

## 顧客要求に合わせて要求仕様書を自動生成する仕組み

飯塚寛晃<sup>†</sup> 山中隆敏<sup>††</sup> 村山修平<sup>†††</sup>  
廣瀬史典<sup>†††</sup> 古宮誠一<sup>†††</sup>

システム開発は要求仕様書を基に行われる。もし要求仕様書に洩れや誤りがあった場合、出来上がるシステムにも洩れや誤りが含まれる。そこで要求抽出作業をインタビュー技術ととらえ、SEが行うインタビュー作業を誘導する要求抽出作業誘導システムを研究開発した[1]。本論文ではその抽出された要求から要求仕様書を自動生成する手法を提案している。

## A Framework for Generating Automatically Software Requirements Specification Incorporated User's Requirements Dynamically

Hiroaki Iizuka<sup>†</sup> Takatoshi Yamanaka<sup>††</sup>  
Syuhei Murayama<sup>†††</sup> Fuminori Hirose<sup>†††</sup> Seiichi Komiya<sup>†††</sup>

Systems development is performed based on Software Requirements Specification. An oversight and an error are contained also in the done system when Software Requirements Specifications have an oversight and an error. Therefore We grokked requirements extraction work to be interview technology, and we developed the requirements extraction work guidance system which guides the interview work which SE does [1]. This paper proposes a method to automatically generate a Software Requirements Specification that was extracted from the requirement.

### 1. はじめに

ソフトウェアは開発予定のソフトウェアに対する顧客の要求をまとめた要求仕様書を基に開発が進められていく。それ故、要求仕様書に顧客要求の漏れや誤りが含まれていると、作成されるソフトウェアは顧客要求の漏れや誤りを含むものとなり、顧客要求を満たしていないソフトウェアが出来上がる可能性がある。その結果、要求抽出作業からやり直すことになり、工程遅延や開発費用の高騰を招く。その結果、悪くすると、ソフトウェア開発プロジェクトは致命的なダメージを受けてしまう。このように、要求抽出作業およびその成果物である要求仕様書は、ソフトウェア開発においてとても重要である。しかし、ソフトウェア開発に必要な要求を顧客から漏れなく抽出し、抽出した顧客要求を基に第三者に正しく伝わるような要求仕様書を作成することは容易ではない。そこで、これらの作業を支援するシステムの開発が望まれる。

経験の乏しい SE でも顧客の要求を漏れや誤りなく抽出できるようにするために、我々は SE が顧客に対して行う要求抽出作業を、SE が顧客に対して行うインタビュー技術だと捉え、この作業を誘導するシステムの実現方法を既に提案した[1]。我々が提案した、要求抽出作業を誘導するシステムは次のような原理に基づいて実現されている。(1) 要求抽出作業のために熟練 SE が行うインタビュー作業を分析し、話題の選び方や順序が熟練 SE と同じになるように支援する。(2)顧客の要求のバリエーションが常に有限個の選択肢に絞られるようになるまで、アプリケーション領域を十分に絞り込む。(3)顧客と SE の間で交わされる、SE が顧客に対して行う質問と顧客が SE に対して行う応答との関係を AND/OR 木で表現する。このとき、AND/OR 木の階層が最も浅くなるように質問の順序を決める。(4)SE が顧客に対して行う質問の文言を厳選するとともに、質問のそれぞれに対応する顧客の予想回答(アプリケーション領域を十分に絞り込むことにより、有限個の選択肢しかないことが保証されている)の文言を厳選する。(5) AND/OR 木に基づいて作成された誘導ルールによって、顧客への次の質問が自動的に選ばれる。(6)システムが呈示した質問に対して顧客が回答する。(7)顧客から呈示された実際の回答を見て、SE は予想回答の中からこれと文意が同じ予想回答を選択する。(顧客の回答が予想回答のどれに該当するか判断できない場合には、SE は顧客に対して顧客の回答が予想回答のどれに該当するかを識別するための質問をする。)(8)予め用意した質問項目が無くなるまで(5)~(7)を繰り返す。

本論文では、SE が顧客に対して行うインタビューが上記の(1)~(8)の原理に基づい

\*<sup>†</sup> 芝浦工業大学  
Shibaura Institute of Technology.  
<sup>††</sup> 富士通株式会社  
FUJITSU LIMITED  
<sup>†††</sup> 芝浦工業大学大学院  
Graduate School of Engineering, Shibaura Institute of Technology.

て誘導され、抽出された顧客の要求を基に要求仕様書を自動生成する方法を提案する。

本論文の構成は次のとおりである。2章では、インタビューによる要求抽出作業を誘導する方法を述べる。3章では、質の良い要求仕様書を自動生成する仕組みについて述べる。4章で本稿のまとめを述べる。

## 2. インタビューによる要求抽出作業を誘導する方法

最初に論文[1]で提案した、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について説明する。

初心者SEと熟練SEでは、要求抽出のためのインタビューの進め方がどのように異なるか、古宮ら[2]によって両者の比較実験が行われた。その結果、要求抽出のためのインタビューで採り上げられる話題は9つのカテゴリに分類される。そして、インタビューの際にこの9つのカテゴリの間をどのように遷移するか、初心者SEと熟練SEではこの遷移の在り方に明確な相違があることが判明した。このため、初心者SEでも熟練SEと同じように要求抽出できるようにするために、熟練SEが採用している話題の遷移パターンに沿ってインタビューできるように支援（誘導）する。しかし、話題のカテゴリの遷移パターンを熟練SEと同じにするだけではインタビュー作業を誘導することはできない。何故なら、1つの話題カテゴリ内で1つの質問から次の質問への遷移を誘導する必要があるからである。熟練SEが顧客に対して行う、要求抽出のためのインタビューの状況は、話題カテゴリの間での遷移パターンを表現する層(上位層)と、1つの話題カテゴリの中で1つの質問から次の質問への遷移を表現する層(下位層)の、2階層で表現できる。これを図示したものが、図1の2階層モデルである。初心者SEが行うインタビューによる要求抽出作業を誘導するには、上位層と下位層に対して、それぞれ異なった誘導を行う必要がある。

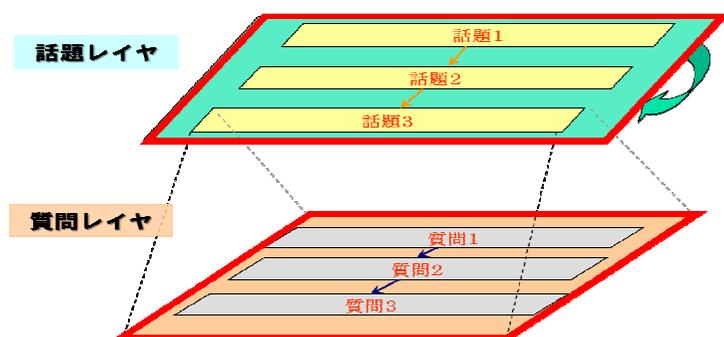


図1 話題と質問の2階層モデル

### 2.1 話題レイヤでの誘導

上位層である話題レイヤでは、初心者SEが採り上げる話題カテゴリの遷移パターンが熟練SEと同じになるように誘導する。このために、熟練SEが採用している話題カテゴリの遷移パターンをシナリオとし、初心者SEが採り上げる話題の遷移がシナリオに沿って進行するように、図2のような進捗管理テーブルを用いる。初心者SEは要求抽出のためのインタビューを進める際に、現在採り上げている話題に関する発言が枯渇したかどうかの判断をし、その判断に基づいて進捗管理テーブルの(進捗の欄)の値をセットする..

このテーブルの進捗の欄は以下のことを意味している。

0であれば、その話題は未だ採り上げていない。

1であれば、まさにその話題を採り上げている最中である。

2であれば、その話題については終了した。

3であれば、そもそもその話題は採り上げる必要はない。例えば、新規導入の場合には、現行システムについての質問は採り上げる必要はない

カテゴリ	順序	タイプ	進捗
What	1st	Parallel	2
Examples	1st	Parallel	2
Why	1st	Parallel	2
Current system	1st	Parallel	2
Budget	2nd	Parallel	1
Schedule	2nd	Parallel	1
Constraints	3rd	Serial	0
Policies	3rd	Serial	0
Conditions	3rd	Serial	0

図2 進捗管理テーブル

### 2.2 質問レイヤでの誘導

質問レイヤでは、SEが顧客に対して質問を行うとき、次に何を質問すべきかをシステムがSEに教えることによってインタビューを誘導する。

開発対象となるアプリケーション領域を絞り込むことで、そこで求められる機能の選択肢も有限個に絞り込まれてくる。そこで、顧客が求める機能のバリエーションのすべてを選択岐の形で表現できるようになるまでアプリケーション領域を絞り込む。このようにしたとき、機能の選択岐のそれぞれを、どのような機能が欲しいかという顧客への質問に対する顧客の予想回答と見なすことができる。その仕組みが表1の誘

導ルールである。

誘導ルールには、顧客に訊くべき質問、質問から予想される顧客の回答、顧客の回答に対する次の質問がある。誘導ルールを用いたインタビューの流れは以下のようになる。

- ① システムが SE に対して質問文を提示し、SE がその質問文を顧客に転送することにより、SE は顧客に質問を行う。
- ② 顧客は SE に対して回答を行う。
- ③ SE は、システムが提示する予想回答の中から顧客回答と文意が一致するものを探す。このとき、
  - A) 顧客回答がどの予想回答に一致するか判断できない場合には、SE は顧客に対して、顧客回答がどの予想回答に一致するか識別するための質問を、識別できるようになるまで繰り返す。しかる後に、顧客回答と文意が一致する予想回答を選択する。
  - B) 予想回答の中に顧客回答と文意が一致するものがあれば、それを選択する。
- ④ 選ばれた予想回答が何であるかによって、システムは次の質問文を自動決定する。
- ⑤ システムが SE に対して次の質問文を提示する。
- ⑥ 質問事項がなくなるまで①～⑤を繰り返す。

このように、選ばれた顧客回答を基に次の質問文を決定しているため、質問項目を動的に変化させることが出来る。そのため、SE が顧客に対して行う質問の順序を巧く選べば、効率よく（より少ない回数の質問で）顧客の要求を抽出できるようにすることができる。

質問と予想回答との関係は、ゴール指向による要求分析で用いられている AND/OR 木[3]で表現できる。ゴール指向による要求分析とは、システムに求められる要求を、システムを実現する上での目標と見なして、目標一達成手段の概念（あるいはゴール一サブゴールの概念）で展開していくことにより抽出する手法である。このとき、目標（あるいは目的）を達成するための手段を思いつきやすくするために AND/OR 木を用いる。そこでは、AND/OR 木の隣接する 2 つのノードにおいて、上位のノードを目標または目的とし、下位のノードをその目標を実現する手段となる。1 つの目標に対して複数の手段を達成する必要がある状況を AND 関係で定義し、1 つの目標に対して複数の手段の中から 1 つの手段を達成すれば目標を達成できる状況を OR 関係で定義する。

厚生施設予約システムを例に、誘導ルールの具体例を表 1 に示し、AND/OR 木を用いて質問と予想回答との関係を表現した具体例を図 3 に示す。図 3 の「施設予約登録

機能」というノードとその下位ノードとは、AND 関係にあるので、表 1 の誘導ルールによって「宿泊部屋予約登録機能」と「会議室予約登録機能」のすべての回答が選択されて、次の質問 Q20 へ進む。図 3 の「宿泊部屋予約可能期間」というノードとその下位ノードとの関係は OR 関係にあるので、下位ノードである「3 か月前から 3 日前まで」、「制限なし」の複数回答候補の中から、その 1 つを選択すれば、表 1 の誘導ルールによって次の質問（Q30 または Q40）へ進むことを示している。

誘導ルールによって選択されなかったノードの下位ノードに関しては、SE は聞き出す必要がない。このため、顧客がシステムに望む要求する項目が同一のとき、SE が顧客に対して行う質問の順序を巧く選べば、効率よく（より少ない回数の質問で）顧客の要求を抽出することができる。

この誘導ルールの予想される顧客回答の中から SE が選択した顧客回答が、要求仕様書自動生成で利用する顧客要求である。この要求抽出作業を誘導する方法によって要求抽出が完了した時点で、SE が選択した顧客回答がどれなのかがすべて記録してあるならば、顧客回答（顧客要求）を基に要求仕様書を作成できる。

表 1 厚生施設予約システム誘導ルールの一部

質問		予想される顧客回答		誘導ルール
Q10	施設予約登録機能で必要となるシステム機能要求について、すべて教えていただけますか？まずは、カテゴリごとに分類していただき、宿泊部屋予約登録機能などのレベルでよいのでお願いします。	A10	宿泊部屋予約登録機能と会議室予約登録機能ができること	Q20
		A11	宿泊部屋予約登録機能ができること	Q21
		A12	会議室予約登録機能ができること	Q22
...	...	...	...	...
Q20	予約登録業務で必要となる宿泊部屋予約登録機能と会議室予約登録機能の要求についてお聞きします。最初に宿泊部屋予約登録機能で必要となる機能要求を順番にお聞きします。宿泊部屋を予約する時の予約可能期間を教えてください。	A20	施設予約可能期間は施設利用開始日の 3 か月前から 3 日前までです。	Q30
		A21	施設予約可能期間に制限は特にありません。	Q40
		...	...	...
...	...	...	...	...

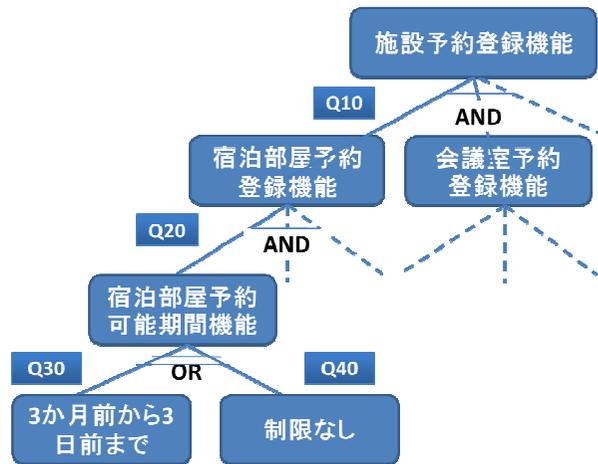


図3 質問と予想回答との関係を AND/OR 木を用いて表現した例

### 3. 顧客要求を要求仕様書として自動生成する方法

本章では、抽出された顧客要求を要求仕様書の形にして自動生成する方法を提案する。これまで行ってきたインタビューによる要求抽出作業を誘導する方法の説明で、お分かり戴けるように、初心者 SE によって抽出された顧客要求の集合は、SE が行う質問ごとに予め用意された予想回答の中から1つずつ選択されたもの(顧客要求)の集合である。従って、顧客の予想回答のすべてに対してそれぞれ、その部分に対応する要求仕様書の部分的な記述を要求仕様書の部分をなす部品(部分部品)として予め用意する。そして、顧客へのインタビューによって得られた顧客要求に合わせて、対応する部分部品を部品のデータベースの中から検索して取り出す。そして、IEEE830 で制定された要求仕様書の目次案を、そのまま部品として用意する。これは要求仕様書の骨組みを表現した部品であるから骨組み部品と呼ぶ。顧客要求に合わせて部品のデータベースから取り出された部分部品を、IEEE830 で制定された要求仕様書の目次案に合わせ、骨組み部品の中の適切な場所に自動的に埋め込んで行くことにより、要求仕様書を完成させ、自動生成する。つまり、顧客要求の選択肢の1つ1つに対応させる形で部分部品を予め用意し、顧客の要求に合わせて部分部品を検索して取り出し、骨組み部品の中の適切な場所へ埋め込んで行く。言わば、部品の自動組み立てにより、要求仕様書を自動生成する。従って、求仕様書の品質は、用意された部品の品質と、部品相互における記述の重複の有無と、部品群全体としての網羅性に強く依存する。

骨組み部品と部分部品

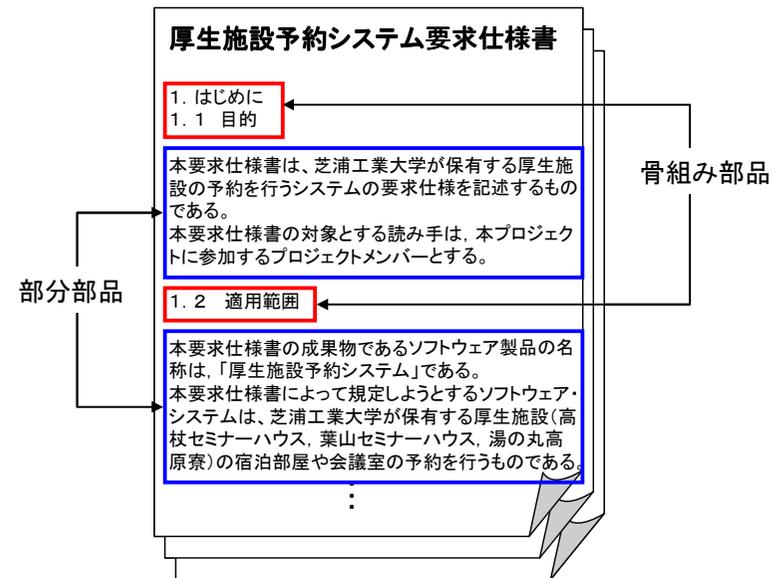


図4 骨組み部品と部分部品の例

顧客の要求によって要求仕様書の記述が変化する部分と変化しない部分がある。このうち、顧客の要求によって記述が変化しない部分を残し、変化する部分を削除したものを部品として用意する。顧客の要求によって記述が変化する部分の記述を顧客要求の選択肢ごとに部分部品の形で用意する。骨組み部品と部分部品の例を図4に示す。赤枠で囲まれている箇所は顧客の要求によって記述が変化しない部分なので、これらの部分を集めたものが1つの部品(図4の例では骨組み部品)を構成する。青枠で囲まれた部分は顧客回答によって、記述がその都度変化する部分なので、この部分は部品化の際に削除される。この部分の記述は顧客要求のバリエーション(選択肢)ごとに部分部品の形で用意され、要求仕様書を自動生成する際に、顧客要求に合わせて、対応する部品が部品のデータベースから取り出され、骨組み部品の適切な場所に埋め込まれる。部分部品を骨組み部品の中の適切な場所へ埋め込むことを可能にするために、骨組み部品も部分部品も、XML 文書として用意され、XML のタグ情報を頼りに埋め込み処理が行われる。骨組み部品の一部を図5に示す。

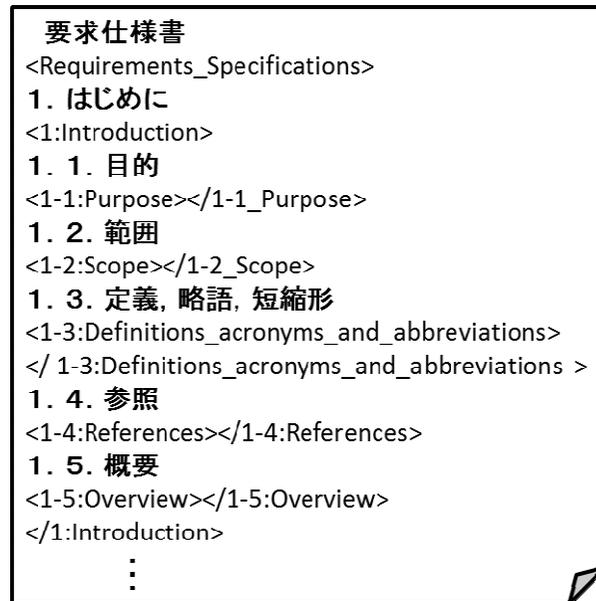


図5 骨組み部品の一部

次に、複数の要求仕様書を用意し、用意した複数の要求仕様書の中で要求が変化する箇所を抽出したものを部分部品とする。用意する要求仕様書の条件は、すでに運用・保守プロセスで運用稼働されており、利用者による妥当性確認が実施されている要求および運用稼働予定の実現性検証確認が実施されている評価検証済みの要求で作成された要求仕様書を対象とする。実現性検証確認が実施されていない対象外となる要求については、制約条件の要求として要求仕様書に記載する。

このように未記入欄と部分部品を作っていくと、図6のような骨組み部品と部分部品の未記入欄と部分部品の対応関係となる。

次に、顧客要求と部分部品との関連付けを行う。用意した部分部品を要求項目と見なすことで、顧客から要求項目を引き出す誘導ルールの予想される顧客回答と対応する部分部品を関連付けられる。実際に予想される顧客回答と部分部品の対応を定義したテーブルの例を表2に示す。表2は表1の誘導ルールの横に部分部品IDを追加したものである。表2は、質問Q10に対する顧客回答のバリエーションが3つあり、顧客回答がA10の場合には2つの部分部品P00101とP00102が、顧客回答がA11の場合には部分部品P00101が、顧客回答がA12の場合には部分部品P00102が取り出され

ることを示している。

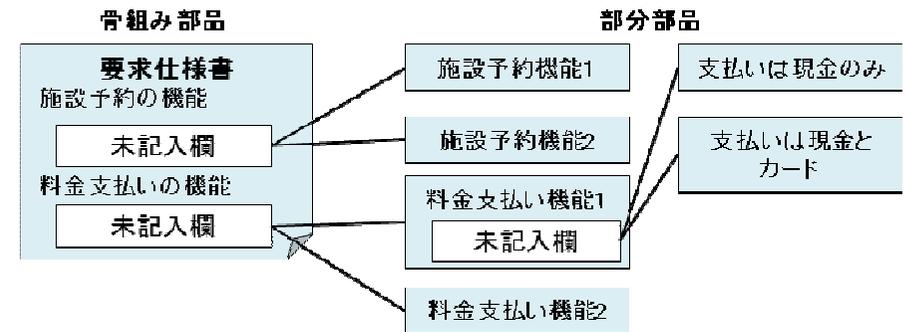


図6 骨組み部品と部分部品の例

表2において、1つの予想される顧客回答から複数の部分部品が取り出されるのは、1つの予想される顧客回答の中に複数の要求項目が含まれていた場合、または要求項目が1つでもそれを要求仕様書で表現するには複数の場所に分けて記述しなければならないような場合である。どちらの場合でも、部分部品ごとに埋め込まれる場所が異なることを意味している。

表2 厚生施設予約システム誘導ルールの一部

	質問	予想される顧客回答	誘導ルール	部分部品ID	
Q10	施設予約登録機能で必要となるシステム機能要求について、すべて教えていただけますか？まずは、カテゴリごとに分類していただき、宿泊部屋予約登録機能などのレベルでよいのでお願いします。	A10	宿泊部屋予約登録機能と会議室予約登録機能ができること	Q20	P00101 P00102
		A11	宿泊部屋予約登録機能ができること	Q21	P00101
		A12	会議室予約登録機能ができること	Q22	P00102
		...	...	...	

### 3.1 部分部品を骨組み部品へ埋め込む

用意した部分部品を骨組み部品に埋め込む方法としてXMLを使用する。埋め込み先である骨組み部品や骨組み部品の文章の未記入欄にXMLの空要素をXMLタグで記述しておき、記述したXMLタグを部分部品が骨組み部品や部分部品のどの位置に記述されるかの要求仕様書記述位置として対応する部分部品と関連づけしておく。よって、部分部品に関連付けられた要求仕様書記述位置を参照し、骨組み部品や骨組み部品に記述されたXMLタグを目印として空要素に埋め込むことができる。このとき、

1つの空要素には1つの部分部品のみ埋め込めるとする。理由は、1つの空要素に複数の部分部品を埋め込めるようにした場合、部分部品同士で埋め込む順序を考慮しなくてはならないからである。なお、この方法で生成される要求仕様書はXML文章となる。

次に、埋め込む際に必要となるXMLタグの名前を決める。骨組み部品や部分部品の未記入欄に一意となるように番号を振ってゆき、この番号をタグ名として利用する。番号を一意に振り分けることで、部分部品が埋め込まれる先が一意に決定する。後は、骨組み部品や部分部品の未記入欄にXMLの空要素を先ほど決めたタグ名で記述し、その未記入欄に対応する部分部品に要求仕様書記述位置としてタグ名を関連付けておく。表3は、部分部品IDと要求仕様書記述位置、実際に骨組み部品や部分部品の未記入欄に埋め込まれる文章の関連付けを定義したテーブルである。

表3 部分部品と要求仕様書記述位置を定義した表

部分部品 ID	要求仕様書記述位置	記述する文章
P00101	<00010>	宿泊部屋予約登録機能
P00102	<00020>	会議室予約登録機能
P00111	<00011>	施設利用開始日の3ヶ月前から3日前までを予約可能期間とする

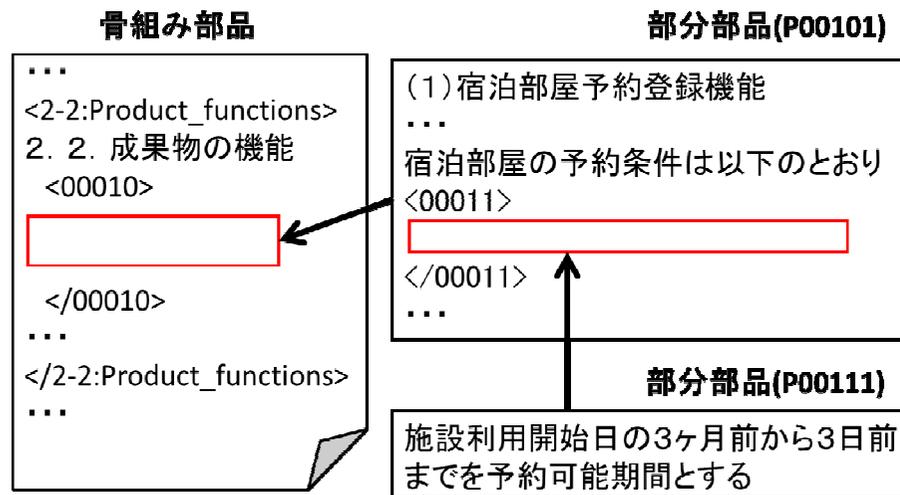


図7 部分部品が埋め込まれる様子

要求仕様書の自動生成は、顧客要求から表2を参照して取り出した部分部品を、表3の要求仕様書記述位置を参照して定義どおりに骨組み部品の未記入欄に埋め込むことで行う。図7は顧客要求から2つの部分部品P00101とP00111を埋め込む様子を示している。部分部品P00111は表3の要求仕様書記述位置よりタグ名<00011>の空要素に埋め込まれることがわかるため、このタグ名が記述されている部分部品P00101に埋め込む。部分部品P00101も同様に表3を参照することで骨組み部品に記述されているタグ名<00010>に埋め込まれる。このようにして、顧客要求から取り出されるほかの部分部品も埋め込むことで、要求仕様書が自動生成される。

#### 4. 今後の課題

今後の予定としては、手法の有効性の検証を行うために、要求仕様書自動生成システムの評価方法を決め、実験を行う。その結果をまとめて評価を行う予定である。

今後の課題としては、部分部品つまり要求項目を埋め込む先として、複数箇所に候補がある場合がある。その場合どこの目次項目へ埋め込むのがよいか検討していかねばならない。また、本論文で提案した手法では、部分部品の文章が顧客要求で変化する部分を未記入としてさらに部分部品を用意するが、用意しなくてはならない部分部品のバリエーションが多すぎる場合がある。たとえば、顧客から要求を抽出して開発しようとしているシステムが別のシステムとやり取りを行う場合はその別のシステムについて記述しなくてはならないが、別のシステムの名称の部分までは部分部品までは用意できない。そこで、要求抽出の段階で別のシステムの名称を聞きだして記録しておく(例えば紙など)、部分部品の別のシステムの名称の箇所は未記入欄のまま自動生成を行い、要求仕様書を生成したらその未記入欄にあらかじめ聞きだしたシステムの名称を人の手で記述すれば、労力は最小限に要求仕様書を完成させることができる。しかし、自動生成した要求仕様書に人の手で記述する方法は、記入する項目がどのようなものなのか、また項目の量によって、要求の漏れや誤りが含まれた要求仕様書になる可能性がある。そのため、どこまで人の手による記述を許すのかが課題となる。

#### 参考文献

- [1] 山中隆敏, 埜口 元, 谷藤史門, 古宮誠一, “インタビューによる要求抽出作業を誘導する方の提案,” 日本ソフトウェア科学会論文誌, vol.28, No.1, pp.230-247, Feb.2011.
- [2] 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, Oct.11-12, 2000.
- [3] 山本修一郎, “～ゴール指向による!!～ システム要求管理技法” ソフトリサーチセンター, 2007.