

# ディスクアレイ構成における連続メディアデータに 対するディスクリトリアルゴリズムの評価

---

東京工業大学  
工学部電気電子工学科  
(集積システムコース)  
戸田誠二

東京工業大学  
学術国際情報センター  
横田治夫

# 背景(1)

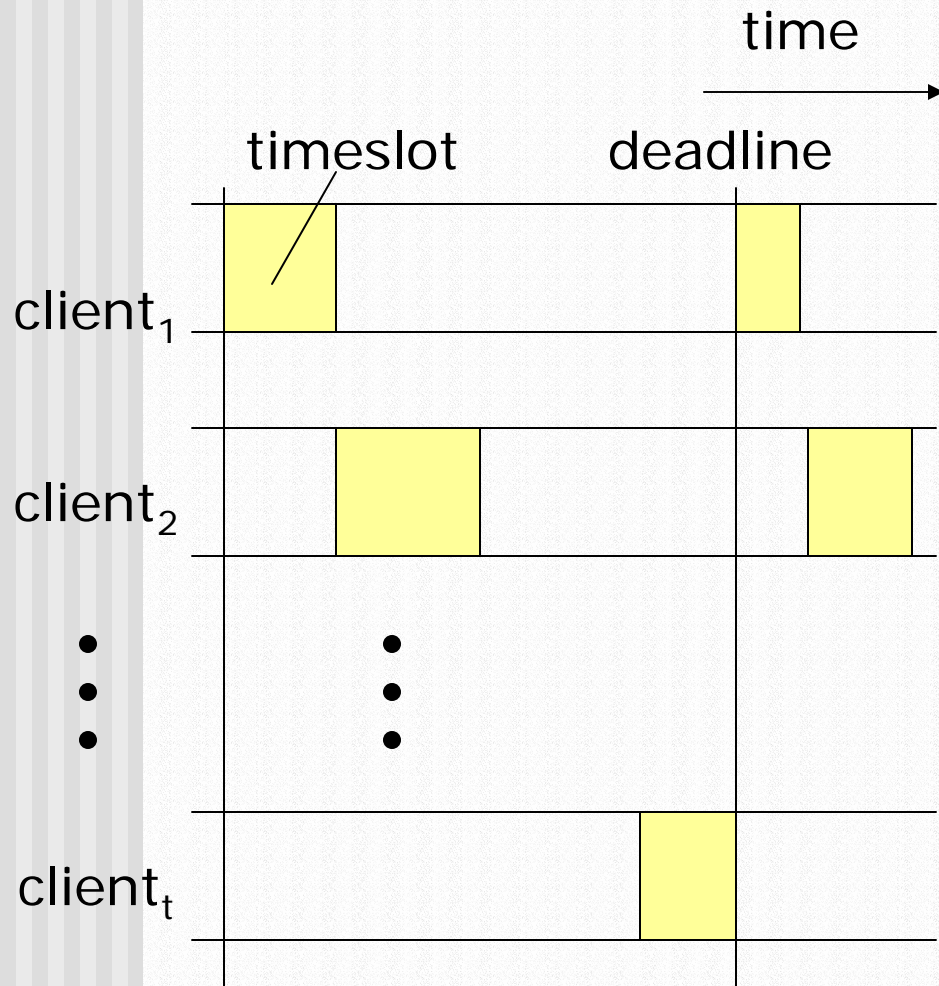
- ディスクドライブの性能向上に伴う用途の多様化
  - プログラムや計算対象のデータ
  - 動画像、音声等の連続メディアデータに拡大
- データによる要求の違い
  - プログラム等 データの信頼性を要求
  - 連続メディアデータ
    - 信頼性を多少犠牲にしても連続性を要求
- ディスクドライブは読み込みエラーが発生すると、信頼性を保証するためにリトライ(同セクタの読み直し)を行う
  - 通常はユーザからは見えない
- 連続メディアデータの用途を対象とした独自のディスクリトライアルゴリズムが必要

# 背景(2)

- 従来のディスクリトライアルゴリズム
  - 正常に読み込めなかったデータに対し最大で固定回数(256-1024回)までリトライを行い、それでも読み込めない場合はエラー
- これまでの研究においてシングルユーザに連続メディアデータを供給する際のリトライアルゴリズムが提案されている [Ishida: 2001]
  - 少数固定リトライアルゴリズム
  - 動的リトライアルゴリズム
- 連続メディアデータのサーバを考えた場合、マルチユーザを対象とする必要
  - RAID5を用いたディスクアレイ構成を前提

リトライにパリティ計算を組み合わせることを提案する

# マルチユーザの多重アクセス方式



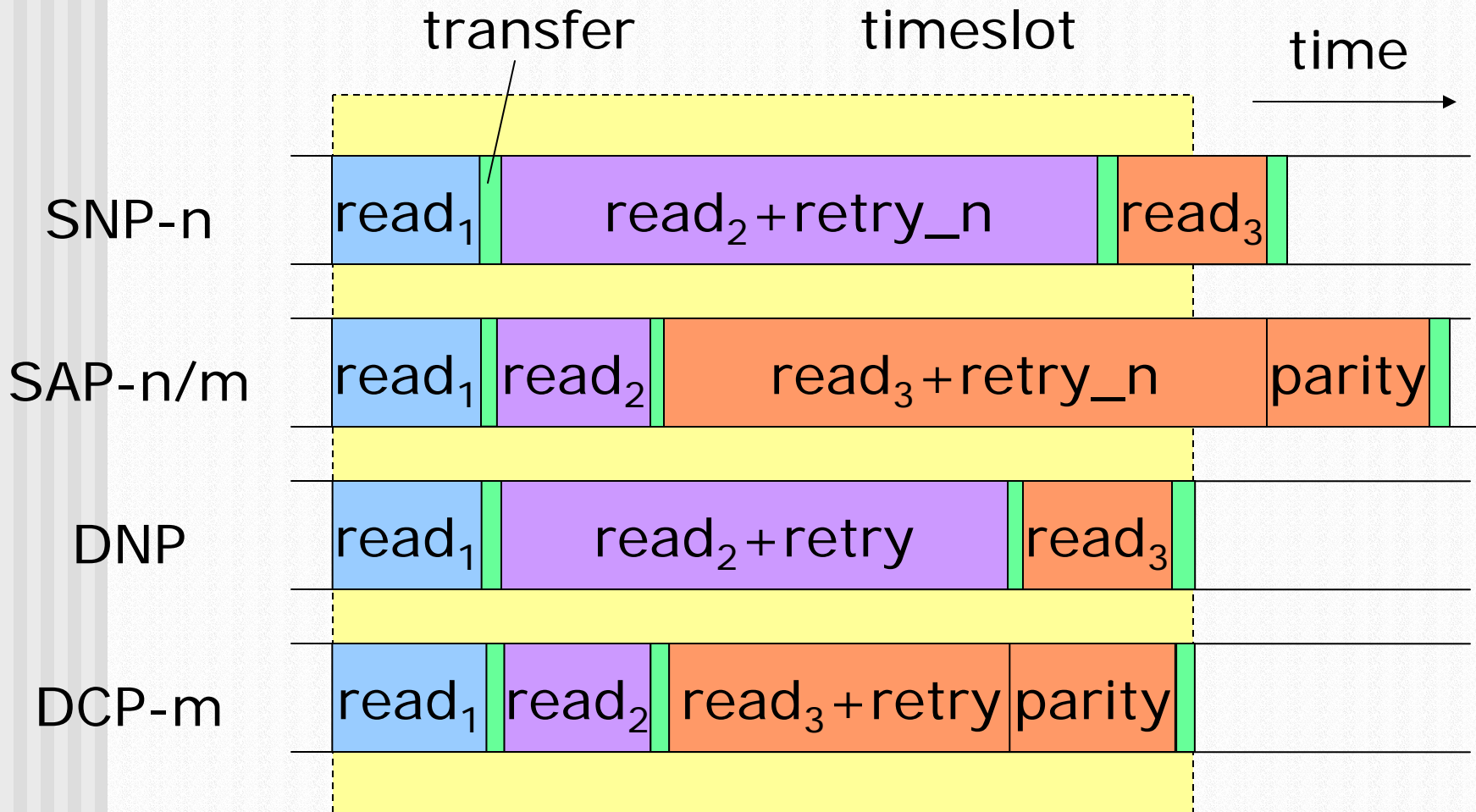
- $D_i$ : クライアント  $i$  が読み込んだデータ量
- $V_{need}$ : 要求ビットレート
- $t_{dead}$ : データ読み込み時間(deadline)
- $t_i$ : クライアント  $i$  のタイムスロット

$$t_{dead} = \frac{\min D_i}{V_{need}} \quad t_i = t_{dead} \cdot \frac{1}{\sum_j \frac{1}{D_j}}$$

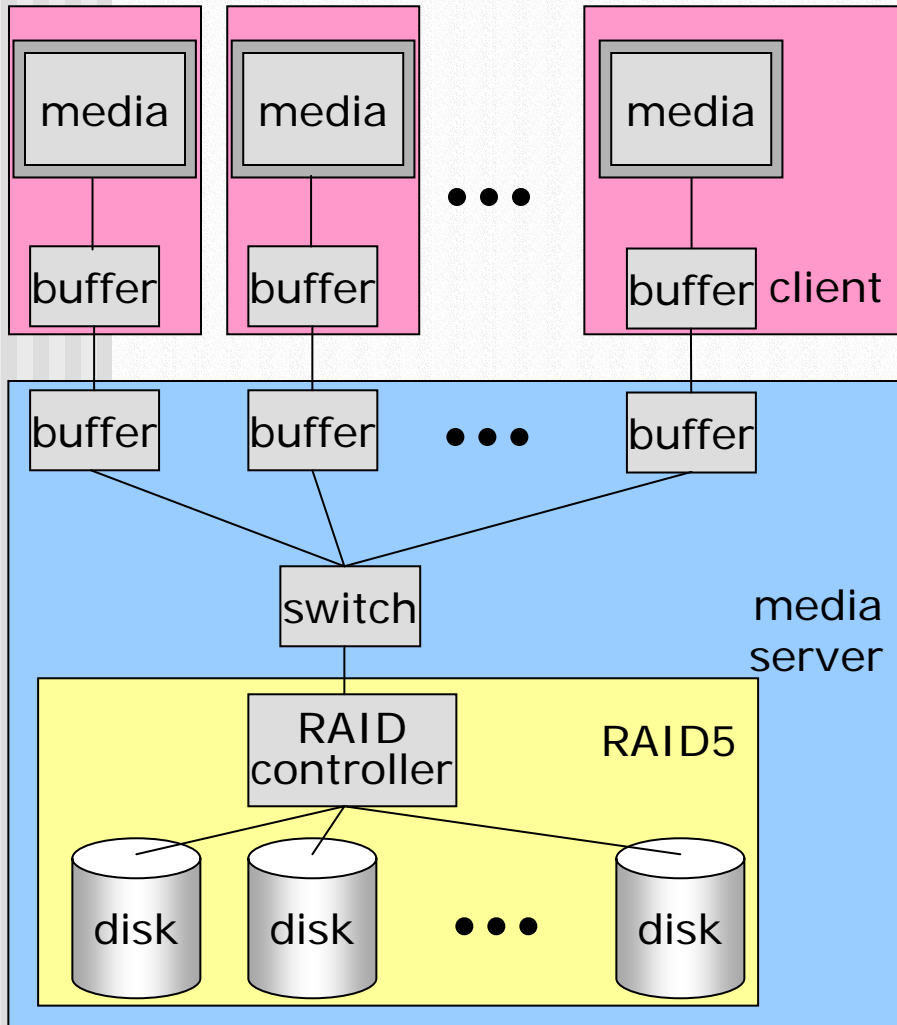
# 提案する ディスクリトライアルゴリズム

アルゴリズム	リトライ回数	パリティ計算
<b>SNP-n:</b> パリティ計算なしRAID用少数 固定リトライアルゴリズム	固定回数(n 回)	なし
<b>SAP-n/m:</b> パリティ計算付きRAID用少数 固定リトライアルゴリズム	固定回数(n 回)	あり (リトライ上限m 回)
<b>DNP:</b> パリティ計算なしRAID用動的 リトライアルゴリズム	動的に決定	なし
<b>DCP-m:</b> パリティ計算付きRAID用動的 リトライアルゴリズム	動的に決定	動的に行うか決定 (リトライ上限m 回)

# 各ディスクリトライアルゴリズムの動作



# シミュレーションのモデル、条件



## シミュレーションの条件

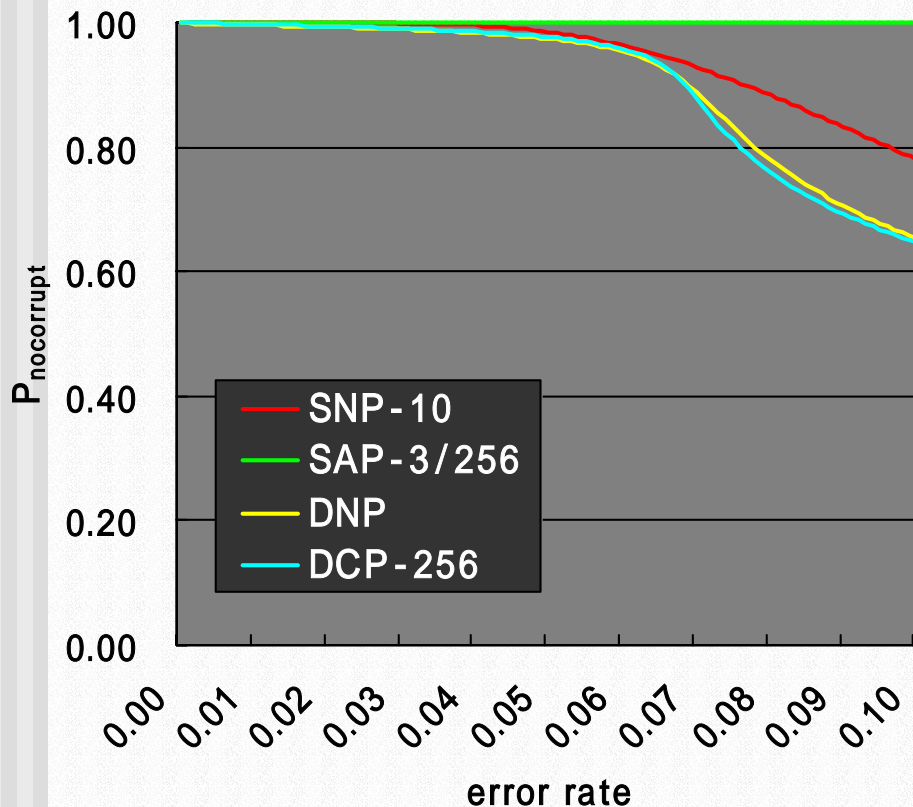
- ディスク回転数 15000 rpm
- バッファ容量 4096 KB
- キャッシュヒット率 0.5
- 内部転送レート 320 Mbps
- 外部転送レート 1280 Mbps
- 要求ビットレート 20.5 Mbps
- ストリームサイズ 100 KB
- ディスク数 5
- クライアント数 5

# 評価指標

- 無破壊データ率 ( $P_{\text{nocorrupt}}$ )
  - 破壊データ率:  
(再生できなかったデータ量) / (全データ量)
  - 無破壊データ率:  $1 - (\text{破壊データ率})$
- 無遅延再生時間率 ( $P_{\text{nodelay}}$ )
  - 遅延再生時間率: (再生が遅延している時間) / (全時間)
  - 無遅延再生時間率:  $1 - (\text{遅延再生時間率})$
- 有効再生時間率 ( $P_{\text{effect}}$ )
  - (無破壊データ率) \* (無遅延再生時間率)

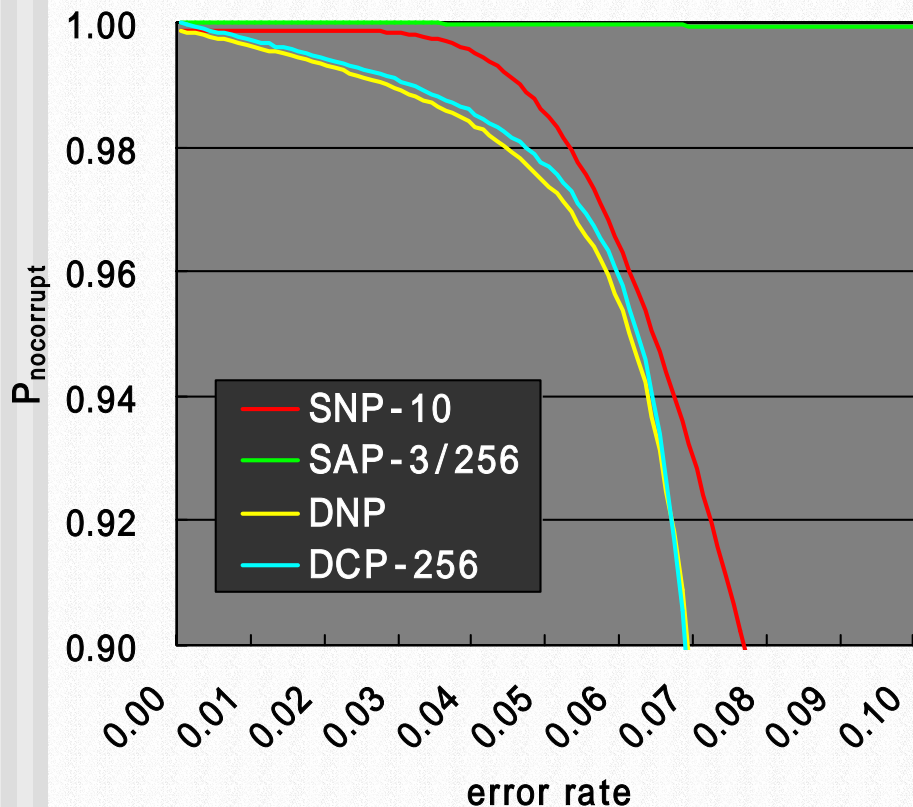


# 各リトライアルゴリズムの $P_{\text{nocorrupt}}$ の比較



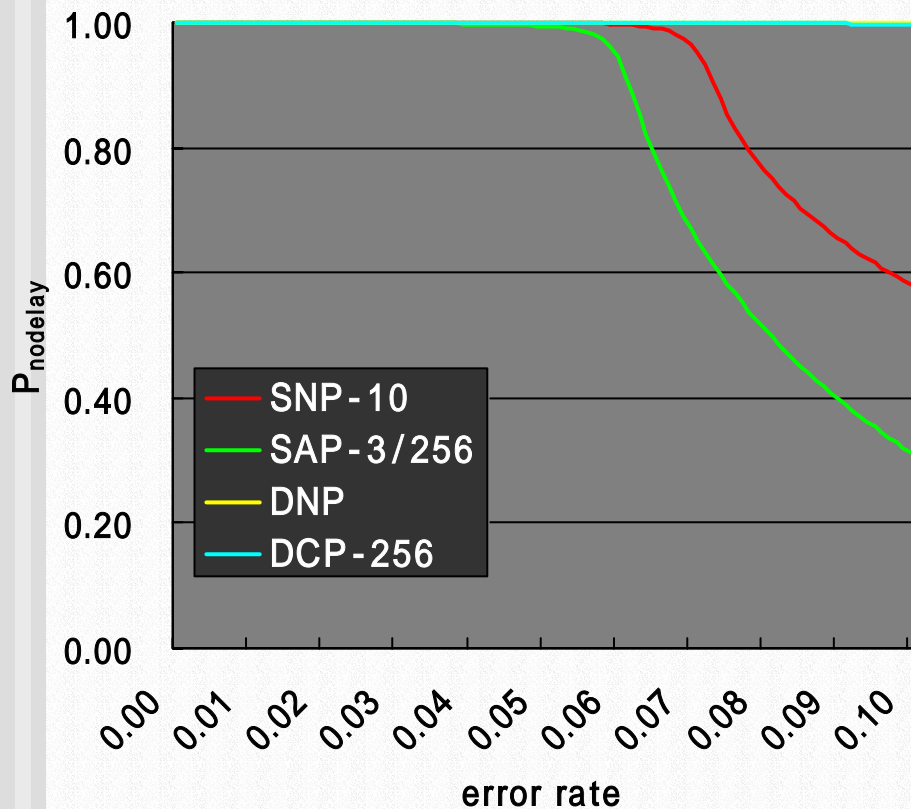
- 各リトライの固定回数はアルゴリズム毎の実験で高い性能を示した値を使用
- DNP、DCPではエラーレートの増加に伴い  $P_{\text{nocorrupt}}$  が低下
  - 最低限のリトライ回数を保証できない

# 各リトライアルアルゴリズムの $P_{\text{nocorrupt}}$ の比較



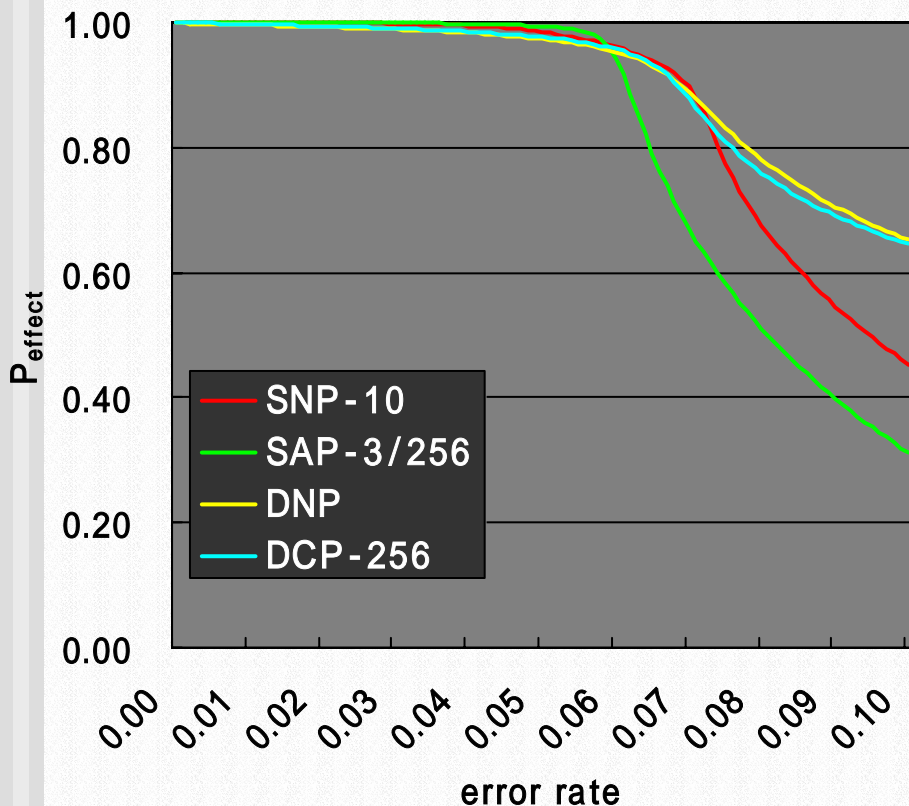
- 低エラーレートではパリティ計算により  $P_{\text{nocorrupt}}$  が向上
  - データの信頼性の向上

# 各リトライアルゴリズムの $P_{\text{nodelay}}$ の比較



- DNP、DCPでは常に100%に近い値を保っている
- SNP、SAPはあるエラーレートを境に $P_{\text{nodelay}}$ が急激に低下
  - リトライ回数が固定されているため連続性を保証できない

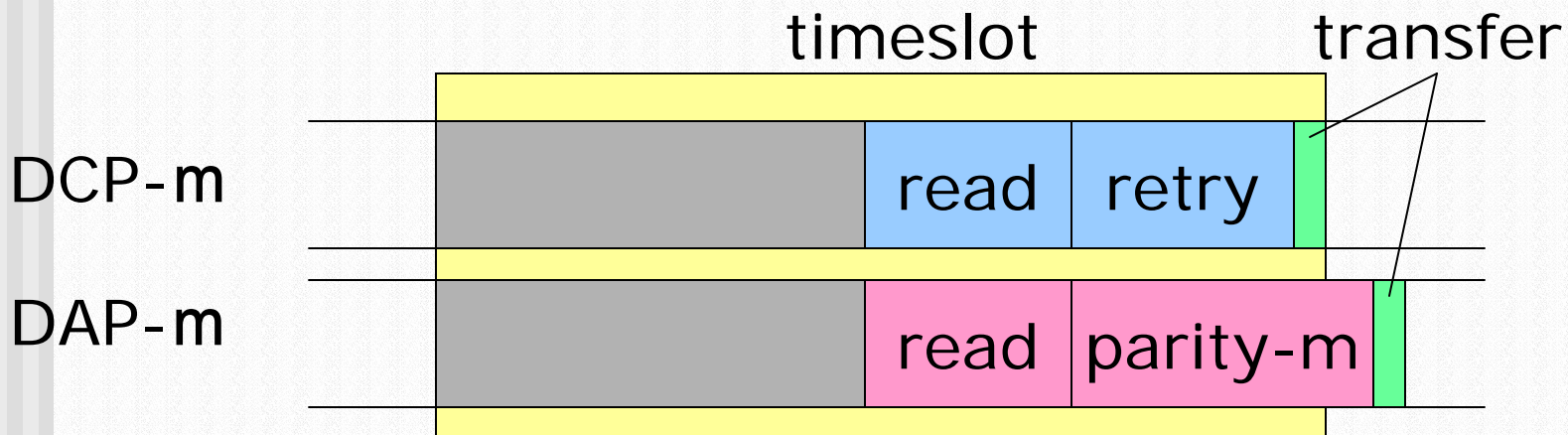
# 各リトライアルゴリズムの $P_{\text{effect}}$ の比較



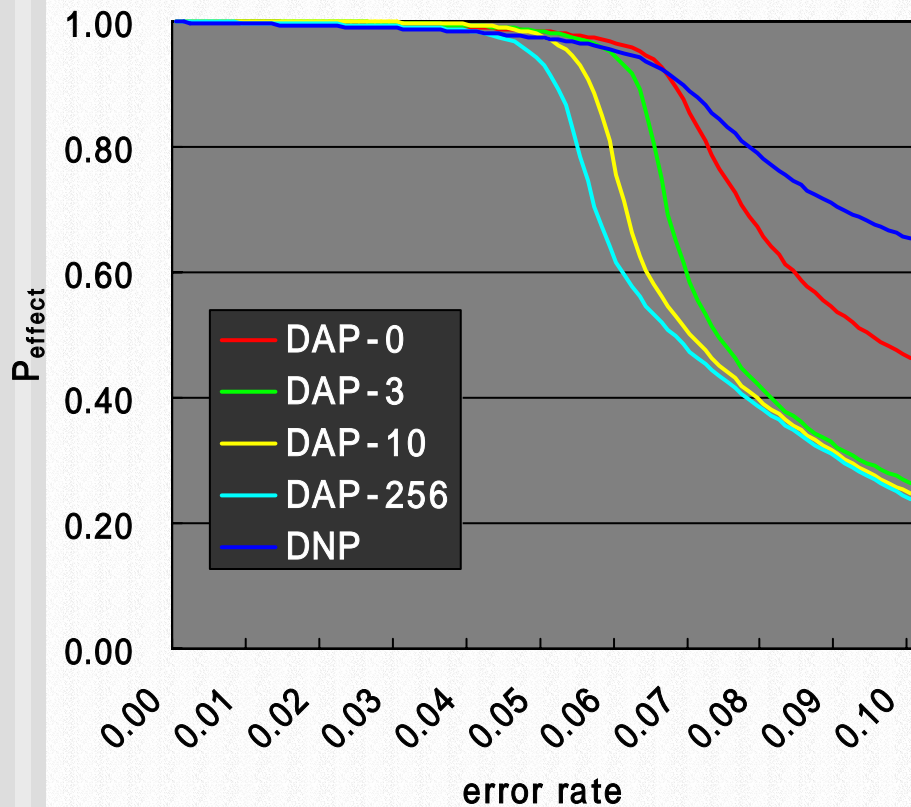
- 性能が急激に低下するエラーレートまではSAPが最も高い値を示した
- DCPはDNPに対し大きな性能の向上が見られない
  - DCPではエラーレートの増加に伴いパリティ計算を行う時間の余裕がなくなった

# DCPアルゴリズムの修正 DAPアルゴリズムの導入

- エラーレートが高くなった際、DCPではパリティ計算が行われにくい
  - DNPと性能があまり変わらない
- DAPの導入
  - パリティ計算が常に行われるよう変更
  - 時間がないときはリトライよりパリティ計算を優先



# DNP/DAPアルゴリズムの $P_{\text{effect}}$ の比較



- DCPはDNPと性能がほとんど変わらなかったため、DAPとDNPの $P_{\text{effect}}$ を比較
- 低エラーレートでは性能が向上するが、エラーレートが高くなるにつれて性能が悪化
  - エラーレートが増加すると連続性を保証できない

# まとめ

- マルチユーザに連続メディアデータを供給する際のディスクリトリアルゴリズムを提案した
- シミュレーションによりその性能を評価した
  - 少数固定リトリアルゴリズム 信頼性
  - 動的リトリアルゴリズム 連続性
  - パリティ計算



低エラーレートにおいては連続性を損なわずに信頼性を向上

# 今後の課題

---

- ユーザ毎に要求ビットレートやリクエストのタイミングが異なる場合のシミュレーションによる評価
- ディスクリトライ回数を動的に変更するディスク制御手法の実現