

Title	研究・開発現場における協調活動の分析：認知科学的視点から
Author(s)	植田，一博；丹羽，清
Citation	年次学術大会講演要旨集，14：411-416
Issue Date	1999-11-01
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/5766
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

2A12 研究・開発現場における協調活動の分析：認知科学的視点から

○植田一博，丹羽 清（東大総合文化）

1 はじめに

最近，“協同”あるいは“協調”という言葉を目にする機会が多い。協同による問題解決や意思決定の研究の場である社会心理学や認知科学のコミュニティの中でももちろんのこと，研究開発マネジメントでも協同は今やキーワードの一つとなっていると思われる。また実社会に目を移せば，企業にしろ大学組織にしろ多くのホワイトカラーは，会議（一種の協調の場である）に追われる毎日を過ごしているし，ネットワーク社会という概念の背後にも複数による協調に対する期待が見え隠れする。このように，今や協同によって問題解決や意思決定を行うというのは当たり前だとさえ言える。このような状況の背景には，誰もが知っている“三人寄れば文珠の知恵”という諺が意味する事柄への強い期待感が存在すると考えられる。亀田が指摘するように[4]，この諺の背景には，グループによる課題遂行が個人のそれよりも単に優れているという以上に，個人のレベルでは決して思いつかないようなアイデアが，個々人のインターアクションを通じてグループのレベルでは創発(emerge)するはずだという強い信念が存在するように思われる。

ところが亀田によれば，従来の(古典的な)社会心理学の研究が示している結果は，そのような我々の期待を裏切るようなものが多い。例えば[5, 6]は単純な演繹課題や帰納課題を用いて，グループのパフォーマンスは平均的なメンバーのパフォーマンスを上回るにしても，グループの中の最良のメンバーのパフォーマンスには遠く及ばない場合が多いことを示した。このことから考えると，問題解決においてグループの協調活動が創発性を誘発する効果があるとは言にくい。科学者が行う問題解決も問題解決活動の一種なのだから，実は科学者が協同による問題解決によって科学的発見に至るというのは単なる幻想なのだろうか？

これらの社会心理学の研究に対して，岡田らは科学的仮説形成に関する研究[10]において，協同がグループの創発性を誘発する効果があることを実験的に示し，それが競合仮説を思い浮かべたり仮説の根拠について考えたりする“説明活動”に関わる頻度が高いことに起因することを明らかにした。岡田らの研究は，協同のポジティブな効果を引き出した数少ない研究の一つだが，協調による科学的発見が単なる幻想ではないことを我々に予感させる。

岡田らの研究が協調活動のポジティブな効果を引き出した第一の理由は，課題が単純な問題解決というよりは創造的な科学的仮説形成の課題であり，説明活動が課題達成に大きく寄与すること，であろう。現実の科学では，科学者は既存の知識対系に絶えず知識を付け加える一方で，時々新しい知識を生み出し大きな理論変化を生ぜしめる。これは岡田らの実験状況に類似している。ということは，やはり科学の現場では協調による科学的発見が生じると期待してもおかしくはないようである。しかも現実の科学では膨大な背景知識を必要とし，必然的に専門分化が生じ易い。となると学際的研究(interdisciplinary studies)を行う際には，協同はますます重要になってくる。

このように考えると，(多くの社会心理学研究におけるネガティブな結果にもかかわらず)実際の科学においては，条件さえ備われば，研究チームが創発性を発揮する可能性はあると言える。そこで本稿では，冒頭にあげた“三人寄れば文珠の知恵”の諺の背景にある信念の正否を，実際の研究・開発(R&D)における研究・開発の現場での協同を対象とした調査・分析の結果から議論する。具体的には2種類の事例分析について述べる。第2節では，マーケティングや製造までもが絡む大規模な研究・開発事例を，そこで生じた様々な協同の観点からトータルに分析する。第3節では，研究・開発チームの中だけで短期的かつ局所的に生じる協同のタイプを複数の事例から同定する(なお詳細については[11, 12]を参照して戴きたい)。

2 事例研究 1: 研究・開発プロジェクトにおける長期的な協同の分析

2.1 分析対象とデータの収集方法

本節では、異部門間・異組織間の協同が生じることで、最終的な製品開発にまで至った研究・開発事例における協同の効果をトータルに分析する。分析対象としてある洗剤開発プロジェクトを選んだ。この事例は、(1) 研究・開発からマーケティング・製造にまで及ぶ、研究・開発のトータルな事例であり、(2) 従って狭義の研究・開発の部分にマーケティングが深く関わっている、といった特徴をもつ。この研究開発プロジェクトは、全体でおよそ 15 年、最初の製品発売に至るまでですら 8 年にも及ぶ、長期に渡るものであった。プロジェクトはおおよそ 3 つのフェーズからなっていた。フェーズ 1 では綿製品の衣服に付着する汚れの分析と適切な洗浄原理の同定が、フェーズ 2 では同定された洗浄原理を具体化する方法的探求が、フェーズ 3 ではかさのほる洗剤をコンパクトにする方法的探求が行われた。フェーズ 1 とフェーズ 3 を研究チーム 1 が、フェーズ 2 を研究チーム 2 が担当した。

ここで、このような長期的なプロジェクト全体に及ぶ協調活動を捉えるにはいかなる方法があり得るかが問題となる。Dunbar が科学的発見の認知プロセスのデータ収集に利用した参加型観察手法 [2] は、科学者自身の証言を引き出すインタビュー手法や歴史的なデータを分析する手法 (例えば [8]) と比較して、科学者がまきに行っていることをオンラインでデータとして記録できる可能性があり、データとしての信頼性が高い。しかしその反面、長期間に渡って 1 つの研究室で観察を行うことは非常な困難を伴う、という実施上の困難をかかえている。従って、本節で分析する研究・開発プロジェクトには参加型観察を行うのは不可能とも言えよう。そこで我々はインタビュー手法を採用した。

しかし Dunbar が指摘するように、インタビュー・データは信頼性の面で問題があるのも事実である。そこで、協同には複数の者が関与するわけだから、多くの関与者を独立にインタビューし、互いのデータの整合性を取るという新しい手法を採用した (インタビュー時間は 1 回につき 2~3 時間で基本的に自由口述の形式を採用した)。具体的には、フェーズ 1 の研究を担当した研究チームのキーパーソンとマネージャに対して各 2 回ずつ、およびフェーズ 2 の研究を担当した研究チームのキーパーソンに対して 1 回、これら 2 つの研究チームと接触のあった本社マーケティング部門の現場責任者に対して 1 回の、合計 6 回のインタビューを実施した。これにより、プロジェクト全体の進捗にとって特に重要な、フェーズ 1 中の「汚れの分析と洗浄原理の同定」の研究と、フェーズ 1 を担当したチーム 1 がフェーズ 2 を担当したチーム 2 と「洗浄に最適な物質 C のスクリーニング」の一部を協同で行った研究とに関してデータを収集した。これらインタビューのデータは基本的に、互いに整合していることが確認された¹。

2.2 分析結果

まず、フェーズ 1 の「汚れの分析と洗浄原理の同定」の概要とその中で現れた認知活動の概要を述べ、その後で、観察された協同の例とその効果に関して分析する²。

プロジェクトの概要

この開発プロジェクトが正式にスタートした時点では、インタビューの研究者たちも同業他社の研究者も研究のシーズは存在しない、つまり新洗剤開発の余地はないと認識していたようだ。実際にフェーズ 1 のキーパーソンは、

洗浄力強化、液体化、濃縮化、… (中略) …。そういうことはほぼ完成の域に達していた、と業界では思っていた。

と述べている。しかし消費者に対する頻繁な市場調査の結果は、「襟や袖口の汚れ」、「靴下の泥汚れ」、「肌着の黄ばみ」が消費者にとって依然問題であることを物語っており、洗剤開発の余地はあるとマーケティング部門は認識していた。マーケティング部門のこうした認識は研究チームにも届いた。それを受けてチーム 1 の研究者たちは、消費者が気になる上記 3 つの汚れの分析を行った。その結果、従来から言われていた「肌着の黄ばみとある物質 S の相関」を実験的に確認した。またマーケティング部門との議論から、「肌着の黄ばみ」を解決することが「消費者に最もアピールする」と判断し、汚れの分析の結果と併せて、汚れの原因として物質 S に注目するに至った。さらにチーム 1 の研究

¹論文・口頭発表、研究ノート、人事異動などの明示的なデータも併用した。

²以下で引用するプロトコルは基本的にフェーズ 1 のキーパーソンのものである。他の人のプロトコルに関しては、その都度明記する。またインタビューの匿名性を保つために、一部の物質の名前を実際のものとは変えてある。

者たちは、「当時、表面に付いた汚れに対する理論はあった」ので、走査型顕微鏡で洗浄後の繊維の表面を眺めてみたが、汚れ(物質S分子)は全く発見できなかった。しかし「消費者からのクレームはある」わけなので、研究者たちは、

汚れが残っているとしか考えられない。一体どこに汚れがあるんだろう。

と考えた。これが「新洗剤開発の第一歩」となった。そのとき、この研究者たちは次のように考えた。

繊維の微細な構造までもっと追ってみよう。…(中略)…。表面でマクロ的に見えないのであれば、そういう微細なミクロな目で汚れを解析してみたらどうだろう。

つまりここでこの研究者は、「単繊維の表面」から「単繊維内部の微細な構造」へ視点の転換(focus shift)を行ったのである³。そして、単繊維に関するあらゆる文献検索を行なった。「単繊維の内部構造に、ある物質Iの分子が浸透する」ことを述べた文献を読んだとき、

汚れの分子(物質Sの分子)が、…(中略)…、同じように中に入り込んでしまうんじゃないか。…(中略)…、物質Iの分子も物質Sの分子もいずれにしても可溶性ですね。

と類推的に考えた⁴。つまりこの段階で、「汚れの原因である物質Sの分子が単繊維内部に浸透している」という初期仮説が形成された。この初期仮説を大きく2種類の実験によって検証した後、再び他の文献を参照した結果、

単繊維の中の結合水のあるA領域に物質S分子がトラップされてしまう。

という発展仮説を得るに至った。そして(仮にこの仮説が正しいとして)、

トラップされた汚れを追い出すには、A領域の繊維の自由度を高めてやる。

という全く新しい洗浄方式を思いつくに至ったのである。従来の洗浄方式は、このように繊維に直接作用する方式ではなく、汚れに作用する方式だったので、これは洗浄方式における極めて大きな発想の転換である。A領域の繊維の自由度を高めるには物質Cが必要であり、その中でも洗浄目的に最適なタイプの物質Cをスクリーニングする必要があった。そこからは主にフェーズ2を担当したチーム2に委ねられた。

以上が、新洗剤開発プロジェクトの中のチーム1の認知活動の概要である。

協同の例とその効果

上述したチーム1の認知活動の概要からすぐにはわかるように、新洗浄方式が最終的に案出されるまでには、(1) 汚れの原因物質の絞り込み(物質Sへの注目)、(2) 単繊維の表面から単繊維内部(の微細な構造)への視点の転換、および(3) それらの視点の転換をベースにしたいくつかの仮説の形成と検証が必要であった。このことは、技術革新のような大きな理論変化も、漸時的で小規模な視点転換の集積の結果であること、さらに個々の視点転換は相互に密接に関連し合っていること、を示唆している。協同の観点からこの事例を眺めると、様々な協調活動が、一連の視点転換や仮説形成の駆動力になっていたことが浮かび上がる。以下、そのことを見ていく。

まず、(1) 汚れの原因物質の絞り込み(物質Sへの注目)のきっかけを与えたのは、研究チーム1とマーケティング部門との協同、すなわち異部門協同だった。つまり、研究チーム1は、洗剤が一般に「完成の域に達していた」と認識していたにもかかわらず、マーケティング部門が提供した消費者調査のデータと、マーケティング部門からの開発要請を真剣に受け入れた結果、開発をスタートさせた。さらに、マーケティング部門が提供したデータの中の「肌着の黄ばみ」が、研究者をして物質Sに注目させるきっかけの一つとなった。このような研究の動機付けと、物質Sへの注目は、新洗浄方式を生み出す原点だったと考えられるので、研究チーム1とマーケティング部門の異部門協同を軽視するわけにはいかない。但し立場の異なる部門間の協同では、自らの立場によるデータや情報の再解釈は、協同をマネージメントする上で必要となる場合があることは銘記する必要がある⁵。

³この際に代替仮説は考えなかったと、キーパーソンは述べている。

⁴この類推の詳細に関しては[11]を参照のこと。

⁵この事例以外の、研究チームとマーケティング部門の異部門協同の例としては、研究チームからマーケティング部門への新しい消費者調査手法の提案などがあった。

次に、(2) 単繊維の表面からその内部への視点の転換を促し、初期仮説の形成のきっかけを与えたのは、チーム1内の研究者個人間の協同、すなわち、キーパーソンとミドル・マネージャとの間の協同であった。キーパーソンが「物質Sが表面に見えない」という実験結果を報告をした際に、マネージャは「じゃ、中じゃないの」というヒントを与え、そこからディスカッションが始まった。そしてディスカッション終了後には、「単繊維の中に入っているものを突き止める」という方向で研究を進めることになった。ここで興味深いのは、物質Sが単繊維内部に浸透しているという初期仮説のヒントを出したミドル・マネージャ自身が、物質S以外の汚れの原因の可能性を最後まで考えていたという事実である。集団的浅慮の発生を防ぐために提案されている様々な策[1]の中の一つに“グループ・リーダーがグループのメンバやメンバの意見に対して公平なスタンスをもつ”があるが、上述したミドル・マネージャの態度はこれと符合する。さらに、研究チーム内でしばしば厳しいディスカッションが行われたそうだが、それも“グループ内のディスカッションを通じて異なる意見を対立させる”という集団的浅慮を防ぐ策だと指摘されている[1]。

最後に、(3) 仮説の形成と実験の検証における協同の例を見ておこう。ここでは、チーム1内の研究者個人間の協同と、チーム1と2の間のチーム間の協同の両者が重要な役割を果たした。前者に関しては、「(単繊維のA領域の自由度を高めるのに必要な)物質Cが単繊維のどの部分に作用するのか」を実験的に確定する場合に、大学で生物科学を専攻していた他のメンバーがチーム1のキーパーソンに「免疫組織科学的な手法」を教えることで、問題解決が図られた。しかしより重要だと考えられるのはチーム間協同の方である。既に述べたように、物質Cのスクリーニングからその大量生産まではチーム2の担当だったが、チーム1のキーパーソンによれば、「最適な物質Cのスクリーニングまでは実際には2つのチームで協同して行った」そうである。というのも、チーム2にスクリーニングのための制約(最適な物質Cがもつべき特性)を指示しないと、スクリーニングの作業効率ややる気に悪影響を及ぼしかねないからである。従って、スクリーニングにチーム1が深く関与した。さらに、チーム1の研究者たちは、チーム2が出してきた物質Cの洗浄効果を絶えずチェックした。これも、チーム1がチーム2の作業に関与しチェックすることで、研究・開発プロジェクト全体の効率を向上させる例だと理解できる。つまり、分業体制においても作業と知識のゆるやかな重複が作業の遅延や停滞のリスクを緩和する場合があると言える。

さらに興味深いのは、このチーム間協同を通して、チーム2の研究者から見るとかなり「非常識な要求」がチーム1から課されたことで、物質Cに関するチーム2の常識を覆したことである。これは異分野協同に期待される最大のプラス面である。実際チーム2は、洗浄に最適な物質Cのスクリーニング手法と生産方法を世界に先駆けて開発できた。

2.3 議論とまとめ

本節では、新洗剤開発のプロジェクトにおける協同の事例とその効果について分析した。分析結果の重要点は、(1) 技術革新のような大きな変化も単純に見える小規模な視点の転換が複雑にかつ密接に絡み合った結果生じており、さらに(2) 異部門協同、異分野協同、および研究者個人間の協同といった様々なタイプの協同が一連の視点転換の駆動力になった、ことである。特に異部門協同と異分野協同が、プロジェクト全体の進捗にとって決定的に重要だったと考えられる。

Dunbarも科学的発見の分析[2]において、「たった1つの認知メカニズムのみで創造的な思考が成り立っているわけではない。(中略)様々な異なる認知メカニズムによって作り出される小さな変化の連続が、創造的なアイデアや新しい概念を生み出す」と述べており、本節の主張と基本的に一致している。しかしDunbarが分析の対象としたのは大学の研究室での同じ分野の研究者間の協同なので、本稿のような異部門協同や異分野協同は分析されていない。

異部門協同や異分野協同が重要だという結論は、研究者なら直観的に正しいと感じるだろう。事実、野中らも、協同が研究・開発を促進する一因だと指摘している[9]。しかしWorkmanは、研究開発部門とマーケティング部門とが協調関係にあるというよりはむしろコミュニケーション上の障害をかかえるソフトウェア企業の事例を報告している[13]。また藤垣は、異なるジャーナル共同体に属する研究者同士がしばしばかかえるコミュニケーション上の障害の原因を分析している[3]。このように考えると、また冒頭で述べた社会心理学の研究成果を考えると、様々なタイプの協同が研究・開発の進捗に大きく貢献したことを示す本節の分析は意義あるものと言える。

3 事例研究 2: 研究・開発チームの短期的な協同の分析

3.1 分析対象とデータ収集の方法

前節で分析した協同の事例が効果を発揮するまでには何年もの歳月を要している場合があった。しかし、協同において与えられるサジェスション自体は極めて短期的に生じている⁶。では、このように短期になされるサジェスションとはどのようなものなのか？本節では、研究・開発チームの中だけで短期的かつ局所的に生じる協同のタイプを複数の事例から同定する。従って、分析の対象となる事例は、(1) 研究・開発チーム内/同士で生じた協同の事例で、(2) 短期間に生じたインタラクションである、といった特徴をもつ。具体的には、新たに4つの研究チームを対象とした。

基本的に2人からなる場面で比較的短期間に生じる協同(インタラクション)を、前節の事例分析の場合と同様インタビューによってピックアップし、研究者がその協調者からどのようなサジェスションや知識を提供されたかを分析した。前節の場合と同様に、協同に関与した2人の協同者に対して独立にインタビューを実施し、データの整合性をチェックするとともに、(1) 2人のうちのいずれが、協同によってサジェスションあるいは知識を得たか(サジェスションを受けた者を“主体”と呼び、与えた者を“協調者”と呼ぶ)、(2) 協調者は主体に対していかなるサジェスションを行ったか、を分析し、協同のタイプを同定した。

3.2 分析方法

観察されたすべての事例を分類する基準として、(1) 協調者がどのようなタイプのサジェスションを行ったかと、(2) そのサジェスションが行われた際に、主体がもともと抱えていた問題がより具体的な別の問題に言い替えられたか(問題表現の具体化の有無)、という2つの次元を採用した。(1)のサジェスションについては、問題の見方や考え方の論理性・無矛盾性などに関するメタな知識(S1)と具体的な方法や手段などに関する問題固有の知識(S2)の2つのレベルがあり、(2)の問題表現の具体化については、無し(R1)と有り(R2)の2つのレベルがある。従って理論的には、S1R1、S1R2、S2R1、S2R2の4タイプが存在し得る。

3.3 分析結果

協同の事例としては、ほぼ完全な分業体制をとっていた1つのチームを除く3チームから全部で14の事例が抽出された。先ほど述べた理論上の4タイプのサジェスションのうち3つのタイプが14の事例から見い出せた。

第一のタイプのサジェスションでは、協調者が主体へメタな知識(S1)をサジェストするが、問題表現の具体化は生じない(R1)。すなわち、協調者がややメタな立場から、主体の考え方における論理的矛盾や曖昧さを指摘したり、問題の重要性や問題の捉え方を指摘するサジェスションである。特に、マネージャとその部下の間の協同としてしばしば観察された(全7例中4例)。三宅は、ペアの被験者が問題解決を行う際に、モニターする側とされる側に自然に役割分担すると報告している[7]。本タイプの協同でも、それに似た役割分担がなされたと考えられる。そのような役割分担は、マネージャと部下の研究者という役職の差または研究テーマに関する経験そのものの差から生じると考えられる。

第二のタイプのサジェスションでは、協調者が主体へ問題固有の具体的な知識(S2)を提供するが、問題表現の具体化は生じない(R1)。すなわちこのタイプの協同では、主体が協調者に抱えている問題を相談すると、協調者がその問題解決に直接役立つ手法(多くは近接他領域(分野)の類似した手法)を教示し、主体の問題解決が図られる。つまりこのタイプの協同は、単純な類推[11]や知識結合を促進すると言える。観察された事例は5例であった。

第三のタイプのインタラクションでは、協調者が主体へ問題固有の具体的な知識(S2)を提供するが、その際、もともと主体が抱えていた問題はより具体的な別の問題へと言い替えられる(R2)。主体の考えや問題意識と、最終的に協調者によって提供される知識の間には何らかのギャップが存在するので、まず、そのギャップが明確化され、そもそも主体がもっていた考えや問題意識がより具体的な表現に言い替えられる。その後、協調者から主体へ具体的な知識が提供される。従ってこのタイプのサジェスションでは、問題表現の具体化は、知識の提供(サジェスション)の前提になっている。観察された事例は2例であった。

⁶例えば、「(物質Sが単繊維表面に見えないのなら)中じゃないの」というキーパーソンに対するチーム1のマネージャのサジェスション自体は、それ以前のインタラクションを含めても“分”とか“時”とかのオーダでなされたと考えられる。

表 1: 短期的な協同のタイプ

サジェスションのタイプ	問題表現の具体化の有無	
	無し	有り
メタな知識	タイプ A (7 例)	(観察例なし)
具体的な知識	タイプ B (5 例)	タイプ C (2 例)

3.4 まとめと議論

本節では、研究・開発において短期的に生じる協同を、サジェスションのタイプと問題表現の具体化の有無という2つの次元に基づいて分類した。その結果、表1に示すように、3つのタイプのサジェスションが同定できた。この結果は、これまで協同として一括りにされてきたものもその内容の違いを考慮して議論する必要があることを示している。

第一および第二のタイプでは、サジェスションが協調者から主体へと一方的に与えられ、主体はそのサジェスションをそのまま受け入れている。こうした一方的な協同の例が多く抽出された理由としては、(1)協同に関わる2人の役職に差のある事例が多いこと、(2)役職に差のない研究者同士の協同であっても、他領域の専門家に聞くという例が多く、背景にある領域知識の質的・量的な差が存在すること、が考えられる。しかし第三のタイプにおいては、役職に差のない研究者同士で双方向的な歩み寄りが「問題表現の具体化」という形で生じており、文字通りの「協同」に近い。

4 結論

本節では、「三人寄れば文珠の知恵」の諺の背景にある信念が果たして真実かという問題意識を出発点とした。そして第2節で、総合的な研究・開発の事例である画期的な洗剤開発のプロジェクトを例に、実際の研究・開発チームでは協同を介した知識創造が可能であることを示した。続く第3節では、研究グループで短期に生じる協同が、そこでなされるサジェスションのタイプに応じて分類できた、つまり一概に協同と言われるものにもタイプがあることを示した。

協同を促進する効果的なマネジメント法があるかどうかは重要な問題だが、本稿の分析だけからそれを議論するのは尚早だと言わざるを得ない。しかし本稿のような認知科学的な分析によって、研究開発を促進する科学者の認知活動と研究開発マネジメントとの関連の一端は明らかになりつつあるので、研究開発プロセスおよびそのマネジメントの分析に認知科学的な手法を適用することは、今後ますます重要となってくるであろう。

参考文献

- [1] Aldag, R.J. & Fuller, S.R. (1993) Beyond fiasco: A reappraisal of the groupthink phenomenon and a new model of group decision processes. *Psychological Bulletin*. 113, 533-552.
- [2] Dunbar, K. (1997) How scientists think: On-line creativity and conceptual change in science. In T.B.Ward, S.M.Smith, & J.Vaid(Eds.) *Creative thought*. American psychological association. 461-493.
- [3] 藤垣裕子 (1995) 学際研究遂行の障害と知識の統合：異分野コミュニケーション障害を中心として 研究技術計画 10 73-83.
- [4] 亀田達也 (1997) 合議の知を求めて：グループの意思決定 共立出版 (日本認知科学会モノグラフシリーズ).
- [5] Laughlin, P.R. & Futoran, A.L. (1985) Collective induction: Social combination and sequential transition. *Journal of Personality and Psychology*. 48, 608-613.
- [6] Lorge, I. & Solomon, H. (1955) Two models of group behavior in the solution of eureka-type problems. *Psychometrika*. 20, 139-148.
- [7] Miyake, N. (1986) Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*. 10, 151-177.
- [8] Nersessian, N.J. (1992) How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. In R.Giere(Ed.) *Cognitive models of science: Minnesota studies in the philosophy of science*. University of Minnesota Press. 3-44.
- [9] 野中郁次郎・竹内弘高 (1995) 知識創造企業 東洋経済新報社.
- [10] Okada, T. & Simon, H.A. (1997) Collaborative discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*. 21, 109-146.
- [11] 植田一博 (1999) 現実の研究・開発における科学者の複雑な認知活動：インタビュー手法によるデータ収集とその分析. 岡田・田村・戸田山・三輪 (監修) 【科学を考える】(北大路書房) 56-95.
- [12] 植田一博・丹羽清 (1996) 研究・開発現場における協調活動の分析：「三人寄れば文珠の知恵」は本当か？ 認知科学 3(4) 102-118.
- [13] Workman, J.P. (1995) Engineering's interactions with marketing groups in an engineering-driven organization. *IEEE Transaction on Engineering Management*. 42, 129-139.