衛星通信による高専生への遠隔教育

Distance Education to College Students by Communication Satellite

大 藤 晃 義 渡 辺 英 夫

Teruyoshi DAITOH Hideo WATANABE

衛星通信を用いて、2つの工業高等専門学校に2科目の工学専門科目の遠隔授業を行った。

本論文は、その際遠隔授業を行った2人の工業高等専門学校教官の報告である。遠隔授業を行って、次のようなことが明らかになった。

- (1) 双方向通信システムとしては申し分ない。スクリーンサイズを含むAV機器や付帯設備は十分である。
- (2) ストレートトーキングが十分成り立ち、板書の利用もなんら支障がない。ただ、立体的な物の提示方法は工夫が必要である。
- (3) 遠隔授業では難しいと思われる工学科目においても十分成り立つ。
- (4) 学生のシステムに対する違和感や疲れもほとんどなく、遠隔地教師への親近感も感じられた。また、教師の負担や疲れなどもそれほどでもなかった。

キーワード：遠隔教育・教育メディア・教授法・衛星通信

Distance education of two engineering subjects were given to students in two technology colleges by using a communication satellite.

This paper is a report by two of the college professors who lectured in the distance education subjects.

The following became clear in these lectures.

- (1) The duplex communication system (satellite pedagogical network) is very effective to teach with.

Audio-visual apparatus which includes large sized screens and accessory equipment are also effective to teach with.

- (2) Teachers and students can talk directly without hindrance. Writing on the blackboard is possible and useful in this system. When teachers show the article, they must present it in a three-dimensional view.
- (3) Contrary to prior opinion, this system is successful in teaching engineering subjects which are usually difficult in distance education.
- (4) The students do not feel uncomfortable and they do not get overly tired with the lessons. They feel sense of intimacy with the distance teacher. Teachers are not overburdened and they do not tire so much during the lectures.

Key words: Distance Education, Educational Media, Teaching Methods, Communication Satellite

* 本論文は平成4年度工学・工業教育研究講演会において発表したものである。

1. 緒言

衛星通信による遠隔授業が成立する教育工学的諸条件を実験的に検証する目的で、2回の実験授業を工業高等専門学校¹の学生を対象として、日本で初めて実施した。

本実験は文部省大学共同利用機関放送教育開発センターの平成2年度の特別研究(教育工学・実態調査等)部門の「TV会議システムの研究」として行われたものである。

実施に先立ち通信衛星・マイクロ波・光ファイバ等の教育利用の状況についての実態調査、および国内関連事例の調査研究も含め数回の研究会をもった。

その結果本研究では(1)システムについて、(2)教材の構成と教授方法について、(3)教授科目の適性の問題、(4)人間的な諸要因等が課題としてあげられた。

本実験は以上のような諸問題点を考慮に入れながら、衛星通信による遠隔授業が成り立つための諸条件を明らかにしようとしたものである。

本実験についての結果の概略はすでに発表されている⁽¹⁾が、本報告は授業を担当した高専教員の立場からの報告である。

2. 実験方法

実験設備としては通信衛星JC-SATを利用したNECサテライト教育システム(NESPAC)を用いた。

教室は東京衛星教育センター(以下田町教室と記載)と東北サテライト教室(以下仙台教室と記載)を利用し、双方向通信システムで行った。

各教室の映像はカラー動画2画面であり、帯域幅は1.5 Mb/s^(注1)のデジタル回線で伝送している。また、エコーキャンセラ等の付帯設備も整っている。

実験は平成2年12月10日と3年2月12日の2回^(注2)実施した。

1回の実験で2科目(各50分)の授業を行った。

実験授業は木更津工業高等専門学校機械工学科(以下木更津高専と記載)の大藤と、仙台電波工業高等専門学校電子工学科(以下仙台電波高専と記載)の渡辺が担当し

た。

授業は田町教室で木更津高専の4年生(1回目41名、2回目38名)、仙台教室で仙台電波高専の5年生(1回目36名、2回目35名)が受講した^(注3)。

2回の授業とも1時限目は仙台教室において大藤が仙台電波高専の学生と対面授業、そして田町教室の木更津高専の学生とは衛星通信による遠隔授業を行う方法とし、2時限目は田町教室において渡辺が木更津高専の学生と対面授業、そして仙台教室の仙台電波高専の学生とは衛星通信による遠隔授業という交互に授業を送る方法を取った(図1)。

これは対面授業と遠隔授業の双方について、比較検討できるように考えたためである。

授業科目は大藤が金属材料を担当し、渡辺が半導体材料を講義した。

これらの2科目を選んだ理由は、すでに放送教育開発センターより高等専門学校用教材の「新素材」として、これらの科目のビデオ教材、およびその印刷教材が出版されており、それぞれ金属材料編は大藤が、半導体材料編は渡辺が執筆者の一人として参加していたこと、およびそれらの科目のビデオ教材があるため、ビデオ教材のみによる自学自習と、遠隔授業との比較検討が可能であると判断したためである。

実験講義の内容は大藤が第1回目は金属材料編の第2章「合金」(金属を合金化すると、なぜ強度が上がるかに

図1. 構成の説明図

注1) 日常的に動きのある画面を見慣れている学生にとって、これ以下の帯域幅の画質では長時間の授業には耐えられないと思われる。

注2) このような実験は繰り返すことによって、メディアを意識しなくなるので数回連続して行い、評価を取っていくのが最良と思われるが、予算上の問題およびマンパワーの問題等から一応今回の実験は2回とした。

注3) 受講生としては当初大学生を対象に考えていたが、協力の得やすさ等の理由により高専生と決定した。また、学年は仙台電波高専が5年生と決まったので、それに合わせて木更津高専も5年生を予定したが、第2回の実験日と学年末試験日が重なるため、止むを得ず4年生とした。

についての説明の後、合金化による機械的性質の改善等について解説している。), 第2回は第3章「超塑性合金」(超塑性の歴史・定義・種類を述べ、一般の金属材料との相違点について解説し、種々の超塑性を示す合金について説明している。)を講義し、渡辺は第1回目は半導体材料編の第2章「シリコンおよびそのプロセス」(集積回路の製作法を説明し、プロセス技術とともに回路設計法の重要性を指摘している。), 第2回目は第3章「化合物半導体」(化合物半導体をエネルギーバンド構造に着目して説明し、光デバイス・結晶育成法についても説明している。)の授業を行うこととした。

授業を行うにあたり学生の事前の準備は次のように行った。すなわち、金属材料編と半導体材料編の両編とも第1章は入門的な内容(金属材料編は金属の基礎、半導体材料編は半導体物性)であることから、各高専でビデオ教材を見るだけの学習とした。実験で講義する第2章・第3章についてはあらかじめ講義の前に各科目のビデオ教材を視聴してから、実験授業に臨むこととした。この方法をとったのは、放送授業によって学習をする学生が、テレビあるいはビデオ教材で勉強し、スクーリングで補完することを想定したためである。

学生の前もっての知識は金属材料については木更津高専4年生の場合、第1回の内容はすでに3年生で学習済みで、第2回目の内容については5年生で学ぶ予定のものである。一方、仙台電波高専の5年生は初めて聞く内容である。

逆に半導体材料については木更津高専の場合、第1回・第2回目の内容ともに5年生で学ぶ予定のもので、初めての内容である。一方、仙台電波高専の5年生は、第1回目の内容については3年および5年である程度のことには習っている。第2回目の内容については5年で少し習っている。

講義中の教材としては、印刷教材を持参させるか、説明に用いる図面は印刷してあらかじめ渡した。また、OHPでは、印刷教材およびビデオ教材からコピーした図を主に用いたが、実物を見せた方が良いと思われるものについては、製品等を借りてきて授業中提示した。

3. 授業の経過

実験は2回行ったが、ほぼ同様の方法で行ったので主に第1回目の講義について簡単に述べることにする。

1時限目の講義は14時開始であったが、両教室ともに

写真1. 田町教室での授業風景 (スクリーン右が仙台教室で講義中の大藤)

写真2. 田町教室での渡辺の授業 (写真左側の2スクリーンが仙台教室に送られている)

13時15分ごろに学生は入室してきた。教室の大型ビデオプロジェクトの2画面の1画面は常に相手教室を写し出しているの、入室の様子がお互いにわかるようにセットしてある。

一同着席すると両教室の学生に、質問および解答をする時のスイッチ操作の説明がなされた。講義の始まる前に、1時限目の講義担当の大藤が、田町教室の木更津高専の3～4名に今朝の学生の様子などを質問したが、このことが緊張していた学生をリラックスさせるとともに、質問に対する答え方のリハーサルになったようである。

お互いの学生の顔が画面にアップされたりすると喚声があがっていた。とくに仙台教室では仙台電波高専の学生が自分の手を瞬間的に上げて下ろすと、電波が通信衛星を介して送り返されて来るため、画面に自分たちのその動作が遅れて写し出される「遅れ(ずれ)」に気が付き、数人の学生がその動作を行っては楽しんでいたので印象的であった。

続いて、2時限目担当の田町教室にいる渡辺が仙台教室の仙台電波高専の学生に話しかけ、顔がアップで仙台

教室の画面に写し出されると仙台教室に喚声が起こり、その様子を田町教室の画面で見て驚いている木更津高専の学生の様子が仙台教室に写し出されるという、まさに双方向通信システムのだいごみ(醍醐味)が実感できた。

講義に先立ち、田町教室より放送教育開発センターの若松茂教授より、最初の挨拶および本実験の意義などの説明がなされ、「この実験は衛星通信を用いての日本で最初の授業です。」との話に神妙に聞き入っていた。

14時の定刻どおり大藤による「金属材料」の講義が始まった。概要を5分ほど話し、仙台電波高専の学生に印刷教材を読ませたが、田町教室にも良く聞こえている様子であった。次にOHPを用いて用語の説明を行ったが、字が小さくて田町教室では読みづらいうであった(字は明朝体よりもゴシック体の方が良いのではとの指摘が講義終了後、共同研究者の一人からなされた。)

50分の授業終了後、アンケート調査を行い昼食となった。

15時30分から2時限目の渡辺による「半導体材料」の授業が始まった。渡辺の授業はOHPによる説明よりもチョークでの板書を主とする授業であった。両教室の学生へたびたび質問を繰り返し、学生はつねに積極的に参加していた。

50分の授業がほぼ予定通り終了後、ただちにアンケート調査を行った。

最後に若松教授の閉会の挨拶でとどこおりなく終了した。挨拶の中で「今日は楽しかったか」の質問に多数の学生の手が上り、挨拶後自然発生的に学生から拍手が起こったことから、本授業の盛り上がりを感じさせた。

4. 結果および考察

本実験を行って最も感じたことは両教室とも学生が積極的に授業に参加していたということである。

仙台教室での大藤の講義は、教壇のスペースが非常に狭いため、主にOHPを用いての授業を行ったが、文字が田町教室では相当読みづらかったようである。図中の文字は18mm角のワープロ文字を用いたが、田町教室の後方ではよく見えなかった。

田町教室での渡辺の授業は、主に板書によって行ったが、東北教室でも、チョークの色さえ注意を払えば、ほとんど違和感が無く講義を受けていた。赤いチョークはほとんど読めず、黄色のチョークは白いチョークと区別できなかった。

2回目の授業の時は、両教室の座席表を入手していたので、他教室の学生を指す場合に役立った。

両講義を通して気が付いたことの一つは、教師はOHP上に説明しない文字は書いておかないことが肝要である。「必要でない文字だから小さい文字のままで、読めなくて結構」と思っていたが、遠隔教室の学生にとっては何か書いてあるのに読めないということは気になったようである。また図を説明するときには、図は動かさないことが大事である。この意味は直接図を提示しながら説明している時は、ほとんど感じない動きが、本システムを通じてスクリーン上で見ていると図がちらちらして、非常に見づらいうということである。

もう一つの問題点は、立体的な物の提示についてである。本実験の授業では多くの3次元の形状をした工業製品を示したが、遠隔の教室の学生には立体感・質感がほとんど伝わらなかったようである。そのようなこともあろうかと、ゆっくり、いろいろな方向へ回転させたのではあるが、今一步とのことであった。この点は、このような授業を行う場合、非常に重要な点と思われるので、今後工夫の余地がありそうである。

授業を行う教師と、受ける学生との受けとり方の違いが大きいと感じた問題に、衛星を使用しているための時間の「遅れ(ずれ)」を上げることができる。発信された映像・音声は通信衛星を介して他教室へ到達するのに約0.3秒かかるが、こちらが質問し、遠隔教室から答えが返って来るのに、すぐ答えたとしても0.6秒以上遅れて返ってくる。そのため、慣れないせいもあるが、筆者らはこの遅れが非常に気になった。ところが、授業終了後学生に聞いたところ、学生はそれほど気にならなかったとのことであった。この点は、アクティブな者(教師)が気になるようである。

遠隔教室へ質問する時の教師の顔の向きの問題であるが、どうしても教師は慣れないとカメラの方に向かって質問しづらい。日頃テレビを見ていて筆者らも気が付いてはいたが、つい、スクリーンやモニタへ向かって質問するため、遠隔教室のスクリーンには教師の頭が写って、不自然であるとの指摘があった。この点は、さ細なことであるが、スムーズな授業にするためにも、注意すべき点であろう。

詳細な分析結果は別報⁽²⁾で述べられているが、本実験終了後、挙手による理解度の調査を行った。質問は「高専における教室での理解度を100%としたとき、今回の

表 1. 遠隔教室での理解度 (単位%)

理解度	100	90	80	70	60	50
学生数 (木更津)	26	23	36	8	5	2
(仙 台)	5	43	30	18	3	0

実験による遠隔教室授業での理解度は何%であったと思いますか?」というものであった。その結果を表 1 に示す(100%以上の項も設けるべきであった)。種々の障害があったにもかかわらず、両高専の学生ともに非常に良い評価をしてくれたと思っている。また、定期試験に本講義の内容を出題したところ、平常授業で行ったものと同程度の理解が得られていた。

衛星通信を用いての授業は経済的な面から見て、高専で直ちに実用化され得るシステムではないが、高専教官としての立場から、将来の夢も交えながら論じてみたい。

現在各高専で頭の痛い問題の一つに、非常勤講師の時間数の不足が挙げられている。これは非常勤率がある値より低くないと、非常勤手当が100%支給されないからである。

そこで将来の話であるが、各高専にサテライトができ、衛星通信を用いての本実験のような授業ができれば、この問題の解決に大いに役立つ。すなわち、高専は共通の学科をようしているため、非常勤講師の科目も共通のものが多いと考えられる。また、地域によつては非常勤講師を頼みたくても、その専門の先生自身が得づらい高専もある。そのような場合、各高専の共通の非常勤講師の科目を、数校がグループになり本システムのような授業を行えば効率よく行えると思われる。

高専は数少なく、カリキュラムも非常に似通っており、日頃から顔見知りの先生同志なので特定の科目の先生方が集い、15週の授業を自分が得意とする分野を講義するのも学生にとって有益だと思われる。今回の実験を経験してみると、準備は思っていたより楽であった。まして自分の専門分野のみの授業ならば、教材研究ももっと楽だと思われる。例えば、5校の先生が講義するとすれば、3週分の準備をすれば良く、非常に密度の濃い講義ができるものと思われる。もちろん、その際、聴講のみ希望する高専があれば、何校でも聴講できる。ただし、数校以上の参加の場合は、質問を受け付けるのが困難になると思われるので、その際は質問のみを受付ける専用電話、あるいはファクシミリの回線を設けておき、別の先生が

質問を受け付け、整理して、講義の先生に渡して、同様の内容は一人の学生に代表して質問をしてもらう等の工夫は必要になつてくる。

また、高専の抱えている非常に重大な問題の一つに専攻科設置の問題がある。平成4年度に専攻科を設置した高専は2校であるが、多数の高専が設置を申請していることからして、今後増加の一途をたどるものと思われる。

しかしその際問題になるのは、設置基準に16単位を大学等で修得するよう義務づけられていることである。多くの高専はこの単位の一部、もしくは全てを放送大学で修得することになるものと思われる。なぜなら簡単に大学に通って単位を修得できるような地理的条件の良い高専はほとんどないからである。そうなると高専生はスクーリングにたびたび上京せねばならず、種々の負担をしいられる。

そこで放送大学が全国で始まり、各県にサテライトスタジオが設置され(高専内にサテライトスタジオが設置され、それが放送大学の教室と認められれば最高であるが)、衛星通信を利用しての授業が行えるようになれば、上記のような負担・ハンディもなくなり、高専の専攻科の学生にとって、福音になるものと思われる。

5. 結言

衛星通信を用いて、1回に2科目の工学専門科目の遠隔授業を2回(計4時間)行った。その結果、次のようなことが明らかになった。

(1) システムについて

現在のところは費用がかかるが、双方向のあり方としては申し分ない。講義を行う教室としては少し広いほうが良いが、スクリーンサイズを含むAV機器仕様や付帯設備は十分である。

(2) 教材の構成と教授方法について

ストレートトークが十分成り立ち、板書の利用もなんら支障がない。ただ、立体的な物の提示方法は工夫が必要である。

(3) 教授科目の適性の問題

遠隔授業では難しいと思われる工学という科目においても十分成り立つ。

(4) 人間的な諸要因

学生のシステムに対する違和感や疲れもほとんど無く、遠隔地教師への親近感も感じられた。また、教師の負担や疲れなどもそれほどでもなかった。

以上システムや授業方法に多少の改良を加えれば、衛星通信を用いての遠隔授業は十分に成り立つものと思われる。

謝辞

本実験のスタッフで、共同実験者でもある放送教育開発センターの若松茂教授(現在郡山女子大学)、田代和久助教授、谷沢明助教授、東京工業大学清水康敬教授、高岡短期大学坂川幸雄教授、日本電気総合経営研修所大竹康夫部長、日本電気倉田政彦部長の各位に、本研究の発表の機会を与えてくださいましたことを感謝いたします。

さらに本実験に際し種々のご協力をいただきました千葉大学工学部広橋光治教授、東京都立大学工学部真鍋健一助教授、(株)神戸製鋼所松下富春開発実験センター室長、東プラ(株)金澤喜一PSZ課長に感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 若松, 他 8 名: 衛星通信による遠隔スクーリングの実験的試行について, 信学技報, 91, 286, 53~56.
- (2) 清水, 他 4 名: 通信衛星による遠隔スクーリングの評価, 同上, 57~62.

大藤晃義

1970年 山梨大学大学院工学研究科(修士課程)修了
工学博士

現在 木更津工業高等専門学校
機械工学科教授

渡辺英夫

1967年 東北大学大学院工学研究科(博士課程)修了
工学博士

現在 仙台電波工業高等専門学校
電子工学科教授