

数理計画法を用いた企業の倒産予測の研究

東京工業大学 小林 久訓* KOBAYASHI Hisanori
01102370 東京工業大学 今野 浩 KONNO Hiroshi

1 はじめに

日本経済は回復傾向の兆しをみせているものの、企業の倒産件数は増加の一途をたどっている。このような状況において、企業の倒産予測のニーズはますます高まっている。企業の倒産予測モデルの多くは、正規性の仮定の下で判別関数を導入したり、各企業毎に確率過程を導入するものである。しかし、本研究では、データマイニング的発想の下で、線形計画法・非線形計画法を利用した倒産判別モデルを提案する。超平面、または超楕円面を用いて、企業を「存続」、「倒産」という2つのグループに分割しようとするものである。

2 モデル

Mangasarian らの論文 [1] によると、乳がんに関する多次元検査データを「良性」、「悪性」という2つのグループに分割する超平面が存在して、その判別率は95%を超えるという。569人の乳がんの患者を対象に、各患者毎に30項目のデータを利用したものである。今、 $A_i (i = 1, \dots, m)$ を存続企業、 $B_l (l = 1, \dots, k)$ を倒産企業とし、 $a_i \in R^m$ を A_i の財務データベクトル、 $b_l \in R^n$ を B_l の財務データベクトルとする。この時、超平面 $H: \{x | w^T x = \gamma\}$ が存在し、

$$a_i^T w \geq \gamma \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$b_l^T w \leq \gamma \quad (l = 1, \dots, k)$$

が存在するならば、この時超平面 H は、存続企業群と倒産企業群を完全に分割する超平

面となる。しかし、一般にこのような超平面が存在するとは限らない。

超平面 H に対して、 $a_i^T w < \gamma$ となる企業 A_i は存続企業にもかかわらず、倒産企業と判別されるものである。また、 $b_l^T w > \gamma$ に対する企業 B_l は倒産企業であるにもかかわらず、存続企業と判別されたものである。

このような誤った企業の判別を最小化するために、以下のような問題を考える。

$$\begin{aligned} & \text{minimize} && \sum_{i=1}^m \frac{y_i}{m} + \sum_{l=1}^k \frac{z_l}{k} \\ & \text{subject to} && a_i^T w + y_i \geq \gamma + 1, \quad i = 1, \dots, m \\ & && b_l^T w - z_l \leq \gamma - 1, \quad l = 1, \dots, k \\ & && y_i \geq 0, \quad i = 1 \dots m, \\ & && z_l \geq 0, \quad l = 1 \dots k. \end{aligned}$$

y_i は H をどれだけずられれば a_i が存続企業群に入るか、また z_l はどれだけずれば b_l が倒産企業群に入るかを示す量である。(図1参照)

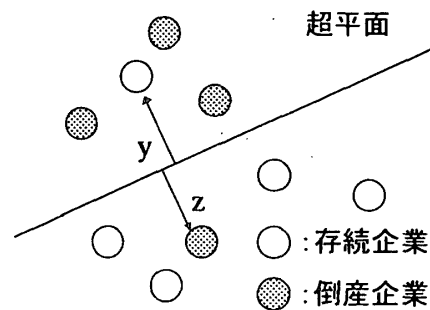


図1: 超平面による分割

ここで、制約式の右辺に+1や-1などを加えるのは、 $w = \gamma = 0$ という望ましくない解を除くためである。

*大学院社会理工学研究科

3 2次曲面によるモデル

存続、倒産企業を2次曲面で判別することを考える。対称行列 D 、1次係数ベクトル c に対して、超楕円面

$$x^T D x + c^T x = \gamma$$

を定義し、以下の線形計画問題を定義する。

$$\begin{aligned} & \text{minimize} && \sum_{i=1}^m \frac{y_i}{m} + \sum_{l=1}^k \frac{z_l}{k} \\ & \text{subject to} && a_i^T D a_i + a_i^T c + y_i \geq \gamma + 1, \\ & && i = 1, \dots, m \\ & && b_l^T D b_l + b_l^T c - z_l \leq \gamma - 1, \\ & && l = 1, \dots, k \\ & && y_i \geq 0, i = 1 \dots m, \\ & && z_l \geq 0, l = 1 \dots k. \end{aligned}$$

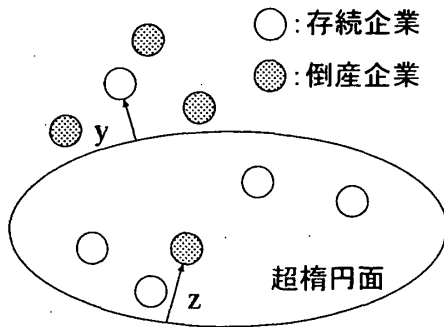


図 2: 超楕円面による分割

4 用いた指標と財務データ

本研究に用いた指標は、日本格付投資情報センター (R&I) 社のホームページ (HP) 上に載っていた「格付け上重要視する財務指標」の6指標である。

1. キャッシュフロー (百万円) = 当期利益 + 減価償却費 - 配当金・役員賞与
2. 有利子負債キャッシュフロー倍率 (倍) = 有利子負債 / キャッシュフロー
3. 自己資本比率 (%) = 自己資本 / 使用総資本 (期首 期末平均) × 100

4. 総資本事業利益率 (ROA) (%) = (営業利益 + 受取利息・配当金) / 使用総資本 (期首 期末平均) × 100
5. インスタント・ガバレッジ (倍) = (営業利益 + 受取利息・配当金) / 支払利息・割引料
6. 経常収支比率 (%) = (営業収入 + 営業外収益) / (営業支出 + 営業外費用) × 100

また、対象となる存続企業は、東証1部上場会社のうちデータが得られた788社で、98年度の財務諸表を用いた。倒産企業は、1992年度以降に倒産した企業のうちデータが得られた25社である。倒産した直前年度の財務諸表を用いた。バブル崩壊後はゼロ金利政策などを見ても、日本の経済はそれほど変わっていないと考えることができるからである。

5 SDP の導入

超平面及び2次曲面の定式化を用いて計算機実験を行った。その結果、超平面の場合には、判別率が87%であるのに対し、2次曲面の場合には、100%の判別が可能となることが分かった。また、 D の対角成分が負の値をとる場合があった。そこで、判別曲面が超楕円面となるよう、 D が非負定値行列であるという条件を追加し、この問題をSDPとして扱うことを考えている。この結果は当日発表する。

参考文献

- [1] O.Mangasarian, W.Street, W.Wolberg, "Breast Cancer Diagnosis and Prognosis Via Linear Programming", *Operations Research*, 43(1995) 570-577
- [2] Y.Gupta, R.Rao, P.Bagchi, "Linear Goal Programming as an Alternative to Multivariate Discriminant Analysis", *Journal of Business Finance & Accounting*, 17(1990) 593-598
- [3] 森平爽一郎 "倒産確率の推定と信用リスク管理: 展望" ジャファイア・ジャーナル [1998] 「リスク管理と金融・証券投資戦略」(森棟公夫・刈屋武昭編) 東洋経済新報社, (1998) 3-35
- [4] 大山泰 "「経営分析」の基本が身につく本" 中央精版印刷株式会社, 1993