



# 動画像品質調整可能なプロキシキャッシュ のためのキャッシングメカニズム

大阪大学 大学院 基礎工学研究科 情報数理系専攻

宮原研究室 博士前期課程1年

笹部昌弘



# 研究の背景

---

- コンピュータの高性能化
- アプリケーションのマルチメディア化
- ネットワークの広帯域化



動画像ストリーミングサービスの増加



応答性, 画質の高い動画像配信



# 応答性を高める手段

---

## ● プロキシ技術

- WWW上で広く用いられている
- ネットワークの負荷を抑える
- データ配送遅延を小さくする



## 動画像配信システムへの適用

### 問題点

- ・動画像データは非常に大きいためファイルを単位とした取得、蓄積には適していない
- ・ネットワークへの接続形態などによって異なる動画像品質への要求をクライアントごとに考慮しなければならない

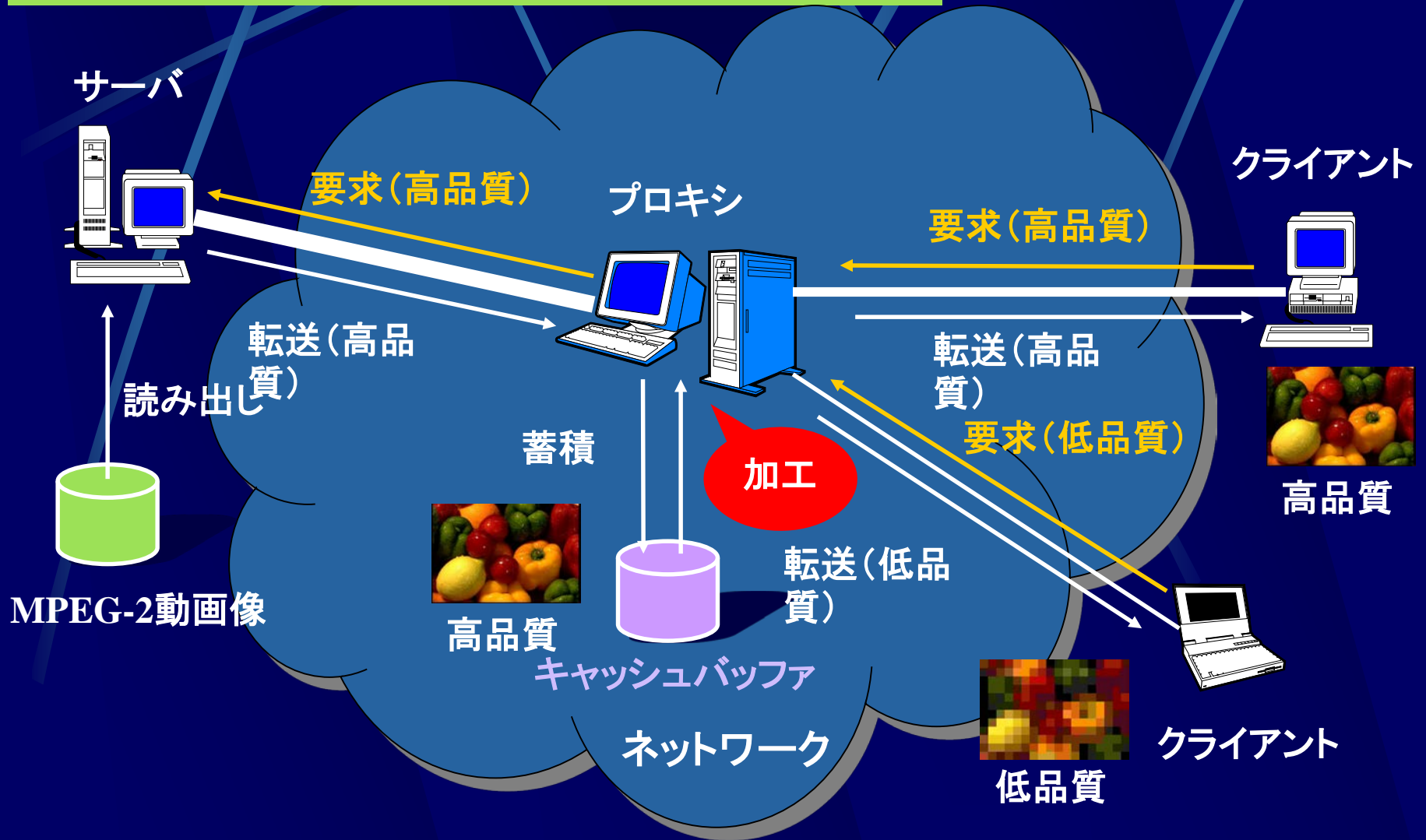


# 研究の目的

---

- 動画像品質調整機能を組み込んだ  
プロキシキャッシングメカニズムの提案
  - クライアントへの応答性の向上
  - 必要となるキャッシュバッファ容量の削減

# 動画像品質調整機能を組み込んだ プロキシキャッシュを用いた動画像配信





# 動画像配信メカニズムにおける前提

---

- MPEG-2動画像を対象
- 動画像データ通信のレート制御にはTFRC (TCP Friendly Rate Control) を用いる
- GoP (Group of Pictures)を単位としたデータ配信
- クライアントは定期的にデータ転送を要求品質とともにプロキシに要求
- 品質は量子化スケールの逆数によって表され, 平均レートと量子化スケールの関係から決定されるものとする



# 検討課題

---

- 応答性の向上（キャッシュミス発生抑制）
  - 要求品質を考慮した動画像データ取得
  - 近い将来に必要な動画像データの先読み
- 必要となるバッファ容量の削減
  - キャッシュデータの効果的な置き換え



# キャッシュミス発生時にサーバから 動画像データを取得する際の問題

---

クライアントからのデータ転送要求は定期的にプロキシに到着



要求発生間隔内で要求されたデータを転送できなければ遅延が発生してしまう



動画像データ取得の際には、クライアントの要求品質だけでなく、サーバ-プロキシ間の利用可能な帯域の状態も考慮しなければならない





# 要求品質を考慮した動画像データ取得

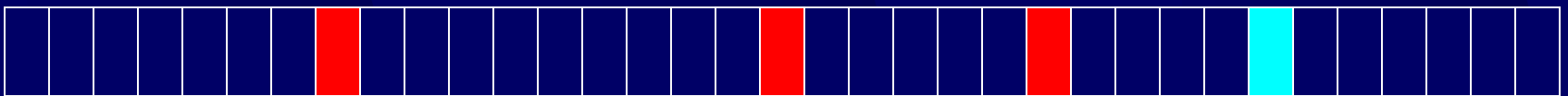
- サーバプロキシ間の利用可能な帯域が大きく、要求品質を満たせるデータを時間内に取得できる場合  
将来そのデータを参照すると予測されるクライアントを考慮し、それらの要求品質のうち最大のものを要求する

 各クライアントが参照しているGoP

動画像ストリーム

Start

End





# 画質と実時間性の優先

- サーバプロキシ間の利用可能な帯域が小さく、要求品質を満たせるデータを時間内に取得できない場合
  - ユーザは画質と実時間性のどちらを優先したいのか？



ユーザの動画配信サービスに対する要求を表す指標 $\beta$ の導入

$\beta$ はユーザが許容する  $\frac{\text{提供される品質}}{\text{要求品質}}$  の下限

- ・  $\beta \square 0$  ならユーザは実時間性の高いサービスを要求
- ・  $\beta \square 1$  ならユーザは高品質な動画を要求

$\beta$  はユーザ側のアプリケーションからプロキシに伝えられる



# サービスに対する要求を考慮した 動画像データ取得

## ● $\beta$ にもとづく制御

$$\beta \leq \frac{\text{キャッシュデータの品質}}{\text{要求品質}}$$



データ取得は行わずクライアント  
にはキャッシュデータを提供

$$\beta \leq \frac{\text{サーバから取得可能な品質}}{\text{要求品質}}$$



サーバからデータを取得

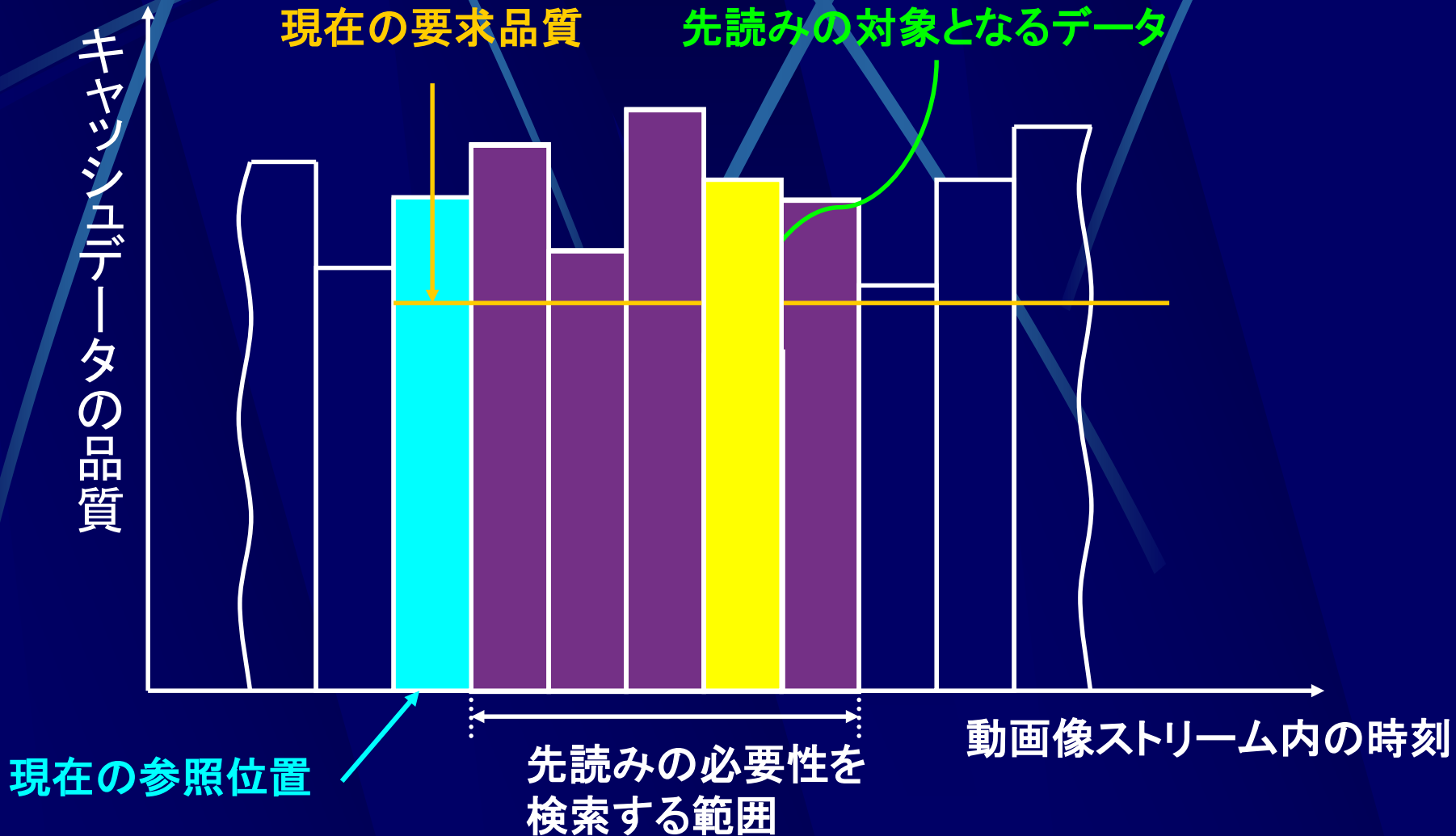
$$\frac{\text{プロキシが提供可能な品質}}{\text{要求品質}} < \beta$$



$\beta \times$  要求品質のデータを取得



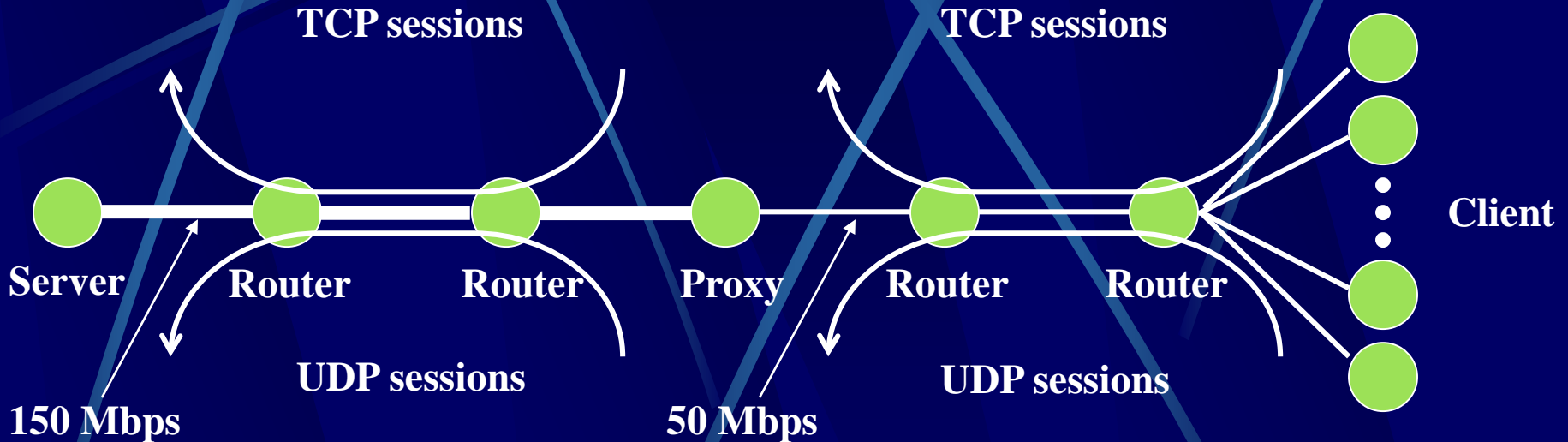
# 先読みメカニズム







# 評価モデル



- 動画配信サービスへの参加クライアント数は10
- すべてのクライアントは同一の動画ストリームを鑑賞する
- クライアントあたりの動画再生時間は2時間
- クライアントの到着間隔は平均30分の指数分布に従う

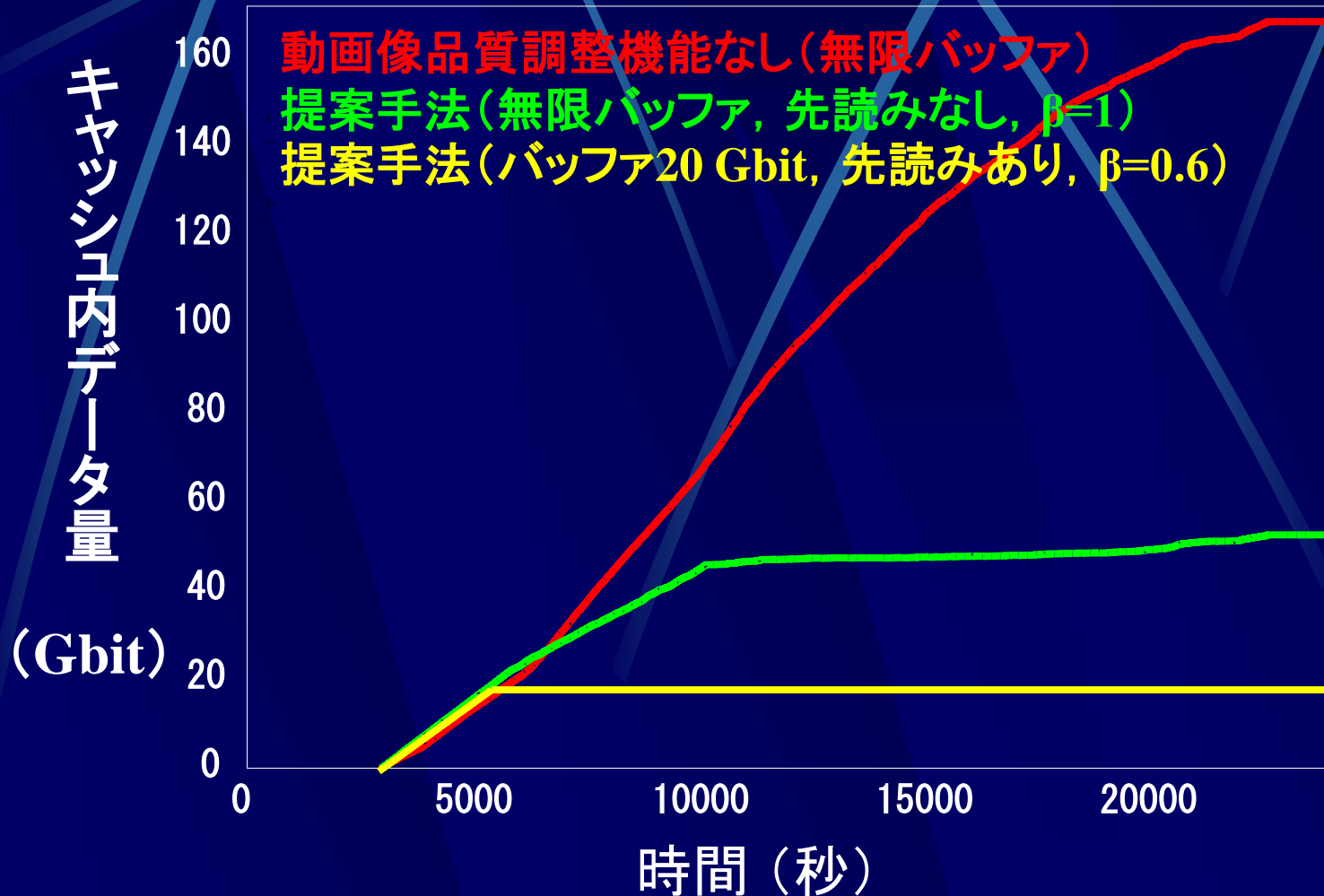


# 評価指標

---

- 必要となるバッファ容量
  - キャッシュ内データ量の変化
- 再生開始までの待ち時間
  - 動画像全体を通した, 各データに対するフレームレートから求められる理想的な到着時刻と実際の到着時刻とのずれの最大値
- 受信動画像品質に対する満足度
  - 要求品質に対する受信動画像品質の比の平均

# シミュレーション結果 (キャッシュ内データ量の変化)

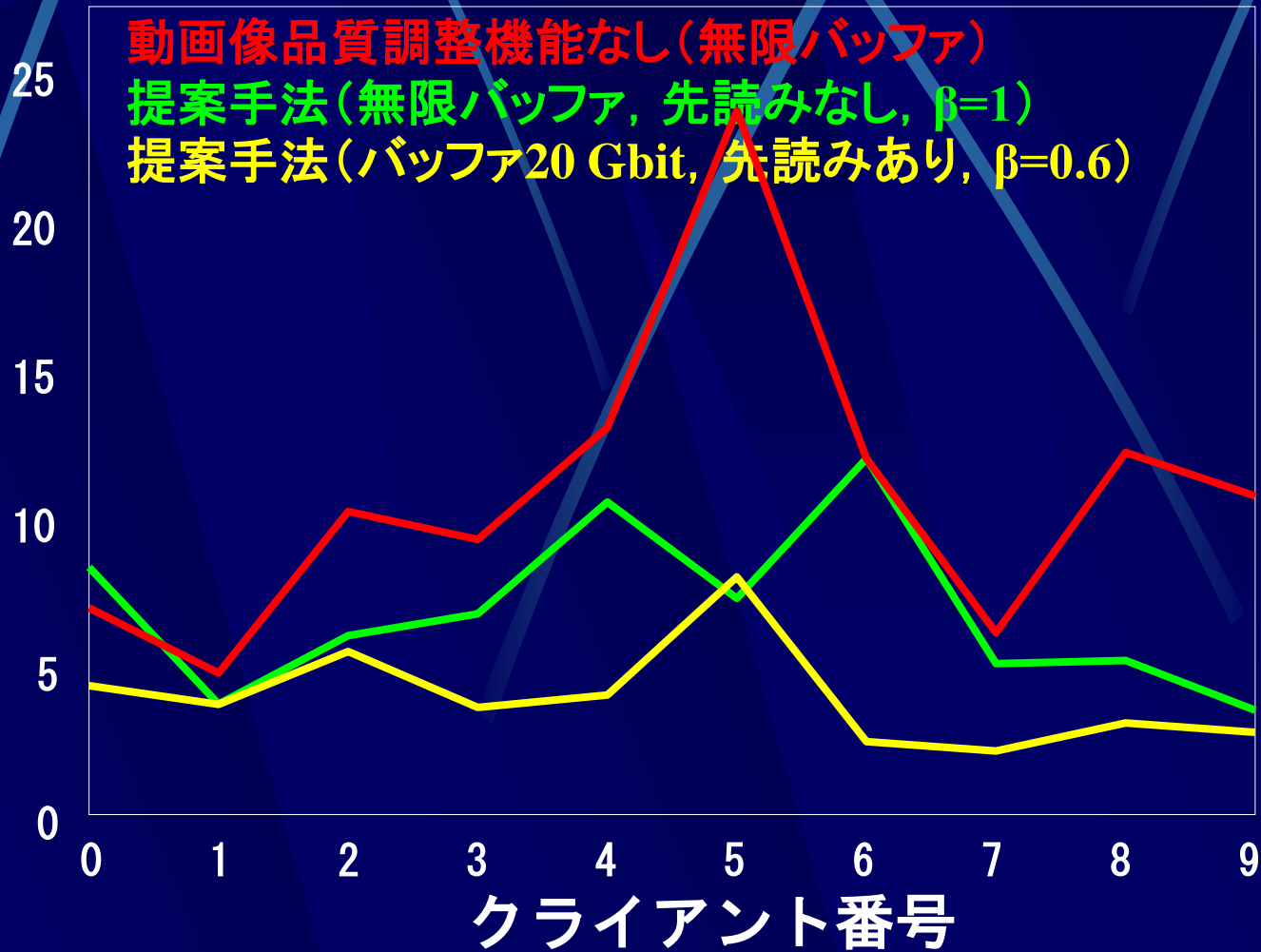




# シミュレーション結果 (再生開始までの待ち時間)



再生開始までの待ち時間  
(秒)

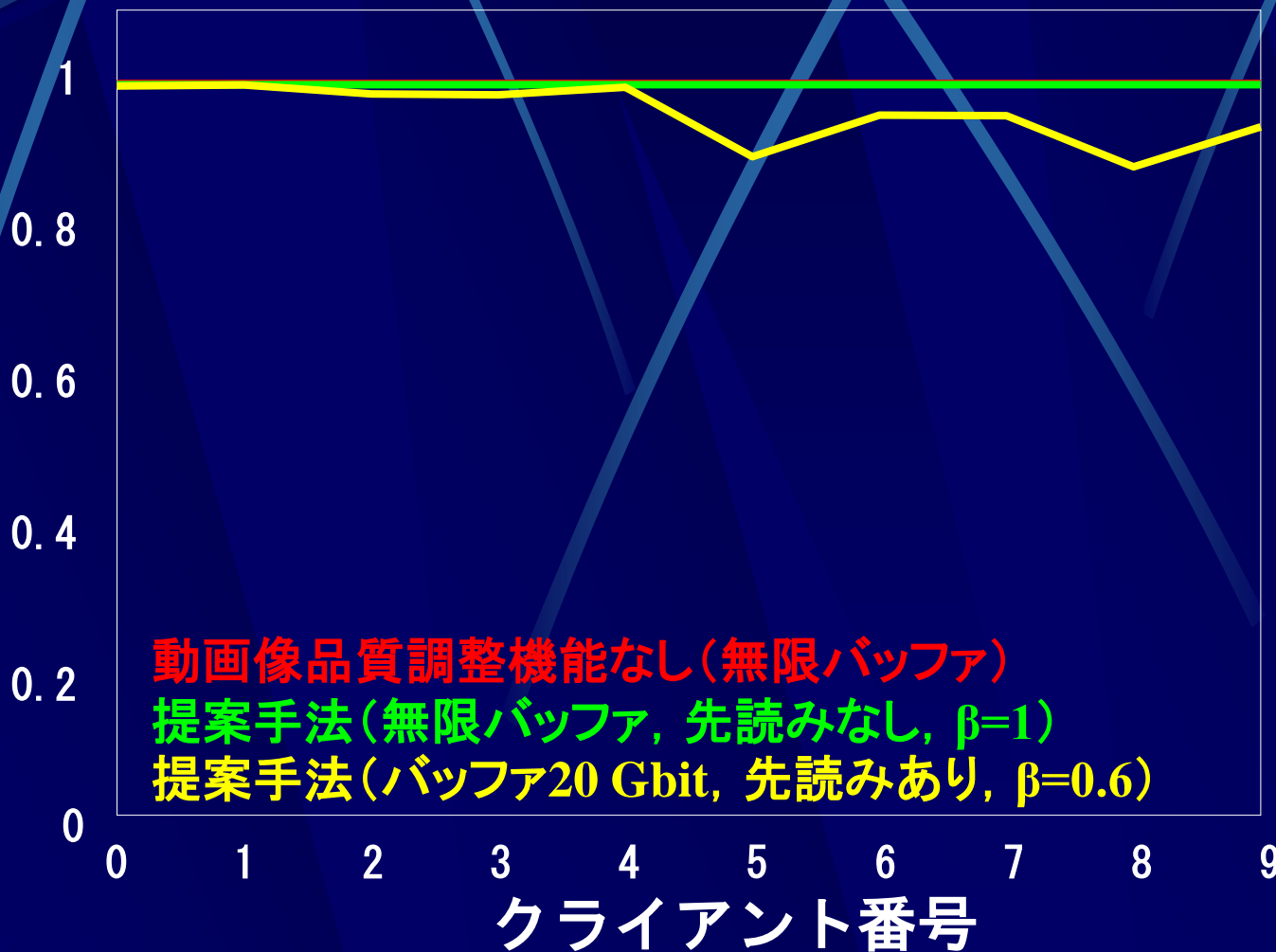


# シミュレーション結果

(受信動画像品質に対する満足度)



受信動画像品質に対する満足度





# まとめと今後の課題

---

## ● まとめ

- ネットワーク環境やキャッシュバッファ容量などを考慮したキャッシングメカニズムの提案
- 提案手法により応答性の高い動画像配信サービスをクライアントに提供できることを明らかにした

## ● 今後の課題

- 再生開始までの待ち時間の短縮
- 早送り, 巻き戻し操作への対応