

# コンジョイント分析による オフショア・ソフトウェア開発のリスク要因

辻 洋 櫻井 彰人 吉田 健一  
アマリット ティワナ アッシュレー ブッシュ

# コンジョイント分析による オフショア・ソフトウェア開発のリスク要因

辻 洋<sup>†1</sup> 櫻井 彰 人<sup>†2</sup> 吉田 健 一<sup>†3</sup>  
 アムリット ティワナ<sup>†4</sup> アッシュレー ブッシュ<sup>†5</sup>

ソフトウェアの開発量が増加し、コスト削減が求められる中、海外企業に開発委託するケースが増大している。多くのプロジェクト・マネージャがこのオフショア開発を経験しているにもかかわらず、個人が得た経験は暗黙知として残ったままである。本研究では、産業界の175人の技術者が持つ海外開発委託のリスクに関する暗黙知を表面化するとともに、新たなプロジェクトを海外開発委託するときに適否を事前評価できるようにコンジョイント分析を行った。個々のオフショア開発プロジェクトを4属性からなるソフトウェア特性、5属性からなる委託先特性、5属性からなるプロジェクト特性で表現し、それらの属性の組合せで表現される仮想的な26件のプロジェクトに関する評価から、次の知見を得た：①ソフトウェア特性について要求定義の変更の有無を重視している、②委託先特性についてコミュニケーション能力を重視している、③プロジェクト特性としてコスト削減効果を最も求めている。本論では、ソフトウェア種別による差異、発注先の国による差異、回答者の経歴による差異などについて得られた知見についても述べている。

## Risk Factors on Offshore Software Development by Conjoint Analysis

HIROSHI TSUJI,<sup>†1</sup> AKITO SAKURAI,<sup>†2</sup> KENICHI YOSHIDA,<sup>†3</sup>  
 AMRIT TIWANA<sup>†4</sup> and ASHLEY A. BUSH<sup>†5</sup>

As the volume of software development increases and the cost reduction is required, most IT companies are interested in offshore software development: outsourcing to developing countries. Although a lot of software engineers have experienced success and failure of offshore software development, their know-how still remains as tacit knowledge. To externalize sharable knowledge from the tacit knowledge and to assess risk of future developments, this paper discusses the conjoint analysis on votes for project preference. Describing twenty six virtual projects which are featured by four attributes for software, five attributes for vendor and five attributes for project, we asked 175 engineers to evaluate those projects and had the findings such as 1) requirement volatility is the most important factor in software attributes, 2) communication skill is indispensable for vendors, 3) relative cost advantage is the most attractive factor for offshore software development. This paper also presents findings driven by the differences among software type, vendor countries, and engineers' career and experience.

### 1. はじめに

近年、ソフトウェアの開発量が増え、それらのライ

フサイクルが短くなるとともに、コストの削減や技術者の確保を目的としたソフトウェアの海外開発委託（オフショア開発）が増加している<sup>1)~6)</sup>。米国ではインド、ロシア、アイルランドなどに活発に開発委託され<sup>2)~5)</sup>、日本では中国、インド、ベトナムなどへの委託が急激に進んでいる<sup>1),6)</sup>。

人件費の高騰、組み込みソフトを中心とした納期の短縮などを背景とした外部開発委託は多くの日本企業にとって魅力的である。これまでにもソフトウェア開発をアウトソーシングするときのリスクについて論じられている<sup>2),7)</sup>が、資本関係のない海外の会社に委託する場合は異文化の技術者が協力するという点にも配慮する必要がある。異文化コラボレーションについて

†1 大阪府立大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University

†2 慶応義塾大学大学院理工学研究科

Graduate School of Engineering, Keio University

†3 筑波大学大学院ビジネス科学研究科

Graduate School of Business Sciences, University of Tsukuba

†4 アイオワ州立大学ビジネススクール

College of Business at Iowa State University

†5 フロリダ州立大学ビジネススクール

College of Business at Florida State University

は、すでにオフショア開発におけるコミュニケーションの摩擦が論じられている<sup>1),8)</sup>が、経済活動であるがゆえに、それ以外の要因もある。すなわち、コミュニケーションを含めどのような要因がオフショア開発のリスクに関してどの程度の影響を与えるかを明らかにすることは重要なテーマである。

このようなリスクはソフトウェア開発企業が単独で体系化できるものではなく、一方、大学研究者によって理論的に体系化できるものでもない。そこで大学研究者である著者は、オフショア開発を経験した産業界のソフトウェア技術者の知見を収集し、そこからリスク要因をコンジョイント分析<sup>9)~12)</sup>により解析した。コンジョイント分析は複数の要因を同時に考慮して、その相対的な重要度を明らかにする点、個人個人の評価の信頼性を出せる点などに優れ、最近では、eビジネスに対する投資の選好評価<sup>11)</sup>や快適性と身体部位の温冷感の因果関係分析<sup>13)</sup>にも使われている。我々は、最終的には、文献14)で論じられているようなソフトウェア・ツールを開発し、新たなオフショア開発のプロジェクトを事前にリスク診断し、成功へ導くことを狙っている。

本論では、産学連携で行ったオフショア・ソフトウェア開発の具体的なリスク要因分析を示す。この研究テーマは情報科学国際交流財団の中に設置された産学戦略的研究フォーラム (SSR: Strategic Software Research Forum) の2005年度採択テーマであり、5人の大学関係者と11人の産業界の技術者がメンバとして参加した。以下、2章では、本研究の構想について述べる。次に3章にて、分析対象として収集したデータの概要について述べる。4章では、分析結果を図表で示すとともにそれから得られる知見について論じる。

## 2. 全体構想からみた位置づけ

本研究では、ソフトウェア開発を海外企業に開発委託することが適当かどうか(出力)は、そのプロジェクトの特徴(入力)によって決まると考える。この特徴は、属性とその属性値で表現され、適否は評価値で表現されると考える。本論の目的は、図1に示す入力と出力の関係を明らかにすることである。適否を決定するうえで大きな影響を与える属性とは何で、各属性がどのような値の組をとるときにオフショア開発にどの程度向いているかといった関係を明らかにできれば、将来のオフショア開発について事前にリスクを推測できる。

そのためには、実際に行われたプロジェクトに関し、その属性値とプロジェクト成否が分かるデータを集積

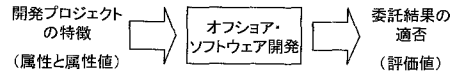


図1 オフショア・ソフトウェア開発におけるリスクの関係  
Fig.1 Relationship between risk and project.

する必要がある。しかし、そのようなデータが集計可能な形で残されていることは少なく、また、あつたにしても、各企業がそれを外部に出すことは非常に困難である。そこで、オフショア開発の経験があるプロジェクト・マネージャが持つ、この関係に関する暗黙知に着目する。この暗黙知を表出化することができれば、因果関係の代替になると考える。

本論では技術者の経験に基づくオフショア・プロジェクト評価の表出化を仮想プロジェクトに関する評価値を求めるアンケートにより行う。個人個人から表出化された回答結果をまとめて分析すれば経験ノウハウの結合となりリスク要因の抽出が可能になる。

本論の範囲外であるが、一度リスク要因を同定できれば、技術者は新たな開発の事前評価・事例学習が可能となり、開発指針の策定ができると考える。事前にリスクを評価した技術者が共同で新たなプロジェクトを推進すると暗黙知の共有・更新が起こる。つまり、時の経過とともにリスク要因やその大小は変わってくると予想される。その場合は、またリスク要因を分析していく必要がある。図2に示すこのような循環は知識スパイラル<sup>16)</sup>として知られており、この循環を支援することが本研究の全体構想である。

図1に示す分析は、商品の市場での魅力に関する予測に似た面がある。商品設計においては、いくつかの属性を考え、どの属性が消費者の選好に大きな影響を与えるのか、各属性がどのような値の組のときに消費者からどの程度選好されるかを分析する。これに適した分析手法にコンジョイント分析がある。コンジョイント分析<sup>9)~12)</sup>は、

- (1) 商品の記述属性を決定し、
- (2) 属性の組合せで仮想的な商品を複数作成し、
- (3) 多くの消費者に作成した各商品をどの程度好むかをアンケート調査し、
- (4) その回答から、属性相互間の相対的重要性と、個々の属性の選好に対する影響(部分効用値と呼ばれる)を推定し、
- (5) その推測値をもとに別の属性の組を持つ商品がどの程度選好されるか(全体効用値と呼ばれる)を予測する。

全体効用値は、部分効用値の和に定数項を加えたものとして予測される。この定数項は部分効用値を推定

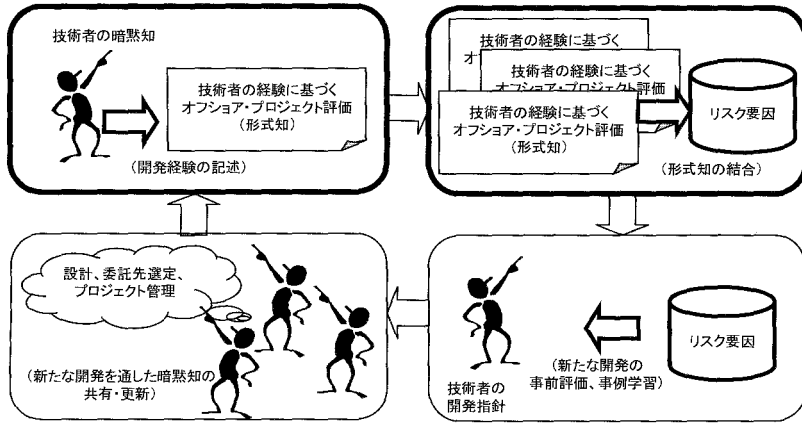


図2 オフショア・ソフトウェア開発のリスク要因評価における知識スパイラル  
Fig.2 Knowledge spiral in offshore software development evaluation.

表1 ソフトウェア属性

Table 1 Attributes for software description.

	属性	属性値(水準)	
1	ソフトウェアの複雑性・規模	単純・小規模	複雑・大規模
2	品質評価の行いやすさ	行いやすい	行いにくい
3	要求定義のしやすさ	しやすい	しにくい
4	要求定義の変更	変更の可能性小	変更の可能性大

表2 委託先属性

Table 2 Attributes for vendor description.

	属性	属性値(水準)	
1	人材のコミュニケーション能力	能力が高い	能力が低い
2	プロジェクト管理能力	能力が高い	能力が低い
3	仕様変更に対する柔軟性	柔軟である	柔軟でない
4	従業員の定着度合い	定着している	離職率が高い
5	長期的な関係	戦略としてあり	予定なし

するときに同時に算出される。

本研究では、このコンジョイント分析をオフショア・ソフトウェア開発のリスク要因分析に用いる。

### 3. 分析対象データの概要

#### 3.1 オフショア開発の記述属性

本研究では、オフショア開発の記述属性を次の3つの区分に分けて考える。

- (1) ソフトウェア特性 (4属性)
- (2) 委託先特性 (5属性)
- (3) プロジェクト特性 (5属性)

各特性の属性とそれらがとる値(コンジョイント分析ではこれを水準と呼ぶ)を表1, 表2, 表3に示す。この属性設計は、実際に海外開発委託を行った技術者への訪問インタビュー、本研究に参加した産学双方の研究者による議論、原案に対するレビューという3段階の事前検討により決定した。

#### 3.2 仮想プロジェクトの生成

各属性がオフショアの適否に相対的にどの程度重要な役割を与えているか、また、個々の属性がどの程度適否の評価に影響を与えているかを調べるためにアン

表3 プロジェクト属性

Table 3 Attributes for project description.

	属性	属性値(水準)	
1	納期の切迫度合い	切迫している	特に切迫していない
2	コスト削減効果	優位性大	優位性小
3	委託先の技術力の必要性	自社に不足	自社あるいは国内で調達可能
4	将来の拡張・保守の予定	予定がある	予定がない
5	進捗監視のしやすさ	しやすい	監視が困難

ケート調査を行う。アンケート調査では、回答者に属性で特徴付けられたプロジェクトを提示してその評価を得る。回答者の負担にならず、かつ部分効用値を推定できるプロジェクトを提示することが必要である。

プロジェクトの多様性については、 $N$ 属性あり、 $K$ 番目の属性が  $M_k$  水準持つならば、その評価対象は  $M_1 \times M_2 \times \dots \times M_N$  通りの組合せがある。コンジョイント分析は、これらすべての組合せについて質問を施すのではなく、直交配列表<sup>10)</sup>を用いて、組合せを

作成する。理論的には、水準の数の総和と定数1個が未知変数で、属性ごとに水準の和と一定としたり定数にしたりすることにより自由度(N)を減じたものが分かればすべての未知数の値が決まる。つまり、

$$M_1 + M_2 + \dots + M_N + 1 - N$$

の質問を行うことで評価対象と評価値の関係を推定できる。実際にはそれに10%~20%追加して質問を作成することが推奨されている<sup>10)</sup>。今回利用した商用のSPSS<sup>12)</sup>は直交配列表に沿ったプロジェクトを生成する機能を持つ。以下では直交配列表に沿って生成したプロジェクトのことを、仮想プロジェクトと呼ぶ。

以上を前提に具体的にアンケートに用いた仮想プロジェクトについて説明する。14属性を一度に考慮した仮想プロジェクトを生成してアンケート調査することも考えられる。しかし、オフショア開発の経験が豊富な技術者10名に事前に試行したところ、多くの属性で表される仮想プロジェクトを思い浮かべて、その適否を公平に評価することは困難であった。大半の回答者からは「全部の属性を見ずに2~5個の属性値を見てあとは微調整している」との意見が得られた。

そのため、今回の分析では、回答者の負担を軽減するため、3種類の特性に分けてコンジョイント分析をすることにした。これは、実際の委託にあたって、

- (1) 発注するソフトウェアが決まっています、委託先を選定する、
- (2) 委託先があつて、どのソフトウェアを委託するかを決める、
- (3) ソフトウェアと委託先の組合せで考慮する事項(プロジェクト特性)は、ソフトウェアや委託先とは別次元で考慮される、

ということが上記3段階の事前検討で明らかになったからである。

アンケートに用いた仮想プロジェクトは、SPSSの推奨に従い、ソフトウェア特性については8プロジェクト、委託先特性とプロジェクト特性についてはそれぞれ9プロジェクトとした。表4にプロジェクト特性の評価のためのプロジェクトの属性の組合せを例として示す。

そして、生成した計26の仮想プロジェクトについて、オフショア開発に適しているかどうかを回答してもらうことにした。その評価は5段階とした。具体的なアンケートは、図3に示すように仮想プロジェクトを属性の組の表で示すとともに文章で表現し、その評価は○をつけてもらうという形式とした。

### 3.3 サンプルの収集方法と概要

ソフトウェアのオフショア開発の適否に関する情報は、大半の会社にとっては機密情報であろう。そのため無作為にアンケート依頼先を決定すると回収率が悪くなることが懸念された。よって、SSRのメンバー(社)電子情報技術産業協会(JEITA)のリソース対応専門委員会の企業の方に窓口になっていただき、回答者の選択と回収を依頼した。その結果として、今回、約50社、175名の回答を得た。

表4 仮想プロジェクトの属性の組合せ

Table 4 Combination on attributes for virtual projects.

仮想プロジェクト	納期の切迫度合い	コスト削減効果	委託先の技術力の必要性	将来の拡張・保守の予定	進捗監視のしやすさ
1	L	L	L	H	H
2	L	L	L	L	L
3	H	L	L	H	H
4	H	H	L	H	L
5	H	H	H	L	L
6	L	H	H	H	H
7	H	L	H	L	H
8	L	H	L	L	H
9	L	H	H	L	H

(注)Hは表3の水準の左の列、Lは右の列の値をとることを示す

質問文: 次の特性をもつプロジェクトをイメージし、あなたが責任者だとして、自身の経験と知識で評価し、番号に一つ○を付けて下さい。

P2 このプロジェクトは納期はさほど切迫しておらず、オフショアによるコスト削減効果は期待できない。技術は国内で調達可能であり、将来の拡張・保守の予定はない。さらに進捗監視が困難である。

P1 このプロジェクトは納期はさほど切迫しておらず、オフショアによるコスト削減効果は期待できない。さらに委託先の進捗監視も困難である。しかし、開発に必要な技術を委託先に期待でき、今後の拡張・保守の予定がある。

項目	状況				
	1	2	3	4	5
1 納期の切迫度合い	特に切迫していなかった				
2 コスト削減効果	コスト削減効果小				
3 委託先の技術力の必要性	不足していた				
4 将来の拡張・保守の予定	予定がある				
5 進捗監視のしやすさ	監視が困難				

←不適当 適当→

回答用紙

図3 質問と回答の様式

Fig. 3 An example of questionnaire for votes.

回答者には、仮想プロジェクトの評価に加えて、その評価に影響を与えるかもしれないと予想された次の情報を求めた。

- 担当するソフトウェア種別：顧客向けアプリケーション、ミドルウェア、組み込みソフトの差異を見た。それぞれの有効回答数は 92, 28, 26 件であった。
- 関与する開発委託先企業の国：インド、中国の違いを見た。各有効回答数は、50, 107 件であった。
- 経験したプロジェクト数：今回の分析では、経験 2, 3, 4 プロジェクトの技術者の回答と 10 プロジェクト以上の技術者の違いを見た。それぞれの有効回答数は 73, 31 件であった。
- IT の経験年数：今回は 10 年以下の技術者と 21 年以上の技術者の違いを見た。それぞれの有効回答数は、26, 54 件であった。

#### 4. 分析結果と考察

##### 4.1 分析結果の評価値

最初に今回利用した SPSS<sup>12)</sup> を利用してコンジョイント分析を実施した場合に得られる 4 つの指標について述べる。コンジョイント分析は、各属性の水準ごとの部分効用値と定数項を、回答者の評価値をもとに推定する。推定結果とその精度を表す指標は図 4 に示すように回答者がすべての仮想プロジェクトの評価することにより得られる。

- (1) 部分効用値：属性の水準ごとに持つ全体評価に寄与する数値であり、1 つの属性においては、各水準の部分効用値の和を 0 とする。今回の評価値は大きいほうがオフショア開発に適しているとしているので、部分効用値が正の場合、その評価プロジェクトの全体効用値を増加させ、負の場合、逆に下げる。

2 章の (3) で述べたように、全体効用値は全属性の部分効用値と定数項の和として計算される。これにより、新たなプロジェクトを海外委託するときその全体効用値が予測でき適否を判断する参考になる。

- (2) 相対重要度：各属性が相対的にどの程度評価に重視されるかを示す指標で、

$$\text{相対重要度} = (\text{各属性の部分効用値の範囲})$$

$\div (\text{各属性の部分効用値の範囲の総和}) \times 100$  で定義される。相対重要度の値が高いにもかかわらず、部分効用値の値が小さい場合は、回答者によって回答が分散していることを示し、回答者のグループ分けが必要であることを意味

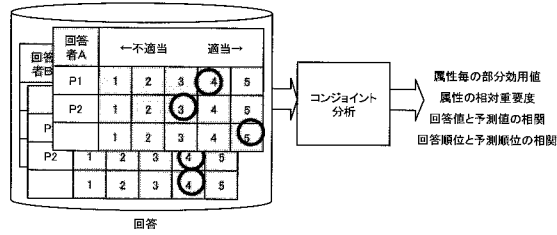


図 4 コンジョイント分析の出力指標

Fig. 4 Outputs indicators of conjoint analysis.

表 5 全サンプルに対する属性の重要度と部分効用値  
Table 5 Conjoint analysis result for all samples.

	属性	重要度	部分効用値	Pearson's R	Kendall's tau
ソフトウェア特性	複雑性・規模	21.94	.0380	.979	.691
	品質評価の行いやすさ	21.54	.2812		
	要求定義のしやすさ	24.12	.2863		
	要求定義の変更	32.40	.4637		
委託先特性	コミュニケーション能力	25.38	.3503	.988	1.000
	プロジェクト管理能力	20.20	.3095		
	仕様変更に対する柔軟性	18.56	.2755		
	従業員の定着度	16.51	.2024		
	長期的な関係	19.34	.1990		
プロジェクト特性	納期の切迫度合い	18.58	-.3542	.985	.929
	コスト削減効果	29.31	.6292		
	委託先の技術力の必要性	16.03	.3325		
	将来の拡張・保守の予定	8.72	.0008		
	進捗管理のしやすさ	26.69	.5758		

する。

- (3) Pearson's R：評価した仮想プロジェクトに関して、回答者の評価値と、分析結果得られた部分効用値をもとに算出した全体効用値（評価値の予測値）との相関係数である。0 と 1 の間の値をとり、1 に近い場合分析結果の信頼性が高い。
- (4) Kendall's tau：評価した仮想プロジェクトに関して、回答者の評価値の順番と分析結果えられた全体効用値（評価値の予測値）の順番の一致度を示す順位相関である。(3) と同様、0 と 1 の間の値をとり、1 に近い場合分析結果の信頼性が高い。

##### 4.2 全サンプルに対する分析

表 5 が全サンプルに対する結果である。今回の分析では表 1～表 3 に示したように、水準が 2 種類のため、どちらかの水準の部分効用値が x の場合、他方は -x となる。表 5 以下の表で部分効用値の欄は表 1～表 3 の属性の左の水準に対するものを示している。表 5 より、次のことが得られる。

- ① ソフトウェア特性の中では、重要度と効用値の値が大きいことから、「要求定義の変更の有無」が最も重要な要因と考えられる。一方、「複雑性・規

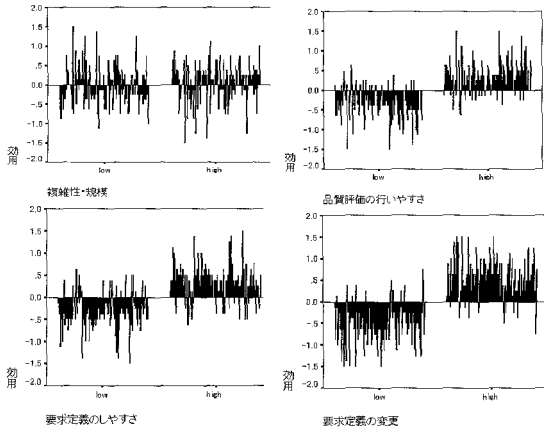


図5 回答者における部分効用値の散らばり。(ソフトウェア特性)  
Fig. 5 Distribution of partial utility by responders (software property).

模」については、重要度のわりに効用値が小さいので、回答者に散らばりがあると考えられる。これを確かめるために回答者ごとの部分効用値を图示したのが図5である。横軸に回答者が並んでおり、効用値に正と負が混ざっている場合、回答に散らばりがあることを示す。実際、「複雑性・規模」は頬あめの属性に比べ、回答者によって散らばりが大きいことが分かる。

これより、要求定義がしやすくて、要求定義の変更の可能性の小さく、品質評価のしやすいソフトウェアが海外開発委託に適しているといえ、ソフトウェアの複雑性・規模は適否の判断に参考にならないことが分かった。ところで、順位相関が低いのはこれは属性数が4つと少なかったためと思われる。

- ② 委託先特性の中では、「コミュニケーション能力」が重要な要因で、部分効用値が最も小さい「長期的な関係」も軽視できない値になっていることが分かる。そのため、表2の属性についてはどれも軽視せずに評価して適否を判断すべきことが分かる。

図6に、各仮想プロジェクトのオフショア開発に適する度合いの評価値の予測値(全体効用値)を横軸にとり、その値をとった仮想プロジェクト数をプロットした。予測は回答者ごとに行うため、本図における仮想プロジェクト数の総数は、回答者数×9である。また、横軸は、図に示すように離散化している(たとえば、2と書かれたマスには、1.9~2.15の評価予測値が対応する)。

仮想プロジェクト数のプロットは、実際に回答された評価値ごとに、折れ線グラフとしている。

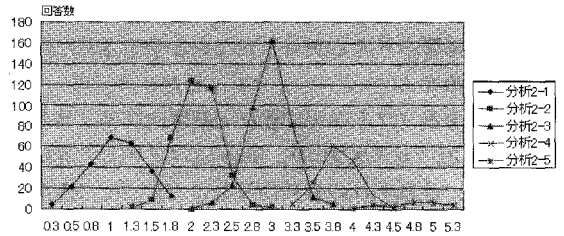


図6 回答者の評価値ごとの全体効用値(予測値)の頻度分布  
Fig. 6 Frequency on predicted total utility value by voted evaluations.

回答された評価値は5段階であるため、折れ線グラフは5本となる。図6より評価値と予測値は大きくずれることはなかったことが確認できる。

- ③ プロジェクト特性として「コスト削減効果」と「進捗管理のしやすさ」が大きな要因である。この両者の部分効用値は他の特性の属性の部分効用値に比べても大きな値を示しており、オフショア開発の適否の判断に大きな影響を与えていることが分かる。「納期の切迫度」については、本来切迫している場合に外部委託するはずであるが、現状ではリスクを鑑み、切迫していないものが好まれていることが分かる。

一方、「将来の拡張・保守」については、部分効用値が0に近く、回答者によって判断が大きくばらついていると見なせる。また、この要因は、他の属性に比べて重要度も低いので、オフショア開発の適否に影響を与えるかどうかについて、回答をグループ分けしていくことが求められるといえる。ここでグループ分けとは、3.3節でのべた回答者の担当ソフトウェア種別や委託先企業のある国などで分けることをいう。

#### 4.3 ソフトウェア種別による差異の分析

次に回答を顧客アプリケーション(AP)、ミドルウェア、組み込みソフトにグループ分けして分析を行った。表6のソフトウェア特性の分析からは、小さい値はあるが、ミドルウェアについて複雑性・規模属性の部分効用値が無視できない値となっている。顧客APのこの部分効用値が小さいのは顧客APにもいろいろなものがあるためと思われる。そのほか、組み込みソフトの場合、品質評価の行いやすさが他の属性より適否に影響を与えることが見出された。

表7の委託先特性の分析からは、顧客APとミドルウェアについては、従業員の定着度の重要度・効用値が大きくなったのに対し、組み込みソフトの場合、コミュニケーション能力が重視されていることが分かった。これは、組み込みソフトの場合、仕様を伝えるの

表 6 ソフトウェア種別毎ソフトウェア特性分析  
( )内は有効回答者数

Table 6 Software analysis by software type.

ソフトウェア特性	顧客AP (92)		ミドルウェア (28)		組み込みソフト (26)	
	重要度	部分効用値	重要度	部分効用値	重要度	部分効用値
複雑性・規模	23.50	.0208	20.30	.1500	16.92	.0724
品質評価の行いやすさ	20.27	.2542	23.85	.2900	27.39	.4342
要求定義のしやすさ	23.87	.2653	23.04	.2900	27.13	.3750
要求定義の変更	32.37	.4569	32.82	.4500	28.56	.4079
定数	2.8153		2.6500		3.0329	
Pearson's R	.973		.978		.991	
Kendall's tau	.543		.868		.714	

表 7 ソフトウェア種別毎委託先特性分析  
( )内は有効回答者数

Table 7 Vendor analysis by software type.

委託先特性	顧客AP (92)		ミドルウェア (28)		組み込みソフト (26)	
	重要度	部分効用値	重要度	部分効用値	重要度	部分効用値
コミュニケーション能力	25.02	.3638	24.05	.2404	28.26	.4459
プロジェクト管理能力	19.95	.2992	21.44	.3173	24.21	.3886
仕様変更に対する柔軟例	18.61	.2795	18.20	.2788	18.72	.2703
従業員の定着度	16.74	.2093	19.83	.2500	9.89	.0946
長期的な関係	19.68	.1896	16.48	.1731	18.92	.1959
定数	2.4480		2.3654		2.5000	
Pearson's R	.983		.984		.997	
Kendall's tau	1.000		.982		1.000	

表 8 ソフトウェア種別毎プロジェクト特性分析  
( )内は有効回答者数

Table 8 Project analysis by software type.

プロジェクト特性	顧客AP (92)		ミドルウェア (28)		組み込みソフト (26)	
	重要度	部分効用値	重要度	部分効用値	重要度	部分効用値
納期の切迫度合い	17.34	-.3306	24.59	-.4583	17.18	-.2993
コスト削減効果	30.66	.6389	26.34	.5602	27.13	.6086
委託先の技術力の必要性	15.57	.3278	18.63	.3750	16.33	.3388
将来の拡張・保守の予定	8.66	.0194	7.99	.0417	9.01	-.1086
進捗管理のしやすさ	26.65	.5528	22.45	.5046	30.35	.6875
定数	2.8944		2.7917		2.9178	
Pearson's R	.980		.994		.977	
Kendall's tau	.929		.857		.837	

に課題があることを暗示している。

表 8 からは、組み込みソフトの場合、コスト削減効果よりも「進捗管理のしやすさ」の部分効用値が大きくなっている。これはハードウェア仕様との摺り合わせの必要性に起因していると思われる。

#### 4.4 委託先の国の差異に関する分析

次に、委託先の国がインドか中国かで分析を行った。この結果、たとえば、表 9 に示すように委託先属性の重要度に大きな差異がうかがえなかったが部分効用値については差が認められた。国による違いは、プロジェクト・マネージャと面会したときのインタビュー

表 9 委託先の国別の分析例 ( )内は有効回答者数  
Table 9 An example of vendor analysis by vendor country.

委託先特性	インド (56)		中国 (107)	
	重要度	部分効用値	重要度	部分効用値
コミュニケーション能力	24.25	.3419	26.76	.4107
プロジェクト管理能力	23.64	.3713	20.44	.3179
仕様変更に対する柔軟例	19.89	.3272	17.20	.2607
従業員の定着度	14.81	.2022	16.81	.1893
長期的な関係	17.40	.1434	18.79	.2107
定数	2.3272		2.4464	
Pearson's R	.989		.976	
Kendall's tau	1.000		.929	

表 10 経験オフショア開発数の違いによる分析例  
( )内は有効回答者数

Table 10 An example of vendor analysis by offshore expertise.

委託先特性	2, 3, 4 (73)		10以上(31)	
	重要度	部分効用値	重要度	部分効用値
コミュニケーション能力	23.39	.3783	25.79	.3214
プロジェクト管理能力	21.08	.3317	20.71	.3304
仕様変更に対する柔軟例	20.72	.3417	13.22	.1786
従業員の定着度	16.38	.1817	17.26	.2589
長期的な関係	18.42	.1983	23.02	.2679
定数	2.4350		2.4911	
Pearson's R	.984		.984	
Kendall's tau	1.000		1.000	

では「インド企業にはプロジェクト管理能力を期待している」「中国企業には人材のコミュニケーションに課題がある」など国の違いを前提とした魅力と課題があり、その主観を裏付ける結果となった。

4.5 経験プロジェクトを考慮した選好の差異分析  
経験プロジェクト数が 10 以上のベテランと 2, 3, 4 の比較的初心者に分けた。計算結果を表 10 に示す。その結果、ベテランは離職率や長期的な関係を重視するのに対し、初心者はコミュニケーション能力と仕様変更に対する柔軟性を重視することが分かった。これより、初心者が委託先を選定する際、その上司は離職率や長期的な関係を軽視していないか助言する必要があると考えられる。

#### 4.6 IT 経験年数を考慮した選好の差異分析

最後に IT 経験年数を考慮したプロジェクト特性の分析を表 11 に示す。これより、経験者は納期の切迫度合いを重視するのに対し、経験の若い回答者はむしろ進捗管理のしやすさを重視していることが分かった。納期については、経験年数の多い技術者の方が苦い経



表 11 IT 経験年数の違いによる分析例  
( ) 内は有効回答者数

Table 11 An example of project analysis by IT expertise.

プロジェクト特性	10年以下 (26)		21年以上 (54)	
	重要度	部分効用値	重要度	部分効用値
納期の切迫度合い	16.22	-.2639	20.74	-.3819
コスト削減効果	28.91	.6157	29.15	.6458
委託先の技術力の必要性	14.98	.3102	15.25	.3310
将来の拡張・保守の予定	9.41	.0509	8.98	-.0255
進捗管理のしやすさ	30.48	.6528	25.89	.5394
定数	3.0231		2.8403	
Pearson's R	.993		.980	
Kendall's tau	.857		.909	

験を持っているのではないかと推察できる。

## 5. おわりに

本論では、オフショア・ソフトウェア開発のリスク分析について述べた。このリスク分析は、産業界のプロジェクト・マネージャ個人でできることでもなく、また、特定の会社内だけで実施して効果が出るものでもない。一方、大学研究者が理論として体系付けられるものでもない。産学連携ではじめて可能となる研究である。

リスク分析をソフトウェア、委託先企業、プロジェクトの属性で定まるオフショア開発の適性の定量化ととらえ、商品の市場調査などで利用されているコンジョイント分析を適用した。得られた結果からは、要求定義の変更が発生しにくいソフトウェアを、コミュニケーション能力の高い海外の会社に開発委託し、コスト削減効果を期待しているという状況が見出せた。ソフトウェア種別による差異、発注先の国による差異、回答者の経歴による差異などについても知見が得られている。今後は、得られた部分効用値をもとに新たなプロジェクトのリスクを事前評価するツールの開発を行うとともに受託者側の視点にたったリスク分析を行っていきたい。

謝辞 本研究の機会を与えてくださった産学戦略的研究フォーラム (SSR: Strategic Software Research Forum) の運営委員会、賛助会員に皆様に感謝します。また、アンケート配布・回収にご尽力いただいた SSR 賛助会員選出の委員の方、(社) 電子情報技術産業協会 (JEITA) のリソース対応専門委員会の各位に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) Krishna, S., Sahay, S. and Walsham, G.: Managing Cross-Cultural Issues in Global Software Outsourcing, *CACM*, Vol.47, No.4, pp.62-66 (2004).
- 2) Tiwana, A.: Beyond the Black Box: Knowledge Overlaps in Software Outsourcing, *IEEE SOFTWARE*, Vol.21, No.5, pp.51-58 (2004).
- 3) Aspray, W., Mayadas, F. and Vardi, M.Y. (Eds.): Globalization and Offshoring of Software, Report of the ACM Job Migration Task Force, Association for Computing Machinery (2006).
- 4) Gold, T.: *Outsourcing Software Development Offshore — Making It Work*, Auerbach Publications (2005).
- 5) Thondavadi, N. and Albert, G.: *Offshore Outsourcing — Path to New Efficiencies in IT and Business Processes*, 1st Books Library (2004).
- 6) S-Open オフショア開発研究会: オフショアリング完全ガイド, 日経システム構築 (2004).
- 7) 赤津雅晴: 成功するアウトソーシングの勘所, 情報処理, Vol.46, No.5, pp.534-539 (2005).
- 8) 西田ひろ子: オフショア開発現場における異文化間コミュニケーション摩擦, 情報処理, Vol.47, No.3, pp.290-294 (2006).
- 9) 木下栄蔵, 大野栄治: AHP とコンジョイント分析, 現代数学社 (2004).
- 10) Andrews, R.L., Ansari, A. and Currim, I.S.: Hierarchical Bayes Versus Finite Mixture Conjoint Analysis Models: A Comparison of Fit, Prediction, and Partworth Recovery, *Journal of Marketing Research*, Vol.XXXIX, pp.87-98 (2002).
- 11) Bharadwaj, A. and Tiwana, A.: Managerial Assessments of E-Business Investment Opportunities: A Field Study, *IEEE Trans. Engineering Management*, Vol.52, No 4, pp.449-460 (2005).
- 12) 真城知己: SPSS によるコンジョイント分析—教育・心理・福祉分野での活用法, 東京図書 (2001).
- 13) 中野雅之, 久保新悟, 是常彰宏, 辻 洋: コンジョイント分析を用いた快適性と身体温度感との因果関係分析, 電気学会第 25 回情報システム研究会, IS-06-02 (2006).
- 14) Tiwana, A. and Keil, M.: The One-Minute Risk Assessment Tool, *CACM*, Vol.47, No.11, pp.73-77 (2004).
- 15) Carnegie Mellon University: *The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process*, Addison Wesley Longman, Inc. (1994).
- 16) Nonaka, I. and Takeuchi, H.: *The Knowledge-*

*Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, Oxford Univ. Pr. (1995).

(平成 18 年 5 月 15 日受付)

(平成 18 年 11 月 2 日採録)



辻 洋 (正会員)

1976 年京都大学工学部卒業, 1978 年同大学院工学研究科を修了。(株)日立製作所を経て, 現在, 大阪府立大学大学院工学研究科教授。博士(工学)。経営情報システムに関連する

諸テーマに関心を持つ。IEEE, ACM, 電気学会等の会員。



櫻井 彰人 (正会員)

1975 年東京大学工学部卒業, 1977 年同大学院情報工学研究科修了。(株)日立製作所, 北陸先端科学技術大学院大学を経て, 現在, 慶應義塾大学大学院理工学研究科教授。人工神経

回路網, 機械学習を専門とする。博士(工学)。ACM, AAI, 人工知能学会等の会員。



吉田 健一 (正会員)

1980 年東京工業大学理学部情報科学科卒業, 同年日立製作所入社。1992 年 9 月博士(工学, 大阪大学)。2002 年より筑波大学大学院ビジネス科学研究科教授。電子情報通信学

会, 人工知能学会各会員。



アムリット ティワナ

2001 年ジョージア州立大学ビジネススクールにて Ph.D. 取得。エモリ大学ビジネススクールを経て, 現在アイオワ州立大学ビジネススクールに所属。知識管理を中心に経営情報システム全般に興味を持つ。特に著作『The Knowledge Management Toolkit』は数カ国語に訳され世界のビジネススクールの教科書で利用されている。IEEE 等の会員。



アッシュレー ブッシュ

2002 年ジョージア州立大学ビジネススクールにて Ph.D. 取得。現在フロリダ州立大学のビジネススクールに所属。E-ビジネスの戦略, サプライチェーンマネジメントを中心とした情報システムの構築, 知識ネットワーク等の研究に従事。