

NAIST-IS-MT0451076

## 修士論文

ソフトウェア要求抽出会議への  
異分野協調作業支援ツールの適用

達 明憲

2006年2月2日

奈良先端科学技術大学院大学  
情報科学研究科 情報システム学専攻

本論文は奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科に  
修士(工学)授与の要件として提出した修士論文である。

達 明憲

審査委員：

松本 健一 教授 (主指導教員)

関 浩之 教授 (副指導教員)

飯田 元 教授 (副指導教員)

門田 曜人 助教授 (副指導教員)

# ソフトウェア要求抽出会議への 異分野協調作業支援ツールの適用\*

達 明憲

## 内容梗概

ソフトウェア開発における最初の工程である要求抽出過程では、ステークホルダ（本論文では、顧客と要求分析者）間の専門知識が大きく異なることが多く、顧客から要求分析者に明示的に要求を伝達できないことが問題となる。また顧客が潜在的にもっている要求は非常に抽出が困難であるという問題もある。要求抽出における 2 つの問題は、要求に曖昧さと不足を生じさせるため、要求に欠陥が生じてしまう。本研究の目的は要求抽出を困難にしている曖昧な要求と潜在的な要求を含む顧客要求を要求分析者に抽出させることである。本論文では異分野協調作業支援環境 EVIDII (an Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions) を要求抽出会議へ適用した実験について述べる。実験の結果、EVIDII を用いた会議では、明示的な要求に対する網羅性の向上と、議論する問題に対する認識の違いを明示化し、潜在的な要求に対する発見機会の増加により、抽出すべき要求の欠落が減少することが示された。

## キーワード

要求工学、要求抽出、異分野協調作業

---

\* 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 情報システム学専攻 修士論文、NAIST-IS-MT0451076, 2006 年 2 月 2 日。

# **Applying an Intercultural Collaboration Support Tool to Software Requirements Elicitation Meetings \***

Akinori Tsuji

## **Abstract**

Requirement elicitation is the initial process of software development. In this process, interviews are normally used by analysts for requirement collection from customers. But, difference of their background knowledge causes the disagreement of understanding. This disagreement is one of the serious problems, and brings defect to requirements specification. Thus, this paper describes and discusses the experiments in which we applied an intercultural collaboration support tool called EVIDII (an Environment for VIualizing Differences of Individual Impressions) to requirements elicitation meetings. From the results of the experiments, we have found that meeting with using EVIDII for the requirements elicitation process decreases lack of the requirement which should be extracted by two following remarkable features. Namely, improvement of comprehensibility for explicit requirements; and increase of discovery opportunity for potential requirements.

## **Keywords:**

Requirements Engineering, Requirements Elicitation, Intercultural Collaboration

---

\* Master's Thesis, Department of Information Systems, Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology, NAIST-IS-MT0451076, February 2, 2006.

# 目 次

1. はじめに	1
1.1 研究の背景	1
1.2 要求定義工程	1
1.3 本研究の目的とアプローチ	2
1.4 本論文の構成	3
2. 要求抽出における問題	4
2.1 要求抽出	4
2.2 曖昧な要求と潜在的な要求	5
3. EVIDII システム	8
3.1 システム概要	8
3.2 アソシエーション	8
3.3 マップと視点	10
3.4 システム利用の流れ	12
4. 要求抽出への EVIDII の適用	14
4.1 適用理由	14
4.2 適用方法	15
5. 要求抽出会議への EVIDII システム適用実験	18
5.1 実験の概要	18
5.2 実験の手順	19
6. 実験結果	26
6.1 定量的結果	26
6.1.1 抽出された要求の数	26
6.1.2 EVIDII に関するアンケート結果	27
6.2 定性的結果	29
6.2.1 全体的な会議の流れ	29

6.2.2 必須要求の認識過程	29
6.2.3 潜在的 requirement の抽出過程	30
<b>7. 考察</b>	<b>33</b>
7.1 必須要求の抽出	33
7.2 潜在的 requirement の抽出	34
<b>8. 関連研究</b>	<b>36</b>
8.1 専門知識の違いの解消を目的とした研究	36
8.2 認識の不一致や矛盾の解消を目的とした研究	37
<b>9. まとめと今後の展望</b>	<b>39</b>
<b>謝辞</b>	<b>41</b>
<b>参考文献</b>	<b>43</b>
<b>付録</b>	<b>46</b>
A. 事前アンケート（顧客用）	46
B. 事前アンケート（要求分析者用）	48
C. EVIDII に関するアンケート	49
D. 財務管理システムの GUI 画像	49

## 図 目 次

1	アソシエーション作成例	9
2	EVIDIIのアソシエーション可視化モデル	11
3	アソシエーションの可視化	12
4	要求抽出でのアソシエーション作成例	16
5	アソシエーションの可視化例	17
6	EVIDIIを用いた要求抽出会議の風景（上），従来方式の要求抽出会議の風景（下）	20
7	要求抽出会議実験の手順	21
8	アソシエーションリストの例	23
9	システム全体に対してある議論参加者が感じている問題を表しているマップ	31
10	全議論参加者がシステムのある画面を操作している時に感じる問題を表しているマップ	32
11	財務管理システム（旅費請求）のGUI画像	50
12	財務管理システム（物品請求）のGUI画像	51

## 表 目 次

1	要求抽出会議実験において抽出された要求の数（単位：個）	28
2	EVIDIIに関するアンケート結果	28

# 1. はじめに

## 1.1 研究の背景

ソフトウェア開発において、顧客が望んでいるソフトウェアを開発するために、顧客の要求を正確にかつ網羅的に抽出することが重要である。顧客自身は漠然とした要求は持っているが、本当にソフトウェアに必要な機能を明確な要求として持っているわけではないため、曖昧な形でしか要求を伝えることができないことが多い [1, 2]。顧客が意識的にもっている要求であれば要求分析者は容易に抽出することができるが、顧客が潜在的にもっている要求を抽出することは容易ではない [3, 4]。また、要求抽出作業の多くは、顧客と要求分析者の対面のコミュニケーションで行われる [3, 5]。たとえ経験豊かな要求分析者であっても、あらかじめ全ての要求を顧客とのコミュニケーションから正確かつ網羅的に抽出することは容易ではない [3]。なぜなら、顧客と要求分析者の専門知識が大きく異なることが多く、顧客から要求分析者に要求を明示的に伝達できないからである [3]。

要求が曖昧な状態で要求仕様書に記述されると、要求仕様書の読み手である開発者は要求の解釈が困難になり行間を読むことを強いられる [6]。結果として顧客の望むソフトウェアと異なったソフトウェアを開発してしまうことになる。また、潜在的な要求を抽出できずに終えてしまうと要求の不足が生じ、同様に顧客の望むソフトウェアとは異なったソフトウェアを開発されてしまう。したがって曖昧な要求および潜在的な要求の存在は要求仕様書に欠陥を作り込む原因である。顧客が望むソフトウェアを開発するためには、要求分析者は曖昧な要求を明確な要求にし、さらに潜在的な要求を引き出さなければならない [7]。

## 1.2 要求定義工程

ソフトウェア開発の最初の工程には、開発するソフトウェアが持つべき機能や性能を定めるために、顧客が望むソフトウェアに対しての要求を抽出し定義する工程である要求定義工程がある。要求定義工程において、要求分析者が顧客から要求を誤って抽出したり要求を抽出し損なったりすることにより、要求に欠陥が

生じてしまう。開発工程が進んだ後になって、顧客が望んでいることがソフトウェアに反映されていないことから、新たな要求の出現や要求の変更が生じる。そしてソフトウェア開発組織や企業は、顧客の要望を満たすよう要求の欠陥を修正するため、開発作業の手戻りを余儀なくされる。結果として開発コストの超過、開発期間の遅延を引き起こし、最悪の場合には開発プロジェクトの失敗につながる[3]。

ソフトウェア開発の手戻りにかかるコストは、全開発コストの30~50%を消費し、その内、要求の欠陥を修正するための手戻りにかかるコストは、全手戻りコストの70~85%を占めると言われている[6]。また、要求の欠陥を修正するコストは、後の工程へ進むに従って膨大になることが知られている[8]。したがって、ソフトウェア開発のできるだけ早い段階で要求を網羅的かつ正確に獲得することが極めて重要となる。

要求定義工程は、顧客から要求を引き出す要求抽出、抽出した要求を精緻化し優先順位付けを行う要求分析、要求を文書化する仕様書作成、そして要求仕様書の妥当性を確認する要求確認という過程の大きく4つの過程に分けられる[9]。本論文ではソフトウェア開発の中で最も早期に行う過程であり、かつ要求に欠陥を作り込む可能性が高い要求抽出過程に焦点を当てる。

### 1.3 本研究の目的とアプローチ

本論文では、要求の欠陥が作り込まれる原因となる曖昧な要求の存在、潜在的な要求の存在という2つの問題を解決することを目的としている。この2つの問題を解決するために、従来、工業意匠のデザインプロセスにおける顧客とデザイナとの相互理解支援を目的として研究が行われてきた異分野協調作業支援環境 EVIDII (an Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions)[10]を、要求抽出会議に適用し実験を行った。本論文では、顧客が本当に必要としている機能を明確に要求分析者に伝えるために顧客と要求分析者双方の専門知識の違いを双方に理解させる必要があると考えた。また、潜在的な要求を抽出するために問題に対する認識の違いを明示化することにより潜在的な要求を発見する機会を増やすことを考えた。そして、議論参加者に専門知識の違いを理解させ認識の違い

を明示化するには、専門知識の異なる人々の対面会議における相互理解を支援することを目的として作られており、言葉や画像などの表現形態に対する印象の違いを可視化する EVIDII が利用できると考えた。

#### 1.4 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。2章では要求抽出過程について説明し、要求抽出における問題について述べる。3章では要求抽出会議に用いる異分野協調作業支援環境 EVIDII を紹介する。4章では EVIDII を要求抽出会議に適用する理由と適用方法について述べる。5章では要求抽出会議への EVDII システムを適用した実験について説明する。6章、7章ではそれぞれ実験結果と考察を述べる。8章では要求抽出過程に焦点を当てており本研究と関連する研究について述べる。最後に9章で本論文のまとめと今後の展望について述べる。

## 2. 要求抽出における問題

本章では、要求抽出と要求抽出を困難にする問題について説明する。2.1節で要求抽出とはソフトウェア開発の工程において、どのような作業工程にあたり、どのように要求抽出が行われるかを説明する。そして、2.2節では、要求抽出において要求を正確かつ網羅的に抽出していくことを困難にする曖昧な要求と潜在的な要求について述べる。

### 2.1 要求抽出

一般的にソフトウェア開発は、顧客の業務や仕事環境などにおいて発生した問題や要求を解決するために行われる [3]。しかし、顧客が抱いている問題は非常に複雑であったり、要求は漠然としたものであったりすることが多い。そのため、ソフトウェアを開発する側は問題や要求を容易に理解できず最初から開発すべきソフトウェアの仕様を確定できない。ゆえに、要求分析者は以下の作業をする必要がある。

1. 問題を理解し、要求を顧客から抽出し明確にする作業
2. 抽出した要求を分類し、競合を解決する作業
3. ソフトウェアに盛り込むべき機能を決定し、仕様を作成する作業

この一連の作業の流れが要求定義と呼ばれる。要求抽出は一連の流れの最初の作業に当たり何もない状態から問題を理解し、顧客がどのようなソフトウェアを作成して欲しいかという要求を抽出する過程である。

要求抽出に用いられる手法には、様々な手法がある [11, 12, 13]。主なものとして、

- アンケートをとり、その結果を分析し要求を抽出する手法
- 顧客にインタビューすることで要求を抽出する手法
- ミーティングや会議を通して要求を抽出する手法

- 望むソフトウェアが仮に顧客に与えられた場合，ソフトウェアをどのように利用するかというシナリオを作成し，作成されたシナリオを用いて要求を抽出する手法
- 顧客が働いている現場を観察し，観察結果から業務内容を理解し，さらに要求を抽出する手法

がある．これらの手法の中で，特に顧客と直接コミュニケーションを行うインタビューや会議といった手法がよく用いられる [5]．

インタビューや会議では，要求分析者は顧客と直接コミュニケーションを行い，顧客の業務の知識を得ながら現状の問題や要求を抽出していく．このため，構築するソフトウェアが顧客の要求を満たすためには，要求分析者のコミュニケーション能力が重要になる [3]．すなわち，要求分析者のコミュニケーション能力が高ければ，顧客に的確に質問し，顧客の要求をある程度得ることができると考えられる．しかし，経験豊かでコミュニケーションに長けた要求分析者であっても，あらかじめ全ての要求を正確に顧客とのコミュニケーションから抽出することは難しい．なぜなら，顧客と要求分析者とでは専門知識に違いがあるためコミュニケーションが円滑にいかず，明確な要求を得られず要求に曖昧さが生じてしまうからである．また，もう一つの理由として顧客自身が要求を完全に理解しておらず [1, 2]，本来，要求として要求分析者に伝えるべきことが会話の中に現れずに要求が不足してしまうからである．

## 2.2 曖昧な要求と潜在的な要求

要求抽出過程において，要求分析者が顧客から要求を抽出していくことを困難にしている問題としては，大きく以下の2つの要求が存在していることが原因であると考えられる．

1. 曖昧な要求の存在
2. 潜在的な要求の存在

1つ目の曖昧な要求の存在とは、顧客と要求分析者の双方の専門知識に違いがあるため、お互いが自身の意図を相手に理解しやすい形で伝えることが困難であることに起因する問題である。専門知識の違いとは、顧客は自分達の業務内容を詳しく知っているが、特別な場合を除いて計算機の能力がわからない、逆に、要求分析者は計算機の能力についてわかっているが、顧客の業務内容について詳しくわからないことである。ゆえに、要求抽出での顧客と要求分析者のコミュニケーションでは、顧客は計算機でどのようなことができるのか、どのようなことができないのかわからないため、どのような機能を必要としているのかという要求<sup>1</sup>を要求分析者に明確に伝えることができない[3]。一方、要求分析者は、顧客の業務内容を詳細に理解していないため、要求抽出に重要となる質問や議論がうまく行えず[2]、明確な必須要求を得られない。専門的知識(顧客にとっては業務知識、要求分析者にとっては計算機やソフトウェアに関する技術知識など)は第三者にわかりやすい言葉として説明することが難しいという問題もある[3]。結果として要求分析者は必須要求とはどのようなものかを理解できない、あるいは十分に抽出できないため、抽出された要求は曖昧さを含んだものとなってしまう。

2つ目の潜在的な要求の存在は、顧客自身が要求を完全に理解していないため、顧客が業務の中のどの要素をシステム化すべきか、あるいはシステム化可能かといった判断がうまく行えないことに起因する問題である[6]。例えば、要求分析者の立場からみればシステム化すべき要素であっても、顧客はそのシステム化すべき要素を日常業務の中であまりにも当然のものとしているため効率が悪いことや不便であることを認識していない場合がある。顧客から明示的に説明される要求事項については、要求分析者がさらに深く掘り下げる要求を明確にしていくことが可能であるが、顧客自身が認識していない潜在的な要求については、顧客から言及され少ないとため、要求分析者が潜在的な要求に気付くことは困難となる。結果的に要求として会話に現れず抽出すべき要求の不足につながってしまう。

曖昧な要求の存在と潜在的な要求の存在は、要求抽出を不完全なものにし、要求に欠陥をもたらせる原因である。そしてソフトウェア開発の手戻りを引き起こし

---

<sup>1</sup> 以下、本論文では顧客にとって本当に必要な要求を必須要求と呼ぶこととする。例えば、採用されなければ顧客の業務に支障をきたす、もしくは非効率なままになる要求を指す。

てしまう。ゆえに本論文ではこの2つの要求抽出を困難にしている問題を解決することを目的としている。

### 3. EVIDIIシステム

本章では、2.2節で述べた要求抽出を困難にする問題を解決するために、要求抽出会議に用いる異分野協調作業支援環境EVIDII(an Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions)[10]を紹介する。3.1節ではEVIDIIとはどのようなものかについて簡単に説明する。3.2節と3.3節では、相互理解を支援するためにEVIDIIに採用されているアソシエーション、マップと視点について説明する。最後に、3.4節でEVIDIIシステムの利用の流れについて説明する。

#### 3.1 システム概要

異分野協調作業支援環境EVIDII(an Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions)は、従来、工業意匠のデザインプロセスにおける顧客とデザイナとの相互理解を支援するために用いられてきたシステムである。EVIDIIは、背景知識や専門知識の異なる人々の対面会議における相互理解を支援することを目的にしており、人が用いる言葉や画像などの表現形態に対する印象の違いをインタラクティブに可視化する。コミュニケーションを行うものの同士の間に存在する「違い」を認識させることで、その「違い」についての議論を議論参加者に促し、相互理解の構築を支援している。

#### 3.2 アソシエーション

EVIDIIシステムにおいてアソシエーションとは、一人の議論参加者がある一つの議論対象とそれを評価するために用いる外部的表現を対応付ける際の関連のことをいう。そして、アソシエーションは、対面異文化間コミュニケーションにおいて「参加者 $p_i$ がオブジェクト $o_j$ を $i_k$ であるとする（考える）」というような参加者が外部的に表す情報を指している。

EVIDIIは2つのデータ集合と（議論に参加する）人の集合の要素同士を関連付け、その関連（アソシエーション）を可視化する。ここで、

$$\text{人集合 } P = \{p_1, p_2, \dots, p_l\}$$

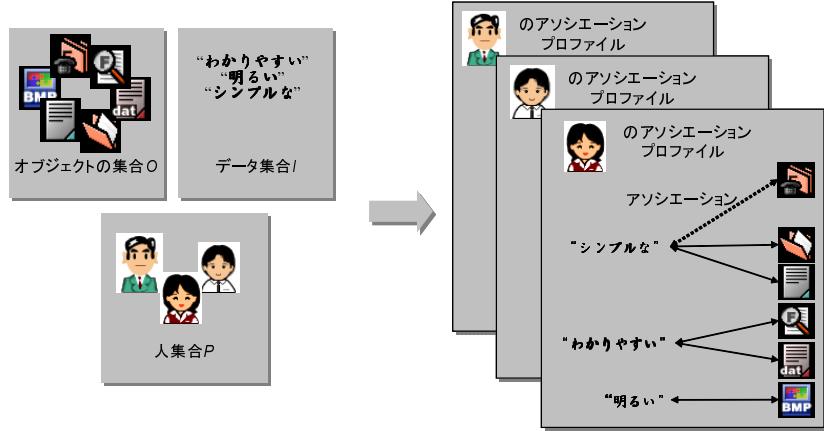


図 1 アソシエーション作成例

オブジェクトの集合  $O = \{o_1, o_2, \dots, o_m\}$

データ集合  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$

という3つの集合があると仮定する。人  $p_i \in P$  があるオブジェクト  $o_j \in O$  をデータ  $i_k \in I$  で対応付ける(表現する)という方法でアソシエーションが作成される。このとき、 $p_i$  が作成したアソシエーション集合を  $p_i$  のアソシエーションプロファイルと呼び、 $AS_{p_i}(O, I)$  として定義する。さらに、議論参加者すべてのアソシエーションプロファイルの集合を  $AS_P(O, I) = \bigcup_{p_i \in P} AS_{p_i}(O, I)$  と定義する。議論を行う際には、議論参加者すべてのアソシエーションプロファイル  $AS_P(O, I)$  をEVIDIIに入力しておく。EVIDIIには、集合  $P, O, I$  と全アソシエーション( $A = AS_P(O, I)$ )が保存されることになる。例えば、図1に示すように、オブジェクトの集合  $O$  として画像からなる集合、データ集合  $I$  として言葉からなる集合があり、これらの集合の要素間の関係を議論参加者ごとに対応付けたものがアソシエーションとなる。

このように作成されたアソシエーションは、ある議論対象の評価が表されたものであると同時に、評価するために用いられる外部表現についての議論参加者の考え方や、何故そのように関連付けたかの根拠を含んでいる。EVIDIIでは、アソシエーションを議論参加者間に存在する考え方の違いを表現できるものとして利用

している。そして、グループディスカッション中に議論参加者に、議論参加者間に存在する考え方の違いを認識させやすくするため EVIDII ではアソシエーションを可視化している。

### 3.3 マップと視点

EVIDII は、「マップ」と「視点」という二つの機能によって、ユーザが全アソシエーション  $A$  をインタラクティブに可視化する手段を提供する。

マップは、 $A$  が与えられた時、 $O$  または  $I$  のいずれかの一方の集合の要素を二次元上に配置したものであり、可視化結果を見る際の土台となるものである。図 2においては、 $O$  を画像からなる集合、 $I$  を言葉からなる集合とし、左側のマップは  $O$  の要素である画像を、右側のマップは  $I$  の要素である言葉を二次元上に配置したマップである。マップは議論参加者間の差異を認識しやすくすることを目的にしている。マップ上の要素の配置は、ユーザ自身が相談しながら自由に配置することができる。マップを作成する過程でユーザ間の概念や考え方の違いを議論させ相互理解を促す狙いがあるため、要素を自動配置するための機能は提供していない。

視点とは、マップ上でマップ作成に使用しなかった集合または  $P$  から要素を一つ選び、マップ上でアソシエーションを持つ要素のみを抜き出して表示することである。マップ作成に使用しなかった集合と  $P$  の内から 1 要素を選択することで、選択した要素とマップ上に配置された要素とアソシエーションを持つ要素がマップ上に表示される（図 2）。例えば、図 2 の右上のマップでは、言葉マップ上で  $P$  の要素（女人）が選択され、その選択した要素（女人）とマップ上に配置されている要素（言葉）とアソシエーションを持つ要素（画像）が表示されている。図 2 の右上のマップから、女人は「シンプルな」という言葉を 3 つの画像に対して用い、アソシエーションを作成したことがわかる。

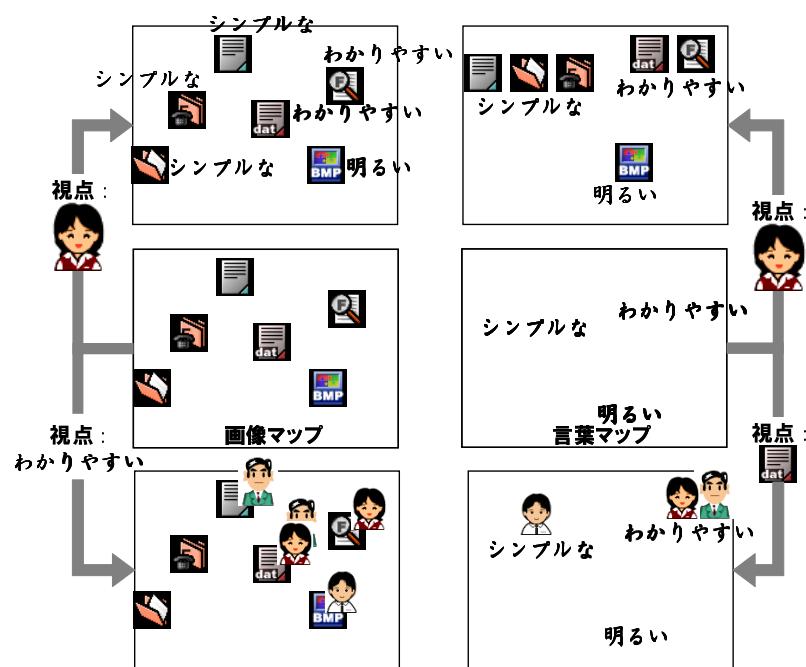


図 2 EVIDII のアソシエーション可視化モデル

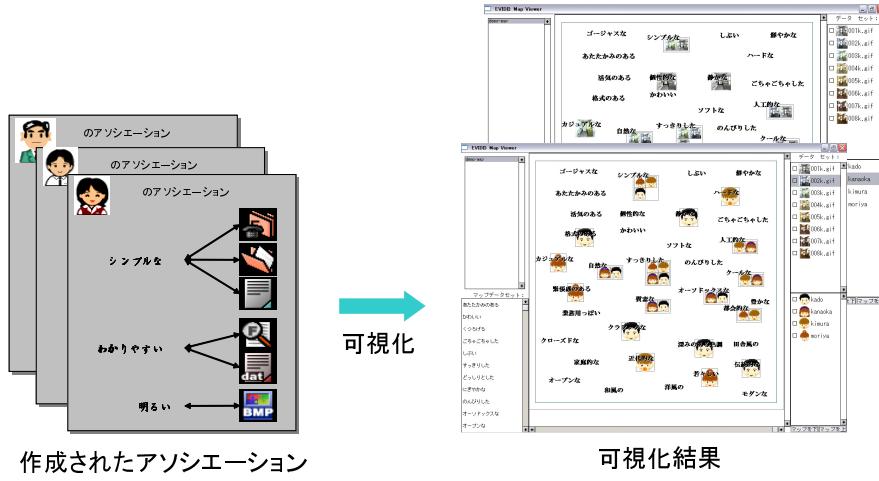


図 3 アソシエーションの可視化

### 3.4 システム利用の流れ

本節では、グループミーティングにおける EVIDII システムの一般的な利用例を以下に示す。

1. グループミーティングを行う前に、代表者はグループミーティングにおいて議論する対象と評価値となるような 2 つのデータセット（アソシエーションを作成するオブジェクトの集合とデータ集合）<sup>2</sup> を用意する。
2. 用意したデータセットを EVIDII に入力する。
3. 議論参加者に与えた 2 つのデータセットからアソシエーションを作成してもらい、EVIDII でアソシエーションを可視化する（図 3）。
4. アソシエーションの可視化結果を閲覧しながら、その可視化結果について議論する。

<sup>2</sup> 工業意匠のデザインプロセスにおけるデザイナと顧客の相互理解を支援する時には、議論する対象をシステムキッチン画像、評価語として「鮮やかな」「莊厳な」などの印象を表す言葉をデータセットとしていた。

5. 可視化結果は、議論参加者の考え方の違いを視覚的に認識しやすいように表示される。その結果、参加者らは他者のアソシエーションに対して疑問を抱いたり、複数のアソシエーションの間に何らかの関係を発見したりする。
6. 5における疑問や発見を検証するために、EVIDIIを利用しつつ議論を行う。

グループミーティングの中では、4~6のプロセスが繰り返される。

## 4. 要求抽出へのEVIDIIの適用

本章では、要求抽出会議にEVIDIIを適用する理由とその適用方法について詳細に説明する。4.1節では、2.2節で説明した要求抽出を困難にしている原因を解決するために、2つの仮説を立て、EVIDIIシステムを要求抽出会議に適用する理由を述べる。4.2節では、どのようにしてEVIDIIシステムを要求抽出会議に適用したのかという具体的な適用方法を述べる。

### 4.1 適用理由

本研究で要求抽出会議へEVIDIIシステムを適用する理由は、要求抽出会議での顧客と要求分析者とのコミュニケーション方法に関する以下の仮説に基づいている。

仮説1 顧客と要求分析者双方が専門知識の違いを理解することは必須要求がどのようなものかを認識することに必要である

仮説2 現状の問題に対する会議参加者の認識の違いを明示化することが潜在的要 求の抽出に必要である

従来の研究では、要求分析者がいかに顧客の要求を正しく理解するかに焦点が 当てられ、顧客は受動的な存在として扱われている[14]。しかし、要求分析者が提 案する要求は技術的観点に重点を置いたものになる傾向が強いため、顧客は自ら が本当に必要としている要求であるかどうか判断がつきにくい場合が多い[2, 14]。 そこで本研究では、要求分析者のみならず、会議プロセスへの顧客の能動的関与 (顧客が要求分析者の専門知識を積極的に理解すること) が不可欠であると考え、 仮説1を立てた。

また、人は物の見方や考え方をいったん決めてしまって違った観点から物事を 見ることが困難 (Tunnel Visionなど) であるため[15]、顧客自身が慣れた業務 プロセスや利用システムに問題があることを明示的に認識ができないことがある。 これは潜在的要 求の抽出の失敗につながる。本研究では要求分析者を含めた会議

参加者の認識の違いを明示化することが顧客の潜在的 requirement の抽出に有用であると考え仮設 2 を立てた。

これらの仮説を検証する手段として、アソシエーションを共有してその違いを可視化することで会議参加者の積極的な議論を促す EVIDII システムが利用できると考えた。つまり、EVIDII システムは、背景知識や専門知識の異なる人々の対面会議での相互理解を支援することを目的として作られている。これは仮説 1 における双方に専門知識の違いを理解させることに利用できる。一方、EVIDII システムは、アソシエーションの差異を可視化し、会議参加者間に存在する「違い」を認識させることができる。これは仮説 2 の会議参加者の認識の違いを明示化することに利用できる。これらの理由から、本論文では、EVIDII システムを要求抽出会議に適用し、仮説の妥当性を検証する。

## 4.2 適用方法

EVIDII システムを要求抽出会議に適用するため、要求抽出会議において使用するアソシエーション作成のオブジェクトの集合とデータ集合として、顧客が普段使い慣れている業務支援システムの GUI 画像を集合  $O$  として、業務支援システムの問題点を集合  $I$  として用いる（図 4）。図 4 のように、この 2 つの集合から「人  $p_i$  が GUI 画面  $o_j$  で作業を行っているときに問題  $i_k$  を感じる」というアソシエーションを顧客と要求分析者に作成してもらう。そのアソシエーションを EVIDII システムで可視化する。そして、要求抽出会議において、可視化したものを顧客と要求分析者双方が共有し、要求抽出を行ってもらう。

図 5 に要求抽出会議に用いるアソシエーションの可視化例を示す。図 5 の EVIDII の画面の中央にあるマップは、現行システムの問題点の集合  $I$  から形成されたものであり、図 5 上は集合  $I$ （現行システムの GUI 画像）の 1 要素、下は集合  $P$ （議論参加者）の 1 要素を選択した場合の可視化例である。また、図 5 の EVIDII の画面の右上には議論するシステムの GUI 画像の一覧があり、右下には議論参加者の顔のアイコンのリストが表示されている。

図 5 上では、「旅費計算連携」の GUI 画像が視点として選択されており、この画像に関するすべてのアソシエーションが可視化されている。「旅費計算連携が

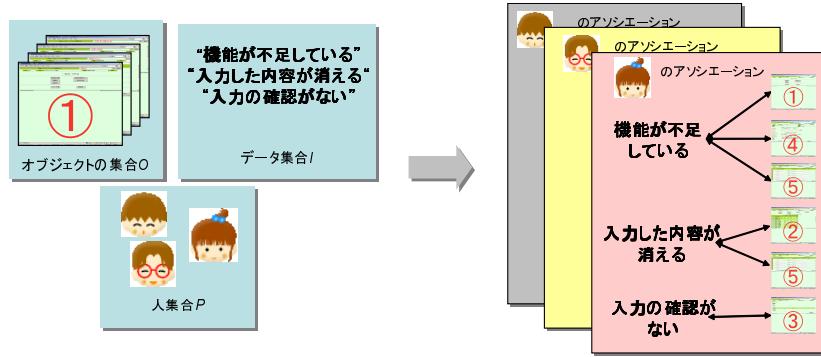


図 4 要求抽出でのアソシエーション作成例

誰にどのように問題とされているか」が見て取れ、会議参加者間で問題としている事柄の「違い」を認識することができる。図5下は、会議参加者「oosugi」の  $AS_{oosugi}(O, I)$  を可視化した結果であり、「oosugi」がどの GUI 画面をどのように問題としているか」をすべて見ることができる。

EVIDII の右側の視点選択リストから視点を順次選択し、可視化されるアソシエーションの違いについて議論を行うことで各参加者の問題意識や考え方方が共有されるため、会議参加者間の相互理解が深まっていくことが工業意匠でのデザインミーティングを対象とした観察実験から報告されている [10, 16]。

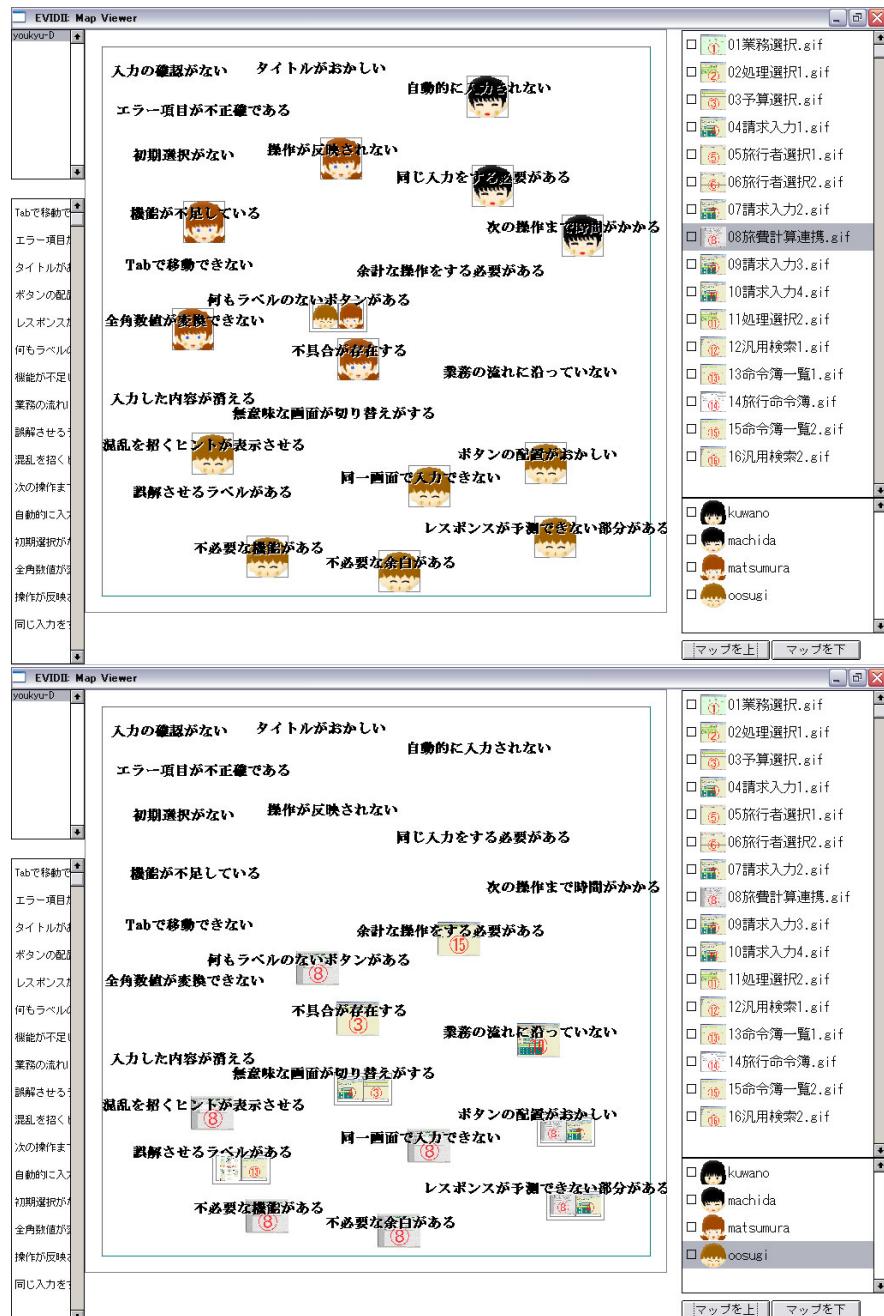


図 5 アソシエーションの可視化例

## 5. 要求抽出会議へのEVIDIIシステム適用実験

本章では、EVIDIIシステムを要求抽出会議へ適用した実験について述べる。まず、5.1節では、実験概要と実験の目的について述べる。そして、5.2節では、実験を行った手順について説明する。

### 5.1 実験の概要

本論文の実験では、要求抽出プロセスで最も頻繁に用いられる要求抽出手法である対面での会議[3]を対象とする。EVIDIIシステムを要求抽出会議へ適用する実験を行った。実験の目的は、EVIDIIを要求抽出過程へ適用することの有用性を検証することである。

本実験において要求抽出会議で議論するシステムとして、本学で現在秘書業務の支援を目的として運用されている財務管理システムを採用した。

実験の背景として、顧客役に対して、議論対象である財務管理システムは様々な問題点があり、現システムを改善し新システム導入することになり、より良いシステムを開発してもらうため要求分析者と会議をすることになったという背景を設定した。要求分析者役に対しては、顧客から会社に新システムの作成の受注を受け、新システムを構築するための会議を顧客と行うことになったという背景を設定した。会議参加者である顧客と要求分析者には、現行システムの問題点を洗い出し、新システムの構築に必要な要求を議論し抽出するというタスクを与え、要求抽出会議を行った。顧客役の被験者として、財務管理システムを実際に使用している本学秘書4名に参加してもらった。また、要求分析者役の被験者として、ソフトウェア開発組織で実務経験のある本学所属の4名（ポスドク2名、博士後期課程1名、博士前期課程1名）に参加してもらった。

顧客役に実際にシステムを使用しているユーザを選定したのは、システムを構築するためにシステムのことに関する深い知識と、具体的な要件を出せるからである。また、顧客とは、ソフトウェア開発において製品から直接または間接的な利益を引き出す個人または組織を指し、資金援助をする上級管理者、実際にシステムを使用するユーザなど広い意味で用いられる[6]。ユーザを選定したもう一つの理由

として、上級管理者のような顧客は、システム作る目的などの抽象度の高い要求には言及することができるが、実際にシステムを用い実行できなければならぬ目標などの具体的な要求は言及することができないからである。

要求抽出会議は、財務管理システムの使用経験および実務経験に偏りがないように、顧客役・要求分析者役それぞれ2名を一組として2グループで行った。この2つのグループともEVIDIIを用いた要求抽出会議と従来方式の要求抽出会議の両方を行った(図6)。そして、それぞれの会議のプロセスと会議のアウトプットである要求を定量的・定性的な観点から比較することによってEVIDIIの有用性を検証した。

## 5.2 実験の手順

実験手順の概要を図7に示す。図7のように2つのグループそれぞれに要求抽出会議に参加してもらう。実験手順がグループAとグループBとで多少異なっている。まず、グループAについてどのような手順で実験を行ったかを詳しく説明し、後にグループBの実験手順においてグループAと異なっている部分を述べる。最後に要求抽出会議について説明する。まず、グループAの実験手順を述べる。

### グループAの手順

1. 事前アンケート 被験者それぞれに対して現時点で認識している現行システムについて、明示的に表現できる問題点(改善要求)を列挙してもらうため事前アンケートを実施する。現行システムのGUI画像のスクリーンショット(合計16枚)を業務の流れに沿って提示し、システム利用中にどのGUI画像で作業している時にどのような問題があるかを問う自由記述式のものである。要求分析者役は財務管理システムの使用経験がないため、1時間程度システムを試用してもらった後、同様のアンケートに回答してもらう。
2. アソシエーションの作成 事前アンケート結果をもとにGUI画像と問題点の、顧客役と要求分析者役双方のアソシエーションを作成し、EVIDIIシステム



図 6 EVIDII を用いた要求抽出会議の風景 (上) , 従来方式の要求抽出会議の風景 (下)

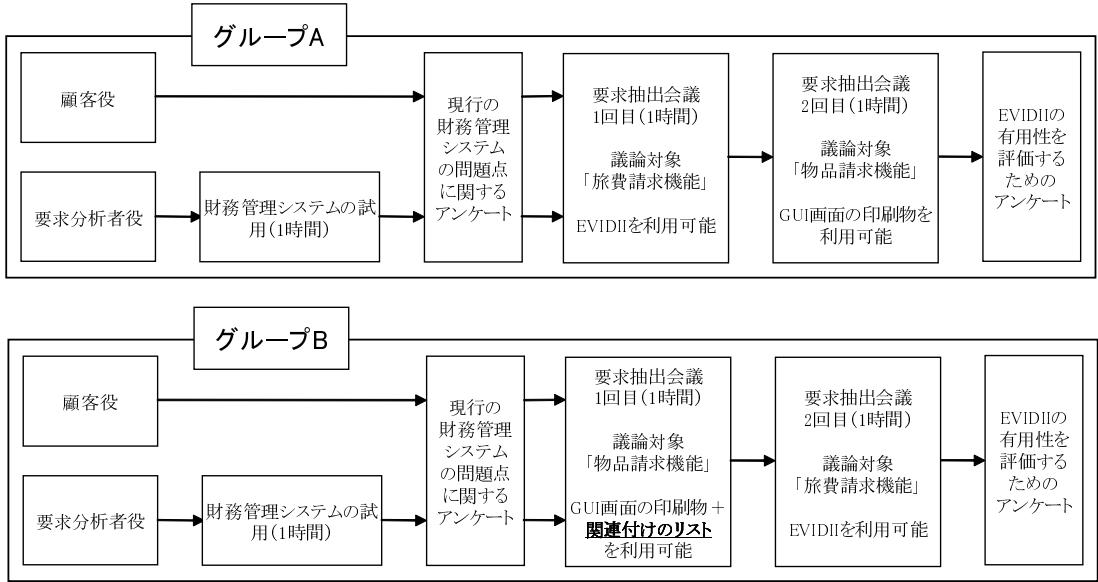


図 7 要求抽出会議実験の手順

に入力する。

3. 要求抽出会議（1回目）EVIDII を用いる要求抽出会議を 1 時間行ってもらう。会議を始める前に 10 分程度 EVIDII がどのようなものかについての説明と使い方についての説明を行う。
4. 要求抽出会議（2回目）従来方式の要求抽出会議を財務管理システムの GUI 画像の印刷物<sup>3</sup> を参考に 1 時間行ってもらう。会議を始める前に GUI 画像の印刷物を顧客役と要求分析者役双方に配る。
5. EVIDII に関するアンケート 要求抽出会議終了後、EVIDII システムの有用性に関するアンケートを実施する。EVIDII を利用した会議と従来方式の会議を比較する 7 段階評価によるものと自由記述によるものから成る。7 段階評価は、EVIDII が最も優れていれば 3、従来方式が最も優れていれば -3、

<sup>3</sup> 事前アンケートを行った時にアンケートと一緒に被験者に提示したスクリーンショットと同じものである。

どちらでもない場合は0とする多肢選択によるものである。

次に、グループBの実験手順について述べる。グループBの実験手順である事前アンケート、アソシエーションの作成、EVIDIIに関するアンケートは、グループAの実験手順と同じである。手順では、財務管理システムのGUI画像の印刷物に加えて、顧客役と要求分析者役双方のアソシエーションをリストとして紙に印刷したもの（図8）を用意しておく。図8におけるアルファベットは、実際に人の名前である。このリストは財務管理システムのどのGUI画面で作業しているときに、どな人がどんな問題点を持っているかを表している。例えば図8ではシステムのGUI画面で作業しているときに、3人が問題と感じており、Aという人は「同じ入力をする必要がある」「自動的に入力されない」という2つのことを問題と感じている。以降、このリストを印刷したものをアソシエーションリスト（ $AS_{List}$ ）と記述する。

### グループBの手順

1. 事前アンケート グループAと同様に事前アンケートを実施する。
2. アソシエーションの作成 グループAと同様にアソシエーションを作成しEVIDIIに入力する。
3. 要求抽出会議（1回目）従来方式の要求抽出会議を財務管理システムのGUI画像の印刷物とアソシエーションリストを参考に1時間行ってもらう。会議を始める前に財務管理システムのGUI画像の印刷物とアソシエーションリストを顧客役と要求分析者役双方に配布する。
4. 要求抽出会議（2回目）EVIDIIを用いる要求抽出会議を1時間行ってもらう。会議を始める前に10分程度EVIDIIがどのようなものかについての説明や使い方について説明を行う。
5. EVIDIIに関するアンケート グループAと同様にEVIDIIシステムの有用性に関するアンケートを実施する。

## 物品請求の各自の問題点

### 財務管理システムのGUI画面①

- A…業務の流れに沿っていない

### 財務管理システムのGUI画面②

### 財務管理システムのGUI画面③

- A…業務の流れに沿っていない
- B…不具合が存在する
- C…無意味な画面の切り替えがある

### 財務管理システムのGUI画面④

- A…同じ入力をする必要がある
- B…自動的に入力されない
- C…無意味な画面の切り替えがある
- D…レスポンスが予測できない部分がある

### 財務管理システムのGUI画面⑤

- A…入力した内容が反映されない
- B…無意味な画面の切り替えがある
- C…必要な機能がない
- D…必要な機能がない

### 財務管理システムのGUI画面⑥

図 8 アソシエーションリストの例

グループBの従来方式の要求抽出会議では、グループAとは異なり財務管理システムのGUI画像の印刷物だけでなく、アソシエーションリストも顧客役と要求分析者役双方に配布し要求抽出を行う。これは、会議開始後に利用できる情報量の違いで要求抽出プロセスにどのような違いがあるかを観察するためである。グループBの従来方式の要求抽出会議では、EVIDIIに入力されている情報と同程度の情報が利用可能である。一方、グループAの従来方式の要求抽出会議では、EVIDIIを利用する会議よりも会議の開始段階では共有されている情報が少ない。また、EVIDIIを用いる要求抽出会議と従来方式の要求抽出会議を行う順番によって実験結果に差が出ないように、グループBではEVIDIIを用いる要求抽出会議と従来方式の要求抽出会議を行う順番をグループAと逆にしている。

最後に要求抽出会議について説明する。議論対象の財務管理システムは主要な3つの業務支援機能があり、それぞれ旅費請求、物品請求、謝金請求という機能である。EVIDIIを利用する会議では旅費請求機能について、従来方式の会議では物品請求機能について議論してもらう。旅費請求機能と物品請求機能は、ともにGUIの構成および作業内容は同種のものであり、どちらか一方の機能に特有の問題点や改善点が現れることがないと見なすことができる。

EVIDIIを用いる会議、従来方式の会議の両方の要求抽出会議において、顧客役に対し、現行システムについて感じている問題点と新システムに必要な機能ができるだけ要求分析者役に伝えるよう指示する。要求分析者役に対しては、現行システムについて顧客役が感じている問題と新システムに必要としている機能について質問し、できるだけ多くの要求を抽出するよう指示する。さらに要求分析者役には、抽出した要求を社内の同僚と検討することを想定した記録となるようにメモをとるように指示する。また、各会議の所要時間は1時間とし、1時間が経過した時点で会議を終了する。

EVIDIIを使用する会議では、「マップ」は予め用意しておき、デフォルトとして利用することができるが、必要に応じて隨時被験者側で自由に作成することができるようになっている。被験者がEVIDIIシステムの操作を望む場合には、その都度、被験者に望む操作を実験者に伝えるようにと指示をする。実験を行った全ての会議には進行役は設定していない。EVIDIIシステムおよび財務管理システ

ムの GUI 画像は図 6 のように プラズマディスプレイ に表示し , 被験者全員で 閲覧 できる よう に する .

## 6. 実験結果

本章では、実験結果について述べる。6.1 節では、本実験で得られた定量的な結果について述べ、6.2 節では、定性的な結果について述べる。

### 6.1 定量的結果

本節で定量的な結果について述べる。まず要求抽出会議で抽出された要求の数について述べ、次に EVIDII の有効性に関するアンケートの結果について述べる。

#### 6.1.1 抽出された要求の数

本実験で観察された要求の数を表 1 に示す。これは、要求抽出会議前に行つた財務管理システムの問題点に関するアンケートと要求抽出会議中にとった要求分析者役のメモから得られた結果である。

表 1 の [1-a] では、会議の前に行つた顧客役のアンケートから得られた財務管理システムに対する要求の数を表している。要求分析者役のアンケートの結果は含まれていない。これは、顧客役が会議を始める前に抱いていた要求の数を表している。[1-b] は、要求分析者役が会議を始める前に抱いていた要求を会議を行うことで、どの程度抽出できたかを表している。一方、[1-c] は、抽出しきれなかった要求の数である。[2-a] は、要求分析者役が会議で提案した要求の数である。ゆえに [2-b] は会議を行うことで初めて抽出された要求となる。また、[3-a] は会議前に行つた顧客のアンケートに言及されたなかった要求の数である。同様に会議を行うことで初めて得られた要求となる。本論文では [2-b] と [3-b] を足した要求の数を潜在していた要求の数として扱っている。その潜在していた要求の数を [4] に示す。[5] は重複していた要求を表している。[1-b] に含まれる要求（会議前にアンケートに記載しており会議中に抽出された要求）が、[2-b] に含まれる要求（要求分析者役が提案した要求）と [3-b] に含まれる要求（顧客役が提案した要求）のいずれかにより、包括的に解決されていた場合、その要求を重複した要求とみなしている。[6] は要求抽出会議の中で要求分析者役によって抽出

された要求の総数である。これは [1-b] と [2-b] と [3-b] を足し、重複していた要求の数を引いたものである。

表 1 の括弧内は、必須要求を表している。2.2 節で説明したが、例えば、現財務管理システムには、約 5 分間操作をしなかった場合は、セキュリティの関係上システムが自動的に終了してしまい、途中まで入力した内容が全て消えてしまう問題がある。秘書は頻繁に電話応対するため、どうしても途中で入力を中断しなければならない場合が多い。中断する度に初めから入力をしなおさなければならぬため、財務管理システム操作をしなかった場合に自動的に終了してしまう問題は、秘書業務に支障をきたし非効率にする問題である。したがって、この問題を解決するための「入力内容を一時保存する機能をつけてほしい」という要求は必須要求とみなしている。

表 1 から [2-a] の評価項目において、グループ B の EVIDII を用いた要求抽出会議では、他の会議に比べて、要求分析者役の提案した要求の数が明らかに多いことがわかる。[2-b] の評価項目においても、要求分析者役の提案が要求として採用された数も多いことがわかる。[3-a] と [3-b] の評価項目では、グループ A とグループ B ともに EVIDII を用いた会議の方が、EVIDII を用いなかった会議（従来方式の会議）と比べて顧客が提案した必須要求の数が多くなっていることがわかる。[4] の評価項目においては、グループ A とグループ B ともに EVIDII を用いた会議の方が、EVIDII を用いなかった会議（従来方式の会議）と比べて潜在的な要求と潜在的かつ必須な要求を多く抽出していることがわかる。

### 6.1.2 EVIDII に関するアンケート結果

要求抽出会議終了後に行った EVIDII の有用性に関するアンケートの結果を表 2 に示す。表 2 の数値は、会議参加者によってつけられた評価点の平均値である。また括弧内は標準偏差を表している。

表 2 より、質問項目の議論対象の見つけやすさ、議論対象の絞り込みやすさの 2 つの項目と、要求の抽出しやすさ（分析者）は、他の項目と比べて高い評価を得ていることがわかる。また、逆に改善案の受入れ（顧客）、提案のしやすさ（要求分析者）の評価項目は、他の項目と比べて低い評価を得ている。

表 1 要求抽出会議実験において抽出された要求の数（単位：個）

評価項目	グループ A		グループ B	
	会議 (1回目) EVIDII	会議 (2回目) GUI	会議 (1回目) GUI+AS <sub>List</sub>	会議 (2回目) EVIDII
[1-a]: 事前アンケートに記述された顧客の要求	11 (5)	22 (11)	5 (4)	7 (3)
[1-b]: [1-a] の内、会議中に抽出された要求	8 (5)	15 (8)	4 (4)	6 (3)
[1-c]: [1-a] の内、会議中に抽出されなかった要求	3 (0)	7 (3)	1(0)	1 (0)
[2-a]: 会議中に要求分析者が提案した要求	4 (1)	0 (0)	5 (1)	18 (4)
[2-b]: [2-a] の内、採用された要求	3 (1)	0 (0)	5 (1)	10 (4)
[3-a]: 会議中に顧客が提案した要求	13 (3)	11 (0)	15 (1)	12 (5)
[3-b]: [3-a] の内、採用された要求	13 (3)	11 (0)	15 (1)	12 (5)
[4]: 潜在していた要求 (= [2-b]+[3-b])	16 (4)	11 (0)	20 (2)	22 (9)
[5]: [1-b][2-b][3-b] の内、重複していた要求	1 (0)	3 (0)	1 (1)	4 (2)
[6]: 抽出された全要求 (= [1-b]+[2-b]+[3-b]-[5])	23 (9)	23 (8)	23 (5)	24 (10)

表 2 EVIDII に関するアンケート結果

質問項目	顧客役	要求分析者役
議論のしやすさ	0.38 (1.98)	0.25 (1.79)
議論対象の見つけやすさ	1.00 (1.58)	1.50 (0.50)
議論対象の絞り込みやすさ	1.13 (1.24)	1.25 (1.09)
要求の表明しやすさ(顧客役)/抽出しやすさ(分析者役)	0.63 (1.85)	1.25 (1.09)
改善案の受け入れ(顧客)/提案(分析者)しやすさ	-0.13 (1.24)	-0.25 (0.43)

## 6.2 定性的結果

本実験では、EVIDII の利用方法を記録するため、および被験者の議論の様子を記録するため、すべての会議の様子を 2 台のビデオカメラで録画し分析を行った。本節では、まず、会議の録画映像から得られた要求会議全体の流れについて説明し、続いて必須要求が認識される過程と潜在的 requirement が抽出される過程を具体例を用いて説明する。

### 6.2.1 全体的な会議の流れ

グループ A の EVIDII を用いた会議では、視点を順次切り替えアソシエーションの可視化結果を閲覧しながら、顧客役が挙げた問題点を中心に議論している様子が観察された。GUI 画像の印刷物のみを配布した従来方式の会議では、要求分析者役が顧客役に質問を行い、顧客役が言及した問題点に対して改善案を提案するという議論パターンが観察された。

グループ B の EVIDII を用いた会議では、プラズマディスプレイに財務管理システムの GUI 画像を順に表示させながら財務管理システムに対する問題点や改善点について議論した後、EVIDII を利用してまだ議論していない問題点を探しながら議論を行っていたことが観察された。また、GUI 画像の印刷物とアソシエーションリストを用いる会議では、アソシエーションリストに記述されている顧客役の問題点について質問し改善案を提案するという議論パターンが観察された。要求分析者役のアソシエーションリストに記述されている問題点には、あまり言及されることはない。

### 6.2.2 必須要求の認識過程

EVIDII を用いた会議において双方の専門知識の違いを理解して、必須要求とはどのようなものかを参加者全員が認識した特徴的な議論の具体例を記述する。

図 9 は、システム全体に対してある議論参加者が感じている問題を表しているマップである。図 9 のマップを要求分析者役が見ている時に、要求分析者役はマップに表されている顧客役と要求分析者役のアソシエーションに違いがあることを

指摘した。そして、1人の要求分析者役は、自身の挙げた問題点は「ソフトウェアとして機能が不足している」などのソフトウェアの品質に関するものが多いことを指摘した。さらに顧客役が挙げた問題点は、「同じ入力をする必要がある」などの業務上、財務管理システムを操作する際の無駄な作業があることに関するものが多いことを指摘した。ここで顧客役と要求分析者役は、お互いの専門知識の違いを理解しているとみられる。

続いて、顧客役らは自身の挙げた問題点を見て、システムをより快適に、効率的に使用したいことを要求分析者役に告げた。そして要求分析者役は、図9のマップを見て、その要望を満たしている要求を指示した。ここで顧客にとって非効率的な問題を解消するための要求、すなわち必須要求がどのようなものなのかを要求分析者役は理解した。このようにして顧客と要求分析者双方の専門知識の違いを理解することで、必須要求を認識する場面がみられた。

### 6.2.3 潜在的 requirement の抽出過程

EVIDII を用いた会議において要求分析者役のアソシエーションを議論することで、顧客役が明示できなかった潜在的な要求を顧客役に気付かせる特徴的な議論の具体例を以下に記述する。

図10は、すべての議論参加者がシステムのある画面を操作している時に感じる問題を表しているマップである。図10のマップを見て議論しているときに、一方の要求分析者役が他方の要求分析者役が挙げた、「Tab キーで移動できない」という問題点について疑問を呈した。ここで要求分析者役らの認識の違いが明示化された。

続いて Tab キーについての話題が発生し、顧客役の1人が Tab キーを利用して作業しており、それを利用できない場面があることに気付いた。要求分析者役が質問すると、以前は問題だと感じていたが、現在はその環境に慣れてしまって問題と感じなくなっていた、と顧客役は答えた。ここで顧客役自身が認識していないかった問題が明示化され、要求分析者役は「Tab キーを利用できるようにする」という潜在的な要求を抽出した。

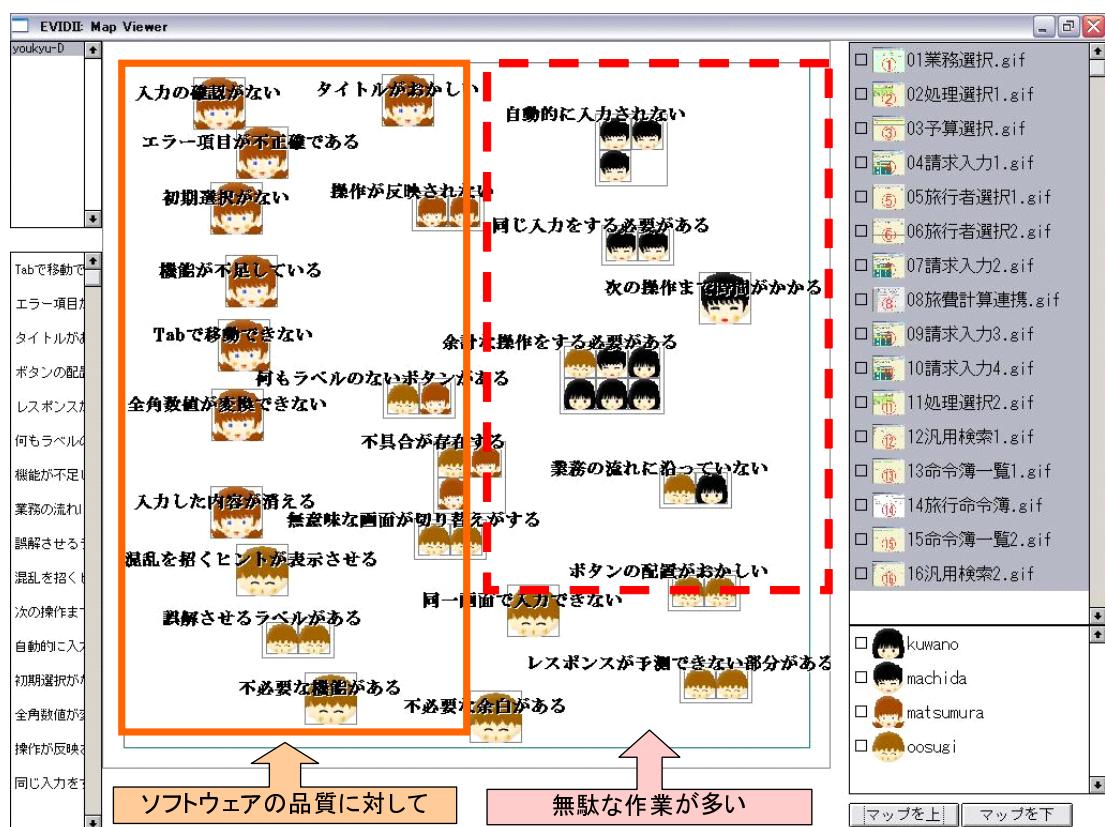


図 9 システム全体に対してある議論参加者が感じている問題を表しているマップ

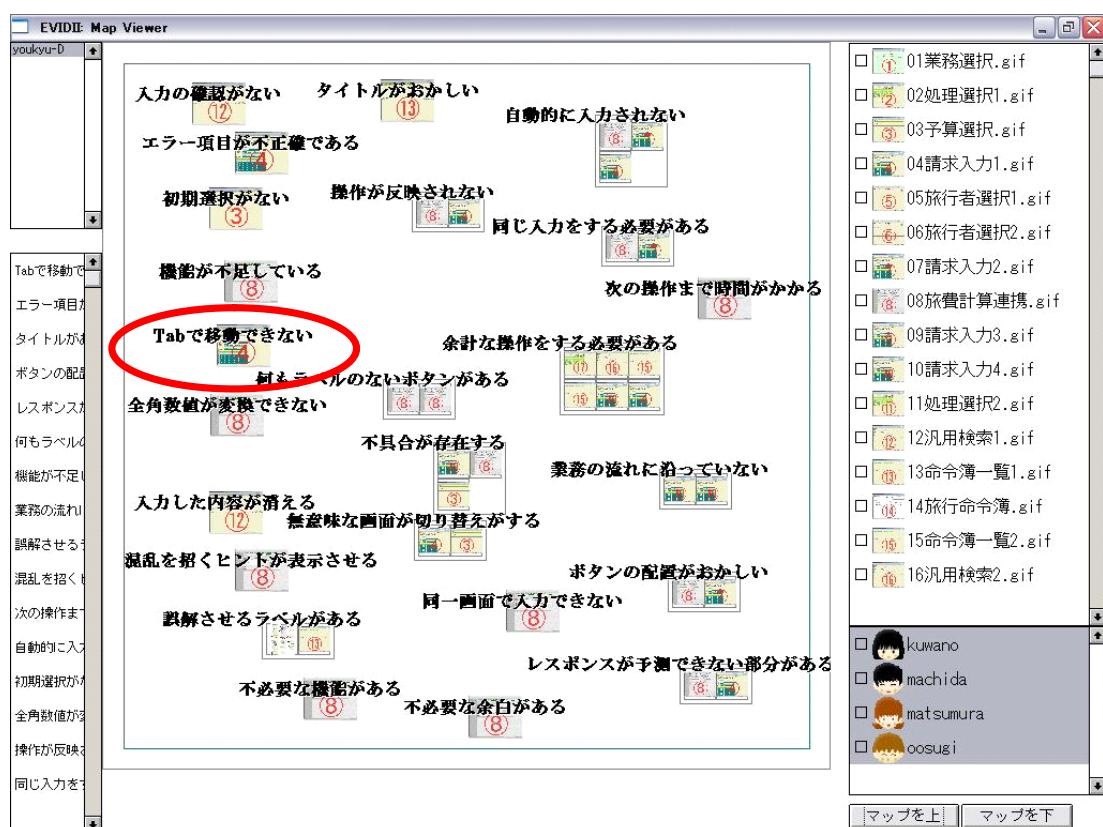


図 10 全議論参加者がシステムのある画面を操作している時に感じる問題を表しているマップ

## 7. 考察

本章では、前章での実験結果を踏まえ、EVIDIIの有用性を必須要求と潜在的 requirement の抽出の観点から考察する。

### 7.1 必須要求の抽出

表1の[3-a]から、全ての会議において顧客役が会議中に要求を提案することがわかる。各グループでEVIDIIを用いた会議と従来方式の会議を比較すると、顧客が提案した要求においては、要求の数にほとんど差はなく、両グループに共通して見られる傾向はない。ただし、必須要求においては、EVIDIIを用いた会議は従来方式の会議と比べ、グループAとグループBともに提案した要求の数が多くなっている。EVIDIIを用いた会議では顧客役と要求分析者役はアソシエーションの可視化結果を閲覧し議論することで、専門知識の違いを発見している場面が見られたが、従来方式の会議では専門知識の違いを発見していなかった。EVIDIIを使用する会議では「どの被験者が財務管理システムのどの点についてどのような問題を感じているか」の全体像がつかみやすくなり、顧客役と要求分析者役の専門知識の違いを発見することで必須要求を多く抽出できたと考えられる。

特に、表1の[1-c]から、アソシエーションを会議に用いたグループAのEVIDIIを用いる会議と、グループBの両会議ともに顧客役が事前アンケートに記述した必須要求に対しての欠落は見られない。これは、EVIDIIを用いた会議やGUI画像の印刷物とアソシエーションリストを用いた会議では、顧客役と要求分析者役双方のアソシエーションを会議に用いることで、顧客役と要求分析者役が議論すべきシステムの問題点や改善点を見つけやすくなつたためと考えられる。表2の「議論対象の見つけやすさ」と「議論対象の絞込みやすさ」が高得点である結果からも妥当な理由であると言える。一方、アソシエーションを用いることができないグループAのGUI画像の印刷物のみを用いた会議では、要求の欠落が多く見られ、必須要求の欠落も見られる。これは、アソシエーションを会議に用いなかつたことにより、顧客役と要求分析者役双方が議論対象を見つけにくくなり、議論をうまく進めることができなかつたためだと考えられる。

したがって、顧客と要求分析者のアソシエーションの可視化結果を、双方が閲覧し議論することは必須要求の抽出に有用であると考えられる

## 7.2 潜在的 requirement の抽出

表1の[2-a]と[2-b]から、グループBのEVIDIIを用いた会議では、その他の会議に比べ、要求分析者役が多く提案しあつその提案が要求として採用されているのがわかる。グループAとグループBのEVIDIIを用いた会議において要求分析者役の提案数に差が見られる理由は、2つのグループでのEVIDIIの使い方が異なっていたことが原因であると考えられる。グループAのEVIDIIを用いた会議では、要求分析者役は主に顧客役のアソシエーションに着目し顧客役の挙げた問題点を中心に議論しており、要求分析者役自身のアソシエーションについては議論していなかった。一方、グループBのEVIDIIを用いた会議では、双方のアソシエーションについて議論が行われ、顧客役が挙げた問題点と要求分析者役が挙げた問題点両方に言及し、グループAのEVIDIIを用いた会議に比べて顧客役と要求分析者役が双方の問題に対する違いを発見している場面が多く見られた。グループAのGUI画像の印刷物のみを用いた会議では、要求分析者役の提案が全く見られなかった。これは、アソシエーションを用いることができず、要求分析者役自身の問題点を提示することができなかつたため、顧客役から要求を一方的に受け取るだけの要求抽出会議になったからであると考えられる。グループBのGUI画像の印刷物とアソシエーションリストを用いた会議では、要求分析者役の提案した要求の数は、グループAのEVIDIIを用いた会議と同程度である。これは、要求分析者役は主に顧客役の挙げた問題点を中心に議論しており、要求分析者役自身のアソシエーションリストに記述されている問題点にほとんど言及していないかったからであると考えられる。

グループBのEVIDIIを用いた会議では、顧客役のみならず要求分析者役のアソシエーションについて多く議論を行うことで、顧客役と要求分析者は双方の問題に対する認識の違いを発見し、その問題に対する認識の違いから顧客自身が今まで認識していなかった問題を要求として認識し採用したと考えられる。グループBのEVIDIIを用いた会議において採用された要求の中には、「ラジオボタンに

初期選択をつける」などソフトウェアを熟知していないと出てこない要求や「レスポンスが予測できないボタンをなくす」など普段からシステムを使用している顧客役にとっては見落としがちな要求が抽出されている。

したがって、顧客のみならず、要求分析者のアソシエーションについても議論を行う機会を提供することが、顧客が本来気が付きにくい潜在的 requirement を抽出するのに有用だと考えられる。

## 8. 関連研究

本章では、要求抽出において焦点を当てており、2.2節で述べた要求抽出における2つの問題を解決する鍵と考えられる顧客と要求分析者双方の専門知識の違いの克服と、その両者の認識の不一致と矛盾の解消を目的としている研究について説明する。そして、本研究の立場とその関連研究との違いを述べる。

### 8.1 専門知識の違いの解消を目的とした研究

本節では、要求抽出におけるステークホルダ間の専門知識の違いの解消を目的とした研究について述べる。ステークホルダとは、要求定義に関わるすべての人を指し、ソフトウェア開発に資金を供給する顧客から、ソフトウェアを実際に使用する利用者、要求分析者はすべてステークホルダに含まれる[6]。

木下ら[17]のインタビューによる要求抽出作業を誘導するシステムという研究は、支援ツールが顧客への質問を要求分析者に提示することで初心者の要求分析者でも要求を容易にかつ正しく獲得できるように支援している。この支援ツールに熟練した要求分析者の知識を蓄え、その熟練した要求分析者の知識をもとに顧客への質問候補を自動的に要求分析者に提示している。

友田ら[18]のオントロジーを用いた要求抽出支援方法REOも、同様に初心者の要求分析者でも容易にかつ正しく抽出できるように支援しており、顧客の業務内容の知識を体系化したオントロジーを用いる。そのオントロジーに従い、要求分析者は顧客の抽象的な初期の要求を詳細化していく機械的に具体的な要求を抽出している。

これらの研究は、顧客の専門知識である業務知識のない要求分析者でもある一定の品質で要求抽出を行えることを利点としている。要求分析者は業務内容について理解して要求抽出をしていないため、要求分析者自身が必須要求がどのようなものかを判断することができない。また、熟練した要求分析者の知識やオントロジーといった顧客の業務に関するデータの精度により、要求抽出の成否が左右されてしまうという問題がある。

本研究では、要求分析者による顧客の業務知識の獲得と、顧客による要求分析

者の技術知識の獲得，すなわち双方の専門知識を相互に獲得し理解することが，曖昧さを減らす上で必須の要件であるという立場をとる。必須要求を抽出するためには，要求分析者が顧客の業務をある程度十分に理解している必要があり，一方，顧客は要求分析者の提案する要求候補が自身にとって，なぜ必要なのかを理解するには，ある程度の技術的知識（計算機に関する知識）を学ぶ必要があると考えている。

## 8.2 認識の不一致や矛盾の解消を目的とした研究

要求抽出におけるステークホルダ間の認識の不一致や矛盾の解消を目的とした研究について述べる。

海谷[19]の認識の不一致の特徴を調べる分析手法という研究は，ソフトウェア設計作業での設計者間の認識の不一致をなくし，円滑な共同作業を支援する研究である。ソフトウェア設計作業における認識の不一致が起こる可能性が高い作業の特徴を抽出している。

Lamsweerde[20]，Kaiyaら[21]のゴール指向要求分析法に関する研究は，どのようなソフトウェアを構築して欲しいかという大まかな顧客の目標を，顧客の要求を満たすように分解していく具体的な要求を導出していく。その際，詳細化していく際に現れた要求の矛盾の検出を行っている。規模が大きなソフトウェア開発ではシステムに関わる様々な顧客が存在するために，異なった視点で書かれたシナリオが要求分析において必要になる。

Esterbrook[22]，Zhangら[23]の複数の視点への変換手法に関する研究は，一つのシナリオから異なった視点のシナリオを作成し，要求分析者が抽出した要求の正誤を検証することを支援している。

これらの研究は，主に要求分析者の要求分析を支援しようとするものであり，ユーザが抱いている初期の抽象的な要求の分割や複数の視点に基づく要求の分割により，徐々に詳細化していく，要求の矛盾の検出や解消をしようというものである。

本研究では，要求抽出会議における顧客と要求分析者との対面コミュニケーションにおいて認識の違いを積極的に明示化することで，顧客の潜在的 requirement の抽出を

促進しようとするものであり，先行研究が用いる手法と類似する点が多いが支援対象と状況は大きく異なっている．

## 9. まとめと今後の展望

本論文では、要求抽出を困難なものにしている曖昧な要求と潜在的な要求を要求分析者に的確に抽出させることを目的に、従来、工業意匠のデザインプロセスにおける顧客とデザイナとの相互理解を支援する目的として研究が行われてきた異分野協調作業支援環境 EVIDII を要求抽出会議に適用し、実験を行い EVIDII の有用性を検証した。

実験の結果、顧客と要求分析者の双方に専門知識の違いを理解させることは、必須要求を会議参加者に認識させ、必須要求の抽出に対して有用であることが示された。また、顧客と要求分析者がアソシエーションを共有し、現状の問題に対する会議参加者間の認識の違いを明示化することは、会議参加者に潜在的な要求に対する発見機会を与え、潜在的な要求の抽出に対して有用であることが示された。

要求抽出会議において EVIDII を利用するには、議論するべきシステムの GUI 画面がアソシエーション作成のために必要になる。そのため、要求抽出に EVIDII を用いる場面は既にシステムがありそのシステムを改善し新しいシステムを作成するといった、要求抽出会議を始める前に議論するべきシステムの GUI 画面が存在している場面に限られる。しかし、要求抽出では、システム画面イメージをスケッチしたものを用いて簡単なプロトタイプを作成し、そのプロトタイプを用いて要求抽出を行うことがある [24]。要求抽出の始めから EVIDII を用いることは困難だが、システム画面のイメージがある程度できた段階で、システム画面のイメージのスケッチをデータセットとし EVIDII を要求抽出会議に用いることができると考えている。

本研究では、異分野協調作業支援環境 EVIDII を要求抽出会議に適用したが、EVIDII は完全に要求抽出会議に特化したシステムではない。また実験後、被験者全員に対し EVIDII を用いた要求抽出会議の感想を聴いており、アソシエーションを可視化したマップが少し見にくい（顧客役）、要求抽出会議を行っている際にも新たにアソシエーションを作成し可視化して見たい（要求分析者役）、顧客と要求分析者双方のアソシエーションを可視化したマップを見た時点で、どの点から議論を始めるべきなのかのきっかけが欲しい（要求分析者役）というコメントなどを得ている。今後の展望として、顧客と要求分析者双方に専門知識の違い

を理解させること、および現状の問題に対する会議参加者の認識の違いを明示化させることを促す機能を実装した要求抽出会議に特化した支援ツールを作成することがあげられる。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々に、御指導、御協力を賜りました。お世話になった方々に心から深く感謝申し上げます。

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 松本 健一 教授には、常日頃より御指導と御助言を頂きました。本研究の主指導教員を担当して頂き、本研究を進めるに当たり適切な御指摘、御意見を頂きました。また本研究のみならず、大学院での活動や生活について多くの御助言や御配慮を頂きました。心から深く感謝申し上げます。

副指導教員を担当して頂いた 同 関 浩之 教授には、本研究の発表に当たり多大な御指導、御助言を頂きました。研究の本質に関わる貴重な御意見を頂き、それを元により研究を進めていくことができました。深く感謝申し上げます。

副指導教員を担当して頂いた 同 飯田 元 教授 には、本研究に当たり御指導、御助言を頂きました。また本研究の実験を行うにあたり御協力して頂きました。深く感謝申し上げます。

副指導教員を担当して頂いた 同 門田 暁人 助教授には、本研究の発表において本研究の目的や明らかにしなければならない問題点など鋭い御指摘、御意見を頂きました、また実験デザインにおいても貴重な御指導と御意見を頂きました。深く感謝申し上げます。

本研究を直接指導して頂いた 同 大平 雅雄 助手には、本研究に携わる機会を頂いたり、本研究の進め方、実験のデザインにおいても常に数限りない適切な御助言と熱心な御指導を頂きました。また、国内研究会の発表に関しては、論文執筆の作法から発表の方法まで親身になって丁寧にご教授して頂きました。さらに、本研究のみならず大学院での生活においても御助言と御配慮を頂きました。心より深く感謝申し上げます。

同 中村 匡秀 助手には、本研究を進めるに当たり、また実験のデザインにおいて親身になって有益な御指導、御意見を頂きました。また研究以外の場においても多くの御配慮を頂きました。深く感謝申し上げます。

同 井垣 宏 特任助手には、本研究についての御指導、御意見を頂きました。深く感謝申し上げます。

同 ソフトウェア工学講座 大学院博士後期課程の柿元 健 氏には御多忙中にもかかわらず，論文の手直しをして頂き，様々な有益な御意見を頂きました．深く感謝申し上げます．

要求工学班の一員として，共に研究活動をしてきた角 秀樹 氏，小山 裕典 氏には，日頃より常に研究の進め方に対して有益な御意見を頂きました．心より感謝申し上げます．

本研究を進めるに当たり，実験の被験者として要求抽出会議に参加して頂いた方々に心から深く感謝申し上げます．

最後に，ソフトウェア工学講座の皆様には，本研究に対して多くの御協力を頂きました．また本研究のみならず，大学院での生活さらには大学院外での生活に關しても多くの御助言を頂きました．心より深く感謝申し上げます．

## 参考文献

- [1] Michael G. Christel and Kyo C. Kang. Issues in requirements elicitation. Technical Report CMU/SEI-92-TR-012, SEI, September 1992.
- [2] Sridhar Raghavan, Gregory Zelesnik, and Gray Ford. Lecture notes on requirements elicitation. Technical Report CMU/SEI-93-EM-10, SEI, 1994.
- [3] 大西淳, 郷健太郎. 要求工学. プロセスと環境トラック, ソフトウェアテクノロジーシリーズ9. 共立出版, 東京, 2002.
- [4] 森山真, 長田晃, 海谷治彦, 海尻賢二. 既存システムのシナリオデータベースをもとにした要求獲得法. 電子情報通信学会技術研究報告, KBSE2004-6, pp. 1–6, July 2004.
- [5] Junzo Kato, Seiichi Komiya, Motoshi Saeki, Atsushi Ohnishi, Morio Nagata, Shuichiroh Yamamoto, and Hisayuki Horai. A model for navigating interview processes in requirements elicitation. In *Proceedings of the Eighth Asia-Pacific on Software Engineering Conference(APSEC '01)*, pp. 141–148, Washington, DC, USA, 2001.
- [6] Karl E. Wiegert. *Software Requirements*. Microsoft Press, 1999.
- [7] 土井晃一, 蓬菜尚幸, 渡部勇, 片山佳則, 園部正幸. 要求獲得会議を分析することによるユーザ指向要求獲得法. 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 1, pp. 48–58, Jan 2003.
- [8] Barry. W. Boehm. Software engineering. *IEEE Transactions on Computers*, Vol. 25, No. 12, pp. 1226–1241, 1976.
- [9] Alain Abran, Pierre Bourque, Robert Dupuis, and James W. Moore, editors. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge - SWEBOk*. IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, 2001.

- [10] 大平雅雄, 山本恭裕, 蔵川圭, 中小路久美代. EVIDII: 差異の可視化による相互理解支援システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 10, pp. 2814–2826, October 2000.
- [11] Ann M. Hickey and Alan M. Davis. Elicitation technique selection: How do experts do it? In *Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Requirements Engineering(REQ '03)*, pp. 169–179, Washington, DC, USA, 2003.
- [12] Colin Potts, Kenji Takahashi, and Annie Anton. Inquiry-based requirements analysis. *IEEE Software*, Vol. 11, No. 2, pp. 21–32, 1994.
- [13] 古宮誠一, 加藤潤三, 永田守男, 大西淳, 佐伯元司, 山本修一郎, 蓬萊尚幸. インタビューによる要求抽出作業を誘導するシステムの実現方法. 第19回IPA技術発表会論文集, pp. 37–48, October 2000.
- [14] Pericles Loucopoulos and Vassilios Karakosutas. 要求工学定義入門. 共立出版, 東京, October 1997. 富野寿訳.
- [15] Donald A. Norman. *Things that make us smart: defending human attributes in the age of the machine*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1993.
- [16] 大平雅雄. 対面異文化間コミュニケーションにおける相互理解構築とアイデア創発の支援に関する研究. PhD thesis, 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 情報処理学専攻, NAIST-IS-DT-0061006, March 2003.
- [17] 木下大輔, 小島章, 木口貴人, 林雄一郎, 橋浦弘明, 八重樫理人, 古宮誠一. インタビューによるソフトウェア要求抽出システム—インタビューを誘導する方法—. 電子情報通信学会技術研究報告, KBSE2003-11, pp. 35–40, 2003.
- [18] 友田英孝, 大西淳. オントロジーを用いた 要求獲得支援手法: REO. 電子情報通信学会技術研究報告, SS2005-3, pp. 13–18, April 2005.

- [19] 海谷治彦. 代案発生に注目したソフトウェアの共同設計作業における認識不一致の分析. 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 11, pp. 3878–3886, Nov. 1999.
- [20] Axel Van Lamsweerde. Goal-oriented requirements engineering: A guided tour. In *In Proceedings of Fifth IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE'01)*, pp. 249–263, August 2001.
- [21] Haruhiko Kaiya, Hisayuki Horai, and Motoshi Saeki. AGORA: Attributed goal-oriented requirements analysis method. In *Proceedings of the 10th Anniversary IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering (RE '02)*, pp. 13–22, Washington, DC, USA, 2002.
- [22] S. Easterbrook and B. Nuseibeh. Using viewpoints for inconsistency management. *BCS/IEE Software Engineering Journal*, Vol. 11, No. 1, pp. 31–43, 1996.
- [23] Honghui Zhang and Atsushi Ohnishi. A transformation method of scenarios from different viewpoints. In *Proceedings of the 11th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC'04)*, pp. 492–501, Washington, DC, USA, 2004.
- [24] 松井千里, 健太郎郷, 今宮淳美. 忠実度の異なる素材の再利用性を考慮したプロトタイプ構築支援. 電子情報通信学会論文誌, Vol. 88-D-I, No. 2, pp. 196–204, February 2005.

## 付録

### A. 事前アンケート（顧客用）

アンケートの目的 「財政管理システム」の問題点を改善し新たにシステムを構築することを目的として、システムエンジニアとのミーティングが開かれます。そこであなたが問題だと思っている箇所が改善されるように、現システムの問題箇所と何が問題なのか（あなたが作業を行っているときに問題だと思ったことなど）を記述して下さい。

回答の際の注意点 システムエンジニアとのミーティングでは、この資料をもとに、あなたを含めたユーザー 2 人とシステムエンジニア 2 人で現システムの改善について議論して頂きますので、システムエンジニアまたもう 1 人のユーザーにもできるだけわかりやすいように記述してください。理由を書く際には、参考として問題点リスト（システムを使用していて問題として挙げられる言葉など）を利用して記述して頂いても構いません。以下の回答例を参考に記述してください。問題があるだけ記述してください。

#### 回答例

- 業務の流れ：旅費請求の（これは、財務管理システムの旅費請求機能の 2 番目の GUI 画像を指す）

問題点：システムに表示される予算の値が正確な情報ではない。

- 業務の流れ：旅費請求の

問題点：システムの流れ から へ移動したい！

#### 一般的なシステムの問題点リスト

- 操作がわかりにくい
- 機能が多い
- 機能が少ない

- 情報が漏洩する可能性がある
- 応答時間が長い
- 出力結果に問題がある
- 構成が直感的でない
- 論理的な構造になっていない
- 利用できる時間が少ない
- 予想外のトラブルが起こる
- 予想外の動きをする
- 覚えることが多い
- 情報を選びにくい
- 余計な手間が生じる
- 必要な情報がない
- 必要な機能がない
- 他のアプリケーションと連携して使えない (Word など)
- 入力結果が反映されない
- 業務の流れ沿っていない
- 業務の効率が悪くなる
- 画面が見にくい
- 外部にミスが露呈する
- システムの手順が複雑である

## B. 事前アンケート（要求分析者用）

アンケートの目的 「財政管理システム」を改善し、新たにシステムを構築することになりました。そのため、新システムを構築するための現システムを使用しているユーザーとのミーティングが開かれます。そこであなたが問題だと判断した箇所をそのミーティングで聞きたいと考えています。現システムの問題の箇所と何が問題なのかを簡潔に述べて下さい。

回答の際の注意点 ユーザーとのミーティングでは、この資料をもとに、あなたを含めたシステムエンジニア2人とユーザー2人で現システムの改善について議論して頂きます。そこで、現システムの問題をユーザー、またもう1人のシステムエンジニアにもわかりやすいように記述してください。理由を書く際には、参考として評価語<sup>4</sup>（システムを使用していて問題として挙げられる言葉など）を利用して記述して頂いても構いません。

### 回答例

- 業務の流れ：旅費請求の

問題点：システムに表示される予算の値が正確な情報ではない。

- 業務の流れ：旅費請求の

問題点：システムの流れ から へ移動したい！

---

<sup>4</sup> 事前アンケート（顧客用）と同じ

## C. EVIDIIに関するアンケート

1. 実験で担当した役割を で囲んで下さい： SE役 顧客役
2. 下記の項目それぞれについて、システムを使用した場合としなかった場合のミーティングを比較してください（EVIDIIが最も優れていれば3、従来方式が最も優れていれば-3、どちらでもない場合は0とする）。
  - SE/顧客役への質問：議論（会話）のしやすさ
  - SE/顧客役への質問：論点（議論すべきこと）の見つけやすさ
  - SE/顧客役への質問：見つけた論点の明確化（議論すべきことの絞込み）のしやすさ
  - 顧客役への質問：問題点・改善点の伝えやすさ  
SE役への質問：改善案の提案のしやすさ
  - SE役への質問：改善案の提案のしやすさ  
顧客役への質問：提案された改善案の受け入れやすさ
3. 2回のミーティング（システムを使用した場合としなかった場合）を比較して、何か気付いたことがございましたらご自由にお書きください。
4. 今回行った実験に関することで、何かご意見がございましたらご自由にお書きください。

## D. 財務管理システムのGUI画像

図11に財務管理システムの旅費請求機能のGUI画像を示し、図12に財務管理システムの物品請求機能のGUI画像を示す。

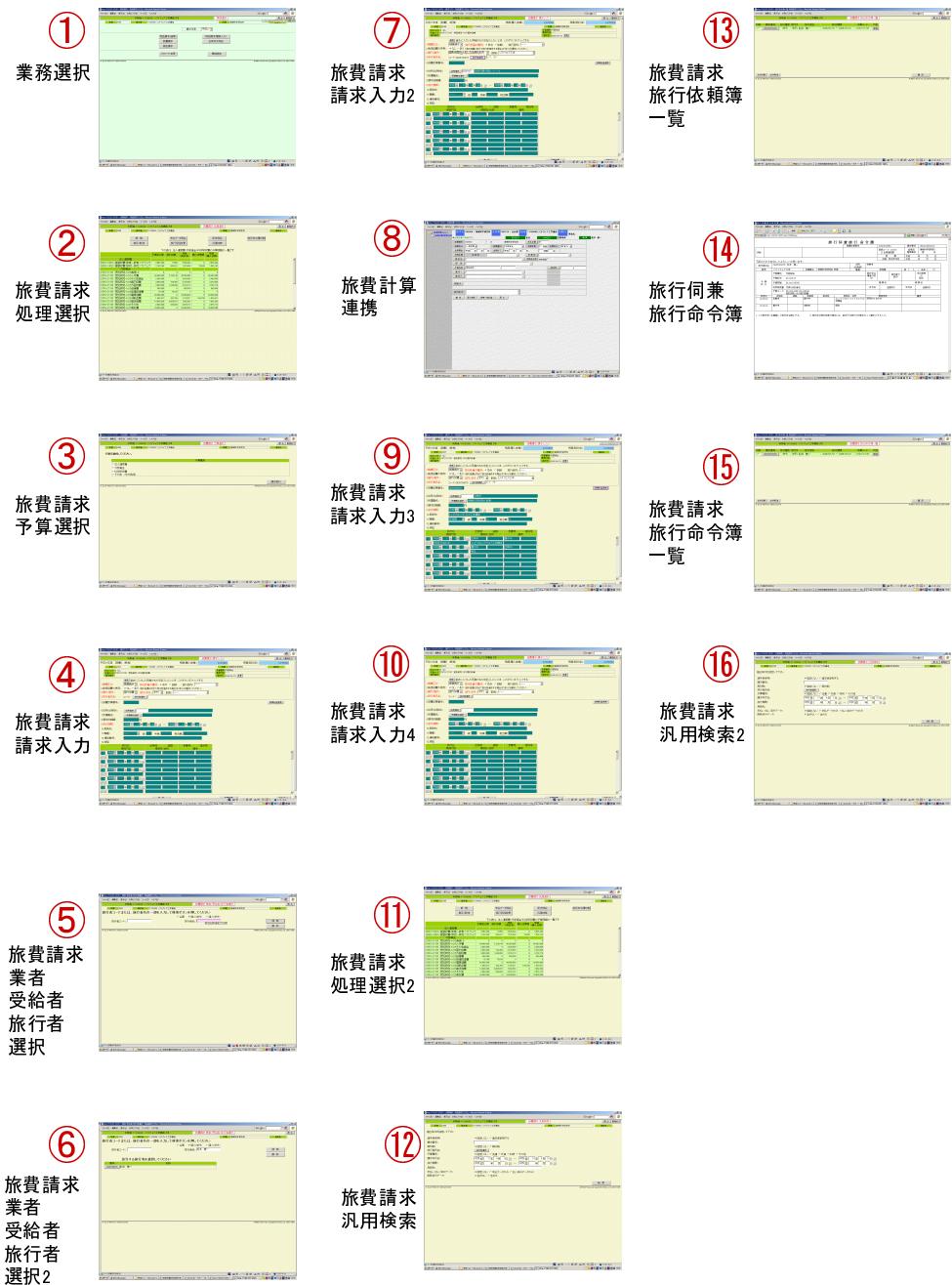


図 11 財務管理システム（旅費請求）の GUI 画像



図 12 財務管理システム（物品請求）のGUI画像