

テレビ会議システムを用いたサイバーゼミナール形式英語授業におけるネットワーク回線の通信品質とその影響について

中澤 真[†]

会津大学[†]
短期大学部

小泉 大城[‡]

サイバー大学[‡]
IT 総合学部

近藤 悠介^{*}

早稲田大学^{*}
オープン教育センター

中野 美知子^{**}

早稲田大学^{**}
教育・総合科学学術院

1. はじめに

早稲田大学オープン教育センターでは、テレビ会議システムを用いたサイバーゼミナール形式の英語授業「World Englishes and Miscommunications」を開講している。この授業は早稲田大学とアジアの複数の大学を多地点間テレビ会議システムで結び、海外大学の学生とのプレゼンテーションやディスカッションを通して英語を実践的に学ぶ科目である。

現在の授業運営では、一つの授業に参加する大学数は4から6となっており、それぞれの大学(地点)にPolycom社製のテレビ会議システムを設置し、これらを早稲田大学側に設置したMCU¹を介して同時通信できる環境を用意している(図1参照)。各大学の授業に参加する学生は、それぞれの大学の教室において、プロジェクトで再生されたテレビ会議システムの映像や音声によって(図2参照)、互いにプレゼンテーションやディスカッションをするスタイルとなっている。

これらの情報はインターネット回線を用いて通信することになり、相手大学あるいは相手国のインフラ事情や、海外までのネットワーク経路などによっては十分な通信品質が確保できず、授業に支障をきたす可能性もある。そこで本研究では、海外の各大学との通信品質(QoS)を測定し、これらがサイバーゼミナール形式の英語授業環境の映像や音声に与える影響について、評価・考察した結果を報告する。

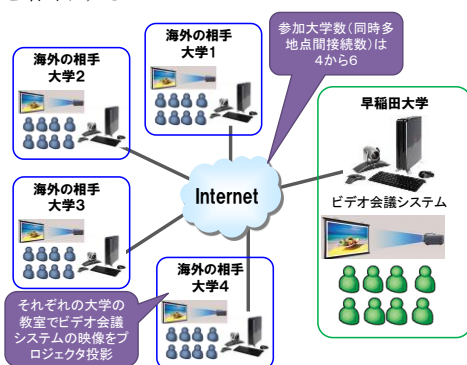


図1: 授業のネットワーク概念図

On the Network Quality of Service and its Effect of Cyber Seminar English Courses based on the TV Conference System

[†] Makoto Nakazawa, University of Aizu.

[‡] Daiki Koizumi, Cyber University.

^{*} Yusuke Kondo, Waseda University.

^{**} Michiko Nakano, Waseda University.

¹ Multi-point Control Unit



図2: MCUを介したテレビ会議システムの授業映像

2. パケット解析による通信品質測定

2.1 実験方法

本研究では、授業実施時間中に海外大学の各地点と早稲田大学側に設置したMCUとの間に流れたすべてのパケットを、フリーのネットワークアナライザソフトウェア「Wireshark²」を用いて収集・解析した。これらの収集したパケットを解析し、早大と海外大学間の通信品質として遅延時間、スループット、パケット消失などを測定した。さらに、ビデオ会議システムの映像を録画したものを分析することで、授業実施時の問題点の抽出をした。

2.2 実験結果

まず、録画映像の分析により得られた授業実施時の、テレビ会議システムの映像や音声の障害発生の概要を表1に示す。これは5回分の授業において、大学ごとの画面や音声の乱れを早大側画面で確認できたものを抽出したものであり、深刻な障害は少なかった。なお、マレーシアのマラヤ大のカメラ映像がたびたび消えてしまう事象が発生したが、相手大学のインフラの関係でISDN回線を用いて早稲田大学と接続していることが原因と思われる。一方、インターネット回線で接続しているにもかかわらず、韓国の韓南大のカメラ映像は何度か問題が発生し、中でも韓南大がプレゼンテーションを担当している時間帯の、資料映像が数秒間隔で明滅してしまうという現象は授業への影響が大きかった。

次にネットワークの回線状況についてマクロ的にパケット解析した結果を表2に示す³。この表2と表1を比較すると、平均・最大遅延時間に関するこの程度の差違は映像・音声品質にほとんど影響を与えていないことがわかる。UDPパケットの流量の平均値についても、この値の大小が映像・音声品質に直接影響を与えていること

² <http://www.wireshark.org>

³ ISDN回線のマラヤ大についてはパケット収集ができなため、結果から除外している。

は読み取れない。UDP 流量の最大値に大きなばらつきが生じているのは、大学ごとに使用しているテレビ会議システムの機種や設定が異なり、高画質のカメラ映像を使用している場合に大きな値をとるためである。この最大値が大きい大学、すなわち高画質な映像を使用している大学については、映像・音声の乱れが生じやすいことを表 2 は示している。

この他に TCP の Ack に着目したパケット消失の割合が映像・音声に与える影響についても解析したが、TCP パケットが通信全体に占める割合が 1%未満であることもあり、明確な関係性を示すことはできなかった。これは TCP を用いた 2 地点間テレビ会議システムにおいて、パケット消失が授業の映像・音声に強く影響与えていた研究結果[1]とは大きく異なる部分である。

表 1:映像・音声の障害発生概要

参加大学	10/23	10/24	11/06	11/07	11/21
韓南大 (韓国)	映像消失2回 映像点滅	異常なし	映像点滅	音声消失 10秒	映像消失1回
高麗大 (韓国)	異常なし	-	異常なし	-	-
淡江大 (台湾)	異常なし	-	異常なし	-	-
文藻外語大 (台湾)	-	Scene Not Stored 警告4回	-	Scene Not Stored 警告11回	映像乱れ 1回
ナンヤン工科大 (シンガポール)	-	異常なし	-	異常なし	音声消失 10秒
復旦大 (中国)	-	異常なし	-	異常なし	異常なし
マカオ大 (中国)	-	映像消失1回 音声消失1回	-	異常なし	異常なし
マラヤ大 (マレーシア)	映像消失6回	-	-	-	-

表 2: ネットワークの遅延時間とスループットの測定結果⁴

参加大学	10/23		10/24		11/06		11/07		11/21	
	ms	kbps	ms	kbps	ms	kbps	ms	kbps	ms	kbps
韓南大 (韓国)	120 165	439 1617 180	55 55	373 1624 330	42 43	661 1651 268	52 57	372 1635 271	53 55	351 368 308
高麗大 (韓国)	42 42	348 859 285	-	-	49 57	386 922 279	-	-	-	-
淡江大 (台湾)	36 80	232 271 165	-	-	33 33	387 414 271	-	-	-	-
文藻外語大 (台湾)	-	-	111 202	393 1059 344	-	170 528	472 1060 396	157 158	787 1074 396	-
ナンヤン工科大 (シンガポール)	-	-	199 202	285 531 197	-	140 335	190 286 97	100 196	273 372 225	-
復旦大 (中国)	-	-	130 139	372 1640 330	-	132 138	240 374 129	133 138	370 720 217	-
マカオ大 (中国)	-	-	87 143	344 422 198	-	109 198	334 430 157	157 158	403 421 347	-

次にミクロ的なパケット解析の結果を示す。今回は最も授業への影響が大きかった韓南大プレゼン時の映像の明滅に注目した。図 3 から図 6 は 10 月 23 日の授業時の特定時刻における UDP パケットの流量の推移を示したものである。正常動作時における早大から学外へ向かうパケットの流量は、プレゼン担当大学によらず図 3 のような挙動を示す。また、学外から早大に向かう流量

4 授業実施日の各左列は RTT の測定結果であり、上段が平均値、下段が最大値を示す。また、各右列は UDP のパケット流量を表し、上段が平均値、中段が最大値、下段が最小値を示す。この授業で通信されるパケットの 99%以上が UDP パケットである。

も図 4 のように、プレゼン担当大学の流量がやや振動するものの安定した動きとなる。しかし、明滅の問題が生じている時間帯では、図 5 のようにパケットの流量が不均一になることが確認でき、急激に流量が増える周期が明滅のタイミングとほぼ同じ約 6 秒間隔であることも明らかになった。また、図 6 から逆向きの流量にも影響が生じていることが明らかになった。

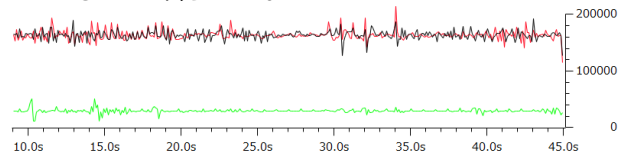


図 3:早大プレゼン時の早大→海外大の UDP 流量 [bit/0.1s]⁵

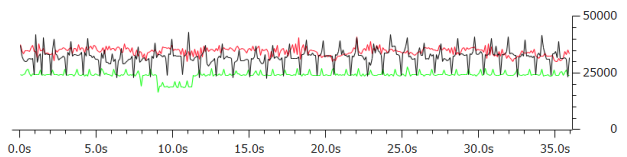


図 4:高麗大プレゼン時の海外大→早大の UDP 流量 [bit/0.1s]

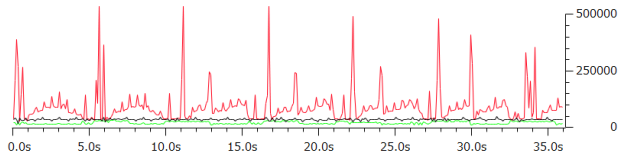


図 5:韓南大プレゼン時の海外大→早大の UDP 流量 [bit/0.1s]

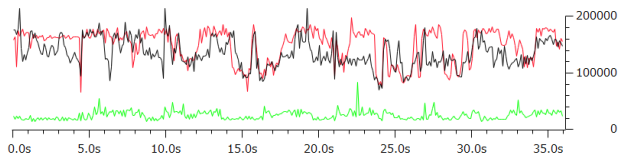


図 6:韓南大プレゼン時の早大→海外大の UDP 流量 [bit/0.1s]

4. まとめと考察

UDP による多地点間テレビ会議システムを用いた授業における障害要因を、マクロ的な通信品質パラメータで捉えることは難しい。一方、障害発生時刻周辺をミクロ的にパケット解析することにより、その特徴的な挙動がパケット流量に現れることが明らかになった。しかし、これが輻輳などのネットワークの回線状況に依存するものかどうかを特定するには残念ながら至らなかった。

今後は実証実験だけでなく、ネットワークエミュレータを用いた多様な通信環境下での実験により、安定した授業環境の成立条件を明らかにしたい。

謝辞

本研究の調査にあたり、多大なご協力をいただいた早稲田大学の授業担当の先生方、および早稲田総研インターナショナルの職員の皆様に厚く御礼申し上げます。

なお、本研究の一部は日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤研究(B)24320109の助成による。

参考文献

[1] 中澤真 他, “早稲田大学の異文化交流授業(CCDL)におけるネットワーク回線の通信品質とその影響について,” 情報処理学会第75回全国大会 講演論文集, pp.4-401-4-402, (2013).

⁵ 黒線：高麗大，赤線：韓南大，緑線：淡江大