

要求のヌケ・モレを防ぐためのゴール分解方法の提案と実験 —ソフトウェア・シンポジウム 2014 WG3 の事例—

岡野 道太郎
筑波大学大学院ビジネス科学研究科
okano@gssm.otsuka.tsukuba.ac.jp

中谷 多哉子
放送大学 情報コース
tinakatani@ouj.ac.jp

要旨

システムの要求獲得でゴールモデルを利用する際に、できる限り要求のヌケやモレがなく、誰でも実施可能なゴール分解を可能とする手法・質問方法を提案するのが本研究の目的である。

目的を達成するために、本研究では、ゴール分解手法として *Lamsweerde* の「ゴール・カテゴリ」を参考にゴール分解方法を提案し、そのゴール分解を誰でも行えるように、ゴール分解方法に対応する質問方法を提案する。

そして、この提案の有効性を検証するために、「交通安全」の事例を用いて、ソフトウェア・シンポジウム 2014 ワーキンググループ WG3「要求変更の要因分析」で実験した。その結果、提案する質問を行うと、詳細化したゴールが多くあらわれることが明らかとなった。

1. はじめに

1.1. 研究の背景

ゴール指向分析では、はじめにシステムの目標であるトップゴールを抽出し、そのトップゴールを AND 分解、OR 分解を用いて詳細化を行っていく。しかし、詳細化を行う際に、さまざまな観点からゴールを分解できてしまうため、出来上がったゴールグラフが、必ずしも同じゴールグラフになるとは限らない。その結果、ステークホルダの要望を十分に反映しないゴールグラフが出来たり、考慮すべき状態が挙げられていないゴールグラフが出来てしまうこともある。このようなゴールグラフを元に要求仕様を作成し、後工程を実行すると、要望や考慮すべき事項のヌケ・モレが発生する可能性がある。ここ

でモレ・ヌケとは、要求者が開発者に対して要求を提示し、開発者が設計・実装するとき、設計・実装上必要な事項が開発者に伝わっていなかった状態と本研究では定義する。モレ・ヌケがあると、要求者と開発者の間で誤解を生じ、その結果、後工程でそのヌケ・モレに対応するための要求変更が起り、開発コストが高くなってしまふ可能性がある。したがって、要求のヌケ、モレがなく、分析者が同程度の品質のゴールモデルを作成できるようにするためのゴール分解手法が必要となる。

1.2. 研究の目的

本研究は、システムの要求獲得時に要求のヌケ、モレを削減するためのゴール分解手法を提案する。また、その手法を技術者に質問するための方法を開発する。さらに、提案する手法および質問方法の有効性を評価するためにゴール分解実験を行う。

2. 関連研究

2.1. ゴール指向要求分析

ゴール指向要求分析は、ゴールに基づいて要求を分析する手法である。主なゴール指向要求分析手法としては *i**、KAOS 等がある。

*i**[1] は要求分析を行う際に、アクター、ゴール、タスク、ソフトゴール、資源という要素を用い、アクター間の依存関係を他の 4 つの要素を用いて分析する。これによって、各アクターが達成すべきゴールを抽出できるようになる。

KAOS[2] は、上位ゴールを AND 分解と OR 分解のいずれかを用いて、サブゴールへと繰り返し詳細化してい

く。AND 分解は、詳細化されたサブゴールのすべてが達成されないとゴールが達成されない分解方法であり、OR 分解は、ゴールのうち1つでも達成されればゴールが達成される分解方法である。本研究の議論の出発点はゴールモデルのトップゴールである。トップゴールをどのように分解すればゴールモデルの品質を確保できるかを論ずるために、i*におけるアクター間の依存関係から議論を始めるのではなく、KAOSのゴールの詳細化における課題を定義し、その解決策を考案することから始める。

2.2. ゴール・カテゴリ

Lamsweerde は、[2]の中で、ゴールをカテゴリ化している。ゴールは大きく、「機能ゴール」と「非機能ゴール」に分かれ、「機能ゴール」はさらに、「満足」、「刺激-反応」、「情報」の3つに別れる。それぞれの意味を、以下のように説明している。

- 満足：エージェントの要求を満足させることに関する機能ゴール
- 刺激-反応：特定のイベントに対する適切な反応に関する機能ゴール
- 情報：重要なシステムの状態に関してエージェントに知らせることに関する機能ゴール

本研究では、ゴール分解の方法を論じるにあたり、ゴール・カテゴリのうち、特に機能ゴールの分解方法に着目する。なぜならば、機能ゴールの分解に関しては、未だ、属人的な手法となっていると著者らは考えるからである。

Lamsweerde も [2]の中でゴール獲得方法やゴール洗練方法を述べている。特に、「8.8.1 Eliciting preliminary goals」では、経験則として、ゴール抽出方法を紹介している。ゴールカテゴリに関しては、「(H3)Instantiate goal categories」の中で、ゴールカテゴリの葉が、システム固有の要求になるため、具現化する必要があると述べている。さらに、ゴールカテゴリ以外のゴール抽出・洗練方法も紹介されており、下位ゴールに洗練するためのHOW/WHYの質問、責任による分割、ソフトゴールの認識、エージェントの願望の識別、障害や脅威の分析などが紹介されている。

しかし、本研究で焦点を当てている設計・実装のためにモレ・ヌケを削減するためには何が必要で、どのよう

にゴール分解していくのがよいかについては、具体的な手法が紹介されていない。

3. 提案する手法

ここでは、本研究で提案する手法の概要と、手法を質問するための、指示の内容と順番を述べる。

3.1. ゴール分解方法へのアプローチ

モレ・ヌケは「設計・実装上必要な事項が、開発者に伝わっていなかった状態」と定義したので、モレ・ヌケをなくすには、設計・実装に必要な情報が開発者に伝わればよいこととなる。ここで、機能要件における設計・実装に必要な情報とは、プログラミングを記述するうえで必要な情報、すなわち「どのような関数・メソッド」「どのような引数」で、「いつどの順番で呼び出すか」と考えられる。これらの情報をゴールカテゴリを活用して引き出す方法を提案すれば、本研究の目的は達成される。

3.2. ゴール分解方法の提案

本提案手法は、Lamsweerdeのゴールカテゴリの研究を参考にしたもので、トップゴールが与えられたとき、以下の手順でゴール分解を行うといったものである。

- ステップ1：そのシステムに関するステークホルダ X を挙げる
- ステップ2：ステークホルダ X は、最終的にどのような状態になっていけば満足するのかを挙げ、「ステークホルダー X にとって、対象 S が状態 Q になっている」というゴールを作成する
- ステップ3：「最終的に満足な状態 Q」になるために、「事前に達していなければならぬ状態 P が起きた」というサブゴールと「イベントがおき、変換プロセス A が起動され終了している」とAND分解し、状態 P を探し、変換プロセス A を割り当てる。
- ステップ4：最終的に満足する状態 Q になるために必要な情報を挙げる

Lamsweerdeのゴールカテゴリでは、満足ゴールは「エージェントの要求を満足させることに関する機能ゴール

ル」である。ここではエージェントは満足させる対象、すなわちステークホルダーと考えられる。そこでシステムのステークホルダーに対して着目しゴール分解を行う。

ステップ2では、Lamsweerdeの満足ゴールの「満足させること」の部分具体化している。つまり、ステークホルダーが求める最終的な状態、すなわち最終的な出力に着目して分解を行う。このとき、何が(対象S)どのような値(状態Q)になっていけば良いかを明確にする。また状態Qで満たさなければならない制約についても挙げる。

ステップ3では、Lamsweerdeの刺激-反応ゴールを具体化する。刺激-反応ゴールは「特定のイベントに対する適切な反応に関する機能ゴール」であった。ここで「適切な反応」とは「イベントが起きたときの状態Pから、満足ゴールの状態Qに至る反応」と考える。この反応がプログラムを実装したときの「関数・メソッド」に対応する。この刺激-反応、すなわち刺激を与える状態Pから反応が起きた状態Qに至るプロセスを「変換プロセス」と定義する。この状態Pが見つかり、変換プロセスが記述できるかが詳細化できるかどうかのポイントであり、これが開発者に伝わらなければならない。

また、ある変換プロセスAの状態Qが別の変換プロセスBの状態Pになっていて、変換プロセスBの状態Qが、さらに別の変換プロセスCの状態Pになっていた場合、 $A \rightarrow B \rightarrow C$ のように遷移が起こり得る。このように状態P、Qの関係により「いつどの順番で呼び出すか」が判明する。

ステップ4ではLamsweerdeの情報ゴールを具体化する。状態ゴールは、「重要なシステムの状態」を問題とする。ステップ3のイベントが起きるときの状態Pと終了時の状態Qの状態がわからないと変換プロセスが生ぜず、ゴールが達成できないため、状態Pと状態Qは重要なシステムの状態と言える。ここで状態とは複数オブジェクトの属性値と考える。すると、ここで状態Qになるために必要な情報は、変換プロセス起動時の状態Pを構成するオブジェクトの属性値と、終了時に満たすべき状態Qを構成するオブジェクトの属性値となる。状態Pを構成するオブジェクトの属性値のうち、変換プロセスが直接参照できない値は、変換プロセスの「引数」等で渡される。これら状態を構成するオブジェクトの属性値が詳細化でき、開発者に伝わらないと、設計・実装上、「関数・メソッド」をどのような引数で呼び出せばよいかわからなくなる。

このようにオブジェクトの属性値を明確にした後、これらの属性値が、オブジェクトのとり得る値として可能かどうか、また満足ゴールを満たしているかどうかを検証しなければならない。具体的には、オブジェクトの属性値を変えて、制約に違反していないか、満足ゴールを満たしているかの評価が必要である。

3.3. 手法を利用するための質問方法

前で述べたように、本手法は4ステップのゴール抽出から構成されている。そこで、これらのプロセスを遂行しやすくするための質問方法を以下に述べる。

提案する質問方法では、ゴール抽出のプロセスを遂行しやすくするために、以下の質問を網羅する必要がある。

1. ステップ1の質問:「このシステムを利用する人と、関係者を挙げてください」
2. ステップ2の質問:「このシステムを利用する人は、どうなっていればよいと思うか、列挙してください」
3. ステップ3・4の質問:「最終的に満足する状態Sになるためには、その前提として、何が、どのような状態になっていなければなりませんか」

実際の質問を行う場合、「このシステム」の部分に、具体的なシステム名が入る。

ステップ3・4の質問は2ステップで1つの質問になっている。これは最終的な状態Qはわかっても、その直前の状態Pはわかりにくいので、状態Qの前の状態をすべて挙げてもらい、要求をまとめる際に、状態間の遷移と必要な情報を分析し、直前の状態Pを見出そうとしているからである。

この質問法の有効性を評価するために、我々は、ソフトウェア・シンポジウム2014のワーキンググループWG3「要求変更の要因分析」において、この質問を行う場合と行わない場合について、具体的にゴールモデルがどのように変化するかを実験した。その実験と成果について、以降で議論する。

4. 実験

4.1. 実験計画

ゴールグラフ作成に対する本提案の有効性を確認するために、本実験を行う。本実験は、2フェーズに分かれ

ている。第一フェーズでは、質問なしにゴールグラフを作成する。その後行われる第二フェーズでは、はじめに本提案の質問を行い、その後ゴールグラフを作成する。その後、第一フェーズと第二フェーズ間で違いがあるかどうかを評価する。

実験は、交通安全に関するゴールに関して行ったものである。我々は、本提案の手法は、社会システムの改善にも情報システムへの適用にも、どちらも可能であると考えている。そこで今回は社会システムの例として交通安全を取り上げる。交通安全の目的について扱った法律である道路交通法 [3] や関連法規と比較することにより評価する。

具体的には、道路交通法等に出てくる用語と実験で出現した用語を詳細化のレベルを考慮して比較することによって効果を測定する。

道路交通法において、どのような利用者の詳細化がなされているかを図 1 に示す。この図と、本実験で挙げられたゴールと対応付けることによって、被験者が、どの程度ゴールを詳細に分解出来ていたかを測定する。

なお、本実験は、ソフトウェア・シンポジウム 2014 のワーキンググループ WG3 「要求変更の要因分析」として行なった。

4.2. 実験：第一フェーズ (ワーキンググループ 1 日目)

4.2.1 実験内容

大学生 5 人と、システム開発経験者、本稿の筆者の 1 人が参加して行った。ゴール指向分析と AND 分解、OR 分解を説明した後、トップゴールである「利用者が交差点で安全快適に通行できている」を挙げ、それをゴール分解するように指示した。ただし、トップゴールから直接結びつかないゴールを挙げてもかまわないものとし、ゴールを付箋紙に記述し、模造紙に貼った。この作業を 90 分間行った。

4.2.2 結果

第一フェーズで作成したゴールグラフは図 2 のとおりである。トップゴールからつながなくてよいとしたため、トップゴールと繋がらないゴールが多数、出来ている。実験中、大学生の 1 人が「交通システム」の授業で「歩車分離」等の概念について学んだとの発言があったが、それらはゴールとして挙がっていない。

また、図 1 の章レベルで挙げられている「歩行者」、「車両」の 2 つと、条・項レベルで挙げられている「目の不自由な人」、「自動車」の 2 つはゴールやエージェント中に現れているが、そのほかの利用者については出てきていない。「人」、「車」という抽象的な概念で表現しているゴールもある。

4.3. 実験：第二フェーズ (ワーキンググループ 2 日目)

4.3.1 実験内容

第一フェーズの実験から 2 日後に行った。大学生 2 人と本稿の筆者 2 人が参加した。大学生は 2 人とも第一フェーズの参加者であった。本稿の筆者 1 人 (第一フェーズに参加していない。以下実験者と記す) が質問を行い、大学生から挙げられたゴールを付箋紙に記載し、模造紙に貼っていった。そして付箋紙に記載されたゴールをサブゴールに分類した。この作業を 90 分間行った。

以下、どのように質問を行ったかを説明する。

1. 実験者が、トップゴールである「利用者が交差点で安全快適に通行できている」を挙げた
2. 実験者がさらに、トップゴールを、「利用者が交差点で安全に通行できている」、「利用者が交差点で快適に通行できている」に分解した
3. 実験者が、第一の質問「交差点を利用する人と、関係者を挙げてください」を行った。この質問を受けて、参加者の大学生 2 人は、「利用者が交差点で安全に通行できている」、「利用者が交差点で快適に通行できている」のゴールの下に、利用者を挙げ、ゴールを詳細化していった。
4. 実験者が「安全快適に通行できるために関与している」というゴールを挙げ、参加者は、関係者であり利用者でないものを挙げて、そのゴールを詳細化していった。
5. これら利用者、関係者のサブゴールが挙げた後、実験者は、第二の質問「交差点を利用する人は、どうなっていればよいと思うか、挙げてください」との質問を行った。ただし、この質問は、被験者の理解性を向上させるため「交差点に信号機があるとして、歩行者は、待っているとき、どうなっていてほしいですか、挙げてください」という質問に変えた。

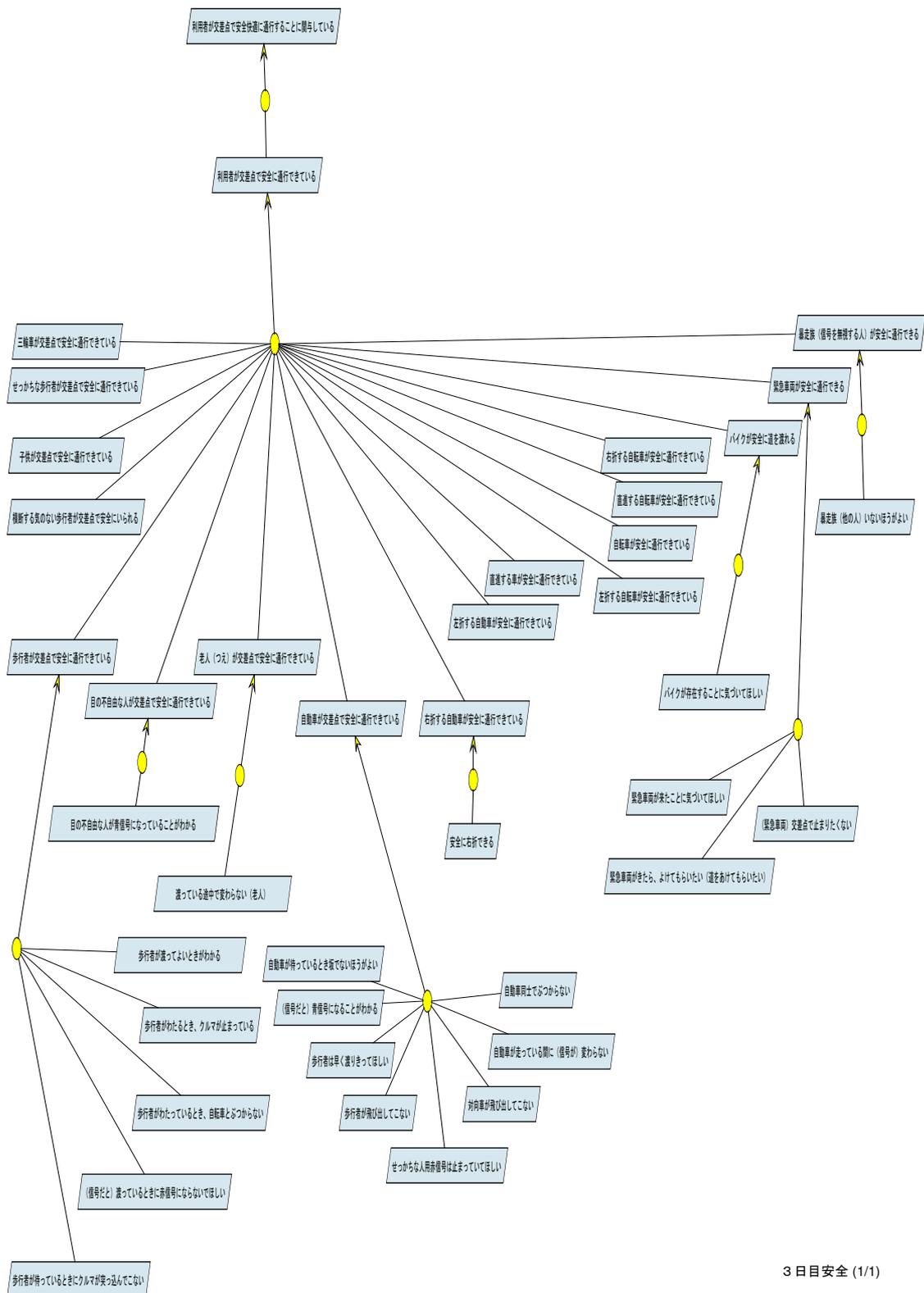
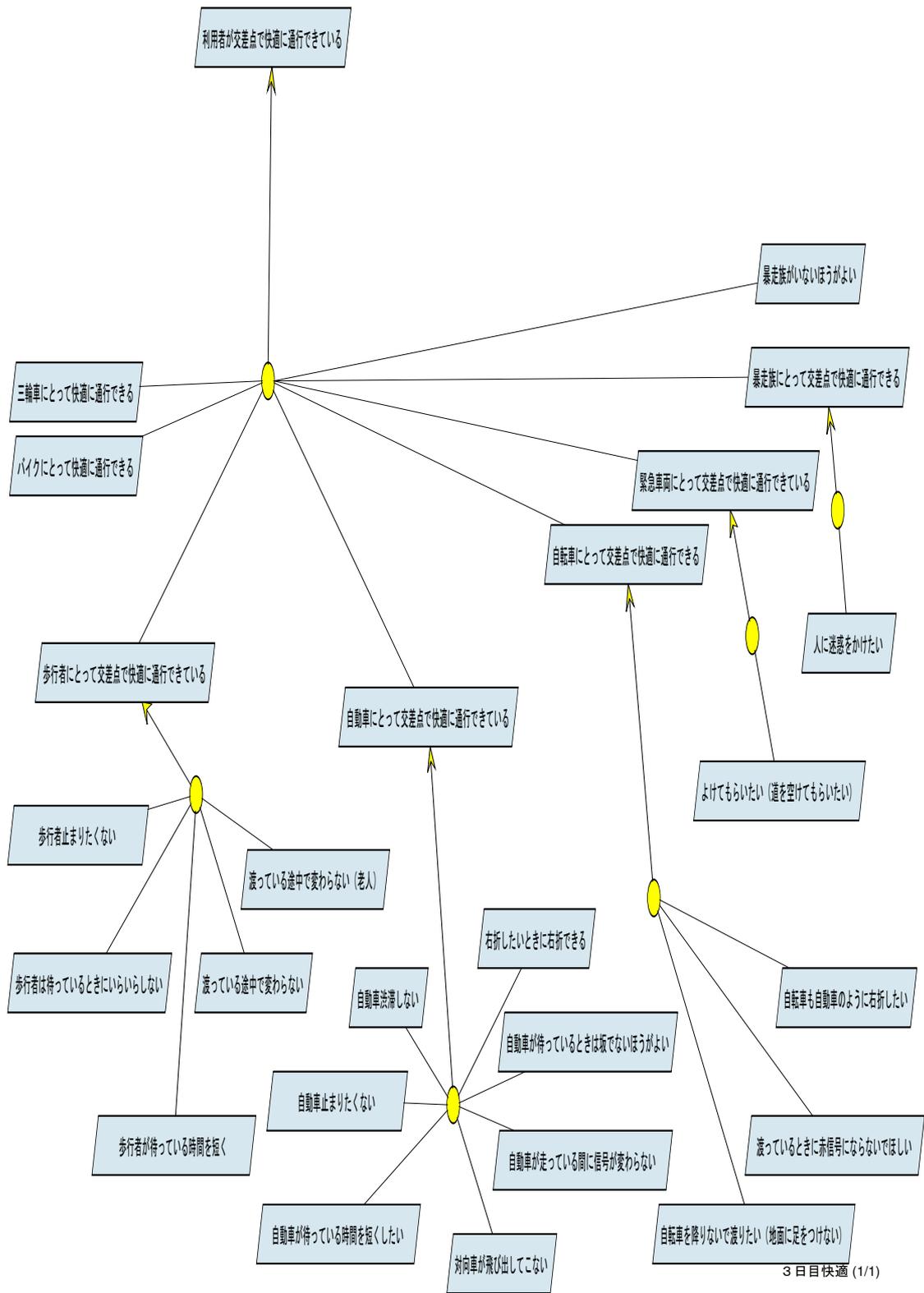
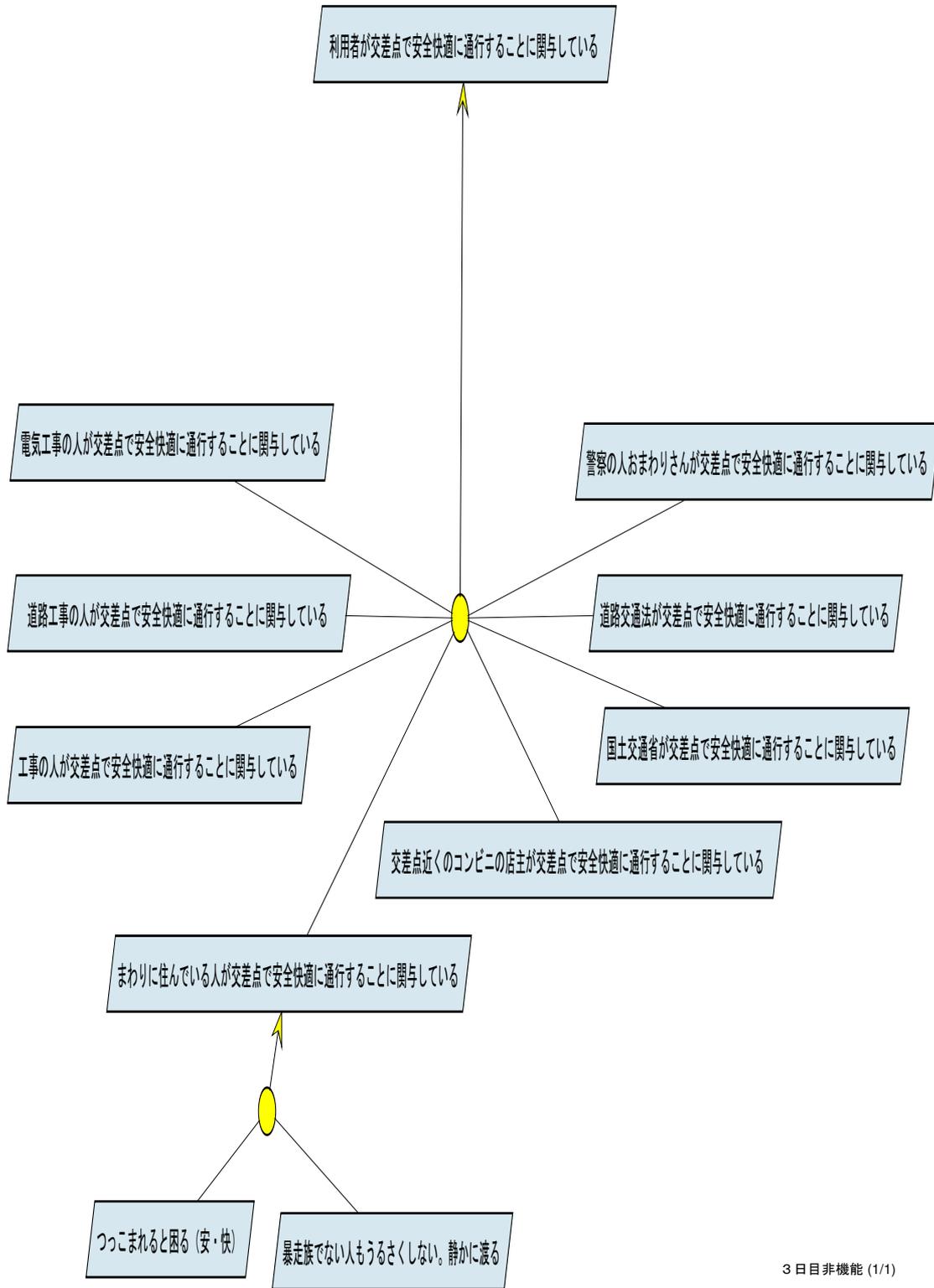


図 3.2 2日目のゴールグラフ (「安全に通行できている」)



3日目快適 (1/1)

図 4. 2 日目のゴールグラフ (「快適に通行できている」)



3日目非機能 (1/1)

図 5. 2 日目のゴールグラフ (「安全快適に通行できるために関与している」)

表 1. 第一・第二フェーズ結果比較

レベル	道路交通法	第一フェーズ	第二フェーズ
章レベル	3	2	1
節レベル	2	0	2
条・項レベル	9	2	5

だし第二フェーズでも車両を詳細化した「自動車」という言葉は出てきている。したがって、車両が満たすべきゴールは、自動車が満たすべきゴールとして第二フェーズでも挙げられている。

また、道路交通法にないものについては、第一フェーズが「人」「車」等、章レベルの概念と同等か、それよりも大きい概念が出ているのに対し、第二フェーズでは、「三輪車」、「せつかな歩行者」など、「条・項レベル」より詳細化したゴールが多くあらわれている。

5. 考察

5.1. 本提案の有効性

質問を行わなかった第一フェーズよりも、質問を行った第二フェーズのほうが、詳細化した用語を含むゴールが多くあらわれているということは、質問によって、詳細化が促され、幅広い利用者の要望が抽出できたことを意味する。特に第二フェーズにおける「左折はどうでもいいけど、右折がしたい」という発言は、第一フェーズより具体的に状況を考察した上で現れた要望といえる。この点で、本提案による第一の質問（ステークホルダーの抽出）「このシステムを利用する人と、関係者を挙げてください」によって、多くのゴールを出現させ、ヌケ・モレの削減という本研究の目的に対する有効性が示されたとはいえる。

5.2. 今後の課題

今回は、第二の質問「このシステムを利用する人は、どうなっていればよいと思うか、列挙してください」は途中までしか行えず、第三番目の質問「最終的に満足する状態Sになるためには、その前提として、何が、どのような状態になっていなければなりませんか」は全く行えなかった。この第二、第三の質問を行った場合どうな

るかについて、今後実験をする必要がある。また、今回の実験では、大学生だったため、経験の浅い技術者を対象として実験したといえる。「誰でも」といった場合、経験豊富な技術者だった場合、質問に効果があるかどうかを研究する必要がある。

6. まとめ

システムの要求獲得時に、できる限り要求のヌケ、モレがなく、誰でも実施可能なゴール分解手法が可能となる質問方法を提案するのが本研究の目的であった。

この目的を達成するために、質問を用いたゴール指向分析手法を提案した。提案した手法の有効性を評価するために、質問の有無による実験を行った。その結果、質問によって分析を詳細に行うことができることが明らかとなった。

参考文献

- [1] “i* homepage”, [http://www.cs.toronto.edu/km/istar/\(2015/3/14 アクセス\)](http://www.cs.toronto.edu/km/istar/(2015/3/14%20アクセス))
- [2] Axel van Lamsweerde “Requirements Engineering: From System Goals to UML Models to Software Specifications”, Wiley,2009.
- [3] 道路交通法, [http://law.e-gov.go.jp/htmlldata/S35/S35H0105.html\(2015/3/14 アクセス\)](http://law.e-gov.go.jp/htmlldata/S35/S35H0105.html(2015/3/14%20アクセス))