

# テレビ会議システムを利用した生活科の遠隔授業実験とその評価

藤 木 卓（長崎大学教育学部）

## 1. はじめに

ホームページやインターネットという語句が使い古され、電子メール抜きには仕事にならなくなってきた昨今、情報化の中心はコンピュータからネットワークへ移行してきた。もともと独立した公衆回線網である ISDN(Integrated Services Digital Network)も、インターネットへ接続できる環境が整うにしたがい他のネットワークとの区分が難しくなってきた。しかし、ネットワークの利用が増えるにしたがいインターネットのトラフィックは増大の一途をたどり、WWW(World Wide Web)の利用にもストレスを感じるようになってきている。その点、中途の回線を占有できる ISDN の魅力は増してきていると言える。

このようなネットワークの普及に促されるように、動画や音声を使ってオンラインでコミュニケーションを行うようなマルチメディア・コミュニケーションが根づいてきている。この背景には、マルチメディア情報を容易に処理できるようになってきたパーソナルコンピュータの処理能力の向上と、ネットワーク環境の整備、インターネット接続サービスの充実など情報通信に関わる環境の進展が挙げられる。マルチメディア・コミュニケーションは、現状では音声と動画のオンライン通信が中心である。そのためのシステムには、インターネット上での利用をねらって開発され普及してきている CU-SeeMe 等と、専用のテレビ会議システムから派生し ISDN での利用を前提とする Phoenix 等がある。ここでは、これらを総称してテレビ会議システムと呼ぶことにする。これらパーソナルコンピュータでの利用を前提としたシステムの他に、大学間衛星通信施設である SCS(Space Collaboration System)や光ケーブルによる遠隔講義システムがあるのは周知の通りである。

このような遠隔教育のための情報通信環境の進展は、新しい授業メディアとしての特性研究<sup>1)~2)</sup>の必要性を生み出している。パーソナルコンピュータによるテレビ会議システムを転用する遠隔授業システムの特徴は何なのか、何ができて何ができないのか、有効な改善策はどのようなことなのか等についての知見が求められている。そこで、本研究では、パーソナルコンピュータでの利用を前提としたテレビ会議システムを授業メディアに用いて授業を行い、授業の分かり易さや緊張感等に関するアンケート調査と授業イメージを把握するための連想調査による通常授業との比較検討を行った。

## 2. 研究の方法

### 2. 1 システム構成

本研究では、普及価格帯の ISDN サービスである INS64 で動作するパソコン用テレビ会議システム PictureTel Live200p(NTT Phoenix は PictureTel からの OEM 以下 Phoenix と呼ぶ)とインターネット上でのマルチメディア通信ソフトとして有名な MACNICA CU-SeeMe(もともと Cornell 大学で開発された CU-SeeMe のカラー対応版として WhitePine 社から出された Enhanced CU-SeeMe の日本語版。MACNICA は日本語版発売元 以下 CU-

SeeMe と呼ぶ)の2つのテレビ会議システムを利用して遠隔授業システムを構築した。図1 a, 図1 bに両システムが使用するネットワークのイメージを示した。

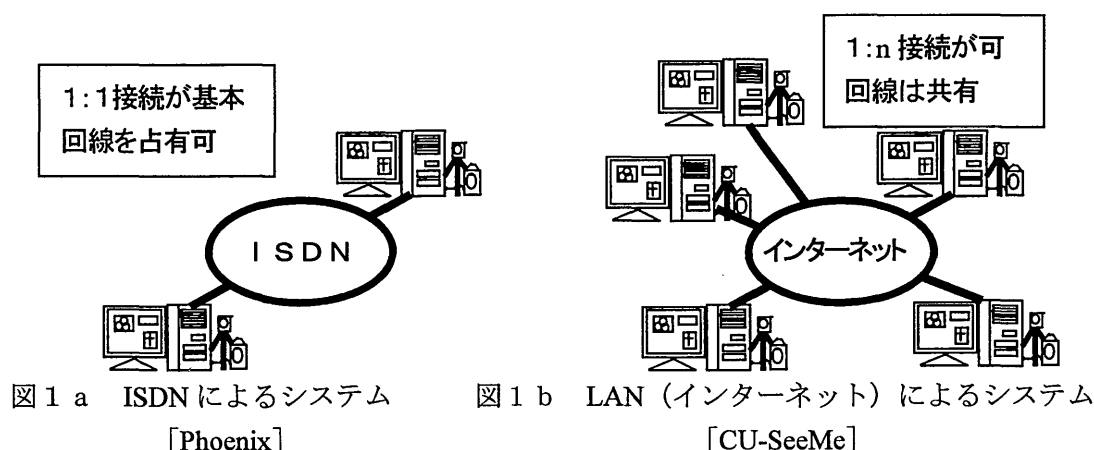


図1 aのISDNを利用するPhoenixでは、回線速度はモデムよりやや高速な64Kbpsであるが、2回線同時使用の128Kbpsを占有できるため回線品質は高いと言える。現に、Phoenixでは128Kbpsを音声用24Kbps、映像用104Kbpsに分けて使用しており、これらの帯域が確保できることを前提に最大15フレーム/secのフレーム構成となっている。しかし、ISDN回線の設置費用やランニングコスト(電話代)の他、Phoenix専用の機器が必要になるなどコスト的にもやや高い上、導入にも諸制限があり容易ではない。

一方、図1 bのCU-SeeMeでは、回線速度は10MbpsのEthernet規格であるが、TCP/IPでの動作が前提となっているため回線のトラフィックが高いとパケットロスが発生するため回線品質が高いとは言えない。しかし、リフレクタを介することにより3台以上での相互接続ができることと、大学等の研究機関では学内LAN環境が整備されておりISDNに必要なコストや専用機器が不要な上にほとんどの研究室や教室で使用できる便利さ等が特徴である。今回構築したシステムは、受講者側と講師側を1:1でつなぐものである。そのため、システムの基本構成は受講者側、講師側ともに同様である。

## 2. 1. 1 受講者側環境

受講者側のシステム構成を図2に示した。

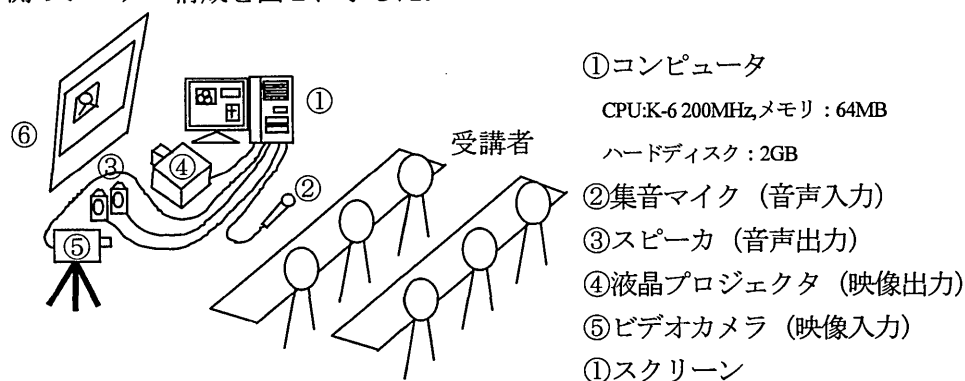


図2 受講者側のシステム構成

なお、使用した教室は、18.8m 平方の正方形をしており、正面に 3.8m×3m のスクリーンを設置した。液晶プロジェクタは 600 ルーメンの高輝度タイプで解像度 800×600 で使用した。授業中の照明は、スクリーン近辺をやや暗く、受講者席ではメモが取れる程度の明るさを確保した。受講者は教室中央付近に 5 列の横並びに配置した。スクリーン映像の見え方は、受講者席最後部から前方スクリーンを見た場合でも何が表示されているかが判別できる大きさ（スクリーンいっぱい）であり、画質が悪くて見づらいことはあっても何が映っているのか分からないことはなかった。また、映像入力用のビデオカメラは、Hi-8 規格のものを使用した。スピーカからの音声出力は教室内のどの位置に居ても聞き取れる音量に設定した。集音マイクは教室中央付近に設置した。受講者の囁き声を聞き分けるのは困難だったが、大きな声で発言する程度で十分音を拾うことができた。しかし、マイクを通さなければ会話ができないしくみは決して発言し易い訳ではない。映像や音声の送受信に関わるコンピュータ操作及びビデオカメラ、マイクロフォンの操作は、学生の補助者により行われた。

## 2. 1. 2 講師側環境

図 3 に講師側のシステム構成を示した。

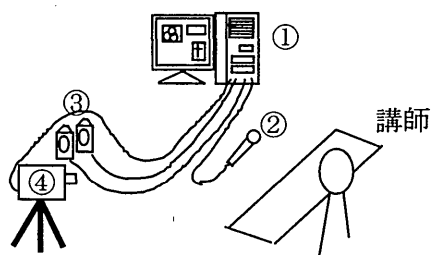


図 3 講師側システム構成

### ②コンピュータ

CPU:Pentium133MHz,メモリ:64MB

ハードディスク:3GB

### ③集音マイク (音声入力)

### ④スピーカ (音声出力)

### ⑤ビデオカメラ (映像入力)

講師は異なる建屋内の研究室で授業を行った。受講者側映像は 17 インチディスプレイに出力され、通常のコンピュータシステムの操作で受講者側とコミュニケーションを行った。授業の様子を図 4 a, b に示した。

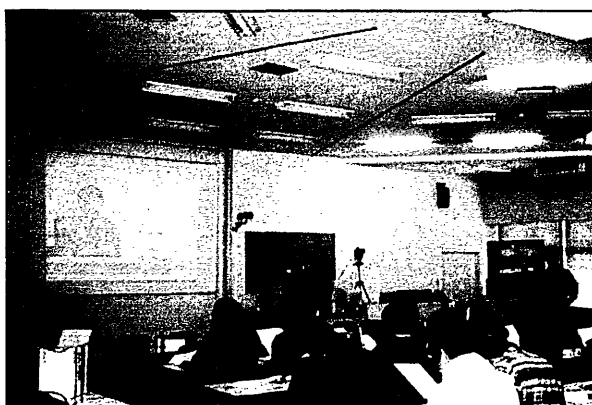


図 4 a 授業風景 (受講者側)

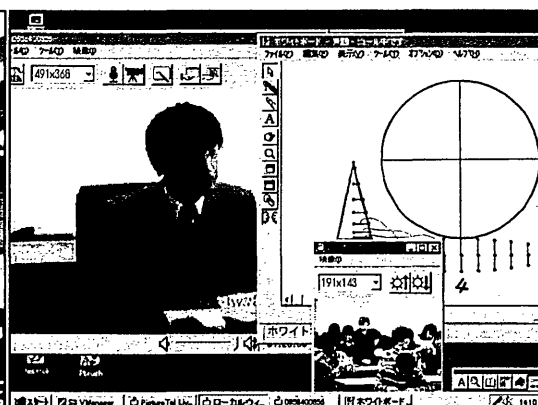


図 4 b ディスプレイ出力 (受講者側)

## 2. 2 授業方法

実施した授業は、1 年次教育学部生を対象にした「生活科概論」の技術教育担当部分（「生活と技術」の中の『生活と製図』）である。この授業は、小学校教科「生活」の教育内容についての講義である。生活と製図では、物の製作や事物の観察に製図的な視点を導入することにより空間的認識の発達を促すことをねらいとしている。そのため、物の製作に関連させて立体の立体的な表現手法に関する基礎知識を与えつつ、ビルや空缶などを作図させたり展開図を画かせて立体模型（おもちゃ）を製作させるような授業を行っている。

本研究では、普通教室内で行う通常の授業とテレビ会議システム利用による遠隔授業の2 形態で授業を行った。また、生活と製図の授業は通常授業、遠隔授業ともに2 単位時間の授業を行った。1 時間目は「立体の立体的な表現」について、2 時間目は「展開図と立体模型」についてであった。遠隔授業の2 回の内1 時間目はインターネット（学内 LAN）による CU-SeeMe を用い、2 時間目は ISDN による Phoenix を用いた。これらの条件を含めて授業の構成を表1 に示した。

表1 授業の構成

項目	遠隔授業	通常授業
授業内容（1 時間目）	立体の立体的表現	
同（2 時間目）	展開図と立体模型	
使用システム（1 時間目）	CU-SeeMe	
同（2 時間目）	Phoenix	
受講生数（1 時間目）	4 2 名	3 4 名
同（2 時間目）	3 7 名	3 5 名
教 室	教育工学実験教室	普通教室

授業は、概略次のように展開することにした。

### ● 1 時間目「立体の立体的表現」

#### ①目の前の箱とイメージ上の箱の作図

（箱と言わずに目の前に置いた箱を作図させた場合と、箱を見せずに各自がイメージした箱を作図させた場合とでの見え方の差 [どちらが箱らしい? ]）

#### ②サイコロ、ビルの作図

（予備知識がない状態でのフリーハンドによる作図とその立体の描画視点）

#### ③子どもの立体把握と表現

（幼稚園児、小学1 年生、小学4 年生が画いた立体の紹介と発達段階の解説）

#### ④立体の表現と空間の認識

### ● 2 時間目「展開図と立体模型」

#### ①スイカ型立体の展開図の作図法解説

（展開図資料を用いて作図の方法を解説）

#### ②展開図の作図

（各自、スイカ型立体の展開図を作図する）

#### ③スイカ型立体模型の製作

（作図した展開図を厚紙に貼付け、立体模型を製作する）

遠隔授業における立体や図等の提示のしかたは次のように行った。

1 時間目の授業では、作図対象をオンラインで表示した。2 時間目の授業では、立体模型の例をオンラインで表示するとともに、作図資料は文字や静止画等の共有機能（ホワイトボード）を用いて表示した。この共有機能を用いると、文字や静止画等が鮮明に送信できるため、動画像よりも高い画質の映像として提示することができる。

### 2. 3 調査方法

本研究では、授業に関する受講者の意識を調べるための質問紙によるアンケート調査と受講者の獲得イメージを調べるための連想調査を行った。

アンケート調査は、授業の面白さや分かり易さ等について、24 項目に関する 5 段階判定による質問紙を用いた調査を行った。実施時期は授業終了直後であった。

連想調査は次のような理由により実施した。授業やシステムの印象については、アンケートによる調査である程度の把握ができるが、反面設定した項目についての回答しか得られない欠点がある。設問が詳細になればなるほど項目数が増加しアンケートの所用時間の増大につながり授業時間を圧迫するため、おのずと限界がある。ところが、授業中のキーワードを用いてその語から想いつく言葉を答えてもらう連想調査では、被験者の発想に応じた回答を得ることができる。また、調査時間は短時間（筆者等の研究では 1 語につき 30 秒で調査）で済むため、授業時間の圧迫が少なく簡便である。授業のキーワードを刺激語にして連想調査を行うと、刺激に対する被験者集団のイメージを連想マップの形で把握することができる<sup>3)</sup>。通常行われる授業の評価は、授業がうまくいったとか、子どもの反応がいまひとつ盛り上がらなかったというような授業者の印象による場合がほとんどであろう。詳細な調査やテスト類を作成し実施することもできるが、準備に必要な時間や調査のための時間、処理のための時間などを勘案すると毎日の授業の評価に導入することには二の足を踏むことが多い。ところが、連想マップで授業評価を行う場合、反応語やそのカテゴリを入力するだけで授業評価資料としての連想マップを作図することができる。さらに、連想調査では情意的な反応語も出現するため、子どもの興味・関心等に関わる情報の取得も可能である<sup>4)</sup>。他に連想調査の利点としては、正解が特定されない（何を答えても構わない）ため被験者の意図的な回答が生じにくいことも挙げられる。

本研究では、授業に関係する 4～5 語を刺激語に選び授業の前後に連想調査を行った。方法は、刺激語から直接想いつく言葉（反応語）を 30 秒間でできるだけたくさん記述させるやり方である。得られたデータは筆者等が開発した手法により処理され、最終的な連想マップに作り上げられた。

## 3. 結果及び考察

### 3. 1 アンケート調査

図 5 にアンケート調査の結果を示した。グラフの各点は、それぞれの授業における回答者の平均得点を表している。

図右側の「遠隔同士」の欄は、CU-SeeMe を用いた 1 時間目の遠隔授業（立体の立体的表現）と Phoenix を用いた 2 時間目の授業（展開図と立体模型）との比較による平均値検定結果である。同様に、「通常同士」の欄は、通常授業の 1 時間目（立体の立体的表現）

と2時間目（展開図との立体模型）との比較，[展開図 遠一通] の欄は2時間目の遠隔授業と通常授業との比較，[立体 遠一通] の欄は1時間目の遠隔授業と通常授業との比較による平均値検定結果である。

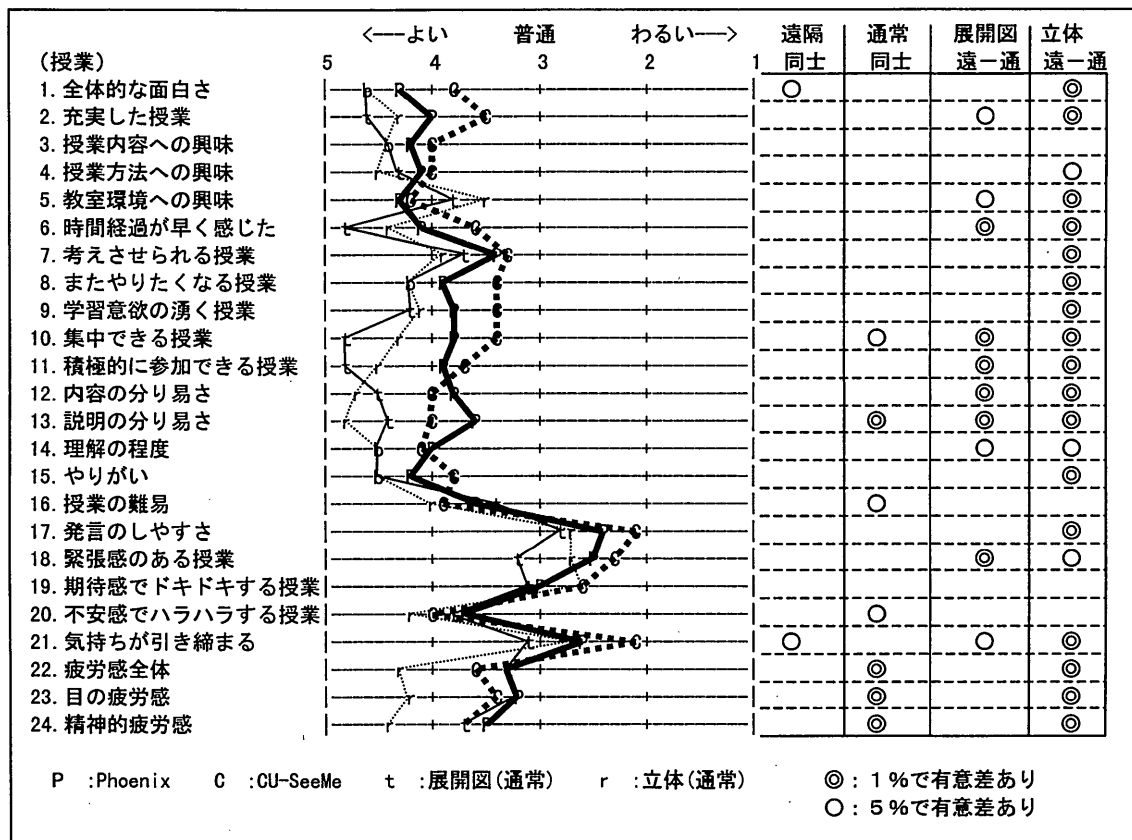


図5 アンケート調査結果

図から分かるように、ほとんどの項目について通常授業の方が良い評価を得ている。唯一通常授業と遠隔授業が逆転しているのは「教室環境への興味」だけである。コンピュータや液晶プロジェクタ等を利用した遠隔授業システムの教室環境は、受講者に高い興味をもたらしていたことが分かる。授業後の感想でも、体験した遠隔授業についての印象の強さが数多く見られた。立体の立体的表現に関する1時間目の遠隔授業－通常授業の比較では、24項目中19項目について通常授業の方が良い評価を得ている。同じく遠隔授業と通常授業を比較した2時間目の遠隔授業－通常授業の結果では24項目中9項目について通常授業の方が良い評価を得ている。授業内容は異なるけれども、通常授業との開きが少ない分1時間目のCU-SeeMeによる授業より2時間目のPhoenixによる授業の方が受講者の評価が高いことが分かる。CU-SeeMeとPhoenixでは、動画のフレームレートに差が見られた。Phoenixでは被写体の素早い動作にも追従できるような動画の品質であった。例えば、作業が終わっている者の数を把握するのに挙手させる場合にも、受講者の通常の動作確認は十分できた。CU-SeeMeでは実質3～5fps程度であったため、動作がぎこちないことと、短時間の動作や素早い動作の確認が困難な場合があった。また、単一フレーム

の画質はディスプレイ出力で確認できる範囲では CU-SeeMe の方が精細であったが、Phoenix の方は動きのあった部分に大き目のモザイクがかかり見にくかった。しかし、液晶プロジェクタを通した投影像を見た受講生側の評価としては、Phoenix の方が高くなった。これには、Phoenix が音声の良さを含めたトータル性能で優れていたことが影響したものと考えられる。

「発言のしやすさ」の項目については、通常授業でも評価が低かったものの遠隔授業ではさらに低くなった。通常授業では、教室内を机間巡視することで受講生のかなりの質問に答えることが可能であった（それでも、通常授業の評価は3より低い平均値である）が、遠隔授業では机間巡視ができなかったためさらに評価が下がったものと思われる。

「緊張感のある授業」「気持ちが引き締まる」の項目については、通常授業で普通程度、遠隔授業では更に低い評価であった。やはり、直接目が届かない遠隔授業での緊張感は通常授業より低くなる傾向が確認できる。

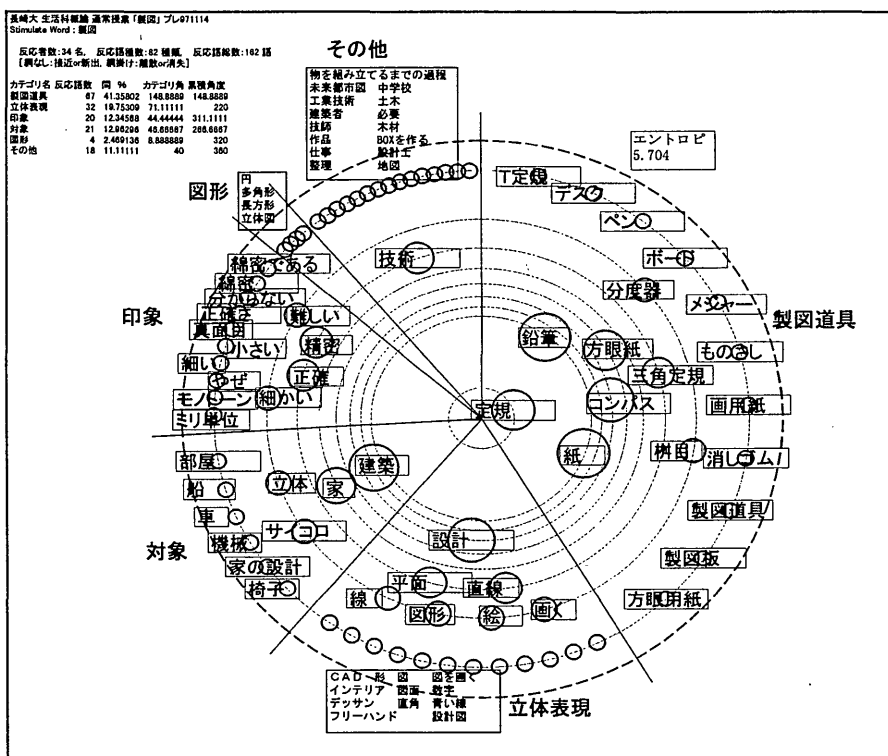
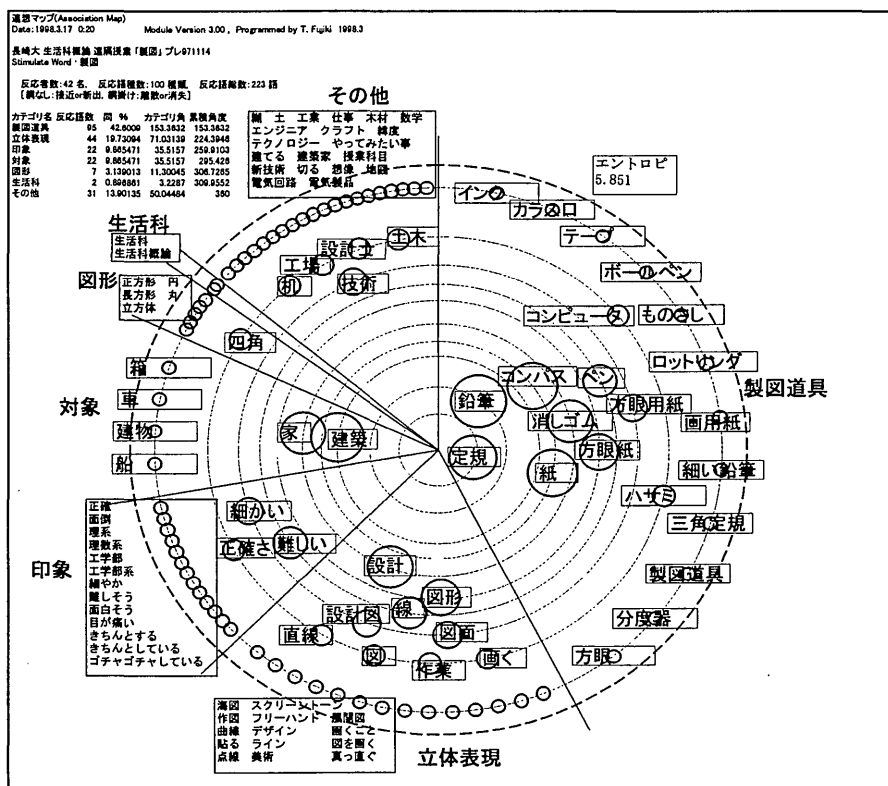
授業の全体的な印象を「全体的な面白さ」「充実した授業」の項目で考えた場合、遠隔授業で 3.5～4.3、通常授業で 4.3～4.6 とどちらも普通より高い評価であった。通常授業には叶わないけれども、パソコンレベルのテレビ会議システムを利用した遠隔授業システムは使い方次第で役に立つシステムになることが分かる。

### 3. 2 連想調査

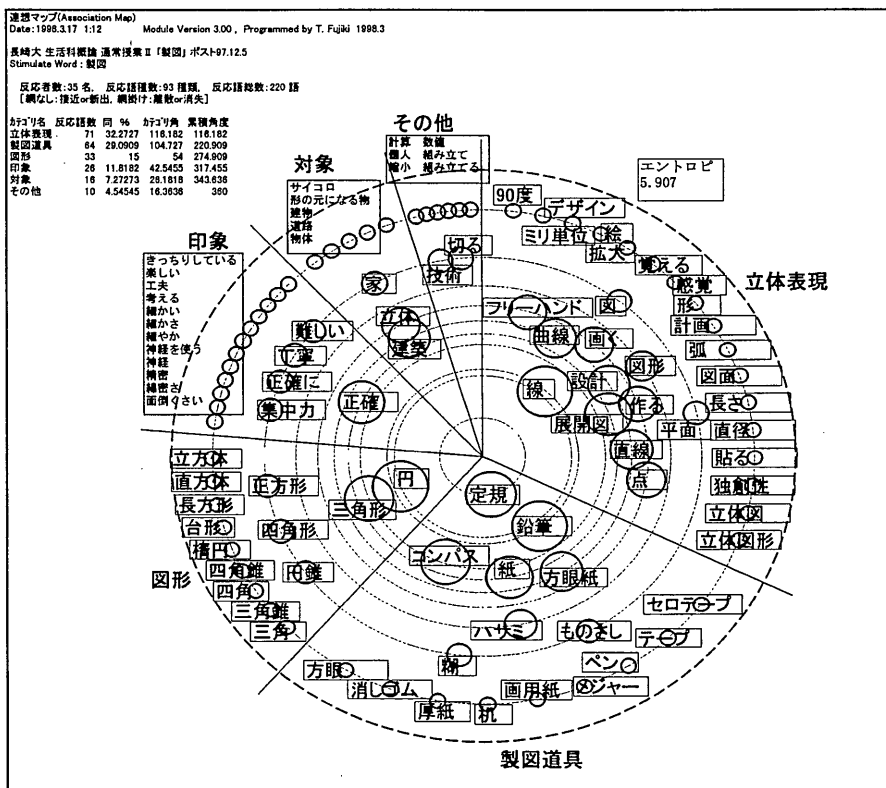
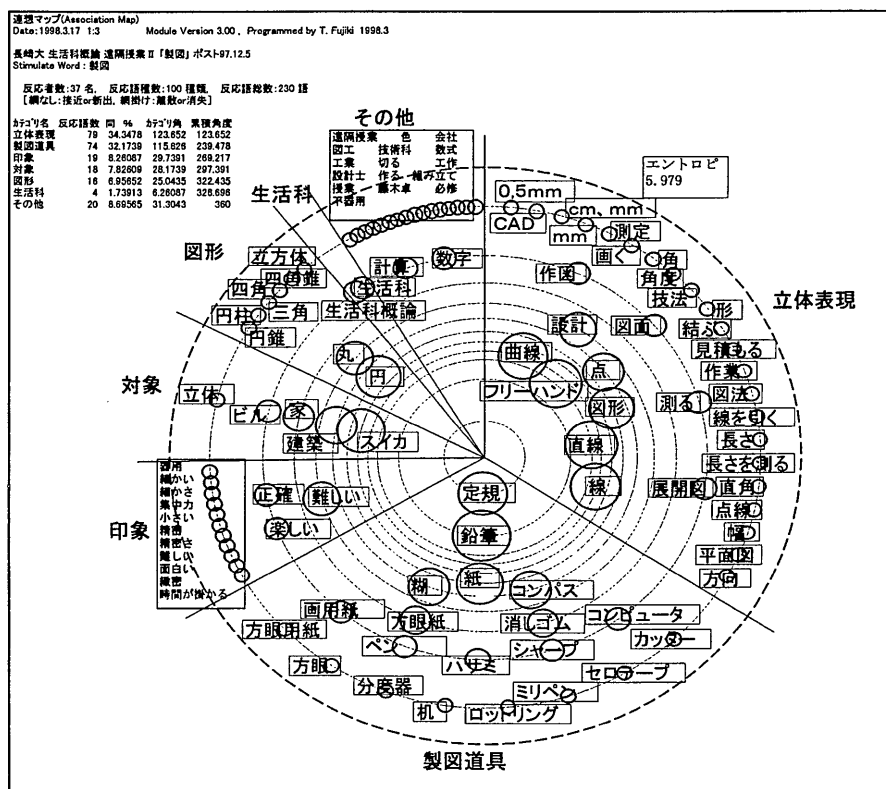
連想調査による結果を処理して連想マップを作成した。ここでは、1 時間目授業前と 2 時間目授業後に関する刺激語「製図」の連想マップを提示し、この授業で製図に対するイメージがどのように変化したかを分析することにする。作成された連想マップを図 6～図 9 に示した。各図ともに反応語をカテゴリに分類し、カテゴリ単位での反応語の変化を観察できるようにした。カテゴリの表示は時計回りに反応語数%が多い順に並べられているが、その他のカテゴリは多少に拘わらず最後に位置するようになっている。

図 6 は遠隔授業の、図 7 は通常授業の授業前における連想マップである。両方のマップを比較すると分かるように、第 1 カテゴリ「製図道具」、第 2 カテゴリ「立体表現」の順序及び割合はほぼ同じであることが分かる。生活と製図の授業前に受講生が持っていた刺激語：製図のイメージは類似していると考えてよい。2 時間の授業の影響を見るためには、初期状態を示すこれらそれぞれの集団のマップと図 8、図 9 の授業後のマップとを比較検討する必要がある。

図 6 の遠隔授業の授業前マップと、図 8 の遠隔授業後のマップを比較した場合、2 枚のマップのカテゴリの順序は「製図道具」カテゴリと「立体表現」カテゴリで逆転していることが分かる。特に「立体表現」カテゴリの反応語は授業後が授業前の 1.6 倍に増加している。生活と製図の授業により、製図道具に関するイメージが減少し、授業で扱った「フリーハンド」「展開図」「曲線」等の立体表現に関するイメージが増加していることが分かる。また、図 8 の立体表現カテゴリに「0.5mm」「cm,mm」等の反応語が出現していることは、展開図を作図し立体模型を製作した作業を反映したものと思われる。また、製図道具カテゴリに「糊」という反応語が出現していることも、作業を反映したものと考えられる。「対象」カテゴリには「スイカ」という反応語が出現し、かつ中央近くに位置していることが分かる。







遠隔授業ではスイカ模型の実物見本をスクリーンに拡大投影したことが、反応語「スイカ」の出現に影響したものと思われる。また、印象カテゴリには「楽しい」という反応語が出現している。この反応語は、図9の通常授業のマップには出現していないので、遠隔授業システムを使ったことによるシステムへの興味の影響もあると思われる。

次に図7の通常授業の授業前のマップと図9の通常授業の授業後のマップを比較する。カテゴリの出現順は遠隔授業と同じく「製図道具」と「立体表現」とが逆転している。やはり、製図道具に関する反応語が減少し、「展開図」「曲線」「フリーハンド」等の語が増加していることが分かる。また、立体表現カテゴリの「90度」「ミリ単位」「作る」、製図道具カテゴリの「糊」等、作業を反映したものが出現している点も類似している。しかし、「対象」カテゴリは授業前と大きく変わらず、遠隔授業で「スイカ」が出現したこととは異なっている。遠隔授業によるスクリーン投影は、対象物のイメージを強調するはたらきをしたものと思われる。「印象」カテゴリにおいても遠隔授業で見られた「楽しい」という反応語は見られなかった。

#### 4. おわりに

パーソナルコンピュータによるテレビ会議システムを利用した遠隔授業を実験的にを行い、授業メディアとしての特徴についてアンケート調査及び連想調査結果から検討を行った。その結果、次のようなことが明らかとなった。

- ①受講者の主観評価による遠隔授業の全体的な評価は3.5～4.3の範囲であった。
- ②遠隔授業では、「発言し易い」「緊張感」についての評価が低かった。
- ③遠隔授業ではスクリーンに投影された提示物（スイカ模型）の名称が多く連想された。
- ④遠隔授業では「楽しい」という反応語が授業後の連想調査に見られた。

授業メディアとして考えた場合、どの程度の画質や音質が要求されるのか、継続した研究が必要である。また、システムの性能向上とさまざまな授業への適用による活用可能な範囲の把握も追求する必要があると考えている。

なお、本研究の実施に当たり当時学生であった田崎隆二君と高柳宜幸君の献身的な尽力を得た。また、Phoenixの利用に際してはNTT長崎支店の協力を得た。共に記して感謝の意を表す。

#### 文献

- 1)岡村，鶴，藤木，中村，池永：インターネットを利用した遠隔授業の実用化に関する研究。日本教育システム情報学会誌 Vol.14 No.3 Aug. 1997
- 2)藤木卓，糸山景大：遠隔授業における学習者評価の要因。電子情報通信学会教育工学研究会 ET97-50 1997. 9
- 3)金崎，藤木，椿山，糸山：連想における反応語の想起確率とその挙動。電子情報通信学会教育工学研究会 ET95-7 1995. 4
- 4)藤木，大久保，金崎，糸山：連想調査による授業の情意的側面の評価。日本産業技術教育学会第39回全国大会（佐賀），1996.7