

遠隔授業における AV システムの構築

工学部電気情報工学科

中村 千秋

sonny@ec.nagasaki-u.ac.jp

本稿では、平成 10 年 1 月 30 日に行なわれた、五島奥浦小と国見土黒小を結んだ遠隔授業におけるオーディオビジュアルシステム (AV システム) に関する設計／構築について述べる。

1 要求仕様

今回の試みでは、遠くに離れた二地点の教室を ISDN 回線で結び、一つの教室での授業のようにするという事に主眼が置かれていた。このため、遠隔授業システムを使った時の臨場感が重視されていた。このような観点から授業を成り立たせるためにシステムに求められる要件として次のものがあつた。

1. 音声に関して

- 途切れない。
授業を成立させるためには、相手の声がきちんと聞こえることが必要最小限となる。
- 相手方の教室の全体の音が聞こえる。
これは、こちらの教師あるいは児童の発言に対し、喚声などの相手の反応が即座にわかるようにするためである。これにより、臨場感を与えることができる。
- 児童にマイクを持たせない。
マイクを持つことによって児童が緊張してしまい、言いたいことを言えなくなってしまうようにするためである。また、児童の間にマイクを回している間の余分な時間をできるだけ無くすためでもある。

2. 画像に関して

- 進行役の教師の模様ばかりでなく、児童の模様も相手に見せる。

今回、遠隔授業システムとしては、二種類のシステムを使用した。一つは、商用のテレビ会議システムの Phoenix(NTT) であり、もう一つは Mbone 等で使用されるシステムである。二つの教室には、どちらもこれらのシステムが設置される。このため、先に挙げた要件の他に、機材をできるだけ増やさないために、これらの二つのシステムには同じ音声および動画を入力しなければならないことがあつた。

以上の要件を満たすために、次のようなシステムを設計した。

1. 音声系のシステム

- 音声を途切れなくするために、ネットワークの帯域を越えない用にトラフィック制御をしなければならない。この制御を ネットワークへ送出するためのホスト側でトラフィック制御を行なう。
- 相手方の教室全体の音を聞こえるようにするために、集音マイクを用いる。また、これを行なうには、音声に関して全二重でなくてはならない。昨年度の遠隔授業では、トラフィッ

ク量を減らすために音声的には半二重の方法(相手が話している時には、こちら側の音声の入力を切る方法。)をとった。この方法では、相手が話している間は、こちら側の音声の入力を切っているために、こちらの反応を相手側に送ることができない。このため、全二重であることが必須となる。

- 児童にマイクを持たせないようにするために、超指向性を持つガンマイクを使用し、離れたところから発言している児童の声を拾う。

2. 画像系のシステム

- 教師と児童を捉えるためのカメラを別にし、複数のカメラで教室の様子を相手方に送る。このとき、システムのオペレータが二つの映像の切替を行ない適切な絵を相手方に送るようにしなければならない。

3. その他

- 前述した二つのシステムに同じ出力を与えるために、音声系、動画系の出力を分配器を通して出力する。

以上の設計に基づいたシステムの内、まず奥浦小のシステムを図1に示す。

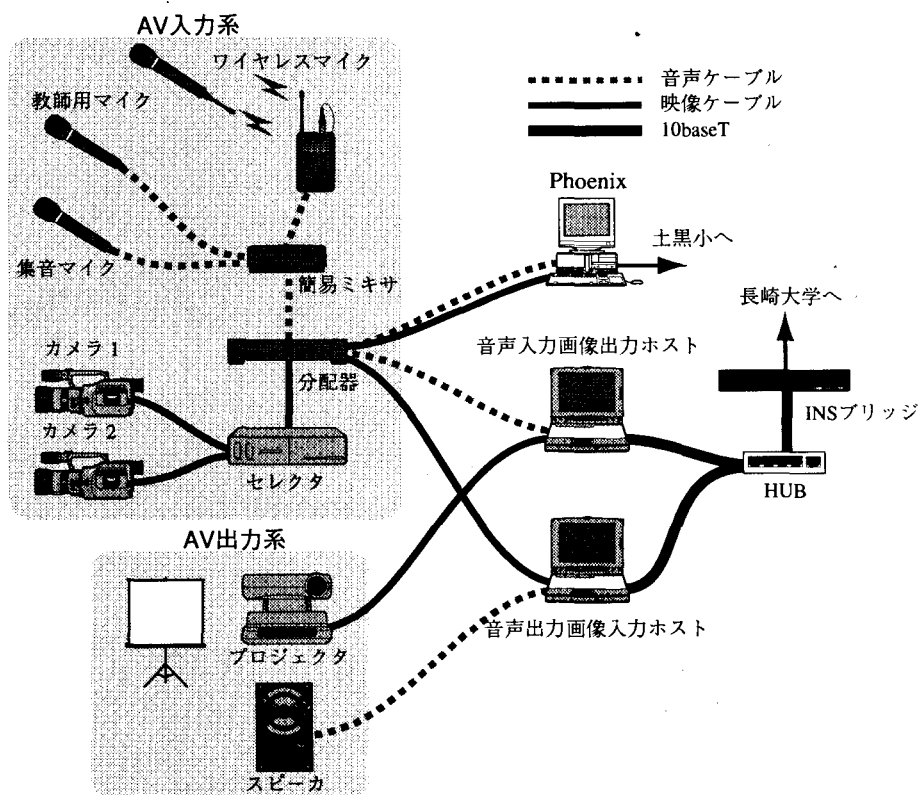


図1 奥浦小遠隔授業システム

このシステムでは、ガンマイクを使用していない。これは、マイクに対する専用の電源を用意できなかったことと端子の不整合によるものである。このため、児童にはワイヤレスマイクを渡した。また、集音マイクは通常のマイクに集音用の反射板として傘を代用したものを使用した(図2)。

また、ホストマシンを見た場合、音声入力画像出力用ホスト、音声出力画像入力用ホストといった役割分担を行なっている。これらのホストには、ノートパソコンを使用している。これらのノートパソコンでは、音声の入出力を同時に機能させることはできない仕様となっている。このため、入出力

の部分それぞれに割り振らなければならなかった。また、画像に関しては、動画像の入出力は高負荷な処理のために、一台のマシンでは動作が不安定になってしまうため、音声と同じように役割を分けることとした。

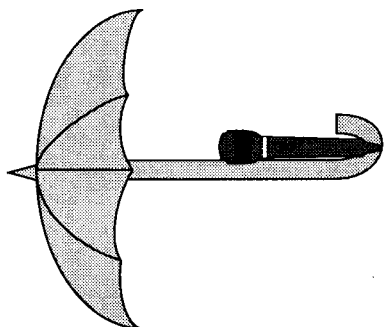


図2 集音マイクの代用

教室での各機器の配置は図3のようになった。集音マイクは、児童たちの話し声が聞こえるように、児童席の天井から吊した。

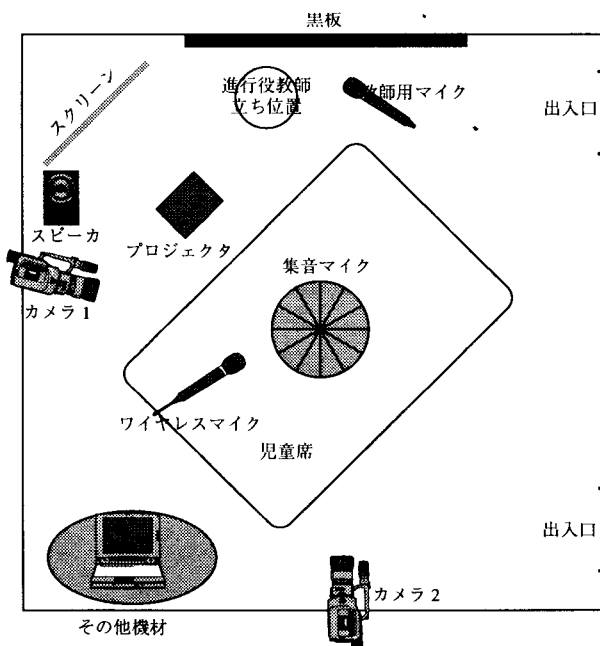


図3 奥浦小教室での機器配置

図4に土黒小で用いたシステムを示す。このシステムではガンマイクを用いている。また、無線を利用した動画像の中継のためにPHSを用いて構築した移動用のシステムがある。このシステムでは、動画像をPHSのデータ通信機能を用い、音声はPHSの電話としての機能を用いて構築している。無線TAを用いた理由は、一つは土黒小がPHSサービスのエリア外であったことがある。もう一つは、安定した回線の確保のためである。PHSサービスでは、発信するPHSの最寄りのアンテナ局を通じて電話回線を確保する。このとき、一つのアンテナ局が収容できる回線数は少なく、最寄りのアンテナ局のエリア内で多くのPHSからの回線要求があった場合、回線の確保ができなくなる。このため、一般の商用サービスを行なっているアンテナ局を使う場合、今回のような授業では、PHSを使用する肝心な時間に回線確保ができないという事態が生じる可能性がある。この問題を解決するために、専用のアンテナ局として無線TAを使い、回線の確保を保証した。

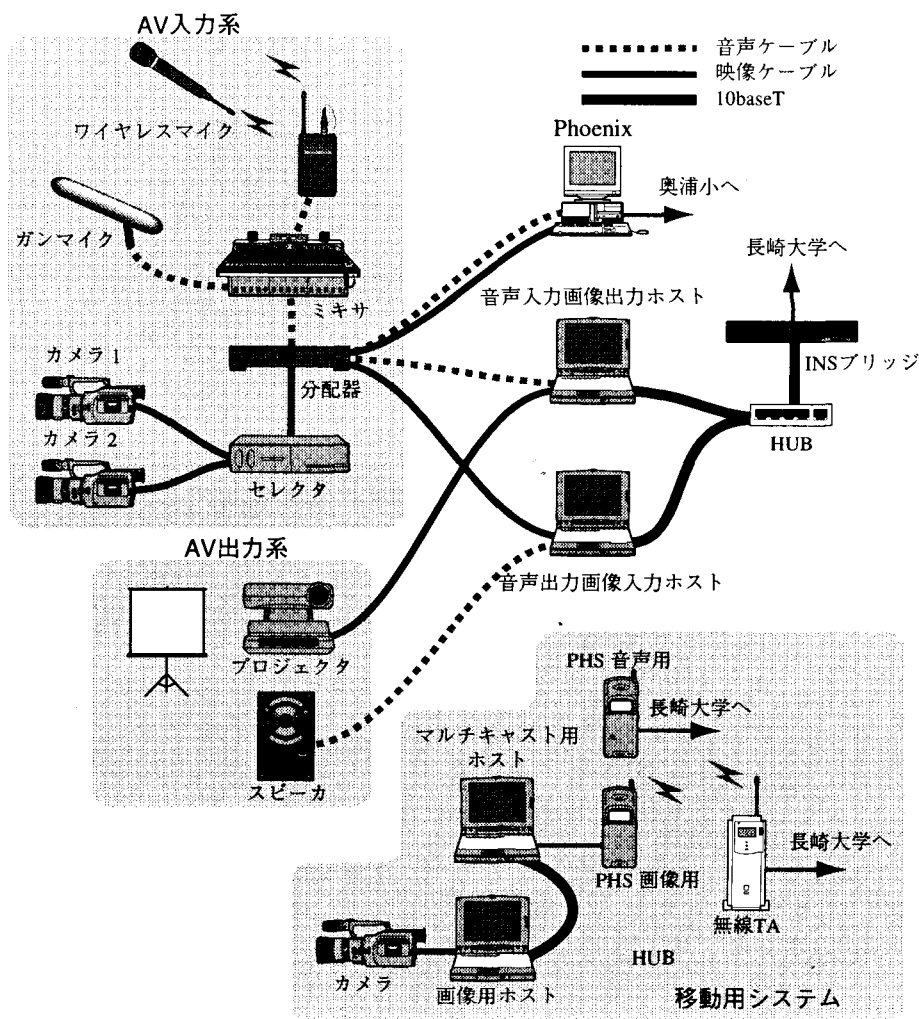


図4 土黒小遠隔授業システム

2 遠隔授業の実施

前章で述べたシステムを実際に両小学校で構築し、遠隔授業を行なった。ここでは、今回の授業でわかったこと、同じような試みを行なう際に必要な注意点などについて述べる。

準備として、前日の夕方からシステムの構築および設定を行なった。ネットワークなどの設定は、前もって行なわれていたので特に問題はなかった。動画像の送出に関しても、問題はなかった。もっとも難しかったのは、音声の設定であった。音声の設定において問題となったのは次の点である。

1. 各マイクの音量設定
2. ハウリング回避
3. エコー回避

1. の問題は、一つの教室にある各マイクの音量の設定に関するものである。一つの教室に複数のマイクがあるため、それぞれのマイクの音量のバランスを調整しなければならない。各マイクの音量をうまく調整しなければ、聞こえない音声が出てきてしまう。また、音量を上げ過ぎると2. で挙げたハウリングの問題が起きてしまう。このため、思っていたよりも面倒な調整になった。また、我々が設定したのは前日の夕方から深夜にかけてであった。この時の音量の設定では当日はうまくいかず、再設定を行なった。これは、実際の授業の時と前日の夜とでは周りから聞こえてくる音が異な

るからである。

3. の問題に関しては、最後まで解決することはできなかった。こちらの話した声が相手方の教室に出力され、それをマイクが拾い、再度こちら側へ送られてきてしまうからである。ちょうどいい終った時に、自分の言葉が相手側の信号に乗せられてスピーカから聞こえてくるような感じであった。高感度なマイクを用いるとこの現象が顕著になる。

この他に機器間の接続の問題が二つ発生した。一つはガンマイクに関してである。奥浦小でも地元テレビ局から貸していただいたガンマイクを使用する予定であった。しかし、このマイクは業務用の機器であるため、その接続端子は canon 端子と呼ばれるものであった。民生機器でよく使われる RCA 端子 (ピンプラグ) への変換ケーブルを用意していたが、接続できなかった。これは、このマイクが電源を必要とするタイプで、通常はミキサーやアンプから電源を供給してやらなければならない。このことを我々は知らなかったためにこのような問題が生じた。土黒小では、幸運にも小学校に業務用のミキサーが置かれていたので、これを使って接続することができた。業務用の機器は民生用の機器と仕様が異なるため、使用には注意が必要である。

二つめの問題は、音声を異なる二つのシステムに入力する際に起きた。今回の授業では前述したように、商用のテレビ会議システムと Mbone で使われるシステムを用いた。この二つの機器に対し分配器を使って同じ音声を入力した。しかしながら、この二つのシステムの音声入力端子の入力インピーダンス等の仕様の違いによって、両方のシステムにちょうど良い入力ゲインを設定することはできなかった。結局は片側に抵抗入りのケーブルを使うことで解決した。この問題は事前に実際のシステムを構築してテストすることで回避することができるが、実際には機器を揃える都合上できないことも多い。ケーブルなどはいくつかの種類のを揃えておいた方が良いでしょう。

映像に関しては伝送系に特に問題となることはなかった。しかしながら、カメラの扱いに関しては、ある程度の習熟が必要である。今回の授業でも、画像が暗過ぎたり、明る過ぎたりしてハレーション (画面全体が白っぽくなってしまうこと) を起こしていることがあった。これは、カメラのゲインコントロールや、ホワイトバランスをうまく調整することで解決できるが、その操作はカメラ固有のものであり、カメラを扱い慣れていないと行なえない。また、余計なトラフィックを生じてしまう手ぶれなどを防ぐために三脚の使用は不可欠である。通常のビデオ撮影では、パン (カメラの方向を変えること) はゆっくりと行なわなければ、画面の移動が早過ぎて見にくくなってしまう。今回の授業では、映像は 1f/s ほどのコマ数のため、パンを早くしても次の画像が送られる時にカメラの向きが固定されていればよい。このため、パンに関してはあまり問題が起こらなかった。LAN などの高速なネットワーク環境下で一秒間あたりのフレーム数を多くとる場合は注意が必要である。

3 おわりに

今回の遠隔授業による経験をまとめる。

- 映像に関しては、伝送量などの設定を行なえばあまり問題とならない。
- カメラの扱いには習熟が必要である。
- 音声の設計は難しい。
- できるだけ実際のシステムを事前に構築し、相互接続のテストを行なっておく。
- 音声やケーブル等は複数の種類のものを用意しておく。
- 業務用機器を民生用機器と使う場合は、コネクタ・電源等に注意が必要である。

最後に、今回の遠隔授業に関し機材を貸して下さった NCC (長崎文化放送) の方に感謝致します。