

政策代替案の検討を行う討議に関する統計的分析

難波 雄二¹・塚井 誠人²・森崎 孔太³

¹正会員 セントラルコンサルタント株式会社 大阪支社 (〒530-0043 大阪府大阪市北区天満橋1-8-30)
E-mail: ynamba@central-con.co.jp

²正会員 広島大学大学院准教授 工学研究院 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1)
E-mail: mtukai@hiroshima-u.ac.jp

³学生員 広島大学大学院 工学研究科 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1)
E-mail: m124753@hiroshima-u.ac.jp

本研究は政策代替案検討の討議において、討議参加者に与える情報量の違いが討議過程、討議評価に及ぼす影響、および結論に対する納得度を向上させる要因を明らかにすることを目的とする。討議実験、アンケート調査をもとに、発言録の定量的分析により討議の可視化、単語間の係り受け関係を踏まえた否定形、疑問形を含む精緻な意見抽出、さらに、意見の推移、発言者の推移について、対数オッズ比を用いた動的な討議過程の解析を行った。またアンケート調査の集計、決定木分析を行い、討議評価に及ぼす影響を分析した。その結果、情報量の違いによって抽出した意見が異なり、結論に対する納得度、議論の成熟度に差が生じた。また、結論に対する納得度と他の評価指標、発言の特異性との関係を明らかにした。

Key Words : discussion experiment, awareness survey, text mining

1. はじめに

公共交通整備に関わる計画策定では、行政、住民、専門家等の立場の異なる者同士が討議に参加した討議が行われる。しかし実際には、相互に承認可能な代替案を見出そうと努めても、利害が調整できない場合がある。すなわち討議の進行にあたる司会者は、結論への合意形成をめざしつつ、それが叶わないときは可能な限り討議過程に対する納得を得るような討議運営を行う。

本研究では、政策代替案検討の討議の場において、討議参加者に与える情報量の違いが討議過程、討議評価に及ぼす影響、および結論に対する納得度を向上させる要因を明らかにする。本研究の枠組みを図-1に示す。後述の設定で討議実験を行い、全発言を採録した発言録データベースを収集し、討議終了後に参加者にアンケート調査を実施する。発言録データベースにテキストマイニング手法を適用して発言者の意見を抽出し、その推移を定量的に表現する。得られた指標を用いて、意見推移、および、発言者推移を分析し、発言の特異性を算出する。さらに、アンケート調査の結果に基づいて、参加者に与える情報量の違いが参加者、司会者の評価、および、討議プロセスの評価に及ぼす影響を明らかにする。

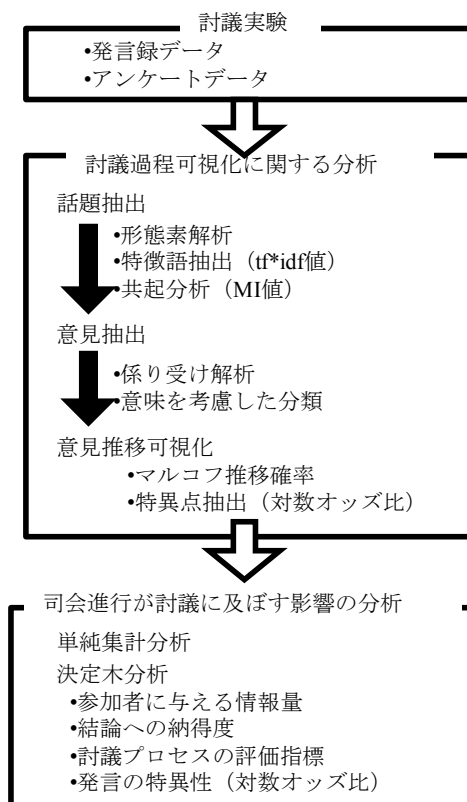


図-1 本研究の枠組み

2. 討議実験・調査の概要

政策代替案を決定する住民参加型委員会を想定して、討議実験を実施した。表-1に実験概要を示す。実験の容易性を考慮して、討議参加者として広島大学に在籍する学生12名を募集し、6名ずつの2グループとした。1グループの討議回数は3回である。討議テーマは「広島大学におけるカーシェアリング導入案の検討」であり、最終的に複数の代替案から1つの政策代替案を絞り込むタスクを課した。表-1に示す各回の議題それぞれについて、話し合いによって、グループの総意としての回答を求めた。ただし、話し合いで結論が得られないときは多数決を行った。

実験中の司会者の役割は両グループとも共通とした。すなわち、1)参加者に対して主張を促すこと、2)理解を

表-1 討議実験の概要

テーマ	広島大学におけるカーシェアリング導入案の検討
参加者	司会1, 学生6名 (1グループ) × 2グループ
討議進行	討議1回あたり1時間×3回 議題1: 広島大学にカーシェアリングを導入すべきか否か 議題2: 仮にカーシェアリングを導入する場合, A案とB案のどちらが適切か 議題3: A案からC案の検討
タスク	政策代替案決定
実験条件	グループ1: 代替案と詳細な情報を提示 グループ2: 代替案のみ提示
司会進行	グループ間で統一 (望ましい司会進行手引きに準拠)

表-2 アンケート調査質問項目の概要

評価内容	評価基準
全体評価	<ul style="list-style-type: none"> 結論への納得度 議論の成熟度 結論に対する理解度
プロセスの評価	<ul style="list-style-type: none"> 主張の正当性 主張の公共性 対立主張への尊重 討議の建設性 討議のかみ合いの程度 討議への関心 討議の雰囲気
司会進行の評価	<ul style="list-style-type: none"> 説明の分かりやすさ 主張の正当性の確保 発言の公共性の確保 発言の均等性の確保 司会者の討議への建設性
他者評価	<ul style="list-style-type: none"> 主張の正当性 主張の公共性 対立主張への尊重 討議の建設性 主張に対する納得度

促すため、各参加者の主張をまとめること、3)発言回数の少ない参加者や他の参加者から反論を受けた参加者に対して発言を促すこと、4)討議の場にはいない関係者に配慮するように発言を正すこと、および、5)特定的话题に固執しないように多様な話題を提示することである。

グループ間では、討議前に配布した資料の情報量に違いを持たせた。グループ1にはカーシェアリングが導入された場合を想定した利用例や代替案の設定根拠などの詳細情報を、またグループ2には導入案のみを示した。

表-2にアンケート調査の質問項目の概要を示す。

3. 発言録データの定量的分析手法

(1) 意見抽出手順

意見抽出手順は、図-1の中段に示す通りである。本手順の特徴は、名詞のみに留まらず、動詞、形容詞、形容動詞の独立語全体に着目している点である。

形態素解析では、文書中の各文を形態素に分解し、名詞、動詞、形容詞、形容動詞、地名、人名、組織名、その他の8種類に分類して、話題を構成するキーワードを抽出する。次に、抽出した名詞に、討議内容を表す討議の中での語の特徴度を定量化した指標を付与し、特徴語を抽出する。特徴度は、 $tf \cdot idf$ 値を用いて指標化する。

tf 値は単語 t_i が文書 D_j 中に出現する頻度である。その値は各文書の構成(発言数、単語の種類数)によって異なる。そこで、文書間で比較可能とするため、文書 D_j 中に出現する単語の種類数 k_j によって正規化する。正規化された tf 値を式(1)に示す。

$$tf_j^i = \frac{\log_2(freq(i, j) + 1)}{\log_2(k_j)} \quad (1)$$

ここで、 $freq(i, j)$ は文書 D_j 中の単語 t_i の出現頻度である。

idf 値は複数の実験回次を考慮した重み値である。 idf 値は特定の参加者だけが発言する単語の重みを増す働きをする。 idf 値を式(2)、 $tf \cdot idf$ 値を式(3)に、それぞれ示す。

$$\begin{cases} idf_j^i = \log_2 \frac{N}{Dfreq(i)} + 1, & Dfreq(i) \geq N_c \text{ のとき} \\ idf_j^i = 0, & Dfreq(i) \leq N_c \text{ のとき} \end{cases} \quad (2)$$

$$w_j^i = tf_j^i \times idf_j^i \quad (3)$$

ここで、 $Dfreq(i)$ は単語 t_i が一定回数 N_c 回以上発言する参加者数であり、 N は文書の総数、 w_j^i は $tf \cdot idf$ 値である。本研究では N_c を 5 回とした。

語の共起関係を MI 値¹⁾を用いて算出し、話題の抽出を行う。MI 値は、ある語の前後一定範囲内(スパン内)に出現する他の語の頻度をカウントした値である。ここでスパンは発言者が同一の一発言に含まれる文集合

とする。MI値は式(4)、(5)から得られる。

$$MI_{pq} = \log_2 \frac{M_{pq}}{E[M_q]} \quad (4)$$

$$E[M_q] = P_q \times \sum_{q \in K_q} n_{qk} = \frac{\text{freq}(i, j)}{k_j} \times \sum_{q \in K_q} n_{qk} \quad (5)$$

ここで、 i はキーワード、 p, q はそれぞれ共起語、および対になる語を表わし、 M_{pq} は語 p, q の共起回数である。 $E[M_q]$ はキーワード p と共起語 q の期待値、 P_q はキーワード i の出現頻度を総語数で除した値、 n_{qk} は共起語 q が出現する発言 k の語数、 K_q は共起語 q が出現する文集合である。共起回数が多い名詞の組み合わせを、話題と呼ぶ。

話題と述語にあたる用言との関係を明らかにするために、係り受け解析を行う。係り受け解析は、修飾、被修飾や並列関係にある文節の文法的構造を明らかにする処理である。この処理によって話題と用言グループを組み合わせて、意見を抽出する。なお用言グループは、意味の類似する用言の集合として定義する。最後に、話題と用言グループの組み合わせをまとめて、意見を定義する。一連の手順によって抽出した意見は、以下の通りである。表-3、4は、それぞれグループ1の第3回発言録とグループ2の第3回発言録から抽出した意見である。

表-3 グループ1の第3回発言録から抽出された意見

意見ID	意見	略称
3.1	B案の24時間とA案の6時間では、交通事故に影響がでると思う。	3.1 交通事故への影響
3.2	カーシェアリングで24時間以上の利用に料金を上げる	3.2 時間料金の変更
3.3	カーシェアリングによって、マイカーを持つ人が減る	3.3 マイカー低減効果
3.4	A案の料金体系、利用時間を変える	3.4 A案の施策の変更
3.5	利用目的は主に課外活動だと考える	3.5 カーシェアリングの利用目的
3.6	カーシェアリングでの車には、荷物運びと言う意味がある	3.6 カーシェアリングのメリット
3.7	利用目的、利用時間、料金体系を話し合うことで、意見をまとめていきたい。	3.7 議論の方向性
3.8	参加者に発言を促すための発言	3.8 司会者の介入
3.9	意見3.1~3.8に該当しない発言	3.9 その他

表-4 グループ2の第3回発言録から抽出された意見

意見ID	意見	略称
6.1	1回目や前回は視点に入れて、意見を聞いていきたい	6.1 前回の討議までの視点
6.2	環境問題という視点について、利用時間が6時間は良いと思う。	6.2 環境に配慮した利用時間
6.3	利用時間を制限するのが良い。	6.3 利用時間の制限
6.4	料金体系と利用時間について、今のままではできないと思う。	6.4 システムの問題
6.5	カーシェアリングのニーズはあると思う	6.5 カーシェアリングのニーズ
6.6	マイカーに比べて、カーシェアリングや公共交通は環境負荷低減効果がある	6.6 カーシェアリングの環境への影響
6.7	公共交通機関の改善に取り組むよりも、カーシェアリング導入に賛成だ	6.7 カーシェアリング導入に賛成
6.8	参加者に発言を促すための発言	6.8 司会者の介入
6.9	意見6.1~6.8に該当しない発言	6.9 その他

(2) 意見推移・発言者推移の分析

各発言に抽出した意見タグを付与する。ただし、1発言が複数の意見 O_k を含む場合、出現頻度はそれぞれ $1/O_k$ とした。各意見の出現頻度を用いて、意見、および発言者間の推移確率を式(6)に示す。マルコフ推移確率行列 P により算出する。

$$p_{st} = \Pr(X_n = t \mid X_{n-1} = s, s=1,2,\dots,S, t=1,2,\dots,S)$$

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1t} & \cdots & p_{1S} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{s1} & \cdots & p_{st} & \cdots & p_{sS} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{S1} & \cdots & p_{St} & \cdots & p_{SS} \end{bmatrix} \quad (6)$$

ここで、 s, t はそれぞれ先行意見、後続意見、 n は発言回次、 S は意見カテゴリ数を表す。

$$X_n = X_{n-1} P \quad (7)$$

さらに、式(7)において、 $n \rightarrow \infty$ とすると、

$$X^\infty = X_0 \prod_{n=1}^{\infty} P \quad (8)$$

となる。ここで、 X^∞ は定常状態である。定常状態では、

$$X^\infty = X^\infty P^\infty \quad (9)$$

が成り立つ。定常状態における意見 s への推移確率を、定常確率 p_s^∞ と定義する。さらに、発言者推移に関しても式(6)-(9)を用いた指標を算出する。これらの値は討議回次ごとに算出する。特に式(8)、(9)はその回次の討議状況全般の特性を表現する参照点として用いる。

(3) 意見推移・発言者推移の可視化

意見および発言者推移について、討議全体から見た特定回次の特異性を定量的に判定するための指標として、対数オッズ比 F_{st}^k を定義する。

F_{st}^k は回次 k においてみられた、意見 s, t 間の推移の起こりやすさを表す指標であり、式(10)から算出する。

$$F_{st}^k = \log_e \frac{X_s^k \times p_{st}^k}{X_s^\infty \times p_{st}^\infty} \quad (10)$$

以下の手順は意見および発言者に共通である。前者を例にとると、まず発言回次 k の前後近傍回の発言録データを用いて、 k 回次推移確率 p_{st}^k を算出する。近傍回内の意見 s の発言分布 X_s^k と p_{st}^k の積は、局所的な推移のしやすさを表しており、一方で定常分布における推移確率 p_{st}^∞ と意見 s の発言分布 X_s^∞ の積は、定常状態における推移のしやすさを表している。 F_{st}^k の値が大きければ、その回次 k 近傍では局所的に特異な推移が起こったことを表し、意見の流れが転換したことを表す。

p_{st}^k, X_s^k の算出に当たって本研究では、 $k-3$ 回から $k+1$ 回までの4発言移動区間を、局所と定義した。一方、 F_{st}^k の値が小さければ、意見の流れが継承したことを表す。同様の手順で、発言者対数オッズ比も算出する。

式(10)を用いて算出した各討議の意見対数オッズ比、および発言者対数オッズ比、意見対数オッズ比、発言者対数オッズ比の時系列変化、実際に発言された意見推移を視覚化した結果、発言者推移を視覚化した結果を、それぞれ図2-図4に示す。発言回次38, 87, 102, 103, 109, 110, 115, 119, 120において意見推移の特異点が、発言回次17, 64, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 122, 125, 126, 127において発言者推移の特異点が現れている。最も意見対数オッズ比が大きい発言回次109では、「3.4A案の施策の変更」、「3.5カーシェアリングの利用目的」、「3.7議論の方向性」から「3.1交通事故への影

響」、「3.2時間料金への影響」「3.3マイカー低減効果」「3.4 A案の施策の変更」「3.5カーシェアリングの利用目的」「3.7議論の方向性」「3.8司会者の介入」へと推移している。また、最も発言者対数オッズ比が大きい発言回次125, 126, 127では、参加者Cと参加者E間で意見交換されている。

以上より、対数オッズ比の値が高くなるのは、複数の意見を含む発言回次となった。また、司会者の介入回と特異点の出現回に明確な関係があるとは言えなかった。また、発言者対数オッズ比を用いて抽出した特異点に関しては、参加者間で意見交換が行われた場合、もしくは、

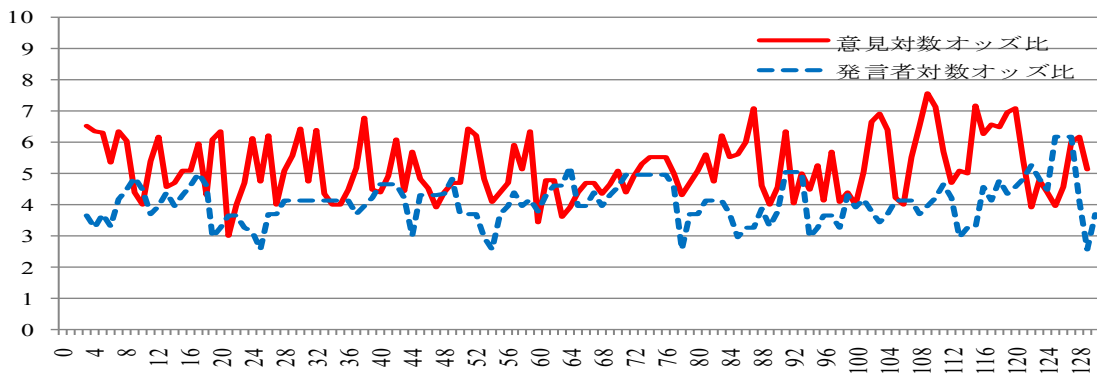


図2 グループ1第3回の意見対数オッズ比、発言者対数オッズ比の推移

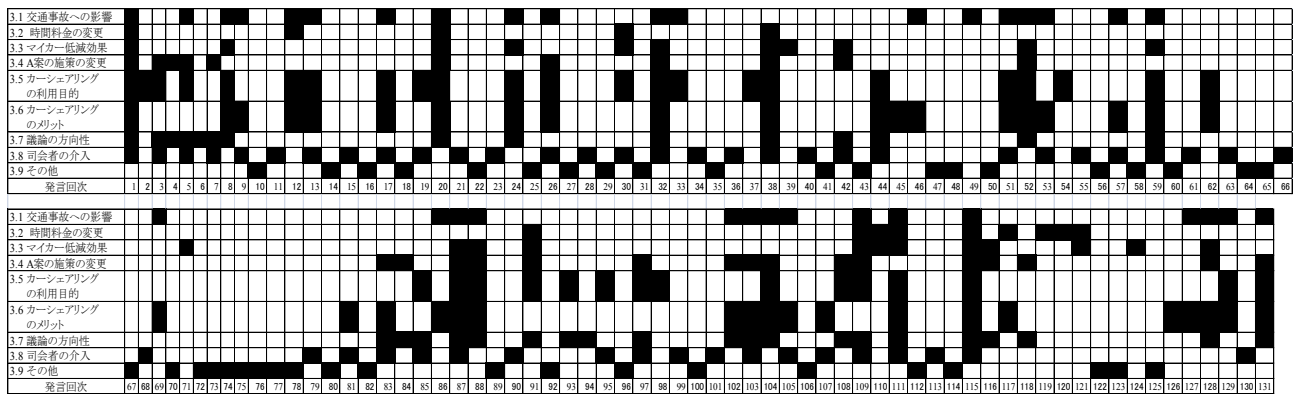


図3 グループ1/第3回の意見推移

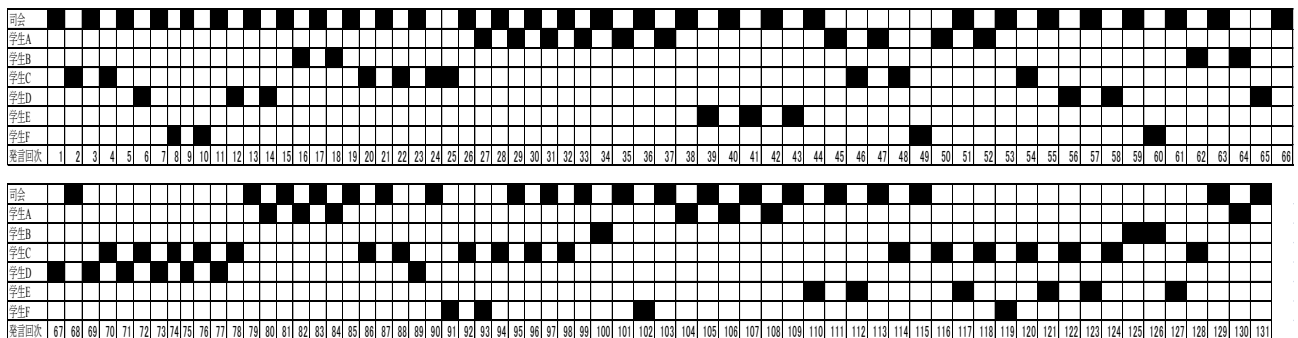


図4 グループ1/第3回の発言者推移

司会者と特定の参加者間で連続的に推移する場合が特異点として抽出されやすい傾向がみられた

表-5 決定木分析の目的変数, 説明変数

	項目
目的変数	<ul style="list-style-type: none"> ・結論への納得度 ・議論の成熟度 ・他者の主張への納得度
説明変数	<ul style="list-style-type: none"> ・実験条件 (情報量ダミー) ・発言録の定量的特性 (各参加者の発言の対数オッズ比から算出した, 偏差値の平均/司会者の発言頻度の割合/発言者の発言頻度の割合) ・参加者の全体評価 (結論に対する理解度/議論の成熟度) ・参加者の討議プロセス評価 (主張の正当性/主張の公共性/対立主張に対する尊重/討議の建設性) ・他の参加者への評価 (参加者の主張の正当性/参加者の主張の公共性/参加者の対立主張に対する尊重/参加者の討議への建設性) ・司会者への評価 (説明の分かりやすさ/主張の正当性の確保/主張の公共性の確保/司会者の討議への建設性/発言機会の均等性の確保)

4. 司会運営が討議過程, 討議評価に及ぼす影響

(1) 参加者の討議評価に関する集計分析

参加者に対して行ったアンケート調査のうち, グループが出した結論に対する納得度, 結論に対する理解度, 議論の成熟度を図-5に示す. 段階評価値は, 1が最も悪く, 5が最も良い状態を表す.

図-5より, 結論に対する納得度では, グループ1の第3回が最も高く, グループ2の第1回と第3回が最も低い. 結論に対する理解度では, グループ1の第3回が最も高く, グループ1の第1回とグループ2の第1回が最も低い. また議論の成熟度では, グループ1の第3回が最も高く, グループ2の第1回が最も低い.

以上より, 施策に関する情報を多く与えたグループ1の方が施策に関する情報を与えていないグループ2よりも, 結論に対して納得しやすく, 結論に対する理解度も高く, 議論が成熟しやすい傾向が見られた. また, 理解度に関しては, いずれのグループも第1回の討議が最も低く, 回を重ねるごとに上昇した. グループ1では議論が活発になり, 理解と納得が深まった状態でグループの結論が得られたと考えられる.

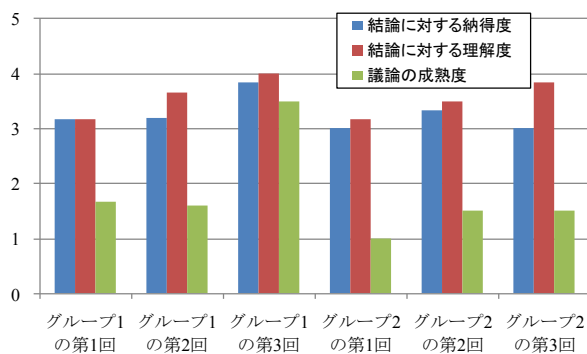


図-5 結論に対する納得度, 理解度, 議論の成熟度評価

(2) 発言の特徴が討議評価に及ぼす影響, および討議評価間の関係の分析

本節では, 討議参加者の結論に対する納得度や議論の成熟度, 他者評価に影響する要因を分析する.

決定木分析は目的変数を効率的にサブグループに分類する説明変数の組合せと閾値の設定, すなわち, 判別ルールを模索するデータマイニング手法である. 決定木分析の目的変数, 説明変数を表-5に示す. 本分析では, 各評価段階のサンプル数が少ないため, 結果が不安定となる傾向が見られたため, 4段階, 5段階の評

価は3段階のカテゴリに併合した. なお順序尺度は, 1が最も低く, 3が最も高い評価を表す. 決定木の分岐停止規則は, 親ノード3以上, 子ノード1以上, 最大分岐数5, 有意水準10%であり, いずれかが満たされなくなれば, 階層分岐が停止する. 目的変数を結論への納得度としたときの決定木分析の結果を図-6に示す.

ノード12, 13は発言の特異性が低く, 議論を十分に尽くしたと評価した参加者は結論への納得度が高いことを表している. すなわち司会者が参加者に対して, 1発言中に多くの話題に関して言及させないように制し, 議論を十分に尽くさせると結論への納得度が高まると考えられる. ノード11, 29, 39より, 議論の成熟度が低くても対立主張への尊重の評価が高く, 司会の討議の建設性的な評価が高い討議は結論への納得度が高い.

すなわち司会者は, 参加者の発言の公共性に注意し, 建設的な提案を行いうように討議を運営すると, 結論への納得度が高まる.

5. 結論

本研究では, 討議参加者に与える情報量の違いを条件とした討議実験から収集した討議録にテキストマイニング手法を適用して討議過程を視覚的に把握した. さらに決定木分析を適用して, 討議評価に及ぶ影響, および評価間の関係を分析した.

テキストマイニング手法では, tfidf値を用いて特徴語を抽出し, 主要な話題の違いを把握した. また名詞, 用言間の係り受け関係を把握して, 「肯定」「否定」

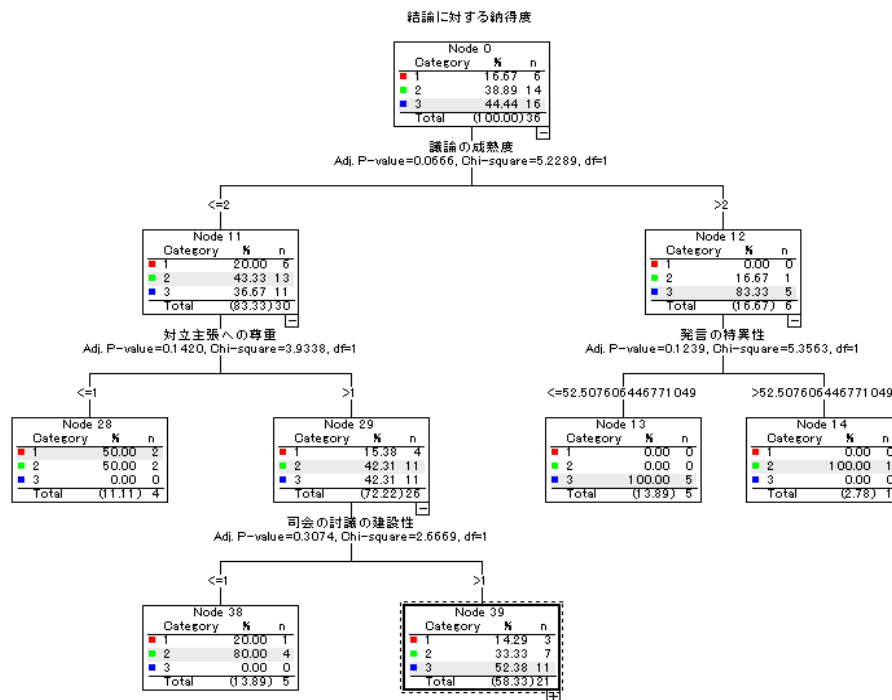


図-6 結論への納得度を目的変数とする決定木分析の結果

形、「疑問」形を踏まえた意見を抽出した。

参加者に対するアンケート調査の基礎集計分析の結果、情報量の多いグループは結論に対する納得度、議論の成熟度、結論に対する理解度が高いことが明らかとなった。決定木分析より、1発言中に様々な視点の意見を含む特異な発言が少ない方が結論に対する納得度が向上すること、対立主張に対して参加者が正当に発言すること、司会者が結論を導き出すように討議を促すことが結論に対する納得度が向上することが明らかとなった。また司会者は自らの発言を控え、参加者間のやり取りを促すことで議論の成熟度が向上し、対立主張を尊重し、関係者を考慮した発言を参加者に促すことで、相互に納得することが明らかとなった。

今後は、参加者に代替案の情報を与える時点を考慮

した討議過程、討議評価に及ぶ影響を分析する必要がある。またテキストマイニング手法に関しては、省略補完、照応解析を行う必要がある。さらに、司会者の介入を細かく分類し、司会者の介入が討議過程や討議評価に及ぶ影響を把握する必要がある。

参考文献

- 1) 石田基広：Rによるテキストマイニング入門，森喜多出版，2008.
- 2) 奥村学：自然言語処理の基礎，コロナ社，2010.

(2012.5.1 受付)

Statistical Analysis of the Stenographic Records in Policy Alternatives Discussions

Yuji NAMBA, Makoto TSUKAI and Kota MORISAKI

In order to propose a feasible and acceptable policy alternative, a task-oriented committee made up of stakeholders and inhabitants are organized with consideration of public benefit. However, they do not always make a fair or well-cultivated discussion due to their staggered interests on the policy. This study purposes a statistical analysis procedure in order to clarify the factors that influences the participant's evaluation of the discussion process. At first, we took a discussion experiment, and questionnaire survey about the participant's evaluation. Based on a text mining for the stenographic records, discussion process are quantified. By applying the decision tree analysis, the relationships to the discussion evaluation from the policy alternative information, and the singularity of utterances are clarified.