

双方向ではない遠隔講義の実践

幸谷智紀

静岡理科大学

tkouya@cs.sist.ac.jp

1 初めに

静岡理科大学（静岡県袋井市，以下大学と略記する）では，2001年に同じ法人内の2高校，静岡北高等学校（同・静岡市，北高）及び星陵高等学校（同・富士宮市，星陵高）との間で高大一貫教育が試行され，翌年から正式に開始されている。この高大一貫教育のシステムでは，そこに属する生徒は一年生のうちから大学教員による出張講義を受講する。しかし，教員数の多くない小規模な単科大学でこのような出張講義を頻繁に実施すると，大学教員にかなりの負担を強いることになる。北高・星陵高とも，同じ県内とはいえかなり離れた所に位置しており，年間20回以上の出張講義（90分）を行うための移動に費やされる時間は相当なものとなる。このような負荷を減らすため，教員が大学にいながら高大一貫コース在籍の生徒に講義が出来る遠隔講義システムの導入が検討されてきた。そして，2002年にNTT西日本よりNetLiveシステムを導入し，北高との間で双方向の遠隔講義実験を経て，2003年より本格的に運用を開始した。しかし，星陵高との間では双方向での講義ができないままとなっている。

本稿ではNetLiveシステムの概要を述べた後，2003年12月12日（金），及び2004年6月11日（金）に星陵高の生徒に対して実施された，双方向ではない遠隔講義「方程式を解いてみよう」（担当：幸谷智紀）の概要と実施結果について報告する。

2 遠隔講義システムの概要

理科大学に納入されたNetLiveシステムの概略図を図1に示す。大学側にはCordicカメラからの映像を配信するためのサーバ（Windows 2003 Server）と，NetLive及びWebサーバを搭載した資料配信サーバ（Windows

2003 Server）を設置し，この二つのサーバを介して資料及び動画を配信する（図2）。講師は持ち込んだPowerPoint資料を講師側PCからNetLiveを通じて配信でき，同時に受講生側のブラウザ画面も確認できる。

北高とはISDN回線で直結されており，講師側及び受講生側に設置されたマイクとカメラにより，双方向で資料及び講師・受講生の映像を同時にWebブラウザで閲覧することが出来る。

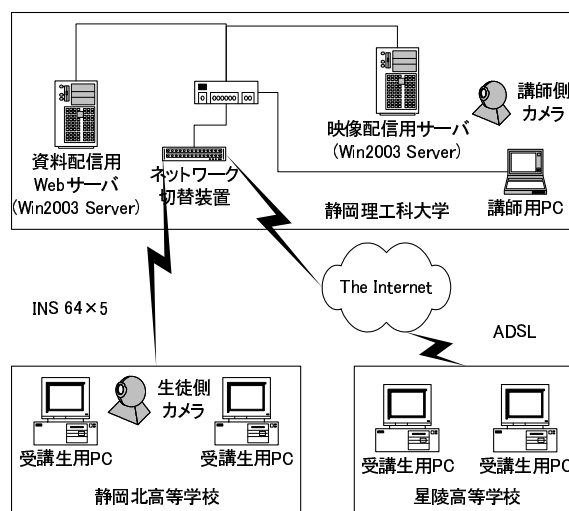


図1: NetLiveシステムの概略

これに対し，星陵高はADSL 8Mbpsの回線を用いてInternetと接続し，受講生側はCeleron 2GHzのPCにWindows XP Homeを搭載した環境が整っているものの，双方向でのコミュニケーションを図るためのカメラ・マイクとも設置されていない。従って，受講生は講師側の映像と資料を一方的に見るだけとなる。講師も受講生の様子を見る事が出来ないため，Webを介して反応を確認する等の工夫が必要となる。

NetLiveを用いて遠隔講義を開始するには，講義時

間と受講生及び講師 ID を登録した後、配信する資料を登録し、開始時間まで待機する、という手続きを経る。

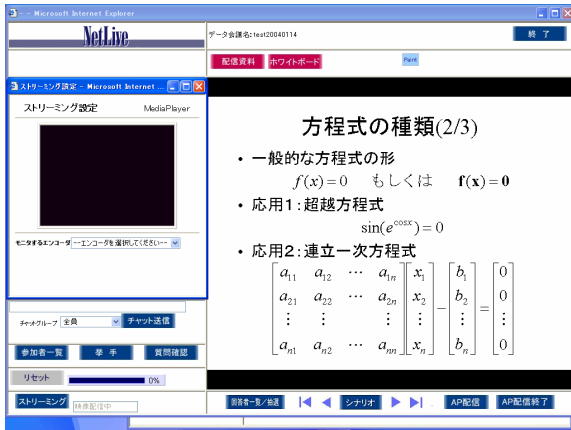


図 2: NetLive 画面

これら一連の作業と講義時における資料の切り替え等の操作は、全て講師側の Web ブラウザから行うことになる。すなわち、講師も受講生も Web ブラウザ以外の特殊なアプリケーションを必要とせず、Windows Media Player を実行するに十分なネットワーク帯域と PC 環境があればよい。従って、今回実施したように、双方向での映像・音声受信を必要としないのであれば、Internet に接続した全ての PC から本 NetLive システムに参加することが出来る。

3 2003 年度の遠隔講義実験

このような NetLive システムを使用して、2003 年 12 月 12 日(金)、星陵高の高大一貫コース在籍の受講生 11 名に対して「方程式を解いてみよう!」[2] という 90 分の遠隔講義を行った。ここではその実践報告を行う。

3.1 講義内容

高大一貫コースの出張講義は、両高校に対して年間多数実施されるため、年度が始まる以前に担当する大学教員が決定される。今回実施された遠隔講義も 2003 年の 3 月には幸谷が担当することが決まっており、準備期間は十分あった。

そこで、もっぱらコンピュータを扱うことになる情報システム学科の講義に直結し、なおかつあまり理論

に偏らない実習も可能なものにするべく、「並列分散処理」に向けた数値計算を取り上げることにした。高校生でも実行する処理が理解しやすいようなアルゴリズムを題材とすることが望ましいと判断し、代数方程式の根を同時に求めるため数値解法である Durand-Kerner-Aberth 法 (DKA 法) を Excel で実行させることにした。

今回は monic な 2 次の実係数多項式

$$p(x) = x^2 + ax + b$$

に基づく代数方程式

$$p(x) = 0$$

を DKA 法で解く実習を行った。この場合、解と係数の関係式を用いてこれを二つの根 に対する 2 次元の非線型方程式と見、Newton 法を適用して次の反復式

$$\begin{cases} x_1^{(k+1)} = x_1^{(k)} - \frac{p(x_1^{(k)})}{x_1^{(k)} - x_2^{(k)}} \\ x_2^{(k+1)} = x_2^{(k)} - \frac{p(x_2^{(k)})}{x_2^{(k)} - x_1^{(k)}} \end{cases}$$

を使って計算を進める。この計算は近似根の交換を実施する必要がある以外は並列に実行できるため、次数が高い代数方程式に対しては PC Cluster を使用して並列計算することにより、計算時間の削減が期待できる。

代数方程式の根は一般に複素数であるので、この計算は複素数を初期値として複素数の四則演算で行う必要がある。例えば x_1 の計算は

1. $x_1^{(k)} - x_2^{(k)}$ を計算する
2. $p(x_1^{(k)})$ を計算する
3. $|x_1^{(k)} - x_2^{(k)}|$ を計算し、 $p(x_1^{(k)}) / (x_1^{(k)} - x_2^{(k)})$ を計算する
4. $x_1^{(k)} - p(x_1^{(k)}) / (x_1^{(k)} - x_2^{(k)})$ を計算する
5. 1. へ戻る

という順で行われる。これを表計算ソフトウェアの基本機能だけを使って実行できるようになることが遠隔講義の目的である。複素数の四則演算を順次しているだけに過ぎない内容であるが、高校生には少し複雑な手順かもしれない、という心配はあった。しかし、高大一貫講義では、遠隔講義終了後には 100 分 (高校での授業 2 コマ分) の事後指導時間を確保し、じっくりレポート作成を行ってもらう体制を取っており、そこである程度のフォローが可能であると判断した。

しかし、内容が内容だけに、講義資料はなるべく理解しやすいように心がけ、各手順を Excel で実行した例を掲載し、講義の後半全てをこの解説に当てることにした。更に、トラブルがあっても実習だけは行えるよう、事前にカラープリンタで打ち出した印刷物を受講生に手渡してもらっていた。

3.2 アンケート結果

講義担当の教員(幸谷)は遠隔講義の初体験者であるため、事前に軽いリハーサルは行っていた。しかし、資料作成に労力を費やしすぎた結果、35枚ものPPTファイル[2]を作成してしまい、この内容を全部消化する(講義する)ことにのみ集中し過ぎ、受講生の反応を適宜チェックする、という配慮を全く欠くことになった。

講師側は、進行に応じて自分のNote PCから登録した配信用資料を切り替え、必要があればNetLiveのホワイトボード機能を用いて資料に絵を書きながら講義を進めることも可能である。しかし今回は一度ペイント機能を使った時点で、講師側Note PCの資料切り替えが全く効かなくなってしまった。この際、かなり講師側の教員は慌てたが、映像配信も資料配信も全く支障がないことが助力者によって確認され、講義はそのまま実行された。しかし、以後、ホワイトボード機能を使用することは不可能となった。この原因は講師側のWebブラウザにおけるActive Xの設定にあったようである。

高校の授業単位である50分を目処に一度休憩を入れたものの、講師側からの一方的な「講演」となってしまったため、受講生の中には退屈のあまりに寝込んでしまいそうな者も散見されたようである。

受講後に11名の受講者に対して無記名でアンケートを行った。質問項目は以下の通りである。

1. 授業内容に興味を持ってましたか
2. 授業内容は理解できましたか
3. 先生の説明の速度は適切でしたか
4. 先生の説明はわかりやすかったですか
5. 板書・OHP・プロジェクタ・パソコンの画面はよく見えましたか
6. 授業を受けて良かったですか

それぞれの項目に対して、以下のような5段階評価で回答を得ている。

- A: はい(非常に興味を持った)
- B: どちらかと言えば、はい(少し興味を持った)
- C: どちらとも言えない(ふつう)
- D: どちらかと言えば、いいえ(あまり興味を持てなかった)
- E: いいえ(全く興味を持てなかった)

この結果を図3に示す。

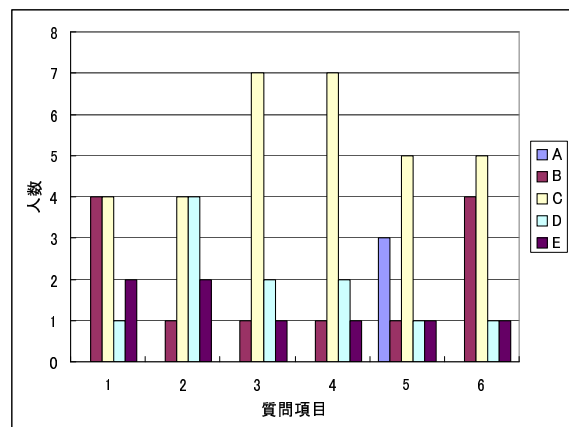


図3: 2003年度講義のアンケート結果

今回は特に後半のExcelによる実習手順の説明が、まだ表計算ソフトに十分習熟しているとは言えない受講生には十分なものではなく、スキルに比して実行手順が複雑なアルゴリズムを強制したことが問題になったようである。遠隔講義に同伴した高校側の教員の意見は、「大学講義レベルの内容なので、今回のようなスポット的な遠隔講義では、事前の関連指導がない限り難しいのでは」というものであった。

しかし、NetLiveのストリーミング画面や配信資料が読み取れないといった技術的な事柄に対する不満はなく、今回の遠隔講義は一重に、講義内容の不適切さが際立つ結果となった。

4 2004年度の遠隔講義実験

2004年6月11日(金)に行われた遠隔講義[3]は、前年度とは別の受講生6名に対して行うこととなった。

この際、前年の惨憺たる結果を真摯に反省し、次のような改善を行った。

DKA 法ではなく一次元 Newton 法を用いる

表計算ソフトウェアの基本機能のみ用いて 2 次の実係数多項式

$$q(x) = a_2x^2 + a_1x + a_0$$

に基づく代数方程式

$$q(x) = 0$$

を解く、という実習を行うことは変更せず、表計算ソフトの操作を簡単にするために、実数の計算だけを用いる一次元の Newton 法を使用することとした。従って計算すべき漸化式は

$$x^{(k+1)} = x^{(k)} - \frac{q(x^{(k)})}{q'(x^{(k)})}$$

だけで済むため、手順も

1. $q'(x^{(k)})$ を計算する
2. $q(x^{(k)})$ を計算する
3. $x^{(k)} - q(x^{(k)})/q'(x^{(k)})$ を計算する
4. 1. へ戻る

と大幅に簡略化できる。

チャット機能を使って受講生の状態を確認する

前年の実習では、受講生の実習状況を把握せずに講義を進行してしまったため、講義時間内に実習を完了できない受講生が多数出てしまった。今回は NetLive のチャット機能を用いて、1 スライド分の操作が終わるたびに、ビデオ画面から「操作が終わったら『終わった』旨をチャットで伝えて下さい」と呼びかけることにした。その結果、講義時間内に実習が完了しない受講生も出ず、前年よりも受講生の満足度が上がったことが確認できた(図 4)。評価 A~E については前回と同じであるが、アンケートの質問項目は以下のように、若干前年とは異なっている。

1. 授業内容は理解できましたか

2. 板書・OHP・プロジェクタ・パソコンの画面はよく見えましたか
3. 先生の説明は聞きやすかったですか
4. 授業内容に興味を持ってましたか
5. 授業を受けて良かったですか

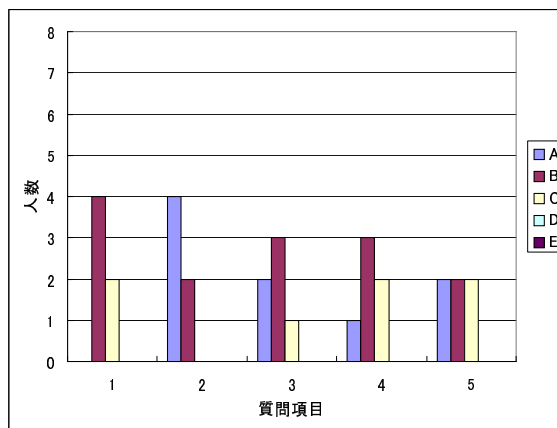


図 4: 2004 年度講義のアンケート結果

5 今後の課題

本来は双方向で行うべき遠隔講義を講師側から受講生側へと一方的に行うのは、講師の熟練と、受講生への細心の注意が必要であることが判明した。次年度以降もこのような形態の遠隔講義を続け、更に有効なノウハウを蓄積していきたい。

参考文献

- [1] 幸谷智紀・國持良行・菅沼義昇, 静岡理科大学における遠隔講義実験について, 日本 e-Learning 学会誌 Vol.6, pp.33-36, 2004.
- [2] 幸谷智紀「方程式を解いてみよう!」(2003 年 12 月 12 日実施 遠隔講義資料), <http://na-inet.jp/research/dka2003.htm>
- [3] 幸谷智紀, 「方程式を解いてみよう!」(2004 年 6 月 11 日実施 遠隔講義資料), <http://na-inet.jp/research/newton2004.htm>