

なぜなぜ分析の網羅性の「見える化」についての一提案

松原 裕之^{†1} 花原 雪州^{†2}

なぜなぜ分析は、問題の現象を発生させた様々な要因を、「なぜ」を繰り返しながら論理的に漏れなく洗い出すことで判明した真因に対して、その対策を講じる問題解決手法の一つである。適切な対策を講じるためには、網羅的に要因を挙げながら、真因を特定するために深掘りすることが肝要である。しかし、なぜなぜ分析には、要因の網羅性を確認する手段が無い場合、真因が見つからない、特定が困難となる場合がある。本報告では、教育現場で実施したなぜなぜ分析の網羅性について、計量テキスト分析を用いた「見える化」を提案する。

A Study on Visualization of the Completeness of Ask Why

HIROYUKI MATSUBARA^{†1} SESSYU HANAHARA^{†2}

Ask why is a problem-solving method for solving while repeating why until it gets to the real cause. The method is important be considered comprehensively all factors. Also If you do not follow deeply factors, cannot be found the root cause. The reason is because there is no means to view the coverage of the factors. In this report, we propose a method of visualization of the completeness of the factors using quantitative text analysis.

1. はじめに

振り返りは個人の活動や組織のプロジェクト活動を振り返って、以降のプロジェクト活動の改善につなげるものである。PDCA サイクルの check に相当し、IT プロジェクトのアジャイル開発の反省から始まった KPT[1]やトヨタの品質改善のなぜなぜ分析[2]などのフレームワークが知られている。これらフレームワークを用いた振り返りでは、原因や要因を網羅的に挙げることで、適切な解決策を立案できること、の2点のできが以降のプロジェクト活動の改善の質に影響してきた。これらのできのばらつきを解決するため、KPT となぜなぜ分析のメリットを組み合わせた KWS 振り返り[3]が提唱され、様々な業種、職種の実際の現場で活用されて一定の成果を上げている。このフレームワークを用いて適切な解決策を立案するためには、原因や要因の網羅性が必要である。従来、網羅性は実施者の議論で判断していたが、今後は網羅性の「見える化」が重要であると考える。

本報告では、KWS 振り返りのフレームワークで用いられているなぜなぜ分析の網羅性の見える化のため、4M5E 分析手法と計量テキスト分析を用いた仕組みについて提案する。2章では、なぜなぜ分析と KWS 振り返りの概要を説明し、4M5E 分析手法を用いた原因や要因の網羅性の例を示す。また大学の講義でなぜなぜ分析をグループ討議した実施例から、なぜなぜ分析の網羅性と深掘りについて説明する。3章では、網羅性の見える化の要素技術である計量テキスト分析の概要とコーディングルールの設定例を示す。

そして、なぜなぜ分析を計量テキスト分析の入力データとして読み込ませるための解析単位について提案する。4章では、まず、学部で講義で疑似的な失敗プロジェクトの教材を用いたなぜなぜ分析のグループ討議の方法を述べる。次に、学生10チームの実施例から得られたなぜなぜ分析の結果を計量テキスト分析で解析する。コーディングルールによるクロス集計結果と対応分析（コレスポンディング分析）の結果から、学生10チームの網羅性の見える化の差異について解釈する。最後に、なぜなぜ分析の見える化の提案手法、講義として実施したなぜなぜ分析のグループ討議、の2点について考察する。5章では、まとめと今後の課題を述べる。

2. 原因分析の手法

2.1 なぜなぜ分析

「なぜなぜ分析」は、問題の解決策を立案するための原因分析の手法の一つとして、従来から用いられている。ある特定の「問題の現象」に対し、「なぜ（その現象が発生したのか？）」を問いかけて原因を探る。網羅的に挙げた原因に対して、さらに「なぜ」を問いかけて原因や要因を探る。この手順を繰り返すことを「深掘り」と呼ぶ。問題の現象の発生に至った原因の因果関係を論理的に抽出することで、問題を発生させた最大規模の原因である「真因」を特定する。真因から対策を立案する仕組みである。なお、因果関係の論理性的の検証方法は、「だから何」の問いかけが有効である。「この原因や要因があった、『だから』（前段に書かれている）この現象が発生した」と、接続詞「だから」で前

^{†1} 福岡工業大学
Fukuoka Institute of Technology

^{†2} ソニー株式会社
Sony Corporation

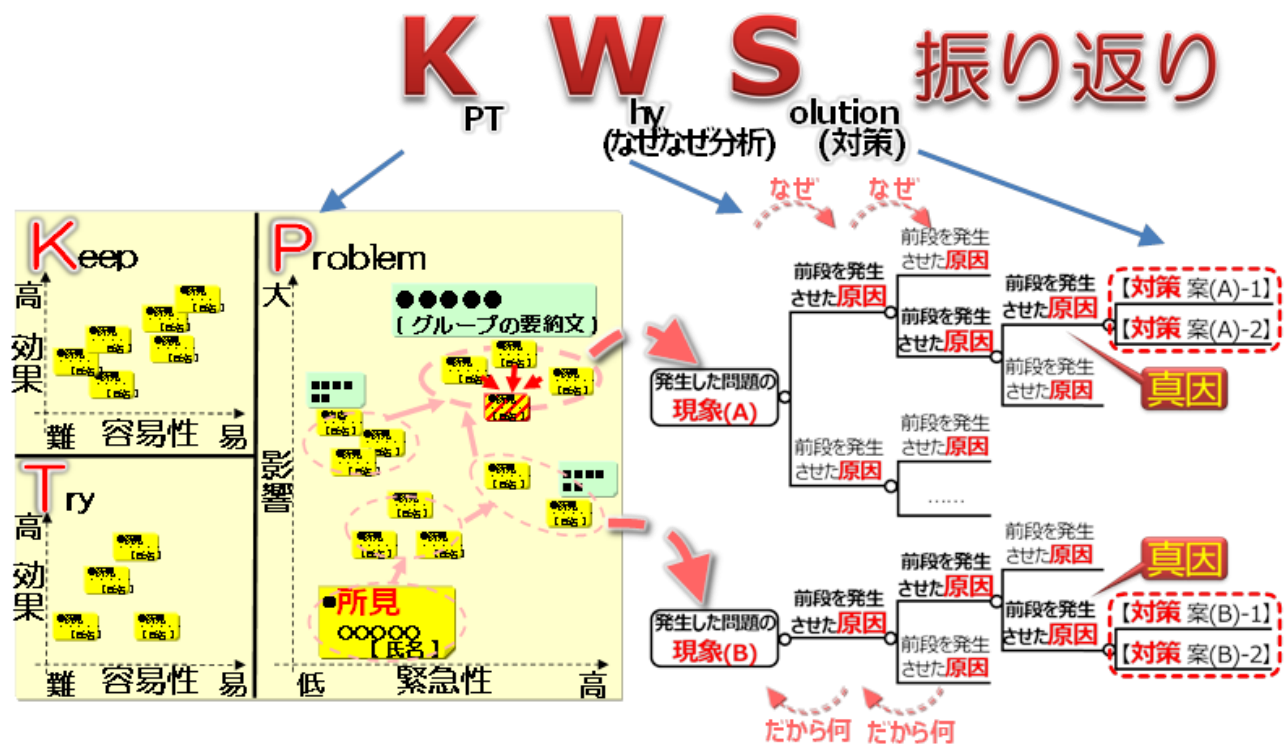


図 1 KWS 振り返り

表 1 4M 要因分類表

Man	Machine	Media	Management
1.身体的要因 2.心理生理的要因 3.技量(*) 4.知識 5.不正 6.作業タイミング	1.機器(*) 2.設計・機能 3.品質 4.物理的・化学的挙動	1.作業環境 2.コミュニケーション(*) 3.作業状況(*) 4.職場状況(*)	1.組織 2.規則 3.作業計画(*) 4.教育訓練 5.不正 6.確認(*) 7.変更措置 8.組織要因・風土

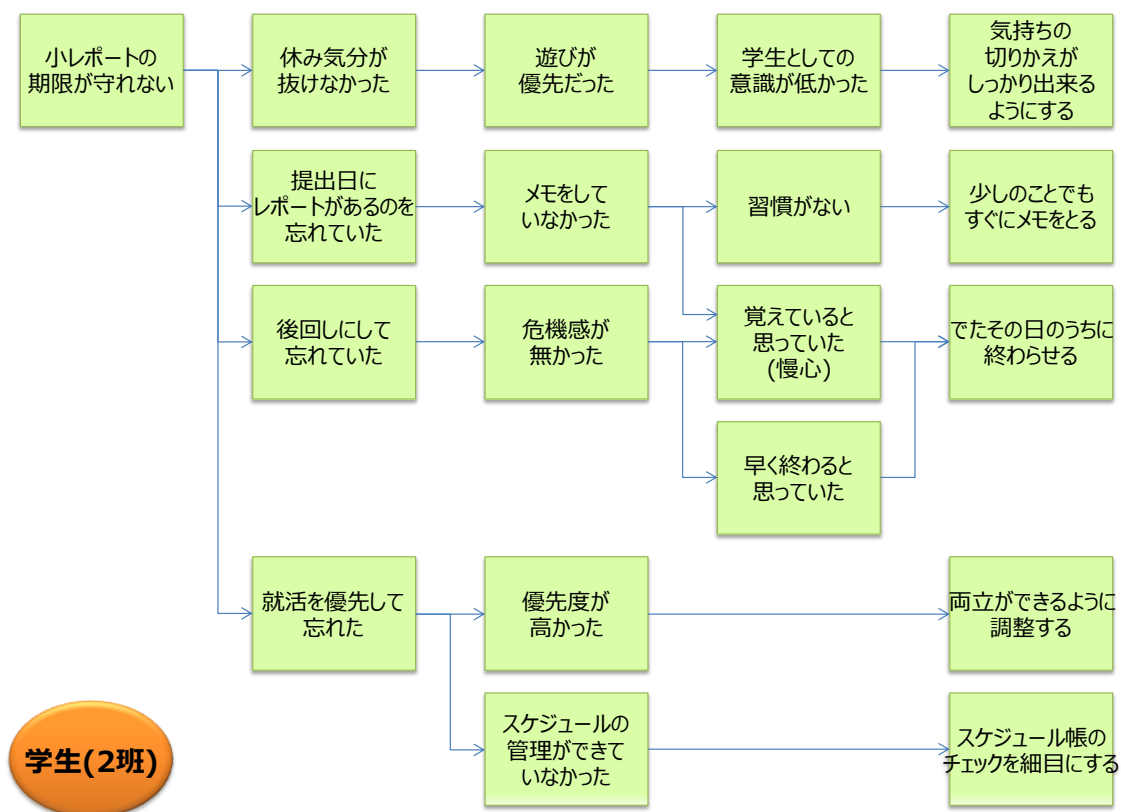


図 2 なぜなぜ分析の実施例 (学生・2班)

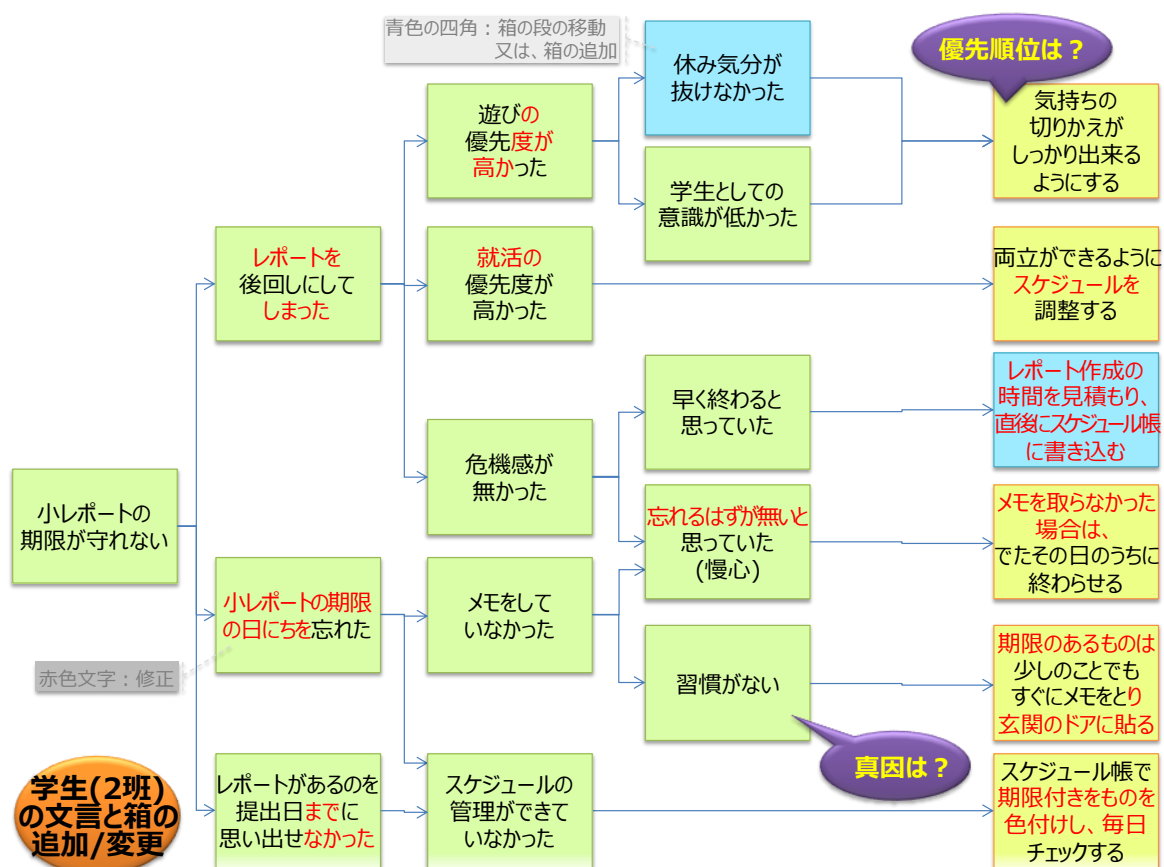


図 3 なぜなぜ分析の実施例の手直し (学生・2班)

後の因果関係を逆方向からつないで文章にしてみると、因果関係の論理の矛盾や飛躍が発見し易くなる。

つまり、なぜなぜ分析を用いて適切な解決策を立案するためには、原因や要因を網羅的に挙げながら深掘りし、真因を特定することが肝要である。しかし、なぜなぜ分析には、二つの弱点があり、真因の特定が困難、あるいは適切な対策が立案できない場合がある。一つ目は、深掘りの対象にする「問題の現象」の適切さを担保する機能が無いことである。表面的に表れた問題の現象を、単純になぜなぜ分析の対象として選択しても、的外れの対策になる可能性が高く、問題の原因分析や再発防止につながらない。二つ目は、深掘りで挙げられた原因や要因の網羅性を確認する手段が無いことである。偏った原因や要因を用いたなぜなぜ分析では、解決策にも偏りが発生してしまう。

2.2 KWS 振り返り[3-4]

「KWS 振り返り」は、なぜなぜ分析の一つ目の弱点、「深掘りの対象とする解決すべき問題の適切さを担保する機能が無い」を解決できる仕組みである。KWS 振り返りは、「K: KPT」と「W: なぜなぜ分析/Why」と「S: 対策立案/Solution」の3つを組み合わせた振り返りの手法である。図1にKWS 振り返りの概要を示す。企業の開発プロジェクト向けに開発され、現在は様々な業種、職種の実際の現場で活用されている。特に、昨今の企業における製品開発プロジェクトでは「高品質・短納期」が強く求められているため、振り返りの効果に対する期待が高まっている。実施手順は、最初にK (KPT) で事実「良かったこと/改善したいこと/チャレンジしたいこと」を洗い出しながら整理する。次に、KPTの結果をW (なぜなぜ分析) のインプットにして論理的に真因を特定する。最後に、特定した真因に対するS (対策/Solution) を立案し、完了とする。

このように、KPT で得られた結果をなぜなぜ分析の入力にすることで、解決すべき問題の適切さを担保する。しかし、なぜなぜ分析の二つ目の弱点、「要因の網羅性を確認する手段が無い」に対しては、別途解決策が課題になっていた。本報告では、この課題解決策として、4M5E 分析手法と計量テキスト分析を用いた仕組みを提案する。

2.3 4M5E 分析手法

「要因の網羅性を確認する手段が無い」の対策として、4M4E ないし拡張された 4M5E 分析手法[5-6]を用いる。4M5E 分析手法は、まず4つのMで不具合や事故の分析を行い、次に5つのEでその対策を立てる手法である。4つのMはMan (人), Machine (機械, 設備), Media (環境), Management (管理) の視点の要因であり、5つのEはEducation (教育・訓練), Engineering (技術・工学), Enforcement (強化・徹底), Example (規範・事例), Environment (環境) の視点の対策である。4つのMのみの表を4M要因分類表、4つのMと5つのEを行と列にクロスした表を4M5E表と呼び、これらの表を埋めていくことで不具合や

事故の要因を分析・評価する。4M 要因分類表や 4M5E 表を用いるメリットは、要因や対策の抽出に偏りがあることが見つけやすいことである。

本報告では、なぜなぜ分析のなぜの網羅性を担保するために、4M の視点で要因を抽出することを提案する。表1に4M 要因分類表[7]を抜粋したものを示す。これは(公財)原子力安全技術センターが原子力規制庁の委託事業として、核燃料使用施設および試験研究用原子炉施設で発生したトラブルなどを対象としたものである。

2.4 なぜなぜ分析の実施例

なぜなぜ分析の実施例として、2013年度後期の学部3年生の講義にて、KWS 振り返りの演習[4]を示す。約60名の履修生を1チームあたり6名前後になるように10チームに分け、グループ討議で実施した。なぜなぜ分析の作業はA3用紙の大きさに50mm 角の付箋を貼りつける形式とした。なぜなぜ分析のテーマは「小レポートの提出期限が守れない」である。図2になぜなぜ分析の例として、あるチーム(2班)の実施結果を示す。

なぜなぜ分析の入力は図2左上の「小レポートの提出期限が守れない」である。まず「なぜ(その現象が発生したのか?)」をチーム内のメンバーに問いかける。最初のステップでは網羅性を重視する。そのなぜに対する網羅性がおおよそ8割以上あるとチーム内のメンバーの合意が得られるまで続ける。合意ができれば、次のステップではそれらの「なぜ」に対して個別に深堀りをする。最後のステップでは深堀りした結果、それぞれの「真因」に対して対策を立案し、その優先順位を決定する。図2で示す学生の実施例に対して、著者が手直ししたものを図3に示す。

3. 「見える化」の要素技術

3.1 計量テキスト分析

計量テキスト分析は、新聞やアンケートの自由記述などのテキスト型データの質的データを整理または分類し、計量的に内容分析を行う方法である。有名なフリーツールとしてKH Coder[8-9]が知られている。計量テキスト分析の手順[9]は、分析者の恣意的な操作を避けるため、まず、単語を計量的に分析する。次に、分析者が感心のある概念に該当する複数の語をひとまとめにして集計する。この集計ルールをコーディングルールという。この集計結果をもとに質的データの分析を深める。

表1の4M 要因分類表からコーディングルールを設ける例として、「納期があと1週間に迫ったITプロジェクトにスキルの低い助っ人を投入して、さらにプロジェクトが遅延した」を挙げる。下記の6項目はコーディングルールとして、分析者が対応させた4M 要因(表1(*))の例である。

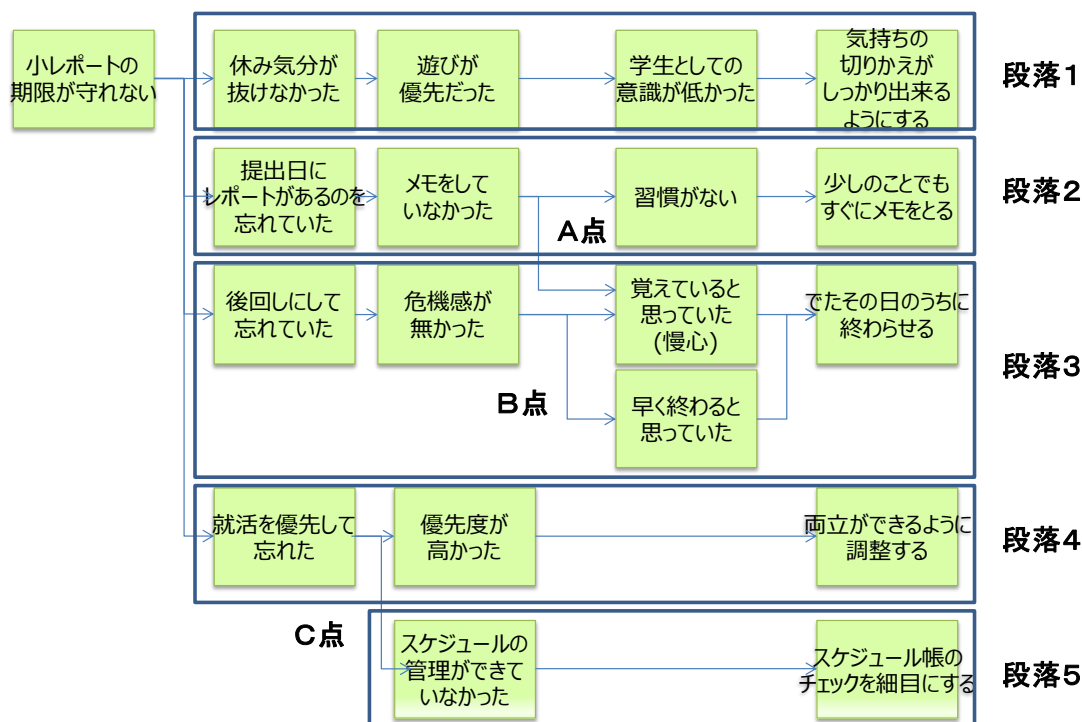


図 4 段落への分割方法

- ・スキル： Man -> 3. 技量
- ・仕事： Machine -> 1. 機器
- ・情報共有： Media -> 2. コミュニケーション
- ・納期： Media -> 3. 作業条件
Management -> 3. 作業計画
- ・メンバー： Media -> 4. 職場状況
- ・作業確認： Management -> 6. 確認

3.2 データの解析単位

計量テキスト分析の解析単位は文、段落、ファイル、などである。本報告では、なぜなぜ分析の付箋1葉を計量テキスト分析の「文」、複数の付箋からなる一連のなぜの問いかけを「段落」とする。計量テキスト分析の解析単位を段落とすることが、なぜなぜ分析の深掘りを解析し、見える化につながると考える。しかし、付箋1葉は文に一对一対応するが、一連のなぜの問いかけは段落に単純に対応しない。そのため、本報告ではヒューリスティックに段落に分割する手法を提案する。なぜなぜ分析の実施結果の段落の分割は、有向グラフの分割問題と同等である。

図2の実施例に対し、段落に分割する例を図4に示す。まず1行目「休み気分が抜けなかった」からなる一連のなぜなぜの問いは、分岐しない有向グラフのため段落1とする。2行目「提出日にレポートがあるのを忘れていた」では、A点で分岐するため、下に行くノードをカットし、2行目のみを段落2とする。3行目「後回しにして忘れていた」ではB点で並列となるが、「早く終わると思っていた」の文が3行目に戻るため、全てを段落3とする。4行目「就

活を優先して忘れた」ではC点をカットし段落4とする。C点から分岐する「スケジュールの管理ができていなかった」は段落5とする。以上より、ヒューリスティックであるが、図4の例では、一連のなぜなぜの問いの深掘りが5つの段落とみなせた。

4. 実施例

4.1 講義の実施手順

60人規模の講義のアクティブラーニングのテーマとしてなぜなぜ分析を実施した。参加者は3年次の「システムLSI応用」の履修者である。履修者を10のチームに分け、1チームを約6名とした。教員はマスターファシリテータとして、全体のガイダンスとタイムキーパーの役割、3名のSAは2ないし3チームを担当するファシリテータとして参加した。講義の枠で実施するため、実施時間は最大90分である。「技術者の自律」[10]のDVD教材を視聴後、4M要因分類表をもとになぜなぜのテーマ「期限内に検査が終わらなかった」をグループ討議した。技術者の自律は元々、技術者倫理の仮想事例として教材作成されたが、著者はITプロジェクトの典型的な失敗事例、「納期があと1週間に迫ったプロジェクトにスキルが低い新人の投入、チームのコミュニケーション不足、リーダーの進捗確認の不足などの要因で、さらにプロジェクトが遅延し失敗した」であると考えた。図5,6に技術者の自律のシナリオと登場人物を示す。講義の実施手順は以下の9手順である。

(仮想事例) 技術者の自律

事件発生日：架空

事故の概要：システムエンジニアを目指している大学3年生の佐藤エリカが**インターンシップ**先の北海道ソリューションで、**極秘の仕事**にかかわってしまう。それは若者に人気がある自動車**“ピースx”**の**重大な問題の調査**であった。仕事の**納期は1週間**。

本日の課題：チーム毎に**各登場人物の立場**で、**4MSE要因表**を用いて失敗要因をリストアップし、**対策の優先順位**をつけよう。

図5 「技術者の自律」のシナリオ概要と課題

本日のチーム内の役割分担

登場人物	特記事項	チームの役割
佐藤エリカ	情報工学科3年	ジャンケンか話し合いで各1-2名決めてください。
マキ先輩	ハードウェアエンジニア・エリカの先輩	
山口さん	ソフトウェアエンジニア	
西田課長	制御のエキスパート	各チームにリーダー1名
青柳社長	北海道ソリューションの社長	アサイン無

図6 「技術者の自律」の登場人物と役割分担

・手順1 チームビルディング

履修生を名簿にしたがって10のチームに分け、リーダー1名を選出し、残りのメンバーは登場人物の一人の役割とする。

・手順2 DVD教材の視聴

与えられた登場人物になりきってDVD教材を視聴する。

・手順3 アイスブレイク

チーム内で自己紹介をする。

・手順4 要因のリストアップ

個人作業として4M 要因分類表をもとに、要因をリストアップする。

・手順5 網羅性の議論

リーダーが中心に、なぜなぜの網羅性をチーム内で議論する。

・手順6 なぜなぜの深堀り

チーム内でそれぞれ網羅した要因に対し、深堀りを真の要因にたどり着くまで行う。

・手順7 対策決め

真の要因に対して、その対策を決める。

・手順8 対策の優先順位決め

リーダーが中心に、それぞれの対策の優先順位を決める

・手順9 チーム毎の発表

各チームが対策の優先順位とその理由を発表し、お互いに発表内容の妥当性に対して投票する。



図7 クロス集計の結果

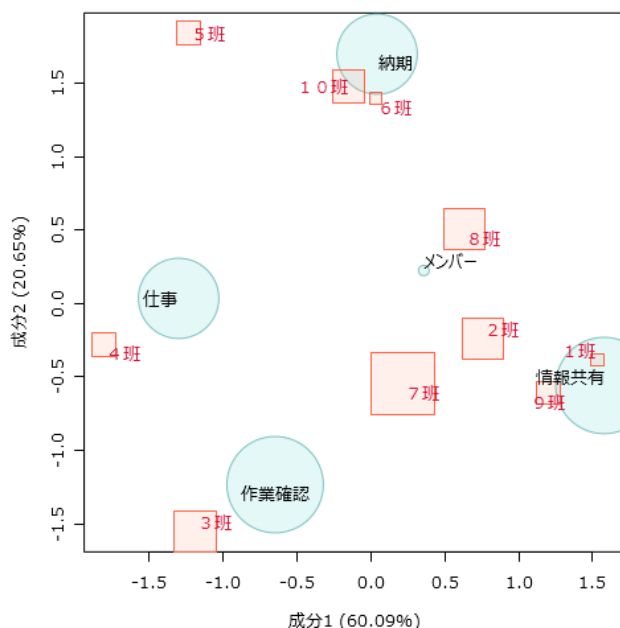


図 8 対応分析（coresponding分析）の結果

4.2 計量テキスト分析の条件

10 チームがそれぞれなぜなぜ分析を実施した結果に対して網羅性が見える化するため、KH Coder (Ver. 2. Beta.30h) を用いて計量テキスト分析をする。各チームのなぜなぜ分析の実施結果を 3.2 で示すヒューリスティックの方法で段落に分割する。コーディングルールの設定は、3.1 で例示した 6 項目の 4M 要因 (表 1(*)) から、「スキル」を除いた 5 項目に対してコード (抽出語) を選択する。スキルを除いた理由は「技術者の自律」の DVD 教材はマネージメントや技術者倫理の失敗であり、スキル不足で失敗していないためである。以下にコードを示す。

- ・納期： 期限 or 納期 or タイミング
- ・メンバー： メンバー or チーム or 社員 or 同僚 or 自分
- ・作業確認： 検査 or チェック or 確認
- ・仕事： 仕事 or 案件 or プログラム
- ・情報共有： 状況 or コミュニケーション or 打ち合わせ or 把握 or 報告 or 進捗 or 管理 or 共有

4.3 計量テキスト分析の結果

計量テキスト分析の結果から、クロス集計結果と対応分析 (corespondens分析) の 2 つを用いて、なぜなぜ分析の網羅性が見える化を述べる。図 7 はクロス集計の結果をバブルプロットで見える化したものである。納期、メンバー、作業確認、仕事、情報共有、の 5 つのコーディングルールで定義したコードが段落単位に現れた頻度を示す。バブルプロット内の正方形は、コードの出現率が大きいほど大きく、標準化残差 (Pearson 残差) が大きいほど色が濃いことを示す [8-9]。例えば、1 班は情報共有の出現頻度が高いが仕事の記載がなく、2 班は全てのコーディング

ルールで定義したコードが出現していることが分る。コーディングルールを用いて段落単位でクロス集計した結果、なぜなぜ分析の網羅性が見える化された。

図 8 は対応分析の結果である。関連の強いカテゴリ (項目) は近くに、弱いカテゴリは遠くにプロットされる。縦横軸の原点 (0.0, 0.0) から見て、より遠い位置に特徴的な語が配置される。例えば、左上の 5 班は、納期と仕事に特徴的な語が含まれていることが分る。1 班と 9 班は情報共有のカテゴリの近くにプロットされ、6 班と 10 班は納期のカテゴリの近くにプロットされた。これは 5 つのコーディングルールで定義されたコードの出現頻度が似通っているためである。図 7 に示すクロス集計でも、同様の傾向を確認できた。例えば、5 班の場合、図 8 の対応分析では、納期と仕事に特徴のある語が含まれていることが分り、図 7 のクロス集計では、他のコードとの割合を比較できる。その他、10 班の場合、メンバーに関するコードが無いことが分る。最後に、対応分析では 2 軸の成分 1 と成分 2 について、分析者があえて結果の解釈をしない限り意味を持たない。2 軸の解釈を試みたが、意味を見いだせなかった。

4.4 考察

計量テキスト解析を用いて、なぜなぜ分析の要因の網羅性と深堀りの見える化を試みた。網羅性はコーディングルールの定義、深堀りは段落単位でのクロス集計を用いた。図 7 のクロス集計結果のバブルプロットと図 8 の対応分析の解析により、10 のチームのなぜなぜ分析の結果がそれぞれ質的に評価可能であることが示唆された。

本報告では、4M 要因分類表から IT プロジェクトの典型的な失敗要因を抜きだし、分析者がコーディングルールを定めた。これは元々の 4M 要因分類表が、核燃料使用施設のトラブルなどを対象とした分類であるためである。今後の課題は、IT プロジェクトや製造業のプロジェクトなど業種別に典型的な失敗要因を 4M 要因分類表としてまとめ、業種別に具体的なコーディングルールに落とし込むことが挙げられる。

技術者育成教育の視点からも考察を述べる。なぜなぜ分析の深堀りの解析データは、大学の講義として仮想的な技術者倫理の事例をもとに学生一人一人に登場人物の役を与え、グループ討議の形式で実施した。ロールプレイやグループ討議に教育的な効果があったと考える。今後はその教育効果の測定方法が課題の一つである。また、なぜなぜ分析に限らず、問題発見・解決能力を育成する際、「現状」、「問題」、「課題」、「解決策」を区別し、論理的な対応が取れている必要がある。今回の講義では教員はマスターファシリテータとして 10 のチームの個別の議論に参加できなかった。学生たちのグループ討議を聞くと「現状」、「問題」、「課題」、「解決策」などを混同しがちであった。他の科目、例えばテクニカルライティングなどで、学生の文章の論理的な対応や網羅性を訓練することが、なぜなぜ分析の網羅性

や深掘りの質を向上させ、計量テキスト解析による質的評価の向上につながると考える。

5. おわりに

本報告では、計量テキスト解析を用いて、なぜなぜ分析の網羅性の可視化手法を提案した。4M 要因分類表から IT プロジェクトの典型的な失敗要因をコーディングルールとした。クロス集計や対応分析からなぜなぜ分析の網羅性が質的に評価可能であることがわかった。今後は、技術者育成教育の視点で、ロールプレイやグループ討議の教育的な効果を測定したい。

謝辞 本教育プログラムの一部は JSPS 科研費 25750076 と平成 25 年度の福岡工業大学情報科学研究所の短期研究員の助成を受けた。

参考文献

- 1) 天野 勝:これだけ! KPT, すばる舎(2013)
- 2) 小倉 仁志: なぜなぜ分析 10 則—真の論理力を鍛える, 日科技連出版社(2009)
- 3) 花原 雪州, 伴野 孝, 鈴木 邦夫, 堤 秀二, 柴崎勝文:「KPT」と「なぜなぜ分析」を応用した KWS 振り返りの研究～ 実際の現場で検証した KWS 振り返りと結果を横展開する仕組みの提案 ～, 日本科学技術連盟第 27 年度ソフトウェア品質管理研究会分科会報告書, available from <<http://www.juse.or.jp/software/394/>> (2012)
- 4) 松原 裕之, 花原 雪州: KWS 振り返りを用いた技術者教育についての一考察, 電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-14-007 (2014)
- 5) 原子力安全技術センター:トラブル事象分析手法 4M5E の紹介, available from <<http://www.n-iinet.ne.jp/4m5e.htm>>
- 6) 機械振興協会技術研究所: ヒューマンファクターの分析: 4M・5E 分析, available from <http://www.tri.jspmi.or.jp/safety/method09/human_factor_03.htm>
- 7) 原子力安全技術センター: 4M5E 分析手法マニュアル, available from <<http://www.n-iinet.ne.jp/Manual4M5E.pdf>>
- 8) KH Coder, available from<<http://khc.sourceforge.net/>>
- 9) 樋口 耕一: 社会調査のための計量テキスト分析—内容分析の継承と発展を目指して, ナカニシヤ出版(2014)
- 10) 技術者の自律, 日本工学教育協会ホームページ, 【映像教材詳細情報】(2014/01 版) PDF, available from<<https://www.jsee.or.jp/entry/>>