

音楽理論を会議記録の分析に応用した ディスカッションマイニング

平田 圭二^{1,a)} 長尾 確^{2,b)} 東条 敏^{3,c)} 浜中 雅俊^{4,d)}

概要: ディスカッションマイニングとは、会議における活動をテキスト、ビデオ、メタデータ等で記録しそこから再利用可能な知識を抽出する技術である。音楽理論とは、音の時系列(旋律、拍節、和声)を「構文解析」する技術である。本研究の目的は、会議を発言の時系列とみなし、音楽理論の手法を用いて会議で行われる議論を「構文解析」することである。本稿では、音楽理論を会議記録の分析に応用することの有効性を検討する。

Discussion Mining with Music Theory Being Applied to Analysis of Meeting Record

KEIJI HIRATA^{1,a)} KATASHI NAGAO^{2,b)} SATOSHI TOJO^{3,c)} MASATOSHI HAMANAKA^{4,d)}

Abstract: Discussion mining is a technology by which activities in meetings are recorded into texts, video, and meta data, from which reusable data is extracted. Music theory is a technology that “parses” the chronological sequence of musical events, melody, metrical, and harmony. The aim of the research is parsing the discussion of a meeting in the way of music theory, considering a meeting as a sequence of utterances. The paper presents the results of studying the idea that music theory is applied to the analysis of meeting records.

1. はじめに

ディスカッションマイニング(DM)とは、会議における活動をテキスト、ビデオ、メタデータ等で記録しそこから再利用可能な知識を抽出する技術である。DMシステムは、自然に展開する議論テーマや変化する状況を人為的な

制限を加えずに記録する。議論の構造を正確に記録し振り返ることは大変有用であると認識されているが、記録する作業自体はオーバーヘッドとなるので、ここにトレードオフが生じる。DMでは、会議参加者に若干のオーバーヘッド(実時間で議論の要素にタグ付けしていくこと)を強要する代わりに、その払ったオーバーヘッドに見合う以上のメリットをユーザに還元するような会議内容閲覧ページを構築した。

一方、音楽理論とは、文章を構文解析するように、音イベントの時系列を「構文解析」する技術である。ここで「構文解析」というのは比喩的な表現であり、旋律、拍節、和声の観点から楽曲を階層的に分節しその構造を明らかにし、重要な音を同定することである。文章全体の意味は、構文解析の結果得られた構造と個々の単語の意味から作り上げられる。これに対し音楽では、1つの音や和音が文章にお

¹ 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

² 名古屋大学
Nagoya University

³ 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advance Institute of Science and Technology

⁴ 筑波大学, JST さきがけ
University of Tsukuba, PRESTO JST

a) hirata@fun.ac.jp

b) nagao@nuie.nagoya-u.ac.jp

c) tojo@jaist.ac.jp

d) hamanaka@iit.tsukuba.ac.jp

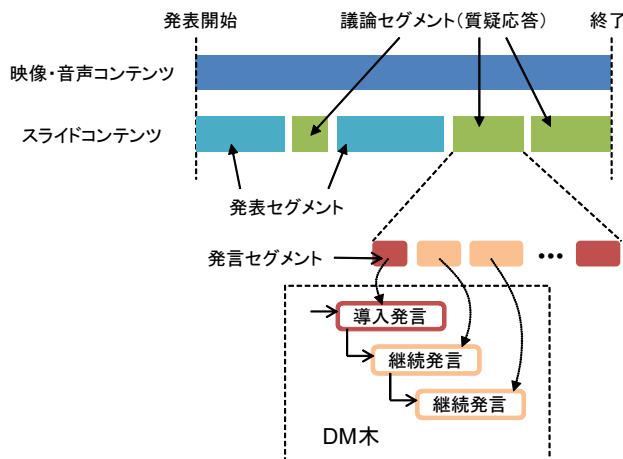


図1 記録されるコンテンツと生成されるDM木

ける単語(終端記号)に対応すると考えると、単語の品詞に相当する概念が存在せず、構文という概念も存在しない。楽曲全体の意味として、楽曲を階層的に分節する構造と同一視する立場もある。

本研究の目的は、会議における議論を発言の時系列とみなし、音楽理論の手法を用いて議論を「構文解析」し重要な発言を同定することである。重要な発言を自動的に同定できればより有用なDMが実現できよう。本稿では、議論の記録から重要な発言を取り出す処理に関して、DMの会議内容閲覧ページに表示される各発言を読んで判断する方法、従来のDMが採用している活性拡散による方法、音楽理論を応用した方法を比較し、音楽理論を会議記録の分析に応用することの有効性を検討する。

2. ディスカッションマイニングシステム

2.1 記録される会議コンテンツ

現在構築中のディスカッションマイニング(DM)システムが支援している会議スタイルは、発表者がスライドを表示しながらその説明を行い、発表の途中あるいは終了のタイミングで会議参加者との質疑応答が始まるというものである。DMシステムは、発表者によるスライド発表と続く参加者との質疑応答を分節して記録する(図1)。

新しい話題に関する質問やコメントを発言する参加者は、専用端末を用いて自分の発言に導入タグを付与する。直前の発言に密接に関連した発言を行いたい場合は継続タグを付与する。さらに、スライドに対するポインタ指示場所・時刻の記録、発表中や質疑応答中の発言に対する賛成/反対ボタン情報、重要箇所のマーキング情報も記録し、後処理でそれらメタデータを基に話題の流れの認識と重要発言の同定を行う。会議内容閲覧ページでは、日付や参加者情報から議事内容の検索、現在進行中の議論と類似した過去の議論の閲覧、議論の様子の効果的な可視化(図2)などができる。

議論を話題単位に正しく分節し話題セグメントとして



図2 会議内容閲覧ページ

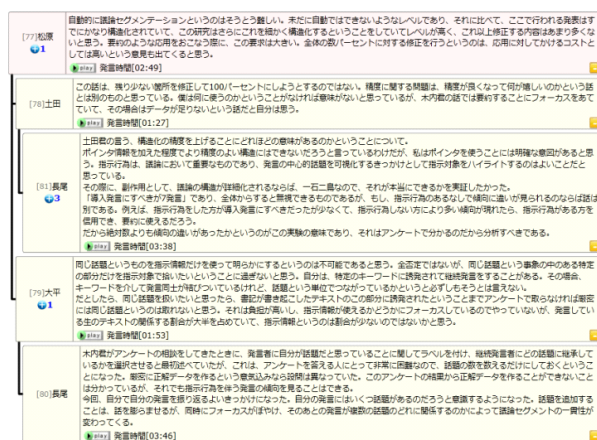


図3 会議内容閲覧ページに表示されたある話題に関する一連の発言(例1)

取り出すため、発話ごと、文章ごと、発言ごとに人手でタグやアノテーションを付与するのはコストの観点から現実的ではないだろう。しかし、自動タグ・アノテーション付与では十分な精度を達成するのは難しい。そこでDMシステムでは、上記のように、会議中の参加者が負担にならない程度のコストでメタ情報を付与する仕組みを採用した。

DMシステムは、取得した各種メタデータとともに会議中の発言を表示する(図3)。図3のサイズが小さく読みにくいので各発言の要約を発言順に表1に示す。各発言内容の要約の左側は、上左が発言番号(例: <77>), 上右が発言者(例: M), 下左が賛成ボタンが押された回数(例: 1) 下右が発言に要した時間(例: 2:49 (2分49秒の意))である。DMシステムは各ユーザに賛成ボタンという専用入力装置を提供しており、ユーザがある発言に賛同したり重要だと感じた場合などは賛成ボタンを押して高い評価を与えたことを明示的にDMシステムに通知する(4.3節)

スライド発表者や会議参加者は各自ポインタを用いてスライド上の文字や図形を指示することができ、どこをいつ指示したかの情報が記録される。ポインタによるスライド上の指示領域として、下線選択(文字列)と矩形選択(図形)

表 1 例 1 の各発言の要旨

〈77〉, <i>M</i> 1, 2:49	正確で自動的な議論分割は相当に難しい。DM はすでにかなり構造化されている。これ以上コストはかけられないのではないかと。
〈78〉, <i>T</i> 0, 1:27	コストをかけて 100%正確に構造化しようという訳ではない。
〈79〉, <i>O</i> 1, 1:53	指示情報だけで継続かどうかを判定するのは不可能だろう。共通のキーワードである程度継続かどうか判定できるかも。
〈80〉, <i>N</i> 0, 3:46	精度の高い正解データを作るのはコストがかかるので、話題の数を数えるだけにとどめた。自分の発言を振り返る良い機会になった。
〈81〉, <i>N</i> 3, 3:38	構造化の精度を上げることには意味があると思う。指示行為は発言の中心的話題を可視化する支援の役割をし、副産物として詳細な議論構造の取得がある。指示行為のおかげで、データの信用性が上がった

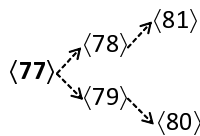


図 4 例 1 の DM 木

の 2 種類を用意した。同じ指示領域を指す発言どうしは同じ話題セグメントに属すと見なし、重要発言の発見を行う際にそれら発言間にリンクを張る (4.3 節)。また、指示の開始・終了時刻をもって当該話題セグメントの開始・終了時刻候補とする。

最初に発言者が導入タグを付与して発言を始めたものの、発言の途中で内容が継続に変化してしまうことは珍しくなく、またその逆も生じる。そのような場合、発言に付与したタグを手で動的に修正できる。継続関係のリンクが時間的に交差する場合は少ないと考え、継続発言はデフォルトで時間的に直前の発言に機械的に関係付ける。もしそれが発言者の意図と異なっている場合は、人手で動的に修正できる。

2.2 DM 木の例

DM システムでは、発言間の関係を表現する構造を DM 木と呼ぶ。DM 木の根は導入発言であり、それ以外は全て継続発言である。ある 1 つの発言に対して、同時に複数の継続発言が付くと DM 木の分岐が増える。先行発言に継続発言が付く、さらにそれを先行発言として継続発言が付くと DM 木の枝が伸び木が深くなる。

図 4 は、例 1 の各発言番号をノードに持つ DM 木である。発言者 *M* による導入発言〈77〉を聞いて、発言者 *T* と *O* による継続発言〈78〉と〈79〉が生じている。さらなる継続発言〈80〉と〈81〉が生じているが、この議論での継続発言は幅優先探索のような順序で生じている。次に、より複雑な DM 木の例を挙げるが、スペース制約のため発言要旨と DM 木のみ示す (表 2, 図 5)。導入発言〈36〉に対し〈37〉~〈40〉の継

表 2 例 2 の各発言の要旨

〈36〉, <i>W</i> 0, 0:43	アノテーションを付けるコストは高いが、付ける人にはどんなメリットがあるのだろうか。
〈37〉, <i>Y</i> 0, 1:13	論文を読んでいる時に付箋紙を付けたら後で役に立つようなものかも。
〈38〉, <i>M</i> 0, 1:11	やはり後で見返すことが重要なんだと思う。
〈39〉, <i>T</i> 0, 0:57	スクラップブックみたいなものを作って、後でそのスクラップブックを見ながら必要な情報を検索するシステムを作りたい。
〈40〉, <i>K</i> 0, 0:50	読んだ論文を忘れないように論文和訳のアノテーションを付けるのがいいと思う。
〈41〉, <i>O</i> 6, 2:56	アノテーションは共有されることが重要である。人の付けたアノテーションの間違いを指摘することもできる。論文や講義の内容と、実際のプログラムやビデオなど全然違うメディアが関連付けられることも重要だ。
〈42〉, <i>W</i> 0, 0:33	論文に対して疑問文のアノテーションを付けてもいいのだろうか。
〈43〉, <i>Y</i> 0, 0:07	今の時点では良く分からない。
〈44〉, <i>N</i> 0, 2:19	これは論文や講義に限定されない一般的な話で、アノテーションを付けるのは結局自分のためであり、一部の献身的な人に支えられるという考え方は間違いだ。
〈45〉, <i>I</i> 0, 0:48	講義の場合だと受講者がアノテーションを付けてくれそうだけど、論文だとどれくらいアノテーションが付くのだろうか。
〈46〉, <i>Y</i> 0, 0:34	誰がそのコンテンツを公開するかによってもアノテーションの付き方は変わる。

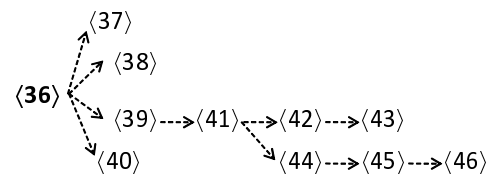


図 5 例 2 の DM 木

続発言が並列に生じ、その中の〈39〉にさらに〈41〉という継続発言が生じている。〈41〉以降の継続発言は深さ優先探索のような順序で生じている。

3. 音楽理論

楽曲構造を分析するとは、時間の進行に沿って生じる音イベント列をさまざまな時間長のレベルで分節し重要な音を発見することであり、その分節方法を記述したものが音楽理論である。中でも Fred Lerdahl と Ray Jackendoff により 1983 年に提案された Generative Theory of Tonal Music (GTTM) は現在最も正しい音楽理論の 1 つとされ [4]、音楽認知や音楽情報処理の多くの研究において参照されている。GTTM の分析では、隣り合った音イベントが生成する階層的なグループの情報と音イベントが生起している拍節位置の情報に基づいて、音イベントのグループ階層が生成するゲシュタルトを検出する。

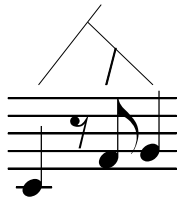


図 6 タイムスパン木の例

GTTM の分析結果はタイムスパン木 (TS 木) と呼ばれる木構造で表現される (図 6 上). TS 木は, 楽曲に含まれる音の相対的な重要度を表現する^{*1}. 例えば, 隣接する 2 音の内, 左の音の方が重要な場合は $\wedge$ という形の TS 木が生成される. 逆に, 右の音の方が重要な場合は $\vee$ となる.

例えば図 6 の TS 木が表現しているのは, 音 C4, F4, G4 に関して, まず F4 と G4 がグループ P を作り, さらに P と C4 が上位のグループ Q (楽曲全体) を作り, グループ P では F4 より G4 が重要な音であり, グループ Q では G4 より C4 が重要な音ということである. つまりこの楽曲全体では C4 の音が一番重要ということになる^{*2}.

GTTM において音楽を分析し TS 木を生成するための規則は, グループを作るための規則 (G) と, そのグループの中で重要な音はどれかを判定するための規則 (S) に大別される. さらに規則 G には, 2 つ以上の音が 1 つのグループを作るかどうか, 2 つの音の間にグループ境界が生じるかどうかを判定する規則等が含まれる. 例えば発音時間や音高が近い音どうしはグループを作りやすく, 繰り返しの始まりと終わりには境界が生じやすい等である. 規則 S には, 音高・拍節・和声との関係から音の重要さを判定する規則等が含まれる. 例えば音価^{*3}の大きい音や強拍^{*4}上の音は重要である等である.

4. 音楽理論の会議記録分析への応用

本章では, 時間の進行とともに発生する議論イベント, 音イベントがともにゲシュタルトを生成する点に着目し, 音楽理論の分析規則をその議論イベント列の分節に適用し, 各発言の重要度を表現する木構造 (議論の TS 木) を得る方法について述べる. 楽曲を分析した結果が TS 木で表現され, 楽曲に含まれる各音の重要度が分かるように, 議論を分析した結果が木構造 (議論の TS 木) で表現され, 議論に含まれる各発言の重要度が分かると期待される.

4.1 議論中の重要な発言

重要な発言とは, 参加者の思考や意見に大きな影響を及

^{*1} GTTM における重要な音とは, 音高的に顕著な音, 拍節的に安定している音, 和声的に協和している音を指す.

^{*2} 筆者らは, 入力された楽曲をこのように自動的に「構文解析」するシステムを構築した [2]

^{*3} 楽譜上の音符に割り当てられた時間的長さ.

^{*4} 連続した拍の中で特に強調されている拍.

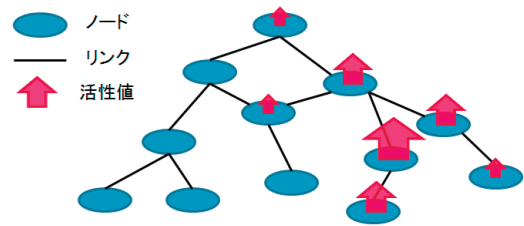


図 7 活性拡散の概念図

ぼしたり, 議論をより活発化したり, 上手にそれまでの議論をまとめたりするものである. 発言の重要さに影響を与える要素として考えられるのは, その発言の枝分かれ数の多寡 (その発言に続く継続発言の数), より長いスレッド上にあるか, 発言者の社会的地位, 声の大きさ, フォロー発言の累積数などである [7]. これらの要素をどのように定量化すべきか明らかではない. また上に挙げた要素以外にも影響を与えるものはあろう.

表 1, 図 4 の例では, 導入発言<77>が問題を提起し, 継続発言<81>がそれまでの議論を踏まえて総合的な回答をし, 会議参加者は納得したのでこの話題に関する議論を終了した. <78>は直前の発言に対する弱い反対であり, <79>は話題の展開をもたらした. 発言者 N は<80>, <81>と連続で発言しているが, 内容ごとに継続先を変更している. <81>の発言には賛成ボタンが最多の 3 回押されており, 発言時間も 3:46 と長く, 発言者の社会的地位も高い. よって最も重要な発言は<81>であり, その次は<77>と考えられる.

表 2, 図 5 の例では, 導入発言<36>に継続発言が 4 つ続いていること, <41>には賛成ボタンが 6 回押されていることから, それらの発言が重要であることが分かる. <44>は, 主張が明確で発言時間が長く, 発言者の社会的地位が高く, <41>のフォロー発言として重要である. 継続発言<37>~<40>はいずれも先行する<36>に対する回答であり, 発言時間も 1 分間前後とほぼ等しい. しかし<39>には<41>が継続しているという理由で, それらの中でも<39>の重要度が高い. <42>と<43>, <45>と<46>は各々小さい Q&A を構成している. <42>の質問は技術的に興味深い<43>により小さくまとまった.

4.2 活性拡散

活性拡散は, 図 7 のようなノードとリンクで表されるネットワークにおいて, ノードの活性値がリンクを通じて近接するノードへ拡散するモデルである. つまり, 活性値の高いノードとの距離が近いノードはそれらの活性値も高くなり, 逆に距離が遠いノードは活性値も低くなる. この手法を適用することで, ネットワーク内にある全ノードに対する各ノードの相対的な活性値を計算することができる.

具体的な計算手法は以下の通りである. まず, ネットワーク内に存在するノードの数を n としたとき, 各ノード間のリンクの有無を表わす行列 A を作成する.

$$A = \begin{pmatrix} a(1,1) & \cdots & a(1,n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a(n,1) & \cdots & a(n,n) \end{pmatrix} \quad (1)$$

ここで $a(i, j)$ の値は、ノード i とノード j の間にリンクが存在すれば 1, 存在しなければ 0 とする。このとき、行列 A を用いて活性拡散の重みに関する行列 W を作成する。行列 W は A のそれぞれの行の値をその行の非零要素数で割った $n \times n$ 行列である（これは活性拡散を収束させるためである）。次に、各ノードからネットワーク全体に拡散するコンスタントな活性値を表す行列 C を導入する（図 7 赤い矢印）。

$$C = \begin{pmatrix} c(1) \\ \vdots \\ c(n) \end{pmatrix} \quad (2)$$

ここで $c(i)$ の値はノード i に与えられる定数の外部入力値である。

そして漸化式 $X_0 = C, X_{t+1} = W \cdot X_t + C$ を解くことでステップ t ($= 0, 1, 2, \dots$) の時におけるネットワーク内の活性値

$$X_t = \begin{pmatrix} x(t,1) \\ \vdots \\ x(t,n) \end{pmatrix} \quad (3)$$

が求まる。ここで $x(t, i)$ はステップ t におけるノード i の活性値を表す。最後に $t \rightarrow \infty$ としてネットワーク内における各ノードの活性値を算出する。また、 $t \rightarrow \infty$ とした時、上記の漸化式は $X = W \cdot X + C$ のように表わせるので、 $X = (E - W)^{-1} \cdot C$ を得る（ただし E は単位行列を表わす）。

4.3 DM 木の活性拡散による重要発言の発見

記録された会議を効率的に閲覧するために、閲覧の目的に応じた重要性の高い発言を選別する仕組みをブラウザ上に実現した。具体的には、DM 木という議論構造と指示行為から得られたリンク情報から各発言をノードするネットワークを構成し、賛成/反対ボタン、マーキング等から各ノードに与える活性値を算出し、活性拡散アルゴリズム [1] を用いて全発言の重要度ランク付けとフィルタリングを行う。

例えば、発言 i の継続発言が j の場合、発言 i と発言 j の間にリンクを付与する。これを繰り返すことで導入で始まる議論セグメントごとに発言のネットワークが形成される。さらに各議論セグメントにおける導入発言をある仮想的なノードとリンクさせる。これより記録されたすべての議論セグメントが 1 つのネットワーク構造で表現される。そして、このネットワーク構造に対して活性拡散アルゴリ

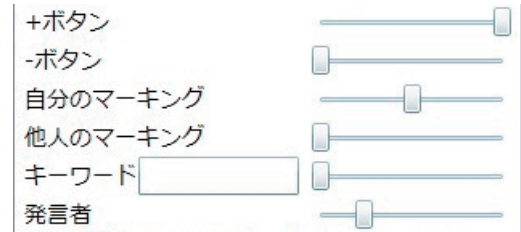


図 8 活性拡散のパラメータ入力インターフェース

ズムを実行し、各発言の相対的な活性値を求めることができる。各ノードに与える外部入力値として、会議時に取得した様々なメタデータを考慮した値を用いる。具体的なメタデータとしては、発言タイプ、賛成・反対のボタン情報、マーキング情報、発言者名、オブジェクトに含まれるキーワード、といったものがある。ただし、このうち、導入発言は議論セグメントを代表する発言であるため、他の継続発言より活性値が高くなるように設定してある。

閲覧者は図 8 に示す GUI を用いて各メタデータをどの程度重要視するか指示する（図中「+/-ボタン」は各々賛成/反対ボタンの意）。閲覧者は本インターフェースをインタラクティブに利用し、自身の閲覧目的に適合した発言集合を発見することができる。例えば、導入発言の重要度が高くなるようにすれば導入発言と同じ話題を持つ発言集合を、賛成ボタン情報の重要度を高くすれば多くの賛成を得られた発言集合を効率的に発見することができる。

実際に第 2 章の例 1, 例 2 において、賛成ボタンのパラメータを最大に評価した場合の各発言の活性値を算出し、以下にその大小関係を示す。表 1, 図 4 の例では $\langle 81 \rangle > \langle 77 \rangle > \langle 79 \rangle > \langle 78 \rangle > \langle 80 \rangle$ となり、表 2, 図 5 の例では $\langle 41 \rangle > \langle 36 \rangle > \langle 39 \rangle > \langle 44 \rangle > \langle 42 \rangle > \langle 37 \rangle = \langle 38 \rangle = \langle 40 \rangle > \langle 43 \rangle > \langle 45 \rangle > \langle 46 \rangle$ となった。ここで、 $\langle 37 \rangle$, $\langle 38 \rangle$, $\langle 40 \rangle$ は構造的な位置やその他の属性も同じであるため差がつかなかった。

4.4 TS 木による重要発言の発見

議論の TS 木とは、発言時間を各タイムスパンとするような TS 木で、重要な発言に関する階層構造を表現している。その議論の TS 木を DM 木の情報を元に作成する方法を考える。

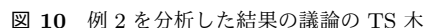
先に第 3 章で挙げたグルーピングのための規則からの類推により、DM 記録分析のための GTTM 風規則が幾つか考えられる。例えば、時間的に近く、継続の関係にある発言どうしはグループを作りやすい、明示的な参照や共通単語の多い発言どうしはグループを作りやすい、発言時間の長いものや継続発言が多いものは重要な場合が多い、さらにもし発言の内容の意味を考慮するなら、賛成の意見どうしはグループを作りやすく反対の意見とはグループを作りにくい、新しい派生的な問題を提起した発言は別グループになりやすい等である。これら GTTM 風規則の適用によ



ここで我々は仮想時間軸というものを導入し、重畳を許す複数の TS 木を提案する。仮想時間軸とは、DM 木の根である導入発言から各末端までの継続発言の連鎖のことである。例えば図 4 の DM 木には $\langle 77 \rangle \rightarrow \langle 78 \rangle \rightarrow \langle 81 \rangle$ と $\langle 77 \rangle \rightarrow \langle 79 \rangle \rightarrow \langle 89 \rangle$ の 2 つの仮想時間軸が存在する。図 5 の DM 木には、 $\langle 36 \rangle \rightarrow \langle 37 \rangle$ や $\langle 36 \rangle \rightarrow \langle 39 \rangle \rightarrow \langle 41 \rangle \rightarrow \langle 42 \rangle \rightarrow \langle 43 \rangle$ という仮想時間軸が含まれる。各仮想時間軸ごとに TS 木が作成され、それら重畳している TS 木は最終的に 1 つの TS 木に統合される。

図9のTS木から、各発言の重要度の順序は〈81〉 > 〈77〉 > 〈78〉 及び 〈81〉 > 〈80〉 > 〈77〉 > 〈79〉 であることが分か

*6 対位法やフーガなど複数の旋律が同時に進行する楽曲では分岐する旋律や並行な旋律が現れることがある。



以上の比較をまとめる．先の 4.1 節で述べた各発言の重要度を ground truth とするならば，活性拡散で得られた値も議論の TS 木もほぼ同程度の結果を与えている．ただし，活性拡散で得られた値は全順序であるのに対し，議論の TS 木の重要度は半順序である．活性拡散では重要度間に‘>’と‘=’の 2 種類の関係が見られたが，議論の TS 木では‘>’のみである．

本稿では、音楽理論 GTTM に基づいて議論の TS 木を提案し、その表現力を従来法と比較した。今後の課題には、

(1) 活性拡散のアルゴリズムから得られる重要度と GTTM 風規則で得られる重要度がどのように同じでどのように異なっているかを追求すること, (2) 重要度の表現法として, 活性拡散のアルゴリズムから得られる全順序がより適切なのか TS 木から得られる半順序がより適切なのかを追求することが含まれる。

DM システムで得られた会議コンテンツの再利用を促進するには, 会議内容閲覧ページにどんな情報がどのように表示されると良いのか, そのためには, 発言の重要度の他に何が分かればいいのかをさらに探求しなければならない。

再利用を促進するアプリケーションの 1 つとして, 我々は Q&A 型議事録というものを考えている。従来の議事録は, 会議の参加者・欠席者 (関係者) に同一のドキュメントを配布するものだが, 予備知識も人脈も異なる関係者にとって, その会議について本当に記録しておくべき・知るべき情報や知りたい情報は異なっているべきではないかということが問題意識である。Q&A 型議事録とは, 会議関係者がシステムに対して, 例えば以下のような質問を発することができる: 「この話はその後どうなったのか?」, 「これについてはどういう結論だったのか?」, 「私は何を知った上で次の会議に臨めばいいか?」, 「この結論に至った途中経過 (プロセス) を教えて欲しい」, 「この結論に至る前の他の選択肢を知りたい」。システムの返答を見て, より詳細に知りたい事柄があればさらに必要な質問を発することができる。また, システムは関係者の立場や会議での発言内容から, 応答内容を適応的に変化させることも考えられる。Q&A 型議事録は会議中でも起動することができる。現在進行中の会議内容をより深く理解したり, 今終了した会議の合意事項を参加者間で確認したりすることにも利用できるだろう。

Q&A 型議事録のように, 過去の会議コンテンツを柔軟に検索したり加工するためには, 議論の TS 木に含まれる様々な情報をユーザの意図通りに変換したり抽象化する必要がある, それにはユーザの直感に合った演算の発見が必須である。現在我々は, 楽曲の分析結果である TS 木に対して代数演算 (join, meet など) を適用する体系を提案している [6]。これは, 作曲や編曲等の応用を数式として表現する技術とも見なせる。議論の TS 木に対しても join, meet のような演算を適用して会議記録の多種多様な再利用を実現したいと思う。

謝辞 本研究の一部は科研費 (基盤研究 (C) 23500145) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Collins, A.M. and Loftus, E.F.: A Spreading Activation Theory of Semantic Processing. *Psychological Review*, vol.82, no.6, pp.407-428 (1975).
- [2] Hamanaka, M., Hirata, K. and Tojo, S.: Implementing

- “A Generative Theory of Tonal Music”, *Journal of New Music Research*, vol.35, no.4, pp.249-277 (2007).
- [3] Hamanaka, M., Hirata, K. and Tojo, S.: Melody Morphing Method Based on GTTM, *Proc. of ICMC 2008*, ICMA, pp.155-158.
- [4] Lerdahl, F. and Jackendoff, R.: *A Generative Theory of Tonal Music*, The MIT Press (1983).
- [5] Nagao, K., Kaji, K., Yamamoto, D. and Tomobe, H.: Discussion Mining: Annotation-Based Knowledge Discovery from Real World Activities, *Proc. of Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM 2004)*, pp.522-531 (2004).
- [6] Tojo, S. and Hirata, K.: Structural similarity based on time-span tree, *Proc. of 9th International Symposium on Computer Music Modeling and Retrieval (CMMR) 2012*, to appear.
- [7] 土田 貴裕: 議論内容の獲得と再利用に基づく知識活動支援システムに関する研究, 名古屋大学大学院情報科学研究科 学位論文 http://www.nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp/papers/tsuchida.doctor_thesis11.xml (2011).
- [8] 長尾研究室: ディスカッションマイニングプロジェクト, <http://dm.nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp/>