JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	試行錯誤支援の考え方について
Author(s)	野口，尚孝
Citation	第六回知識創造支援システムシンポジウム報告書：75-83
Issue Date	2009-03-30
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7977
Rights	本著作物の著作権は著者に帰属します。
Description	第六回知識創造支援システムシンポジウム，主催：日本創造学会，北陸先端科学技術大学院大学，共催：石川県産業創出支援機構文部科学省知的クラスター創成事業金沢地域「アウェアホームのためのアウェア技術の開発研究」，開催：平成21年2月26日～28日，報告書発行：平成21年3月30日

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

第 6 回知識創造支援システム・シンポジウム　26-28 Feb, 2009 at JAIST

試行錯誤支援の考え方について

野口 尚孝
†ジャストシステム（株）
pga00374@nifty.ne.jp

［概要］プロジェクト・マネージメントなどの分野においては計画・企画業務の実行を支援するツールがいくつも存在するが、定型的な業務パターンの効率を良くするための支援と、定型的でない業務での支援とでは、考え方を区別すべきであるといえる。なかでも創造的な内容を要求される計画や企画などの支援においては、その意思決定過程での試行錯誤が避けられない。そこで試行錯誤を支援するためにはどのような考え方が必要なのか、その基本的な問題について考察することにする。

On a method for supporting trial-and-error thinking processes

Dr. Hisataka Noguchi
JUSTsystem Corp.

[Abstract] In the Project Management field, there are some popular tools for supporting planning and/or projective works in software market. It can be said, however, that the methods of supporting typical works and those for untypical works should be discriminated. In special, in the field of planning requested creativities, it cannot be avoid the trial-and-error thinking in the decision making phase. Therefore, the author tried to figure out the framework of supporting trial-and-error thinking process, here.

1 なぜ試行錯誤支援なのか？

なぜ試行錯誤支援なのか、という問いに答えるためには、試行錯誤がどのような場で現れるのかを考えてみる必要があるだろう。まず、試行錯誤という思考形態は、何かを求めているが、その答えが簡単には得られず、何度も仮の解を出しては、その中からもっとも適切な解を選び出し、そのつど評価のフィルターに掛けながら次第に求める解に近づく思考であるといえるだろう。つまりもっとも一般的な意味での問題解決思考の中心にあって，新たな解を必要とする場で現れる思考である。

ところで，問題解決という思考は以下のような特徴を持っている。

- 一般に「目的・手段関係の知識」を用いる思考である[1]。
- 「問題」として認識される客観的問題状況とそれを認識する主体によって捉えられた問題像は同一ではなく，後者は前者の意識内への選択的写像である。
- 進行中の思考過程（思考における現在）は思考する者の頭の中にしか存在しない主体的意思決定の連続的過程である。したがって思考過程のパターンは思考の結果として外化（表現）されたものによってしか見ることができない。
- 試行錯誤が現れるのは、問題解決思考の中にあって、次のような場合である。

(a) 論理的演算や演繹的推論だけでは解が得られない種類の問題である。
(b) 過去の事例や既存のノウハウ知識のみでは解決出来ない問題解決の場である。
(c) したがって何らかの意味で創造的思考が要求されている場である。

試行錯誤は、実際の問題解決実施とそれによる解の創出に先立つ、問題解決のシミュレーション的先行行為であるといってもよいだろう。

2 試行錯誤的思考の特徴

では、試行錯誤的思考の特徴はどのようなものであろうか。

(1) 思考における目的･手段関係の表現

- 最初から思考者の目的が明確なわけではなく試行錯誤を重ねるうちに目的それ自体が徐々に具体的になってゆく。
- この過程は思考者の個人的経験や置かれた状況によって異なるため客観的問題状況は同じでもそれを解決しようとする主体によって解は異なりうる。つまり解は問題解決者（思考者）における「問題」の固有の解釈を表現している。
- しかし主体の問題像とその解決されるべき状態への表象（解のイメージ）は常に客観的問題状況に含まれる客観的法則性（客観的制約）に規定されているためその限りで「合法則的」である（完全に恣意的ではない）。
- 思考者は自分の思考の内面を直接見ることができないため，問題解決に向けて知りうる限りの手段的知識を適用した「仮の解」を思考内容の客体化として表現してみないと、それらがどのように目的に適合するのか、あるいはしないのかを認識できない。
- したがって仮の解を出してみることによる、その適合あるいは**不適合状態の把握**は問題解決者にとって新たな知識となる。

(2) 思考過程における「遡行」

試行錯誤的思考は解に向かって前進するだけでなくその途中でやり直しや問題のおおもとに帰って考え直すといった「遡行」をすることが多い。この「遡行」については、次のようにいえる。

- 思考過程の遡行は一旦、当面の部分的問題をはなれ、一段階前の状態にもどって問題を再把握し、目的・手段関係を一旦抽象度の高い段階にもどすことで新たな方向でとらえ直さねばならないことを意味している。
- 遡行は次の段階で、思考の創造的飛躍につながることが多い。
- しかし、遡行を余儀なくさせた、そこまでの思考過程の経緯における問題点を理解しないと飛躍にはつながらない。つまり「遡行」は単なる逆行ではない。

3 試行錯誤的思考過程の構造

試行錯誤的思考は、思考者の内面にある目的意識とそれが外化（表現）されたもの、つまり仮の解として客体化された対象との間でのインタラクションを繰り返し、その中で目的意識が徐々に具体化され、仮の解も徐々に現実的な解に近づくと考えられる。これを図示すると図１のような螺旋的構造になる[2]。このような試行錯誤的思考の螺旋が深まる過程では次のような目的・手段関係の探索段階を経ると考えられる

(a) とりあえず過去の類似事例における目的・手段関係の知識（if ~ then ~ 型知識あるいはノウハウ型・因果関係型知識）を適用してみる。
(b) それがだめなら過去の複数の類似事例における目的・手段関係知識の組みあわ

せを適用してみる(低次抽象化目的・手段関係知識)。

(c) それがだめなら「類推」によって異なる領域での目的・手段関係の知識の構造的写像を適用し、目前の問題解決に適用してみる（高次抽象化目的・手段関係知識）

(d) それでもだめならいったん目前の問題から意識をそらせ、「あたため（incubation）」期間（潜在意識レベルでの知識の整理）を経てから再び問題に取り組む

4　試行錯誤過程における支援の意味

では、このような試行錯誤を支援するということは、どのような意味をもっているのだろうか。それを列挙してみると以下のようにいえるだろう。

- 試行錯誤過程はそれによって良い解を生み出すことが可能になるのだから単に試行錯誤をなくしたり、減らしたりするための支援は意味がない
- 「試行錯誤の質」を高めるための支援は意味がある

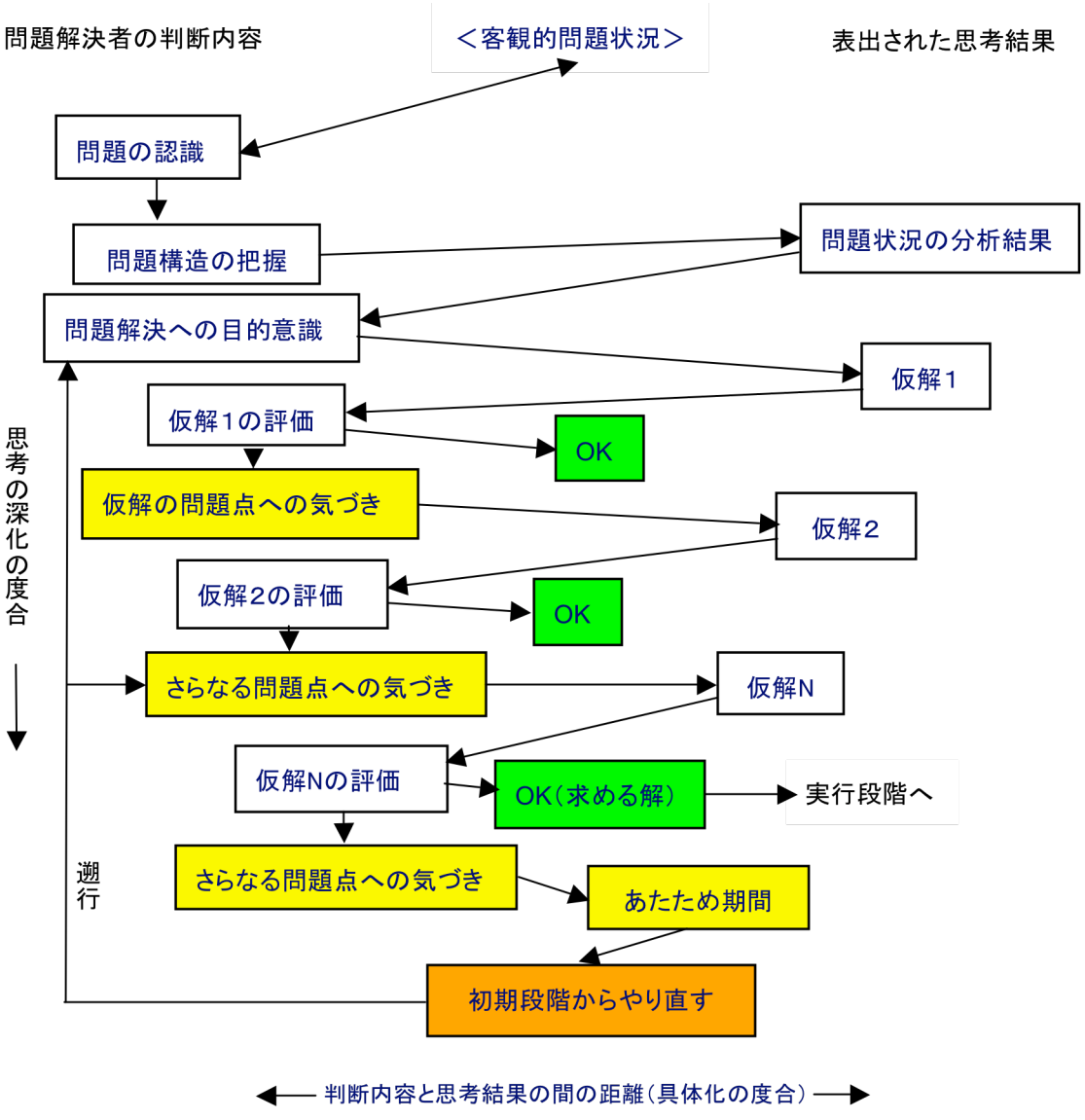

図１：試行錯誤過程の構造

● 「試行錯誤の質」を高めるとは，思考の螺旋状の過程を同じレベルで繰り返す（悪しき試行錯誤）のではなく，思考の遡行とそれによる思考の深まりを増す方向で繰り返すようにさせることである
● そのためにはストレートな発想を促すよりも，むしろ失敗の気づきやそれまでの思考方法の限界に気づかせる方が効果的である

5 試行錯誤のモデル化に関する既往研究

試行錯誤支援の研究はさまざまな領域で行われているが、設計問題に関する研究がもっとも多い。その理由として考えられるのは、設計行為が典型的に創造的かつ試行錯誤的思考過程を本質としており、逆に言えば、設計行為をもっとも抽象度の高いレベルで考えればあらゆる計画・企画的行為に共通した試行錯誤的思考の特徴を備えており、これを的確に一般化ができれば、企画・計画行為において過去の事例の当て嵌めでは解決出来ないような創造的な答えを求める場面で有効な支援システムが可能ではないかと考える。

また、ビジネス・ツールとしての計画・企画支援に関する研究は古くから行われているが、その中で最近の、やり直し過程を含めたワークフロー・モデルである"YAWL"に注目し、それらの研究成果と本研究との関係を見定めながら、試行錯誤支援の方向を探ってみることにする。

（1） 妻屋、野間口らの設計支援研究 [3][4][5]

試行錯誤をデータとして捉えるためには、思考の要素をどう捉え、その時系列的変化のパターンをどう捉えるかが重要である。

妻屋、野間口らは、従来の設計者の思考モデルは設計過程をあるアスペクトで見たものであるため、設計過程を回顧的に説明するためにはよいが、設計作業中に設計者の意志決定やその根拠に関する知識を獲得し支援するには不十分であった。

そこで、設計過程に現れる情報・知識を体系的に整理し共有化・再利用するため、設計過程で扱われる要求仕様や評価基準のような情報が設計作業の進行に従って量的・質的に変化する様子をモデル化する必要がある。妻屋、野間口らはこのモデルを「設計過程の情報モデル」と呼んでいる。また彼らは設計情報モデルの時系列的変化の過程を思考の分岐構造の変化で捉え、その分岐のパターンから試行錯誤のタイプを抽出しようとしている。

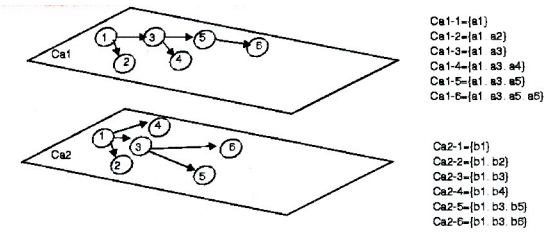

図2: 思考の分岐構造（文献[4]より）

(2) YAWL [6]

次に、いわゆるワークフローをモデル化した例として、YAWL (Yet Another Workflow Language) を参照してみよう。

YAWL はワークフローを扱う言語として開発されており、Action というワンアクションの行為の組み合わせによる Worklet と呼ばれるワークフローのセットを 24 種類用意し、これらを Project の Activity の構成要素とするような階層的行為モデルを考えている。

Worklet はそのコンテクストにおけるルール（Ripple Down Rule）を基準にして選択され、このルールに Exlet と呼ばれる例外処理を用意し、やり直し反復などのプロセスに対応している。そのためやり直しの際の破棄された処理の扱いが新たな問題に直面した際に再利用される可能性を持たせている。

● ヴィゴツキーの媒介モデル [7]

YAWL は旧ソビエトの心理学者ヴィゴツキーが提唱した行為の基本モデルをベースにしており、図２のような３角構造を基本としている。

ヴィゴツキーは、マルクスの労働過程論における道具の考え方（人間が他の動物に優る点は、道具を使ってものを作りだすと同時に道具をも創り出すということ）をもとに、言語を人間のコミュニケーションに必要な道具であると同時に精神の表現としての道具であると考えた。それは直接感覚や感情によって相手に働きかけるのではなく、言語という記号的な媒体を通じて間接的にある意味を伝えようとすることに特徴がある。

またヴィゴツキーは言語研究において、言語をその音声要素にまで還元しようとする分析は意味がなく、言語の意味的関係の最小単位をユニットとして考えるべきだと主張している。

YAWL ではこの考え方に基づき、行為の単位を Subject と Object、および両者を結びつける媒介的存在としての Tool との関係において捉え、これを行為の最小単位であるとしている（図３）。

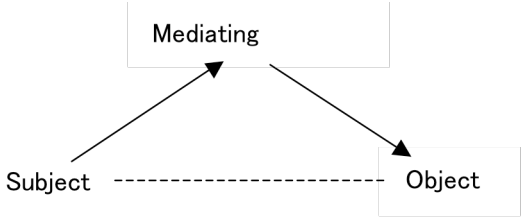

図3：ヴィゴツキーの媒介モデルに基づく YAWL の行為単位

6 ディスカッション

（1） 知識と情報の区別

- 妻屋、野間口らの研究において「設計情報モデル」というとらえ方は優れているが、設計情報と設計知識の区別が曖昧である。前述のように目的手段関係の知識を「設計知識」として考え、それに関する有効な情報を「設計情報」と考えるべきではないか。
- これを一般的な計画・企画行為に汎化すると，「特定の業務達成に必要な目的・手段関係の知識」と「そのために有効と思われる情報」と言い換えることができ、前者は再利用を含めて長期にわたって知識ベース化されるデータであり、後者は状況に依存する度合いが大きい具体的・個別的データといえるだろう。
- 両者を含めて思考対象となる要素と考えれば、時系列的に見ると思考過程で思考要素が単調に増加するのは思考が具体化しつつあることを意味し，その構成要素が大きく入れ替わる場合は「逆行」による問題把握のやり直しが生じた場合であると考えられる。

（2） 試行錯誤支援とオントロジーの関係

- オントロジーは考えた結果や軌跡を表現しそれらをデータとして明示化する場合に必要であるが、答えを模索している場面では思考者にとって、それが思考のアプリオリな枠組みとなってしまうことは避けねばならない。
- 試行錯誤支援においては、一定のオントロジーの中ですべての問題を処理するのではなく、オントロジー自体の再構成をさせることを支援する必要がある。特に「遡行」が生じる場面では問題の再把握が要求されるのでこれが重要である。
- オントロジーは曖昧な問題あるいは問題意識を明示的に記述させるためには必要であるが、明示的に記述されることにより落ちてしまう情報もあることに注意する必要がある(暗黙知的部分の扱い)。

（3） 気づきを促す手掛かりについて

- 気づきには発想に直接結びつく「プラスの気づき（ひらめき）」と失敗を悟る「マイナスの気づき」があり，そのどちらであるかは問題解決者の置かれた状況にかかっている。

● 「プラスの気づき」は直接創造的解につながることがあるが、他にもあった解の可能性に気づかずに終わってしまうこともある。
● 「マイナスの気づき」は間違った方向の気づきとその反省を通じて思考を遡行させ問題の再把握という形で新たな思考パターンへと進むことを促し、深い思考を経て、さらに良い方向に転じる可能性を持っている。
● 試行錯誤の過程で「行きつ戻りつ」しながら構築されていく問題の概念構造の構築過程をトレースし、どこでどのような決定を行い、それがどのような根拠にもとづいていたかをたどれるようにすることで、試行錯誤の途中でも「気づき」を促すことができる。
● そのためには、あるプロジェクトにおける目的手段関係の知識がその時の状況で採用あるいは不採用とされた思考の流れの分岐の根拠（コンテクスト）が何らかの形で記録されねばならず、当該業務の領域知識にもとづくオントロジーが必要である。
● そこで、まず各領域に共通の一般的試行錯誤支援の枠組みを汎用的な知識ベースをもとに構築し、その枠組みの中に、必要に応じてさまざまな個別領域の試行錯誤過程を支援するツール群を組み込めるようなシステムが必要であると考える。
● これらにおける知識の適用方法が目的・手段関係の知識としてデータ化され、蓄積されることが必要である。
● 目的・手段関係の知識運用パターンの時系列的差分を取ることによって、試行錯誤過程の途中で自分の思考の流れを客観化させることができ、何段階かのパターンの差分の時系列的変化から、今後の思考結果を帰納的に推論することで、自ら自覚せずに陥っていた「思考の癖（落とし穴）」を気づかせ思考パターンの転換を促すことができる。他者とのディスカッション（チャットなど）によってアイデアを触発される場面を想定した場合も、思考過程の時系列パターンを共有しあって、他者の思考過程からの気づきを促すこともできる。

7 試行錯誤支援のためのモデルの試み

（1） 目的･手段連関によるプロセスの表現

図１に挙げた試行錯誤過程のモデルは､過程全体の構造であって、試行錯誤の過程にあって意思決定を行いつつある思考は表示されていない。例えば図１で示される螺旋的プロセスで、左から右に向かう→で表されている場面では何が行われているのかを考えてみよう。

ここでは、仮の解を求める発散的思考が行われているのであり、仮の解から評価に向かう←では収束的思考が行われているといえる。

また、問題解決者の判断内容の側に置かれている「問題構造の把握」「仮解の評価」「仮解の問題点への気づき」などは、問題解決者の目的意識の深まりを表しているが、これは実際にはどのように記述されるのかを考えなければならない。

例えば、これをデータとして表現するために、ユーザーに問題構造の記述をさせることを考えてみると、これはそれほど簡単ではない。KJ 法のマップづくりとその文章化に相当する局面[8]であるといえるし、アレクサンダーの方法[9]では、問題の木構造をつくる局面といってもよいかもしれない。

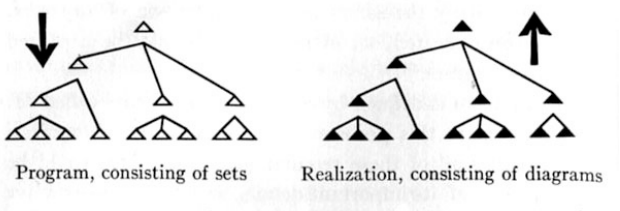

図 4: アレクサンダーの方法（文献[9]より）

実際に思考者が問題構造を考える場合を想定すると、ある問題を解決するためには何をする

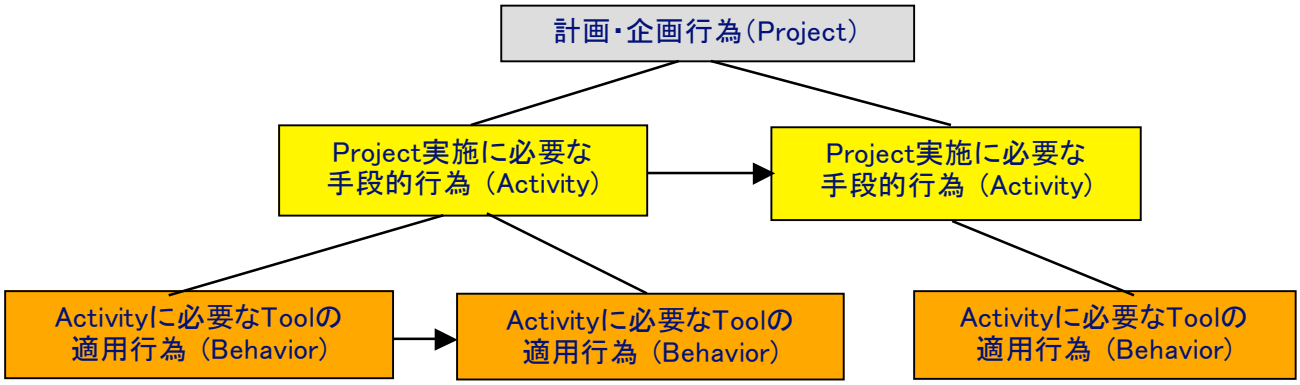

図5：計画・企画行為における目的・手段連関

必要があるか、また何が必要かを考えるだろう。そこで、問題構造の記述に代えて、問題解決に必要な行為の連鎖でこれを表現することを考えてみよう。これをここでは「目的・手段連関」と呼ぶことにする。問題解決行為の中で試行錯誤が多く、創造的解を求められる計画・企画行為について焦点を絞って考えると、ある Project を実施することが目的であって、実施するために必要ないくつかの行為のプロセスがある。これらを Activity と名付けることにする。Activity は Project を達成させるための手段的行為群である。さらに個々の Activity はそれを実行するために必要な手段的行為群を必要とする。これらをここでは Behavior と呼ぶことにする。Behavior

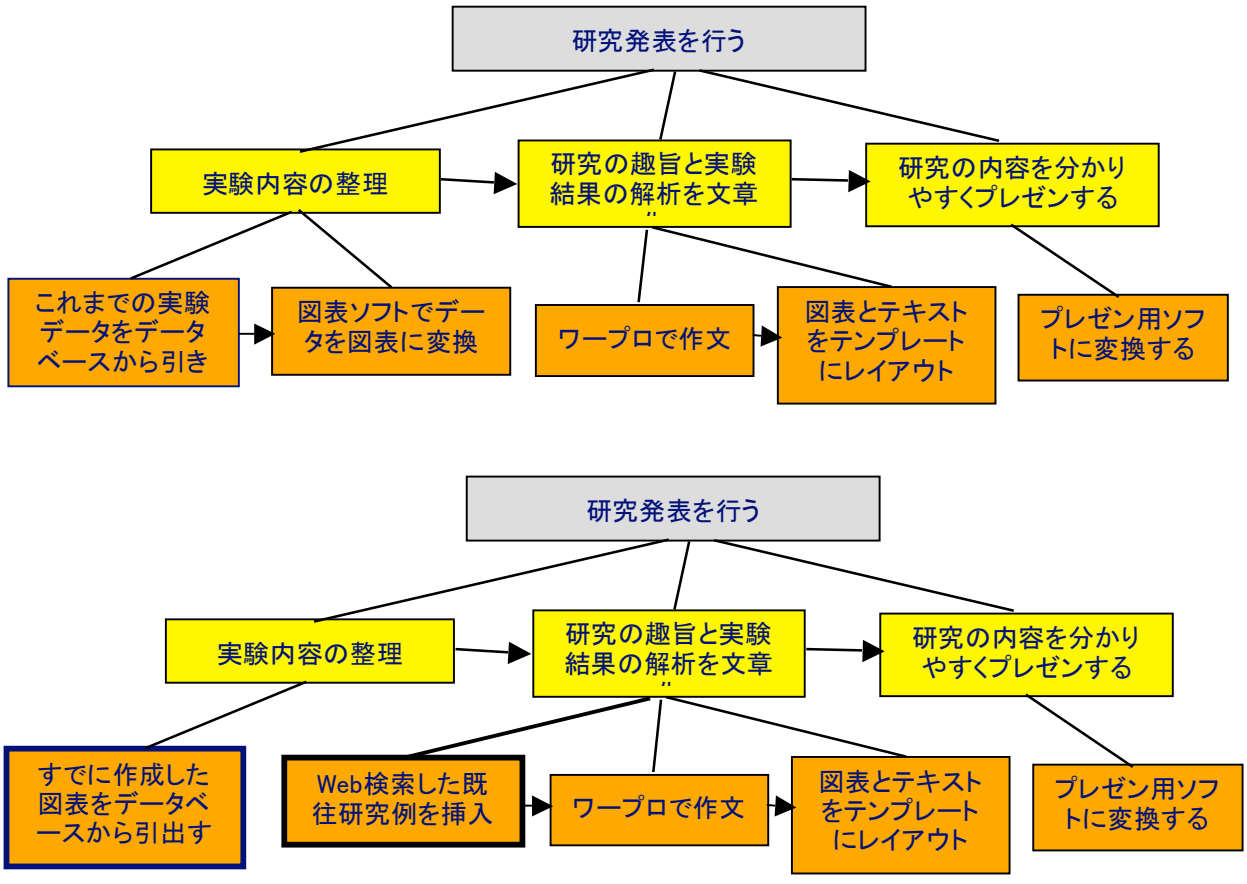

図 6:　研究発表計画での部分変更の例（下図太線部分が計画変更部分）

はそれを行うために必要な Tool とセットになった行為の分節である。これらの関係を図５に示す。

こうした行為の流れを YAWL など業務プロセス管理では「ワークフロー」と呼んでいるが、ここでは、より一般的な思考過程の目的・手段関係を想定している。ここで重要なことは、Activity と Behavior の違いであり、Activity はそれに必要な Behavior の取り方で様々なパターンが生成されうるが、Behavior は Tool の適用形態として限られた種類しか用意されなくてもかまわない。具体的には、システム組み込み、あるいは Web サービスなどから利用できるソフトウエア・ツール群の使用形態の最小単位である。

Activity はこれら Behavior をいくつも手段として組み合わせた行為のひとまとまりの単位である。そして Project はこれらの Activity 群を適切な順番で逐次的に処理していくことにより達成される。

（2）Project 実行パターンの入れ替えとトレース

Project の実行パターンは、Activity の入れ替えや Activity 自身における Behavior の入れ替えで自由度の高いフレキシビリティーを持つことが出来る。これは一度組み上げてみたがうまくいきそうにない実行パターンの変更や、実施途中での変更や中断という試行錯誤的プロセスに対応できることを意味している。

また、Project の実行プロセスは、キーとなる記述が記録され、Project が終了あるいは中断された場合でもあとからそれを追体験的にトレー

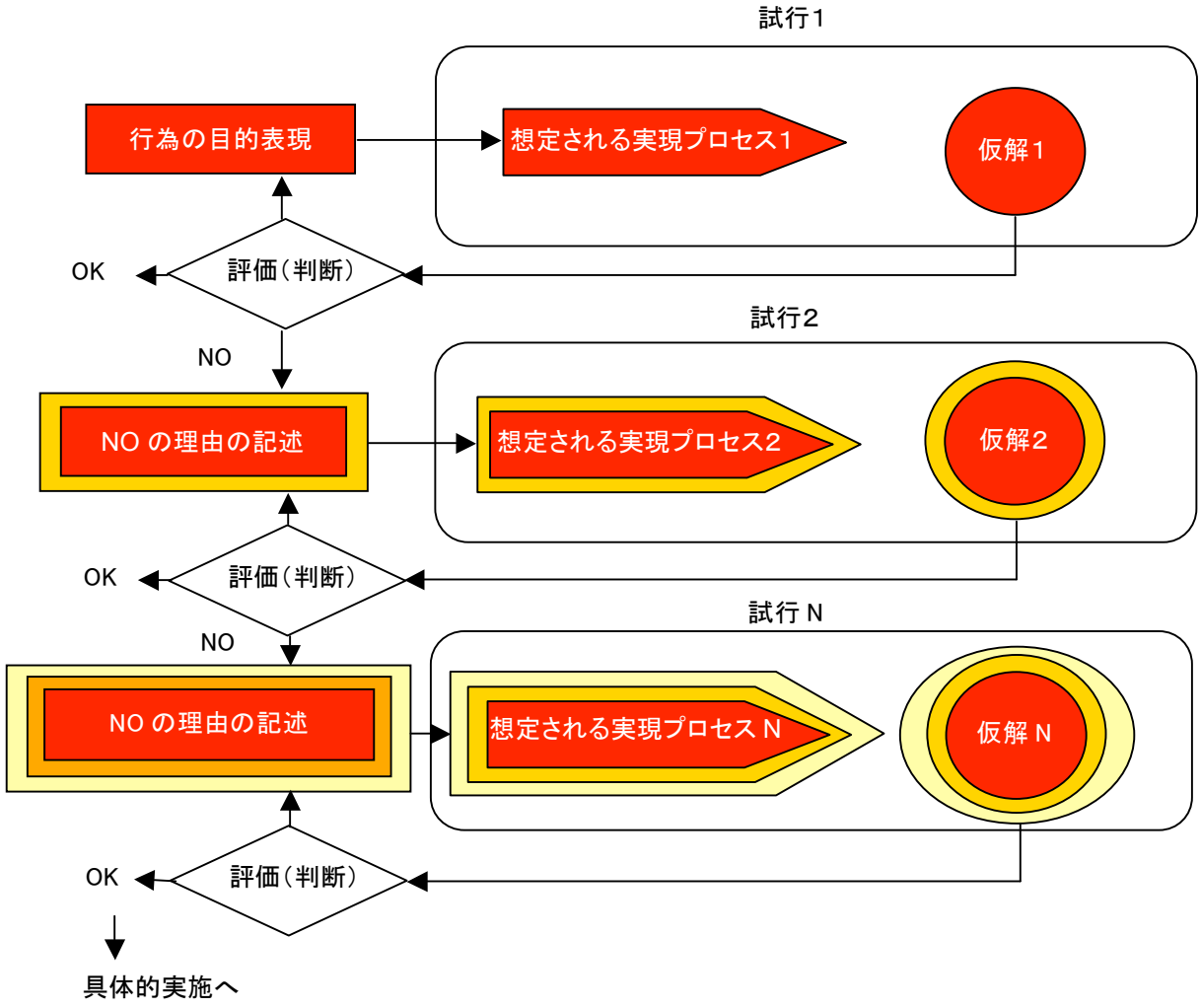

図7：試行錯誤パターンの記録と差分

スすることができる。そのため、Project 実施プロセスの途中で実行パターンを切り替えた場合、それ以前のパターンと以後のパターンの違いを差分で見ることができる。研究発表プロジェクトの例を図６に示す。図６の太枠と太線部分が途中で変更した部分である。ここではプロセスのパターンも変わっている。

この例では一度の変更であるが、例えば何度も変更があった場合は、それぞれの試行の差分を時系列的に並べると、そこに思考者が自分の思考のパターンに内在していたが気づかなかった「思考の癖」に気づくきっかけを与えることができるといえる。これを図示すると図７のようになる。

ここで差分というのは、例えばある Activity においてどのような Behavior を選び、どんな順序でそれを行ったかを示す Activity パターンのやり直し試行による違いのことである。

(3)問題点など

このモデルはまだアイデアの段階なので、実装に至るにはさまざまな問題を含んでいる。

例えば、Activity の表現や状態遷移をどのようにデータ化するか、オントロジーの扱いをどう考えるかなど課題は多い。

しかし、定形的でない問題解決や企画・計画などの創造的思考の支援には、試行錯誤の支援という問題は避けて通れないと考えられるし、それを少しずつでも具体的に行うためのガイドラインとして無駄ではないと考えている。

参考文献

[1] 野口尚孝：デザイン行為一般における目的・手段連関、デザインシンポジウム 2008 論文集(Nov.21-22, 2008 慶応大学)pp.25-30.

[2] 野口尚孝:デザインにおける意図と創造性, 人工知能学会誌, Vol.20, No.4, pp. 379-386, 2005.

[3] 妻屋, 野間口, 吉岡, 武田, 村上, 富山：設計事例分析による設計過程モデルの比較（第1報）—設計事例記録の整理—, 精密工学会春季大会学術講演会論文集, 2000, pp.19.

[4] 妻屋, 野間口, 吉岡, 武田, 村上, 富山：設計事例分析による設計過程モデルの比較（第2報）—設計過程の情報モデルの提案—、精密工学会秋季大会学術講演会論文集, 2000, pp.260.

[5] 野間口, 高畠, 藤田：設計における省察の支援と知識管理型設計支援システムへの展開（日本機械学会第17回設計工学・システム部門講演会論文集, 2007, pp.64-67.

[6] YAWL: http://www.yawl-system.com/

[7] ヴィゴツキー著, 柴田義松訳, 思考と言語（新訳版）,新読書社, 2008.

[8] 川喜多二郎：発想法、中公新書, 1967.

[9] C. Alexander: Notes on the Synthesis of Form, Harvard University Press, 1966.