

Title	互恵性を用いたグループ意思決定支援機能の提案
Author(s)	小柴, 等; 加藤, 直孝; 國藤, 進
Citation	情報処理学会論文誌, 50(1): 268-277
Issue Date	2009-01-15
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/8559
Rights	<p>社団法人 情報処理学会, 小柴等, 加藤直孝, 國藤進, 情報処理学会論文誌, 50(1), 2009, 268-277. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.</p>
Description	

互惠性を用いたグループ意思決定支援機能の提案

小柴 等^{†1} 加藤 直孝^{†2} 國藤 進^{†3}

本論文ではグループ意思決定の支援を行ううえで、数理面からの支援の重要性に加えて、心理面からの支援も重要視する立場から、グループ意思決定におけるコミュニケーションを支援する機能の提案と評価を行う。具体的には人間のコミュニケーションにおける影響要因の1つである互惠性（貸し借り関係）に注目し、この貸し借り関係を明示化することによる支援機能の提案と効果について述べる。互惠性は「借りたら返す、貸したら返してもらおう」というルールであり、集団内における協力体制を確立、維持するために必要となる。これらのことから、互惠性、すなわち貸し借り関係を明示化させ、互惠性に基づく行動を促進することは譲歩量の不均衡（一方的な譲歩関係）を是正し、かつ、満足度の高い意思決定結果を導ける可能性がある。被験者実験の結果からは、満足度の向上に関しては確認できなかったものの、貸し借り関係の明示化が譲歩量の不均衡を是正するために有効であることが確認された。これにより、我々の仮説の一部を支持するデータを得ることができた。

Proposal of Group Decision Support Function Based on Reciprocity

HITOSHI KOSHIBA,^{†1} NAOTAKA KATO^{†2}
and SUSUMU KUNIFUJI^{†3}

In this study, we propose group decision support function based on reciprocity and we report effects of that function. We take the position that, both mathematical approach and psychological approach are important when we develop of group decision support function. Thus, we focus communication in group decision behavior. Reciprocity have much effect on human communication. Thus, as the first step in our study, we will develop group decision support function based on reciprocity. Our result suggests that explicit reciprocity is make fairness concession.

1. はじめに

意思決定、特にグループでの意思決定は人間の社会生活と密接な関わり合いを持つ、重要な研究課題の1つである。そこで、このグループ意思決定の支援を目的として様々なグループ意思決定支援システム（GDSS: Group Decision Support System）が提案されてきた。GDSSは主に計算機上に構築された情報システムの形をとり、オペレーションズ・リサーチ（OR: Operations Research）や、経済学の分野で提案される数理モデルを用いることで、意思決定にかかわるコストの効率化や、質（合理性、経済性）の向上を可能にした。

ところで、行動科学などの分野では人間の実際の意思決定行動に関わる様々な研究が行われており、人間は種々のヒューリスティクスを用いて意思決定を行うこと、その結果、客観的に見て必ずしも合理的な意思決定を行うとはいえないことなどが明らかになってきた¹⁾。従来、ORや古典経済学、ゲーム理論などの分野では数理モデルを構築するにあたり、多く意思決定主体の合理性を前提としてきたが、上述した行動科学などの研究結果を考慮した場合、人間を意思決定主体とした意思決定では、モデルで想定するような振舞いは必ずしも期待できないことになる。

こういった流れを受けて、経済学の分野では、実際の人間行動や心理を考慮する行動経済学もしくは経済心理学といった研究分野が登場した²⁾。ORの分野でも、ORの手法によって得られた解が実施に至らない事例への反省をもとに、解の合理性だけでなく、「解の受容度」まで考慮しようとする動きがある³⁾。

もちろん、意思決定の場面で合理性、経済性や、効率性は重要なテーマである。昨今ではオークションなど、市場における意思決定をエージェントを用いて支援する技術も登場してきており^{4),5)}、数理面からの意思決定行動の分析、支援は今後もますます重要性、有効性を高めてゆくと考える。しかし、人間主体の意思決定においてはやはり、実際の人間行動や心理の考慮も重要なテーマである。上述した、経済学における行動経済学やORにおける「解の受容度」の考慮もその主張を裏付けるものであり、これらの状況に鑑みて、今後、GDSSの分野でも“実際の人間行動や心理を考慮した支援”が重要になってくるものと考え

^{†1} 国立情報学研究所
National Institute of Informatics (NII)

^{†2} 石川県工業試験場
Industrial Research Institute of Ishikawa (IRII)

^{†3} 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST)

られる。たとえば、その場の雰囲気や一部の声の大きな参加者の意見に流されて、全体として不本意な/疑問の残る決定を下してしまうというような問題を回避するための支援機能を提供するには、実際の間行動や心理への考慮を欠くことができない。

そこで本論文では、人間のコミュニケーションにおける影響要因である互恵性に着目したグループ意思決定支援機能を提案、評価したので報告する。

なお、本論文で取り扱うグループ意思決定の前提は以下のとおりである。まず、グループ意思決定を「複数の個人が協調しながら、複数の代替案の中から1つを選び出す行動」と定義する。したがって意思決定問題の種類は、いくつかの案の中から1つを選び出す代替案選択型である。次に、意思決定問題の種類としては人間主体の意思決定問題として一般的と考えられる意思決定的な意思決定問題、すなわち“解の良さが客観的には定義できなかったり、その評価方法に関する社会的な一致が存在しなかったりする”⁶⁾のような主観的な問題を取り扱うこととする。一方で、分析を容易にするために、グループに関する政治的な問題や利害の衝突に関しては本論文中では取り扱わない。したがってグループ構成員間で決定権や発言力は均等とする。またグループの規模に関しても今回は2人の場合についてのみを取り扱う。以上の要件を考慮して、GDSSのベースとなるモデルにはAHP (Analytic Hierarchy Process: 階層分析法)⁷⁾を用いることとする。AHPは“システムズ・アプローチと主観的判断を組み合わせることにより、定量分析では扱いきれない決定問題に対処する”ORの一手法であり⁴⁾、本研究に対して合目的的なモデルである。また公共事業などの分野で広く使用されている実用的な手法でもある⁸⁾。意思決定プロセスとしては、全員で評価構造木を作成後、いったん各個人で意思決定を実施し、その結果を持ち寄って、合議により全員の意見をまとめていくものとする。

2. 互恵性に基づく支援機能の提案

人間主体の意思決定では、合理性や効率のほか、人間の実際の行動、心理への考慮が重要と考えられる。グループ意思決定では複数の個人が協調しながら作業を行うため、特に行動や心理に対する考慮が重要である。

グループの意思決定では見解の一致を目的として、またなんらかの統一解を導き出すことを目的として、しばしばグループ構成員間で対人説得が行われる。対人説得とは「主に言語的手段を使用して、納得させながら受け手の態度や行動を送り手の意図する方向へと変化させる行動」⁹⁾であり、対人説得のために使用される手段のことを説得的コミュニケーションという。合議による意思決定では作業量のほとんどが、情報共有のためのコミュニケーション

ンや、この説得的コミュニケーションにあてられていると考えられる。その意味で、グループ意思決定における人間の実際の行動、心理を考える場合には、コミュニケーションに対象を絞ることが適当である。したがって、以後、本研究ではこのグループ意思決定におけるコミュニケーションに的を絞って支援機能を考える。

2.1 互恵性

コミュニケーションにおける影響要因の1つに互恵性^{*1} (reciprocity) があげられる¹¹⁾。互恵性とは、他者から受けた利益や好意に対して、それと同種、同程度のものを他者に返すこと、および自分が他者にしたことと同種、同程度のものを他者が自分にしてもらうよう期待することであり¹²⁾、被援助者が援助を受けたことによって生じる負担感の不平衡を返報によって軽減しようとすることによって生じる¹³⁾。「挨拶をされたので挨拶を返した」、「去年お歳暮をいただいたので、今年はこちらからもお歳暮を差しあげた」といったような行動も互恵性に基づくものである。互恵性は、集団内における協力体制を確立、維持するために必要となるルールであり¹⁴⁾、人類に普遍的である¹¹⁾。さらに、互恵性は人間同士のコミュニケーションに影響力を発するだけでなく、条件さえ整えれば人間同士だけでなく、人間とコンピュータの間においてさえ影響力を発する強力なルールである¹³⁾。

以上より、意思決定を行うグループの構成員に関して、当然互恵性の影響下にあると想定することが可能であり、特に、著者らが前提としているような協調して意思決定に臨むようなグループでは協力体制を確立、維持するために、この互恵性が活用されると期待できる。また、この互恵性は交渉内容の満足度についても関連が深い。たとえば互恵性を用いた交渉行動として「互いに譲歩をしよう」という行動があるが¹¹⁾、この行動に沿って交渉を行った場合、その交渉内容にかかわらず交渉結果への満足度が高まるということが知られている¹⁵⁾。満足度を別にしても、「互いに譲歩をしよう」という行動は利益につながることが多い。たとえば、双方にとって利益のある合意を模索する統合型交渉¹⁶⁾においても、相手にとって重要であり、自分にとって重要ではない項目を見つけ出し、互いに譲歩しようこと、すなわち交換取引を成立させることは重要視されており¹⁷⁾、適切に譲歩し、また適切な譲歩を引き出すために、積極的に互いの期待、リスク選好や時間選好などの違いを発見するよう推奨している^{16),18)}。さらに、ゲーム理論の世界においてもアクセルロッドらによって、先行き不透明でつきあいが長く続くような状況においては他者との協調を重視する互恵主義が有効で安定的な戦略であることが示されている¹⁹⁾。

*1 分野により返報性¹⁰⁾、互酬性、相互性などとも呼ばれる。

これらの背景から、グループ意思決定時のコミュニケーションも互恵性の影響下にあること、また、その互恵性がグループ意思決定の満足度などにも影響を与えている可能性があることを推測できる。そこで本研究では、この互恵性に基づくグループ意思決定支援機能を構築することとする。

2.2 互恵性に基づく支援の必要性

互恵性は「借りがあれば返す」ように導く「目には目を」の仕組みといえる。この「目には目を」を実践するにあたっては、「貸し借り関係の把握」が不可欠である。通常、金銭などの貸し借り関係は明示的に記録されるが、日常生活の多くの場面では貸し借り関係を明示的に記録することはない。たとえば、「重い荷物を運ぶのを手伝ってくれた」、「忙しそうにしていたので仕事の一部を肩代わりしてあげた」といった情報を通常、我々は明示的に記録しない。また、往々にして貸し借りの大きさ・程度は各自の主観に基づくものであるため、互恵性を正しく発揮することができず、場合によっては「あれだけ手伝ったのに、一言のお礼もないなんて」と齟齬をきたすおそれもある。

グループ意思決定や交渉の席でも、互いに譲歩したり、されたりしながら意見をまとめあげてゆく「すりあわせ」といった作業が行われることが多い。実際、AHPベースのGDSSを用いたグループ意思決定においても、「こちらばかり譲歩しているので、そちらも少し譲歩してほしい」といったやりとりが観察されている²⁰⁾。ここでも相手がどれだけ譲歩してくれたか、自分がどれだけ譲歩したかを明示的に記録することは、“譲歩の量”を定量化することの困難さと相まって、通常は行われていない。したがって、貸し借り関係を客観的に把握することは困難である。結果、互恵性が十分に発揮されず、一部の声の大きな人間の意見に引っ張られる形で、一方的に譲歩をさせられてしまい、譲歩量に著しい不均衡が生じることもある。このような場合、一方的に譲歩をさせられた方は結果に不満をいだき、意思決定結果の実施にあたっての士気を低下させることにもなりかねず、好ましくない。

以上のように、互恵性は、集団内における協力体制を確立、維持するために必要となるルールであり、我々も日常生活において互恵性に基づくと考えられる行動をとってはいるが、情報が主観的、非明示的であることが多いために正しく運用されていないことも多い。そこで、この貸し借りに関する情報を客観的・明示的に提供することで、互恵性の運用をうながすことを考える。

上述のように、通常のグループ意思決定では“譲歩の量”の定量化などの問題もあって、貸し借り関係を明示化することは困難である。しかし、本研究で想定するようなGDSSを用いたグループ意思決定では、自らの意見(評価)が数値的に入力されていることが多い

め、譲歩の量を客観的・定量的に取り扱うことができ、それによって貸し借り関係を客観的かつ自動的に記録、表示することが可能である。

2.3 互恵性に基づく支援機能がもたらすメリット

貸し借りに関する情報を客観的・明示的に提供した結果、主観的にしかとらえられなかったときに比べて、以下のような利点が得られると考える。

- (1) 譲歩量の不均衡が是正され、互いの譲歩量が均衡する。
- (2) 譲歩量の不均衡が是正された結果として満足度が向上する。

まず、“譲歩量の不均衡が是正され、互いの譲歩量が均衡する”という仮説であるが、これはグループの構成員が互恵性に直接関連する貸し借り情報を把握できることによる。まず、貸し借り関係が明示的に表されることによって、構成員間で譲歩量のバランスをとろうという動機が強まる。さらに、明示化された貸し借り関係は「先ほど、Aの項目でこれだけ譲歩したのだから、このBの項目では譲歩してほしい」という、交換取引の材料としても活用されることが期待できる。これらのことから譲歩量の不均衡が是正されると考える。なお、人間の能力(知識、専門性など)や課題に対する思い入れなどが均一でない以上、多少の不均衡が生じることは当然であり、譲歩量の偏りはある程度残ると考える。

次に、“譲歩量の不均衡が是正された結果として満足度が向上する”という仮説については、不均衡が是正された場合、単純に考えればこれまで多く譲歩をしていた側の満足度が向上することに対して、これまで多く譲歩を得ていた側の満足度は低下すると考えられる。しかしながら、分配交渉と呼ばれる1つの大きさの決まったパイを奪い合うような交渉に関する既存の研究では、相手よりも有利な解を得ること、すなわち大きなパイを得ることが満足度を必ずしも高めるわけではなく、むしろ分配公正と呼ばれる貢献量などに応じた適切な配分がなされたときに満足度が向上するといわれており^{21),22)}、その意味で、貸し借り関係を正しく把握し、適切な譲歩量に導くことができれば、譲歩する側、させる側、双方の満足度を高められると考えられる。さらに、この分配公正の考え方に従えば、上述した能力や課題に対する思い入れなどから生じるある種合理的な不均衡は満足度を低下させないと考えられる。くわえて、機能としては貸し借り関係を明示化するだけで、システムから強制的に指示を与えるようなことをせず、得られた情報をどのように活用するかを使用者に一任することで、心理リアクタンスを最小限に抑えつつ適切な譲歩を促す効果も期待できる。

2.4 互恵性に基づく支援機能の実現

本論文では譲歩を行った程度、すなわち貸し借り関係を明示化する際の指標として、相対互恵性評価指数(Relative Reciprocity Rating Index: RRRRI)を提案する。RRRIはAHP

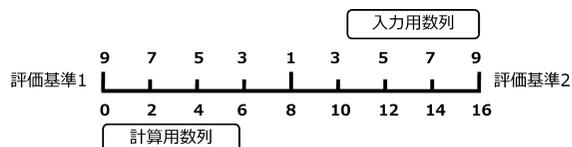


図 1 一対比較入力用と計算用の数直線

Fig. 1 The number line for math calculation and pair comparison value inputs.

を用いたグループ意思決定における 2 者間の貸し借り関係を明示化するもので、一対比較の重要性評価入力に用いる数直線上において両者が互いに歩み寄った量の差分値として表現される。すなわち、参加者 A が参加者 B に対して行った譲歩の量と、参加者 B が参加者 A に対して行った譲歩の量の差分として考える。

したがって、参加者 A から見た参加者 B についての n 回目の交渉における RRRI を $RRRI_{(AB,n)}$ 、参加者 A の交渉前の重要性評価値を \widehat{Im}_A 、交渉後の重要性評価値を Im_A と表現すると、参加者 A と参加者 B の間の RRRI を以下のように表すことができる。

$$RRRI_{(AB,0)} = 0 \quad (1)$$

$$RRRI_{(AB,n)} = RRRI_{(AB,n-1)} + \{(|\widehat{Im}_A - \widehat{Im}_B| - |Im_A - \widehat{Im}_B|) - (|\widehat{Im}_B - \widehat{Im}_A| - |Im_B - \widehat{Im}_A|)\} \quad (2)$$

ここで、一対比較の重要性評価入力に用いる数直線は図 1 上部に示したような 1 を中心として左右にそれぞれ 9 までの整数値を持つ数直線である。しかしながら、RRRI を計算機内部で処理する過程においては計算を容易にするために一対比較の重要性評価入力に用いる数列を左端を原点とする 0 から 16 までの整数値を持つ数列として計算している。

貸し借り関係が発生していない状態では RRRI の値は 0 をとり、貸しがある場合には正の値、借りがある場合には負の値をとることになる。たとえば、「実用性」と「新規性」に関する一対比較項目について、参加者 A は“新規性に比べて実用性の方が「5. 重要」である”という評価、参加者 B は“実用性に比べて新規性の方が「7. 非常に重要」である”という評価を有しているとする。交渉の結果、参加者 A および B の統一見解として“新規性と実用性は「1. 同じくらい重要」という結果が得られたとき、参加者 A の参加者 B に対する譲歩量は 4、参加者 B の参加者 A に対する譲歩量は 6 となる。したがって、参加者 A は参加者 B に対して 2 の借り ($RRRI_{(AB,1)} = -2$) が、参加者 B は参加者 A に対して 2 の貸し ($RRRI_{(BA,1)} = 2$) が生じたことになる。各交渉相手についてこの RRRI を算出する

ことで貸し借り関係が明示化される。

ところで、返報の動機となる負担感とは 2 者間の関係によって変化することも知られている¹¹⁾。したがって、同じ量の譲歩であっても 2 者間の関係に応じて負担感に関する重み付けが変わってくることになる。また、各参加者の選好の違いによって、同じ譲歩の幅であっても、重み付けが異なることがある。このことから、本来ならば式 (2) にはそれらの重みが考慮されるべきである。しかしながら、それらの重み付けを入力させることは参加者にとって評価の困難さと、作業量の面から負担が大きくなり、実現することは困難である。よって、本論文ではモデルには組み込まず、単純に交渉前後の各項目の重要性評価値の変化をもとに譲歩の程度を算出することとした。その一方で、運用に際しては参加者が任意で交渉相手に対する「貸し」を帳消しにすることが可能な仕組みを取り入れる。これによって人間関係や選好の違いから生じる重み付けの違いを緩和する。また、この仕組みは項目の評価について、評価者間に認識の差異や論理的な錯誤があり、その修正のために重要性評価値を変更したような場合の対策としても利用が可能である。たとえば、ある評価項目について、評価者 A と評価者 B の評価が食い違っていたとする。このとき、その評価項目に対する重要性評価値の差異が、評価項目の意味解釈の違いに起因するものであったとする。そこで評価者 A の指摘により評価者 B が意味解釈の違いに気づき、評価者 A の重要性評価値と同じ重要性評価値を設定したとする。このときに、現状の仕組みでは、評価者 B が評価者 A に対して一方的に譲歩したもとして処理される。上記の「帳消し」の仕組みを取り入れることによって、このような例外の処理も可能となる。

3. 関連研究

貸し借りの関係を図示する機能を持つ GDSS として、文献 23) の Group Navigator が存在する。Group Navigator は感度分析に基づく合意形成支援機能を持つ AHP をベースとした GDSS である。

文献 23) の合意形成は、AHP の評価構造木に対する重み付け (評価) 終了後、グループ構成員間で重要度の変更をそれぞれ依頼しあう。システムは感度分析をもとに依頼を満たす一対比較項目と移動量を示唆するデータを表示し、グループ構成員は互いに重要性評価値の変更を行うといった手順で行われる。このとき、一対比較の重要性評価値変更により新たに得られた重要度が変更前と比べてどの程度変化したのかを「非合意度・妥協度」として取得し、グラフとして表示している。

これは本論文で提案する RRRI にきわめて類似する概念ではあるが、既発表論文ではそ

の機能の有無をとまなうような実験は行われておらず、具体的効果が不明であること、変遷を表示する画面では値の変化を図示する折れ線グラフのみで、どの一対比較についてどの程度の譲歩を行った結果かというコンテキストを十分把握できないことなどの点から、結果としての機能は本研究と類似するものの、本研究の新規性、有用性と競合するものではない。

そのほか、文献 23) と本研究の差異は目的意識の点にもある。文献 23) の合意形成支援手法の特徴は“相手の評価項目における一対比較値あるいは重要度に直接要求を与えるのではなく、相手の代替案の重要度に対して要求を与え”る点にある。つまり、代替案に直接焦点をあてて代替案のコンフリクト解消をめざしている。本研究においても合意形成の終着点は当然代替案のコンフリクト解消であるが、本研究では評価基準のコンフリクトに焦点をあて、その評価基準のコンフリクト解消をめざしている。代替案のコンフリクト解消（代替案の選好順序一致）は評価基準のコンフリクト解消の結果として得られる生成物である。本研究のアプローチでは AHP の持つ補償の性質は十分に活用できないが、話し合い（合議）に期待される機能としての“見解の一致”という観点からは本研究のアプローチが有効である。

なお、実際のグループ意思決定においては、グループの構成員によって代替案自体に対する主観的な選好順序がはじめから決定されていることもあれば、決定されていないこともあり、文献 23) のアプローチが有効な状況、本研究のアプローチが有効な状況、どちらの状況もありうる。

4. 実験

本章では仮説を検証するために構築したシステムおよび実験の方法と、その結果について述べる。

4.1 システム

仮説を検証するための実験用システムとして、既存の AHP ベースの GDSS²⁴⁾ を拡張して使用した。当該システムは、個人および複数人での評価構造木作成から、一対比較の実施、重要度の算出、他者のデータ閲覧といった、AHP ベースの GDSS に必要と思われる基本機能を有するものである。本実験にあたって拡張した機能は、任意の参加者 1 人について、一対比較の重要性評価値を比較し各評価の数直線上における距離を降順に表示する機能、相手が現在操作している一対比較入力用スライダの表示機能、RRRI の表示機能などである。これらの拡張機能は、4.4 節で説明する実験手順の第 2 段階、交渉の際に必要なものであり、交渉を円滑に進めるため WYSIWIS (What You See Is What I See) の観点から、相手側の操作状況をつねに把握できるよう表示方法を工夫した。

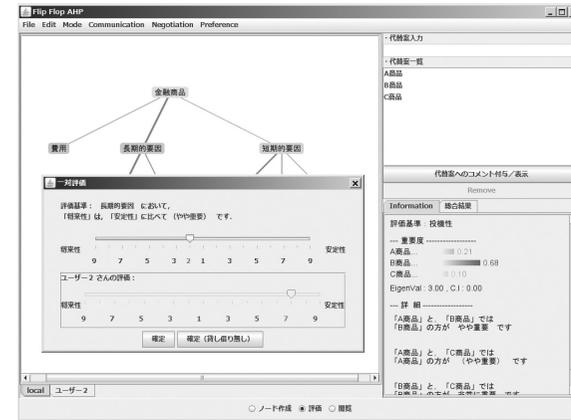


図 2 実験用システムの概観

Fig. 2 Screenshot of the experimental system.

Name	Value
費用-長期的要因	8
投機性-情報性	8
将来性-安定性	7
投機性-利便性	4
長期的要因-短期的要因	3
利便性-情報性	3
費用-短期的要因	1

図 3 重要性評価値の差分リスト

Fig. 3 Difference list of importance value.

実験に用いた GDSS の概観と、重要性評価値の差分リスト、交渉用一対比較入力ダイアログ、互換性グラフ表示ダイアログのスクリーンショットを図 2 から図 5 に示す。

図 2 はシステムの概観である。

図 3 に示した重要性評価値の差分リストは、どの一対比較から交渉を行うかの判断材料



図 4 交渉用一対比較入力ダイアログ

Fig. 4 Pair comparison inputs dialog for negotiation.

を提供するもので、自分と相手との重要性評価値の差の絶対値が随時計算され、降順に表示される。さらに、リスト上の項目を選択することで、当該項目に関する交渉を開始することが可能である。

実際に交渉を行う段階に入ると図 4 に示した交渉用の一対比較入力ダイアログが表示される。通常の一対比較入力ダイアログとの違いは、現在交渉中の全交渉相手について、各交渉相手が操作している評価入力用のスライダの状況が表示される点、自分を含む全参加者について交渉開始時点での重要性評価値を把握できるようになっている点（スライダ上の数値の色を変えることで対応）などにある。また、交渉にあたって RRRI の計算をとまなわぬ形で互いの重要性評価値を変化させることが可能であるが、システム的使用方法に関して行った予備実験において被験者がその意味を十分理解できないことがあったため、今回の実験にあたってはその機能は使用不能の状態にしてある。

交渉が完了すると RRRI が計算され、図 5 に示した互恵性グラフ表示ダイアログに反映される。図 5 において上部には RRRI、すなわち貸し借り量の変遷を表すグラフ、下部には各交渉に関する詳細が表示される。グラフ部分は基準となる中央線より下の場合は相手に借りがあることを、上の場合には相手に貸しがあることを意味する。下部ではどの一対比較項目について互いにどれだけ譲歩したのか、その結果、どれだけかの貸し借りが発生したのかをテキストで表示した。

4.2 設 定

本論文において著者らは対象となるグループとして、グループ構成員間で決定権や発言力は均等であり、利害関係もなく、グループ構成員が全員で協調して意思決定にあたるようなグループを想定し、そのグループが AHP をベースとする GDSS を使用するものとした。

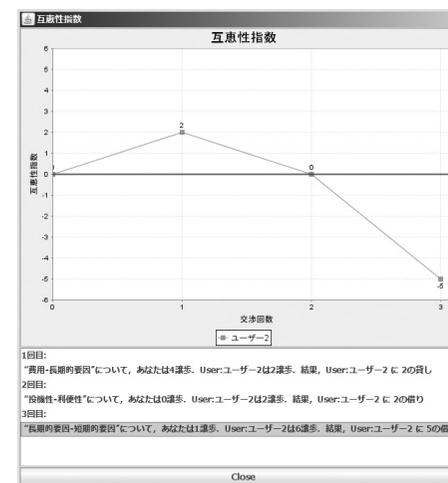


図 5 互恵性グラフ表示ダイアログ

Fig. 5 Reciprocity dialog.

また意思決定プロセスとしては全員で評価構造木を作成後、いったん各個人で意思決定を実施し、その結果を持ち寄って、交渉により全員の意見をまとめていくと想定した。このような状況下において、RRRI を用いることが譲歩量の不均衡を是正し、意思決定結果への満足度を高めるといふ仮説を裏付けるために、被験者実験を実施することとした。

なお、これらの前提のもとで競合する既存の支援手法は見あたらないため、RRRI の有無を条件とする対照実験によって本支援手法の評価を行うこととした。対照実験の方法は同一の被験者が実験条件下、統制条件下での実験を実施する被験者内実験とした。順序効果については各実験においてテーマや機能の有無、それぞれについてバランスをとることで配慮した。

4.3 条 件

実験の被験者は大学院前期課程から後期課程の学生 12 人で構成した。通信環境には対面環境を使用した。

課題は、「研究室内勉強会のテーマ選択」と「ゼミ旅行の行き先選択」という 2 つのテーマを用意した。評価構造木に関しても実験者があらかじめ用意し、両テーマで一対比較項目の総数が同数になるよう調整してある。また、代替案に関しては余計なバイアスがかかっ

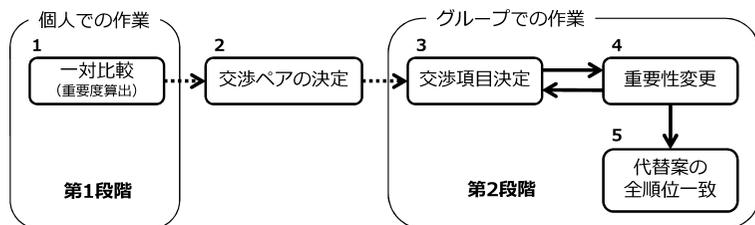


図6 実験手順とグループ意思決定プロセス
Fig. 6 Experimental process.

て実験に影響を及ぼすことがないように具体的な候補地名，テーマ名は記入しないこととした．そのため，「研究室内勉強会のテーマ選択」の代替案は「ゼミ A」，「ゼミ B」，「ゼミ C」，「ゼミ D」．「ゼミ旅行の行き先選択」の代替案は「観光地 A」，「観光地 B」，「観光地 C」，「観光地 D」とした．さらに代替案を直接評価する評価項目の重み付けも著者らが実施した．これらのテーマは論理的，客観的な解を求めることが困難な課題と考えられるため，本研究で想定する主観的な意思決定問題として適切であると考えられる．

4.4 手順

実験の手順は，上記の設定および条件を考慮して以下のとおり設定した．

まず実験を 2 段階に分けて実施することとした．第 1 段階がシステムを用いた個人での意思決定（評価入力），第 2 段階がシステムを用いたグループでの意思決定（合意形成）である．第 1 段階と第 2 段階は時間的に切り離されており，第 1 段階で得られた個人での意思決定結果をもとに第 2 段階での交渉ペアを振り分けた．

この手順および実験で実際に用いた意思決定プロセスを図 6 に示す．意思決定プロセスに関しては本来は上記 4.2 節に示したプロセスをそのまま適用することが望ましいが，交渉ペアの振り分けをはじめとする実験統制上の問題や被験者の作業量を考慮してこのような形とした．

4.4.1 第 1 段階

第 1 段階の実験に関しては AHP およびシステムの操作方法に関する説明を行った後，システムの操作に慣れるために練習用のテーマに関して一対比較による評価を行わせる．

その後，各テーマについて一対比較に基づく評価を行ってもらう．このとき，被験者間のテーマに対する認識を統一するために各テーマの前提条件について説明した．具体的にはゼミ旅行が親睦目的の娯楽と勉強会を兼ねたものであることや，研究室が情報処理系のも

ので，そこで実施されている研究は何らかの仮説をもとにシステムを構築し，被験者実験によってその有効性を評価するようなタイプのものであるといったことについて説明した．また，その内容を書面にして配布した．さらに，第 2 段階の実験実施までに 1 週間前後の隔たりがあることを考慮して，全一対比較について，どのような理由で評価値を定めたのかを記述してもらった．

なお，この時点でのテーマの提示順序についてもバランスをとった．

4.4.2 交渉ペアの決定

第 2 段階の実験に先だって被験者を 2 人 1 組，計 6 組のペアに振り分ける．この交渉のペアを決定するにあたり，

- (1) できるだけ同学年のもの同士のペアになること
- (2) 代替案の評価順序ができるだけ異なること（最悪でも選好順序 1 位と 2 位が同一にならないこと）

というルールを定めた．

(1) については本研究におけるグループが上下関係を想定していないことを反映したものである．(2) については本来はすべての順位が一致していないことが望ましかったが，事前に提示された被験者の都合と (1) の条件を考慮してこのように設定した．

4.4.3 第 2 段階

第 2 段階の実験に関しては，RRRI の意味と交渉を行うためのシステムの操作方法に関する説明を行った後，システムの操作に慣れるために練習用のテーマに関して操作を行わせる．その後，各テーマに関して双方の重要性評価値をすべて一致させるべく交渉を行わせる．

この交渉に際して，どの項目から話し合いを行うか，どちらがリーダーシップをとって交渉を進めるかといった具体的な交渉手続きや時間に関する制約などは設けていない．そのため，手続きとしてはまず，システムが提示する重要性評価値の差分リストを参考に，どの一対比較項目について交渉するかを決定し，その後，システムが提示する交渉用一対比較入力ダイアログに表示される双方の重要性評価値および，実験条件の際には互性グラフ表示ダイアログも確認しながら，双方の重要性評価値をどのように変更するかを交渉するという作業を繰り返すことになる．

なお各テーマの交渉を始めるにあたって，事前に手順 1 において自らが入力した重要性評価値と理由の確認を行わせた．また，各一対比較項目に関する交渉を終えるごとにアンケートを実施した．さらに全テーマ終了後に全体評価のアンケートを実施した．

前述のとおり，テーマの提示順序，RRRI の表示の有無はそれぞれバランスをとってある．

表 1 グループごとの単位譲歩量の差

Table 1 The list of difference of concession per unit.

グループ No	RRRI あり	RRRI なし	差分
1	0.28	0.35	-0.07
2	0.01	0.07	-0.06
3	0.10	0.38	-0.28
4	0.06	0.13	-0.06
5	0.13	0.48	-0.34
6	0.25	0.41	-0.16
平均 (不偏分散)	0.14 (1.1e-2)	0.30 (2.7e-2)	-0.16*

*: $P < 0.05$

表 2 意思決定結果と過程に関する満足度

Table 2 The list of satisfaction for group decision process and result.

被験者 No	RRRI あり		RRRI なし	
	結果への満足度	過程への満足度	結果への満足度	過程への満足度
1	5	4	5	4
2	5	5	5	4
3	4	4	4	4
4	4	5	4	5
5	5	5	5	4
6	4	4	5	4
7	4	5	4	2
8	5	5	5	5
9	4	5	5	3
10	5	5	5	5
11	3	4	4	4
12	4	4	5	4
中央値	4	5	5	4

4.5 結 果

実験によって得られた各組の単位譲歩量の差 (各被験者の総譲歩量を各組の総譲歩量によって正規化したものの差) をまとめたものおよび、意思決定の過程や結果に対する満足度を表 1, 表 2 に示す。

表 1 に示した単位譲歩量については関連 2 群の差の検定手法であるウィルコクソンの順位符号検定により、有意確率 $P = 0.016$ (片側) で、RRRI のある方が 5% 有意で差が小さいという結果を得た。表 2 に示した満足度は 5 を最高とする 5 段階評価のアンケートの結果を示したものである。この満足度と RRRI の関係について意思決定結果および過程

表 3 グループごとの単位交渉時間 (秒)

Table 3 The list of negotiation time per unit.

グループ No	RRRI あり	RRRI なし	差分
1	47	55	-8
2	137	139	-2
3	97	64	33
4	173	156	17
5	64	111	-47
6	175	289	-114
平均値 (不偏分散)	115.5 (3.0e+3)	135.7 (7.2e+3)	-20.2

表 4 グループごとの交渉回数

Table 4 The list of number of times of negotiation.

グループ No	RRRI あり	RRRI なし	差分
1	11	11	0
2	10	14	-4
3	11	9	2
4	14	9	5
5	14	16	-2
6	13	12	1
平均値 (不偏分散)	12.2 (3.0)	11.8 (7.8)	0.3

の両項目で統計的に有意な差は認められなかった。そのほか、RRRI の有無と交渉にかかった時間についても計測したが、統計的に有意な差は認められなかった。表 3 に交渉 1 回あたりにかかった秒数、表 4 に合意に至るまでに行われた交渉の回数を示した。

なお全ペアにおいて、多くの譲歩を引き出した被験者と、多くの譲歩を行った被験者は RRRI の有無に関係なく一定で、関係が逆転するケースは見られなかった。

自由記述によるアンケートの結果では、「グラフがあった方が“さっき譲ってもらったから、ここは相手に譲ろうかな”という心理にはなる(ただし論理的に話し合いができる場合には論理的な決着を目指した)」、「値が高いときはなるべく中心線に持ってゆくようにした」、「グラフがあった方が交渉しやすい」というような好意的な意見が多く見られた一方、「グラフがあるときは自分に借りがあると次に譲らないといけないような気がして意見が言いえないときがあった。(借りが)ないときはお互いの意見の間聞かぬ意見になるようにした」といった意見も見られた。

5. 考 察

本章では 4.5 節の考察を行う。

本研究では仮説として

- (1) 譲歩量の不均衡が是正され、互いの譲歩量が均衡する、
 - (2) 譲歩量の不均衡が是正された結果として満足度が向上する、
- という 2 つの説をあげ、さらにこの仮説を検証するための指標として相対互恵性評価指数 (RRRI) を提案した。

“互いの譲歩量が均衡する” という仮説については表 1 に示したデータによって支持された。表 1 からは RRRI による貸し借り関係の明示化機能がない場合、各組の全譲歩量のうちの 3 割にあたる量の譲歩を片方の参加者が負担していたのに対して、RRRI による貸し借り関係の明示化機能がある場合、この不均衡が半分以下の 1.4 割にまで減少しており、貸し借り関係の情報を明示化することが互恵性に基づく行動を促進させたと考えられる。

“譲歩量の不均衡が是正された結果として満足度が向上する” という仮説については、RRRI の有無が意思決定の過程や結果に関する満足度に対して有意な差を生み出しておらず、仮説を支持するデータを得ることができなかった。これは今回の実験では RRRI がなくても満足度が高く、のびしろがほとんど存在しなかったことが要因ではないかと考えられる。満足度に関しては今後、アンケートを既存の 5 段階から 7 段階に細分化するなど、評価手法を変えた実験が必要と考える。

また、これらの仮説検証のために導入した RRRI やそれを構成する譲歩量の定義については、事前説明やアンケートなど実験の前後を通じて参加者から特に疑問などのコメントが出ていないこと、実験に際しては RRRI を提示することで譲歩量の不均衡が是正されており、参加者が実際に RRRI を用いて行動したと考えられることから、参加者のメンタルモデルにある程度合致しており、仮説を検証するうえで相応の妥当性を有するものであったと考えられる。

今後改善すべき点としてはシステムに関する自由記述のアンケートにおいて「重要性評価値の差分ダイアログ上でどの項目について交渉済みかを明示してほしい」という意見が見られた。互恵性ダイアログ上ではテキストでどの項目について交渉し、その結果、互いにどれだけの譲歩をしたかという情報を表示しているが、それに加えて重要性評価値の差分ダイアログにもコンテキスト情報が欲しいという要望であり、これに関しても今後対応することを考えたい。

なお、今回の実験から得られた“貸し借り関係を明示化することにより、被験者が不公平な譲歩関係（特定の被験者ばかりが譲歩してしまうような関係）を是正するような行動をとる” という知見は、GDSS の支援機能を構築する場合だけでなく、意思決定に関わる社会シミュレーションなど、人間の意思決定行動に関わる数理モデルを構築するうえでも重要な知見になると考えられる。

6. おわりに

本研究ではグループ意思決定の支援を考えるうえで、既存の数理的なアプローチに加えて、心理的なアプローチの重要性を指摘した。そのうえで、コミュニケーションの影響要因である互恵性に着目し、グループ意思決定における貸し借り関係を明示化させるための指標として相対互恵性評価指数 (RRRI) を提案した。さらに、この RRRI に基づく貸し借り関係の明示化がグループ意思決定に与える影響について検討した。

被験者を用いた評価実験からは貸し借り関係の明示化が被験者間の不公平な譲歩関係（特定の被験者ばかりが譲歩してしまうような関係）の是正について有効であるという知見が得られた。ただし、譲歩量の不均衡を是正することによって得られると仮定した満足度の向上に関しては統計的な有意差を確認することができなかった。

今回得られた知見は貸し借り関係を明示化するという単純な仕掛けで、譲歩量の不均衡が是正されるなど、人間の意思決定行動を大きく変化させることが可能であることを示しており、意思決定支援に関する心理学的なアプローチの有効性や、数理モデルを構築するうえでの、心理面への配慮の重要性を支持するものであると考える。

謝辞 本研究の一部は文部科学省知的クラスター創成事業石川ハイテク・センシング・クラスターにおける「アウェアホーム実現のためのアウェア技術の開発研究」プロジェクトの一環として行われたものである。

参 考 文 献

- 1) 広田すみれ, 坂上貴之, 増田真也: 心理学が描くリスクの世界—行動的意思決定入門, 慶應義塾大学出版会 (2002).
- 2) 多田洋介: 行動経済学入門, 日本経済新聞社 (2003).
- 3) 宮川公男: 意思決定論—基礎とアプローチ, 中央経済社 (2005).
- 4) 伊藤孝行, 新谷虎松: グループ代替案選択支援システムにおけるエージェント間の説得機構について, 電子情報通信学会論文誌 D-II, 情報・システム, II—情報処理, Vol.80, No.10, pp.2780-2789 (1997).

- 5) 近江潤明, 三田村保, 大堀隆文, 栗原正仁: 適応型合意形成モデルにおけるエージェントの特性分析, 知能と情報: 日本知能情報フレンジ学会誌, Vol.18, No.3, pp.452-461 (2006).
- 6) 亀田達也: 合議の知を求めて—グループの意思決定, 共立出版 (1997).
- 7) Saaty, T.L.: *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York (1980).
- 8) 刀根 薫, 眞鍋龍太郎: AHP 事例集, 日科技連出版社 (1990).
- 9) 深田博己 (編): コミュニケーション心理学—心理学的コミュニケーション論への招待, 北大路書房 (1999).
- 10) 中島義明, 子安増生, 繁榊算男, 箱田裕司, 安藤清志, 坂野雄二, 立花政夫 (編): 心理学辞典, 有斐閣 (1999).
- 11) Cialdini, R.B.: *Influence: Science and Practice*, 4th edition, Allyn & Bacon, Boston (2001). 社会行動学会 (訳): 影響力の武器 [第二版], 誠信書房 (2007).
- 12) Gouldner, A.W.: The Norm of Reciprocity: A Preliminary Statement, *American Sociological Review*, Vol.25, No.2, pp.161-178 (1960).
- 13) 竹内勇剛, 片桐恭弘: 人-コンピュータ間の社会的インタラクションとその文化依存性: 互恵性に基づく対人反応, 認知科学, Vol.5, No.1, pp.26-38 (1998).
- 14) 海保博之, 梶見 孝 (編): 心理学総合事典, 朝倉書店 (2006).
- 15) Benton, A.A., Kelley, H.H. and Liebling, B.: Effects of extremity of offers and concession rate on the outcomes of bargaining, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.24, No.1, pp.73-83 (1972).
- 16) Bazerman, M.H. and Neale, M.A.: *Negotiating Rationally*, Free Press, New York (1992). 奥村哲史 (訳): マネジャーのための交渉の認知心理学, 白桃書房 (1997).
- 17) 小川一夫 (編): 社会心理学用語辞典, chapter 交渉 (negotiation), 改訂新版 edition, pp.84.r-85.l, 北大路書房 (1995).
- 18) 隅田浩司: 戦略的交渉と交渉学—交渉学入門, パテント, Vol.58, No.8, pp.5-13 (2005).
- 19) Axelrod, R.: *Evolution of Cooperation*, Basic Books (1984). 松田裕之 (訳): つきあい方の科学, ミネルヴァ書房 (1998).
- 20) 小柴 等, 加藤直孝, 國藤 進: グループ意思決定におけるアウェアネス: 通信環境とGDSSの観点から, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.1, pp.77-86 (2006).
- 21) 福野光輝, 大淵憲一: 最終提案交渉における受け手の拒否動機分析: 同一性保護の観点から, 社会心理学研究, Vol.16, No.3, pp.184-192 (2001).
- 22) 山田一成, 北村英哉, 結城雅樹 (編): よくわかる社会心理学, chapterIII 対人行動と対人相互作用: 4 社会的交換, pp.78-81, ミネルヴァ書房 (2007).
- 23) 加藤直孝, 中條雅庸, 國藤 進: 合意形成プロセスを重視したグループ意思決定支援システムの開発, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.12, pp.2629-2639 (1997).

- 24) 小柴 等, 加藤直孝, 國藤 進: グループ意思決定支援のためのコミュニケーション支援機能の提案, 情報処理学会, Vol.49, No.1, pp.96-104 (2008).

(平成 20 年 4 月 10 日受付)

(平成 20 年 10 月 7 日採録)



小柴 等 (正会員)

1980 年生. 2008 年北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科博士後課程修了. 同年より, 国立情報学研究所特任研究員. 博士 (知識科学). ヒューマンインタフェース学会会員.



加藤 直孝 (正会員)

1957 年生. 1982 年金沢大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了. 同年石川県工業試験所入所. 1997 年北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程修了. 博士 (情報科学). 1996 年度人工知能学会研究奨励賞, 2005 年本学会 DICOMO2005 優秀論文賞各受賞. 人工知能学会会員.



國藤 進 (正会員)

1947 年生. 1974 年東京工業大学大学院理工学研究科修士課程修了. 同年富士通 (株) 国際情報社会科学研究所入所. 1982~1986 年 ICOT 出向. 1992 年より, 北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科教授. 1997 年より, 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科教授. 2005 年より, 東京農工大学大学院客員教授 (併任). 2008 年より, 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科長. 博士 (工学). 情報処理学会創立 25 周年記念論文賞, 1996 年度人工知能学会研究奨励賞, 2008 年本学会 DICOMO2008 優秀論文賞各受賞. 日本創造学会会長. 人工知能学会, 計測自動制御学会, 電子情報通信学会等各会員.