

# 「インターネットを用いた研究活動支援システム」 システム構成と評価

野村 亮\*  
早稲田大学

中澤 真  
早稲田大学

鴻巣敏之  
大阪電気通信大学

松嶋敏泰  
早稲田大学

平澤茂一  
早稲田大学

## 1 はじめに

空間的に離れた大学・企業間の研究者達による共同研究の場を用意することは研究活動支援のために極めて重要である。本研究活動支援システムは研究支援用データベースを共有しながらインターネットを用いて共同研究の場を実現しようとするものである。すなわち、本システムは1) ネットワーク型カンファレンスシステム (Net-con と略称)、2) 研究用プライベートデータベース検索システム (PDB と略称) から成り、研究者グループ間をインターネットで結び、学術論文・研究成果 (中間結果を含む) の各種ドキュメントを共有し、ゼミ・輪講・研究討論など (以下まとめてゼミと呼ぶ) を効率よく実施できる共同研究活動支援環境 (Net-semi と略称) を提供しようとするものである。その結果、Net-semi により、インターネットを介して図表・数式を含むドキュメントを共有し、従来の研究に関する蓄積された学術論文や専門書などの情報を検索しながら議論を進めることが可能となる [1]。

一方、現状のインターネット回線では帯域が十分確保できないことやパケット損失、パケット遅延などの理由により Net-semi を用いたゼミが必ずしも成立するとは限らない。また、ネットワークを用いた教育活動支援環境の実績は数多く報告されているが研究活動支援環境については個々に実験的に試みられている程度で、どの程度の条件でゼミが成立するかを知ることは非常に重要である。

本報告ではまず、Net-semi のシステム構成を示し、次にアンケートを用いた実験によりゼミの成立する条件を検討する。具体的には帯域、パケット損失率、パケット遅延時間の3つを回線のパラメータと考える。そして回線シミュレータによりこれらを一定の値に定めたもとで実際にゼミを行い、これらのパラメータのもとでのゼミ成立条件を明らかにする。

## 2 Net-semi のシステム構成

本システムは(1)Net-con、(2)PDB から構成される。Net-con の目的は従来の電子会議システムと基本的に同じである。ただし、コスト・運用上の点から B-ISDN (1.5M[bps] 程度) や衛星回線 (約 10k~2M[bps]) などの高速回線ではなく、インターネット回線を用いることを前提とする。このためインターネットの回線特性上、解決しなければならない技術・運用上のいくつかの問題点がある。

一方、汎用の電子会議システムと異なり、共同研究活動支援環境には研究用データベースを構築し、これ

を共有検索しながら効率よい討論を行うことは不可欠である。そのため、比較的狭い分野のテーマを持つ共同研究グループ内で共通の資料として学術論文・国際会議論文集・専門書のほか、研究の中間的成果・実験結果・発表資料などプライベートなデータベースを構築・共有し、討論に応じ検索・参照し効率を上げる。

### 2.1 Net-con

各研究室に設置される Net-con は、電子会議システムのそれと本質的に同じである。ただし、時差のある研究室間のカンファレンスは特別な場合を除き、ビデオ用ディスクによる収録を用いることを前提としている。ここで、インターネットを通して研究室間を結ぶためのソフトウェアはマイクロソフト社製 NetMeeting である。そのために遠隔地の情報伝送量を低減したり、文字・図形・静止画像 (イメージ) などの蓄積型メディアと音声・動画像など高速回線を必要とする (連続) ストリーム型メディアを組み合わせて用途に応じて使い分けなければならない。

### 2.2 PDB

早稲田大学平澤研・松嶋研に設置された PDB は、学術論文とその他の資料から成る。学術論文は情報数理・人工知能など本システムを利用する研究グループに有用なもので電子情報通信学会論文誌 A,D、情報処理学会論文誌、人工知能学会論文誌、日本経営工学会論文誌、IEEE Trans. IT, COM, SMC などから抜粋して構成したもので完成時約十万件の論文 DB である。現在、CD-ROM 化された論文誌から順次蓄積しつつある。テキストベースではなくイメージベースのものは OCR によりテキストに変換し全文検索システムの対象となる。CD-ROM 化されていない論文はイメージを手動で蓄積して同様に検索される。なお、検索エンジンはダイレクト検索型の Visual Recall と概念検索型の Concept Base Search である。

## 3 実験

### 3.1 実験条件

前述のように Net-semi はインターネット回線を利用したシステムである。現状のインターネット回線では、十分な帯域が確保できず、またパケット損失やパケット遅延 (CODEC 遅延、回線遅延) も高い割合で生じている。これらの要因のもとでゼミが成立するための条件は適正な QoS (Quality of Service) を確保することである。インターネットを用いた Net-semi は専用回線を用いた従来の電子会議などとは異なり、回線品

\*nomu@matsu.mgmt.waseda.ac.jp

質に関する保証がない。回線品質を劣化させる要因として実際は多くの問題が考えられるが、本報告では測定可能なパラメータであることを、また回線シミュレータにより設定可能であることを必要条件とし、回線品質を特徴づける要因として1)帯域<sup>\*</sup>、2)パケット損失率<sup>†</sup>、3)パケット遅延<sup>‡</sup>、の3つを考慮することとする。そしてこれらをパラメータとした回線シミュレータに2台のNet-semi用端末を接続し、閉じたネットワーク内で実際にゼミを行い、アンケートによりNet-semiが成立する回線品質の範囲を明らかにする。

いくつかの予備実験に基づき各パラメータに対し様々な条件で実験を行った。ここでは英国ケンブリッジ大学との結果から導いたパラメータに基づく結果を述べる。実験条件は表1の通りである。

表 1: 実験条件

実験番号	帯域	遅延時間	損失率
1	10Mbps	0s	0%
2	10Mbps	0s	5%
3	10Mbps	300ms	0%
4	10Mbps	300ms	5%
5	64kbps	0s	0%

また実験は早稲田大学理工学部平澤研究室、松嶋研究室の学生計12名を対象に行った。アンケート項目は1)音声の品質、2)画像の品質、3)総合的にゼミとして成立するか、の3つである。5段階評価で、5は通常のゼミ通り、3は慣れれば問題ない、1はゼミとして成立しない、という基準で行った。内容はマイクロソフトPowerPointによる資料をNet-Meetingの共有機能を利用し、共有して一方が説明、他方が説明中でも随時疑問点を質問するという一般的なゼミ形式で行った。また、小型CCDカメラのコマ送り程度の小画面動画像を表示させ遠隔地のゼミの様子を映すこととした。

### 3.2 実験結果

実験結果は表2の通りである。ただし、表の数値は3-慣れれば問題ない、以上を選んだ学生の割合を表す。また、設定した質問以外に気付いた点として以下のような意見があった。

- 早い動きにポインタが付いていかず、説明箇所がわからない場合がある。
- 音声と画面が同期しない場合がある。

## 4 考察

音声に関しては、帯域が64kbpsの場合を除いて、ほぼ「慣れれば問題ない」という評価結果を得た。通常ゼミは説明している間でも質問、意見が入ってくる。今回の実験で遅延時間が0msというのはパケット遅延のみを考えている。CODEC遅延は現状ではどうしても

<sup>\*</sup>上り、下り共通した帯域を考慮。

<sup>†</sup>パケット損失は考えない。

<sup>‡</sup>回線遅延のみでCODEC遅延は考えない。

表 2: 実験結果

実験番号	音声	画像	総合
1	100%	100%	100%
2	100%	73%	100%
3	100%	75%	83%
4	82%	27%	45%
5	0%	0%	0%

生じてしまうため、双方が同時に意見を述べてしまうと混乱してしまう。しかし相手の意見を聞いた後、自分の意見を述べることに慣れてしまえばこのことはそれほど問題とならないことがアンケートの参考意見からもわかった。

一方、結果より画像の品質が悪くても、総合的な評価は良いという場合が見られる。画像は、回線品質を下げた際にはPowerPointのページ切り替え時にコマ遅れが生じたり、ポインタで指示しながらの説明時に早いポインタの動きについていけないことがあるが、音声の品質が確保されていれば、ゼミとしては成立することがわかる。ただし、国際間のゼミを想定して実験したため、参加者のQoSに対するやむを得ないという先入観が働いていたように思われる。

実際にはパケット損失率と遅延時間は関係があるため、さらなる調査が必要であるが、パケット損失率5%、遅延時間300msを越えてしまうとゼミとして成立しないと考えられる。

また、CODEC遅延に関して現状ではソフトエンコーダを用いているがハードエンコーダを用いることで遅延時間を減らすことも考えられる。これらの点に関してはさらなる調査が必要である。

英国ケンブリッジ大学と早稲田大学間の回線品質はパケット損失率が通常1%以内、遅延時間が通常300ms以内であり、問題なくゼミを行える環境である。しかしながら曜日、時間帯その他の要因によってこれらは一定ではない。実際にケンブリッジ大学、早稲田大学間でゼミを行ったが、時間によって回線品質に違いが見受けられ、ゼミが成立しない場合もある。

## 5 むすび

ネットワークを用いた教育活動支援環境指導の実績は数多く報告されているが研究活動支援環境指導については個々に実験的に試みられている程度で、今後の進展が望まれる。本報告ではNet-semiが成立する条件を示すパラメータを帯域、パケット損失率、遅延時間に限定し、許容範囲をアンケートにより調査した。さらにこれ以外のパラメータ抽出、許容範囲外の運用上の工夫などは残された課題である。

## 参考文献

- [1] 平澤, 松嶋, 鴻巣, 酒井, 中澤, 李, 野村, “「インターネットを用いた研究活動支援システム」システム構成”, 2001PCカンファレンス予稿集, pp.60-61, 2001. 8.