

企業を取り巻くリスクの総合評価マップの提案

A Proposal on total risk assessment map for enterprise management

井面仁志*, 福本幸成**, 白木渡***, 安田登****, 藤川裕*****

Hitoshi Inomo, Yukinari Fukumoto, Wataru Shiraki, Noboru Yasuda, Yutaka Fujikawa

*工博, 香川大学助教授, 工学部信頼性情報システム工学科 (〒761-0396 高松市林町 2217-20)

**工修, 東京電力(株), 技術開発研究所, (〒230-8510 横浜市鶴見区江ヶ崎 4-1)

***工博, 香川大学教授, 工学部信頼性情報システム工学科 (〒761-0396 高松市林町 2217-20)

****工博, 東京電力(株), 建設部, (〒100-0011 東京都千代田区内幸町 1-1-3)

*****香川大学, 工学部工学研究科 (〒761-0396 高松市林町 2217-20)

Generally, the enterprise has the exposing of receiving various risks. When those risks are occurred, the influence is very wide, the enterprise management is made worse. Therefore, the risk analysis and the risk evaluation are necessary to examine measures such as insuring in preparation for the occurrence of those risks. In addition, the accountability that explains the validity of measures etc. to the stockholder and the consumer is a weighty consideration. In this study, the risk is analyzed by using Self-organizing map (SOM), and it proposes the technique for evaluating the importance degree of the risk using the feature of SOM and making the total risk assessment map. Using this technique, the evaluation including the risk measures is possible. It is thought that this technique is very effective because a multi-dimensional evaluation can be expressed in one map with two dimensional parameters, and it is used as a risk communications tool in the inside and outside of the enterprise.

Key Words: Total risk assessment map, Self organizing map, Risk matrix, Enterprise management

キーワード: 総合評価マップ, 自己組織化マップ, リスクマトリックス, 企業経営

1. はじめに

企業を取巻くリスクは、地震、台風等の自然災害から、製造物責任、雇用問題まで多岐にわたっており、その発生原因も多様で、発生した際の影響範囲も広範囲にわたっている。従って、それらのリスクが発生すれば、会社の経営状態までも左右しかねないことも多くなっている。企業においては、それらのリスクの発生に備え、常日頃から保険をかける等の対策が求められている。それ故、企業を取巻くリスクの分析ならびにリスクが発生した場合の影響度の評価を行い、影響度に応じた対策を検討する重要性が増加している。また、構造物の設計法が性能設計法に移行してきている状況にも見られるように、今後企業においては、リスク対策を策定するだけでなく、その決定過程、対策の妥当性等を株主や消費者に説明を行う説明責任も重要な問題となってきた。そこで、欧米では、組織の戦略上及び財務上の目的を達成することを阻害する可能性のある全てのリスクを総合的に評価し、それらに対処するアプローチとして、ERM (Enterprise Risk Management)^{1),2)}を導入する企業が増加している。

一般に、従来、リスクは、その発生頻度とリスクが発生した際の影響度、およびそれらの積の期待影響度で評価される。このようなリスクの発生頻度と影響度を用いて評価する主な評価法として、発生頻度と影響度の2軸を用いたリスクマトリックスを用いる方法がある。この方法を用いると、リスクマトリックス上に各リスクをプロットすることにより、リスクの重要度を決定し、リスクに対する対策を決定することが可能となる。しかし、リスクマトリックスでは、その評価軸が2軸しかなく、多種多様の評価軸を持つリスクを評価するためには、それぞれの評価軸毎にリスクマトリックスを作成する必要がある。また、複数の影響度を1つのリスクマトリックスで評価を行う事が難しいという問題点がある。

近年、多次元の入力データを分析、評価する手法としてソフトコンピューティングの一種である自己組織化マップ³⁾(Self-Organizing-Map 以下 SOM と略)が注目されている。SOM は、多次元の入力データを学習することにより、似た特徴を有するグループに分類することが可能であり、それを2次元のマップ上に表現することにより、学習データの特徴を視覚的に分かり易く示すことが可能となる。

そこで、本研究では、SOM を用いリスクの分析、評価を行い、発生頻度と発生の不確実性、影響度など、特性の異なる様々なリスクを多次元に評価し効率的な対策と費用等の投入量を決定するため、SOM の特徴を活用したリスクの重要度を評価する手法の提案を行う。

2. 企業を取巻くリスクと評価

2.1 リスクの分類

企業におけるリスクは、その企業の業種、規模等により様々ではあるが、一般的に“災害事故リスク”、“経営リスク”、“政治・経済・社会リスク”⁴⁾の3種類に分類できる。本研究では、リスクの特徴を把握するために、ある企業のデータを基にリスクを抽出し、以下の8種類61項目を企業のリスクとした。

- a) 自然災害に関するリスク（8項目）
直下型地震、プレート境界型地震、風水害、雪害、渇水、冷夏、暖冬、急激な需要増加
 - b) 事故に関するリスク（8項目）
交通事故、システムダウン、公衆災害、火災、電気・機械事故、重大な設計ミス、労働災害、設備の経年劣化、急激な生産能力低下
 - c) 信用に関するリスク（4項目）
取引会社の倒産、取引会社の契約不履行、関係会社・関連会社の倒産、債権（料金）回収の失敗
 - d) 経営に関するリスク（11項目）
自社株価下落、土壌汚染、研究開発の失敗、新規事業の失敗、顧客離脱、人材流出・採用失敗、人材開発失敗、企業年金の破綻、環境汚染および破壊、値下げ、設備の陳腐化、立地不成立
 - e) 市場に関するリスク（7項目）
有価証券の評価損、燃料費上昇、円安、金利上昇、燃料調達量の減少、販売価格低下、敵対的買収
 - f) 法務に関するリスク（15項目）
国税当局による否認、瑕疵発生、知的財産権を侵害する、顧客情報の漏洩、労働基準法違反、役員・社員のインサイダー取引、セクシャルハラスメント・パワーハラスメント、喫煙による健康被害訴訟、発明報酬の請求、製造物責任賠償、悪質な脱税、粉飾決算・違法配当、業務関連法令の違反、非倫理的・反社会的行為、雇用差別
 - g) 政策に関するリスク（3項目）
競合特殊法人の完全民営化、税制の変更、非対称規制
 - h) 犯罪に関するリスク（5項目）
サイバーテロ、戦争・テロ、知的財産権が侵害される、社員誘拐、ゆすり・たかり・脅迫
- 上記の諸リスクが企業経営に及ぼす影響という観点からその特徴を分析するために、1)～7)の影響度と8)の発生頻度を、その影響の大きさと発生頻度を3段階に分類しリスクの属性を定義する。
- 1) 収益性への影響度（大、中、小）

- 2) 安定性への影響度（大、中、小）
- 3) 人命への影響度（大、中、小）
- 4) 生産への影響度（大、中、小）
- 5) 環境への影響度（大、中、小）
- 6) コンプライアンスへの影響度（大、中、小）
- 7) ブランドへの影響度（大、中、小）
- 8) 発生頻度（高、中、低）

2.2 代表的なリスク評価法

リスクの代表的な発見・評価手法には、1)リスクマトリックス、2)フローチャート、3)チェックリスト、4)フォールトツリー、5)シミュレーションなど様々な手法が用いられる。図-1にリスクの代表的な評価手法であるリスクマトリックスの例を示す。

図-1は、想定されるリスクを発生頻度と損害でリスクをマトリックス上にプロットし、想定リスクがI-IVのどのゾーンに位置するかによりリスクの評価をする手法である。このリスクマトリックスにおいてリスクは、右方向に行くほどリスクの発生の可能性が多くなり、上方向に行くほどリスクの損害額が大きくなることを示している。なお、一般的に図-1中の各ゾーンにおけるリスクの危険度は、以下のように評価される²⁾。

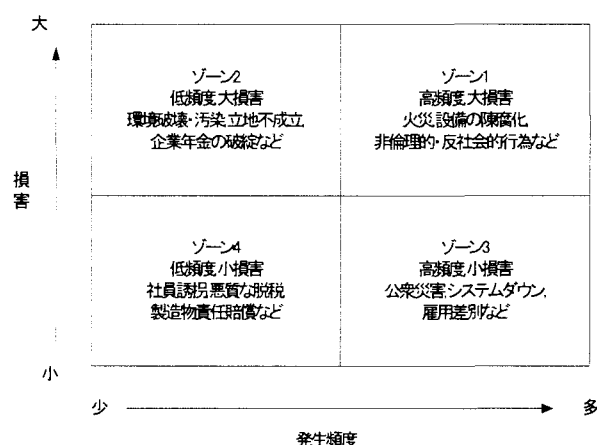


図-1 リスクマトリックス

- ゾーン I：発生する頻度が高く、発生した際の損害額も大きくなるリスクであり、このゾーンにプロットされるリスクは、非常に危険なリスクである。
- ゾーン II：発生頻度は少ないが、リスクが発生すると企業にとって大きな損害となるリスクである。
- ゾーン III：発生による損害額は大きくないが、発生頻度が高いため企業にとって徐々に影響が現れてくるリスクである。
- ゾーン IV：発生頻度、損害ともに小さいリスクである。リスクがこのゾーンに集まることが理想とされている。

このように、リスクマトリックスを作成することにより、リスクの発生頻度と損害額から、企業におけるリスクの重

要度を評価することが可能となる。しかし、リスクの重要度は、損害額のみで評価されるものではなく、他の評価項目、例えば人命、環境等への影響も含めた評価を行う必要があるが、リスクマトリックスのみでは多次元の評価を同時に行うことが難しいという問題点が存在する。

3. 自己組織化マップ (SOM) の特徴

SOM は、ニューラルネットワーク・モデルの一種で、その学習アルゴリズムは、教師なし学習である。SOM のネットワークは、データを入力する入力層と、入力したデータを元にマップが形成される競合層の 2 層から構成されている³⁾。図-2 に SOM の基本的なネットワークの構造を示す。各層にはニューロンが存在し、入力層と競合層の全てのニューロンは結合されている。

SOM の主な特徴は、多次元の入力データの学習を行ない、入力層と競合層が結合する際の結合重み(重み)を介して学習データが記憶される。入力データの類似度をニューロン間の結合重みとして検出することにより、似た特徴のある学習データどうしを 2 次元マップ上(競合層上)で近くに配置することである。さらに、ラベリングにより分類基準を与えマップ(ラベリング図)を作成し、解析に使用する各入力データの結合重みより、入力データの関連性の把握が可能となる。

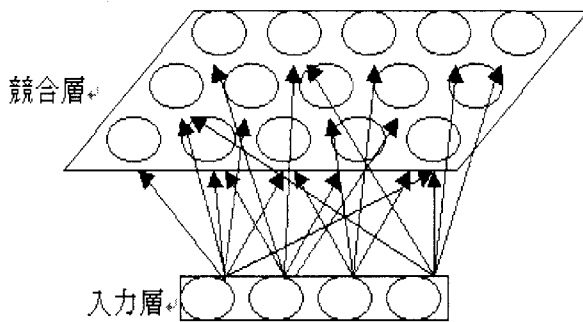


図-2 SOM のネットワーク構造

これらの SOM の特徴を用い、リスクの特徴を分析し、リスクが発生した場合の影響度を考慮した総合評価を行う。

4. リスクの総合評価マップの提案

4.1 収益性による分析

リスクの特徴を分析するために、2.1 に示した各リスクの属性を入力データとして SOM を用いて、リスクの総合評価マップを作成し、それをもとにリスク分析を行った。

図-3 に収益性への影響によるラベリング図を示す。なお、収益性への影響が大きいリスクを濃いグレー、中程度のリスクを薄いグレー、小さいリスクを白として色分けを行った。

さらに、図-4 に頻度の重み、図-5 に安定性への影響の重み、図-6 に人命への影響の重み、図-7 に生産への影響の重

み、図-8 にブランドへの影響の重みあわすマップを示す。

図-3 のラベリング図と図-4 から図-9 の重みのマップを総合して評価すると、リスクは以下の4つのグループに分

収益性(P/L)影響一重み

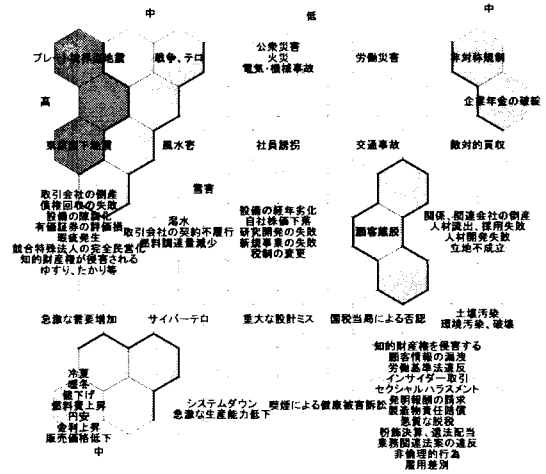


図-3 収益性への影響のラベリング図

頻度(年間あたり)一重み

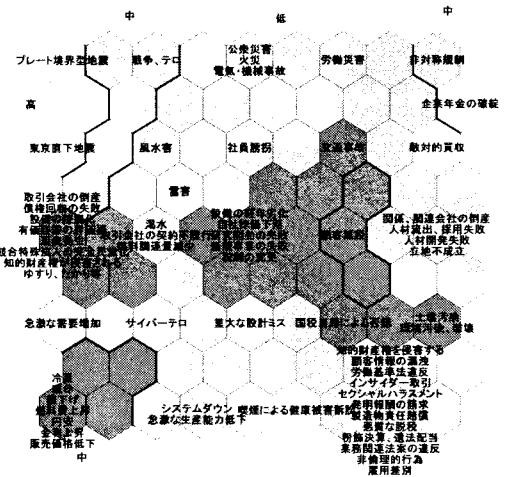


図-4 頻度の重み

安定性(B/S)への影響一重み

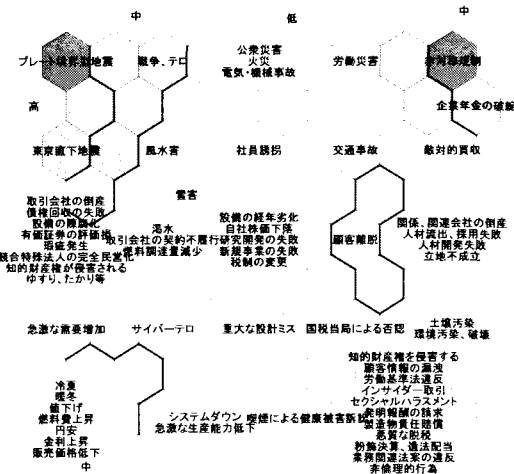


図-5 安定性への影響の重み

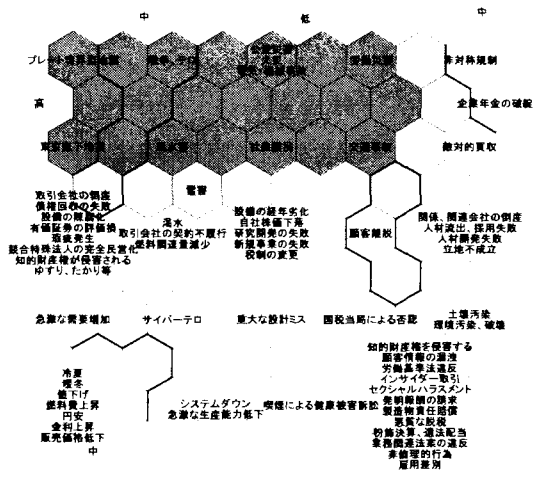


図-6 人命への影響の重み

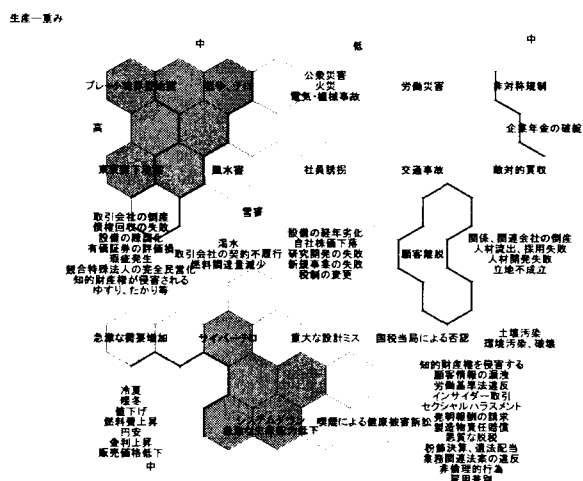


図-7 生産への影響の重み

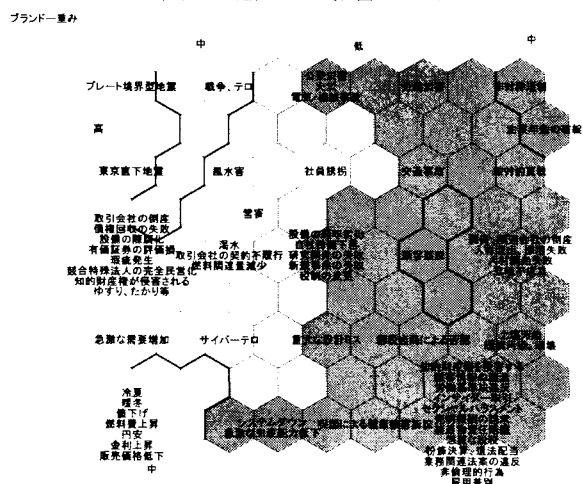


図-8 ブランドへの影響の重み

類される。

<グループ 1>

プレート境界型地震，東京直下型地震，戦争・テロが属するグループ。このグループは，人命，生産への影響が大

きなリスクグループで、中でもプレート境界型地震は、収益性・安定性とも影響が大きい。

<グループ2>

非対称規制，企業年金の破綻が属するグループである．

このグループは、ブランドへの影響が大きなリスクグループで、非対称規制は安定性への影響も大きい。

＜グループ 3＞

顧客離脱が属するグループである。このグループは、ブランドへの影響が大きく、頻度も高いリスクグループである。

<グループ4>

冷夏、暖冬、値下げ、燃料費上昇、円安、金利上昇、販売価格低下が属するグループで、このグループは、頻度が高いリスクグループである。

以上のように株主利益に直結する年度収支（収益性）への影響を重視した場合、リスクは、4つの重要なリスクグループに分類される。特に、リスクグループ2及び3はともにブランドへの影響も大きく、企業価値の維持や向上のため、同レベルの対策が必要なリスクグループであると言える。

リスクグループ3及び4は、発生頻度が高く、収益性への期待影響度が総じて高いと考えられる。一方、リスクグループ1の地震は、財務影響が総じて大きいものの、頻度が小さいため、期待影響度は総じて小さいと考えられる。

各リスクグループへの対策を考えるにあたっては、影響度と頻度との積である期待影響度も大きなファクターになる。次節において期待影響度を考慮したリスク分析を行う。

4.2 期待影響度を考慮した分析

リスクの期待影響度として、4.1 に示した各影響度の重みをランク分けし、頻度のランクと掛け合わせたものを期待影響度とした。なお、各ランクは、頻度の場合“発生頻度が高い=3”，“中程度=2”，“低い=1”，各影響度は“影響が大きい=3”，“影響が中程度=2”，“影響が小さい=1”とランク分けを行い、頻度と各影響度を掛け合わせて期待影響度とする。たとえば、プレート型境界地震の安定性への影響の期待影響度は、図-4 より頻度が1、図-5 より安定性の影響度が3であるので $1 \times 3 = 3$ となる。他の影響度に関しても同様にして各リスクにおける期待影響度を算出する。これらの各因子の期待影響度をリスクの総合評価値とし、以下の1)~8)を学習データとする。

- 1) 収益性への影響度（大，中，小）
- 2) 安定性への影響度（大，中，小）
- 3) 人命への影響度（大，中，小）
- 4) 生産への影響度（大，中，小）
- 5) 環境への影響度（大，中，小）
- 6) コンプライアンスへの影響度（大，中，小）
- 7) ブランドへの影響度（大，中，小）
- 8) 総合評価値（期待影響度）

図-9より、総合評価値が30以上のリスク、すなわち総合的に影響度の大きいリスクは、以下5つのグループに分類することができる。

- 図-10 に安定性への影響の重み、図-11 に収益性への影響の重み、図-12 にブランドへの影響の重み、図-13 にコンプライアンスへの影響の重み、図-14 に環境への影響の重み、図-15 に人命への影響の重み、図-16 に生産への影響の重みを表すマップをそれぞれ示す。図-9 のラベリング図と図-10 から図-16 の重みマップを1~5の各リスクグループに

・グループ1：ブランドへの影響が大きなリスクグループで、それ以外への影響は総じて小さい。ただし、顧客

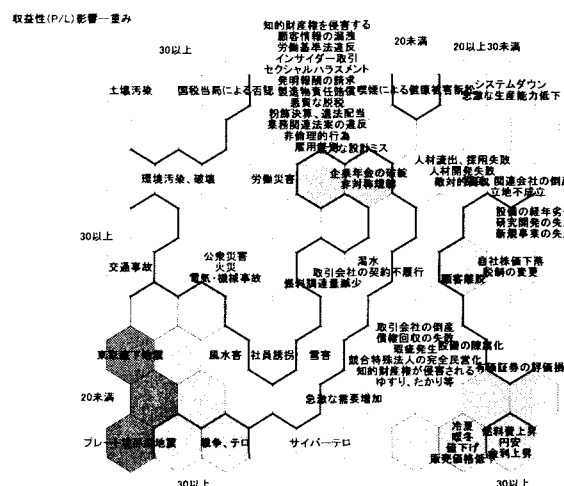


図-11 収益性への影響の重み

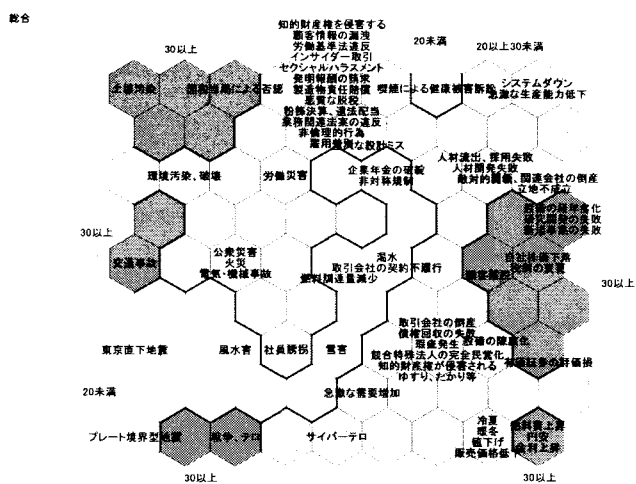


図-9 期待影響度を考慮したリスクの総合評価によるラベリング図

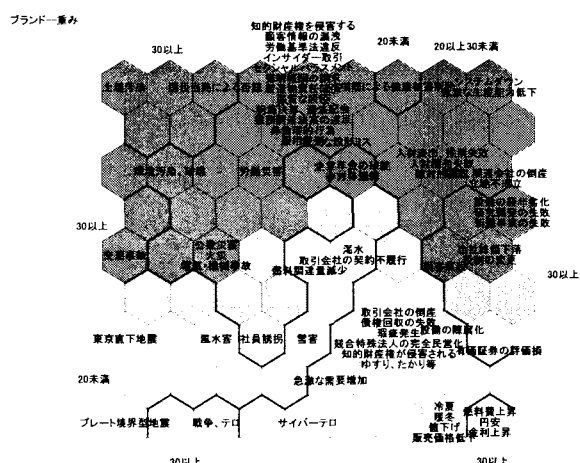


図-12 ブランドへの影響の重み

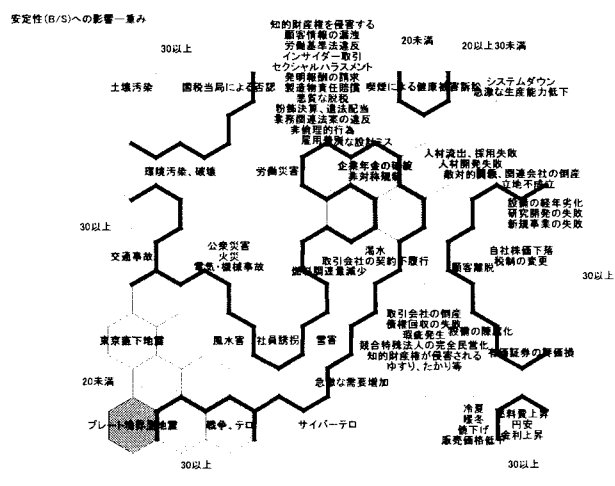


図-10 安定性への影響の重み

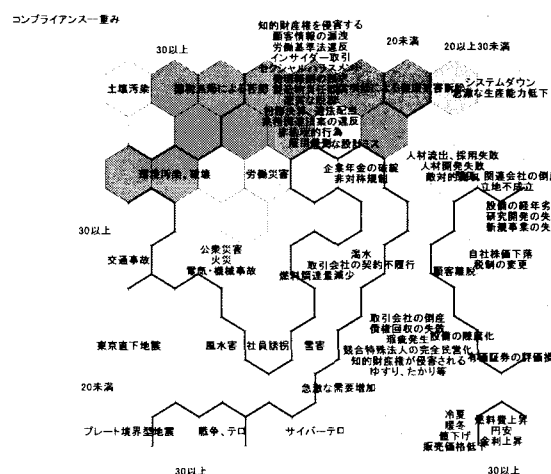


図-13 コンプライアンスへの影響の重み

環境一瞥み

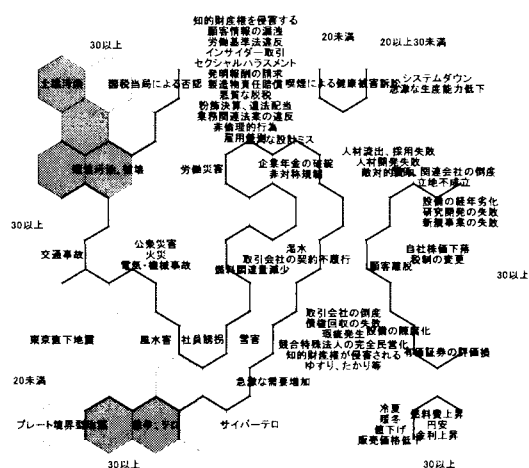


図-14 環境への影響の重み

人命一瞥み

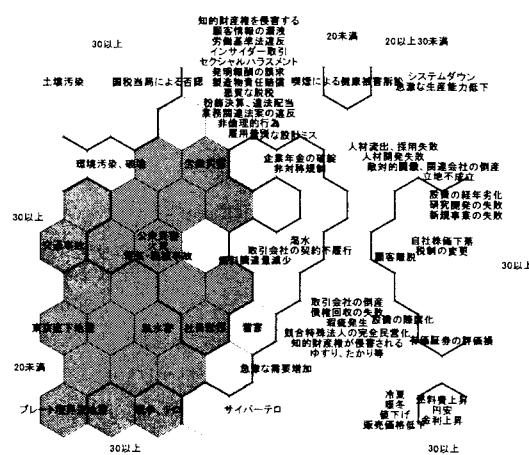


図-15 人命への影響の重み

生産一瞥み

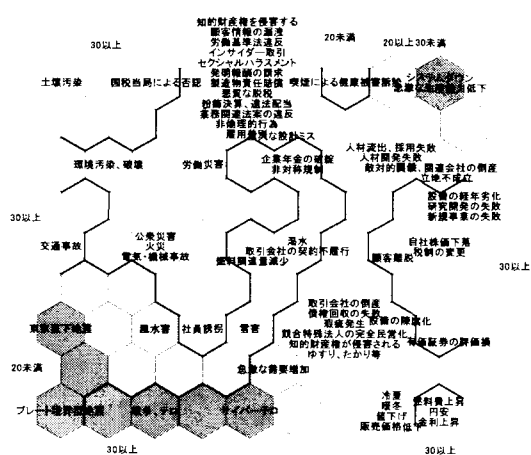


図-16 生産への影響の重み

離脱は、収益性への影響が中くらいである。

- ・グループ2：収益性への影響が中くらいのリスクグループで、それ以外への影響は小さい。
- ・グループ3：ブランド、コンプライアンス、環境への影響が総じて大きなリスクグループで、それ以外への影響は小さい。

響は小さい。

- ・グループ4：ブランドや人命への影響が大きなリスクグループで、それ以外への影響は小さい。
- ・グループ5：人命、生産、環境への影響が大きなリスクグループで、財務への影響も中程度である。コンプライアンス、ブランドへの影響は小さい。

以上の特徴より、グループ1,3及び4はともにブランドへの影響が大きなグループであり、ブランドは企業価値の重要な決定要因であるので、グループ1,3及び4に対しては、それぞれ同様なリスク対策が必要である。また、年度収支を重視した場合、グループ2及び5には、十分注意が必要である。

東京直下型地震やプレート境界型地震については、頻度が小さいため期待影響度は小さくなり、上述の5つのグループに属していない。しかし、収益性、人命、生産への影響が総じて大きなリスクであり、グループ5と類似している。従って期待影響度は小さいが、グループ1,2,3,4及び5のいずれよりも収益性や安定性への影響が大きいため、相応のリスク対策が必要であると思われる。

5. リスクの総合評価マップの活用

企業においては、リスクに対して保険を掛ける、安全教育を行う等、何らかの対策を実施している。しかし、その対策が有効かどうかの判断は、非常に難しい点がある。そこで、本章では、リスクの総合評価マップを活用し、リスクに対する対策の有効性を判断する手法の提案を行う。

リスク分析において対策の効果を考慮するため、期待影響度と同様に各リスクの各因子に対し、対策を実施した場合の効果の程度を“効果が高い：3”、“効果が中程度：2”、“効果が小さい：1”、“効果無し：0”の4ランクに区分し、このランクに頻度のランクを掛け合わせることににより、期待効果度を算出する。さらに、対策の有効性を評価するために、対策の期待効果度の総和を、4.2章で算出したリスクの総合評価（期待影響度）から期待効果度の総和を減算しリスクの総合評価とした。これら期待効果度と期待影響度を学習データとしてSOMを用いてリスクの分析を行う。学習データに用いたデータ項目を以下に示す。1)収益性への期待影響度、2)安定性への期待影響度、3)人命への期待影響度、4)生産への期待影響度、5)環境への期待影響度、6)コンプライアンスへの期待影響度、7)ブランドへの期待影響度、8)費用、9)収益性への期待効果度、10)安定性への期待効果度、11)人命への期待効果度、12)生産への期待効果度、13)環境への期待効果度、14)コンプライアンスへの期待効果度、15)ブランドへの期待効果度、16)総合評価。

図-17に期待効果度を考慮した総合評価のラベリング図を示す。

図-17より対策を講じた後の期待影響度の高いリスクは、「顧客の離脱」、「税制の変更」、「自社株価下落」、「有価証券の評価損」であることが分かる。これらのリスクは、

競合他社や政治、市場に大きく依存し、リスク対策の効果
が小さいリスクである。しかし、図-18 のブランドの重み、
図-19 の収益性の重みから分かるように、ブランドへの影
響や収益性への影響が大きなリスクであるため、経営上は
重要なリスクである。ブランドは、企業価値の重要な決定

因子⁵⁾であり、収益性は株主利益に直結する企業価値の維
持や向上に関係する因子である。株主利益を重視するなら
ば、「顧客離脱」、「税制の変更」、「自社株価下落」、
「有価証券の評価損」への対策を今後十分検討すべきであ
る。

総合

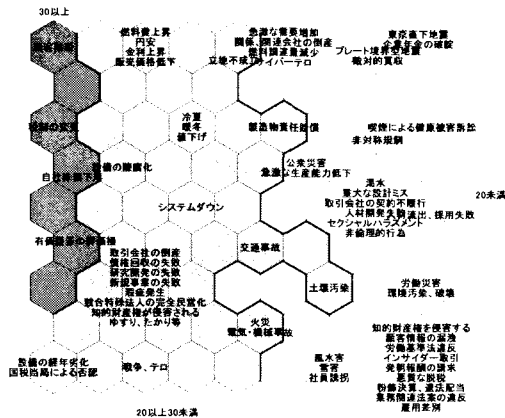


図-17 期待効果度を考慮した総合評価のラベリング図

ブランドー重み

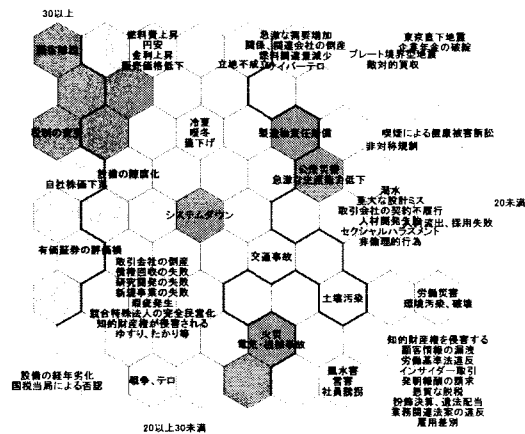


図-18 ブランドの重み

収益性ー重み

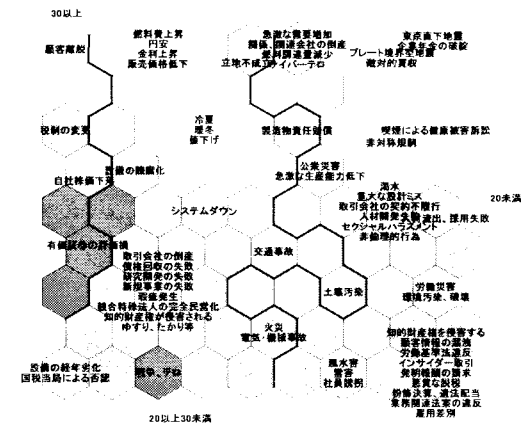


図-19 収益性の重み

6. おわりに

本研究では、本来多次元の評価尺度を持つ、企業におけ
るリスクの評価に SOM を用いることにより、従来の発生
頻度と影響度の 2 次元で表されるリスクマトリックスで
は判断しにくいリスクを、多次元の評価尺度で視覚的、直
感的にリスクの重要度把握することが可能であることを
示した。特に、SOM で解析を行ったリスク分析の重みを
期待影響度、期待効果度として用いることにより、リスク
の対策まで含めた総合評価が可能であることを示した。本
研究で提案したリスクの分析法は、リスクの重要度を視覚
的に決定することが可能で、企業内外でのリスクコミュニ
ケーションツールとして非常に有効であると考えられる。

しかし、より詳細に企業のリスクの評価を行うためには、
分析に用いるリスクの因子や重みのランク分けの段階で、
専門家の意見を取り入れて検討する必要がある。

参考文献

- 1) Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission : Enterprise Risk Management Conceptual Framework, 2003.
- 2) 竹谷仁宏：トータルリスクマネジメント，ダイヤモンド社，2003.
- 3) 東京海上火災保険企業リスクコンサルティング室：図説企業リスクのすべてその事例と対策，東洋経済新報社，2003.
- 4) T.コホネン（徳高平蔵，岸田悟，藤村喜久郎共訳）：自己組織化マップ，シュプリングー・フェアラーク東京株式会社，2000.
- 5) 経済産業省企業法制研究会：ブランド価値評価研究会報告書，2002.

(2004 年 9 月 17 日受付)