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

Title	研究開発における思考過程の分析 その2 : 研究開発領域・目的等と思考過程との関係
Author(s)	伊地知, 寛博; 平澤, 泠
Citation	年次学術大会講演要旨集, 6: 13-18
Issue Date	1991-10-17
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/5311
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般論文

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

2B2　研究開発における思考過程の分析　その2
－研究開発領域・目的等と思考過程との関係－

○伊地知　寛博，平澤　　泠（東京大学）

1. 緒言

前回の報告[1]では，研究開発を対象とした思考過程の分析のための方法論の提案と，それに基づく民間企業における研究開発過程の分析を行った．そして，「開発ステージ」にある技術開発の場合にも，“原理追求”を多用するケースがあることを見いだした．

本研究では，ステージにより思考過程が異なり得ることを考慮して，主として，研究開発の「研究ステージ」にある研究開発者を対象として分析を行い，あわせて方法論をさらに精緻化した．

本研究の対象者は13名であり，分析した思考の要素過程は約700であった．

2. 研究の方法

・インタビュー内容

研究開発者に対して，実際に行った研究開発の事例で，とくに，研究開発者にとって主要な問題，あるいは，思考上において“飛躍”があったと考えている事例を挙げてもらう．そして，まず，それらに関して，研究開発過程について，自由に口述をしてもらう．その後，思考過程に関して不明確な部分は，できるだけ詳細にインタビューを行う．

インタビュー時間は，概ね，2時間前後であった．

・インタビュー記録

インタビューは，データとして利用可能な部分はすべてテープ・レコーダによって録音し，これを文書化する．文書化されたインタビュー記録は，句点で区切られた文を単位とし，複数の文で内容的に同一の過程を表す部分は1文に統合し，また，1文中に，複数の過程を表す部分がある場合にはそれぞれ独立した文に分離する．

その後，整理したインタビュー記録を，実際の研究開発過程の時間順序となるよう再構成する．

なお，インタビュー記録は，概ね，1000文前後であった．

インタビュー記録のうち，研究開発者の思考過程に関する口述は，心理的過程に属する部分と社会的過程に属する部分とからなる．ここでは，前者のみを取り出す．

各インタビューでは，複数の事例について口述された場合は，それを区別し，また，同一の事例についても，複数の主要な問題群からなる場合には，これをさらに各々に区分して，独立な事例として分析する．

・分析

整理された後の各文について，その素過程がそれぞれ以下の項目のどれに該当するかチェックを行う．

(a) 思考の要素過程

各文について，研究開発者の思考や行動が，下記のいずれの要素過程に該当するか確認する．

戦略設定

視点設定

推論

観察／観測（仮説，実行，結果）

実験／操作（仮説，実行，結果）

知識／背景適用（研究開発者が知識・情報を適用しようとする時点においてそれが既知であったもの）

情報適用（研究開発者が知識・情報を適用しようとする時点においてそれが未知であったもの）

(b) 論理形式

上記過程のうち，推論および知識／背景適用，情報適用のうち論理形式をともなって言及されているものについて，該当するものを同定する．

論理構造が A→B であるとき，

abduction ： B：既知または仮定したとき，A（または A→B）がわかる場合

deduction ： A：既知または仮定したとき，B（または A→B）がわかる場合

induction ： データ a_i，b_iが既知のとき，A→B ＝ $\{a_i \rightarrow b_i\}$ がわかる場合

if-then rule ： A→B という論理関係が既存のものである場合

constraints ： $A'|_D$ すなわち，ある A' に対してある領域 D によって制限をつける場合

(c) 問題解決過程

各文について，以下の問題解決過程を示すものをチェックする．

問題発見

問題設定

how ： ある目的を実現する，あるいは論理的に矛盾がないという条件の下で実現可能である手段を求める問題

why ： ある事象が生起する原理・原因を求める問題

（*what* で問われる問題については，その存在を問う問題については事実の発見に，既知の事象と関係するものの同定を問う問題については，*how*／*why* の相当するほうに分類した．）

仮説形成／発見（概念など対象の表象に関わる発見であって，観察した対象の実体が示す事実の発見とは区別する．）

3. 分析の対象

これまでに優れた業績を挙げている研究開発者を対象として抽出する．具体的には，多くの同分野に属する専門家による評価を受けて決定されているものとして，ある公的プロジェクトの研究リーダーに選出されている研究開発者，および学会賞等を受賞されている研究開発者であって，現在も研究開発に，直接，従事している人を対象とする．

分野では，物理学，化学，生物学にわたる．活動では，理論を展開するもの，実験によるもの，観察によるものがある．

また，対象者は，すべて，（民間企業も含めた）研究所や大学など研究機関に所属する．

4. 分析と考察

4.1 仮説形成過程に関する分析

・分析

問題設定から仮説形成／発見に至るまでの過程において，次のようないくつかのパターンがあることが見いだされた（図１）．

(a) 探索：　探索領域を設定し，制約条件を付与することで，目的を実現する手段または結果が生起する原因に相当する仮説を決定する過程．

(b) 対比：　問題に対して，何らかの類似性をもった別の関係を置くことにより仮説が形成／発見される過程．さらに，以下のように分けられる．

(b1) 既知適用，類推：　ある *if-then* 関係をもった知識／情報が適用されて仮説が形成される過程．“既知適用”は，知識／情報の種類がその仮説に対してより一般性をもつ関係あるいは既存の関係をそのままあてはめる過程であり，“類推”は，探索する元にある事柄と共通の事柄をもつ類似の既知の関係をあてはめる過程である．

(b2) 原理追求，モデル設定：　問題を別の形に置き換えて，その形で仮説を形成または発見し，それを再度もとの問題に置き換えなおして仮説を形成する過程．“原理追求”は，*how* 問題を *why* 問題に置き換えて解決しようとする過程であり，“モデル設定”は，モデルを設定し，それを操作することによって仮説を形成または発見しようとする過程である．

・考察

既知の関係を対比させることが困難な問題状況であれば，仮説となる可能性のある探索領域を設定し，それに制約条件を付与することでスクリーニングを行い，最終的には実際に対象自体を用いてそ

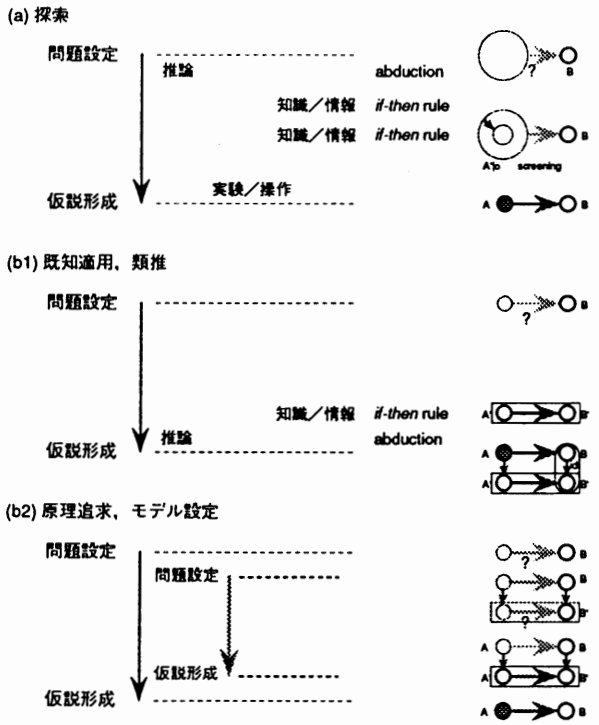

図1　仮説形成過程に見られるパターン

の仮説が成立するかが確認される．たとえば，偶発的あるいは散発的にある事象が生起する場合の問題解決では，その事象の生起する状況のうちに存する種々のパラメータが，仮説となる可能性のある探索領域となるので，これをもとにして仮説形成を開始させる．

一方，何らかの既知の関係を対比し得る問題状況であれば，仮説を形成するにあたっては，まずこれらの既知の関係を利用しようとし，既知の知識・情報をそのまま適用する以外に，類似の関係を対比させて“類推”すること，あるいは，問題を仮説の探索しやすい“原理追求”問題やモデル上で操作できるようにするなど，別の形に置き換えることが，よく行われていることを示している．

このように，問題状況が既知の関係を対比し得る状況か否か，問題の形態を変え得るか否かに応じて，より容易に行える仮説形成方法が選択されていると考えられる．そして，「研究ステージ」にある研究開発活動においては，“類推”や“モデル設定”などの非演繹的思考も要求されることをこれらの事例は示唆している．

4.2 問題および問題解決の目標と仮説形成方法に関する分析

(a) 対象としたインタビュイー群の研究開発活動の性質

まず，初めに，本研究で対象としたインタビュイーが全体としてどのような性質をもったものであるかを示す（表1）．ここでは，各インタビュイーを単位とし，複数の活動がある場合には，それを等分して示す．

i) 研究／開発と問題解決の目標との関係

本研究対象者について，一般的な「研究／開発」の分類によれば，「研究」では，「新事実発見」，「新概念提案」，「新解析方法実現」，「新実験系実現」が，その目標となっており，一方，「開発」では，ある事柄を実現するための「新手段」，すなわち，最終的に製品となるようなものや，それをつくるためのプロセスなどを「形成／実現」しようとすることが，その目標となっている．

ii) 主要な活動と問題解決の目標との関係

本研究対象者の場合，主要な活動は，「理論」，「実験」，「観察」のうち，「実験」によって行われる活動が多く，過半数を占める．それらは，「新概念提案」，「新実験系実現」，「新手段実現」

表1 対象としたインタビュイー群の研究開発活動の性質

		問題解決活動						
一般的分類		新事実発見	新概念提案	新解析方法実現	新実験系実現	新手段形成	新手段実現	計
研究/開発	研究	1	6	1	2.5			10.5
	科学	(1)	(5)	(1)	(2)			(9)
	工学		(1)		(0.5)			(1.5)
	開発					0.5	2	2.5
主要な活動	理論		2.75	0.25				3
	実験	0.5	3	0.75	2.5		2	8.75
	観察	0.5	0.25			0.5		1.25
分野	物理学		2.5	0.5			1.5	4.5
	化学		1	0.5	0.5	0.5	0.5	3
	生物学	1	2.5		2			5.5
	計	1	6	1	2.5	0.5	2	13

( ) 内は，内数．

を目標としたものが多い．「理論」を展開する活動は，「新概念提案」を目標とする場合に多く表れている．

iii) 学問分野と問題解決の目標との関係

本研究対象者について，物理学では，問題解決の目標は，「新概念提案」が主である．「新解析方法実現」も行われている．化学では，「新概念提案」，「新解析方法実現」，「新実験系実現」などに広がる．生物学では，「新概念提案」や「新実験系実現」が多く行われている．

(b) 対象とした問題群の性質

また，問題を単位として，問題の種類と問題解決の目標との関係を示す（表2）．

表1で，インタビュイー別では，ほとんどが「研究」活動に従事しているが，問題別で見れば，手段を問う問題が多い．このように，ある目的を実現するための手段を問う問題が多いことは，本研究対象者については，実際に，科学を中心とした研究の場合においても解析方法や実験系などを実現することが，問題の割合として多いことを示唆している．

(c) 仮説形成方法の分析

ここでは，それぞれの問題（*how*／*why*）および発見に対して，また，それぞれの活動（事実発見／概念提案／解析方法・実験系・手段実現／手段形成）に対して，どのような“仮説形成方法”によって新たな仮説が形成されているかを，主要な問題を単位として分析する（表3，表4）．

i) 問題と仮説形成方法

・分析

how 問題については，仮説形成の方法は，「探索」，「対比」がそれぞれ約半数を占める．　とくに，「対比」については，「既知」の関係を「適用」することや，「原理追求」によって行うことが多い．

why 問題については，「探索」，「対比」，「帰納」のいずれによっても仮説形成が行われる．とくに，約半数が「対比」によって行われ，そのほとんどは「類推」によって行われる．「帰納」は，いくつかのデータから，それを説明する一般的概念が導かれ，仮説が形成された後は，その概念を補強するデータが集められる．その際に，既知の概念との類推も利用される．

発見については，「類推」によって行われる場合もある．

・考察

how 問題については，「後方連鎖」が見られることから，問題空間を狭めていく，すなわち，問題を既知の関係を適用できるようになるまで分解して，それらを適用することによって解決されることを示している．また，*how* 問題のうち，“原理追求”，すなわち，*how* 問題を *why* 問題に置き換えることによって仮説を形成しようとする方法は，*why* を問うて原理を求めたほうが，原理は探索の道

表2　問題と問題解決の目標

		問題解決の目標						
		新事実発見	新概念提案	新解析方法実現	新実験系実現	新手段形成	新手段実現	計
問題	*how*	0	4	4	8 *	1	6 *	22
	why	3 †	8 †	0	0	0	0	10
	発見	2	2	0	0	0	0	4
	計	5	14	4	8	1	6	36

* ：1件重複　　† ：1件重複

表3　問題と仮説形成方法

	仮説形成方法										
	探索			対比					帰納	その他	計
		後方連鎖	スタリーニング		既知適用	類推	原理追求	モデル設定			
問題 *how*	11 *	(5)	(2)	13 *	(6)	(3)	(5)	(1)	0	3	22
why	2	(1)	(0)	6 †	(1)	(5)	(0)	(0)	1 †	2	10
発見	0	(0)	(0)	2 ¶	(0)	(2)	(0)	(0)	1 ¶	2	4
計	13	(6)	(2)	21	(7)	(10)	(5)	(1)	2	7	36

( ) 内は，内数.
* ：5件重複　† ：1件重複　¶ ：1件重複

表4　問題解決の目標と仮説形成方法

	仮説形成方法										
	探索			対比					帰納	その他	計
問題解決の目標		後方連鎖	スタリーニング		既知適用	類推	原理追求	モデル設定			
新事実発見	1	(0)	(0)	3 *a*	(1)	(2)	(0)	(0)	0	1	5
新概念提案	3 *b*	(2)	(0)	9 *abc*	(3)	(6)	(2)	(0)	2 *c*	4	14
新解析方法実現	3 *d*	(1)	(2)	3 *d*	(1)	(0)	(1)	(1)	0	0	4
新実験系実現	3	(2)	(0)	3	(2)	(1)	(0)	(0)	0	2 *f*	8
新手段形成	0	(0)	(0)	1	(1)	(0)	(0)	(0)	0	0	1
新手段実現	3 *e*	(1)	(0)	3 *e*	(0)	(1)	(2)	(0)	0	1 *f*	6
計	13	(6)	(2)	21	(7)	(10)	(5)	(1)	2	7	36

( ) 内は，内数.
a ：1件重複　*b* ：1件重複　*c* ：2件重複
d ：2件重複　*e* ：1件重複　*f* ：1件重複

筋が明瞭であることから，*how* 問題のまま探索するよりも探索すべき空間が狭まるために用いられると考えられる．「既知適用」が多いこともあわせ，*how* 問題では，与えられた状況の中で探索すべき空間が小さくなる方策がとられるものと考えられる．

why 問題については，「類推」が多く見られることは，既知の関係を適用して新たな問題を理解し解決しようとすることが多いことを示している．

ii) 問題解決の目標と仮説形成方法

「新概念提案」では，「対比」，なかでも「類推」が多い．また，「新解析方法実現」，「新実験系実現」，「新手段実現」では，「対比」も「探索」も見られる．

「新概念提案」のように，推論上でのみ仮説を形成する必要のあるものは，実体を通した確認ができないことから，既知の関係と対比させることによって新たな概念を獲得するものと考えられる．

5. 結言

研究開発活動における仮説形成過程において，“類推”や“モデル設定”，“原理追求”など，類似した既知の関係を適用するあるいはより容易に知り得る関係に変換することが多いことが見いだされた．このことは，研究開発活動においても，単に，演繹的推論のみならず，非演繹的推論が少なくないことを示唆している．

参考文献

[1] 伊地知寛博，平澤　冷　第4回研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集 (1989)