DEAモデルにもとづく 新規出店問題への多目的計画法の応用

山口 俊和, 清水 康之, 福川 忠昭

1. はじめに

DEA(Data Envelopment Analysis)は多入力多出力システムの相対的な効率測定を目的として，Charnes と Cooper が中心となって開発された手法である[1]，[2]，[3]．この手法によれば，分析の評価対象の相対的な効率が判明し，効率的でない場合には改善方法についての示唆が得られる．

本稿では，企業が新規に出店を計画する場合のように，既存の評価対象の中に新しい評価対象を追加する状況を想定する．Golany [5] は DEA の考え方をもとに，新しい評価対象の予定入力値のもとでの効率的な出力値を求める方法を示している．しかしながら，新しい評価対象に出力目標値を設定し，それを達成するために入力値を操作しながら入力の方策を検討するモデルも考えられる．そこで，新しい評価対象の出力目標値に対応した効率的な入力値を比較的簡便な計算で得るための実用的な解法を提案する．

2. DEAの基本的な考え方

DEA では，評価対象を DMU (decision-making unit) と呼んでおり，これらは同種の複数入力と同種の複数出力をもつ．一般に，入力値，出力値とも非負であり，少ない入力で多くの出力を生みだすものほど望ましいものとして扱う．

n 個の DMU を考え，記号を以下のように定義する．

X_{ij}：DMU_j の入力 i の値
　　$(i=1,2,\cdots,m\,;\ j=1,2,\cdots,n)$

Y_{rj}：DMU_j の出力 r の値
　　$(r=1,2,\cdots,k\,;\ j=1,2,\cdots,n)$

v_i：入力 i にかかるウエイト（変数）
　　$(i=1,2,\cdots,m)$

u_r：出力 r にかかるウエイト（変数）
　　$(r=1,2,\cdots,k)$

s_i^-：入力 i のスラック変数 $(i=1,2,\cdots,m)$

s_r^+：出力 r のスラック変数 $(r=1,2,\cdots,k)$

λ_j：DMU_j の双対変数 $(j=1,2,\cdots,n)$

n 個の DMU の中で分析の対象となる特定の DMU を $j=a$ とし，DMU_a について次のような分数計画問題を考える．

$$\text{最大化}\quad h_a=\sum_{r=1}^{k} Y_{ra}u_r\Big/\sum_{i=1}^{m} X_{ia}v_i \tag{1}$$

$$\text{制約条件}\quad \sum_{r=1}^{k} Y_{rj}u_r\Big/\sum_{i=1}^{m} X_{ij}v_i\leqq 1 \quad (j=1,2,\cdots,n) \tag{2.a}$$

$$u_r>0\quad (r=1,2,\cdots,k) \tag{2.b}$$

$$v_i>0\quad (i=1,2,\cdots,m) \tag{2.c}$$

この問題の最適解を $u_r^*(r=1,2,\cdots,k)$，$v_i^*(i=1,2,\cdots,m)$，最適目的関数値を h_a^* とすると，$h_a^*=1$ である場合は DMU_a を D 効率的，$h_a^*<1$ である場合は D 非効率的であると定義する．上記の問題は次のような線形計画問題に変換することができる[2]．

$$\text{最大化}\quad z_a=\sum_{r=1}^{k} Y_{ra}u_r \tag{3}$$

$$\text{制約条件}\quad \sum_{i=1}^{m} X_{ia}v_i=1 \tag{4.a}$$

$$\sum_{r=1}^{k} Y_{rj}u_r-\sum_{i=1}^{m} X_{ij}v_i\leqq 0 \quad (j=1,2,\cdots,n) \tag{4.b}$$

$$u_r>0\quad (r=1,2,\cdots,k) \tag{4.c}$$

$$v_i>0\quad (i=1,2,\cdots,m) \tag{4.d}$$

この問題の最適目的関数値が $z_a^*=1$ ならば，DMU_a は D 効率的であり，$z_a^*<1$ ならば D 非効率的である．なお，実際に解くさいには，無限小正数 ε を用いて，$u_r\geqq\varepsilon$，$v_i\geqq\varepsilon$ とする．

(3)，(4.a)～(4.d)式の線形計画問題に対する双対問

やまぐち　としかず　東京理科大学
〒162 新宿区神楽坂 1－3
しみず　やすゆき　エッソ石油㈱
ふくかわ　ただあき　慶応義塾大学

題は次のようである[2].

$$\text{最小化}\quad \xi_a = f_a - \varepsilon\left(\sum_{r=1}^{k} s_r^{+} + \sum_{i=1}^{m} s_i^{-}\right) \tag{5}$$

$$\text{制約条件}\quad X_{ia} f_a - \sum_{j=1}^{n} X_{ij}\lambda_j - s_i^{-} = 0 \quad (i=1,2,\cdots,m) \tag{6.a}$$

$$\sum_{j=1}^{n} Y_{rj}\lambda_j - s_r^{+} = Y_{ra} \quad (r=1,2,\cdots,k) \tag{6.b}$$

$$\lambda_j \geqq 0 \quad (j=1,2,\cdots,n) \tag{6.c}$$

$$s_r^{+} \geqq 0 \quad (r=1,2,\cdots,k) \tag{6.d}$$

$$s_i^{-} \geqq 0 \quad (i=1,2,\cdots,m) \tag{6.e}$$

f_a は符号無制約

ここで，f_a, λ_j, s_r^+, s_i^- はそれぞれ(4.a), (4.b), (4.c), (4.d)式に対する双対変数である．(3), (4.a)～(4.d)式の線形計画問題において，最適目的関数値 z_a^* が1のとき，双対定理より，(5), (6.a)～(6.e)式の双対問題の最適目的関数値 ξ_a^* も1になる．さらに，この双対問題を利用して，D非効率的であるDMUに対する改善条件を求めることもできる．

上述の定式化はCCRモデルと呼ばれているが，文献[1]によるBCCモデルがある．BCCモデルは効率性の評価にあたって，入出力の関係により現実的な前提を置いたもので，その双対問題では(6.a)～(6.e)の制約条件式に $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$ という条件式が追加される．

3. 新しい評価対象の効率性評価

DEAで分析の目的となるのは，営業中の各支店の評価のように，既存のDMU（評価対象）の事後的な効率の評価である．本稿では，企業が新規に支店を出すように，新しいDMUが既存のDMUの集合の中に追加される場合を想定し，既存のDMUの実績に対して，出力の目標値をもつ新しいDMUの相対的な評価がD効率的になるように，新しいDMUの入力値を決定する問題を考える．

3.1 Golany による解法

Golany[5]はBCCモデルの双対問題を利用して，既存のDMUの過去の実績値を示す入力値と出力値とが既知の場合に，予定入力値をもつ新しいDMUに期待されるD効率的な出力値を求める解法を提案している．このような問題では，新しいDMUに出力目標値を設定し，それを達成するための入力の方策を検討するという逆のアプローチも考えられる．

3.2 提案する解法

本稿では，新しいDMUに設定する出力目標値に対応したD効率的な入力値を求める問題を検討する．この問題は，複数の出力目標値を同時に達成するためのバランスよい必要最小限の入力値を求める問題として考えられるので，多目的計画の一手法である目標ベクトル法[4]の考え方を適用する．

既存の n 個のDMUに対して2章で定義した記号に加えて，新たに加える1つのDMUを DMU_e とし，記号を以下のように定義する．

R ：DMU_eにおいて，ある許容範囲の中で統制可能な入力の集合

Q ：DMU_eにおいて，値が確定していて統制不能な入力の集合

Y_{re} ：DMU_eの出力 r の目標値 ($r=1,2,\cdots,k$)

X_{ie}^{U}：DMU_e の入力 i に関する“これ以上は許容できない”という最大許容レベル ($i\in R$)

X_{ie}^{L}：DMU_e の入力 i に関する“これ以下は許容できない”という最小許容レベル ($i\in R$)

X_{ie}^{F}：DMU_e の入力 i の確定値 ($i\in Q$)

x_{ie} ：DMU_e の入力 i の値 ($i\in R$)

BCCモデルの双対問題を利用したアルゴリズムは以下のようである．

［ステップ1］

DMU_e の出力目標値 Y_{re} ($r=1,2,\cdots,k$) を決定し，$h\in R$ のそれぞれについて次の問題を解く．

$$\text{最小化}\quad x_{he} \ (h\in R) \tag{7}$$

$$\text{制約条件}\quad \sum_{j=1}^{n} Y_{rj}\lambda_j \geqq Y_{re} \quad (r=1,2,\cdots,k) \tag{8.a}$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij}\lambda_j - x_{ie} = 0 \quad (\forall i\in R) \tag{8.b}$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij}\lambda_j = X_{ie}^{F} \quad (\forall i\in Q) \tag{8.c}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \tag{8.d}$$

$$x_{ie} \geqq 0 \quad (\forall i\in R) \tag{8.e}$$

$$\lambda_j \geqq 0 \quad (j=1,2,\cdots,n) \tag{8.f}$$

これは，DMU_e の出力目標値のもとでD効率的になるための各入力の最小値を求める問題である．入力 h ($h\in R$) を最小化する問題の最適解を $\boldsymbol{x}_e^{h*}$，そのときの目的関数値を x_{he}^{h*} とする．ここで，$R=\{1,2,\cdots,m\}$ とすると，m個の最適解の内容は**表1**のようになっている．各入力の最小値は x_{he}^{h*} であり，各入力の最大値を x_{he}^{M}

表 1　最適解の内容

最小化する入力	最適解の内容			
	入力 1	入力 2	…	入力 m
1	$x_{1e}{}^{1*}$	$x_{2e}{}^{1*}$	…	$x_{me}{}^{1*}$
2	$x_{1e}{}^{2*}$	$x_{2e}{}^{2*}$	…	$x_{me}{}^{2*}$
⋮	⋮	⋮	…	⋮
m	$x_{1e}{}^{m*}$	$x_{2e}{}^{m*}$	…	$x_{me}{}^{m*}$
最小値	$x_{1e}{}^{1*}$	$x_{2e}{}^{2*}$	…	$x_{me}{}^{m*}$
最大値	$x_{1e}{}^{M}$	$x_{2e}{}^{M}$	…	$x_{me}{}^{M}$

であらわす．

［ステップ 2］

$i \in R$ の各入力について「最大許容レベル」$X_{ie}{}^U$ と「最小許容レベル」$X_{ie}{}^L$ とを決定する（$X_{ie}{}^L < X_{ie}{}^U$）．ここでは，実行可能性とアルゴリズムの簡略化の観点から，ステップ 1 の結果を利用して，$X_{ie}{}^U \leqq x_{ie}{}^M$，$X_{ie}{}^L \geqq x_{ie}{}^{i*}$ とする．最大許容レベルを決めにくい場合には $x_{ie}{}^M$ をその値とし，最小許容レベルを決めにくい場合には $x_{ie}{}^{i*}$ をその値としてもよい．最小許容レベルと最大許容レベルの間が入力の許容範囲になる．

入力を示す x 空間上で，最大許容レベルを示す点を U，最小許容レベルを示す点を L とし，2 点を結ぶベクトル $\mathbf{G}=\overrightarrow{\mathrm{UL}}$ を定義する．このベクトル $\mathbf{G}$ の要素は

$$g_i = X_{ie}{}^U - X_{ie}{}^L \quad (i \in R) \tag{9}$$

で示される．$\mathbf{G}$ の単位ベクトルの要素は，

$$\mu_i = g_i / \sqrt{\sum_{i \in R} (g_i)^2} \quad (i \in R) \tag{10}$$

である．ここで，

$$w_i = 1 / \mu_i \quad (i \in R) \tag{11}$$

とする．

［ステップ 3］

次の最小化問題を解く．

$$\text{最小化} \quad \alpha + \delta \sum_{i \in R} w_i (x_{ie} - X_{ie}{}^L) \tag{12}$$

$$\text{制約条件} \quad \sum_{j=1}^{n} Y_{rj} \lambda_j \geqq Y_{re} \quad (r=1,2,\cdots,k) \tag{13.a}$$

$$\alpha \geqq w_i (x_{ie} - X_{ie}{}^L) \quad (\forall i \in R) \tag{13.b}$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \lambda_j - x_{ie} = 0 \quad (\forall i \in R) \tag{13.c}$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \lambda_j = X_{ie}{}^F \quad (\forall i \in Q) \tag{13.d}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \tag{13.e}$$

$$x_{ie} \geqq 0 \quad (\forall i \in R) \tag{13.f}$$

$$\lambda_j \geqq 0 \quad (j=1,2,\cdots,n) \tag{13.g}$$

ここで，δ は十分小さくとった正値の常数である．この問題は，入力の最小許容レベルからみたリグレットを最小化する定式化になっており，目標ベクトル法のオープン L 型モデル［4］の定式化を利用している．これによって，DMU_e が既存の n 個の DMU の中で D 効率的になるための入力値が求められる．

$R=\{1,2,\cdots,m\}$ とし，この問題の最適解を $\boldsymbol{x}_e{}^* = (x_{1e}{}^*, x_{2e}{}^*, \cdots, x_{me}{}^*)$ とすると，次の 4 つのタイプに分れる．

① すべての入力について，$X_{ie}{}^L \leqq x_{ie}{}^* \leqq X_{ie}{}^U$ のときには，ステップ 4−1 へ．

② 1 つ以上の入力について，$x_{ie}{}^* > X_{ie}{}^U$ であり（すべての入力について成立している場合も含める），残りの入力については，$X_{ie}{}^L \leqq x_{ie}{}^* \leqq X_{ie}{}^U$ のときには，ステップ 4−2 へ．

③ 1 つ以上の入力について，$x_{ie}{}^* < X_{ie}{}^L$ であり（すべての入力について成立している場合も含める），残りの入力については，$X_{ie}{}^L \leqq x_{ie}{}^* \leqq X_{ie}{}^U$ のときには，ステップ 4−3 へ．

④ 上記①，②，③以外のときには，ステップ 4−4 へ．

［ステップ 4］

ステップ 3 で得られた DMU_e の解が，入力の許容範囲内の D 効率的な解であるかどうかを判定し，そうである場合には終了し，そうでない場合には入力の許容範囲を変更し，入力の許容範囲内にある D 効率的な入力値を求めて終了する．

〈ステップ 4−1〉

ステップ 3 の解は入力の許容範囲内（すなわち，最小許容レベルと最大許容レベルの間）にある．D 効率的な解が得られたので終了．

〈ステップ 4−2〉

ステップ 3 の解は入力の許容範囲内にないので，入力の最大許容レベルを大きくして，許容範囲内の D 効率的な解を得ることを考える．$x_{ie}{}^* > X_{ie}{}^U$ となった i の中で，最大許容レベルを固定しておきたい任意の 1 つの入力 $p\,(p \in R)$ を決め，残りの入力 $i\,(i \in R,\ i \neq p)$ をそれぞれ最小化する問題の解を求める．すなわち，$h \in R$，$h \neq p$ のそれぞれについて次の問題を解く．

$$\text{最小化} \quad x_{he} (h \in R,\ h \neq p) \tag{14}$$

制約条件 $\sum_{j=1}^{n} Y_{rj}\lambda_j \geqq Y_{re}$

$$(r=1,2,\cdots,k) \qquad (15.\mathrm{a})$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij}\lambda_j - x_{ie} = 0$$

$$(\forall i \in R,\ i \neq p) \qquad (15.\mathrm{b})$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij}\lambda_j = X_{ie}^{F}$$

$$(\forall i \in Q) \qquad (15.\mathrm{c})$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{pj}\lambda_j = X_{pe}^{U} \qquad (15.\mathrm{d})$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \qquad (15.\mathrm{e})$$

$$x_{ie} \geqq 0 \quad (i \in R,\ i \neq p) \qquad (15.\mathrm{f})$$

$$\lambda_j \geqq 0 \quad (j=1,2,\cdots,n) \qquad (15.\mathrm{g})$$

この問題の解は，許容範囲内でD効率的になるための入力 $i(i \in R,\ i \neq p)$の新しい最大許容レベル(変更値)を示している．この問題から得られた複数の解を検討し，その中から1つの解を選択し，各入力の最大許容レベルをその解の値に変更する．新しい最大許容レベルが最適解となり，入力の許容範囲内にD効率的な解が得られたので終了．

〈ステップ 4−3〉

ステップ3の解は入力の許容範囲内にないので，入力の最小許容レベルを小さくして，許容範囲内にD効率的な解を得ることを考える．$x_{ie}^* < X_{ie}^L$ となった i の中で，最小許容レベルを固定しておきたい任意の1つの入力 $p(p \in R)$を選んで，残りの入力$(i \in R,\ i \neq p)$をそれぞれ最小化する問題の解を求める．すなわち，$h \in R$, $h \neq p$ のそれぞれについて，前述の(14)，(15.a)～(15.g)式の問題において，(15.d)式を次式

$$\sum_{j=1}^{n} X_{pj}\lambda_j = X_{pe}^{L} \qquad (16)$$

に置き換え，他の式はそのままの形の最小化問題を解く．

この問題の解は，許容範囲内でD効率的になるための入力 $i(i \in R,\ i \neq p)$の新しい最小許容レベル(変更値)を示している．この問題から得られた複数の解を検討し，その中から1つを選択し，各入力の最小許容レベルを変更する．新しい最小許容レベルが最適解となり，入力の許容範囲内にD効率的な解が得られたので終了．

〈ステップ 4−4〉

ステップ3の解は入力の許容範囲内にないので，まずステップ 4−2 を適用して，入力の最大許容レベルを変更する解を求める．変更に伴いこの解はステップ3の③のタイプの解になるので，さらにステップ 4−3 を適用して，入力の最小許容レベルを変更する解を求める．最小許容レベルを変更することにより，ここで得られた解は入力の許容範囲内にあるD効率的な解なので終了．

表2 数 値 例

DMU_j	X_{1j}	X_{2j}	Y_{1j}	Y_{2j}
$j=1$	2.0	1.0	1.0	1.0
$j=2$	3.0	2.0	5.0	5.0
$j=3$	4.0	1.0	4.0	2.0

4. 数値例

既存のDMUの数が3，入力数が2，出力数が2の簡単な数値例に提案した解法を適用してみる．既存の3つのDMUの入出力値は表2のようである．

［ステップ1］

既存のDMUの中に追加される新しいDMU_eの出力目標値を，$Y_{1e}=3.4$, $Y_{2e}=2.6$ とし，次の問題を解く．

最小化 $\quad x_{he} \quad (h=1,2) \qquad (17)$

制約条件

$$\lambda_1+5\lambda_2+4\lambda_3 \geqq 3.4 \qquad (18.\mathrm{a})$$

$$\lambda_1+5\lambda_2+2\lambda_3 \geqq 2.6 \qquad (18.\mathrm{b})$$

$$2\lambda_1+3\lambda_2+4\lambda_3-x_{1e}=0 \qquad (18.\mathrm{c})$$

$$\lambda_1+2\lambda_2+\lambda_3-x_{2e}=0 \qquad (18.\mathrm{d})$$

$$\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3=1 \qquad (18.\mathrm{e})$$

$$x_{1e},\ x_{2e} \geqq 0 \qquad (18.\mathrm{f})$$

$$\lambda_1,\ \lambda_2,\ \lambda_3 \geqq 0 \qquad (18.\mathrm{g})$$

$h=1$ の解は $\boldsymbol{x}_e^{1*}=(2.6,\ 1.6)$，$h=2$ の解は，$\boldsymbol{x}_e^{2*}=(3.8,\ 1.2)$ となり，$x_{1e}^{1*}=2.6$, $x_{2e}^{2*}=1.2$, $x_{1e}^{M}=3.8$, $x_{2e}^{M}=1.6$ である．

なお，この問題の領域を(18.a)，(18.b)，(18.e)式をもとにして，λ_1, λ_2 を軸にした平面上で表わすと図1の四辺形ABCDの内部になる．また，(18.c)式と(18.d)式をもとにして，これをx_1, x_2を軸にした平面上で表わすと図2のようになる．図2において，辺AB上，辺BC上の解がD効率的な解の集合である．

［ステップ2］

入力の最小許容レベルと最大許容レベルを表3のように3通り設定し，w_iを計算する．

［ステップ3］

ケースaの解は $x_{1e}^*=2.980$, $x_{2e}^*=1.372$ なので，ステップ4−1へすすむ．ケースbの解は $x_{1e}^*=2.913$, $x_{2e}^*=1.413$なので，ステップ4−2へすすむ．ケースc

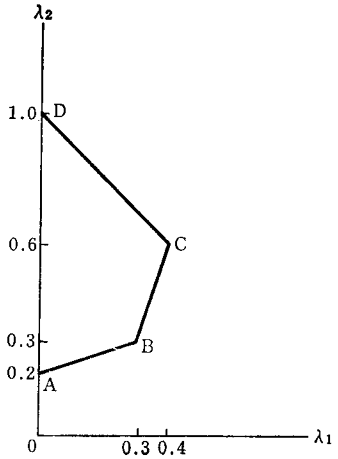

図 1 λ平面上の領域

の解は $x_{1e}^*=2.896$, $x_{2e}^*=1.422$ なので，ステップ4—3へすすむ(一般に，2入力の場合にはステップ4—4へすすむことはない).

［ステップ4］

〈ステップ 4—1〉

ステップ3のケースaの解は入力の許容範囲内にあるD効率的な解なので，終了．**図3**の点EがD効率的な解である.

〈ステップ 4—2〉

ステップ3のケースbの解は入力の許容範囲内にないので，入力1の最大許容レベルを固定することにして，問題を解くと，解は $x_{2e}^*=1.480$ となり，入力2の最大許容レベルを新たに $X_{2e}^U=1.480$ とすれば，$x_{1e}^*=2.800$, $x_{2e}^*=1.480$ がD効率的な解になる．**図4**におい

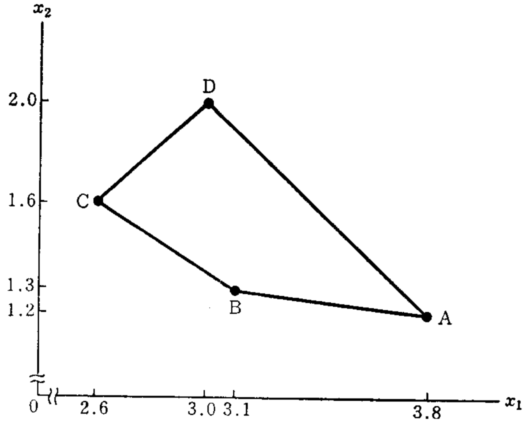

図 2 x 平面上の領域

表 3 最小許容レベル，最大許容レベルと w の値

ケース	最小許容レベル		最大許容レベル		wの値	
	X_{1e}^L	X_{2e}^L	X_{1e}^U	X_{2e}^U	w_1	w_2
a	2.8	1.3	3.3	1.5	1.08	2.69
b	2.7	1.2	2.8	1.3	1.41	1.41
c	3.0	1.5	3.13	1.6	1.25	1.67

て，点U'が新しい最大許容レベルを示す点であり，かつD効率的な解である.

〈ステップ 4—3〉

ステップ3のケースcの解は入力の許容範囲内にないので，入力1の最小許容レベルを固定することにすると，解は $x_{2e}^*=1.360$ となり，入力2の最小許容レベルを新しく $X_{2e}^U=1.360$ とすれば，$x_{1e}^*=3.000$, $x_{2e}^*=1.360$ がD効率的な解になる．**図5**において，点L'が

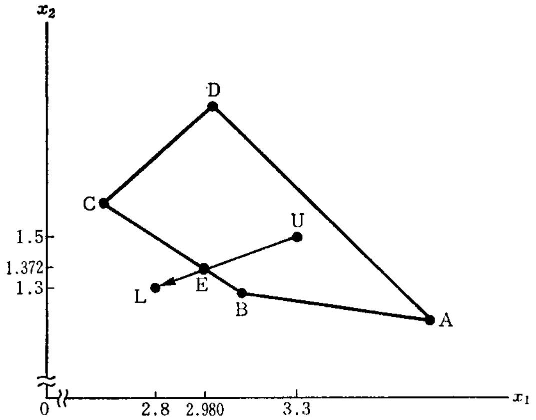

図 3 ケースa

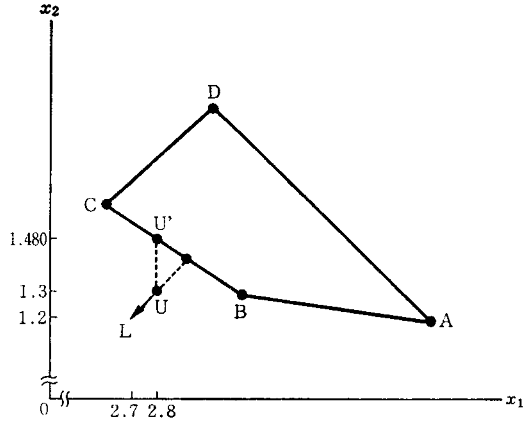

図 4 ケースb

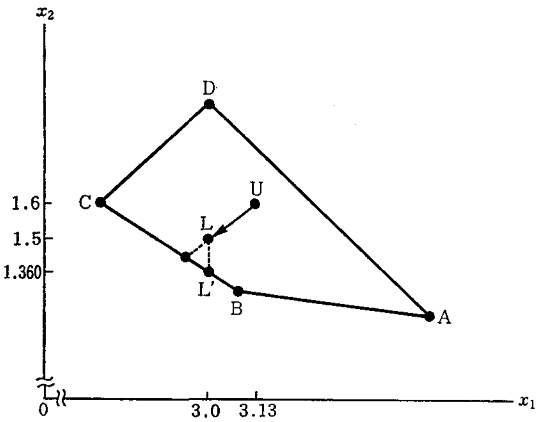

図 5　ケースc

新しい最小許容レベルを示す点であり，かつD効率的な解である．

5. おわりに

本稿では，新規出店問題において出力目標値をもつ新しいDMUが既存のDMUの中でD効率的になるように入力値を決定するための実用的なモデル化と解法を提案した．そのさい，バランスよい入力値が求められるように目標ベクトル法の考え方を適用した．提案した解法では，出力目標値は何らかの方法で与えられるものとしたが，目標値の設定をサポートできるシステムの開発が必要である．また，ここでは，D効率的な入力値が得られない場合には入力の許容範囲を変更し，D効率的な入力値を決定して終了するシンプルなアルゴリズムになっているが，出力目標値の見直しも含めて，入力値，出力値のいずれかを変更しながら対話形式によって何回か反復して満足したら終了するなど，より洗練された各種のバリエーションが考えられる．

参考文献

［1］ Banker, R.D., A. Charnes and W.W. Cooper, : "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," Manage. Sci., pp. 1078–1092, Vol. 30, No. 9 (1984)

［2］ Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes, : "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," European J. Oper. Res., pp. 429–444, Vol. 2, No. 6 (1978)

［3］ Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes, : "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through," Manage. Sci., pp. 668–734, Vol. 27, No. 6 (1981)

［4］ 伏見多美雄，福川忠昭，山口俊和：「経営の多目標計画」，森北出版（1987）

［5］ Golany, B., : "An Interactive MOLP Procedure for the Extension of DEA to Effectiveness Analysis," Journal of Operational Research Society, pp. 725–734, Vol. 39, No. 8 (1988)

［6］ 刀根 薫，"企業体の効率分析手法 —— DEA入門 ——(1)～(5)"，オペレーションズ・リサーチ誌，pp. 800–803, Vol. 32, No. 12 (1987), pp. 45–48, Vol. 33, No. 1 (1988), pp. 95–99, Vol. 33, No. 2 (1988), pp. 150–151, Vol. 33, No. 3 (1988), pp. 191–198, Vol. 33, No. 4 (1988)

会合記録

7月6日(土)	研究普及委員会	12名
7月8日(月)	表彰委員会	8名
7月10日(水)	庶務幹事会	8名
7月16日(火)	理事会	14名
7月17日(水)	編集委員会	11名

第2回理事会議題　(3.7.16)

1. 平成3年度第1回理事会議事録の件
2. 入退会の件
3. 各委員会報告

第1／四半期収支計算の件

春季研究発表会・第25回シンポジウム終了報告の件

秋季第26回シンポジウム収支予算の件

研連シンポジウム終了の件

OR企業サロン開催の件

平成4年度春季研究発表会実行委員の件

4. その他