

# データ分析プロジェクトにおける合理的な顧客提案への ナレッジグラフ活用

松本 茂紀<sup>†</sup> 中川 弘充<sup>†</sup> 原田 邦彦<sup>†</sup> 田中 剛<sup>†</sup>

<sup>†</sup>(株) 日立製作所 研究開発グループ 〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地

E-mail: <sup>†</sup>{shigenori.matsumoto.ru,hiromitsu.nakagawa.pc,kunihiko.harada.rx,tsuyoshi.tanaka.vz}@hitachi.com

**あらまし** 近年、データ分析が社会的に大きく期待されているが、顧客に対し合理的かつ効果的な分析方針を提案できず、経営価値にうまく繋がらないケースが少なくない。具体的には、ビジネス理解やデータ理解が十分できず場当たりの対応に陥るため、効果ある施策の立案に至らず、案件の遅延や手戻りに繋がることがしばしば起きる。そこで、ビジネス理解やデータ理解に向け、3種類の情報の繋がり(顧客とステークホルダーの関係性、経営課題と業務課題の関係性、業務プロセスとデータの関係性)をナレッジグラフとして体系的に整理し、一気通貫して分析案件に活用できるよう関係者間で共有する仕組みを提案する。標準的な産業分野のうち6分野に適用し、どの分野においても効果的な提案が立案できた。これにより、効果的な施策候補を複数創出し、関係者間での合理的な分析方針を提案できる効果が得られた。

**キーワード** カスタマーバリューチェーン、バリューグラフ、機能ブロック、ナレッジグラフ、分析プロセス支援

## 1. はじめに

近年デジタル化への関心が高まり、人手不足とデジタル化の遅れによる非効率なビジネスプロセスを改革すべく、デジタルトランスフォーメーション(DX)への投資が増加している[1]。業務変革による生産性向上やビジネス変革による顧客価値創出への期待感から、デジタル化に消極的であった企業でもDXを活用する契機となっている。このような急速な変化に対応し、最先端のデジタル技術を使いこなすスピード感を持って価値を生み出すために、データ分析技術が重要である。

デジタル化による業務変革を実現するには、明確な目的意図を持った取り組みが必要となる。一方で、取得すべきデータや、その利用価値に関する具体的なイメージが湧かず、探索的に取組課題を検討する状況も多い。このような場合には、顧客の経営課題に資する分析提案を導き出せるかが重要であるが、分析者の都合に合わせた場当たりの提案に陥ると、遅延や手戻りに繋がり機会損失を招く恐れがある。

遅延や手戻りは、図1に示すような提案からトライアルの各段階で発生すると考えられ、下記のようなシチュエーションが想定される。

- 引き合いや提案時に、技術の有効性や必然性を理解されぬまま提案の合意が得られず遅延
- トライアル時に、問題解決するための適切な分析手法がすぐ引き出せず遅延
- 分析報告時に、分析結果と顧客が真に期待する効果との間に齟齬が生じ手戻り
- 検討の継続時に、次々に要望や問題が増えてしまい真に達成すべき課題に到達せず手戻り

これらを解消するには、顧客課題を分析し適切に理解し、効果が高い解決策を立案することが重要である。

本論文では、これを実現するための適切な要件定義を目的としたナレッジ活用方法について述べる。2章では関連研究について述べ、続く3章、4章ではビジネス理解およびデータ理解にそれぞれ求められる情報の抽出方法を、5章ではそれらのナレッジグラフを作成する方法をそれぞれ述べる。6章では実際のデータ分析案件での適用方法を述べ、その活用効果を7章で述べる。

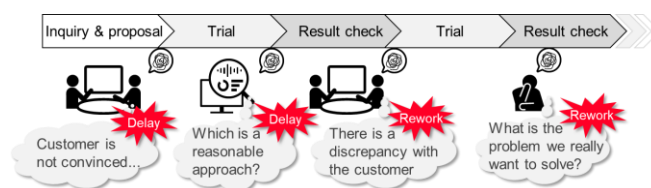


図1 データ分析案件の遅延や手戻り

## 2. 関連研究

データ分析などのプロジェクトを計画し実行するためのフレームワークとして、ビジネス理解、データ理解、データ準備、モデリング、評価、展開の6つのフェーズで案件を整理するCRISP-DM (CRoss-Industry Standard Process for Data Mining)が現在でも広く受け入れられている[2]。最初に検討すべきビジネス理解とデータ理解のフェーズは、データ分析の要件定義をする上で最も重要であるが、一般にプロジェクトの中で許容される時間はビジネス理解で5%程度、データ理解で20%程度と短い[3]。

ビジネス理解については、経営課題や業務課題の明確化が必要である。これらについてはデータ分析に限らず、デザイン思考やシステム思考のワークショップを通じ、様々な分析手法が利用されている[4]。データ理解については、データがどのような条件や方法によって取得されたものか、問題解決に十分なデータの質、量であるかの検討が必要である。これらを判断するには、上記の業務課題の理解に加え、業務プロセスの理解および現場のノウハウや知識が要求される。業務プロセスの分析アプローチとして、PReP(Products Relationship Process)モデル[5]が挙げられる。ビジネス理解やデータ理解によって要件定義がなされた後は、データ準備やモデリングのフェーズで適切な分析手法を設計する。手法設計には、分析用途から技術を選択するAIマップ[6]や、データの種類や量から技術を選択するチートシート[7]などが活用できる。

上記の通り、要件定義や手法設計に関する様々な方法論が提案されており、データ分析案件へ取り組む際に参考になる部分も多い。実際の案件では、各方法で論じられるいずれの情報も重要であり、それらを組み合わせて総合的に判断することが求められる。しかし実際には、引き合い、提案、分析、評価といった案件のフェーズごとに、利用する手法やユーザが異なる場合が多い。各々の情報を組み合わせるにも、情報量や情報の粒度も異なるため、全体を俯瞰し総合的に判断するのは、ユーザの主観的判断に委ねられている。そこで、それぞれ利用シーンの異なる情報を連結する部分を明らかにし、グラフデータとして情報の連鎖を考えることで、システムティックにデータ全体を俯瞰できる方法が必要であると考え、検討を開始した。

本論文では、様々な分野のデータ分析案件に広く展開できる形で体系化するため、ビジネス理解とデータ理解および手法設計に必要な情報を抽出し分析するための3種類のナレッジグラフを活用した分析方針の提案方法を考案した。

### 3. ビジネス理解に求められる情報の抽出

データ分析の要件定義には、前述の通りCRISP-DMにおけるビジネス理解とデータ理解のフェーズが重要である。ビジネス理解の一番の目的は、データ分析により達成したい顧客の経営課題を明確にすることである。ただし、その課題を達成する上で、ビジネス上の利害関係(最終消費者、パートナー企業、法規制など)を無視してしまうと思わぬ損失に繋がる場合がある。そこでビジネス理解には、顧客のビジネスに関わるステークホルダーの関係性を分析する手法と、経営課題からデータ分析課題の繋がりを分析する手法の双方を用いることが有効であると考えた。

### 3.1. ステークホルダーの関係性

ステークホルダーの分析手法として、Customer Value Chain Analysis(CVCA)[8]が挙げられる。このような手法を用い、データ分析に影響を及ぼすと思われる以下の情報を整理することが目的となる。

- 顧客事業に最も影響するステークホルダーは誰か
- データ分析結果は顧客の顧客に影響を与えるか
- ステークホルダーが互いにwin-winになれるか

検討すべきステークホルダーの一つは、規制や規格など強制力の強いルールを決定する機関で、利用可能なデータや分析内容に関する制約条件となる場合がある。もう一つはエンドユーザーで、最終的にモノやサービスの価値を決める存在であり、新たなニーズの源泉でもある。そこで、検討すべき全てのステークホルダーを列挙し、利害関係を図2のようなグラフ構造で整理する。ノードはステークホルダー、エッジは向きを有しており、価値(お金、モノ、サービス、リソースなど)の流れを表している。これにより、顧客の課題のみに注目した場合に見落としがちな、重要なステークホルダーとの関係を顕にし、データ分析のリスクや価値を事前に把握しておくことが、手戻りの解消に繋がると考えられる。

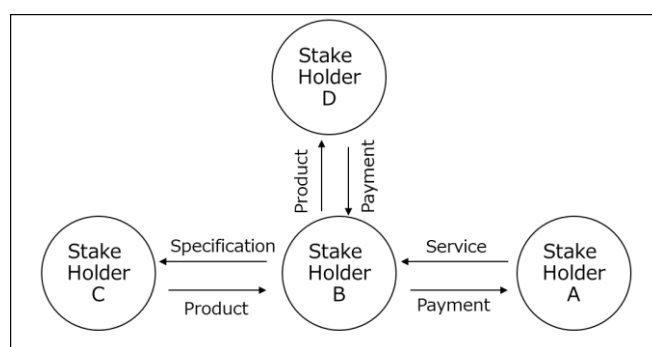


図2 ステークホルダー間の関係性グラフ

### 3.2. 経営課題からデータ分析課題までの関係性

新たにデジタル化を推進する場面において、提示される課題は必ずしも整理されたものではなく、時として現場レベルの困り事である場合がある。データ分析に費やせるリソースは有限であるため、経営課題達成のボトルネックを解消するような、提供価値を最大化する分析目標を設定すべきである。そこで、上位の事業課題から具体的な施策レベルの課題への繋がりを把握する手法である、バリューグラフ[9]やKPI(Key Performance Indicator)ツリーなどが課題分析に有効である。経営課題を達成するためには、データ分析と対立する解決策や、相反する目標設定などが存在するケースは少なくない。そのような問題には、複数仮説の立案や、アイディアの飛躍など問題解決の解空間を広

げることが有効であり、これを促す方法がバリュエグラフである。

バリュエグラフでは、製品やサービスの価値を起点に、「なぜ」や「どうやって」を深堀した因果関係のグラフを作成することで、価値の本質を明らかにしていく。顧客にとってデータ分析を活用する価値の本質は、企業の経営課題達成に他ならない。つまり、データ分析を活用して検討したい課題を「なぜ」達成したいのかを再帰的に辿ることで、上位のノードは経営課題に集約されるはずである。また、課題を「どうやって」達成するのかを再帰的に分解していくことでデータ分析すべき詳細課題に繋がるはずである。バリュエグラフの枠組みをベースに、このような課題の階層性を考慮し、経営課題、業務課題、分析課題といった階層構造を取り入れる形で整理する。

上位に経営課題、下位に分析課題を配置し、因果関係を線で結ぶことで、図3のようなグラフ構造で課題間の関係が可視化される。上から下へは「どうやって」の繋がりになっており、下から上へは「なぜ」の繋がりになっている。各ノードは階層ごとの課題になっており、エッジは実現方法の因果を表している。

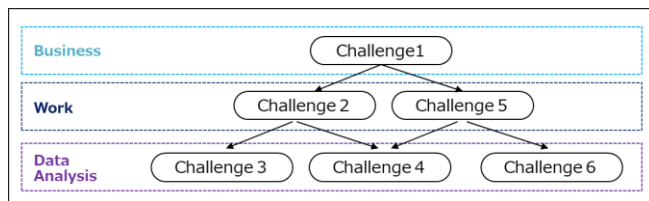


図3 経営課題から分析課題の関係性グラフ

#### 4. データ理解に求められる情報の抽出

データ理解の目的は、問題解決に十分なデータの質や量であるかを明確にすることである。これらを判断するには、分析の対象となる業務プロセスの理解や、現場知識が要求される。特に業務プロセスに対し以下の点を明らかにすることが必要である。

- AsIs と ToBe の差異や、変化を妨げるボトルネック
- 課題を達成するために実行可能な施策ポイント
- 各プロセスの実行に関与する要素

これらを分析し、注目すべきプロセスと関連するデータ、および取得可能性や取得すべき値の範囲などが明らかになることで、分析に必要な質や量を確保できるかの検討が行える。プロセスの記述方法として、PReP, UML (Unified Modeling Language)[10], BPMN (Business Process Model and Notation)[11], 機能ブロック図[12]などが挙げられる。特に、上記3点についてエンジニアリングの分野で活用されている機能ブロック図をベースに検討した。

工業製品は多くの部品によって構成されており、個々の部品が果たす機能が連鎖的に動作することで全体として大きな機能を果たしている。機能とは、ある部品やシステムが受け付ける入力を、何かしらの処理により変換し出力する役割のことを意味している。出力の品質をノイズ因子や制御因子を考慮して設計することがノウハウであり、ノウハウを記述する方法として P-diagram(Parameter diagram)[13]が用いられている。この機能の概念を、「モノや事象に対し状態変化を引き起こす役割」であると解釈を拡張すると、業務プロセス、人間行動プロセス、更には自然現象プロセスなどもある程度小さな機能に分解可能であり、一連のプロセスをそれら機能の連鎖として記述できると考えた。

機能ブロック図のように、プロセス内の分解可能な各機能をノードとし、時間の流れ方向を表すエッジで連結し、P-diagram のようにノイズ因子および制御因子を各ノードに関連付けることで、図4のようなグラフ構造を作成する。なお、ここではノイズ因子を、制御できない環境に依存する因子と捉え、環境因子と呼称する。図では環境因子は雲形のアイコン、制御因子は菱形のアイコン、プロセスは長方形で表示した。

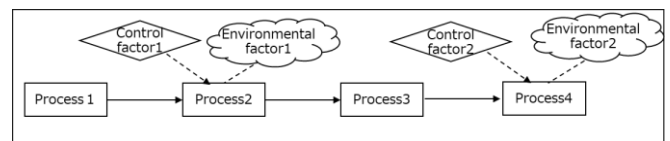


図4 業務プロセスとデータの関係性グラフ

#### 5. ナレッジグラフの作成方法

ビジネス理解やデータ理解のための情報は、要素とそれらの繋がりとして共通的に表現でき、階層の深さや要素の繋がり順序など、構造情報を活用することで問題解決の解空間を広げることができるため、グラフデータ構造で蓄積することの利便性が高い。更に、人間の知識構造は概念のネットワーク構造として長期記憶されており、ある概念のノードが活性化すると繋がりの強い概念が連鎖的に想起させられるという活性拡散モデル[14]として考えられている。そのため、情報の認知速度を高めるためにも、意味の繋がりを示すグラフ構造で視認するのが望ましいと考えた。

グラフ構造の情報構造として、Resource Description Framework(RDF)や Labeled Property Graph(LPG)がある。RDF は主語-述語-目的語の関係にある意味の繋がりを、主語と目的語をノードとし、述語をエッジとして表す方式である。一方 LPG は、ノードとエッジそれぞれにプロパティをもたせる事ができ、ノードは内部構造を持つことも許容される方式である。前述の3つのグラフのノードやエッジに持たせる意味を考慮し、LPG の

方式を採用した。実際にデータを蓄積する方法として、グラフ DB の利用も考えられるが、プロトタイプ段階では図 5 に示す JSON 形式でグラフ構造を記述することにした。

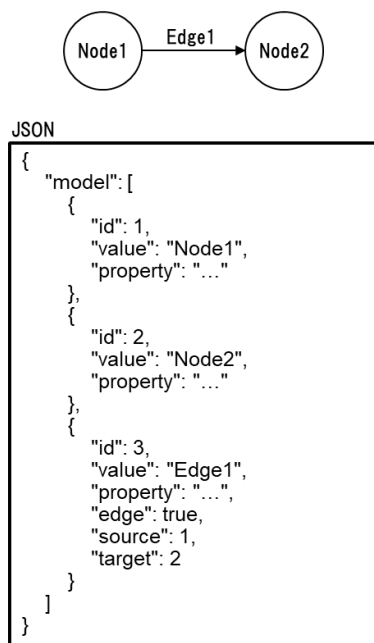


図 5 JSON 形式のグラフデータ構造

前述の 3 つのグラフ、顧客とステークホルダーの関係性グラフ（以降、ステークホルダーグラフ）、経営課題と業務課題の関係性グラフ（以降、課題グラフ）、業務プロセスとデータの関係性グラフ（以降、プロセスグラフ）は互に関連する情報を有している。この関連性を、ノードのプロパティとして持たせることで、各グラフ間で情報を連結することができる。これらの繋がりの一例を図 6 に模式的に示す。

まず、ステークホルダーグラフと課題グラフ間の連結を考える。ステークホルダーグラフの顧客ノードに関わるエッジは、事業目標に資する価値を表しているため、達成すべき課題と関係しているはずである。そのため、課題グラフのいずれかの課題ノードへの参照をプロパティとして設定した。一方、課題グラフの各ノードは、顧客および顧客にとって重要なステークホルダーへの価値に繋がっているはずである。そのため、各課題ノードにはステークホルダーグラフのいずれかのステークホルダーノードへの参照をプロパティとして設定した。

次に、課題グラフとプロセスグラフ間の連結を考える。各課題を達成するにあたり、考慮すべき情報や制御すべき項目があり、数値目標が設定される場合もある。これらは、対象とする業務プロセス上のいずれかの場所やタイミングでプロセスに関与している因子の

はずである。そのため、プロセスグラフ中のいずれかの因子への参照をプロパティとして設定した。

最後に、プロセスグラフとステークホルダーグラフ間の連結を考える。プロセスグラフの各ノードは、何かしらの処理を表しており、主体的もしくは客体的に関与する人物が居るはずである。そこで、ステークホルダーグラフ内のいずれかのステークホルダーノードへの参照をプロパティとして設定した。

エッジにプロパティを持たせることで、ステークホルダー間の価値を記述するだけでなく、課題の関係性グラフにおいて複数の解決手段がある場合の優先度を決定する際にも有効である。上位課題に対する実現方法には、実現可能性や、USG(Urgency, Seriousness, and Growth)などで用いられる緊急性、重要度、発展性などの複合的な判断要素がある。各エッジにこれらの指標を、5 段階評価などで数値化することで、注力すべき課題を定量的かつ合理的に判断する材料として活用することができる。

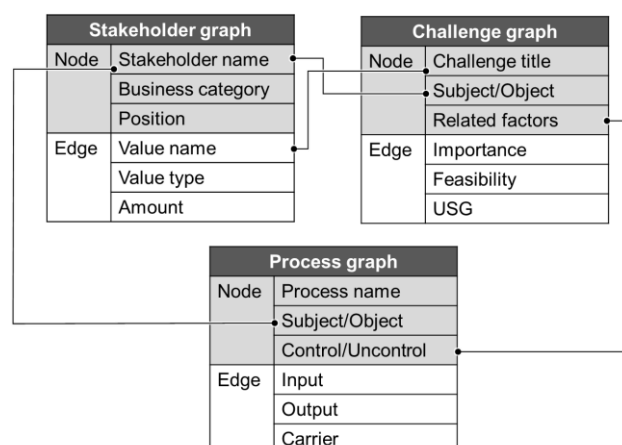


図 6 各グラフの有する情報間の繋がり

## 6. 実際のデータ分析案件での適用方法

相互に連結された 3 つのグラフデータを活用することで、システムティックに情報を俯瞰することができるようになった。この情報を蓄積し活用することで、効果的な施策立案や合理的な方針提案を行う 3 つの方法を検討している。

### 複数課題の中から重要課題を抽出する方法

実際の案件において情報の整理を行うと、考慮すべきステークホルダーが多く、業務プロセスも複雑であるため、課題グラフは大きな構造を有することが多い。そのため、立場によって重要視したい課題が異なり、対立した目標が生じることもある。そこで、前章で導入した優先度の数値化を活用できる。

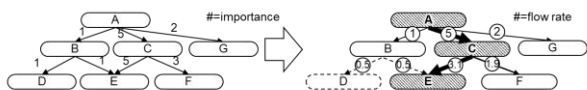
各階層間の課題の繋がりや優先度については、立場



の違うステークホルダーが各々判断し定量的な評価値を決定することができる。そうした値を用い、グラフ上に source と sink を適切に設定し最大流問題を解くことで、経営課題から分析課題まで一貫して優先度の高い重要課題のパスを算出することができる。図 7 の上図に一例を示す。重要課題を視認しやすいように、エッジの太さや濃さで強調表示している。逆に、重要でない部分構造は、見通しを良くするために表示しないことも可能である。

一方、分析や業務上の制約などにより、上記の最重要課題に取り組むことができない場合も考えられる。その際の代替案候補も事前に提示しておくことで、案件の遅延を低減することができる。その方法の一例として、最重要なデータ分析課題のノードから、ノード距離の近い候補を算出することができる。図 7 の下図に一例を示す。図ではノード E が重要課題として抽出されていたが、ノード距離が近い他の分析課題であるノード F が選ばれた。優先度としてはノード E に次いでノード G の方が高いが、ノード E の上位課題であるノード C を達成するもう一つの施策としてシステマティックにノード F を選択することが可能であることを示唆している。

Finding the most important path by maximum flow



Finding the next important path by distance between nodes

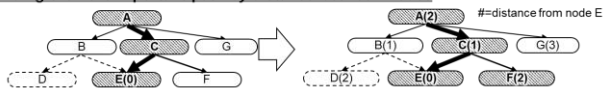


図 7 重要課題の抽出方法

### 複数の事例から類似構造を探索し提示する方法

新たな案件に取り組む場合、必要情報が事前に網羅されることは少なく、情報収集に多くの時間を必要とする。しかし、過去の案件でステークホルダーや事業領域、業務内容などが類似している案件の場合、多くの部分構造が類似している可能性がある。特に、2 件以上の類似案件がある場合、それらの間で共通するグラフ構造があるとすれば、その他の案件に対しても共通的に利用可能なアイデアである可能性がある。そこで、ノードに記載の情報および、それらの繋がり方が一致する構造を、図 8 のように抽出することが可能である。なお、現状では各ノードに表記揺れがあるため、単語のコサイン類似度などを活用した構造抽出方法を検討している。

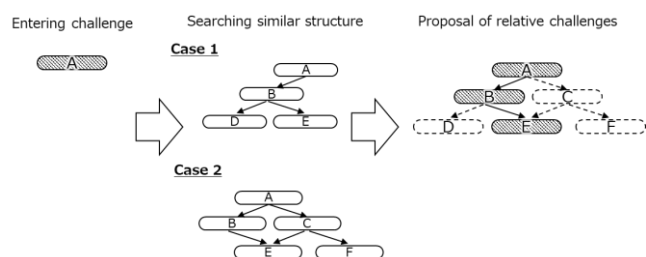


図 8 類似構造の探索方法

### 複数ステークホルダーの着想を共有する方法

前述の方法では、構造的に近い過去事例を活用した。一方で、構造は一致せずとも、ある項目とある項目は組み合わせて検討するとうまくいく、といったドメイン知識や経験則による情報の繋がりも重要である。このような知識は、情報の欠落を補完したり、より検討すべき箇所を気付かせたりすることがある。

そこで、過去の分析案件で各ステークホルダーが課題グラフやプロセスグラフのどのポイントを組み合わせて注目しているかの参照履歴を記録する。それらの情報から、特に多くの関係者が重複して注目する関連項目について、現在検討中の案件のグラフ構造に含まれていればハイライトし、含まれていなければ追加することで、過去の着想を共有し発想を広げることを検討している。この機能の模式図を図 9 に示す。

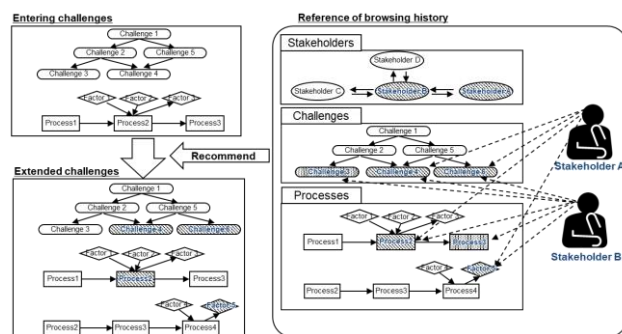


図 9 着想ポイントの共有方法

## 7. 活用事例

考案した枠組みを用いて、インフラ事業、運輸業、製造業など、標準的な産業分野のうち 6 分野に適用し、合理的な意思決定に繋がる効果を得ている。実際の案件での活用内容に基づき、具体例として海水淡水化プラントの保守業務に関するデータ分析活用の仮想事例を用いて効果を説明する。海水淡水化プラントとは、図 10 に示すように、海水を汲み上げ不純物を濾過し、更に高圧ポンプで逆浸透膜を通すことでイオンを濾過して淡水を得るシステムである。以降では、案件に取組むにあたり、前述した配慮すべき 3 つのポイントと得られた効果について報告する。

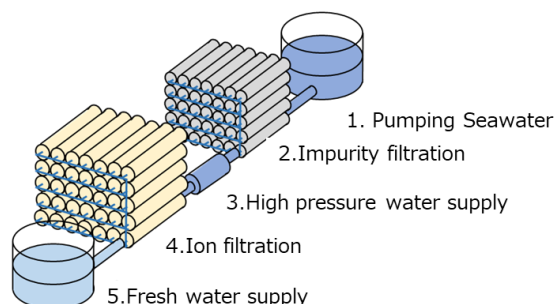


図 10 海水淡水化プラントの模式図

## 7.1. 「協業検討」のポイントと効果

海水淡水化プラントは主に、水資源確保に問題を抱えている国の行政が、都市に飲料水や工業用水を供給する公共事業として取り組んでいる。そのため、行政から委託を受け、運転管理、機器メンテナンス、フィルタ交換などの保守業務を行うメーカーから、データ分析の依頼が来るという仮定である。ここで登場するのは一般企業、政府機関、消費者など種類の異なるステークホルダーである。繋がる相手の種類により、価値が流れる構造に特徴が現れると想像される。そこで、価値構造の特徴を視認しやすくするため、ステークホルダーの種類は立場や役割ごとに異なるアイコンで表示している。エッジには、流れる価値と、その価値の属性としてお金、モノ・サービス、情報のいずれかを設定する。

作成中のグラフに対し、検討すべきステークホルダーの抜け漏れについては、予め重要なステークホルダーの種別をリストアップしておくことで、ノードとして登場していないステークホルダーがないかシステムティックに確認できる。また、win-win の関係になるためには少なくともカネに関する価値の流れが巡回する構造を有する必要があるため、グラフ構造の閉路をチェックすることで検討の抜け漏れ防止に役立つと考えている。

完成したグラフからビジネス理解を深める観点として、データ分析に支払われる価値によって、顧客が不利益を被らないかをチェックする支援機能を検討した。そこで、クリックしたステークホルダーについて、入ってくるカネを緑、出ていくカネを赤でガイドを付けることで、価値の出入りがバランスし、win-win の関係になっているかを視覚的に検討しやすくなる効果を導入した。これらを実装した GUI の画面が図 11 である。これにより、顧客の事業価値を高めるには、例えば保守費に関する収益を増やすことや、フィルタのコストを削減して支出を抑えることに繋がる分析が有効だと想定することができる。

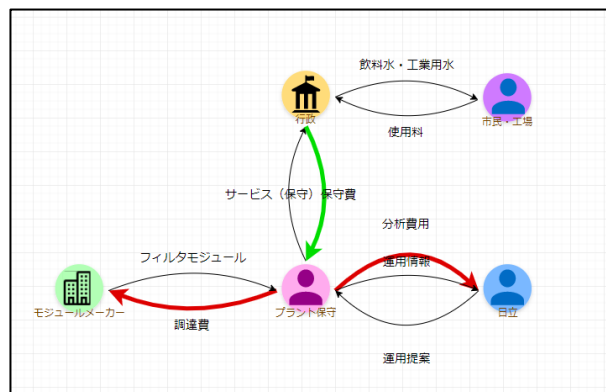


図 11 ステークホルダー関係性のグラフ

## 7.2. 「課題抽出」のポイントと効果

ステークホルダー間の価値の繋がりには、顧客の事業目標に繋がる課題が 1 つ以上含まれることが確認できた。今回の事例では、保守による売上向上や、保守コスト低減である。これに対し、顧客からはプラント保守に関し、故障時期予測をしたいとの要望が出たと仮定する。しかし、故障予測するための実績データは少なく、故障データもほぼ無い状態での予測は困難である。一方で、データ分析の技術的な難易度について顧客が認識しきれていない場面も多い。また、予測精度を上げることが経営課題にどう繋がるかも不明瞭なため、予測誤差を指標としても顧客が求める価値ではない可能性がある。論理の飛躍を解消するため、一番上から事業課題、業務課題、分析課題のレイヤーを用意し、対応するノードが各レイヤーに来るように配置させた。なお、ここでのノードは課題を表し、エッジは因果関係を表している。

協業検討のポイントで想定される顧客の事業課題を一番上に配置し、具体的な施策となる業務課題を中段、想定される分析課題を一番下に配置した。これらを基に作成した GUI 画面が図 12 である。下から上に「なぜ必要か？」の理由の繋がりになっているため、ここでは「故障時期予測」に対し「モジュール交換頻度低減」が期待する効果であると考えられる。この期待する効果が事業の狙いである「保守コスト低減」に繋がることが期待されるため、現場要望が経営課題まで繋がっていることが視認できる。

一方で、現状の顧客要望に囚われず、グラフを上から下に「どう実現するか？」の具体化の繋がりを辿った際に出てきたアイディアが、その他のノードやエッジの構造である。例えば、「モジュール交換頻度低減」という課題を達成する他の策として、濾過モジュールに含まれるフィルタの「フィルタ目詰まり低減」が想定された。このように、故障の予測が困難であっても、価値を提供する手段として別の解決手段を検討し提案

することができる。なお、図中の太く赤いエッジは、重要課題を算出した結果を表しており、故障時期予測は実現性が低く重要課題のパスに含まれなかった。

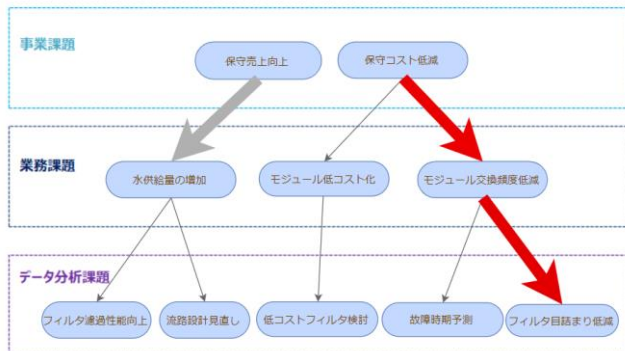


図 12 課題関連性のグラフ

### 7.3. 「要因特定」のポイントと効果

課題抽出のポイントから、達成すべき課題を確認することができた。その課題を達成するにあたり、誰のどんな業務プロセスに注目するかが決まってくる。今回の事例では故障時期予測に必要な故障データが十分に取得できず、上位課題を同じくするフィルタ目詰まり低減の検討を進めることになったと仮定する。

具体的な分析方針を検討するためには、海水淡水化の濾過プロセスに注目すべきである。このプロセスは図 10 に示す通り、大きく 5 つの工程（海水取り込み、不純物濾過、高圧送水、イオン濾過、淡水送水）に分けて考えられる。フィルタ目詰まりは、4 つ目のプロセスであるイオン濾過のフィルタ状態を示しており、今回のデータ分析における目的変数となる。一般にフィルタは、濾過量が増加すると目詰まりを起こすため、目詰まり低減には水量を減らせば良い。しかし、実際には濾過後に必要な量の水源を確保しなくてはいけないという制約があるため、イオン濾過のプロセスのみ注目してしまっは本当に必要な分析結果が得られない。そのため、検討すべき因子がこれで充分か、または注目すべきプロセスが他に無いかの検討が重要である。

どのプロセスにどんな因子が潜んでいて、その中で制御可能なものは何かを分析することで、他に施策として実施可能なプロセスが無いか検討することができる。そこで、業務プロセスのフロー図に制御因子、環境因子が紐付いていることを視覚的に把握できるようにするため、それぞれに対応する菱形と雲型のアイコンをドラッグ&ドロップで配置できる機能を作成した。プロセス(ここでは丸形のアイコンで表示)の流れと区別するため、プロセスに作用する制御因子は点線矢印、環境因子は関連性だけを示すため鋸歯なしの点線で結ばれるような可視化の工夫をした。

業務プロセスのフローおよび関連する因子を列挙する GUI 画面が図 13 である。濾過しようとする水が汚れているほどフィルタは目詰まりを起こしやすいため、全体プロセスを俯瞰すると左から 2 つ目の不純物を取り除くプロセスと関係が深いと考えられる。同時に、制御因子として薬剤量が関係していることが分かるため、前述した水量や水圧に関する因子と併せて薬剤量も考慮したデータ分析を行うことで、課題達成の施策に繋がると考えられる。ただし、コスト面などを考え薬剤量を適切にコントロールする必要性を考慮すると、水質に影響を与える環境因子も同時に検討し、全体として最適解を導くことも要求される。環境因子については、現場の経験やノウハウなどのドメイン知識が非常に重要である。有識者と共に考慮すべき因子を可能な限り列挙し、視覚化する取り組みこそが、ナレッジの形式知化および蓄積に他ならない。

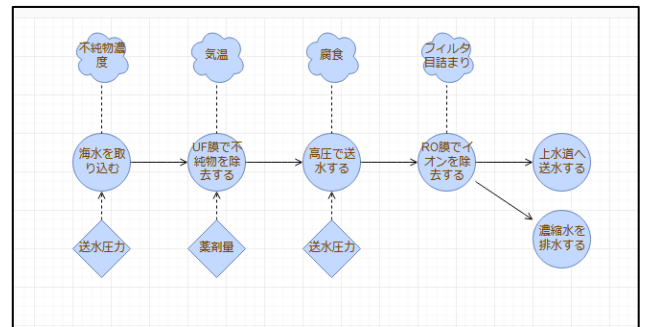


図 13 業務プロセスのグラフ

## 8. 考察

一連の情報をグラフ構造として構築することで、課題の整理と理解を容易にするだけでなく、データ構造から意思決定に必要なポイントを抽出することができた。実際の案件では、100 を超えるノードを有する大な課題グラフが作成されるため、上位課題から下位課題への繋がりやの重みから重要な施策を提示できることは、関係者間での合理的な判断に示唆を与えるのに有益であった。

このような意思決定の流れに沿った向きを有する情報は、様々な案件を遂行する上で有益である。また、これらの情報を蓄積すると逆方向の検索が可能となり、解決手段から目的を推定することができると期待している。実際の案件では、関係者が必ずしも正しく上位から下位の課題構造を把握できておらず、また立場や業務上の制約によって目的と手段が逆転することがしばしば起こる。このような場面において、限定された手段から最大限の効果を得るため、適切な目的設計が必要であり、逆方向の探索が有効であると考えている。

ステークホルダーや業務プロセスについては、モノ

や情報といった流れをグラフ構造として記述することで、視覚的にも構造的にも抜け漏れをチェックすることができ、案件を遂行する上で有益である。これらの情報を蓄積することで、類似のビジネス構造における制約条件や、類似の業務プロセスにおける活用可能データの検討の際に、知見を転用できると期待している。

実際の案件では、対象となるステークホルダーや業務プロセス以外は、検討から抜け漏れることがしばしば発生する。特に、ステークホルダーであればビジネス上の制約条件となり得る法規制に関わる省庁など、業務プロセスであればベテランの勘や経験からくる暗黙知などが、入力情報から欠落しがちである。このような場面において、蓄積情報から類似のグラフ構造を抽出し例示することが、関係者の連想を促し欠落した情報を補完するために有用であると考えている。

## 9. おわりに

デジタル化が加速しデータ分析への期待が高まる中、経営価値に繋がる合理的かつ効果的な分析方針の導出が求められているが、場当たりの提案に陥り機会損失とならないために、適切な顧客課題理解と、効果の高い施策立案が重要である。

これを実現するため、ビジネス理解とデータ理解に必要な情報を抽出し、3種類の情報の繋がり(顧客とステークホルダーの関係性、経営課題と業務課題の関係性、業務プロセスとデータの関係性)をナレッジグラフとして体系的に整理した。作成したグラフデータに基づき、システムティックにデータ全体を俯瞰できる方法を提案したことで、関係者間で分析方針決定に必要な情報を一気通貫して共有する事ができた。

実際に標準的な産業分野のうち6分野に適用し、どの分野においても効果的な提案が立案できた。その活用効果に基づく具体事例からも、効果的な施策候補が複数検討できたことや、取得データの制約などにより実施可能かつ効果があると思われる分析方針を、関係者間での合理的に提案できる効果が得られていることが確認できた。今後は、蓄積されたデータを再利用することで、新規案件における分析方針のアイデア創出支援や、他業種のアイデア転用による既存案件での発想転換にも活用できると期待している。

## 参 考 文 献

- [1] 富士経済, <https://www.fuji-keizai.co.jp/press/detail.html?cid=18075> (accessed 2022/1/11)
- [2] P. Chapman, J. Clinton, R. Kerber, T. Khabaza, T. Reinartz, C. Shearer, and R. Wirth, "CRISP-DM 1.0 Step-by-step data mining guides", 2000.
- [3] Knowledge Discovery Process Models, 2012.
- [4] 文部科学省, "「イノベーション対話ツールの開発」について", [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shinkou/sangaku/1347910.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/1347910.htm), 2013 (accessed 2022/1/11)
- [5] PReP model, <https://prep-model.com/>.
- [6] 人工知能学会, "AI マップ", <https://www.ai-gakkai.or.jp/resource/aimap/> (accessed 2022/1/11)
- [7] scikit-learn, "scikit-learn algorithm cheat-sheet", [https://scikit-learn.org/stable/tutorial/machine\\_learning\\_map/](https://scikit-learn.org/stable/tutorial/machine_learning_map/) (accessed 2022/1/11)
- [8] K. M. Donaldson, K. Ishii, and S. D. Sheppard, "Customer Value Chain Analysis", *Research in Engineering Design*, 16, p.174-183, 2006.
- [9] 石井浩介, 飯野謙次, "設計の科学 価値づくり設計", 養賢堂, 2008.
- [10] S. W. Ambler, "The Object Primer: Agile Model Driven Development with UML 2", Cambridge University Press, 2004.
- [11] Object Management Group, "Business Process Model And Notation", <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/> (accessed 2022/1/11)
- [12] 緒方隆司, "製品開発は'機能'にばらして考える 設計者が頭を抱える「7つの設計問題」解決法", 日刊工業新聞社, 2017.
- [13] 鶴田明三, "超実践品質工学", 日本規格協会, 2016.
- [14] A. M. Collins, and E. F. Loftus, "A Spreading-Activation Theory of Semantic Processing", *Psychological Review*, 82, pp.407-428, 1975.