

ファジィ加重平均を用いた取引先信用評価手法に関する研究

董 彦文, 星野 珙二

要約: 大都市圏廃棄物の持続循環型産業システム体系を構築する際、地域または業種の異なる企業同士の連携が不可欠である。ビジネス効率を高め、また経営リスクを最小限に抑えるために、連携先または取引先企業を評価・選別することが非常に重要である。廃棄物処理業界では、いろいろな経緯で中小・零細企業が多く、ほとんどの企業が経営情報を公開していないので、連携先または取引先企業の評価がより困難である。本研究では、企業の信用リスクを重点におき、中小企業評価に適する定性的な指標を選択のうえ、自然言語で判定された評価指標値をファジィ数で表現し、ファジィ加重平均を用いて取引先の総合信用評価値を決定する評価手法を提案する。

Key Words: 企業評価, 信用評価, ファジィ, 経営リスク, 倒産予測

1. はじめに

大都市圏廃棄物の持続循環型産業システム体系を構築する際、地域の離れた複数の企業だけでなく、業種の異なる企業同士の連携が不可欠である。企業間の連携を強め、ビジネス効率を高めるために、よいパートナーを選択しければいけない。また、企業間の連携・取引にはリスクが伴うことになり、経営リスクを最小限に抑えるために、連携先または取引先企業を評価・選別することが非常に重要である。廃棄物処理業界では、いろいろな経緯で中小・零細企業が多く、ほとんどの企業が経営情報を公開していないので、連携先または取引先企業の評価がより困難である。

本研究では、企業の信用リスクを重点におき、中小企業評価に適する定性的な指標を選択のうえ、ファジィ加重平均を用いて取引先の総合信用評価を決定する評価手法を提案する。

2. 企業の信用評価

取引先の信用評価に関しては、これまで

に数多くの研究が行われ、様々な信用評価理論と手法が提案されてきた[1]~[3]。これらの理論と手法は大きく分けて倒産確率モデルと信用格付けに分類される。

倒産確率モデルは、財務諸表データ、株価などを用いて、個別企業のデフォルト率を推定するものである。信用格付けは、公的機関や民間企業の現時点での信用力（債務履行能力）を評価するものであり、数段階に区分されたアルファベット記号または数値評点を用いて、企業価値ないし信用リスク度を表現し、一定以下の格付けとなることがデフォルトと定義されることが多い。信用格付けを行う際には、債務者の財務データ、外部信用情報会社のデータのほか、信用格付け会社内で独自に収集されたデータが用いられる。

いままで提案された信用評価理論と手法は取引先の信用調査、公表財務データおよび株価などの外部データに基づくものがほとんどであり、財務・経営状況の公表が義務付けられている上場企業の評価に適しているが、財務・経営状況が非公開である中小零細企業には適用できない。また、取引先の信用度評価を行う際、財務諸表データ、

株価および日常取引データなどの定量的データを利用するだけでは不十分であり、経済情勢、経営環境と経営者の資質などの定性的側面を考慮することが非常に重要である。

そこで、本研究では、中小企業の信用評価問題を考究し、定性的評価指標に基づく信用評価手法を提案する。まず、中小企業評価に適する定性的な指標の選択案を提示し、人間判断のあいまいさを考慮してこれらの指標の評価値を、自然言語を用いて判定する。次に、自然言語で判定された評価指標値をファジィ数で表現し、ファジィ加重平均を用いて取引先の総合信用評価値を決定する。最後に計算例への適用により、提案手法の特徴を調べる。

3. 信用評価指標の選択

3.1 指標の選択案

企業取引や与信管理をサポートする企業評価の新たな指標として、株式会社帝国データバンク(TDB)は日本初の定性データによる倒産予測モデルを構築した[4]。この予測モデルに使う定性データを決定するために、TDBの調査員が直接企業を訪問して、経営者の人物像、支払能力、資金調達余力と担保設定状況など、約150個の指標を評価し、信用調査報告書を作成した。さらに43万社分にもものぼる評価データを利用し、約150個の変数の中から倒産/非倒産を判別するのに有効な変数を最終的に10個程度選択した。

近年株式会社帝国データバンクが発行した信用調査報告書では、次の「定性評価」項目を採用している。

- 業歴：企業運営の継続性を評価。
- 資本構成：企業財務の安定性を評価。
- 規模：年売上高、従業員数など経営規模を評価。
- 損益：会社の損益を決算報告書などから客観的に評価。
- 資金現況：調査時点での業況・収益・回収状況・支払状況・資金調達余力を評価。
- 経営者：経営者を、個人の資産背景や経営経験、人物像などの要素から評価。
- 企業活力：TDB調査員が、企業活力を人材・取引先・生産販売力・将来性の要素で評価。
- 加点/減点：上記項目だけでは十分に反映されていない要素がある場合、当項目で反映。

しかしながら、一般の中小企業では、TDB調査員と同等な信用評価専門知識と信用調査実務スキルをもつ人材が通常存在しないし、財務データなどを公開しない中小取引先に対しては、収集できる信用評価データが限られている。このため、清水らの研究結果[5]を参考に、本研究では表1に示す32項目の評価指標を採用する。

3.2 自然言語による評価指標値の判定

表1に示した各評価指標については、具体的取引先の実情に合わせて、適切な評価値を決める必要がある。信用評価分野の専門知識をほとんどもたない中小企業の営業担当者または財務管理担当者でも簡単に評価値を与えるために、次の5段階自然言語を導入し、これらの言語で各評価指標の値を判定する。

表1 信用評価のための定性指標

分類	要因
市場ニーズ	大企業の進出
	連鎖・不良取引先の発生
	技術・商品開発の遅れ
	新市場開発の遅れ
	開発途上国の追い上げ
	業界不振
	労働者・技術者の不足
	企業系列・下請の再編成
	過度競争
商品・サービス	市場の地域・販売先の集中度
	仕入先の集中度
	親会社への依存度
	主力商品の成熟・衰退
経営者	金融調達力の欠如
	リーダーシップ能力の欠如
	財務管理能力の欠如
	営業能力の欠如
	企業家精神の欠如
	科学的思考の欠如
	環境適応力の欠如
	技術開発力の欠如
	プレーンがない
	経営者の病弱・死亡
	放漫経営
その他	世評の悪さ
	従業員モラルの低さ
	労働組合の強さ
	主力銀行変更の有無
	所有不動産の少なさ
	経営計画の失敗
	不良債権の累積
	売掛金回収難

- ほとんど見られない
- 少し見られる
- 普通に見られる
- 比較的に深刻である
- 極めて深刻である

4. 信用評価値の計算

4.1 個別指標の評価値と影響度のファジィ数表現

以上で決められた個別指標の評価値から取引先の総合信用評価を算定するため、まずは図1に示すとおり、自然言語で表現された個別指標の評価値をファジィ数に変換する。

また、取引先の総合信用評価に対する各評価指標の影響度も同じ5段階の自然言語とファジィ数で表現し、図1に示す。

4.2 総合信用評価値の算定

本研究では、ファジィ加重平均を用いて、個別指標の評価値から取引先の総合信用評価値を算定する。

個別指標に番号 i ($i=1, 2, \dots, 32$) をつけて、その評価値を X_i 、影響度を W_i とする。このとき、取引先の総合信用評価値 Y は次式(1)に示すファジィ加重平均値とする。

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_{32}, W_1, W_2, \dots, W_{32})$$

$$= \frac{X_1 W_1 + X_2 W_2 + \dots + X_{32} W_{32}}{W_1 + W_2 + \dots + W_{32}} \quad (1)$$

X_i と W_i がファジィ数のため、式(1)の値を解析的に求めることが一般的には困難であるため、通常 Y の α -レベル集合を求めたうえ、これらの α -レベル集合を合成して Y を計算する。

任意の $\alpha \in [0,1]$ に対して、 X_i と W_i の α -

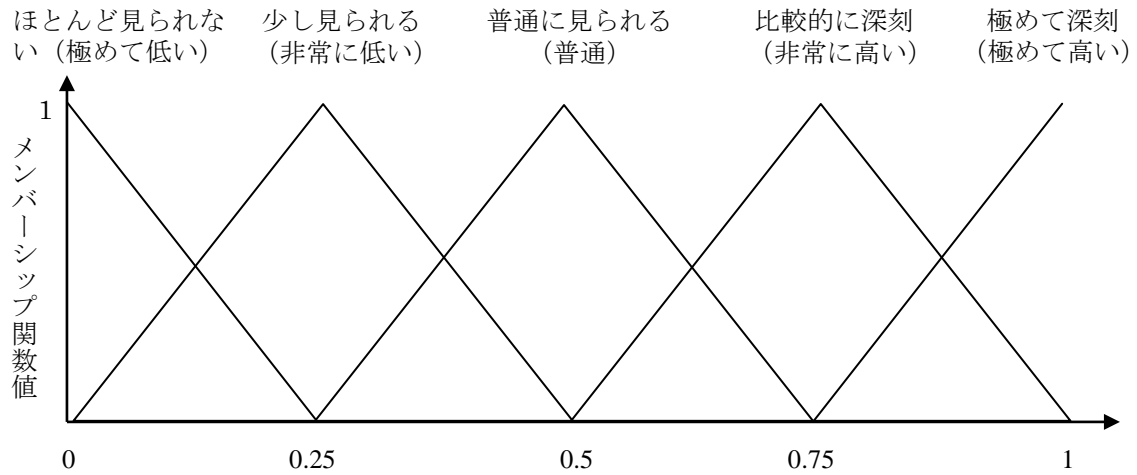


図1 個別指標の評価値と影響度

レベル集合をそれぞれ $X_{i\alpha} = [a_i, b_i]$ と $W_{i\alpha} = [c_i, d_i]$ とするとき、 Y の α -レベル集合 Y_α は次式(2)で求めることができる。

$$Y_\alpha = [u_i, v_i]$$

$$= \left[\begin{array}{l} \min_{\substack{a_i \leq x_i \leq b_i, c_i \leq w_i \leq d_i \\ i=1,2,\dots,32}} f(x_1, x_2, \dots, x_{32}, w_1, w_2, \dots, w_{32}), \\ \max_{\substack{a_i \leq x_i \leq b_i, c_i \leq w_i \leq d_i \\ i=1,2,\dots,32}} f(x_1, x_2, \dots, x_{32}, w_1, w_2, \dots, w_{32}) \end{array} \right]$$

(2)

ここで $f(x_1, x_2, \dots, x_{32}, w_1, w_2, \dots, w_{32})$

$$= \frac{x_1 w_1 + x_2 w_2 + \dots + x_{32} w_{32}}{w_1 + w_2 + \dots + w_{32}}$$

また、Liou と Wang の研究結果[6]によると、 Y の α -レベル集合 Y_α の計算において、 $X_{i\alpha}$ の左端点および右端点のみを考慮すればよい。つまり、

$$u_i = \min_{\substack{a_i \leq x_i \leq b_i \\ c_i \leq w_i \leq d_i \\ i=1,2,\dots,32}} f(x_1, x_2, \dots, x_{32}, w_1, w_2, \dots, w_{32})$$

$$= \min_{\substack{w_i \in [c_i, d_i] \\ i=1,2,\dots,32}} f_L(w_1, w_2, \dots, w_{32})$$

$$v_i = \max_{\substack{a_i \leq x_i \leq b_i \\ c_i \leq w_i \leq d_i \\ i=1,2,\dots,32}} f(x_1, x_2, \dots, x_{32}, w_1, w_2, \dots, w_{32})$$

$$= \max_{\substack{w_i \in [c_i, d_i] \\ i=1,2,\dots,32}} f_R(w_1, w_2, \dots, w_{32})$$

ただし、

$$f_L(w_1, w_2, \dots, w_{32}) = f(a_1, a_2, \dots, a_{32}, w_1, w_2, \dots, w_{32})$$

$$f_R(w_1, w_2, \dots, w_{32}) = f(b_1, b_2, \dots, b_{32}, w_1, w_2, \dots, w_{32})$$

以上の式ではまだ複雑な最大化と最小化計算を含めており、これらの計算を効率よく行うために、Lee と Park [7] が EFWA (Efficient Fuzzy Weighted Average) というアルゴリズムを提案した。

4.3 総合信用評価値の自然言語表現

4.2 節での信用評価値の算定によって得られた評価結果は、近似的な三角型ファジィ数である。この評価結果は、評価者にとって理解しやすいよう自然言語による表現に変換する必要がある。

本研究では、取引先の総合信用評価値を表す自然言語と、それに対応する基準ファジィ数を図2のとおりに定めておく。4.2 節の算定によって得られた総合評価結果のファジィ数と、基準となる5つのファジィ数とを比較し、5つの基準ファジィ数のうち総合評価結果に最も近いものに対応した自然言語表現を、最終評価結果として出力する。なお、総合評価結果のファジィ数と基準ファジィ数との類似度を比較する際、ベ

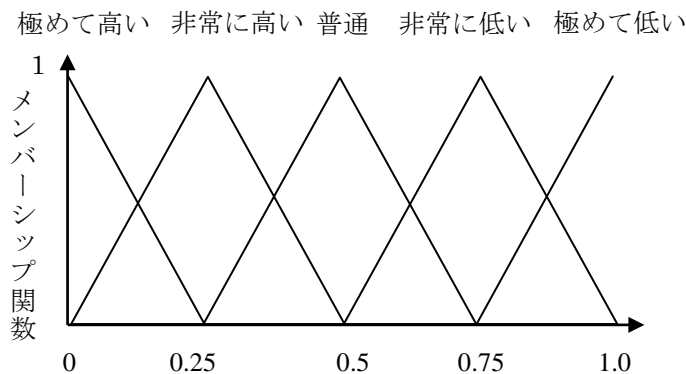


図2 総合評価結果の自然言語表現

ストフィット法を採用する。つまり、総合評価結果のファジィ数とユークリッド距離の一番近い基準ファジィ数を選んで、これに対応する自然言語を最終評価結果とする。

5. プロトタイプの構築と計算例

5.1 Excel を用いたプロトタイプ

以上で提案した信用評価方法は、Excel を用いて、そのプロトタイプを構築し、その構成を図3に示す。

Excel および Excel VBA をツールとして利用する最大のメリットとしては、Excel の汎用性と使いやすさが挙げられる。ほぼ

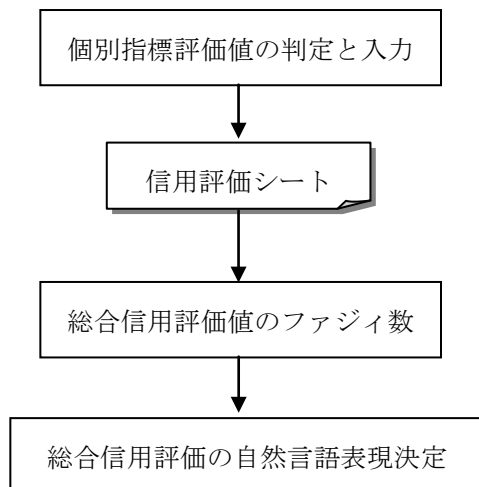


図3 プロトタイプの構成

すべての組織においては Excel がすでに事務処理に欠かせないツールとなり、Excel の操作さえできれば、提案した信用評価手法を適用し、取引先の信用度を評価することができる。

5.2 計算例と考察

清水ら[5]の研究結果を参考にして、個別信用評価指標の影響度を決めて、計算例を生成し、表2に示す。また、構築したプロトタイプを利用して、この計算例の総合信用評価値を求め、その結果は表3に示す。

表3 計算例の総合評価結果

α の値	左端点	右端点
0	0.081	0.708
0.1	0.111	0.679
0.2	0.141	0.650
0.3	0.172	0.620
0.4	0.203	0.589
0.5	0.234	0.558
0.6	0.266	0.527
0.7	0.298	0.495
0.8	0.330	0.462
0.9	0.362	0.429
1	0.395	0.395

表3の総合信用評価値はファジィ数であり、これを自然言語表現に置き換えるために、図2に示された基準ファジィ数との距離を計算した。その結果、図4に示すとおり、基準ファジィ数「普通」に一番近いので、計算例企業の総合信用評価は「普通」

表 2 計算例

分類	評価指標	評価値		影響	
市場 ニーズ	大企業の進出	極めて深刻である	5	非常に低い	2
	連鎖・不良取引先の発生	少し見られる	2	非常に高い	4
	技術・商品開発の遅れ	極めて深刻である	5	極めて低い	1
	新市場開発の遅れ	ほとんど見られない	1	極めて低い	1
	開発途上国の追い上げ	少し見られる	2	非常に高い	4
	業界不振	比較的に深刻である	4	普通	3
	労働者・技術者の不足	ほとんど見られない	1	非常に高い	4
	企業系列・下請の再編成	普通に見られる	3	非常に低い	2
	過度競争	極めて深刻である	5	普通	3
商品・ サービス	市場の地域・販売先の集中度	少し見られる	2	非常に低い	2
	仕入先の集中度	少し見られる	2	非常に高い	4
	親会社への依存度	少し見られる	2	極めて高い	5
	主力商品の成熟・衰退	ほとんど見られない	1	普通	3
経営者	金融調達力の欠如	少し見られる	2	非常に低い	2
	リーダーシップ能力の欠如	普通に見られる	3	普通	3
	財務管理能力の欠如	極めて深刻である	5	非常に低い	2
	営業能力の欠如	普通に見られる	3	極めて高い	5
	企業家精神の欠如	ほとんど見られない	1	極めて高い	5
	科学的思考の欠如	極めて深刻である	5	非常に低い	2
	環境適応力の欠如	少し見られる	2	非常に高い	4
	技術開発力の欠如	普通に見られる	3	非常に低い	2
	プレーンがない	極めて深刻である	5	非常に低い	2
	経営者の病弱・死亡	ほとんど見られない	1	普通	3
放漫経営	少し見られる	2	非常に高い	4	
その他	世評の悪さ	少し見られる	2	極めて高い	5
	従業員モラルの低さ	普通に見られる	3	普通	3
	労働組合の強さ	少し見られる	2	非常に低い	2
	主力銀行変更の有無	極めて深刻である	5	普通	3
	所有不動産の少なさ	極めて深刻である	5	非常に高い	4
	経営計画の失敗	少し見られる	2	非常に低い	2
	不良債権の累積	普通に見られる	3	極めて高い	5
	売掛金回収難	少し見られる	2	極めて高い	5

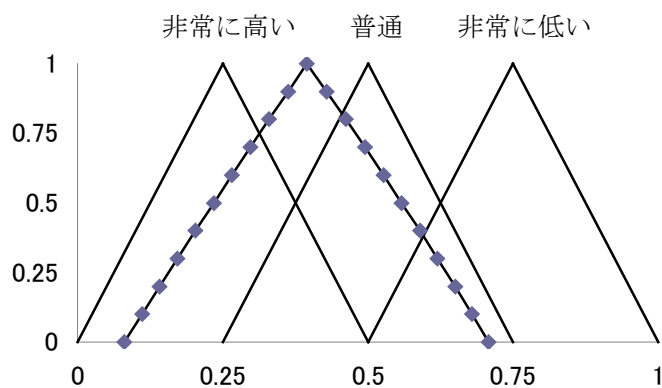


図4 計算例の総合評価結果

となる。

この計算例から次のことがわかる。

- (1) 個別評価指標は自然言語で表現されているため、ファジィ数のことを理解しなくても評価指標を簡単に入力することができる。また、Excelを用いて、提案評価手法を実現できるため、毎日の日常業務処理とあまり変わらない感覚で評価指標を指定のうえ、取引先の信用評価を行うことができる。
- (2) ファジィ数を導入することにより、人間判断のあいまいさを「非常に」、「普通」、「極めて」などの言語表現に置き換え、さらにこれらのあいまいな評価に基づき、取引先の総合信用度を評価することができた。個別評価指標から総合評価値を計算する際、ファジィ加重平均を適用したため、総合評価結果はファジィ数となり、 α レベルごとに評価値を計算することが必要である。
- (3) 表3と図4に示したとおり、総合評価結果を表すファジィ数は基準ファジィ数「普通」と「非常に高い」との間にあり、これを自然言語表現に置き換える際、距離が一番短いルールで基準ファジィ数「普通」と判断したが、基準ファジィ数「非常に高い」との距離も比較的短い。しかしながら、自然言語ではこのことを反映できない。

6. おわりに

本研究では、定性的な評価指標に基づき中小企業の信用評価を行う手法を提案した。データ収集の可能性と実行可能性を考慮し、32項目の評価指標を採用した。また、自然言語およびファジィ数で個別指標の評価値を表現し、ファジィ加重平均を用

いて取引先の信用評価を算定する手法を与えた。

提案した評価手法は Excel 上で運用できるため、中小・零細企業においても簡単に導入することができる。しかしながら、ファジィ加重平均の計算アルゴリズム、また総合評価結果の自然言語表現などについては、更なる改善が必要であり、今後の課題としたい。

さらに、廃棄物処理業界では、独特な取引慣習などがあり、業界の特徴に合わせて個別評価指標を再確認・選定する必要があると考えられる。金融危機による大不況の影響を受けて、古紙などのリサイクル資源の取引価格の暴落がすでに発生しており、これに伴い、廃棄物処理業界の企業経営不振、倒産・廃業などは避けられない。こんな時こそ、取引先の信用評価をしっかりと行い、経営リスクを確実に回避することは重要であり、ここから本研究の意義が見えてくる。

参考文献

- [1] 白田佳子:「企業倒産予知モデル」, 中央

- 経済社 (2003).
- [2] 董彦文：“事例ベース推論を用いた取引先信用評価システム”，日本経営工学会論文誌, Vol.57, No.2, pp.144-152 (2006).
- [3] Dong Yanwen: "An Application of Support Vector Machines in Small-Business Credit Scoring", Proceedings of The Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2007), CD-ROM, Kumamoto, Japan, September 5 - 7(2007).
- [4] 帝国データバンク企業評価モデルプロジェクトチーム：「企業評価と信用リスク—帝国データバンク発倒産確率予測モデルとその実践」, 清文社 (2002).
- [5] 清水龍瑩：“中小企業倒産の構造要因の分析”，三田商学研究, Vol.28, No.2, pp.1-24(1985).
- [6] Tian-Shy Liou , Mao-Jiun J. Wang: "Fuzzy weighted average: an improved algorithm", Fuzzy Sets and Systems, Vol.49, No.3, pp.307-315 (1992)
- [7] Dong Hoon Lee, Daihee Park; "An efficient algorithm for fuzzy weighted average", Fuzzy Sets and Systems, Vol.87, No.1, pp.39-45(1997).