

I S S N 1341-6839

情報処理センター
研 究 報 告

The Bulletin of the Information Processing Center

第 23 号

(2002.3)

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 メソ孔内における極性分子のダイナミクス

理学部 高原周一・手塚信也・橘高茂治 1

2. 変数分離可能な多次元非線形ナップザック問題の解法と2次形式ナップザック問題への適用

情報処理センター 岩崎 彰 典 3
工学部電子工学科 太田垣 博 一

3. GAによる最適グループの編成

情報処理センター 岩崎 彰 典 9
総合情報学部 宮地 功・尾上 誉幸

4. インターネット利用遠隔講義による高大連携教育

総合情報学部・情報科学科 大西 莊一・榊原 道夫・山本 英二
情報処理センター 堂田 周次郎・市田 義明 15
NTT 西日本株式会社岡山支店 惣 臺 聖 治

MCM-41 メソ孔内における極性分子のダイナミクス

(岡山理科大学理学部) 高原周一, 手塚信也, 橘高茂治

1. はじめに

制限空間内における液体のダイナミクスは古くから興味をもたれているテーマであるが, ここ 10 年ほどの間に MCM-41 [1] 等の細孔径のそろった多孔性物質が合成されるようになり, より精密な実験が行えるようになった. 我々はこれまでに MCM-41 メソ孔内の水分子 [2] およびメタノール分子 [3] 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, これらの系では室温付近においてはメソ孔内の分子運動はバルク中のそれに比べ遅くなることがわかった. 今回は MCM-41 メソ孔内のアセトニトリルのダイナミクスを中性子準弾性散乱測定により調べた. アセトニトリルは水およびメタノールとは異なり, 分子間で水素結合を形成しない. この違いが制限空間内でのダイナミクスにどのように影響するか調べるの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, 18 と変えて, 細孔径の異なる 2 種類の MCM-41 (以下, C10, C18) を合成した. 窒素吸着等温線より求めた細孔直径は C10, C18 の順に 2.14, 3.74 nm であった. 中性子散乱実験用に吸着量の異なる 3 種類の試料 (乾燥, 表面吸着, 毛管凝縮試料) を用意した. これらの試料およびバルクのアセトニトリルについて, 日本原子力研究所の tof 型中性子分光計 AGNES [4] ($\lambda = 4.2 \text{ \AA}$) を用いて 100–300 K の温度範囲で中性子散乱実験を行った.

3. 結果・考察

図 1 に 297 K におけるバルク (a) および MCM-41(C18) に毛管凝縮したアセトニトリル (b) 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アセトニトリル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アセトニトリル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 メソ孔中央部分のアセトニトリル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アセトニトリル分子の運動性を比較するために, 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.

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

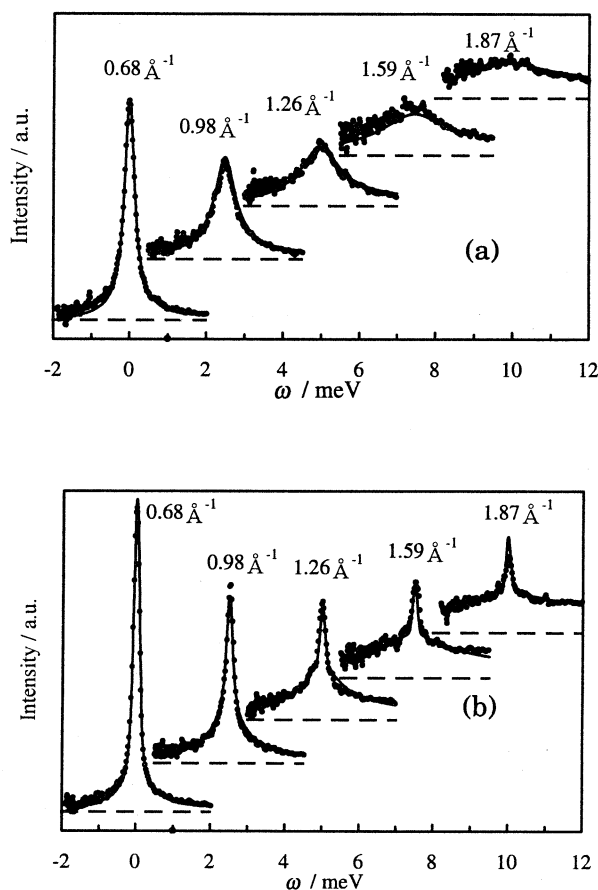


図 1. 297 K におけるバルク (a) および MCM-41(C18) に毛管凝縮したアセトニトリル (b) の中性子散乱スペクトル.

ここで、 Q は中性子の運動量変化（散乱ベクトル）、 ω 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 Γ 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 ω 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アセトニトリル分子からの寄与、２項目および３項目はメソ孔中央部分のアセトニトリル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 590 H, 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 に毛管凝縮したアセトニトリルの中性子散乱スペクトル（準弾性成分）の半値半幅 Γ (Γ_1 と Γ_2 の平均値にあたる) の Q 依存性を示す。比較のために分子の大きさがアセトニトリルとほぼ同じであるメタノールのデータも示す。 Γ は分子運動の緩和時間の逆数に対応する量である。この図を見ると、MCM-41 メソ孔内のアセトニトリル分子はバルク中の分子と比べて若干運動性が低下しているが、メタノールの場合と比較すると、運動性の低下は小さいことがわかる。この結果は以下のように解釈できる。メタノール分子は互いに水素結合をしているため分子運動の協同性が高く、メソ孔近傍に動きにくい分子が存在していることの影響がメソ孔中心部までおよびやすい。一方、アセトニトリル分子は互いに水素結合をしないのでメソ孔中心部は表面近傍とは独立に運動できる。今回の結果は、制限空間内における液体のダイナミクスを考える上で分子運動の協同性が重要な役割を果たすことを示唆している。

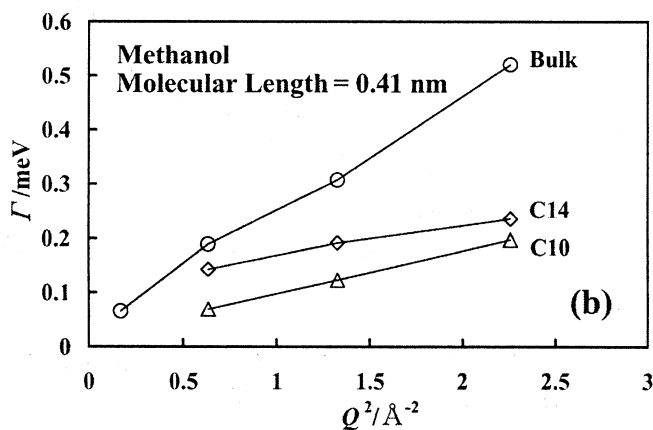
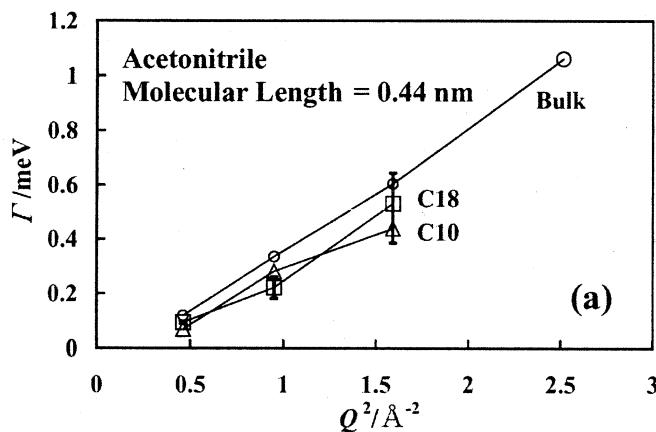


図 2. 297 K における中性子散乱スペクトル（準弾性成分）の Γ の Q 依存性。
(a)アセトニトリル, (b)メタノール。

参考文献

- 1 Takahara, S.; Nakano, M.; Kittaka, S.; Kuroda, Y.; Mori, T.; Hamano, H.; Yamaguchi, T. *J. Phys. Chem. B*, **1999**, *103*, 5814.
- 2 Kittaka, S.; Serizawa, A.; Iwashita, T.; Takahara, S.; Takenaka, T.; Kuroda, Y.; Mori, T. *Studies in Surface Science and Catalysis* **2001**, *132*, 653.
- 3 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.
- 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.

変数分離可能な多次元非線形ナップザック問題の解法と 2次形式ナップザック問題への適用

岡山理科大学情報処理センター 岩崎 彰典
岡山理科大学工学部電子工学科 太田垣 博一

1 まえがき

多次元非線形ナップザック問題は非線形整数計画と等価であり、組合せ最適化の手法を使って解くため、凸性や微分可能性を持たない非線形整数計画へ適用することができる。しかしながら、組合せ最適化問題はNP困難であるため大規模な問題は解くことは困難である。従来、一つの制約条件を持つ非線形ナップザック問題に対しては、分枝限定法や動的計画法が開発されてきたが、複数の制約条件をもつ多次元非線形ナップザック問題に対しては分枝限定法や動的計画法は効率的ではない。我々は、変数分離可能な多次元非線形ナップザック問題に代理制約法を適用し近似解を求め、その解から出発して近似解を改善し、コンピュータの記憶容量が充分ある場合は厳密解を求めることができるアルゴリズムを提案する。

2 変数分離可能な多次元非線形ナップザック問題

変数分離可能な多次元非線形ナップザック問題はつぎの式で定式化される。

$$\text{maximize } f(\mathbf{x}) = \sum_{n=1}^N f_n(x_n) \quad (1)$$

$$\text{subject to } g_m(\mathbf{x}) = \sum_{n=1}^N g_{mn}(x_n) \leq b_m, \quad m = 1, 2, \dots, M, \quad (2)$$

$$x_n \in \mathcal{K}_n, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (3)$$

ここで、変数 $\mathbf{x} = x_1, x_2, \dots, x_N$ 、項目集合 $\mathcal{K}_n = \{1, 2, \dots, K_n\}$ 、であり、 $f_n(x_n)$ 、 $g_{mn}(x_n)$ はそれぞれ非負の目的関数、 b_m は制約許容量である。

非線形ナップザック問題はNauss [1]により研究が始まり、Sinha [2]やDyer [3]、仲川 [4]により効率的なアルゴリズムが開発されてきた。しかし、多次元非線形ナップザック問題のように複数の制約条件を持つ問題にそれらの手法を直接適用することはできない。そこで我々は多次元非線形ナップザック問題に代理制約法を適用する。

3 代理制約法 (SD)

代理制約法はDyer [6]により整数計画問題へ適用された。

岩崎ら [7] は代理制約法を多次元非線形ナップザック問題へ適用した。代理双対問題は次式で与えられる。

$$\min\{\text{opt}[S(\mathbf{u})] : \mathbf{u} \in U\}, \quad (4)$$

ただし, $\text{opt}[S(\mathbf{u})]$ は問題 $S(\mathbf{u})$ の最適な目的関数値,

$$\mathbf{u} = (u_1, u_2, \dots, u_{M-1})^T \in R^{M-1}, \quad (5)$$

$$U = \{\mathbf{u} \in R^{M-1} : \sum_{m=1}^{M-1} u_m \leq 1, \mathbf{u} \geq 0\}, \quad (6)$$

である。ここで, $S(\mathbf{u})$ は代理問題とよばれ次式で与えられる。

$$\text{maximize } f(\mathbf{x}) \quad (7)$$

$$\text{subject to } \varphi(\mathbf{u}, \mathbf{x}) \leq \beta, \quad (8)$$

ただし,

$$\varphi(\mathbf{u}, \mathbf{x}) = \sum_{m=1}^{M-1} u_m \{g_m(\mathbf{x}) - g_M(\mathbf{x})\} + g_M(\mathbf{x}), \quad (9)$$

$$\beta = \sum_{m=1}^{M-1} u_m \{b_m - b_M\} + b_M, \quad (10)$$

である。我々は, 代理双対問題を解くためのアルゴリズムとしてCOPアルゴリズム [5] を用いる。これは代理乗数の作る多面体を考え, 代理問題の最適解を排除するように多面体を切断し代理乗数を更新するアルゴリズムである。次にそのアルゴリズムを示す。

BEGIN

$\mathbf{u}' \leftarrow$ 初期値;

DO

$\mathbf{x}' \leftarrow \text{opt}[S(\mathbf{u}')] ;$

$\mathbf{u}' \leftarrow \text{COP}[S(\mathbf{u}', \mathbf{x}')] ;$

WHILE (U が空でない);

END

代理双対問題の実行可能領域は, 原問題の実行可能領域をすべて含んでいるので, その解は原問題の上界値を与えるが実行可能になるとは限らない。そこで, 何らかの実行可能解を求めるためには近似解法が必要であり, 得られた近似解は上界値と比較することによりその解の品質を評価することができる。

4 近似解法

実行可能でない代理双対問題の解を $\mathbf{x}^{\text{SD}}$, 最適な代理乗数を $\mathbf{u}_m^{\text{SD}}$ とし, 次の式を考える。

$$\tilde{\beta} = \sum_{m=1}^{M-1} u_m^{\text{SD}} \left\{ \sum_{n=1}^N g_{mn}(x_n^{\text{SD}}) - \sum_{n=1}^N g_{Mn}(x_n^{\text{SD}}) \right\} + \sum_{n=1}^N g_{Mn}(x_n^{\text{SD}}). \quad (11)$$

代理問題の β を $\tilde{\beta}$ で置き換え, 実行可能領域が縮小された次の代理問題 $\tilde{S}(\mathbf{u}^{\text{SD}})$:

$$\text{maximize } f(\mathbf{x}) \quad (12)$$

$$\text{subject to } \varphi(\mathbf{u}^{\text{SD}}, \mathbf{x}) < \tilde{\beta}, \quad (13)$$

を得る。この問題の厳密解 $\mathbf{x}'$ が実行可能でなければ (11) 式の $\mathbf{x}^{\text{SD}}$ を $\mathbf{x}'$ で置き換え, 上記手順を実行可能解が得られるまで繰り返す。そのアルゴリズムを次に示す。


```

BEGIN
   $\tilde{\beta} \leftarrow \varphi(\mathbf{u}^{\text{SD}}, \mathbf{x}^{\text{SD}});$ 
  DO
     $\mathbf{x}' \leftarrow \text{opt}[\tilde{\mathbf{S}}(\mathbf{u}^{\text{SD}})];$ 
    IF ( $\mathbf{x}'$ が実行可能) THEN 近似解を出力; EXIT;
    ELSE  $\tilde{\beta} \leftarrow \varphi(\mathbf{u}^{\text{SD}}, \mathbf{x}')$ ;
    ENDIF
  WHILE ( $\mathbf{x}'$ が実行不可能);
END

```

5 厳密解の探索と近似解の改善

近似解の改善と厳密解の探索を行うアルゴリズム (以下 MC と略す) を以下に示す。代理双対問題の解を $\mathbf{x}^{\text{SD}}$, 問題の上界値解を f^{UB} , 近似解法の与える解を $\mathbf{x}^{\text{NEAR}}$ とする。

```

BEGIN
   $f^{\text{UB}} \leftarrow f(\mathbf{x}^{\text{SD}}); f^{\text{LB}} \leftarrow f(\mathbf{x}^{\text{NEAR}}); \hat{\beta} \leftarrow \beta(\mathbf{x}^{\text{NEAR}});$ 
  Step1 :
     $f^{\text{T}} \leftarrow f^{\text{UB}} - \varepsilon;$ 
     $f^{\text{T}}$ 以上の目的関数値を持つ解を列挙する。;
    IF (列挙不可能) THEN Step2へ;
      IF (実行可能解がある) THEN 厳密解を出力; EXIT;
      ELSE  $f^{\text{UB}} \leftarrow f^{\text{T}};$ 
      ENDIF
    ENDIF
  Step1へ;
  Step2 :
     $f^{\text{T}} = f^{\text{LB}} + \varepsilon; \hat{\beta} \leftarrow \hat{\beta} + \delta;$ 
     $\hat{\beta}$ の制約許容量の条件のもとで  $f^{\text{T}}$ 以上の目的関数値を持つ解を列挙する。;
    IF (列挙可能) THEN
      IF ( $f^{\text{UB}} = f^{\text{LB}}$ ) 厳密解を出力; EXIT;
      ELSE  $f^{\text{LB}} \leftarrow f(\text{実行可能解}); \hat{\beta} \leftarrow \beta(\text{実行可能解});$ 
      ENDIF
    ENDIF
     $\delta$ と $\varepsilon$ を少し小さくして Step2へ;
END

```

6 計算機実験

凸2次計画問題は重要な問題であり従来広く研究され、近年今野[8]により非凸な問題へ拡張されている。我々は変数分離可能な問題の例として Bretthauer と Shetty[9] が解いた2次形式ナップザック問題を取

問題番号	近似解	厳密解	上界値
1	110930.0044	120214.0595	120220.4382
2	109750.8511	112104.6001	112120.4071
3	110689.1969	116503.9397	116546.9801
4	110891.5412	119511.7303	119548.3692

表 1: 2 次形式ナップザック問題 (制約数 $M = 3$, 変数 $N = 100$) の目的関数値

り扱う。本実験ではBretthauerらの問題を複数制約条件および非凸へ拡張して、本手法を適用する。この問題は次のように定式化される。

$$\text{maximize} \quad - \sum_{n=1}^N \left(\frac{1}{2} d_n x_n^2 - a_n x_n \right) \quad (14)$$

$$\text{subject to} \quad \sum_{n=1}^N b_{mn} x_n \leq b_m, \quad m = 1, 2, \dots, M, \quad (15)$$

$$l_n \leq x_n \leq u_n, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (16)$$

$$x_n \text{ integer}, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (17)$$

ここで各係数を $d_n \in [-28, 28], a_n \in [30, 80], b_n \in [1, 13], n = 1, 2, \dots, N$, 探索空間を l_n and $u_n \in [4, 15], n = 1, 2, \dots, N$ とした。この問題は 2 次の係数に負の係数を含むために非凸な問題である。この問題の計算機実験の結果を表. 1 に示す。

7 まとめ

問題が変数分離型であれば凸性や微分可能性を持たないさまざまな問題に対して本手法を適用することができる。例えば探索空間が連続である計画問題は、探索空間を離散化することにより多次元非線形ナップザック問題へ変換することができる。その厳密解の近傍へ探索空間を縮小することによって解の精度を高めることができる。しかしながら、複数の制約条件を持つ組合せ問題に対する有効な解法は開発されていなかったが、本手法により従来厳密解を見つけることができなかった問題の厳密解を見つけることができた。問題の規模や制約許容量の厳しさによっては厳密解を見つけることは非常に困難であるが、それはメモリ量に依存する。今後メモリ量の増大と、効率的なメモリ管理によってかなり実用的な問題が解けるようになることを期待できる。

参考文献

- [1] Nauss R. M., “The 0-1 knapsack problem with multiple choice constraints” European Journal of Operational Research, Vol. 2, pp. 125-131, 1978.
- [2] Sinha P. and Zoltoner A. A., “The multiple-choice knapsack problem” Operations Research, Vol. 27, pp. 503-515, 1979.
- [3] Dyer M. E., Kayal N. and Walker J., “A branch and bound algorithm for solving the multiple-choice knapsack problem” Journal of Computational and Applied Mathematics, Vol. 11, pp. 231-249, 1984.
- [4] 仲川勇二, “離散最適化問題のための新解法” 信学論 A, Vol. J78-A, No. 8, pp. 550-556, 1990.
- [5] 仲川勇二, 疋田光伯, 鎌田弘, “代理双対問題を解くためのアルゴリズム” 信学論 A, Vol. J67-A, No. 1, pp. 53-59, 1984.
- [6] Dyer M. E., “Calculating surrogate constraints” Mathematical Programming, Vol. 19, pp. 255-278, 1980.
- [7] 岩崎彰典, 太田垣博一, 仲川勇二, 宮下文彬, 成久洋之, “代理制約法の多次元非線形ナップザック問題への適用” 信学論 A, Vol. J78-A, No. 8, pp. 1065-1068, 1995.
- [8] 今野浩, “大域的最適化法の現状” 情報処理, Vol. 36, pp. 1062-1069, 1995.
- [9] Bretthauer K. and Shetty B., “The nonlinear resource allocation problem” Operations Research Computing, Vol. 43, pp. 670-683, 1995.

GA による最適グループの編成

岡山理科大学 情報処理センター 岩崎 彰典

岡山理科大学 総合情報学部 宮地 功

尾上 誉幸

1. まえがき

小学校では仲間作り、仲の良いまとまりのある学級を作ること目標にしている。学級において日常的にグループ学習をよく行っている。その学習グループは学習を進めるだけではなく、お互いに親密な人間関係を作るきっかけともなり大変重要である。

このような目的を達成するために、人間関係を定量的に測定する方法として N 人の人間集団の中で互いの好感度を測定して、 $N \times N$ の人間関係行列を作ることができる。人間関係行列を用いて、この集団を K 個のグループに分け、最適なグループを編成する問題 P を考える。

各グループの人数を L とすれば、 N 人の集団を K 個のグループに分ける場合の数 μ は、

$$\mu = \frac{{}_N C_L \times {}_{N-L} C_L \times \cdots \times {}_{N-(K-1)L} C_{N-(K-1)L}}{K!}$$

で与えられる。40 人を 10 グループに編成する場合は、

$$\mu = 3.546 \times 10^{29},$$

32 人を 8 グループに編成する場合、

$$\mu = 5.929 \times 10^{19},$$

24 人を 6 グループに編成する場合、

$$\mu = 4.518 \times 10^{12}$$

となる。これから、列挙法によって、現在のコンピュータを用いても実時間内で 24 人 6 グループ以上の組合せを求めることが不可能である。GA はランダム性を取り入れると同時に、解の構成法や演算手続きに問題固有の構造を導入することができる。また、一つの解から並列的に解の探索を行う。そして、複数の目的を同時に改善し、解を効率的に探索できる。そこで、遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて問題 P の解法を開発することにした。

問題 P は次の 4 つの目的を最適化する多目的最適化問題である [1][5][6]。

- (1) グループの選択強さの和をできるだけ大きくする
- (2) グループの選択強さの最小値をできるだけ大きくする
- (3) グループの選択数の和をできるだけ大きくする
- (4) グループの選択数の最小値をできるだけ大きくする

本論文では、この問題 P を定式化し、4 つの目的関数を最大化するように GA を適用する。

以下では、グループ編成問題を定式化し、GA による解の探索方法を述べる。そして、数値例を使って、得られた解について考察する。

2. グループ編成問題^{[1][5][6]}

互いの好感度 r_{ij} を 0～4 の 5 段階で評価する. 0～4 をそれぞれ「好感がない」「少し好感がある」「かなり好感がある」「大変好感がある」「ものすごく好感がある」を意味するものとする.

$$0 \leq r_{ij} \leq 4, \quad r_{ij}: \text{整数}, \quad i=1,2,\dots,N, \quad j=1,2,\dots,N.$$

また, 相手を選択しているかどうかを b_{ij} で表す.

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & r_{ij} > 0 \\ 0, & r_{ij} = 0 \end{cases} \quad i=1,2,\dots,N, \quad j=1,2,\dots,N.$$

グループ編成問題 P は次式で表される.

$$\max \quad z_1 = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N r_{ij} x_{ik} x_{jk} \quad (1)$$

$$\max \quad z_2 = \min_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N r_{ij} x_{ik} x_{jk} \quad (2)$$

$$\max \quad z_3 = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N b_{ij} x_{ik} x_{jk} \quad (3)$$

$$\max \quad z_4 = \min_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N b_{ij} x_{ik} x_{jk} \quad (4)$$

s.t.

$$x_{ik} = \begin{cases} 0, & i \notin \{\text{グループ}k\} \\ 1, & i \in \{\text{グループ}k\} \end{cases} \quad i=1,2,\dots,N, \quad k=1,2,\dots,K$$

$$\sum_{k=1}^K x_{ik} = 1, \quad i=1,2,\dots,N$$

ここでは, 人数 N が (グループ数 K) $\times$ (その人数 L) に等しいとする. $N \neq K \times L$ である場合, $N+N' = K \times L$ となるように擬似的な人を N' 人加えて, 人間関係行列を次のようにする.

$$r_{ij} = 0, \quad i = N+1, N+2, \dots, N+N', \quad j = N+1, N+2, \dots, N+N'$$

グループ編成後, その人を取り除くことにする.

3. 遺伝的アルゴリズム^[1]

GA では, 選択, 交叉, 突然変異の 3 つの遺伝的操作を確率的に行って問題を解く. まず, いくつかの個体を生成し, 親となる 2 つの個体を選択し, 交叉して, 子となる個体を作. 通常, このような操作を繰返す. 問題 P においてグループを編成するために, 通常交叉を行うと致死遺伝子ができてしまう. その為, ここでは 2 つの個体を選択する代わりに, 図 1 に示すように 1 つの個体の遺伝子を組み換え, 新しい個体を生成する. まず, 親となる個体にランダムな交叉位置①と②を決める. 次に, 交叉させる遺伝子の数 n をランダムに決める. 交叉位置①と②から n 個の遺伝子のまとまりをそれぞれ S と T とする. S と T を交換して交叉を行い, 子の個体を生成する. このような交叉を繰返して, 新しい個体を生成する.

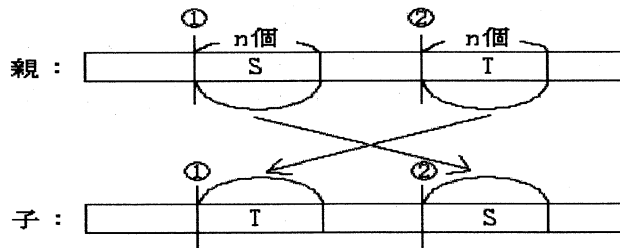


図 1. 子の生成方法

以上の操作を繰返して、個体を生成していく方法を図 2 に示す。実行可能な解として、最初の個体を一つ生成する。交叉位置と交叉させる遺伝子の数をランダムに決めて、最初の個体 1 から交叉させて、個体 2 を生成する。同様に個体 1 から交叉させて、個体 3 を生成する。個体 2 から個体 4 を生成する。このように個体を生成し、親となる個体から分裂するかたちで、個体の数を増やしていく。個体を M 個生成するまでを 1 世代とする。その後、その中から最も適応度の高い個体を 1 つ選択し、次世代の親とする。1 世代の生成方法と同様にして、前の世代の最良の個体から子の個体を生成していく。このような個体生成を 1 万世代繰返す。この方法は、最良な解がそのまま子孫として残されていくのでエリート戦略になっている^{[7][8]}。ここで、適応度 f を 1 つの目的関数で表し、4 個の適応度 f_1, f_2, f_3, f_4 を考える。この個体生成方法によって、 z_1 に対応する適応度 f_1 に基づいて、1 万世代の間個体生成を繰返して z_1 についての近似最適解を求める。続いて、適応度 f_2, f_3, f_4 についても、同様に 1 万世代の個体生成を繰返して解を求める。

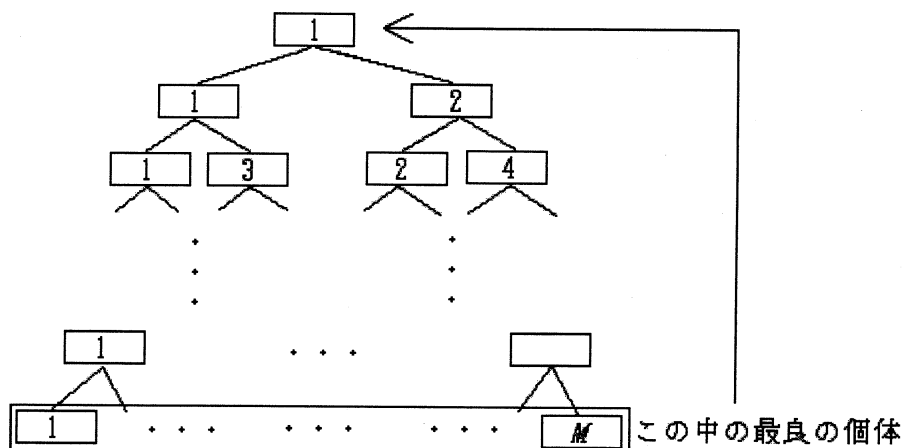


図 2. 個体の生成方法の模式図

GA による探索の処理の流れを次のように行う。1 世代に生成する個体の数を M とする。 M は 2 の倍数を格納する。個体を生成して記憶するために、最初的位置を Left、最後的位置を Right に格納する。Center には Left と Right の中央値を常に格納する。個体の生成をする関数を Create() とし、アルゴリズムを擬似言語で以下に示す。

```

Left ← 1, Right ← M
DIMENSION 個体[M]
FUNCTION Create(Left, Right)
    Center ← (Left と Right の中央値)
    個体[Center] ← 個体[Left] に交叉を行ったもの
    IF (Center ≠ Right) THEN
        IF (Left < Center) THEN Create(Left, Center-1)
        IF (Center < Right) THEN Create(Center, Right)
    ENDIF
ENDFUNCTION

```

4. 数値例

小学校では、仲の良いまとまりのある学級を作ること为目标にしている^{[3][4]}。そこで、座席替えの際に並びたい度合の 5 段階のアンケートを数クラスを対象に実施した^{[1][5][6]}。そのアンケート結果から人間関係行列を作成する。そのアンケートの中から数値例として、児童数 36 人の 2 学級 C1 と C2 に本アルゴリズムを、適用する。 $N=36, K=9, L=4, M=64$ の場合、個体生成を 1 万世代繰返した。最後の 64 個の解の中で、採用できそうな解について、目的関数 $z_1 \sim z_4$ の値を表 1 に示す。また、それらの解の各グループの選択強さと選択数を表 2 に示す。

学級 C1 について「選択強さの和」と「選択強さの最小値」の関係を図 3 に示す。「選択数の和」と「選択数の最小値」の関係を図 4 に示す。図 3 と図 4 において、近似最適解と思われる解に記号 A～F を付けた。解 A～F は図 3 と図 4 において互に対応している。図の中に使った記号◆, ■, ▲, ○は、それぞれ適応度 f_1 , f_2 , f_3 , f_4 について求めた解を示す。例えば、図 3 において解 A は、適応度 f_2 の基で求めた解であり、「選択強さの最小値」 z_2 が最も大きい。その解 A は図 4 において「選択数の和」が小さいことがわかる。学級 C2 について、グループ編成した結果を図 5 と図 6 に示し、それぞれの解に記号 G～J, O, R, U～W を付け、2 つの図の記号は対応している。

学級	解	z_1	z_2	z_3	z_4
C1	A	253	26	89	7
	B	283	21	90	8
	C	320	17	97	7
	D	319	17	96	7
	E	269	19	99	9
	F	275	19	98	9
C2	G	280	29	90	9
	H	304	25	100	9
	I	326	23	100	9
	J	332	22	100	9
	O	347	23	103	9
	R	316	23	106	10
	U	308	21	105	10
	V	309	19	103	10
	W	301	21	100	8

表 1. 得られた解についての目的関数の値

表 2. 得られたグループの選択強さ、選択数、およびその最大差

学級	解		1班	2班	3班	4班	5班	6班	7班	8班	9班	最大差
C1	A	選択強さ	26	33	29	26	31	29	27	26	26	7
		選択数	9	11	10	11	10	12	7	10	9	5
	B	選択強さ	39	28	38	26	31	21	47	29	24	26
		選択数	11	11	10	8	9	10	12	9	10	4
	C	選択強さ	39	28	38	17	46	46	47	35	24	30
		選択数	11	11	10	7	12	12	12	12	10	5
	D	選択強さ	37	28	39	17	46	46	47	35	24	30
		選択数	11	11	11	7	12	12	12	12	8	5
	E	選択強さ	30	26	35	19	27	24	42	29	37	23
		選択数	9	11	12	11	12	9	12	11	12	3
	F	選択強さ	38	26	30	19	27	24	42	29	40	23
		選択数	12	11	9	11	12	9	12	11	11	3
C2	G	選択強さ	34	29	29	31	30	30	35	29	33	6
		選択数	12	10	8	10	10	9	11	10	9	4
	H	選択強さ	41	36	35	36	36	25	33	36	26	16
		選択数	12	12	12	10	12	9	10	12	11	3
	I	選択強さ	39	41	38	23	43	45	39	28	30	22
		選択数	12	12	12	9	12	12	12	10	9	3
	J	選択強さ	22	41	39	23	43	45	31	47	41	25
		選択数	9	12	12	9	12	12	11	12	11	3
	O	選択強さ	39	41	38	23	43	45	31	46	41	23
		選択数	12	12	12	9	12	12	11	12	11	3
	R	選択強さ	41	36	36	47	36	25	36	36	23	24
		選択数	12	12	12	12	12	10	12	12	12	2
	U	選択強さ	41	36	30	47	36	25	36	36	21	26
		選択数	12	12	11	12	12	10	12	12	12	2
	V	選択強さ	33	36	41	47	36	25	36	36	19	28
		選択数	11	12	12	12	12	10	12	12	10	2
	W	選択強さ	24	36	41	47	36	25	36	33	23	24
		選択数	10	12	12	12	12	10	12	10	12	2

問題 P を GA により求めた結果、図 3 より解 A は z_2 が最大であり、C は z_1 が最大である。また、図 4 より

解 E は z_3 と z_4 が最大である。解 C は、選択強さの和は最大であるが、選択強さの最小値は他の解より小さい。図 4 で見ると、解 C の選択数の和は解 E、F に次いで大きい。解 C について 9 個の学習グループ内の人間関係を図 7 のブロック内に示す。並びたい度合は 5 段階で表しているが、0 は「並びたくない」であるので矢印を省き、並びたい度合 1～4 を図 7 の右下に示す 4 種類の矢印で表す。矢印の数が選択数を表す。各班を構成する児童の出席番号をブロック内の四隅に示す。図 7 において 4 班の選択強さは 17 であり、他の班と比べて小さく、選択数も 7 であり小さい。4 班は、友達関係が最も疎になっている。このようにそれぞれの解について友達関係を考える。

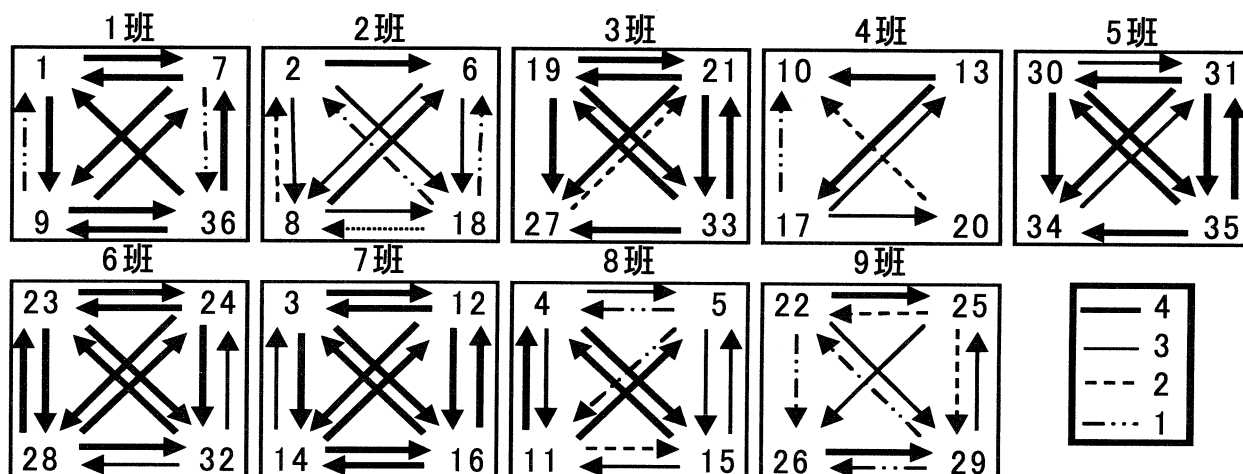


図 7. 解 C におけるグループ内の友達関係図

5. まとめ

多目的で学習グループの編成を考え、定式化した。適切な学習グループの編成を行うために、GA による解の探索方法を提案した。そのアルゴリズムを利用し、数値例として 36 人の 2 学級を 9 グループにグループ編成することを試み、得られた解を示して考察した。

ここでは、児童の男子と女子を区別せずに GA による学習グループを編成した。学校で学級の児童をグループ編成するためには、児童の男女を考慮する必要がある。さらに、GA による探索によって求めた解が、列挙法による厳密解にどの程度近い解であるのかを確かめ、GA によるグループ編成の最適化が有効であることを確かめなければならない。

参考文献

- [1] 岩崎彰典, 宮地功, 尾上誉幸: GA による学習グループの編成, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.101, No.506, pp.73-78(2001)
- [2] 河井芳文: ソシオメトリー入門, (1985) みずうみ書房.
- [3] 宮地功, 岸誠一: 新しいソシオメトリックテスト用紙と新しい指標の提案, 日本教育工学会研究報告集, JET92-6, pp.23-28(1992).
- [4] 宮地功, 岸誠一, 小孫康平: 間隔尺度測定に基づくソシオメトリックテストの提案と分析システムの開発, 教育情報研究, Vol.9, No.2, pp.33-44(1993).
- [5] 宮地功: 学習グループ構成問題, 日本オペレーションズリサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集, pp.20-21 (1995).
- [6] 宮地功: GA による学習グループ構成問題の解法, 日本 OR 学会春季研究発表会アブストラクト集, pp.191-192 (1997).
- [7] 坂和正敏, 田中雅博: 遺伝的アルゴリズム, pp.1-113(1995) 朝倉書店.
- [8] 玉置久: 遺伝的アルゴリズムと多目的最適化, 北野宏明編「遺伝的アルゴリズム 2」, pp.71-87 (1995) 産業図書株式会社.

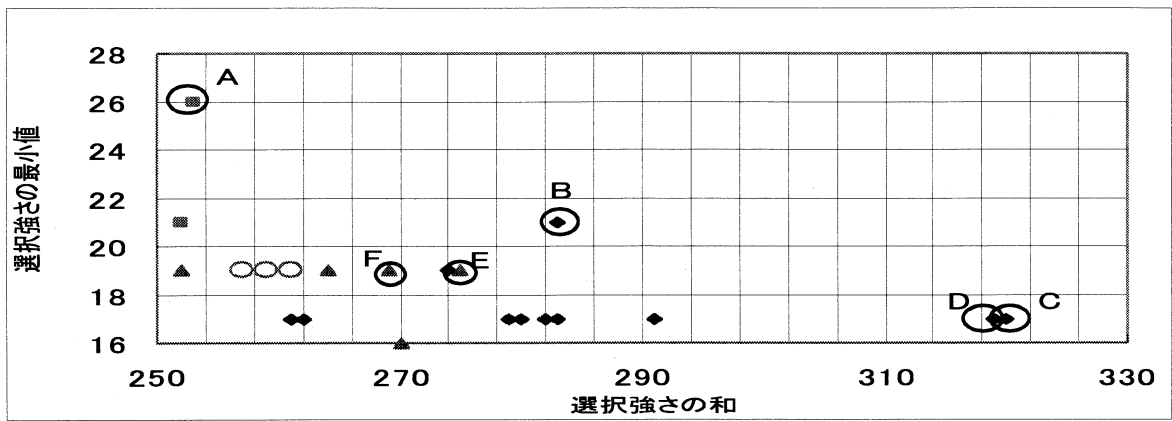


図 3. 学級 C1 の選択強さの和と選択強さの最小値との関係

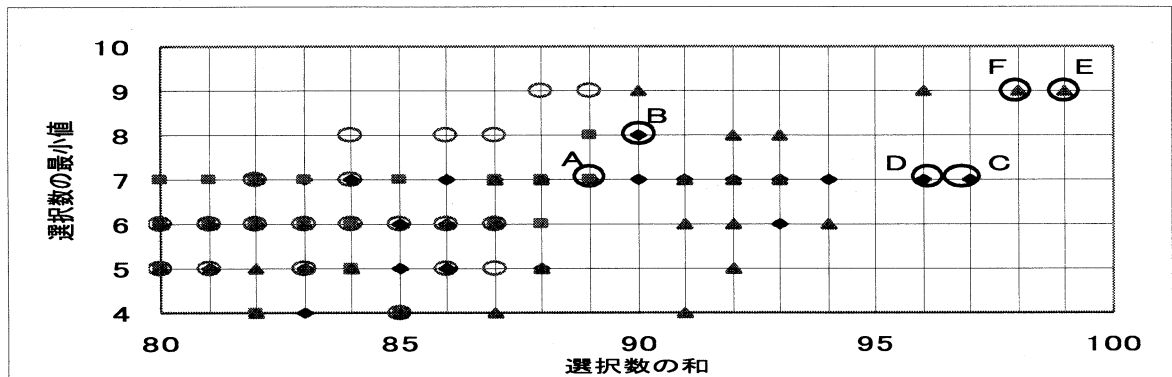


図 4. 学級 C1 の選択数の和と選択数の最小値との関係

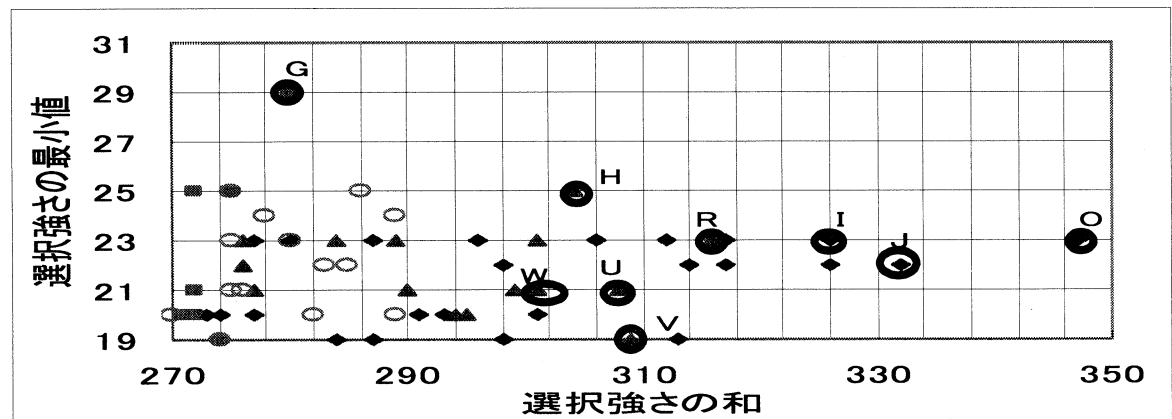


図 5. 学級 C2 の選択強さの和と選択強さの最小値との関係

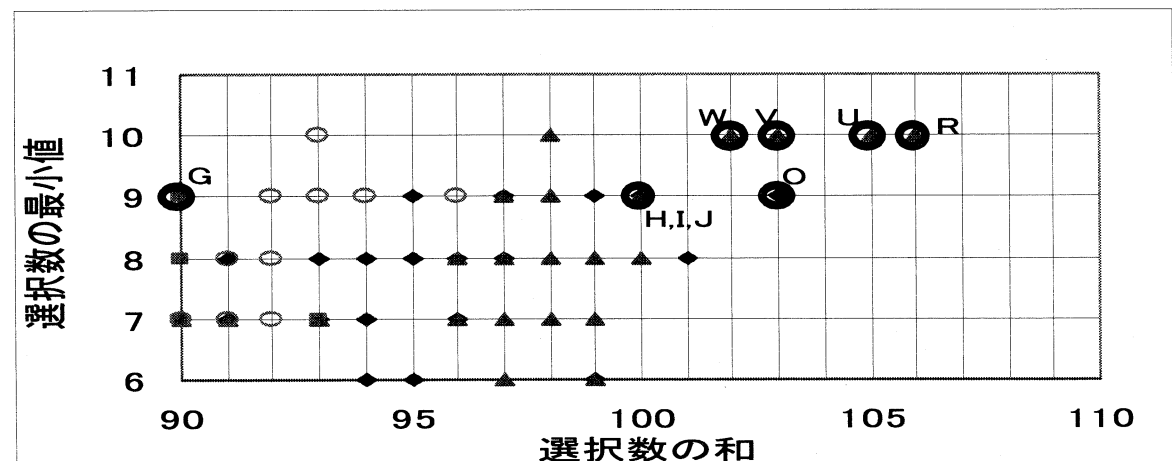


図 6. 学級 C2 の選択数の和と選択数の最小値との関係

インターネット利用遠隔講義による高大連携教育

大西 莊一(1) 榑原 道夫(1) 市田 義明(2)
堂田 周治郎(2)(3) 山本 英二(1) 惣臺 聖治(4)

(1) 岡山理科大学総合情報学部 情報科学科 (2) 岡山理科大学情報処理センタ
(3) 岡山理科大学工学部 福祉システム工学科 (4) NTT西日本株式会社 岡山支店

1. はじめに

いま様々な教育改革が進められている。岡山理科大学（以後、本学）においても教育の向上を目指して、いろいろな取り組みがなされている。

平成13年12月に岡山理科大学（以後、本学）と岡山県立鴨方高校（以後、鴨方高）で遠隔教育による単位認定を伴う高大連携教育の協定を結び、平成14年4月から実施している。これは、通信・放送機構（TA0）の公募研究事業に採択された「岡山理科大学マルチメディア・モデルキャンパス展開事業」における実験研究の成果の一つである。この高大連携教育は岡山県の岡山情報ハイウェイとTA0の岡山ギガビットネットワークを活用したインターネットによる遠隔講義で行われている[1]。

鴨方高は岡山県の南西部に位置し、本学から約40kmの距離にある。1学年200名の定員を持つ総合学科の高校である。

高大連携教育の科目として、本学情報科学科1年前期に1単位の選択専門基礎科目を設置した。内容は「インターネット入門」である。平成14年度の履修登録者数は鴨方高生16名、本学1年生23名であった。遠隔教育は大きなトラブルもなく順調に推移した。今回、本取り組みについて報告する。

2. 高大連携の背景と意義

高校においては、多様な科目の履修が可能な単位制高校、総合学科高校の設置や課外活動を増加単位として認定するなど、より柔軟な教育を目指した教育改革が進んでいる。大学においては、多様な入試制度により入学者の学力格差・知識格差が拡大しており、格差是正の取り組みが必要になってきている。また、少子化に

より受験生の減少が続いており、大学を強くアピールする必要がある。社会においては、大学の地域社会への貢献が今まで以上に強く求められている。文部科学省も地域社会に貢献する開かれた大学を求めている。このような背景のもとに、大学が開講している科目を高校生に開放する等の高大連携教育が盛んになってきている。高大連携により、次の意義が考えられる。

- ・高校生に発展的な教育を提供することにより、知的刺激を与え学習意欲に良い影響を与えることができる。
- ・高校生は大学を知り、進路決定に役立つ。
- ・高校から大学への連続的な教育ができる。
- ・大学生にとっては学力・知識の底上げができる。
- ・大学は地域社会に貢献できる。
- ・大学の存在を社会にアピールできる。

3. インターネット利用遠隔教育の意義

地域に貢献する活動の一つとして、大学が開講している科目を高校生に開放する等の高大連携教育が盛んになってきている。

高大連携教育の取り組みの多くは、高校生が大学の講義室で大学生と一緒に受講するものか、あるいは大学教員が高校へ出向いて講義するものである[2]。

しかし、大学から距離的に遠い高校の生徒にとっては大学に通学することは困難であり、また、大学教員が高校に出向く場合も同様に遠方の高校に行くことは困難である。そのため高大連携教育が実現しにくく、地理的条件による高校間格差が生じることが懸念される。この問題を解決するためにインターネットによる遠隔教育が有効な方法の一つであると考えられる。

筆者らは12年度から本学から約40km離れてい

る鴨方高とインターネットによる同期双方向遠隔教育の実験を行い、14年度からインターネットを利用した遠隔教育による単位認定を伴う高大連携教育を実施している。インターネットによる同期双方向遠隔教育によって距離を感じさせない高大連携教育が可能となった。多数の高校は大学から遠く離れた位置にあることを考えると、距離を感じさせない遠隔教育の意義は大きいと言える。

4. 遠隔教育の方式

遠隔教育の方法には、教授者と学習者が時間を共有する「ライブ型」と時間を共有しない「いつでも型」がある。また、コミュニケーションの方法に「同期双方向」、「非同期双方向」、「一方向」がある。これらの組み合わせで、I型からV型まで5種類の方式[3]が考えられる。筆者らは主に同期双方向・ライブ型（I型）で本学の講義を鴨方高へ配信した。本学の教室と遠方にある鴨方高の教室が一つの教育空間となった。すなわち本学の教室にいる大学生と鴨方高の教室にいる高校生が同時に同じ授業を受けることになる。

非同期双方向・いつでも型（IV型）を補完的に利用している。IV型のサイトは通常は復習に使用されるが、高校のイベントなどのために大学の講義日時に高校生が受講できないときにも使用できる。実際、筆者らの連携教育でも鴨方高生は高校の中間テスト、期末テスト、修学旅行の3回I型で受講できずIV型で受講した。

4.1 同期双方向・ライブ型（I型）

（1）ソフトウェア

NetMeeting（マイクロソフト社製）を使用した。教材はパワーポイントデータとホームページを用いた。NetMeetingのアプリケーション共有機能によりパワーポイントとブラウザを教授者と学習者で共有した。パワーポイントのアニメーションやホームページのリンクが使えるアプリケーション共有機能は教材提示にきわめて有効であった。

図1はI型のパソコン画面である。教授者・学習者とも同じ画面になる。図1の左部はパワーポイントを共有したウィンドウである。右上が学習者、右下が教授者の動画像である。NetMeetingの送信画像サイズを「中」に設定し、表示画像サイズを200%で表示している。送信画

像サイズが大で表示画像サイズ100%が最も鮮明な画像が得られるが、通信データ量が多くなる。通信回線の速度に合わせた調整が必要である。大学・高校ともパソコン画面をPCプロジェクタでスクリーンに投影している。



図1. I型教育の画面

（2）ハードウェア

市販のパソコンを使用しているが、動画像と音声を双方向で通信するため、高性能なCPUと高速回線が必要である。

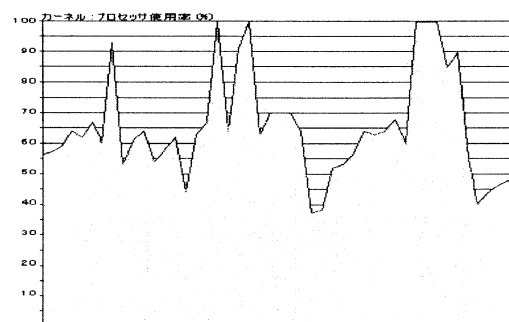


図2. CPU負荷（CPUクロック600MHz）

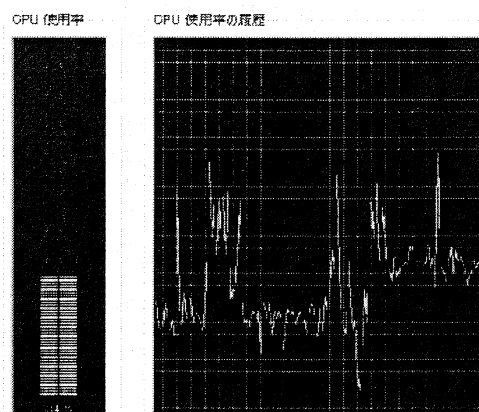


図3. CPU負荷（CPUクロック 1GHz）

図2, 図3は遠隔授業時のCPU負荷を表している。図2のPCは「CPU: PentiumⅢ600MHz, メモリー: 64MB, OS: Windows98」である。CPU負荷が100%に達しているところがある。その部分では音声は途切れ、動画像の動きが止まる。図3のPCは「CPU: PentiumⅢ1GHz, メモリー: 256MB, OS: Windows XP」である。CPU負荷は100%に達していない。このことからCPUクロックは1GHz以上が望ましい。

CCDカメラ, マイクはパソコン用の安価なものを使用している。マイクは音声の回り込みがあるので、指向性の強いものが望ましいが、パソコン用の安価なものでも使用に耐え得た。

(3) ネットワーク

図4は経路図である。本学は岡山ギガビットネットワークの100Mbpsで、鴨方高は1.5Mbpsでそれぞれ岡山情報ハイウェイに接続している。岡山情報ハイウェイの接続ポイント間は155Mbpsである。本学と鴨方高のルートは帯域は保障されていないが、高速回線が確保されている。

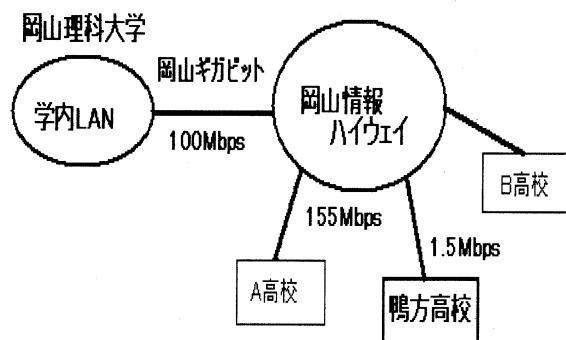


図4. 経路図

(4) I型の評価

鴨方高への講義の配信及び質疑応答は小さなトラブルはあったが、遠隔授業に支障をきたすほどではなく全体としては好評であった。

動画像: 遅延は1秒程度でほとんど支障はなかった。画質はまれに乱れることはあったが授業に支障はなかった。

音声: 遅延は1秒程度でほとんど支障はなかった。音質はマイクの使い方によって音声割れたり不明瞭になったりすることが稀にあったが、授業に支障をきたすほどではなかった。パソコン用の安価なマイクでも使用可能である。音質の確認のために、本番前にマイクテ

ストを行いマイクと口との間の適当な距離を確認しておくほうがよい。

教材提示: パワーポイントとブラウザを教授者と学習者で共有することにより教材を提示した。両者とも表示の遅延は1秒程度で授業に支障はなかった。フルカラー画像は256色に減色されるためカラー写真は使いにくい。

学習者: リアルタイムな質疑応答により集中力を持続することができた。また、教授者と今の時間を共有しているという感覚も集中力持続に影響していると考えられる。

教授者: リアルタイムに質問をすることにより学習者の理解度を掴みながら講義を進めることができた。マイクの使い方やカメラ視線を意識する必要があった。対面授業にはない教授技術が要求される。

4.2 非同期双方向・いつでも型 (IV型)

学習者は機械を相手に学習しているという感覚とリアルタイムな質疑応答が出来ないことから集中力を持続させることが難しい。しかし、「好きな時間」に「繰り返し」学習できるというメリットがある。I型遠隔教育の補完用にVODを含むIV型用ホームページ[4]を開設した。

図5はIV型遠隔教育用ホームページのトップページである。

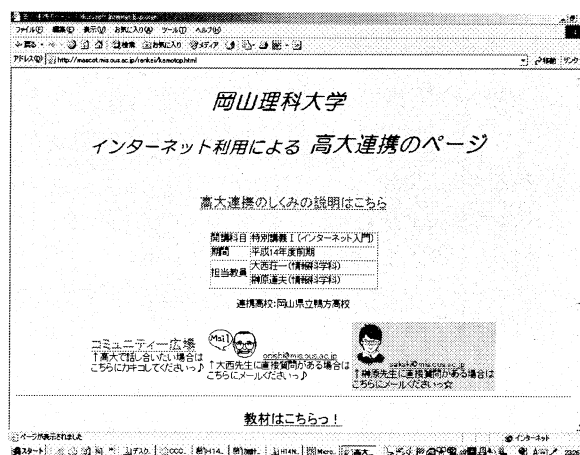


図5. IV型遠隔教育用ホームページ

概要は次のとおりである。

- ・教授者のメールアドレスの提示
- ・コミュニケーション用掲示板
CGI で作られている。学生や教授者が自由に書き込めるコミュニケーション広場として使用する。
- ・I型教育で使用した教材

パワーポイントデータをPDF化したものをリンクしている。

・授業のビデオ

VOD用のwmvファイルでマイクロソフト社製のMediaPlayerで見ることができる。

・VOD用コンテンツ (図6参照)

マイクロソフト社製 Producer で編集した。授業のビデオと教材のパワーポイントデータをリンクしたものでブラウザで見ることができる。図6の左上は教授者の動画像、左下はパワーポイント教材の目次、右はパワーポイント教材である。パワーポイント教材は教授者の音声・動画像に同期して自動的に移る。

・学習者のレポートフォーム

レポート項目を統一することと、レポート作成を容易にするために、CGI で作られている。授業終了前に毎回レポートを本フォームで送信する。

これらのコンテンツはパスワードで管理されており受講生のみ利用できる。

VOD用の動画像ファイルはMediaPlayerで再生される。VODは「繰り返し」見られるため、いわゆるオフレコにはならない。授業をビデオカメラで撮影したままではなく、十分にチェックをして編集し、それから公開することが必要である。

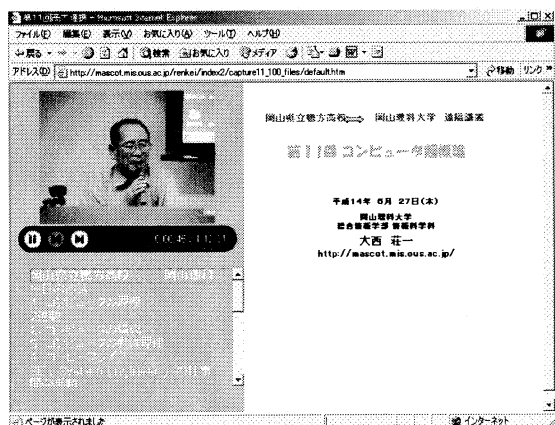


図6. Producer で編集したVOD画面

5. 高大連携教育のしくみ

(1) 高大連携科目「特別講義Ⅰ」の内容

情報科学科1年前期に1単位の選択専門基礎科目「特別講義Ⅰ（インターネット入門）」を高大連携科目として開講した。多様な入試制度により多様な学生が入学してくる。そのため、

新入生の情報系の知識量及びリテラシには大きな差があり、専門科目の教育を一律にはしづらい状況となっている。本科目は、専門科目を学ぶための導入科目として位置づけられており、特に情報系に対する知識の乏しい学生のための選択科目である。鴨方高においては、1年次に開講している「コンピュータⅠ」の発展として増加単位になる。講義は大西と本学情報科学科・榊原道夫助教授が分担した。

授業のタイトルは次のとおりである。

- 第1回 インターネットとは
- 第2回 インターネットの基本的な利用
- 第3回 WWWで広がる情報の世界
- 第4回 ブラウザによる情報表現の仕組み(1)
- 第5回 ブラウザによる情報表現の仕組み(2)
- 第6回 ホームページの作り方
- 第7回 動くホームページ(1)
- 第8回 動くホームページ(2)
- 第9回 携帯電話とインターネット
- 第10回 サーバーについて
- 第11回 コンピュータ超概論
- 第12回 セキュリティについて
- 第13回 暗号について
- 定期試験

(2) 履修登録と登録人数

高校生は科目等履修生として登録する。

履修登録者は本学1年生が23名、鴨方高生は2年生が10名、3年生は6名、合計16名であった。鴨方高生は全員1年次の「コンピュータⅠ」を履修済みである。

(3) 授業時間

1回50分の授業を13回と定期試験を行う。

授業の時間帯は鴨方高の放課後16時からである。鴨方高生は鴨方高で遠隔受講する。大学生は本学の講義室で対面受講する。

高校の1単位の授業時間数は35時間なので大学1単位の授業時間数では不足である。そのため、鴨方高側で遠隔授業の前後に教員がレポート指導を行ったり、夏季休暇中に鴨方高生が本学を訪問し研究室見学や実習をしたりすることなどで補っている。

(4) 成績評価及び単位認定

本科目は大学で開講している科目であるから、成績評価は講義担当の本学教員が大学生と高校

生の区別をせずに大学の科目として行う。評価はA,B,C,D,Eの5段階評価である。Eは三分の一以上欠席した途中放棄者である。評価C(60～69点)以上を合格として本学の1単位を認定する。鴨方高は評価D以上を1単位の増加単位として認定する。すなわち、途中放棄せずに最後まで受講し、かつ定期試験を受けた者は鴨方高の増加単位が認められる。さらに、C以上の評価を得れば、鴨方高と本学の両方の単位が取得できることになる。

評価方法は毎回のレポート(出席点)と定期試験(ペーパーテスト)を合わせる。レポートはフォーマットを統一させるためと受講者の利便性を考慮してホームページ上から提出できるようにCGIで作成した。レポートの内容を次に示す。

氏名：
所属：
メールアドレス：
講義の難易度：1から5までの5段階を選択
新しい発見：ある，ない を選択
ある場合はその内容を記述
理解できなかったこと：ある，ない を選択
ある場合はその内容を記述
感想：自由記述

(5) 成績

表1は成績結果である。

表1 高大連携科目成績結果

学年	履修登録	E判定	C判定 以上
鴨高2年	10名	6	2
鴨高3年	6名	0	6
本学1年	23名	3	17

鴨方高2年生10名中6名がE判定、3年生は6名全員C判定以上で途中放棄者はいなかった。2年生の途中放棄の理由を今後調査し、その対策を検討する。本学1年生は23名中3名がE判定であった。途中放棄者を除いて、高校生の成績は大学1年生に比べ見劣りするものではなかった。

6. 高大連携教育の分析

毎回のレポートのデータと授業アンケートを分析した。

(1) 講義の難易度の分析

学習者が授業を受けての直感で講義の難易度を評価した。5段階評価で5が難しい、1が易しいである。図7は難易度の高大比較、図8は本学1年生の各講義の難易度率、図9は鴨方高2・3年生の難易度率である。

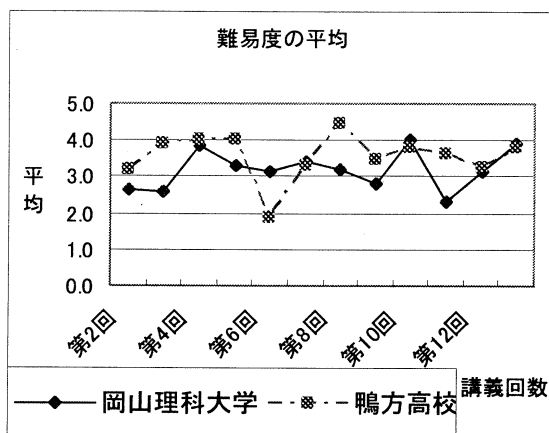


図7. 難易度平均の高大比較

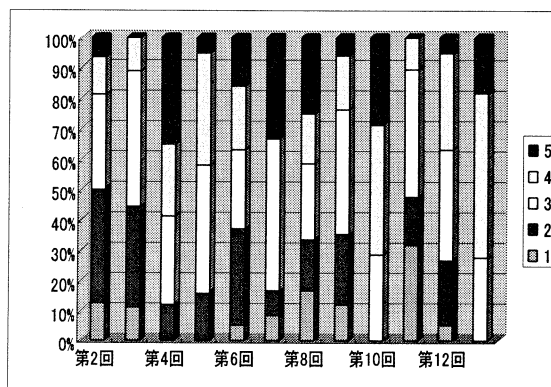


図8. 本学1年生の難易度率

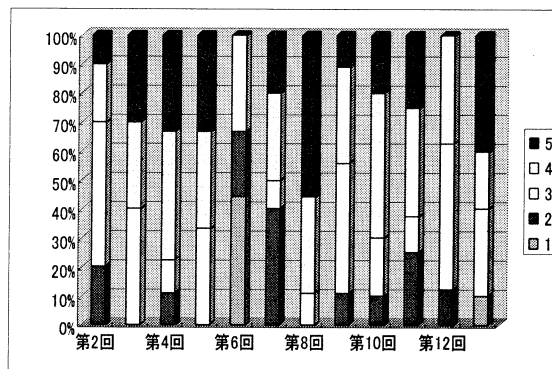


図9. 鴨方高生2・3年生

図7より、全般に本学1年生より鴨方高生のほうがやや難しいと感じている。第6回の授業

については高校生の方がかなり易しいと感じており、他の回と傾向が異なる。第6回はホームページ作成の実習授業である。鴨方高生は既に「コンピュータⅠ」でホームページの作成を経験済みであるが、受講した大学1年生17名中16名は未経験であった。第6回の特異性はこの経験の差による結果であると考えられる。

逆に第11回は図8より本学1年生は86%が難易度3以下であるが、図9より鴨方高生は難易度3以下は35%しかない。第11回では2進数の理論とコンピュータの原理について講義をしている。本学1年生は電子計算機概論ですでにその内容は学習しており、復習になっている。一方、鴨方高生には初めての内容であったと思われる。そのため、このような結果になったものと考えられる。このような分析により、本学と高校の教育の差を知ることでき、本学の情報教育にとって有用な情報が得られる。

(2) 授業アンケートの分析

本学では、全科目に対し授業アンケート（18項目）を実施している。「総合的にみて、この授業を履修してよかったですか」の項目についての本科目に対する結果を表2に示す。

表2 授業アンケート結果

評価	5	4	3	2	1	平均
鴨高	4名	3	3	0	0	4.1
本学	5名	6	5	2	0	3.8

評価5は良い、1は悪いである。鴨方高、本学とも概ね良い結果になっている。

6. 今後の課題

岡山県が独自に設置した高速な岡山情報ハイウェイに全岡山県立高校が1.5Mbpsで接続されており、高校のブロードバンドネットワークインフラが整備されている。本学は通信放送機構（TA0）岡山ギガビットネットワークにより100Mbpsで岡山情報ハイウェイに接続している。このネットワークインフラを活用して、さらに広範囲な高大連携を目指す。そのための当面の課題としては次のことが上げられる。

(1) 同時に複数の高校との遠隔教育

多地点同時接続は1対1接続より技術的にかなり難しくなる。また学習者数も飛躍的に増加する。安定した接続を保証する

遠隔教育システムやインターネットを利用した評価システムを産学連携で検討する。

(2) 高大連携に適合した科目の開設と教材の開発

高大連携科目の増設や高校のカリキュラムへの組み込みを検討する。遠隔教育に向けた教材やその開発手法を高大産連携で検討する。

(3) 高校の単位認定の条件

現状では、1単位当たりの授業時間数は高校は35時間、大学は15時間である。従って、高校での授業時間数の不足をおぎなうために高校教員に負荷がかかる。1単位の時間数の調整など、高校の単位認定条件を高大官で検討する。

謝辞

本取り組みは通信・放送機構（TA0）採択テーマとして行った。本学副学長の赤木靖春教授には学内の調整をしていただきました。鴨方高校の守屋 靖校長には校内の調整をしていただきました。鴨方高校の大島修先生、濱田好宏先生、西崎大修先生をはじめ担当された先生方、NTT西日本（株）の担当各位、事務処理に協力を得た本学の事務方、科目設定に協力を得た情報科学科、また講義補助やデータ整理にあたった大西研究室大学院生の橋井幸子、及び大西ゼミ生に感謝します。

参考文献

- [1]大島 修‘情報教育とインターネットを活用した大学・高校との連携’大学教育と情報 Vol.11 No1, pp.9-11,私情協 2002
- [2]文部科学省
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/
- [3]林・宮田 編著‘情報教育の理論と実践’ pp.121実教出版 2002
- [4]岡山理科大学 大西研究室ホームページ
<http://mascot.mis.ous.ac.jp/>