

教育用LANのモデル化と 通信量解析に関する研究

情報処理教育センター

石原 進

研究の背景

集合情報処理教育施設のLAN

- ・ 数百台のワークステーション
- ・ 全ユーザの個人データを一元管理 (NFS)
- ・ 授業利用時のネットワークアクセス集中

研究用・実務用システム

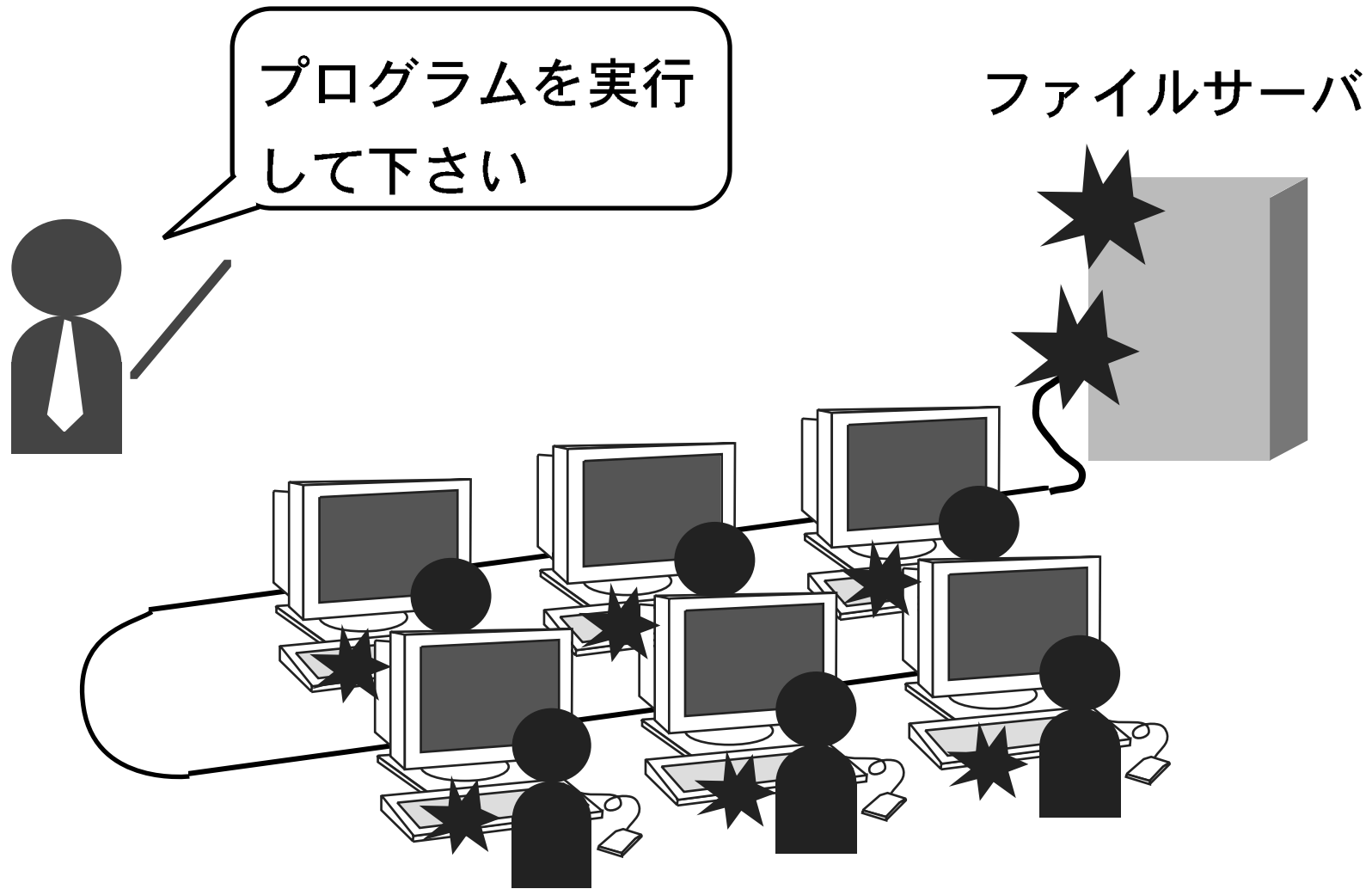
- ・ ネットワークアクセス分散

従来のNFS：負荷集中への対応は不十分



教育用LAN専用のNFS構築が必要

授業利用時のネットワークアクセス集中



本研究の目的

教育用LANのネットワーク通信量解析
教育用LAN専用のNFS構築の準備

シミュレーション



教育用LANでのネットワークアクセス集中
時の状況

ユーザ操作に対する応答時間



教育用システムに適したネットワーク構成

従来のLAN評価モデル

解析的モデル

待ち行列モデル (村田)

ペトリネットモデル (Ibe)

→○負荷一定時の定常的なネットワーク性能

×極端な負荷の集中, 負荷の変動時 評価困難

シミュレーションモデル

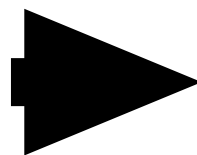
Fast and Accurate CSMA/CD Simulator(Marino)

- 単一の階層のプロトコルのみ

- 複数階層のプロトコルの組み合わせ困難

本シミュレーションモデルの設計方針

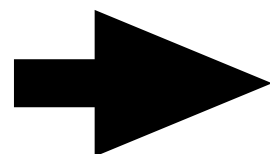
複数階層の通信プロトコルを詳細にモデル化



過渡的な負荷集中時にも正確

実際のシステム利用時を想定した評価が可能

各プロトコルはモジュール化



汎用性

モデル化した通信プロトコル

アプリケーション層	FTP
プレゼンテーション層	TELNET
セッション層	SMTP
トランスポート層	TCP
ネットワーク層	IP
データリンク層	Ethernet CSMA/CD
物理層	同軸ケーブル

モデル化

通信時間への影響

TCP: 確認応答, 再送信
CSMA/CD方式による
物理媒体アクセス

シミュレーションモデル

TCPモジュール

再送信スケジュール
データ・確認応答送信
それぞれ独立に動作

Ethernet モジュール

CSMA/CD方式の動作
お互いに参照して動作



ファイルサーバ

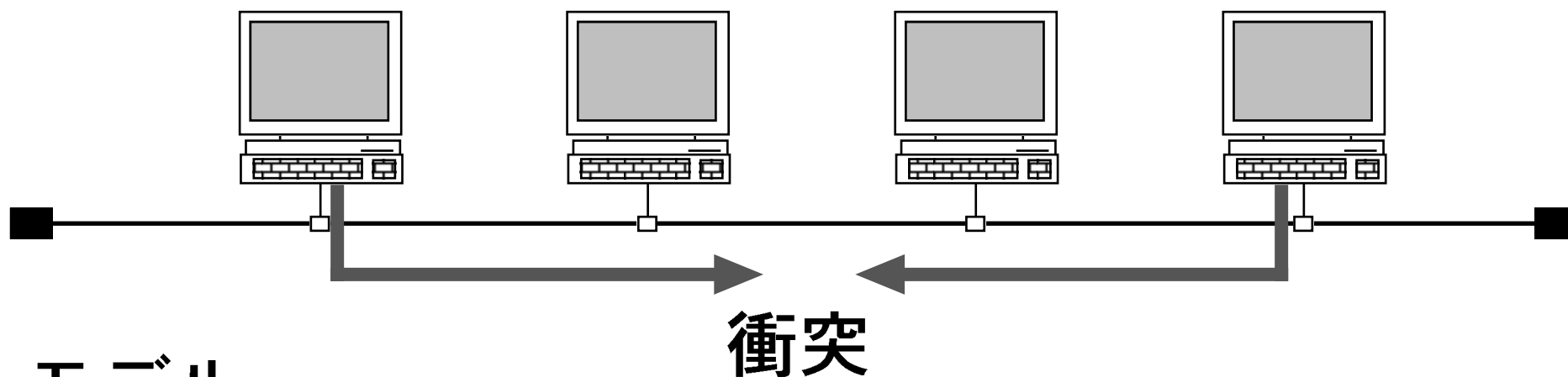
クライアントWS

イベント駆動でシミュレーション

Ethernet(CSMA/CD)のモデル化

CSMA/CD

- ・ 送信前に伝送路状態チェック
- ・ 衝突発見→送信停止→再送信



モデル

- ・ 各ノード：状態遷移モデル
(送信状態, 送信開始・終了時刻)
- ・ 伝送路状態チェック, 衝突検出
→ ノード間の状態比較

TCPのモデル化

TCP: 信頼性の高い全二重通信を提供

- ・ 通信路の確立・切断
- ・ パケット順番制御 → モデル化
- ・ フロー制御 → モデル化
- ・ 確認応答付き再送信 → モデル化

負荷集中時には再送が頻発

モデルでの実装法: Unix BSD 4.3 に準拠

シミュレーションの条件

ファイル転送

1MB

伝送速度

10 Mbps

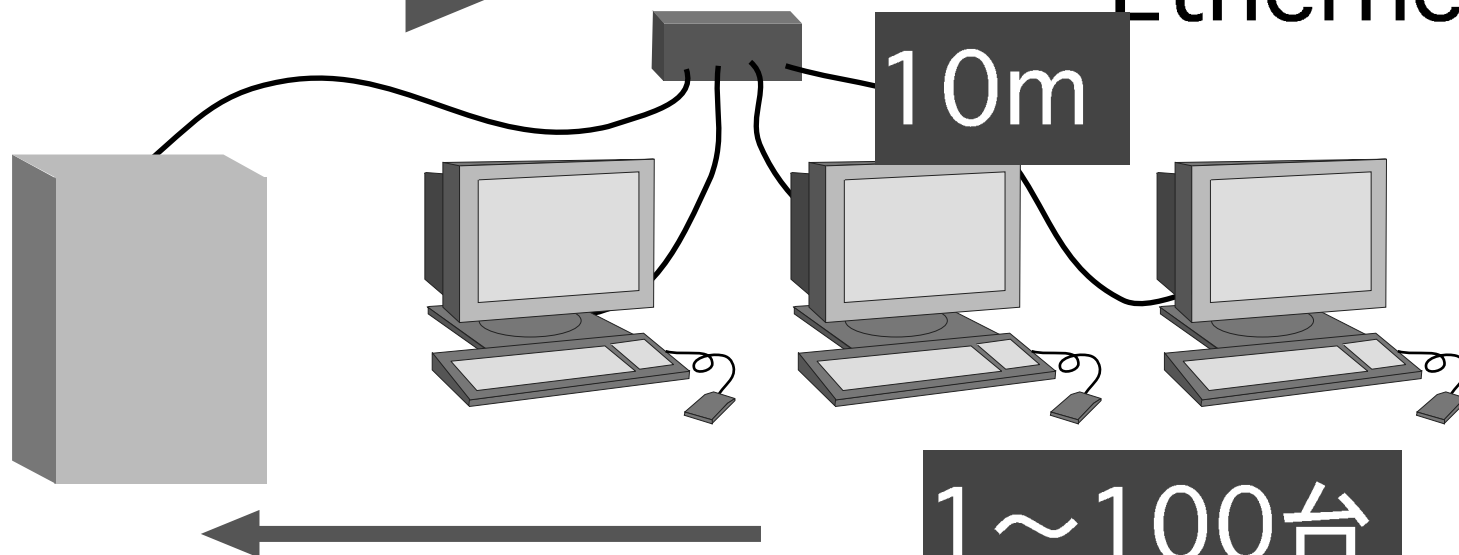
100 Mbps

Ethernet

10m

1~100台

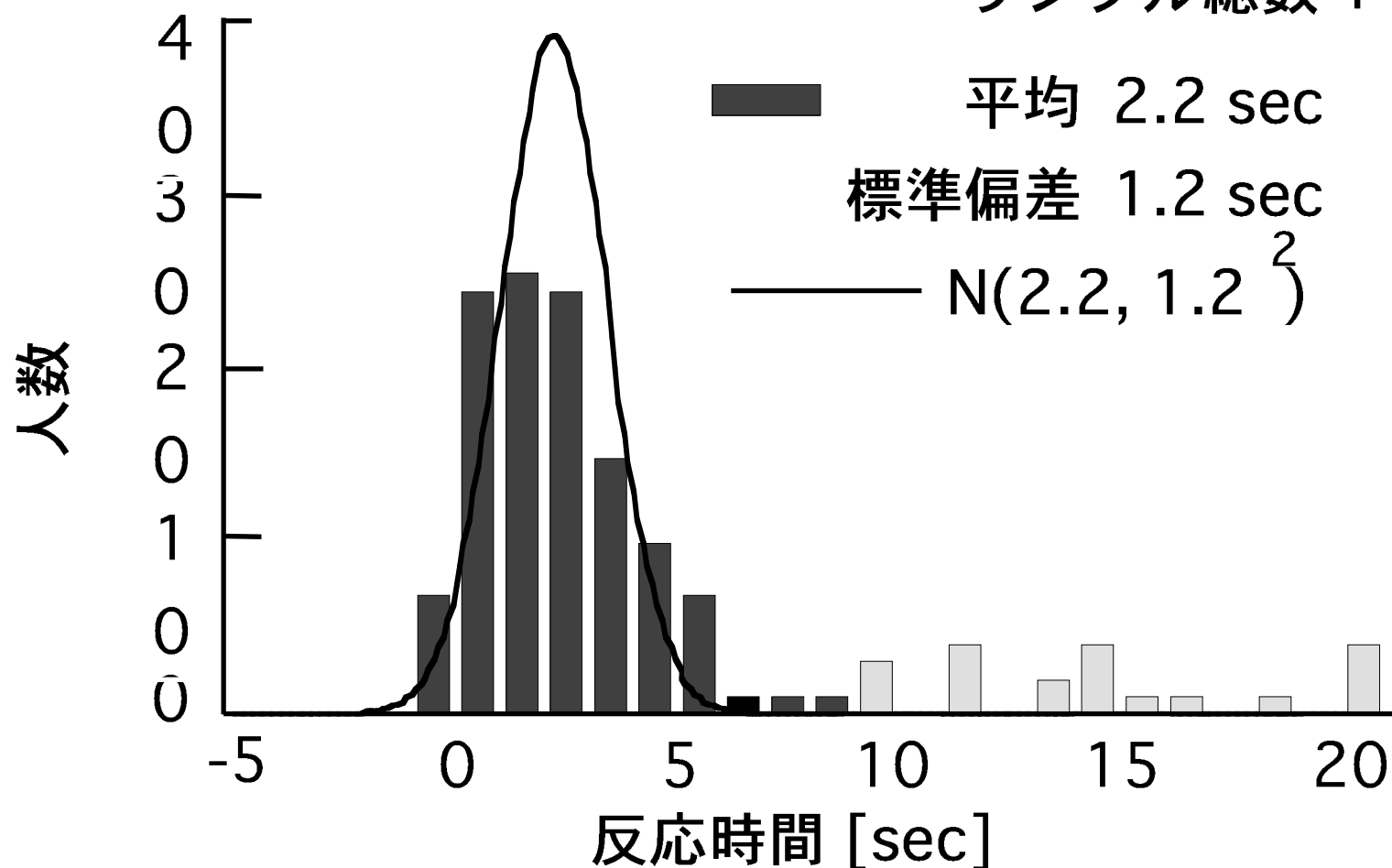
ファイル転送要求(ほぼ同時)



学生の反応時間の測定

合図に対するダブルクリックの反応時間

サンプル総数 147



ファイル転送要求発生時刻の分布

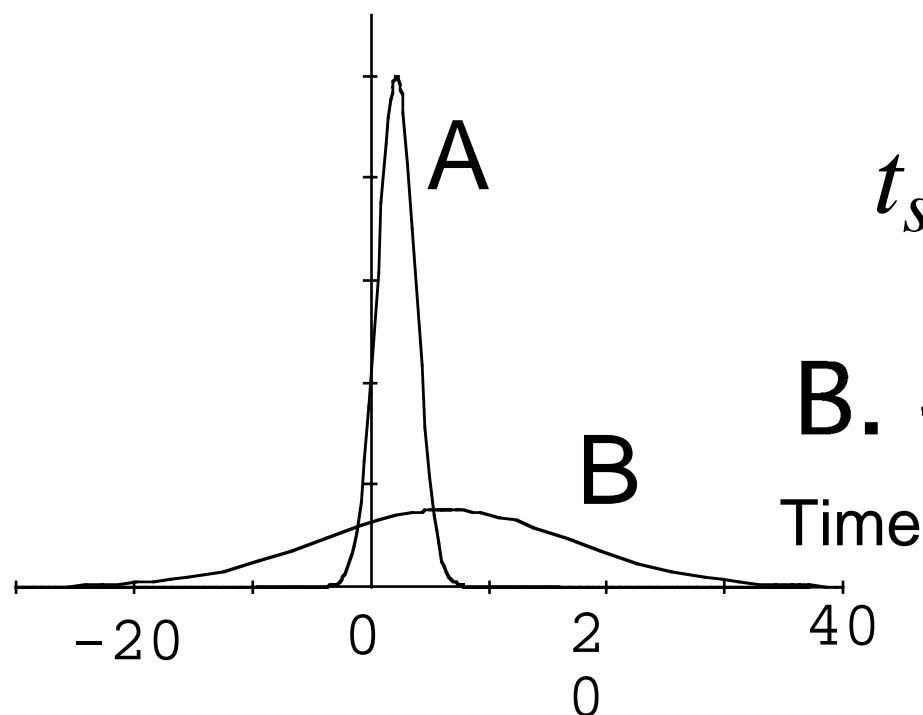
A. マウス入力を想定

アクセス集中度 高

$$t_{s_i} \sim N(2.2, 1.6^2)$$

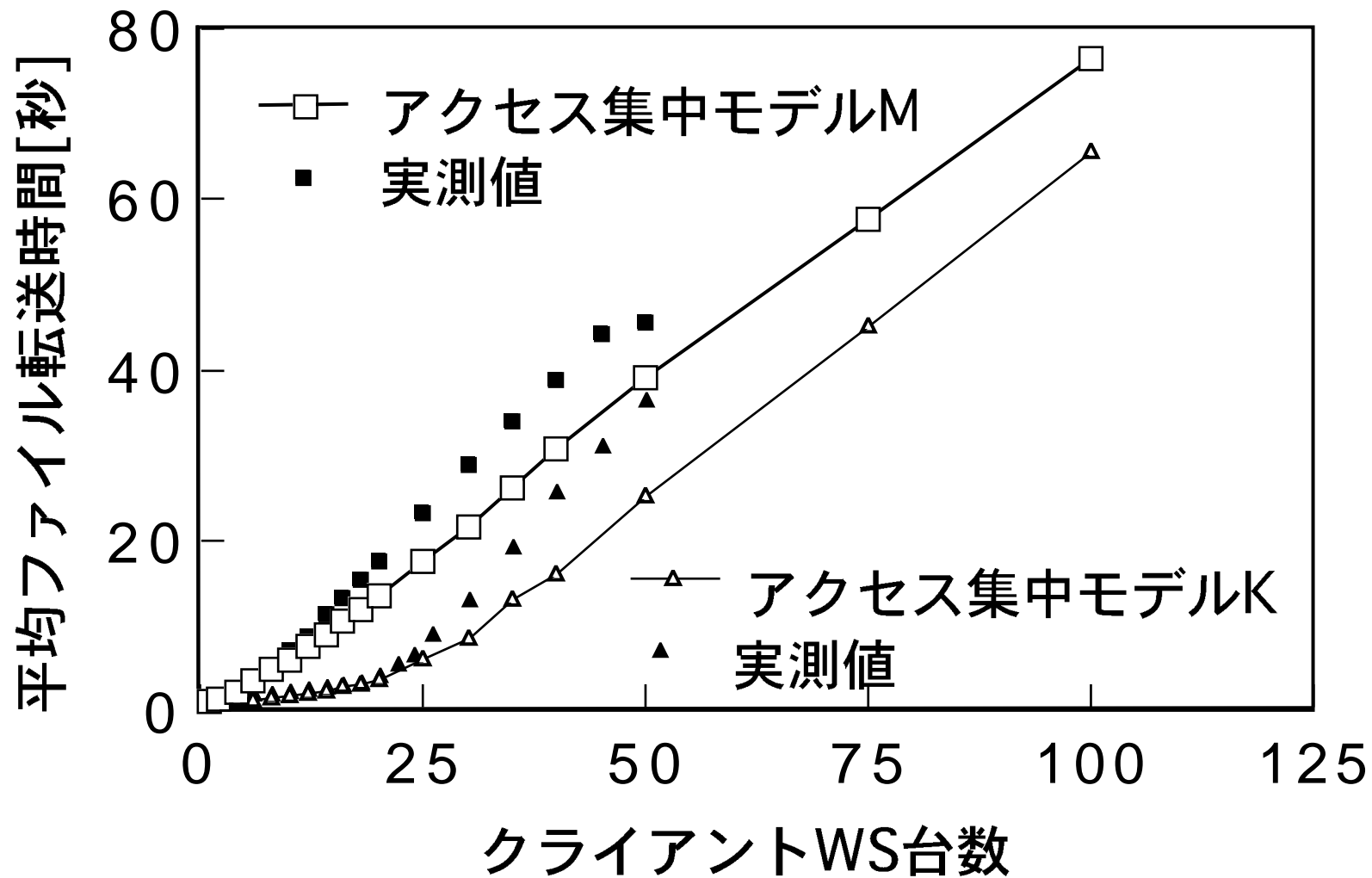
B. キーボードを想定

アクセス集中度 低



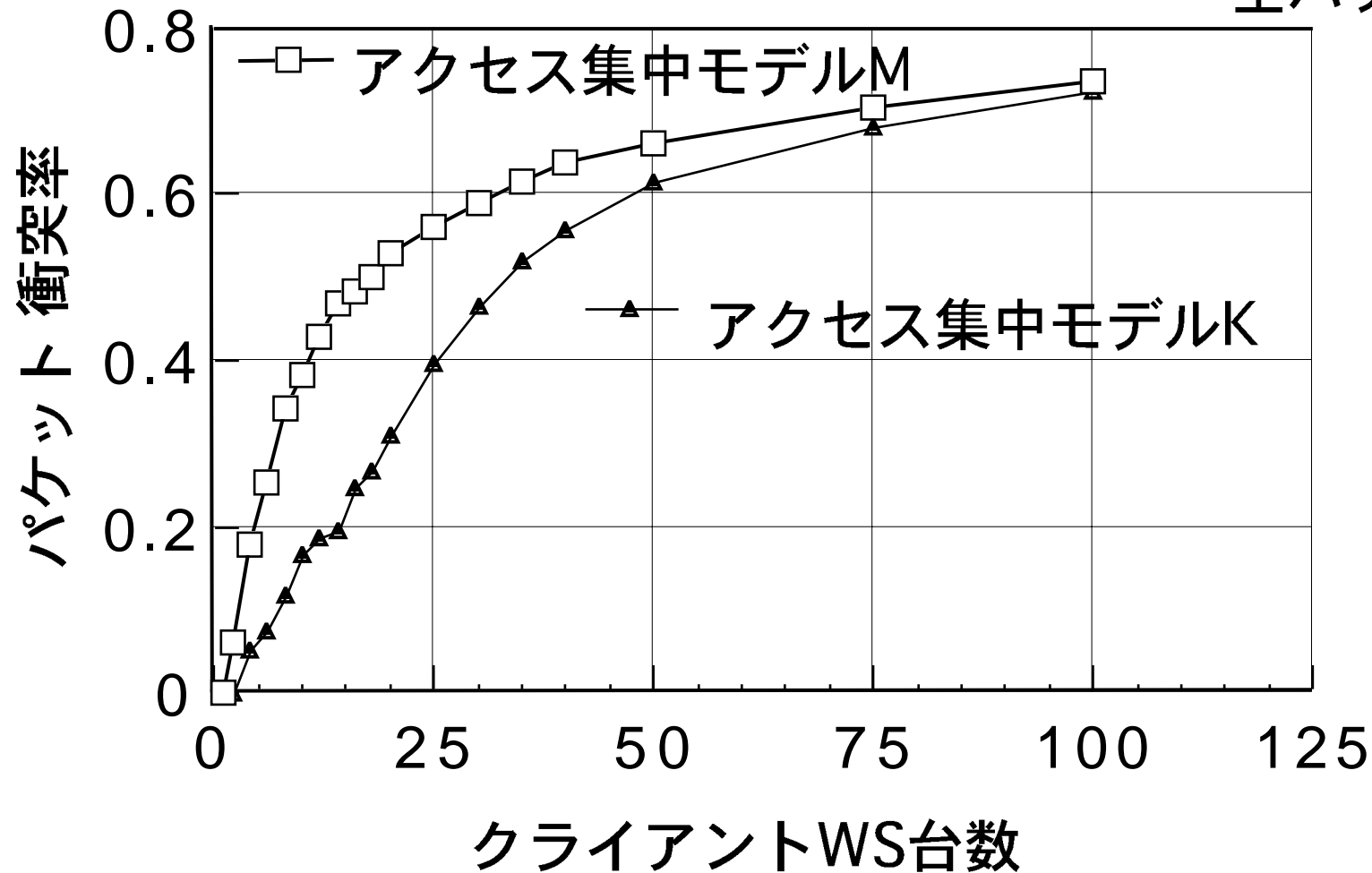
$$t \sim N$$

ファイル転送時間 10Mbps Ethernet



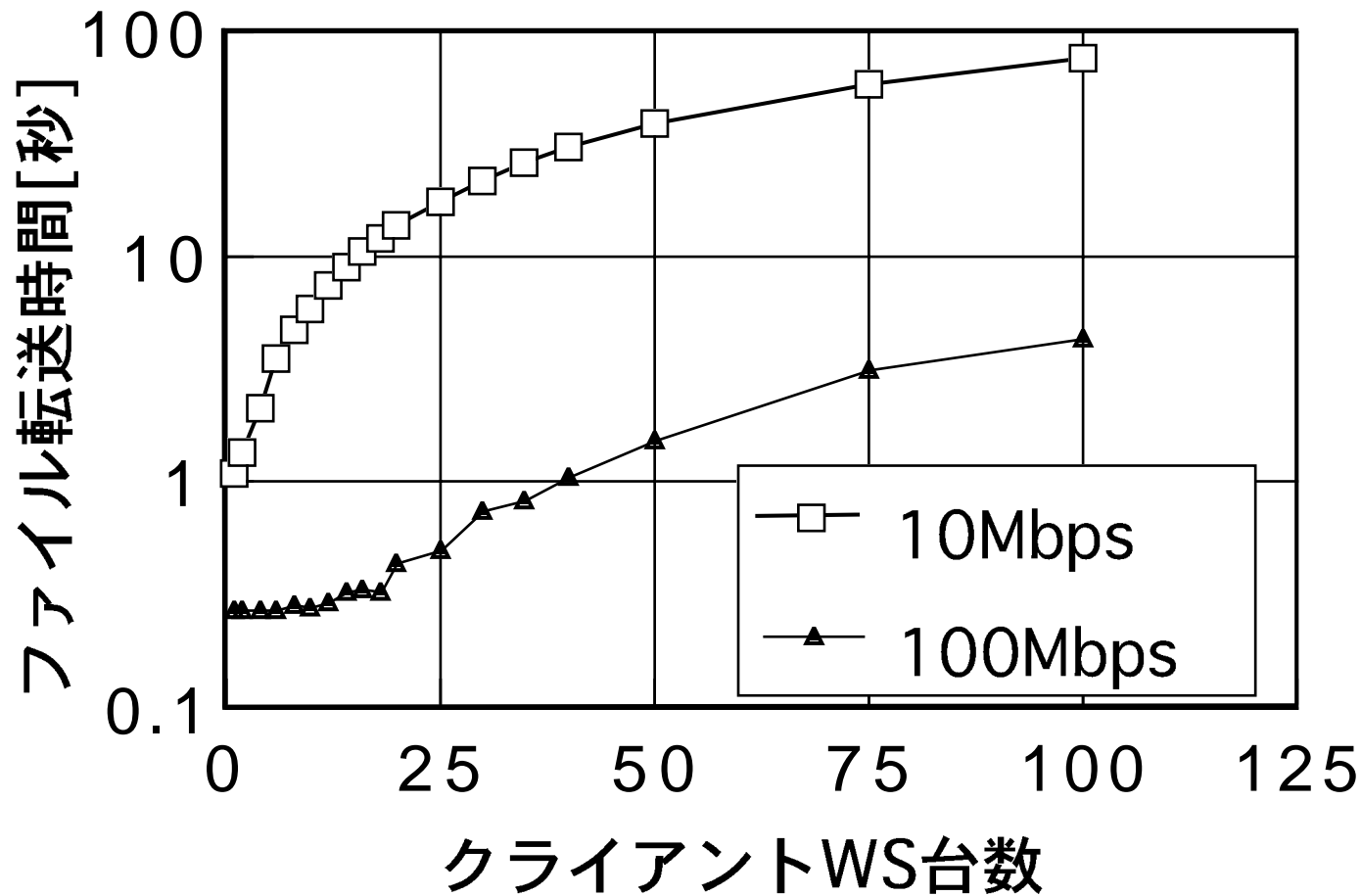
パケット衝突率 10Mbps Ethernet

$$\text{衝突率} = \frac{\text{衝突パケット}}{\text{全パケット数}}$$



100Mbps Ethrenetを用いた場合

アクセス集中モデル M



まとめ

- ・ プロトコルを詳細にモデル化したLANシミュレーションモデルを設計
- ・ 教育用LANでのネットワークアクセスの集中をシミュレーション

教育用LAN 1セグメントあたりの
クライアントWS台数のめやす

10Mbps	マウス入力時 10台 キーボード入力時 20台
100Mbps	

100台まで接続可能

今後の課題

- ・ 複雑なネットワークトポロジーへの対応
ブリッジ, スイッチングハブ, ATM
- ・ モデルの高速化
- ・ NFSの評価への応用
SunNFS, Andrew, 階層化NFS
- ・ 教育用LAN専用のNFSの設計

