

異分野コラボレーションとしてのソフトウェア要求抽出の支援

達 明憲^{†a)} 大平 雅雄^{††b)} 森崎 修司^{††c)} 松本 健一^{††d)}Supporting Software Requirements Elicitation as Collaboration among
Heterogeneous StakeholdersAkinori TSUJI^{†a)}, Masao OHIRA^{††b)}, Shuji MORISAKI^{††c)},
and Ken-ichi MATSUMOTO^{††d)}

あらまし ソフトウェア開発の初期工程であるソフトウェア要求抽出では、ステークホルダ（本論文では、顧客と要求分析者）間の背景知識や専門知識が異なるため、コミュニケーションが困難になる場合が多い。その結果、あいまいな要求が抽出されたり、顧客自身が気づいていない潜在的な要求の抽出に失敗するという問題が生じる。本研究は、ソフトウェア要求抽出を顧客と要求分析者の異分野コラボレーションとしてとらえ、顧客と要求分析者とのコミュニケーションを支援することにより、要求の明確化と顕在化を促進させるための方法を構築することを目的としている。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を用いた要求抽出会議は、インタビュー形式で行う従来の要求抽出会議に比べて、必須要求及び潜在的な要求の抽出の点で優れていることが分かった。

キーワード 要求工学, ソフトウェア要求抽出, 異分野コラボレーション, アソシエーションの可視化

1. まえがき

ソフトウェア要求抽出は、開発ライフサイクルの最も上流に位置し、開発するソフトウェアシステムに関して利害を有するステークホルダ（顧客、エンドユーザ、要求分析者、開発者など）^(注1)が、対話を通じてシステムに対する要求を発見するプロセスである [1]。様々な立場の人々が要求抽出に関与するため、コミュニケーション集約型の極めて複雑な作業が求められる [2]。背景知識や専門知識の違いにより意思疎通が困難になるため、たとえ経験豊富な分析者であっても、要求抽出工程においてすべての要求を的確に抽出することは容易ではなく、あいまいな要求や要求抽出の段階では表

明されない潜在的な要求が残存してしまう [3]。

要求抽出の不正確さや不完全さは、後工程での要求の追加や変更による手戻り作業（ソフトウェアの作り直しや修正、再テストなど）を招く大きな原因となり、開発作業の遅延や開発コストの増加を導く。ソフトウェア開発の手戻り作業にかかるコストは、全開発コストの30~50%を消費し、要求の欠陥を修正するためにかかるコストは全手戻りコストの70~85%を占めるといわれている [2]。また、要求の欠陥を修正するコストは、後の工程へ進むほど膨大に増加することが知られている [4]。近年、ソフトウェアは大規模化・複雑化の一途をたどっており、開発ライフサイクルのできるだけ早い段階で、要求を正確かつ網羅的に抽出することが極めて重要な課題となっている [5]。

本研究の目的は、ソフトウェア要求抽出を顧客と要求分析者の異分野コラボレーションとしてとらえ、顧客と要求分析者とのコミュニケーションを支援することにより、要求の明確化及び潜在的な要求の顕在化を促進する方法を構築することである。本論文では、従来工業意匠における顧客とデザイナーとの相互理解支援を

[†] 日立公共システムエンジニアリング株式会社, 東京都
Hitachi Government & Public Corporation System Engineering, Ltd., 2-4-18 Toyo, Koto-ku, Tokyo, 135-8633 Japan
^{††} 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科, 生駒市
Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology, 8916-5 Takayama, Ikoma-shi, 630-0192 Japan

a)
b)
c)
d)

(注1)：本論文では単純化のため、顧客と要求分析者とする。

目的として構築した異分野協調作業支援環境 EVIDII を、要求抽出会議へ適用した実験について述べる。

2. 要求抽出における問題点

本章では、要求抽出における問題点について述べる。また、要求抽出支援を目的とした先行研究を挙げ、本研究との立場の違いを明確にする。

2.1 ソフトウェア要求抽出における異文化

要求抽出を困難にする原因には、大きく以下の三つの問題が存在する [6], [7].

- (1) 範囲の問題
- (2) 理解の問題
- (3) 要求の揮発性の問題

(1) は、顧客が業務のどの範囲をシステム化するべきかの判断がうまく行えないことに起因する問題であり、要求の著しい過不足を招く [2].

(2) は、一般的に、計算機の能力や限界に関する顧客の理解が不十分なことに起因する問題である。どのような機能や性能が必要かを分析者に明確に伝えることを困難にする。また、(2) は分析者が顧客の業務ドメインに精通していないことに起因する問題でもある。分析者が要求抽出に重要となる質問や議論を顧客に対してうまく行えない要因の一つである。更に、専門的な知識（顧客の業務知識、分析者の技術知識など）は第三者に容易に理解されるように説明することが困難である [3].

このような状況におけるソフトウェア要求抽出では、異なる分野に属する顧客と分析者は、異なる文化の異なる言語を用いる者同士とみなすことができる [8]. あいまいにしか表現されない要求や、当然のことをあえて表明しない顧客の潜在的な要求の存在は、主に (2) の理解の問題、すなわち異文化の問題から生じるものと考えることができる。

(3) は、開発の進行とともに要求が変化していくという問題である。開発期間中の社会状況や経済状況の変化に対応するためや、(2) の問題の一部が解消した結果として要求が変更される場合がしばしば生じる [7]. 要求は上流工程で可能な限り固定されるべきであるが、前述の理由から、要求の変更は現実的にはある程度避けることができない問題である。

本研究は主に、(2) の問題を解決するための手法の構築を目指すものである。顧客と分析者とのコミュニケーションを支援することにより、あいまいな要求の明確化と潜在的な要求の顕在化を促進させるというアプ

ローチをとる。

2.2 先行研究

前節で挙げた要求抽出における問題の分類に沿って、要求抽出支援を目的とする先行研究について述べる。

(1) の問題を解決するための手法としてゴール指向分析 [9] がある。ゴール指向分析ではまず、顧客の経営上の目標（例えば、「営業利益を上げる」）などのあいまいな要求を最上位のゴールとして設定する。次に、そのゴールを達成するために必要なサブゴールへと木構造として分解する作業を繰り返す。サブゴール間の矛盾の発見や解消を行うことで、システムの範囲や機能を決定していく。NFR フレームワーク [10], KAOS [11], i* フレームワーク [12] など数多くのゴール指向分析手法が提案されており実用され始めている。これらの手法は、本研究が支援の対象とする (2) の問題を解消した後に利用することで更に高い効果を期待できる。したがって本研究は、ゴール指向分析手法を補完できるものと位置づけることができる。

(2) の問題を解決するためのアプローチには、業務知識を体系化したオントロジーを用いる手法 [13] がある。顧客の業務分野ごとにオントロジーを用意し、オントロジーの語彙を用いることで要求の詳細化や明示化が支援されるため、業務知識のない分析者であっても一定の品質で要求抽出を行えることが大きな利点である。しかしながら、高品質なオントロジーが業務分野ごとに必要なことやオントロジーの構築者に高い技量が求められるため、手法の適用範囲には大きな制約がある。次章で述べる EVIDII は、顧客と分析者の間の認識の差異を可視化し、業務知識や技術知識に対する相互理解を構築するための対話を促すシステムである。適用可能な業務分野に制約はなく、利用者に特別な技量を求めない点において優れているといえる。

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は、認識不一致の特徴分析手法 [14] や複数視点の統合手法 [15], [16] がある。また、要求の衝突を解消するために、AHP 法や Delphi 法などの意思決定支援手法が用いられている。これらは、要求に対する認識の不一致や矛盾を、分析者のスキルに依存することなくシステムチックに解消するための手法といえる。認識の不一致や矛盾を可視化を通じて明示化する点では本研究と一致するものであるが、あいまいな要求の明確化や潜在的な要求の検出を支援するものではなく、本研究とは目的が異なる。

異なる立場の人々のアイデアや専門知識を活用し創

造的に要求を作り出すことを目的とする研究 [17], [18] では、ブレインストーミングや KJ 法などの発想支援法の利用が提案されている。EVIDII を用いた要求抽出会議においてもブレインストーミング的な議論が行われるが、紙やホワイトボードを用いる先行研究とは異なり、本研究では計算機を用いた会議支援方法を提案する点に新規性がある。

(3) については、要求変更の追跡記録などを行う変更管理の問題として研究が行われている [2]。

3. 要求抽出会議への EVIDII の適用

本章では、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ー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) [19] を紹介し、EVIDII を要求抽出会議へ適用する方法について説明する。

3.1 EVIDII システム

EVIDII は、背景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、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システムである。コミュニケーションを行う者同士の間には存在する「違い」を認識させることで、その「違い」についての議論を促し相互理解の構築を支援する。

3.1.1 アソシエーション

EVIDII は二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（アソシエーションと呼ぶ）を可視化する。今、

$$\text{データ集合 } O = \{o_1, o_2, \dots, o_l\}$$

$$\text{データ集合 } I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$$

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

という三つの集合があると仮定する。人 p_n が O の要素 o_l に対して適合する（ふさわしいと思う）ものを I の i_m から選択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_n が作成したアソシエーション集合を p_n のアソシエーションプロファイルと呼び、 $AS_{p_n}(O, I)$ として定義される。会議を行う際には、参加する人すべての $AS_p(O, I)$ を EVIDII に入力しておく。EVIDII には各人の $AS_p(O, I)$ の集合、全アソシエーション ($A = (P, O, I, AS)$) が保存されることになる。例えば、図 1 に示すように、データ集合 O として画像からなる集合、データ集合 I として言葉が

らなる集合があり、これらの集合の要素間の関係を参加者ごとに対応づけたものがアソシエーションとなる。

3.1.2 マップと視点

EVIDII は、「マップ」と「視点」という二つの機能 (図 2) 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 が与えられたとき、 O または I のいずれか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。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ねらいがあるため、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、マップ上で他方の集合または P から要素の一つを選び、マップ上でアソシエーションをもつ要素のみを抜き出して表示することである。マップ作成に使用された集合以外の集合の 1 要素を選択することで、その要素とマップ上の要素とアソシエーションをもつ

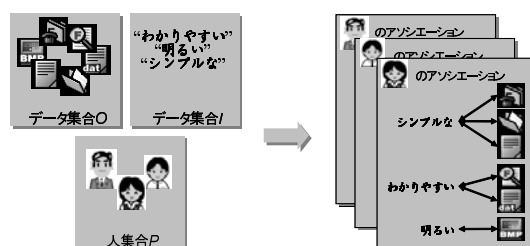


図 1 アソシエーション作成例
Fig. 1 Example of associations.

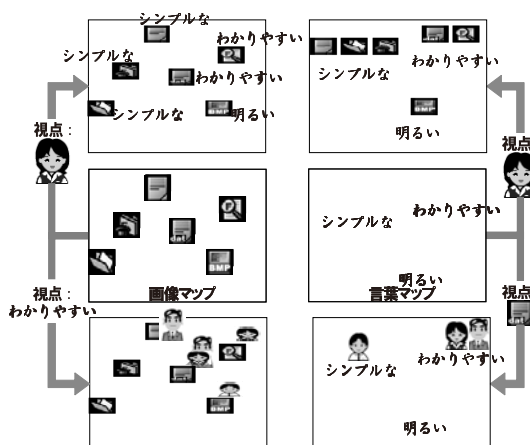


図 2 EVIDII のアソシエーション可視化モデル
Fig. 2 Visualization model of associations in EVIDII.

要素がマップ上に表示される。

3.1.3 アソシエーションの可視化

図3にEVIDIIのアソシエーションの可視化例を示す。アソシエーション作成のためのデータ集合は、次節で述べる現行システムを改善し新システムを構築するための要求抽出会議において利用が想定されるものからなっている。マップは集合O(現行システムの問題点)から作成されたものであり、図3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。

図3上では、「旅費計算連携」のGUI画像の一つ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3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が共有される。その結果、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[19], [20]。

3.2 要求抽出会議への適用

本研究では、要求抽出会議での顧客と要求分析者のコミュニケーション方法に関する以下の仮説に基づき、要求抽出会議へEVIDIIを適用することとした。

[H-1] 顧客と分析者が互いの背景知識や専門知識の違いを理解することが要求の明確化に必要である。

[H-2] 現状の問題に対する認識の違いを明示化することが潜在的な要求の顕在化に必要である。

従来研究の多くは、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。しかし、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必須の要求であるかどうかの判断がつきにくい場合が多い[2]。本研究では、顧客が要求抽出会議プロセスへ能動的に関与し、分析者の専門知識を積極的に理解することが顧客自身が本当に必要とする要求を獲得するために不可欠であると考え仮説[H-1]を立てた。

また、人間は物の見方や考え方を一度決めてしまうと違った観点から物事をとらえることが困難になる傾向(Tunnel Vision [21]など)があるため、顧客は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表明できない場合がある。これは潜在的な要求の抽出の失敗につながる。本研究では、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な要求の抽出に有効であると考え仮説[H-2]を立てた。

EVIDIIはもともと、工業意匠のデザインプロセスにおいて、背景知識や専門知識の異なる人々(顧客とデザイナー)の間の相互理解を支援することを目的として構築されてきたシステムである[19], [20]。そこで、仮説[H-1]を確かめるために、EVIDIIの相互理解支援の側面が利用できると考えた。また、仮説[H-2]を確かめるために、アソシエーションの可視化を通じて会議参加者間に存在する「違い」を認識させるEVIDII

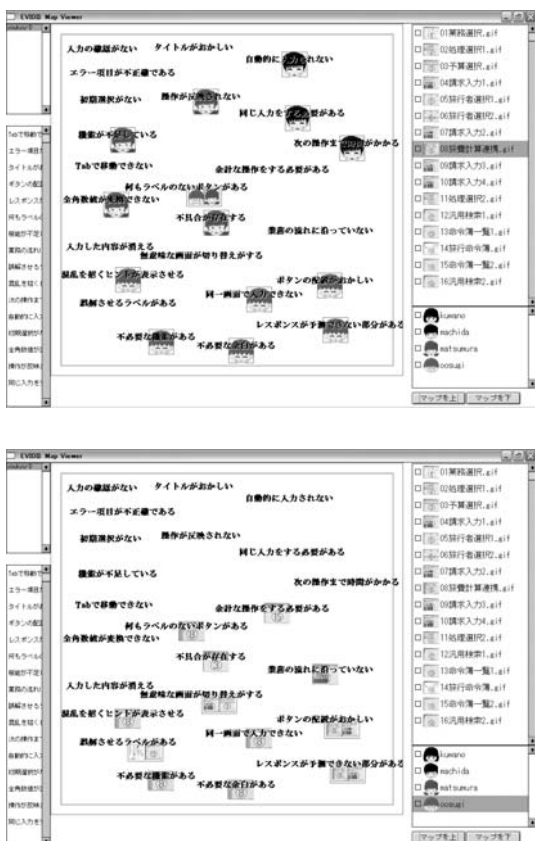


図3 アソシエーションの可視化例
Fig. 3 Examples of visualization of associations.

の効用が期待できると考えた。

3.3 アソシエーション作成方法

本節では、要求抽出会議へ EVIDII を適用するにあたって重要となるアソシエーションの作成方法について検討する。

工業意匠における顧客とデザイナーとの会議では、議論対象を表現するためにあいまいな意味を含む言葉を用いざるを得ないことが多々ある。更にもっと、概念的に類似する言葉が用いられることも少なくない。例えば、あるキッチンのデザイン ($o_{kitchen}$) に対して、デザイナー ($p_{designer}$) は「温かみのある (i_{warm}) キッチン」と表現し、顧客 p_{client} は「ぬくもりのある ($i_{heartwarming}$) キッチン」と表現することがある。言葉の微妙な意味の違いがデザイン要件を決定する上で非常に重要になるにもかかわらず、言葉の意味の違いを両者が正しく理解することが困難になる場合である。

そのため従来の EVIDII では、議論参加者が用いる言葉とその意味に差異が存在することを認識しやすくすることを意図して、議論対象を表現するために用いられる言葉を二次元空間上に離散的に配置するための「マップ」の機能が実装されている [19]。本研究では要求抽出会議でのアソシエーション作成のためのデータ集合として、顧客が普段使い慣れている業務支援システムの「GUI 画像」からなる集合と、業務支援システムの「問題点」からなる集合を用いることにした。工業意匠の議論においてしばしば用いられる印象語などの抽象的な感性表現に比べ、「問題点」は具体的な表現が可能のため、「マップ」を用いて二次元空間上に可視化するアソシエーションはより明確に差異を示すことができると考えられる。

4. 要求抽出会議へのシステム適用実験

本章では、EVIDII を要求抽出会議へ適用した実験について述べる。

4.1 実験の概要

要求抽出プロセスで最も頻繁に用いられる要求抽出方法である対面での会議（ミーティング）[3] を対象として、EVIDII 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 を要求抽出プロセスへ適用することの有用性を検証することである。

本実験では、奈良先端科学技術大学院大学で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改善し新システムを導入するという仮想の状況を設定した。要求抽出会議は、顧客（エンドユーザ）と

要求分析者とが現行の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するためのものである（図 4）。

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所属の秘書 4 名、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。財務管理システムの使用経験及び実務経験に偏りがないう秘書役 2 名、分析者役 2 名からなるグループを計 2 グループを構成し要求抽出会議を行った。それぞれのグループに 2 種類の要求抽出会議（EVIDII を用いた会議と従来のインタビュー形式の会議）に参加してもらい、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量的・質的な観点から比較することにより EVIDII の有用性を検証する。

4.2 実験の手順

4.2.1 事前アンケート

まず、被験者それぞれに現時点で認識している現行システムの問題点を列挙してもらうための事前アンケートを実施した。事前アンケートは、現行システムの GUI 画像（合計 18 枚）を業務の流れに沿って提示し、システム利用中のどの場面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。顧客役が現行システムについて明示的に表現することのできる問題点（改善要求）を抽出することが目的である。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、アンケートに回答してもらった。



図 4 EVIDII を使用した要求抽出会議の風景
Fig. 4 Requirements elicitation meeting with EVIDII.

4.2.2 アソシエーションの作成

実験者は、事前アンケートの結果を基に、「GUI 画像」と「現行システムの問題点」からなる二つのデータ集合からアソシエーションを作成し、EVIDII を用いる会議のためにあらかじめシステムに入力しておいた。EVIDII を利用しない従来形式の会議用には、財務管理システムの GUI 画像を印刷したものと、アソシエーションをリストとして紙に印刷したものを用意した。

グループ A には GUI 画像の印刷物のみ、グループ B には両方の印刷物を配布した。会議開始後に利用できる情報量の違いが要求抽出にどのような影響を与えるかを観察するためである。グループ B の従来会議では、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が、グループ A の従来会議では、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ことになる。

4.2.3 要求抽出会議

次に、二つのグループそれぞれに 2 回の要求抽出会議に参加してもらった。財務管理システムの主要な三つの業務支援機能（旅費請求、物品請求、謝金請求）のうち、EVIDII を利用する会議では旅費請求機能について、従来形式の会議では物品請求機能について議論するというものである。2 回の会議で議論する業務支援機能の名称は異なるが、GUI の構成及び秘書が行う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みなすことができた。

顧客役の実験者には、現行システムについて感じている問題と新システムに必要な機能をできるだけ分析者役に伝えるよう指示した。分析者役の実験者には、現行システムの問題と新システムに必要な機能について顧客役に質問してできるだけ多くの要求を抽出するよう指示した。各会議は 1 時間が経過した時点で実験者が会議を終了させた。

EVIDII を使用する会議では、直前に 10 分程度、EVIDII の使い方について説明を行った。「マップ」は実験者側が用意したが、必要に応じて被験者側で自由に作成することを許可した。EVIDII の操作自体は実験者が担当し、被験者は実験者に望む操作を指示した。すべての会議において会議進行役は設定しなかった。分析者役には、抽出した要求を社内に持ち帰り同僚と検討することを想定してメモをとるよう指示した。EVIDII 及び財務管理システムの GUI 画像は図 4 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することができた。

4.2.4 事後アンケート

最後に、2 種類の要求抽出会議終了後、EVIDII の有用性に関するアンケートを行い実験を終了した。アンケートは EVIDII を利用した会議と従来形式の会議を比較する 7 段階評価によるもの^(注2)と自由記述によるものからなる。

4.3 実験結果

4.3.1 要求抽出数

本実験では、「採用されなければ、業務に支障をきたし続ける、若しくは非効率なままになってしまう要求」を必須要求と定義した。例えば、現在使用している財務管理システムは、約 5 分間操作をしなかった場合、途中まで入力した内容がすべて消えてしまう。秘書は頻繁に電話応対するため、入力内容の消失は秘書業務に支障をきたす問題である。この問題を修正するための「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す。

潜在的な要求とは、会議前に明示的に表明できた改善要求以外の要求、すなわち、要求抽出会議を行うことによって新たに抽出された要求を指す。

すべての会議の様子を 2 台のビデオカメラ（EVIDII の利用方法の記録用と、被験者らの議論の様子の記録用）で録画し分析を行った。実験中に抽出された必須要求の数と潜在的な要求の数を図 5 に示す。グループ内比較及びグループ間比較の両方において、EVIDII を用いた要求抽出会議では、抽出された要求の数が多くなっていることが見て取れる。

4.3.2 アンケート結果

要求抽出会議終了後に行った EVIDII の有用性を被験者に問うアンケートの結果を表 1 に示す。通常の会議における議論とは異なり、EVIDII を用いた会議では、EVIDII の操作を行いながらの議論となるため「議論のしやすさ」はやや低い評価であるものの、特に要求分析者役の実験者からはおおむね高い評価を得ていることが分かる。

4.3.3 要求抽出プロセス

EVIDII を利用した会議では、顧客役及び分析者役の実験者がともに現行システムの問題点を議論する様子が観察された。一方、EVIDII を利用しない会議では、分析者役が顧客役に対して質問を行う場合がほと

(注2)：EVIDII が最も優れていれば 3、従来形式が最も優れていれば -3、どちらもない場合は 0 とする多肢選択方式のアンケート。

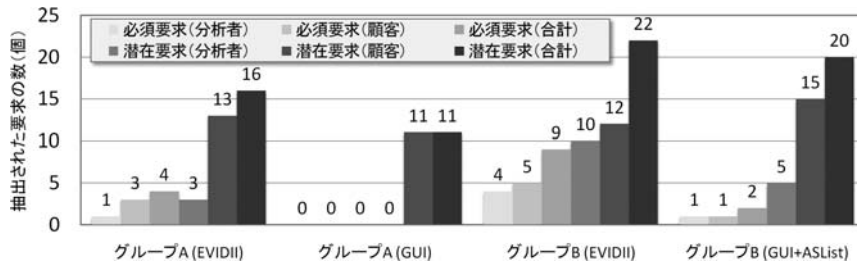


図 5 抽出された要求の数
Fig. 5 Elicited requirements.

表 1 EVIDII に対するアンケート結果
Table 1 Subjective evaluation on EVIDII.

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)	0.63 (1.85)	NA
要求の抽出しやすさ (分析者役)	NA	1.25 (1.09)

括弧内の値は標準偏差。

表 2 要求抽出会議における議論の流れ
Table 2 Discussions in requirements elicitation meetings.

	EVIDII の利用あり	EVIDII の利用なし
グループ A	「視点」を順次切り換え、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被験者全員で議論。	(GUI 画像の印刷物のみを配布した従来形式の会議) 分析者役が顧客役に質問を行い、その質問に顧客役が回答するのみ。
グループ B	プラズマディスプレイに 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被験者全員で議論した後、EVIDII を利用してまだ議論していない問題点を探して議論。	(GUI 画像と紙に印刷した ASList を用いる会議) 顧客役の ASList に記述されている問題点について分析者役が質問し改善案を提案。分析者役の ASList に記述されている問題点は議論されなかった。

んどであり、分析者役から顧客役への質疑応答型の議論が観察された。要求抽出会議における議論の全体的な流れを表 2 にまとめる。

次に、EVIDII を用いた会議における必須要求抽出プロセスの具体例を表 3 及び図 6 に示す。また、潜在的な要求抽出プロセスの具体例を表 4 及び図 7 に示す。EVIDII を用いた会議では、このようなプロセスが何度も繰り返されながら必須要求及び潜在的な要求が抽出される様子が観察された。

次章では、EVIDII 利用の有無による要求抽出会議プロセスの比較を通して得られた知見について考察

表 3 必須要求抽出プロセスの具体例
Table 3 Example of a requirements elicitation process: Essential requirements.

	プロセス	被験者の行動
1	差異の発見	グループ B の被験者らが「GUI 画像⑧」を視点としてアソシエーションを閲覧した際、分析者役 B1 が、マップに表されている顧客役 B2 と分析者役 B1 のアソシエーション (図 6) に大きな違いがあることを指摘した。
2	差異の分析	分析者役 B1 の指摘に対して、もう 1 人の分析者役 B2 は、自分が挙げた問題点は「ソフトウェアとして機能が不足している」など、全体的にソフトウェアの機能に関するものが多いことを指摘した。
3	差異の理解	更に分析者役 B2 は、顧客役 B1 が挙げた問題点は、「同じ入力をする必要がある」など、財務管理システムを操作する際の無駄な作業に関するものであることを指摘した (ここで顧客役と分析者役は、業務ドメインに対する専門知識に違いがあることを理解したと思われる)。
4	必須要求の表明	続いて顧客役 B2 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という要求の表れであると分析者役に告げた。また、その要求を満たすために解消すべき問題点を、分析者役が挙げた問題点の中からを指し示した (「操作が反映されない」、「同一画面で入力できない」)。
5	必須要求の抽出	顧客役の指摘によって分析者役は、自身が挙げた問題点と顧客役が抱える問題点とのマッピングがとれ、顧客役にとって非効率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理解することができた。この結果、必須要求の抽出が行われた。

する。

5. 考察

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な要求の抽出の観点から考察する。

5.1 必須要求の抽出

図 5 の結果から、EVIDII を用いた会議は、GUI 画

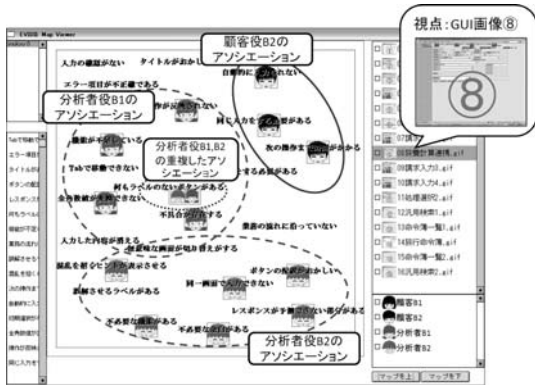


図6 アソシエーション可視化例 (必須要求の抽出)
Fig. 6 Example of requirements elicitation with EVIDII: Essential requirements.

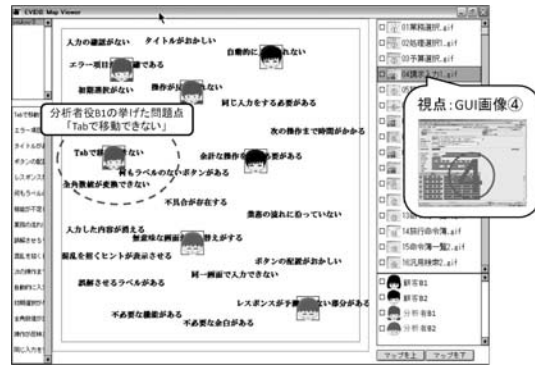


図7 アソシエーション可視化例 (潜在要求の抽出)
Fig. 7 Example of requirements elicitation with EVIDII: Implicit requirements.

表4 潜在的要求抽出プロセスの具体例
Table 4 Example of a requirements elicitation process: Implicit requirements.

プロセス	被験者の行動
1 同分野の被験者間での差異の発見	グループBの被験者らが「GUI画像④」を視点としてアソシエーションを閲覧した際(図7)、分析者役B1が挙げた「Tabキーで移動できない」という問題点に対して、もう一方の分析者役B2がその意味が分からず疑問を呈した。
2 同分野の被験者による差異の分析	分析者役B2の疑問に対して分析者役B1は、「GUI画像④」の場面では入力作業が多数の箇所が必要となるのでTabキーで入力フォーカスを移動できなければ作業効率が悪くなることを指摘した。
2 異分野の被験者による情報の補足	分析者役B1の指摘を聞いた顧客役B2は、財務管理システム利用中にTabキーを利用できない場面があることを思い出したと発言した。
4 潜在的要求の発見	分析者役B2がTabキーが利用できないことは不便ではないのかと質問すると、顧客役B2は、以前は問題だと思っ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答えた。
5 潜在的要求の抽出	顧客役自身が認識していなかった(しなくなった)問題が顕在化され、「Tabキーを利用できるようにする」という潜在的要求が抽出された。

像のみを用いた会議及び GUI 画像と *ASList* を利用した会議と比較して、グループ A とグループ B ともに抽出された要求が多くなっている。この理由は、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」についての全体像がつかみやすくなり、顧客役と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ったためと考えられる。表 1 のアンケート結果において「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いえる。

また、グループ A の GUI 画像の印刷物のみを用いた会議では、必須要求が全く抽出されていない。会議の全体的な流れをまとめた表 2 に示したように、GUI 画像の印刷物のみを用いたグループ A では、分析者役が顧客役に質問を行い、それに顧客役が答えるという質疑応答型の議論となっていた。GUI 画像と *ASList* を利用したグループ B の会議では、合計 2 個と少数ながらも要求が抽出されていたことを考慮すると、アソシエーションを用いない会議では、顧客役と分析者役双方が議論すべき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と考えられる。

したがって、顧客役と分析者役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ったといえることができる。

5.2 潜在的要求の抽出

図 5 から、グループ B の EVIDII を用いた会議はその他の会議に比べ、分析者役がより多くの要求を提案していることが分かる。グループ A とグループ B の分析者役の提案数に差が見られる理由は、二つのグループでの EVIDII の使い方が異なっていたことが原因と思われる。グループ A の EVIDII を用いた会議では、分析者役は主に、顧客役のアソシエーションの可視化結果に着目し顧客役の挙げた問題点を中心に議論していたため、分析者役自身のアソシエーションについては議論する時間がなかつた。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分析者役が挙げた問題点に言及していた。

グループ A の GUI 画像の印刷物のみを用いた会議では、分析者役から要求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、分析者役の問題点を提示することができなかつたため、顧客役からの要求を一方向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 AS_{List} を用いた会議では、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、グループ B の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、分析者役自身の AS_{List} に記述されている問題点にほとんど言及していなかったことが原因と考えられる。

顧客役のみならず分析者役のアソシエーションについて最も議論を行ったため、グループ B の EVIDII を用いた会議では、分析者役が要求を最も多く提案することができたと考えられる。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。

これらの結果より、顧客役のみならず分析者役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、すなわちアソシエーションの可視化は、顧客役が本来気づきにくい潜在的な要求の抽出に対して有用であったということが出来る。

6. むすび

本論文では、ソフトウェア要求抽出を異分野コラボレーションとしてとらえ、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ー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 (an Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions) を要求抽出会議に適用する実験を行った。

実験の結果、顧客役と分析者役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、顧客役と分析者役がアソシエーションを可視化し、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るため、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。

今後の課題は、他の要求抽出手法との比較を実証的に行うこと [22]、議論対象に対する認識の違いが EVIDII 利用者間に存在することを容易に発見できるようにするために、アソシエーションの差異を強調表示する機能を追加することや、本実験で得られた知見に基づき EVIDII を改良し要求抽出に特化した支援ツールを構築することなどがある。

謝辞 本研究で使用した EVIDII システムは東京大学先端科学技術センターの中小路久美代特任教授らの研究グループが開発したものである。本研究に対しても有益なアドバイスを頂いた。心より感謝致します。また、実験の被験者として快く御協力下さった奈良先端科学技術大学院大学の皆様に深く感謝します。

本研究の一部は、文部科学省「e-Society 基盤ソフトウェアの総合開発」の委託に基づいて行われた。また、本研究の一部は、文部科学省科学研究補助費（基盤研究 B：課題番号 17300007、若手 B：課題番号 17700111）による助成を受けた。

文 献

- [1] I. Sommerville and P. Sawyer, Requirements Engineering: A Good Practice Guide, John Wiley & Sons, New York, NY, USA, 1997.
- [2] K.E. Wiegers, Software Requirements, Microsoft Press, Redmond, WA, USA, 1999.
- [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] B.W. Boehm, "Software engineering," IEEE Trans. Comput., vol.25, no.12, pp.1226-1241, 1976.
- [5] D.C. Gause and G.M. Weinberg, Exploring Requirements: Quality Before Design, Dorset House Publishing Company, 1989.
- [6] J. McDermid, "Requirements analysis: Problems and the starts approach," Proc. IEE Colloquium on Requirements Capture and Specification for Critical Systems, pp.4/1-4/4, 1989.
- [7] M.G. Christel and K.C. Kang, "Issues in requirements elicitation," Technical Report CMU/SEI-92-TR-012, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1992.
- [8] K. Nakakoji, "Beyond language translation: Crossing the cultural divide," IEEE Softw., vol.13, no.6, pp.42-46, 1996.
- [9] A.V. Lamsweerde, "Goal-oriented requirements engineering: A guided tour," Proc. Fifth IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE'01), pp.249-263, 2001.
- [10] J. Mylopoulos, L. Chung, and B. Nixon, "Representing and using nonfunctional requirements: A process-

- oriented approach,” IEEE Trans. Softw. Eng., vol.18, no.6, pp.483–497, 1992.
- [11] A.V. Lamsweerde, R. Darimont, and P. Massonet, “Goal-directed elaboration of requirements for a meeting scheduler: Problems and lessons learnt,” Proc. Second IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE’95), pp.194–203, 1995.
- [12] E.S.K. Yu, “Towards modeling and reasoning support for early-phase requirements engineering,” Proc. Third IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE’97), pp.226–235, 1997.
- [13] H. Kaiya and M. Saeki, “Using domain ontology as domain knowledge for requirements elicitation,” Proc. 14th IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE’06), pp.189–198, 2006.
- [14] 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,” 情処学論, vol.40, no.11, pp.3878–3886, 1999.
- [15] S. Easterbrook and B. Nuseibeh, “Using viewpoints for inconsistency management,” BCS/IEE Software Engineering Journal, vol.11, no.1, pp.31–43, 1996.
- [16] H.H. Zhang and A. Ohnishi, “Transformation between scenarios from different viewpoints,” IEICE Trans. Inf. & Syst., vol.E87-D, no.4, pp.801–810, April 2004.
- [17] N. Maiden and S. Robertson, “Integrating creativity into requirements processes: Experiences with an air traffic management system,” Proc. 13th IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE’05), pp.105–116, 2005.
- [18] K. Ohshiro, K. Watahiki, and M. Saeki, “Integrating an idea generation method into a goal-oriented analysis method for requirements elicitation,” Proc. 12th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC’05), pp.113–121, 2005.
- [19] 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,” 情処学論, vol.41, no.10, pp.2814–2826, 2000.
- [20] 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,” NAIST-IS-DT0061006, 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科, 2003.
- [21] D.A. Norman, Things that make us smart: Defending human attributes in the age of the machine, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Boston, MA, USA, 1993.
- [22] D. Damian, “Stakeholders in global requirements engineering: Lessons learned from practice,” IEEE Softw., vol.24, no.2, pp.21–27, 2007.

(平成 19 年 3 月 9 日受付, 6 月 22 日再受付)



逵 明憲

平 16 神戸大・工・情報知能工学卒。平 18 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科卒。同年日立公共エンジニアリング(株)入社。ソフトウェア要求抽出支援に関する研究開発に従事。



大平 雅雄 (正員)

平 10 京都工繊大・工芸・電子情報卒。平 15 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士課程了。同年同大学産学官連携研究員。平 16 同大学情報科学研究科助手。博士(工学)。要求工学, 異文化コラボレーション, 知識協創支援等の研究に従事。情報処理学会, ヒューマンインタフェース学会, IEEE Computer Society, ACM 各会員。



森崎 修司

平 13 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程了。同年(株)インターネットイニシアティブ入社。オンラインストレージサービスの立ち上げ/企画/開発, EPCglobal で RFID ソフトウェアの国際標準策定活動に従事。平 17 EASE プロジェクト/奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科研究員。博士(工学)。エンピリカルソフトウェア工学, ネットワークを通じた知識共有の研究に従事。



松本 健一 (正員)

昭 60 阪大・基礎工・情報工学卒。平元同大学院博士課程中退。同年同大基礎工学部情報工学科助手。平 5 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科助教授。平 13 同大情報科学研究科教授。工博。ソフトウェア品質保証, ユーザインタフェース, ソフトウェアプロセス等の研究に従事。情報処理学会, 日本ソフトウェア科学会, IEEE, ACM 各会員。