

e-learning における学習スタイル——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

[1] はじめに

近年のネットワークの高速化と PC をはじめとする端末機の多様化は、教育の現場にも大きな影響を与えている。特に、1990 年代後半から始まった、オンデマンド授業に代表される **e-learning** の普及である。この出現により、教育の形態は飛躍的に拡大した[1]。「いつでも」「どこでも」を可能にする授業は学習スタイルを大きく変えたが、しかし時間・場所の問題をすべて解決したとは言えない。そればかりか、大きな期待が学習者に過大なストレス・苦痛を与え、十分な学習効果が得られないという結果を招く。ここで、学習スタイルとは与えられた環境で実行できる個性を持つ学習者の学習様式・方法・型・流儀である。

本稿では、クラウドコンピューティングの一方式である仮想化デスクトップ環境におけるネットワーク品質が、オンデマンド授業の学習スタイルに与える影響について評価・考察する。

[2] オンデマンド授業の位置づけ

オンデマンド授業とは、インターネットを介して PC (広義)を用いて実施される授業である。e-learning を代表する授業形態で、遠隔地から要求に応じた授業、すなわち場所・時間を選ばず Just In Time learning を可能にする。オンライン授業と同義語で、遠隔授業の一つの形態である。通常、ビデオコンテンツを含む教材を用いるため、**ビデオオンデマンド**(Video on Demand: VoD)と呼ばれることもある。

一方、**仮想化デスクトップ環境**の導入により、学習者に**時間・場所**を問わず同一の学習環境を提供し、しかも学習や作業を中断しても、異なる**使用端末**(OS とそのバージョンも含む)から再開できる。その結果、モバイル端末と無線パケット回線の普及により、すきま(隙間)学習のスタイルを生んでいる。これが**モバイルラーニング**(Mobile learning)である。図 2.1 にその概念図を示す。



図 2.1: 仮想化デスクトップ環境における e-learning

[3] 従来の研究

従来の研究には、通信のコンテンツとして音声・映像などの個別コンテンツに対する QoS による評価指標、

および QoE による評価指標などがある。表 3.1 に評価方式を示す。ネットワークレイヤで言えば、QoS は低レイヤ、QoE は高レイヤの評価指標である。しかし、前者は上位レイヤに提供するサービスを対象にサービス品質をとらえる場合もある。例えば、特定のコンテンツ、音声・映像では、画像の時間解像度(フレーム数)・空間解像度(画素数)など測定可能な数値指標を組み合わせ、QoE の数値指標との間に成り立つ換算方法(QoS と QoE の関係)が明らかになっている。IP テレビや映像品質などである [2]。また、遠隔制御システムの QoS 劣化に伴うシステム QoE の劣化など、応用分野(アプリケーション)を限定し、QoS による評価も試みられている。通信分野におけるこのような評価は、古くから数多い。

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

ネットワークの通信(伝送)品質には、回線(伝送)遅延・通信(伝送)帯域・ジッタ・パケットロス率など様々なパラメータがある。これらのパラメータ選択と設定値の条件、すなわちサービス品質 QoS により、対象とするアプリケーションシステムを評価する。以下に以前、筆者らが行った実験結果を示す[3]。詳細は略すが、日本の研究室(早大)と遠隔地(英・ケンブリッジ大)を結んで実施したビデオ会議によるゼミの例である。データを整理した結果

- 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ルする必要がある。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。などが判明している。この結果は十数年前(2002 年)で現在のネットワークは格段に進化しているが、それでもなおアプリケーションが複雑化すると考慮しなければならない問題を含んでいる。

満足度(%)

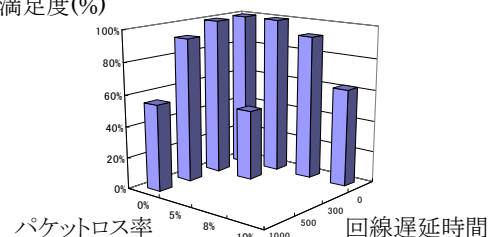


図 3.1: QoS に対する満足度

[4] ネットワーク環境におけるオンデマンド授業

仮想化デスクトップ環境 (Desktop as a Service: DaaS) においては、画面を転送プロトコルによって送っているため、通信環境により操作性・画面品質などが大きく影響を受ける[4][5][6]。ここでは、オンデマンド授業のネットワーク品質による影響について述べる。

4.1 評価実験方法

表 4.1 に示すように、オンデマンド授業の学習行動を基本作業に分解し、作業の操作性・快適性をアンケートにより評価する。ここで、QoS の設定は、海外在住の学生も想定し、オンデマンド授業の配信サーバとユーザ端末の間に設置した回線エミュレータによる。

4.2 実験結果(例)

ノート PC を用いて評価した結果の一部を図 4.1～4.3 (表 4.1 参照)に示す。

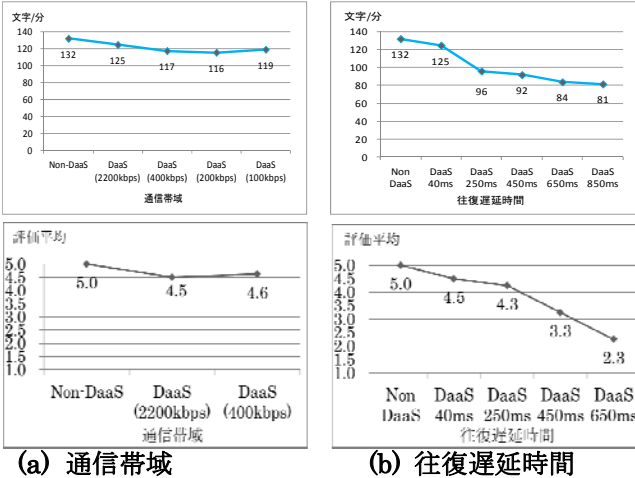


図 4.1: ひらがな入力 (上:客観評価, 下:主観評価)

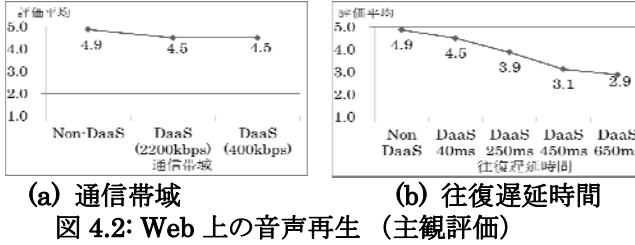


図 4.2: Web 上の音声再生 (主観評価)

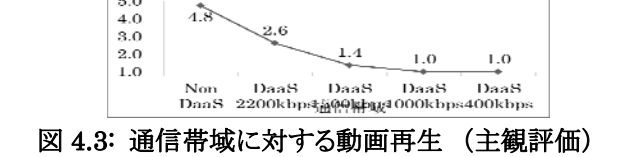


図 4.3: 通信帯域に対する動画再生 (主観評価)

[5] モバイル環境におけるオンデマンド授業

ノート PC に代わり、モバイル・タブレット型端末を用いた場合の例を図 5.1 に示す。PPT 作業や動画などのマルチメディアコンテンツの視聴は、パケットロスやパケット遅延など通信品質による利用範囲の制限がある。

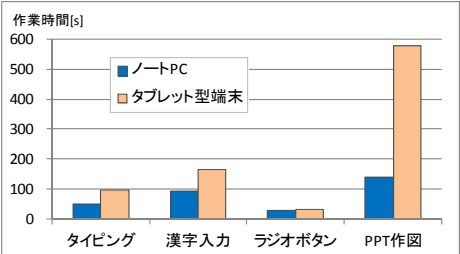


図 5.1: 端末の種類が各種作業に与える影響

[6] 考察とむすび

- (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、大きな問題としない。
・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。
今後の課題には、アプリケーション層の QoS 導出と QoE への換算などがある。

謝辞: 本研究の一部は、日本学術振興会学術研究助成基金助成金、基盤研究(C) 課題番号 23501178 の助成による。また、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。

参考文献

[1] 青木久美子, e ラーニングの理論と実践, NHK 出版, (2012).
[2] ITU-T, P.10/G.100, および J.247 参照。
[3] 平澤茂一, 鴻巣敏之, 野村亮, 中澤真, 松嶋敏泰, “インターネットを用いた研究支援環境,” 経営情報学会, 2004 年度秋季全国研 J.247 究発表大会予稿集, pp.212-215, 名古屋, (2004).
[4] 中澤真, 小泉大城, 近藤知子, 梅澤克之, 平澤茂一, “仮想化デスクトップによる e ラーニングシステムにおける通信品質が与える影響について,” 日本 e ラーニング学会 2011 年度学術講演会, 東京, (2011).
[5] 中澤真, “DaaS とモバイル e ラーニング,” “パネル討論 クラウドコンピューティングがもたらす遠隔教育の革新,” 情報処理学会第 74 回全国大会, 名古屋, (2012).
[6] M.Nakazawa, D.Koizumi, and S.Hirasawa, “The influence of QoS on e-learning environment under virtual desktop infrastructure,” Proc. of MIC-CCA2012, pp.30-34, Istanbul, Turkey, (2012).

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	図 4.1
	Word を用いた文書作成		作図時間[s]		
	PowerPoint を用いた作図		項目選択作業時間[s]		
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]			図 4.2 図 4.3
	Web 上の音声再生				
	Web 上の音声付動画再生				
	Web 上の e ラーニングコンテンツの学習				