

ISSN 1341-6839

情報処理センター  
研究報告

The Bulletin of the Information Processing Center

第 24 号

(2003.3)

岡山理科大学

Okayama University of Science

岡山市理大町 1 - 1

Tel (086) 252-3012 (直)

# 目 次

## 1. MCM-41 メソ孔内における $CD_3OH$ 分子のダイナミクス

理学部 高原周一・橋高茂治 ..... 1

## 2. 離散最適化アルゴリズムの2次計画問題への応用

情報処理センター 岩崎 彰 典 ..... 3  
関西大学 塩村 尊・仲川勇二

## 3. 社会情報実習への取り組み

総合情報学部・社会情報学科 岡田 定・中島 聡 ..... 7  
西野雅二・森 裕一

## 4. インターネット利用遠隔授業による7高校との高大連携教育

総合情報研究科・情報科学専攻 大西荘一・榊原道夫・橋井幸子  
鶴 将幸・村山真一 ..... 11  
情報処理センター 市田義明・堂田周治郎  
NTT 西日本株式会社岡山支店 竹 内 耕 輔



# MCM-41 メソ孔内における $\text{CD}_3\text{OH}$ 分子のダイナミクス

(岡山理科大学理学部) 高原周一, 橘高茂治

## 1. はじめに

制限空間に閉じこめられた液体はバルク液体と異なるダイナミクスを持つことが知られているが, その原因についての総合的な理解は未だ得られていない. 我々はこれまで, 径のそろったシリンドー状メソ孔を持つ MCM-41 [1] を用い, そのメソ孔内の水 [2], メタノール ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) [3] およびアセトニトリル分子のダイナミクスを中性子準弾性散乱測定により調べてきた. その結果, 水およびメタノールについてはメソ孔内の分子運動はバルク中の分子運動に比べ遅くなること, アセトニトリルについては両者の運動性にほとんど差がないことがわかった. これは, 分子間の水素結合の有無が制限空間内の液体のダイナミクスを決める重要な要素であることを示唆している. 今回我々は, MCM-41 メソ孔にメチル基を D 化したメタノール  $\text{CD}_3\text{OH}$  を吸着させた試料について中性子準弾性散乱測定を行った. H の中性子散乱断面積 (82 barn) は他の原子 (D: 7.6 barn, C: 5.5 barn, O: 4.2 barn) に比べ非常に大きいので,  $\text{CD}_3\text{OH}$  を用いることにより主にメタノール分子の水酸基の運動を捕らえることができる. 一方, 以前に測定した D 化していないメタノール  $\text{CH}_3\text{OH}$  の場合は主に H の個数の多いメチル基の運動を見ていることになる. 両者を組み合わせることにより, 制限空間内のメタノールのダイナミクスに対する分子間水素結合の役割を確認することが, 今回の実験の目的である.

## 2. 実験

Beck らの方法 [1] に従い, テンプレート分子である *n*-アルキルアンモニウム塩の炭素数を 10, 14, 18 と変えて, 細孔径の異なる 3 種類の MCM-41 (以下, C10, C14, C18) を合成した. 窒素吸着等温線より求めた細孔直径は C10, C14, C18 の順に 2.14, 2.84, 3.74 nm であった. 中性子散乱測定は, アルコールを吸着させていない dry 試料, 単分子層吸着させた ml 試料, 細孔充填させた pf 試料およびバルク試料について, 日本原子力研究所の分光器 AGNES ( $\lambda = 4.2 \text{ \AA}$ ) [4] を使用して 100–297 K の温度範囲で行った.

## 3. 結果・考察

図 1 に 297 K における (a)バルクおよび (b) MCM-41(C18) に毛管凝縮した  $\text{CD}_3\text{OH}$  の中性子散乱スペクトルを示す. (b) のスペクトルは乾燥試料のスペクトルを差し引いて  $\text{CD}_3\text{OH}$  からの寄与のみを取り出したものである. 表面吸着試料のスペクトル (図には示していない) は弾性散乱的であり, MCM-41 細孔表面に単分子層吸着した  $\text{CD}_3\text{OH}$  の運動性はバルクに比べ著しく低下していることがわかった. 図 1(b) の毛管凝縮試料のスペクトルは弾性散乱的な鋭いピークと幅広の裾の二成分からなるが, 前者は MCM-41 メソ孔表面近傍の, 後者は MCM-41 メソ孔中央部分の  $\text{CD}_3\text{OH}$  分子からの寄与であると考えられる. メソ孔中央部分とバルクの  $\text{CD}_3\text{OH}$  分子の運動性を比較する

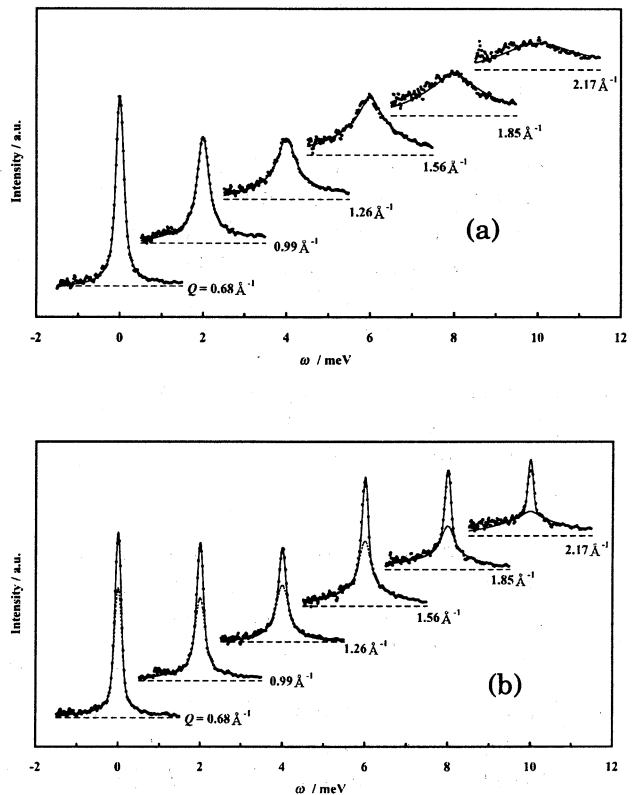


図 1. 297 K における (a)バルクおよび (b) MCM-41(C18) に毛管凝縮した  $\text{CD}_3\text{OH}$  の中性子散乱スペクトル.

ために、以下の関数でスペクトル  $I(Q, \omega)$  のフィッティングを行った。

$$I(Q, \omega) = [A_0 \delta(\omega) + A_1 L(\Gamma_1, \omega) + A_2 L(\Gamma_2, \omega) + B] \otimes I_R(Q, \omega) \quad (1)$$

ここで、 $Q$  は中性子の運動量変化 (散乱ベクトル)、 $\omega$  はエネルギー変化である。 $\delta(\omega)$  はデルタ関数、 $L(\Gamma, \omega)$  は半値半幅  $\Gamma$  のローレンツ関数、 $I_R(Q, \omega)$  は装置関数 (バナジウム金属棒で測定)、 $\otimes$  は  $\omega$  での畳み込みを表す。 $A_0, A_1, A_2, B$  は定数である。(1) 式の 1 項目はメソ孔表面近傍の止まっている  $\text{CD}_3\text{OH}$  分子からの寄与、2 項目および 3 項目はメソ孔中央部分の  $\text{CD}_3\text{OH}$  分子の並進および回転からの寄与、4 項目は格子振動によるバックグラウンドを表している。フィッティングに使用したコンピュータは岡山理科大学情報処理センターに設置されているワークステーション IBM 59H, 用いたプログラムは **KIWI** [5] である。

図 2 に 297 K におけるバルクおよび MCM-41 に毛管凝縮した  $\text{CD}_3\text{OH}$  の中性子散乱スペクトル (準弾性成分) の半値半幅  $\Gamma$  ( $\Gamma_1$  と  $\Gamma_2$  の平均値にあたる) の  $Q$  依存性を示す。比較のために昨年度報告した  $\text{CH}_3\text{OH}$  のデータも示す。 $\Gamma$  は分子運動 (今回測定した  $Q$  の範囲では主に回転運動が見えている) の緩和時間の逆数に対応する量である。この図を見ると、 $\text{CH}_3\text{OH}$  に比べ  $\text{CD}_3\text{OH}$  の  $\Gamma$  の値が全体的に若干小さいので、バルク、孔の中ともにメチル基に比べ  $\text{OH}$  基は運動しにくいことがわかった。これはメタノール分子が水素結合鎖を形成しているためであると考えられる。また、孔の中に入ったときには  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{CD}_3\text{OH}$  ともに  $\Gamma$  が低下している。 $\Gamma$  の低下率をみると、エラーバーが大きいため確定的なことは言えないが、両者に大きな差は認められない。これらのことより、メチル基、 $\text{OH}$  基ともに孔の中での運動性は低下しているが、 $\text{OH}$  基の運動性がメチル基に比べて極端に低下することはないということがわかった。

#### 参考文献

- 1 Beck, J. S.; Vartuli, J. C.; Roth, W. J.; Leonowicz, M. E.; Kresge, C. T.; Schmitt, K. D.; Chu, C. T.-U.; Olson, D. H.; Sheppard, E. W.; McCullen, S. B.; Higgins, J. B.; Schlenker, J. L. *J. Am. Chem. Soc.* **1992**, *114*, 10834.
- 2 Takahara, S.; Nakano, M.; Kittaka, S.; Kuroda, Y.; Mori, T.; Hamano, H.; Yamaguchi, T. *J. Phys. Chem. B*, **1999**, *103*, 5814.
- 3 Kittaka, S.; Serizawa, A.; Iwashita, T.; Takahara, S.; Takenaka, T.; Kuroda, Y.; Mori, T. *Studies in Surface Science and Catalysis* **2001**, *132*, 653.
- 4 Kajitani, T.; Shibata, K.; Ikeda, S.; Kohgi, M.; Yoshizawa, H.; Nemoto, K.; Suzuki, K. *Physica B* **1995**, *213&214*, 872.
- 5 A fit program for quasi-elastic data analysis, "KIWI ver.1.01" made by Fanjat, N.

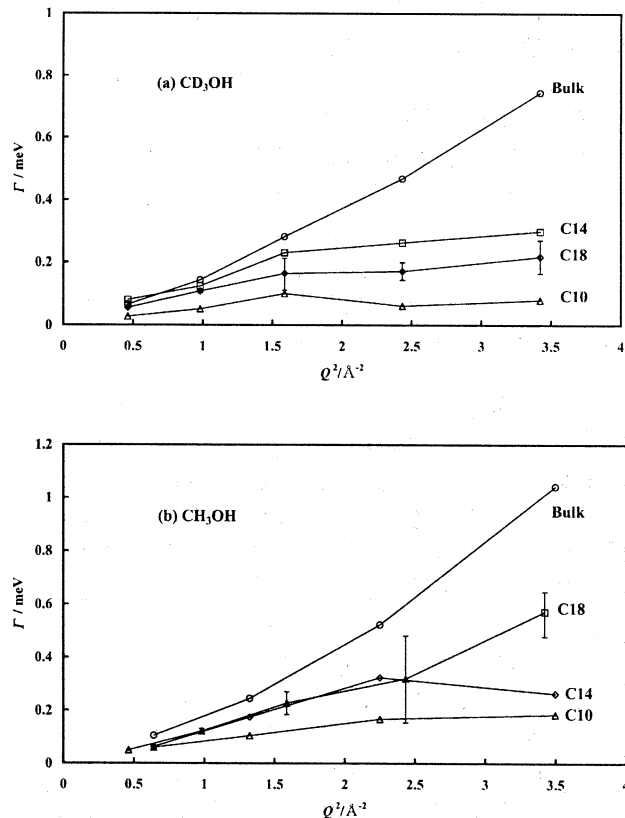


図 2. MCM-41 に細孔充填したメタノールの 297 K における準弾性成分の半値半幅  $\Gamma$  の  $Q$  依存性。  $\triangle$ : C10,  $\diamond$ : C14,  $\square$ : C18,  $\circ$ : Bulk.

# 離散最適化アルゴリズムの2次計画問題への応用

岡山理科大学 岩崎 彰典  
関西大学 塩村 尊  
関西大学 仲川 勇二

## 1 まえがき

本稿は2次計画問題を加法的分離可能 (additively separable) な目的関数を持つ最適化問題に帰着させ、後者の繰り返し最適化により前者の最適解が得られることを示すと共に Nakagawa[1, 2] の Slicing Approach(以下SAと略記する) が2次計画問題にも応用可能であることを示唆するものである。

## 2 離散最適化アルゴリズムと2次計画法

2次計画問題I:

$$\text{minimize } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} x_i x_j, \quad \mathbf{x} \geq \mathbf{0}, \quad (1)$$

$$\text{subject to } \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq R, \quad (2)$$

を考える。但し、 $r_j > 0, j = 1, 2, \dots, n, R > 0$  かつ  $A \equiv [a_{ij}]$  は正定符号行列とする。

一般に、問題Iの目的関数は加法的分離可能ではない。従って、この問題に対してSAを直接適用することはできないが、塩村 [3] で示した通り変数の直交変換を行うことにより問題Iの目的関数は制約条件と共に分離可能になり、SAの適用が可能になる。但し、SAを用いるためには実行可能解を有限集合により与えておく必要がある。

直交変換を用いて問題を解く場合、 $A$ の全ての固有値と対応する固有ベクトルを予め算出しておく必要があるが、規模の大きな問題に対しては、これは必ずしも容易な作業ではない (Press et al., [4])。そこで以下では塩村 [3] とは異なる新たな分離可能な問題を定式化し、これと2次計画問題との関係を示すと共に幾つかの数値実験を試み、SAの応用可能性を検討する。

## 3 2次計画問題の繰り返し最適化

問題Iの最適解が  $\mathbf{x}^* > \mathbf{0}$  であると仮定すると、最適化条件より

$$\sum_{j=1}^{n-1} \left( a_{ij} - \frac{r_i}{r_n} a_{jn} \right) \begin{pmatrix} x_i^* \\ x_n^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{r_i}{r_n} a_{nn} - a_{in} \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (3)$$
$$i = 1, 2, \dots, n-1,$$

$$\sum_{j=1}^n r_j x_j^* = R, \quad (4)$$

を得る。

一方、パラメータ  $\beta_{in} > 0, i = 1, 2, \dots, n-1$  の初期値を適切に与え、

$$\beta_{ij} = \frac{1}{\beta_{ji}} = \frac{\beta_{in}}{\beta_{jn}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n, \quad (5)$$

と定義する. 問題Iにおいて  $x_i x_j$  を  $(x_i^2 + \beta_{ij}^2 x_j^2)/2\beta_{ij}$  で置き換えた問題II:

$$\text{minimize } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \left( \frac{x_i^2 + \beta_{ij}^2 x_j^2}{2\beta_{ij}} \right), \quad \mathbf{x} \geq \mathbf{0}, \quad (6)$$

$$\text{subject to } \sum_{j=1}^n r_j x_j \geq R, \quad (7)$$

の最適解が  $\bar{\mathbf{x}} > \mathbf{0}$  であり, かつ少なくとも一つの  $i$  に対して  $\sum_{j=1}^n a_{ij} \beta_{ji} \neq 0$  であると仮定すると, 問題IIの最適化条件より

$$\left( \frac{\bar{x}_i}{\bar{x}_n} \right) = \frac{r_i \sum_{j=1}^n a_{jn} \beta_{jn}}{r_n \sum_{j=1}^n a_{ij} \beta_{ji}} = \frac{r_i \sum_{j=1}^n a_{jn} \beta_{jn}}{r_n \sum_{j=1}^n a_{ij} (\beta_{jn}/\beta_{in})}, \quad (8)$$

$$i = 1, 2, \dots, n-1, \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n r_j \bar{x}_j = R, \quad (9)$$

を得る.

問題IIは任意の  $\beta_{ij} > 0$  に対して凸計画とはならないため, 上の2式は必ずしも最小化のための十分条件にはならない. 但し,  $A$  が正定符号かつ正行列であるならば, 解の存在と一意性は容易に確認され, 上式は必要かつ十分条件になる. 以下では (8), 及び (9) が最小化問題の十分条件にもなっていると仮定して議論を続ける.

問題IIの最適解はパラメータ  $\beta$  に依存するが, (8) 式右辺を  $f^i(\beta)$  と置き, その不動点を  $\beta^*$  で表すと, (8) より

$$\sum_{j=1}^{n-1} \left( a_{ij} - \frac{r_i}{r_n} a_{jn} \right) \beta_{jn}^* = \left( \frac{r_i}{r_n} a_{nn} - a_{in} \right), \quad (10)$$

$$i = 1, 2, \dots, n-1, \quad (10)$$

を満たさねばならない. そこで (3) と (10) を比較すると,  $n-1$  次正方行列

$$B \equiv \left[ a_{ij} - \frac{r_i}{r_n} a_{jn} \right] \quad (11)$$

が正則であるならば  $\beta_{jn}^* = x_j^*/x_n^*, j = 1, 2, \dots, n-1$  が成立しなければならないことが分かる. 又, この時 (4), (9) より

$$\bar{x}_n = \frac{R}{\sum_{j=1}^n r_j \beta_{jn}^*} = x_n^* \quad (12)$$

となるので  $x_i^* = \beta_{in}^* \bar{x}_n, i = 1, 2, \dots, n$  となる.

次に,  $F(\beta) \equiv (f^1(\beta), f^2(\beta), \dots, f^{n-1}(\beta))^T, n \geq 3$  の不動点  $\beta^*$  への収束条件の検討を試みる.  $F$  の  $\beta^*$  における Jacobi 行列  $DF(\beta^*)$  の成分は,

$$\frac{\partial f^i}{\partial \beta_{jn}} = \begin{cases} \frac{r_i}{r_n} \frac{\beta_{in}^*}{A_i^2} \sum_{k=1}^n (a_{ik} a_{jn} - a_{kn} a_{ij}) \beta_{kn}^*, & i \neq j \\ \frac{r_i}{r_n} \frac{1}{A_i^2} \left\{ \left( \sum_{k=1}^n a_{kn} \beta_{kn}^* \right) \left( \sum_{k \neq i}^n a_{ik} \beta_{kn}^* \right) + \beta_{in}^* a_{in} A_i \right\}, & i = j \end{cases} \quad (13)$$

但し,  $1 \leq i, j \leq n-1, A_i \equiv \sum_{k=1}^n a_{ik} \beta_{kn}^*$  となるが, これらは  $a_{ij}$  と共に  $\beta^*$  にも依存するため, 一般的な問題に対して不動点への収束条件を導出することは困難である. そこで, 問題Iが各変数について対称的になっている特殊ケース, 即ち

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & i = j \\ 1/2, & i \neq j \end{cases}, 1 \leq i, j \leq n, \quad (14)$$

$$r_k = 1, k = 1, 2, \dots, n, \quad (15)$$

従って,  $\beta_{in}^* = 1, i = 1, 2, \dots, n-1$  となる場合を基準として考える. この時,  $n$  次正方行列  $A \equiv [a_{ij}]$  は正定符号になる. なぜならば,  $A$  の  $m$  次首座小行列式は

$$\det A_m \equiv \begin{vmatrix} 1 & 1/2 & \dots & 1/2 \\ 1/2 & 1 & \dots & 1/2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/2 & 1/2 & \dots & 1 \end{vmatrix} = \left(\frac{1}{2}\right)^{m-1} \left(\frac{m+1}{2}\right) > 0, 2 \leq m \leq n \quad (16)$$

となるからである. また, 一意な内点解が存在することにも注意せよ.

ここで

$$a_{ik} a_{jn} - a_{kn} a_{ij} = \begin{cases} 1/4, & k = i \\ -1/4, & k = n \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (17)$$

となることに注意すると,

$$\frac{\partial f^i(\beta^*)}{\partial \beta_{jn}} = \begin{cases} 0, & i \neq j \\ \frac{n}{n+1}, & i = j \end{cases} \quad (18)$$

となり,  $DF(\beta^*)$  の固有値の絶対値はすべて1より小さいことがわかる. 従って, Smale and Hirsch[5]より, 上の意味ではほぼ対称的な問題に関しては  $\beta_{in} = 1, i = 1, 2, \dots, n-1$  を初期値として問題IIを繰返し解くことによって問題Iの最適解を得ることができる.

## 4 計算機実験

問題IIは加法的分離可能であり, 変数を離散化することにより, 組合せ最適化の手法であるSA[1]を適用することができる. このために有界な探索区間  $S_i \subset R$  を設定し,  $x_i \in S_i, 0 < x_i \leq X_i$  とする. 又, 実行可能領域  $\mathcal{F} \subset \mathcal{S} \equiv \prod_i S_i$  は非空であると仮定する. 実験では  $X_i = 1$  とし,  $\mathcal{F}$  が空にならないように(2)の  $R$  を調節した.

特殊なケース(14), (15)では1000変数規模でも収束し, その解はCPLEXによる解と一致する. 対称性が強いケース,

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & i = j, \quad 1 \leq i, j \leq n, \\ l + m, & i \neq j, \quad m \in [0, \delta] \end{cases} \quad (19)$$

かつ

$$r_k = 1, k = 1, 2, \dots, n, \quad (20)$$

但し,  $l = 0.1, 0.3, 0.5, \delta = 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5$  とした場合の結果を表1に示す. \*は正定符号にならない, もしくは  $x$  に0要素を含み問題の仮定を満たさない問題が多く生成されることを示す. -は実験を行っていない. この結果から, 問題が仮定を満たす場合には, 精度の良い解を生成していることがわかる.



表 1: 本手法による目的関数値と CPLEX の目的関数値との相対誤差

$l$	$\delta$	10 変数	50 変数	100 変数	200 変数	500 変数
0.1	0.01	-	-	-	-	-
	0.02	-	-	-	4.73E-05	1.43E-03
	0.05	-	1.08E-04	3.76E-04	2.87E-04	*
	0.1	6.69E-04	2.51E-04	*	*	*
	0.2	*	*	*	*	*
	0.5	*	*	*	*	*
0.3	0.01	-	-	-	-	1.33E-04
	0.02	-	-	4.47E-05	1.16E-04	7.38E-04
	0.05	-	1.55E-04	2.09E-04	*	*
	0.1	6.79E-04	6.19E-04	*	*	*
	0.2	9.95E-04	*	*	*	*
	0.5	*	*	*	*	*
0.5	0.01	-	-	-	-	1.22E-04
	0.02	-	-	1.08E-05	2.32E-04	*
	0.05	-	1.58E-04	*	*	*
	0.1	7.16E-04	3.55E-04	*	*	*
	0.2	*	*	*	*	*
	0.5	*	*	*	*	*

## 5 まとめ

本手法は連続な非線形計画問題を離散化し、これを離散最適化の手法で解くこと試みたものである。現実の問題には本質的に離散最適化として定式化されるべきものが多く、このような問題に対して本手法は有効であると思われる。

## 参考文献

- [1] Nakagawa, Y., "A reinforced surrogate constraints method for separable nonlinear integer programming." RIMS 1068, Kyoto University, pp. 194-202, 1998.
- [2] Nakagawa, Y., "An improved surrogate constraints method for separable nonlinear integer programming." (投稿中)
- [3] 塩村 尊, "離散最適化アルゴリズムのポートフォリオ選択問題への応用", 情報技術と最適化アルゴリズム研究報告書, pp. 43-50, 関西大学工業技術研究所, 2002.
- [4] Press, W. H., S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling and B. P. Flannery 著, 丹慶勝市, 奥村晴彦, 佐藤俊郎, 小林誠訳『ニューメリカルレシピ・イン・シー』, 技術評論社, 1993.
- [5] Smale, S. and M. W. Hirsch 著, 田村一郎, 水谷忠良, 荒井紀久子訳, 『力学系入門』, 岩波書店, 1976.

# 社会情報実習への取り組み

岡田 定・中島 聡・西野雅二・森 裕一  
(岡山理科大学 総合情報学部 社会情報学科)

**概要** 社会情報学科の開講科目「社会情報実習 D」として、科学史・論理学実習、語学関連プログラミング、社会情報活用実習、データ解析実習の4つをテーマに、コンピュータの利用を前提に実習を行った。これらを通じて、社会情報の処理能力の育成を目指した。

**キーワード** 科学史、論理学、プログラミング、情報活用、データ解析

## 1. はじめに

社会情報学科では、平成14年度より、社会情報実習を開講している。これは、社会情報学科がもつ「地域研究・歴史分野」、「地域研究・空間分野」、「社会・制度分野」、「情報システム・論理・言語分野」の4つの各系列で、その専門分野の実習をともなう授業を行うことを目的としたもので、それぞれ、「社会情報実習 A」、「同 B」、「同 C」、「同 D」となっている。このうち、「社会情報実習 D」では、社会情報研究の基礎となる科学・論理の理論とコンピュータの動作制御および情報活用についての実習を行うものとして計画されている。

本実習においては、情報処理センター所有のノート型コンピュータ15台の貸し出しを受け、社会情報学科がもつ社会情報実習室(2号館3階)において、既設のデスクトップ型コンピュータ40台とともに、実習を行った。

本報告では、この「社会情報実習 D」の授業の概要と実際の授業内容について報告する。

## 2. 指導計画

### (1) 対象

総合情報学部社会情報学科2年次生

### (2) 指導時限

平成14年度、前期、月曜日5・6限

### (3) 実習場所およびシステム

社会情報実習室(2号館3階)

デスクトップ型コンピュータ 40台

ノート型コンピュータ 15台

プリンタ 1台

### (4) 講義目的

講義目的は以下の通りである。

「システム・論理・言語系列における社会情報を題材に、そこで必要とされる情報処理に関する理論的背景や具体的手順などを、実際の実習を通して、体得していく。

具体的には、まず、科学史並びに論理学研究の手順、論文等成果の集約までの研究用マニュアルの展開について学習し、続いて、HTML、BASIC、Cによる語学関連プログラミングを行う。さらに、電子政府、電子自治体、電子商取引などと社会生活の関係について、実際の情報の収集とその活用の実習をした後、データ解析の一連の流れを体験するため、自ら企画した調査のデータ収集と解析を実習する。」(平成14年度シラバス)

### (5) 指導計画

担当者は表1、指導計画は表2の通りである。

表1 「社会情報実習 D」の担当

回	テーマ	担当
1	オリエンテーション	全員
2~3	科学史・論理学実習	中島 聡
4~6	語学関連プログラミング	西野雅二
7~9	社会情報活用実習	岡田 定
10~14	データ解析実習	森 裕一

表2 「社会情報実習D」指導計画

回	内 容
1	オリエンテーション
2	科学史・論理学実習1(科学史研究法)
3	科学史・論理学実習2(論理学研究法)
4	語学関連プログラミング1 (HTMLでのドイツ語練習問題作成)
5	語学関連プログラミング2 (BASICでのドイツ語練習問題作成)
6	語学関連プログラミング3(ドイツ語によるファイルのCでの処理)
7	社会情報活用実習1(インターネット, 新聞, 雑誌からの情報収集)
8	社会情報活用実習2(収集した情報の分類・整理・活用1)
9	社会情報活用実習3(収集した情報の分類・整理・活用2)
10	データ解析実習1(アンケートの企画)
11	データ解析実習2(アンケートの作成)
12	データ解析実習3(アンケートの実施)
13	データ解析実習4(アンケートの集計)
14	データ解析実習5(結果のまとめと報告書の作成)

### 3. 社会情報学科実習Dの実際

実際に行った実習内容について報告する。

#### 3.1 科学史・論理学実習(第2~3回)

第2週と第3週で行ったもので、システム・論理・言語系列に関する情報を処理する上での、理論的な背景・具体的な処理の学習である。特に、担当の科学史と論理学関係の分野の情報を内容として、研究の手順、論文化までのマニュアルを習得することを目標にした。したがって、ここではコンピュータによる実習ではなく、情報処理の基礎学習を行っている。

レポートとは相違して、自分で設定したテーマを、それに関連した多くの資料を検索・収集し、さらに処理・加工していく厳密な方法を学び、次にある視点に基づき、データの統合を論理的に展開していき、最終的に独創性をもった結論を導き出すプロセスを習得することを目指した。

研究の手順としては、1.問題の提起から発展へ、2.関連する資料の検索・収集、3.情報の処理・加工、4.構築化・統合のプロセス、5.具体的なモデルの完成、という過程にそって学習を展開した。

#### 3.2 語学関連プログラミング(第4~6回)

第4週から第6週(計3回)に行ったもので、ドイツ語で書かれた文章や文法練習問題などを、ドイツ語未履修者に配慮しつつ、パソコンで表示させたり練習したりすることにより、「ドイツ語」と「パソコン」との二兎を追いか

けた。

まず、ドイツ中世時代のミンネザングの原型と言える一つの民謡をWindowsの「メモ帳」を用いてhtmlファイルとして作成した。この民謡には、ドイツ語文字ウムラウトやツィルコンフックスが使われており、これらをブラウザInternet Explorerで正常に表示できるようにする練習をした。出来上がったファイルは、メールの添付ファイルとして提出をするよう求めた。さらに、時間的な余裕がある者は、ゲーテ『ファウスト』の第1部からファウストの独白の一部を取り出し、同様な形で練習した。

続いて、基本的な動詞sein, および簡単なあいさつ言葉を練習し、これらをパソコンで練習するためのプログラムをBASICおよびhtmlにより作成した。htmlによる練習問題では、答えを採点するCGIプログラムをPerlにより作成し、言及した。これは時間的・能力的な制約があり、詳細にわたって練習するには至らなかったが、例を提示することにより、学生の間からはCGIそのものに対する関心が寄せられた。

#### 3.3 社会情報活用実習(第7~9回)

第7週から第9週(計3回)に行ったもので、インターネットを通じて情報を収集し、取捨選択した上で、有効な情報を系統立てて整理し、活用する訓練を行った。具体的には、2002年6月、新見市が全国に先駆けて実施した電子投票をテーマに取り上げ、収集した情報に基づいて小論文を書かせた。

このため、その第1回目は、関連する情報の検索と収集にあてた。電子投票に関する情報はあまりにも大量にあったため、ここではまず小論文で主張する問題点を明確にしてから、目的に照らして価値のある情報だけを選択し、情報の洪水を避けるよう指導した。

第2回目は、収集した情報を分類し、相互に脈絡付けをさせた。その上で、相互に関連する情報と無関係な情報とに分け、後者は原則的に収集ファイルから削除するようにした。さらに、

これらの情報からどのような主張が可能になるかを改めて考えさせた。

第3回目は、主張する内容に対して収集した情報が十分であるかを検討させ、必要に応じて追加の情報を収集した上で、小論文を執筆させた。わずか1,200字程度の小論文を書く作業であったが、インターネットの世界から情報を収集することより、その情報を分類し整理して活用することに重要な価値があることを学生諸君に体験させる実習になったと考える。

### 3.4 データ解析実習（第10～14回）

第10週から第14週（計5回）に行ったもので、この5コマの間に、実際のアンケートを作成し、お互いに回答し合って、集計・報告書の作成まで行うものである。1年次開講の「情報リテラシー」で行った Excel を用いたデータの集計・加工（データはすでに収集されたものを利用）、1年次前期・後期に開講された統計関係の講義、および2年次前期に、本実習と並行して開講されている「応用情報リテラシー」の Excel によるデータの統計的処理などを既習事項として、データの収集（アンケート）から、実際のデータ処理を体験させるものである。1人または2人のグループによる活動とした。

第1回目では、アンケート調査の流れを把握した後、興味のあるテーマに関するアンケートの企画を行わせた。その企画に基づき、第2回目までに、ビジネス文書形式による依頼文とアンケート用紙を作成し、第3回目で、アンケート調査をクラス内で実施させた。ここでは、お互いのアンケートに回答し合うわけで、最低調査数として、30人分の回答を集めることを

義務付けた。アンケートが収集できたグループから Excel による集計にかかり、第4回目で大方の集計を終え、第5回目で報告書の作成を行わせた。報告書は、ワンシート形式（伝えるべき内容を視覚的な工夫を加えてわかりやすく1枚のシートにまとめたもの）で作成させた。

このアンケート調査のシミュレーションにより、アンケート調査において実際に直面する問題やその対処法などを意識させた社会調査データの解析の体験ができたと考える。

### 4. まとめとして

「社会情報実習 D」として、科学史・論理学実習、語学関連プログラミング、社会情報活用実習、データ解析実習の4つをテーマに、実習を行った。これらを通じて、研究の手順の理解、コンピュータの制御、実際的な情報の活用・分析について学習を行うことができ、卒業研究などに応用できる社会情報の処理能力を育成することができた。

### 謝 辞

「社会情報実習」は、前期に「A」と「D」、後期に「B」と「C」が同時間帯に開講されるため、社会情報学科の2年次生が自分の希望に応じて2つに分かれるが、人数のバランスと社会情報実習室のマシンの整備がその人数に対応できなかったことから、急遽、情報処理センターの貸し出し用ノートパソコン15台をお借りすることとなった。授業者一同、ここに、感謝の意を表したい。



## インターネット利用遠隔授業による 7 高校との高大連携教育

大西荘一\* 榊原道夫\* 橋井幸子\* 鶴将幸\* 村山真一\*  
市田義明\*\* 堂田周治郎\*\* 竹内耕輔\*\*\*

\* 岡山理科大学大学院 総合情報研究科 情報科学専攻

\*\* 岡山理科大学 情報処理センター \*\*\* NTT 西日本 岡山支店

### 1. はじめに

インターネットの普及に伴い、様々な遠隔教育の試みが盛んに行われている。筆者らはインターネットを利用した遠隔授業による単位認定をとまなう本格的な高大連携教育及び大大連携教育を目指している。本テーマは通信・放送機構(TAO)に採択され5ヵ年計画で研究と実践を重ねてきた。本年度が最終年度である。

高大連携の背景と意義やインターネット利用遠隔教育の意義、及び岡山県立鴨方高校と行った1対1の遠隔授業については昨年度報告した[1]。平成15年度は、県立鴨方高校、県立落合高校、県立倉敷天城高校、県立瀬戸高校、県立玉野光南高校、私立学芸館高校、私立美作高校の岡山県下7高校に連携校を拡大し、7高校同時に遠隔授業による単位認定を伴う高大連携教育を行っている[2]。

遠隔授業の方式は同期双方向・ライブ型と非同期双方向・いつでも型を併用している。今回の高大連携教育の仕組みと実施結果及び今後の課題を報告する。

### 2. 遠隔授業による高大連携の経緯

5ヵ年の経緯を次に示す。

平成11年度：TAOのマルチメディアモデルキャンパス構想に採択される。

平成12年度：無線LANを使い、学内で専門基礎科目「情報処理入門」の遠隔授業実験を行い成功した[3]。

平成13年度：岡山県情報ハイウェイを活用して県立鴨方高校と遠隔授業の実験を数回行い、成功した。また、遠隔授業における課題を抽出し検討を進めた。12月に鴨方高校と連携協定を結ぶ。

平成14年度：高大連携科目A群1単位「特別講

義I(インターネット入門)」を開設し、単位認定を伴う本格的な遠隔授業による高大連携教育を開始した。高校生は科目等履修生として登録する。登録料は高校生にかぎって無料である。受講者数は鴨方高16名、本学1年生23名、そのうち単位認定可能なC(60点以上)判定以上は鴨方高生8名、本学1年生17名であった。

岡山市地域情報水道に接続している私立学芸館高と遠隔授業実験を行い成功する。県外も視野に入れて、TAOのスクールインターネット3に参加している広島県立広島工業高校と遠隔授業実験を行い成功した。

H15年1月に、県立(鴨方高、落合高、瀬戸高、倉敷天城高、玉野光南高)5校と私立(学芸館高、美作高)2校と連携協定を結ぶ。

H15年度：情報科学科に前期1単位「インターネット入門」、後期1単位「アルゴリズム入門」を開設し、連携協定を結んだ7高校と単位認定を伴う遠隔授業を開始する。

前期の参加高校生数は69名、本学1年生は45名である。両科目とも1年次開講の専門基礎科目である。前期の全授業及び定期試験は無事終了した。

### 3. 高大連携校の所在地

高大連携校は、落合高校、鴨方高校、倉敷天城高校、玉野光南高校、瀬戸高校の県立5校と、学芸館高校、美作高校の私立2校の岡山県下の7校である。図1に連携高校の岡山県内の所在地を示す。図1から、岡山県全域に連携高校が広がっていることが分かる。インターネットを利用することで、岡山県全域が一つの教育空間になっている。

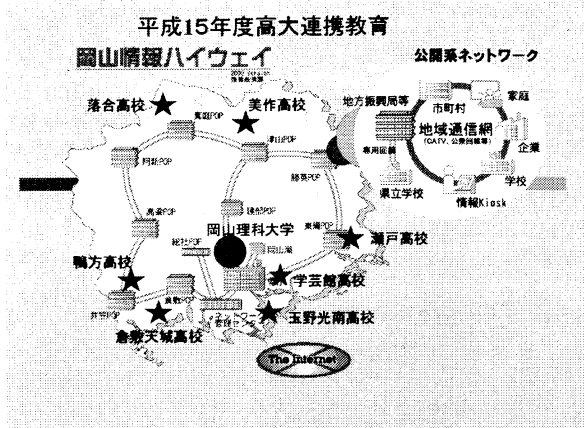


図1. 連携高校所在地

#### 4. ネットワーク環境

ネットワーク構成を図2に示す。岡山理科大学は通信・放送機構(TAO)が運営管理する岡山ギガビットネットワークの100Mbpsで、岡山県が開設した岡山情報ハイウェイにつながっている。各県立高校は1.5Mbpsで、学芸館高校は岡山市地域情報水道を経由して100Mbpsで、美作高校は民間CATVを経由して10Mbpsで岡山情報ハイウェイに接続されている。また、岡山情報ハイウェイ内は155Mbpsである。

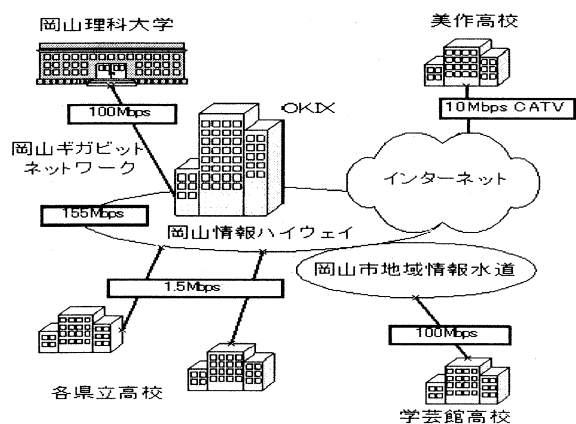


図2. ネットワーク構成

#### 5. 遠隔授業方式

遠隔授業の方式は、リアルタイムで行う「ライブ型」と、24時間いつでも利用できる「いつでも型」に分けられる。また、コミュニケーションにおける通信方法として、リアルタイムに質疑応答できる「同期双方向」、リアルタイムではないが質疑応答できる「非同期双方向」、質疑応答できない「一方向」の3方法に分けられる。これらの組み合わせで5種類の方式が可能である[1]。筆者らは「同期双方向・ライブ型」(I型)と「非同期双方向・い

つでも型」(IV型)を併用した。遠隔授業は主にI型で行うが、高校独自のイベントなどで大学の授業日時にスケジュールが合わない場合があるため、IV型との併用はどうしても必要である。

#### 5.1 同期双方向・ライブ型(I型)

受講生の集中力を持続させるためには、授業中に意識的に受講生に問いかけることが有効である。そのためにはI型が必要である。しかし、1対多接続でリアルタイムに動画像と音声を取り取りするためには高速ネットワークと高性能パソコンのインフラ整備とともに遠隔授業用に設計されたソフトウェアが必要である。

##### (1) 遠隔授業システム

図3に遠隔授業システムを示す。I型遠隔授業用に Centra One(Centra社・米国)を使用している。接続している全地点の動画像表示用に多地点動画表示システム(シックス社・岡山)を使用している。各高校はインターネットを介して、岡山理科大学にある Centra サーバと多地点動画サーバに接続する。図4は授業中の教室の様子である。

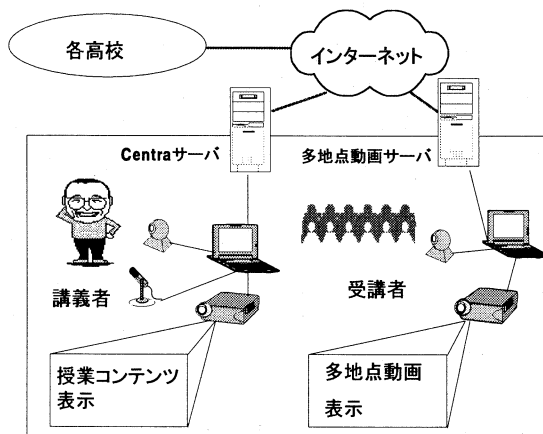


図3. 遠隔授業システム



図4. 授業中の教室(高校)

## (2) ハードウェア仕様

使用している PC の仕様は次の通りである。

- ・ Centra (セントラ) サーバの仕様は、
  - HP ProLiant DL380
  - CPU: PenIII 1.13 GHz × 2
  - メモリ: 1024 MB
  - HDD: RAID5 72.8 GB
  - LAN: 10BASE-T/100BASE-TX
  - OS: Windows2000 Sever
- ・ 同期双方向 講師用 PC の仕様
  - CPU: PenIV 2.4 GHz
  - メモリ: 512 MB
  - HDD: 40 GB
  - LAN: 10BASE-T/100BASE-TX
  - OS: Windows2000 Professional
  - カメラ: Mustek Wcam300
  - マイク: SONY F720

- ・ 同期双方向 受講者 (高校) 用 PC の仕様
  - 東芝 DynaB00k
  - CPU: Celeron 800MHz
  - メモリ: 128 MB
  - HDD: 20 GB
  - LAN: 10BASE-T/100BASE-TX
  - OS: Windows2000 Professional
  - カメラ: Mustek Wcam300
  - マイク: MM-HS02

## (3) ソフトウェア

図5は Centra One を使用した授業画面である。テレビ会議システムと遠隔授業システムとは基本的に異なる。講師の動画像よりも音声の品質を重視する設計、ブラウザ等様々の教材の利用を可能にするアプリケーション共有機能、リアルタイムの質疑応答を可能にする挙手の機能、受講者の感情を表現する笑い顔マーク、拍手マーク、などが有効であった。教材としてパワーポイントデータや動画像データを Centra サーバに登録する。受講者側の専用ソフトウェアは不要でブラウザのみでよい。受講者が Centra にログインすると、登録されているコンテンツがダウンロードされる。従って、データ量が大きい動画像も教材コンテンツとして使用が可能である。図5の左上隅が講師の動画像である。この部分は講師側のマニュアル操作により受講生側に切替えることができる。しかし、画面の物理的面積の制限上、講師もしくは受講者の動画像は一箇所しか表示できず、接続し

ている全教室を同時に表示することができない。このため、多地点動画表示システム (シックス社) を併用した。このシステムを利用することにより、7つの高校の様子を同時に表示することができ、一つの教室空間を作り上げることができる。図6は多地点動画表示システムの画面である。

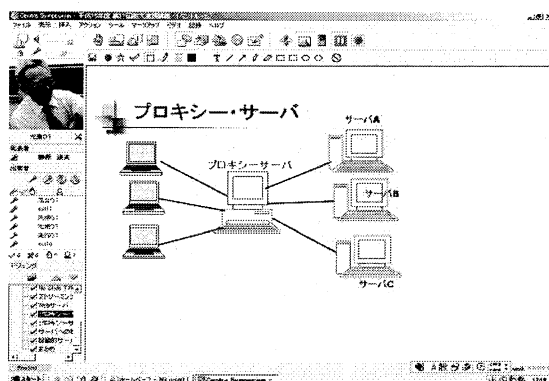


図5. Centra One の画面



図6. 多地点動画表示システム

また、筆者らは、Centra One と多地点動画表示システムの性能を評価し、その評価結果を Centra 社とシックス社にフィードバックしている。機能の改善のアドバイスを行い産学連携により良いシステムを目指している。

## 5.2 非同期双方向・いつでも型(IV型)

IV型は大学の授業日程が高校の授業時間に合わないときに使用している。また、受講者は好きな時間に繰り返し学習し、個人の学習理解の進行状況に合わせて利用できるため、復習としても使用している。

コンテンツは授業者のメールアドレスの提示、掲示板(コミュニティ広場)、教材(Power Point データの pdf ファイル)、授業の VOD コンテンツ、レポートフォーム(CGI)を準備した。これらのコンテンツは、IV型用の高大連携ホームページからアクセスすることができる。図7が高大連携



のホームページである。

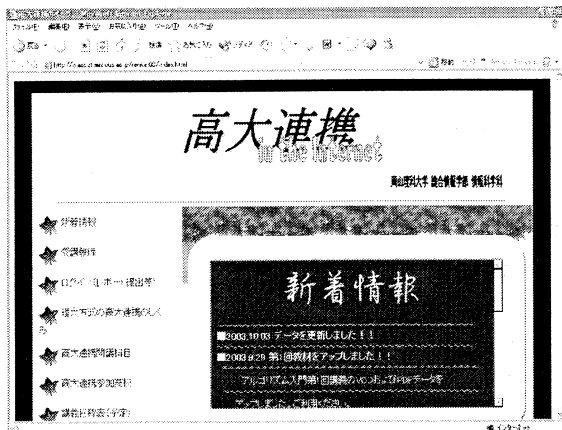


図7. 高大連携のホームページ

図8はVODコンテンツの画面である。VODコンテンツは、まず授業の様子をビデオカメラで撮影し、ノンリニア編集装置で動画像を編集する。そして、Microsoft Producer(Microsoft社・米国)で動画像と教材であるPower Pointデータをリンクすることにより作成している。このコンテンツはブラウザで閲覧可能である。IV型はリアルタイムな質疑応答ができないため受講者の集中力が途切れやすいと思われる。しかし、このVODコンテンツの画面構成は、通常受講しているI型のシステムCentra Oneの画面構成によく似ていることから、受講者がI型で授業を受けていると錯覚し、集中力を落とさず受講することが出来たと受講者は評価している。

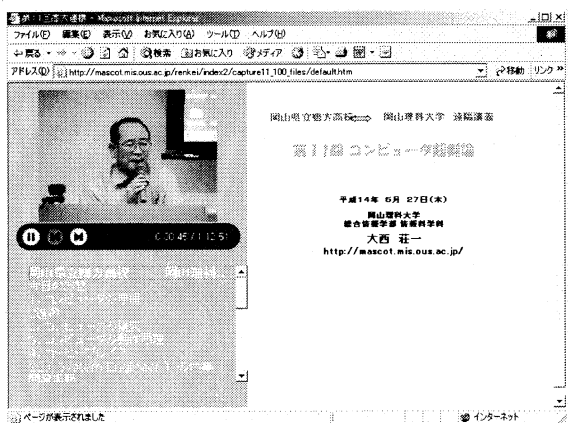


図8. VOD コンテンツ

図9はレポートフォームの表示である。レポートは各回の授業終了後、受講者が提出することにより、出席確認と授業の分析に使用している。レポートの内容は

- ・ 授業の難易度(易しいを1, 難しいを5とし

- た5段階選択式)
  - ・ 新しい発見(記述式)
  - ・ 理解できなかったこと(記述式)
  - ・ 授業の感想(記述式)
- となっている。

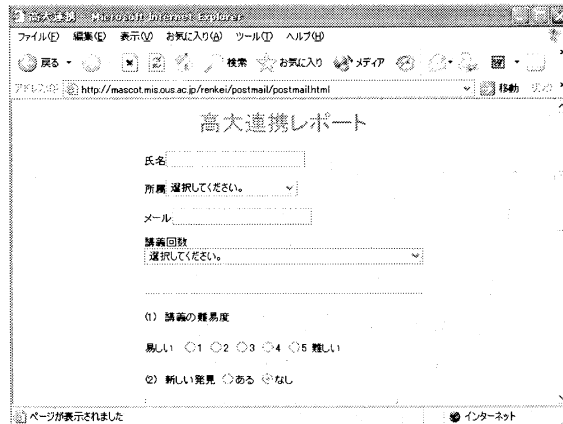


図9. レポートフォーム

## 6. 高大連携の仕組み

### 6.1 授業の内容

授業科目名は前期「インターネット入門」、後期「アルゴリズム入門」である。表1は「インターネット入門」の各回のテーマである。岡山理科大学総合情報学部情報科学科の大西荘一教授と榊原道夫助教授が授業を分担し行った。これらの科目は、それぞれ情報科学科1年生の選択専門基礎科目であり、専門科目を学ぶための導入及び高大連携を意識した科目となっている。授業時間は通常、大学は90分であるが、高校の授業時間に合わせ50分とした。毎週木曜日16時10分から17時で13回の授業と定期試験を1回を行った。

表1. 「インターネット入門」授業テーマ

授業回数	授業日	テーマ
第1回	4月17日	オリエンテーション
第2回	4月24日	インターネットとは
第3回	5月8日	インターネットの基本的な利用
第4回	VOD	ホームページの作り方
第5回	5月15日	ブラウザによる情報表現のしくみ
第6回	5月22日	効果的な情報の検索
第7回	5月29日	動くホームページⅠ
第8回	6月5日	動くホームページⅡ
第9回	6月12日	インターネットと携帯電話(ユビキタス社会)
第10回	6月19日	コンピュータ超概論

第11回	6月26日	サーバについて
第12回	7月3日	セキュリティについて
第13回	7月10日	暗号について
	7月24日	定期試験

通常、授業はI型で行うが、高校のスケジュールが合わなかったり、トラブルなどがあればIV型受講となる。表2は授業回数ごとのI型受講できなかった高校とその理由である。

表2. I型受講できなかった高校とその理由

授業回数	I型受講できなかった高校とその理由
第1回	なし
第2回	B高校：PC設定ミス
第3回	A高校：落雷による機器故障
第4回	全校：Centraサーバダウン
第5回	なし
第6回	A・C・D・E高校：定期試験
第7回	なし
第8回	C高校：クライアントPC不調
第9回	なし
第10回	A高校：修学旅行
第11回	B・E高校：修学旅行， G高校：クライアントPC不調
第12回	C高校：定期考査
第13回	A・B・D・E高校：定期考査， F高校：受講者欠席

表2より、I型受講できなかった理由別延べ校数と授業回数は次の通りである。

- ・スケジュール： 12校 5回
- ・マシントラブル： 9校 3回
- ・人為ミス： 1校 1回
- ・事故： 1校 1回
- ・その他： 1校 1回

## 6.2 履修登録者数

高校生は科目等履修生として登録する。前期の履修登録人数は本学45名、高校生69名であった。連携校別履修登録者数を表3に示す。

表3. 各参加校の履修登録数

参加校	履修登録数
岡山理科大学	45名
A高校	21名
B高校	3名
C高校	2名

D高校	6名
E高校	11名
F高校	1名
G高校	25名

## 6.3 成績評価

成績評価は授業毎のレポートと定期試験で、高校生と大学生を区別せずに、本学の科目担当教員が評価する。評価基準を表4に示す。評価C以上の成績であれば岡山理科大学に入学後申請することにより単位が認定される。また、高校の評価は大学の評価をもとに各高校が独自に行い、高校の判断で増加単位を認定する。

表4. 評価基準

評価	評価基準
A	80点以上
B	70点～79点
C	60点～69点
D	59点以下
E	欠席5回以上

## 7. 結果と分析

### 7.1 受講者の直感的難易度評価

図10は各授業のレポート集計から得た受講者の授業に対する難易度の直感的評価である。難しいを5、易しいを1とし、大学生、高校生それぞれの平均値を求めた。この結果、大学生よりも高校生の方が若干高くなっており、高校生の方が大学生より少し難しいと感じているが大きな差がないことが分かる。

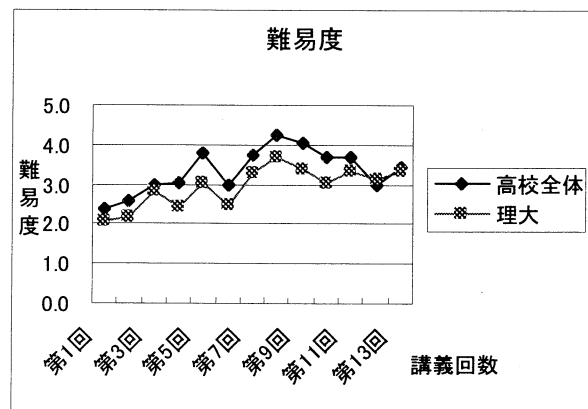


図10. 授業難易度

### 7.2 成績結果

大学と各高校別の成績結果を表5に示す。A高校は21名の受講者に対し、17名が評価Eという

特異な結果になっている。

表5. 成績結果

	A	B	C	D	E
大学1年	20人	6人	3人	1人	5人
A高校	0人	1人	2人	1人	17人
B高校	1人	1人	0人	0人	1人
C高校	2人	0人	0人	0人	0人
D高校	5人	0人	1人	0人	0人
E高校	0人	3人	3人	4人	1人
F高校	0人	0人	1人	0人	0人
G高校	6人	1人	4人	1人	13人

図11にA高校の各授業のレポート提出数を示す。第3回、第4回、第6回、第10回、第13回が他の授業に比べてレポート提出数が激減していることが分かる。これらの授業は、A高校のスケジュールが合わなかったり、トラブルにより、I型で受講できなかった回である。A高校は7時まで授業があり、高大連携授業日以外はその後ホームルームや掃除がある。そのため放課後は16時半頃になってしまう。パソコン室の開放時間は17時までとなっているため、IV型で受講することが難しく、レポートを提出することができなかつたと考えられる。レポートを提出している生徒は自宅でブロードバンド・インターネットを利用しており、自宅でIV型受講したものである。第12回目の授業でも、21人中14人の学生がレポートを提出していることから、学習意欲の低下によるE判定ではないと考えられる。

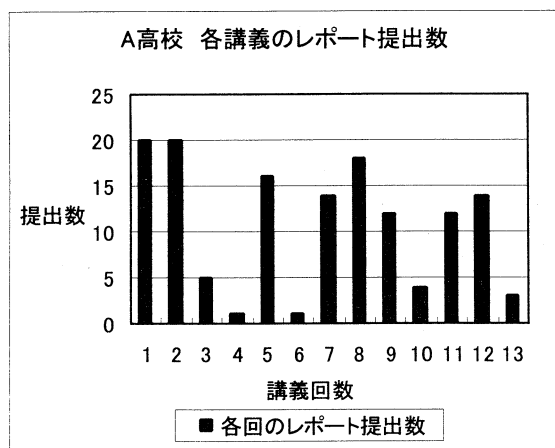


図11. A高校の各授業レポート提出数

### 7.3 授業アンケート

13回の授業終了後、本学の授業アンケートを実施した。アンケートの内容を表6に示す。評価の

高かった項目はE, M, N, 評価の低かった項目はQであった。

表6. 授業アンケートの内容

A	教員の声は充分聞き取れる大きさでしたか
B	教員の話し方は適当な早さでしたか
C	教員の話し方は明瞭でしたか
D	黒板の文字や図形は適当な大きさでしたか
E	黒板の字や図形は丁寧に書かれていましたか
J	授業内容を分かりやすくする工夫が感じられましたか
K	授業の進度は適当でしたか
L	教員は学生の理解力を配慮していると思いますか
M	教員は熱心に教えてくれたと思いますか
N	総合的にみて、この授業を履修してよかったですか
O	あなたはこの授業によく出席しましたか
Q	あなたは時間外にこの授業の学習をしましたか
R	総合的にみて、あなたはこの授業に熱心に取り組みましたか

特に、項目Nに着目すると、表7の結果を得た。平均は高校生が4.0 大学生が3.6 全体で3.8である。高校生のほうが満足度が高い結果になっており興味深い。

表7. この授業を履修してよかったですか

	5	4	3	2	1
大学	7人	7人	12人	1人	2人
A高校	2人	1人	1人	0人	0人
B高校	0人	1人	1人	1人	0人
C高校	0人	1人	1人	0人	0人
D高校	5人	3人	2人	0人	0人
E高校	4人	2人	0人	0人	0人
F高校	0人	1人	0人	0人	0人
G高校	3人	4人	5人	1人	0人
計	21人	20人	22人	3人	2人

#5・よい～よくない・1

## 8. 今後の課題

今回の遠隔授業は成功したが、今後更に連携を拡大するためには、教務上の課題、学校運営上の課題、技術的な課題が挙げられる。

### 8.1 教務上の課題

現在、1単位の授業時間数は、大学では15時間、

高校では35時間となっている。このため、20時間という授業時間の不足が生じる。高校の単位として認定するにはこの不足を補う必要がある。そのため、高校教員はレポート作成の指導や夏期休暇の大学訪問など別途指導を行わねばならず、高校教員の負担が増加する。授業時間数の調整など、高校の単位認定条件を検討する必要がある。

## 8.2 学校運営上の課題

### (1) 教員の負担

- ・高校教員については高大連携の担当は義務ではなく担当教員のボランティアであり評価されにくい。
- ・大学教員については遠隔授業に向けた教材開発が必要となるため教材作成の負担が増える。

### (2) 授業時間帯の違い

- ・高校と大学の授業時間帯の不一致により、大学の教室の確保に無駄が生じる。
- ・高校と大学で行事スケジュールが異なることによりI型で受講できないことを想定してVODによるIV型を準備しているが、7限授業の高校ではパソコン室を下校時間をオーバーしてオープンしなければならない。

## 8.3 技術的な課題

### (1) 音声

- ・音声は遠隔授業を行う上で動画よりも重要である。ネットワークが遅い場合は動画の品質を落として音声の品質を優先するシステムが望ましい。
- ・I型の場合、ハードウェア及びネットワークの負荷が大きい。CPUクロックを1GHz以上、ネットワーク帯域を1.5Mbps以上の性能を推奨する。
- ・音声の品質にはマイクの品質が大きく影響する。講師用マイクには指向性の強いマイクが望ましい。
- ・受講生が質問をし易くするためには複数のマイクを準備しミキシングするなどの工夫が必要である。
- ・教室用にPC接続外部スピーカが必要である。

### (2) 照明

プロジェクタの照度が大きくない場合は、教室のスクリーンを見やすくするため外光を遮断し、スクリーン付近を暗くしなければならない。しかし、教室内の様子を動画転送するため教

室内は明るくしなければならず、矛盾する。

## (3) 遠隔授業システムの改善

同期双方向用システム、VOD作成システム、遠隔授業サポートシステムの改善を行う必要がある。連携を広げるためにはレポートの収集・データベース化及び分析の自動化、オンライン試験、などの機能が要求される。

## 9. おわりに

本年度後期のインターネット利用遠隔授業も順調に実施されている。今後は前述で述べた課題を解決しつつ、岡山県内のみならず県外にも連携校を増やしていきたい。また、一般市民を対象とした生涯学習や、海外とも連携したいと考えている。

## 謝辞

本研究は、通信・放送機構(TAO)のテーマとして行った。各連携高校の先生方および大西研究室ゼミ生の多大な協力を得ました。特に鴨方高校の大島修先生には当初から協力を得、多くの有益なアドバイスをいただきました。感謝致します。

## 参考文献

- [1] 大西、榊原他4名、「インターネット利用遠隔授業による高大連携教育」岡山理科大情報処理センタ研究報告 Vol.23 pp.15-20 2003.3
- [2] 橋井、大西他6名、「インターネット利用遠隔授業による高大連携教育」日本教育工学会第19回全国大会講演論文集 pp.911-912
- [3] 大西、他3名、「2.4GHz帯無線LANによるキャンパス内どこでも学習基盤の構築」岡山理科大情報処理センタ研究報告 Vol.22 pp.29-35 2002.3