

Title	企業内研究開発人材の発明・発見活動の分析
Author(s)	白肌, 邦生
Citation	第七回知識創造支援システムシンポジウム予稿集
Issue Date	2010-02-25
Type	Conference Paper
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/9005
Rights	本著作物の著作権は著者に帰属します。
Description	第七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, 開催: 平成22年2月25日 ~ 26日, 予稿集発行: 平成22年2月25日

企業内研究開発人材の発明・発見活動の分析

Analysis of corporate R&D personnel's invention and discovery activities

白肌 邦生

北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科 〒923-1292 石川県能美市旭台 1-1

概要：発明・発見をもたらした際の企業内研究開発人材の課題認識とその対応行動を明らかにするため、国内の科学技術学会賞受賞者 706 名にアンケート調査を実施した。調査分析の結果、(1)課題認識の多様性、(2)課題克服行動を支える3つの行動要素、(3)課題認識と行動戦略の対応関係、を明らかにした。本成果は発明・発見行動研究のみならず、効果的研究開発コーチングの展開にも寄与することが期待できる。

Abstract:

The aim of this paper is to reveal a corporate R&D personnel's way of thinking and behavior when they break through a difficult problem and achieve an invention or a discovery. We conducted questionnaire survey about invention and discovery activities for 706 corporate R&D personnel who won a prize in Japanese leading academies. As a result of qualitative and quantitative data analysis, we clarified following three points: diverse way of thinking about the difficult problem, three basic behavioral elements behind breakthrough action, and relationship between recognition and approach to problem. Our findings can function as the first step in R&D coaching study.

1. はじめに

新しく有用なもの（こと）を発明・発見していくことは、科学技術に関する研究開発の中核となる創造的活動[1]であり、技術系企業において積極的かつ効果的に推進していく必要のあるものである。

発明・発見の過程には常に何らかの難局面が存在し、その打破に関しては主にブレイクスルーの研究で、異質なチームビルディング[2]の重要性が指摘されてきた。しかし難局の打破を経た発明・発見には往々にして、新しいアイデア創造のきっかけとなる、個人の思いつき[3]や、研究開発人材個人のセレンディピティと呼ばれる“偶然に幸運な予想外の発見をする能力”[4, 5]が背景にある。従って、より効果的に発明・発見を志向するために、研究開発中の難局面に対しての個人の活動に注目することが重要であるといえる。

個人の研究開発活動に関しては、主に研

究開発マネジメントの観点から、試行錯誤および試行の扱いの重要性[1, 6-8]が指摘されてきた。ここで試行とは、文字通り「試しに何かをやってみること」を意味し、「何をやるべき課題としてとらえるか」という課題状況認識と「どういう行動を実際に起こしていくのか」という課題解決行動が本質的に重要であることが示唆されている。しかしながら関連する先行研究では、研究開発行動に影響する組織風土の分析[9]や企業内の仕組み[10]などの、主に周囲の環境の研究に留まり、難局を打破する決め手となった活動について、特に、どういう状況においてどういう行動をとったのか、に関して大規模な調査に基づく研究は未だ十分な蓄積がない。

そこで本稿は、有用な発明・発見に至るような効果的な研究開発活動を明らかにするべく、その第一段階として、新しく有用な発明・発見に至る上での難局面の状況認

識とそれを克服した際の行動を調査分析することを目的とする。

2. 方法論

2.1 調査概要

本稿で用いるデータは「イノベーションを担う人材の研究スタイルに関する調査」と題して実施したアンケート調査結果の一部である。このアンケートは、日本学術会議に登録されている科学技術関連学会の中から、国内有数の15の学会（応用物理学会、日本電気学会、日本薬学会、日本化学会、日本化学工学会、日本機械学会、土木学会、情報処理学会、日本質量分析学会、高分子学会、日本材料学会、自動車技術会、日本建築学会、石油学会、有機合成化学協会）を選定し、その中で学会賞（論文賞・技術賞）を受賞した当時、企業に所属していた人材706名を、2008年度から過去3年間にわたり抽出し対象とした。調査は匿名を担保し、時期は2008年7月11日から2008年8月1日において郵送形式で実施した。

調査項目に関しては、発明・発見のインパクトや回答者の属性を同定する項目、研究行動や組織風土、職場環境に関する選択式の項目に加え、困難克服のきっかけに関する質問を主に自由記述で回答するように質問紙を設計した。本稿ではこの、困難克服のきっかけに関する記述データを扱う（この質問の詳細は付録に記載している）。

全706通のうち442通の返信があり、回収率は63%であった。回答者の属性の内訳は、基礎研究者が86名（19.4%）、応用研究者が329名（74.4%）であった。更に発明・発見の社内的インパクトに関しては、有効回答416件のうち、新事業創造が120件（29%）、売上高向上が120件（29%）、生産性向上などのプロセス改善が68件（16%）であ

った。

2.2 分析手法

「最も大きく立ち上がった問題の克服に至る最終的なきっかけに関する具体的なエピソード」についての記述データから、認識していた問題状況とその状況克服行動それぞれを整理するために、KJ法を援用する。なおKJ法は、筆者と本調査プロジェクトに関わった東京大学総合文化研究科の修士・学士課程学生2名を含む3名で行い、手順は下記のステップを経た。

1. 集めたデータを what（何を行ったのか）、who（だれが関与していたのか）、where（どこできっかけを得たか）、why（なぜその行動をしたのか、その条件）、when（いつきっかけを得たか）、problem（何が問題だったか）、answer（行動の結果、何を発明・発見したか）の観点で要約しカードを作成。
2. 1で作ったカードを並べ、「近い」と感じられるカード同士を集めて小グループを作成。各グループにラベルをつけ、その後ラベル同士でさらにグループを作りラベルをつけ、これを繰り返す。
3. グループ同士をそれぞれの相互関係がしっくりくるように空間配置。一番大きなグループの配置が終わったら、次に各グループ内のすぐ下位のグループ同士の空間配置を行う。
4. その後、状況認識については独立した島を作るようにし、一方で行動については一定の空間配置の後、「考える」、「行動する」、「他者を活用する」の3要素を見出し、重複を許してグループを整理した。

3. 結果

表1 ブレークスルー時の課題状況認識

タイプ	状況項目	構成要素
研究・ 開発当 初から の課題	(A) 克服すべき課題・方針・ テーマが既にある	問題がある/チームワークの改善が求められていた/問題原因が見えている/開発目標がある/すでに着想があった/(社内、業界に) あらかじめ方針があった
	(B) 経営上の課題がある	研究成果の運用に向けて課題があった/事業化に向けて不透明感を持っていた・感じていた/研究コスト・予算に課題がある/生産性に課題がある
	(C) 技術的課題がある	汎用性への疑念があった/既存技術に限界があるという事実を認識している/既存技術に限界があるという価値判断をしている/他の方法において成功体験があった/競合技術があった
	(D) 学問・既存研究の壁がある	既存研究, 統一見解がなかった/学問上の強固な定説がある
	(E) 自分自身の課題がある	知識の制約がある/モチベーションが低い/オーバーワークである
研究・ 開発開 始後の 課題	(F) 社内の支援不足	上司などから直接的に研究を非難された/研究支援が受けられなかった/時間が足りない, 時間制約がある/研究推進自体が社内のペンディング事項だった/研究の障害となるような価値観が社内にあった
	(G) 原因理解の不足	現象のメカニズムがわからなかった/原因がわからなかった/物質, モノの特性がわからなかった
	(H) モデリング・シミュレー ションに課題がある	作成したメカニズムモデルとデータが合わなかった/再現性が取れない/実験結果が想定どおりに出ない/実験室での結果が現場で適応できない
	(I) 日々の試行錯誤	長期継続して研究してきた/試行錯誤していた/ひたすら考えていた
	(J) 偶発的トラブルの発生	偶発的な問題が生じた/予想外のトラブルが発生した

3.1 状況認識と状況克服行動

表1はブレークスルー時の状況認識について、KJ法を援用した結果を示す。セレンディピティ発露の事例にみられるような偶然の出来事・トラブルに関する課題要素の他にも、当初の経営課題や研究開発過程の社内支援の課題などもあり、研究開発人材は純粋な科学技術的な課題だけでなく多様な状況認識を持っていたことがわかる。

図1は課題状況認識を発明・発見がもたらしたインパクトごとに整理したものであり、特定のインパクトを持った成果をもたらす発明・発見の裏にある課題状況の割合を示している。この図からは、例えばプロセス改善に結びついた発明・発見は、与えられたテーマ内での課題認識(状況A)が多いが、新規事業に結びついた発明・発見は

研究開発中のモデリング・シミュレーションに関する課題(状況H)があることを多く認識している傾向にあることが分かる。一方、経営上の課題(状況B)や日々の試行錯誤に関する課題(状況I)は、達成した成果の内容にあまり依らず共通して多い認識であるといえる。

これらの結果からは、多様な課題状況認識の中にも、特定の成果を生むためには共通した課題状況と成果特有の課題状況が存在していることがわかる。特に試行錯誤に関する課題は共通性が比較的高く、日々の閉塞的な検討状況からいかに脱するかは研究開発上の大きなテーマであるといえよう。

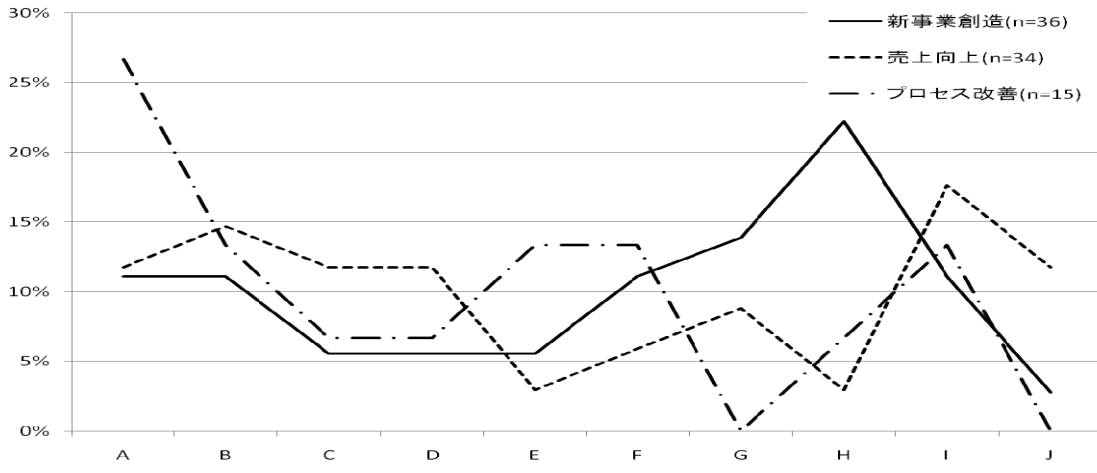


図1 発明・発見内容と課題状況認識

図2は、研究開発人材の状況克服行動をマッピングした結果を表す。図中の各要素はKJ法で整理したグループを意味し、それぞれラベルの内容は異なるが、これらを3つの活動（考える、行動する、他者を利用する）の組で表すと、 $2^3=8$ 通りの行動戦略がある。この中で「何もしない(全ての行動を行わない場合のこと)」戦略は発明・発見を生み出さないと考えられるため、実際に

は $8-1=7$ 通りの戦略があるといえる。

同図は、単純な3つの行動の組で表された行動戦略それぞれについて、“どのように”それを行うか、その内容を示しており、例えば“考え・行動する”場合、そのやり方は、データの比較や実験して原因探索など、様々あることがわかる。この3つの基本行動要素で、発明・発見に至った活動を記述する可能性を示すことができたことで、

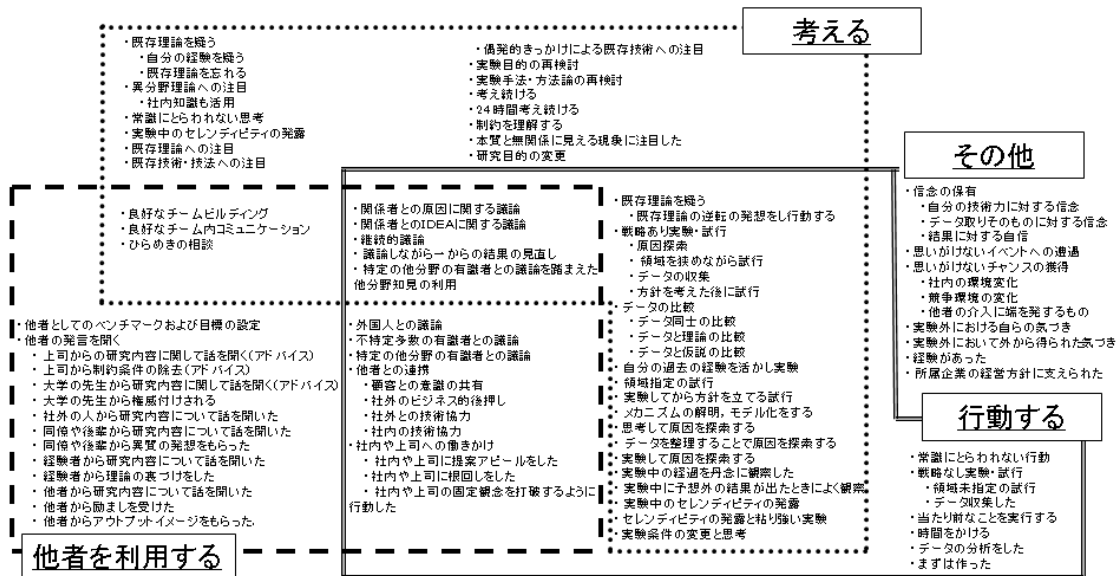


図2 企業内研究開発人材の行動戦略マップ

3 軸でできる活動空間の意図的な遷移が発明・発見の可能性をどれだけ高めるか等の応用を検討することができよう。

3.2 状況認識と状況克服行動の関係性

表 2 はブレークスルー時の状況認識と状況克服のための行動を対応付けたものである。潜在的にはそれぞれの状況に対し、7つの行動戦略が描けるはずであり、例えば状況 A や状況 B に対しては比較的様々な行動戦略が実際に実行されたことが分かる。

一方で、状況 G のような研究開発中の課題については主に自力で考え行動するパターンと他者を利用するパターンに分かれる。状況 G で A∩T の行動戦略をとった例としては、「スロッシングによる石油タンク浮屋根の破損原因を究明していた。スロッシングが大きくなると、破損に至るということは既往の研究で明らかになっていたが、それほど大きくなくても破損に至っているものがあり、その原因究明に困っていた。それほど大きくないものは、2次モードのスロッシングであることはシミュレーションから明らかになっていたので、さらにシミュレーション結果を詳細に分析し、浮屋根における変形状

態を観察することによって原因が究明できた。」があり、状況 G で U の行動戦略をとった例としては「実験結果と解析結果(ファイバーモデル)が一致せず苦労した。ファイバーモデルのため局部座屈などは考慮できないとしても、初期段階から変形・剛性が一致せず、原因を探求した。支承の影響や部材結合の境界条件など原因を自分なりに考え、検討してみたが解決しなかった。上司に報告したところ、ガセットプレートの変形を考慮してはどうかとのアドバイスももらった。通常はガセットプレートは小さく、その影響は微小であると私の認識であったが、縮小模型では部材は小さく出来るものの、ガセットプレートは取合いなどの関係から縮尺率どおり小さくなる事が出来ず、影響が大きくなっていた。上記のように上司からの的確なアドバイスを頂き、問題解決に至った。」がある。

また状況 H のような、研究中にデータと自作のモデルが合わない場合は他人と議論をするよりは自分で再度検討しデータを整理して原因探索の方が、問題の解決には大きく寄与したことが結果として多かったことが分かる。すなわち、潜在的には任意の状況に関し様々な行動パターンを取り得る

表 2 状況に対する戦略実行分布

状況	A ∩ T ∩ U	T ∩ U	A ∩ T	A ∩ U	T	U	A	その他	合計
(A)克服すべき課題・方針・テーマが既にある	21%	0%	36%	0%	14%	14%	0%	14%	100% (n=14)
(B)経営上の課題	8%	8%	31%	8%	15%	23%	8%	0%	100% (n=13)
(C)技術的課題	9%	0%	45%	9%	18%	9%	9%	0%	100% (n=11)
(D)学問・既存研究の壁	20%	0%	20%	0%	20%	0%	20%	20%	100% (n=10)
(E)自分自身の課題	25%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	50%	100% (n=4)
(F)社内の支援	10%	0%	10%	0%	10%	10%	10%	50%	100% (n=10)
(G)原因理解不足	0%	0%	33%	0%	11%	33%	22%	0%	100% (n=9)
(H)モデリング・シミュレーション課題	15%	0%	54%	0%	0%	8%	8%	15%	100% (n=13)
(I)日々の試行錯誤	0%	9%	36%	0%	9%	18%	9%	18%	100% (n=11)
(J)偶発的トラブル	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100% (n=3)

注) 合計のカッコ内は度数。A, T, Uはいずれも集合であり、それぞれA:行動する T:考える U:他者を利用する、を意味する
なお、KJ法を用いる際に記述量が不足しているエピソードデータは除外している

ことができるものの、実際には状況に応じた適切な対応行動があることが伺える。なお、課題状況Hに対してAOTの行動戦略をとった例としては「T&A 数値シミュレーションである挙動を再現できなかったときに、現場の情報（データ・写真）と様々なパラメータを振って実施した実験後の状況を比較観察することにより、シミュレーションのモデル化の見直しや、結果の評価に役立ち、最終的には問題をクリアできた。」がある。

4. まとめ

本調査は、優秀な研究開発人材の試行錯誤活動を明らかにすべく、発明・発見事例を質問紙調査をすることで分析してきた。

分析から明らかにしたポイントは、(1) ブレークスルーの際に持っていた状況認識の多様性を示したこと。(2) 有用な発明・発見に至った研究行動を単純な3つの行動の組で整理したこと。(3) 状況に対しては多様な行動戦略が潜在的にあるものの、実際に事例を分析すると、ある状況下では、一部の行動戦略が比較的多く実行されていることが分かったこと、である。

今後は分析と応用の視点から研究を深める必要がある。 (1) 分析の面では、所定の期間の間に十分な成果が出なかった研究開発事例について分析することで、本調査の戦略実行分布とどの程度異なるかを見出し、行動戦略実行パタンの特徴を同定すること。(2) 調査結果の応用の面では、支援システム構築がある。主に思考領域の変更支援に関する取り組みは多いものの、行動戦略の策定に関して個人レベルで支援するシステムは十分になく、これは現場のコーチングにも寄与すると考えられるため、3つの行動要素を基にしたシステムの構築は有意義で

あろう。

本稿は日本創造学会第31回研究大会における発表原稿を一部修正したものである。

参考文献

- [1] 丹羽清, 『技術経営論』, 東京大学出版会, 2006.
- [2] 市川惇信, 『ブレークスルーのために: 研究組織進化論』, オーム社, 1996.
- [3] Wiener, N., *INVENTION: The Care and Feeling of Ideas*, MIT, 1993 (ウィナー, N., 鎮目恭夫訳, 『発明: アイディアをいかに育てるか』, みすず書房, 1994).
- [4] Shapiro, G., *A Skeleton in the Darkroom: Stories of Serendipity in Science*, Harper & Row, 1986 (シャピロ, G., 新関暢一訳, 『創造的発見と偶然: 科学におけるセレンディピティー』, 東京化学同人, 1993).
- [5] 澤泉重一, 『偶然からモノを見つけ出す能力: 「セレンディピティ」の活かし方』, 角川書店, 2002.
- [6] Itaya, K. and Niwa, K., “Highly autonomous small-team-type R&D management model and its trial management experiment,” *Proceeding of PICMET’ 07*, PICMET, 2007.
- [7] 濱崎和磨・白肌邦生・丹羽清, 「イノベーションを生み出す研究開発行動の分析1: 試行のモデル化による行動の分類とその応用」, 研究・技術計画学会23回年次学術大会講演要旨集, pp. 837-840, 2008.
- [8] 丹羽清, 『イノベーション実践論』, 東京大学出版会, 2010.
- [9] 白肌邦生・濱崎和磨・丹羽清, 「イノベーションを生み出す研究開発行動の分析2: 組織の創造的風土と研究開発人材の試行に関する考察」, 研究・技術計画学会23回年次学術大会講演要旨集, pp. 841-844, 2008.
- [10] 櫻井敬三, 「日本の大企業における独創性を生み出す仕組みに関する実証研究」, *日本創造学会論文誌*, vol. 12, pp. 43-59, 2008.

最も大きく立ち上がった問題の克服に至る最終的なきっかけについてお聞きします。以下の質問に関し、最も良く当てはまるものをそれぞれ1つ選び、○をつけてください。

そのきっかけは、

1 以下の中でどれが当てはまりますか？

1. 同僚・後輩の言葉 2. 上司の言葉 3. 社外の人間の言葉 4. 観測データ 5. 観測データでは見られなかった観察事実 6. 文献

きっかけは、以下のどれに関するものでしたか？

2

1. 自分の策定していた改善策
2. 自分の研究の進め方そのもの

きっかけを得るまでの、あなたの研究に対する気持ちに当てはまるものは以下のどちらでしたか？

3

1. このまま続けていけば、成果はきっとでるはずだ
2. このまま、続けていても成果が出るかはわからない

そのきっかけにより、あなた自身の考えに対する思いは、以下のどちらになりましたか？

4

1. 自分の考えは正しいと思った
2. 自分の考えは誤っていると思った

5 問題状況の克服に至ったエピソードについて、具体的にお答えください
