

Software Requirements Change Taxonomy: Evaluation by Case Study

ソフトウェア要求の変更分類 : ケーススタディによる評価

Abstract—

Although a number of requirements change classifications have been proposed in the literature, there is no empirical assessment of their practical value in terms of their capacity to inform change monitoring and management.

要求変更の分類の数は、文献で提案されているが、
変更の監視と管理を通知するためのそれら(変更分類)の能力に関して
実用的価値について実験に基づいた評価がされていない。

This paper describes an investigation of the informative efficacy of a taxonomy of requirements change sources (which distinguishes between changes arising from 'market', 'organisation', 'project vision', 'specification' and 'solution').

本稿は、

「解決法」と「仕様書」、「プロジェクト視点」、「組織」、「市場」から生じる変更を区別する

要求変更リソースの分類の有力な有効性に関する調査を示す。

This investigation was effected through a case study where change data was recorded over a 16 month period covering the development lifecycle of a government sector software application.

この調査は、変更したデータは、政府部門のソフトウェアアプリケーションの開発のライフサイクルをカバーする16ヶ月間を越えて記録された、事例研究からもたらされた。

While insufficiency of data precluded an investigation of changes arising due to the change source of 'market', for the remainder of the change sources, results indicate a significant difference in cost, value to the customer and management considerations.

データの不足が、変更源の残りの部分に対して、「市場」の変更源のせいで生じる変更に関する調査を不可能にする間、

結果は、コンシューマと管理に関する考慮事項の価値、コストにおける重要な相違点を意味する。
(市場に関する変更調査ができないから、本当の結果が手に入らないってこと?)

Findings show that higher cost and value changes arose more often from 'organisation' and 'vision' sources;

(調査から)わかったことは、コストの上昇や値の変化は、「組織」と「ビジョン」からよく生じる、ということである。

these changes also generally involved the co-operation of more stakeholder groups and were considered to be less **controllable** than changes arising from the 'specification' or 'solution' sources.

これらの変化はまた、一般的に多くのステークホルダのグループの協力に関与しており、「仕様書」または「ソリューション」のリソースから生じる変化よりも**制御しにくい**と考えられていた。

Overall, the results suggest that monitoring and measuring change using this classification is a **practical means to** support change management, understanding and risk visibility.

全体として、

その結果は、この分類を用いた変更の測定と監視が、リスクの見通しや理解、変更管理を支援する**実用的な手段**であることを示唆する。

Keywords-

Requirements Change; Requirements Evolution; Collaborative Case study

要求変更, 要求進化, **協力的な事例研究**

I. INTRODUCTION

Software requirements continue to evolve during software development and maintenance, and the associated risk to cost, project schedule and quality **appeals to** the need for increased understanding of the phenomena.

ソフトウェア要求は、ソフトウェア開発やメンテナンス、そしてコストに対する関連したリスクの間、進化し続ける。

プロジェクトのスケジュールや品質は、それらの現象のさらなる理解の必要性を訴える。

The case-study introduced here is the second in a family of collaborative **empirical** initiatives, each of which addresses objectives related to the ultimate goal of requirements change anticipation.

ここで取り上げる事例研究は、協力的な**実験に基づいた**戦略のうちの2つめである。

それぞれの戦略は、要求変更の予想の究極的なゴールに関連した目標に対処する。

Requirements changes can **vary greatly** in terms of their cost and value;

要求変更は、コストと値の面で**大きなばらつきがある**可能性がある。

the metric 'requirements changes = 2' which results from the addition of one change costing

£100 to a second change at a cost of £1000 is not that **informative**.

「要求変更= 2」という測定基準は、

1000ポンドの費用で2度変化するために、1度の変更の追加によって100ポンドのコストが生じるため、**有益**ではない。

The first step, therefore, is to establish a means by which a change can be classified and measured.

よって、最初のステップでは、変更を分類して測定することができる手段を確立することである。

A **system of classification intended for** the purpose of change measurement and monitoring should be practical and easy to apply to changes, as well as reflective of cost and and/or value.

分類方式は、コストおよび/または値の反映に加え、

変化への適用が容易であり、実用的であるべき変更の管理と監視の目的を**対象とする**。

A **previous study** [1] addressed the observation that existing classifications were incomplete, or **difficult to use**, and established standardized constructs to represent the reason or cause of the requirements change.

過去の研究(先行研究)[1]は、既存の分類は不十分、もしくは**不便**であり、

また、要求変更の理由または原因を表現するためには**実証された標準化された構造**に関する観察結果を取り上げている。

The study used the expert knowledge of experienced project managers to consolidate and classify 73 change source constructs elicited from the literature.

その研究では、文献から抽出された73の変更ソースの構造を分類し、統一するために経験豊富なプロジェクトマネージャの専門知識を利用した。

Using individual card sorting and workshops, a classification of change sources was **derived comprising** the five change domains illustrated in table 1.

個々のカードソーティングやワークショップの利用によって、

変更ソースの分類が、表1で表した5つの変更ドメイン**から成っている**ということを**導き出された**。

In addition, an important distinction was made between constructs relating to a situation such as '**insufficient stakeholder involvement**' and those relating to an event such as 'business process change'.

加えて、重要な差異は、

「ビジネスプロセスの変化」のようなイベントに関連しているそれら(構成)と、
「**不十分な**ステークホルダの関与」のような状況に関連している構成の間に生じた。

A full taxonomy relating the domains in table 1 to uncertainties (situational constructs) and triggers (event constructs) can be found in the **appendix**.

不確定要素(状況的構成要素)とトリガー(イベントの構成要素)に
表1におけるドメインを関連づける完全な分類は、**付録**から入手可能である。

With the initial focus on software development, the taxonomy was extended to include the maintenance phase of a project [2].

ソフトウェア開発の最初に焦点を当て、分類はプロジェクトの保守フェーズ[2]を含むように拡張された。

However, the informative or **explanatory** value of categorizing requirements change in this way, or any other, has not been determined.

しかしながら、この方法、もしくは任意の他の方法において要求の変更を分類することの有益な、もしくは**説明のための**値は、決定されていない。

The academic objective of the case study introduced here is to provide an empirically founded evaluation of the potential of the requirements change source taxonomy to provide a **meaningful** and practical means of change classification and measurement.

ここで紹介する事例研究の学問的な目的は、
変更の分類と計測の**意味を持ち**、実用的な手段を提供するために、要求変更ソースの分類のポテンシャルについて経験的に発見された評価を提供することである。

At the same time there is an immediate business objective to improve visibility and understanding of requirements change.

同時に、要求変更の見通しと理解を改善するために即時のビジネス目標が存在する。

Effort was therefore required to clearly identify research questions and define **mutually expedient** case study data.

成果が、それゆえに、
明確に研究課題を特定し、**互いに目的にかなった**事例研究のデータを定義することを要求された。

The following research questions are addressed:

次の研究課題は解決されています. :

Across change domains, is there a significant difference in:

変更ドメインにわたり, 重要な相違点がそこにある. :

すなわち,

1) Change cost;

変更のコスト

2) Change value;

変更の値

3) Proportion of opportunity vs. defect related change;

機会の割合 対 変更に関連した欠陥

4) The activities during which changes are found;

変更が検出された中でのアクティビティ

5) The number of stakeholders involved; and

関与するステークホルダの数

6) The level of project management control?

プロジェクト管理制御のレベル

With our industrial partner, the Goal Question Metric (GQM) approach [3] was largely **adhered to** in order to firstly articulate these questions and secondly identify case study data.

我々の産業パートナーと同意見で,

GQMアプローチ[3]は, 最初にそれらの質問を統合し, 次に, 事例研究のデータを特定するために **支持された**.

Past change data were used as the basis of discussion, and this was supported by UML modeling of project processes and **work products** which enabled the identification of the possible values of the variables under study.

過去の変更データは, 議論の基礎として利用された.

そして, これは, プロジェクトの過程のUMLモデリングと,

研究対象の変数の取りうる値の識別を可能にする **作業成果物**によって支持された.

The project under **investigation** designed and delivered a solution within the government sector, lasting 16 months having a total cost of 4222 days effort.

設計され, 実現された政府部門内のソリューションの**調査**対象プロジェクトは,

持続的な16カ月間の4222日間の作業のトータルコストを有している.

Overall 282 changes were recorded at a total cost of 2405.5 days effort.
全体的に 282 の変更が, 2405.5 日間の作業のトータルコストに記録された。

This paper is organized as follows.
本論文の構成は, 以下のとおりである。

Following a review of related research in section 2, the design of the case study, including variable selection and data collection protocol is presented in section 3.

2 章において, 関連研究のレビューに続き,
変数選択を含めたケーススタディの設計, そしてデータ収集の規則が 3 章で提示される。

Section 4 introduces the results and these are discussed alongside the limitations of the study in section 5.

4 章は, その結果を紹介し, 5 章においてこれら(結果)は, 研究の限界とともに議論される。

Section 6 concludes and outlines the future direction of this work.

6 章は結論付けと, この研究の将来の方向性を概説する。

CHANGE DOMAIN	DESCRIPTION
Market	Differing needs of many customers, government regulations.
Customer Organisation	Changing strategic direction of a single customer, customer organisation considerations, political climate.
Project Vision	Change to the problem to be solved, product direction and priorities, stakeholder involvement, process change.
Requirements Specification	Change to the specification of the requirements of the established problem, resolution of ambiguity, inconsistency, increased understanding.
Solution	Change accommodating new technical requirements, design improvement, solution elegance.

II. RELATED WORK

As far as the authors are aware, there is no existing study that uses an empirical basis for the evaluation of requirements change classifications.

著者が気づいている限りでは, 要求変更の分類の評価のための実証的な根拠を利用した,

既存の研究はない。

(The reader is referred to to [1] for details of the associated literature review).

(読者の方は、関連する文献のレビューの詳細については[1]を参照されたい。)

This is substantiated in a **comprehensive** literature review of change based studies **undertaken** by Banested [4].

これは、Banested[4]によって着手された変更をベースとした研究の、**包括的な**文献レビューにおいて、実証された。

In this review, three **primary objectives** for empirical studies of requirements change are identified, among them the characterization of evolution.

このレビューにおいて、それらの進化の特性評価の間、

要求変更の実験によって立証できる研究に対する3つの**主目的**は、確認されている。

A number of classifications have been proposed, focused upon software development, maintenance, or both, which often have the intention of meeting different objectives.

分類の数は、提案されており、

大体は異なる課題を達成するための目的を持っている、ソフトウェア開発または保守、もしくはその両方に焦点をあてている。

A **traditional classification** of change during software development includes the categories add, modify and delete.

ソフトウェア開発の中の変更についての**従来の分類**は、カテゴリの追加、変更、削除が含まれる。

This has been used in the prediction of requirements change [5], as the measure of the **health** of a project [6] [7], and to support process technique selection [14].

これは、プロジェクトの**健全性**の指標として、そしてプロセス技術の選択を支援するために、要求変更の予測[5]に用いられてきた。

Much empirical and theoretical work focused upon software maintenance re-uses or builds upon Swanson's classification [18] which includes corrective, adaptive and perfective changes.

多くの経験的で理論的な研究は、修正する変更、適応変化(順応できる変更)、完了しつつある変更を含む、Swansonの分類[18]に基づいて事を進める、または再利用する、ソフトウェア保守に焦点を当てていた。

Chapin et al. [19] provide a **thorough review** of literature referring to maintenance change types, and propose a new classification which focuses upon the type of change being made. Chapinら[19]は、保守の変更のタイプを参照する文献の**徹底的な見直し**を提供し、変更が行われるタイプに焦点を当てた、新たな分類を提案した。

Both Kemerer & Slaughter [20] and Heales [21] take a different approach and classify changes according to what is being changed.

Kemerer と Slaughter[20]とHeales[21]の両方の研究では、異なるアプローチを行い、変更されている内容に応じて変更を分類する。

Alternative empirically derived classifications include that proposed by Harker et al [16], and Nurmuliani [23].

別の経験的に導かれた分類は、Harkerら[16]とNurmuliani[23]によって提案されたものを含む。

While they share the objective of defining a generic classification based upon the **reason for** the change, there is little commonality in either change construct or classification.

彼らは、**変更の理由**に基づく一般的な分類を定義する目的を共有しているが、変更の構造、または分類のいずれかには、ほとんど共通点がない。

Sommerville [17] largely adopts Harkers framework.

Sommerville[17]は、主にHarkersフレームワークを採用している。

From a **different perspective**, Nakatani et al [24] consider that different types of requirements **mature** at different times in the development process, and recommends the categorization of groups of requirements according to maturation type.

別の観点から、Nakataniら[24]は、

開発プロセスにおける様々な時点で、要求の異なるタイプが**成熟する**ことを考慮し、そして、成熟のタイプに応じて要求のグループの分類を勧める。

The classification under investigation in this study was derived initially from previous empirically founded change classifications that focused upon software development.

この研究において、調査対象の分類は、

以前経験的に設立された、ソフトウェア開発に焦点を当てた変更の分類から最初に得られたものである。

In so doing, the resulting classification is more **exhaustive** in terms of change constructs, and can be regarded as a **synergy** of earlier work.

そうすることで、分類の結果は、変更のコンストラクトの観点からより**包括的**であり、以前の研究の**相乗効果**と見なすことが出来る。

Given its generic nature, it is readily applicable to software development projects and triggers can be used as a as a pick list when maintaining change data.

一般的な性質を考えると、

それ(分類の結果)は、容易にソフトウェア開発プロジェクトに適用可能であり、

トリガーは、変更データを保持する時にピックリストとして利用されることが可能である。

Importantly, like that of Harker et al [16] and Sommerville [17], the ontological distinction is based upon the source of the change.

重大なことは、

Harkerら[16]とSommerville[17]のように、存在論の区別が変更のソースに基づいていることである。

This **facilitates causal analysis** which supports change review and management and also may contribute to change anticipation.

これは、変更のレビューと管理を支援する**原因分析を容易にし**、

また、変更の予想に貢献するかもしれない。

A. Case Study Design

The study [was designed **in accordance with** the case study guidelines outlined by Runeson and Host [11] and Wohlin et al [12] and [is a single unit case study], in which the **unit of analysis** is the requirements change.

研究は、RunesonとHost[11]、Wohlinら[12]によって概説されたケーススタディガイドラインに**従って**設計された。

そして、その研究は、**単一ユニットの**分析単位が要求の変更であるケーススタディである。

B. Case Study Context

1) Organisation

Our industrial partner in this research employs 300 staff, has offices in England and Ireland, and [delivers IT solutions to clients across both the public and private sectors.]

300名の従業員スタッフを持つこの研究における我々の産業パートナーは、

イギリスとアイルランドにオフィスがあり、

公共部門と民間部門の両方にまたがるクライアントに、ITソリューションを提供する。

Most of their contracts involve a single customer and roughly 80% of these relate to governmental work.

それらの契約の多くは、単一の顧客が関与し、

これらのおおよそ(約)80%が、政府の仕事に関連している。

Of importance to collaborative research, their involvement is supported by both upper and middle management and reflects their stated initiative to become a centre of project management excellence.

共同研究の重要性について、

彼ら(顧客)の関与は、中間管理職と上層部の両方によってサポートされ、

プロジェクト管理の卓越性(長所)の中心となる彼らの述べた戦略を反映する。

2) Project

The project of interest in this study is in the government sector, has an estimated cost in excess of a million pounds, comprises on average 15 software developers and analysts, and follows a traditional waterfall lifecycle.

この研究への関心のプロジェクトは、政府部門であり、

このプロジェクトは、100万ポンドを超過して見積もられたコストを持ち、

平均して15人のソフトウェア開発者とアナリストを含み、

伝統的なウォーターフォールライフサイクルに従う。

Beginning in April 2009, the project was completed in August 2010 and data was collected during the entire development lifecycle.

そのプロジェクトは2009年の春に始まり、2010年8月に完了し、

そして、データは開発のライフサイクル全体の間収集された。

Since the software development work was the result of a successful tender, at the commencement of the project, the requirements made available to the software provider during that tendering process became the basis of the initial requirements specification effort.

プロジェクトの開始時におけるソフトウェア開発の仕事は、落札の結果であったため、

入札プロセスの間ソフトウェアプロバイダに提供した要求は、初期の要求仕様書の作業の基礎となった。

There were four main stakeholder groups involved, comprising the software provider and three departments on the customer side.

ソフトウェアプロバイダと、顧客側の3つの部門から成る、関連する4つの主要なステークホルダのグループが存在する。

C. Data Specification

As well as supporting the needs of the academic objective, the data to be collected will also replace the company's existing change control database and be used for project **retrospective analysis**.

学問上の目的のニーズをサポートすることに加え、

収集されるべきデータも会社の既存の変更管理データベースに置き換えられ、そしてプロジェクトレトロスペクティブ分析に利用された。

The Goal Question Metric Approach defined by Basili [3], was operated initially in a focus **group setting** consisting of a researcher and 2 project managers.

Basili[3]によって定義されたGQMアプローチは、

調査員と2人のプロジェクトマネージャから成るフォーカス**グループ設定**で最初に作用する。

※フォーカスグループ

市場調査のために抽出された消費者グループ。あるテーマで討議してもらい、その結果を商品開発などに反映させる

[In addition to research questions regarding the cost and value of change (questions 1 and 2) the selection of research questions related to management issues (questions 3-6) **reflected** the needs of our industrial partner **to** understand and thus better manage their changing requirements.

[変更の価値とコスト(質問1, 2)に関する研究課題に加えて,]

管理の問題(質問3-6)に関連した研究課題の選択は、我々の産業パートナーのニーズを、理解に**反映**させた。したがって、彼らの変更する要求を管理する方が良い。

[As well as discovering when change was happening, and whether it represented an opportunity to add functionality or attend to a defect,] they wanted to determine if a greater number of involved stakeholders influences the number of changes seen.

[変化が生じたときに発見されることと,]

機能を追加する、または欠陥に対処する機会を意味するかどうかを同様に、]

彼らは、関連したステークホルダの数が多いほど、見られた変更の数に影響することを確認しなかった。

Also, an important issue was whether the change could have been avoided.

また、重要な問題は、変更が避けられたかもしれないかどうかである。

Project management control was understood to mean ‘With hind-sight could/should this change have been discovered earlier’, perhaps by the use of alternative techniques or additional resources.

プロジェクト管理は、おそらく、追加のリソースまたは代替技術の利用によって、
「後から考えてみると、この変更を以前に発見されている可能性がある/必要がある」ことを意味するものと理解された。

The selection and practical implementation of metrics to answer the research questions was not straightforward. In the main a pragmatic approach was taken, which often required compromise between research and practice.