

ペトリネットによるKJ法B型文章の 構造の評価に関する検討

八木下 和代 宗森 純 首藤 勝
大阪大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻

発想法として著名なKJ法をネットワークでつながれた複数の計算機で協調して行うための発想支援グループウェアを開発し、KJ法実施実験を繰り返し行いながら改良を重ねてきた。その結果、システムの使い易さは紙面上と同程度のもが見込めるようになった。そこで今度はシステムの使い易さではなく、システムを用いて行われたKJ法がうまくいったかどうか、すなわちKJ法の結果そのものの評価が必要になってきた。本報告では、KJ法の結果の文章であるKJ法B型文章に着目し、一対比較に基づく文章内容の評価とペトリネットに基づく文章構造の評価を併せて行う評価方法を提案する。そして実際に提案した評価方法を適用して文章を評価し、KJ法B型文章の構造やKJ法の実施環境に関する検討を行う。

An Examination of an Estimation for Structures of B Type KJ Method Based on Petri Nets

Kazuyo YAGISHITA Jun MUNEMORI Masaru SUDO
Department of Informatics and Mathematical Science,
Graduate School of Engineering Science,
Osaka University

We have developed and improved a groupware which supports the KJ method known as a new idea generation method. The performance of the system has almost been equal to that of paper in the aspect of efficiency. As a result, an estimation for the content of B type KJ method should be required. We propose an evaluation method of both contents and structures of B type KJ method based on "a pair comparison" and Petri Nets. This report describes the evaluation method, comparative experiments of sentences that it is applied to and some features of the KJ method out of their results.

1. はじめに

近年、ネットワークの普及とパーソナルコンピュータの高性能化に伴い、1つの仕事をネットワークにつながれた複数の計算機上で協調して行うことを支援するグループウェアが注目されるようになってきた。グループウェアの1つとして新しいアイデアを生み出すことを支援する発想支援グループウェアがあり、我々は発想法として著名なKJ法[1]を支援するためのシステムを開発してきた。発想を有効に支援するためのシステムを作成するにはシステムを適切に評価することが必要である。そこで作成したシステムを用いてKJ法を実施し、その結果を意見数やまとめ文章の文字

数を用いて評価してきた[2]。これは作成したシステムが使い易い程意見数やまとめ文章の文字数は増えるであろうという観点からの評価であり、これらの値を紙面上で行ったKJ法の値に近付けるよう、システムを改良したりKJ法の実施環境を変えながら実験を繰り返してきた。その結果、意見数やまとめ文章の文字数は紙面上で行われたKJ法の各値とほとんど差がなくなった[3]-[4]。さらに、互いに面識のない者どうしで遠隔でKJ法を実施すると文章の文字数が紙面上を超える結果となった[5]。

そこで今度は作成したシステムの使い易さに関する評価ではなく、当システムを用いた場合にKJ法がうまくいったかどうかの評価が必要になっ

てきた。つまりこれまでの意見数やまとめ文章の文字数による評価方法以外の実施結果の内容に対する評価方法が必要になってきたのである。

そこで、従来から人間の感覚や判断の測定に用いられることが多い一対比較の手法を利用してKJ法の実施結果の内容、すなわちまとめ文章の内容を評価することを提案した[6]。また一対比較による文章内容の評価だけでなく、ペトリネットを用いることによって文章をグラフ化することで、文章構造も併せて見ることを提案した[7]。両者を併用することでより詳細な評価が可能になり、結果の評価に加えて、良い結果が得られ易いKJ法の実施環境やシステムの改良点の考察も可能になると考えられる。本報告ではまず提案した評価方法について簡潔に説明し、その後この評価方法を用いて実際に行った文章の評価実験の結果に関する報告を行う。

2. 文章内容の評価方法

2. 1 総合満足度の定義

KJ法の実施結果の内容、すなわちKJ法B型文章を評価するために、以下の式で与えられる総合満足度を定義する。

$$\text{総合満足度} = \frac{\text{文章内容の満足度}}{\text{文章内容の不満足度}}$$

すなわち、総合満足度は「文章内容の満足度と不満足度の比較結果である」と考える。

2. 2 階層的意思決定法（AHP法）

文章内容の評価するには人間の主観や感覚に頼らざるを得ないため、総合満足度の計測手法は人間の主観的感覚的な判断を測定できるものを適用することが望ましい。そこで複数のものを一対毎に相対評価する一対比較を繰り返すことによって各項目の重要度を計測し、最終的に全体の評価を行う階層的意思決定法（AHP法）[8]を利用する手法を提案する。

AHP法は、意思決定を行うべき問題の要素を「最終目標－評価基準－代替案」の関係で捉えて階層化し、最終目標からみた評価基準の重み付け、各評価基準からみた代替案の重み付けを行い、最後に最終目標からみた代替案の評価に換算するという方法である。各階層毎の重み付けでは、アンケート形式で一対比較を行い、得られた結果から一対比較行列を作り、行列の各要素を重

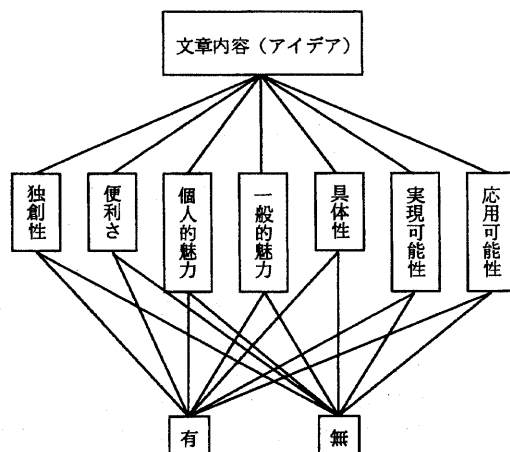


図1 文章内容の評価に用いた階層図
(上から最終目標、評価項目、代替案を示す)

要度（重み）の比率であると捉えて一対比較行列の最大固有値に対する固有ベクトルを要素の和が1になるように正規化して得られる値を用いる。

この手法は、評価の過程のモデル化や定量化が困難でこれまで意思決定者の主観的判断に頼ってきた事柄も評価可能であるという特徴を持つ。

2. 3 総合満足度の計測手法

AHP法を用いて文章内容の満足度と不満足度を計測し総合満足度を求める。まず文章内容の評価項目の重み付けを行い、次に文章毎に一対比較を用いて各評価項目の有無を測定し、その測定結果に評価項目の重要度による重み付けを行うことによって各文章内容の満足度、不満足度を計測した（図1）。文章を評価する際に用いる評価項目には、「独創性」「利便性」「個人的魅力」「一般的魅力」「具体性」「実現可能性」「応用可能性」の7つを選定した（表1）。なお評価項目の過不足を複数の意思決定者にアンケートで尋ねた結果、「文章自体の出来」に関する評価項目も必要なのではないかという意見も出されたが、文章自体の出来に関する評価は上記7つの評価項目の中に自然に反映されるという意見も聞かれ、またここでは文章の善し悪しではなく文章内容の評価に集中するというねらいから、上記7つの評価項目を用いた。

3. 文章構造の評価方法

3. 1 文章のグラフ化規則

ペトリネットはその応用として多くの要素から

表1 文章内容の評価項目の意味

| 評価項目名 | 意味 |
|-------|-----------------------------------|
| 独創性 | 文章に含まれるアイデアの独創性・意外性 |
| 便利さ | 文章中のアイデアが実現されたと仮定した場合の便利さ |
| 個人的魅力 | 自分にとって文章中のアイデアがどれ程魅力があるか |
| 一般的魅力 | 一般的に、文章中のアイデアはどれ程魅力があると思われるか |
| 具体性 | 文章中のアイデアの具体性 |
| 実現可能性 | 文章中のアイデアの実現可能性 |
| 応用可能性 | 文章中のアイデアをヒントに、どれだけ他のアイデアが思いつきやすいか |

なる複雑なシステムの仕様記述などに用いられている。ここでは文章の構造をグラフ化することを目的としてベトリネットを利用する。一般にベトリネットグラフはプレースとトランジション、そしてそれらを結び付けるアークからなり、初期状態のプレースに配置されたトークンがトランジションを経て遷移する。ここでは文章中のアイデアの流れをグラフ化することを念頭に置いてベトリネットグラフを応用し、以下に示すようなグラフ化規則を定めた[9]。

まず文章から意味を有する熟語や文節をなるべく細かく拾いプレースとする。また、KJ法B型文章は目的(KJ法のテーマ)と結論を明確に持つという特徴を有することを利用して、KJ法のテーマを文章全体の最初のプレース、最終的な結論を文章全体の最後のプレースとする。プレースを決定した後、議論の展開や接続詞から判断して因果関係が弱く互いに独立していると考えられるプレースは横方向に、論理的なつながりがあると考えられるプレースは縦方向に配置する。またKJ法B型文章は発想の出発点(KJ法のテーマ)から結論に向かうように書かれているため、ベトリネットグラフの最初と最後に文章全体の最初と最後のプレースを配置する。そして因果関係を持つと思われるプレースをトランジションとアークによって結び付けていく。なおここではトランジションにはプレースから出たアークをまとめるだけの記述上の意味のみを与えるものとする。こうしてすべてのプレースをトランジションとアークによって連結し1つのグラフとして表わすこと

で、文章の流れをベトリネットで記述することが可能となる。図2にグラフ化規則を適用して作成したベトリネットの例を示す。

3. 2 グラフのパラメータ

パラメータとしては、「プレース数」「幅」「高さ」「縦横比」「発散度」「収束度」の6つを設定した。以下に各パラメータの値の求め方と意味を示す。

プレース数

作成したベトリネットグラフに存在するプレースの総数を示し、図2の例ではStartとGoalを含めて10となる。グラフ化規則よりプレースは意味を有する最小の単位となっているため、プレース数が多い文章には多くの意味のある記述、すなわちアイデアが含まれていると考えられる。

幅

同時点で並列に存在しうるプレースの最大数を示し、図2の例では4となる。幅は同時に並列に走る論議の流れの最大数を示すため、文章中に異なるアイデアが多く出される程大きな値を取ると考えられる。

高さ

最初のプレースから最後のプレースまでの経路の中でもっとも多くのプレースを経る経路中のプレース数を示し、図2の例ではStartとGoalを含めて6となる。よって高さは文章中で論理的な展開が最大どれだけ長く続けられたかを表わすと考えられる。

縦横比

幅を高さで割ることによって得られる比率を表わし、図2の例では0.67となる。この値は文章文字数の違いからは影響を受けずグラフの形だけに依存するため、各文章特有のグラフの形状を示す値として利用できる。また縦横比の値から文章の論理展開の広さと深さの関係も読み取ることができると考えられる。

発散度

1つのトランジションから分岐する複数のプレース数の平均値を示す。1つのトランジションから分岐するプレース数が1の場合は無視する。図2の例では1つのトランジションからプレース1, 2, 3, 7への分岐が存在し、かつ1つのトランジションから複数のプレースへの分岐が存在

究極の車 (Start) の条件として必要不可欠なものは車の基本機能以上の素晴らしい機能がある (1) 付いていること、私達がこんなのが付いていたらいいと思う装備 (2) が付いていること、くつろげる事 (3) である。しかし、装備や機能だけ優れていても排気ガスなどで環境を破壊してしまうような車では究極の車とはいえない (4)、地球のことを考えた車 (5) でなくてはならないのである。それを実現するためには、新しいエネルギーを開発 (6) する必要がある。最後に、究極の車に付いて欲しい機能として、コンピュータ任せの運転 (7) ができる、という機能であろうが、この機能を付けるときには、これがあれば絶対事故らないという装置も付けなくてはならない (8) だろう。

これらがすべて満たされたものが、私たちが考える究極の車 (Goal) である。

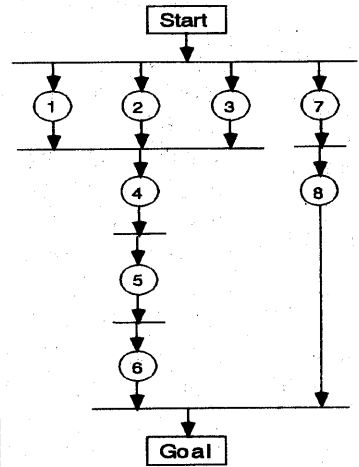


図2 文章とそのペトリネットの例
(文章中の下線付き文字列はプレースを、()内はペトリネット中のプレース名を示す。)

しているのはこの部分だけであるので発散度は4となる。1つのトランジションから複数のプレースが分岐する場合、そのトランジションは1つの話題(文章中の小テーマ)を示すと考えられるため、そこから分岐するプレース数、すなわちアイデア数は独立したアイデアの発生具合を示すと捉えることができる。よって1つのグラフ中のその平均値である発散度は文章全体の独立したアイデアの発生具合を表わすと考えられる。

収束度

1つのトランジションへ結合される複数のプレース数の平均値を示す。1つのトランジションへ結合されるプレース数が1の場合は無視する。図2の例ではプレース1, 2, 3および6, 8がそれぞれ1つのトランジションに結合されているので、収束度は $(3+2) / 2 = 2.5$ となる。先にも述べたようにトランジションは1つの話題を示すと考えられるため、そこへ結合されるプレース数、すなわちアイデア数はアイデアのまとめ具合を示すと捉えることができる。よって1つのグラフ中のその平均値である収束度は文章全体のアイデアのまとめ具合を表わすと考えられる。

なお文章のグラフはその作成条件によって異なってくると考えられる。この一意性の問題はグラフ化規則で解決することは難しいが、各パラメータ値に複数の人間の平均値を利用することによって対応した。

4. 実験

4.1 実験方法

鹿児島大学で情報工学を学ぶ学生によって作成された以下の文章に対して提案した評価方法を適用した。なお()内の数値は文章数を示す。

- K J法を用いずに作成された文章 (12個)
- 紙面上でK J法を実施して作成されたK J法B型文章 (4個)
- 通信手段として画像・音声+テキストを利用して、K J法支援システムを用いて作成されたK J法B型文章 (5個)
- 通信手段として画像・音声のみを利用して、K J法支援システムを用いて作成されたK J法B型文章 (6個)
- 通信手段としてテキストのみを利用して、K J法支援システムを用いて作成されたK J法B型文章 (5個)
- K J法支援システムを用いて互いに面識のない者同士が遠隔でK J法を実施することによって作成されたK J法B型文章 (10個)
- K J法支援システムを用いて互いに面識のある者同士が構内でK J法を実施することによって作成されたK J法B型文章 (9個)

文章の評価は大阪大学大学院基礎工学研究科博士前期課程(修士)情報数理系専攻2年の3名と大阪大学基礎工学部情報工学科4年の3名で行った。

そして評価結果をもとに以下の比較を行うことによって、総合満足度の高い文章の文章構造の特

徴および総合満足度の高い文章が得られ易い環境に関する考察を行った。

- (1) 実験に用いたすべての文章を、総合満足度を基準としてその平均以上と以下とで分類した場合の2つの文章間のベトリネットグラフの各パラメータの比較
- (2) KJ法を用いずに作成された文章と紙面上でKJ法を実施して作成された文章の比較
- (3) 通信手段として画像・音声+テキストを利用した場合と画像・音声のみを利用した場合とテキストのみを利用した場合の文章の比較
- (4) KJ法支援システムを用いて互いに面識の無い者どうし(遠隔)と有る者どうし(構内)がKJ法を実施することによって作成された文章の比較

4. 2 実験結果

4. 1節の(1)(2)(4)の比較結果をそれぞれ表2, 3, 5に、(3)の比較結果のうち有意差が存在した画像・音声のみとテキストのみの比較結果を表4に示す。表中の各パラメータにおける2つの文章群の有意差の判定には統計的手法である分散分析を5%有意水準で用いた。表中のP-値が分析結果を示し、この値が0.05以下の場合に2つの文章群には当該パラメータにおいて有意差があると判断する。また比較のためにKJ法B型文章のこれまでのパラメータである文章の文字数も表中に記載した。

4. 3 考察

表2より総合満足度の高い文章は他の全てのパラメータの値も大きくなっていることが分かる。また逆に他のパラメータを基準として文章を分類し総合満足度の検定を行った結果にも有意差が見られた。例えばプレース数を基準としてその平均以上と以下とで文章を分類し、それらの間の総合満足度の検定を行ってみると、プレース数が平均以上の文章の方が総合満足度の平均値が高くなり有意差も存在したのである。以上をまとめると、文章の総合満足度が高いための条件として以下の3つが挙げられる。

- 第1条件：文章中のアイデアの数が多い(=プレース数の増加)
- 第2条件：1つの話題から生まれる並列なアイデアの数が多い(=発散度の増加)
- 第3条件：1つにまとめられるアイデアの数が多い(=収束度の増加)

表2 総合満足度を基準に文章を分類した場合

| | 平均以上の文章の平均 | 平均以下の文章の平均 | P-値 |
|-------|------------|------------|-------|
| 総合満足度 | 2.9 | 1.1 | 0.000 |
| プレース数 | 23.2 | 13.0 | 0.000 |
| 幅 | 12.4 | 6.4 | 0.000 |
| 高さ | 6.4 | 5.5 | 0.02 |
| 縦横比 | 2.1 | 1.3 | 0.001 |
| 発散度 | 5.2 | 3.9 | 0.018 |
| 収束度 | 6.7 | 4.7 | 0.001 |
| 文字数 | 605.5 | 329.7 | 0.000 |

表3 KJ法無し vs 紙面上KJ法

| | KJ法無し文章の平均 | 紙面上KJ法文章の平均 | P-値 |
|-------|------------|-------------|-------|
| 総合満足度 | 1.9 | 3.3 | 0.037 |
| プレース数 | 15.5 | 31.8 | 0.007 |
| 幅 | 6.2 | 17.7 | 0.002 |
| 高さ | 7.1 | 6.3 | 0.481 |
| 縦横比 | 0.9 | 3.0 | 0.002 |
| 発散度 | 3.3 | 5.5 | 0.018 |
| 収束度 | 4.2 | 7.5 | 0.042 |
| 文字数 | 445.3 | 686.8 | 0.202 |

よってKJ法の実施環境は次の2つの条件を備えていることが望ましいと考えられる。

- 多くの並列なアイデアが生まれ易い。
- アイデアを一気にまとめ易い。

以後、総合満足度の高い文章が備えていると考えられる上記3つの条件も考慮にいれて表3, 4, 5に関する考察を行う。

まず表3より、紙面上でKJ法を実施した方が、高さや文字数を除く他の全てのパラメータにおいて、KJ法を実施しなかった場合より高い評価を得ていることが分かる。当然上記3条件を満たしているため総合満足度も高くなっており、KJ法の有効性を示す結果が得られた。

次に表4より、テキストのみを用いてKJ法を行った方がプレース数、発散度の値が大きくなり第1, 第2条件は満たされていることが分かる。しかし総合満足度もテキストのみの方が高くなっているにも関わらず、収束度には有意差は見られず第3条件は満たされていない。また表5より、互いに面識の無い者どうしが遠隔でKJ法を行った方がプレース数が増加し、第1条件が満たされていることが分かる。一方その他のパラメータに

表4 画像・音声のみ vs テキストのみ

| | 画像・音声のみ KJ法文章の平均 | テキストのみ KJ法文章の平均 | P-値 |
|-------|---------------------|--------------------|-------|
| 総合満足度 | 0.9 | 2.2 | 0.038 |
| プレース数 | 11.6 | 17.9 | 0.009 |
| 幅 | 6.0 | 9.2 | 0.018 |
| 高さ | 5.0 | 6.1 | 0.127 |
| 縦横比 | 1.2 | 1.7 | 0.051 |
| 発散度 | 3.4 | 4.5 | 0.05 |
| 収束度 | 5.4 | 6.6 | 0.204 |
| 文字数 | 273 | 375.8 | 0.063 |

表5 面識の無い者どうしによるKJ法 vs 面識の有る者どうしによるKJ法

| | 面識無しKJ 法文章の平均 | 面識有りKJ 法文章の平均 | P-値 |
|-------|------------------|------------------|-------|
| 総合満足度 | 2.3 | 1.8 | 0.192 |
| プレース数 | 22.2 | 16.2 | 0.035 |
| 幅 | 12.4 | 9.0 | 0.086 |
| 高さ | 5.6 | 5.5 | 0.789 |
| 縦横比 | 2.3 | 1.8 | 0.2 |
| 発散度 | 5.6 | 5.6 | 0.972 |
| 収束度 | 6.3 | 5.1 | 0.138 |
| 文字数 | 645.8 | 433.3 | 0.021 |

は有意差はないため第2, 第3条件は満たされず, 総合満足度も有意差が出るには到っていない。表5の結果については実際両者に差がないことも考えられるが, 提案した評価方法に対して以下の2つの問題点が存在する可能性も考慮する必要がある。

- AHPで用いた文章内容の評価項目に過不足があるため, 文章内容に対する実際の評価と総合満足度の間にずれが生じた。
- ベトリネットに関するパラメータの定義が適切でないため, 文章構造の特徴が表現できていない。

5. おわりに

本報告では, KJ法B型文章を文章内容と文章構造の両面から評価することを提案した。そして文章内容の評価には一対比較に基づいて計測される総合満足度を用い, 文章構造の評価にはベトリネットに基づいて作成されたグラフから求められる6つのパラメータ値を用いることを提案した。

さらに提案した評価方法を実際に文章に適用してその結果の考察を行うことによって, 総合満足度の高い文章の構造的な特徴, およびより良いKJ法結果が得られると考えられるKJ法実施環境に関する検討を行った。

今後は, 提案した評価方法をさらに多くの異なる環境下で作成された文章に適用することによってこの評価方法の評価能力を検討し, 改良を加えるとともに, KJ法を成功させるために適した実施環境, およびシステムに必要な機能に関する検討も行っていきたいと考えている。

謝辞

本研究を進めるにあたり, データの収集などに鹿児島大学および大阪大学の方々に大変お世話になりました。心から感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 川喜田二郎: 発想法—創造性開発のために, 中公新書, 中央公論社 (1967)
- [2] 宗森純, 堀切一郎, 長澤庸二: 発想支援システム部元の分散協調型KJ法実験への適用と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.1, pp.143-153 (1994)
- [3] 宗森純, 五郎丸秀樹, 長澤庸二: 発想支援グループウェアの実施に及ぼす分散環境の影響, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.6, pp.1350-1358 (1995)
- [4] 由井蘭隆也, 宗森純, 長澤庸二: 学生実験用発想支援グループウェアの実施に及ぼす画像と音声によるマルチメディアコミュニケーションの影響, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J80-D-II, No.4, pp.884-891 (1997)
- [5] 杉野陽一, 宗森純, 由井蘭隆也, 首藤勝: インターネットを介して実施した分散協調型KJ法に関する考察, 情報処理学会研究報告, GW23-8, pp.43-48 (1997)
- [6] 八木下和代, 宗森純, 首藤勝: KJ法文章のVA手法に基づく評価法の提案と実装, 情報処理学会研究報告, GW22-2, pp.7-12 (1997)
- [7] 宗森純, 岡澤仁, 首藤勝: ベトリネットのKJ法B型文章化への適用, 電子情報通信学会技術研究報告, SS96-29, pp.9-16 (1996)
- [8] 刀根 薫, 眞鍋龍太郎: AHP事例集, 日科技連 (1990)
- [9] 岡澤仁: KJ法B型文章の構造の評価に関する研究, 大阪大学基礎工学部情報工学科特別研究報告 (1997)