にした．また，同次化した問題〈DH〉に対するAdler-Karmarkar法の微分方程式版の平衡点について考察し，もとの問題〈D〉が非退化であれば，原点を除く〈DH〉の解（これを知ることは〈D〉の解を知ることと等価である．）の各点が安定平衡点になっていることも示した．

参考文献

[1] Karmarkar N. (1984). A new polynomial-time algorithm for linear programming, *Combinatorica*, **4**, 373-395.

[2] Yamashita H. (1986). A polynomially and quadratically convergent method for linear programming, Tech. Report, Mathematical Systems Institute Inc.

[3] Freund, R. M. (1988). An analog of Karmarkar's algorithm for inequality constrained linear programs, with a "New" class of projective transformations for centering a polytope, *Operations Research Letters*, **7**, 9-13.

[4] 土谷 隆 (1988). 山下法とFreund法について，統計数理研究所 共同研究リポート，**10**, 105-117.

LPの新解法の実装化

上田澄江

線形計画問題の実装化について述べる．

主問題： Max $c^t x$

subject to $Ax=b$ and $x \geqq 0$

双対問題： Min $b^t y$

subject to $A^t y - c \geqq 0$

（ここで $A \in R^{m \times n}$, x, $c \in R^n$, y, $b \in R^m$, $m < n$）

の解法においては次のような線形方程式を解くことが必要となる（Tanabe (1987)）．

$$\begin{pmatrix} D & A^t \\ -A & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{pmatrix} = -\begin{pmatrix} f \\ g \end{pmatrix}$$

例えば D, f, g は

$$D = [A^t y - c]/[x] \in R^{n \times n}, \qquad [\ \ ]：対角行列$$
$$f = A^t y - c \in R^n$$
$$g = b - Ax \in R^m$$

の形をしている．

通常のプログラミング手法によればこの係数行列に対して $(m+n)^2$ のメモリと，分解と求解に際して $((m+n)^3 + 2(m+n) - 3)/3$ と $(m+n)^2$ 回の計算を要する．これは $A = [Y : 0]Z^{-1}$ とQR, LU, SVD分解などによって A をnull space decompositionすれば（Tanabe (1981, 1988)），mn のメモリとたかだか $m^3 + m^2(n-m) + m(n-m)^2 + (n-m)^3$ 回の計算量となる．特に A がスパースであるときには，行列の積形式を用いてLU分解を行うことによりスパース性がかなり保存され，リスト構造による零要素のアクセス回避に伴って演算量・精度の面で，大規模問題の場合には効果的である（大附 他（1976））．ピボット選択は，新たなfill-inが起こりにくく，また精度の低下を招かないようにすることが重要となってくる．ここでは非零要素数が最小の列で，かつその中の絶対値最大の要素をピボットとして選択した．

行列 A が密の場合には，一般的なハウスホルダー変換やグラム・シュミット法による分解を用いるのが得策である．

例： $\mathrm{Max}\left(\sum_{j=1}^{n} x_j\right)$

subject to $Ax=b$ and $x \geqq 0$

$b^t=(300, 300, \ldots, 300, 500)$

$$a_{ij}=\begin{cases}[0,1)\ \text{の一様乱数の 100 倍} & (2i-1\leqq j\leqq 2i+1\ \text{の時})\\ 0 & (\text{その他})\end{cases}$$

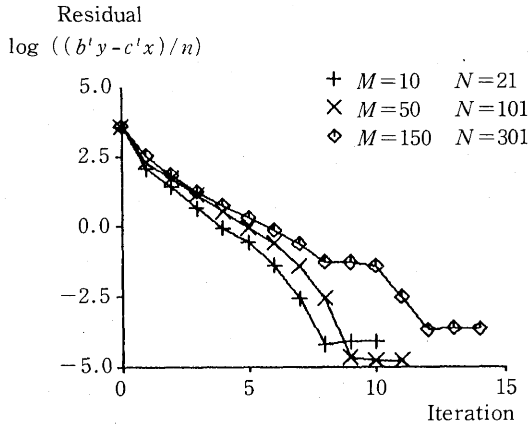
参 考 文 献

[1] Tanabe, K. (1987). Complementarity-enforcing centered Newton method for mathematical programming: global method, 共研リポート, **5**, 118-144.

[2] 田辺國士 (1981). A unified method for designing constrained optimization algorithms, *Proceedings of Math. Prog. Symposium*, 47-69.

[3] Tanabe, K. (1988). Algorithms for computing search directions of the interior point methods for linear programming, 共研リポート, **10**, 121-125.

[4] 大附辰夫, 川北建次 (1976). スパース行列処理技法, 情報処理, **17**.



統計教育・情報センター

オーダー k の離散分布の性質及び母数の推定問題

平 野 勝 臣

オーダー k の離散分布の定義を述べ，これらの分布の諸特性量，相互関係等の性質を紹介した．いくつかの基本的分布については母数の推定が議論されていることを報告した．標題に関した本年度の研究では文献 [1] [2] の共同研究で次の結果を得た．

1. 性質について（[2] による）

拡張されたオーダー k の負の 2 項(台を 0, 1, 2, ... 上に移動した), ポアソン, 対数級数の夫々の分布を記号で $\overline{ENB}_k(r, p_1, \ldots, p_k)$, $EP_k(\lambda_1, \ldots, \lambda_k)$, $ELS_k(p_1, \ldots, p_k)$ とかく．値 j を確率 ν_j $(j=1, 2, \ldots, k;\ \nu_k\neq 0)$ でとる分布を $D(\nu_1, \ldots, \nu_k)$ とかく．イ) EP_k は generalizer D の generalized ポアソンである．ロ) $\overline{ENB}_k$ は generalizer ELS_k の generalized ポアソンである．ハ) X を $ELS_k(p_1, \ldots, p_k)$ に従う確率変数とし, $1-p_i\to 0$ のとき $(1-p_i)/\sum_{j=1}^{k}(1-p_j)\to\nu_i$ とする．そのとき X は $D(\nu_1, \ldots, \nu_k)$ に弱収束する．