

# データ駆動要求工学の提案とステークホルダ分析への適用評価

藤本 玲子<sup>†1</sup> 青山 幹雄<sup>†2</sup>

**概要**：本稿では、ビジネスアナリティクスに基づく要求獲得方法 D2RE(Data-Driven Requirements Engineering)の概念と、D2REにおいて目的を明確にし、その目的に向かって仮説を設定し、データを収集し分析を行う A\*プロセスを提案する。さらに、D2REを支援する分析ツールとして D2RA(D2RE Analyzer)のアーキテクチャを提案する。D2REの具体化として、データに基づくステークホルダ分析のための A\*プロセスの詳細を定義し、あわせて、D2RAのプロトタイプを開発した。本プロセスとプロトタイプを実際の公共サービス開発の議事録データへ適用し、ステークホルダの特定と構造化を行った。対象の公共サービス開発の関係者へステークホルダについてアンケート調査を行い、D2REの分析結果と比較し、提案方法の妥当性、有効性を示す。

**キーワード**：要求工学，要求獲得，ステークホルダ分析，ビッグデータ，ビジネスアナリティクス

## Data-Driven Requirements Engineering, and Its Application to Stakeholder Analysis and Evaluation

REIKO FUJIMOTO<sup>†1</sup> MIKIO AOYAMA<sup>†2</sup>

**Abstract**: In this article, the authors propose a concept of D2RE (Data-Driven Requirements Engineering). As the process of D2RE, the authors propose A\* process which can iterate activities of clarifying an analysis goal, creating the assumption, and analyzing the data toward the goal in D2RE. The author defines the detailed process for stakeholder analysis based on business data. The authors also propose an architecture of the D2RA (D2RE Analyzer), the supporting environment of D2RE and it's A\* process. A refined process of the A\* process is specified to stakeholder analysis, and associated D2RA prototype is developed. The authors applied the A\* process and D2RA prototype to the meeting minutes of a development project of public information service system, and identified the stakeholders and their structure. Furthermore, the authors conducted a survey to the managers involving in the project on the stakeholders. By comparing the results of the D2RE with the survey from the managers, the authors demonstrate the validity and effectiveness of the proposed method.

**Keywords**: Requirements Engineering, Requirements Elicitation, Stakeholder Analysis, Big Data, Business Analytics

### 1. はじめに

情報システム開発の成否はその要求定義にかかっているが、その源流である要求獲得の重要性が高まっている。しかし、現行の要求獲得は人手に頼っていることから、獲得した要求の合理性は明らかとはいえない。一方、近年、ビジネス活動における多様で大量な、いわゆるビッグデータを分析して、ビジネス価値を高めるビジネスデータ分析などの活用が研究、実践されている[3, 9]。しかし、要求工学におけるビッグデータならびにビジネスアナリティクスなどの活用は確立されているとはいえない[5]。

本稿では、ビジネスアナリティクスに基づく要求獲得方法 D2RE (Data-Driven Requirements Engineering) の概念を提案する。D2RE のプロセスとして、目的を明確にし、その目的に向かって仮説を設定し、データを収集し分析を行うというアクティビティを繰り返す A\*プロセスを提案する。さらに、D2RE を支援する分析ツールとして D2RA(D2RE Analyzer)のアーキテクチャを提案する。D2RE

の具体化として、データに基づくステークホルダ分析のための A\*プロセスの詳細を定義し、あわせて、D2RA のプロトタイプを開発した。本プロセスとプロトタイプを実際の公共サービス開発の議事録データへ適用し、ステークホルダの特定と構造化を行った。対象の公共サービス開発の関係者へステークホルダについてアンケート調査を行い、D2RE の分析結果と比較し、提案方法の妥当性、有効性を示す。

D2RE によって、ビジネスアナリティクスに基づく要求工学の新たなアプローチと技術を拓くことが期待できる。

### 2. 研究背景

要求工学の最上流工程である要求獲得の重要性が認識されている。要求定義は、成果物として構築する情報システムの仕様書となるため、その成否がシステム開発の成否を決めることになる。しかし、現行の要求獲得では、インタビューなどを利用した人の意見や主観に頼っているため、合理的な要求獲得の欠如という問題がある。

### 3. 研究の課題

本研究では、前述の背景を踏まえて以下の 3 点を研究課

<sup>†1</sup> 南山大学大学院 理工学研究科 ソフトウェア工学専攻  
Graduate Program of Software Engineering, Graduate School of Science and Engineering, Nanzan University  
<sup>†2</sup> 南山大学 理工学部 ソフトウェア工学科  
Department of Science and Engineering, Nanzan University

題とする。

- (1) ビジネスアナリティクス技術を応用した要求獲得方法を明らかにする。
- (2) (1)に基づく分析プロセスを明らかにする。
- (3) 提案方法の妥当性を実データで明らかにする。

## 4. 関連研究

### 4.1 要求獲得とステークホルダ分析

一般の要求工学における要求獲得では、要求の源泉となるステークホルダを特定し理解するためのステークホルダ分析の重要性が高まっており、様々な研究と実践がある[1]。ステークホルダ分析では、ステークホルダと要求の利害関係の構造を分析する。しかし、現行のステークホルダ分析は主として人手に頼っているため、合理性は明らかとはいえない。これに対し、ソーシャルネットワーク分析のアプローチによるステークホルダ分析が提案されている[9]。

### 4.2 ビジネスインテリジェンス(BI)とビジネスアナリティクス(BA)

BI (Business Intelligence)とは、ビジネスにおいて、蓄積されたデータを収集、分析、可視化する枠組みを指し、情報システム開発へ適用されてきた[3]。BA (Business Analytics)とは、BIの分析結果に基づき、事業活動において経営者がより良い洞察を得て、事実に基づいた意思決定をするために、データや情報、統計的分析、計量的手法を適用する技術の枠組みである。

ビッグデータの分析技術と利用の発展とともに、データ分析に基づくビジネスパフォーマンスに関する様々な洞察を得る、BA技術が発展している[3, 9]。

### 4.3 データ分析の要求工学への適用

ビジネスインテリジェンス(BI)などのデータ分析を企業の意思決定に適用する方法が提案されている[11]。例えば、企業システムを感知応答(Sense-and-Response)モデルで捉え、BIにより得た感知に対して、i\*とBIM(BI Modeling)を用いて、適切な応答を俊敏に選択し、対応する企業システムのモデル化方法が提案されている[11]。しかし、人手に頼る部分が大きく、複雑な組織では対処しきれない可能性がある。

またi\*モデルを用いてメッセージログを分析し、タスク間の依存関係の分析を行う提案がある[6]。しかし、要求獲得までには至っていない。

## 5. アプローチ

データ駆動要求工学 D2RE (Data-Driven Requirements Engineering)の枠組みと、D2REに基づく分析プロセスを提案する。

図1に、D2REのアプローチを示す。要求の獲得や分析におけるデータの利用には次のような課題があることを前提とする。

- (1) 明文化されていない情報が多く存在する中で実施するため、人手に頼らざるおえない場合がある。
- (2) データから得られる要求に関する情報は完全とは言えない可能性がある。
- (3) データから獲得した要求の意味づけにはステークホルダの意見などが必要であると考えられる。

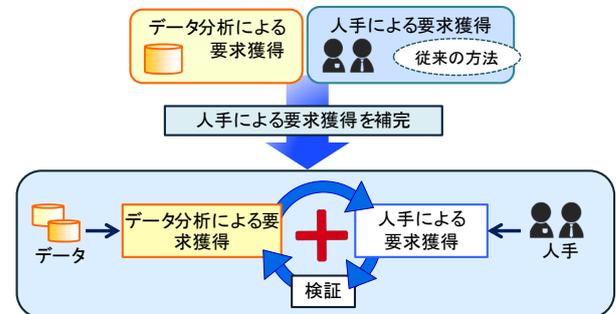


図1 D2REのアプローチ

Figure 1 Approach of D2RE.

このため、D2REは、従来の人手による要求獲得に加え、存在する情報を活用しデータ分析を行うことによって、効率よく妥当な要求を獲得する。これにより、獲得した要求品質の向上効果が期待できる。

## 6. D2REの提案方法

### 6.1 D2REのA\*プロセス

図2にD2REのA\*(A Star)プロセスモデルを示す。A\*プロセスは、Aim (目的), Acquisition (データ収集), Analysis (分析), Assessment (評価), Action (アクション)の5つのアクティビティ群を繰り返す構造をとり、それぞれの頭文字をとってA\*と呼ぶこととする。

#### (1) Aim (目的設定) :

対象システムとその解決すべき問題によって、D2REで果たすべき目的が異なると考えられることから、何を明らかにしたいのかを、目的として設定する。

#### (2) Acquisition (データ収集) :

目的に応じて、分析に必要なデータとその収集方法を検討し、適切なデータを適切な方法で収集する。

#### (3) Analysis (分析) :

設定した目的を満たすように収集したデータを分析する。分析方法は一つとは限らず、複数の方法を組み合わせる必要がある場合もある。設定した目的、収集したデータに応じて、目標を満たすまでアナリストが分析を行う。

#### (4) Assessment (評価) :

分析結果が設定した目的が達成されているか、またその結果の妥当性や有効性を評価する。結果の解釈や意味づけは、機械的な分析では得られない場合があるので、必要に応じて人手による結果の補強や、人手による分析結果との比較を行い、結果の有効性や妥当性を高める。

#### (5) Action (アクション) :

評価結果から、次に取りうるべきアクションを決定し、行動する。アクティビティ(1)で設定した目的が達成されていない場合や、さらに新たな目的を設定する場合は、必要なアクティビティに戻り、本プロセスを繰り返す。

要求が獲得できたと判断した場合は、結果を文書化する。

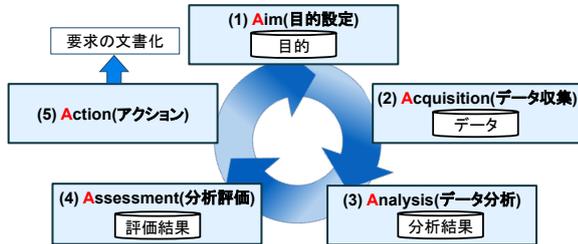


図 2 A\*プロセス

Figure 2 A\* Process.

## 6.2 D2RE のメタモデル

提案する D2RE が対象とするデータのメタモデルを図 3 に示す。一つの目的に対して収集するデータは複数ある。一方、データの種類に対して複数の目的を達成する必要がある場合がある。一つの目的に対して分析結果は一つであり、一つの分析結果に対して目的は一つである。

一種類のデータに対して様々な分析が行えるため分析結果は複数ある。逆に、一つの分析結果を抽出する際に複数のデータを分析する場合も考えられる。

一つの分析結果に対してその評価は一つであるが、複数の分析結果から一つの評価を得ることもある。評価結果から、設定した目的と照合し、得たい要求の獲得の可否を評価する。

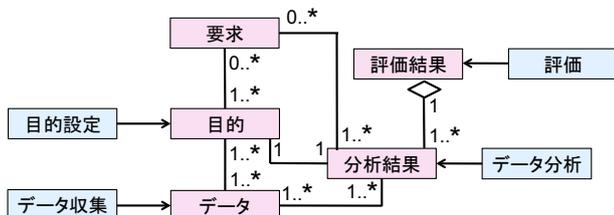


図 3 D2RE のメタモデル

Figure 3 Metamodel of D2RE.

## 6.3 D2RA (D2RE Analyzer)の参照モデル

D2RE の A\*プロセスに基づき、データ分析を実行するシステムを D2RA (D2RE Analyzer)と呼ぶこととする。図 4 に D2RA の参照アーキテクチャの構成例を示す。

データ分析を行うことで、何を明らかにしたいか、目的を明らかにする。そしてその目的を達成するために、企業内外に存在するデータのうち、どのようなデータをどのように分析すると良いかを考え、目的に適したデータを収集し、分析する。そしてその結果の評価を行い、目的が達成されていない、さらに分析が必要だと判断した場合は、データ分析に戻る。新たな目的の設定を行い、サイクルを回すことも可能である。

ビジネス活動から得られるデータは多様である。本稿で

は、D2RA で解析するデータを直接データと間接データに分類して扱う。

### (1) 直接データ

ビジネス活動から直接得られるデータを直接データと呼ぶ。例えば、工場の生産機械から送られる生産状況のイベント、機器の稼働状況のデータ、故障などのデータとそのログなどである。

### (2) 間接データ

ビジネス活動から得られる直接データに対して人が何らかの形で手を加えたデータである。例えば顧客からの要望レポートやメールなどのメッセージ、議事録などである。

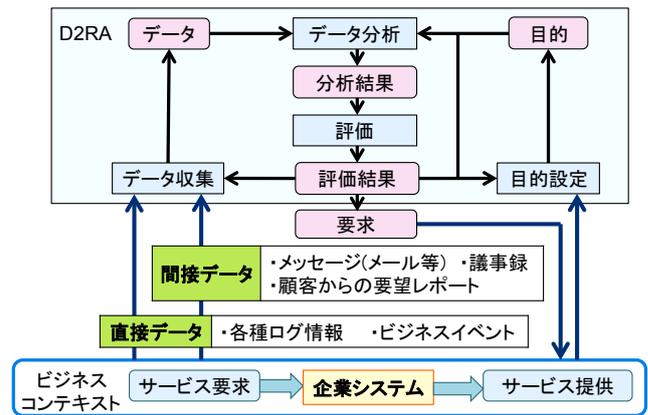


図 4 D2RA の参照アーキテクチャ

Figure 4 Reference Architecture of D2RA.

## 7. データ駆動ステークホルダ分析

本稿では多様なビジネスデータ中で、テキストデータに焦点を当て、さらに、データ分析の目的をステークホルダの特定、分析に焦点を当てた A\*プロセスの詳細化を行った。ステークホルダ分析をトップゴールとして、それに対して 3 個のサブゴールを設定し、詳細化した A\*プロセスを 3 回繰り返した結果を、それぞれ 7.1 から 9.2 に示す。

さらに、この詳細化した A\*プロセスを実際の公共サービス開発の議事録に適用し、分析した。本議事録は、管理職が中心となり、「データカタログサイトの記載比率向上」システムの要求定義に関する 5 回の会議で話し合われた内容を文書化した、約 3,000 文字のデータである。これを、以後、議事録データと呼ぶ。

### 7.1 発話記録の可視化

#### 7.1.1 A\*に基づく分析プロセス

議事録データから発話構造の可視化プロセスを図 3 に示す。「発話構造の可視化」をデータ分析の目的とし、「主語」、「動詞」、「目的語」のトリプルで内容を表現し、その構造をグラフで可視化する。

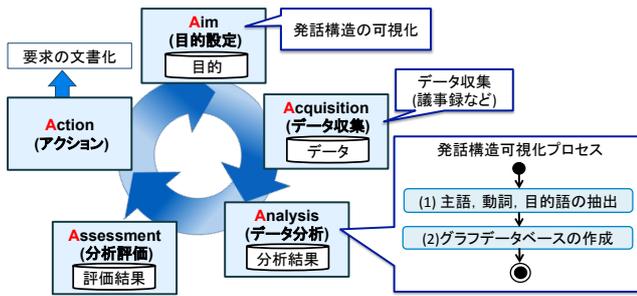


図 5 発話記録の可視化プロセス

Figure 5 Visualization Process of Speech Record.

(1) 主語, 述語, 目的語の抽出:

日本語係り受け解析器 CaboCha を用いて, 「主語」, 「述語」, 「目的語」のトリプルを抽出する.

(2) グラフデータベースの作成:

アクティビティ(1)で抽出したトリプルから, 発話構造のグラフデータベースを生成する. 例えば, 「A さんは情報を管理する」という文があり, (1)で主語として「A さん」, 述語として「管理する」, 目的語として「情報」のトリプル[15]を抽出した場合, 図 6 に示すグラフを生成できる.

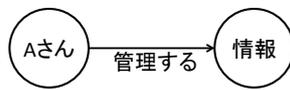


図 6 トリプルグラフ

Figure 6 Triple Graph.

7.1.2 発話記録可視化のプロトタイプ

図 4 に示した D2RA のアーキテクチャに基づき, データの収集から分析を支援し, グラフデータベース生成するプロトタイプの構成を図 7 に示す.

日本語係り受け解析器である CaboCha[2]モジュールの拡張を Ruby で実装した. これを用いて, テキストから主語, 述語, 目的語のトリプルを抽出する. それをもとに neo4j[12]を用いてグラフデータベースを生成する. Neo4jRestClient を用いて iPython notebook で Python から neo4j に接続する. neo4j のクエリ言語として Cypher を用いている.

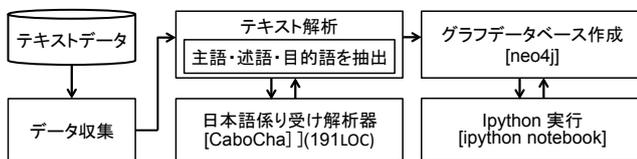


図 7 プロトタイプ構成図

Figure 7 Prototype Framework.

7.1.3 可視化への適用

議事録から抽出したトリプルを用いて生成した発話グラフを図 7 に示す. データカタログサイトに関するテーマで話し合われているため, 様々な種類のデータが話題になっている. 黄色ノードがそのような対象業務システムに関わるデータ, 緑が発話記録に記載されたステークホルダ, 青

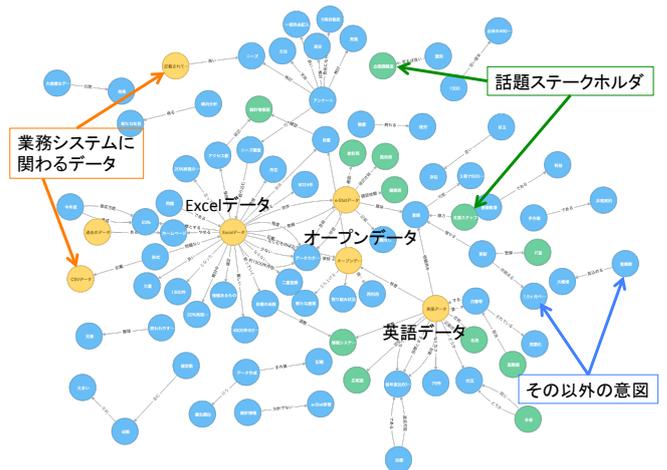


図 7 発話グラフ

Figure 7 Speech Graph.

色がその他の発話者の関心事, 意図を表している. 本グラフから, オープンデータと直接つながる黄色のノードは Excel データと英語データであったことから, Excel データと英語データをオープンデータとして記載したいのではないかという意図を推定ができる. また, Excel データに直接つながるノードが多いことから, 特に Excel データに関する議論が活発に行われていることがわかった. さらに, Excel データ周辺をクエリによって抽出し, 詳細に分析すると, 「問題である」, 「厳しい」といったネガティブな表現が多いことがわかった. このことから, Excel データをオープンデータとしてデータカタログサイトに記載するにあたって, 何か問題が生じている, あるいは生じる可能性があるかと推定できる.

7.2 データ駆動発話者ステークホルダ分析

7.2.1 A\*に基づく分析プロセス

「発話者ステークホルダの特定」を目的とし, 各発話者の発話意図に着目することで, 発話者とその間の関係を構造化する.

ステークホルダであると考えられる発話者を, ここでは発話者ステークホルダと呼ぶこととする.

(1) 発話内容の分類:

発話を句点で分け, 語尾に着目することで, 発話の目的を特定して発話意図を分類する. 対象とする議事録を含む約 200 件の発話記録の分析を行い, 意図を「報告」, 「示唆」, 「要望」, 「問い」, 「受入」, 「返答」の 6 つに分類した (表 1). 発話ごとに分類をメタデータとして付加した.

表 1 発話意図の分類例

Table 1 Classification Example of Speech Intention.

分類	例
報告	～である. ～<名詞>. ～した(過去形).
示唆	～良い. ～と考える. ～と思われる.

(2) 各発話内容への重み付け:

発話の種類によって, プロジェクトの計画や実行の変更への影響度が異なると考えられる. このため, 分類した各

発話の影響度を分析し、表2に示す重みを付けた。各発話意図の重みは、6種の合計が100となるように配分した。例えば、「報告」は現時点での事実報告を行っており、今後に対する新たな意見は含まれないと判断し、低い重みを付けた。これに対し、「示唆」はある事項に対する意見や、新たな視点で発話しているため、プロジェクトに対して大きな影響を与える可能性があるかと判断した。

表2 発話意図の重み

Table 2 Weighted of Speech Intention.

発話意図	報告	返答	受入	問い	要望	示唆
語尾例	である	その通り	検討する	か	たい	良い
重み	5	5	15	15	20	40

(3) 影響度と関与度の算出:

各発話者に対して影響度と関与度を算出する。

発話者が多いほどプロジェクトに大きく関与していると仮定し、関与度を式(1)で定義する。

影響度は発話意図の重みと発話数を用いて式(2)で定義する。

$$\text{関与度} = \frac{\text{特定発話者の全発話数}}{\text{全発話数}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{影響度} = \frac{\sum (\text{各重み} \times \text{特定発話者における各発話内容の全発話数})}{\text{特定発話者の全発話数}} \quad (2)$$

(4) 発話者ステークホルダマトリクス作成:

算出した関与度と影響度を用いて発話者ステークホルダマトリクスを作成する。

7.2.2 発話者ステークホルダ分析への適用

図8は発話者毎に発話内容の頻度分布である。横軸が発話数、縦軸が発話者である。BとC、DとEの役割がそれぞれ類似していることが分かる。

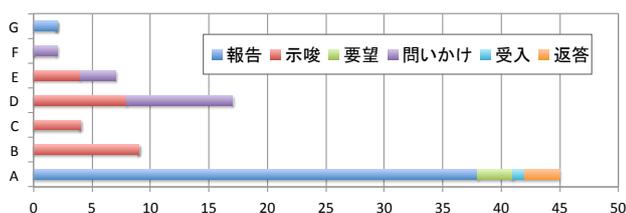


図8 発話者ごとの発話意図

Figure 8 Speech Intention per Speaker.

関与度と影響度の関係をステークホルダマトリクスに準じて図9に示す。左上の枠内に位置するAの影響度は低いため意思決定権は低いが、関与度が高いことからプロジェクトに大きく関与していることがわかる。よって、Aはプロジェクトを進める上で、重要な人物であると判断できる。右下枠内に位置する、赤丸内に該当する4人の発話者の重要度は高くないため、プロジェクトに大きな関与はしていないが、影響度が高く、計画や実行変更の決定に大きく影響を及ぼす集団であると判断できた。左下枠内に位置するGとFは、他の発話者と比べて関与度、影響度ともに低い

ため、積極的にプロジェクトに参加しているとは言い難い。

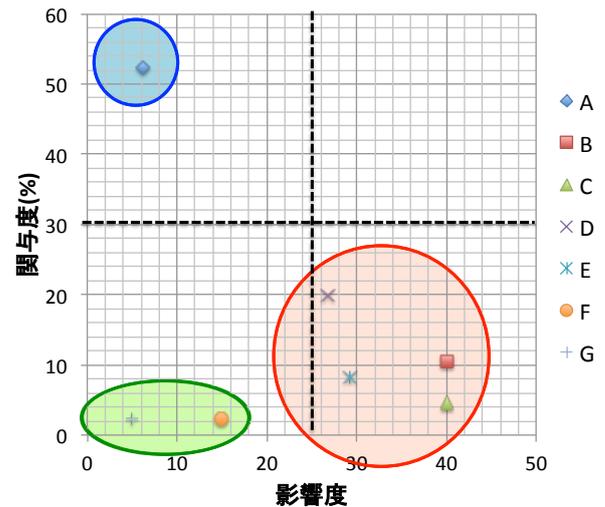


図9 関与度と影響度

Figure 9 Involvement Rate and Influence Rate.

7.3 データ駆動話題ステークホルダ分析

7.3.1 A\*に基づく分析プロセス

「話題ステークホルダ分析」をゴールとして設定し、話題ステークホルダとその間の関係を構造化する。

話題ステークホルダとは発話者ステークホルダの発話データに記載されている人や組織を指すこととし、発話者ステークホルダと区別する。

図10に発話者ステークホルダ分析と話題ステークホルダとの関係を示す。発話者ステークホルダの分析結果を用いて、発話記録から抽出した話題ステークホルダの分析を行う。さらに、発話者ステークホルダを対象とした、話題ステークホルダに関するアンケートを実施し、データ分析で明らかになった結果とアンケート結果を比較し、ステークホルダの特定や分析結果を評価する。

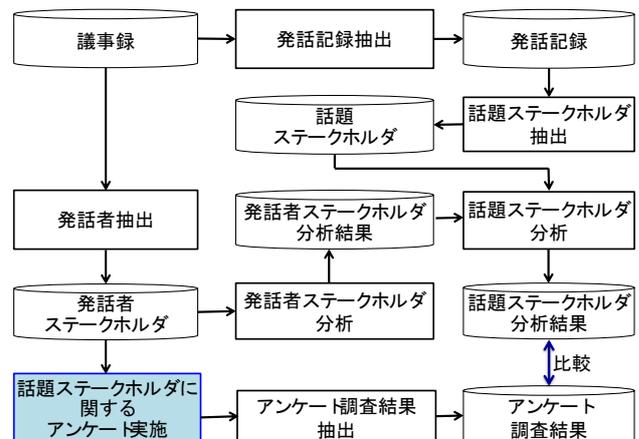


図10 ステークホルダ分析の関係

Figure 10 Relationship of Stakeholders Analysis.

(1) グラフデータベースへの情報付与:

7.1 で作成したグラフデータベースで発話者を表現するように発話者情報を付与する。各ノードを発話者の意図として、主語と目的語の各ノードに、発話意図の情報を関係とする有向グラフを付加する。例えば、「Aさんは情報を管理する」とXさんが発言したとする。この文の発話意図は報告と判断し、図11のように表す。

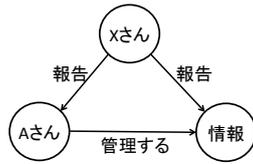


図 11 トリプルグラフ 2  
 Figure 11 Triple Graph 2.

(2) 測地線距離の算出:

ノード i からノード j までの最短経路の距離である測地線距離[14]を式(3)に示す。

$$\text{測地線距離} = d(i, j) \quad (3)$$

(1)で情報を付与した新たなグラフデータベースから、各ステークホルダと各発話者ステークホルダの測地線距離を評価する。図12に示す例では、話題ステークホルダであるAさんと発話者ステークホルダであるXさんは隣接している。

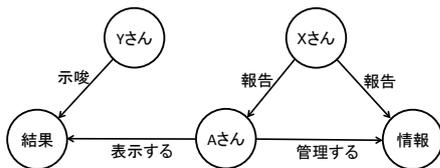


図 12 トリプルグラフ 3  
 Figure 12 Triple Graph 3.

るため、測地線距離  $d(A, X)=1$  である。それに対してAさんとYさんは「結果」ノードを媒介要素としており、測地線距離  $d(A, Y)=2$  となる。

(3) 重要度と期待度の評価:

(2)で求める測地線距離と、7.2 で求めた発話者ステークホルダの重要度と影響度を用いて、話題ステークホルダの関与度と期待度を求める。

発話者ステークホルダにおいて、関与度が高い人は会議で積極的に発言している人物であり、プロジェクトに大きく関与していることから、現状報告の発話が増えると考えられる。この発話の度合いを発話者ステークホルダ m の関与度を用いて、m による話題ステークホルダ n の重要度要素  $i(n, m)$  として式(4)で定義した。発話から得られた話題ステークホルダ n の重要度として、話題ステークホルダの関与度要素の平均として式(5)で定義した。関与度が高い発話者ステークホルダと近い関係にあるほど、現時点でプロジェクトに深く関わっていることを意味している。

$$\begin{aligned} i(n, m) &= \text{発話者ステークホルダ } m \text{ による話題ステークホルダ } n \text{ の重要度要素} \\ &= \frac{\text{測地線距離の総和}}{m \text{ との測地線距離}} \times m \text{ の関与度} \\ &= \frac{d(n, 1) + d(n, 2) + d(n, 3) + \dots + d(n, g)}{d(n, m)} \times m \text{ の関与度} \quad (4) \\ &= \frac{\sum_{j=1}^g d(n, j)}{d(n, m)} \times m \text{ の関与度} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i(n) &= \frac{\text{話題ステークホルダ } n \text{ の関与度要素の総和}}{\text{発話者ステークホルダ数}} \\ &= \frac{i(n, 1) + i(n, 2) + i(n, 3) + \dots + i(n, g)}{g} = \frac{\sum_{j=1}^g i(n, j)}{g} \quad (5) \end{aligned}$$

発話者ステークホルダの影響度とは、プロジェクトの計画や実行に対する意思決定に及ぼす影響度である。それを用いて、重要度要素と同様に期待度要素  $e(n, m)$  を式(6)で定義し、さらに、重要度と同様に期待度  $e(n)$  を式(7)で定義する。期待度は、影響度が高い発話者ステークホルダと近い関係にあるほど、今後プロジェクトに深く関わっていく可能性を示している。

$$\begin{aligned} e(n, m) &= \text{発話者ステークホルダ } m \text{ による話題ステークホルダ } n \text{ の期待度要素} \\ &= \frac{\text{測地線距離の総和}}{m \text{ との測地線距離}} \times m \text{ の影響度} \\ &= \frac{d(n, 1) + d(n, 2) + d(n, 3) + \dots + d(n, g)}{d(n, m)} \times m \text{ の影響度} \quad (6) \\ &= \frac{\sum_{j=1}^g d(n, j)}{d(n, m)} \times m \text{ の影響度} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e(n) &= \frac{\text{話題ステークホルダ } n \text{ の期待度要素の総和}}{\text{発話者ステークホルダ数}} \\ &= \frac{e(n, 1) + e(n, 2) + e(n, 3) + \dots + e(n, g)}{g} = \frac{\sum_{j=1}^g e(n, j)}{g} \quad (7) \end{aligned}$$

(3) 発話者ステークホルダマトリクス作成:

議事録データから得られた重要度と期待度を用いて話題ステークホルダマトリクスを作成する。

7.3.2 話題ステークホルダ分析への適用

図7に発話者を赤色ノード、発話内容をラベルとして付与した結果を図13に示す。Cypher クエリを用いて、各発話者ステークホルダと各話題ステークホルダとの測地線距離を求め、さらに、発話者ステークホルダの関与度と影響度を用いて、話題ステークホルダの重要度と期待度を求めた。その結果を図14に示す。

右上の枠内に位置する「各局」は、重要度、期待度共に高く、現在も今後もプロジェクトに大きく関与することが推定できることから、プロジェクトを進める上で重要な組織であることが分かる。左上の枠内に位置する赤丸で囲まれた「U局」、「V局」、「W局」、「P部」、「Q課」、「R室」、「S室」、「T室」、「Xスタッフ」、「Y」は、重要度が高いため现阶段でプロジェクトに大きく関わっており、大きな役割

を果たしているとは判断できる。しかし、期待度は高くないため、今後その役割は低下する可能性がある。右下に位置する「Z室」は、重要度は低く、プロジェクトに対して大きな役割を果たしているとはいえないが、期待度が非常に大きいため、今後プロジェクトに大きく関わり、重要な役割を果たす可能性があると考えられる。また、各局には「U局」や「V局」、「W局」が含まれている。本プロジェクトには各局が重要なステークホルダであるが、特に先述した3つの局が注目されていることが推測できる。

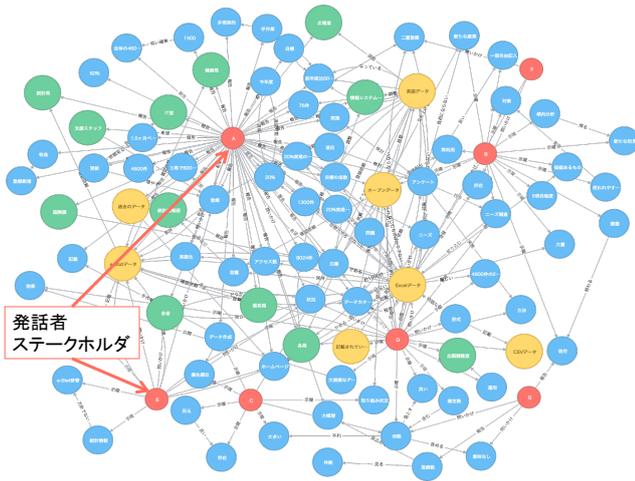


図 13 発話者付き発話グラフ

Figure 13 Speech Graph with Speaker.

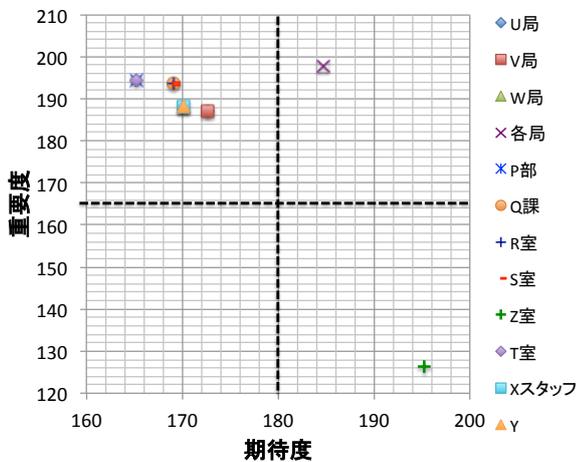


図 14 重要度と期待度

Figure 14 Importance Rate and Expectation Rate.

## 8. 評価

実際に発話者ステークホルダを対象に話題ステークホルダの重要度に関するアンケート調査を行った。調査結果とデータ分析結果の比較を表3に示す。アンケート調査は、発話者ステークホルダとして特定した7人のうち6人の協力を得た。表3に各発話者が答えた話題ステークホルダの重要度を示している。さらに、発話者ごとの影響度を考慮し、影響度による重みを付け(表4)、加重平均を求めた。ア

ンケート調査結果は、プロジェクト全体を通しての評価であると判断し、データ分析結果は、重要度と期待度を5段階で評価し直した結果(表5)と、その平均を示している。アンケート結果、あるいはデータ分析結果で得られなかった話題ステークホルダに関しては、斜線で示している。

アンケート調査結果とデータ分析結果を比較するため、図15に散布図をとって示す。

表 3 アンケート調査結果とデータ分析結果の比較

Table 3 Comparison of Survey Result with Analysis Result.

話題 ステークホルダ	データ分析結果			アンケート調査結果						
	平均	重要度	期待度	加重平均	B	E	D	F	A	G
各局	4.5	5	4							
P部	3.5	5	2	3.9	4	4	4	4	5	4
Q課	4	5	3	4.5	2	3	3	2	3	
R室	4	5	3	3.7	2	2	2	3	3	2
S室	4	5	3							
T室	3.5	5	2	4.2	4	4	2	4	3	3
U局	3.5	4	3	3.9	3	3	4	4	4	3
V局	3.5	4	3	4	4	4	4	4	4	4
W局	3.5	4	3	4	4	4	4	4	4	4
Xスタッフ	3.5	4	3							
Y	3.5	4	3							
Z室	3	1	5							
K局				4.1	4	4	4	4	4	3
L局				4	4	4	4	4	4	4
M局				4	4	4	4	4	4	4
N局				4	4	4	4	4	4	4
O室				3.7	2	2	2	3	3	2

表 4 発話者ごとの重み

Table 4 Weighted per Speaker.

	B	E	D	F	A	G
影響度	40	30	27	15	6	5
影響度による重み	8	6	5	3	1	1

表 5 5段階評価

Table 5 Five-Grade Evaluation.

重要度と影響度	~159	160~	170~	180~	190~
5段階評価	1	2	3	4	5

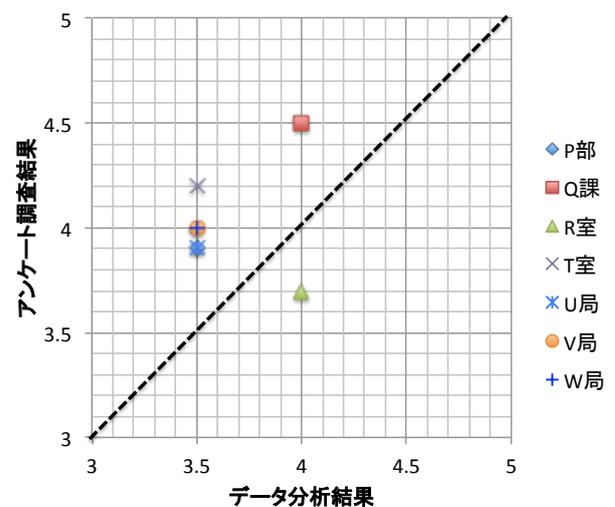


図 15 データ分析結果とアンケート調査結果の比較

Figure 15 Comparison of Survey Result with Analysis Result.

縦軸がアンケート調査結果から得た加重平均値, 横軸がデータ分析結果から得た平均値である.  $y < x$  領域に位置する R 室は, アンケート調査結果よりもデータ分析結果で重要であると判断されている. 逆に,  $y > x$  領域に位置する 6 つのステークホルダは, アンケート調査結果で, より重要であると判断された.

## 9. 考察

議事録データを分析し, トリプルとして表現することにより会議内容の構造を可視化した. さらに, 議事録データの分析から発話者ステークホルダと話題ステークホルダの識別を行い, ステークホルダマトリクスを生成することで, ステークホルダの役割の特定と構造化が可能となった.

### 9.1 D2RE の妥当性

ビジネスアナリティクスなどのデータ分析技術を要求獲得へ導入する D2RE のフレームワークを提案し, その具体的プロセスを提案し, あわせて, 支援ツール D2RA のアーキテクチャを提示し, フレームワークの実現可能性を示した. これにより, 本稿は要求工学の新たなアプローチとその効果を示した点で意義があると言える.

### 9.2 ステークホルダ分析の妥当性

従来のステークホルダ分析は人手で行っていたが, データとその分析に基づき, ステークホルダのプロジェクトへの関与を合理的に分析可能となった.

しかし, 主語と述語の対からステークホルダを抽出できない場合がある. また, 同一ステークホルダであっても, 異なる名称で表現されていることがあるという課題があることも明らかとなった.

### 9.3 従来の要求工学と提案方法の比較

人手で要求獲得を行う従来の方法と比べ, 人手に加えてデータ分析を行うことで, 主観的な発言などに頼る要求獲得を回避し, より妥当な要求を獲得し, 獲得する要求の品質向上を図ることができると考えられる.

## 10. 今後の課題

今後, 下記の課題を検討する必要がある.

- (1) 自然言語の表現が複雑であった場合, うまくトリプルを抽出できない場合があったため, 情報の抽出方法を再検討する必要がある.
- (2) ステークホルダなどの名称が異なる場合でも一意に識別できるよう, メタデータとして情報を付与し, 一元管理できるようにするなど, データ品質の向上を検討する必要がある.
- (3) 機械学習などを適用したデータ解析を応用し, より大量のデータを効率的に分析できる方法を検討する.

## 11. まとめ

ビジネスアナリティクスに基づく要求獲得方法 D2RE の概念と, そのプロセスとして, 5 つのアクティビティを繰り返す A\*プロセスを提案した. さらに, データに基づくステークホルダ分析の詳細なプロセスを定義した. このプロセスを, 実際の公共サービス開発の議事録データへ適用し, ステークホルダの特定とその構造を明らかにした. このため, 提案方法を支援するツール D2RA のプロトタイプを開発し, ステークホルダの構造をデータから生成したグラフ上で定量的に評価する方法を提案し, ステークホルダマトリクスを生成可能として.

さらに, 公共サービス開発の管理者にアンケート調査を行い, 人手によるステークホルダと提案方法により特定したステークホルダとを比較し, 提案方法の妥当性, 有効性を示した.

本研究は, ビジネスアナリティクスを要求工学へ応用し, 要求工学の新たなアプローチとその実現技術を提案した点で, 意義があると考えている.

**謝辞** 議事録データをご提供頂いた伊藤忠テクノソリューションズ株式会社の野村典文氏と関係各位に感謝する.

## 参考文献

- [1] 青山 幹雄, ほか, 動的利害相互作用に基づくステークホルダ分析方法の提案と節電問題への適用評価, コンピュータソフトウェア, Vol. 30, No. 3, pp. 102-108.
- [2] CaboCha, Yet Another Japanese Dependency Structure Analyzer, <http://taku910.github.io/cabocha/>.
- [3] V. Dhar, Data Science and Prediction, CACM, Vol. 56, No. 12, Dec. 2013, pp. 64-73.
- [4] J. R. Evans, Business Analytics, 2<sup>nd</sup> ed., Pearson, 2015.
- [5] 藤本 玲子, ほか, データ駆動要求工学 D2RE の提案, FOSE2015 論文集, Nov. 2015, pp. 109-114.
- [6] A. Ghose, et al., Data-Driven Requirements Modeling: Some Initial Results with i\*, Proc. of APCCM 2014, Jan. 2014, pp. 55-64.
- [7] 位野木 万里, 要求獲得におけるステークホルダ識別手法の実適用評価, 情報処理学会デジタルプラクティス, Vol. 4, No. 4, Apr. 2013, pp. 152-160.
- [8] JISA REBOK 企画 WG(編), 要求工学知識体系(REBOK), 第1版, 近代科学社, 2011.
- [9] J. Liebowitz (ed.), Big Data and Business Analytics, CRC Press, 2013.
- [10] S. L. Lim, D. Quercia, and A. Finkelstein, StakeNet: Using Social Networks to Analyse the Stakeholders of Large-Scale Software Projects, Proc. of ICSE 2010, Vol. 1, ACM, May 2010, pp. 295-304.
- [11] S. Nalchigar et al., From Business Intelligence Insights to Actions, Proc. of PoEM 2013, Nov. 2013, pp. 114-128.
- [12] neo4j, Neo Technology, 2016, <http://neo4j.com/>.
- [13] H. Sharp, et al., Stakeholder Identification in the Requirements Engineering Process, 10<sup>th</sup> Int'l Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA), 1999, pp. 387-391.
- [14] S. Wasserman and K. Faust, Social Network Analysis, Cambridge University Press, 1994.
- [15] W3C, RDF, <https://www.w3.org/RDF/>.