

グループ意思決定支援システムにおける効果的な アウェアネスと通信環境の利用に関する考察

小柴 等[†] 加藤 直孝[‡] 國藤 進[†]

北陸先端科学技術大学院大学[†] 石川県工業試験場[‡]

本報では、通信環境やGDSSの有無に伴うアウェアネスの変化が、グループ意思決定にどのような影響を及ぼすかについて、評価実験に基づいて考察する。本研究の新規性は、1.アウェアネスの観点からグループ意思決定支援プロセスについて分析を行っている点、2.一般的なビデオ会議システム以外に、高解像度・大型画面のビデオ会議システムで意思決定を行った場合について分析を行っている点、3.GDSS利用の有無の比較・分析を行っている点、などにある。

Effects of Awareness and Communication Channel in Group Decision Support System

Hitoshi Koshiba[†] Naotaka Kato[‡] Susumu Kunifuji[†]

Japan Advanced Institute of Science and Technology(JAIST)[†]
Industrial Research Institute of Ishikawa(IRII)[‡]

In this paper, we report effects of "Awareness" in group-decision support by evaluation experiment. An important feature of this paper is that. 1. Analyzed to group-decision-process of viewpoint from "Awareness". 2. Analyzed to decision-making of using high-performance video conferencing system (it's had high resolution picture and real size picture) as well as general video conferencing system. 3. Effects of using GDSS have been analyzed and compared.

1 はじめに

近年のITの普及・発展に伴って分散環境下での共同作業が一般化し、GDSSを使用する通信環境に関しても従来多く見られた対面環境での利用のみならず、分散環境での利用ニーズが高まってきている。

他方、コミュニケーションと通信環境には密接な関係があり、グループウェアの分野で注目されている「アウェアネス」[1]の観点からも、GDSSを使用する通信環境が意思決定に対して影響を及ぼすことが考えられる。

しかしながら、この観点からの意思決定に関する研究は少なく、既発表論文ではGDSSを用いない意思決定について、ビデオ会議システムを用いて意思決定問題を解決する場合の意思決定プロセス支援方式の提案[2][3]や、通信環境の変化が意思決定結果に与える影響などについて報告[4][5][6]されている程度である。意思決定は通信環境の他にGDSS利用の有無によっても有意な差を生じると考えられ、既発表論文の内容をそのままGDSSを用いた意思決定にも適用できるとは限らない。

また昨今では、分散環境として一般的なビデオ会

議システムだけを取り出してみても、安価で手軽なタイプのものから、相手側の高品位な画像を等身大で見ながら行えるようなタイプのものまで様々である。画像の範囲や大きさ、品質はアウェアネスのレベルに関連しているため、今後は従来のようにこれらをひとまとめに「分散環境(ビデオ環境)」として取り扱うことが困難であり、前者と後者の切り分けをしておく必要がある。

以上のことから、通信環境を問わず、また、各通信環境の特性を活かして、GDSSを用いた効果的な意思決定を行うためには意思決定を行う上で重要となるアウェアネスや、通信環境に伴うアウェアネスの変化が、合意形成プロセスや意思決定結果に与える影響について調査し、考察しておくことが重要となる。

本論文ではこれらの問題を考慮して、意思決定におけるアウェアネスの有効な利用方法を導出することを目的とし、対面環境および、テレビ電話的なビデオ会議システムを用いた分散環境と、ガラスを隔てて対面しているかのような状況を演出できるビデオ会議システムを用いた分散環境において、これらの環境の変化がGDSSを用いた、あるいは用いない

代替案選択型の意思決定問題の解決にどのような影響を及ぼすかについて、評価実験を行う。

なお、本論文中では

- Web カメラなどを使用した一般的なビデオ会議システムによってコミュニケーションを図る同期分散環境
- あたかもガラスを一枚隔てて相手と対面しているかのような状態を提供できる、高品位のビデオ会議システムによってコミュニケーションを図る同期分散環境

を区別するために、前者を従来どおり分散環境、後者を新たに仮想対面環境と称する。

2 システムの概要

本研究では既存の GDSS である Group Navigator [7] の、一部機能を拡張し、TCP/IP 通信機能を付与するなどして使用した。

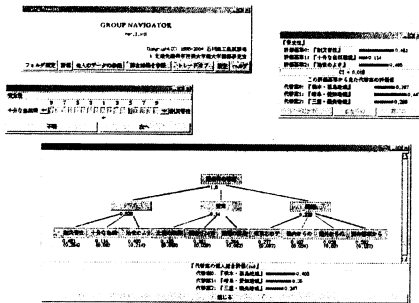


Fig.1: Group Navigator 動作画面

Group Navigator は、AHP(Analytic Hierarchy Process)を用いた、意思決定問題の要因が構造化可能で、かつそれぞれの要因に対する重み付けが数量化可能な問題領域における代替案選択型の意思決定問題支援を目的として設計された対話型の GDSS である [7]。図 1 に Group Navigator の動作画面を示す。特徴として、

- グループメンバーの相互理解と共通認識の形成を促進するために、WYSIWIS ベースの視点共有の概念に基づいたシステム設計を行っている点
- 主観判断に基づく代替案選択問題において、コンフリクト解消及び妥協点の探索を目的に、感度分析を利用した合意形成支援方法を新たに提案し、システム化している点

などがある。使用するグループの規模としては最大 4~5 人程度を想定しており、使用の形態は同期環境

下であれば、空間的には対面・分散どちらの環境でも運用が可能な設計である。ただし、Group Navigator に関する既発表論文 [7] では同期対面環境での評価実験についてのみ報告されており、分散環境における評価実験は報告されていない。

3 仮説

3.1 通信環境の変化

GDSS を用いないグループ意思決定の通信環境の変化と合意結果の関係については、中山らの論文 [4] や、小幡の論文 [5] において報告がなされている。

中山らは、対面環境と分散環境では、分散環境の方が抑制された話し合いが行われ、参加者が納得して中庸な決定をくだす傾向があったと報告し、対人圧力に関して文字だけのやり取りほどは低下せず、対面よりは低下していることが原因ではないかと考察している。小幡の論文では客観的な解のない問題の意思決定を行う場合、音声のみの通信よりも、画像を用いるほうが有効であることを示唆し、その上で相手の顔を見る頻度が高いほど、質の高い意思決定がなされることを報告している。これらのことから、意思決定という問題に影響を及ぼす要因として、対人圧力を伝えるようなアウェアネスである臨場感アウェアネス、特に視線のアウェアネスが重要ではないかと推測される。

今回使用する GDSS である Group Navigator には臨場感アウェアネスを操作するような機能は付いていないため、上記のことは、ほぼそのまま GDSS を用いた場合にも適用できると考えられる。そこで、通信環境に関しては GDSS の有無を問わず以下のような仮説を立てた。

1. 対面環境と分散環境を比較した場合、対面環境の方が、一体感、存在感や、視線といった臨場感アウェアネスが強く働き、合意プロセスおよび合意結果に関してより満足度の高い結果が得られる。信頼度に関しては、抑制された議論を行える分散環境の方が高い。
2. 仮想対面環境は対面環境と分散環境の中間的な立場に位置すると考えられ、前述の適度なアウェアネスの提供という観点から、合意プロセスおよび合意結果に関して満足度、信頼度ともに対面環境と分散環境の中間値をとる。

3.2 GDSS の有無が及ぼす影響

今回使用した GDSS である Group Navigator では、ナレッジアウェアネス [1] や、各使用者の視点情報(妥協度、非合意度など)の変遷といったコンテキストアウェアネスが提供され、議論をサポートするこ

とから、分散、対面など、環境を問わず抑制された議論が行われる。それによって、GDSSを用いない場合に比べ参加者が納得する合意結果、すなわち信頼度の高い合意結果が得られるものと考えられる。しかしながら、システムの操作が必要であることと、AHPの概要を理解していない場合、なぜシステムがそのような誘導したかわからないため不安を感じるのではないかとということから、満足度に関しては、低下するのではないかと考える。

4 実験の方法

4.1 実験条件

実験のために用いる意思決定問題は、意思決定問題そのものによる結果への影響を考慮して、全ての組で同一のテーマを設定した。実験の終了条件は、順位が完全一致した時として、特に時間制限などは設けなかった。また、今回の実験はすべて同期環境下で行った。

被験者は本学学生とし、GDSS使用環境は、ランダムに2名を1組として22名11組を作成し、対面環境3組、分散・仮想対面環境、各4組として行った。GDSS未使用環境も同様に、18名9組を作成し、対面・分散・仮想対面環境、各3組として行った。可能であれば、各組それぞれで全環境での実験を試みたかったが、今回は時間的な制約から各組1環境のみの実験とした。すなわち、全環境間で母集団は独立である。

4.2 実験手順

各組で被験者にはまず10分程度、テーマに関する資料に目を通してもらい、その後意思決定を行ってもらった。

GDSS未使用環境の群では、特に制約はもうけず、自由に話し合いを行う。GDSS使用環境の群では、時間的な制約から、AHPの評価構造や代替案について、事前に実験者が作成したものを使用するなどして、図2に示した、簡略化したものを用いて意思決定を行う。

4.3 実験環境

GDSS使用環境で用いた通信環境では、対面環境は実験室において、15inディスプレイを挟んで向かい合う形で行った。被験者間の距離は約1.0mであり、ディスプレイ越しに相手の顔が見えるように椅子の高さを調節した。

分散環境は一般的なビデオ会議システムとしてMicrosoft社のNetMeetingを使用した。それぞれ異

¹表はすべて平均値、括弧内は不偏分散値

なる部屋でGDSS用の15inディスプレイと、NetMeeting用に用意されたノートPCの前に座る。被験者の画像はノートPCにセットされたUSBカメラで送信し、机の上に設置されたマイク及びスピーカーによって互いに音声を通信できるようにした。画像の解像度は176×144(QCIF)、音声の品質は電話にやや劣る程度である。

仮想対面環境は、Sony社のビデオ会議システムPCS-1と背面投影型の90inディスプレイを組み合わせ使用した。また画像の大きさによる迫力などを考慮して、できるだけ対面時と同等程度の大きさに相手が投影されるよう、画角などの調整を行った。画像の解像度は1280×768(XVGA)、音声の品質は電話にやや劣る程度である。その他、分散環境との違いとして、分散環境では、相手の画像がほぼ顔のみしか表示されなかったのに対して、仮想対面環境では胸よりやや下の部分まで表示されており、部屋の背景も広い範囲で映っていたことが挙げられる。

GDSS未使用環境は、以上の環境からGDSS用のディスプレイを取り除いた他は、同様の条件である。

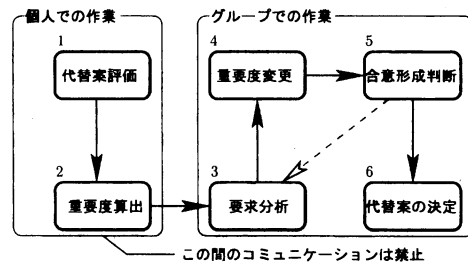


Fig.2: 実験で用いたグループ意思決定支援プロセス

5 実験の結果

5.1 GDSS使用環境

定性評価 アンケートの未回答や、誤記入によって有効回答数はそれぞれ対面環境6名、分散環境5名、仮想対面環境7名となっている。

表1～表3に、今回用いた仮説と特に関連の深いと思われるデータについて示す¹。アンケートは、好印象/好評価な方を高得点とする5点評価である。

Table 1: 満足度・信頼度に関するアンケート結果

	対面環境	分散環境	仮想対面環境
Q1	3.2 (0.6)	3.6 (0.8)	4.1 (0.6)
Q2	3.2 (1.4)	4.4 (0.3)	4.3 (0.3)
Q3	3.2 (0.6)	4.0 (0.5)	4.2 (0.4)

* Q1: 合意のプロセス（話し合いなど）に満足しているか

* Q2: 結果に満足しているか

* Q3: 結果は信頼できるものだったか

ここで、表1における信頼度とは、合意結果に対する納得の度合いを意味している。

Table 2: 目視に関するアンケート結果

	対面環境	分散環境	仮想対面環境
Q4	3.3 (2.3)	3.8 (1.7)	3.6 (1.5)
Q5	3.5 (1.5)	3.4 (2.3)	3.0 (1.8)

- * Q4:会話中に相手の目を見たか
- * Q5:会話中に相手の仕草を見たか

Table 3: 対人圧力などに関するアンケート結果

	対面環境	分散環境	仮想対面環境
Q6	3.2 (1.8)	3.6 (0.8)	3.7 (1.3)
Q7	2.7 (2.7)	3.2 (1.7)	3.9 (1.1)

- * Q6:コミュニケーションはとりやすかったか
- * Q7:普通の会話と比べてストレスは低かったか

定量評価 定量評価としては、Group Navigatorの合意形成支援機能である、トレードオフ分析機能の使用回数、合意プロセスに要した時間などの他、各環境につき無作為に2組4名を抽出して、実験のビデオ画像から被験者の発話内容を文章に起こし、発話内容の構造化を行った。また、構造化した発話に対して、目視に関するデータを付与し、その回数などを算出した。この目視のデータに関しては分散環境について3名のみデータしか取得できなかった。

ここでは、定性データと同様に、議論に必要なデータのみを抜粋して記す。標本サイズが小さいので分散値は割愛した。

Table 4: 定量評価

	対面環境	分散環境	仮想対面環境
A	182.3	162.5	225.3
B	53.0%	50.8%	53.6%
C	42.1%	33.4%	34.6%

- * A:全発言数
- * B:タグ付き発言率
- * C:発話中の目視の割合

表4における“タグ付き発言率”とは、構造化された全発話のうち、意思決定の交渉プロセスにおける交渉密度の指標となる。質問、回答、説得、妥協、追認という、5つのタグがつけられた発話の占める割合である。発話全体におけるこれらの割合が高ければ、内容の濃い交渉が行われたものと推定できる。ただし、タグは発話の内容を元に実験者が付与した。“発話中の目視の割合”は目視回数を発話中に相手、もしくは相手の表示されている画面に顔を向けた回数と定義し、その結果を基に、発話中に相手の方へ顔を向けた割合を示したものである。目視回数のカウントは構造化した発言1つにつき、何度相手方を向いても1回とカウントする方法で計測した。

5.2 GDSS 未使用環境

定性評価 GDSS未使用環境では全員からアンケートが回収できたため、有効回答数は全環境で6名となっている。

GDSS使用環境の場合と同様に表5～表7に、今回用いた仮説と特に関連の深いと思われるデータについて示す。

Table 5: 満足度・信頼度に関するアンケート結果

	対面環境	分散環境	仮想対面環境
Q1	4.3 (0.7)	4.0 (0.4)	4.7 (0.3)
Q2	4.2 (1.4)	4.0 (0.4)	4.5 (0.3)
Q3	4.0 (0.4)	4.0 (0.4)	4.3 (0.3)

- * Q1:合意のプロセス(話し合いなど)に満足しているか
- * Q2:結果に満足しているか
- * Q3:結果は信頼できるものだったか

Table 6: 目視に関するアンケート結果

	対面環境	分散環境	仮想対面環境
Q4	4.0 (0.4)	2.8 (2.1)	3.5 (0.7)
Q5	2.8 (1.0)	3.7 (1.2)	3.3 (0.7)

- * Q4:会話中に相手の目を見たか
- * Q5:会話中に相手の仕草を見たか

Table 7: 対人圧力などに関するアンケート結果

	対面環境	分散環境	仮想対面環境
Q6	4.0 (0.4)	3.7 (1.9)	4.7 (0.3)
Q7	3.0 (0.8)	2.8 (1.4)	4.5 (0.3)

- * Q6:コミュニケーションはとりやすかったか
- * Q7:普通の会話と比べてストレスは低かったか

定量評価 定量評価についても、GDSSありの場合と同様、各環境につき無作為に2組4名を抽出して、実験のビデオ画像から被験者の発話内容を文章に起こし、発話内容の構造化などを行った。ただし、目視のデータに関しては分散環境について2名のみデータしか取得できなかった。

Table 8: 定量評価(平均)

	対面環境	分散環境	仮想対面環境
A	142.5	137.5	187.8
B	49.9%	42.2%	42.0%
C	29.6%	37.5%	38.9%

- * A:全発言数
- * B:タグ付き発言率
- * C:発話中の目視の割合

5.3 全環境の相対比較

これらをふまえて、GDSSの有無を含めた全環境間の比較を行うと表9のようになる。表中A+～Cは各項目についての相対評価である。

Table 9: GDSS の有無と各環境間の比較

		合意プロセスへの満足	結果への満足	結果への信頼	ストレスの低さ	タグ付き発言率	発話中目視率
対面環境	GDSS 使用	C	C	C	C	A	A ⁺
	GDSS 未使用	A	B	B ⁺	B	B	C
分散環境	GDSS 使用	C ⁺	A	B ⁺	B ⁺	B ⁺	C ⁺
	GDSS 未使用	B	C ⁺	B ⁺	C ⁺	C ⁺	B ⁺
仮想対面環境	GDSS 使用	B ⁺	B ⁺	A	A	A ⁺	B
	GDSS 未使用	A ⁺	A ⁺	A ⁺	A ⁺	C	A

6 考察

6.1 GDSS の有無と環境の及ぼす効果

表1, 表5といったデータを見比べると, 各環境についてわずかながら, “GDSS 未使用環境”の方が好印象である。これは多くの被験者がこれまでGDSSを用いた意思決定を行った経験を持たないことや, AHPという意思決定手法の仕組みがわからない事からくる不安といったことが考えられる。実際, 自由記述のアンケートで「なぜシステムが, そのような誘導をしたのかわからなかった」といった意見もみられた。

表3, 表7で, GDSS使用環境の方が, コミュニケーションの取り易さや, ストレスに関して評価が低いことも, 同様にGDSSの操作という慣れない作業と, 中身がわからないことへの不安があったと思われる。自由記述のアンケートでも, 対面環境の被験者から「システムの応答タイミングが遅くて, 意識がとぎれてしまった」という回答があった。

目視率は対面のみ, “GDSS使用環境”の方が高い。これは, GDSS使用環境の場合, 対面環境においても机の上にGDSS用のディスプレイが配置され, 相手の手元や, 相手の見ている資料が見えないことなどから, GDSS未使用環境下での対面環境と比べて, 相手の仕草を確認するために余計なコストがかかることが要因ではないかと思われる。対面環境以外で, 目視率が低下している要因は, GDSS使用環境では資料と相手に加えて, GDSSの画面も見なければならぬためであると思われる。

タグ付きの発言率に関しては“GDSS使用環境”の方が全環境で高い値を示している。これに関してはGDSSが提供する, 現在の論点や意見の変遷データなどのナレッジウェアネス, コンテキストウェアネスによるものと考えられる。

6.2 GDSS の及ぼす効果

対面環境は, GDSSの有無によって比較的定性・定量データが左右されやすい傾向が見られる。また, 対人圧力に関しては目視の量が極端に変化してい

ることや, ストレスに関するアンケートの結果が, GDSS未使用環境では“どちらでもない”を意味する3.0, GDSS使用環境ではそれを下回る2.7と言った値を示していることから, 他の環境に比べて特に対人圧力が強いことを示唆する結果を得た。GDSSを用いたとたんに通常以上のストレスとなっているのは, 多くの被験者がこれまでGDSSを用いた意思決定を行った経験を持たないことや, GDSSの画面上に表示される本音と, 議論を円滑に進めるために使用される建前とのギャップから来るものではないかと推測される。

分散環境は, 「身振り手振りが相手に伝わりにくい」「相手が見ている資料が分からない」といった不満は多いものの, GDSSの有無によって定性・定量データが左右されにくい傾向が見られる。これは, 中山らの論文でも述べられている, 「理性的な抑制された議論」が我々のGDSSを使用しない環境でもなされた結果ではないかと推測される。つまり, GDSSの有無にかかわらず, 初めから理性的に本音で話ができるため, 本質的な議論のモードに変化がなく, そのために, 対面環境のような大きな変化を引き起こさないものと推測される。タグ付きの発言率が上昇していることは, GDSSを用いることで, コミュニケーションのとり難さが改善されたためと思われる。

仮想対面環境はGDSSの有無にかかわらず好印象となっている。これは分散環境で被験者から不満の上がった「身振り手振り」が伝わることや, 自分がどの資料を見ているのかを, カメラを通じて相手に示せるといった点からもたらされるコミュニケーションの取りやすさと, 対面環境ほどには伝わってこない対人圧力によるものと思われる。これがGDSS未使用環境の場合にはマイナスの効果をもたらし, 冗長性の高い会話を導いてしまったが, GDSSを用いることで, 冗長性の少ない会話が導かれた。また, “冗長性”の良い面が活かされれば, 発散的思考に有効な可能性がある。

これら, GDSSのもたらす効果について, 得られた知見を表10に示した。

Table 10: GDSS のもたらす効果

	タグ付き発言率	目視率	対人圧力	ストレス
A	↑	↑	↑	↑
B	↑	↓	→	↓
C	↑	↓	↑	↑

*A:対面環境

*↑ :上昇

*B:分散環境

*↓ :下降

*C:仮想対面環境

*→ :変化なし

6.3 意思決定プロセスとアウェアネス

GDSS を用いた意思決定プロセスで提供される、または必要とされるアウェアネスとして、臨場感アウェアネス、ナレッジアウェアネス、コンテキストアウェアネスを仮定した。ここでは、それらのアウェアネスが意思決定プロセスのどの部分で必要と考えられるかを述べる。

図2において、重要度算出から、要求分析(コンフリクト抽出)の部分において、お互いの評価基準が明確化する。これはまさに、「協調行動過程支援において必要となる情報共有過程に関してグループメンバーが相互認識し、気付くという概念」[1]であるナレッジアウェアネスに相当する。Group Navigatorに関する既発表論文[7]で報告されている“各参加者にとってお互いの視点の認識”が容易になったことや、“グループ意思決定活動における参加意識および共通認識を高めることが出来た”ことも、ナレッジアウェアネスの概念に一致しており、意思決定というタスクにおいても、ナレッジアウェアネスが有効であることを示唆していると考えられる。

要求分析の結果を基に交渉を行い、重要度の変更を繰り返してゆくプロセスでは、妥協度や非合意度がどのように推移してきたのかといった、時系列のデータの変化に関するアウェアネス、すなわちコンテキストアウェアネスが重要と考えられる。実際、ディスカッションでも「こちらばかり妥協してるので、そちらも少し妥協してほしい」、「非合意度が高いので、この項目についてはもう少し話し合おう」といったやりとりが頻繁に見られ、Group Navigatorの提供する時系列のデータが交渉の材料や目安として、積極的に機能している場面が見られた。

重要度変更のステップに伴って行われる交渉では、場の空気や相手の考えを読みとるための手がかりとしての臨場感アウェアネスが重要になる。今回の実験からは、臨場感に起因する対人圧力が強すぎても、弱すぎても意思決定に悪影響を及ぼす傾向が見られた。ただし、対人圧力に関しては被験者が基本的に面識のないもの同士であったことも大きな要因として考えられる。また、今回の実験では目視の割合と対人圧力の関係は特に見いだすことが出来なかった。

この中で、ナレッジアウェアネスやコンテキスト

アウェアネスは現状のGDSSでも提供しているものがある。しかし、今後、通信環境による合意プロセスや結果に対する印象の差を埋めるためには、臨場感をコントロールする、もしくは、通信環境によらず提供でき、臨場感アウェアネスまでをカバーできる新たなアウェアネスを付与する必要があると考えられる。

7 まとめ

本論文では、通信環境の変化やGDSSの有無が代替案選択型の意思決定プロセスにどのような影響を及ぼすかについて、対面環境、分散環境、仮想対面環境という3つの環境下で、GDSSを用いた場合と用いない場合で評価実験を行い、その分析結果について報告した。また、意思決定の各プロセスにおいて、どのようなアウェアネスが重要となるかについての考察も行った。その結果から、通信環境やGDSSの有無によってもたらされるアウェアネスの変化が、意思決定プロセスや結果にどのような影響を及ぼすのかを明らかにした。

今後は、被験者間の社会的関係を考慮した実験や、多人数での実験などを行う予定である。また、通信環境によらず交渉をサポートできるようなアウェアネスと、その提供の仕組みについても検討する必要がある。

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] 國藤進. 知的グループウェアによるナレッジマネジメント. 日科技連出版, 2001.
- [2] 小泉寿男, 鈴木昌則, 土井日輝, 白鳥則郎. C S C Wによる意思決定プロセス支援法の提案と実現. 情報処理学会論文誌, Vol. 37, No. 05, pp. 911-919, 1996.
- [3] 佐藤康臣, 西出通啓, 大場充, Michael Koch. 分散環境における協調的問題解決支援に関する実験. 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 4, pp. 1112-1120, 2002.
- [4] 中山満子, 石井尚範, 大西克実, 中野秀男. ネットワークを介した共同意思決定過程の分析. 情報処理学会研究報告「グループウェア」, No. 39-10, 2001.
- [5] 小幡明彦. 組織の知識創造に対して効果的なビデオ画像通信の利用方法に関する研究. 北陸先端科学技術大学院大学博士論文, 2002.
- [6] K S Raman, B C Y Tan, and K K Wei. An empirical study of task type and communication medium in gdss. *Proceedings of the Twenty-Sixth Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Vol. 4, pp. 161-168, January 1993.
- [7] 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.