

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18700246
 研究課題名（和文） 議論の収斂プロセスの動的変更が可能な匿名型予算決定支援システムの開発
 研究課題名（英文） Development of Anonymity-Type Budget DSS that Enables Dynamic Change of Discussion Convergence Process
 研究代表者
 岩井 淳（Iwai Atsushi）
 群馬大学・社会情報学部・准教授
 研究者番号：60293081

研究成果の概要：

「集団思考による意思決定の質の低下」の問題を抑制するため、匿名保証型 DSS が提案されている。本研究では、匿名保証型 DSS 構築で課題として残されていた収斂支援機構のインプリメントを行い、予算案の作成プロセスで収斂過程が改善するか否かを「多数の代替案や反対案が洗練された少数案となるか否か」の視点から実証的に確認した。技術的には、当初目標とした議事プロセスの動的変化への対処だけでなく、議事規則の動的変更にも対応できる枠組みを構築した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,200,000	0	1,200,000
2007年度	1,100,000	0	1,100,000
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	360,000	3,860,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・図書館情報学・人文社会情報学

キーワード：意思決定支援，DSS，匿名性，議論の収斂，動的変更プロセス，予算決定

1. 研究開始当初の背景

個人的な意思決定の場合と異なり、集団的な意思決定では各メンバーはしばしば検討内容よりも情動的な人間関係を意識する。特に、全員一致が重視され始めると、代替案や反対案を積極的に提出する意向が弱まり結論の質も下がっていく。この「集団思考」現象の発生可能性は広く存在し、社会的損失が憂慮される。

集団思考の抑制を目標として提出された「匿名保証型 DSS」の基本構造は、以下の通りである：

(1) 「代表者会議」などの対面的な意思決定機関の直接支援ではなく、これへの議案提出権をもつ補完的な意思決定機関を仮想空間上に設立し、全体としての意思決定プロセスの強化を図るアプローチをとる。

(2) 補完機関では、匿名性を保証する代わりに全参加者に唯一不変（もしくは少数不変）のハンドルネームを与え、情報の受発信の履歴が各参加者を特徴づけていく環境を構築する。

(※補完機関では各参加者の匿名性が保証されるが、無責任な発言を続けるとハンドルネーム自体に対する信頼が揺らぐ。結果として議案提出プロセスから遠ざけられるため、サンクションが成立する。匿名性を保証しつつ発言の連続性を維持し、責任感維持の問題にもあわせて対処する枠組みとなっている。)

(3) 補完機関では、意見の収斂のために巨大な討議室を1つ設けるのではなく、各提案者に対して個別で多段階的な討議プロセスを自動設定し、多くの参加者による相互評価を課す。この並行プロセスを通して淘汰されない少数案を導出する。

(※ある案の獲得票数がその案の「重み」であり、この重みが全参加者数に対し一定割合に達すると上位の機関に提出されるとする。当初の重みは小さいため、特定案に賛成する参加者は代表者を選び、代表者は他の賛成者数の票を自ら投ずる権利を得るとする。代表者は、案の妥当性を議論する会議を繰り返し開催し、他の参加者や代表者の票を獲得して案の重みを増加させる。会議では、匿名性により厳しい相互批判ができると同時に、代表者相互の案の融合交渉等も支援される。)

過去の研究において a), b) の機能をもつ狭義の匿名保証型 DSS は構築済みであり、これが代替案や反対案の増加を支援できることは概ね確認できてきている。しかし、c) の機能は未完成であり、個別に提出される反対案や代替案をより高水準で少数の反対案や代替案へと収斂させていく枠組みは欠けている。このため、『予算案作成』など個別の希望を調整して統一案をまとめていくべき一般的問題にはまだ適用が困難であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、収斂的支援をあわせて行う匿名保証型 DSS をインプリメントし、この上で収斂過程が実際に改善するか否かを「多数の代替案や反対案が洗練された少数案となるか否か」の視点から実証的に確認することである。

本研究の技術的な焦点は、代表者相互の討議では議事支援シナリオが動的に変化するという点であり、このために議論の展開結果を反映して議事支援プロセスを動的に変更して利用できる機構が必要となる。具体的には、例えば A, B, C の順の議事予定が、A の議論中に A, C, B, D の順への変更という結論を得た場合、A プロセスの出力が同変更命令を反映した実行系を半自動的に導出するような支援機構を目標とする。

3. 研究の方法

中心的な作業は「収斂支援機構の開発と組み込み」と、「目標システムの利用実験と評価」である。後者では、当初計画にもとづき、大学図書館の予算決定過程と同期した実験を組んだ。

(1) 収斂支援機構の開発と組み込み

図書館に対する教員の図書推薦枠を用いて、研究代表者がシステム内で評価の高い案を推薦案に反映させることを保証して実験を組むものとし、これにより最終的な図書選定を行う図書館に対し議案提出権をもつシステムを準備するものとした(a)。また、各ユーザは唯一不変のハンドルネームを用いての利用が可能になるよう基礎システムを設計した(b)。基礎システムは、匿名保証型 DSS の a), b) の機能をもつが、c) の機能を欠くものである。

設計した基礎システムの概要を図1に示す。基礎システムには、手元の書籍のリストから、そのリストの持ち主が自分に適切な未読書籍のリスト(図書館への推薦リストの原案となる)を作成するのを支援するため、協調フィルタリング機能を含めた(図の中央下部)。すなわち、通常の選挙等の問題の場合と異なり、本実験では参加者は知識の少ない未読書籍のリストを選択肢として提出し、議論しなくてはならない。このための支援機能を加えた。

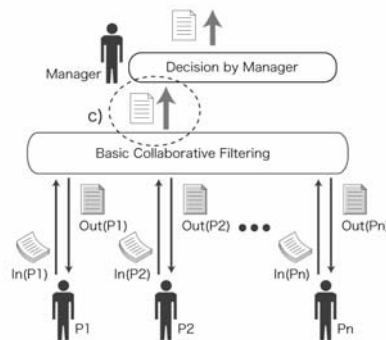


図1. 図書選択のための基礎システム

図1で、P1 から Pn は実験協力者の学生、Manager は図書館への推薦を行う教員(システム管理者)である。実験協力者は書籍評価のデータ In(P1) から In(Pn) を入力し、協調フィルタリング機能による推薦リスト Out(P1) から Out(Pn) を受ける。In(P1) は P1 による複数書籍の評価データのリスト(ISBN, Title 等の他に P1 による評価値を含めたレコードのリスト)である。Out(P1) は P2 から Pn の P1 に対する相関値計算から、P1 が未評価で、かつ高く評価すると見込まれた書籍をリストしたデータである。中央上部の点線円 c) の部分が案の収斂過程の部分であり、この支援のための設計が本研究の中心課題である。

収斂性の実験確認の上では、協調フィルタリングの利用が（最初から複数案の類似を招く等の形で）影響を与えると問題である。この点は実験参加者（数百名）よりも十分に大きな規模の外部ユーザデータをシステムに含めることで対処した。Web上で提供されている5089件の外部ユーザデータ、対応する154550冊の書籍データを準備した（同一書籍が複数ユーザに対応する場合があるため、ユーザと書籍間の対応リンク総数は書籍データ数より多く、335131件）。これにより、各実験参加者は他の実験参加者の登録よりもそれぞれ類似した外部ユーザデータに関する計算に基づく未読書籍のリストを得ようになる。実際、後述の利用実験では、すべての案の相互類似性は提出直後の段階でゼロとなり、実験における収斂は収斂支援機能の利用結果と位置づけられる（次節参照）。

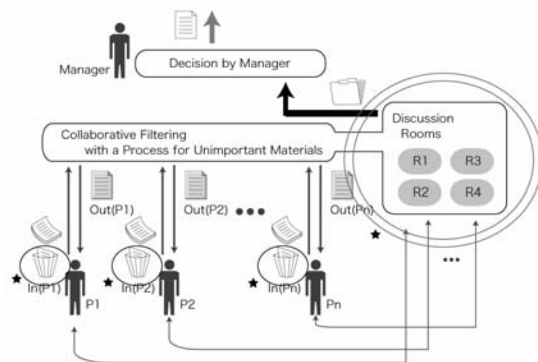


図2. 収斂支援機能を加えた実験システム

図2は収斂支援機能を加えた実験システムの概要である。議論の中で議論の進め方が変わるという動的変更を含む収斂プロセスに適切な形式的表現を与える内部構造（図右の二重円部）と、参加者の多様なアクセス方式に耐えるインターフェース（図左の各円部）の準備を主に行った。前者が中心的な収斂支援部であり、具体的な構築内容は次節に整理する。

(2) 目標システムの利用実験と評価

大学図書館の予算決定過程と同期した実験を組み、580人の学生を電子的発言権保有者（以下「参加者」として登録して利用実験を行った。参加者への謝金は準備せず、議案提出権自体を報酬とした。

利用実験では、前述の匿名性保証、議論の動的変更の支援等のほか、以下のi)-iii)の条件を前提とした：i) 書籍購入の予算枠は複数カテゴリがあり、各枠はある程度変更可能であること。ii) 「カテゴリ間でバランスの取れた案」を導出すること。iii) 「カテゴリ内でバランスの取れた案」を導出すること。

i)-iii)は、意思決定問題としての予算案決定がもつ主な特性の整理であり、通常の選

挙等における択一的決定との相違点である。これら「バランス」や「類似分野」に対する明確な基準が見出しにくい中で、参加者自身の相互作用により議論が収斂していくか否かを重視した。

4. 研究の成果

(1) 収斂支援機構を含む匿名保証型DSS

図書選択を目的とした収斂支援機構を含む匿名保証型DSSを、リレーショナルデータベースと連動するPHPベースのWebシステムとして作成した（以下「本棚システム」）。議論の順序変更の支援だけでなく、(α) 他者案の部分的採用や他者案に対する支持の変更が任意の時点で可能な機構と、(β) 発言回数制限や問題を含む発言の隠蔽等の秩序維持処理を参加者が共同で行なう機構を設計して実装した。

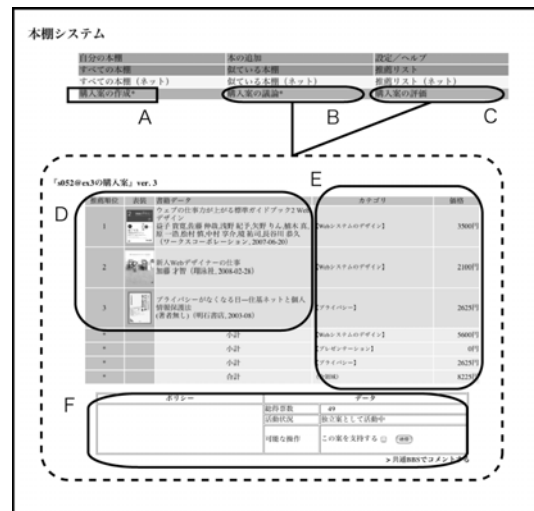


図3. 構築システムの概要

図3は、構築システムの概要である。上部の4行3列の表が基本的なインターフェースであり、このうち下の1行（左からA:購入案の作成, B:購入案の議論, C:購入案の評価の部分）が収斂支援部、他が基本システム部である。参加者は基本システム部で個人書籍の登録活動をして推薦リストを作成するが、実際に代表者として案を提出する際にはAの購入案の作成の欄で提出のための処理を行う（匿名化、書籍カテゴリの確認、書籍の推薦順序の確認）。Bでは代表者相互の案の統合の議論を、Cでは参加者（代表者も含む）による案に対する投票（複数選択可能）を行う。投票はいつでも修正が可能であり、代表者同士が案を融合させた場合は両案の支持者は統合案に投票すると見込まれる。各代表者も常に案の構成を修正可能である。

図3下の点線部は、B, Cの欄で表示される情報の概要である（簡単のため図3は1案の情報のみであるが、実際は全案のデータ表示

になる)。Dは書籍内容と順位を、Eは価格情報等(カテゴリ、個別価格、カテゴリ別合計価格など)、Fは獲得票数や代表者自身のポリシー、BBSに連動したコメント欄である。代表者は、Bの欄でそれぞれ独自操作のための「部屋」に入り、自分と相手の相関値を常に確認する。

案の統合は、得票数の増加に結びつくため代表者にはメリットがある。案相互の収斂が進むのは、1)案自体の構成を相互に類似させる操作と、2)自分の案を放棄してより優れた他者案の支持を表明する操作が典型と位置づけられる。まずこの2点に関して、代表者自身のボタン操作として任意の時点で実現可能な仕組みを準備した(α)。1),2)いずれも相関値の変更として、関連する他者の部屋に即座にメッセージとして伝わり、複数の部屋で平行して近接化の交渉が進む形となる。なお2)の操作は、自分の票数を支持する相手に与える操作でもある(匿名保証型DSSのc)の「代表者は他の賛成者数の票を自ら投ずる権利を得る」のためである。この際、自分と他者に同一の投票者が投票している場合は、重計算の問題が生じないよう重複投票者数の票数を自動的に減じる)。

上記1),2)に含まれない言語交渉は、ボタン操作でなく議論を要する。この点の支援として、議論の進め方を規則として設定し、その規則の履行を半自動的に強制する秩序維持機構を準備した(β)。議論の規則維持は、議論の順序維持の問題を包含する上位問題であるため(順序を無視した発言者の登場は共通規則に対する違反となる)、この秩序維持機能は目標としたプロセス維持の機能を超えている。

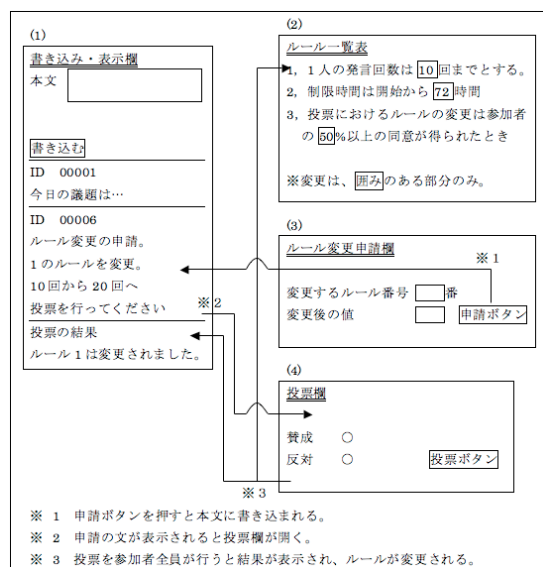


図4 自律的な秩序維持機構の組み込み

図4は(β)の枠組での討議とルール変更

の手続きの要約である。重要項目は(1)本文書き込み欄、(2)ルール一覧表、(3)ルール変更の申請欄、(4)投票欄である(本文書き込み欄はルール変更の申請欄を兼ねる)。変更対象のルールを(2)のリストから選択すると本文書き込み欄で通知がなされ全員が(4)の投票を行える。投票終了と同時に結果が本文書き込み欄に表示され、可決されると(2)のルールの自動変更が実現される。

例えば、(2)のルールの例として「発言回数は10回までとする」、「討議時間は討議開始から72時間」、「規則変更には参加者の50%以上の同意を要する」といったルールがあるとき、発言回数10回を20回に変更する案は、システム内参加者の50%の賛成があれば自動的に実現する(討議の順序も設定によりシステム運用可能な規則のひとつとなる)。また、50%という閾値自体も変更対象となりうる(例えば50%を60%に変更する案は、当初は50%の賛成で実現される。その後で50%に戻す案が出された場合は、実現に60%の賛同を要することになる)。

最後に、システム全体に関わる類似性計算の方法を以下のように定めた。類似性計算は、近年の書籍用協調フィルタリングシステムではしばしば自らが購入したか否かの2値表示を前提とする。本研究でも、同様に原則として購入したか否かの2値を利用し、2セットの書籍リストの類似性は「共有書籍数」の「両書籍数の和」に対する比とした(ただし一致を1.00とするため2を乗ずる)。従来、Resnick 他 GroupLens などでは多段階の評価値を用いることが多い。GroupLens の例に従えば、この前提のうえで、本人(K)と他の特定参加者(L)との相関係数を、両者の評価値ベクトルの共分散を両者の評価値ベクトルの積で割ることにより、以下のように得る。

$$r_{KL} = \frac{\text{Cov}(K, L)}{\sigma_K \sigma_L} = \frac{\sum_i (K_i - \bar{K})(L_i - \bar{L})}{\sqrt{\sum_i (K_i - \bar{K})^2} \sqrt{\sum_i (L_i - \bar{L})^2}}$$

さらに新書籍(例では6冊目)に対する予測値を、他の全参加者の相関係数を用いて以下のように算出する。

$$K_{6\text{予測値}} = \bar{K} + \frac{\sum_{j \in \text{評価者}} (J_6 - \bar{J}) \times r_{KJ}}{\sum_j |r_{KJ}|}$$

多値入力には、しかしながら、否定的評価の場合に参加者に動機づけが難しいなどの課題が残る。また、本研究の設定では計算量の問題も残る。この点から2値を原則とする方式を用いた。収斂性を確認する類似性計算もこの計算によるものとした。(本研究では反対案や代替案の検討も重視することから、購入の有無のみでなく、批判的評価の入力を支援するため、「参加者が読了後に推薦でき

ないと感じた書籍を非推薦リストとして登録する」機能を導入する工夫も行った。非推薦リストは In(P1)等とは別の書籍リストである。2 値評価の基本演算は残し、受講生や教員への出力に非推薦リストへの登録度を付加するシンプルな設計であり、実装して動作確認の実験も行った。この点が図 2 左下の各円の機能に対応する。)

(2) 匿名保証型 DSS の利用実験

580 人の学生を電子的発言権保有者として登録し、図書館の購入書籍の推薦案を共同作成する文脈でシステム利用実験を行なった。案相互の類似性を共通書籍の包含率として評価して記録した結果、複数の案が相互に収斂していく過程を確認できた。

システム運用：

2008 年 12 月 4 日開始

登録者：

国立 4 年生大学 G の学生 580 人。

収斂実験の条件設定：

システム内で案を提出する各代表者には、「Webシステムのデザイン」、「プレゼンテーション」、「プライバシー」の 3 カテゴリーの書籍の推薦を求めた。総額 2 万円程度、3 カテゴリー間で概ねバランスがとれたリストになること、各カテゴリ内でも特定の小分野に特化しないようバランスに配慮することを求めた。システム内で評価の高い案は、そのまま採用するとは限らないが、図書館への最終案作成で丁寧に検討することを保証した。

運用結果：

アクセス者数：341 人 (58.8%)
 データ登録活動者数：248 人 (42.8%)
 代表者案登録者数：9 人 (1.6%)
 代表者案相互の収斂：(図 5 参照)

データ登録者は所有書籍のデータを登録したユーザである。すべてのデータ登録者は自分用の推薦リストを得られるため、システム内で 248 名分の推薦案の算出がされている。9 名のみが代表案としての提出を行ったことは、多くの参加者が既出の代表者案との類似性等から自分の案の提出ではなく投票によるその支持を選択したことを意味する。よってこの段階で一定の収斂が認められる。

さらに、この 9 案は提出当初は他者案と共通部分がなかったが、その後のリスト構成の入れ替えと他者案への支持の表明により、相互関係の更新が進み、収斂の傾向を確認できた。図 5 では案の提出者すなわち代表者を英字で、案の版を数字で表す (例えば B2 は代表者 B による第 2 版の案)。また Step 数は各代表者が行う案の構成の更新によりカウントし、討議の進行段階を示す。ここで Step1

(最初の代表者の第一案の提出に対応) から最後の Step24 までは 29 日間であり、その後収斂実験は 33 日間の時間制限で終了した(システムの基本部は継続運用)。

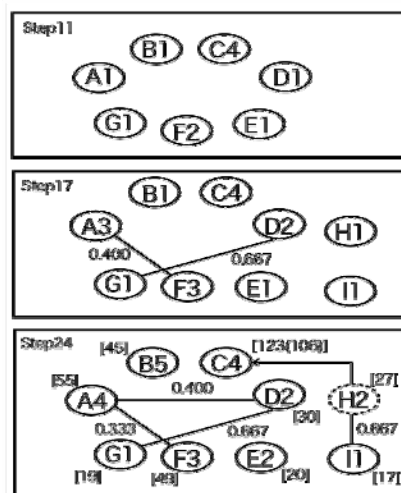


図 5 代表者案の収斂のプロセス

図 5 では、まず Step11 の段階で A1, B1, C4, D1, E1, F2, G1 の 7 案の提出があったが、相互の相関値は 0 だった (相関がある場合はラインで表す)。各案はそれぞれ 1 冊から 4 冊の構成であった (以下の H, I も同様)。

Step17 は H, I を含めた 9 案すべてが提出された段階である。この時点で、A と F, D と G の間にはそれぞれ 0.400, 0.667 の相関値が生じており、Step11 の段階よりも収斂した構成内容となっている。

Step24 では、A が (F との相関は 0.333 に弱まったが) 新たに D と 0.400 の相関を、H と I が相互に 0.667 の相関を得ている。また、[]内の数値は各案への最終的な投票数であるが、この段階では 27 票をもつ H が 106 票をもつ C への支持表明も行っているため、C の票が 123 票と 17 票分増している (27 票中 10 票は元来同一の投票者によるものであるため重複分として自動的に除かれている)。

以上より、収斂性の高まる傾向が継続して確認され、最終的に C 案が最も高い評価を得た段階で終了した。

(3) 評価と展望

本研究では、議論の順序変更の支援を超え、(α) 他者案の部分的採用や他者案に対する支持の変更が任意の時点で可能な機構と、(β) 発言回数の制限や問題を含む発言の隠蔽等の秩序維持処理を参加者が共同で行なう機構を設計して実装し、議事支援機構を拡張した。この上で 580 人の学生を電子的発言権保有者として登録し、図書館の購入書籍の推薦案を共同作成する文脈でシステム利用実験を行なった。案相互の類似性を共通書籍の包含率として評価して記録した結果、複数

の案が相互に収斂していく過程を確認できた。「バランス」の評価など明確な基準が見出しにくい中で、参加者自身の相互作用により議論が収斂しうることを確認できた点が重要である。ただし、今回の実験では、代表者として案を提出する参加者数はかなり限定的だった。また、収斂の傾向を確認できたものの、単一の結論を導くような強い収斂性を導くには至らなかった。これらの点の改善は今後の課題である。

一方、本研究の(β)の自律的な秩序維持機構は、予算決定以外の文脈における、より秩序維持の困難な多様なコミュニケーションシステムへの応用も期待される。この具体的な応用システムの構築と利用実験も今後の課題である。自律的な秩序維持機構自体についても、閾値だけでなく規則文自体の更新を可能とするような拡張が重要と思われる。規則文設計には多様な可能性があると思われ、汎用の規則文更新システムの構築は難度の高い課題である。しかしながら、実現すればコミュニケーションシステムの管理者作業の自動化に結びつくとも期待される。潜在的可能性も大きく見込まれる問題であり、今後継続的に検討したい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ① Atsushi IWAI, Hiromu MASAKI, and Yosuke YOSHIKAZAKI. "A Design for a Document Evaluation System Allowing Critical Evaluation with Ordered Discussion" *IMECS2009 (International Multi-Conference of Engineering and Computer Scientists 2009) Proceedings, Vol.1*, 324-329, 2009, 査読有.
- ② 正木 弘, 岩井 淳. 書籍選択のための協調フィルタリングシステムの効率的機能拡張, 第15回社会情報システム学シンポジウム学術講演論文集, 101-106, 2009, 査読無.
- ③ 吉崎陽介, 岩井 淳. 自律的な秩序維持機能をもつ電子掲示板システム, 第15回社会情報システム学シンポジウム学術講演論文集, 13-18, 2009, 査読無.
- ④ 岩井 淳, 佐渡一広. 参加者の合意に基づく文書隠蔽システムの設計, 第5回情報科学技術フォーラム(2006FIT)講演論文集, 123-124, 2006, 査読無.

[学会発表] (計5件)

- ① 岩井 淳 権威的意思決定の理論と討議支援システム, 2008年秋季経営情報学会大会, 2008.11.9, 仙台.
- ② 岩井 淳 プロセスプログラムに基づく電子的会議進行, 2008年秋季経営情報学会大会, 2008.11.9, 仙台.
- ③ 岩井 淳, 正木 弘, 吉崎陽介. 批判的評価と秩序ある議論の両立を考慮した文献評価システムの設計, 2008年日本社会情報学会(JASI&JSIS)合同研究大会, 2008.9.14, 東京.
- ④ 岩井 淳 匿名性保証のための質問票構造の動的変更, 情報処理学会第70回全国大会, 2008.3.15, つくば.
- ⑤ 岩井 淳 調査対象者の匿名性を考慮したRDBに基づく情報収集, 第43回数理社会学会大会要旨集, 2007.3.4, 福岡.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩井 淳 (IWAI ATSUSHI)

群馬大学・社会情報学部・准教授

研究者番号: 60293081