

アドホックネットワークにおける  
MDCを用いたMP2P転送による動画品質向上に関する研究  
Performance Improvement of MP2P Video Streaming with MDC over Ad Hoc Networks

発表者                    宇津圭祐 (7ADGM006)  
指導教員                石井啓之 教授

# 発表の流れ

---

1. 研究背景と提案方式
  - 確率モデルによる基礎評価
  - シミュレーションによる評価
2. テストベッドにおける評価
3. まとめと今後の検討課題

---

# 1. 研究背景と提案方式



# 1.1 研究背景

---

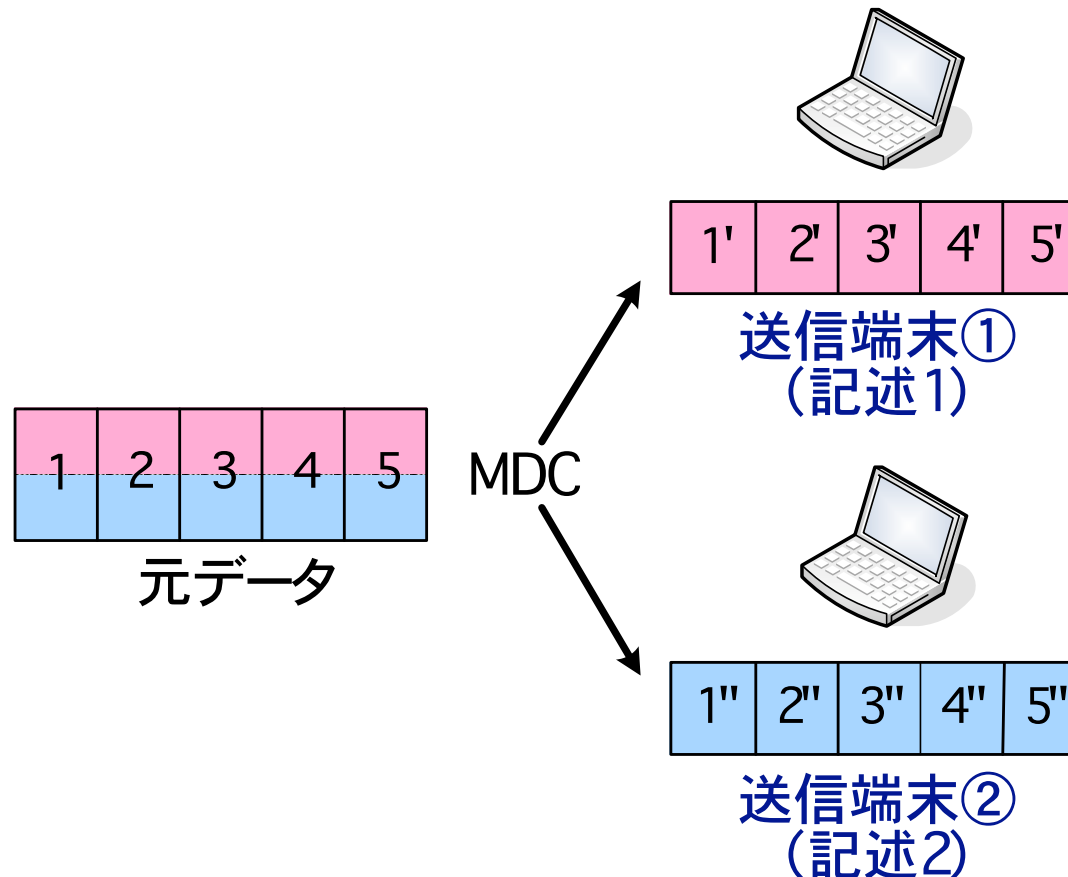
- 無線アドホックネットワーク
  - インフラに依存しない自律分散型のネットワーク.
    - ⇒ 災害時やイベント時などにおいて活躍が期待されている.
  - 電波状況の悪化やトポロジーの変化を伴う,
    - ⇒ 通信品質の劣化が発生しやすい.
    - ⇒ 動画ストリーミング転送の実現には課題.



- 受信端末における動画の再生不良を低減させる方式,
  - 複数記述符号化(MDC: Multiple Description Coding),
  - 複数送信点による(MP2P: Multipoint-to-Point)転送,
    - 実機テストベッドにおいて評価.

## 1.2 提案方式

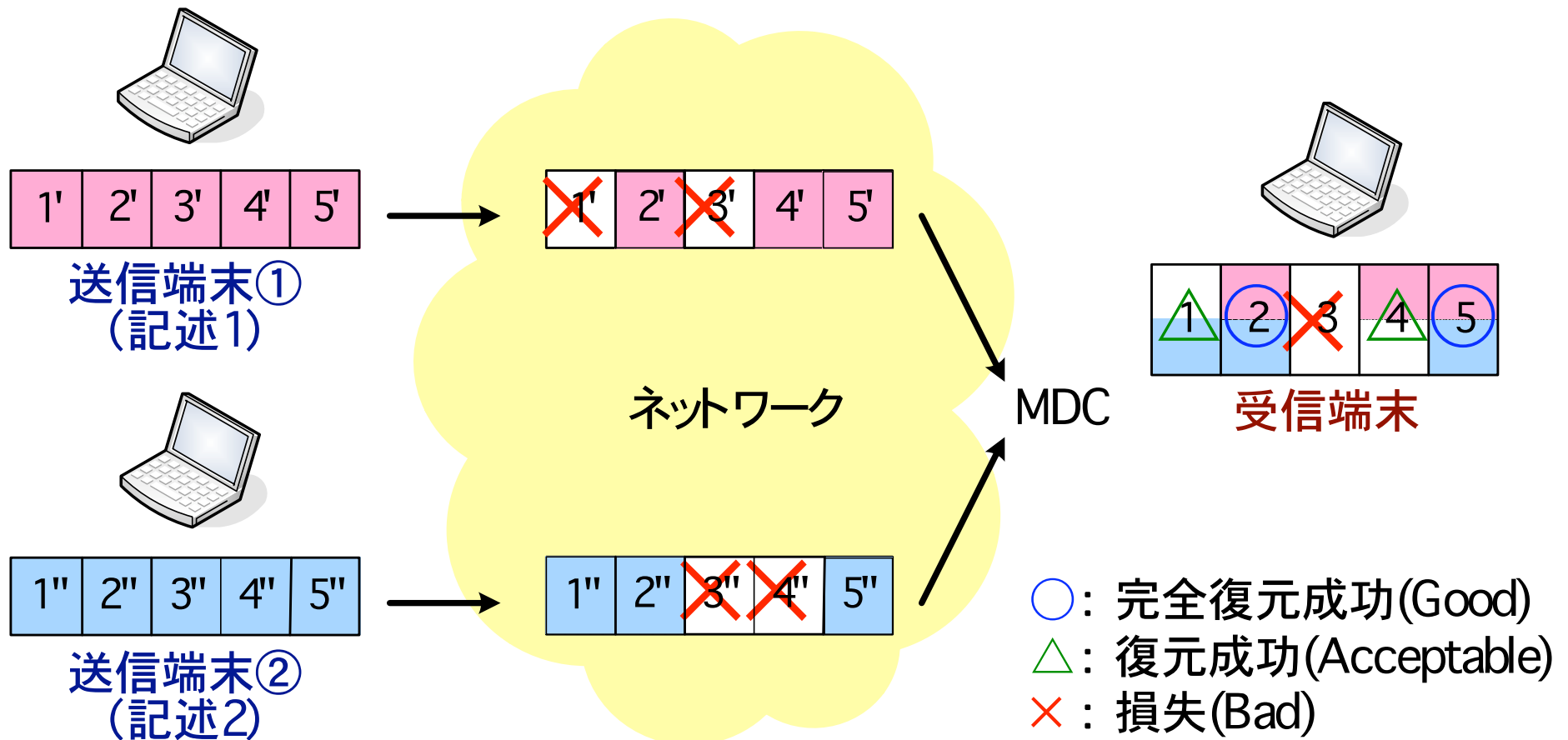
- MDC(Multiple Description Coding)
  - 元データを複数の記述に符号化する(本提案では2記述).
  - それぞれの記述だけでもある程度の画像が再現でき, 全部の記述を合わせると, 元の品質が復元できるように符号化を行う.



# 1.2 提案方式

## ■ MP2P(Multipoint-to-Point)の転送

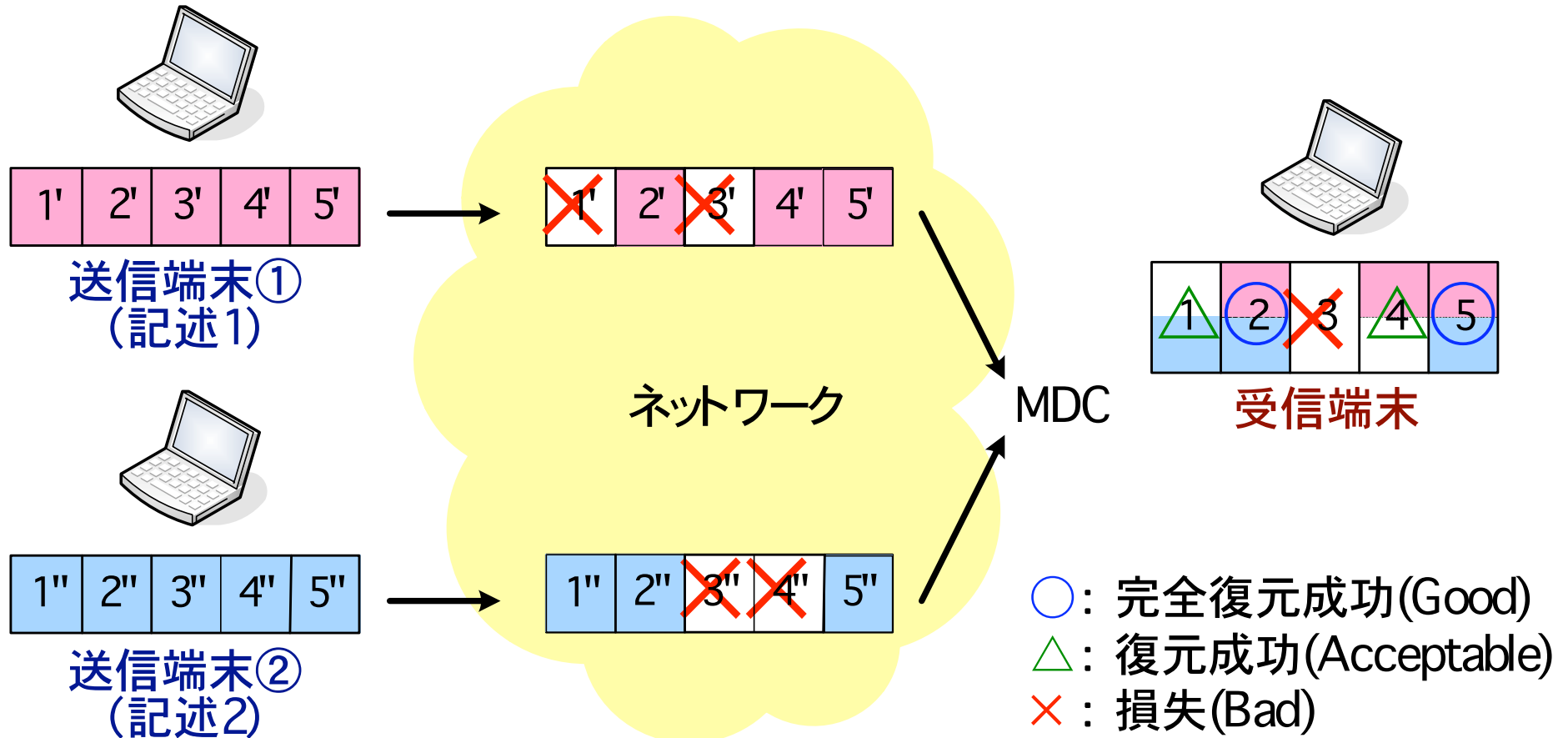
- MDCにより符号化された記述を, 2つの送信端末よりそれぞれ送信する.



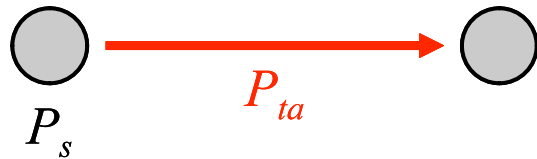
# 1.2 提案方式

## ■ 本方式の利点

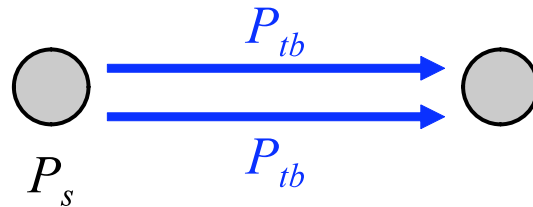
- ストリーミング転送中にリンクの切断等の障害によって、ある記述のデータが損失しても、全てのデータが同時に失われる確率が従来方式と比較して低くなる。



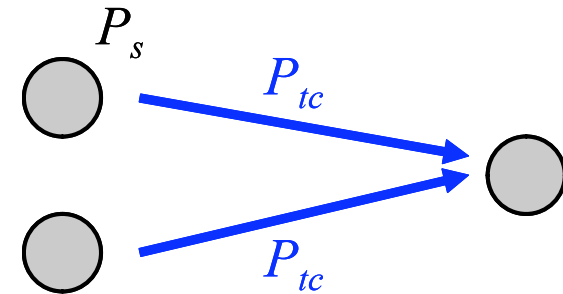
# 1.3 確率モデルによる基礎評価



(a) PP(Point-to-point)



(b) PP+MDC



(c) MP2P+MDC

## ■ フレーム損失確率

- $P_s$ : 送信端末によって廃棄(例: 受信端末までの経路を探索できない)
- $P_{tx}$ : 経路途中で損失(例: リンク切断によるバッファあふれ・生存時間切れ)

## ■ Bad(不良)フレームとなる確率

$$\square P_{(a)Bad} = p_s + (1 - p_s) p_{ta} \quad (1)$$

$$\square P_{(b)Bad} = p_s + (1 - p_s) p_{tb}^2 \quad (2)$$

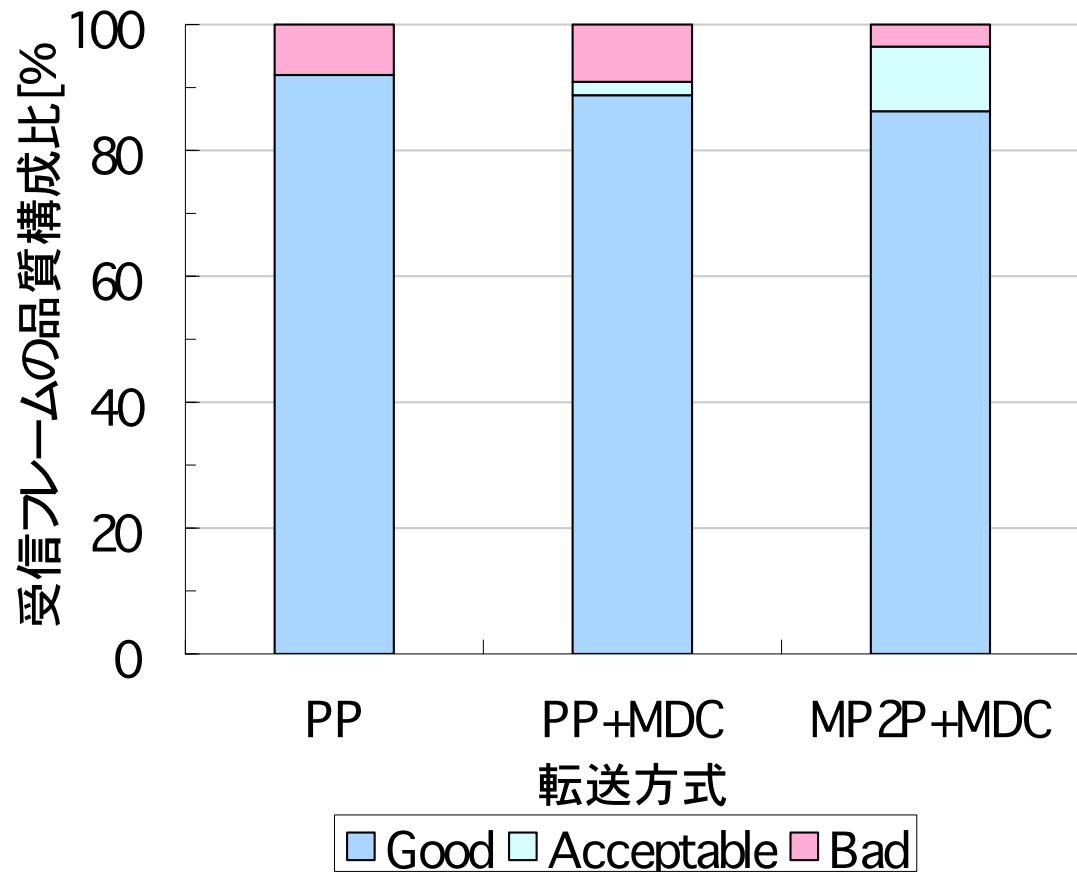
$$\square P_{(c)Bad} = \{p_s + (1 - p_s)(1 - p_{tc})\}^2 \quad (3)$$

- (i)  $p_{tc} < 0.5$ , (ii)  $p_{tc} < p_{tb}$ , (iii)  $p_{tc}^2 < p_{ta}$  は実現可能であるから,  $P_{(c)Bad}$  は3つのケースの中で最小となる.

# 1.4 シミュレーションによる評価

## ■ 受信フレームの品質構成比 (最大移動速度5.0[m/s]の場合)

- 範囲 1000x600[m]
- ノード数 20
- ノード移動 Random Waypoint
- MACレイヤ IEEE802.11
- ルーティング DSR
- ビットレート 128kbps
- フレーム数 10000
- パケットサイズ (a) 1024Byte  
(b,c) 512Byte



| 転送方式    | (a) PP | (b) PP+MDC | (c) MP2P+MDC |
|---------|--------|------------|--------------|
| 可視フレーム率 | 92.0%  | 90.9%      | 96.5%        |

---

## 2. テストベッドにおける実験



## 2.1 実験概要

- テストベッドにおいて、PPとMP2P+MDCの各方式を用い、動画ストリーミング転送を模擬した実験を行う。
- 各方式における可視フレーム率の比較を行い、提案方式の有効性を示す。
  - 中継端末のネットワークインターフェース(NIC)の停止、起動を切り替え、意図的にパケットロスが発生させ実験を行う。
  - 転送プロトコルはUDP。
  - 送信端末が450[kByte]分のデータを配信したとし、受信端末における受信可否を評価。
  - 4通りの実験方法において、それぞれ10回ずつ測定を行い、測定結果の平均値を求める。

## 2.2 実験環境

---

### ■ 実験機器

- Panasonic Let's Note W5 5台

### ■ 機器設定

#### □ 無線LANインターフェース

- Intel Pro/Wireless 3945ABG Network Connection
- IEEE802.11gモード

#### □ ルーティングプロトコル

- OLSR (olsr.org Switch 0.4.9)

#### □ パケットジェネレータ

- LAN Traffic v2 (ZTI Computing & Telecom社)

#### □ パケットキャプチャ

- Wireshark Network Protocol Analyzer (Gerald Combs)

## 2.3 実験構成 (PP)

### ■ 実験設定

- 送信端末1: 受信端末1
- パケットサイズ 1024[Byte]
- パケット送出間隔 32[ms]

### ■ 評価方法

- 送信端末からパケットを受信できた場合



- 送信端末からパケットを受信できなかった場合



## 2.3 実験構成 (MP2P+MDC)

### ■ 実験設定

□ 送信端末2: 受信端末1

□ パケットサイズ

512[Byte] ※2記述MDCを想定

□ パケット送出間隔

32[ms]

### ■ 評価方法

□ 両方の送信端末からパケットを受信できた場合



Good

□ いずれか一方の送信端末からパケットを受信できた場合



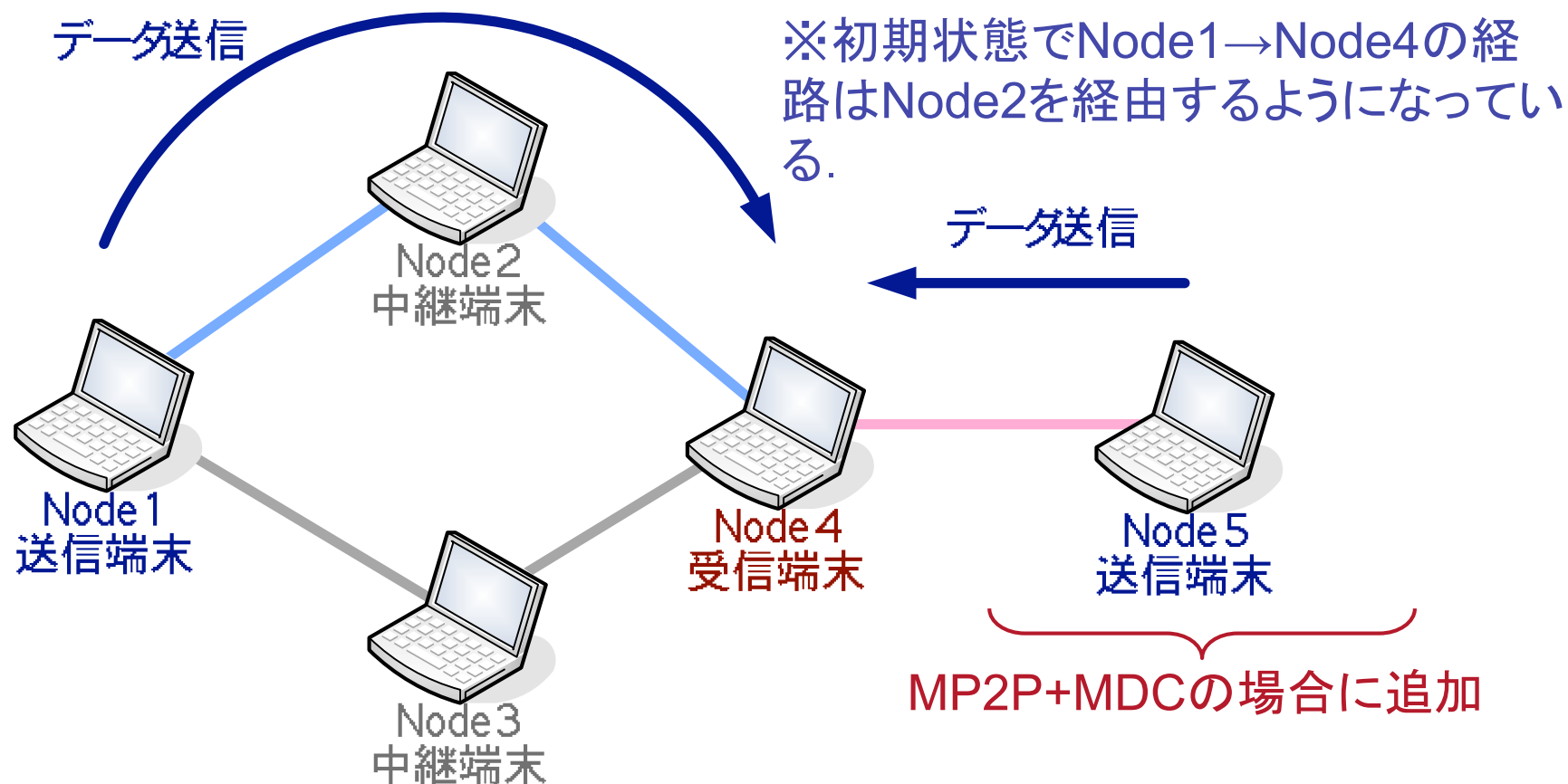
Acceptable

□ 両方の送信端末からパケットを受信できなかった場合



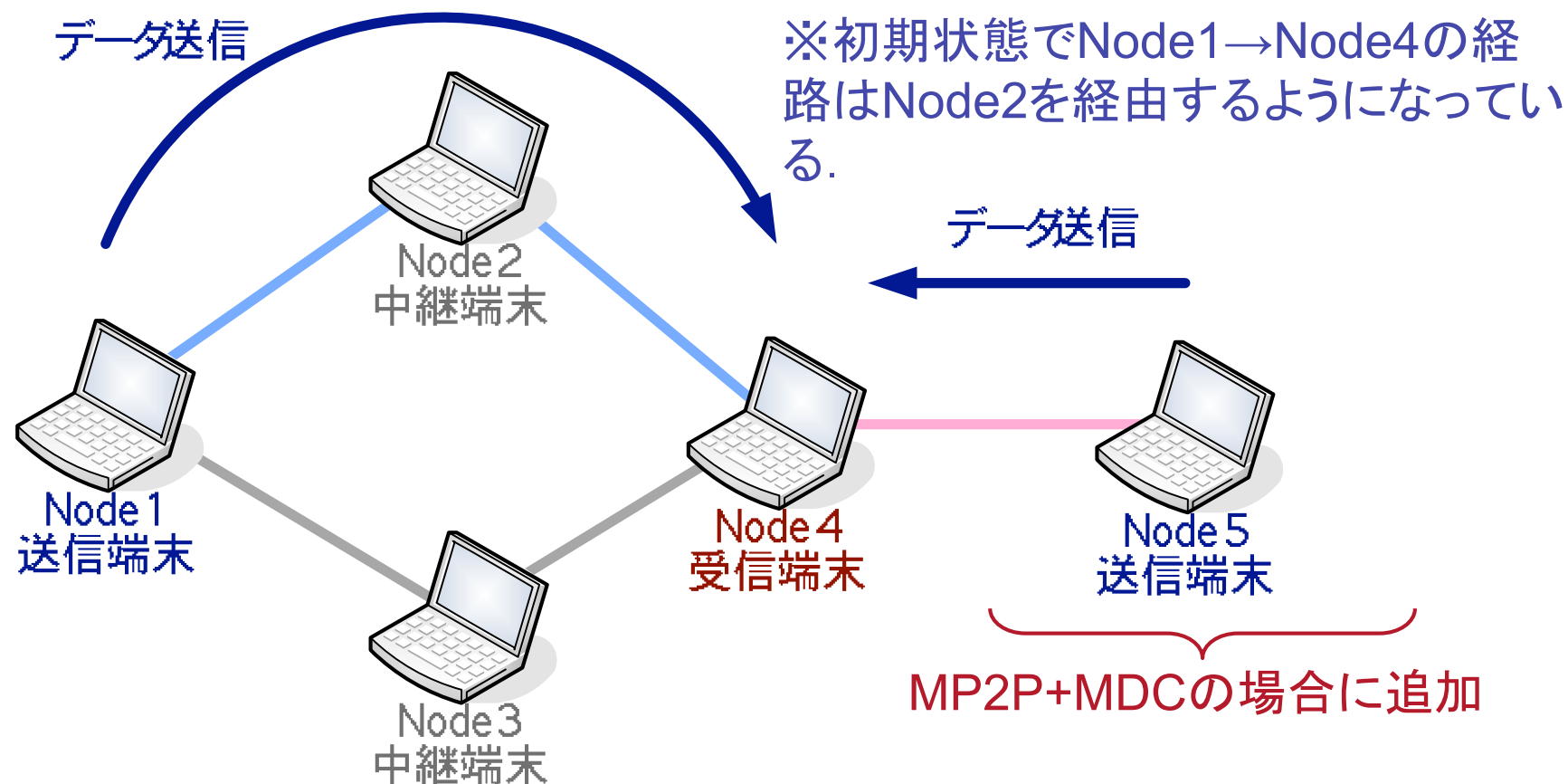
Bad

## 2.4 実験 I 実験設定



- 線で結ばれた隣接ノード同士が1ホップで通信可能であり、それ以外の端末とは直接1ホップで通信を行わないよう設定.
- PP                    送信端末: Node1            受信端末: Node4
- MP2P+MDC        送信端末: Node1, 5    受信端末: Node4

## 2.4 実験 I 実験設定

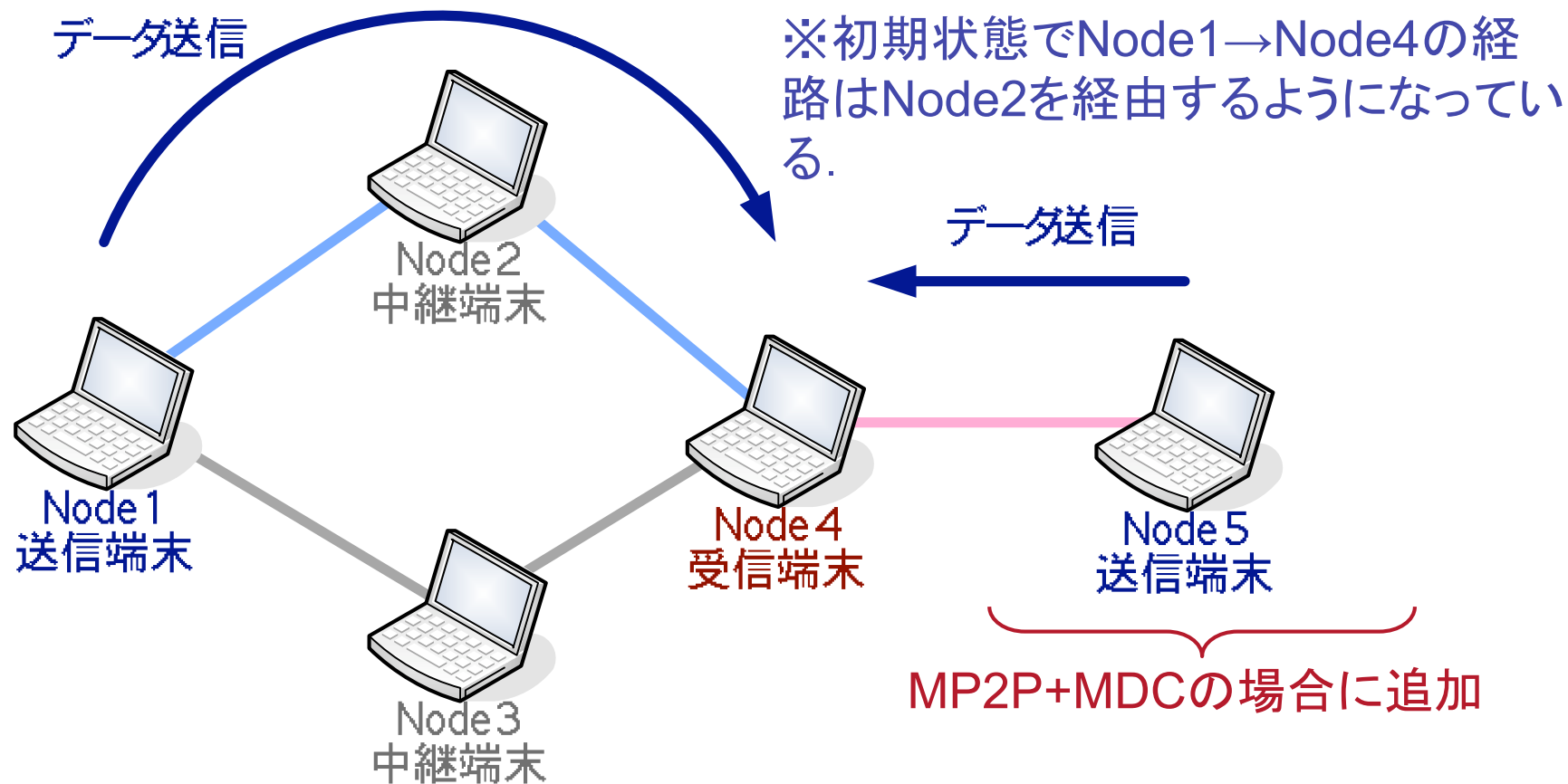


【0秒】測定開始(キャプチャ開始, 送信開始).

【10秒】Node2を停止(数秒後, Node2経由からNode3経由に変更).

【20秒】測定終了(キャプチャ停止, 受信停止).

## 2.4 実験Ⅱ 実験設定



【0秒】測定開始(キャプチャ開始, 送信開始).

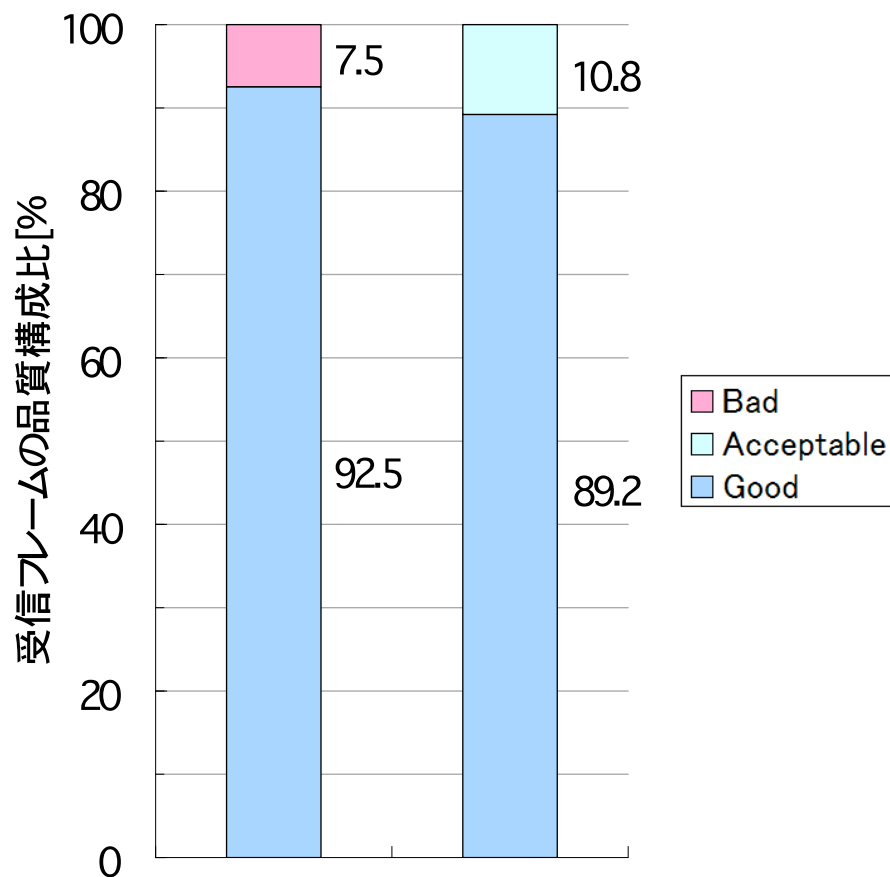
【5秒】Node2を停止(数秒後, Node2経由からNode3経由に変更).

【15秒】Node3を停止.

【20秒】測定終了(キャプチャ停止, 受信停止).

## 2.5 測定結果

### ■ 実験 I

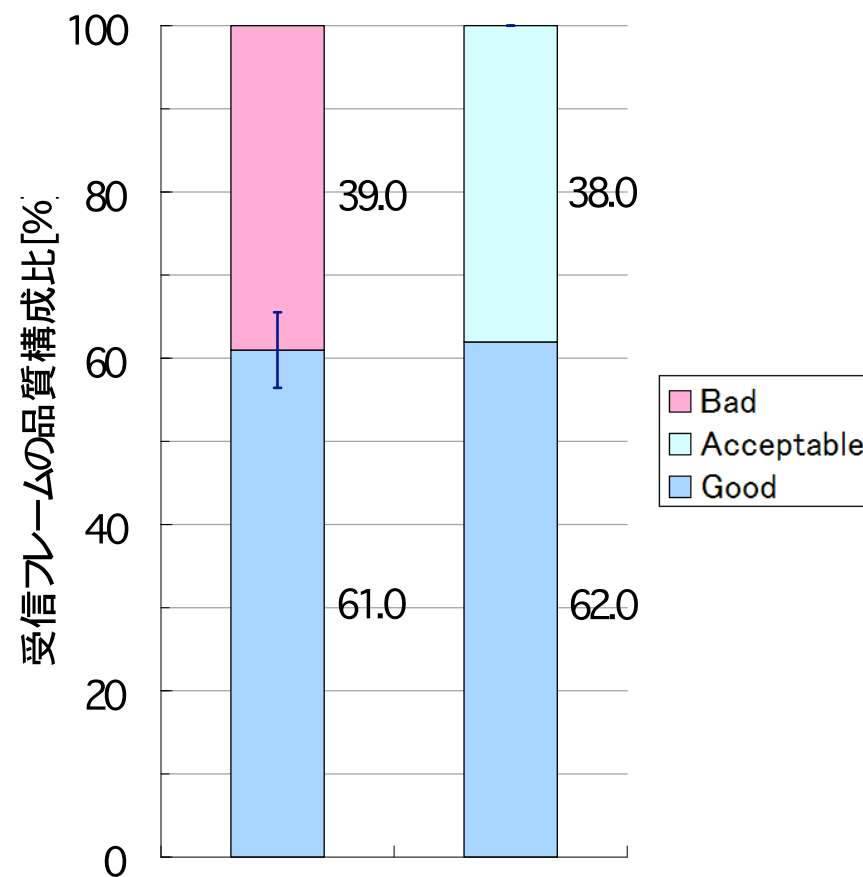


転送方式                      PP                      MP2P+MDC

可視フレーム  
率                      92.5%                      100.0%

■ + ■

### ■ 実験 II



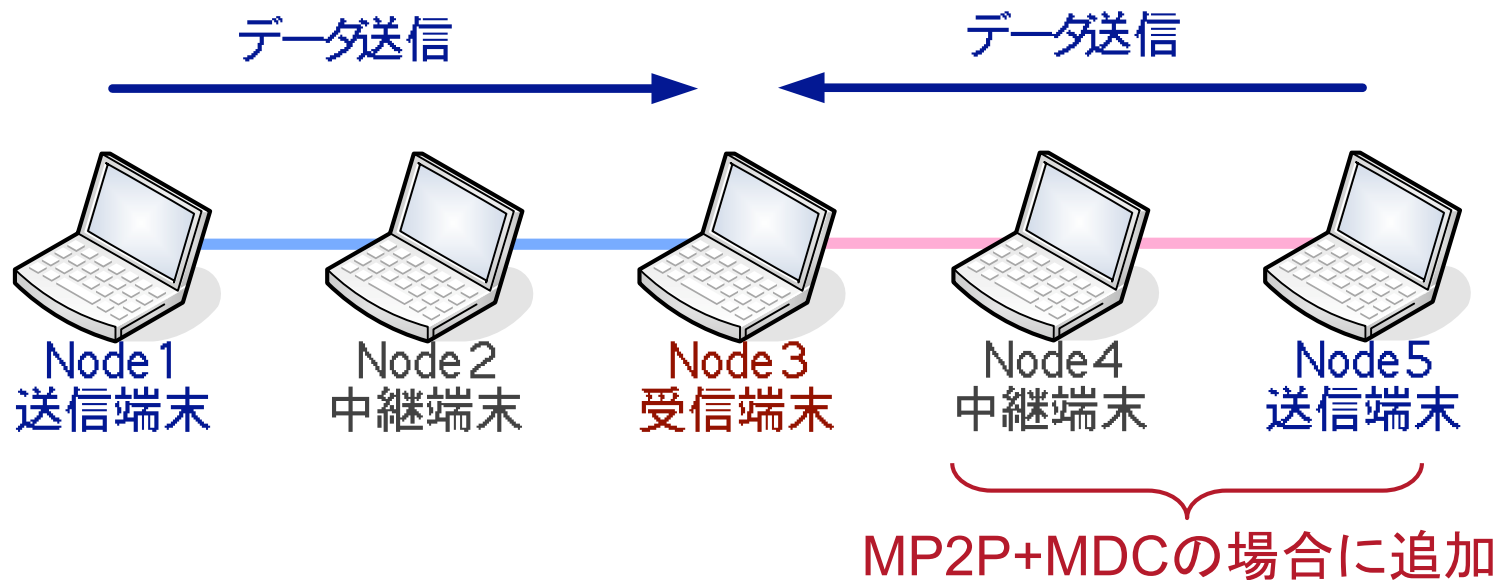
転送方式                      PP                      MP2P+MDC

可視フレーム  
率                      61.0%                      100.0%

■ + ■

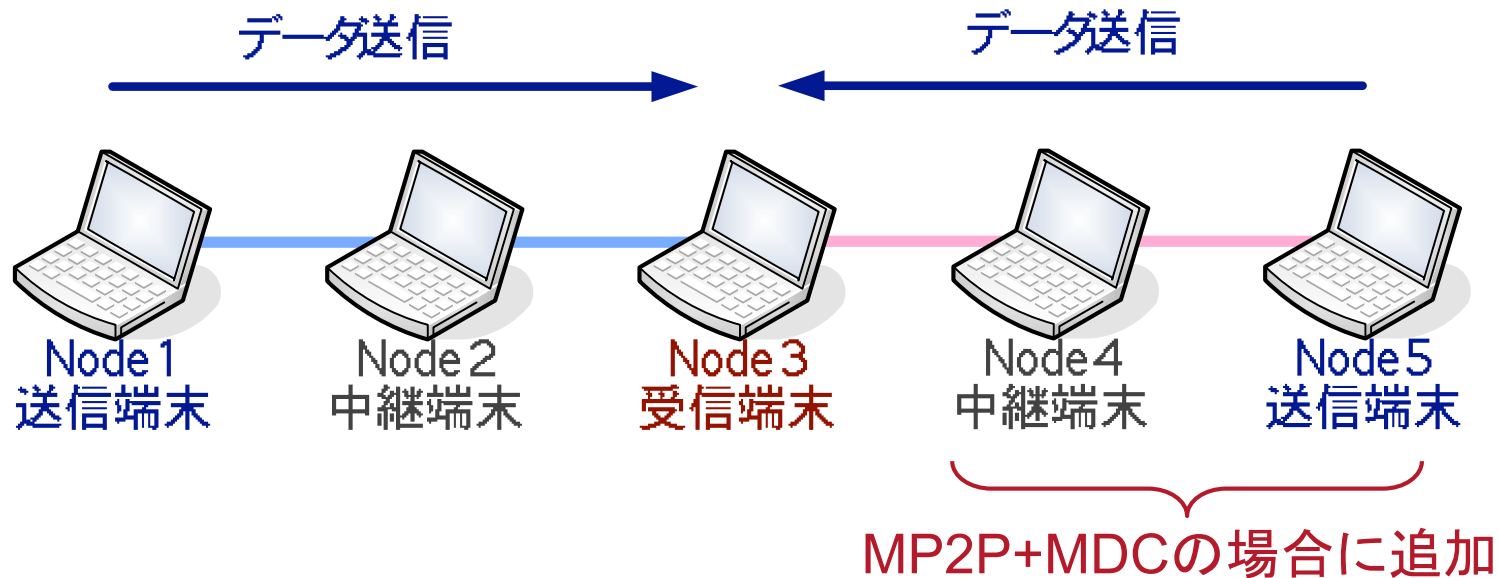


## 2.6 実験Ⅲ 実験設定



- 【0秒】 測定開始(キャプチャ開始、送信開始).
- 【4秒】 Node2とNode4を2秒間停止→起動.
- 【12秒】Node2を2秒間停止→起動.
- 【14秒】Node4を2秒間停止→起動.
- 【20秒】測定終了(キャプチャ停止、受信停止).

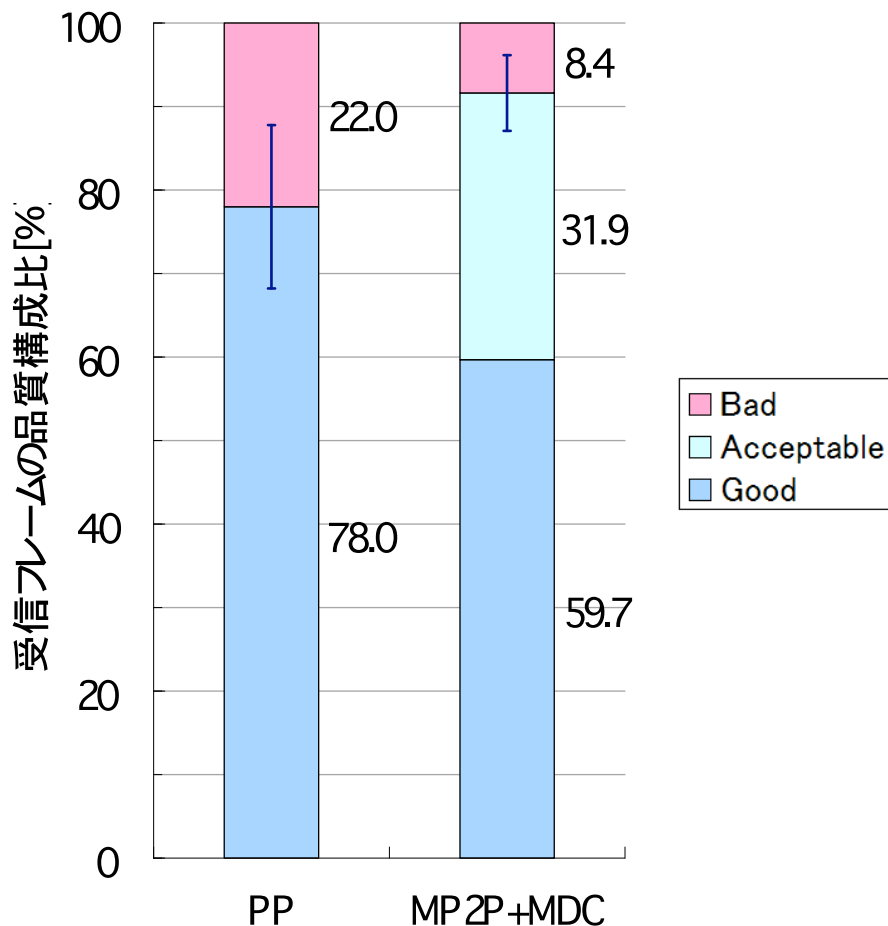
## 2.6 実験Ⅳ 実験設定



- 【0秒】 測定開始(キャプチャ開始、送信開始).
- 【4秒】 Node2を2秒間停止→起動.
- 【6秒】 Node4を2秒間停止→起動.
- 【10秒】Node2を2秒間停止→起動.
- 【12秒】Node4を2秒間停止→起動.
- 【20秒】測定終了(キャプチャ停止、受信停止).

# 2.7 測定結果

## ■ 実験Ⅲ

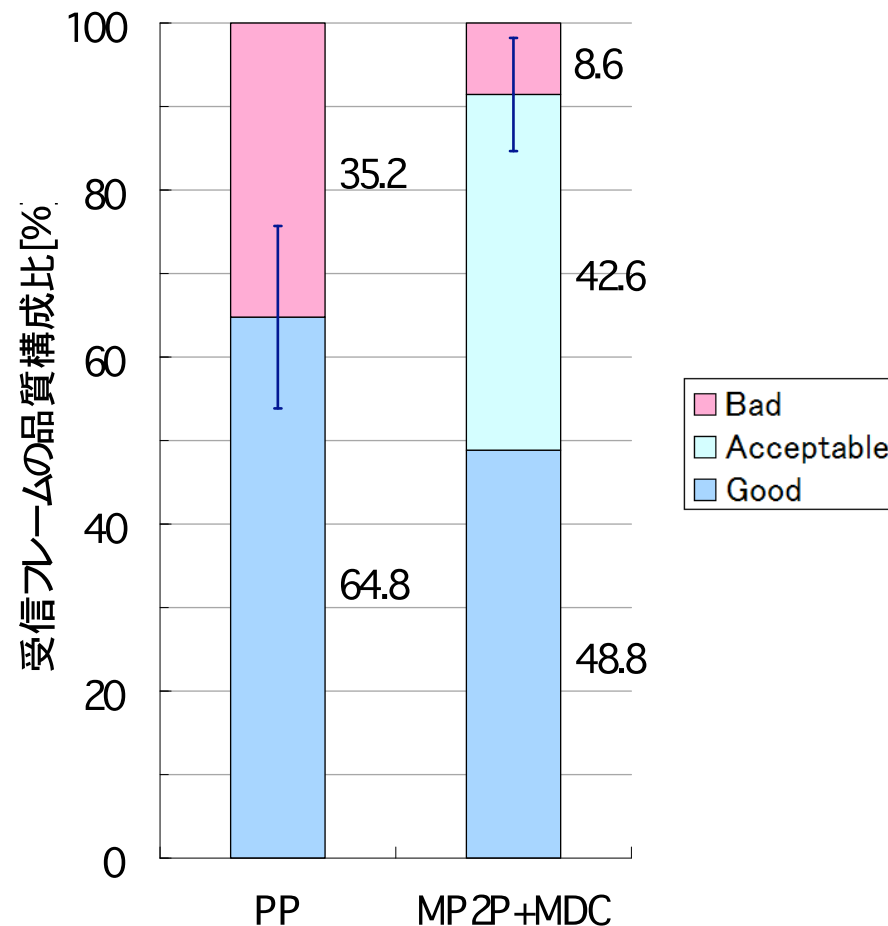


転送方式      PP      MP2P+MDC

可視フレーム  
率      78.0%      91.6%

■ + ■

## ■ 実験Ⅳ



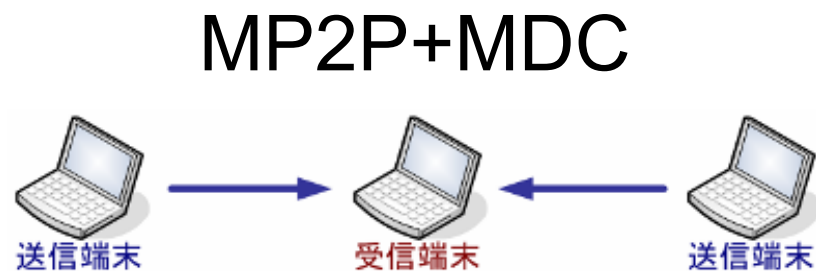
転送方式      PP      MP2P+MDC

可視フレーム  
率      64.8%      91.4%

■ + ■

## 2.8 評価

- 今回は4通りの実験構成にて測定を行った.
- PPとMP2P+MDCの各方式の可視フレーム率を比較,
  - いずれの構成においてもMP2P+MDCの方が高くなった.
- MP2P+MDCを用いたほうが、高い確率で動画を再現でき、損失耐性が高い.



Good

<

Good

+

Acceptable

Bad

>

Bad

---

### 3. まとめと今後の検討課題



## 3.1 検討課題

---

- オーバヘッド削減による低消費電力化の検討.
- 実際の動画データを用いた評価.
- 実応用を想定した追加方式の検討.
  - 目的情報所有ノードの探索方式.
  - ルーティング方式の改良.

## 3.2 まとめ

---

- アドホックネットワークにおける動画ストリーミング転送の再生不良を低減させる方式として提案している, MP2P+MDCについて, 実機テストベッドにおいて評価.



- PPよりもMP2P+MDCの方が可視フレーム率が高くなり, 提案方式の有効性を示した.



- 今後は, 実応用を想定し, 性能評価および追加方式を検討する予定である.

# 謝辞

---

- 本研究は、以下の研究の一環として実施したものである。
  - 総務省, SCOPE-R(戦略的情報通信研究開発推進制度), “アドホックユビキタス通信環境向きデータ駆動ネットワークングプロセッサの研究開発”.
  - 科学技術振興機構(JST), 戦略的創造研究推進事(CRESTタイプ), “超低消費電力化データ駆動ネットワークングシステム”.
  - 日本学術振興会, 科研費, “複数情報源・複数記述符号化方式による画像情報発見転送方式”.

# 業績

- 査読付き論文(主著1件)
  - 宇津圭祐, チャウチーオン, 石井啓之, “アドホックネットワークにおけるMDCを用いたMP2P動画転送による動画品質向上に関する検討”, 電気学会論文誌, C分冊128巻9号, pp.1431-1437, Sep. 2008
- 紀要(主著1件)
  - 宇津圭祐, 石井啓之, “ユーザによるインターネット上の最速サーバ選択法の検討”, 東海大学紀要情報通信学部, Vol.1, No.1, 2008, pp.45-50, Sep. 2008
- 国際会議(主著3件, この他共著2件)
  - Keisuke Utsu, CheeOnn Chow, Hiroaki Nishikawa and Hiroshi Ishii, “Performance Study on Multipoint-to-Point Video Streaming over Mobile Ad Hoc Networks, ” PDPTA'08, Las Vegas, USA, Jul. 2008
  - Keisuke UTSU, Yoshimasa SAJIMA, CheeOnn CHOW, Kazumasa TAKAMI, and Hiroshi ISHII, "A Study on QoS of Multipoint-to-Point Packet Streaming over the Wireless Ad Hoc Network Testbed", PDPTA'07, Las Vegas, USA, Jun. 2007
  - Keisuke Utsu, CheeOnn Chow, and H. Ishii, “Performance Evaluation of Multipoint-to-Point Packet Streaming over the Wireless Ad Hoc Network Testbed”, Proceedings of the 2008 International Workshop On ULPDDNS, Kyoto, Japan, Jan. 2008
- 電子情報通信学会大会(主著4件, 共著3件),  
同研究会(主著5件), 同学生研究発表会(主著1件, 共著1件).

