

# リスクマネジメント支援のためのリスク連鎖の対話的可視化システムの研究

## A Study on Interactive Visualization of Risk Chain for Corporate Risk Management

情報工学専攻 新井 豪

Go ARAI

### 概要

事業継続計画(BCP)策定に有効なリスクマップでは、他のリスクの誘発が一般的には明示されていない。このため、他のリスクの誘発を十分に考慮せずに策定された BCP をもとに、事業者が不適切な初期対応を行う恐れがある。その結果、円滑な事業継続が困難となる。そこで本論文では、企業に関するリスクの誘発性を、容易かつ正しく理解することの支援を目的とし、アニメーション効果を用いて誘発関係を表示可能な対話的リスクマップを実装し、有益な情報の提示手法を提案する。提案手法は、誘発後のリスクの再プロット機能を有する。対話的なアニメーション描画を行える D3.js を用いて実装したシステムでユーザテストを行った。アンケート結果からは、企業に関するリスクの誘発性を可視化する手段としての有効性が示された。

### 1. 序論

大規模災害、事故が発生する度に、事業継続計画(BCP)の策定などの事業継続に向けた取組みの必要性が訴えられ、各企業が様々な対策を講じてきた[1]。こうした活動の中で、2011年に発生した東日本大震災により、多くの企業が事業の停止や縮小を余儀なくされ、これまで定めてきた BCP の有効性が再度問われ始めた[1]。しかし、2013年の調査[2]によると、BCP が浸透しきっているとは言い難い結果であった。BCP 策定が進まない原因に「従業員の理解が得られない」ことがある[3]。このことから、リスクマネジメントに対する知見が少ないことが課題であると推察される。そのため、経営者だけではなく従業員一人一人が企業を取り巻くリスクを把握することが必要である。さらに同調査によると、BCP 策定済みの企業の内、約3分の2の企業が既存の BCP では「機能しなかった」との認識を持っている[1]。その理由として、連鎖的に発生した出来事が原因で計画通りに対応できなかったことが示唆される。

リスクを俯瞰的な視点で閲覧・比較・理解するために、リスクマップが用いられる。最も典型的なものとして、リスクの影響度を縦軸に、その発生頻度を横軸にとってリスクの大小を描く手法(バブルチャート)がある。この手法は、瞬時にリスクの

損害規模・発生頻度を把握できる一方、リスクが多くなるにつれて重なった描写が増加するという問題も存在する。また、注目したいリスクが見つげにくくなるという問題もあるため、ユーザのアクションに対してリスクマップを瞬時に作り替えるなどの対話性が求められる。従って以上の問題点から、ユーザが注目するリスクに対して、リスク連鎖を対話的に可視化できるリスクマップの構築が BCP 策定支援に有効であると言える。

そこで本論文では、企業に関するリスクの誘発性を可視化することを目的とし、アニメーション効果を用いてリスクの連鎖関係を強調して表示可能な対話的リスクマップを実装し、有益な情報をユーザに提示する手法を提案する。

提案手法は、ブラウザ上で可視化できる JavaScript ライブラリの D3.js[4]を用いて実装する。提案手法は、リスクの分類ごとの表示・非表示切り替え、バブルの一時的な移動、連鎖関係のあるリスクの表示、強調表示、誘発後のリスクの再プロット機能を有し、対話的に応答する。

### 2. リスク、リスクマネジメント、リスクマップ

リスクは、「ある行動に伴って、危険に合う可能性や損をする可能性を意味する概念」と理解されている。2010年に制定された JISQ31000:2010 では、「あらゆる業態及び規模の組織は、自らの目的達成の成否及び時期を不確かにする外部及び内部の要素並びに影響力に直面している。この不確かさが組織の目的に与える影響をリスク」と定義している[5]。企業を取り巻くリスクは、年々複雑化してきている。そのような多岐に渡って存在するリスクのうち、企業経営に関わる代表的なリスクには、自然災害リスク、法的リスク、製造物責任リスク、金融リスク、環境リスク、その他リスクがある[6]。このように、企業活動は様々なリスクに直面していることから、経営目的を達成する上で、リスクをいかにマネジメントするかが重要な経営課題となっている。

このリスクマネジメントの手段の一つとして、リスクマップがある。これは、リスクの大小を俯瞰的な視点で閲覧・比較・理解できるようにするために描かれる図表類のことである。既存手法[7][8]から、リスク発生時にどのようなリスクが連鎖的に発生し、どの程度の規模の損害を及ぼすのかを評価し、可視

化を行うことがリスクマネジメントに有効であると推察されるが、リスク同士の誘発関係が考慮されておらず、ユーザとの対話性に欠けるという問題がある。

### 3. 提案手法

#### 3.1. 概要

以上の課題を解決するために、データをブラウザ上で可視化でき、対話的なアニメーション表示が可能な JavaScript ライブラリを用い、企業に関するリスクの誘発性を考慮したリスクマップを提案する。提案手法の適用例として、人々の生活に影響を与えやすく、リスク連鎖が多く見込まれる架空の食品メーカーを想定したリスクマップを作成する。

提案手法では、まずデータを読み込み、初期画面を描画する。その後、ユーザからの入力によって 5 つの機能いずれかを実行し、その後また入力待ちの状態に戻る。ユーザはこの対話操作を繰り返し実施する。提案手法の実装に当たって、D3.js[4]を利用する。

#### 3.2. リスクのデータ構成

リスクのデータは、名称、分類、リスクマップ上のバブルの色、発生頻度・損害規模のランク、誘発するリスク、誘発された際の発生頻度・損害規模のランクの 8 つで構成される。

リスクマップ上のバブルの色は、分類ごとで任意に着色する。清涼飲料メーカーのリスクの分類は、自然災害、事故、法務、社会、財務、製品開発、内部不正の 7 種類とする。

誘発するリスクは、「一般的に想定される二次災害リスク」と定義し、誘発後の発生頻度・損害規模のランクは任意に設定する。また、誘発するリスク、誘発後の発生頻度・損害規模の値は、リスクによって存在しない場合や複数個存在する場合がある。

提案手法では、データを D3.js で利用できるように、上記の 8 つの情報をひとまとめとし、それをリスクの数を要素件数とする配列構造(以下、データセットと呼ぶ)として入力する。

リスクの発生頻度・損害規模のランク付けは、損保ジャパン日本興亜リスクマネジメントが提供している WEB 版リスクマッピングシステム[9]を参考に行う。

#### 3.3. グラフ

本研究では、横軸を発生頻度、縦軸を損害規模としたバブルチャート形式のグラフを利用する。ここでは、表示するディスプレイは少なくとも高さ 1440px、幅 2560px の解像度を持つことを前提として、SVG ビューポートを高さ 1100px、幅 1600px に設定し、余白をそれぞれ、上 : 40px、下 : 80px、左 :

130px、右 : 70px と設定する。そして、d3.axis を利用して横軸(1400px)と縦軸(980px)を描画する。

バブルの初期配置は、まず、設定した SVG ビューポート内の circle 要素を探索し、要素が見つからない場合は enter 命令により circle 要素を確保し、新規の circle を生成する。次に、発生頻度・損害規模のランク、色のデータを読み込む。そして、それぞれの値を circle の x 座標、y 座標、色の値として設定する。座標に関しては、d3.scale を用い、データの値の幅をグラフの軸の幅に互換し、配置する。この手順を、データセットの要素件数だけ繰り返す。

バブルのテキストは、上記と同様の手順で SVG ビューポート上にない要素を探索し、その後 enter 命令により text 要素を生成する。そして発生頻度・損害規模のランク、名称のデータを読み込み、テキストを表示する座標と文字を設定する。circle と同様、この手順をデータセットの要素件数だけ繰り返す。

バブルの半径、文字サイズは、発生頻度・損害規模の値によって決定する。

#### 3.4. 機能

「リスクの分類ごとの表示・非表示切り替え」：チェックボックスのチェックが付いている場合は、その分類に属するリスクを表示し、付いていない場合はリスクを非表示にする。非表示にする場合は、そのリスクのバブルと文字の大きさを 0 px として描画する。バブルと文字の大きさの遷移は、d3.ease を利用して実装する。

「バブルの一時的な移動」：バブルがドラッグされた際、その DOM 要素の dragging 状態を true にする。ドラッグ中は、ドラッグされたバブルとテキストの位置を d3.event.x と d3.event.y で動的に捉えつつ、常にマウスポインタと同位置に表示する。ドロップされたとき、バブルの dragging 状態を false にし、その位置にバブルを配置する。元の位置へ戻る動き方は、d3.ease(linear)を利用して設定する。

「発生頻度、損害規模、誘発するリスクのデータをテキスト表示」：マウスポインタがバブル上で移動した際、バブルの上方に吹き出しを表示し、その吹き出し内に、テキストでデータを表示する。

「誘発するリスクを強調表示」：マウスポインタがバブル上に乗った際に、そのリスクが誘発するリスクのバブルの周りを、太さ 7px、透明度 0.5 の blue の円環で囲む。さらに、それら以外のバブルとテキストは、透明度を 0.15 にする。

「誘発されるリスクの誘発後の発生頻度，損害規模のランク付け，及びプロット」：バブル上で，マウスホイールが上下に関係なく回転されるたびに，初期値が0である変数  $\delta$  の値を1増やす。 $\delta$  の値が奇数であった場合，そのリスクによって誘発されるリスクの誘発後の発生頻度・損害規模の値を読み込み，バブルをその値に移動する。移動には `d3.transition` を利用する。また，遷移の仕方は `d3.ease` を利用して実装する。 $\delta$  の値が偶数であった場合，誘発後の発生頻度・損害規模の値に移動していたバブルが初期位置へ戻る。上記同様，移動には `d3.transition` を利用する。遷移の仕方は `d3.ease` を利用して実装する。

### 3.5. 提案手法の特徴

提案手法の特徴は，従来のバブルチャート形式のリスクマップが表示できる情報に加えて，二次災害的に発生したリスクの発生頻度と損害規模のランク付けをもとに，対話的な操作によってその情報をユーザに提示できる点である。また，情報提示の際，テキスト表示だけでなくグラフィック表示を用いることで，ユーザの直感的，かつ瞬時の理解を支援する。

## 4. 実装・評価

### 4.1. 実装結果

実装結果を図1に示す。これは，データを読み込んだ後の初期画面である。それぞれのバブルは，発生頻度・損害規模・色の値を基に描画されている。バブル上に表示されている文字は，そのリスクの名称である。バブルの色は，そのリスクの分類によって色分けされている。

あるリスクにマウスポインタを重ねた状態でマウスホイールを回転することで，そのリスクによって誘発されるリスクが4秒間かけて移動する。その様子を図2に示す。図3.aで発生頻度：6，損害規模：3だったリスクが，図3.cでは発生頻度：6，損害規模：6へ移動している様子が分かる。

### 4.2. ユーザテスト結果

被験者は各々のPCとマウスを用いてユーザテストを行う。ユーザテストの前に「リスクマップを知っているか」の事前調査を行った。ユーザテストの流れを以下に示す。

1. 既存のリスクマップ[9]を見ながら，優先的に対策を打つべきリスクを7つ選択せよという問に5分程度で回答。
2. 提案手法の操作説明を読んだ後，提案手法のリスクマップを操作しながら1.と同じ質問に5分程度で回答。
3. 提案手法に関するアンケートに回答。

被験者は，2016年1月時点で2016年度から企業に勤める

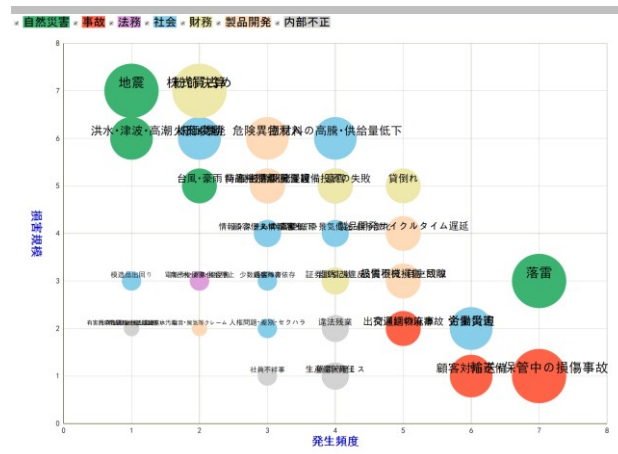


図1. 実装結果。

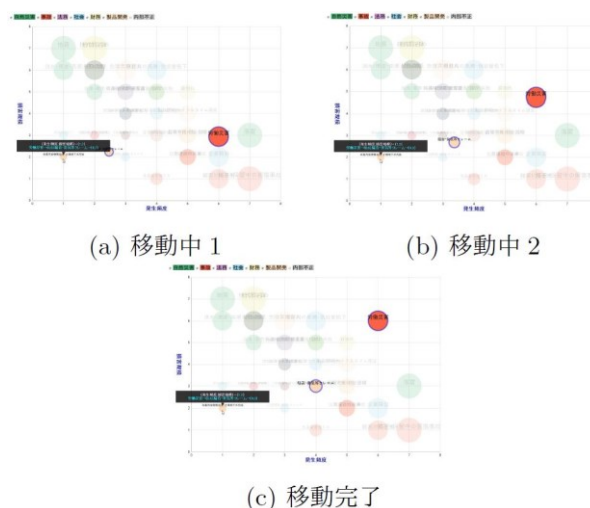


図2. 誘発されるリスクの移動の動作。

者が16名，社会人1年目の者が1名，2年目の者が2名，3年目の者が2名の計21名である。この中で，リスクマップを既知と回答した者は2名であり，共に会社での仕事を通してリスクマップを知ったと回答した。リスクマップを知らない他の19名に対しては，リスクマップの説明を読み，リスクマップとは何かを理解した上でユーザテストに臨むよう指示した。

表1はアンケート結果である。アンケートは1：そう思う，2：どちらかというと思う，3：どちらかというと思わない，4：そう思わないの4段階評価とする。なお問1-2は1：必要，2：どちらかという必要，3：どちらかという不必要，4：不必要の4段階で，問2-6は1：あった，4：なかったの2通りで評価する。括弧内の数字はリスクマップを既知である者による回答を表す。

表 1. 提案手法の評価.

問	評価			
	1	2	3	4
1-1 リスク連鎖のアニメーションによって、誘発されるリスクの発生頻度・損害規模を瞬時に把握できたか	11(1)	7	3(1)	0
1-2 リスク連鎖のアニメーションの必要性はどの程度か	7(1)	12	2(1)	0
2-1 操作は全体的に容易に行えるか	6	11(1)	4(1)	0
2-2 対話的な操作ができていますか	11(1)	9	1(1)	0
2-3 既存手法に比べて見やすいか	9(1)	9	3(1)	0
2-4 リスクの誘発関係を理解できたか	11(1)	9(1)	1	0
2-5 リスクの誘発関係の情報は十分か	8(1)	11(1)	2	0
2-6 既存手法と提案手法を利用して、対策を打つべきだと思うリスクに変化はあったか	16	-	-	5(2)

### 4.3. 評価

問 1-1 より、アニメーションがあることによって発生頻度・損害規模の値を直感的に瞬時に判断できると言える。問 1-2 より、被験者の 9 割程度が「アニメーションが必要」と肯定的な意見を示し、理由として「直感的かつ容易にリスク連鎖を把握できること」が複数人から挙げられた。このことから、リスク連鎖のアニメーションは有用であると推察される。

問 2-1 より、提案手法の操作の容易さについては十分とは言えない評価となったため、向上する必要がある。低評価をした 1 名から「グラフに対するホイール操作とページの上下移動が同時に起こってしまう」と意見があったため、マウスホイール操作時のページの上下移動の制限を実装することが考えられる。一方で問 2-2 の評価から、提案手法の対話性は十分実現できたとと言える。

問 2-3 では、被験者の 8 割以上から高評価を得たが、4 名から「文字が重なっていて見づらい」という意見もあった。そのため、発生頻度・損害規模のランクが同じリスクが複数存在する場合にバブルを重ねずに表示させることが必要である。

問 2-4、2-5 では被験者の 9 割以上から高評価を得た。このことから、リスクの誘発関係を容易に表示でき、その情報は十分であったと言える。しかし、「いくつかのリスクと誘発関係にあるのかは分かりやすいが、いくつかのリスクから誘発関係にあるのかを知りたい」という意見が 1 名から挙げられたため、あるリスクに対する受動的なリスク連鎖の情報提示の実装も望まれる。

問 2-6 で変化があったと回答した 6 名から、「提案手法を利用した際、リスクの誘発関係を考慮に入れて判断できた」という旨の意見が挙がった。このことから、提案手法では、既存のリスクマップにリスク同士の誘発関係という新たな情報を付加できたとと言える。以上を踏まえると、提案手法は、企業に関

するリスクの誘発性を可視化する手段として有効であると示唆される。

### 5. 結論

本研究では、企業に関するリスクの誘発性を可視化することを目的とし、アニメーション効果などを用いて連鎖的に発生するリスクを強調して表示可能なリスクマップを実装し、有益な情報をユーザに提示する手法を提案した。提案手法の特徴は、ブラウザ上で可視化でき、二次災害的に誘発されるリスクの発生頻度・損害規模のランク付けをもとに、対話的操作によってその情報をユーザに提示できる点である。提案手法では、リスクの分類ごとの表示・非表示切り替え、バブルの一時的な移動、ユーザが注目するリスクの発生頻度・損害規模・誘発するリスクのテキスト表示、誘発されるリスクの強調表示、誘発後の発生頻度・損害規模・再プロット機能を実装した。

アンケート結果から、提案手法は、企業に関するリスクの誘発性を可視化する手段として有効であることが示された。しかし、リスクマップの見やすさの向上や、ユーザが注目するリスクがどのリスクから誘発されるかなどの新たな情報提示などが望まれる。

### 文献

- [1] 株式会社 NTT データ経営研究所：“震災の教訓を BCP にどう生かすか『東日本大震災を受けた企業の事業継続に係る意識調査』結果をもとに”，<https://www.keieiken.co.jp/monthly/2011/1109-04/index.html> (最終アクセス：2016-02-17)
- [2] 内閣府防災担当：“平成 25 年度企業の事業継続及び防災の取組に関する実態調査”，2014 年 7 月，[http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyuu/pdf/h25\\_bcp\\_report.pdf](http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyuu/pdf/h25_bcp_report.pdf) (最終アクセス：2016-02-17)
- [3] 横浜市 経済局：“「BCP 策定推進のための基礎調査」報告書概要版”，2014 年 3 月，<http://www.city.yokohama.lg.jp/keizai/toukei/pdf/bcproukoku.pdf> (最終アクセス：2016-02-17)
- [4] “D3.js - Data-Driven Documents”，<http://d3js.org/> (Accessed : 2016-02-17)
- [5] 一般財団法人 日本規格協会：“リスクマネジメント—原則及び指針”，2010
- [6] 石橋輝雄，“リスクマネジメントについて”，<http://www.energia.co.jp/eneso/tech/review/no5/pdf/p10-13.pdf> (最終アクセス：2016-02-17)
- [7] K. Seigo, N. Yoshio, T. Satoshi, and T. YATSUDA：“The loss of company assets estimate systems with the condition progress simulation”，ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集 (CD-ROM), ROMBUNNO.3342(Sep. 2010)
- [8] I. Daisuke and K. Kazuhiko：“Proposal of chain risk mapping method”，プロジェクトマネジメント学会研究発表大会予稿集 2010(春季), pp. 379-383(Mar. 2010)
- [9] 損保ジャパン日本興亜リスクマネジメント：“WEB 版リスクマッピングシステム”，[http://www.sjnk-rm.co.jp/service/rm\\_system/web\\_rskmap.html](http://www.sjnk-rm.co.jp/service/rm_system/web_rskmap.html) (最終アクセス：2016-02-17)