遠隔協調設計支援システムの実用化に関する研究

○本間里見（熊本大学），両角光男（熊本大学）
半明照三（株式会社構造計画研究所）　高本孝頼（同左）　村上祐治（九州東海大学）

1. 研究の概要

本稿は、通信･放送機構の「ギガビットネットワーク利活用研究開発制度（平成 12 年度補正予算）」に係る研究開発課題として採択された研究の報告である。

設計組織や教育機関における遠隔協調設計支援システムの実用化を検討するため、以下の三点を目的として、研究に着手した。

1）各種の設計情報交換支援ツールについて、ＪＧＮ環境における動作確認や、ネットワークの性能を引き出して効果的な情報交換を可能にするのに適した環境設定やツールの組み合わせ、その運用技術などを明らかにする。

2）建築設計業務の過程及び遠隔設計教育の授業で、上記のツールを試験利用し、システムの効果的な運用技術を検討する。

3）上記の過程では熊本大学で開発を進めてきたウェブベースの協調設計支援グループワークシステムの機能を拡張し、ＡＳＰシステムの実用化を検討する。

2. 実験環境

本研究では遠隔地に位置する次の 4 点を研究実施場所に選定した。3 箇所の JGN アクセスポイントに、熊本大学工学部の研究室（以下、熊大）、東京の㈱構造計画研究所（以下、構研）、熊本テクノポリス財団電子応用機械技術研究所（以下、電応研）のルータを接続し、さらに放送通信機構が JGN 上に設置した北九州情報通信研究開発支援センター（以下、北九州）を利用して、4 サイトでメッシュ状のＶＬＡＮを構築した（図1）。

また、熊大サイトには、NIC を 2 枚搭載した Web サーバを設置し、学内の教室に設置されたPCとギガビット実験網双方からグループウェアのコンテンツを参照可能にした。実験機器は、遠隔協調設計支援システムと協調設計会議支援システム、及びそれらのシステムで用いられるデータサーバで構成されている。

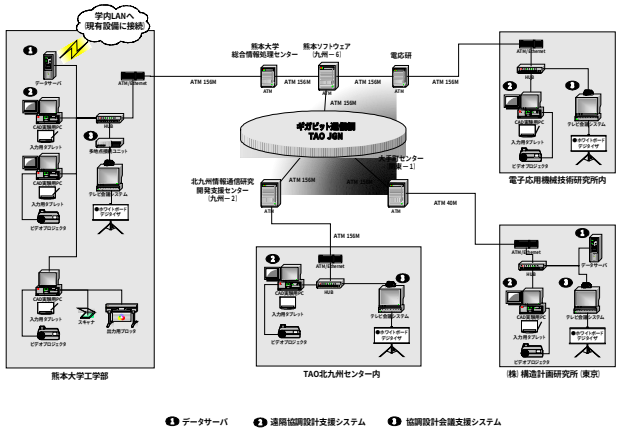


図 1　JGN を利用した実験環境

3. 研究の経過

実験は以下のように段階的に進めた。

［準備期］　研究計画の調整および基礎技術の検討

(1)2 点、3 点、4 点と異なる数の地点を結んだ設計情報交換を想定して作業モデルおよび、それに必要な各種支援ツールの導入計画を検討した。

(2)協調設計の作業手順、実験の課題、実験の評価項目および評価手法を検討した。

(3) LAN 環境にある個人作業用のパソコンと、ギガビットネットに接続した協調作業用パソコンを結ぶゲートウェイの準備など、補助的作業環境の整備を進めた。

［第一期］　研究環境の整備、システムの改良拡張作業

(4)基礎実験に必要な器材を購入し、4つの研究実施場所を結ぶＶＬＡＮの利用環境を整備した。

(5)基礎的な通信実験を繰り返し、理論的な通信速度を実現するのに必要なルータの環境設定を検討した。

(6)WEB ベースのグループウエアなど、開発済みの支援システムの改良および機能拡張作業を実施した。

(7)熊本大と構造計画および電応研の3地点間で、開発済みのシステムを用いた同期/非同期の運用実験を繰り返し、開発済みのシステムの動作性能を確認の確認とバグの除去作業を行った。

［第二期］　遠隔協調設計技術の実用化実験

(8)設計教育現場における協調設計の遠隔授業を実施し、システム運用技術の改良拡充を進めた。

(9)設計実務の事例に即した協調作業実験を実施し、システム運用技術の改良拡充を進めた。

(10)熊本大学生涯学習教育研究センター主催の公開講座（知のフロンテティア講座）の企画として構造研と電応研と熊本大の 3 点を結んだ公開実験を実施し、技術の安定性を確認した。

(11)作業モデルに即して地点数、情報交換シーン設定、ツールの組み合わせ、交換するデータの規模などを系統的に変えながら、各種ツール利用の可能性と制約を評価した。

［第三期］　システムの評価と設計･教育技術の提案

(12)運用実験の成果を踏まえて、協調設計実務や協調設計教育の支援システムとしての性能やシステムの利用効果を評価した。

(13)ギガビットネットワークや協調設計支援システムの活用で実現する創造的･生産的な設計技術、教育技術の提案をした。

4. 実験の成果

4.1. 各種協調設計支援ツールの動作性実験

情報交換モデルに基づいて、同期･非同期の情報交換シーンを網羅的に想定して（表1）、次のような条件を系統的に変えながら実験を繰り返し、動作の実行可否や画面表示速度や画面応答速度などが設計者にとって耐え得るか否か検討した。変更した条件は、a.情報交換に参加する地点数（2点から4点）b.設計アプリケーション種類　c.交換するファイルサイズの三項目である。特に b.はアプリケーションの特性の影響も確認するため実施したものであり、建築設計の情報交換において代表的な9種類のアプリケーションを取り挙げた。

(1)ビデオ会議については、インターネット用の低価格のシステムで最大4点間の実用試験を繰り返し、同時に映像や音声の遅れを計測した。映像の遅れより音声の遅れの方が討論に影響があることが分かったが、10Mbpsの区間を含む場合でも実用に耐えること、むしろマイクの配置等、入力部分の環境設定の影響が大きいこと等が分かった。

(2)熊本大学に設置したServerと各サイトのPC間のファイル転送実験を行った。200KB以下のTEXT及びCADファイルは、全地点で瞬時に参照できた。帯域135Mbpsしている3点間は、30MBのJPEGファイルで4秒から5秒、170MBのビデオファイルで15秒から30秒程度かかった。実質の伝送速度は60Mbpsであり、協調設計には十分な速度であった。しかし、10Mbps の区間が介在する構造計画側では30MBのファイルで60秒、170MBのファイルでタイムアウトという結果になり、十分な通信性能が得られなかった。

(3)各サイトの PC 間でファイル共有を設定し、遠隔実行の可否や実行速度を計測した。帯域135Mbpsで結ばれた3点間では、170MB デジタル Movie を遠隔実行しても十分に再生できたが、帯域 10Mbps の構造計画からは実行できなかった。しかし3MB以下のファイルであればどのようなアプリケーションついても問題なく実行できた。

(4)一般に普及しているアプリケーション共有ソフトを利用して、2点～4点まで参加者数を変えながら、8種類のアプリケーションの動作を確認した。4 点間でもアプリケーションの交互操作は可能だったが、プレゼンテーションツールで文字や画像を動かすなど、画面表示が大きく変化する場合に、遠隔地のパソコンでは画面が9分割されて遅れて表示され、時には表示が抜けるなどの問題が生じた。これは HUB のみで PC を結んだ実験でも同様の影響が現れるケースがあり、パソコンの処理速度、内部転送速度、信号変換処理速度が追いついて居ないためと思われる。

表1　ネットワークを用いた設計コミュニケーションの作業タイプ

	同　期		非 同 期	
会話	**ビデオ会議（音・映像） チャット（文字）**		**メール 電子掲示板**	
設計図書	WEB**共有**	application**共有**	WEB**共有**	application**共有**
文章 表 静止画像 対話的動画像 CAD図面	**対話的**WEB**参照のみ(一部は専用** plug-in**使用)**	**対話的に操作しながら**ﾌｧｲﾙ**を参照編集保存伝達**	**対話的**WEB**参照のみ(一部は専用** plug-in**使用)**	**対話的に操作しながら**ﾌｧｲﾙ**を参照編集保存伝達**
三次元モデル VRML**等** A / V　clip Movie	**電子白板+PC**ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾀｰ**併用 白板上における対話的操作 メモの書き込み メモ付き画像の保存・伝達**			

4.2. 遠隔授業の総合実験

2001年10月～1月まで、建築家に依頼して、構造計画研究所から熊大に居る学部学生 19 人を対象とする設計製図の遠隔授業を実験した。円滑な討論と設計指導には各種ツールの特性を理解し、操作に習熟する必要があるが、アプリケーション共有や電子白板のマウス機能を利用してウェブ画像の上にフリーハンドで図を書き込みながらの説明など、臨場感ある指導を実現できることが確認できた。授業期間終了後の学生アンケート調査でも評価が高く、このことからも、ツールの利用や授業の運用方法などの実用性を確認できた。

4.3. 設計実務の協調作業実験

2001年12月と1月に、構造計画研究所と北九州を結んで、設計実務現場における打ち合わせ実験を行った。文書を見ながらの打ち合わせ、CAD モデルを共有した設計案の打ち合わせ、文書編集ツールを共有した報告書の編集打ち合わせなど、複数の状況を設定して実験した。技術的には運用可能との結論が出たが、前提として担当者のツール操作への習熟の重要性が改めて認識された。

4.4. 公開講座における遠隔討論の総合実験

熊本大学生涯学習教育研究センター主催の公開講座（知のフロンテティア講座）の企画として構造研と電応研と熊本大の 3 点を結んで、本研究で想定した各種の遠隔討論シーンの公開デモンストレーションを実施した。特に3点間を結ぶカード･ブレーンストーミングは反響が大きかった。

5. 今後の研究課題

今後、検討すべき課題として以下の点が挙げられる。

(1)既存のPCの処理速度、OSの構造、アプリケーションの仕様などが、広帯域の通信網を想定していないものと見られ、技術の実用化には個々の機器やアプリケーションの改善が求められる。

(2)WEB のグループウエアは ASP のモデルとして想定した性能を発揮できた。一方、チームとしての創造性や生産性を発揮していくには、設計実務の特性を踏まえた新たな支援ツールの開発が必要なことも分かった。例えば作業過程で獲得される個人知を組織知として共有していく支援ツールや同期作業段階で個人知や組織知を一覧、確認しながら追加を行うような、視覚的な支援機能を備えた討論支援ツールなどである。

問合せ先:
熊本大学　大学教育機能開発総合研究センター, 本間里見, tel 096-342-2744, homma@ge.kumamoto-u.ac.jp