

生存分析による中国株式会社の経営状況分析

Analysis of the management of Chinese companies by survival analysis

経営システム工学専攻 フク イルイ
HUKU Iru

1 はじめに

1990年12月、中国政府が国営企業の民営化を推進し、資金調達のを確保する目的で上海に証券取引所を開設したことが(上海A株市場)中国株式市場の幕開けとなった。その翌年の1991年にはシンセンにも証券取引所を開設(シンセンA株市場)された。1991年末時点で上海、シンセン合せてわずか14社の上場に過ぎなかったのが2007年12月31日までは上海で863社、シンセンで488社を数えるまでに成長して来た。

1998年から上海、深センには“ST銘柄”と呼ばれるものがあり、前日終値の上下5%が値幅制限になっている(一般銘柄は前日終値の上下10%が値幅制限になっている)。ST(Special Treatment)銘柄とは、「深セン、上海証券取引所の株式管理規則」により上場銘柄が2年連続で赤字となった場合、または1株当たり純資産が1人民元を下回った場合、ST銘柄として他の株式とは別の取り扱いとなる。さらに、ST銘柄となった後1年間赤字を計上した場合、ただちに上場廃止となる。しかしこのようなST銘柄も、業績が好転し、黒字決算になれば一般銘柄に復帰し取引制限がなくなり、通常の取引が可能となる。

本研究は生存時間分析を用いて中国株式市場のST銘柄を中心に、時間の観点から株式会社の生存率を推定し、いろんな財務指標から会社の生存にどんな影響を与えるのかを探究する。

2 生存分析

生存分析は生存時間解析(survival analysis)と呼ぶ、医学分野においては寿命データ解析(life data analysis)、信頼性工学分野においては耐久分析(duration analysis)とも称えされる。簡単に言うと、ある基準の時

刻からある目的の反応(観測対象とする個体に対し一度だけ非再起的に起きる事象であるとする)が起きるまでの時間を解析対象として、研究を行う場面がある。

打ち切りを受けたデータを扱うことは生存時間分析の特徴である。すべての個体について正確な生存時間がわかれば解析は簡単であるが、現実には正確な生存時間がわからない場合がしばしばある。例えば死亡をイベントとした臨床研究においては、患者の転院などによりその後のフォローアップができなくなる場合があるし、研究をまとめる段階でまだ生存している患者が存在する場合も当然起こり得る。このような状況を打ち切り(censor)が生じたという。

3 データの概要

研究として用いるデータは「北京大学CCER経済金融研究データベース」¹と「SINA株式」²のウェブサイトに乗った2007年の19業界976ヶ社のデータと自分が収集したデータを合わせて、整理したものである。取扱変数はそれぞれ株式ID、会社成立时间、会社株発行時間、イベント発生時間、イベント指標、営業収入、純利益、総資産、一株当たり利益、一株当たり純資産、株主資本利益率、総資産の増加率、流動比率、負債構成比率、総資産回転率、株価収益率、調整済み去年営業収入、調整済み去年総資産、調整済み去年一株当たりオペレーティング・キャッシュ・フロー、調整済み去年株主資本利益率オペレーティング・キャッシュ・フローである。

多くなデータから極端な外れ値を除くため、箱ひげ図を合わせて第1四分位点あるいは第3四分位点より

¹<http://www.ccerdata.com/>

²<http://finance.sina.com.cn/stock/>

も $3 \times (\text{第3四分位点} - \text{第1四分位点})$ 範囲以外の値を除いて、データをまとめた。

4 データの実例研究

生存関数の推定方法は主な3種類がある、それぞれノンパラメトリック、セミパラメトリック、パラメトリックという推定方法である。

ノンパラメトリックな推定方法では古典的な生命表法を始め、近年はコンピュータの普及とともにカプラン・マイヤー法が好んで用いられている。カプラン・マイヤー推定量は

$$\begin{aligned} \text{生存関数 } \hat{S}(t) &= (1 - d_1/n_1) \times (1 - d_2/n_2) \times \dots \\ &= \prod_{t_i < t} (1 - d_i/n_i) \end{aligned} \quad (1)$$

となる。 t_1, t_2, \dots はイベント時点、イベント時点のイベント数は d_1, d_2, \dots とし、 t_1, t_2, \dots の直前のリスク集合の大きさを n_1, n_2, \dots で示す。定義により、生存曲線は階段状の曲線となる。

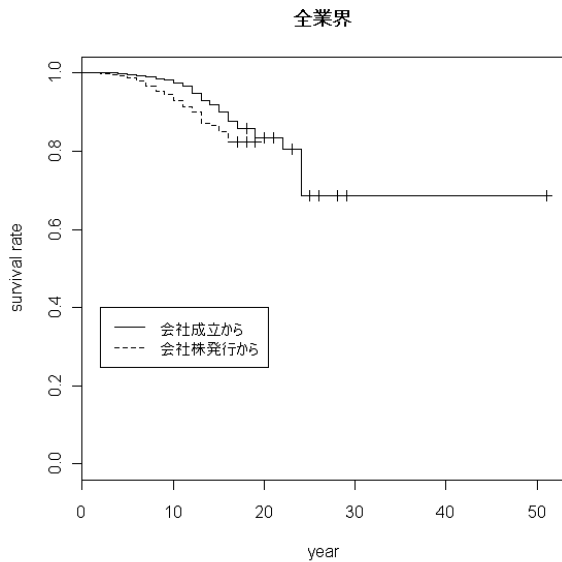


図 1: 全業界の生存曲線

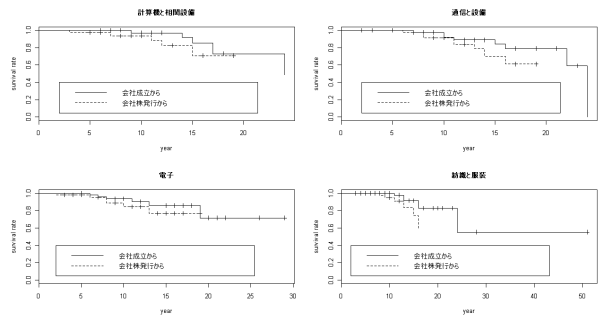


図 2: 業界ごとの生存曲線

比較するため考察開始時間は会社成立からと会社株発行からの二つに分けてそれぞれ推定し、考察終了時間は2008年に設定する。図1から二つ生存曲線は大きな差別が出ていない、最初の10年間はほとんど安定的に経営を進んでいると考えられるが、10年目から生存率が落ちる傾向が見られる。また業界ごとの生存曲線では計算機と相關設備、通信と設備、電子、紡織と服装という業界の生存率も10年目から大きく下がる傾向がある。それは近15年からコンピュータ技術の驚くほど発展とともに、業界の競争も激しくなるか、またWTOに加入し外国の同業界から影響をあたえられるかと考えられる。

リスク関数から分析と、カプラン・マイヤー法の下
のリスク関数は

$$h(t_i) = \frac{d_i/n_i}{t_i - t_{i-1}} \quad (2)$$

となる。会社成立からと会社株発行からそれぞれのリスク曲線は以下ようになる。

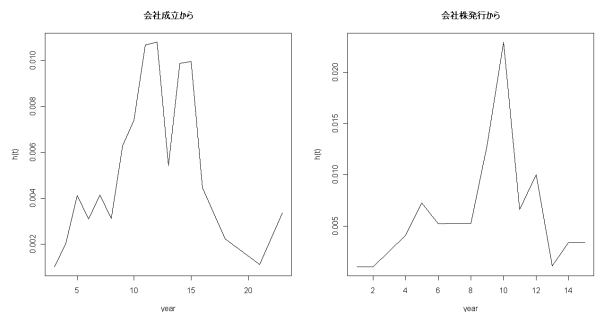


図 3: リスク関数

二つリスク曲線とともに会社成長初期の困難、中期

の安定、さらに競争によるリスクが上がるという段階を経て、10年目ごろそれぞれピークに達する。それは各業界10年目から生存率が大きく下がる傾向とつながりがあるのではないかと考えられる。

ノンパラメトリックな推定はただ時間のデータだけ扱い推定するから、時間以外の因子はどういうふうに会社の経営に影響を与え、生存率を左右するのかわからない。生存分析のセミパラメトリックな推定は金融指標など時間以外の因子も含めて、解析する方法である。Cox 比例ハザードモデルはコックス回帰の前提として、意味のある情報を抽出しやすく複雑な生存時間データをまとめる方法といえ、代表的なモデルである。

比例ハザードモデルは、共変量の値がベクトル $\bar{z}_i = [z_{i1} \ z_{i2} \ \dots \ z_{ip}]^T$ で表される個体 i のハザード関数に次式を想定する。

$$\begin{aligned} h(z_i, t) &= h_0(t) \cdot \exp(\bar{\beta}^T \bar{z}_i) \\ &= h_0(t) \cdot \exp(\beta_1 z_{i1} + \dots + \beta_p z_{ip}) \quad (3) \end{aligned}$$

$$S(z, t) = \exp\left(-\int_0^t h(z, u) du\right) \quad (4)$$

ここで $h_0(t)$ は、 \bar{z} が 0 ベクトルとなる基準人ともいうべき対象のハザード関数 (基準ハザード関数) であり、 $\bar{\beta}$ が推定すべき未知パラメータである共変量の影響が、基準人のハザードに $\exp(\bar{\beta}^T \bar{z}_i)$ という比例定数の形で影響するため比例ハザードモデルと呼ばれるのである。

全 16 個金融指標を入れて、生存曲線は次のようになる。

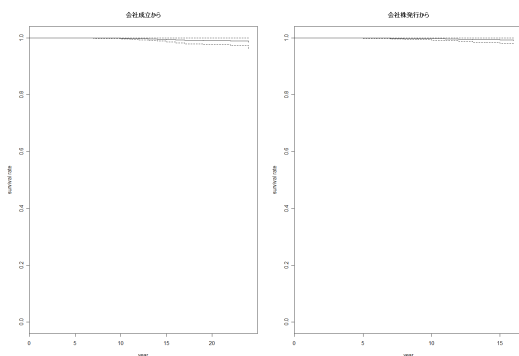


図 4: Cox 比例ハザードモデルによる生存曲線

図 4 により、二つ生存曲線はほぼ同じであって、生存率は非常に高いと見られる。変数選択を行って、金融指

標を着目すると両方と共に、総資産 (v3)、一株当たりの純資産 (v5)、総資産の増加率 (v7)、流動比率 (v8) と調整済去年株主資本利益率 (v15) が選べられる。また純利益 (v2)、調整済み去年一株当たりオペレーティング・キャッシュ・フロー (v14) もそれぞれ選べられる。

会社成立してから

```
coxph(formula=Surv(time, status)~v3+v5+v7+v8+v14+v15,data=all1new,method="breslow")
```

	coef	exp(coef)	se(coef)	z	p
v3	-3.921	0.0198	1.472	-2.66	7.7e-03
v5	-1.125	0.3248	0.226	-4.97	6.6e-07
v7	-1.924	0.1460	0.474	-4.06	5.0e-05
v8	-0.861	0.4226	0.287	-3.01	2.7e-03
v14	0.436	1.5468	0.134	3.26	1.1e-03
v15	-0.754	0.4707	0.217	-3.48	5.0e-04

Likelihood ratio test=182 on 6 df,p=0 n=976

会社株発行してから

```
coxph(formula=Surv(time, status)~v2+v3+v5+v7+v8+v9+v15,data=all2new,method="breslow")
```

	coef	exp(coef)	se(coef)	z	p
v2	-1.4343	0.2383	0.5352	-2.68	7.4e-03
v3	-4.2100	0.0148	1.5491	-2.72	6.6e-03
v5	-0.5035	0.6044	0.1204	-4.18	2.9e-05
v7	-2.0179	0.1329	0.4896	-4.12	3.8e-05
v8	-0.8368	0.4331	0.2920	-2.87	4.2e-03
v9	-0.0728	0.9298	0.0324	-2.25	2.5e-02
v15	-0.7493	0.4727	0.2166	-3.46	5.4e-04

Likelihood ratio test=198 on 7 df,p=0 n=976

選ばれた指標から考えると、一株当たりの純資産は企業の安定性を見る指標であり、高ければ高いほど、企業の安定性は高いことになる。総資産の増加率は高いほど成長率が高いと言える。流動比率は短期の負債に対する企業の支払い能力を見るための指標であり、企業の財務の安全性を見る指標である。調整済去年株主資本利益率は株主資本 (自己資本) を使って、どれだけ効率的に当期利益が稼げているかを見る指標である。調整済み去年一株当たりオペレーティング・キャッシュ・フローは収益性分析の指標であり、一株当り現金ベースでどれだけ収支であったかを示す指標である、現

在では現金を大事なことにする会社に対して、とても重要な指標だと考えられる。

また係数の方を吟味すると、流動比率 (v8) の場合 $\exp(\text{coef})$ は両方と共に約 0.5 であって、つまり単位ごと変動すれば、ハザード関数に対して約 0.5 倍の差が出て来る。直観的に考えれば、もし他の指標がかわらず、流動比率だけ 1 を減少したら、ST 銘柄になる確率が 2 倍ぐらいまで上がる。同じように総資産 (v3) の場合は単位ごと変動があれば、ST 銘柄になる確率が 50 倍以上の差が出る。これより、これらの金融指標はどのぐらい生存率に影響を与えるのかを把握できると思う。

実際には、病気の再発と同じように、あらかじめ設定した観測期の中に同一の株は ST 銘柄になることが繰り返す発生する場合がある。こちらは 1 回以上一般銘柄から ST 銘柄になることに関して、パラメトリックな推定を行う。よく使われているモデルは AG モデル、PWP モデルと WLW モデルという 3 つのアプローチである。以下の図のように、Cox 比例ハザードモデルにより得られた生存曲線とほとんど変わらない。特に A-G モデルと PWP モデルの結果は非常に近い。

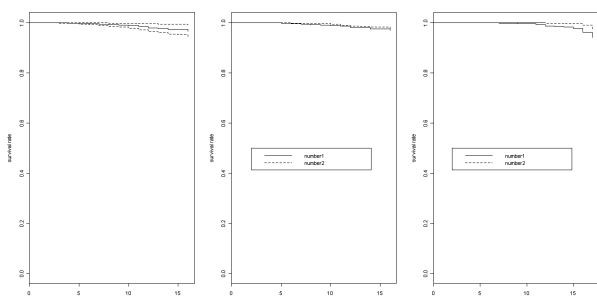


図 5: パラメトリックな推定に基づく生存曲線

中国では、ST 銘柄会社は普通の銘柄に戻るため、会社資本構成変更という対策がよく行う。資産の再構成、株主権の譲渡、株の譲渡、買収合併や資産の置換などにより、短期内に迅速に経営を規模化することを実現し、生産の効率を高めることができる。

データにより、1999 年から 2004 年までの 216 社 ST 銘柄会社の内 177 社は資本構成の変更を行った、約全部の 82% を占めた。結果としては 150 社、約 70% の会社は普通の銘柄に戻った。ST 銘柄に残った 66 社の内 41 社、約 62% の会社が資本構成を変更した。独立性検定により普通の銘柄に戻れるかどうかは資本

構成変更と関係あると示した。でも年間のデータ比べると、全ての金融指標は年を追って改善されるじゃなくて、変更したから 3 年連続同じレベルである。

だから、資本構成変更という対策は、確かに ST 銘柄を普通の銘柄に戻せる作用があるが、会社に対して徹底的に経営改善ではなく、一時的な対策と考えられる。実際に 50% 以上の会社は ST 銘柄になった翌年資本構成変更を完成した、でもそんなに短い時間の内資本構成変更がうまくできるかどうか問題になる。ただ会社は早めに普通の銘柄に戻るため、盲目的資本構成変更を行って、結局目的が実現せず、資本構成変更の効率が低下することになる。

5 まとめ

本研究では、生存分析という解析方法を用いて、中国株式市場に上場した ST 銘柄会社を中心に、会社の経営状況を研究した。そして、いろんな分析手法によって、中国国情に基づく特別な取引規則の下で、中国株式市場に上場した会社の生存率を推定し、選んだ金融指標から会社の経営にどんな影響を与えるのかを明らかにする。

今後の課題としては、すべて会社に関するデータの収集は大変なので、本研究には代表的な幾つ金融指標だけ用いて解析する。今後用いられるデータを検討し、分析結果の説明力を向上させることを目指す。またデータの相関関係を加え解析する必要があると思う。

参考文献

- [1] 大橋 靖雄, 浜田 知久馬, 生存時間解析 - SAS による生物統計, 東京大学出版会, 東京, 1995
- [2] Jerald F. Lawless, Statistical Models and Methods for Lifetime Data, Wiley, (c2003)
- [3] Cox, D.R., Regression Models and Life-Tables, Journal of the Royal Statistical Society: Series B, VOL.34:187-220(1997)
- [4] Lin, D.Y. Cox regression analysis of multivariate failure time data: The marginal approach, Statistics in Medicine, VOL.13:2233-2247(1994)