

INFORMATION
SCIENCE
TECHNICAL
REPORT

NAIST-IS-TR2013001

ISSN 0919-9527

ソフトウェア委託開発プロジェクトの
超上流工程における
非機能要件評価に関する研究

齊藤康廣, 門田暁人, 松本健一

January 2013

NAIST

〒630-0192

奈良県生駒市高山町 8916-5

奈良先端科学技術大学院大学

情報科学研究科

Graduate School of Information Science
Nara Institute of Science and Technology
8916-5 Takayama, Ikoma, Nara 630-0192, Japan

齊藤康廣† 門田暁人† 松本健一†

概要

ソフトウェア委託開発プロジェクトにおいて、ユーザが作成し、入札に参加するソフトウェアベンダへ提示する RFP のユーザ要件を評価し、ユーザとソフトウェアベンダとの契約時の要件定義を明確にすることは、ソフトウェア開発プロセスを成功させることにとって極めて重要である。プロジェクト上流工程で RFP に記述されるユーザ要件は、入札で落札したソフトウェアベンダがソフトウェアプロジェクトを開始するにあたって、ユーザが情報化システムとして何を期待しているかを意思表示したものである。ソフトウェアシステム設計に反映しなければならない。特に、ユーザ要件としての非機能要件は、情報化システムの構築およびその後の保守・運用における制約条件となり、情報化されたシステムに対する顧客満足度を左右するものである。したがって、ソフトウェアプロジェクト開発プロセスの超上流工程において、ソフトウェア品質管理および進捗管理を定量的に把握し、評価するためのメトリクスの適用が求められる。ソフトウェアベンダによるソフトウェアプロジェクト開発管理のための非機能要件としてのソフトウェアメトリクスは、文献やガイドラインに多数提示されている。しかし、超上流工程におけるユーザ要件を評価するために適用するメトリクスを抽出する指針はない。そこで、本研究では、ユーザ視点から見た保守・運用に重要な非機能要求メトリクスを、調査資料及び文献から抽出して、RFP の非機能要件記述内容を評価する具体的なメトリクスとして最下層に位置づけた。さらに、その上位概念にあたる抽象化した非機能要件評価メトリクスにより構成される非機能要件評価表を作成し、RFP に記述された非機能要件の過不足を視覚化することを可能にした。ケーススタディとして、ウェブから収集した RFP を評価データとして使用し、非機能要件評価メトリクスによる RFP の非機能要件記述内容を評価の有効性を検証した。

1. はじめに

1.1. 背景

提案依頼書 (Request For Proposal, 以後は RFP とする) は, ソフトウェア委託開発プロジェクトを発足させるにあたってのベースとなる書類であり, その品質は, ソフトウェア開発の成否に大きく影響する. RFP には, 機能要求, 非機能要求, 事務要求, システム要求, ライセンス事項, 開発者の資格, 契約要件などが記載され, 発注者であるユーザ企業 (以後はユーザとする) によって作成される. この RFP に基づいて, 入札への応札者である複数ベンダ企業 (以後はベンダとする) が技術仕様をユーザに提示する. 以降, 複数ベンダからの技術提案書がユーザに提示され, ユーザとベンダとの技術協議が個別に行われた後, ユーザの最終評価結果を経て, ベンダの選定, 契約の締結が行われ, 委託開発がスタートする. このプロセスは, ソフトウェア開発の超上流工程におけるユーザ要件定義のプロセスであり, ソフトウェア開発プロジェクトの価格と納期が決定される.

しかし, ベンダによるソフトウェア開発が開始された後のプロセスにおいて, ユーザ要件に基づいたソフトウェア品質を確保することは容易でない. RFP の記述が十分でないことに起因するユーザ要件の変更が求められ, 品質問題が発生し, 失敗プロジェクトとなることが少なくない. 例えば, ユーザとベンダが契約を行った後に, ユーザの意図している要求とベンダが理解した要求との間のギャップが明らかになることある. また, ソフトウェアの完成後に, ユーザの想定していた性能が達成されていないことが明らかとなることもある. さらに, 保守に関する要求が RFP に十分に記載されていなかったために, ユーザが十分な保守サービスを受けられないケースもある.

そこで, 本論文では, 開発の初期段階に明らかにしておくべき要求が, RFP に十分に記述されているかどうかを評価することを目的とする. 特に, 非機能要件 (Non Functional Requirements) に着目し, その記述が十分であるか否かを評価する. 非機能要件を評価対象とする理由は, (a) 多くの非機能要件 (例えば, 応答時間, アクセス制御, 稼働率) は, ソフトウェアの種類やドメインに関わらず記述される必要があること, (b) 非機能要件は, ベンダがアーキテクチャの実現性について評価し, 技術提案書を作成する上で必須となる要求であること[2], そして, (c) ソフトウェア開発が開始された後にアーキテクチャを変更することは極めて困難であることが挙げられる. したがって, ソフトウェアプロジェクトの失敗を回避するためには, 非機能要件が網羅的かつ明確に記述されているかどうかを評価することが重要となる. 一方, 機能要求 (Functional Requirements) も RFP に記載されるが, 機能要件は開発対象のソフトウェアのドメインに強く依存するため, チェックリスト等により汎用的な評価を行うことは難しい. また, 開発の超上流では, 機能要件を網羅的に記述することも容易でない. そもそも RFP は, システムの詳細な機能仕様を決める前段階の文書であり, 機能変更の可能性があることは, ユーザとベンダの双方がある程度容認しており, 機能要件が必ずしも詳細に記述されている必要はない. そのため, 本論文

では機能要件を評価の対象外とした。

非機能要件を評価するためには、そもそも非機能要件にはどのようなものが存在し、また、そのうちどれを RFP に記載すべきかを明らかにする必要がある。非機能要件については、多くの文献においてメトリクスとして提案されているが、ベンダがソフトウェアプロジェクトを管理するためのメトリクスあるいは、ユーザが保守・運用の業務効率を上げるために管理するメトリクスが混在しており、RFP に記述すべき段階において重要な非機能要件とそうでないものを区別する必要がある。さらに、これらの既存のメトリクスから抽出した多数のメトリクスを分類整理し、超上流工程における要件定義プロセスにおいて、RFP に記述された各非機能要件がどの程度明確に記載されているかを評価するために有用な尺度と、どの分類の非機能要件の記述が不十分であるかを評価可能とすることが必要となる。

1.2. 本研究の目的と期待される効果

ユーザが作成した RFP のどの分類の非機能要件の記述が不十分であるかを評価することにより、評価結果を反映した非機能要件の記述をさらに充実させることが可能となる。これは、RFP にもとづいて技術提案書を作成するベンダにとっても、RFP に記述された非機能要件の過不足をより明確に理解し、技術提案書の記述内容を充実させることにより、より正確な見積もりが可能となる。さらに、ユーザとベンダとの技術協議のプロセスを経て、改定されたユーザの非機能要件を継続して評価していくことにより、両者による要件定義プロセスの推移が可視化され、委託契約時点でのユーザ要件の充分性が向上することを目的としている。

本レポートでは、既存文献でされているソフトウェアメトリクスをソフトウェア開発の超上流工程においてユーザが RFP に記述すべき非機能要件として、ユーザの保守・運用視点から評価するための評価尺度を提案した。提案方法の有効性を確認するために、図書情報システム、病院情報システムなど、6つのドメインにおける 29 件の RFP を評価するケーススタディを行った結果について報告する。提案する RFP 非機能要件評価表は、3 層のメトリクスとして構成されており、以下の点においてソフトウェアメトリクスを網羅的に記述した既存の非機能要件表とは異なる。

1. ソフトウェア設計開発プロセスで管理するメトリクスは除外し、要件を定義するプロセスでのメトリクスに限定している。
2. ユーザ自身が保守・運用の業務効率を測るために計測するメトリクスは、委託開発においてユーザがベンダに提示する RFP に記述する必要はないため除外している。
3. ハードウェア設備要件として、ソフトウェア開発に影響が低いメトリクスは除外している。
4. 委託開発契約においてサービスレベルアグリーメントとして、ユーザとベンダ間で明確にしておくべき要件であるメトリクスを追加している。

5. ユーザ企業へのアンケート調査結果で、ユーザ企業が重視するメトリクスのランキングからランキングの高い評価指標を抽出して追加している。

1.3. 本研究のアプローチ

本レポートでは、次の方針に従って RFP の非機能要件評価方法を開発する。

- (1) 既存の非機能要件ガイドラインから、RFP の段階で定義すべき非機能要件を抽出する。
- (2) ユーザへのアンケート結果に基づき、ユーザが重視した回答数の多い非機能要件を絞り込む。
- (3) 重要度を回答数により決定し、各非機能要件の重み付とする。
- (4) 非機能要件の記述の十分さを評価するための 5 段階評価手法を定義する。
- (5) 既存のガイドラインを参考にして、非機能要件を大特性、中特性および小特性の 3 段階の抽象レベルに整理・分類し、「RFP 非機能要件評価特性表」を作成する。
- (6) 「RFP 非機能特性評価表」による RFP の評価を行い、可視化による評価を行う。

以降、2 章では、関連研究を紹介し、本論文の位置づけやアプローチを明確にする。3 章では、具体的な提案方法を述べる。4 章では、ケーススタディについて述べ、5 章はまとめと今後の課題である。図 1 に RFP の非機能要件評価法開発アプローチの概要を示す。

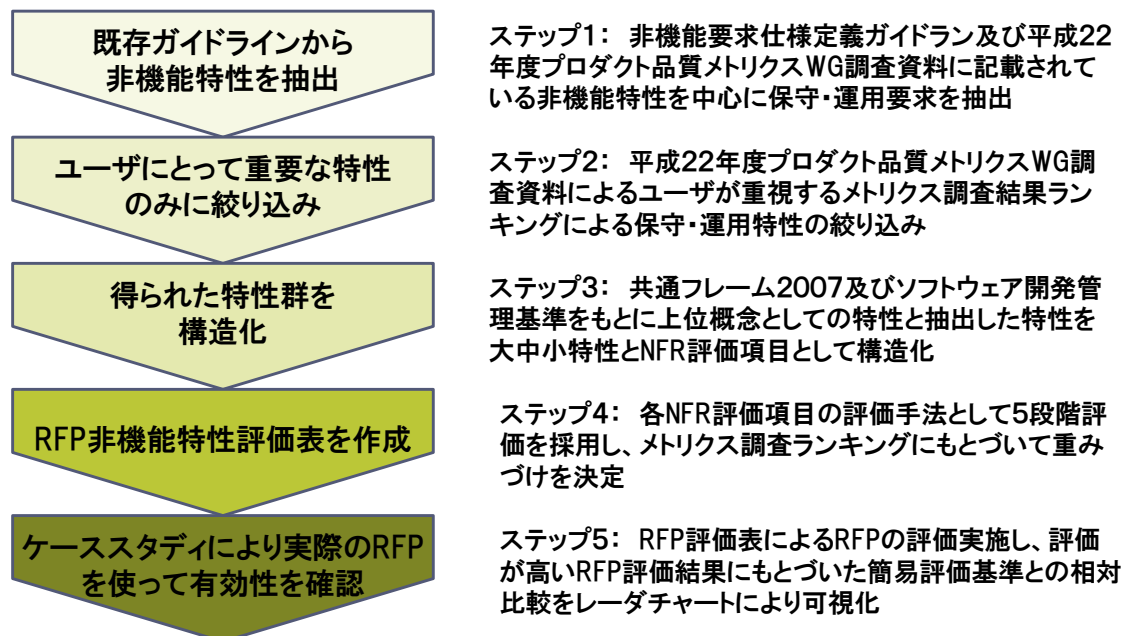


図 1 RFP の非機能要件評価法開発アプローチ

2. 関連研究

2.1. 非機能要件に関するガイドライン

要件定義については、多くの資料が出版あるいは公開されている。これらはガイドラインとして要件定義の記述において参照することを目的としたもの、情報システム取引・契約のトラブルを回避するためのチェックリストとして使用すること目的としたもの、およびソフトウェアメトリクスに関する調査を行ったものに分類される。

要件定義の記述において参照することを目的とした主要なガイドラインでは、発注者と開発者の間で実現すべきシステム像を共有することを目的とした「発注者ビューガイドライン」[11]、システム基盤に関する非機能要求を明確化し、ユーザとベンダ間で認識を共有化することを目的とした「非機能要求グレード」、非機能仕様の要求の仕方、受入検証の仕方、評価方法などを明確に定めることを目的とした「非機能要求仕様定義ガイドライン」[3]、および非機能要求が効率的、網羅的に記述することが可能となることを目的とした「非機能要求記述ガイド」がある。これらのガイドラインは機能要件あるいは非機能要件の何をどのフェーズでどのように定義し、どのように検証・確認していけばよいのかの観点から定量化のための測定項目が網羅的に記載されている。これらのガイドラインでは、多くの非機能要件メトリクスが提示されているが、それらをすべて採用することは現実的ではなく、またこれらの非機能要件メトリクスをソフトウェア開発のフェーズに対応した選択基準は明示されていない。また、ソフトウェア品質特性に関する標準として、ISO/IEC09126や、ソフトウェア品質メトリクスに関する IEEEstd1061-1998 があるが、これらの標準はソフトウェアメトリクスを定義し、ソフトウェア設計以後のフェーズにおけるソフトウェア品質に重点がおかれている。

取引・契約のためのチェックリストとしては、あいまいな契約を避けることを目的とした「システムのトラブルを回避するための IT システム契約締結の手順とポイント」[14]があり、政府関連の情報システム調達のための技術参照モデルとして経済産業省と独立行政法人 情報処理推進機構により、技術要件を評価する利用者の立場に立った「情報システム調達のための技術参照モデル (TRM)」[15]が公開されている。

ソフトウェアメトリクスに関する調査資料としては、経済産業省によるソフトウェア高度化プロジェクトとして利用者ニーズを目的としたユーザへのアンケート調査によるメトリクス調査[16]が行われ、そのランキングが公表されている。この調査資料は、ユーザがどのフェーズでいかなるメトリクスを採用しているかあるいは採用したいと考えているかを考察する上で有用である。さらに、これらの調査資料のほかに、JUAS による保守運用の重要性の観点からメトリクス調査を行った「ソフトウェア開発管理基準に関する報告書」[17]等がある。しかし、これらの調査資料あるいは報告書ではいずれも詳細かつ網羅的に多くの指標が挙げられており、これらすべてのメトリクスを使用することは現実的ではなく、目的に応じて絞り込んで適用することが必要である。ソフトウェア開発プロジェクトの超上流工程でこれらのすべてのメトリクスを適用して要件定義を評価すること

は多くのユーザにとってコストの面からも困難であり、簡易的な RFP 評価指標による評価が求められる。

2.2. RFP や非機能要件に関する従来研究

国内外の先行研究において、開発の初期段階に RFP を評価する方法が提案されている。例えば、国内の先行研究では、ユーザ要件の抜けや漏れをなくすために RFP に登場するステークホルダごとに要件を整理する品質機能展開 (QFD) 手法[4]、自然言語で記述された要求仕様における品質要件の含有率の推定方法[5]等がある。一方、海外の先行研究では、いずれの研究も、RFP もしくは要求仕様書から形態素解析等を用いて重要語句を抽出し、それらを手がかりとして要件タイプごとに分類・整理していくことで、要件を洗い出していくことを目的としている。ただし、文献[4]は主に機能要件に焦点を当てている点が本論文と異なる。また、文献[6] [7]は非機能要件を対象としているが、ソフトウェア設計以後のプロセスを対象とし、評価の単位が「セキュリティ」「成熟性」「運用性」のように粗いため、RFP に記述されている非機能要件の十分性を評価することはできない。RFP の評価では、例えばセキュリティについて言えば、「伝送データ暗号化」、「蓄積データ暗号化」といった具体的な要件が十分に記載されているか否かを評価する必要がある。本論文では、例えばシステム運用に関する非機能要件については、7 個の大項目、17 個の中項目、55 個の小項目の 3 種類の抽象度で各項目の記述の明確さを評価する。さらに、要求仕様書の品質をメトリクスにより評価する提案[8]もあるが、コンポーネントベースでの開発を対象としており、ソフトウェア委託開発を対象とした本研究とはことなるため品質に関するメトリクスのみを取り扱っていることが異なる。これら以外にも、非機能要件を扱う研究としては、要求分析やモデリングの支援方法が提案されている [9][10] [11] [12]。ただし、これらの研究では、個別の案件に対して非機能要件を定義し、優先順位付けすることが主目的であり、非機能要件の網羅性や記述の明確さの評価に使うことは難しい。

3. 提案方法

3.1. 概要

提案方法では RFP を入力として、非機能要件評価シートに基づいて、各非機能要件の記述の明確さを 5 段階評価する。下記に特徴を述べる。

- 各非機能要件は、大特性、中特性、小特性の 3 つの抽象レベルに分類整理されており、抽象レベルごとに非機能要件の記述の過不足を確認できる。小特性は、例えば、「業務停止回数/年」や「応答時間」のように、要件を具体的数値にて規定する非機能要件メトリクスや「アクセス制御性」や「故障回避」のように自然言語で内容を記述する非機能要件メトリクスであり、RFP に記載されていることが期待されるものである。中特性は、「運用容易性」や「稼働性」のように、いくつかの小特性を関連する特性としてまとめたものである。大特性は、「運用開始準備」や「システム運用評価」のように、システム利用者の観点から中特性をまとめたものである。
- 各小特性には、記述の明確さについての評価尺度が設けられており、要件のタイプによって 5 段階、3 段階、もしくは 2 段階の評価点を付けることができる。
- 中・大特性については、レーダーチャートにより、記述が不足している特性を明らかにしたり、業界標準や社内標準との比較を行うことができる。
- 各小特性には、重要度に応じて重みが設けられており、重みを加味して RFP の総合評価点を算出できる。

3.2. 非機能要件評価シートの作成手順

提案方法の有用性は、非機能要件評価シートの内容に依存する。そこで、以降では、どのように非機能要件評価シートを作成したかについて述べる。

ステップ 1

RFP に記述されている非機能要件メトリクスを選択するにあたって、200 以上の非機能要件メトリクス網羅している、3 つのガイドライン[3][14][16]に記載されている非機能要件を母集団として、RFP の段階において記述すべきメトリクス及び記述可能なメトリクスを抽出した。抽出の基準は下記の通りである。

- ソフトウェア開発段階（設計～単体テスト）で管理するための非機能要件を除外
 - 契約前の要求分析段階で定義することが困難な非機能要件を除外
 - ソフトウェア保守・運用段階にて、ユーザ企業が内部で評価あるいは管理するための非機能要件を除外
 - ハードウェア機器管理のための要件を除外
- 次に、多数のユーザ企業へのアンケートに基づくランキング[16]を用いて、重要度の高い非機能要件を選定した。具体的には、次の通りである。
- ユーザの参画するテスト工程（システムテスト）以後に必要であると回答のあった非

機能要件（194 個）を選定の候補とした。

- 194 個のうち、多くのユーザ企業（1 / 3 以上）が実際に使用しているあるいは使用したいと回答したものを選定し、3 つのガイドライン[3][14][16]から抽出した非機能要件と対応付けを行った（38 個）。
- アンケート対象となっていない非機能要件については、文献[3][17]に基づいて、サービスレベルに関する合意に必要な非機能要件を選定した（17 個）。

結果として、合計 55 個の非機能要件マトリクスを抽出した。

ステップ 2：非機能要件の構造化

このステップでは、ステップ 1 で抽出した非機能要件マトリクスを最下層とし、ガイドライン[15][16]に基づいて、その上位層である中特性及び大特性としての非機能要件を定義し、3 層に構造化した。構造化することにより、非機能要件マトリクスに基づく RFP の評価結果を、より上位概念としての中特性及び大特性で表すことが可能となり、ユーザにとっては問題の把握が容易となることが期待される。

ステップ 3：評価尺度の定義

RFP に記述されている非機能要件マトリクスを定量的に評価するために 5 段階評価手法を採用し、その評価基準を定義した。RFP における非機能要件マトリクス（小特性）の記述の十分性を評価する評価基準として、非機能要件マトリクスを 3 つのタイプに分類した（表 1）。タイプ 1 は定性的に表現され、かつ表現の自由度が大きい要件であり、タイプ 2 は定性的に表現され、かつ表現の自由度が小さい要件であり、タイプ 3 は定量的に表現される要件である。例えば、「アクセス制御」は様々な記述表現があることからタイプ 1 とし、「保守タイプ」は定義が比較的明確であることから 3 段階評価であるタイプ 2 とし、「応答時間」は数値として記述され 2 値評価が可能なることからタイプ 3 とした。

各タイプの評価値の定義域を統一するために、いずれのタイプにおいても、「記載なし」を 0 ポイントとし、最も望ましい記述を 4 ポイントとした（表 1）。

表 1 RFP 評価尺度のタイプと評価点

Table 1 Type and Score of RFP Evaluation Metrics

ポイント	タイプ 1	タイプ 2	タイプ 3
4	明確	明確	定量的に記載
3	やや明確	N/A	N/A
2	やや不明確	不明確	N/A
1	不明確	N/A	N/A
0	記載無し	記載無し	記載なし

ステップ4：重みの決定と総合評価点の算出

各非機能要件メトリクスの重要性には差があると考えられる。そこで、RFPを定量的に評価するにあたって、各非機能要件の重要性を考慮した重み付けを行うこととする。この重みは、ドメインごとや組織ごとに決めることが望ましい。本論文では、一例として、ユーザ企業へのアンケート[16]において、実際に使用しているあるいは使用したいと回答したユーザ企業数を重みとして用いる。この例では、重みが大きい非機能要件ほど、多くのユーザ企業にとって重要なものとなり、ユーザ要求がRFPに記述された十分性あるいは不十分性を定量的な判断に有効である。ユーザ企業のアンケートには無いが、ユーザ企業が保守・運を行うにあたってベンダ企業とのサービスレベル契約として重要な非機能要件メトリクスを追加し、筆者の判断により重みを決定した。また、全非機能要件メトリクスの重みの合計が100%となるように正規化を行った。

以下に重み付けからRFPの総合評価点までの計算式を示す。

各非機能要件メトリクスの重み付き評価点の算出

プロジェクト k の各非機能要件メトリクスの評価点は、 i 番目の非機能要件メトリクス m_i に対する5段階評価とその重み付けにより下記の式にて算出する。

$$\text{NFR 評価点}_k(m_i) = m_i \text{ の 5 段階評価 } m_i * m_i \text{ の 重み} \quad (1)$$

そこで、 i 番目の中特性 M_i に対する評価点は下記の式にて算出する。

$$\text{中特評価点}_k(M_i) = \sum_{m \in M_i} \text{NFR 評価得点}(m) / |M_i| \quad (2)$$

ここで、 $m \in M_i$ は中特性 M_i に属する非機能要件メトリクスであり、 $|M_i|$ は中特性 M_i に属する非機能要件メトリクス項目数である。

同様に、 i 番目の大特性 H_i は以下の式にて算出する。

$$\text{大特性評価点}_k(H_i) = \sum_{m \in H_i} \text{中特性評価得点}(m) / |H_i| \quad (3)$$

次に、ドメイングループ単位での比較評価を行うために、 i 番目の中特性評価点及び i 番目の大特性評価点の平均を下記の算出式にて算出した。

$$\text{ドメイン中評価点}_D(M_i) = \sum_{j \in D} \text{中特性評価得点}_j(M_i) / |D| \quad (4)$$

$$\text{ドメイン大評価点}_D(H_i) = \sum_{j \in D} \text{大特性}_j(H_i) / |D| \quad (5)$$

ここで、 $j \in D$ ドメイン D に属するプロジェクト数である。

3.3. 非機能要件評価シート

非機能要件評価シートの一部(抜粋)を表2に示す。各非機能要件メトリクスの定義の詳細、および、シートの全体については、付録[表1及び表2]を参照されたい。

表 2 非機能要件評価シート (抜粋)

Table 2 Non-Functional Requirements Evaluation Sheet (Excerpt)

種別	大特性	中特性	小特性 (非機能要件メトリクス)	タイプ	重み	
運用要件	運用開始準備	運用テスト	運用移行許容障害発生率	3	6.0	
		運用開始条件の明確化	テスト密度	3	2.6	
	システム運用評価	運用容易性	介入オペレーションの最小化	1	1.9	
		稼働率目標	平均稼働率	3	5.3	
		稼働品質性能	バッチ処理正常終了率	3	6.2	
	応答時間		3	3.7		
	運用監視	異常検知条件	検知時間	3	1.7	
		セキュリティ対策	アクセス制御性	1	5.4	
		異常中断時の処理機能	データ退避	1	1.9	
	障害対策	冗長化	バックアップ方式	1	3.6	
	災害対策	災害対策	広域災害対策	2	1.0	
	保守要件	保守生産性	問題点把握及び修正分析	ログ取得	1	4.3
				ログ保管期間	3	1.0
			保守容易性	故障トレース機能	1	1.9
業務運用と利用者支援		サービス提供時間	運用時間	3	1.3	
		ライセンス保守	保守タイプ	2	1.0	
		障害対応	対応範囲	1	1.3	

表 3 評価対象プロジェクト

Table 3 Target Projects for Evaluation

ドメイン	記号	対象プロジェクト	RFP ページ数
図書館システム	A	町立図書館情報システム	11
	B	県立看着学校図書管理システム	6
	C	市立図書館システム更新業務	10
	D	県立図書館情報システム	67
	E	独法図書管理システム	17
	F	県立大学図書館情報管理システム	22
	G	大学学術情報処理センター電子図書館システム	294
	H	大学電子図書館用電子計算機システム	114
病院情報システム	I	市立病院総合情報システム	173
	J	赤十字病院 病院情報システム	600
	K	大学附属病院情報管理システム	406
	L	広域連合総合医療情報システム	160
	M	県立総合医療センター医療情報システム	255
大学情報システム	N	大学学術情報基盤システム	137
	O	大学キャンパス教育・研究用システム	71
	P	大学総合情報処理センター情報システム	41
	Q	県立大学学生情報管理システム	52
	R	県公立大学法人業務システム	30
	S	財務省国庫事務電算化システム	23
政府情報システム	T	独法共通基盤情報システム	157
	U	独法救済給付業務システム	21
	V	独法財務会計システム	53
	W	農林水産統計システム	152
地方自治体情報システム	X	市基幹システム	59
	Y	県共通情報業務管理システム	25
	ZA	市基幹業務システム再構築	157
	ZB	市基幹業務システム再構築	59
	ZC	市基幹業務システム再構築・運用保守業務	59
	ZD	市情報システム再構築・運用業務	54

RFP の評価を行う者は、非機能要件評価シートの各小特性について、評価尺度のタイプに基づいて式 (1) により RFP を評価し、評価点を定める。次いで、各小特性の重みを用いて式 (2) により中特性の評価点を算出し、さらには、式 (3) により大特性の評価点を算出することになる。

4. ケーススタディ

作成した非機能要件評価シートを用いて、29件のRFP（表3）の非機能要件の評価を行った。さらに、評価結果から得られた中特性および大特性の評価点が高い3件のプロジェクトの平均値を基準として個別プロジェクトRFPの評価結果をレーダーチャートで比較した。これにより、評価基準と個別プロジェクトとの相対比較が定量的に視覚化され、個別プロジェクトの非機能要件の記述内容が十分であるかどうかを容易に把握することが可能である。これらRFPは、大学、病院、官公庁、地方自治体、独立行政法人などがベンダ候補企業向けの入札情報としてWWW上で公開しているものであり、5つのドメイン（図書館情報システム、病院管理情報システム、大学情報システム、政府機関情報システム、及び地方自治体情報システム）に分類できる。以降では、総合評価点による評価、レーダーチャートによる評価、評価結果の分布の分析、基準値との比較について述べる。

4.1. 総合評価点による非機能要件特性の評価

図2は、非機能要件の大特性および中特性を小特性の評価点により正規化した得点を箱ひげ図で示したものである。大特性である「障害対策」および「業務運用と利用者支援」の中央値が4点満点の評価で1.5点に近く、比較的評価が高い。これらの評価点の最大値がともに3.5点に近いが、大特性全体としては評価点が低いことが分かる。このことは、サンプルデータとしたRFPの記述内容および評価者の評価基準にも依存するが、非機能要件の記述の十分性を相対評価することは可能である。

また、中特性の「冗長化」、「障害対応」および「サービス提供時間」の中央値が4点満点の評価で2点に近く、比較的評価が高い。このことは、より具体的にどの非機能要件の記述が十分でないかを相対評価することが可能である。また、図3は、各ドメインの総合評価点の分布を、箱ひげ図で表したものである。政府情報システムと病院情報システムの2つのプロジェクトがわずかに60点を超えていたが、残りのプロジェクトは50点未満であった。総合評価点は100点に近いことが望ましいことを考えると、29件のRFPはいずれも非機能要件の記述が不十分であることが分かった。特に、図書館情報システムは総合得点の中央値が10点未満であり、改善の余地が大きいことが分かった。

対象とした全プロジェクトについて、各大特性の評価点のばらつきを箱ひげ図により評価した（図2）。図より、いずれの大特性についても0ポイントのプロジェクトが存在することが分かった。その一方で、「運用監視」「業務運用と利用者支援」「障害対策」については、3ポイントを超えるプロジェクトが存在し、プロジェクト間の差が大きいことが分かった。

「災害対策」については、3つのプロジェクトを除いて0ポイントであった。この結果だけを見ると、多くのプロジェクトにおいて災害対策が軽視されているとも解釈できるが、プロジェクトによっては、災害対策はRFPに記述せずに、複数のプロジェクトを包括する

基本契約の中で取り決める場合もあり得る。

以上のように、RFP ごとに各特性の評価点は大きくばらついており、提案する非機能要件評価シートを用いることで、特性ごとに非機能要件の記述が明確な RFP と不明確な RFP を区別するのに有効であるといえる。

図4は、各ドメインの RFP の全体ページ数に占める非機能要件ページ数の比率と総合評価点との関係を示したものである。非機能要件ページ数に比率は、地方自治体基幹情報システムが 60%を超えているが、これは情報化対象システムが基幹情報システムであることが一つの要因と考えられる。また、病院情報システムの非機能要件ページ数比率は 20%程度と低い。これは RFP 全体に占める機能要件のページ数が多いことを示している。総合評価点の TOP3 は図書情報システム (H プロジェクト)、病院情報システム (K プロジェクト) および政府機関情報システム (T プロジェクト) であり、それぞれの総ページ数は 114 ページ、406 ページおよび 157 ページであった。また、総合評価点と RFP に記述されている非機能要件のページ数比 (非機能要件ページ数と総ページ数との比率) との関係を見ると相関係数は 0.2245 であり、相関はほとんどないことがわかった。このことは、RFP において非機能要件が十分に記述されているかどうかは、RFP 全体ページ数に依存しないことを意味している。

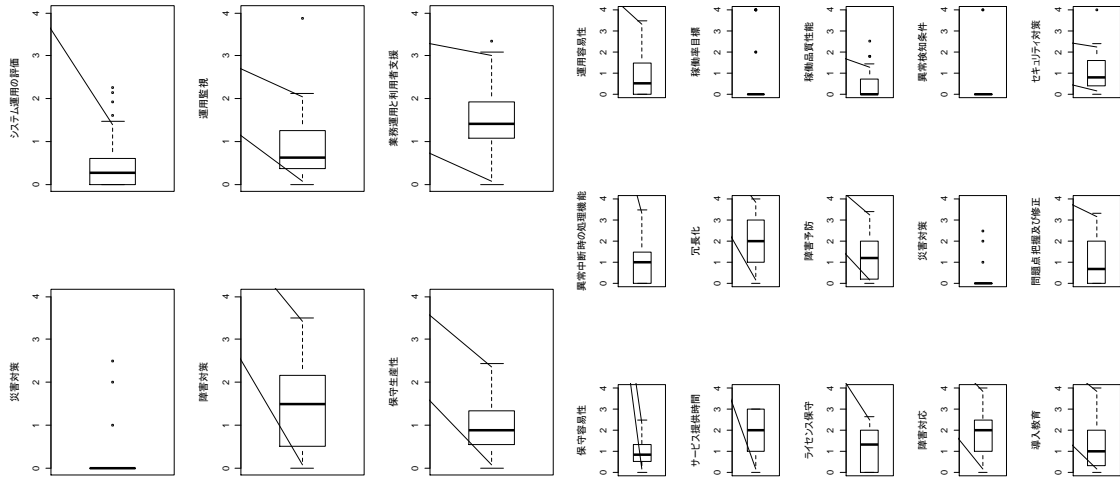


図2 非機能要件大特性および中特性箱ひげ図

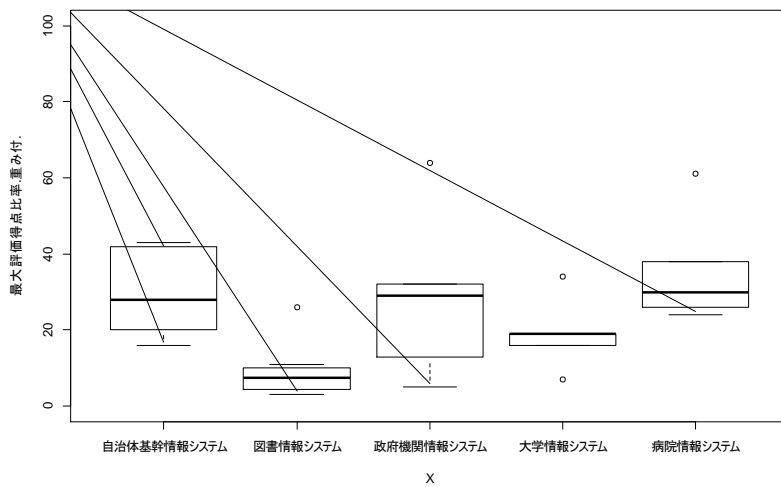


図3 ドメイン毎の評価点分布箱ひげ図

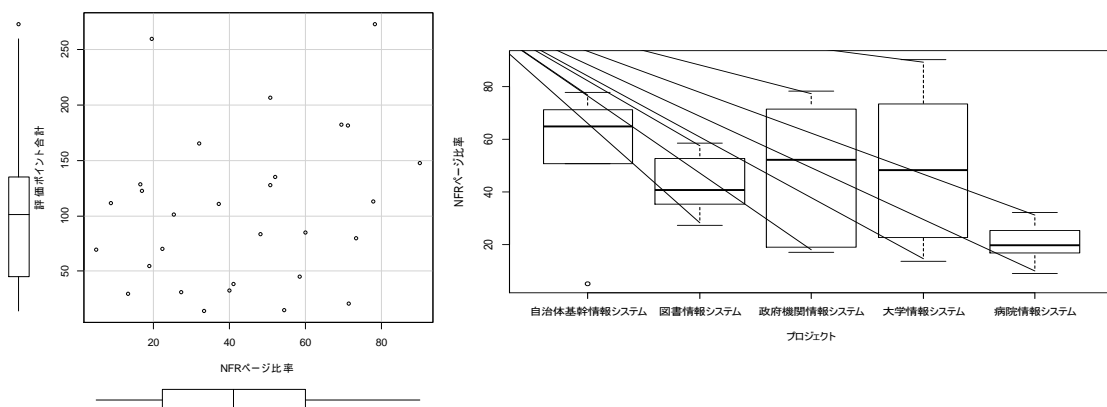


図4 RFP のページ数分布箱ひげ図

4.2. 非機能要件のレーダーチャートによる評価

総合評価点 TOP3 と各ドメインの大特性の評価値の平均値を図5に、中項目の評価値の平均値を図6に示す。全ドメインに共通の特徴として、大特性は、「運用開始の準備」と「災害対策」については、全ドメインが 0.5 ポイントを下回っており、記述がゼロに近いことが分かった。一方、「障害対策」は全ドメインが 4 ポイント近くであり障害対策を重視して RFP が記述されていることが分かる。また、TOP3 との比較においては、全ドメインの「システム運用の評価」および「運用監視」が 2 ポイント以上低く、これらの非機能要件の記述が十分でないことが分かる。特に、運用開始の準備については、全プロジェクトが 0 ポイントであり、まったく記述されていなかった。しかし、委託開発プロジェクトにおいてはベンダからユーザへの引き渡しにかかる要件は重要であり、非機能要件として十分に記

述されなければならない。図6の中特性については、いずれのドメインにおいても、大特性「運用監視」のサブ特性である「異常検知条件」と、「システム運用の評価」のサブ特性である稼働品質性能の評価点が低いことが分かった。前者については、運用時にシステムの異常をどのように検知するのか、という観点が抜けていることを意味している。また、後者については、対応する小特性は11個あり、その内訳は、バッチ処理正常終了率、応答時間、応答時間（最悪の場合の応答時間比率）、スループット、最大負荷スループット、最大停止時間、業務停止回数/年、既定時間外停止回数、ターンアラウンド時間、通常時余裕率、ピーク時余裕率である。これらは全て、システムの品質特性として極めて重要なものである。また、大特性「障害対策」のサブ特性である「冗長化」は全てのドメインで高い評価となり、障害対策において冗長化のためのバックアップ方式を非常に重視していることが分かった。

一方、ドメイン個別にみると政府機関情報システム及び地方自治体基幹情報システムは「システム運用の評価」のサブ特性である「稼働率目標」について4ポイント近い高得点であるが、病院情報システムは1ポイント以下の低い評価点となっている。これは、政府機関情報システム及び地方自治体基幹情報システムは「稼働率目標」を数値で明確に要求しているプロジェクトが多いが、病院情報システムは数値を明確に要求していないことが要因であることが分かった。このことから、公的機関としての病院情報システムで「稼働率目標」を明確に数値で示すことが必要であることが分かる。

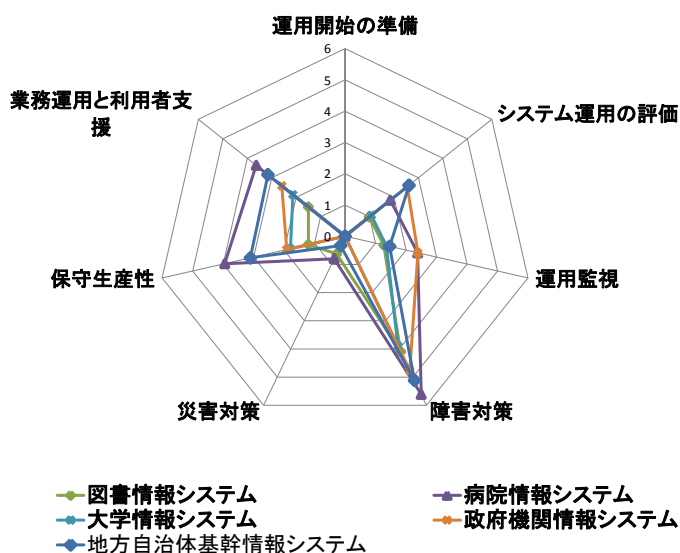


図5 非機能要件大特性

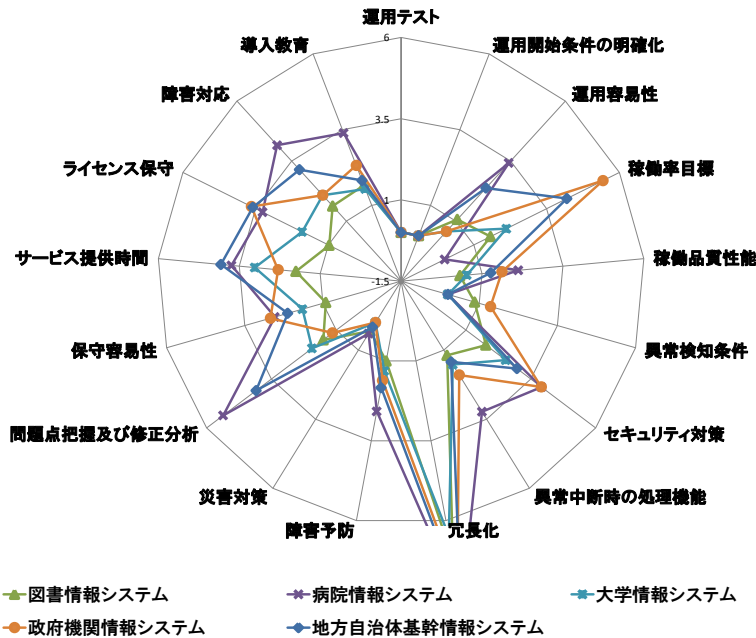


図6 非機能要件中特性

4.3. 基準値との比較

非機能要件のどの特性が記述不十分であるかを簡易評価するための指標として、評価ポイントの高かった3つのプロジェクトの評価ポイント平均値を評価基準として採用した。これは、ドメインに依存することなく（評価結果の高かったプロジェクトは図書館情報システム、病院情報システム及び政府機関情報システムの3つのドメインであった。）RFPにおける非機能要件記述内容を個別プロジェクトごとに評価する指標として、比較的高い基準を採用することにより、個別のRFPにおける非機能要件記述内容が十分であるかどうかについて相対的評価をするためである。

3プロジェクト平均の中特性と比較することにより、各プロジェクトにおける非機能要件の記述内容が十分であるかどうかを視覚化して把握することが可能である。総合評価が平均して高い病院情報システム（Hospital Information System）を例として比較したレーダーチャートを図7に示す。評価の最も高かったプロジェクトは「稼働率目標」、「異常検知条件」、及び「セキュリティ対策」を除いてすべての中特性において基準値を超えていることが分かる。このことから、これらの中特性に関する非機能要件の記述が十分でなく、これらの記述を充実させることが求められることが分かる。また、中央値のプロジェクトは、基準値との比較においては、「稼働率目標」、「稼働品質性能」、「異常検知条件」、「セキュリティ対策」、「異常中断時の処理機能」、「冗長化」、「保守容易性」及び「導入教育」が基準

5. まとめと今後の課題

本研究では、ユーザが作成する RFP に非機能要件が過不足なく記述されているかについて、ガイドラインに提案されているメトリクスあるいはユーザが重視するメトリクス調査結果等から、非機能要件メトリクスを抽出し、「非機能要件評価特性表」を作成した。次に、ウェブから収集した RFP を「非機能要件評価特性表」の非機能要件メトリクスにより評価し、評価結果に基づいた評価基準を作成した。この評価基準との比較を視覚化することにより、非機能要件のどの特性が RFP に記述された要件として相対的に問題となる要件であるかを知ることができた。この簡易評価モデルは、委託ソフトウェア開発プロジェクトの RFP におけるユーザ要件、特にユーザ側から見た保守・運用に関する非機能要件が過不足なく記述されているかを評価するために利用することが可能であると考えられる。しかし、この「非機能要件評価特性表」は RFP に記述すべき非機能要件をすべて網羅しているわけではなく、必要十分な評価モデルではない。また、対象とした RFP の非機能要件は、必ずしも非機能要件として章を明確に区分して記述されている場合だけでなく、機能要件と区分されずに、機能要件のなかに適時記述されているものもある。このことは、人手の評価による評価者の経験や能力に依存する面は否定できない。さらに、情報化対象システムの特長や規模あるいは新規システム開発なのか、あるいは現状システムの更新なのかにより非機能要件の記述に相違がでることも考えられる。これらの相違により、RFP への非機能要件の記述形態や記述内容に影響を及ぼし、非機能要件メトリクスの手による評価結果が異なる要因になると考えられる。したがって、RFP における非機能要件メトリクスのより客観的な評価のためには、さらに多くのプロジェクトサンプルをもとに非機能要件メトリクスをキーワードとして抽出し、RFP の非機能要件評価のためのコーパスとして集積する必要がある。さらに、集積され、構造化された非機能要件キーワードによる RFP の評価に対して機械学習を行うことにより RFP 評価モデルを構築することが今後の課題である。また、本研究で対象とした RFP は、和文で記述された日本のユーザによるものであり、今後の研究では、英文で記述された海外のユーザによる RFP を対象とした非機能要件メトリクスの抽出及び分析を行い、評価結果の相違点について比較分析し、さらに評価指標の有用性について研究を続けて行く予定である。

参考文献

- 1) Polter-RothBud. RFP 入門 初めての提案依頼書. (渡部洋子, 訳) 日経 BP ソフトプレス. (2004).
- 2) Rick KazmanKlein, Mario Barbacci, Tom Longstaff, Howard Lipson, JeremyCarriere, JaneMark. The Architecture Tradeoff Analysis Method. TECHNICAL REPORT CMU/SEI-98-TR-008ESC-TR-98-008. (1998).
- 3) 経済産業省, 情報処理振興課, NTT データ経営研究所, 日本情報システム・ユーザー協会. 非機能要求仕様定義ガイドライン. 社団法人 日本情報システム・ユーザー協会. (2008)
- 4) 劉功義, 石井信明, 田村智幸, 牛寫一郎, 中村直人, 酒巻弘晃, 加藤俊, 木野泰伸, 河合一夫, 日下部裕美, 横山真一郎, ステークホルダ価値を基にした RFP 評価モデルと活用方法の提案, プロジェクトマネジメント学会 2008 年度春季研究発表大会予稿集, pp. 427-432, Mar. 2008.
- 5) 佐藤知徳, 鈴木俊一, 北沢直幸, 長田晃, 海谷治彦, 海尻賢二, ソフトウェア要求仕様における品質要求の含有率測定ツールの設計, 電子情報通信学会技術研究報告 (知能ソフトウェア工学 KBSE2007-57) , Vol.107, No. 540, pp.19-24, Mar. 2008.
- 6) Jane Cleland-HuangXuchangZou, Peter Solc, Raffaellasettimi,. The Detection and Classification of Non-Functional Requirements with application to Early Aspects. 14th IEEE International Requirements Engineering Conference(RE' 06). (2006).
- 7) Jane Cleland-Huang, Raffaella Settimi , Xuchang Zou, Peter Solc Automated classification of non-functional requirements Springer-Verlag London Limited (2007)
- 8) Simrandeep Singh Thapar, Hardeep Singh, Karanjeet Singh Kahlon Metrics-Based Evaluation of Quality of Non-Functional Specifications International Journal of Information Technology and Knowledge ManagementJanuary June 2009, Volume 2, No. 1, pp. 131-134
- 9) Matinee Kiewakanya Pornsiri Muenchaisri.. Measuring Maintainability in Early Phase using Aesthetic Metrics. 4thWorld Scientific and Engineering Academy and Society (2005).
- 10) Matthias Galster Armin Eberlein,.. Facilitating Software Architecting by Ranking Requirements. 18th IEEE International Conference and Workshops on Engineering of Computer-based system. (2011).
- 11) Jennitta Andrea. An Agile Request for Proposal(RFP) Process. Prfoceedings of Agile Development Confrrrence(ADC'03) IEEE. (2003).
- 12) Vanitha SugumaranDrakeJanet.. Quantifying Quality of Non-Functional Quality Attributes Using Customer Survey Metrics. Proceedings of theFifth Workshop on

Software Assessment22. (2006).

13) 情報処理推進機構 ソフトウェアエンジニアリングセンター. 発注者ビューガイドライン (概説編) ver1.0. 情報処理推進機構 ソフトウェアエンジニアリングセンター. (2008).

14) 坂東直樹, 平野高志, 岩井孝夫,. システム構築のトラブルを回避するための IT システム契約締結の手順とポイント. 日経 BP 社. (2008)

15) 経済産業省 商務情報政策局 情報処理振興課, 独立行政法人 情報処理推進機構.. 情報システム調達のための技術参照モデル (TRM) 平成 22 年度版. (2011)
http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/tyoutatu/TRM22.pdf.

16) 経済産業省株式会社三菱総合研究所,.. 平成 22 年度 プロダクト品質メトリクスWG 実施内容 ソフトウェアメトリクス高度化プロジェクト (2010).
http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/softseibi/metrics/201010_H22productWG_Interiu
[m\(JA\).pdf](http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/softseibi/metrics/201010_H22productWG_Interiu).

17) 日本情報システム・ユーザー協会. 2. ソフトウェア開発基準に関する調査報告書 (ソフトウェアメトリクス調査. (2011))
http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/joho/softwaremetrics/2010/01.pdf

18) 独立行政法人 情報処理推進機構 ソフトウェアエンジニアリングセンター.. 共通フレーム 2007. オーム社. (2007)

19) ソフトウェア開発データ白書

付録

付録 表1 非機能要件メトリクス用語の定義

非機能要件メトリクス	定義
運用移行許容障害発生率	運用移行を許容する条件としての全障害件数に対して、機能停止を伴う障害件数の割合
テスト密度	ソフトウェアの規模に対する、設定したテスト数の割合
テストカバレッジ率	個々のプログラム別のテスト実施時のステートメント単位のカバレッジ率はどのくらいか、または全パスを含めたテストはどのくらい行われたか
介入オペレーションの最小化	文書化項目の明確化、運用スキル定義、引継ぎ要件の明確化、運転の開始、中断、終了の条件が明確なこと、運転中のオペレーターの介入が無いこと
介入オペレーションの容易性	介入操作が簡単かつミスがおき難いこと、運転の開始、中断、終了の条件が明確なこと
平均稼働率	システムがサービスを提供する予定だった時間のうち、実際にサービスを提供できた時間の割合を平均したもの。
オンラインシステム稼働率	オンライン稼働時に、システムがサービスを提供する予定だった時間のうち、実際にサービスを提供できた時間の割合
バッチ処理正常終了率	バッチ処理が時間内にどのくらい終了しているか
応答時間	システム等にリクエスト（要求）を送信してから最初の応答（結果）が返ってくるまでの時間。
応答時間（最悪の場合の応答時間比率）	要求仕様書に記述されたオンラインシステムの通常時・ピーク時・縮退運転時での利用時の応答時間比率。
スループット	システムが単位時間あたりに処理することができる仕事の量。
最大負荷スループット	最大負荷時にシステムが単位時間あたりに処理することができる仕事の量
最大停止時間	故障が発生してシステム停止した状態から復旧するまでの最大許容時間
業務停止回数/年	故障発生による許容される年間業務停止回数
既定時間外停止回数	規定時間以上停止した回数/年
ターンアラウンド時間	システム等にリクエスト（要求）を送信してから結果が返ってくるまでの時間。
通常時余裕率	通常時に、どのくらいの作業を行う余裕があるか
ピーク時余裕率	ピーク時に、どのくらいの作業を行う余裕があるか
検知時間	異常（ネットワークサービスの異常や定型的なジョブ運用での障害等）を検出し、障害状況の一報を通知するまでの時間
アクセス監査	システム及びデータへのアクセスの監査がどのくらい要求通りに行われているか

アクセス制御性	システムへのアクセスはどれぐらい制御できるか
伝送データ暗号化	機密性のあるデータを、伝送時や蓄積時に秘匿するための暗号化の有無、内容
蓄積データ暗号化	要求仕様書に記述されたデータ項目の暗号化・復号化がどのくらい正しく実装されるか
鍵管理	暗号、デジタル署名等で用いる鍵の管理
データ退避	ファイルデータのバックアップ方式
縮退処理範囲	障害箇所を部分的に切り離し、システムの機能や処理能力を落としても稼働させる機能の範囲
バックアップ方式	ルータやスイッチなどネットワークを構成する機器、サーバ、端末、外部記憶装置、回線等で発生する障害に対して、要求されたサービスの提供を維持するために保有している予防、回避策の内容や個数
データ損傷の予防性	重大なデータ損傷や軽微なデータ損傷の事象発生事象をどのくらい予防するか
機能停止回避性	機能停止を伴う故障がどれくらい発生するか
故障回避	重大でかつ深刻な故障が回避される故障パターン回数
誤操作回避	誤操作回避能力を備えた機能はどのくらい実装するか
データ復旧範囲	物理障害あるいは論理障害が発生した場合の復旧対象となる範囲
広域災害対策	システム不稼働状態から、正常又はフェールソフト状態で稼働する迄の日数、システム不稼働状態から、正常又はフェールソフト状態で稼働する
局所災害対策	システム不稼働状態から、正常又はフェールソフト状態で稼働する迄の日数
ログ取得	不正なアクセスが発生した際に、「いつ」「誰が」「どこから」「何を実行し」「その結果、どのようになったか」を確認し、その後の対策を迅速に実施するために取得するログ取得の有無、ログの項目数、内容
ログ保管期間	不正行為を確認する、また、正しく処理された証拠を保持するために、ログを保管する期間
故障トレース機能	故障時の原因を診断するデータ解析機能
試験ツール	プログラム変更後の機能確認のためのテスト機能をもつツール
変更履歴管理ツール	仕様書及びプログラムモジュールへの変更を管理するツール
保守ドキュメント	解析容易性向上につながる保守ドキュメントについて、実際に用意すべきドキュメントはどのくらいか
システムソフト	ユーザの指定による第三者製品などの採用
モジュール性	クラスやパッケージ内の機能要素と情報要素間の関連性の強さ
コーディング規約	予め定められたコーディング規約にどのくらい適合すべきか

運用時間	システムの稼働時間や停止運用に関する情報
受付時間	運用窓口がサポートを受け付けるサービス時間帯
対応時間	システム運用時に障害を検出し対応を行う運用時間帯
サービス時間	アプリケーションサービスの稼働を開始してから終了するまでの時間帯
保守タイプ	ソフトウェア保守に関わるタイプ（是正保守，予防保守，適応保守および完全化保守）とサービス内容の情報
保証期間	無償保証期間（半年，1年間，3年間，など）および部品提供期間（製造中止後7年，販売終了後5年，ユーザ設置後5年，など）の情報
各種権利確認	秘密保持および著作権、利用許諾権利、複製権、再許諾権などに関する指定
対応範囲	原因調査、原因排除、再インストール（プログラム）、再設定（プログラム）、データリストア（バックアップデータがある場合）の情報
提供形態	IT サービス提供形態（常駐型，待機型，訪問型，リモート型，センドバック型/持込型，電話FAX型および情報提供型）の情報
教育内容	初期指導または再指導，個別または集合指導，E-learning，場所などの情報
教育回数	教育を実施する回数の情報
教育対象	教育対象者の種類とその教育レベルの情報

付録 表2 非機能要件評価シート

種別	大特性	中特性	小特性（非機能要件メトリクス）	タイプ	重み
運用要件	運用開始準備	運用テスト	運用移行許容障害発生率	3	6
		運用開始条件の明確化	テスト密度	3	2.6
			テストカバレッジ率	3	2.2
	システム運用評価	運用容易性	介入オペレーションの最小化	1	1.9
			介入オペレーションの容易性	1	1.9
		稼働率目標	平均稼働率	3	5.3
			オンラインシステム稼働率	3	1
		稼働品質性能	バッチ処理正常終了率	3	6.2
			応答時間	3	3.7
			応答時間（最悪の場合の応答時間比率）	3	1.3
			スループット	3	3.6
			最大負荷スループット	3	1.1
			最大停止時間	3	1.3
			業務停止回数/年	3	1
			既定時間外停止回数	3	1
			ターンアラウンド時間	3	2.6
			通常時余裕率	3	1
	ピーク時余裕率	3	1		
	運用監視	異常検知条件	検知時間	3	1.7
		セキュリティ対策	アクセス監査	1	1
			アクセス制御性	1	5.4
			伝送データ暗号化	2	1
			蓄積データ暗号化	2	1
鍵管理			2	1	
異常中断時の処理機能		データ退避	1	1.9	
		縮退処理範囲	1	1.9	
障害対策	冗長化	バックアップ方式	1	3.6	

		障害予防	データ損傷の予防性	1	1.7	
			機能停止回避性	1	1	
			故障回避	1	1	
			誤操作回避	1	1	
			データ復旧範囲	1	1	
	災害対策	災害対策	広域災害対策	2	1.0	
			局所災害対策	2	1	
	保守要件	保守生産性	問題点把握及び修正分析	ログ取得	1	4.3
				ログ保管期間	3	1.0
				故障トレース機能	1	1.9
保守容易性			試験ツール	1	1.9	
			変更履歴管理ツール	1	1.5	
			保守ドキュメント	1	4.9	
			システムソフト	2	1.5	
モジュール性		2	1			
コーディング規約		2	1			
業務運用と利用者支援		サービス提供時間	運用時間	3	1.3	
			受付時間	3	1.3	
			対応時間	3	1.1	
			サービス時間	3	2.1	
		ライセンス保守	保守タイプ	2	1.0	
			保証期間	3	1.5	
			各種権利確認	1	1.9	
	障害対応	対応範囲	1	1.3		
		提供形態	1	1.3		
	導入教育	教育内容	2	1.9		
		教育回数	1	1.3		
		教育対象	2	1.3		