

日本経営工学会2013年秋季大会

2013年11月16～17日, 日本工業大学, 埼玉

e-learningにおける学習スタイル ーネットワーク品質とオンデマンド授業

早稲田大学	平澤 茂一
会津大学	中澤 真
サイバー大学	小泉 大城
早稲田大学	石田 崇
早稲田大学	後藤 正幸

目次

- [1] はじめに
- [2] オンデマンド授業の位置づけ
- [3] 従来の研究
- [4] ネットワーク環境におけるオンデマンド授業
- [5] モバイル環境におけるオンデマンド授業
- [6] 考察とむすび

1. はじめに

■ [e-learning]

ICT (Information and Communication Technology)
を活用して学習効果を高めることを目的とする教育
形態, あるいは学習スタイル

■ [学習スタイル]

与えられた環境で実行できる, 個性を持った学習者
の学習様式・方法・型・流儀

■ 期待: ICT利用により, 教育の根底から変革し, 異次元の学習スタイル創造の可能性

2. オンデマンド授業の位置づけ

■ [オンデマンド授業]

インターネットを介してPCを用いて実施される授業

→ 遠隔地から要求に応じた授業

→ 「どこでも」(場所)「いつでも」(時間)「誰でも」

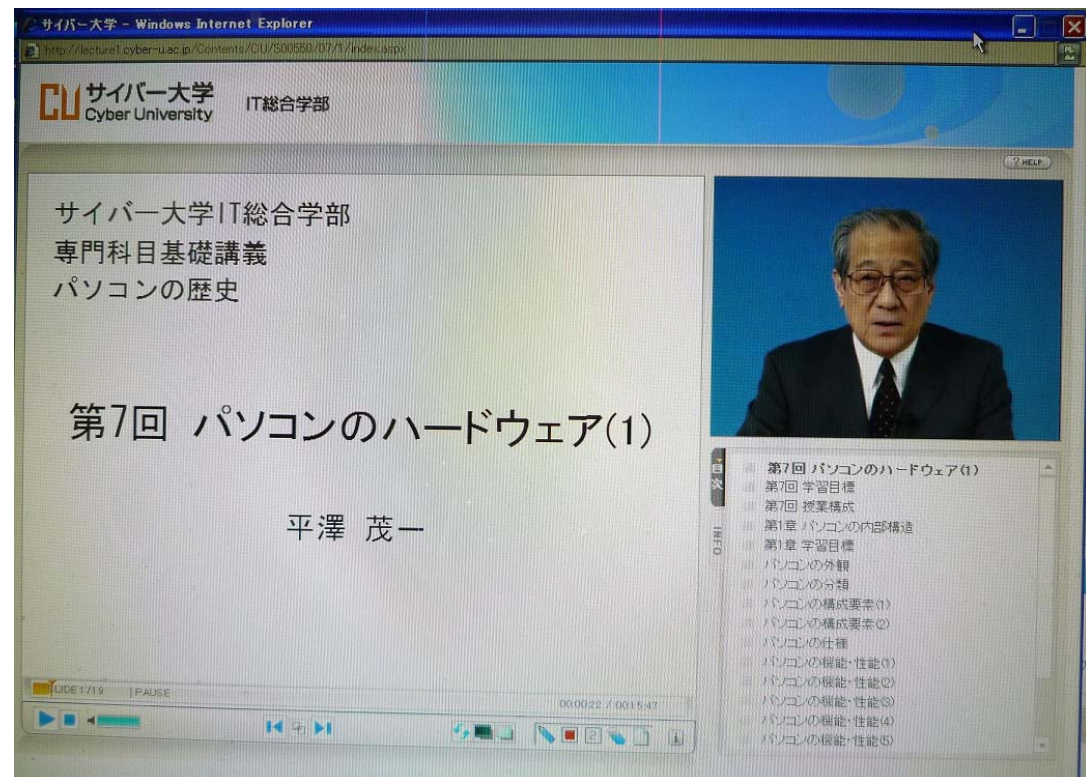


写真:「パソコンの歴史」の
ビデオオンデマンド画面(例)

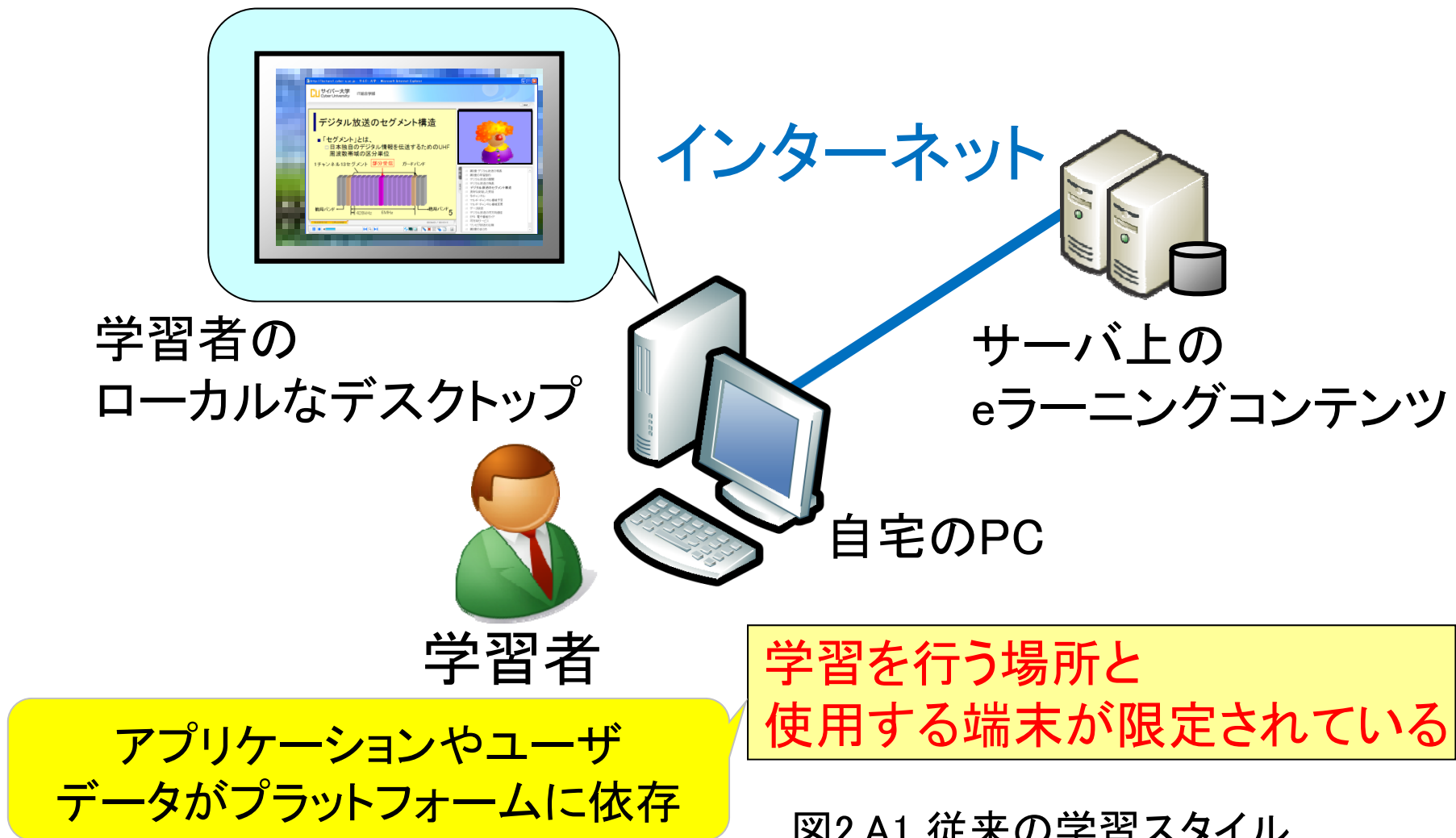


図2.A1 従来の学習スタイル

■ 仮想化デスクトップ環境 (Desktop as a Service: DaaS, Virtual Desktop Infrastructure: VDI)

→時間・場所・使用端末のフリー

→モバイルラーニング

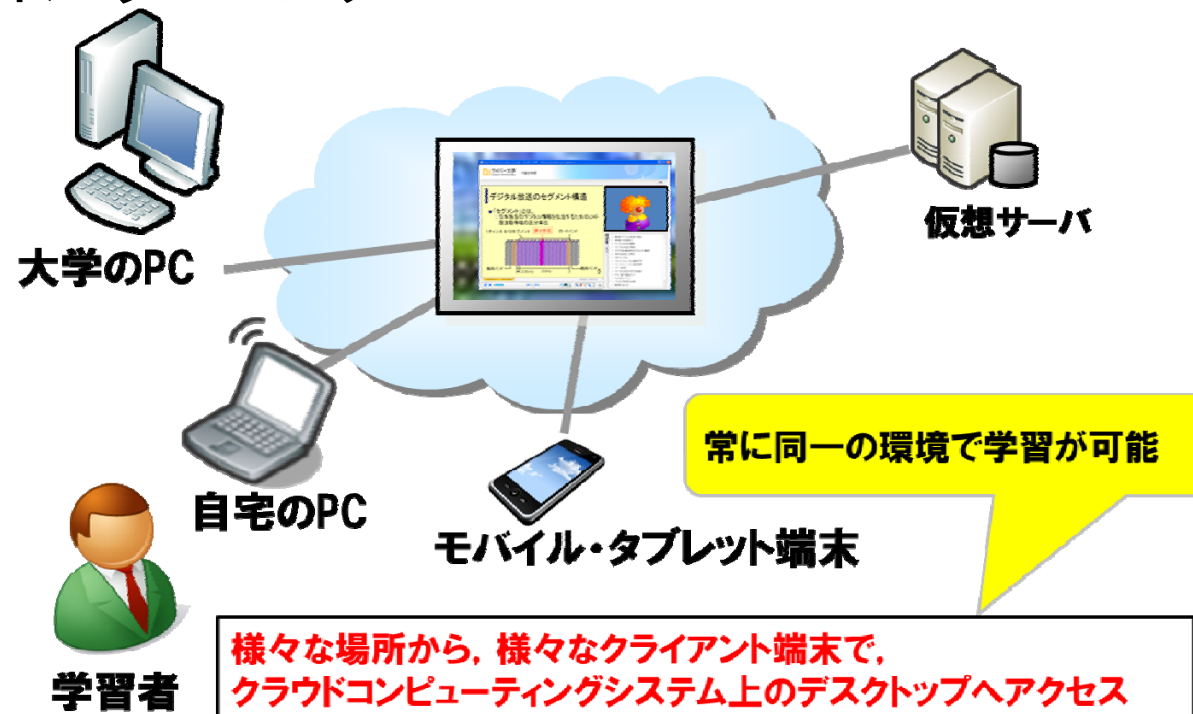


図2.1. クラウドコンピューティング環境上に構築された仮想化デスクトップ



- クライアント端末のプラットフォームに依存しない
- 利用できるアプリケーションの制約がほとんどない

図2.A VDI型の動作概念図(圧縮したデスクトップ画像をクライアントに転送)



■ ネットワーク品質(環境)がオンデマンド授業の学習スタイルに及ぼす影響

[例]

モバイルラーニングにおけるスマートフォン・タブレット端末(回線品質＋操作性)による→

学習方法(スタイル)の制約

(特に、動画のストリーミング配信)

図2 導入目的

導入済み

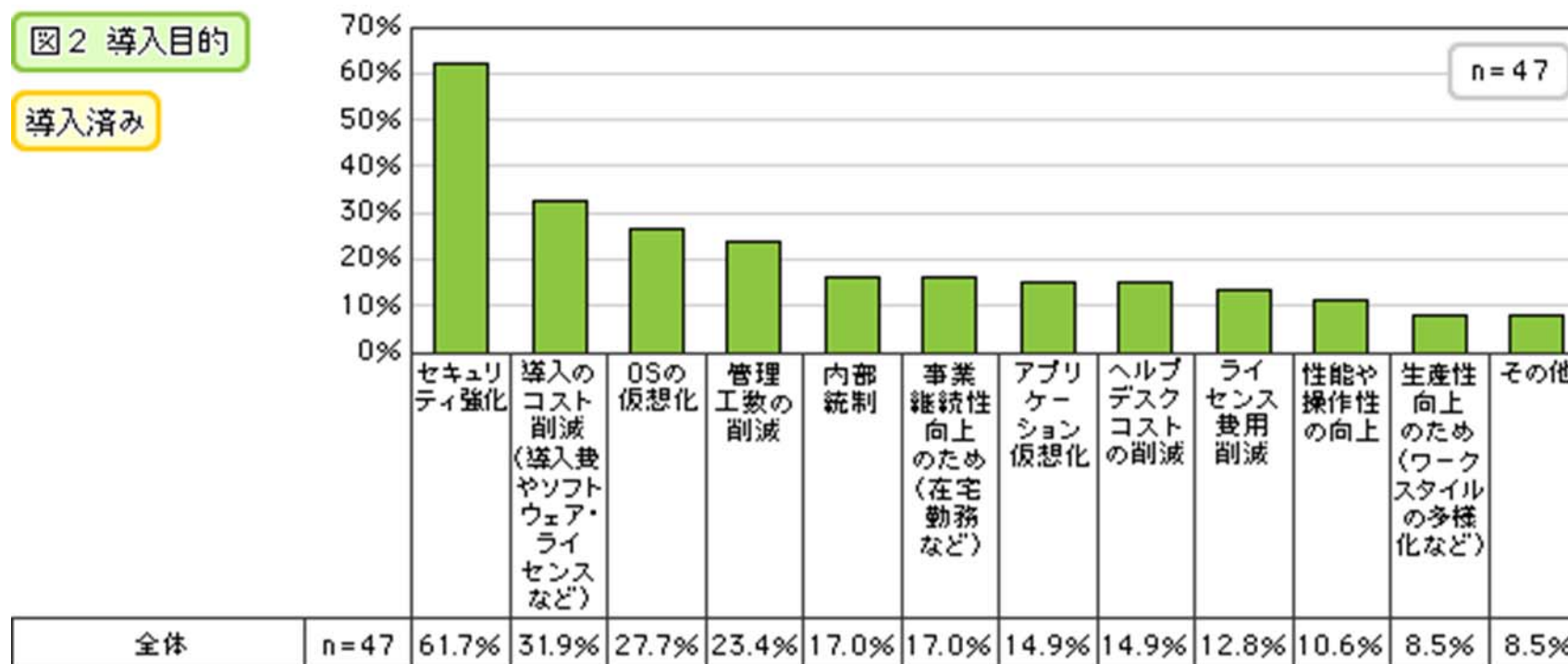


図2.A3: 仮想化デスクトップの利用

出典: <http://www.keyman.or.jp/at/coresys/thin/30006104/>

[例] 東洋大学

3. 従来の研究

表3.1: 客観評価と主観評価

		評価値	ネットワーク層
客観評価	QoS (Quality of Service)	測定値	物理層より上位
主観評価	QoE (Quality of Experience)	5段階評価	アプリケーション層

QoSとQoEの間の換算

[例] IPテレビ, 映像 [2]

- ネットワーク品質: 通信(伝送)品質・・・回線(伝送)遅延・
通信(伝送)帯域・ジッタ・パケットロス率など ← QoSで評価
- アプリケーション品質 ← QoEで評価

- [例] ネットワークを用いた遠隔ゼミ(テレビ会議)[3]
研究室(早大)ー研究室(ケンブリッジ大)
 - ① ゼミ(双方向)の成立には, 回線遅延時間とパケットロスの影響を強く受ける(図3.1参照).
 - ② QoSの影響を少なくするためには, ゼミの開催日時をスケジューリングする必要がある. 日英のオフィスアワーや月曜日を避ける.
 - ③ コンテンツ符号化を行うヘッドエンドPCや, 学内ネットワークの研究室LANの影響も無視出来ない.

早大ー ケンブリッジ大 回線品質特性

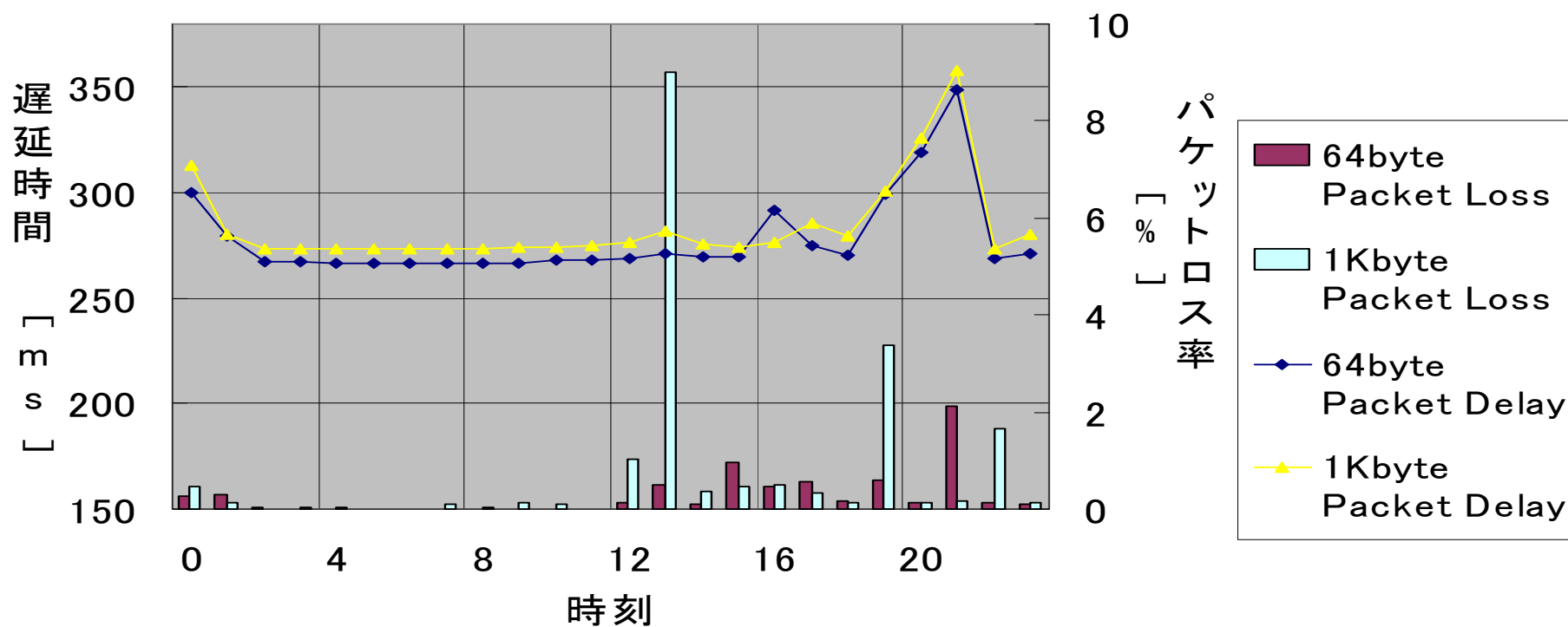


図3.A1 実回線QoSの日内実測例(CU-WUの場合)

早大ー ケンブリッジ大 回線品質特性

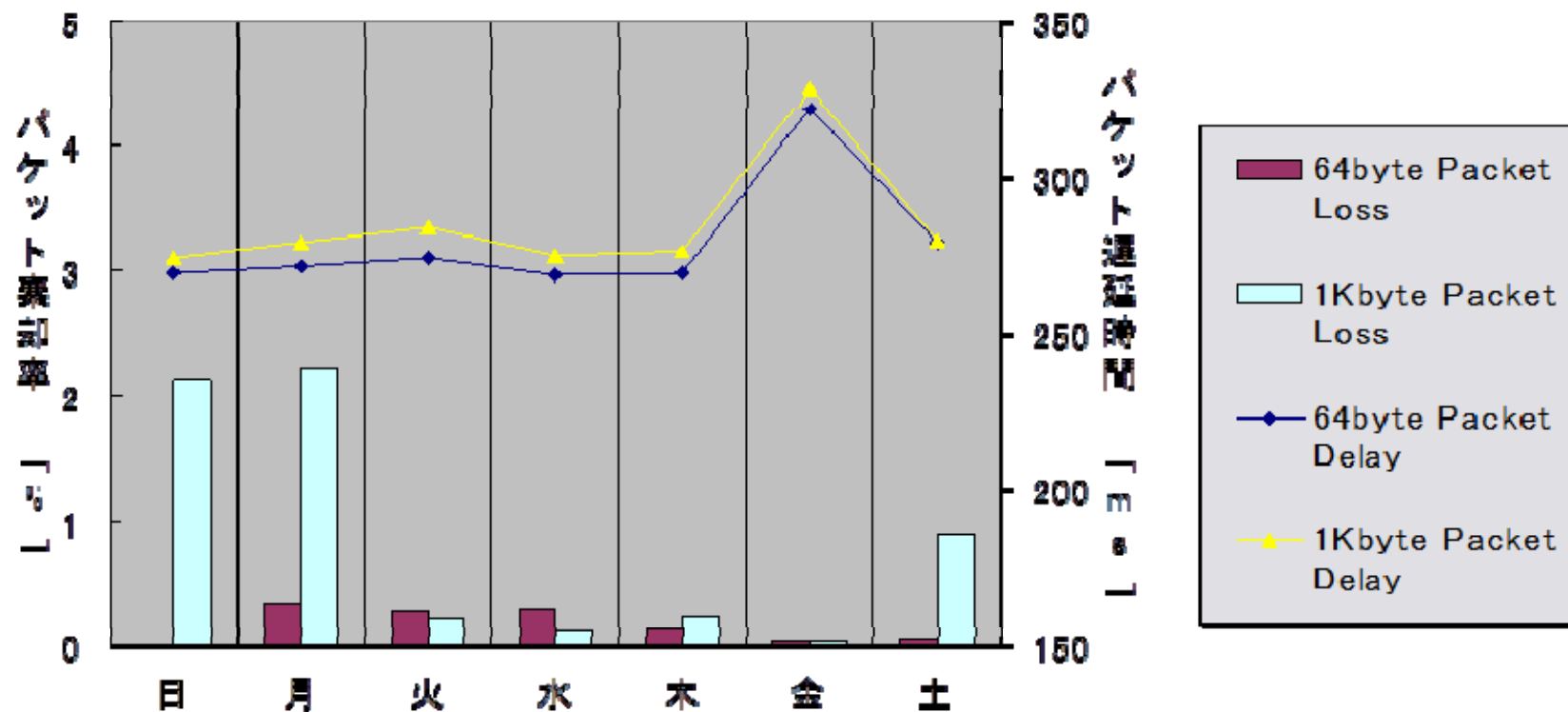


図3.A2 実回線QoSの週内実測例(CU-WUの場合)

早大－UCLA 回線品質特性

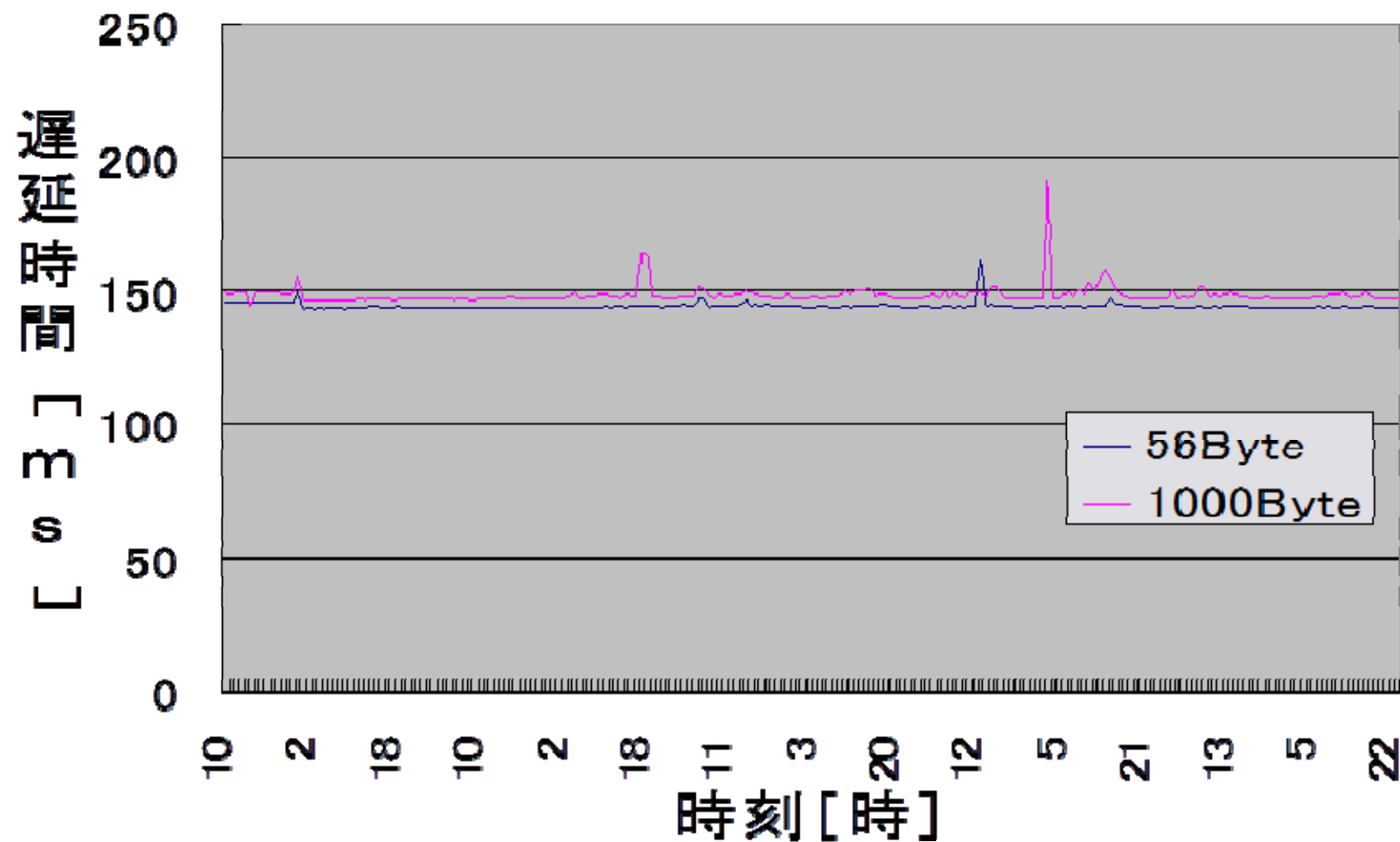


図3.A3 UCLA-WUのQoSの日内実測例

早大－ハワイ大 回線品質特性

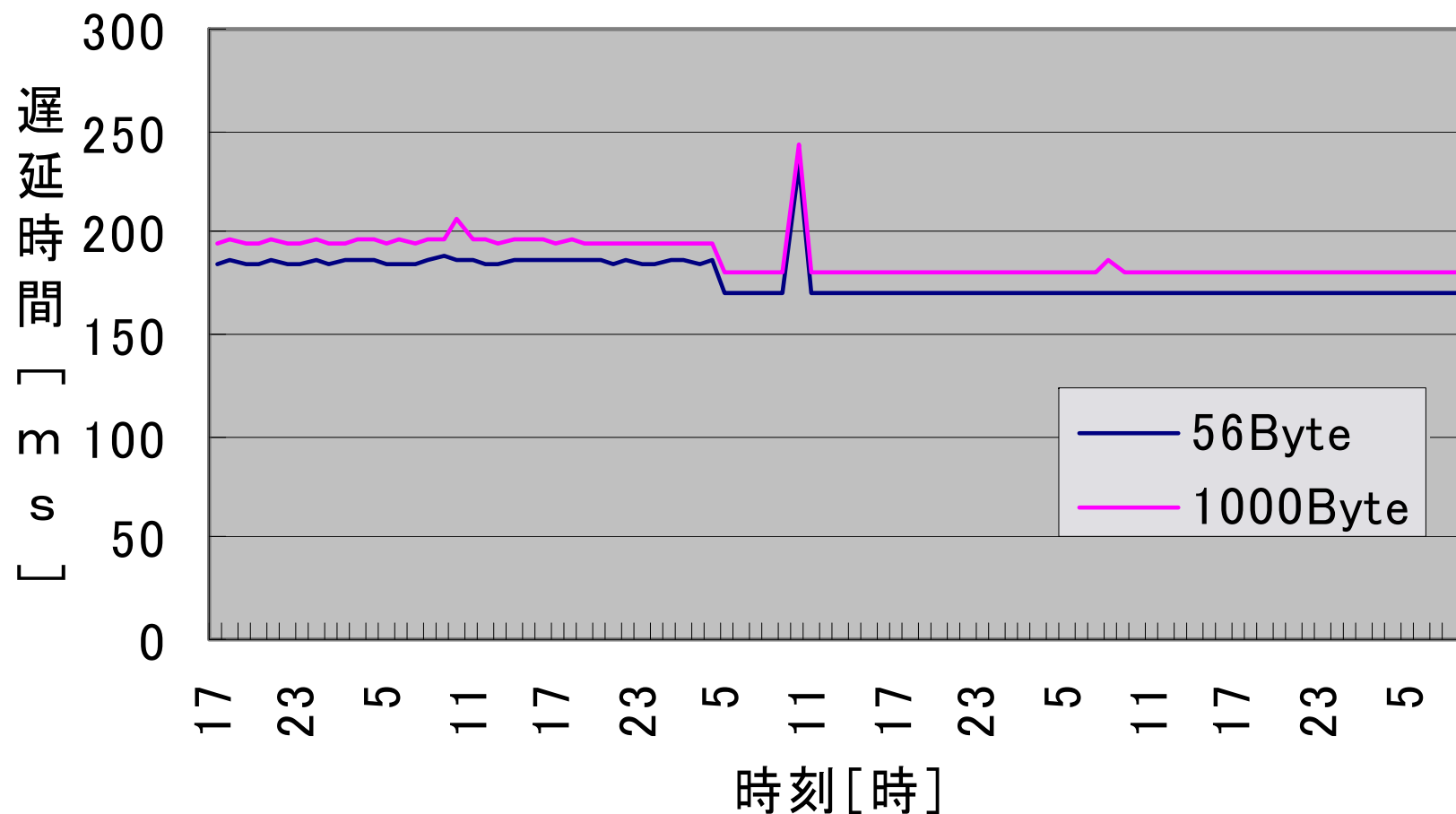


図3.A4 UHM-WUのQoSの日内実測例

結論

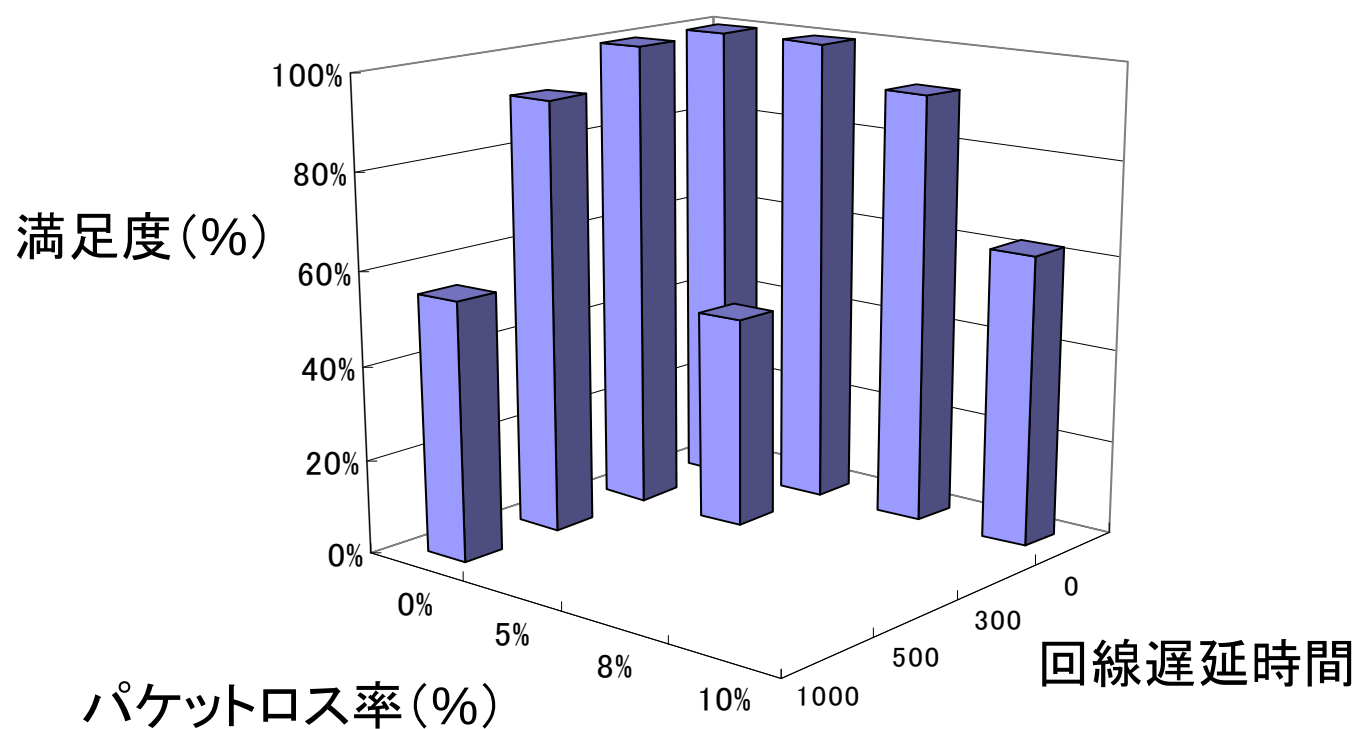


図3.1: QoSに対する満足度

4. ネットワーク環境におけるオンデマンド授業[4][5][6]

4.1 評価実験方法（PCによる）

表4.1: オンデマンド授業における基本作業（操作性の評価項目）

	基本作業	QoS パラメータ	客観評価	主観評価	結果
レポートやプレゼン資料などの作成作業環境	タイピングソフトを用いた平仮名入力	通信帯域 [bps]	入力作業 [文字/分]	5段階 評価	
	Wordを用いた文書作成		作図時間[s]		図4.1
	PowerPointを用いた作図				
eラーニングコンテンツの視聴・操作環境	Web上のフォーム入力	往復遅延 時間 [ms]	項目選択 作業時間[s]		
	Web上の音声再生				図4.2
	Web上の音声付動画再生				図4.3
	Web上のeラーニングコンテンツの学習				

通信路全体での往復遅延時間および
通信帯域を考慮して、エミュレータの
パラメータを設定する

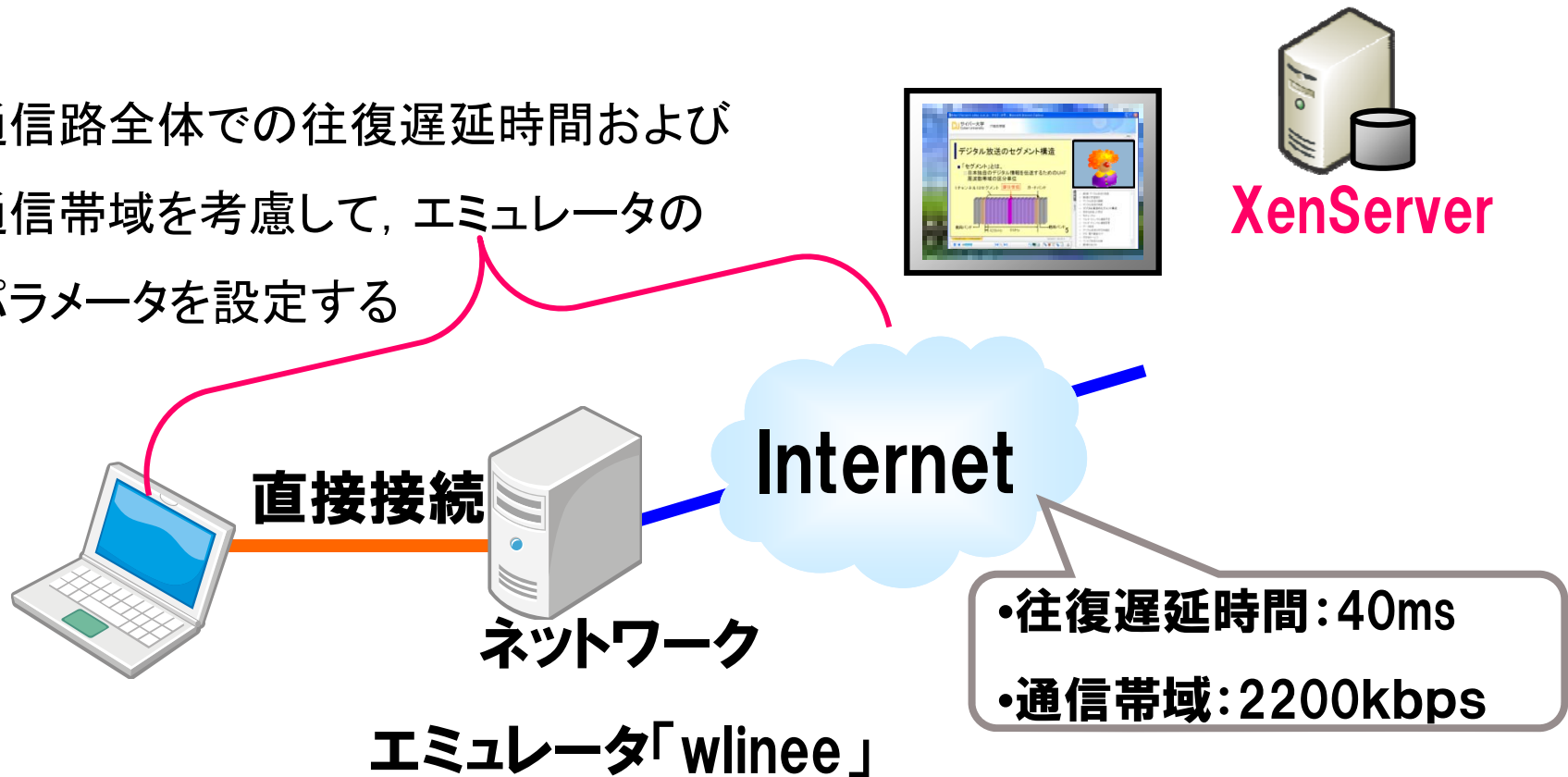
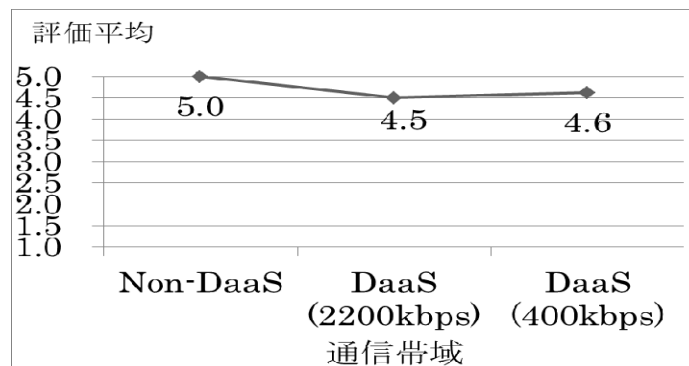
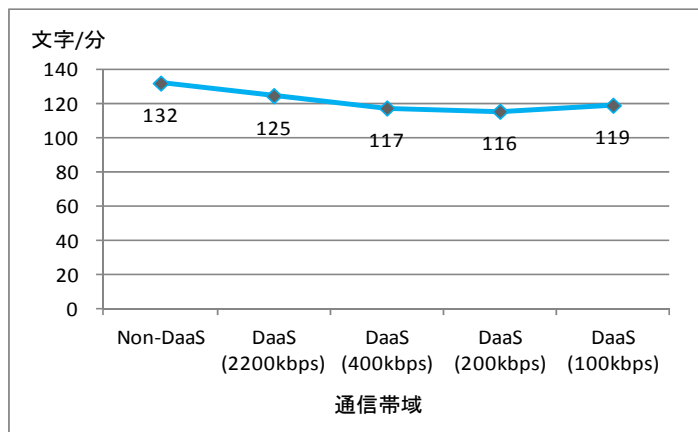
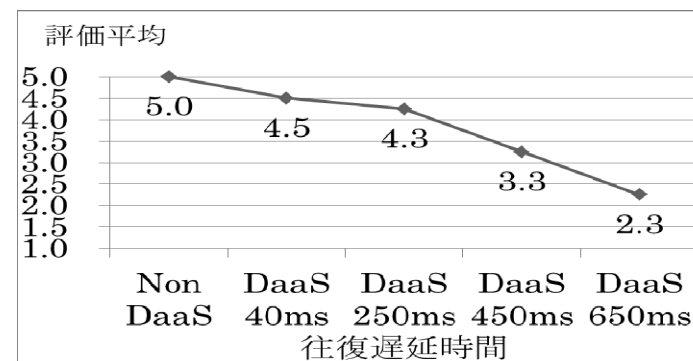
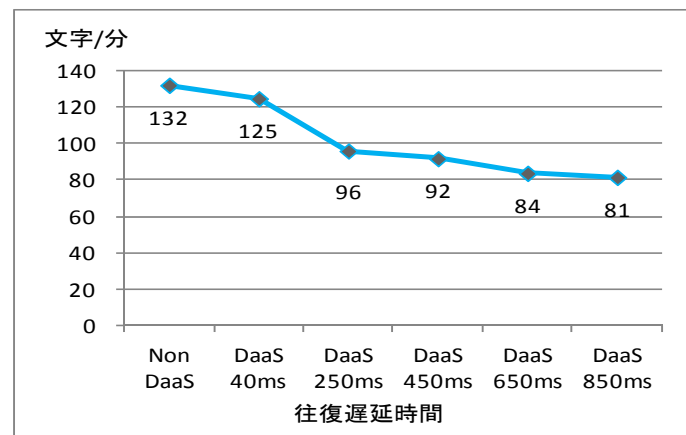


図4.A 実験環境の接続図

4.2 実験結果(例)

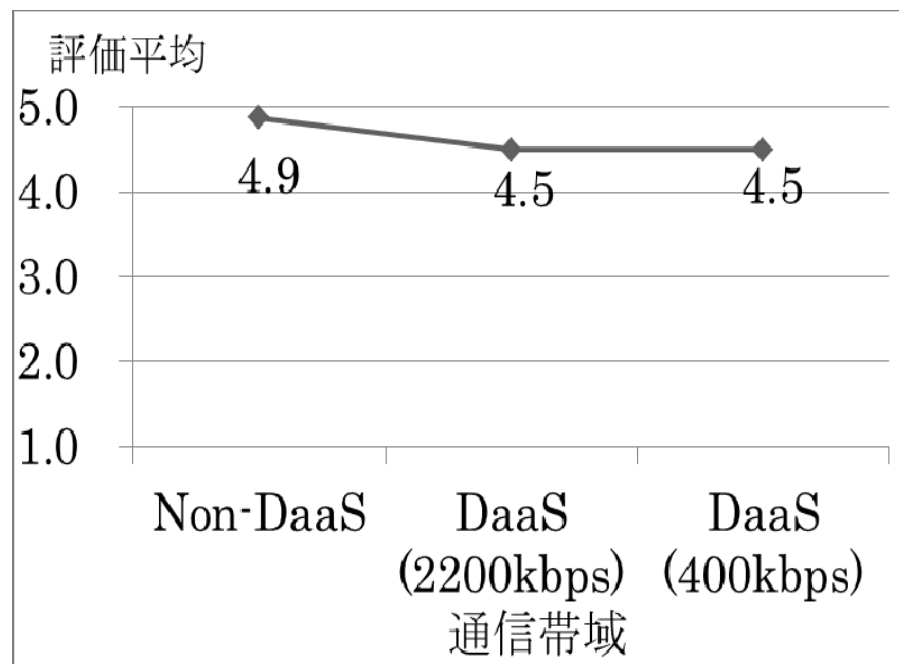


(a) 通信帯域

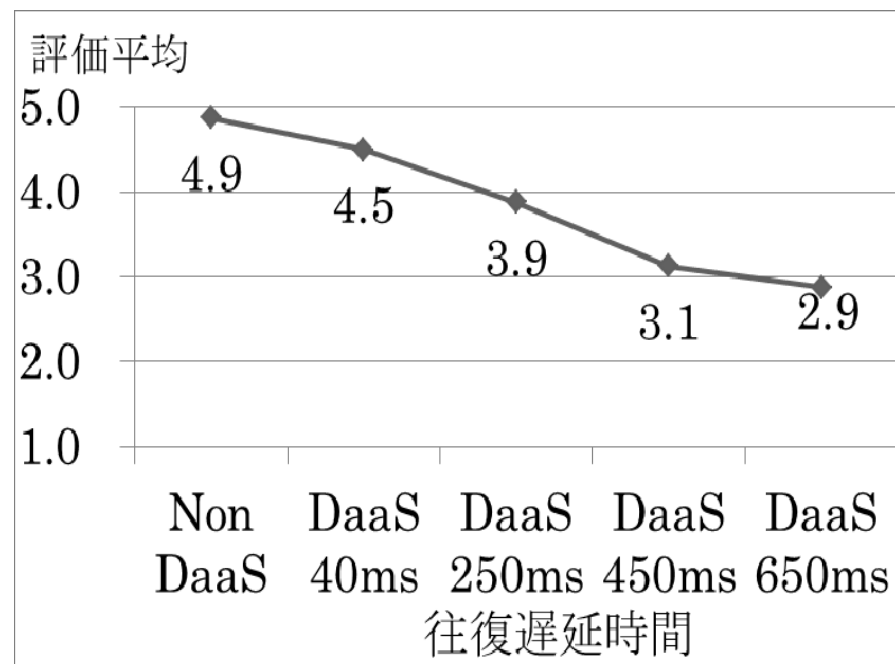


(b) 往復遅延時間

図4.1: ひらがな入力 (上:客観評価, 下:主観評価)



(a) 通信帯域



(b) 往復遅延時間

図4.2: Web上の音声再生（主観評価）

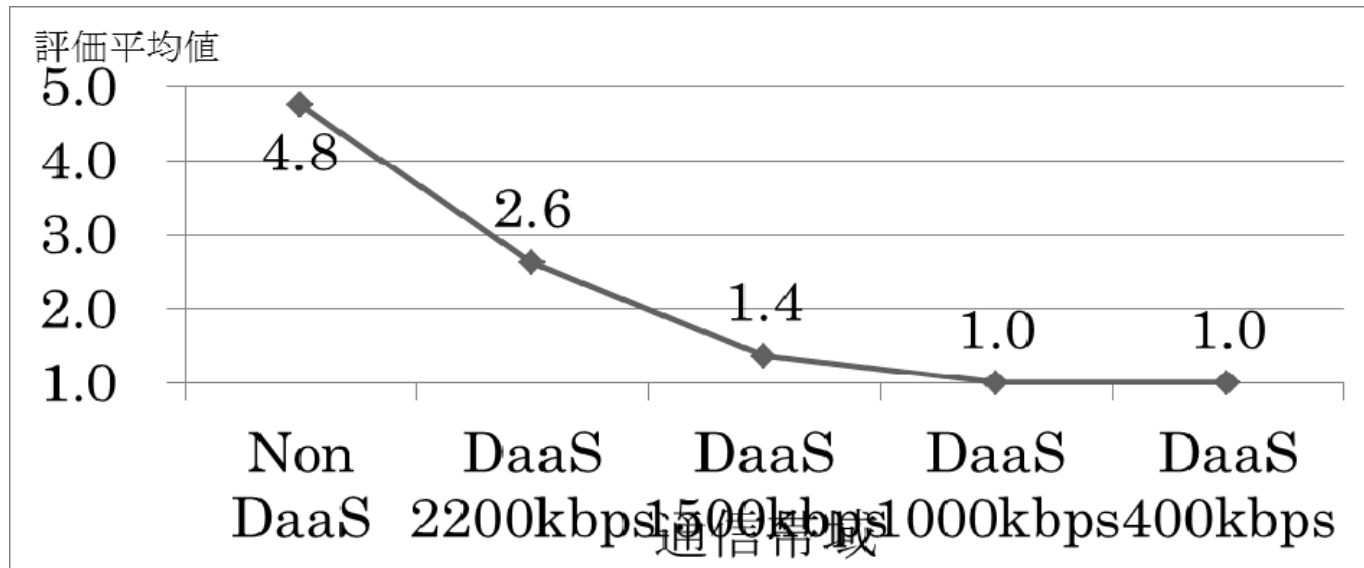


図4.3: 通信帯域に対する動画再生（主観評価）

実験結果(概略のまとめ)・・・1つのパラメータの場合

表4.A オンデマンド授業における基本作業の主観評価結果(概略)

	基本作業	通信帯域		回線遅延時間	
		狭(*1)	広	小	大
レポートやプレゼン資料 などの作成作業環境	タイピングソフトを用いた 平仮名入力	○	○	○	△, ×
	Wordを用いた文書作成	○	○	○	△, ×
	PowerPointを用いた作図	×, △	○	○, △	×
e-learningコンテンツ の視聴・操作環境	Web上のフォーム入力	○	○	○	△
	Web上の音声再生	○	○	○	△
	Web上の音声付動画再生	×	△, ○	○	○
	Web上のe-learning コンテンツの学習(*2)	○	○	○, △	×
		<2M[bps]	>2M[bps]	<300m[s]	>300m[s]

○:主観評価 ≥ 4 , △:主観評価 $= 3$, ×:主観評価 ≤ 2

*1: 3G回線は約0.3~1.5M[bps]程度, *2: WBT学習を含む

・Internet内の回線遅延時間は約40ms

実験結果(まとめ)・・・2つのパラメータの場合(追加)

MOS: Mean Opinion Score

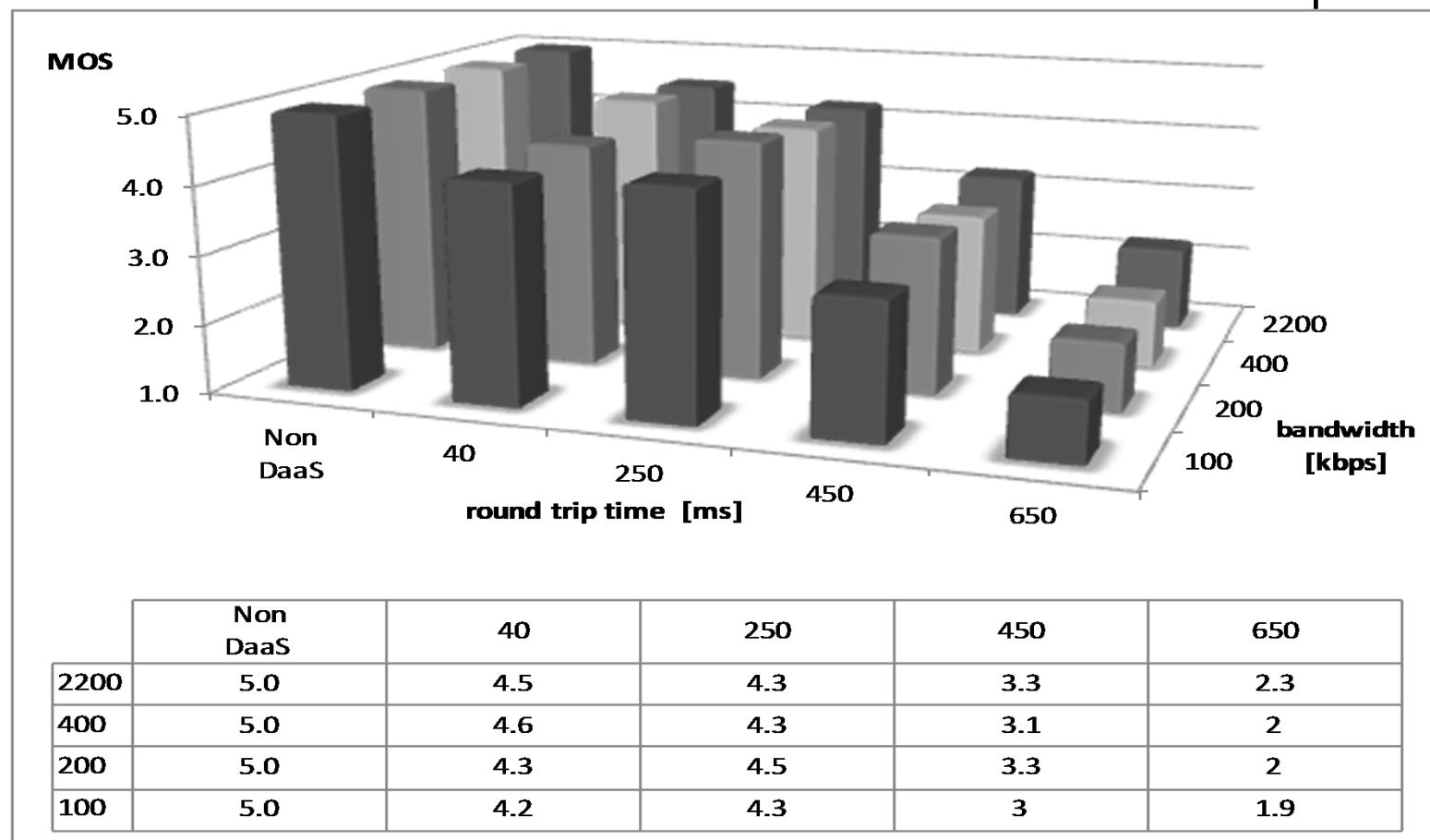


図4.A1: 平仮名入力に対する主観評価



MOS: Mean Opinion Score

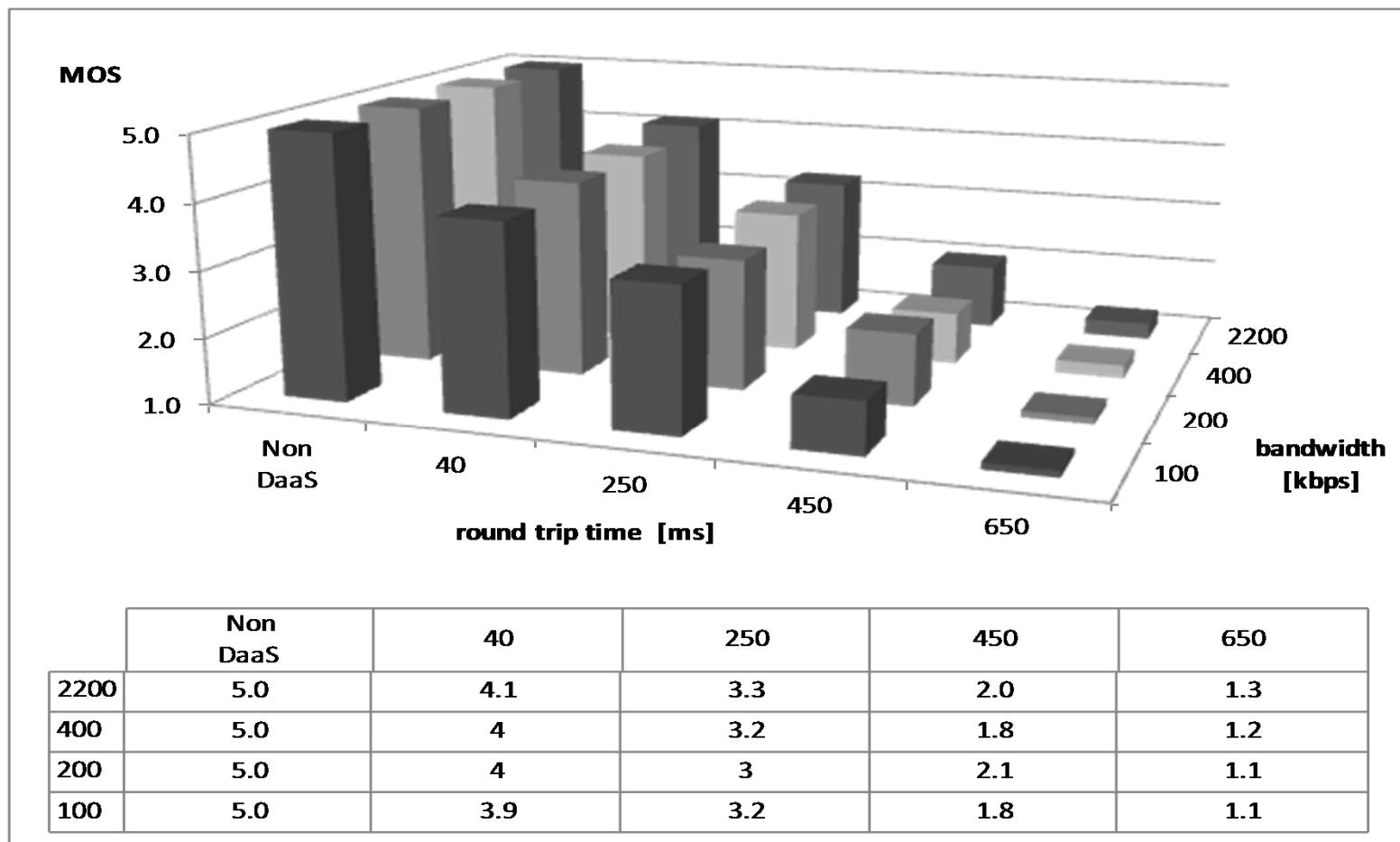


図4.A2: 作図に対する主観評価

MOS: Mean Opinion Score

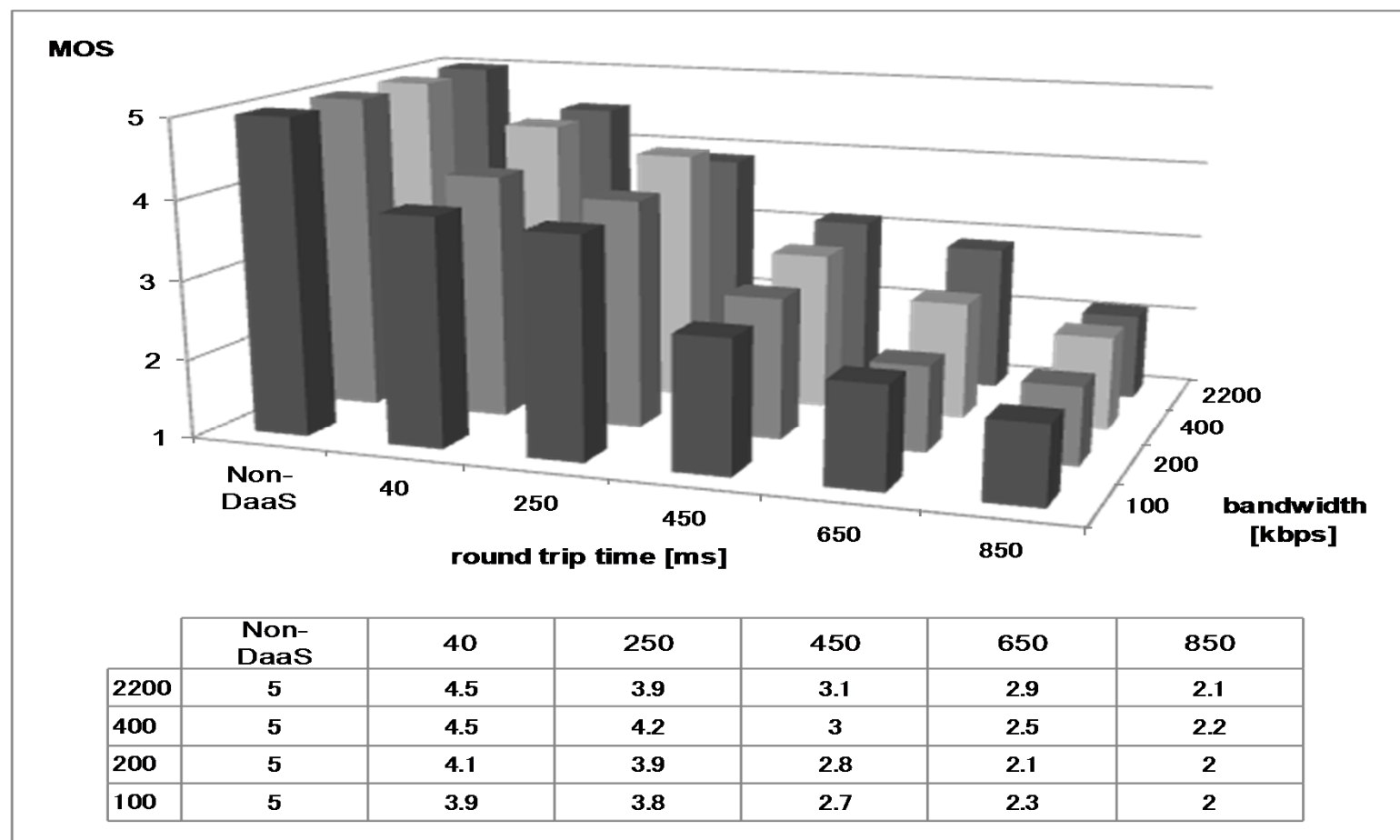
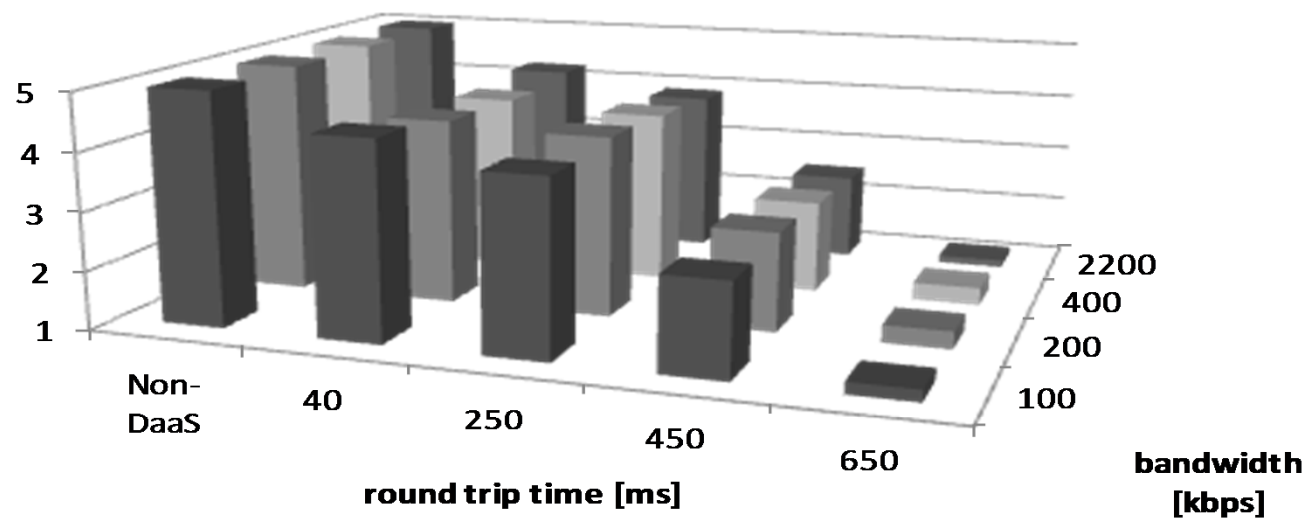


図4.A3: 音声再生に対する主観評価

MOS: Mean Opinion Score

MOS



	Non-DaaS	40	250	450	650
2200	5	4.3	3.9	2.5	1.1
400	5	4.1	4.0	2.6	1.3
200	5	4.2	4.1	2.7	1.3
100	5	4.4	4.0	2.6	1.2

図4.A4: WBTのe-learningに対する主観評価

5. モバイル環境におけるオンデマンド授業

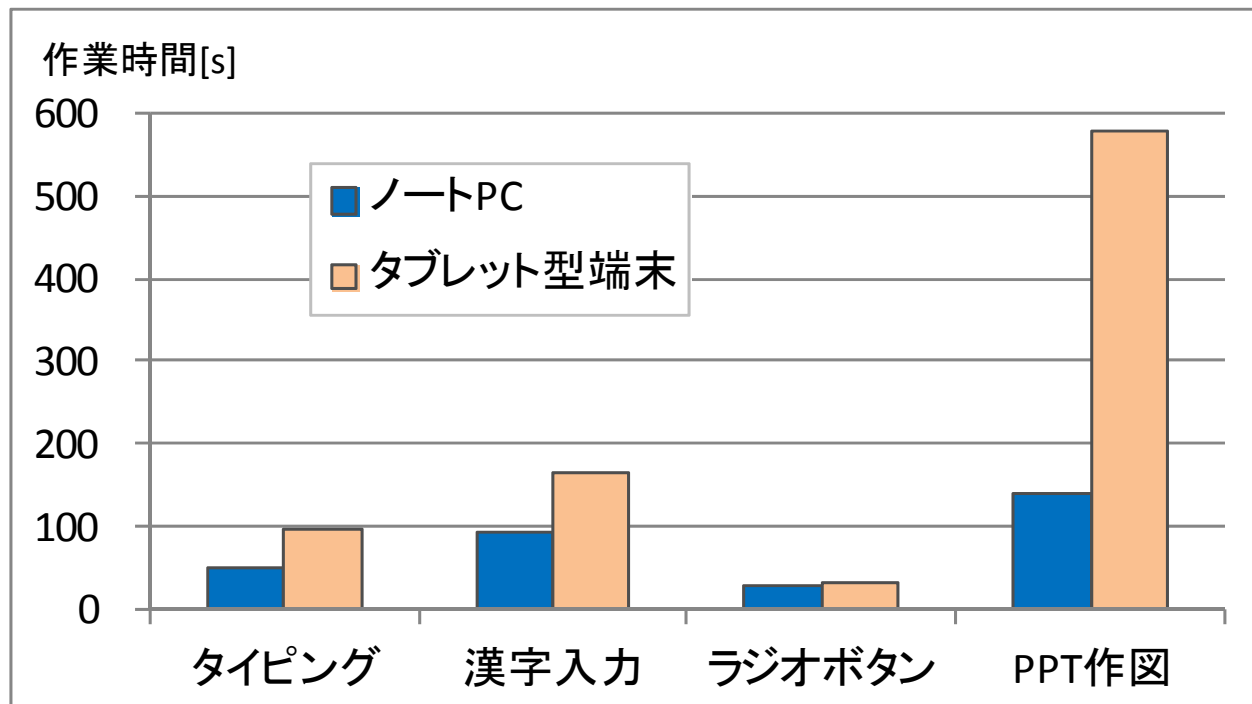


図5.1: 端末の種類が各種作業に与える影響

6. 考察とむすび

仮想化デスクトップの環境において

(1) オンデマンド授業の視聴(受講)環境として

- 文字入力やマウス操作などのリアルタイムの応答性を必要とする作業は回線遅延の影響を受けるが、3Gの回線品質でも許容可能である.
- **動画視聴**を除けば狭帯域であることは、大きな問題とならない.
- **モバイル端末によるストリーミング動画視聴**は、現状では避けるべきである.

(2) レポート作成など作業環境として

- 編集作業も**3G回線**環境下でも実用に耐えられる.
- タブレット型端末でWindows用のアプリケーションソフトの操作をすることは、**ユーザビリティ**の点でまだ多くの課題ある.

今後の課題・・・QoSとQoEの関係(換算)

謝辞: 本成果の一部は、日本経営工学会「IT活用による次世代学習スタイル研究会」の活動による.