

# 状態変化に基づく妥当性検証による活動分析支援システム

久乗皓大\*1, 小尻智子\*2

\*1 関西大学大学院理工学研究科, \*2 関西大学システム理工学部

## Activity Analysis Support System with Validation Based on State Change

Kota Kunori\*1, Tomoko Kojiri\*1

\*1 Graduate School of Science and Engineering, Kansai University

\*2 Faculty of Engineering Science, Kansai University

When we cannot do some activity well, we need to identify the cause. The activity is composed of several small activities (sub-activities) and the cause might be one of them. This research proposes the method for analyzing activity and identifying the cause sub-activity. In order to attain to this goal, the valid sub-activities should be defined. This research proposes the activity model that represents the relations between the activity and its sub-activities. In addition, we construct an activity analysis support system with a function to verify the validity of the derived sub-activities and a function to recommend operations for the successful analysis of the activity.

キーワード: 問題分析, 活動分析, 活動モデル, 操作推薦, 妥当性検証

### 1. はじめに

我々は問題に直面した場合、それを解決しようと試みる。例えば、「プレゼンテーションが上手くいかない」という問題に直面した場合には、何度も練習するなどして上手くいくよう試みる。しかし、問題の原因を正確に認識できない場合、試みた方法では問題解決に至らない場合が存在する。例えば、「プレゼンテーションが上手くいかない」という問題の原因がスライド構成の悪さであった場合、いくら発表の練習をしても改善されることはない。

問題の分析方法を提示することで原因の同定を支援する研究がある。Harichらはグループでの問題解決で、問題に対して「なぜ?」という問いをグループ内での合意が取れるまで繰り返し問いかけるという方法を実施可能なワークシートを提案している<sup>(1)</sup>。中村らはトラブルが発生した際にトラブルの対象, 場所, 時間などに対して起きている事実と起きていてもおかしくないが起きていない事実を記述し, それらの差異から原因を考える手法であるKT法に基づいた問題分析のフ

レームワークを提案し, フレームワークに沿って問題解決可能なシステムを構築している<sup>(2)</sup>。これらの研究で提示される問題分析方法は問題の原因の1つを導出することはできるが, 原因を網羅的に探すことはできない。

網羅的に原因を導出できる方法として, 問題を抱えるもののモデルを構築し, モデルに当てはめて分析するという方法がある。小林は発展途上国への援助政策に必要な要素を規定したモデルを提案し, モデルに施行したい政策を当てはめることで政策の不十分さを分析する方法を提案している<sup>(3)</sup>。ビジネスの経営問題に対しても, 経営において考えるべき要素を規定したモデルを定義し, モデルに基づいた経営の分析を可能にするシステムが開発されている<sup>(4)</sup>。問題を構成する要素をモデルとして定義することで, 問題を分析する際に考えなければならない範囲が明らかになるとともに, すべての原因を発見することが可能になる。しかし, モデルの要素が表す概念と分析者の想定する概念に差異が存在する場合, モデルに上手く当てはめられず, 妥当な分析ができないこととなる。

システムに問題の知識を持たせることで、システムによる妥当性のある分析を支援している研究も存在する。大野らはネットワークのトラブルシューティングにおいて、ネットワークの構造と、ネットワーク上のトラブルとその解決方法の知識を持ち、ホームネットワークにおけるネットワークの構造を自動で推定して視覚化し、原因のある部分を提案することが可能なシステムを構築している<sup>6)</sup>。Shigoらはソフトウェア開発の問題分析に使用されるプロブレム図、ドメイン仕様、要求記述、マシンの仕様からなるプロブレムフレームに沿った分析が可能なインタフェースと、プロブレムフレーム間の関係知識を元に分析した内容の矛盾を検出する機能を備えたシステムを開発している<sup>6)</sup>。森らは研究に関する認知活動、行為のオントロジーを構築し、オントロジーに基づいて質問を生成するシステムを構築することで問題の理解を支援している<sup>7)</sup>。これらの研究ではシステムの持つ問題知識を基に妥当性のある分析を支援しているため、システムの問題知識の範囲内でしか問題分析を支援することができない。日常的な問題は様々な種類の問題が考えられるため、あらかじめ問題の知識をすべて知識として記述しておくことは不可能である。問題の知識をシステムに持たせるのではなく、汎用的な問題分析の方法を提案する必要がある。

本研究では問題に対して妥当な問題分析が満たす条件を定義する。また、条件を満たす分析をするために考えるべきことを明らかにし、それらの思考を促進するインタフェースと、分析された問題が条件を満たしているかを判定し、適切な思考へと誘導する分析支援システムを構築する。なお、日常に存在する問題は人が行う活動の中に存在すると捉え、活動を問題の対象とする。

## 2. アプローチ

### 2.1 活動モデル

活動の分析を定義するためにはまず、活動を明確に定義する必要がある。活動とは、主体が目的を達成するために実行する行動であり、いくつかの細分化された活動によって構成される。本研究では活動を構成する細分化された活動をサブ活動と定義する。

サブ活動を含む活動にはそれが実施可能な状態が存在する。また、活動することで状態が変化するため、事前状態と事後状態の差を活動の効果とみなすことができる。したがって、活動はある条件下で特定の効果を引き起こすものと解釈できる。

活動はある活動が原因で他の活動が生じる場合がある。そのような活動は、原因となる活動の効果によって引き起こされた事後状態が、結果となる活動の条件となる。本研究ではこのような関係となっている活動のことを、因果関係のある活動と呼ぶ。例えば、図1に示すような条件、事前状態、事後状態を持つ「指示棒で指す」、「内容を説明する」という活動が存在したとする。「指示棒で指す」という活動の事後状態「聴衆の注意が向いている」と、「内容を説明する」という活動の条件「聴衆の注意が向いている」が一致しており、「内容を説明する」は「指示棒で指す」の結果可能となる活動であることがわかる。このことから「指示棒で指す」という活動から「内容を説明する」という活動に対して因果関係が存在すると捉えることができる。

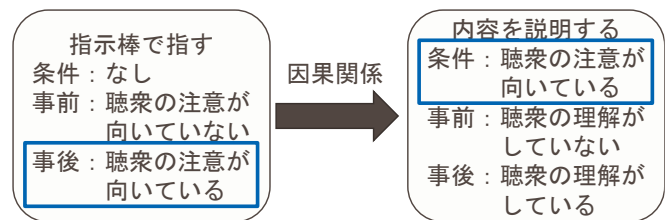


図1 活動間に因果関係が存在する例

以上のことを踏まえて定義した活動モデルを図2に示す。活動はいくつかのサブ活動によって構成され、事前状態・事後状態で表現可能な効果と条件を持つ。活動を構成するサブ活動は、それらの集合で元の活動と同じ活動を実現できるものであるため、元の活動と同じ効果を引き起こすことができる必要がある。すなわち、サブ活動群全体の事前状態・事後状態が元の活動の事前状態・事後状態と一致している必要がある。

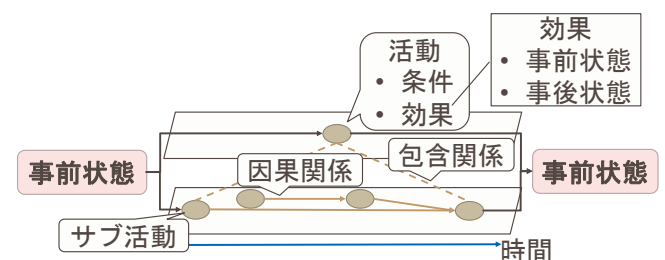


図2 活動モデルの模式図

## 2.2 活動の分析

活動の分析とは、活動モデルの要素に沿って活動を捉えることである。そのためにはまず、活動モデルの要素を導出し、その後導出したサブ活動が活動のサブ活動として妥当であるかを検証する必要がある。

サブ活動の要素は、活動している場面を具体的に思い出し、活動している際に実施している個々の動作をサブ活動として抽出すると同時に、それらがもたらす状態変化を特定する。このとき、実際の場面を思い出すことができなければ、サブ活動を導出することができず、また活動を導出できたとしても状態変化を同定することができない。

サブ活動の妥当性の検証では、サブ活動群全体の事前・事後状態を同定し、それを活動の事前・事後状態と比較する。このとき、妥当なサブ活動の条件を知っていたとしても、個々のサブ活動の事前・事後状態からサブ活動群全体の事前・事後状態を同定する方法を知らなければ、正しく検証することができない。

## 2.3 システム構成図

本研究では、活動のイメージを持っていないユーザや、妥当なサブ活動群を導出するための手法がわからないユーザの活動の分析を支援するためのシステムを構築する。活動の具体的なイメージの想起を促すためには、活動だけを考えるのではなく、活動が実際に行われる場面を思い描くことが有効である。そこで、場面を構成する要素をユーザに提示し、それらを考えさせて場面を具体化させることで、具体的な活動の想起を促進する。妥当なサブ活動が導出できないユーザに対しては、分析の状態に応じて適切な操作を指示することで、具体的な操作を促す。

システムの構成図を図3に示す。活動分析支援システムは活動の要素を導出するためのインタフェースと分析状態の判定のための妥当性判定機能、そして行き詰まった際に操作を推薦する分析操作推薦機能によって構成される。サブ活動が妥当であるためには、すべてのサブ活動の事前状態と事後状態が導出されていること、サブ活動間が因果関係で接続されていること、そして、サブ活動群全体の効果が元の活動の効果と一致している必要がある。妥当性判定機能はそれら個々の条件を判定するため、全てのサブ活動の候補に効果

があるかどうかを判定する効果充足判定機能、サブ活動間に因果関係の繋がりがあるかどうかを判定する一貫性判定機能、サブ活動の候補全体の効果と元の活動の効果が一致しているかどうかを判定する整合性判定機能で構成される。

システムとユーザのインタラクションを説明する。ユーザは分析したい活動とサブ活動の候補、活動・サブ活動の候補の効果をインタフェースに入力する。ユーザがサブ活動の妥当性の判定を要求すると、妥当性判定機能はユーザの入力したサブ活動の候補が妥当かどうかを判定し、妥当でない理由を提示する。ユーザが具体的な操作の推薦を要求した場合は、妥当性判定機能で現在の分析状況を判定し、判定結果を基にユーザに実施すべき操作を推薦する。

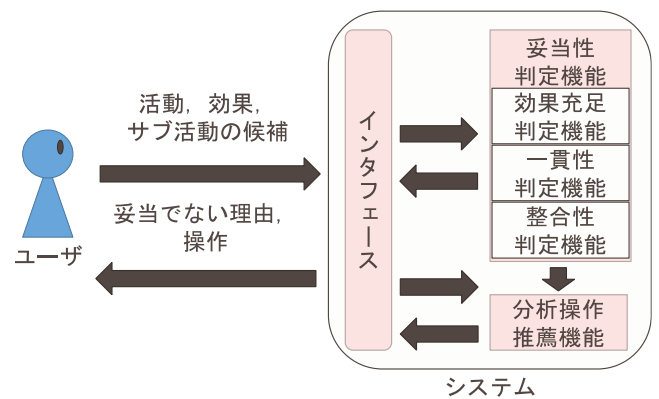


図3 システム構成図

## 3. 活動分析支援システム

### 3.1 インタフェース

インタフェースでは、活動を実施する状況を具体的に考えさせることでサブ活動の候補の想起を支援する。活動は、主体が対象に対して何らかの働きかけをするものであるため、主体や対象、働きかける方法を具体的に考えることは活動の具体化につながる。また、活動はある時空間で実施されるため、時間や空間を考慮することで、主体や対象、働きかける方法の具体化を促進する。本インタフェースは、活動やサブ活動に対し、主体、対象、道具に加え、場所、時間を入力できる場を提供することで、活動の具体化を支援する。

### 3.2 妥当性判定機能

妥当性判定機能はユーザが導出したサブ活動系列の候補がサブ活動の系列になりうるかを判定する機能で

ある。サブ活動の系列は元の活動の代替であるため、活動が効果を持ち、因果関係で接続された系列全体が一連の活動を表現していることと、サブ活動系列全体が引き起こす状態変化が元となる活動の状態変化と一致することが必要である。妥当性判定機能はこれら 3 つの条件をそれぞれ判定する効果充足判定機能、一貫性判定機能、整合性判定機能を保持している。ユーザが入力したサブ活動系列の候補に対して、効果充足判定機能、一貫性判定機能、整合性判定機能の順に判定をする。その後、妥当性の有無と妥当でない場合はどの判定が失敗したかを出力する。

効果充足判定機能は、ユーザが入力した全ての活動、サブ活動の候補に対して効果が入力されているかどうかを確認する。一貫性判定機能は、入力されたサブ活動系列の候補が因果関係を持つ一連の活動を表現できているかを判定する。よって、入力されたサブ活動系列の候補に対して、系列中の最後の活動以外の全ての活動を原因とする因果関係がそれぞれ存在するかどうかを確認する。

整合性判定機能は、サブ活動系列の候補が元の活動と同様の状態変化を引き起こすことを確認するために、サブ活動系列の候補と元の活動の事前状態、事後状態が等しいかを判断する。サブ活動系列の候補を構成する個々のサブ活動候補の事前状態のうち、それ以前のサブ活動候補によって引き起こされたものは活動の中で変化した状態だと捉えられ、全体の事前状態、事後状態とはならない。また、系列全体の事前状態、事後状態の中に同じ状態が含まれていた場合、サブ活動系列によって変化しない状態と捉えることができる。そこで、全てのサブ活動候補の事前状態と事後状態の集合からこれらの状態を除外したものをサブ活動系列の候補の事前状態、事後状態とし、元の活動の事前状態、事後状態と比較することでサブ活動系列の候補が元の活動と同様の状態変化を引き起こすかどうか判定する。

整合性判定機能の判定過程を説明する。まず、サブ活動系列の候補全体の事前状態、事後状態を格納するリストと除外する状態を格納するリストを用意する。サブ活動系列の候補に含まれる全ての事前状態、事後状態を時系列順に確認し、あるサブ活動候補の事後状態がそれ以降に実施されるサブ活動候補の事前状態になっていた場合、その状態を除外リストに追加する。

次に、除外リストに含まれない全ての事前状態、事後状態を全体の事前状態、事後状態リストにそれぞれ入れる。次に 2 つのリストを比較し、一致する状態があった場合、その状態を両方のリストから削除する。最後に完成した全体の事前状態、事後状態リストを元の活動の事前状態、事後状態と比較し、一致しているかどうかによって整合性の有無を判定する。

生成された全体の事前状態、事後状態のリストの具体例を図 4 に示す。サブ活動系列の候補として「聴衆の緊張感無し→聴衆の緊張感有り」という効果を持った「指示棒で指し示す」、「聴衆の理解無し→聴衆の理解有り」という効果を持った「内容を説明する」、「聴衆の緊張感有り→聴衆の緊張感無し」という効果を持った「雑談する」という活動が入力されていたとする。まず、系列中のサブ活動の候補の事前状態、事後状態を順に確認していった際、「指示棒で指し示す」の事後状態と「雑談する」の事前状態が一致していることが分かる。よって、重複している状態である「緊張感有り」を除いた全ての事前状態、事後状態が系列全体の事前状態、事後状態リストに追加される。次に系列全体の事前状態、事後状態リストを比較すると「緊張感無し」という状態が両方のリストに存在していることが分かる。よって、両方のリストから「緊張感無し」を消去する。これにより全体の事前状態「聴衆の理解無し」、全体の事後状態「聴衆の理解有り」が得られる。

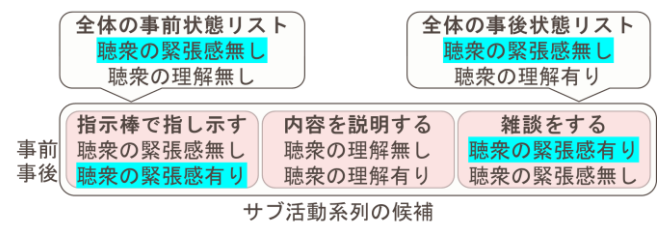


図 4 生成された全体の事前・事後状態のリストの例

### 3.3 分析操作推薦機能

分析操作推薦機能はユーザが活動の分析に行き詰まった際に、次にすべき操作を推薦する。行き詰まりを解消できる操作は、その時点の分析の状況に応じて異なる。効果が充足していない場合は効果を入力することで解決できる。サブ活動系列の候補に一貫性がない場合には、条件を追加することで新たに因果関係が繋がる部分ができる可能性があるため、条件の入力が解決できるための操作の候補となる。活動とサブ活動

系列の候補に整合性がない場合は、効果・条件が十分に入力された既存の系列では元の活動と同様の効果にならないので、新たにサブ活動候補を想起することによって解決できる可能性が高い。したがって、効果が充足していない場合は効果の入力を、サブ活動系列の候補に一貫性がない場合には条件の入力を、活動とサブ活動系列の候補に整合性がない場合は新たなサブ活動の入力を促す。

分析操作推薦機能は推薦した操作が実施されずに、同じ状態で再度操作の推薦を要求された場合、推薦した操作では状態を解消できなかつたと判断し、異なる操作を推薦する。活動の分析はサブ活動候補の想起、効果の入力、条件の入力の順に段階的に実施される。よって、異なる操作を推薦する場合は、前の段階の操作を推薦する。例えば、条件の入力を推薦したが実施されなかった場合には、条件の入力の前の段階である効果の入力を推薦する。また、サブ活動候補の想起を実施できない際には、サブ活動候補の想起を促進するために活動の状況を考えるよう促す。

#### 4. プロトタイプ・システム

図5にシステムのインタフェースを示す。インタフェースは、活動表示エリアと操作実行エリアの2つで構成される。活動表示エリアにはユーザによって入力された活動やサブ活動の候補が時系列順に表示される。

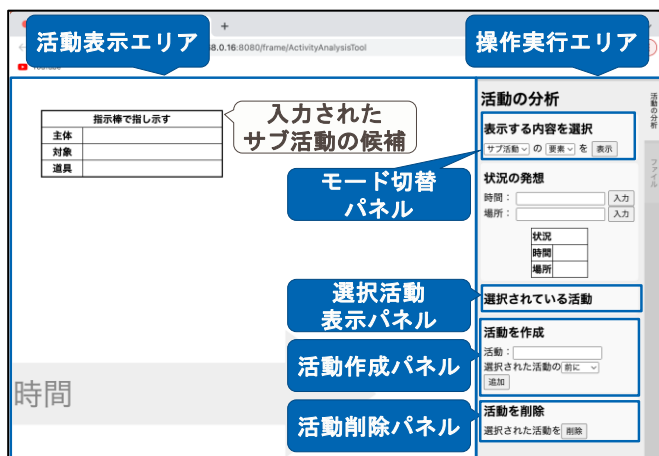


図5 システムのインタフェース

操作実行エリアは活動の分析が実行可能なエリアである。本エリアはモード切替パネルでモードを切り替えられるようになっている。モードにはサブ活動の候補を発想する活動想起モードと、効果・条件を入力し

て活動間の因果関係を確認できる効果入力モードがある。選択されているモードによってエリア内に表示される内容が変化する。

活動想起モードでは、ユーザが想起したサブ活動が入力できるようになっている。活動作成パネルに想起したサブ活動候補の名称を入力し、活動表示エリアからサブ活動の前、または後に来る既出のサブ活動の候補を選択して追加ボタンを押すことで、サブ活動の候補を入力することができる。入力されたサブ活動の候補は、状況の要素を行に持つ表の形式で描画される。一番前、もしくは一番後ろのサブ活動を指定する場合は、サブ活動を選択せずに、前、もしくは後ろのみを指示する。入力したサブ活動の候補を削除したい場合は削除したい活動を活動表示エリアから選択し、活動削除パネル内の削除ボタンを押すことで削除できる。

活動表示エリアに表示された活動をクリックすることで、その活動を選択状態にすることができる。選択された活動は選択活動表示パネルに表示され、操作実行パネルに活動内容入力パネルが出現する。活動内容入力パネルが表示された状態のインタフェースの例を図6に示す。活動内容入力欄ではサブ活動の想起を促進するための主体、対象、道具の入力ができるようになっている。入力された内容は活動表示欄に存在するサブ活動の候補の表に反映される。また、状況発想パネルではサブ活動の候補を想起するための時間、場所が入力できるようになっている。時間、場所が入力された場合、状況発想パネル内の表に内容が反映される。

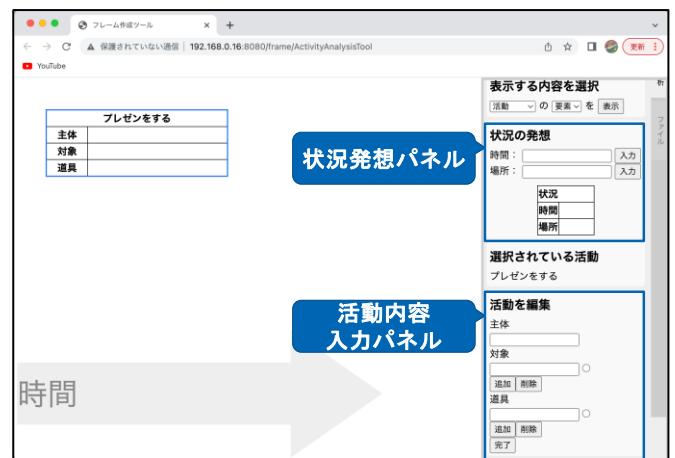


図6 活動内容入力パネルが表示された状態

効果入力モードでは、入力した活動に対する効果を入力できる。効果入力モードのインタフェースを図7に示す。効果入力モードでは活動またはサブ活動の候

補が選択されている場合、操作実行エリア上に条件入力パネルと効果入力パネルが表示される。

条件入力パネルでは活動が実施可能な条件を、効果入力パネルでは活動の効果を入力できるようになっている。条件と効果が入力されると、入力内容が活動表示エリア上のサブ活動の候補の表に反映される。サブ活動の候補の条件・効果が入力されると、インタフェースは入力された効果を基に、他のサブ活動の候補との因果関係の有無を判定し、因果関係があると判断される2つのサブ活動の候補間全てに因果関係を表す弧を描画する。

分析支援パネルは、導出したサブ活動の候補が妥当かどうかのフィードバックを求めるボタンと、導出に行き詰まった際に次にすべき操作の推薦を要求するボタンによって構成される。フィードバックを求めるボタンが押されると、妥当だと判断された場合は妥当であることを伝えるメッセージが表示される。そうでない場合は、妥当でない理由が表示される。操作の推薦では、次にすべき操作を伝えるメッセージが表示される。

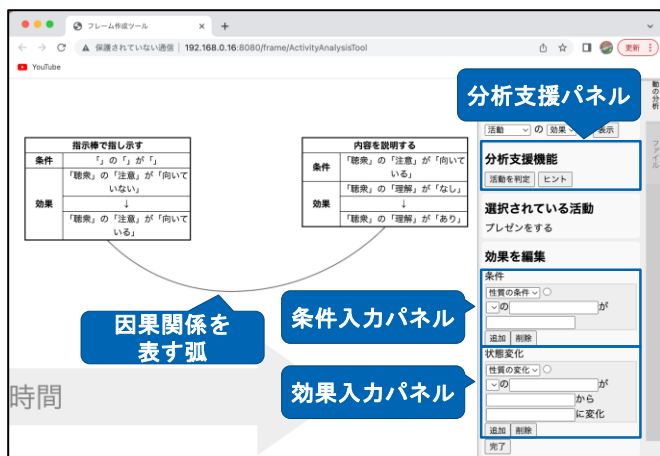


図7 効果入力モードのインタフェース

## 5. 評価実験

### 5.1 実験内容

本研究で提案した活動分析手法とシステムの有効性を評価するために以下の項目について評価する。

- i) 活動モデルの妥当性
- ii) インタフェースのサブ活動の候補想起に対する有効性
- iii) 分析操作推薦機能による操作推薦の行き詰まり

解消に対する有効性

- iv) 提案システム全体の活動分析に対する有効性

実験協力者は大学生、大学院生(A~F)の6名である。

図8に実験手順の概要を示す。活動モデルと活動分析手法の説明(ステップ1)の後、実験協力者には、分析する活動を決めてもらい、システムを用いずに提案する活動分析手法を用いて活動の分析をしてもらった(ステップ2)。分析にはマインドマップを作成できるツールを使用した。ステップ3では、ステップ2で活動の分析が実施できなかった協力者に同様の活動をシステムを用いて分析してもらった。その後、活動分析方法とシステムに関するアンケートに回答してもらった(ステップ4)。

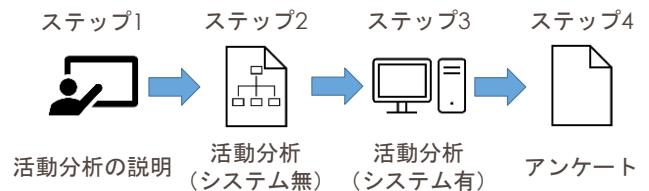


図8 実験の手順

アンケートの質問項目を表1に示す。評価項目iを評価するため、因果関係の表現が妥当かどうかと、提案手法による分析結果が納得のいくものであったかを確かめるための質問項目1,2を用意した。質問項目1,2ともに1(全く納得できない)~4(とても納得できる)の4段階で回答してもらった。

表1 アンケートの質問項目

質問項目
1. 状態変化による因果関係の表現にはどの程度納得できましたか?
2. 分析によって導出したサブ活動には納得していますか?

評価項目iiはシステム使用前後でのサブ活動候補の数の差分から評価する。評価項目iiiは分析操作推薦機能の使用後に推薦された操作が実施されていたかどうかから評価する。評価項目ivはシステム無しで妥当性のあるサブ活動候補の系列を導出できなかった協力者が、システムの使用により妥当性のあるサブ活動候補の系列を導出できたかどうかで評価する。

## 5.2 実験結果と考察

表2に協力者が分析した活動を示す。表3に活動モデルにおける因果関係の表現に対する納得度(アンケートの質問項目1)と活動モデルに沿った分析により導出された活動への納得度(アンケートの質問項目2)を示す。表4に実験協力者がシステムの使用前後で分析できたかどうかを示す。Yができた、Nができていないを表している。また、システム使用前後のサブ活動候補の数の差分を表5に、分析操作推薦機能の使用回数を表6に示す。

表2 分析対象の活動

協力者	活動
A	支援が必要な子どもとコミュニケーションをとる
B	やるべきことを余裕をもって終わらせる
C	料理
D	勉強
E	塾の数学の授業の実施
F	複数コミュニティの活動におけるスケジュール調整

表3 因果関係と分析結果への納得度

協力者	A	B	C	D	E	F
因果関係の納得度	3	3	2	3	4	4
分析結果の納得度	4	4	-	2	4	3

表4 活動の分析ができていたかどうか

協力者	A	B	C	D	E	F
システム無し	N	N	N	N	N	Y
システム有り	Y	Y	Y	Y	Y	-

表5 システム使用前後のサブ活動候補の数

協力者	A	B	C	D	E	F
サブ活動候補の数の差分	0	-2	2	0	0	-

表6 分析操作推薦機能の使用回数

協力者	A	B	C	D	E	F
分析操作推薦機能の使用回数	0	6	4	2	0	-

評価項目 i について評価する。表3から、活動モデルによる因果関係の表現に納得できたかという問いに対して、6名中5名が「納得できた」を表す3, もしくは4と回答していた。また、活動モデルに基づいた分析によって導出された結果に納得しているかという問いに対しても、因果関係に納得しなかったCを除いた5名中4名が「納得できた」を表す3, もしくは4と回答していた。活動モデルの因果関係の表現が実験協力者にとって概ね納得のいくものであったこと、活動モデルに基づいて実験協力者が分析の対象とした活動が表現可能であったことから提案する活動モデルは妥当であったことが示唆される。

評価項目 ii については、表5よりシステムの使用によってサブ活動の候補の数が増加したのはCのみであった。このことから、システムを使用した際にサブ活動を想起するという操作がほとんど実施されなかったことが明らかとなった。システムの使用によりサブ活動の候補を想起していたCは「道具」が想起の手助けになったと述べていた。このことは、活動が実施される状況を考えることでサブ活動の候補が想起できた事例があったことを示しているが、状況を考えることがサブ活動の候補の想起に寄与するという結果は得られなかった。

評価項目 iii について、表6より分析操作推薦機能を使用したのはB, C, Dの3名だった。C, Dは妥当性判定機能によってサブ活動の候補の系列に因果関係が繋がっていない箇所が存在することを伝えられ、条件を考え直すことを促すメッセージが表示された後に再び分析操作推薦機能を使用した。この時、分析操作推薦機能は、再び操作の推薦を要求されたことから、最初のメッセージでは修正できなかったと判断し、効果を入力することを促すメッセージを表示した。C, Dは効果の入力が促された後、実際には最初のメッセージで指示されたように条件を修正することによって因果関係の繋がった系列を得ることができた。このことから、分析操作推薦機能が推薦する操作は妥当であったが、提示するメッセージが推薦する操作を分析者に実行させることを十分に促せていないことが示唆された。

評価項目 iv について評価する。表4より、システムを使用せずに分析が実施できたFを除いた5名全員がシステムの使用により分析ができていた。このことは、

システムを使用することで活動の分析ができるようになることを示唆している。評価項目 ii, iii の結果よりサブ活動の候補を想起することや、操作を推薦することが活動の分析を促進することに寄与していないことを考慮すると、妥当性の判定により妥当であると判定されるまで分析を繰り返し行ったことが活動の分析に有効であったと考えられる。

## 6. おわりに

本稿では活動の分析を支援するために、活動モデルと活動分析支援システムを提案した。活動分析支援システムは、サブ活動の候補を連想的に想起することを支援するために活動に関する状況の要素を考えさせるフレームを提供するインタフェースと、導出したサブ活動系列の候補が活動の説明として妥当であるかどうかを判定する妥当性判定機能、そしてユーザの行き詰まりの状態を推定し、分析に行き詰まった際にすべき操作を推薦する分析操作推薦機能を保持する。システムを用いて活動分析を実施してもらった結果、活動モデルの妥当性とシステムを使用することによる活動分析に対する有効性が示唆された。しかし、活動の状況を考えさせるフレームを提供することでサブ活動候補の想起を支援するインタフェースや、分析操作推薦機能の効果は見られなかった。

実験結果から、分析操作推薦機能により推薦された操作を分析者が実施できない可能性があることが分かった。現在の分析操作推薦機能は操作の種類を伝えるのみとなっており、現時点で導出されているサブ活動やその効果のどの部分を対象に操作を実行すべきかまでは示していない。そのため分析者はどこに操作を適用すべきかがわからなかった可能性がある。操作を適用する対象を指示することで、分析者がすべき操作を理解しやすくなると考えられる。よって、操作の種類だけではなく、推薦する操作をどのサブ活動候補に対して行うべきかという、より具体性のある指示が出せるようシステムを改良する必要がある。

## 参考文献

- (1) J. Harich, M. K. Rosas, "Process-driven Problem Solving with Root Cause Analysis: Adapting Powerful Business Tools to Fit The Sustainability Problem,"

- Proceeding of Earth System Governance Conference, pp. 1-25, 2020.
- (2) 中村恵一, 鈴木智, 橋浦弘明, 八重樫理人, 古宮誠一, "KT法の導入によるグループ問題解決支援システム—適用実験によるコーディネータ支援機能の有効性確認," 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 1, pp. 127-137, 2005.
  - (3) 小林誉明, "「国際開発政策論」の意義とその継承・発展に向けての課題—政策分析ツールとしての「基本枠組み」—," 国際開発研究, Vol. 27, No. 1, pp. 35-49, 2018.
  - (4) H. Avdiji, D. Elkan, S. Missonier, Y. Pigneur, "Designing Tools for Collectively Solving Ill-Structured Problems," Proceeding of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 400-409, 2018.
  - (5) 大野健彦, 齋藤耕介, 宮本勝, 加藤洋一, "構造化されていない問題空間における問題解決支援: ホームネットワークにおける故障診断を題材として," 情報処理学会技術研究報告, Vol. 134, No. 7, pp. 1-8, 2009.
  - (6) O. Shigo, K. Yokoyama, "A State Machine Analysis Support System Based on the Problem Frames," Proceeding of 18th Asia-Pacific Software Engineering Conference, pp. 373-380, 2011.
  - (7) N. Mori, Y. Hayashi, K. Seta, "Ontology-based Thought Organization Support System to Prompt Readiness of Intention Sharing and Its Long-term Practice," The Journal of Information and Systems in Education, Vol. 18, No. 1, pp. 27-39, 2019.