



Advanced
Network
Architecture
Res. Group



Multimedia
Information
System Lab.

プロキシ協調型動画像配信システムの検討

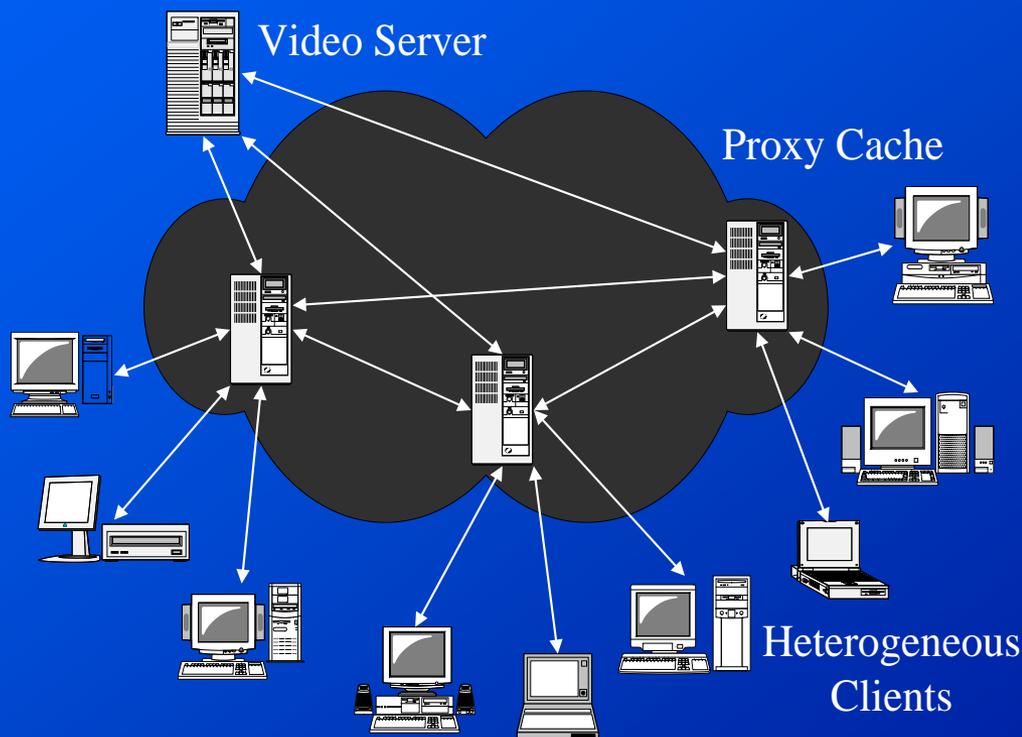
大阪大学
若宮 直紀



プロキシ協調型動画像配信システム



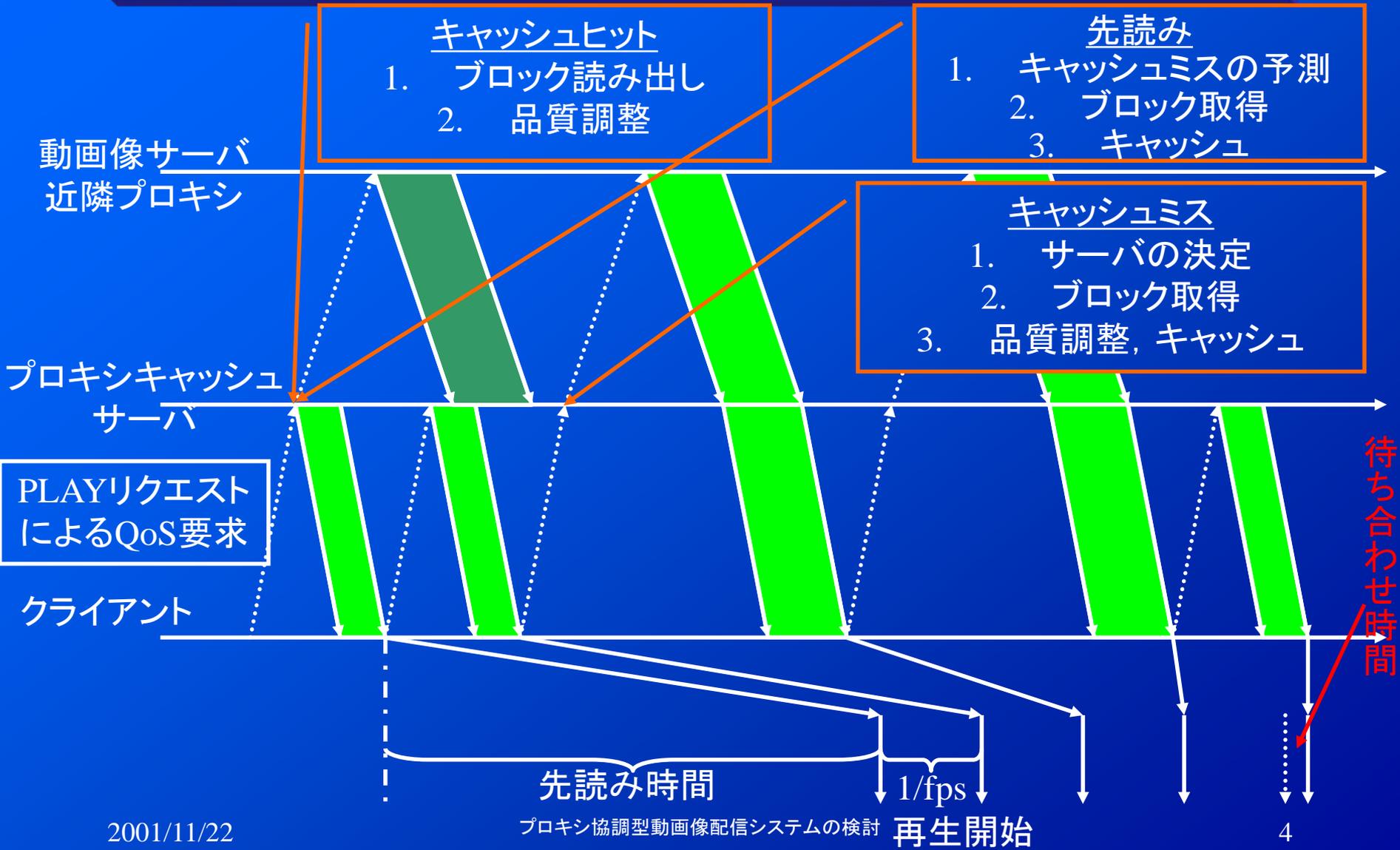
- クライアント混在環境における低遅延、高品質な動画像ストリーミング配信を実現する



要素技術

- 動画像データ分割
一定時間ごとにブロックに分割する
- 動画像ブロック品質調整
さまざまな要求品質に対応する
- 動画像ブロック取得
途切れのない高品質なストリーミングを実現する
- キャッシュ管理
キャッシュ内ブロックを置き換える
- 先読み
あらかじめ適切な品質のブロックを取得する

ブロック転送の様子



キャッシュテーブル

- 自身の蓄積するブロックに関する情報を管理
 - ブロック番号 i
 - ブロックの品質 $q(i)$
 - マーカ $M(i)$
- プロキシはQUERY, REPLYにより他のサーバの提供可能なブロックに関する情報を取得
- 品質の問い合わせを受けたブロックにはマーカを設定
- マークされたブロックは置き換えの対象とならない
- マークの範囲を問い合わせウィンドウ I により制限

リモートテーブル

- 他のサーバの提供可能なブロックに関する情報を管理
 - 片方向伝搬遅延の推定値 d_k^S
 - 片方向スループットの推定値 r_k^S
 - 提供可能なブロックの品質 $O_k(i)$
- 通信状態の推定は計測ツールやTCP-friendlyメカニズムを用いて行う



ブロック取得アルゴリズム

- プロキシは, さまざまな情報にもとづき, どんな品質のブロックをどのようにして提供するかを決定
 - 要求品質 $q_j(i)$
 - キャッシュテーブル, リモートテーブル
 - 推定値 d_j^C, r_j^C
 - クライアントの先読みバッファ内ブロック数 p_j
 - パラメータ β_j

キャッシュからのブロック提供

- キャッシュから提供可能なブロック i の品質

$$q_j^P(i) = \min(q(i), q_j^{P_{\max}}(i))$$

$$q_j^{P_{\max}}(i) = \max \left(q \left| 2d_j^C + \frac{s(i, q)}{r_j^C} \leq \frac{p_j N}{F} - \Delta \right. \right)$$

- 許容品質を上回ればキャッシュヒット

$$q_j^P(i) > \beta_j q_j(i)$$

他のサーバからのブロック取得

- サーバ k がプロキシを介して提供可能なブロック i

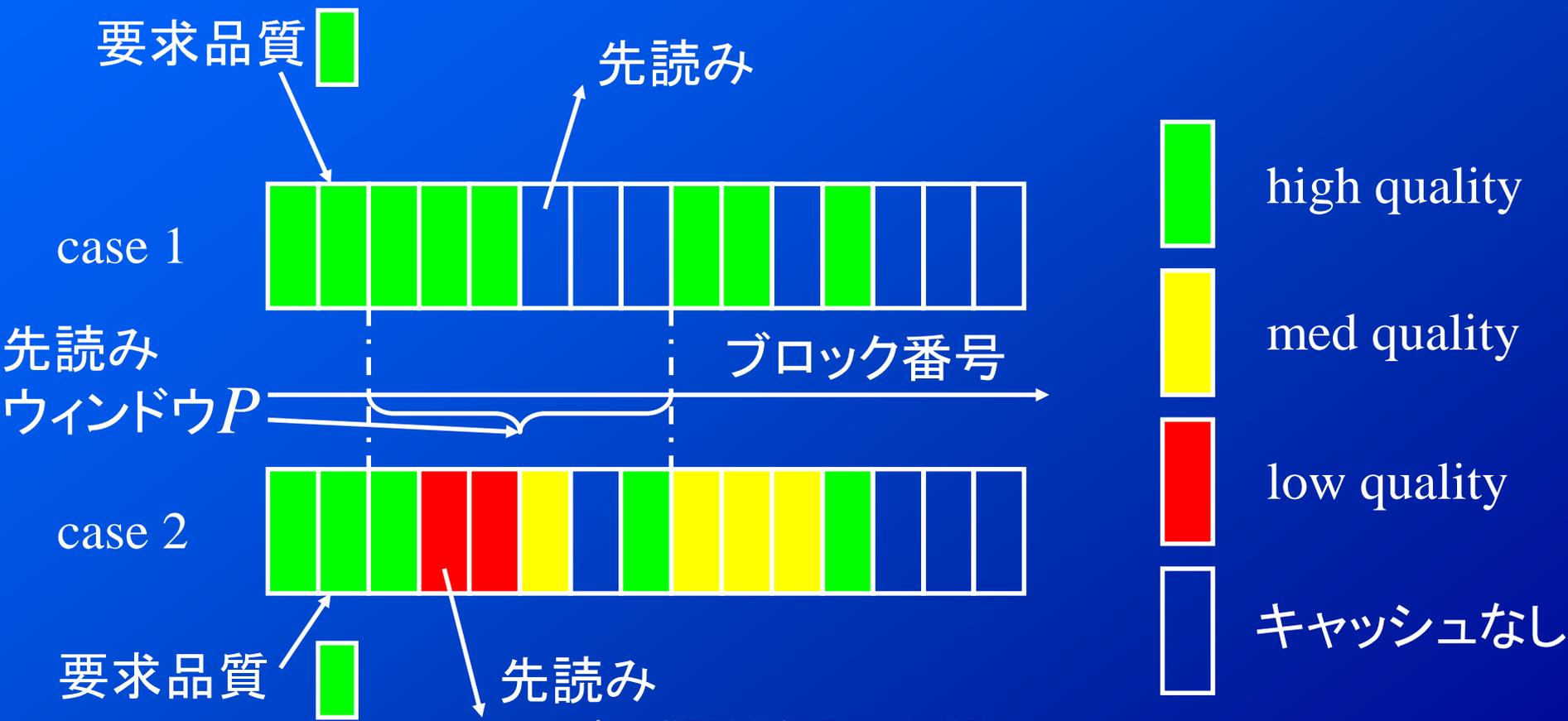
$$q_{k,j}^S(i) = \min(O_k(i), q_{k,j}^{S_{\max}}(i))$$

$$q_{k,j}^{S_{\max}}(i) = \max \left(q|2d_j^C + \max \left(\frac{\sum_n s(b_n, q_n^{Q_k})}{r_k^S}, 2d_k^S \right) + \max \left(\frac{s(i, \hat{q})}{r_j^C}, \frac{s(i, q)}{r_k^S} \right) \leq \frac{p_j N}{F} - \Delta \right)$$

- 最も高品質なブロックを高速に転送可能なサーバにブロック転送を要求する

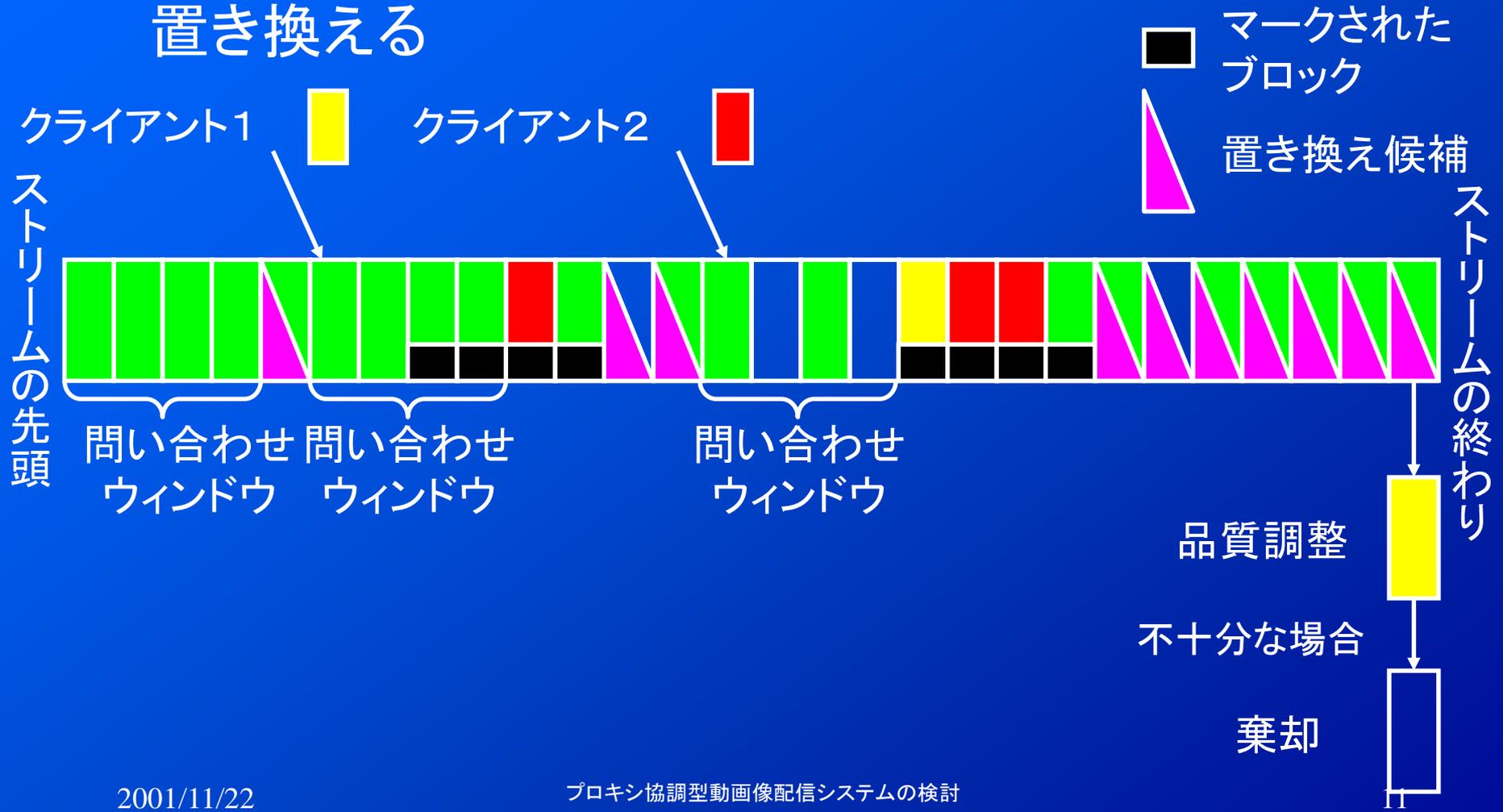
ブロック先読みアルゴリズム

- キャッシュミスを予測し、ブロックをあらかじめ取得



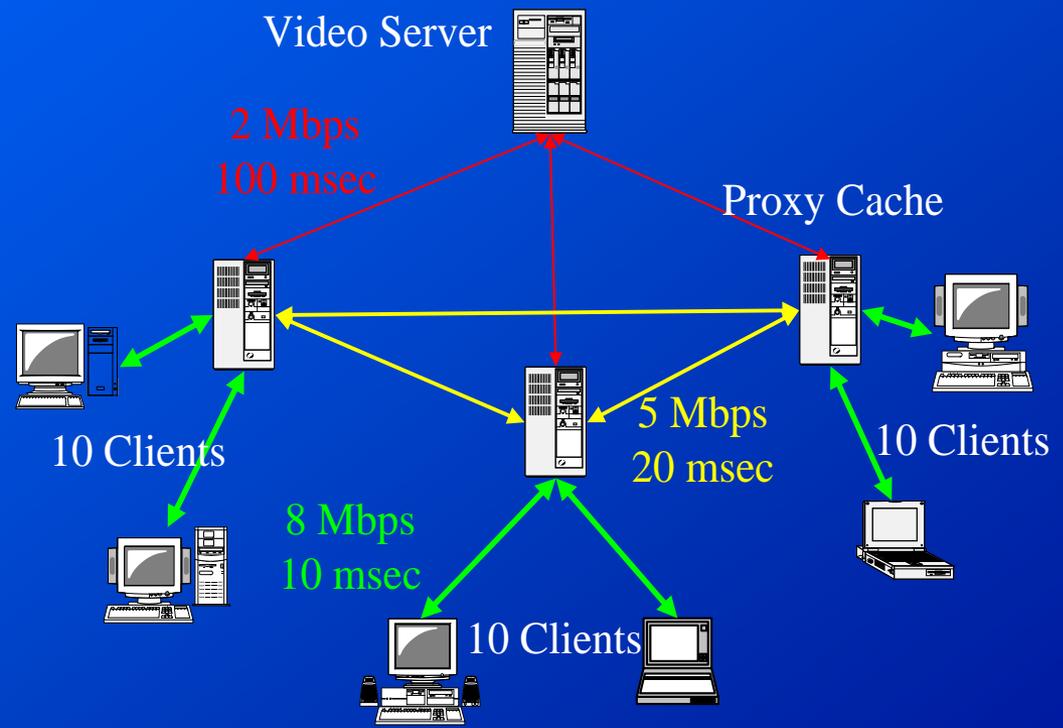
ブロック置き換えアルゴリズム

- キャッシュ内ブロックと新たに取得したブロックを置き換える



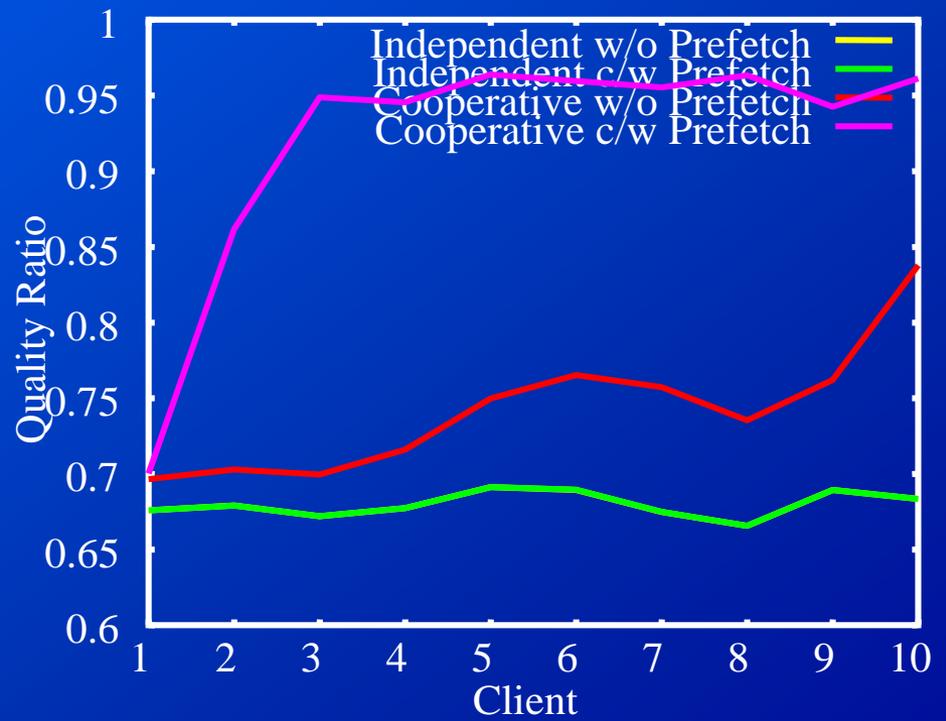
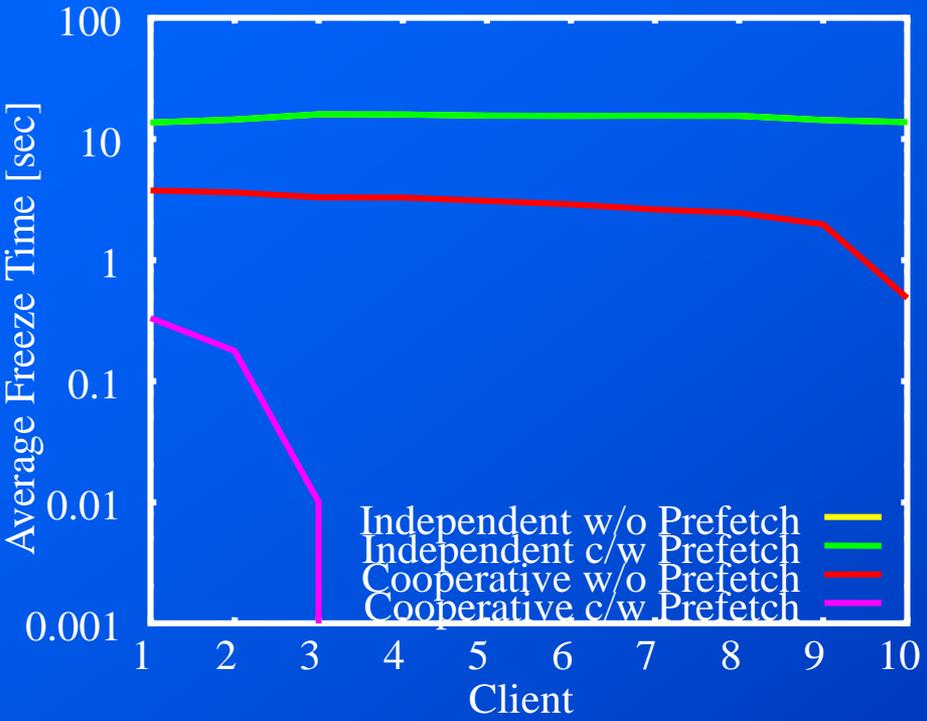
シミュレーション評価

- 評価指標
 - 平均待ち合わせ時間
 - バッファ内データ量
 - 平均要求充足度
- 4方式を比較
 - 単独, 先読みなし
 - 単独, 先読みあり
 - 協調, 先読みなし
 - 協調, 先読みあり
- ブロックサイズ 1秒
- 先読みウィンドウ 10秒
- 問い合わせウィンドウ 20秒
- クライアント先読み時間 4秒
- 許容レベル $\beta_j = 0.6$



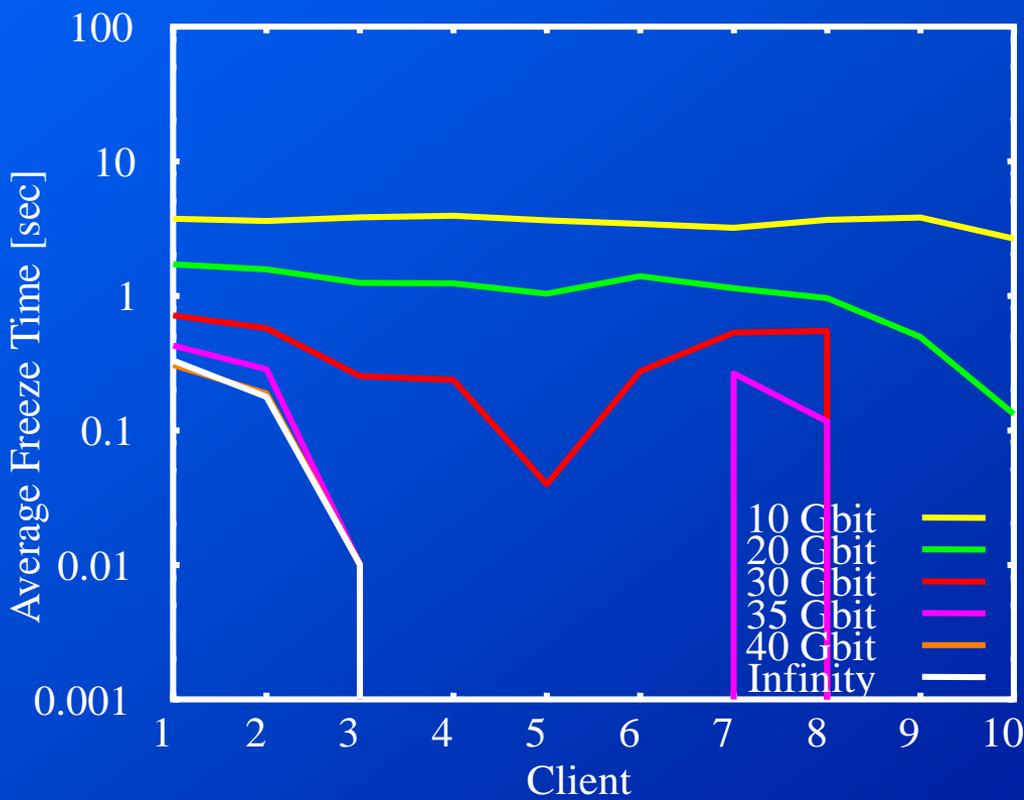
キャッシュバッファ無限大

- 低遅延で高品質な動画像ストリーミングが可能



キャッシュバッファ有限

- 3割程度のバッファ容量削減



まとめ

- 異種クライアント環境における低遅延, 高品質な動画像ストリーミング配信を実現する協調型動画像配信システムを提案, 評価
- さらに効率のよい手法の検討
- 実証実験