

# 話し合い評価支援のための Web アプリケーションの開発

WEB APPLICATION DEVELOPMENT FOR DIALOGUE EVALUATION SUPPORT

坂本 麻衣子<sup>1</sup>・長曾我部 まどか<sup>2</sup>・Kazimierz SALEWICZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. (工学) 東京大学大学院准教授 新領域創成科学研究科 (E-mail:m-sakamoto@k.u-tokyo.ac.jp)

<sup>2</sup>Ph.D. (工学) 鳥取大学大学院助教 工学研究科 (E-mail: mchoso@tottori-u.ac.jp)

<sup>3</sup>Ph.D. (Control Theory), System Analyst. (E-mail: k.salewicz@gmail.com)

本研究では、ワークショップなどの少人数形式の話し合いを対象に、ファシリテーターや参加者が話し合いを評価し、議論の技法に習熟する上で有用な情報を提供することを目的として、Dialogue Text Mining Tool (DTMT)を開発した。テキストマイニングを発言録に適用する場合、分析者によって単語から読み取る情報が異なり得るため、話し合いの内容を要約したり、内容に踏み込んで議論の活性化に用いたりすることには課題がある。本研究では、発言者の発言量や発言回数、発言のやり取りのネットワーク、各指標の時間経過におけるダイナミクスといった量的な側面のみから話し合いを評価するツールを開発した。実装にあたっては、利用者の利便性を考慮して、簡便なインターフェイスのWebアプリケーションとした。

**キーワード：**ワークショップ, ファシリテーション, テキストマイニング, 社会ネットワーク

## 1. はじめに

「まちづくり」という言葉が1970年代にわが国において使われ始めてから、近年では2014年には地区防災計画ガイドラインが、2017年には地域運営組織の設立に関する研修テキストが作成されるなど、住民自らが主体的に地域の課題を解決する必要性が高まっている。問題意識の共有や解決策の提案を行う際には、ワークショップ(以下、WS)のような少人数形式の話し合いの場が設置されることが多い。まちづくりの場では、住民の意見を広く取り入れることを目的にWSなどが実施されるが、住民の多くは公共の場での討議に慣れておらず、議論が発散することも少なくないため、ファシリテーターと呼ばれる司会進行役が置かれることが多い。ファシリテーターには、質問をする、発言を掘り下げるといった話し合いを円滑に進行する役割のみならず、共通の関心を発見する、合意を促すといった問題解決のプロセス全体を支援する役割も期待される<sup>1,2)</sup>が、必ずしもファシリテーション技術に習熟した人々のみがファシリテーターを務めるとは限らないため、発散する議論をまとめ、その骨子を計画に反映させるところまではなかなか結びつかないことが多い。この要因として、ファシリテーターに期待される役割が多様で、そのパフォーマンスは個々の経験や知見に依存するところが大きいことや、市町村レベルではそのような人材が不足していることなどが挙げられる<sup>3,4)</sup>。このような状況で、WSは住民参加を行い住

民の意見を聞いたということの既成事実として利用され、その実態は形骸化していることも少なくない<sup>5)</sup>。

本研究では、このような状況に対して、まちづくりを行う上ではボトムアップのアプローチが必要であり、このために有用なWSを、より実を伴ったものとするために、まちづくりを実際に行う行政や、それに対して意見し要望を伝える住民双方が、公共の場で討議をすることに慣れ、議論という行為について習熟していくことが必要であると考えている。このために、話し合いの過程を可視化し、評価をするための簡便なツールを開発することを目的とするものである。もちろん、ファシリテーションの技能を向上するためのツールとしても有用なものと考えられる。

手法としては、近年、会議の発言録などの文章を要約することを目的として活用されるテキストマイニングを用いる。テキストマイニングを発言録に適用した事例では、文章内で頻出するまたは共起する語群から話題を推測し、話題の時系列的な変化から会話のプロセスを明らかにすることが多い。一方で、テキストマイニングには会話の文脈を表現しにくいという問題がある。構文解析により一つの文における単語間の修飾-被修飾の関係を明らかにできても、複数の不完全な文が連なる会話文については、文の前後関係から内容を把握する談話分析のアプローチをとらなければならない。このような理由から、テキストマイニングだけを用いて、話し合いの内容を要約したり、内容に踏み込んで議論の活性化に用いた

りすることは容易でなく、AIの発展が期待されるところではあるが、少なくとも現時点では技術的に困難がある。日本語のテキストは、英語のテキストに比べて単語間の区切りの判定が難しく、文化的にも「行間をして語らしめる」ことが好まれ、多用されるところがあるため、内容に踏み込んだ分析が技術的に可能となるまでには、さらに時間を要するものと推察される。

一方で、会話の内容には踏み込まず、話者の発言の頻度などから話し合いを評価したり<sup>6,7,8,9</sup>、動的な社会ネットワークのパターンからグループ編成の転換点などを把握したりするようなアプローチがある<sup>10,11</sup>。会話の内容に踏み込んだ討議分析も合わせて行うことがより良いのは言を俟たないが、それに見合う技術開発を待たずとも、このような会話の量的な側面にのみ着目し、何らかの指標の値や、会話のダイナミクスを可視化して簡便に示すことは、話し合いを振り返る上では有用であると考えられる。量的な情報により、話し合いの参加者は自身の話し合いにおける位置付けを客観的に確認することができ、議論の技法の習熟に資するものと考えられる。

本研究では、このように話し合いの評価に有用と考えられる量的な情報を提供するためのツールを誰でも簡便に利用できるWebアプリケーションとして実装した。テキストマイニングのツールには、KH Coder<sup>12</sup>など、すでに非常に優れた利便性の高いフリーのアプリケーションが開発されているが、それでもインストールが必要で、分析のためのテキストを指定のやや煩雑な形式で用意する必要があり、分析自体もいくつかの過程を経て、様々なオプションを指定したのちに結果が出力される仕様になっており、ユーザーに対する敷居は決して低いものではない。本研究では、一般的なエクセル形式での発言録を入力とし、会話のダイナミクスを可視化するいくつかのグラフやネットワーク図を、ほぼボタン一つで出力できるWebアプリケーション Dialogue Text Mining Tool (以下、DTMT)を開発した。Webアプリケーションであることから、OSに依存せず、インストールの必要もないため、発言録のテキストさえあれば、誰でもすぐに利用することができる。機能は限定的であるが、ツールの利用の敷居を下げることで、より広く、より頻繁に利用されることを企図した。そのような利用態度を促進することが、行政も含めたWS参加者の議論の技法の学習という点で、重要であると考えたためである。

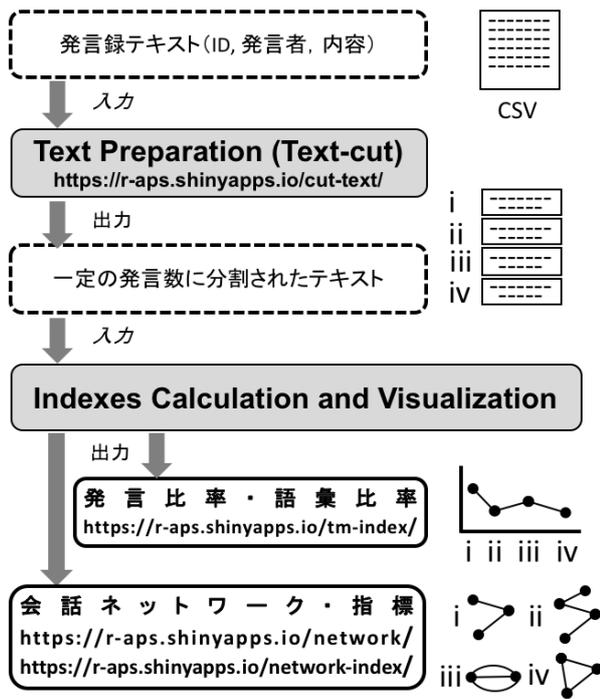
本論文は、全5章から成る。まず2章では、少人数形式の話し合いの評価に関するレビューを行い、本研究の位置づけを示す。3章では、DTMTのシステム構成や、ここで利用する定量的評価手法について説明する。4章では、DTMTを実際の発言録に適用し、利用方法と結果の解釈および活用例について示す。5章で結びとする。

## 2. 話し合いの評価に関する既往研究

テキストマイニングを用いて、地域計画に関する討議の内容を定量的に分析した研究は多い。内容の要約を目的とした研究としては、岩見ら<sup>13</sup>は公共事業計画の委員会の発言録に対し主成分分析、クラスター分析、ネットワーク分析を適用し、委員間の意見の対立や協調関係を明らかにしている。長曾我部・榊原<sup>14</sup>は、公共交通に関するワークショップの発言録に対し因子分析を適用し、話題や話題の時系列的な変化を明らかにしている。塚井・椎野<sup>15</sup>は、複数の地域公共交通会議の発言録に対しトピックモデルを適用し、各地域の課題に関するトピックや、複数の地域で共通するトピックを抽出している。松岡・森川<sup>16</sup>は、中央社会保険医療協議会の発言録に対し、TFIDF法とクラスター分析を適用し、委員会や委員の発言における主題を明らかにしている。こういった発言録の分析の多くは、発言者や実施回といった単位で単語の頻度を集計し、多変量解析を適用することで、内生的に話題や主題を明らかにすることを目的とする。しかしながら、話題の中身については、特徴的な単語から解釈しなければならず、議論の文脈については把握しづらいため、分析者によって単語から読み取る情報が異なることも否定できない。このように、テキストマイニングを用いて話し合いの内容を要約したり、内容に踏み込んで議論の活性化に用いたりすることには課題があると考えられる。

一方で、内容の要約ではなく話し合いの形式に関して定量的な評価を行った研究には、以下が挙げられる。坂本・鶴田<sup>9</sup>は、WSの参加者の発言量とWSへの参加意欲の関係を明らかにしている。公園の整備に関するWSを事例とし、参加者のWSへの参加の回数とWSにおける発言の回数の多寡が、参加の意欲に影響を及ぼしていることを明らかにしている。長曾我部ら<sup>7</sup>は、防災WSを事例とし、WS初期の発言の回数と自治会の代表者の発言の回数が、WS後の対策案の実行に影響を与える可能性を明らかにしている。Woolley et al.<sup>8</sup>は、699人の参加者を2~5人のグループに分け、グループのパフォーマンスに影響すると考えられるcollective intelligenceが、個人やグループの平均的な知性レベルではなく、グループの平均的な社会的感性や、発言の機会が均等に与えられていること、またグループにおける女性の割合が影響していることを明らかにしている。このように、参加者の発言量の多寡は参加者の意識や行動に影響があり、結果的にWSのパフォーマンスと関連しているとの知見が得られていることから、発言量に着目することは話し合いにおける評価を行う上で有用であると考えられる。

一方で、一文一文が短い会話文では、発言量をどの単位で集計するのかという課題がある。既往研究では、会



マニュアル <http://scfan.net/app/>

Fig.1 DTMT利用の流れ

話の間やイントネーション、文節などに着目した分析単位の提案が行われてきた<sup>17),18)</sup>。榎本<sup>18)</sup>は、ターン構成単位(TCU)を提案しているが、会話の場における様々な情報を用いて定義されるため、客観的に単位を設定することが困難なことを指摘している。長曾我部・榊原<sup>14)</sup>は、分析の単位は分析目的に応じて異なると考察し、連続した複数の発言の組を1つの単位として用いることを提案している。本研究では、これまでの研究を踏まえて、ツールが提供する量的な情報としては、まず発言量に着目した。次に、話し合いの時間経過における内容の塊やダイナミクスの分析を可能とするために、話し合いを任意の区間に分割して設定できる機能を実装した。さらに、話し合いの転換点を分析する上で有用と考えられる発言のやり取りのネットワークを可視化する機能も実装した。以下で、機能の詳細について説明する。

### 3. DTMT の概要

#### 3.1. DTMT のシステム構成

DTMT は、発言の量と発言のやり取りを可視化し、話し合いの定量的な評価情報を提供することを目的とするものである。システム構成は Fig. 1 に示すように、4つの Web アプリケーションから成る。これらは R 言語によってプログラミングされ、Web アプリケーションとして実装する際には、Shiny パッケージを利用した。ユー

ザーは、少人数形式の話し合いの場を企画・運用する人々、ファシリテーションを行う人々を想定している。例えば、コンサルタント会社や地域運営組織に所属する人々である。また、形態素解析などテキストマイニングに習熟していない、テキストマイニング専用のソフトウェアを有していないなど、容易にテキストマイニングを実行できない人々も対象ユーザーとして想定している。

DTMT の適用対象は「少人数の話し合い」である。このような話し合いの例としては、例えば、本研究における問題意識の端緒となったまちづくりワークショップがある。そのみならず、DTMT は、話し合いの形式のみを定量的に分析するツールであるため、話し合いの目的や参加者の行動規範などは適用の要件にはならず、いかなる話し合いに対しても適用可能である。もちろん、分析結果の解釈は、話し合いの目的や DTMT の使用目的によって変わり、利用者に委ねられるところではあるが、3.3 で述べる円滑なコミュニケーションのための原則という観点からは、どのような話し合いに対しても一貫した評価が可能であると考えられる。一方で、分析対象にできる話し合いの規模は少人数のものに限定される。これは、ツールの仕様がアクターに着目するものになっているため、大勢の話し合いでは、可視化された情報が煩雑になってしまうことによる。参加者やファシリテーターが情報を読み取ることが困難となれば、簡便なツールとしての本来の趣旨が損なわれてしまう。

#### 3.2. DTMT の利用手順

Fig. 1 に示すように、ユーザーが DTMT を使用する際には、まず、発言 ID、発言者、発言の内容が記入された CSV ファイルを用意する。CSV ファイルとはエクセルで作成・編集が可能なファイル形式で、DTMT の最初の入力ファイルとしては、Fig. 2 に示すようなフォーマットでユーザーには発言録を準備してもらう必要がある。Excel で発言録を作成し、保存する際に「csv(カンマ区切り)(\*csv)」を選択すれば CSV ファイルを作成できるが、PC 環境によっては適切な文字コードで出力されないことがある。このような場合は、補助的なツールとして、<https://r-aps.shinyapps.io/conversion> を準備した。これを用いることで、Excel ファイル(.xlsx)を適切な文字コードの CSV ファイルに変換できる。Fig. 2 の ID とは、発言の順番であり昇順に並んでいる必要がある。ここで、発言の定義は、ある発言者が一度話し始めてから次の発言者が発言するまでを1発言とする。一行に1つの発言が入力されている必要がある。

次に、ユーザーは、Text-cut Tool に発言録の CSV ファイルを読み込ませ、分割したい発言数を指定する。例えば、30 と指定すると、30 発言毎に分割された CSV ファイルが出力される。全部で 300 発言からなる発言録を読

み込ませた場合、10 個の CSV ファイルが出力される。ユーザーは自由に分割数を指定することができる。このような分割機能によって、時間経過を追った分析が可能となる。そして、分割された CSV ファイル (あるいは元の 1 つの CSV ファイル) を DTMT に読み込ませ、各指標の計算やグラフの描画を行う。より詳細な利用手順については、<http://scfan.net/lib/>においてマニュアルを提供している。以下、DTMT の機能と理論的背景を説明する。

### 3.3. DTMT の機能—会話評価の指標計算

#### (1) 理論的背景

ファシリテーションの重要な役割の一つとして、参加者のお互いのコミュニケーションを円滑に促進することが挙げられる<sup>19)</sup>。この円滑なコミュニケーションに関しては、言語哲学者の Grice が協調原則(Cooperative Principal)を提案している。この原則は、量の格率、質の格率、関係の格率、様態の格率の 4 つの規則として表されている<sup>20), 21)</sup>。それぞれ、必要な分の情報量のある内容を述べること、偽りや根拠のないことを述べないこと、関連のあることを述べること、簡潔に順序立てて述べることである。

実際 WS では、話し合いを円滑に進めるために話し合いの土台となるルール (グラウンドルール) が設けられることが多い<sup>22), 23)</sup>。例えば、参加者全員が発言をすること、一人の参加者が長く話さないこと、他の参加者の意見を否定しないこと、などである。ファシリテーターがまず行うべきことは、これらのルールに従って話を進めていくことである。このようにファシリテーターが話し合いの量的な機会の平等に寄与することも重要である。

以上の理論的背景のもと、発言者の「延べ語数の比率」と「異なり語数の比率」を算出する指標を DTMT の機能として実装した。

#### (2) 延べ語数の比率 (Word Count Ratio 機能)

発言者別の発言量の違いを、発言に含まれる単語の数から算出する。ここで、発言の中に用いられた単語の総数を延べ語数、単語の種類を異なり語数と呼ぶこととする。ある発言区間  $i$  における発言者  $j$  の延べ語数を  $w_{ij}$ 、区間  $i$  における延べ語数を  $W_i$  とすると、発言区間  $i$  の発言者  $j$  の延べ語数の比率(WCR)は次のようになる。

$$WCR_{ij} = \frac{w_{ij}}{W_i} \quad (1)$$

ある発言区間において、どの発言者が多く発言していたか、発言者の発言量の偏りが明らかになる。単語数のカウントには R のパッケージ qdap を用いた。

	A	B	C
1	ID	person	sentence
2	1	JUDGE	Murder in the first degree
3	2	SEVEN	Y'know something? It's h
4	3	GUARD	Okay, gentlemen. If there
5	4	FIVE	I never knew they locked
6	5	TEN	Sure, they lock the door.
7	6	FIVE	I don't know.
8	7	THREE	Six days. Talk, talk, talk. C

Fig.2 入力ファイル形式

#### (3) 異なり語数の比率 (Type-Token Ratio 機能, Yule's K 機能)

あるテキストの中に異なった単語が多く用いられていると、語彙が豊富であると評価される<sup>24)</sup>。延べ語数に対する異なり語数の比率をタイプ・トークン比(Type-Token Ratio; TTR)と呼ぶ。ある発言区間  $i$  における発言者  $j$  の異なり語数を  $v_{ij}$  とすると、タイプ・トークン比は下記の式で定義される<sup>24), 25)</sup>。

$$TTR_{ij} = \frac{v_{ij}}{w_{ij}} \quad (2)$$

タイプ・トークン比が大きいほど、ある発言区間において様々な語を用いて発言していることを示している。言い換えると、タイプ・トークン比が小さいほど、同じ語を繰り返しながら発言していることを示している。

さらに、語彙の多様性を示す指標として  $K$  特性値 (Yule's K) がある。延べ語数  $w$ 、異なり語数  $v$  の文章の中に、 $m$  回出現した単語を  $v(m, w)$  とした場合、 $K$  特性値は下記の式で定義される<sup>24)</sup>。

$$K = 10^4 \frac{\sum_{allm} m^2 v(m, w) - w}{w^2} \quad (3)$$

$K$  特性値は、値が小さいほど語彙が豊富であることを示す。 $K$  特性値は、文章の量が少ない場合は安定した値が得られないことに留意する必要がある<sup>24)</sup>。膨大な発言録を分析する場合を想定して  $K$  特性値を算出する機能を付加した。

TTR および  $K$  特性値により、発言内容の語彙の豊富さが明らかとなり、発言者が様々なことに言及しているかを評価することができる。これらの算出には R のパッケージ languageR を用いた。

### 3.4. DTMT の機能—会話 Network の描画と指標計算

#### (1) 理論的背景

本研究では、グラフ理論を援用して、発言者の間の発言のやり取りをモデル化する。グラフ理論において、点はノードと呼ばれ、ノード間を結ぶ無向な線はエッジと呼ばれる。本研究では、ノードを発言者とし、発言ごと

の順番によりノードをエッジで接続することで、発言のやり取りを無向グラフとして表現する。例えば、発言者 A, B, C が A-B-A-C の順で発言した場合、A-B, B-A, A-C のように、エッジをノード間に引いていく。このようにして、発言のやり取りをグラフとしてモデル化すると、社会ネットワーク分析の指標を利用して、話し合いにおける発言者の位置付けや役割を分析することができる。DTMT では、社会ネットワーク分析において代表的な中心性指標<sup>26)</sup>を計算できる機能を実装した。ネットワークの描画や指標の算出には R のパッケージ `igraph` を用いた。実装した指標を以下に示す。

**(2) 次数中心性**

社会ネットワーク分析では、あるノードに入り込むエッジの数を次数という。ノード  $v_i$  における次数中心性  $C_d(v_i)$  は、次数をノードの総数で割ったものであり、0 から 1 までの値を取り、 $C_d(v_i)$  が高い値を取るほど中心性が高い人物であると考えられる。

**(3) 近接中心性**

近接中心性は、ある点が他の全ての点と近ければ中心的であるという考えに基づいている。ある点  $v_i$  における近接中心性  $C_c(v_i)$  は、点  $v_i$  から他の点への最短距離が理論上最小となる総和を実際の最短経路長の総和によって除算したものであり、式(4)で示される。ここでの距離とは、ある点からある点へ行くのに必要な仲介点の数である。

$$C_c(v_i) = \frac{n-1}{s(v_i)} \tag{4}$$

$s(v_i)$  は点  $v_i$  から自身を除く点それぞれへの最短経路長の総和を、 $n$  はネットワーク内の点の数を表す。値が大きいほどより中心的と解釈される。

**(4) 媒介中心性**

媒介中心性とは、他の点同士の測地線において、その点が含まれる割合のことである。測地線とは、2 つの線を結ぶ最短のパスである。媒介中心性は、他の点を結ぶパスの中で、より多くの通過点になっている点が中心的であるという考えに基づいている。ある点  $v_i$  における媒介中心性  $C_b(v_i)$  は、他の 2 つの点  $v_j$  から  $v_k$  の最短経路に点  $v_i$  が含まれる割合であり、式(5)で表すことができる。

$$C_b(v_i) = \frac{\sum_{j < k} \sum_{j < k} p_{jk}(v_i)}{\sum_{j < k} \sum_{j < k} p_{jk}} \tag{5}$$

ここで、 $n$  はネットワーク内の点の数を、 $p_{jk}$  は  $v_j$  から

$v_k$  への最短経路、 $\sum_{j < k} \sum_{j < k} p_{jk}$  は  $v_j$  から  $v_k$  への最短経路の

総数を表し、 $\sum_{j < k} \sum_{j < k} p_{jk}(v_i)$  は  $v_i$  を含む  $v_j$  から  $v_k$  への最短

経路の総数を表す。 $C_b(v_i)$  は 0 から 1 までの値を取り、 $C_b(v_i)$  が高い値を取るほど、仲介者としての役割を果たす点であるとえられる。

**4. 事例への適用**

**4.1. テキストの概要**

DTMT の分析の素材として、「十二人の怒れる男 (12 Angry Men)」の脚本を用いた。DVD 販売元の 20 世紀 FOX 社のサイトでは、ストーリーは次のように紹介されている：「18 歳の少年が起こした殺人事件に関する陪審員の審議が始まった。誰が見ても彼の有罪は決定的であったが、一人の陪審員は無罪を主張。そして物語は思わぬ展開に！」<sup>27)</sup>。タイトルから察せられるように、陪審員は 12 人の男性で、審議の間は個室に入り、判決を出すまでは外部との接触は禁じられている。ここで判決とは、全会一致で有罪か無罪かの評決が決まることである。映画の中で回想シーンなどはなく、個室での陪審員のやり取りが時間経過に沿って展開されていく。1 人 1 人の陪審員の登場人物名としては、数字が用いられている。例えば、上述のストーリーで言及されている無罪を主張した陪審員は、EIGHT と呼ばれる。なお、議長役を務める陪審員は ONE にあたるが、脚本上では FOREMAN と表記されている。評決を下すための話し合いという点で論点や結論が明確なので、一般の WS の発言録などを素材とするよりも、分析手法の妥当性を検証する上では有効であると考え、分析対象のテキストとして用いることとした。また、読者が実際に映画を見て分析結果の解釈を検証することも可能である。なお、利用したテキストは 20 世紀 FOX 社の DVD のセリフと完全には一致せず、談話的なやり取りが含まれていないが、映画のメインストーリーに関するセリフは全て含まれている。

**4.2. 分析条件**

使用したテキストは英語であり、登場人物は 14 人 (陪審員 12 人、裁判官 1 人、門衛 1 人)、上映時間は約 94 分、総発言数は 487 発言である。分析においては、分割する発言数を 30 と設定し、これにより分析シーンは 17 となった。発言は単語ごとに分割され、以下の指標値の計算における語数としては、カンマ、ピリオド、感嘆符などを削除した単語数をカウントしたものを利用して

る。ストップワードと呼ばれる冠詞などは削除していない。出力結果において、発言数で分割された区間は Time Step と表記され、例えば、Time Step 2 は 31 発言から 60 発言までのシーンのことである。DTMT による各指標の出力結果を Fig. 3 に示す。横軸が Time Step である。ここでは、出力グラフのみ示しているが、発言者ごとの各指標の評価値もグラフの下に表として出力される。各 Time Step と 20 世紀 FOX 社の DVD の上映時間（オープニング・クレジットから）とのおおよその対応関係は Table 1 に示す通りである。

### 4.3. 分析結果

#### (1) 延べ語数の比率 (Word Count Ratio 機能)

延べ語数の比率を算出した結果を Fig. 3(a)に示す。これより、EIGHT は多くのシーンにおいて発言量が多かったことが分かる。次に、THREE も多く発言していたことが分かる。一方で、TWELVE や NINE はどのシーンにおいてもほとんど発言していなかったことが分かる。また、Time Step 7, 8, 10 において、EIGHT が多く発言していることが分かる。また Time Step 6, 11, 13 では、THREE が多く発言していることが分かる。さらに Time Step 4 では、FOUR が多く発言していることが分かる。

#### (2) 異なり語数の比率 (Type-Token Ratio 機能)

異なり語数の比率を算出した結果を Fig. 3(b)に示す。TTR の値が特に低い人物に着目すると、Time Step 4 では FOUR が、Time Step 10 では EIGHT が低い値を示している（それぞれ 0.61 と 0.47）。これは、他者と比較して、同じ単語を何度も用いて発言したことを示している。ここで、各 Time Step において、異なる単語を用いて一言しか発言していない場合は TTR が 1 となることに注意が必要である。

#### (3) 発言のやりとり (Network Index 機能)

発言のやり取りのグラフを元に、中心性指標を算出した結果を Fig. 3(c)~(e) に示す。次数中心性と Word Count Ratio を比較すると、ある程度の相関が認められる。次数中心性が高いということは、話し合いに参加して、他の参加者と交互に発言しているということであり、発言数が多くなる傾向があると考えられる。一方で、Word Count Ratio が高いながらも次数中心性が低い場合、会話を独占するような形で一人語りが進行了たと推察される。次数中心性、近接中心性、媒介中心性の間の相関はあまり見受けられない。Time Step 17 において、一部の陪審員の近接中心性が高くなっているのは、最後に残りの 6 発言が 4 人の陪審員だけによって交わされたシーンであったためと考えられる。

Table 1 Time Step と上映時間の対応

Time Step	上映時間
1	0'00"-11'56"
2	11'56"-16'13"
3	16'13"-22'18"
4	22'18"-28'48"
5	28'48"-31'00"
6	31'00"-40'06"
7	40'06"-42'08"
8	42'08"-46'59"
9	46'59"-55'09"
10	55'09"-57'52"
11	57'52"-61'37"
12	61'37"-68'41"
13	68'41"-74'07"
14	74'07"-76'45"
15	76'45"-87'22"
16	87'22"-91'40"
17	91'40"-95'23"

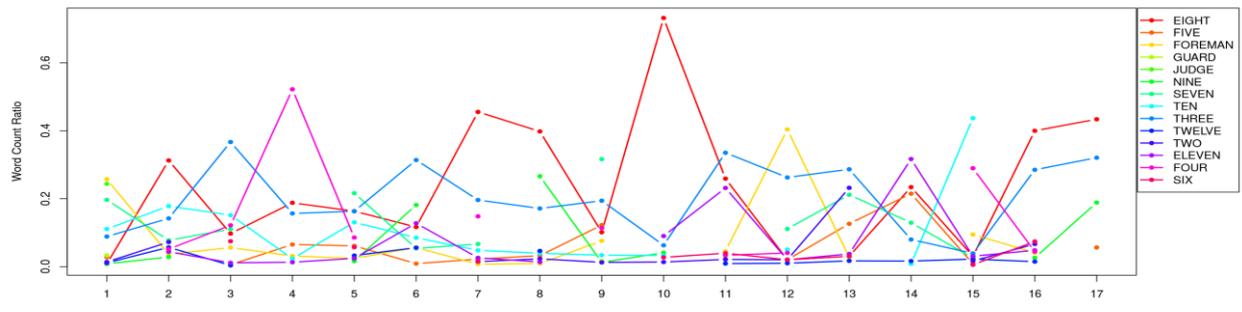
### 4.4. 考察

Fig. 3 の各指標の評価値に着目すると、特に Time Step 4, 10, 12 における話し合いが特異的な傾向を示しているように見受けられる。これらの Time Step について、発言のやり取りのグラフを出力した結果を Fig. 4 に示す。

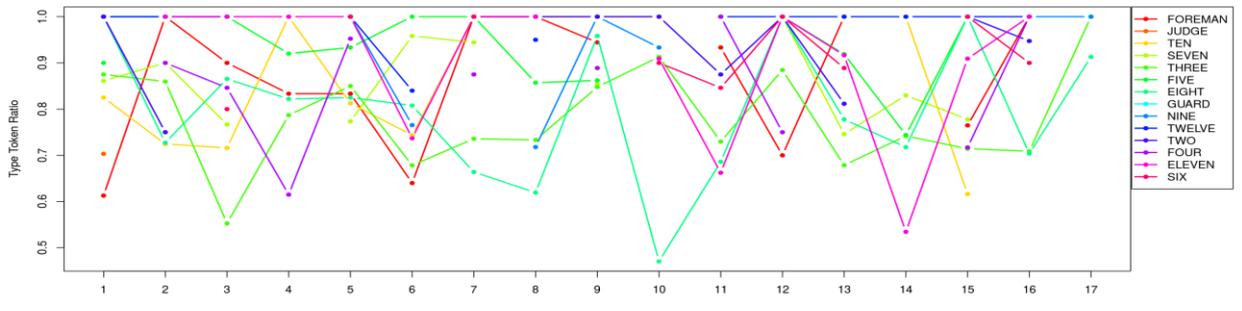
Time Step 4 は、映画では 22'18" から 28'48" にあたり、EIGHT が証人の証言についての疑義を訴え、証拠のナイフについて検証がなされるシーンである。有罪を主張する FOUR が、被告である少年がナイフを購入した経緯や、殺害のあった日に被告がどのような行動をとったかなどを説明する。結果的に FOUR の発言数は多く、そのため Word Count Ratio は高い。一方、状況について確認しながら話を進めたため、THREE, FOUR, EIGHT の次数中心性が高い値を示している。この状況は Fig. 4(a)においても確認できる。ここは言わば、陪審員の中で議論のスイッチが入るシーンである。

Time Step 10 は、映画では 55'09" から 57'52" にあたり、EIGHT が証人である階下の老人の証言についての疑義を訴え、検証するシーンである。ここは Time Step 4 とは違い、EIGHT が半ば強引に検証を進めるため、EIGHT の Word Count Ratio が突出している。映画の中ではひとつの山場と言えるシーンであり、EIGHT の検証方法に対して賛否両論が紛糾する中、EIGHT は頑なに検証を進める。このような状況で、EIGHT は次数中心性も近接中心性も高い値を示している。映画の起承転結の中で、言わば“転”にあたるシーンである。

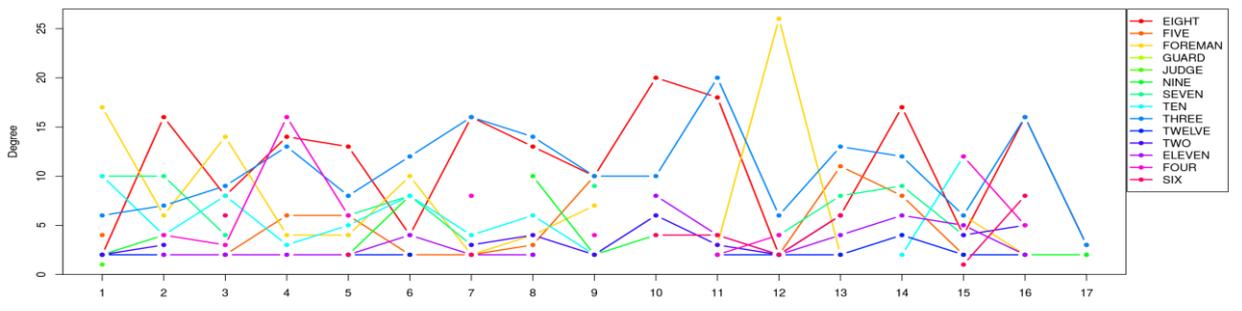
Time Step 12 は、映画では、61'37" から 68'41" にあたり、被告人が有罪か無罪かを FOREMAN が各陪審員に



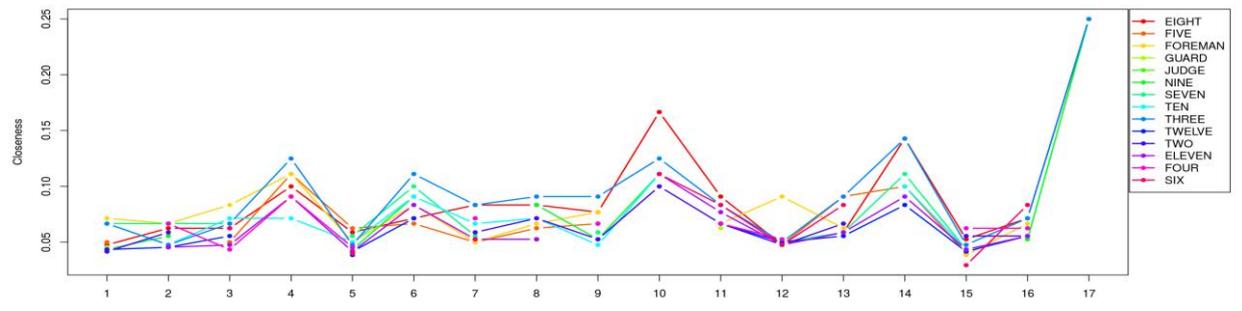
(a) Word Count Ratio



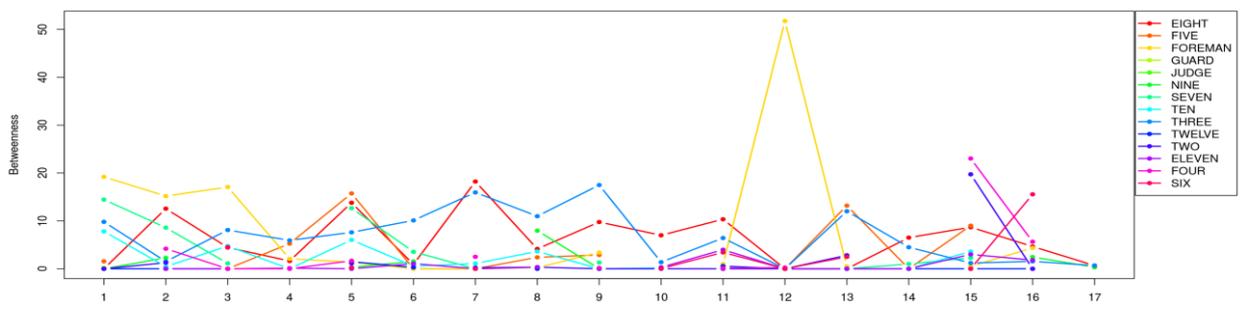
(b) Type-Token Ratio<sup>i)</sup>



(c) 度数中心性



(d) 近接中心性



(e) 媒介中心性

Fig. 3 テキストを30発言ごとに区切った場合の各種指標値の出力結果

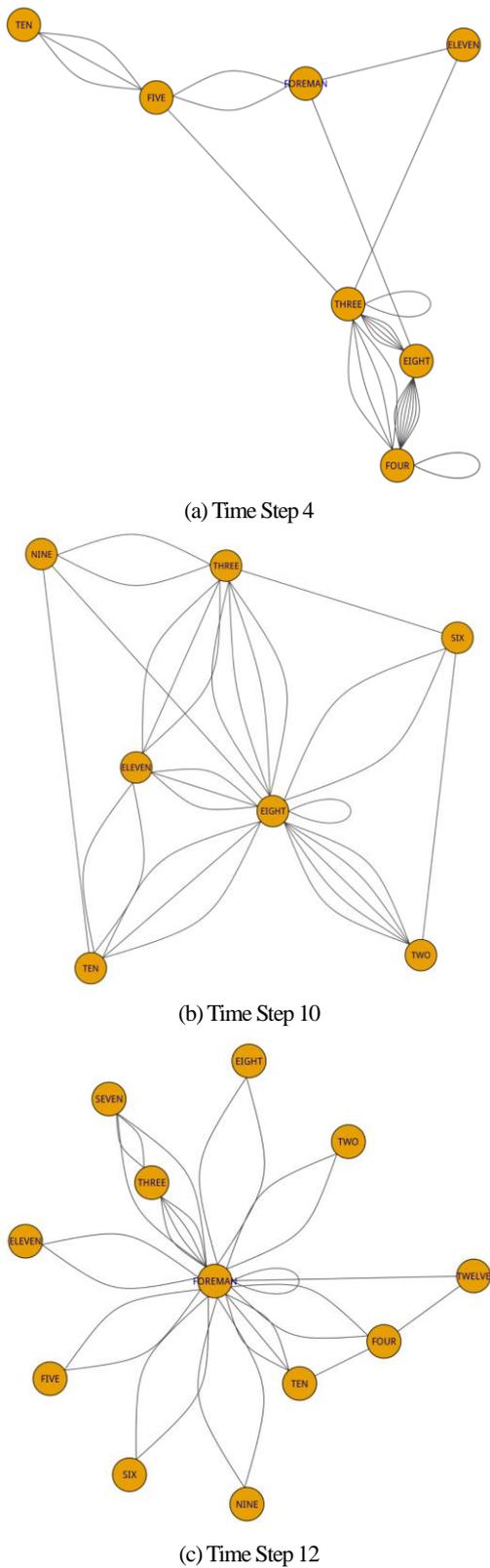


Fig. 4 テキストを 30 発言で区切った場合のネットワーク  
 確かめるシーンである。FOREMAN とそれぞれの陪審員との発言のやりとりが続くため、Fig. 4(c)のように、FOREMAN を介して各ノードが繋がる対照的な形のネットワークを形成しており、FOREMAN の媒介中心性が突出して高い値を示す結果となっている。

#### 4.5. 現実の WS への適用

実際の WS の発言録への適用においては、ファシリテーターのスキル診断や、参加者の話し合いへの関わり方の自己評価といった利用が想定される。

前者に関しては、DTMT を使えば、ファシリテーターが話し合いの場を振り返る作業に対し、客観的かつ視覚的な指標により、自身のパフォーマンスを簡便に評価することができる。どの指標がどのような値を示すと、話し合いとしてどのような状況にあるか、ということはある程度の蓄積がなければ知見として提示することはできないが、少なくとも DTMT に実装した各指標は、本事例適用を通して、話し合いの異なる側面を評価するものであることが実証されたと考えられる。元のテキストを利用して、全発言における各参加者の延べ語数の比率を算出するだけならば、発言数に大きな偏りがあった場合、一人語りをする傾向のある参加者の発言をファシリテーターが上手く御せなかったと解釈されそうなものである。一方、発言を一定間隔で区切った場合に、特定の参加者がいくつかの区間で断続的に発語数が多く、結果的に全体としても発語数が多くなっているのならば、喋り過ぎているというよりも、議論のハブとしての役割を果たした可能性もある。例えば、映画の中で“転”にあたるシーン 10 では、EIGHT の Word Count Ratio が突出して高い。加えて近接中心性が高く、EIGHT を中心に議論が展開されていることが想像できる。おそらく、結論を出す必要のある話し合いでは、どこかの段階で、誰かがハブとなって会話が転がっていき、“合議の結果”として建設的な意見がまとまるような状況が起こるのではないかと考えられる。これが、ファシリテーターや参加者の誰かが強引に結論に持っていこうとしたのであれば、その人物の次数中心性や近接中心性は高いものとならないであろう。また、ファシリテーターが機械的に話を振っただけで結論をまとめようとするれば、シーン 12 の FOREMAN のように、媒介中心性が高くなるのではないかと推察される。このように、発言のダイナミクスがどのように展開していったか、またダイナミクスの転換点などにおいて会話のネットワークで参加者各個人やファシリテーターがどのような位置付けであったかといった情報はファシリテーション技能の向上のために有用なフィードバック情報であると考えられる。

後者においては、すなわち参加者の自己評価という DTMT の利用においては、もし WS が継続して行われるならば、参加者にも WS のグラウンドルールと共に自身の指標値の結果を示し、より建設的な話し合いがなされるような発言のあり方を考えてもらうことは有意義であろう。特定の参加者が喋り過ぎている場合、往々にして、Grice の協調原則に関して、量の格率はもちろんのこと、関係の格率、様態の格率に即していない発言をしている

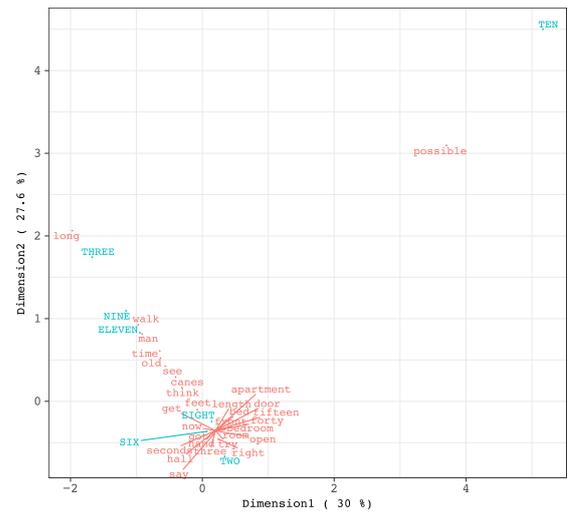
可能性が高いと推察される。結果の共有に際しては、技術的・マンパワー的に可能であれば、WSの直後にテキストが処理され、個人評価の結果について日を改めずにグループディスカッションをする時間を多少持つことができれば理想的であると考えられる。しかし、おそらくそれはほとんど無理であろうから、その場合は、次のWSの冒頭で、前回の話し合いの内容と合わせてDTMTの結果を示し、個人評価について簡単に意見交換をする場があると良いだろう。

この際、参加者が示された情報を適切に理解するために、WSの運営側やファシリテーターが、指標の意味や解釈について説明する必要があるのはもちろんのこと、できるだけ個人を否定するような結果の解釈だけが一人歩きしないように配慮することが、次のWSにポジティブな雰囲気をもたらすために重要であると思われる。たとえば、特定の参加者の延べ語数の比率が高かった場合、「自分は喋り過ぎた」とその個人や他の参加者は解釈するであろうが、そもそも場の雰囲気が和やかでポジティブであれば、おそらく笑い話のような感じでその点について言及され、次からは気をつける、というような話になるものと思われる。一方、場があまり和やかでない場合は、その個人を責めるような雰囲気になってしまうかもしれない。ファシリテーターとしては、積極的に発言してもらえたいことなので、発言の量についてポジティブな評価を述べつつ、会話のネットワークでのやり取りを示して、もう少し多様な人が絡めるような形で発言してもらえると助かるなどとコメントすると、WS全体に良い効果をもたらすものと考えられる。

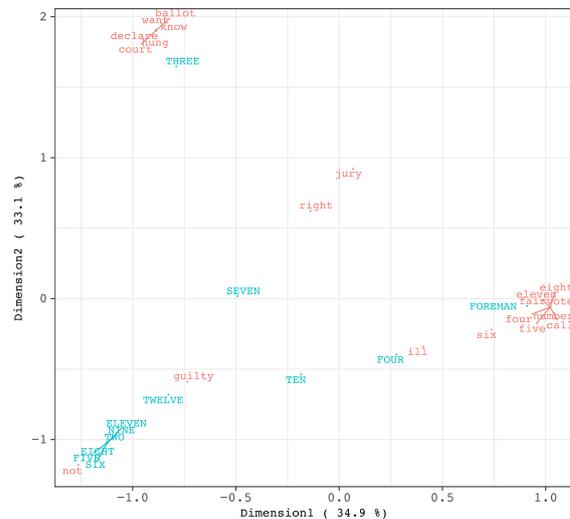
一方で、学習は個人の内的な活動であるため、DTMTが個人の学習を喚起し、その結果として行動変化をもたらすかどうかは常に保証されるものではない。実際にどのような状況においてどのような行動変化が起こりうるかについての検証は、データの蓄積が必要であり、本論文の範疇を超えるため、今後の研究課題として残される。ただし、本システムにより客観的かつ定量的な新たな情報が個人に対してフィードバックされることから、少なくとも認知上の変化が起こることは期待して良いものと思われる。

#### 4.6. コレスポネンス分析の補完的利用

DTMTで示された特異的な場面について、ユーザーが会話の内容を確認したい場合も生じるだろう。そのような場合は、例えばKH Coderなどのソフトウェアを合わせて利用すると良い。KH Coderで分析するためには、専用のテキストファイルを作成する必要がある。そこで、DTMTの入力ファイルの発言録から、簡易的にこのテキストファイルを作成するためのツールを作成した(DTMTのマニュアルサイトで配布しているが、現時点



(a) Time Step 10



(b) Time Step 12

Fig. 5 テキストを30発言で区切った場合のコレスポネンス分析

では日本語に対応していない)。また、DTMTにおいて、補助ツールとして、発言区間で区切られた一連のCSVファイルを入力として利用できるコレスポネンス分析も実装した<sup>24)</sup>。コレスポネンス分析は、クロス表形式のデータを探索するための多変量解析手法である<sup>28)</sup>。行・列の関係を視覚化することが可能であり、言語データの分類に最も使いやすい手法の一つとされる<sup>29)</sup>。

ここでは、4.4で考察した発言区間の発言録に対してDTMTのコレスポネンス分析を適用した。Fig. 5にTime Step 10と12の分析の結果を示す。ピンク字が単語、水色字が発言者を示す。本ツールでは、Rのパッケージtmを用いて英語のストップワード(否定語noとnotを除く)を除去した後、パッケージFactoMineRを用いて分析が行われる。Time Step 10では、解の得られた上位30位の頻出単語を分析対象とした。最頻出語はフィート(feet, 距離)、次が入り口の戸(door)であり、EIGHTを中心に階

下の老人の証言を距離などの観点から検証していることが分かる。Time Step 12 では、同様に上位 20 位の頻出単語を分析対象とした。最頻出語は guilty であり、少年が有罪(guilty)か無罪(not guilty)かを FOREMAN が確認していることが分かる。ここでは、not の単語の近くに TWO, FIVE, SIX, EIGHT, NINE, ELEVEN が集中していることから、これら 6 名の陪審員が無罪を主張したことが伺える。このように、発言者と多用されていた単語の関連を示す図は、議論の論点を確認する上で有用である。

#### 4.7. 日本語テキストへの適用

ここまでの分析は英語のテキストを利用したものであった。日本語のテキストの場合、単語数をカウントする際には、文を単語ごとに分割し、分かち書きの状態にする必要がある。意味を持つ最小の文字列の単位を形態素といい、文を単語ごとに分割し品詞情報や読み方などの情報を付け加えることを形態素解析という<sup>24)</sup>。DTMT では、Excel ファイル (.xlsx) で準備した発言録を用いて、名詞、形容詞、動詞を抽出して分かち書きにし、その後の分析の入力用 CSV ファイルとして出力できる補助的なツール<sup>25)</sup>も実装した (Fig. 6)。この分かち書きツールでは、形態素解析エンジンとして MeCab を利用し、R との接続はパッケージ RMeCab を用いた。英語のテキストとは異なり、すべての語を利用した分析ではないため、Word Count Ratio の算出値は発言量そのものの評価にはならないが、名詞、形容詞、動詞を分析対象とすることから、高い相関があるものと考えられる。ただし、実際の適用にあたっては、分かち書きされたテキストを見て、解釈の際に注意する必要があるだろう。

### 5. おわりに

本研究では、話し合いの内容や成果の要約ではなく、発言の回数や、発言のやり取りといった話し合いのプロセスを評価することを目的に、参加者の学習における利便性を考慮した DTMT を開発した。発言量の多寡が参加者の参加意欲やその後の行動に影響を与える可能性が示唆されていること<sup>26)</sup>から、DTMT はユーザーが簡易的に参加者の発言量や発言の機会を評価できる点において有用であると考えられる。また、Web アプリケーションであるため、インターネットに接続できる環境さえあれば、誰もが場所や時間を問わず利用できる点も有用である。近年、ファシリテーターを育成するための講座も多数開催されていることから、そのような講座において、ファシリテーションの事例を示す際にも本ツールを使用できると考える。一方で、良い話し合いとは発言量や発言の機会のみならず依存する訳ではないため、本ツールはフ

A	B	C	C
ID	person	sentence	sentence
1	参加者A	双相地域の、双葉郡と	双,相,地域,双葉,郡
2	司会	それでは質問でも、ご	質問,自身,体験,結
3	参加者B	私は、福島県の保健所	私,福島,県,保健所,

Fig.6 分かち書きツールの使用例

アシリテーションに必要な要素の一部にしか適用できない点にも留意が必要である。また、WS の内容の要約とともに本ツールの定量的な情報を提供することで、説明責任や透明性の向上にも資するものと考えられる。

今後の課題として、技術的には、テキストを分割する際に、どの程度の発言数が適当かをネットワーク形状の変化で内生的に求められるようになるとより良いであろう。より興味深い分析が可能となるだけでなく、実務的にも、議論の分岐点が明らかになることは、ファシリテーション技能の向上において有用であると考えられる。また、学術的には、話し合いの目的や参加者の行動規範によって、どのように DTMT を利用することがより有用か、データを蓄積し、話し合いの成果と各指標の関連を定量的な側面から分析することが喫緊の研究課題として挙げられる。このような分析には幅広い WS の分析結果が必要であり、個人の研究で収集できるものではないと考えられるため、DTMT のマニュアルサイトで、DTMT の出力結果や参加者のタイプ、「話し合いの目的」、「達成度」、「成功/失敗」、といった情報をユーザーに提供してもらうよう呼びかけ、データベース化して共有するような場を今後設けていく予定である。さらに、会話の質的研究において、会話による相互信頼感と合意形成のモデルが提案されている<sup>30)</sup>ことから、このような質的なモデルと、DTMT によって算出される量的な情報を融合させていくことも今後の課題である。

### 参考文献

- 1) フラン・リース(2002)『ファシリテーター型リーダーの時代』(黒田由貴子, P.Y.インターナショナル訳) プレジデント社 (原著 1998 年) .
- 2) 掘公俊(2003)『問題解決ファシリテーター「ファシリテーション能力」養成講座』東洋経済新報社.
- 3) 地域力創造に関する有識者会議(2010)『地域力創造に関する有識者会議最終取りまとめ：人材と資源で地域力創造を～まだまだできる人材力活性化』  
[http://www.soumu.go.jp/menu\\_seisaku/chiho/c-sinko/pdf/saisyu\\_honbun.pdf](http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/chiho/c-sinko/pdf/saisyu_honbun.pdf) [2017, October 20].
- 4) (財)地方自治研究機構(2011)『地域の自主性及び自立性の向上のための人材開発に関する調査研究』

[http://www.rilg.or.jp/htdocs/img/004/pdf/h23/h23\\_16\\_01.pdf](http://www.rilg.or.jp/htdocs/img/004/pdf/h23/h23_16_01.pdf)

[2017, October 20].

- 5) 木下勇(2007)『ワークショップ：住民主体のまちづくりへの方法論』学芸出版社.
- 6) 坂本淳, 鶴田佳子(2015)「ワークショップ参加者の発言量と参加後の意識に関する調査分析—公園再整備ワークショップを事例として—」『土木学会論文集 F5』71(2), 33-41.
- 7) 長曾我部まどか, 中山貴貴, 神谷大介, 榊原弘之, 山中亮, 宮国敏秋, 峰翔太, 辻本真希(2017)「過疎・高齢集落における防災ワークショップの実践とその効果に関する分析」『土木学会論文集 F6』73(1), 1-13.
- 8) Woolley, A.W., Chabris, C.F., Pentland, A., Hashmi, N., and Malone, T.W. (2010). Evidence for a Collective Intelligence Factor in the Performance of Human Groups. *Science* 330 (6004), 686-688.
- 9) 宮本幸冒, 坂本麻衣子(2013)「まちづくりの話し合いにおける流れの可視化および評価方法の検討」『土木学会西部支部研究発表会講演概要集』, 655-656.
- 10) Takaffoli, M., Sangi, F., Fagnan, J., and Zaïane, O.R. (2011). Community evolution mining in dynamic social networks. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 22, 49-58.
- 11) Samie, M. E., and Hamzeh, A. (2017). Change-aware community detection approach for dynamic social networks. *Applied Intelligence*. <http://doi.org/10.1007/s10489-017-0934-z>
- 12) 樋口耕一(2014)『社会調査のための計量テキスト分析—内容分析の継承と発展を目指して』ナカニシヤ出版.
- 13) 岩見麻子, 大野智彦, 木村道徳, 井手慎司(2014)「公共事業計画策定過程の発言録分析による意見の協調・対立関係把握のための分析手法の開発」『土木学会論文集 G』70(6), II\_249-II\_256
- 14) 長曾我部まどか, 榊原弘之(2015)「ワークショップにおける相互補完的対話の分析」『都市計画論文集』50(1), 28-36.
- 15) 塚井誠人, 椎野創介(2016)「討議録に対するトピックモデルの適用」『土木学会論文集 D3』72(5), I\_341-I\_352.
- 16) 松岡広, 森川想(2017)「テキスト分析による審議会等の議事の可視化に向けて—在宅医療に関する中央社会保険医療協議会の議事を例に—」『社会技術研究論文集』14, 73-83
- 17) 榎本美香, 石崎雅人, 小磯花絵, 伝康晴, 水上悦雄, 矢野博之(2004)「相互行為分析における単位に関する検討」『人工知能学会研究会資料』SIG-SLUD-A402, 45-50.
- 18) 榎本美香(2008)「会話・話し合い・談話研究のための分析単位：ターン構成単位(TCU)」『人工知能学会誌』23(2), 265-270.
- 19) 中野民夫(2001)『ワークショップ：新しい学びと創造の場』岩波新書.
- 20) 末田清子・福田浩子(2003)『コミュニケーション学』松柏社.
- 21) 辻大介(1997)「コミュニケーションを哲学する」『コミュニケーション学への招待』56-71 橋元良明(編著)大修館書店.
- 22) 草地真(2015)『ファシリテーションスキル超入門』ぱる出版.
- 23) 堀公俊(2016)『ファシリテーションベーシックス：組織のパワーを引き出す技法』日本経済新聞出版社.
- 24) 金明哲(2009)『テキストデータの統計科学入門』岩波書店.
- 25) 石川慎一郎(2012)『ベーシックコーパス言語学』ひつじ書房.
- 26) 金光淳(2003)『社会ネットワークの基礎』勁草書房.
- 27) 20世紀フォックス(2013)『十二人の怒れる男』  
<http://video.foxjapan.com/search/detail.php?id=13398> [2017, October 25].
- 28) Greenacre, M. and Blasius, J. (1994). *Correspondence Analysis in the Social Sciences*, Academic Press.
- 29) 石川慎一郎, 前田忠彦, 山崎誠(編)(2010)『言語研究のための統計入門』くろしお出版.
- 30) 片桐恭弘, 石崎雅人, 伝康晴, 高梨克也, 榎本美香, 岡田将吾(2015)「会話コミュニケーションによる相互信頼感形成の共関心モデル」『認知科学』22(1), 97-109.

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP15H02864 の助成を受けたものです。

- 
- i) ツールの仕様上, 指標の算出値に基づいて色が割り当てられるため, 同じ発言者をすべての指標に対して同一の色で表示することはできない。ただし, グラフの下に, 定量情報が表として合わせて表示されるため, 必要に応じて, 分析者は自身で図を作り直すことができる。
  - ii) DTMT のコレスポネンス分析ツールは, 以下から利用できる。英語版：<https://t-aps.shinyapps.io/correspondence/>; 日本語版：<http://scfan.net/t/shiny/correspondence-jp/>。
  - iii) 分かち書きツールは, 以下から利用できる。  
<http://scfan.net/t/shiny/rmecab/>。

## WEB APPLICATION DEVELOPMENT FOR DIALOGUE EVALUATION SUPPORT

Maiko SAKAMOTO<sup>1</sup>, Madoka CHOSOKABE<sup>2</sup>, and Kazimierz SALEWICZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. (Eng.) Associate Professor, The University of Tokyo, Graduate School of Frontier Sciences  
(E-mail:m-sakamoto@k.u-tokyo.ac.jp)

<sup>2</sup>Ph.D. (Eng.) Assistant Professor, Tottori University, Graduate School of Eng. (E-mail: mchoso@tottori-u.ac.jp)

<sup>3</sup>Ph.D. (Control Theory), System Analyst. (E-mail: k.salewicz@gmail.com)

Dialogue Text Mining Tool (DTMT) was developed to provide useful information for facilitators and participants in small-scale meetings such as workshops in evaluating a performance of the meetings. The information obtained with the tool would be also helpful for them in getting more skilled in a course of discussion. Text mining was used in DTMT to extract information from dialogue scripts. Recently, text mining is often used to summarize contents of dialogue at meetings. In this study, we did not focus on contents of discussion but on quantitative information of statement exchanges to avoid any biases in analyses: the amount and frequency of utterances, the network of conversations, and the dynamics of discussions. DTMT was implemented as the web application aiming to include a variety of users and encourage the repeated use of the tool by its simplicity to use.

**Key Words:** *Workshops, facilitation, text mining, social network analysis*