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

Title	イノベーションのための試行錯誤マネジメントの提案 (分野別のR&Dマネジメント(3),一般講演,第22回年次学術大会)
Author(s)	濱崎，和磨；丹羽，清
Citation	年次学術大会講演要旨集，22：408-411
Issue Date	2007-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7297
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	一般講演要旨

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

１Ｊ１２

イノベーションのための試行錯誤マネジメントの提案

○濱崎和磨，　丹羽清（東大総合）

1　目的

イノベーションを起こすために，効果的な研究開発マネジメントは重要である．研究開発マネジメントを対象とする研究は近年様々行われているが，試行錯誤に対する研究は少ない．そこで本稿では，試行錯誤を取り扱うこととする．

偶発的に，幸運な予想外の発見をする能力として，セレンディピティがある．研究者がセレンディピティを発揮すると，偶発的に得られた実験結果を発見と結びつけることが可能になると言えよう．しかし，一方で発見に結びつくような実験の計画や実施を研究者が試行錯誤で行う過程を効果的に，マネジメントしていくことも重要であろう．本稿はこの後者の領域を扱う．

良い仕事をするには，既存の知識や，過去の経験を応用して行動を変容させる学習（learning）[1]も役立つと言われている．しかし，研究開発とは，本質的に人間の無知・未知の領域に関わる行為である[2]ため，既存の知識や経験に完全に頼ることは出来ない．

無知・未知領域に関わる研究に，イグノランス・マネジメント（ignorance management）がある[3]．しかし，これは主としてビジネス分野を対象にしているため，そのままの形では研究開発マネジメントには適応できない．

本研究では，企業にイノベーションをもたらすような科学技術上の発見に繋がる実験を研究者が試行錯誤で行う場面に注目し，それを効果的にマネジメントする手法の確立を目指す．本稿はその第一歩として，試行錯誤プロセスをモデル化し，そこから得た試行錯誤マネジメント構築に向けてのいくつかの着想を述べる．

2　試行錯誤モデルの構築

2.1　実験プロセスモデル

研究者が行う実験を，研究開発マネジメントサイクル「Plan-Do-See」の枠組みを用いて捉える．Plan-Do-See は，一般的に階層構造を成しているが，本研究では，簡単化のため 2 つの階層で捉える．上位階層における Plan を「研究計画」，Do を「研究の実施」，See を「研究評価」とし，下位階層における Plan を「実験計画」，Do を「実験の実施」，See を「実験結果の評価」とする．

日々，研究者が行う実験は下位階層でサイクルが回っている．サイクルを回していると，下位階層での「実験結果の評価」において，時に上位階層の「研究計画」を変更することが生じるだろう．しかし，本稿では研究の第一歩として，このような上位階層と下位階層の移動は扱わず，下位階層内だけで回るサイクルに限定する．

さらに，Mintzberg の意思決定モデルの考え方，即ち，「問題の確認」には「問題や好機を認識する活動」と「問題状況の把握と因果関係の判断する活動」がある[4]ことを参考にして，See（実験結果の評価）を，実験計画時に設定した測定軸に沿って計画と実験結果との差を測定することと，その差の内容や原因を分析することの 2 つに分割した．

以上より実験プロセスのモデルを図 1 のように定めた．まず研究者は実験計画で決めた「実験」を行う．次に，計画と実測の差を測定する「実験結果の測定」，その次に測定した差の原因を論理

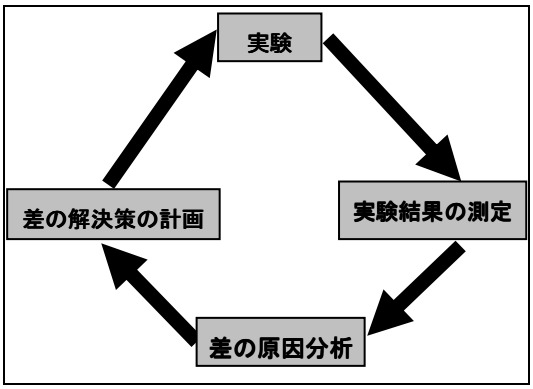

図１：実験プロセスモデル

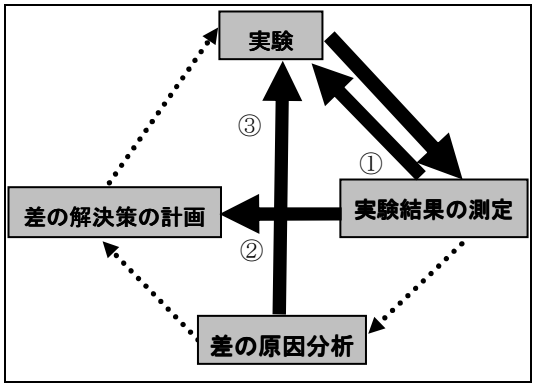

図２：試行錯誤プロセスモデル

的に決定する「差の原因分析」を行う．そして，原因分析に基づいて解決策を論理的に決定する「差の解決策の計画（即ち実験計画)」を行い，次の実験サイクルへと繋がることになる．

なお，実験仮説生成という表現もよく用いられるが，これは，図１において「差の原因分析」と「差の解決策の計画」を合わせたものとして考えることができる．

2.2　試行錯誤プロセスモデル

１で述べたが，試行錯誤は研究者による無知・未知領域での行動である．研究者が実験プロセスを回す際に，無知・未知領域では次の３つの特徴が挙げられるだろう．

i)　測定結果が正しいかどうかがわからない
ii)　原因が論理的に分析できない
iii)　解決策が論理的に計画できない

これらの特徴によって，図１の実験プロセスの通りに実験を進めることが出来なくなる．論理的に説明できない部分を熟考するのではなく，省略して強引にプロセスを進める必要が出てくる．その強引に進めたプロセスが図２の試行錯誤となると言える．

図２において，実験結果の測定から，実験へと戻るパス（①）は，測定結果が正しいかどうかわからない時に再実験をすることを意味する．実験結果の測定から，差の原因分析を省略して差の解決策の計画へと伸びるパス（②）は，研究者が原因を論理的に分析できない時に，とにかく差を解決することだけを考え，実験を進めようとすることを意味する．差の原因分析から，差の解決策の計画を省略して実験へと伸びるパス（③）は，研究者が原因を論理的に分析できていても，解決策を論理的に計画できないとき，とにかく出来ることを試し解決するか結果を見るように実験を進めようとすることを意味する．なお，①，②，③は前述のｉ)，ii)，iii)，に対応するものである．

図２の試行錯誤プロセスモデルを用いると，実際にあった試行錯誤事例を整理・分類することが出来る．NTT の松岡らによる赤外線半導体レーザーの研究開発事例は，量子力学の計算により，1.55 μ m の赤外光を出す結晶構造がどのようなものであるかわかっていた．つまり赤外線半導体レーザーが失敗している原因が，理想とする結晶構造が出来ていないことだと論理的に分析できていた．しかし，目的とする結晶構造を作る方法が分からず，1982 年まで 2 年間，温度など変更可能なパラメタを微調整しながら結晶を作り続け[5]，すなわち，差の解決策の論理的な計画を省略した試行錯誤プロセス（③）を回すことで，結果的に成功した．

また，別の試行錯誤事例として，ビタミン C 不足で起こる壊血病の対策法の発見がある．16 世紀当時は原因不明の病気であり，解決策として食環境の改善を試行錯誤する中で，果実を摂取するこ

とが壊血病の解決をもたらした．以降，医学の発展に伴いビタミン C と壊血病の関係は明らかになった．これは，差の原因分析を省略した試行錯誤のプロセス（②）と言えよう．

3　試行錯誤マネジメントへの着想

3.1　研究開発現場観察より

研究者は，図 2 の試行錯誤プロセスで実験を進めようとする時も，可能な限り，図 1 の一般的な実験プロセスのように，科学的，論理的根拠を求めようとするだろう．それは，通常の研究組織では，研究者が上司の影響を受け，失敗の可能性がある実験に対する躊躇が生じやすい[6]ことから生じる．例えば，マネジャーや研究リーダーに報告する前に，研究者自身で論理的に説明しにくいアイデアを棄却したり，あるいは報告してもマネジャーや研究リーダーに根拠を論理的に説明できなければ，アイデアを棄却されてしまうと考えてしまうからだ．

したがって，これを避けるためにはマネジャーや研究リーダーが

- 差の原因分析を省略する試行錯誤をしている研究者に対し，差の原因に関する説明を求めない．
- 差の解決策の計画を省略する試行錯誤をしている研究者に対し，解決策の理由に関する説明を求めない

というマネジメントをすることが望ましいだろう．

研究者が差の原因分析を，論理的に説明できない無知・未知領域だからこそ，省略して試行錯誤を行っている場合，マネジャーや研究リーダーが差の原因に関し説明を求めてしまうと，研究者は説明できるようになるまで何も出来ないうえに，良い解決策を思いついても実行できない．マネジャーや研究リーダーは敢えて，実験させ解決を達成してから原因を探るようにマネジメントすることが望まれる．

同様に，研究者が差の解決策の計画が立てられない場合，マネジャーや研究リーダーは，原因を踏まえた論理的根拠を求め，差の解決策に対する成功確率の議論などをしてしまうと，差の解決策の要素を省略した試行錯誤を研究者が行えなくなってしまう．

このように，研究者が試行錯誤をしているからこそ，通常の実験をしている研究者とは異なる対応が，マネジメントする側には求められる．

3.2　認知科学（洞察問題解決）より

表 1 に示すように，認知科学分野の洞察問題解決の特徴[7]は革新的な研究開発の特徴と類似した特徴を持つことを見出した．ここで洞察問題とは，例えば T 字型になるように組み木を組み立てるパズルや，9 点の全ての点を 4 本の直線で一筆書きする問題などである．

表 1:洞察問題解決と革新的研究開発の特徴

洞察問題解決の特徴	革新的研究開発の特徴
深刻な手詰まりがある	無知・未知領域なので何をしていいかわからない
失敗してもそれを活かせない	失敗しても，それを活かせるとは限らない
成功後に試行を省みると重要なデータを無視している	先人は似た状況に出会ったが，追求をしなかった
漸次的に成功に近づくより，突然飛躍的に成功する	不確実性が高く，偶発的な発見が多い
成功すると「なぜわからなかったのか」と感想を持つ	多くの人々は「なぜ私が最初に思いつかなかったのか」と思う
失敗続きだった時と成功した時では問題の捉え方が異なっている	成功には予想外の発想や，別の見方が必要

洞察問題解決の研究では，洞察を可能とする次の働きを明らかにしている[7].

- 問題空間の切り替え
- 心的制約の緩和：行き詰まりによって生じる，問題探索の固執（心的制約）を緩和すること

認知科学における洞察問題解決で得られた知見は，非常に単純な対象を取り上げているため，実際の研究開発（特に試行錯誤）にそのまま適用は出来ないだろう．しかし，ここからヒントを得て，試行錯誤モデルにおいて論理的手順を省略して進まざるを得ないパスにおける，マネジメント側からの支援方法を，表 1 なども参考にして考察することは試してみる価値があると考える．

4　まとめ

試行錯誤マネジメントの必要性を述べ，マネジメント手法の確立への前提として，試行錯誤のモデルを構築した．一般の実験プロセスが,「実験」,「実験結果の測定」,「差の原因分析」,「差の解決策の計画（実験計画)」のサイクルを成すと考えられるのに対し，試行錯誤のプロセスは，無知・未知領域を対象とするために，このサイクルの一部の要素，即ち「差の原因分析」,「差の解決策の計画」を省略するというものである．本モデルをもとに，研究開発現場の観察や認知科学の知見を加えて，試行錯誤マネジメント構築に向けてのいくつかの着想を得た．詳細は今後の研究になるが，マネジメントとしては，研究者に対して省略したステップに対する論理的説明を求めてはいけないこと，あるいは無知・未知領域ゆえに行き詰まっている研究者に対して，問題空間の切り替えや心的制約の緩和を支援する実際的な方法を検討すべきなどである

5　参考文献

[1]Maximilian von Zedtwitz.,　“Organizational learning through post-project reviews in R&D,” R&D Management, Vol.32, No.3, pp255-268, 2002.

[2]丹羽清,「技術経営論」, 東京大学出版会, pp.196-199, 2006.

[3]Davila,T.,Epstein,J.and Shelton,R.,” Making Innovation Work: How to Manage it, Measure It, and Profit From It,” Wharton School Pub, pp.222-224, 2005.

[4]上田泰,「組織行動研究の展開」, 白桃書房, pp.141-170, 2003.

[5]山口栄一,「青色発光デバイス」, 同志社大学ディスカッションペーパー, ２００３（ http://www.powdec.co.jp/staff/ey/japanese/publications/BlueLED.pdf）

[6]Itaya,K. and Niwa,K., "Highly Autonomous Small-team-type R&D Management Model and Its Trial Management Experiment," Proceedings of PICMET'07,2007.

[7]三輪和久・寺井仁,「洞察問題解決の性質-認知心理学から見たチャンス発見-」, 人工知能学会誌, Vol.18, No.3, pp.275-282, 2003.