The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	経営管理目的からの倒産予測モデル研究の有用性と課題 ： 経営管理のための安全性指標の観点から
Author(s)	梅谷, 幸平
Citation	大阪大学経済学. 2013, 62(4), p. 63-83
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/57018
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

経営管理目的からの倒産予測モデル研究の有用性と課題

― 経営管理のための安全性指標の観点から* ―

梅　谷　幸　平†

要　約

本稿では，経営管理のための安全性指標を明らかにするという観点から，いいかえると経営管理目的から，倒産予測モデル研究の有用性と課題について考察する。まず，バブル崩壊以降の厳しさを増す経営環境に置かれた企業が新しい視点での経営計画と管理に用いることのできる安全性指標を必要とする現状について述べ，このニーズに対して経営管理目的からの倒産予測モデル研究の有用性が高いことを示す。次に，既存の倒産予測モデル研究を概観し，実証研究を整理するとともに，経営管理目的から見た倒産予測の分析に用いられる説明変数および確率統計技法における課題を明らかにし，今後の経営管理目的からの倒産予測モデル研究に向けた展望を与える。

JEL 分類：M41

キーワード：倒産予測，経営計画，経営管理，安全性指標

1. はじめに

これまでに多くの倒産予測の研究が行われてきたが，ほとんどの研究は分析される企業に関わる外部者の意思決定支援を目的に行われ，その多くは株式・社債を購入・保有する投資家ならびに融資する金融機関等の債権者[1]など外部利害関係者[2]の意思決定支援目的からであった。この結果，外部利害関係者ではこれらの研究成果を活用した実用的な倒産予測モデルを用いたリスク管理が行われるに至っている。これに対し，投資ならびに融資を受ける企業，特に株価の存在しない非上場企業等の債務者側の企業[3]では，これらのモデルの恩恵を十分に受けることができず，伝統的な経営指標に基づいた計画と管理の域にとどまっているのが現状である。倒産は外部利害関係者の損失だけにとどまらず，債務者側の企業にはより大きな苦難をもたらし，その予測は債務者側の企業にとっても重大な関心事である。債務者側の企業からは，伝統的な経営指標に比べ安全性をより適切に評価

* 本稿の作成にあたり，高尾裕二教授（大阪大学大学院経済学研究科），椎葉淳准教授（大阪大学大学院経済学研究科）竹内惠行准教授（大阪大学大学院経済学研究科），から多くの貴重なコメントをいただいた。ここに記して深く感謝申し上げたい。ただし，本稿における全ての誤謬は筆者に帰するものである。

† 大阪大学大学院経済学研究科博士後期課程

1 本稿では，「債権者」を企業に資金を提供する金融機関や信用保証を提供する機関など狭く捉えている。

2 本稿では，「外部利害関係者」を株式・社債を購入する投資家，金融機関および取引企業等で，投融資ならびに信用を供与する者としている。このため，一般的な会計学で定義されている外部利害関係者とは異なる。なお，債権者は外部利害関係者に含まれる。

3 本稿では，経営計画の策定と実行に経営者および従業員が参画すること，融資契約の債務者（多くは当該企業の他に代表取締役）に加えて従業員も倒産の影響を受けるため，法人としての企業ならびに債務者および従業員を含め「債務者側の企業」として表記している。

できる経営管理指標が切に求められているにもかかわらず，企業経営者の意思決定支援のために，経営管理のための安全性指標を明らかにするという観点から，いいかえると経営管理目的からの倒産予測モデル研究がほとんど見当たらない現状がある。

本稿では，経営管理目的から，倒産予測モデル研究の有用性と課題について考察する。具体的には，企業における経営計画と管理の現状，およびバブル崩壊以降の厳しさを増す経営環境に置かれた企業が新しい視点での経営計画と管理に役立つ安全性指標を必要とする現状について述べるとともに，このニーズに対して経営管理目的から，倒産予測モデル研究が有用であることを示す。

さらに，既存の倒産予測モデル研究を概観し，実証研究を整理するとともに，倒産予測の分析に用いる説明変数に関する論点，および確率統計技法の特徴に関する論点につき，経営管理目的からこれまでの実証研究がフォローしていない課題を明らかにする。これらの論点整理は，経営管理目的からの倒産予測モデル研究への展望を与える。

本稿の構成は以下の通りである。まず次の第2節において，企業の経営計画と管理の現状，および投資家ならびに金融機関などの現状を概観するとともに，最近の経営環境をふまえた新しい視点からの安全性指標の企業ニーズに対して，経営管理目的からの倒産予測モデル研究の有用性を示す。第3節では，まず，倒産予測モデルの体系を概観し，次にその中の財務的アプローチによる統計モデルで主流の3つの倒産予測モデルでの先行研究について概観する。次いで，先行研究の目的とその結果を経営管理目的に応用する場合の限界，先行研究で用いられた説明変数を管理指標に用いる場合の問題および管理指標を見出すときの課題，倒産予測の研究における各確率統計技法の理論的特徴と経営管理目的からの研究で用いる場合に考慮すべき点を指摘する。議論のまとめは最後の第4節で行う。

2. 従来の経営計画・最近の企業環境と経営管理目的からの倒産予測モデル研究の有用性

2.1　企業の経営計画と管理の現状

現在多くの企業では中期経営計画を作成しそれを基に経営がなされている。より具体的には，通常3年もしくは5年の中期経営計画が作成され，その初年度計画を基に実行計画として1年または半年（2回）の詳細計画が作成され実行・管理される。財務体質および経営成績が良好な場合など，経営計画の変更が容易な通常の場合には，毎年ローリングにより中期経営計画が修正され，その初年度に対応して実行計画が作成され実行・管理される。通常の経営計画では，計画作成時点で得られる前年度または前半期の確定した決算に基づいて達成確度の高い初年度，および会社が目標とする将来像を考慮してその中で実現可能な計画を5年目に落とし込み，その間の期間は実現可能な諸施策も同時に考慮して計画が作成される[4]。

[4] 中小企業が財務体質または経営成績が不振で取引金融機関に条件変更などの支援を求める場合には，通常5年の中期経営計画（経営改善計画書）が作成されるが，この場合，金融検査マニュアル（中小企業版）に従い経営改善計画が概ね計画通りに進捗している必要があるため，5年の計画は容易には変更できず固定され，実行計画は各年度の計画に応じて作成され実行・管理される。このようなケースでは「実現性の高い抜本的な経営再建計画（いわゆる実抜計画）」または「経営改善計画等に関する規定を満たす計画（合理的かつ実現可能性の高い経営改善計画，いわゆる合実計画）」が求められ，計画終了時点で基本的には金融検査マニュアルに定める基準の「正常先」になることが求められる。

経営改善計画書の場合は，金融検査マニュアル（中小企業版）が求める目標を基に1年目から5年目を，各年で計画達成率に大きな差がでないように，全体として作る場合が多い。内容的には実抜計画もしくは合実計画であることに加え，概ね計画通りに進捗している必要があるため，慎重な立場での計画書作成が必要である。しかし，計画を実行する社員の士気に配慮して，計画には組み込まなくても会社が目標とする将来像は明確にする必要がある。

計画作成を補助する中期経営計画の立て方・使い方に関する著書は多くあるものの，そのほとんどは作成方法の解説書である。例えば，財務分析を含む外部・内部環境を分析した後，戦略立案を経て経営目標を設定し，その経営目標を利益・資金・設備投資・活動の各計画に落し込んで中期経営計画を作成するといったものである。経営指標の中での財務関係項目には，売上高，利益（売上高利益率），総資本（総資本利益率），自己資本（自己資本利益率），労働生産性，自己資本比率，有利子負債比率，負債利子率などが含まれ，これらの財務関係項目との過去実績対比での管理手法が説明される（井口・稲垣，1999，pp.150-190）。

5年後もしくはその先にある会社が目標とする将来像を明らかにし，計画を作成し，実行していくためには，営業・生産・人事・財務など，会社全体にわたっての将来像の明確化が必要である。多くの場合，バランス・スコアカード（BSC）のような中期経営計画とマネージメント・コントロール・システムを一体化させたシステムが利用される。BSCの基本形では，財務の視点，顧客の視点，業務プロセスの視点，および人材と変革の視点の4視点で会社が目標とする将来像を明確化する。その中で財務の視点と顧客の視点の二つが最も重要な視点となる場合が多い。財務の視点において，一般に我が国で採用されている主要な業績評価指標としては，流動比率，売上高利益率，使用総資本利益率，増収率，投資利益率，労働装備率，キャッシュフロー，使用総資本回転率などが指摘される（吉川，2001，pp.75-83）。

指摘される経営指標のほとんどは，会計学の経営分析または財務諸表分析で扱われている指標である[5]。一般的に，財務諸表分析では企業特性を「収益性」の視点と「安全性」の視点を2大視点とし，加えて生産性，不確実性，成長性などの視点からの分析がなされる（桜井，2012）。多くの企業では，これらの指標の中から企業実態に見合う指標を中期経営計画に採用し，当該指標について過去実績または同業他社・業界平均との比較を行い，相対的な評価が行われることになる。

2.2　投資家ならびに金融機関などの現状

企業に資金を提供する金融機関や信用保証を提供する機関など債権者の側からみると，これまでのオーソドックスな財務指標に加え，倒産確率や格付など企業の安全性・堅実性に基づいて融資判断を行い，利息の設定をする傾向が顕著にみられるようになってきた。

1990年にバブル崩壊が始まると日本経済が

[5] 桜井・須田（2012, pp.259-282）は財務諸表による経営分析の章で次のように述べている。「財務諸表を用いて経営分析を行う場合に，着目すべき企業の二大特性は『収益性』と『安全性』である。

収益性は投下資本に対して達成された利益の比率を表す資本利益率で測定する。これには企業全体の観点から見た総資本利益率と，株主の観点から見た自己資本純利益率という代表的な尺度がある。資本利益率は，さらに売上高利益率と資本回転率に分解し，過年度や同業他社と比較する。売上高利益率に差異をもたらした原因は，百分率損益計算書を作成して調査する。資本回転率に差異をもたらした原因は，主要な資産別に回転率を計算して調査する。一般に重視すべき資産は，売上債権・棚卸資産・有形固定資産・手元流動性の4項目である。

企業の安全性は，貸借対照表から得られる流動比率や負債比率などで判断される場合が多いが，損益計算書に基づくインタレスト・カバレッジ・レシオも有力な尺度となる。また業績変動の程度を左右する要因として，固定費・変動費という費用構造があり，この影響度は損益分岐点で把握することができる。損益分岐点が高いと売上高のわずかな減少でも利益が激減して，最終的には企業の安全性が脅かされる。」

ここでは収益性の分析で用いられる具体的な指標として，総資本事業利益率（ROA），自己資本純利益率（ROE），売上高利益率，売上債権回転率または売上債権回転期間，棚卸資産回転率または棚卸資産回転期間，有形固定資産回転率，および手元流動比率が指摘されている。

安全性の分析では，「安全性とは企業の財務構造や資金繰りが健全であり，債務不履行などのかたちで倒産に陥る危険がないことをいう。」と記され，用いられる具体的な指標として，流動比率，当座比率，負債比率，自己資本比率，固定比率，固定長期適合率，インタレスト・カバレッジ・レシオ，および損益分岐点が指摘されている。

低成長となり，またグローバル競争が激化した結果デフレ傾向が続き，多くの企業で長期にわたり利益の低迷状態が続き廃業ならびに倒産が増加している。加えて2003年に我が国の金融システムが有担保主義からキャッシュフロー主義に変更された（日本銀行，2003）ことがこの傾向を強め，景気後退局面では中小企業に対して金融機関がリスクを取るプロパー貸出が減少（資金回収）し，それを公的保証貸出が穴埋めしている現状に融資判断の変化の影響が見て取れる（日本銀行，2009，p.17）。

従前より外部利害関係者からは，企業の倒産リスクを把握するための手段が広く求められてきた。1930年代から始まる企業倒産予測モデル開発の試み以降，多くのモデルが提唱されてきた（辻・ヴャチェスラフ，2007）。しかし，これらのモデル研究は株価を利用した指標など管理指標としてコントロールするのが困難な指標を一部に用いた研究，および／または特定企業の倒産確率の推定ではなく倒産・非倒産の二分類を課題とする判別分析を用いた研究など，外部利害関係者の意思決定支援目的の倒産予測の研究[6]がほとんどである。外部利害関係者には個別企業の倒産確率は必ずしも必要ではなく，ポートフォリオを形成する部分集合体（バスケット）の倒産確率または格付分類が分かれば十分であることから，これまでの外部利害関係者の意思決定支援目的の研究成果が活用でき，信用リスク管理の中に応用されるようになっている（池森，1999）。

2.3　経営管理目的からの倒産予測モデル研究のニーズと有用性

債権者側の融資判断のあり方の変化に対して，債務者側の企業，なかでも非上場の債務者側の企業では，株価が存在しないことおよび当該企業の倒産確率推定が不可欠なため，これらのモデルの恩恵を十分に受けられず伝統的な経営指標での計画と管理にとどまっているのが現状である。この結果，倒産確率または格付などを重視する資金の貸し手と，信用力の担保依存から抜け切れず従来の経営管理手法の利用にとどまっている資金の借り手との間の情報の非対称性に起因して，中小企業にとって公的保証貸出なくしては資金調達が困難な時代になってきたとも言える。また近年では創業30年以上の老舗企業の倒産割合が増加し，件数自体も増加傾向にある（白田，2003b，pp.20-31）。これまで老舗企業では，土地等の現物資産の信用力を頼り，財務諸表に現れる安全性・堅実性の経営管理が不十分であることも，このような倒産状況の一因と考えられ，従来の収益性重視の経営管理だけでなく，企業の安全性・堅実性も等しく管理する経営への変革が求められているとも言えよう。

特に，倒産は外部利害関係者の損失だけにとどまらず，債務者側の企業にはより大きな苦難をもたらし，その予測は債務者側の企業にとっても重大な関心事である。伝統的な経営指標による管理を超えて，自社の安全性をより正しく評価し，経営計画に安全性を高める対策を盛り込む場合に，その成果の予測および対策実施後の効果の確認が可能となる指標が求められている。同時に，安全性指標に限らず，これまで経営計画と管理で取り扱われていない財務指標を新たに組み込む場合，たとえ有益な指標であったとしても実例または実績がない場合には具体像が掴めないことが多い。その結果，単に指標の管理だけにとどまり実績が上がりにくく，計画を実行・管理する立場の者から他の企業もしくは業界でその指標を使って成果をあげている実例を求められることが多い。

「安全性とは企業の財務構造や資金繰りが

[6] 倒産予測に関する研究では，倒産予測のモデル式を導出した研究（倒産予測モデル研究）が多いが，モデル式間の精度比較など新たなモデル式の導出がなされていない研究もある。本稿では，倒産予測モデル研究を包含した倒産予測に関する広範な研究について「倒産予測の研究」と表記している。

健全であり，債務不履行などのかたちで倒産に陥る危険がないことをいう」（桜井・須田，2012，p.273）と記されるように，企業の安全性が高いことは倒産リスクが低いことと考えられる。企業の倒産確率を推定できる倒産予測モデルを構築できれば，その説明変数の全部または影響の大きい説明変数を安全性指標として経営管理に用いることができる。従って，個別企業の倒産確率が推定可能な確率統計技法を用いて，使用する指標（説明変数）には企業の自助努力で改善ができること，リスクを低減するための多様な対策が可能であることといった特徴を持つ「安全性指標」に焦点をあてた，経営管理目的からの倒産予測モデルの実証研究が必要である。このような実証研究は，当該債務者側の企業からの安全性の算出方法と，その安全性をコントロールする指標を実例とともに求めるニーズに対応でき，有用性が高いと言える。もとよりこのような実証研究にあっては，企業の適切な安全性指標を算出するものでなければならないが，多くの実例を指摘することにより，有用性を増すことになる。

2.4　企業の倒産と本稿が必要とする経営計画に用いる安全性指標の関係

一般的に，企業の直接的な倒産の引き金は資金繰りのショートと言われている。当期利益が大赤字であろうが，債務超過になろうが，資金繰りさえつけば倒産はしない。内部者として管理し自己の努力により資金繰りの改善が可能な経営者にあっては，安全性は資金繰りの問題に過ぎず，経営計画では収益性を考慮して作成すればよいとの考え方もあろう。また，たとえば５年の経営計画では，年次の損益計算書，貸借対照表，およびキャッシュフロー計算書を作成し，初年度の実行計画では，詳細な損益計算書，貸借対照表，および資金繰り表を作成し，月次ベースで管理するのが一般的である。これらは主取引銀行の求めに応じて提出し，資金繰りがタイトな時期での追加融資を求め安全性を確保していく。リーマン・ショック，東日本大震災，台風と洪水などにあって，臨時的損害および異常な営業不振の場合には，政府の緊急対策により金融機関および地方公共団体を経由して金融支援（新規融資など）が行われ，当該企業の資金繰りのショートが防止される。このため，これまでの経営計画の安全性に関して何が不足しているのかと訝るかもしれない。しかし，特別な損害でなく，長期低迷で運転資金が枯渇し予定した取引銀行の追加融資が審査の結果受けられない場合，他の金融機関への融資申し込み，売掛金の回収促進，買掛金の支払い繰り延べ交渉など，日々の金策に翻弄され経営改善の時間すらなくなる。取引銀行とのリレーションシップが良好であれば，不足資金の調達に残された期間が１月未満など急な金策の必要はなくても，不足資金の調達に与えられる期間は１年もない。もし，予測される資金ショートの２年とか３年前に取引銀行から追加融資をしない旨の通知を受け既存借入金の返済のみを要求される場合は，当該銀行において不良債権に分類された企業など特殊な場合であろう。通常は，経営者が資金繰りのショートを認識できるのは１年未満の短期的な範囲であり，その短期間では企業にとって不利な資金調達対策しか行えない。仮に，経営計画の指標として５年前から安全性の警鐘を鳴らせることができれば，企業にとって有利な資金調達の時間的余裕が与えられる。たとえば時間の余裕がない場合には，早期に換金可能な事業用不動産などの売却を迫られ，そのために事業の廃止および人員整理が必要となる。時間の余裕があれば，利益は出ているが資産を有効に活用していない事業を譲渡し，その事業に関連する負債を圧縮するとともに，売却による現金の回収が可能となる。

他方，実務で用いられる安全性指標には，自己資本比率（または有利子負債依存度，借入金依存度），売上高対有利子負債比率（または有

利子負債月商倍率）などがある。しかし，これらの安全性指標を同業他社と比較する用い方であるため，安全性の相対的な高低判断には利用できるものの，資金繰り対策の必要性の有無をタイムリーベースで判断できるほどの定量的な情報は得られない。融資判断は当該金融機関のデータベースを利用した信用リスク管理の中で行われるが，それに加えて業種別審査辞典（金融財政事情研究会，2012）も利用される場合がある。最新の業種別審査辞典では総収録業種が1,370業種である。該当業種の成長・成熟・衰退段階の判断とともに，その業種の中での当該企業の位置が重要な判断材料となる。このため，安全性指標を倒産予測の研究から見出すときは，細分化された業種の中の企業の位置が重要な情報となろう。

2.5　経営計画作成における収益性と安全性の関係

経営は変化への対応と言われている。対応のためには研究開発投資，設備投資，M&Aなど各種の投資が必要である。もちろん，投資をして成功する場合，投資をして失敗する場合，投資を見送って成功する場合，投資を見送って失敗する場合など，結果はケースバイケースである。たとえば，研究開発を伴う設備投資を選択すれば借入金の増加，研究費および減価償却費などの費用の増加を伴い，たとえ投資が成功し収益性が向上しても借入金の増加により安全性の低下を伴う。その投資が失敗すれば，収益性および安全性がともに低下する。逆に，このような投資をしない選択をすれば，当面の安全性は保たれるが，事業の衰退とともに収益性が低下し，それに伴って安全性も低下する。また，経営者が負債の返済を重荷と認識しているときに，将来性が見込めないことから利益は出ているものの資産を有効に活用しているとは言えない事業を売却すれば負債の圧縮により安全性を向上させることができ，資産効率の増加に伴う収益性の向上も期待できる。しかし，経営者により売却の検討対象とされた事業に携わる人はゼロベースで事業の再構築を考えるので，保有技術・設備の新用途展開などにより技術革新が起こり企業を牽引する事業になることもあるので，このような判断は簡単なことではない。経営分析は収益性と安全性について別々に行われるが，経営の実行面では一体であり，経営計画では同列に，かつ，同時に配慮した計画作成がなされなければならない。

「企業が一旦倒産してしまうと，その影響は経営者，従業員をはじめとする一企業の不幸にとどまらず，従業員の家族，債権者，取引先，消費者，地域社会および国家経済にまで及ぶ。そこで，こうした倒産の悪影響をいささかでも軽減することが非常に重要になる。その一つの方法は企業に倒産する危険がないかどうかを早くから知ることであろう。企業における倒産可能性の早期発見こそは倒産回避の要諦だからである」（戸田，1974）との指摘からも明らかなように，倒産予測の研究には早期の段階からすでに企業倒産防止としての有益性が期待されてきた。そうであれば，収益性と安全性を共に考慮した経営計画の作成と管理を行うために，早期から倒産リスクを推定できる有益な管理指標を見出すことが極めて重要な課題となるはずである。現況において，そのような研究はほとんど見られない。本稿の目的はこのような課題の解決に向けた一つの手掛りを得ようとするものである。

3. 倒産予測モデルの現状と経営管理への応用から見た課題

3.1　倒産予測モデルの体系

企業の倒産予測に関するこれまでの研究は，倒産の発生要因分析や発生パターンなどを研究した非財務的アプローチによる倒産予測の研究および公表財務諸表から得られた財務比率な

どを指標として比較分析した財務的アプローチによる倒産予測の研究に2分される（白田，1999，pp.26-27）。辻・ヴャチェスラフ（2007）は，上記の財務的アプローチを（1）統計モデル，（2）人工知能系モデル，（3）理論モデルに3分類し，さらに各々を細分類し整理した。この非財務的アプローチも含めた分類は，表1のように示すことができる。

財務的アプローチについては，細分類された各方法を単独で取り扱う研究が多いものの，多変量判別分析と生存分析（比例ハザード分析）を比較した研究（Lane et al. 1986），決定木分析（CARTモデル）から得られた説明変数を多変量判別分析の説明変数に使用して判別力の向上を図った研究（白田，2003a）など，複数の方法を同時に取り扱った研究もある。

企業が自らの安全性を経営管理するには，当該企業の倒産リスクが推定でき，かつ，管理指標（説明変数）を数値化する必要がある。このことから，経営管理目的からの倒産予測の研究では，財務的アプローチによる統計モデルが適

表1　倒産予測モデルの体系

非財務的アプローチ
（1）倒産パターン分析
（2）倒産企業の特徴分析（組織・人）
財務的アプローチ
（1）統計モデル
（a）単変量分析
（b）多変量判別分析
（c）条件付き確率分析
（d）生存分析
（2）人工知能系モデル
（a）決定木
（b）遺伝的アルゴリズム
（c）ニューラル・ネットワーク
（d）ラフ集合理論
（e）サポート・ベクター・マシン
（3）理論モデル
（a）エントロピー理論
（b）ギャンブラーの破滅理論
（c）オプション価格理論

（出所）白田（1999）および辻・ヴャチェスラフ（2007）よりまとめた。

していると考えられる。さらに，倒産判別モデル開発の起点となったAltman（1968）以降では，さきの表1の（1）統計モデル研究においては，（b）多変量判別分析での線形判別モデル，（c）条件付き確率分析でのロジスティックモデル[7]，（d）生存分析での比例ハザードモデルによる多変量解析が主流とみなされる。本稿の以下の節では，これら主流とみなされる3モデル（確率統計技法名および分析のみの研究の場合は「分析」と称する。）に絞って，これまでの研究を概観し論点を整理する。

3.2　3つの倒産予測モデルを用いた先行研究

本稿の関心事である倒産予測の研究における経営管理目的の研究のポジションを確認するために，先行研究における研究目的はまとめて次の3.3項で取扱う。また，それらの研究間の対比のため，先行研究で用いられた説明変数は3.4項で取り扱うこととした。この項では分析方法別に，倒産予測モデルの概要，および研究目的ならびに説明変数を除いた先行研究の内容を概観し，さらに分析方法間の比較研究についても概観する。

3.2.1　線形判別分析

線形判別分析は，標本内の個体がグループ（群）に分けられるとき，個体のデータのみの情報を用いてグループに再分類する方法のひとつである。いま，個体jがk個の変数のデータ$X_{1j},\cdots,X_{kj}$を有しているとしよう。このとき，$X_{1j},\cdots,X_{kj}$の線形結合によって

$$Z_j = \beta_1 X_{1j} + \cdots + \beta_k X_{kj}$$

という新たな変数Z_jを作り，その値を用いて分類（判別）するというのが線形判別分析のモデルである。標本がA，Bという2群からなる場合，係数$\beta_1,\cdots,\beta_k$は群Aと群Bの

[7] 山下・川口（2003），白田（2003a），大村ほか（2002），後藤（1989）ではロジットモデルと表記しているが，本稿中では「ロジスティックモデル」の名称に統一して示している。

群間変動と群内変動の比を最大にするようにして求められ，群Aおよび群BのX_i（ただし，$i = 1,\cdots, k$）の平均をそれぞれ$\overline{X}_{iA}$および$\overline{X}_{iB}$で表すと，A，Bの各群への分類はZ_jが$\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{k}\beta_i(\overline{X}_{iA}+\overline{X}_{iB})$よりも大か小かで判別される[8]。

海外での判別分析による研究としては，Altman（1968）が米国の1946年から1965年の間で倒産した製造業33社と，業種・規模をマッチングさせた非倒産の製造業33社を対象に分析を行い，5個の説明変数からなる判別分析式によるZスコア[9]を導き出した研究が有名である。その後，Altman et al.（1977）は米国の1962年から1975年の間で倒産した58社の中から必要なデータが得られた53社（製造業29社，小売業24社）と倒産企業に業種とデータ年をマッチングさせた非倒産企業58社（製造業32社，小売業26社）を対象に，7個の説明変数を用いたZETAモデルを用いて分析した。

日本では戸田（1974）が3年間以上の有価証券報告書を利用できた倒産製造企業15社と，業種・規模を客観的に対応させて選び出した非倒産製造企業15社を対象に分析し，5個の説明変数を用いたZスコア算出式を得た。また，戸田（1985）は日・米の企業倒産予測モデル研究の成果を援用して比較分析し，米国モデルをそのままの形で日本に適用しても予測正確性が高くないとの結論を得た。白田（2003a）は上場および非上場の建設・金融・保険・証券業を除く企業のうち，1993年から2001年の間で倒産した1,436社および1993年から2001年の間で現存していた約10万社から系統抽出した非倒産の3,434社を対象に，4個の説明変数の式によるSAF2002値（Zスコア）を導出し分析を行った。

3.2.2 ロジスティック分析

ロジスティックモデルは，倒産の発生確率pを，観測された変数群$x = (x_1,\cdots, x_k)^T$の線形結合

$$Z = x^T\beta = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k \quad (1)$$

で説明するものの一つであって，

$p(x) = \Pr\{倒産 \mid x\} = F(Z)$

と定式化されるが，F(Z）をロジスティック関数で表現したものである。

$$F(Z) = \frac{\exp(Z)}{1+\exp(Z)} = \frac{1}{1+\exp(-Z)} \quad (2)$$

ここで，Zは$(-\infty, \infty)$，p(x）は［0，1］の範囲を持つ。(1)，(2）式から（3）式が導出される。

$$\log\frac{p(x)}{1-p(x)} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k \quad (3)$$

（3）式の左辺を確率p(x）のロジットといい，係数ベクトル$\beta = \beta_0, \beta_1,\cdots, \beta_k$は最尤法を用いて求められる[10]。

海外でのロジスティック分析による研究には次の例がある。Martin（1977）は米国の連邦準備制度の全メンバー銀行の約5,700社をサンプルとして用い，そのうち1970年から1976年の間で倒産した58銀行と残りの非倒産銀行を対象に，説明変数ではニューヨーク連邦準備銀行によって維持されている全米データベース上の25個の比率を選択し分析した。Ohlson（1980）は米国の証券取引所または店頭市場で取引されている企業のうち，1970年から1976年の間で倒産した製造業105社と非倒産の製造業2,058社を取り上げ，9個の説明変数を用いて倒産1年前のデータに基づくモデル（モデル1），倒産2年前のデータに基づくモデル（モデル2），倒産1年前と2年前の全データに基づくモデル（モデル3）を導出し，その判別精度を検討した。倒産・非倒産それぞれのグループの正し

[8] 線形判別分析の詳細については佐藤（2009, pp.4-44）を参照。

[9] ZスコアにはAltman（1968）を参照。

[10] ロジスティックモデルの詳細については丹後ら（1996, p.3, pp.21-61）を参照。

く判別された企業数の合計を全体のサンプル企業数で割った結果は96.12％（モデル1）から92.84％（モデル3）であった。

日本では次のような研究がある。山下・川口（2003）はCRD運営協議会によって作られた，約450,000件，86個の財務指標などをもつ中小企業信用リスク情報データベースを利用した研究を行い，自己資本比率がデフォルト[11]確率に大きく寄与するほか，預借率などキャッシュに関する財務指標なども寄与するとの結果を得た。安藤・山下（2004）は東証・大証の上場企業の中で，1996年から2002年3月31日間で倒産した銀行業，保険業，および証券・商品先物取引業を除く100デフォルト[11]事例（2000年3月31日までを推定用50社とし，残りはテスト用50社として使用）と，2000年3月31日時点で格付投資情報センターの長期優先債務格付けのある東証上場企業から非デフォルト企業700社（推定用200社とテスト用500社）を分析し，ロジスティックモデルを用い財務指標の推移そのものを説明変数とした新しい統計モデルを構成し，高精度のデフォルトリスク計測手法を提案した。塚田（2005）は1985年から1999年の間で倒産した非上場企業204社をランダムに抽出（業種の内訳は，製造業51社，土木建設業61社，卸小売業76社，その他業種16社）し，それぞれの企業の倒産直前期までの財務数値を過去に遡って収集し，「倒産直前期のデータ」を倒産企業データ，「直前期からある程度離れた時期のデータ」を生存企業データとして扱い，倒産企業のみを対象に17個の財務指標からステップワイズ法により4個の説明変数を選び出し，これを用いて倒産確率モデル式を得た。

3.2.3　比例ハザード分析

比例ハザード分析は生存時間の分析で用いられる手法であり，医学分野では一般的な分析である。ここでは死亡を企業の倒産と読み替えて概略を示す。

まず，生存率関数，確率密度関数，およびハザード関数と性質について示す。Tは生存時間を表す非負の確率変数とする。生存率関数Fは，（4）式で定義される。

$$F(t) = P(T > t) \quad \text{ここで，} 0 < t < \infty \qquad (4)$$

F(t)の性質は，$F(0) = 1$，$\lim_{t \to +\infty} F(t) = 0$，単調非増加関数，および右連続関数である。

Tが連続である場合，$[\ 0,\ \infty)$上での確率密度関数を（5）式で定義する。

$$f(t) = \lim_{\Delta t \to 0+} \frac{P(t \le T < t + \Delta t)}{\Delta t} \qquad (5)$$

（5）の定義式から次の性質が導かれる。

$F(t) = \int_t^{\infty} f(s)ds$，および$f(t) \ge 0$であり$\int_0^{\infty} f(t)dt = 1$。

Tが連続であるときのハザード関数$\lambda(t)$の定義は（6）式のようになる。

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \to 0+} \frac{F(t) - F(t + \Delta t)}{F(t) \cdot \Delta t} \qquad (6)$$

書き直すと$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \to 0+} \frac{P(t \le T < t + \Delta t \mid T \ge t)}{\Delta t}$となる。

ハザード関数，生存率関数，および確率密度関数との関係式は次のようになる。

$\lambda(t) = \frac{f(t)}{F(t)} = \frac{-d \log F(t)}{dt}$，$F(0) = 1$を使うと

$F(t) = \exp\left(-\int_0^t \lambda(u)du\right)$，および

$f(t) = \lambda(t)\exp\left(-\int_0^t \lambda(u)du\right)$。

次に，Coxの比例ハザードモデル（以下は，比例ハザードモデルと記す。）では，説明変数

[11] 山下・川口（2003）では，デフォルトを決算年月から向こう1年以内に「初回延滞発生」，「直近延滞発生」，「実質破綻発生」，「破綻発生」，「代弁発生」が生じた場合と定義している。安藤・山下（2004）では「ここで言うデフォルトとは，法的倒産またはそれに準ずる行為とし，法的倒産には会社更生，和議，破産，商法整理及び特別清算を含み，それに準ずる行為とは，銀行取引停止処分，金融機関による債権放棄などを含むものとする。」と定義している。これらは倒産とは若干異なる。

（ベクトル）xをもつ個体の時間tにおけるハザード$\lambda(t|x)$を（7）式のように定義する。

$$\lambda(t|x) = \lambda_0(t)\exp(x^T\beta) \qquad (7)$$

ここで，$\lambda_0(t)$はベースラインハザード関数，xは説明変数のk次元ベクトル，βはk個の回帰係数からなるベクトルである。

比例ハザードモデルの特徴の第1は，ベースラインハザードとして任意の正値関数$\lambda_0(t)$を用いることで，さまざまな条件下での生存時間分布を柔軟に表現できる。第2は，ハザード比が時間に依存せずに一定であることを仮定していることである[12]。

海外での比例ハザード分析には次のような研究が含まれる。Lane et al.（1986）は米国の1979年から1984年の16年間に倒産した130の銀行と334の非倒産銀行を対象に1年あるいは2年にわたる生存確率を分析し，ステップワイズ法により21個の説明変数から1年前予測では4個の説明変数，2年前予測では6個の説明変数を有意な変数として絞り込んだ。同様に，Whalen（1991）は米国の1987年1月1日から1990年10月31日までのすべての倒産銀行とランダムに抽出された約1,500の非倒産銀行を対象に分析し，推計した6個の有意な説明変数を用い生存確率を検討した。Mata and Portugal（1994）は，ポルトガルの1983年に創業した製造業3,169社（ほとんどが非上場企業と思われる）について比例ハザードモデルを用いてその生存期間に影響を与える要因を分析した。同様にAudretsch and Mahmood（1995）は米国の1976年に創業した製造業12,251社（ほとんどが非上場企業と思われる）について比例ハザードモデルを用いて生存期間の分析をした。米国のShumway（2001）はNew York Stocks Exchange（NYSE）およびAmerican Stock Exchange（AMEX）に上場しCompustat Industrial FileとCRSP Daily Stock Return Fileに含まれる金融を除く企業を対象に，1962年以前と1992年以後に取引開始した企業を除いた3,182社（1962年から1992年までの期間に上場した企業と解釈できる）を抽出し，さらにその中から1962年から1992年の間に倒産した会社および上場廃止後5年以内に倒産した会社を倒産とみなした合計300社と，残りの企業を対比させて生存確率を分析した。

日本の研究では，Honjo（2000）は東京商工リサーチ（TSR）が保有するTSRデータバンクに登録された1986年から1994年の期間に東京で創業した製造業2,488社（ほとんどが非上場企業と思われ，このうちで1994年末までに活動停止した企業は120社）について比例ハザードモデルを用いて分析をした。また，株価200円未満の上場製造業（店頭登録を除く）のうち，1999年3月から2003年3月の間に倒産した企業22社と非倒産企業411社を対象に分析し，84個の説明変数からステップワイズ法により4個の説明変数を選び出し，生存確率モデルの導出が金（2004）により行われた。山下・安藤（2006）は1995年9月から2003年1月の期間に観測された東証・大証の上場企業による100デフォルト事例（2000年5月までを推定用50社とし，残りはテスト用50社として使用）と，2000年3月31日時点で格付投資情報センターの長期優先債務格付けのある東証上場企業から，比例抽出法により高格付け企業から低格付け企業までを含めた非デフォルト企業700社（推定用150社とテスト用550社）を分析し，財務指標の推移を説明変数としたハザードモデルによりデフォルト確率の期間構造を推計する手法を提案した。及川（2010）は2001年5月から2002年4月の間に決算を行った上場企業（銀行，証券，保険，その他金融を除く）からAltman（1968）のZスコアが1.81以下の1,070社を抽出し，さらにZスコア用いて4グループに区分した後，「倒産の可能性の高い状態」な

[12] 比例ハザードモデルの詳細については赤澤・柳川（2010, pp.17-23, pp.79-97）を参照。

いし「財務困窮状態」にあると見なしたZスコアが1.17以下の2グループについて欠損値などのある企業を除く倒産企業37社と非倒産企業466社を対象に分析し，5個の説明変数からなる生存確率モデルを導出した。

3.2.4　分析方法間の比較研究

分析方法間の比較研究としてはまず第1に，誤判別率を指標とした分析方法間での優劣比較を行った研究がある。米国では，Lane et al.（1986）が比例ハザード分析の中で，判別分析と比例ハザード分析での誤判別率をタイプⅠエラー（倒産企業が非倒産企業に分類されるエラー）とタイプⅡエラー（非倒産企業が倒産企業に分類されるエラー）に分けて両者を比較した。4個の同じ説明変数を用いた1年前予測における判別分析と比例ハザード分析を比較した結果，誤判別率および正判別率とも両者に有意な差はないことを示した。日本では，線形判別モデル研究の中で，線形判別モデルとロジスティックモデルを用いた判別分析での誤判別率を比較し，両モデルの判別力は有意な差があるとは言えないと結論した白田（2003a，pp.199-205）がある。また，大村ほか（2002）は1988年1月から2001年4月の間で倒産し，財務データが倒産前5期連続して入手可能でその他一定の要件を満たす主として非上場企業1,717社を抽出し，さらに倒産企業と同業種の上場・店頭企業の中から，総資産額が当該倒産企業に最も近く，かつ，非倒産企業の総資産額が当該倒産企業の総資産額の50％を上回らないという条件で非倒産企業が存在するペア・サンプル451社をそれぞれ選択し，ロジスティックモデルとハザードモデルを用いた判別分析で誤判別率および正判別率を指標とした比較研究をした。その結果，ロジスティックモデルに対してハザードモデルでは正判別率が劣るものの，いずれの結果も財務情報を用いることにより，倒産5期前からかなりの精度で倒産可能性を予測できるとの結果を得た。

比較研究の第2は，説明変数の比較である。この問題を取り扱った研究は少ないものの，次のような研究がある。米国では，Shumway（2001）が比例ハザードモデル研究における説明変数として，Altman（1968）の説明変数，Zmijewski（1984）[13]の説明変数，および市場から得られる変数に注目した比較研究を行い，先行研究では利用されてこなかった市場から得られる変数を組み込むことによって，より精度の高い倒産判別が可能となることを示した。

日本では，及川（2008，pp.162-168 ）が白田（2003a）モデル，金（2004）モデル，および高田ほか（2004）モデルの説明変数に焦点を当て比例ハザードモデルで分析した。ここでは，上場製造業の中で2000年3月から2003年3月までの間に倒産したZスコア1.20以下の23社およびZスコア1.20以下の非倒産企業281社が対象となったが，比例ハザード性の仮定が成立しないなど問題があったことが指摘されている。

3.3　先行研究の目的とその結果を経営管理目的に応用する場合の限界

倒産判別モデル開発の嚆矢となったAltman（1968）では，確率統計技法に多変量判別分析が用いられ，1946年から1965年の間に倒産した製造業が分析され，説明変数の中には株価を利用した総負債対株式時価総額比率（株式時価総額／総負債簿価）[14]が用いられている。Altman et al.（1977）の1962年から1975年の間に倒産した製造業・小売業を分析したZETAモデルにおいても，同様に総負債対株式時価総

[13] Zmijewski（1984）は，確率統計技法にプロビットモデルを用いて分析している。

[14] 説明変数として使用されている「Market value equity/Book value of total debt」の訳語は後藤（1989）に従い「株式時価総額／総負債簿価」とした。これを本稿では，総負債対株式時価総額比率または株式時価総額／総負債と簡略化して表記した。なお，戸田（1985）では，「企業持分の市場価値／総負債の帳簿価値」と訳している。

額比率が用いられている。日本における企業倒産の予測モデルを研究した戸田（1974）においてもまた同様に説明変数のうちに株価を利用した総負債対株式時価総額比率が用いられている。株価は企業経営者が経営遂行の際に重視する指標であるとも言えるが，株価を直接コントロールすることはできないことから，株価を用いた財務指標を経営の管理指標としては取り扱うことはできず，さらには，株価が存在しない数多くの非上場企業が存在する。この意味でこれらの研究は，本稿の関心事である経営管理目的のものであるというより，おもに外部利害関係者の意思決定支援目的からのものであるといえよう。

Lane et al.（1986）は1970年代中頃には銀行監督機関が倒産銀行候補の識別支援目的でコンピュータ化された統計モデルである「早期警報システム」を使用し始めたこと，そのシステムで問題のある銀行を特定するのに用いられる一般の多変量アプローチ（統計モデル）の1つは多変量判別分析（MDA）であると示している。この銀行監督機関の試みに対して，ニューヨーク連邦準備銀行の研究者であるMartin（1977）は確率統計技法にはロジスティック分析を用い，1970年から1976年の間で倒産した銀行を分析した。Lane et al.（1986）では，確率統計技法に比例ハザード分析が用いられ，1979年から1984年の間で倒産した銀行が分析されている。またクリーブランド連邦準備銀行の経済アドバイザーのWhalen（1991）は，確率統計技法には比例ハザード分析を用い，1987年から1990年の間で倒産した銀行を分析している。これら連邦準備銀行の研究は，銀行監督官庁が問題のある銀行を特定する目的からの研究であると言えよう。

日本では，2003年3月期決算から企業継続能力監査が制度化されたことに伴い，企業の事業継続能力監査への支援目的で倒産予測モデル研究が行われるようになってきた（高田，2008）。金（2004）では，確率統計技法として比例ハザード分析が用いられ，1999年から2003年の間で倒産した製造業が分析されている。この研究の特徴は比較対象とする非倒産企業については株価が200円未満の企業を抽出していることである。さらに，金は「企業継続能力監査に当たって，監査人が直面する問題は，倒産可能性のある企業の中から1年以内に倒産する企業を見極めることであり，健全企業とそうでない企業とを判別することではない。倒産予知モデルを企業継続能力監査に適用しようとするならば，倒産可能性が高い企業群だけを対象にして，それらの中から今後1年以内に倒産する可能性の高い企業を予知できるモデルを構築しなければ，監査実務で倒産予知モデルを用いることはできない」と指摘する。及川（2010）も同様に「本研究の目的は，ゴーイング・コンサーン監査の実用に耐えうる企業継続能力評価モデルを構築することである。」と示す。これらの研究は監査法人（公認会計士）が監査証明を行うための意思決定支援目的からなされた研究と位置づけることができよう。

その他の先に取り上げた研究として，白田（2003a）の線形判別分析は，企業倒産予知情報の役割の中で，「自らの倒産を回避するということは，取引先企業の倒産に巻き込まれないための予防戦略を立てるということでもある。そのためには，取引先企業の実態を正しく把握することができる手法の確立が急務である。」との主張から，当該研究もまた同様に外部利害関係者の意思決定支援目的であるといえよう。塚田（2005）のロジスティックモデルによる倒産確率モデル式は，「本研究で示したモデルは，日常業務で上記のような関心を持っている融資担当者に幾分かの判断材料を与えるものと考える」とまとめており，債権者側の意思決定支援を目的とした研究といえよう。大村ほか（2002）のロジスティックモデルとハザードモデルを用いた比較研究は内閣府政策統括官（景

気判断・政策分析担当）のスタッフおよび外部研究者による研究成果をとりまとめたものであり，金融機関の財務審査能力の観点からの研究と思われる。最後に，Mata and Portugal（1994），Audretsch and Mahmood（1995），およびHonjo（2000）は，いずれも製造業での創業企業を取り扱った生存確率の研究であり，説明変数には創業時の規模，業界の成長率，業界への新規参入など（Mata and Portugal，1994）が用いられている。これらは外部観察者の立場からの研究で，創業を支援する目的ともいえよう。

このように1930年代から始まる倒産予測の研究は，これまでに数多くの研究が蓄積されてきたにもかかわらず，ほとんどの研究は分析される企業に関わる外部者の意思決定支援を目的に行われ，その多くは外部利害関係者の意思決定支援目的であるといえ，本稿が目的とする経営管理目的からの倒産予測の研究はほとんど見当たらなかった。確率統計技法を用いた実証分析では目的に応じて確率統計技法および説明変数の選択範囲が決定されることから，先行研究の成果を企業経営の意思決定のための経営管理指標にそのまま活用することには限界があるといわざるを得ない。以下この限界についてより詳しく論じる。

3.4　先行研究で用いられた説明変数を管理指標に用いる場合の問題および管理指標を見出すときの課題

この項では，先行研究における企業倒産予測モデルに使用されている説明変数について論じる。先行研究における企業倒産予測モデルで有名なのはAltman（1968）による線形判別モデルの研究である。表2は，その後に日本で行われた企業倒産予測モデルの研究の例とOhlson（1980）をあわせて示したものである。これらの倒産予測モデルの説明変数を比較してみると，説明変数についてはAltman（1968）から何らかの影響を受けていることが分かる。その結果，これらの研究においては，経営計画と管理では通常使用されない経営指標が企業倒産予測モデル独特の指標（説明変数）として一部用いられていることが分かる。例えば，総資本留保利益率（留保利益／総資産，利益剰余金／総資本，留保利益／総資本），株価を利用した総負債対株式時価総額比率（株式時価総額／総負債）などである。加えて，総資産対利息・税込利益比率（利息・税込利益／総資産）および一株当り利払後事業利益などがあげられる。また，運転資本比率（運転資本／総資産，純運転資本／総資本，正味運転資本／総負債）も多くの経営計画に見られない指標である。

留保利益は利益の社内留保分であることから，総資本留保利益率を安全性指標にする場合には，当期利益を出すしか当該指標を高める対策はない。たとえば増資など企業の安全性を高める方策は他にもあるが，総資本留保利益率では増資を行えば総資本は増加するが留保利益は増加しないので比率は減少し，それらの効果は測れない。また株式時価総額は株式時価に発行済株式数を乗じたものであるから，総負債対株式時価総額比率を安全性指標にする場合，当該指標を高めるためには総負債を減少させる（これは問題ない）か，株価を上げるしかない。もとより株価は経営者にとって重要な関心事であり，株価を高めるため間接的には増配を行う，あるいは直接的には自社株買いを行うといった対策がなされることになるが，管理指標として使えるほどには株価をコントロールはできない。さらには，総負債対株式時価総額比率は株価のない非上場企業では用いることができない指標である。要するに，これらの指標を経営管理指標に用いることはできないのである。

運転資本は貸借対照表の流動資産から流動負債を控除した差額（桜井，2012，p.110）で，営業活動に投下されている資金をいう。運転資本に含められる項目は企業や業界によってさまざまであるが，次式のように，売上債

表２　企業倒産予測モデルの例で使用されている説明変数（財務指標）

Altman（1968）	戸田（1974）	大村ほか（2002）	白田（2003a）	金（2004）	塚田（2005）	及川（2010）	Ohlson（1980）
運転資本／総資産		純運転資本／総資本		正味運転資本／総負債			運転資本／総資産
留保利益／総資産	利益剰余金／総資本	留保利益／総資本	留保利益／総資本				
利息・税込利益／総資産							
株式時価総額／総負債	株式時価総額／総負債					株式時価総額／総負債	
売上高／総資産		売上高／総資本			売上高／総資産		
	純利益／売上高						
	当座資産／流動負債					当座資産／流動負債	
	利子割引料／売上高		利子割引料／売上高	利子割引料／売上高			
		短期借入金／売上高					
			税引前利益／総資本				
			棚卸資産回転期間				
				売掛金回転日数			
				一株当り利払後事業利益			
					営業利益／売上高		
					現預金／（売上高／12）		
					デットキャパシティレシオ		
						経常利益／売上高	
						支払手形回転日数	
						有利子負債利子率	
							総資産対数値（GNP修正）
							総負債／総資産
							流動負債／流動資産
							債務超過：1　他：0
							純利益／総資産
							操業利益／総負債
							2期連続赤字：1 他：0
							純利利益の推移

（注１）各モデル中の比率で表示した経営指標は骨子で，各文献中とは表示が異なる場合がある。
（注２）Altman（1968）の訳語は戸田（1985）に従っているが，一部後藤（1989）に従った。
（注３）Ohlson（1980）の訳語は白田（1999）に従っている。
（注４）デットキャパシティレシオ：有利子負債／（現預金＋有価証券＋固定資産）

権，棚卸資産，仕入債務，その他流動資産，その他流動負債が含められることが一般的である。

運転資本＝（売上債権＋棚卸資産＋その他流動資産）－（仕入債務＋その他流動負債）

運転資本の増減は資金（現預金）の増減要因となるため，各月での資金需要を把握し，また，営業活動からどの程度の資金が生み出されるかを適切に把握するためには，運転資本の管理が短期資金の管理として必要不可欠である。しかし5年後など中期の計画指標の観点から見ると，5年後の売上高，棚卸資産および外部購入などの事業計画の規模により運転資本が従属的に決まるため，運転資本を用いた運転資本比率を主体的，かつ，独立した管理指標として用いることはできない。また，経営計画で効率性を測る指標に，総資産対経常利益比率および総資産対当期利益比率などはみられるが，総資産対利息・税込利益比率はほとんどみられない。ただし，EBITDA（税引前利益＋減価償却費＋支払利息）は有名な指標であるので用いる場合もあろう。一株当り利払後事業利益は，発行済株式数が用いられた指標であるためか経営計画にはほとんどみられない。

このような特徴は，これまでの先行研究の大半が外部利害関係者（または外部関係者）の意思決定支援目的で研究されてきたためと考えられる。債権者ならびに投資家といった外部利害関係者（または外部関係者）の観点からの分析では，倒産予測モデルで使われる財務指標などの情報は外部利害関係者が入手しうる範囲に限られる一方で，分析者が経営に直接関与しないことから経営管理に用いることのできる指標という制限はなく，倒産予測の説明変数には得られた財務指標などの情報を自由に選択できるといえよう。

これに対し，債務者側の企業では独自の有益な非公表の自社内部情報があるとしても，確率統計技法を用いた実証分析により安全性の経営管理指標を求める場合には，同業他社を含めた分析となることから他社情報の収集が必要となる。同業他社のような競合する会社間では，お互いに内部情報が漏洩しないように情報管理をするため，結局収集できる情報の範囲は有価証券報告書などの公開情報に頼らざるを得ない。このため，通常は収集可能な情報の範囲は外部利害関係者と同じになる。しかし，例えば業界団体が主催して確率統計技法を用いた実証分析を行う場合は，加盟各社に情報提供を求めて非公開情報を用いることは可能である。情報範囲の制約に加えて，企業の経営管理目的では，倒産・非倒産の二分類ではなく個別企業の倒産確率の推定が不可欠であること，その説明変数は企業努力で改善が可能であること，および／または改善するための多様な対策が可能であることといった特徴を持つ指標が必要であることなどから，外部利害関係者の意思決定支援目的での研究に比べ，用いることのできる確率統計技法ならびに説明変数（経営管理指標）の範囲がより制約されるという困難さがある。要するに，外部利害関係者の意思決定支援目的と比較して，経営管理目的からの倒産予測モデルの分析にあっては，経営管理指標として用いることができる指標の範囲内で有益な説明変数を見出すことが最も重要な課題の一つとなるのである。

表2に示した各研究の説明変数（財務指標）で興味深いのは塚田（2005）である。表2で掲げた他の研究は，倒産企業と非倒産企業を組み合わせた分析である一方で，塚田（2005）は倒産企業のみを用いて分析した点に特徴がある。1985年から1999年の間で倒産した非上場企業204社をランダムに抽出し，それぞれの企業の倒産直前期までの財務数値を過去に遡って収集し，「倒産直前期のデータ」を倒産企業データ，「直前期からある程度離れた時期のデータ」を生存企業データとし，倒産企業のみを対象として分析（業種の内訳は，製造業51社，土木建

設業61社，卸小売業76社，その他業種16社）した結果，製造業では生存企業データとして倒産6期前より以前に遡った時期のデータを用いると，4個の説明変数が5％の水準で有意であったことが報告されている[15]。表2の塚田（2005）の説明変数（財務指標）は，17個の財務指標を候補とし，ステップワイズ・プロシジャを利用して選び出した結果である。候補としての17個の財務指標には，Altman（1968）モデルの指標にある運転資本／総資産，利子・税込利益／総資産，総資本留保利益率が含まれていたものの，ステップワイズ法のもとで選出されなかったこと，手元流動性を示す指標の現預金／（売上高／12）および担保オーバー度を示す指標のデットキャパシティレシオが説明変数に含まれるに至ったことの2点が大きな特徴といえる。日本の非上場企業は資金調達の大半を金融機関からの借入に依存していること，担保オーバー度が高いと新規融資が得られにくくなること，現預金／（売上高／12）は用いられたデータ時点での金融機関からの十分な運転資金の借入が可能か否かを測る指標とも考えられることから，企業の倒産と金融機関の結びつきの強さが伺われる。

金（2004）の上場製造業に関する研究は，倒産企業と比較対象とする非倒産企業については「倒産可能性のある企業」を対象とするため，倒産企業および非倒産企業は株価200円未満の会社を抽出している点に特徴がみられる。説明変数の売掛金回転日数は効率性分析の一指標であるが，資金繰り表では売掛金の管理が重要であり資金繰りに関係する指標とも言える。及川（2010）の上場企業（銀行，証券，保険，その他金融を除く）に関する研究も同様に，倒産企業と非倒産企業の両方について「倒産の可能性の高い状態」ないし「財務困窮状態」にある企業を対象とするために，倒産企業および非倒産企業はAltman（1968）のZスコアが1.17以下の会社を抽出している。説明変数の当座資金／流動負債（当座比率）は企業の短期的な支払能力を判断する指標であり，資金繰りに関係のある指標である。倒産可能性の高い企業群を対象とした分析においては，一般的には資金繰り状態に対応した指標の重要性が増すと考えられ，両者の研究で資金繰りに関係する指標が説明変数に含まれているのはその反映とも言えよう。

また，Ohlson（1980）では1970年から1976年の間で倒産した製造業105社と非倒産の製造業2,058社を対象に分析している。このモデルでは，運転資本／総資産のみがAltman（1968）モデルの指標と一致しているものの，その他の説明変数は異なる。表2の指標と比較して，Ohlson（1980）で用いられた説明変数は若干特異とも言えるが，日本の研究にとってはAltman（1968）モデルの影響がいかに大きいかが読み取れる。

3.5　各確率統計技法の理論的特徴と経営管理目的からの研究で用いる場合に考慮すべき点

この節では，各確率統計技法の倒産予測の研究における理論的特徴を整理するとともに，経営管理目的から，倒産予測モデル研究を行う場合の確率統計技法に関して考慮すべき点を検討する。

3.5.1　線形判別分析

線形判別分析を用いた多くの有益な研究成果が存在する。この技法では倒産すると予想した複数の企業のうち，何割が実際に倒産するかという判別率の推定は得られるものの，特定企業の倒産確率の推定は得られない。しかし，ロジスティックモデルや比例ハザードモデルの説明変数を選択するうえで，判別分析は一定の手がかりを提供するとともに，Zスコアそのものも

[15] 売上高／総資産，営業利益／売上高，および現預金／（売上高／12）の各係数は5％水準で有意であったが，デットキャパシティレシオの係数は5％水準で有意ではない場合もあるので塚田（2005）は「概ね有意」と記している。

それらの説明変数になりうる（大日方，2008，pp.71-76）。また，線形判別モデルに特有の問題点として，説明変数の正規性および等分散性という強い仮定が必要とされているにも関わらず，これらの前提を考慮した研究が少ないとの指摘がある（高橋・八重倉，2005；及川，2004；高田ほか，2004）。さらに，通常は時間の概念が明示的には示されない。倒産がある時点に起きると仮定し，その１時点での倒産の有無あるいは倒産確率を求めようとしているとの指摘もある（高橋・八重倉，2005）。

3.5.2 ロジスティック分析

ロジスティック分析は，条件付き確率分析の手法であり，企業倒産確率といくつかの変数との関係を明らかにすることができる。しかし，その関係を正確に記述するためには確率分布を知ることが不可欠であるにもかかわらず，実際には事前にその情報を得ることは不可能であることから，結果としてロジスティック分布を仮定した（パラメトリックな）検定となる（辻・ヴャチェスラフ，2007）。なおロジスティックモデルは，線形判別モデルで精度の高いモデルを導く場合に前提とされる変数の正規性や等分散性の仮定を必要としないとされている（後藤，1989，pp.112-113）。一方で，ロジットを適用する際には，倒産確率と正の相関が認められる独立変数の１次結合が存在するという仮定[16]が満たされなければならない（後藤，1989，pp.138-139）。また，線形判別モデルと同様に，通常は時間の概念が明示的には示されない。倒産がある時点に起きると仮定し，その１時点での倒産の有無あるいは倒産確率を求めようとしている（高橋・八重倉，2005）のである。

3.5.3　比例ハザード分析

比例ハザード分析も同様に企業倒産確率といくつかの変数との関係を明らかにすることができる。ロジスティック分析に対して，ハザード分析は観察期間全体の情報を利用する点，とりわけ時間の要素を分析に取り込む点が長所として指摘される。ハザードモデルでは，時間の要素を取り入れつつ分析ではそれを消去するために，ハザード比の比例性という特異な前提が必要となる。その前提と引き替えに，順位相関あるいは順位和検定を応用した頑強なノン・パラメトリックな検定が可能になる（大日方，2008 p.81）。Coxの比例ハザードモデルは，生存時間と共変量を一緒に扱うことから，分析対象企業集団の倒産確率が生存時間に依存する場合，線形倒産判別モデルおよびロジスティックモデルよりも優れているとされている（高田ほか，2004）。

3.5.4　経営管理目的からの研究で用いる場合に考慮すべき点

企業が自らの安全性を管理するには，当該企業の倒産リスクを推定できることが不可欠である。このため，倒産すると予想した複数の企業のうち，何割が実際に倒産するかという判別率の推定は得られるが，特定企業の倒産確率の推定は得られないとされる線形判別分析は望ましいものではなく，企業倒産確率といくつかの変数との関係を明らかにすることが可能なロジスティック分析および比例ハザード分析が利用可能な確率統計技法となる。

ロジスティック分析および比例ハザード分析には一長一短がある。ロジスティック分析では，精度の高いモデルを導く場合に前提とされる変数の正規性や等分散性の仮定を必要としないという長所は認められるものの，倒産確率と正の相関

[16] 後藤（1989, pp.138-139）はこの仮定に関して，「本来，モデルの構造として１次関数を採用することは，非常に強い仮定を伴うものである。判別関数についていえば，その適用においては正規性の存在が暗黙のうちに仮定されており，それに加えて等分散性が満たされる場合にのみ，判別関数は１次関数となる。等分散性が棄却される場合には，モデルの構造として２次関数が採用されなければならない。判別関数との対比から判断すると，logit技法における１次結合の仮定は，判別関数における正規性と等分散性の仮定ないし前提に照応するものであると言える。したがって，logit技法の適用においては，１次結合の仮定の妥当性が慎重に検討されねばならないであろう。」と示している。

が認められる独立変数の１次結合が存在するという仮定を満たす必要がある点，ならびに時間の概念が明示的に示されず，倒産がある時点に起きると仮定し，その１時点での倒産確率を推定する点は短所と言えよう。他方，比例ハザード分析は，時間の要素を分析に取り込む点は長所であるが，ハザード比の比例性という特異な前提を満たす必要がある点は短所と言えよう。

判別関数で２次判別関数を採用するためには十分な大きさのサンプル・サイズが必要[17]であるが，ほとんどの研究は少ないサンプル・サイズしか得られず，それゆえ分析可能な線形（1次）判別関数が採用される。従って，ロジスティック分析で要求される１次結合の仮定を満たすという条件に関しては，他の技法との比較からかならずしも大きな短所とは言えない。また，たとえば５年の中期経営計画において安全性を所定のレベルに向上させる必要があり，それを経営計画に組込み実行することを考える。時間の概念が明示的に示されないことから，計画された対策が完了し安全性指標が改善するまでの期間中は指標上では倒産確率が高いと言える。しかし，その経営計画が主取引銀行から承認を得られれば，計画通りの実績を出すかぎり期間中は取引銀行の支援があるため倒産確率はかなり低減される。もとより経営者は多くの場合で自己の努力により倒産リスクを制御できるが，このような仕組みにより主取引銀行という外部からの支援を得てさらに倒産リスクを低減できる。この点は投資家のような外部利害関係者が持つ制御不能な倒産リスクとは異なるところである。従って，経営計画においては，時間の概念が明示的に示されず倒産がある時点に起きると仮定し，その１時点での倒産確率を推定することはかならずしも大きな短所とは言えない。

他方，比例ハザード分析のようにハザード比の比例性という特異な前提を満たす必要がある場合は，経営管理目的の研究では注意が必要である。通常，前提を満たすか否かは確率統計技法を用いて検定するため，前提を満たすか否かの判定と目的とする分析結果の係数に関しての両方でタイプⅠエラーとタイプⅡエラーの問題を持つこととなるからである。少ないサンプル・サイズでの分析ではこの点に対する注意が必要なため，特異な前提を必要としないロジスティック分析の方が無難な技法であると言える。

4. まとめ

本稿では，経営管理目的から，倒産予測モデル研究の有用性と課題について考察してきた。より具体的には，第２節で企業の経営計画と管理の現状，および投資家ならびに金融機関などの現状を概観した。次いで，バブル崩壊以降の厳しさを増す経営環境の下で，新しい視点での安全性指標を求める企業ニーズが生じていることを示した。このニーズに対して，個別企業の倒産確率が推定可能な確率統計技法を用いて，使用する指標（説明変数）には企業の自助努力で改善が可能なこと，リスクを低減するための多様な対策を講じることができることといった特徴を持つ「安全性指標」に焦点をあてた，経営管理目的からの倒産予測モデルの実証研究は有用性が高いことを示した。第３節では，まず倒産予測モデルの体系を概観し，次にその中の財務的アプローチによる統計モデルで主流の３つの倒産予測モデルでの先行研究について概観するともに整理した。次いで，先行研究の目的とその研究結果の経営管理目的への応用に対する限界，先行研究で用いられた説明変数を管理

[17] 後藤（1989, p.273）はこの点に関して，「1次判別関数は，グループ間の等分散性が前提となっている。これが否定される場合には，2次判別関数の適用が考慮されねばならない。しかし，2次判別関数においては，推定すべきパラメータの数は2m（1+m）であり，1次判別関数m（2+m）のほぼ2倍となっている。したがって，サンプル・サイズが十分大きくない場合には，2次判別関数を適用することにより判別精度が悪化する。」と説明する。

指標に用いる場合の問題および管理指標を見出すときの課題，各確率統計技法の倒産予測の研究における理論的特徴と経営管理目的からの研究で用いる場合に考慮すべき点を順次検討した。

厳しさを増す経営環境にある企業には，自社の安全性指標の算出方法と，その安全性をコントロールする指標を実例とともに求めるニーズがあり，これらのニーズに十分に答えうる経営管理目的からの倒産予測モデル研究が今求められている。本稿が行ったこれまでの倒産予測の研究の整理および考察は，経営管理のための安全性指標を明らかにしようと試みる今後の倒産予測の実証研究に有益な示唆を与えるものである。

本稿での検討をふまえ，個別企業の倒産確率が推定可能な確率統計技法を用いて，使用する指標（説明変数）には企業の自助努力で改善が可能なこと，リスクを低減するための多様な対策を講じることができることといった特徴を持つ「安全性指標」に焦点をあてた，経営管理目的からの倒産予測モデルの実証研究を行うことが今後の課題となる。

参考文献

Altman, E. I. (1968) “Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy.”*The Journal of Finance*, 23 (4), 589-609.

Altman, E. I., R. G. Haldeman and P. Narayanan (1977) “ZETA Analysis: A New Model to Identify Bankruptcy Risk of Corporations.” *Journal of Banking & Finance*, 1 (1), 29-54.

Audretsch, D. B. and T. Mahmood (1995) “New Firm Survival: New Results Using a Hazard Function.” *The Review of Economics and Statistics*, 77 (1), 97-103.

Honjo, Y. (2000) “Business Failure of New Firms: An Empirical Analysis Using a Multiplicative Hazards Model.” *International Journal of Industrial Organization*, 18 , 557-574.

Lane, W. R., S. W. Looney and J. W. Wansley (1986) “An Application of the Cox Proportional Hazards Model to Bank Failure.” *Journal of Banking & Finance*, 10 (4), 511-531.

Martin, D. (1977) “Early Warning of Bank Failure: A Logit Regression Approach.”*Journal of Banking & Finance*, 1 (3), 249-276.

Mata, J. and P. Portugal (1994) “Life Duration of New Firms.” *The Journal of Industrial Economics*, 42 (3), 227-245.

Ohlson, J. A. (1980) “Financial Ratio and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy.” *Journal of Accounting Research*, 18 (1), 109-131.

Shumway, T. (2001) “Forecasting Bankruptcy More Accurately: A Simple Hazard Model.” *The Journal of Business*, 74 (1), 101-124.

Whalen, G. (1991) “A Proportional Hazards Model of Bank Failure: An Examination of Its Usefulness As An Early Warning Tool.” *Economic Review* (Federal Reserve Bank of Cleveland), 27 (1), 21-31.

Zmijewski, M. E. (1984) “Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models.” *Journal of Accounting Research*, 22 (3), Supplement 1984, 59-82.

赤澤宏平・柳川堯（2010）『サバイバルデータの解析　－生存時間とイベントヒストリデータ－』近代科学社.

安藤知寛・山下智志（2004）「財務指標の時間依存を考慮した信用リスク評価モデル－デフォルト予測への応用－」ディスカッションペーパー 金融庁金融研究研修センター.

井口嘉則・稲垣淳一郎（1999）『中期経営計画の立て方・使い方』かんき出版.

池森俊文（1999）「信用リスク管理をめぐって」『フィナンシャル・レビュー』財務総合政策研究所，1999 年 6 月号.

及川拓也（2004）「ゴーイング・コンサーン情報の監査に関する考察－線形判別モデルの意義と限界－」『現代監査』第14巻，54-60頁.
及川拓也（2008）「生存時間分析による倒産研究－比例ハザードモデルの適用可能性と課題－」高田敏文編『事業継続能力監査と倒産予測モデル』同文館出版，155-179頁.
及川拓也（2010）「財務困窮企業の生存時間分析－企業継続能力評価モデルの構築」『青森公立大学経営経済学研究』第16巻，第1号，19-32頁.
大村敬一・楠美将彦・水上慎士・塩見久美子（2002）「倒産企業の財務特性と金融機関の貸出行動」経済財政分析ディスカッション・ペーパー・シリーズ，DP/02-5，内閣府.
大日方隆（2008）「比例ハザードモデル」高田敏文編『事業継続能力監査と倒産予測モデル』同文館出版，63-154頁.
金光宇（2004）「比例ハザードモデルによる企業継続能力評価」『會計』第166巻，第4号，619-628頁.
金融財政事情研究会（2012）『業種別審査事典第12次』きんざい.
後藤実男（1989）『企業倒産分析と会計情報』千倉書房.
桜井久勝（2012）『財務諸表分析　第5版』中央経済社.
桜井久勝・須田一幸（2012）『財務会計・入門第8版補訂』有斐閣.
佐藤義治（2009）『多変量データの分類－判別分析・クラスター分析－』朝倉書店.
白田佳子（1999）『企業倒産予知情報の形成－会計理論と統計技術の応用－』中央経済社.
白田佳子（2003a）『企業倒産予知モデル』中央経済社.
白田佳子（2003b）『倒産予知の実務』日本経済新聞社.
高田敏文 編（2008）『事業継続能力監査と倒産予測モデル』同文館出版.
高田敏文・井上普就・及川拓也・金光宇（2004）「ゴーイング・コンサーン問題にハザードモデルは使えるのか」『月刊　監査研究』（日本内部監査協会）第30巻，第5号，43-50頁.
高橋美穂子・八重倉孝（2005）「倒産予知モデルと企業継続能力監査」『産業経理』第64巻，第4号，32-42頁.
丹後俊郎・山岡和枝・高木晴良（1996）『ロジスティック回帰分析 ―SASを利用した統計解析の実際―』朝倉書店.
塚田裕昭（2005）「倒産企業の異時点データによる倒産判別モデルの推定」『UFJ Institute Report』第10巻，第2号，4-29頁.
辻正雄・ジュロフ ヴャチェスラフ（2007）「企業倒産予知モデルの構築と比較分析」『産業経理』第67巻，第1号，4-17頁.
戸田俊彦（1974）「日本における企業倒産の予測に関する一考察」『経営学論集』第44巻，131-137頁.
戸田俊彦（1985）「企業倒産の国際比較分析」『経営学論集』第55巻，167-173頁.
日本銀行（2003）「貸出の経済価値の把握とその意義 ―金融機関・企業のビジネスモデルの変革に向けて―」調査論文 日本銀行.
日本銀行（2009）『金融システムレポート』2009年9月号.
山下智志・川口昇（2003）「大規模データベースを用いた信用リスク計測の問題点と対策（変数選択とデータ量の関係）」ディスカッションペーパー 金融庁金融研究研修センター.
山下智志・安藤知寛（2006）「時間依存共変量を用いたハザードモデルによるデフォルト確率基幹構造の推計手法」『統計数理』第54巻，第1号，23-38頁.
吉川武男（2001）『バランス・スコアカード入門』生産性出版.

Usefulness and Issue of the Study of Bankruptcy Prediction Model for Management Purpose
–From the Viewpoint of Safety Indexes of Management–

Kohei Umetani

In this paper, I consider usefulness and issues of the study of bankruptcy prediction model, for management purpose, in other words, from the viewpoint of reseach on safety indexes of management. First, I describe the current situation where companies need safety indexes that they can use for a management plan and management. I indicate that usefulness of the study of bankruptcy prediction model for management purpose. Second, I survey the previous studies of bankruptcy prediction model and classify them. Moreover, I argue the problems and issues of explanatory variables and static models used in previous studies from the viewpoint of management. The results of the study indicate prospects to the further investigation on the bankruptcy prediction model for management purpose.

JEL classification: M41
Keywords: bankruptcy prediction, management plan, management, safety index