義
  - 同一ネットワークパス上における, non-TCP と TCPのスループットが等しいこと
- TFRC (TCP-Friendly Rate Control) [2]
  - ネットワーク状態に応じて、UDPのデータ転送量を調整
  - TCP と公平かつ TCP より安定した通信を実現

[2]: S. Floyd, M. Handley, J. Padhye, and J. Widmer, “Equation-based Congestion Control for Unicast Applications: the Extended Version,” Technical Report TR-00-003, International Computer Science Institute, March 2000.

# TFRC レート制御手法

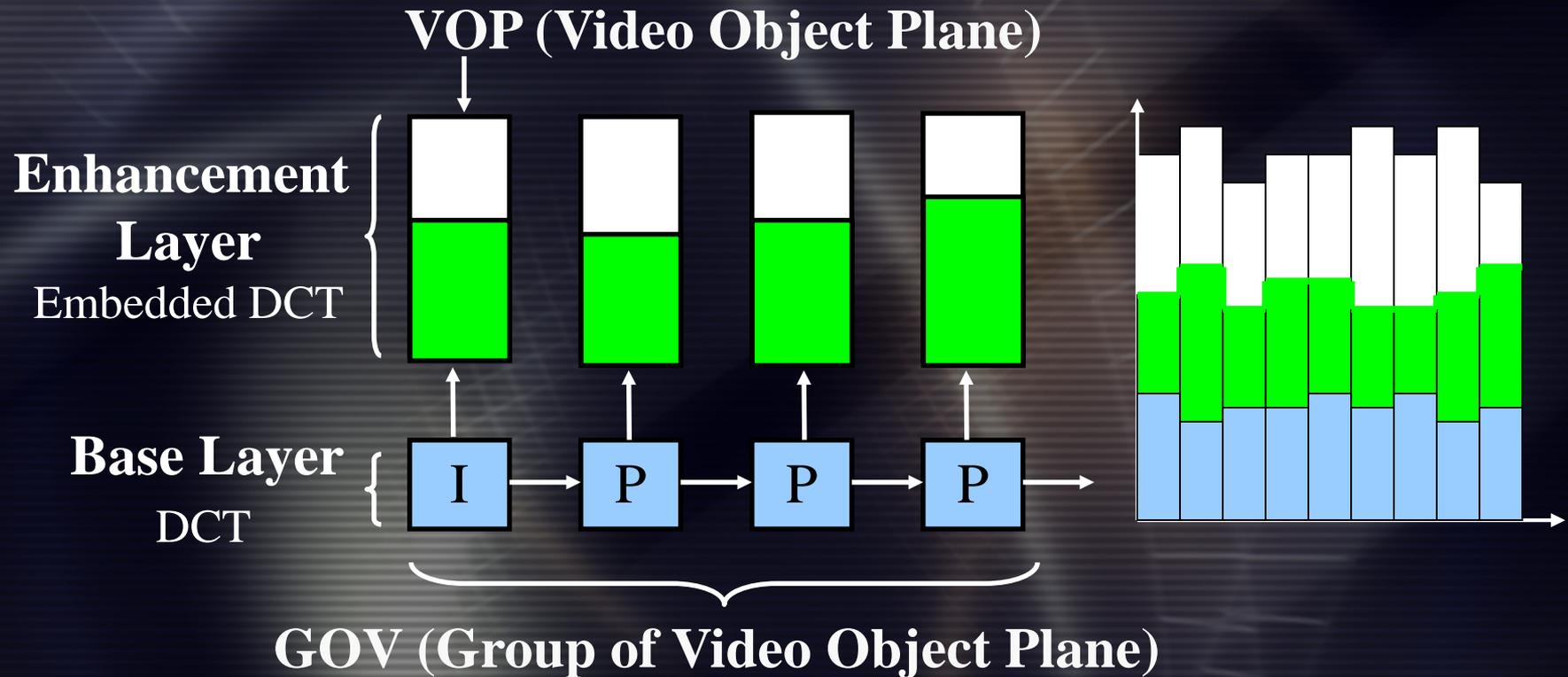
1. ネットワークの状態推定
  - RTT, パケット棄却率  $p$
2. TCP コネクションのスループット  $r_{TCP}$  予測

$$r_{TCP} \approx \frac{MTU}{RTT \sqrt{2p/3 + T_o} (3 \sqrt{3p/8}) p (1 + 32p^2)}$$

3. データ送出レートの設定



# MPEG-4 FGS 動画像の基本構造



- 帯域変動への適応力に優れている
- 上位レイヤデータの棄却が他のVOPに波及しない

# TFRC レート制御の 動画像通信への適用

- TFRCレート制御コネクション上で  
動画像データ転送

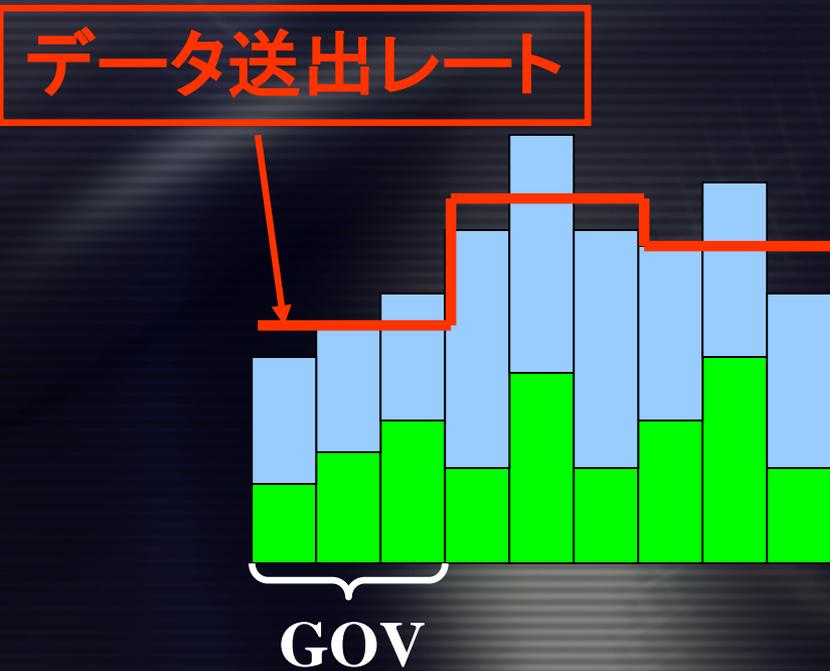


- TCPと公平に帯域を分け合う通信を実現

しかし

- TFRC: レート制御が上位のアプリケーションに  
与える影響を考慮していない
  - 動画像品質変動が激しくなるなどの問題発生

# FGSのための動的品質調整手法



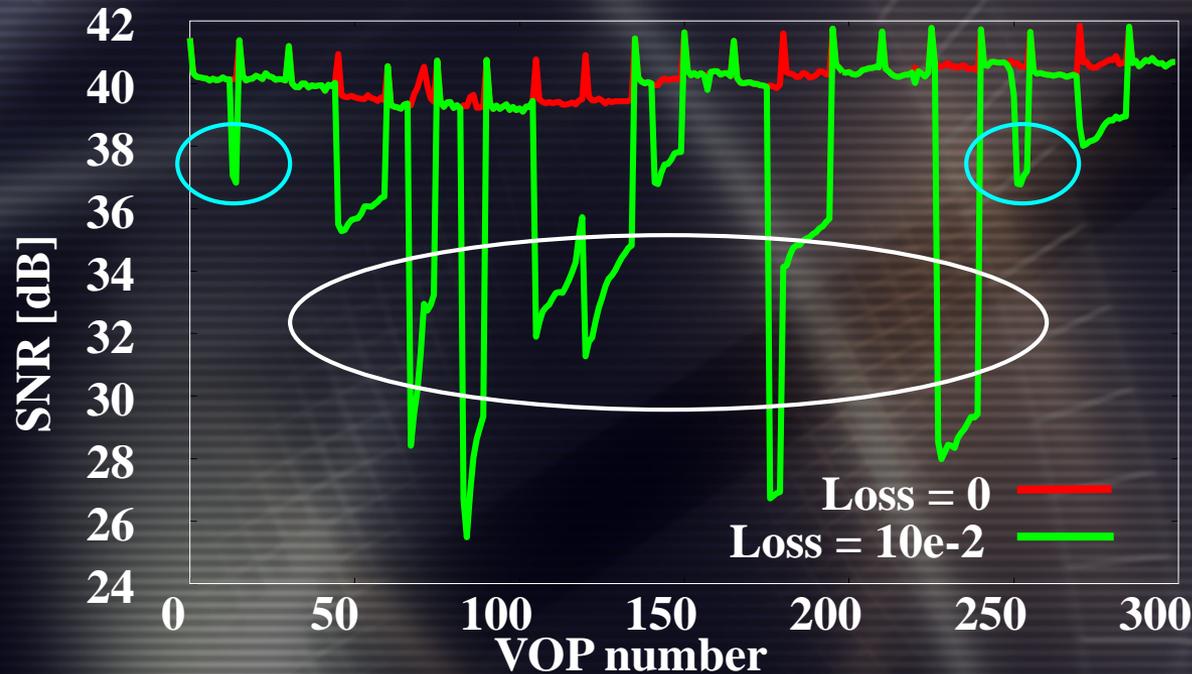
## G-G smooth

- GOVを単位とした制御
- TCPデータ通信と公平に帯域を共有
- 高品質かつ安定した動画像通信を実現



パケット棄却の発生により  
動画像品質に影響が及ぶ

# パケット棄却による画質劣化

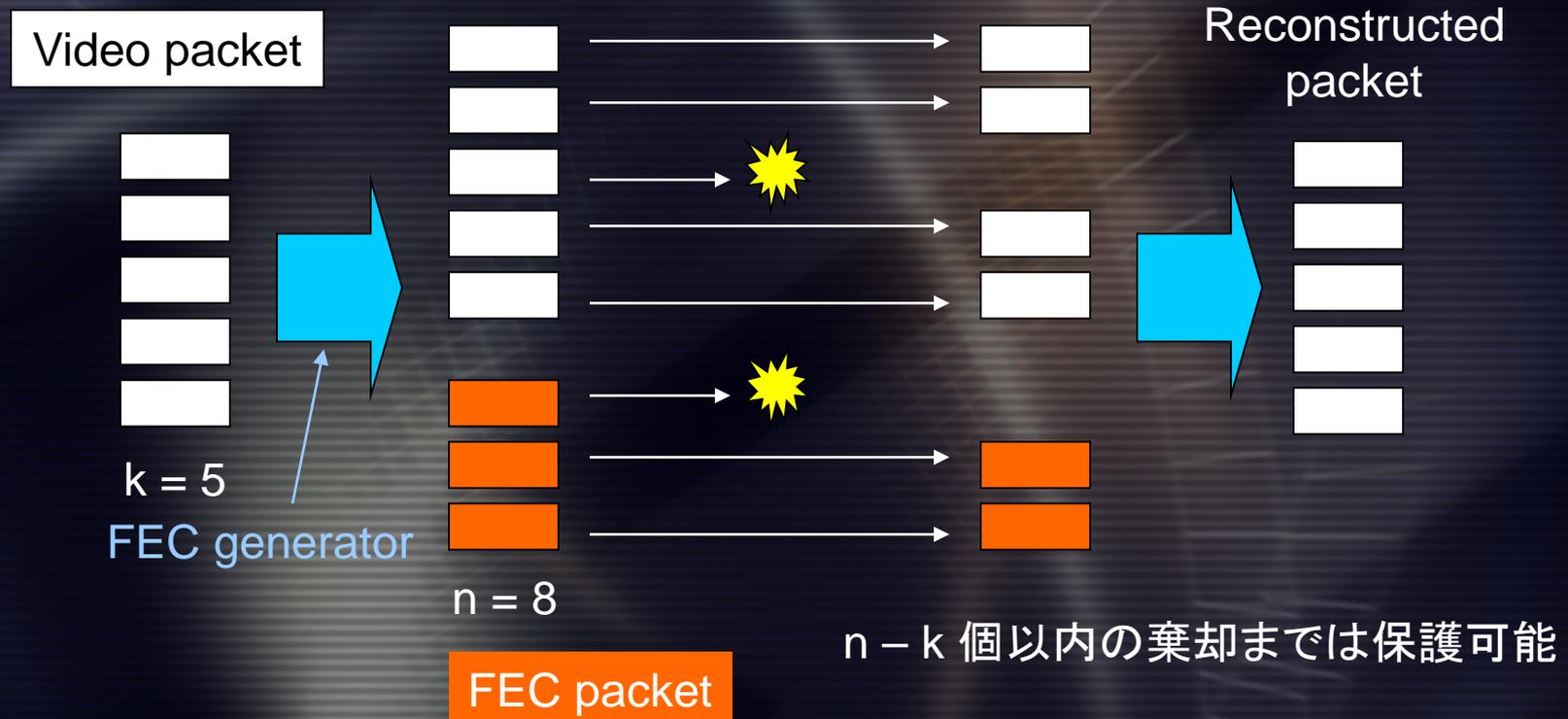


- パケット棄却発生
  - 基本レイヤが失われると、低品質な期間が続く
  - 上位レイヤが失われると、瞬間的な画質劣化が発生



**FECによるパケット棄却の影響を抑制**

# FEC (Forward Error Correction)



- 許容できるパケット棄却率(目標棄却率)を達成するように冗長度を決定

# 冗長度の影響

- 冗長度の割合

– 多い



- 動画像データに割り当てられるデータ量が減少する.
- 動画像の画質が低下する.

– 少ない

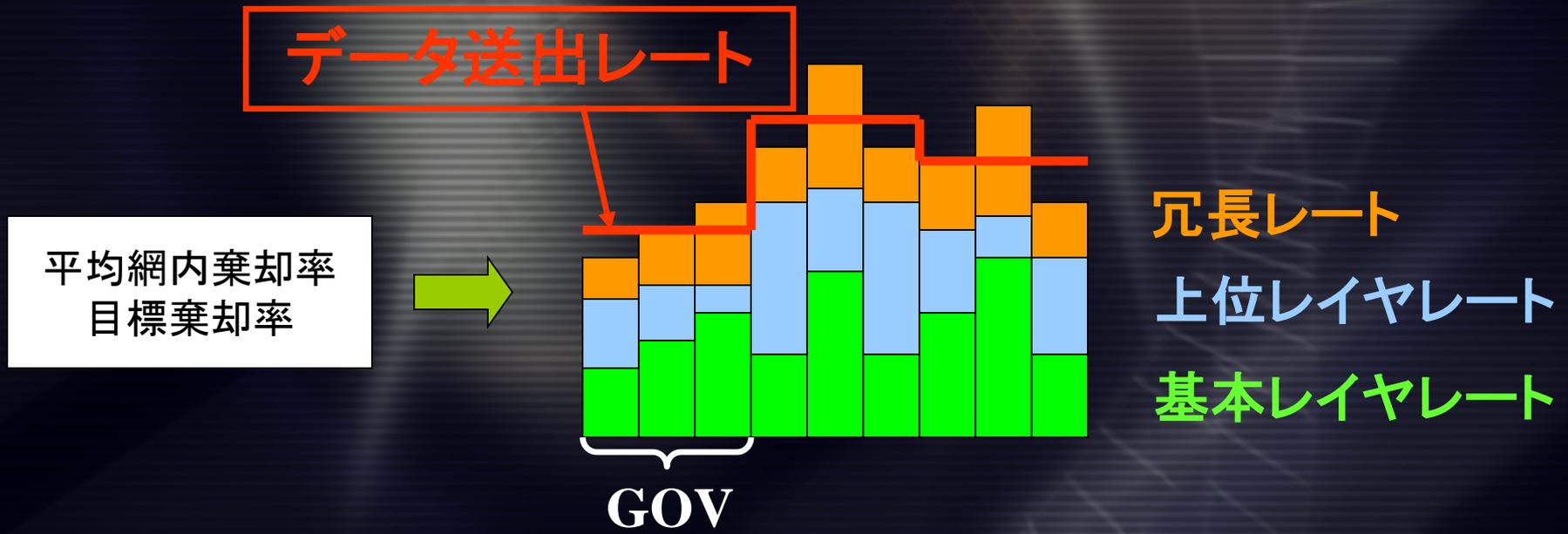


- 棄却による動画像データへの影響が大きくなる.
- 画質変動が激しくなる.

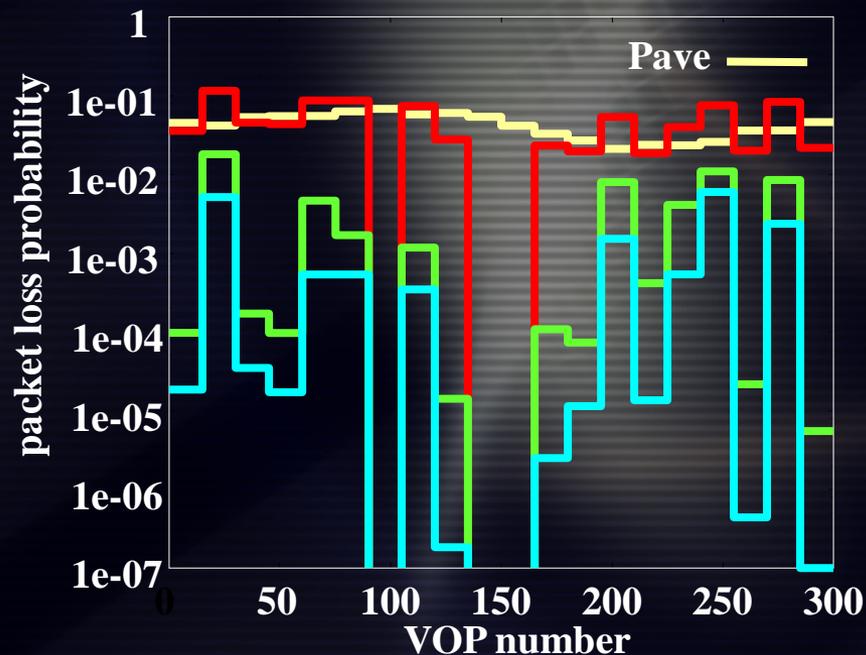
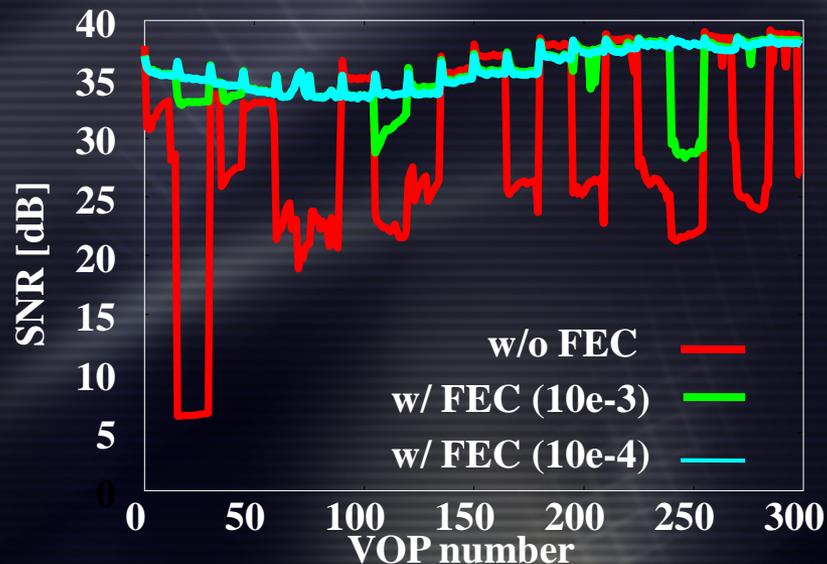


# 動的品質調整手法

- TFRCからのフィードバック情報よりGOV開始時にデータ送出レートを決定
- 平均網内パケット棄却率を算出
- 目標パケット棄却率を達成するための冗長度を決定
- 残余帯域にあわせて動画像データを生成, 送出



# 提案手法の有効性評価



- 棄却が発生しない時は画質が低くなる
- 動画像データに対する棄却率が大きく下がる
- 棄却による画質劣化を抑制でき、緩やかな画質変動



- 目標棄却率=10e-4に設定することで、高品質かつ安定した動画像通信が実現可能

# まとめと今後の課題

- まとめ
  - TCP と公平かつ高品質な MPEG-4 動画像通信を実現するため
    - パケット棄却の影響に関する検討
    - FECを用いた動的品質調整手法の提案とシミュレーションによる評価
- 今後の課題
  - 動画像レート制御のスムージング遅延
  - さらに効果的な品質調整