



可視化情報学会における会員満足度の因果関係分析

尾上 洋介¹⁾, 久木元 伸如²⁾, 小山田 耕二³⁾

Causal Relationship Analysis of Member Satisfaction in the Visualization Society of Japan

Yosuke ONOUE, Nobuyuki KUKIMOTO and Koji KOYAMADA

ABSTRACT

In this study, we developed a causal relationship model of member satisfaction of the Visualization Society of Japan using structural equation modeling from results of member questionnaire. Acceptable causal relationship is developed by using the evaluation grid method and the graphical chain modeling. From the model, it is revealed that English research journal, reputation of the society, and grasping advanced research trend are important factors of member satisfaction. Moreover, from the difference between the evaluation structure of the ideal society and the model of the Visualization Society of Japan, structural defect that closeness of a research field is not affected to beneficial discussion is revealed. From the analysis, we conclude that activating beneficial discussion and increasing paper submission of English journal are key factors to improve member satisfaction.

Keywords: Causal relationship analysis, Structural equation modeling, Graphical modeling, Evaluation grid method

1. はじめに

数々の学会において、会員数の減少や収益の減少、またそれらにともなう学会運営継続の難化が問題になっている。このような現状においてこれからの学会は、運営体制の効率化によるコストダウンだけでなく、学会の魅力向上に取り組んでいかなければならない。

実際に、学会の魅力向上を目的として様々な取組が行われている。電子情報通信学会では、企業会員数の減少について取り上げ、非会員にとっての魅力を向上することで、学会活動を活性化し、会員としても魅力を感じてもらうことで会員増強に臨むことを掲げている¹⁾。日本オペレーションズ・リサーチ学会では、1990年代以降低迷していた会員数を改善するために、モチベーション教育研究の充実による新規層へのアプローチと、新規研究領域における共同研究の促進を目的としてそれぞれ新たに研究部会を設立している²⁾。

学会の魅力に関して分析的な観点から、Walthamは2005年から2006年にかけて会員数を大きく増やした American

Physical Society 及び New York Society of Sciences を取り上げ、会員が学会に何を望んでいるかを研究した³⁾。また、西村は、社団法人における会員数の増減と管理者要素との関係を実証的に検討した⁴⁾。

学会の現状について、会員にアンケートを行い、その結果を学会誌や論文誌などで公開している事例も見られる。日本キャリア教育学会では、学会が今後どのような役割を担い、どのような方向に向けて発展していくべきか等の課題を検討するために会員に対してアンケート調査を行った⁵⁾。日本福祉のまちづくり学会では、アンケートによる会員の意識調査を行い、学会活動によるこれまでの成果や現状の課題、今後の要望や課題について明らかにした⁶⁾。日本インターシップ学会では、研究目的と実践目的という異なる立場の会員から構成されている背景に対して、会員アンケートによって両者の意識の違いを明らかにした上で、研究と実践の融合が今後の課題であると論じている⁷⁾。

しかしながら、前述のようなアンケート調査のほとんどは記述統計による結果の要約とそれに基づいた考察のみに留まっており、統計データに基づいた推論などといった科学的な方法論による解決策の提示などには至っていない。昨今の学会を取り巻く厳しい運営事情を鑑みると、学会の運営自体を科学の対象とし、科学的根拠に基づいた意思決定を行うことが必要となってきたといえる。すなわち、科学的な

* 原稿受付 2014 年 8 月 25 日

1) 正会員 京都大学 工学研究科 (〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町, E-mail: onoue@viz.media.kyoto-u.ac.jp)

2) 正会員 京都大学 学際融合教育研究推進センター

3) 正会員 京都大学 国際高等教育院

方法を使って学会の現状を可視化し, 将来の学会のあり方を検討するべき時代になっている。

会員が学会を離れる要因としては, 何らかの原因で現状の学会に満足できなくなった, すなわち, 満足度の減少が考えられる。満足度の減少は, 何らかの原因による結果として引き起こされており, 現状の認識及び解決策の検討のためには, どのような要因が満足度の減少を引き起こしているかという因果関係について考える必要がある。因果関係を分析する上で有効な統計分析手法としては構造方程式モデリングがある⁸⁾。構造方程式モデリングは, 社会科学分野において広く活用されてきた。組織の振る舞いを科学的に分析する学問分野である組織科学においても長年活用されている⁹⁾。

本研究では, 可視化情報学会の会員アンケート結果から, 会員の満足度に関する因果関係モデルを構築することで, 満足度の向上に必要な要因についての分析を行う。本研究では, 小島らの一連の研究^{10), 11), 12)}によって提案された手法をベースとして探索的に因果関係モデルの構築を行う。小島らの手法は, 評価グリッド法, 評定調査, グラフィカル連鎖モデリング, 構造方程式モデリングの一連の流れによって因果関係モデルを構築する。評価グリッド法はアンケート調査における予備調査や因果関係の仮説構築に有効な定性調査手法である^{13), 14)}。評価グリッド法と因果関係分析の相性の良さは湯本¹⁵⁾や本村ら¹⁶⁾によっても示唆されている。構築された因果関係モデルを適合度指標に基づいて検証し, モデルの妥当性を確認した上で学会の満足度に関する現状の分析及び, 改善策の言及を行う。そして, 分析を通じて, 本研究で用いる手法が学会の現状の可視化及び改善策の検討を行う上で有効であることを示す。

本論文の以降の構成について述べる。2章では, 評価グリッド法を用いたアンケートの設計方法及び実施したアンケートの詳細について述べる。3章では, アンケート結果をもとに, グラフィカル連鎖モデリングを用いた因果関係モデルの構築と構造方程式モデリングによる分析を行う。4章では, 因果関係分析の結果をもとに, 会員の満足度に関する現状及び学会が将来取るべき方策について議論を行い, 5章でまとめを行う。

2. アンケート調査

2.1 予備調査

アンケートの質問項目を検討するにあたって評価グリッド法による予備調査を実施した。調査対象者がどのような価値観を持っているか事前に仮説を持って調査を行うことは重要であるが, 一方で, そのような価値観の全体像を調査者自身が完全に把握することは困難である。社会調査などの分野では, 調査対象者の内の少数に対してインタビューなどによる予備調査を行うことが有効とされている¹⁷⁾。質問項目に漏れがあった場合には有効な分析ができないだけでなく, そこから得られた結論の信憑性が薄くなる。予備調査によ

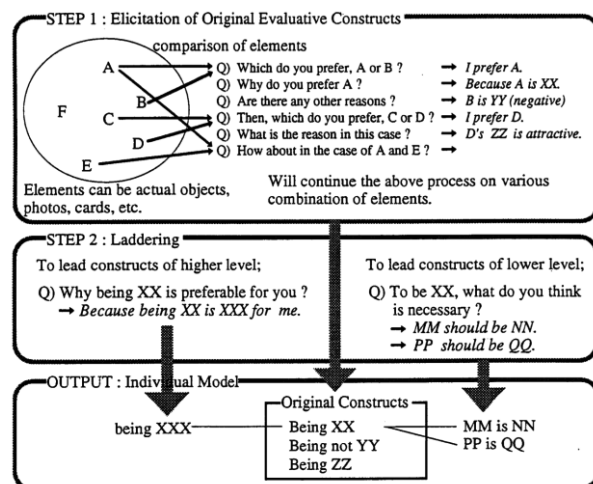


Fig. 1 Procedure of the evaluation grid method (reprinted from Sanui1996¹⁴⁾).

て, あらかじめ調査対象者の価値観の全体像を把握しておくことはアンケート調査において重要である。評価グリッド法は, アンケートにおける予備調査の手法としても有効である¹⁸⁾。

評価グリッド法は, 半構造化インタビューを用いた定性評価手法である。半構造化インタビューとは, 質問の流れがある程度決まっているインタビューで, 一般的な自由形式の非構造化インタビューと, 質問の流れが完全に固定された構造化インタビューとの中間にあたる。評価グリッド法は環境心理学の分野で讃井によって開発され, その後マーケティング, 感性工学と適用分野を広げてきた。評価グリッド法は, デプスインタビューとしての側面も持っており, 回答者が自覚していない深層心理を引き出すことができる。

評価グリッド法によって引き出された価値判断のネットワークを評価構造と呼ぶ。価値判断のネットワークとは, すなわち, 人が対象物を評価する時に, どのような価値観を重視しているか, ある要因が満たされたときどのような価値観が満たされるか, ある価値観を満たすためにはどのような要因が必要であるかといった価値判断の接続関係である。評価グリッド法のインタビューは基本的には 1 人ずつで行い, 個人毎の評価構造図を作成する。その後, 回答者全体の評価構造を把握するために, 個人毎の評価構造を統合し全体評価構造を作成する。また, 評価構造中の価値判断の単位のことを評価項目と呼ぶ。評価グリッド法は, 調査対象者の価値判断の全体像を把握する上で有効である。

評価グリッド法のインタビューの手順は, オリジナル評価項目の抽出とラダーリングの繰り返しである(Fig. 1)。オリジナル評価項目とは, インタビューの起点となる評価項目であり, ラダーリングとは, オリジナル評価項目からより抽象的な評価項目とより具体的な評価項目を引き出すための手順である。インタビューにあたって, いくつかの調査対象物を刺激要素として準備しておく。快適なオフィスに関する調査であれば, いくつかのオフィスの写真を用意するとい

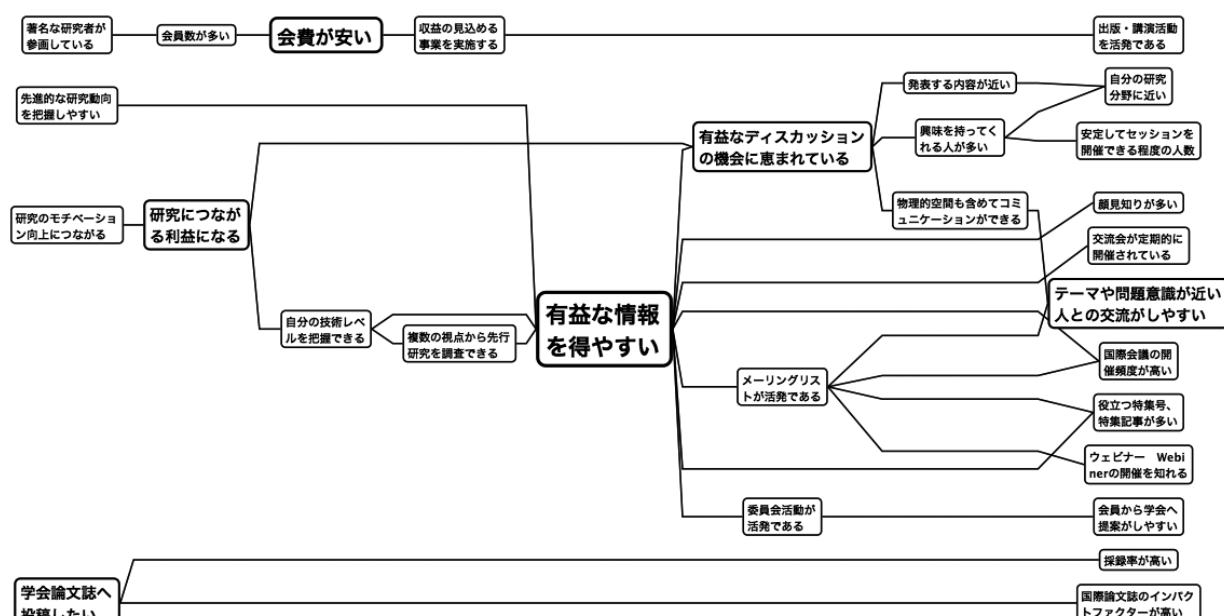


Fig. 2 Network diagram of the overall evaluation structure of society.

た方法が取られる。オリジナル評価項目の抽出では、刺激要素の中から 2 つを回答者に提示し、どちらの方が好ましいか尋ねる。そして、何故それを好ましいと思ったのか理由を尋ね、回答された理由をオリジナル評価項目として記録する。理由が複数ある場合は、それらを全て記録する。刺激要素の数が多い場合には、インタビューの時間が長引き回答者の負担になる場合があるので、刺激要素をグループ化することで時間短縮を行う場合がある。ラダーリングでは、オリジナル評価項目からより抽象的な上位概念を引き出すラダーアップと、より具体的な下位概念を引き出すラダーダウンを行う。ラダーアップでは、オリジナル評価項目として挙げられた理由「〇〇」について、「〇〇だと何故良いのですか」と尋ね、回答された理由を上位項目として記録する。さらに、回答された上位項目についてラダーアップを行い、それ以上の上位項目が引き出せなくなるまで続ける。ラダーダウンでは、オリジナル評価項目としてあげられた理由「〇〇」について、「具体的にどういうところが〇〇なのですか」と尋ね、回答された理由を下位項目として記録する。ラダーアップと同様に、引き出された項目についてさらにラダーダウンを行い、それ以上の下位項目が引き出せなくなるまで続ける。途中で理由が複数挙げられた場合は、上位項目または下位項目を枝分かれさせつつ上述の手順を繰り返す。刺激要素の全てのペアに対してオリジナル評価項目の抽出とラダーリングを行えばインタビューを終了とする。

可視化情報学会の会員 7 名に対して評価グリッド法を用いたインタビューを実施し、望ましい学会のあり方を明らかにした。刺激要素として、国内小規模、国内中規模、国内大規模、海外大規模というレベルを念頭に置き 4 つの学会を例示した。Fig. 2 は、評価グリッド法により得られた全体評価構造である。左側が上位項目、右側が下位項目であり、評価項目間の関係を表している。評価構造を、上位項目から下

位項目への有向グラフとして考え、階層グラフレイアウト¹⁹⁾を用いて描画を行った。評価項目の大きさは、その評価項目を回答した人数を表している。

評価構造は、下位項目から上位項目へと順接語でつないで読むことができる。例えば、「テーマや問題意識が近い人との交流がしやすい」と「有益なディスカッションの機会に恵まれている」ので「有益な情報が得られる」。「有益な情報が得られる」と「自分の技術レベルを把握できる」ので「研究のモチベーション向上につながる」といったことが読み取れる。

得られた全体評価構造は 3 つの連結成分から構成されている。第一の連結成分は「有益な情報を得られる」ことを中心として、情報が得やすいとどのようなメリットがあるのか、情報が得やすいためには具体的にどういったことが必要とされているかが階層化されている。「有益な情報を得られる」は 7 名中 4 名から挙げられた最も回答者数の多い評価項目であった。回答者は、本調査の対象である会員の代表であるため、「有益な情報を得られる」ことを重要と考えている会員は多いと推察できる。第二の連結成分は「会費が安い」を中心としたものである。会費が安いことは、会員数の増加や著名な研究者の参画につながるといった意見が得られている。第三の連結成分は、学会論文誌に関するものである。採録率とインパクトファクターが学会論文誌の魅力として挙げられている。

2.2 本調査

評価グリッド法によって明らかにされた学会についての全体評価構造からアンケートに使用する質問項目の検討を行った。全体評価構造に含まれた 29 の評価項目の中から、会員への質問として妥当な 18 項目を満足度に結びつく要因として選び出した。そして、評価構造中には現れなかったが、学会の満足度を考える上で重要であると考えられる項目を

著者らで検討の上, 3 項目追加し 21 項目とした。満足度に関しては, 記名式アンケートを行うため, 満足度を直接聞いた場合に正確な回答が得られない可能性がある。そのため, 満足度は知人に学会の会員になることを勧めるかという質問項目で代理した。さらに, 学会への参加動機に関する 7 項目, 学会から感じるメリットに関する 7 項目, 今後の学会に望むことに関する 10 項目を加えた合計 46 項目を質問項目とした。

質問項目は全て, 「全くそうではない」「あまりそうとは言えない」「おそらくそうである」「全くその通り」の 4 段階のリッカート尺度である。

会員に対して記名式のオンラインアンケートを行った結果 67 件の有効回答が得られた。所属の内訳は, 大学 39 件, 高専 4 件, 企業 16 件, 研究所 7 件, その他 1 件であった。回答の受付期間は 2014 年 5 月中旬から 7 月中旬までの約 2 ヶ月である。

3. 因果関係モデルの構築

本章では, アンケート結果を用いて, 会員の満足度に関する因果関係の分析をグラフィカル連鎖モデリングと構造方程式モデリングによって行う。ここでは, 何らかの現象を説明する変数間の因果関係及び相関関係の強さを定量的に記述したものを因果関係モデルと呼ぶ。因果関係モデル構築の手順の概要を Fig. 3 に示す。アンケート結果からは数多くの因果関係モデルを構築することができるが, 複雑なモデルは解釈を困難にするため, 会員の満足という現象を説明する必要最小限のモデルを構築する必要がある。そのため, はじめに, グラフィカル連鎖モデリングを用いて影響力の弱い変数間の関係の除去を行う。ここで得られた変数間の関係をパスモデルと呼ぶ。次に, 必要最小限の変数間の関係が残ったパスモデルに対して, 構造方程式モデリングを用いて変数間の関係の強弱を定量的に分析し, 因果関係モデルを構築する。3.1 と 3.2 ではそれぞれ, グラフィカル連鎖モデリングと構造方程式モデリングの詳細について述べ, 3.3 でそれらを用いた分析の結果について述べる。

3.1 グラフィカル連鎖モデリング

構造方程式モデリングでは変数間の関係を, 因果関係と相関関係の 2 種類で表す。因果関係を原因変数から結果変数への一方向のパスとして, 相関関係を変数間の双方向のパスとしてグラフで表現したパスモデルを構築する。構造方

式モデリングでは, そのパスモデルに適合するようなパス係数行列と共分散行列をデータから推定する。

本研究では, パスモデルの構築にグラフィカル連鎖モデリングを使用する。構造方程式モデリングにおいては, 議論を尽くし, 仮説を網羅した上でパスモデルを構築し, 分析を行うことが理想的ではある。一方で, そのような検証型のアプローチでは調査者が議論を尽くした上でも想定し得なかった仮説については検証することができない。そのため, グラフィカルモデリングを用いて探索的にパスモデルを構築していくアプローチが提案されている²⁰⁾。特に, 変数を階層化し, 原因系から結果系へと順番にグラフィカルモデリングを適用してパスモデルの構築を行うアプローチはグラフィカル連鎖モデリングと呼ばれている²¹⁾。

はじめに, グラフィカルモデリングの手順について述べる。グラフィカルモデリングでは, 偏相関係数の値をもとにパスの切断または追加を行っていく。 i 番目の項目 j と番目の項目の間の偏相関係数 r_{ij} は以下のように表される。

$$r_{ij} = -\frac{r^{ij}}{\sqrt{r^{ii}r^{jj}}} \quad (1)$$

r^{ij} は, 相関係数行列の逆行列 C^{-1} の ij 成分である。ある 2 変数の間の偏相関係数は, 他の変数を与えたときの条件付き分布での相関係数を表している。 $r_{ij} = 0$ は変数 x_i と x_j が, 他の変数を与えたときに独立であること, すなわち条件付き独立を表している。パスの切断とは, 偏相関係数の絶対値が低い偏相関係数を 0 とすることで, 変数間の条件付き独立を仮定することである。グラフィカルモデリングにおけるモデルの適合度は逸脱度によって評価される。逸脱度は, パスを切断し, いくつかの要素を 0 と置いた偏相関係数行列から, それに適合する相関係数行列を推定し計算される。また, パスを 1 本切断した後のモデルと切断前のモデルの逸脱度の差は, 漸近的に自由度 1 の χ^2 分布に従うため, モデルの有意差を検定することができる²⁰⁾。

グラフィカルモデリングでは, パスを切断するか追加するか, どのパスを選択するか, 採用可能な適合度の基準は何かなどによって様々な手順が考えられる。ここでは, 宮川²⁰⁾の方法に従い, 変数間の全てのパスが存在するフルモデルから開始し, 偏相関係数の絶対値が低いパスから順に 1 本ずつ切断を行い, 切断後のモデルの逸脱度をもとに p 値を求め, p 値が 0.5 以下になるまでパスの切断を繰り返すという手順を採用する。

次にグラフィカル連鎖モデリングの手順について述べる。上記のグラフィカルモデリングでは, 変数間の相関関係を示した無向独立グラフが得られるだけで, 因果関係に関する情報は得られない。グラフィカル連鎖モデリングでは, 分析者が変数間の因果関係に関する知識をモデルに与えることで, グラフィカルモデリング上で因果関係を扱う。グラフィカル連鎖モデリングでは, はじめに, 以下に例示するような変数間の因果関係に関する知識に基づいて変数を因果関係の階

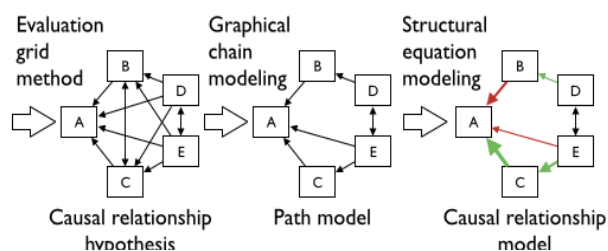


Fig. 3 Procedure of causal relationship analysis.

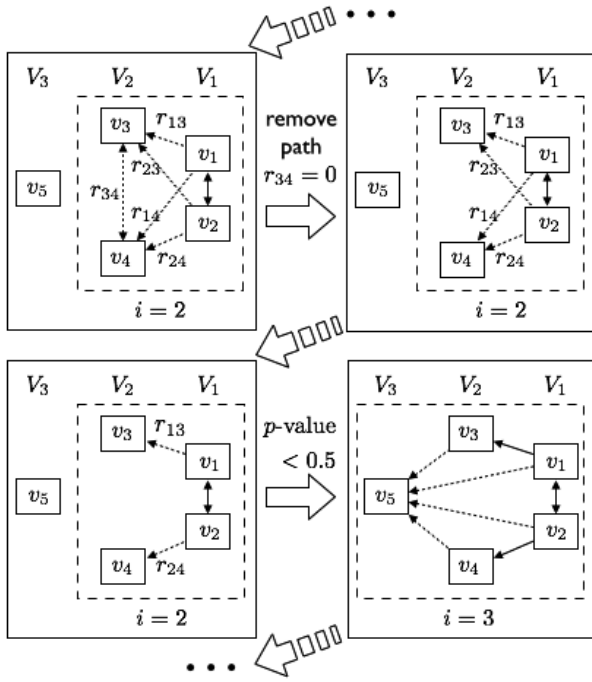


Fig. 4 Procedure of graphical chain modeling.

層にグループ化する。変数間に時間的な前後関係がある場合や、通説的に因果関係が知られているものを階層的に分離することができる。評価構造における上位項目と下位項目の関係も直接的に変数間の因果関係として採用することができる。変数の集合 V が m 個の階層 V_1, V_2, \dots, V_m に分割されたとき、グラフィカル連鎖モデリングの手順は以下のとおりである。

- 1) 現在の階層の添字 i を1とする。
- 2) $\bigcup_{j=1}^i V_j$ に含まれる変数でグラフィカルモデリングを行い、連鎖独立グラフを作成する。ただし、パスの切断は一方に V_i に含まれる変数を持ったもののみとし、 $\bigcup_{j=1}^{i-1} V_j$ 中の変数間のパスは全て接続状態とする。得られた連鎖独立グラフについて、 V_i 中の変数間のパスを無向パスとして、 V_i 中の変数と $\bigcup_{j=1}^{i-1} V_j$ 中の変数の間のパスを有向グラフとして出力する。

- 3) $i < m$ ならば、 $i = i + 1$ とし2へ戻る。

以上の手順を Fig. 4 に例示する。図中の左上は $i = 2$ となった最初の状態であり、そこから v_3 と v_4 の間のパスを切断し右上の状態にしている。パスの切断を繰り返し、左下の状態になった時に p 値が 0.5 以下になったとすると、ここまでのパスを確定し、右下の $i = 3$ の状態に進む。そして、同様の手順を $i = 3$ でも繰り返す。

3.2 構造方程式モデリング

グラフィカル連鎖モデリングによって構築されたパスモデルに対して、構造方程式モデリングを用いた因果関係分析を行う。構造方程式モデリングでは、構成変数ベクトル x と外生変数ベクトル e 及びパス係数行列 A を用いて、変数間の関係を式(2)のような構造方程式として表す。

$$x = Ax + e \quad (2)$$

Table 1 Structural variables of causal relationship model

Label	Variable
A	イベントへの無料参加
B	学会誌
C	和文論文誌
D	英文論文誌
E	各種調査結果, 各種情報等の入手
F	学会の知名度・ブランド
G	自分の研究分野に近い
H	テーマや問題意識が近い人との交流がしやすい
I	国際論文誌のインパクトファクターが高いと感じる
J	有益なディスカッションの機会に恵まれている
K	役立つ特集号, 特集記事が多い
L	有益な情報を得やすい
M	自分の技術レベルを把握できる
N	先進的な研究動向を把握しやすい
O	研究のモチベーション向上につながる
P	学会論文誌へ投稿したい
Q	友人・後輩に個人会員になることを勧める

Table2 Layers of structural variables.

Layer	Variables
V_1	A, B, C, D, E, F
V_2	G, H, I
V_3	J, K
V_4	L
V_5	M
V_6	N, O
V_7	P
V_8	Q

さらに、ここから導かれる共分散構造は式(3)の通りである。

$$\Sigma \approx S = T \Sigma_e T^t \quad (3)$$

ここで、 S は標本共分散行列、 Σ は母共分散行列、 Σ_e は外生変数の共分散行列、 $T = (I - A)^{-1}$ である。 T は後述する、総合効

果行列と一致する。上記の共分散構造に対して、最尤法を用いてパス係数行列 A と外生変数の相間行列 Σ_e の推定を行う。最尤法の目的関数は式(4)の通りである。

$$f = \log|\Sigma| + \text{tr}(\Sigma S) - \log|S| - n \quad (4)$$

ここで、 n は変数の個数である。本研究では、最尤法の解法として、統計分析用プログラミング言語の R 向けに開発されたパッケージを使用した。

最尤法で推定されたパス係数の解釈を行う際、パスで接続された変数間の直接効果と他の変数で媒介された間接効果及びそれらを足し合わせた総合効果を分析する。パス係数行列 A は直接効果を表す。ここで、 A^{i+1} は、他の変数を i 回経

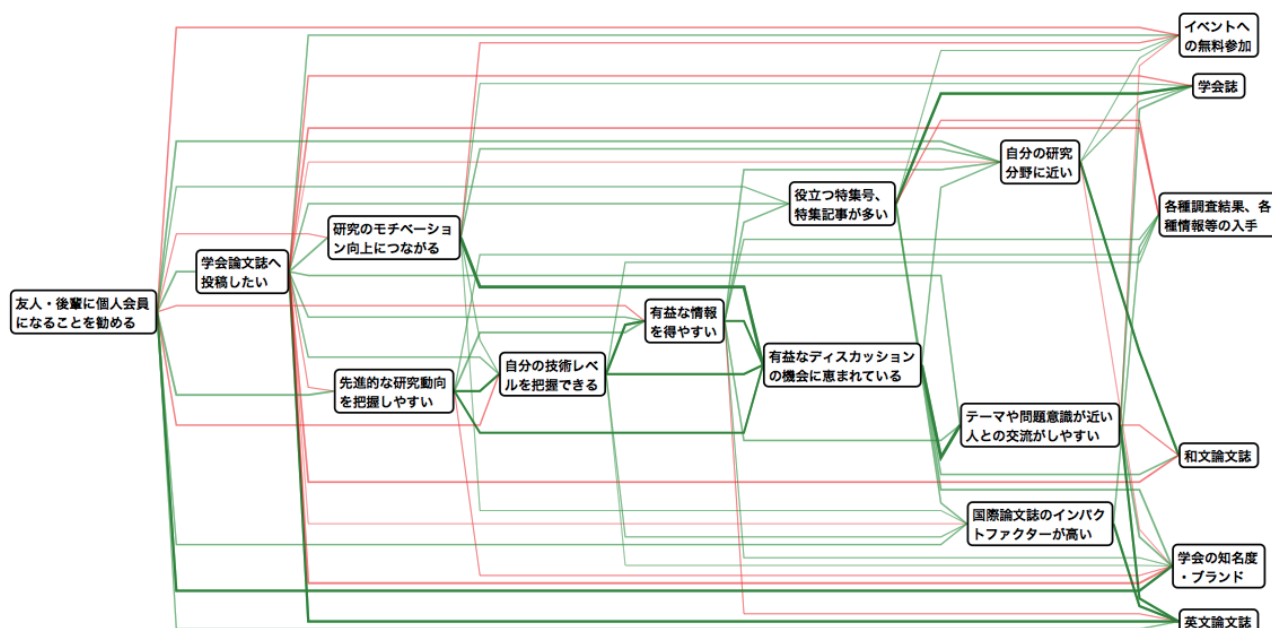


Fig. 5 Causal relationship model of member satisfaction.

由した間接効果を表しているため総合効果は、式(5)で書き表され、式(3)中の T と一致する。

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=0}^n A^i = (I - A)^{-1} \quad (5)$$

直接効果行列 A の要素 a_{ij} 及び総合効果行列 T の要素 t_{ij} は、変数 x_j が一単位増加したときの変数 x_i の変化量を表している。直接効果と総合効果を分析することで、ある変数を改善したときに起きる効果や、ある変数を改善するために必要な要因について調べることができる。

3.3 分析結果

会員アンケートの結果を用いてグラフィカル連鎖モデリングを行うために、46個の質問項目の中から因果関係モデルに組み込む変数の抽出を行った。会員アンケートは可視化情報学会内に対して行ったことであり、学会環境の違いによる満足度の影響を調べることはできない。そのため、因果関係モデルとしては、会員の意識がどのように学会の満足度に影響を与えるか明らかにすることを目的とし、学会の状態や将来に望むことに関する質問項目は除外した。以上の検討の結果、16個の変数を因果関係モデルに組み込むことにした。抽出された変数はTable 1の通りである。これら変数は表層的項目とベネフィット項目、満足度項目の3グループに分類される。表層的項目は、会員が直接的、表層的に恩恵を受けていると感じている項目であり、学会から感じるメリットに関する質問項目の中から6項目を選出した。また、ベネフィット項目は、表層的なメリットから満たされる便益に関する項目であり、評価構造中から9項目を選出した。

次に、評価構造に基づいて16個の変数の階層化を行う。最初の原因系変数として表層的項目を、最後の原因系変数として満足度項目を置き、その間のベネフィット項目を評価構造に基づいて階層化した。全ての構成変数の階層関係を

Table 3 Fitness indices of the model

χ^2/df	0.824
RMSEA	0.000
SRMR	0.054
GFI	0.940
AGFI	0.814
CFI	1.000
NFI	0.944

Table 2 に示す。

グラフィカル連鎖モデリングで得たパスモデルから構造方程式モデリングによって因果関係モデルを得た。適合度の検証には、 χ^2 値、RMSEA、SRMR、GFI、AGFI、CFI、NFIの7指標を用いた。得られた因果関係モデルの適合度指標を表3に表す。 χ^2/df は0に近いほど良い²²⁾。SRMR及びRMSEA²³⁾は0.05以下が良いとされる。GFI²⁴⁾、AGFI²⁵⁾、CFI²⁶⁾、NFI²⁴⁾は、一般的に0.9以上が望ましいとされる。構築した因果関係モデルは、RMSEA、SRMR、GFI、CFI、NFIにおいて高い水準の適合度であった。 χ^2 値とAGFIでは、やや適合度が落ちたものの十分に採択可能な範囲である。7つの指標全てにおいて十分に高い適合度であったため、構築した因果関係モデルは妥当なモデルであるといえる。

Fig. 5は構造方程式モデリングによって得られた因果関係モデルである。変数間の因果関係パスのみを表示するために、評価構造の描画と同様の階層グラフレイアウトを適用した。左側が結果系変数、右側が原因系変数である。緑のパスはパス係数が正であること、赤のパスはパス係数が負であることを表している。また、パスの太さはパス係数の絶対値の大きさを表している。

Fig. 6, Fig. 7はそれぞれ直接効果行列と総合効果行列を表している。 i 行 j 列の要素は、 j 列目の変数が i 行目の変数に

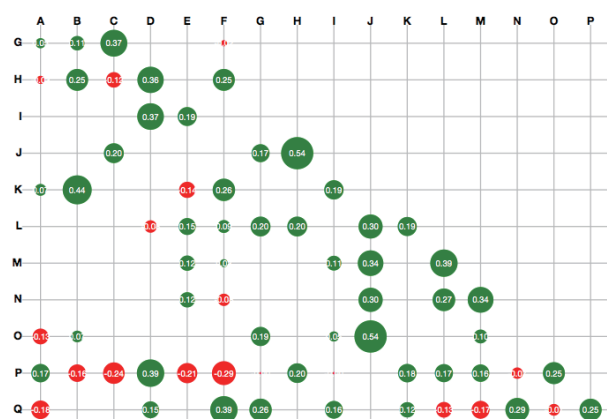


Fig. 6 Direct effect of the causal relationship model.

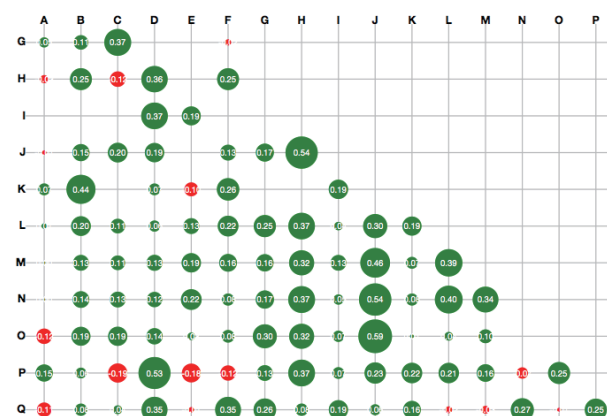


Fig. 7 Total effect of the causal relationship model.

与える直接効果及び総合効果を表している。他の変数に影響を与えない変数の列と、他の変数から影響を受けない変数の行は省略している。円の面積は直接効果及び総合効果の絶対値の大きさを表しており、緑は効果が正であること、赤は効果が負であることを表している。

Fig. 6 から、H の「テーマや問題意識が近い人との交流がしやすい」から J の「有益なディスカッションの機会に恵まれている」及び、J から O の「研究のモチベーション向上につながる」へのパス係数を表した円の面積が大きくなっているため、これらの変数の間に強い因果関係があることが読み取れる。これらの関係は Fig. 5 上で太い緑のパスで接続されていることからわかる。一方で、Fig. 6 では、F の「学会の知名度・ブランド」から L の「有益な情報を得やすい」と M の「自分の技術レベルを把握できる」への直接効果を表した円の面積は小さく、因果関係は弱いと言える。

Fig. 7 からは、満足度への総合効果、即ち他の変数を經由した効果を含んだ因果関係の強さを読み取ることができる。具体的には、D の「英文論文誌」、F の「学会の知名度・ブランド」、G の「自分の研究分野に近い」、I の「国際論文誌のインパクトファクターが高いと感じる」、N の「先進的な研究動向を把握しやすい」、P の「学会論文誌へ投稿したい」という項目の円の面積が大きく、満足度に強く影響していることがわかる。

また、評価構造と構造方程式モデリングによる因果関係

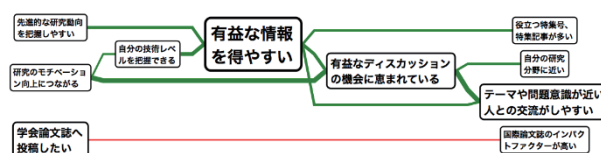


Fig. 8 Causal relationship in the evaluation structure.

モデルの差異を分析するために、評価構造から因果関係モデルに使用した変数を表す評価項目のみを取り出し、評価項目間のパスを Fig. 5 と同様に表示したものが Fig. 8 である。Fig. 8 では、「学会論文誌へ投稿したい」と「国際論文誌のインパクトファクターが高いと感じる」の間を除く全てのパスが緑色になっており、正の直接効果を持っているため、評価構造における因果関係の仮説の大部分が裏付けられている。「学会論文誌へ投稿したい」と「国際論文誌のインパクトファクターが高いと感じる」の間の直接効果は、負であるものの 0 に近く、因果関係はほぼ見られない。また、「研究のモチベーション向上につながる」と「自分の技術レベルを把握できる」、「有益なディスカッションの機会に恵まれている」と「自分の研究に近い」、「有益な情報を得やすい」と「役立つ特集号、特集記事が多い」及び「テーマや問題意識が近い人との交流がしやすい」の間のパスは細く、直接効果が比較的低くなっていることが読み取れる。

4. モデルの考察

前章までで得られた因果関係モデルについて、直接効果、総合効果の観点及び評価構造との差異の観点から満足度向上に効果的な要因についての考察を行う。考察にあたって、満足度への総合効果が大きかった 6 項目のアンケート結果と、今後学会に期待することに関する質問項目 10 個のうちの要望の多かった上位 5 項目のアンケート結果について、「全くその通り」「おそらくそうである」「あまりそうとは言えない」「全くそうではない」をそれぞれ 4~1 としたときの平均値及び標準偏差を Table 4, Table 5 に表す。

はじめに、因果関係モデルの総合効果の結果から考察を行う。総合効果行列から満足度に大きな影響を与えている要因が明らかになった。Table 4 から、個々の項目の平均値を見ると、「先進的な研究動向を把握しやすい」や「自分の研究分野に近い」が高い値であり、「英文論文誌」と「学会論文誌へ投稿したい」が続く。そして、「国際論文誌のインパクトファクターが高いと感じる」と「学会の知名度・ブランド」は比較的低い値となっている。

会員の満足度を向上するためには、現状で不足しているところを改善することが有効であると考えられる。しかしながら、学会のブランドを一朝一夕に向上することは困難である。他の項目に注目したとき、英文論文誌の魅力およびインパクトファクターの向上、先進的な研究動向の情報提供は学会内外の人にもメリットのあることなので、長期的に学会のブランド向上につながると考えられる。先進的な研究動向を把握できることに関しては、既に高い評価を得ており、また、

Table 4 Questionnaire result of the factors highly correlated with the satisfaction.

Questionnaire item	Avg.	SD
自分の研究分野に近い	3.328	0.682
先進的な研究動向を把握しやすい	3.179	0.695
英文論文誌にメリットを感じる	2.910	0.829
学会論文誌へ投稿したい	2.806	0.839
国際論文誌のインパクトファクターが高いと感じる	2.448	0.658
学会の知名度・ブランドにメリットを感じる	2.194	0.925

Table 5 Questionnaire result about demand of the members.

Questionnaire item	Avg.	SD
海外の最新動向・情報の提供	3.463	0.725
イベント(講習会, シンポジウム, 講演会)の充実	3.388	0.650
先進的な研究成果等に対する表彰制度	3.060	0.814
他会員との交流の場の充実	3.060	0.756
様々な分野の専門家紹介機能	3.000	0.835

海外の最新動向の提供は今後期待されていることとしても高い値を示している。国内外の可視化研究の最新動向を継続的に提供することは学会のブランド向上および会員満足度の向上において重要である。

次に満足度向上のために改善できそうな項目としては、英文論文誌の魅力およびインパクトファクターの向上である。英文論文誌の魅力向上するためには、論文の投稿数を増やすことが重要であると考えられるが、因果関係モデルから示されるように、論文投稿への意欲は英文論文誌の魅力に大きな影響を受けている。また、意外なことに、英文論文誌のインパクトファクターは論文誌への投稿意欲とはほぼ無関係であるという結果が得られている。英文論文誌の魅力以外に、論文投稿意欲につながる要因を見ると、テーマが近い人との交流がしやすいことが挙げられる。Table 5 の項目を見ると、「他会員との交流の充実」や「講習会, シンポジウム, 講演会の充実」、「様々な分野の専門家紹介」が挙がっており、これらはテーマが近い人との交流を促すためにも有効であると考えられる。また、「先進的な研究成果に対する表彰制度」も論文誌の魅力向上のためには有効であると考えられる。

以上の考察から、英文論文誌の魅力向上が満足度向上における重要な要因となっていることがわかる。そして、会員が今後の学会に望むことのアンケート結果から、Table 5 中に記載した項目はいずれも満足度の向上に有効な効果をもたらすと言える。しかしながら、ただ要望が多いから実施に移すのではなく、これらの実施がどのように会員に影響を与

えるのか詳細な検討を行った上で実行に移されることが重要であると考えられる。

次に、Fig. 8 から、評価構造と因果関係モデルのギャップについての考察を行う。評価構造は、理想の学会に関する構造を抽出したものであるが、因果関係モデルは可視化情報学会に関するアンケートから構築された現実の学会に関する構造である。そのため、評価構造中に存在するが因果関係モデル中で影響力の低いパスは、可視化情報学会における不足点と考えることができる。理想的な学会では、研究分野に近いことが有益なディスカッションにつながるものが示唆されているが、可視化情報学会の因果関係モデルでは有意な因果関係はない。先述のような、会員間の交流の充実は、このような問題の解消において重要であると考えられる。また、同様に、因果関係モデル中では、英文論文誌のインパクトファクターと論文誌への投稿意欲の間に因果関係が見られなかった。現状で、英文論文誌のインパクトファクターは満足度と強く結びついているので、英文論文誌のインパクトファクターと論文誌投稿意欲を結びつけることは更なる満足度の向上に寄与すると考えられる。

本章で考察を行った因果関係モデルは、会員の意識を可視化した結果であると言える。因果関係モデルの構築によって、会員満足度を説明する複数の要因の間の関係が定量的に明らかになり、満足度向上のために有効な改善策の検討が可能となった。

5. まとめと今後の課題

本研究では、可視化情報学会の会員アンケートから、会員満足度に関する因果関係分析を行い、満足度向上に有効な要因の抽出を試みた。評価グリッド法、グラフィカル連鎖モデリング、構造方程式モデリングを用いた因果関係モデリングによって、各種の適合度指標上妥当な因果関係モデルを構築できた。因果関係分析の結果からは、英文論文誌や学会のブランド、先進的な研究動向を把握できることなどが満足度に強い影響を与えていることがわかった。更なる考察の結果、他会員との交流の場や講習会、シンポジウムの充実を行い、テーマや問題意識の近い人との交流を促すことで、英文論文誌への投稿増加を行うことが重要であることが示唆された。

本研究では、会員の意識という測定が困難な情報を、インタビュー調査及びアンケート調査を用いて引き出し、一連の因果関係分析手法によって客観性を保ったまま可視化を行った。学会の現状の会員意識が可視化されたことで、実態に沿った方策の検討ができたため、本研究で用いた手法によって有効な提言が可能になったと言える。

本研究のアンケートは可視化情報学会の会員のみに対象を絞ったものであるため、会員の意識の違いが満足度にどのような影響を与えているかの分析ができて、学会環境の違いが満足度にどのような影響を与えるかを分析することはできていない。可視化分野を含んだ他の学会においても同様

のアンケートを行い、それらを明らかにすることは今後の課題である。また、会員の中でも大学に所属する会員と企業に所属する会員とでは学会に求めるものに差異があると考えられる。本研究では、回答者の所属が大学に偏ったため実施しなかったが、構造方程式モデリングによる多母集団分析を行うことでそれぞれの差異を明確化し、学会の意思決定における、より詳細な判断材料が得られると思われる。

様々な学会が運営難に陥っている一方で、学会の運営自体を科学の対象として問題解決に取り組んでいる事例は多くないと思われる。本研究により得られた示唆が可視化情報学会の運営に何らかの点で活用されることはもとより、このようなアプローチが他の学会においても、より良い意思決定のために役立てられることを期待したい。

謝辞

多忙な中、アンケート及びインタビューにご協力くださった会員の皆様に心より感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 澤田寛：会員増強と学会活動活性化，電子情報通信学会誌，Vol.94，No.12（2011）p.i.
- 大堀隆文，木下正博，加地太一，西川孝二：日本OR学会会員増強に向けた2つの試み，日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集（2013）pp.2-3.
- Waltham, M.,: What do society and association members really want?, Learned Publishing, Vol.21, No.1（2008）pp.7-14.
- 西村孝二：非営利組織の理事と職員一会員数増減の効果一，経済学研究，Vol.59，No.3（2009）pp.85-94.
- 三村隆男：研究推進委員会学会員アンケート調査結果報告，キャリア教育研究，Vol.30，No.2（2012）pp.61-73.
- 高橋隆男，養輪隆男：福祉のまちづくり学会15周年会員意向調査報告，福祉のまちづくり研究，Vol.15，No.1（2013）pp.45-50.
- 亀野淳：話題提供「学会員に対するアンケート調査から見た研究と実践ニーズ」，日本インターンシップ学会第12回大会（2012）pp.80-83.
- 豊田秀樹：共分散構造分析入門編—構造方程式モデリング，朝倉書店（1998）.
- Medsker, G. J., Williams, L. J., Holahan, P. J.,: A Review of Current Practices for Evaluating Causal Models in Organizational Behavior and Human Resources Management Research, Journal of Management, Vol.20, No.2（1994）pp.439-464.
- 小島隆矢，若林直子，平手小太郎：グラフィカルモデリングによる評価の階層性の検討：環境心理評価構造における統計的因果分析その1，日本建築学会計画系論文集，No.535（2000）pp.47-52.
- 小島隆矢：環境心理評価における定性調査と定量調査の連係・融合，日本生理人類学会誌，Vol.6，No.3（2001）pp.3-8.
- 小島隆矢，若林直子，平手小太郎：階層的評価構造における因果関係の探索的モデリング：環境心理評価構造における統計的因果分析その2，日本建築学会計画系論文集，No.556（2002）pp.77-82.
- 讃井純一郎，乾正雄：レパトリ・グリッド発展手法による住環境評価構造の抽出：認知心理学に基づく住環境評価に関する研究(1)，日本建築学会計画系論文報告集，No.367（1986）pp.15-22.
- Sanui, J.,: Visualization of users' requirements: Introduction of Evaluation Grid Method, in Proceedings of the 3rd Design & Decision Support System in Architecture & Urban Planning Conference（1996）pp.365-374.
- Yumoto, M.: Decision Support Method with AHP Based on Evaluation Grid Method, IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems, Vol.129, No.11（2009）pp.2034-2041.
- 本村陽一，金出武雄：ヒトの認知・評価構造の定量化モデリングと確率推論，電子情報通信学会技術研究報告，NC，ニューロコンピューティング，Vol.104，No.585（2005）pp.25-30.
- 大谷信介，後藤範章，永野武，木下栄二，小松洋：社会調査へのアプローチ—論理と方法，ミネルヴァ書房（2005）.
- 讃井純一郎，坂本圭司，佐藤隆，古賀和博：駅の快適性に関する研究(1)：グループ単位での評価グリッド法による駅環境評価構造の抽出，日本建築学会大会学術講演梗概集（2003）pp.745-746.
- Sugiyama, K., Tagawa, S., Toda, M.: Methods for Visual Understanding of Hierarchical System Structures, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol.11, No.2（1981）pp.109-125.
- 宮川雅巳：グラフィカルモデリング，朝倉書店（1997）.
- Wermuth, N., Lauritzen, S. L.: On substantive research hypotheses, conditional independence graphs and graphical chain models, Journal of the Royal Statistical Society. Society B, Vol.52, No.1（1990）pp.21-50.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H.: Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures, Methods of Psychological Research Online, Vol.8, No.2（2003）pp.23-74.
- Browne, M. W., Cudeck, R.: Alternative Ways of Assessing Model Fit, Sociological Methods & Research, Vol.21, No.2（1992）pp.230-258.
- Bentler, P. M., Bonett, D. G.: Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures, Psychological Bulletin, Vol.88, No.3（1980）pp.586-606.
- Jöreskog, K.: LISREL VI, analysis of linear structural relationships by maximum likelihood, instrumental variables, and least squares methods. Mooresville Ind.: Scientific Software Inc.（1986）.
- Hu, L., Bentler, P. M.: Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives, Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, Vol.6, No.1（1999）pp.1-55.