

# 情報ネットワークとマルチメディアの応用研究 ——通信衛星, ネットワークを利用した遠隔教育の研究——

東 村 高 良

## A Study of Distance Learning System in University Education using Communication Satellites and the Internet

Takayoshi HIGASHIMURA

### Abstract

We have discussed the new style of several distance learning systems in university education, such as the SCS (Space Collaboration System) using a CS (Communication Satellite) and the remote TV conference system using ISDN over the Internet. We have obtained educational evaluation data about two distance learning systems such as the SCS and the remote TV conference system using ISDN. The results have shown that the evaluations about such new style education systems are relatively positive. Several important things have also been discussed, such as the fact that the two-way communication and clear representation using new style multimedia equipment are very important in distance learning. It has been concluded that the SCS system is superior to the remote TV conference system using ISDN for distance learning in university education. Also it seems that those new style distance learning systems will improve rapidly and many alternatives will appear for distance learning systems in the near future.

Keywords : Distance Learning, Internet, SCS (Space Collaboration System), CS (Communication Satellite), BS (Broadcasting Satellite), ISDN, Two-way Communication System,

### 抄 録

高度情報通信社会における, 先進的な大学教育システムとしてCS (通信衛星) を活用した大学間遠隔授業が現実のものとなって来た。関西大学で実施された遠隔授業の先進的な活用例についてのシステム評価と教育評価のためのアンケート調査を通して, マルチメディア環境としての教室内のAV機器類の評価, およびCS (通信衛星) システムの教育的効果について検討した。結果は, 教室内の教材提示システムとしては理想的には1人1台の教材提示モニターおよび教卓側に講師の等身大の画像が放映されるサイズのスクリーン型の大型教材提示装置の設置が望まれること。そして通信衛星を利用しての相手大学とのモニター映像と音声による完全双方向型のコミュニケーションが確保される必要性があること。および教材内容の事前配布が望ましいこと, 等が認められた。また, 本衛星型遠隔授業方式とISDN型遠隔授業方式との比較では前者の方式の優位性が確認できた。

キーワード: 高度情報通信社会, SCS (通信衛星) 大学間遠隔授業, 私立大学ジョイントサテライト事業, 遠隔授業, ISDN, 教育効果, 完全双方向型コミュニケーション, インターネット

---

(謝辞) 本研究は平成10年度関西大学重点領域研究助成によるものでありここに記して謝意を表します。

## はじめに

近年の高度情報通信社会の進展は大変目ざましいものがある。加えて、技術革新のスピードも極めて速い。パソコンにおいては3ヶ月毎に最新の革新技術が取り入れられてのモデルチェンジが続いている。また、マルチメディア分野においてもすべての技術革新がデジタル化に向かっており、待望の次世代のマルチメディア機器であるDVD録画再生機器も普及が始まろうとしている。

あらゆる情報がデジタル化され融合されれば、文字、画像、動画、音声などすべての情報を同一のコンピュータのデジタル技術で取り扱うことが可能となり、情報の作成、加工、変換、伝達、保存などが極めて容易になる。ここでの基本技術はコンピュータとデジタル技術である。また、デジタル通信技術の普及が進展することにより大量の情報を時分割方式や多重化方式を駆使して送受信出来ることから通信費用も格段に安価になって行くことが予測される。例えば、従来のアナログ型の衛星通信では送受信できるチャンネル数もせいぜい数チャンネル程度に限られており時間当たりの通信費用も数百万円のオーダーであったものが、現在のデジタル通信衛星では1つの衛星で100チャンネルを超える多チャンネルの送受信も可能であり時間当たりの通信費用は数万円程度で利用出来る様になって来ている。このようにデジタル化の進展によって情報通信分野をはじめ社会の様々な分野で劇的な変化が起こりつつある。

このように地上ネットワーク系および宇宙空間での情報ネットワーク系ではハイテクの技術革新が急速に進行しつつある。このハイテク技術革新の時代の中で、大学こそは、秒速分歩の速さで進展して行く情報ハイテク社会で率先して新たな技術革新にチャレンジし、その成果を教育に最大限に活用し教育効果を向上させるよう努力し、またその研究成果を社会にも還元して行く責務を担っていると云える。

今後の情報通信関係の新技術の実用化の進展では、(1)インターネット化、(2)マルチメディア化、(3)衛星授業の利用と充実、(4)移動体情報ネットワーク化などがこれからのキーテクノロジーとなると考えられる。

関西大学は、このような技術革新の続く高度情報社会環境の中で、文部省の提唱する先進的なプロジェクトである『私立大学ジョイントサテライト（デジタル衛星通信活用プログラム）プロジェクト』の第一期事業に参画した。参加大学は、関西大学をはじめとして、

早稲田大学、慶応大学、法政大学、東洋大学、芝浦工業大学、東海大学、北海道東海大学、九州東海大学、名古屋商科大学、さらに次年度に参加した東北福祉大学、同志社大学の12大学となっている。

この私立大学ジョイントサテライトプロジェクトの最大の特徴は、全国の主要な私立大学とほぼすべての国公立大学そして我が国における先進的な多数の研究機関の合わせて100以上の組織がそろって参加しており、わが国の研究教育の中核的コンソーシアム組織が形成されており、その中で授業交換や研究交流が実施できることにある。

### 1. 『衛星授業』の実用化の経緯と運営方式

私立大学の本プロジェクトに先行して国公立大学のSCSスペースコラボレーションシステム（衛星通信SCS大学間ネットワーク事業）が平成8年秋から段階的に始まった。これは、全国の国公立大学間と文部省の各研究機関（国立民族学博物館、国際日本文化研究センター、統計数理研究所、高エネルギー物理学研究所など）間で、通信衛星を使って授業等を相互に交換しようとするものである。

このSCS事業の目的は、関西大学の今回の本プロジェクトへの参加の目的と軌を一にするもので『近年の高度情報通信社会の発展に伴う情報通信の教育利用の急速な高まりに対応して全国の大学等に衛星通信による映像交流を中心とした大学間ネットワークを構築し高度情報通信社会にふさわしい教育研究利用を推進しマルチメディア社会に対応できる高等教育システムを整備して、このシステムを大学教育と研究に活用していこう』というものである。

続いて平成9年度からは、関西大学が参加している私立大学の本プロジェクトが創設された。

これらの各プロジェクトの具体的な運用は、〔1〕私立大学関係の衛星授業は（社）私立大学情報教育協会が授業交換等の調整を行い次の2つの機関とも協調して実施されている。〔2〕衛星授業の利用時間割りの申込みと調整および国公立大学関係の衛星授業の運営は『メディア教育開発センター』が中央HUB局として管理運営に当たっている。そして、〔3〕通信衛星CSのハード面および郵政省の通信事業免許の取得など全体的な管理運営は財衛星通信教育振興協会が行っている。

## 2. 『衛星授業』の技術的仕組み

本プロジェクトへの各参加大学の授業等は、インドネシア上空の東経128度、赤道上空3万6千kmの静止衛星軌道に打ち上げられたデジタル通信衛星(JCSAT 3号機)を介して複数大学間で完全双方向通信型のデジタル通信回線を双方向分の2回線を確保して遠く離れた場所であっても講演者のいる教室とほぼ同じ環境で同時臨場型で遠隔授業が実施出来るというシステムである。

この通信衛星の特徴は、全国をくまなくカバーできる『広域性』や、情報を全国各地で同時に受けられる『同報性』、通信速度1.5Mbpsのデジタル準動画像と音声を利用できる『広帯域性』、教育場面で必須の要件である『完全双方向性』などの特徴を有するシステムである。

本プロジェクトで利用される新たなデジタル型通信衛星CS(Communication Satellite)はスカイパーフェクトTVや放送大学などを放映しているタイプの通信衛星であり、このタイプの通信衛星では送信用の超小型の衛星地上局VSAT(Very Small Aperture Terminal)を備えていれば利用者側からの送信も可能である。

このCS衛星通信の特徴は、(1)デジタル型、(2)100チャンネルを超える多チャンネル、(3)低廉な通信料、(4)送信も可能な双方向性を有している、等々である。

他方、従来からのアナログ型放送衛星BSは東経110度、赤道上空約3万6千kmの静止衛星軌道に打ち上げられており、NHKの衛星放送やWOWOWなどを放映しているもの

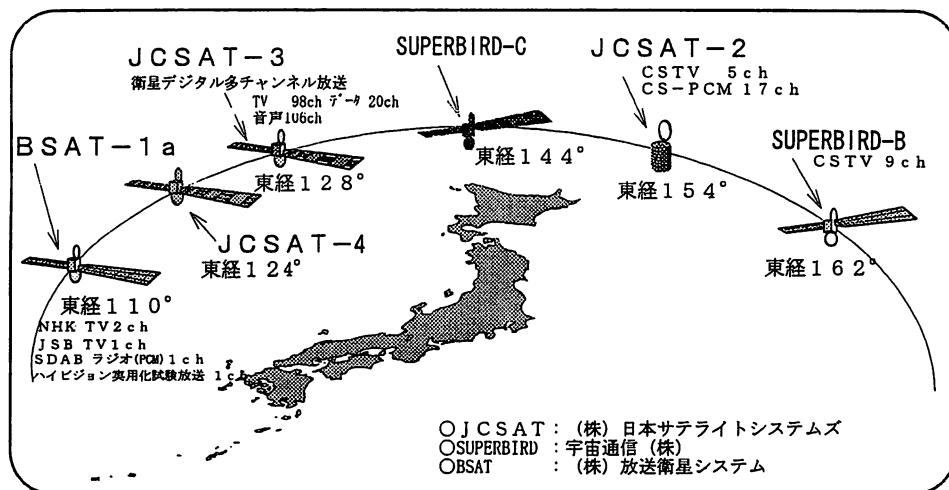


図1 我が国の衛星放送に用いられている静止衛星 [塚田爲康(1997)より引用]

表1 アナログBS放送とデジタルCS放送（衛星通信を含む）の比較

| 区分          | アナログ               | デ ジ タ ル         |                                       |                                     |                        |                           |
|-------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|
|             | 放送衛星 (BS)          | 通信衛星 (CS放送)     |                                       |                                     |                        |                           |
|             | BSAT-1a 2a (BS)    | N-SAT-110 (計画中) | JCSAT-3                               | JCSAT-4<br>JCSAT-6                  | SUPER-BIRD-C           | SUPER-BIRD-B              |
| 静止衛星軌道位置    | 東経110度 (固定枠)       | 東経110度 (計画中)    | 東経128度                                | 東経124度                              | 東経144度                 | 東経162度                    |
| トランスポンダ中継器数 | 4本                 | 24本             | 21本                                   | 16本<br>32本                          | 16本                    | 17本                       |
| チャンネル       | 4ch                | 約100超           | 約110                                  | 約100超                               |                        | 9ch                       |
| 受信アンテナ径     | 約45cm              | 約50～60cm        |                                       |                                     |                        |                           |
| 国際化対応       | 国内放送               |                 | 国際放送可                                 | 国際放送可                               | 国際放送可                  | 国際放送可                     |
| サービス例       | NHK-BS放送<br>WOWOなど |                 | SCS・私立大学ジョイントサテライト放送<br>大学スカイパーフェクトTV | スカイパーフェクトTV                         | ディレクTV(N-SAT-110へ移行予定) | el-Net (エル・ネット)<br>ディレクTV |
| 衛星打上げ衛星の寿命  | 平成9年4<br>平成19年頃    | 平成12年夏 (計画中)    | 平成7年8<br>平成19年頃                       | 平成9年2<br>平成22年頃<br>平成11年2<br>平成25年頃 | 平成9年7<br>平成22年頃        | 平成4年2<br>平成14年頃           |

〔塚田爲康 (1997) を参考に筆者が追加作成〕

で、このタイプの衛星は基本的にはTV放送局専用のものである。

近年、我が国では複数個のデジタル型通信衛星CSが打ち上げられたことによって、衛星通信の利用が大学教育にも活用されるような身近な技術の一つとなって来た。

### 3. 『衛星授業』の内容

本プロジェクトへの参加大学では衛星通信ネットワークを活用して複数の大学間あるいは複数キャンパス間において、次のような事業が考えられ、実施されている。

- (1)同時臨場型リアルタイムの交換授業、合同授業、合同ゼミ
- (2)シンポジウム、研究会、研究指導、研修会
- (3)映像音響資料、稀少教材の共同利用
- (4)研究交流、研究打ち合わせ等の各種会議

などである。

そして、『衛星授業』プロジェクトでの具体的な成果としては、〔1〕他大学の授業に参加することによる相互啓発的效果、〔2〕新しい発掘品（発見物）等を持ち寄っての先進的

で効果的な教育,〔3〕関西と関東といった地域性を研究テーマにしての交換研究授業,〔4〕他大学のユニークな授業や講演会への参加による教育効果,〔5〕他大学との単位互換制度(平成9年の大学審議会答申により30単位以内で衛星遠隔授業が卒業所要単位として認められることとなった。また,平成11年度の答申では60単位以内へと枠が拡大された。)の積極的活用,〔6〕研究会の遠隔会議による研究交流,〔7〕教員のマルチメディア型教育へのスキルアップの効果,等々が期待されている。

### 遠隔授業のシステムの評価と教育効果の検討

1. 授業交換,交換ゼミ授業についてのシステム評価および教育効果のためのアンケート調査を実施した。

調査項目としては次の2種類のものを利用した。

(形式1) 南部昌敏ほか(1998)による12項目および一部修正した34項目の計46項目。

(形式2) 星野敦子・加藤直樹(1998)による18項目。

2. 遠隔授業実施期間は1998年9月以降の後期学期であった。また,各授業時間の終了時にアンケート調査を実施した。

衛星遠隔授業としては,4回の関西大学と東洋大学間の学部交換ゼミ授業のうちの関西大学側受講生,1回の関西大学と茨城大学間の大学院交換授業のうちの関西大学側受講生を調査対象とした。また,ISDN型の遠隔授業システムである関西大学の高槻キャンパスと天六キャンパス間の大学院合同授業のうち,天六キャンパスでの受講生を調査対象とした。

3. 本調査の被験者数は,遠隔授業への初回参加者数は延べ24名,2回目の参加者数は延べ11名,3・4回目の参加者数は延べ13名,そしてISDN型遠隔授業としての天六キャンパスでの受講生数は6名であった。

4. 遠隔授業への参加経験回数と遠隔授業システムの評価を検討した(図2～図5参照)。

図2は南部昌敏ほか(1998)による12項目についての,本研究での調査結果の平均値プロフィールである。このグラフでは,評点1点は良い(はい)方向を示しており,評点3点は中立を,そして評点5点は悪い(いいえ)の方向を示している。また,遠隔授業への参加経験回数初回の方は◆印と実線,2回目の方は■印と点線,3・4回目の方は△印と

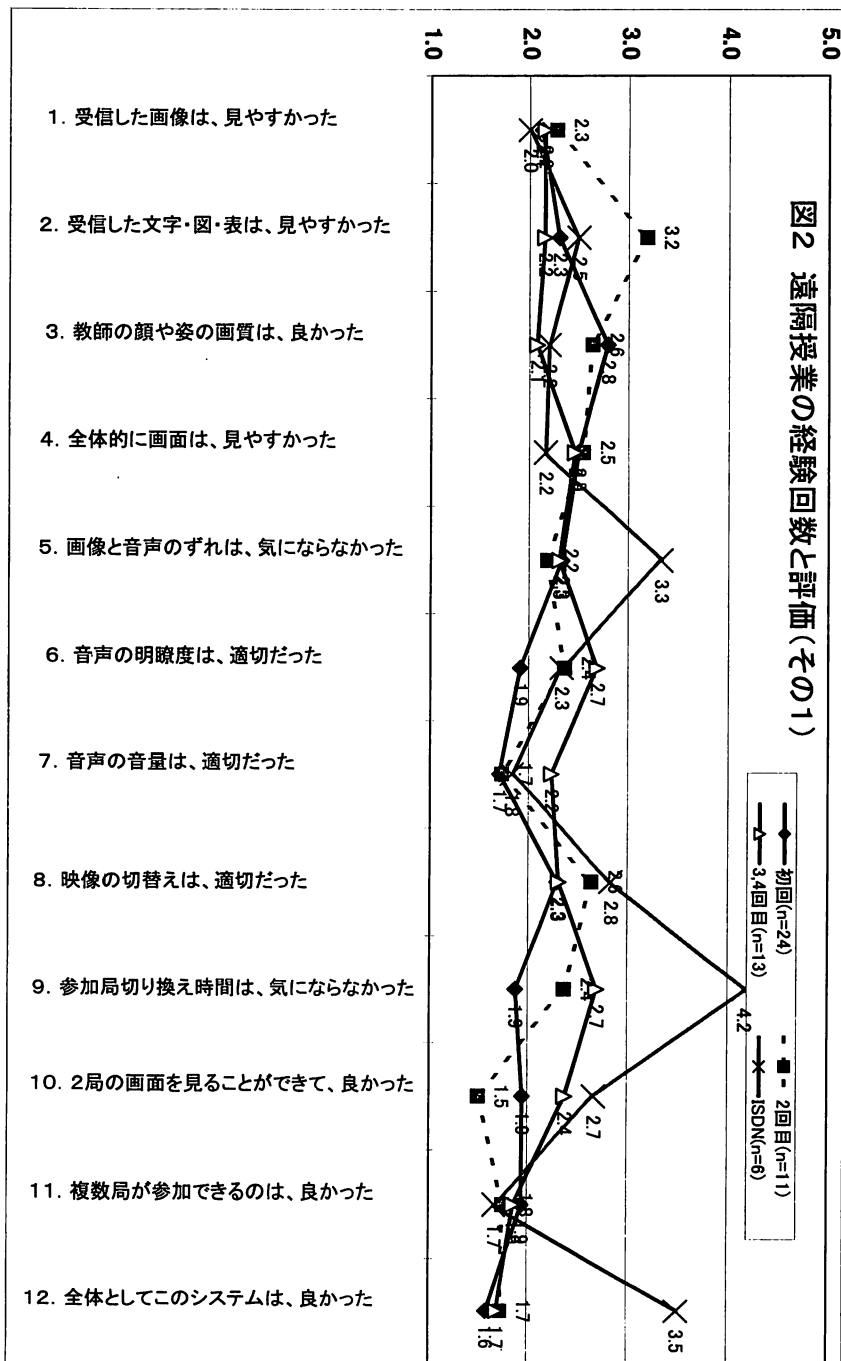


図2 遠隔授業の経験回数と評価（その1）

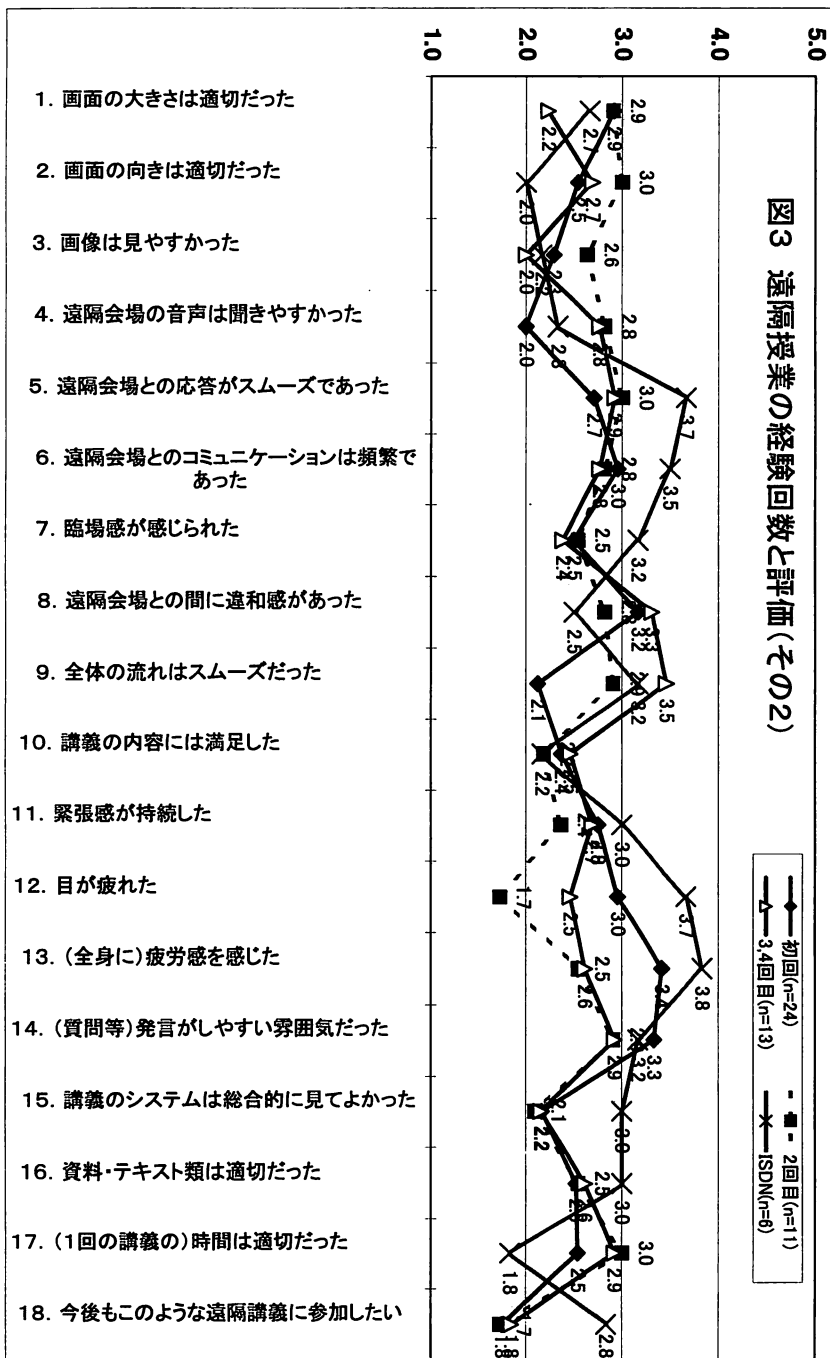


図3 遠隔授業の経験回数と評価(その2)



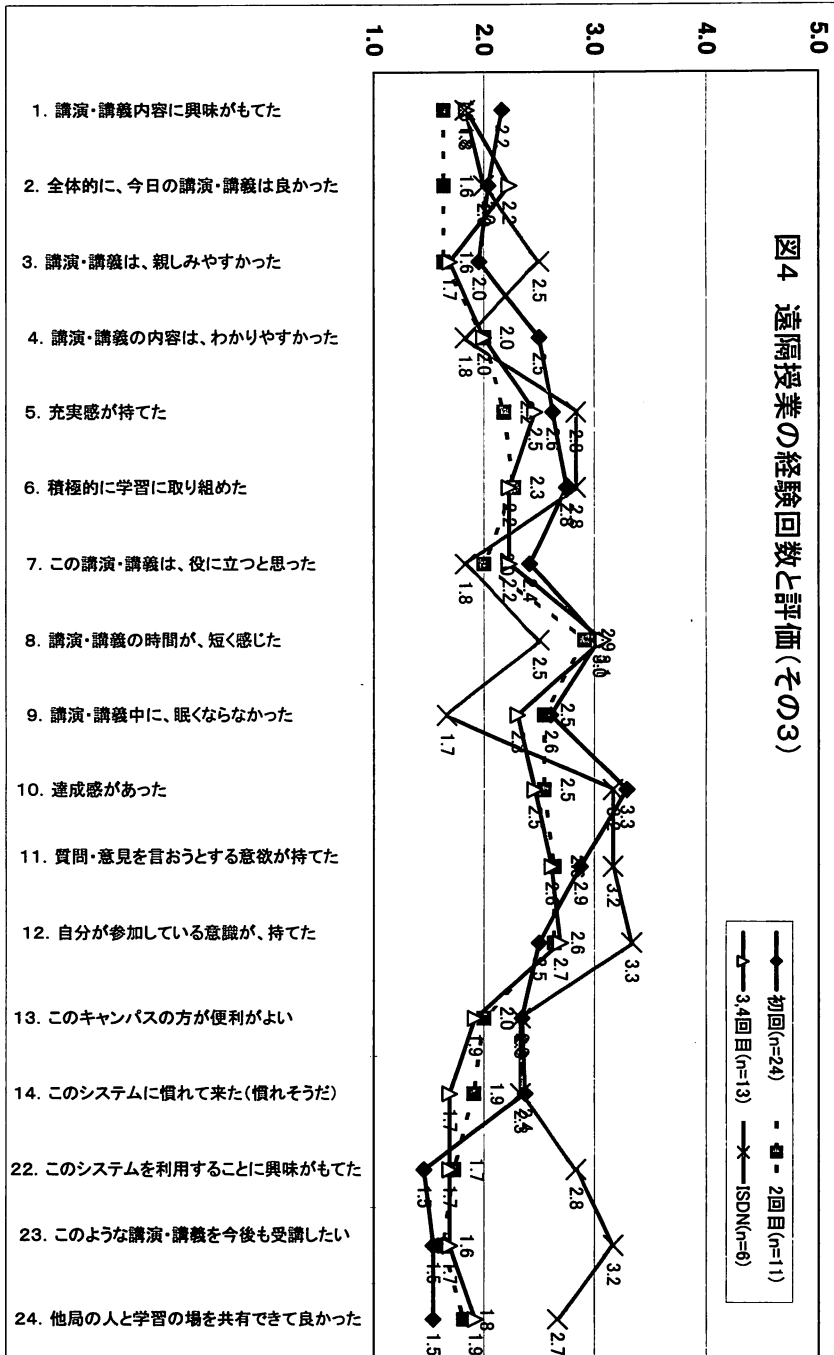


図4 遠隔授業の経験回数と評価 (その3)

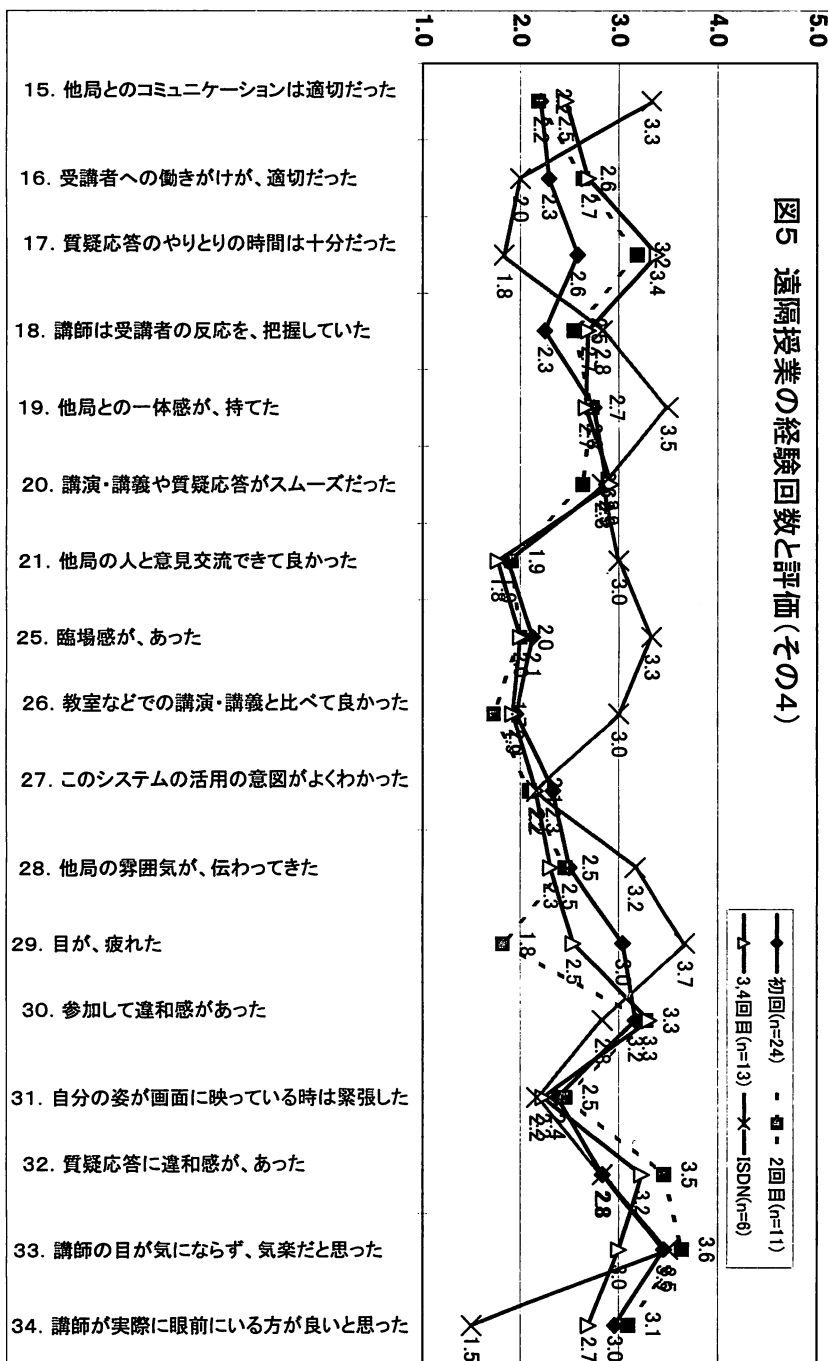


図5 遠隔授業の経験回数と評価(その4)

実線，そして ISDN 方式の TV 会議システムを利用した遠隔授業に参加した人は×印と縞帯線で，示されている。

図 2 の遠隔授業の経験回数と評価（その 1）についての，授業への参加学生および大学院生の平均プロフィールを見ると，1 全体的には，通信衛星を利用した遠隔授業（初回，2 回目，および 3・4 回目の遠隔授業）ではおおよそ中立の 3 点より良い 1 点の方向に全ての平均値が布置しており，おおよそ本システムへの肯定的，好意的な評価が認められる。具体的には，項目 1～4 の受信した画像について，音声について，画像と音声のズレについて，他局との切り換えについて，等々の評価もおおよそ肯定的，好意的なものであった。

次に，通信衛星を利用した遠隔授業と ISDN 方式の遠隔授業を比較すると，数項目において差異が見られる。「12. 全体としてのシステムは，良かった」の質問項目に対しては，衛星授業システムは良いと言う結果であった。一方，ISDN 方式の遠隔授業システムはどちらかというとうまくないと言う結果であった。これは，回線の通信速度の関係で，衛星授業は 1.5Mbps に対して ISDN 型は 0.384Mbps であることの差異がそのまま影響していると言える。また，「9. 参加局切り換え時間時間は気にならなかった」の質問項目については，ISDN 方式の遠隔授業システムの方が相当に問題があるとの結果になった。これも完全な双方向型で送受信出来る複線式での講師の画像画面と教材提示装置の画像画面およびそれぞれの音声といったものを組み込むために必要とされる回線容量が ISDN ではやや不足していると言えよう。

次に，「5. 画像と音声のずれは，気にならなかった」の質問項目については，ISDN 型がやや気になった，と言う結果であった。

なお，「2. 受信した文字・図・表は，見やすかった」の質問項目については，衛星授業型の第 2 回目に見づらかった，と言う結果であった。これは，提示教材の字の大きさや使用する色の適切さにも関係しているようである。テレビモニターの標準サイズである横縦比 4 対 3 の形式で，字体は 24 点以上の大きさで，ゴシック体あるいはボルドー体の太字を使う必要があること，そして赤色での文字の表示では文字がつぶれてしまって極めて見づらくなるためその使用を避けること，等々が見やすい提示用教材の作成法であると言える。

図 3 は遠隔授業の経験回数と評価（その 2）は，星野敦子・加藤直樹（1998）の 18 項目を使つての今回のアンケート調査の結果である。全般的に，図 3 の調査項目に対する結果も図 2 の結果と同じくおおよそ肯定的であるとする傾向を示している。衛星授業型シス

テムでは、本システムは総合的に見て良かったと言う結果であり、画像の見やすさ、音声の聞きやすさ、臨場感、講義の内容に満足したと言う結果を示している。次に、ISDN方式の遠隔授業システムとの比較では、「5. 遠隔会場との応答がスムーズであった」の質問項目についてはISDN型システムの方はやや良くなかったと言う結果であった。また同様に、ISDN型システムのやや不十分な点は、6. 遠隔会場とのコミュニケーションの頻繁さ、7. 臨場感、12. 目の疲れ、18. 今後もこのような遠隔講義に参加したい、と言った項目にやや悪い評価となっていることであった。

図4の遠隔授業の経験回数と評価(その3)と、図5の遠隔授業の経験回数と評価(その4)については、南部昌敏ほか(1998)の講義に関する35項目のうち本研究ではその中の33項目を使用し、また「SCS」(スペースコラボレーションシステム)と言った特定のシステムを示す用語を今回の調査用に「本システム」ではと変更して調査表を作成した。また「13. このキャンパスの方が便利がよい」の一項目を追加して計34項目で本調査を行った(図4、図5参照)。

南部昌敏ほか(1998)は35項目を因子分析して4因子のバリマックス解を得ている。第1因子は「講義の受け止め方因子」、第2因子は「議長局希望因子」、第3因子は「コミュニケーションの受け止め方因子」、そして第4因子は「SCSへの期待因子」であった。なお、本研究では、受講生を対象とする調査を目的としたため南部らの(1998)の第2因子である「議長局希望因子」を構成する2つの項目は除外して今回は使用しなかった。本研究では、南部ら(1998)の研究で明らかにされた各因子をそのまま適用して考察の参考にすることとした。

まず、図4の遠隔授業の経験回数と評価(その3)によると、本研究での「本システムへの期待因子」と考えられる4つの項目「14. このシステムに慣れて来た(慣れそうだ)」、「22. このシステムを利用することに興味をもてた」、「23. このような講義・講演を今後も受講したい」、「24. 他局の人と学習の場を共有できて良かった」については、衛星授業の受講生は大変に肯定的・好意的であった(図4参照)。これに対し、衛星授業システムとISDN方式の遠隔授業システムとの比較では、ISDN型システムの不十分さは明らかであった。(図5参照)。

次に、「講義の受け止めかた因子」と考えられる「1. 講演・講義に興味をもてた」、「2. 全体的に、今日の講演・講義は良かった」、「3. 講義への親しみやすさ」、「4. 講義内容のわかりやすさ」、「5. 充実感」、「6. 積極的な学習への取り組み」、「7. 講義の有用性

の認識]、「8. 講義時間が短く感じた」、「9. 眠くならなかった」、「10. 達成感があった」、「11. 質問・意見を言おうとする意欲が持てた」、「12. 自分が参加している意識が、持てた」の各項目についても、衛星授業システムと ISDN 方式の遠隔授業システムのいずれについてもおおそ肯定的・好意的な結果であった（図4参照）。特に、「7. 講義の有用性の認識」と「9. 眠くならなかった」については ISDN 方式の遠隔授業システムの方が衛星授業システムに比べてより肯定的・好意的であった。これは、講義内容のより本質的な部分については、各メディア媒体の持つ画像の優劣や音声の優劣と言った表面的なシステム特性よりも講義内容そのものが重要であることを示唆している。なお、「29. 目の疲れ」については方向を反転させた。

続いて、図5の遠隔授業の経験回数と評価（その4）によると、「コミュニケーションの受け止め方因子」と考えられる「15. 他局とのコミュニケーションは適切だった」、「16. 受講生への働きかけが、適切だった」、「17. 質疑応答のやり取りの時間は十分だった」、「18. 講師は受講生の反応を、把握していた」、「19. 他局との一体感が、持てた」、「20. 講演・講義や質疑応答がスムーズだった」、「21. 他局の人と意見交流ができて良かった」の各項目についても、衛星授業システムと ISDN 方式の遠隔授業システムのいずれについてもおおそ肯定的・好意的な結果であった（図5参照）。特に、衛星授業システムでは「21. 他局の人と意見交流ができて良かった」と言う結果であった。なお、ISDN 方式の遠隔授業システムの方が、衛星授業システムより肯定的・好意的と評価された「16. 受講生への働きかけが、適切だった」、「17. 質疑応答のやり取りの時間は十分だった」については、講演者の受講生への働きかけの配慮と時間配分の講師の教育方略が良好であったことが結果に大きく関係していると思われる。

最後に、その他の項目では、「27. このシステムの活用の意図がよくわかった」の項目については、衛星授業システムと ISDN 方式の遠隔授業システムの両システムとも、大いに肯定的・好意的な結果であった（図5参照）。なお、「25. 臨場感が、あった」、「26. 教室などでの講演・講義比べて良かった」、「28. 他局の雰囲気、伝わってきた」などの項目で、ISDN 方式の遠隔授業システムの方が、衛星授業システムより不十分であると評価された。この原因としては、ISDN 方式の遠隔授業システムはやはり回線容量の関係で完全な形での双方向型の遠隔講義システムを構築することがやや困難であり、システム作りにさらに改善の余地のあることが考えられる。

## これからの遠隔授業システムの課題と展望

ここでは、遠隔授業システムのこれからの発展の3段階を考えてみることにする。

### (1)現状の第1世代の遠隔授業システム（アナログ型からデジタル型への変革初期）

技術面においては、従来からのアナログ型テレビ映像システムは1950年代から現在までの電子工業の絶えざる技術革新の成果を受けて、極めて高度な技術水準にあり、高水準の完成の域にある。

一方近年、新しいコンピュータ技術を基にしたデジタル化の技術革新が続いており、従来型のアナログ型テレビ映像システムもデジタル化技術でその全てが置き換えられようとしている。

技術変革の先例を見れば、このような新たな技術で従来型の技術を置き換えようとした場合、変革初期にはサービスの水準が多少下がることも止むを得ない場合が多く見受けられる。変革初期にはサービスの水準が多少下がっても、それ以降の発展では従来型とは別次元での高度な技術発展がなされることが常である。

今回のテレビ映像システムの場合でも、現状では、アナログからデジタルへの多段階での変換処理のため現状のコンピュータ MPU の性能では AD 変換や変換データの圧縮アルゴリズムの実行等に秒単位の多少多い目の処理時間がかかってしまうことも見受けられる。勿論、コンピュータ MPU の性能も日進月歩で向上しておりやがてはアナログとデジタルの変換にさほどの時間を費やすことも無くなると思われるが、現状においては、デジタル型テレビ映像システムはアナログ型テレビ映像システムにキャッチアップすべく急速な進歩を続けている段階にあると言える。

ここで、表2の「デジタルとアナログの比較および各遠隔授業システムの特徴」をみると、(1)インターネット型遠隔授業システムは現状では未だ実用段階には達していないと言える(表2参照)。今後のさらなる映像と音声の鮮明でスムーズな伝送のための基礎研究と技術改良が必要と考えられる。

次に、(2)ISDN型テレビ会議システムによる遠隔授業システムはテレビ会議システムとしては完成しており信頼性も高い。ただ、それを遠隔授業システムとして利用しようとした場合には動画の伝送の不十分さと、教材提示画面の不十分さ、そして複数画面の同時伝送の不十分さ等を解決して行くことが必要である。現状では、本システムは一応の実用段階に達していると考えられるが複数教室間との臨場感が十分感じられるような完全な双方

表2 デジタルとアナログの比較および各遠隔授業システムの特徴

| 比較事項  | インターネット型<br>遠隔授業<br>システム             | ISDN型<br>テレビ会議<br>システム          | デジタル通信衛星（CS）型<br>遠隔授業システム              |   |  | アナログ<br>現行<br>テレビ                   |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|--|---|--|-------------------------------------|
|   |                                      | 64～384<br>Kbps                  | 1.5Mbps                                | 6Mbps                                   | 45Mbps                                     | BS含む                                |
| システムの完成度  | △                                    | ◎                               | ◎                                      | ◎                                       | ◎  | ◎                                   |
| 実用上の信頼性   | 不安定                                  | ○                               | ◎                                      | ◎                                       | ◎  | ◎                                   |
| 導入の容易さ  | ◎                                    | ○                               | △                                      | △                                       | ×  | 受信容易                                |
| コーデック・伝送路遅延<br>コーデック変換規格<br>伝送コマ数<br>画質<br>音質<br>画像・音声の双方向性 | 混雑時×<br>ストリーム型<br>数コマ～30コマ<br>×<br>△ | 認知閾下<br>H261準拠<br>△～○<br>○<br>◎ | 1秒程度<br>MPEG1<br>30コマ<br>準動画<br>◎<br>◎ | 1秒以上<br>MPEG2<br>60コマ<br>テレビ並<br>◎<br>◎ | 1秒以上<br>MPEG2<br>60コマ<br>ハイビジョン並<br>◎<br>◎ | 不要<br>不要<br>60コマ<br>テレビ<br>◎<br>一方向 |
| データ通信機能<br>データ通信の双方向性                                       | ◎<br>◎                               | なし<br>なし                        | オプション<br>一方向                           | オプション<br>一方向                            | オプション<br>一方向                               | なし<br>なし                            |
| 受信アンテナの大きさ<br>送信アンテナの大きさ                                    | 不要<br>不要                             | 不要<br>不要                        | 約0.7mφ<br>約2.4mφ                       | 約0.7mφ<br>約2.4mφ                        | 大型<br>大型                                   | 約0.7mφ<br>参入困難                      |
| 無線従事者   | 不要                                   | 不要                              | HUB局のみ必要                               |   | ×  | 参入困難                                |
| 初期導入経費<br>回線使用料   | ◎<br>◎                               | ○<br>◎                          | △<br>○                                 | △<br>△                                  | ×<br>×                                     | 参入困難<br>参入困難                        |

〔清水康敬ほか（1996）を参考に筆者が作成〕

向型の遠隔教室の構築にはさらに検討が必要であろう。現状での対応策としては、教材は事前に印刷配布しておく、あるいはVTR映像はVTRテープを事前に相手側教室に送付しておくと言った工夫が必要である。

続いて、デジタル通信衛星（CS）型遠隔授業システムについては、遠隔授業システムとしての完成度は高い。慣れて来ると、システム調整のための準備なしでも即オンエアー可能である。ただ、教材の画像については工夫が必要である。具体的には、横縦比3対4のサイズとする、24ポイント以上の活字を使う、ゴシック体あるいはボルドー体の太字体を使う、1ページは8行×16文字以内とする、赤色は文字には使わない、等々の注意が必要である。また、動画は人の通常の動作程度は違和感なく見ることが出来る。ただ、スポーツの映像程度のスピードのある動画についてはMPEG2規格の6Mbpsを利用する必要である。画質についてもMPEG1規格の1.5Mbpsでは現行の家庭で見るテレビ画像に比べてややではあるが見劣りがする。これもMPEG2規格の6Mbpsを利用することが出来れば現行の家庭で見るテレビ画像と同等のものとなる。なお、通信回線費用の負担の問題が残っている。さらなる低額化あるいは大学など教育機関が利用する場合の国の特別の施策等が望まれる。

さて、遠隔授業において何らかの手段で結ばれた2つの教室のうち、一方の教室には講師が居て他方には講師が不在で映像や音声を送られているだけの場合、講師が不在の側の教室での教育効果は、講師が居てる側に比べて一般的には15%~20%程度低下すると言われている。

また、教育が成立するための第1条件は、勉強したい、勉強しなければならないと言った勉強への強い動機付けが必要であることは言うまでもない事である。このような動機付けを既に持った学習者に対しての効果的なそして効率的な新しい教育システムの一つとして遠隔授業システムが提案され実施段階にある。さらには、各大学や国の各教育関係機関では様々な新しい教育システム構築のための努力と模索が続けられている。そして、これらの新たな教育・学習システムは現在の教育方式をも大きく革新させる潜在力を持つものと期待されている。

ここで、より良い遠隔授業システムを構築して行くためには、技術的な革新性のみならず、様々な教育支援面での考案と工夫が必要である。

それらは、次のようなものであろう。表3「遠隔教育支援サブシステムと通信ネットワークの特徴」にあるように、効果的な遠隔教育システムとしては、テレビ並の鮮明な画面による講演・講義と教材の提示、フィードバックシステムによる教育・学習支援システムが必要である。さらには、学生レスポンスシステムによる学習者の理解度把握、新しいマルチメディア時代に相応しいマルチメディア型教材の開発と活用とそのデータベース化、1人1台のコンピュータを使つての実習型の授業の活用、あるいは学習者個別の学習進度管理システムなどが必要であると考えられる(表3参照)。これらの遠隔教育支援システムを構築し活用して行くに際しての重要な点は、効果的な教育・学習をおし進めるために必要なことに焦点を絞った様々な方策を総合的、有機的かつ精力的に実施して行くことが大切であろう。

## (2)近未来型の第2世代の遠隔授業システム(完全なデジタル型システムの活用による新たな遠隔授業システムの構築)

第1世代の遠隔授業システムは一斉授業型の遠隔授業システムであるとも言える。具体的には、発信側の教室での発信用映像は講師あるいは授業補助者によって選択された映像のみが送信され、受信側も1~2の画面の内から受信側の責任者の選択によって1つの画面が受講生全員に提示されると言った一斉型授業の形態をとっている。しかしながら、学



表3 遠隔教育支援サブシステムと通信ネットワークの特徴

| 遠隔教育<br>支援サブシステム  | 双方向型<br>衛星通信系 | インターネット系 | テレビ電話系 | オンデマンド系 |
|---|---------------|----------|--------|---------|
| (a)リアルタイム映像伝送システム   | ◎             |          | △      |         |
| (b)フィードバックシステム<br>(VSAT局・テレビ並み)<br>(テレビ会議システム・準動画)<br>(インターネット・準動画)<br>(学生レスポンス・集計) | ◎             | ○        | ○      |         |
| (c)討論ディベートシステム<br>(VSAT・テレビ並み)<br>(テレビ会議システム・準動画)                                   | ◎             | ○        | ○      |         |
| (d)教材制作システム<br>(スタジオ)<br>(プレゼンテーションツール)<br>(テキスト・資料制作)                              | ◎             | ○        | ○      | ○       |
| (e)テキスト・資料送付システム  | ○             | ◎        |        |         |
| (f)ハンズオンシステム(コンピュータ端末)  |               | ○        |        | ○       |
| (g)オンデマンド学習システム   |               | ○        |        | ○       |
| (h)フォローアップシステム  |               | ○        |        | ○       |
| (i)現行システムとの統合化システム  | ◎             | ○        | ○      |         |
| (j)情報提供システム   |               | ◎        |        |         |
| (k)登録システム   |               | ◎        |        |         |
| (l)アセスメントシステム(評価・分析・改善)   |               | ◎        |        |         |

〔清水康敬ほか（1998）より引用〕

習者個々人は興味も関心も理解の速さも違っており、皆同一の画像を一斉に見せられて満足し理解しているとは思われない。例えば、一つ前の映像での資料をもう一度じっくり見直したいとか言ったことは当然起こることである。そのようなためにも、通信の多重化技術等を活用して、また学生個々のモニターテレビにも多チャンネルの情報が流されておりそのいずれを見るかは学生個々人が自由に選択出来ることが望ましい。教育効果を高めるためには、理想的には、教室内には講師の等身大の映像が写せる1～2台の大型モニター画面と受講生1人1台のモニターテレビが必要である。さらには、重要と思われる画像等のコピー印刷や電子的な保存も可能なシステムが望ましい。勿論、その際には著作権等の問題は解決しておかねばならないことである。

また、大学間の遠隔授業のみならず他の形態の遠隔授業も考えられよう。例えば、通信衛星による遠隔教育の成功例として、米国におけるNTU(National Technological University)がある。そこでは、企業人を対象とした大学院レベルの遠隔教育を実施しており4チャンネルのテレビ番組を昼夜24時間放映している。講義は複数の参加大学から多数の

教授の協力を得て講義をそのまま放映する形態をとっている。各大学から通信衛星に直接送信し、全米、カナダに放映されている。受講生は、企業に勤務している企業人に限られている。

これからは、大学間の遠隔授業システムをさらに発展させた各種の形態の遠隔授業システムが考案され研究され実施されて行くことであろう。

### (3)未来型の第3世代の遠隔授業システム（未来型のマルチメディア統合型遠隔授業システム展開）

未来には時空の束縛から自由な、さまざまな形態の遠隔授業システムが出現するであろう。そして、マルチメディアの各種情報を統合的にかつ総合的に活用したシステムの構築がなされて行くであろう。そこでは、インターネットと衛星放送とCATVあるいは携帯電話をも含めた全てがシステムとして統合化、総合化され効果的な教育・学習に活用出来ることになって行くと思われる。今後のさらなる研究が必要であろう。

〔謝辞〕本研究にあたっては、関西大学総合情報学部の水越敏行教授、久保田賢一教授、竹内理助教授、社会学部の清水和秋教授の遠隔授業でアンケートにご協力いただきました。また情報処理センターの平櫛実氏、片岡昇氏、ゼミ生の上田祥二君の各氏にご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

#### 〔参考文献〕

- Alfred Bork 著、塚本栄一訳 1991 「21世紀に向けた学校教育とコンピュータ」丸善株式会社。  
東村高良・久保田賢一 1992 大学におけるコンピュータ支援コミュニケーションの教育的活用——コンピュータネットワークを利用した教育活動の可能性——関西大学社会学部紀要第24巻第1号 pp.47-70。  
東村高良 1996 大学におけるインターネット利用の現状と課題の研究 関西大学工業技術研究所・情報ネットワーク研究報告書。  
東村高良 1997 ネットワークコンピュータの教育利用の一考察——社会学部におけるインターネット・ネットワークの利用——関西大学工業技術研究所・情報ネットワーク研究報告書。  
星野敦子・加藤直樹 1998 ISDN を利用した遠隔講座システムの評価と費用分析 日本教育工学会・第14回全国大会 pp.165-166。  
海保博之・山本博樹ほか 1998 拡大するリテラシー 日本教育心理学会・教育心理学フォーラム・レポート FR-98-002。  
南部昌敏ほか 1998 通信システムを用いた大学間遠隔協同講義の可能性と課題——SCS を利用した「教育学特別講義」の試みとその分析を通して——日本教育工学会・第14回全国大会 pp.523-524。

- メディア教育開発センター 1999 ホームページ <http://www.nime.ac.jp/>
- 斎藤諦淳ほか 1996 通信衛星の教育利用（財衛星通信教育振興協会）。
- 清水康敬編 1992 「情報通信新時代の教育」(社)電子情報通信学会。
- 清水康敬 1997 衛星通信の仕組み、制度、経費 教育における衛星通信利用の実際と将来展望〈衛星通信教育セミナー'97〉(財衛星通信教育振興協会／文部省メディア教育開発センター）。
- 清水康敬ほか 1998 遠隔教育の統合システム（財衛星通信教育振興協会）。
- 白井克彦ほか 1999 デジタルキャンパス構想「時空を超えたオープンキャンパスの創出——近未来のネットワーク型教室」早稲田大学デジタルキャンパスコンソーシアムシンポジウム報告書。
- 菅井勝雄編著 1995 「メディアによる新しい学習」明治図書。
- 高島秀之 1997 「教育とデジタル革命」有斐閣選書。
- 田中俊也編者 1996 「コンピュータがひらく豊かな教育」北大路書房。
- 塚田爲康 1997 通信と放送の融合／放送のデジタル化 教育における衛星通信利用の実際と将来展望〈衛星通信教育セミナー'97〉(財衛星通信教育振興協会／文部省メディア教育開発センター）。
- 梅本堯夫・大山正監修・中島義明著 1997 「映像の心理学マルチメディアの基礎」サイエンス社。

——1999.12.17受稿——