

IV-236

包絡分析法を用いた交通事故危険率の総合評価に関する研究

北海道大学大学院 学 生 員 山平 秀典

北海道大学大学院 学 生 員 岸 邦宏

北海道警察本部 正 会 員 辻 信三

北海道大学大学院 フェロー 佐藤 馨一

1.はじめに

これまでの交通事故のマクロ評価としては事故の絶対数の他に、人口当たり、道路延長当たり、自動車台数当たりといった尺度によりランク付けがなされていた。しかしこれらは、単独の項目に注目してランク付けしたものであり、複数の項目を包括した総合的な評価は行われていなかった。

そこで本研究では、企業の経営活動の評価に用いられる包絡分析法(Data Envelopment Analysis; DEA)を適用し、自動車台数、道路延長、交通量等の複数の評価基準を取り入れて、交通事故危険率を総合的に評価する方法を提案する。

2.包絡分析法

(1)CCR モデル

CCR(Charnes Cooper Rhodes)モデルは、DEAの枠組みに基づいた最も基本的なモデルである。いま、 n 個の DMU (意思決定者)があり、 m 個の入力項目と s 個の出力項目が選定され、任意の DMU である DMU_o の入力データを $x_{1o}, x_{2o}, \dots, x_{mo}$ 、出力データを $y_{1o}, y_{2o}, \dots, y_{so}$ とする。さらに入力項目間のウェイトを $v_i (i=1, \dots, m)$ 、出力項目間のウェイトを $u_r (r=1, \dots, s)$ とすると、次式に示す分数計画問題に定式化され、一般には(1)~(4)式を解くことによって最適解を求める。

$$\text{目的関数} \quad \max \theta = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} \quad (1)$$

$$\text{制約式} \quad \frac{u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 (j=1, \dots, n) \quad (2)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (3)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad (4)$$

(1)~(4)式の最適解を (v^*, u^*) とし、目的関数を θ^*

とするとき、

- a. $\theta^* = 1$ ならば DMU_o は D 効率的
- b. $\theta^* < 1$ ならば DMU_o は D 非効率的

であるという。

また、各 DMU の最適ウェイトにその DMU のデータをかけ合わせた値を加重入出力値といい、この値を見ることにより、その DMU がどの評価項目に優れたの評価項目に弱い部分を持つかがわかる。

(2)Inverse DEA モデル

Inverse DEA モデルとは DEA とは逆に最も不利なウェイトづけを行って評価する方法である。

$$\text{目的関数} \quad \min Z_o = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} \quad (5)$$

$$\text{制約式} \quad \frac{u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}} \geq 1 (j=1, \dots, n) \quad (6)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad (7)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad (8)$$

これから求まる最適解を (v^*, u^*) とし、目的関数を Z^* とするとき、

- c. $1 - (1/Z^*) = 0$ ならば DMU_o は L 非効率的
- d. $1 - (1/Z^*) > 0$ ならば DMU_o は L 効率的

であるという。

Inverse DEA を用いることにより、CCR モデルだけではわからない新たな観点からの情報を得ることができる。

3.DEA の交通事故危険率の評価への適用

本来 DEA は企業の経営活動の評価に用いられるものであって、出力項目として売上高のように大きいほどよしとするものを採用する。交通事故発生件数のような少ない値ほどよしとする評価方法としては確立さ

キーワード：DEA、交通事故、危険率

連絡先：〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 TEL 011-706-6217 FAX 011-726-2296

れていない。そこで本研究では、こうした場合の評価を行うため、評価対象（この場合都道府県）を“交通事故を生産する企業”と捉えた。そして DEA における評価基準である効率値という言葉をも“危険率”と置き換えた。こうすることで、交通事故の危険率を DEA を用いて評価することを可能にした。ここでの危険率は DEA という効率的であるもの、つまり最も危険であるものを 1 とし、それに対して他の都道府県はどうであるかを表すものである。入力項目は静的要因である都道府県別人口、自動車台数、道路延長と、動的要因として交通センサスによる道路平均交通量とした。出力項目には事故発生件数と死亡者数を別々にとる。

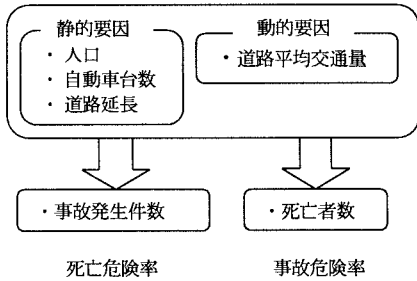


図1 入出力と分析項目

4.DEAによる交通事故危険率の評価

(1)CCR 解析結果

CCR モデルにより求めた事故危険率と死亡危険率の2指標をプロットした結果を図2に示す。

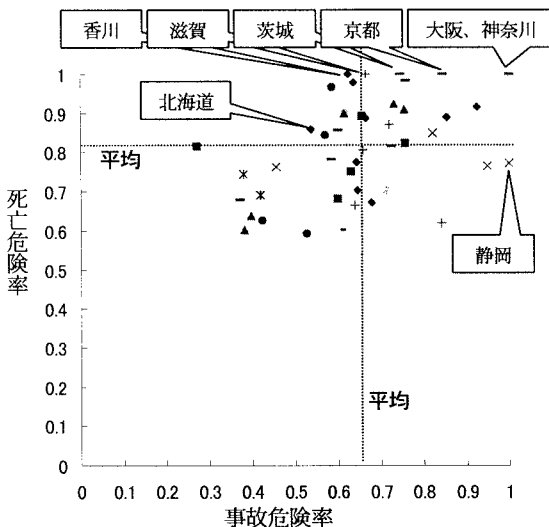


図2 事故危険率と死亡危険率

グラフにおいて最も右上に位置する大阪、神奈川は事故危険率、死亡危険率ともに 1 であり“最も危険な都道府県”であるといえる。また全国の平均値をこえる右上のエリアは“危険エリア”と考えられ、ここには 15 の府県が存在する（表 1）。

表1 危険エリアにある都道府県

危険エリア
茨城、栃木、群馬、埼玉、東京、神奈川、滋賀、京都、大阪、兵庫、和歌山、岡山、広島、愛媛、高知

(2)Inverse DEA を組み合わせた結果

CCR モデルによる危険率が 1 か 1 以外か、Inverse DEA による危険率が 0 か 0 以外かによって、各都道府県は次のように分類できる。

- A：全体的に危険な都道府県（CCR=1、Inverse≠0）
 - B：部分的に危険な都道府県（CCR=1、Inverse=0）
 - C：平均的な都道府県（CCR≠1、Inverse≠0）
 - D：全体的に安全な都道府県（CCR≠1、Inverse=0）
- 分類は表 2、3 に示す。

表2 事故危険率から見た分類

A	神奈川、静岡、大阪
B	なし
C	A、D 以外の都道府県
D	岩手、沖縄

表3 死亡危険率から見た分類

A	茨城、神奈川、滋賀、京都、大阪、香川
B	なし
C	A、D 以外の道府県
D	岩手、東京

5.DEAによる総合的評価の有効性

北海道は交通事故死亡者数で見ると、常に全国ワースト 1、2 になってきた。しかし、DEA による総合的評価は C：平均的な都道府県に分類され、他都道府県と比較しても必ずしも危険であるとはいえないことがわかった。DEA を用いることにより、交通事故がどの要因と関係しているのかも分析することができる。これまでは単一の基準でしか見ることができなかった評価において、DEA の有用性は高い。今後は交通事故対策も含めた要因で様々な角度から分析を進めていきたい。