

## 知的成果物データベースに基づく研究開発過程の 構造化分析

○平澤 冷, 依田 達郎, 朝光 浩, 李 昌協,  
伊地知 寛博 (東京大学)

### 1. 序

本研究は、知的成果物データベースを用い、研究開発過程の実態をマイクロ・レベルで解析することを目的とした構造化分析法に関するものである。知的成果物データベースとしては、研究開発のアウトプットを構成する学術文献および特許情報データベースを用い、研究開発者の氏名を手掛かりとして両データベースからの情報を総合的に分析し、研究開発者の相互連関、研究開発組織の形成や変遷、研究開発組織間ないし機関間の相互関係等にかかわる研究開発の動的過程を、研究開発成果物形成動向の構造化手法により明確化しようとするものである。この構造化手法は、公開データを客観化された手続きにより処理し、研究開発者の動的連関図として表現するものであり、分析過程で混入する恣意性の排除に努めた点に特色がある。

研究開発の動的機構を分析する視点から興味深い対象領域としては、①企業等における研究開発の展開過程、②国家プロジェクト等においてみられる機関を超えた研究開発組織の連携・発展過程、③科学社会学等で対象とする社会全般における研究開発の展開状況など、多様な適用が可能である。これらは、いずれも、限定された特定の技術分野に関する分析を想定したものであるが、逆に、研究者や研究開発組織を限定し、科学と技術の相互連関や技術分野間の相互関係を分析することもできる。

### 2. 方法論

研究開発組織は、本来、Peter Checklandのいう“人間活動システム”として対象化されるべきであろう。人間活動システムとは、価値観や意思、感性を備えた人間ないし人間集団のことであり、それ自体、普遍的な内在原理をもたない点に特色がある。人間活動システムの動的過程は、普遍的内在原理に依拠できないというつらいゆく対象であるため、二重の意味で客観化困難な対象である。このような対象に対する研究方法論は、経験的、記述的立場からのものが多く、たとえば、聴取調査のような事例的な個別研究を重ねることとなる。このような記述的モデルに依拠した概念的アプローチによる場合、獲得された知識は、個別的で操作性に乏しいのが通例である。

本研究において新たに試みた方法論は、研究開発成果という研究開発にとって最も重要な局面を捉え、公開データを基に、研究開発者連関を時系列的に構造化し、操作性の高いモデルの形成を可能とするものである。このような操作型モデルによる場合、理論的アプローチが容易となるであろう。

動的活動連関図を作成する方法としては、次のような手続きに従った。

---

現在の所属

依田 達郎：防衛庁、朝光 浩：日立製作所、李 昌協：三星電子

## 2.1. データ・セットの作成

### 2.1.1. データベースの選択

まず、分析対象とする技術の領域や分析の目的に応じて適切なデータベースを選択する。データベースには、学術文献では、各々の技術分野に応じて、工学分野の Compendex plus、電気・電子分野の Inspec、化学分野の CA Search などの種々のデータベースがある。また、特許では、日本公開特許、日本公告特許といった種別、および、米国特許、ヨーロッパ特許といった国・地域による別がある。

### 2.1.2. レコードの選択

次に、設定したデータベースの中から、レコードに付随する種々の書誌事項あるいは要約・本文などを利用して、レコードを選択する。書誌事項には、特許では、出願人、発明者、IPC、日本特許では FI、および、データベース・プロデューサーによって付与されるキーワードなどがある。また、学術文献では、所属機関、著者、キーワードなどがある。ここでも、分析対象を把握するために、できる限り遺漏のないよう適切な事項を用いるべきである。また、各分類の利用にあたっては、分類は変更が加えられる場合があるのでその一貫性に留意する必要がある。

### 2.1.3. 活動日の同定

各特許あるいは学術文献が成果となる研究開発活動が行われた時期を同定する。そのために、当該研究開発活動から成果が生みだされた直後の日付を把握する。具体的には、特許では出願日を用いる。ただし、優先権が付いている場合には、その日付を用いる。学術文献では、論文が最終的に受理された日付とする。ただし、学会で発表される論文 (conference paper) である場合には、その学会の最初の日とする。

## 2.2. 動的活動連関図の作成

得られたデータ・セットから以下の手続きに従って動的活動連関図を作成する。

### 2.2.1. “研究開発グループ”・“研究開発チーム”の同定

まず、“研究開発グループ”と“研究開発チーム”を同定する。“研究開発グループ”とは、ある学術文献に現われる著者（ここでは、“研究者”と呼ぶ）の組み合わせとして、あるいは、ある特許に現われる発明者（ここでは、“技術者”と呼ぶ）の組み合わせとして構成される集団のことと定義する。そして、“研究開発グループ”が同一であるとは、その集団を構成する“研究者”および“技術者”である人の組み合わせが一致することである。したがって、ある“研究開発グループ”に対して、その一部の“研究者”および“技術者”で構成される“研究開発グループ”の場合であっても、これらは区別される。

次に、“研究開発チーム”を同定する。“研究開発チーム”とは、“研究開発グループ”で構成され、次の条件を満たすものとして定義する。1) “研究開発チーム”内に属するすべての“研究開発グループ”は、その“研究開発チーム”に含まれる他の少なくとも1つの“研究開発グループ”との間に共通して“研究者”および“技術者”である人を含み、かつ、2) その他の“研究開発チーム”に属する“研究者”および“技術者”である人を含まない。

### 2.2.2. 各“研究開発グループ”間の類似度

各“研究開発チーム”において、“研究開発グループ”を配列する際、“研究者”・“技術者”の組み合わせがより類似している“研究開発グループ”が、より近接して配列されるようにする。

そのために、各“研究開発グループ”間の類似度 (similarity) を求める。ここで、研究開発グループ  $G_i$  と  $G_j$  のあいだの類似度  $s_{ij}$  は、次式で定義する。

$$s_{ij} = \# \{ G_i \cap G_j \} / \# \{ G_i \cup G_j \}$$

すなわち、研究開発グループ  $G_i$  と  $G_j$  のどちらかに属する研究者・技術者の総和に対する研究開発グループ  $G_i$  と  $G_j$  のどちらにも属する研究者・技術者の比である。これより、各  $s_{ij}$  を成分とする類似度行列  $S = (s_{ij})$  が求まる。明らかに、 $S$  は対称行列である。

### 2.2.3. “研究開発チーム”・“研究開発グループ”の配列

“研究開発チーム”については、各“研究開発チーム”を構成する“研究開発グループ”の数が多い順に配列する。また、同一数の研究開発グループで構成される“研究開発チーム”の場合には、それぞれの“研究開発チーム”からの成果の日付が早いものから順に配列する。また、“研究開発チーム”を構成しない単独の“研究開発グループ”についても、特許・学術文献といった成果の種類により配列を区分したのち同様に配列する。

“研究開発チーム”内の“研究開発グループ”間については、類似度行列を基にしてクラスター分析を行う。そして、得られた順序に配列する。なお、本研究では、上述した配列の指針より、single linkage method を用いる。

### 2.2.4. 時系列展開と各成果間の接続

各“研究開発グループ”について、活動の成果が出された日付にしたがって時系列に展開させる。ある一定の月数を1期間とし、各期間内に出された特許・学術文献の数をカウントする。

次に、各研究者・技術者について、キーパーソン (key person) とその従属者 (subordinate) を同定する。キーパーソンは、“研究開発チーム”において、最も多くの“研究開発グループ”を構成している研究者・技術者、または、自身以上の数の“研究開発グループ”を構成しているキーパーソンが属している各々の“研究開発グループ”と比較して、その半数以上の“研究開発グループ”に属していない研究者・技術者と定義する。また、そのキーパーソンの従属者は、ある研究者・技術者が属する“研究開発グループ”のすべてが、あるキーパーソンが属する“研究開発グループ”に含まれている場合、その研究者・技術者と定義する。

以下、従属者を除く2つ以上の“研究開発グループ”を構成する研究者・技術者について検討する。従属者の活動は、すべてそのキーパーソンの活動に含まれていると仮定して、ここでは検討の対象としない。

研究者・技術者のつながりを表現するために、検討の対象となる各人について、以下の手続きにしたがって、時系列に各期間ごとに展開された“研究開発グループ”内・“研究開発グループ”間の成果のあいだに線を結ぶ。

まず、同一の“研究開発グループ”については、各期間のあいだを実線で結ぶ。異なる“研究開発グループ”については、時間的順序に従って、各特許あるいは学術文献が出された各期間のあいだを破線で結ぶ。ただし、時間的に近接した接続可能な複数の“研究開発グループ”が存在した場合、類似度がより大きい“研究開発グループ”間を接続する。

### 3. 事例分析

これまでに著者らが分析を行った、あるいは、行っている対象技術分野を図1に示す。

分析対象領域	技術分野
1. 企業等における研究開発の展開過程	VTR, サスペンション, CAD, プリンタ, 洗剤, ソフトウェア
2. 研究開発組織間・機関間の連携・発展過程	燃料電池
3. 社会全般における研究開発の展開状況	MBE, MOCVD

図1 分析対象としている技術分野

以下、サスペンションの事例について示す。

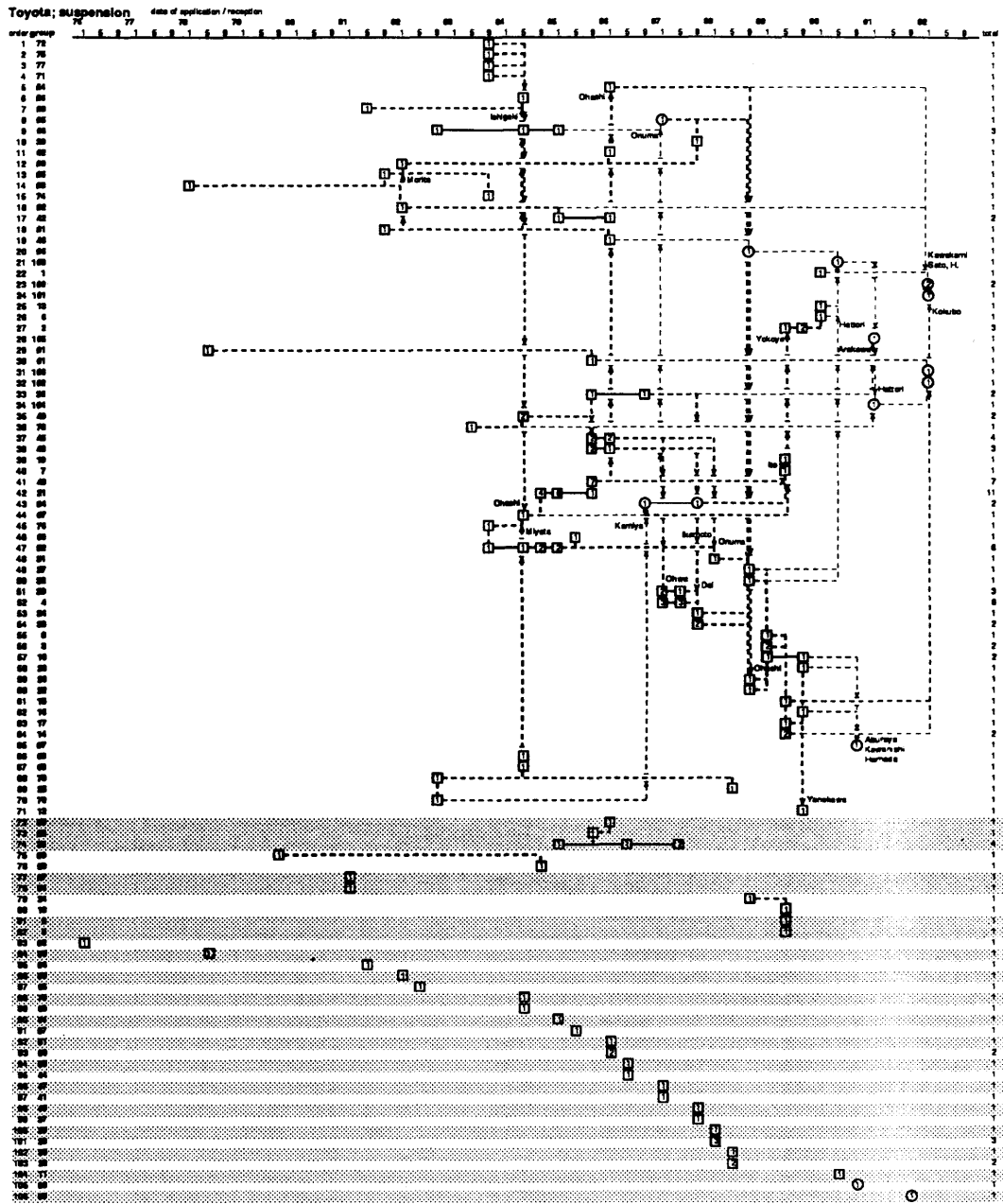


図 2 (a) サスペンション関連技術における動的活動連関図—トヨタ

Nissan: suspension

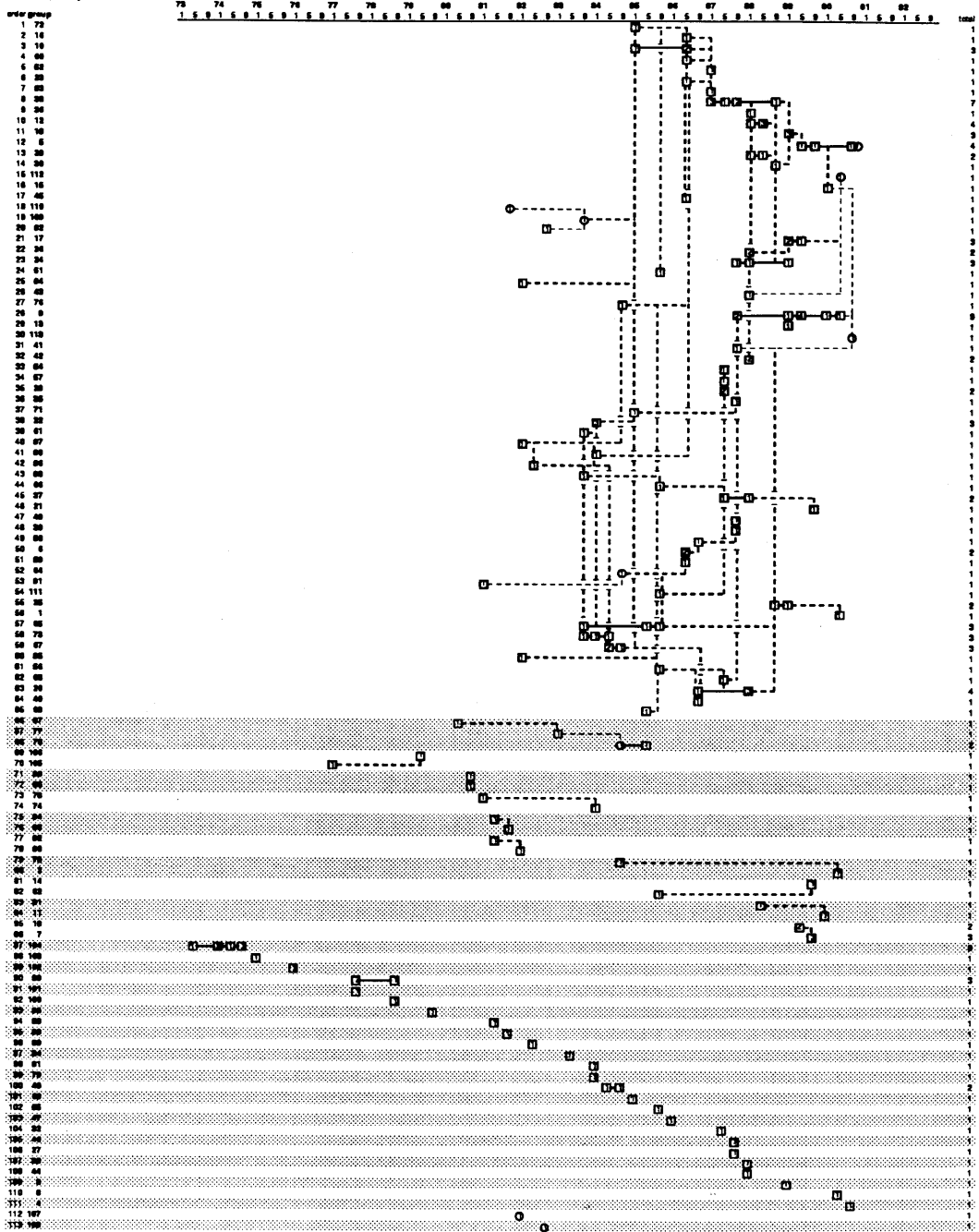


図 2 (b) サスペンション関連技術における動的活動連関図一日産

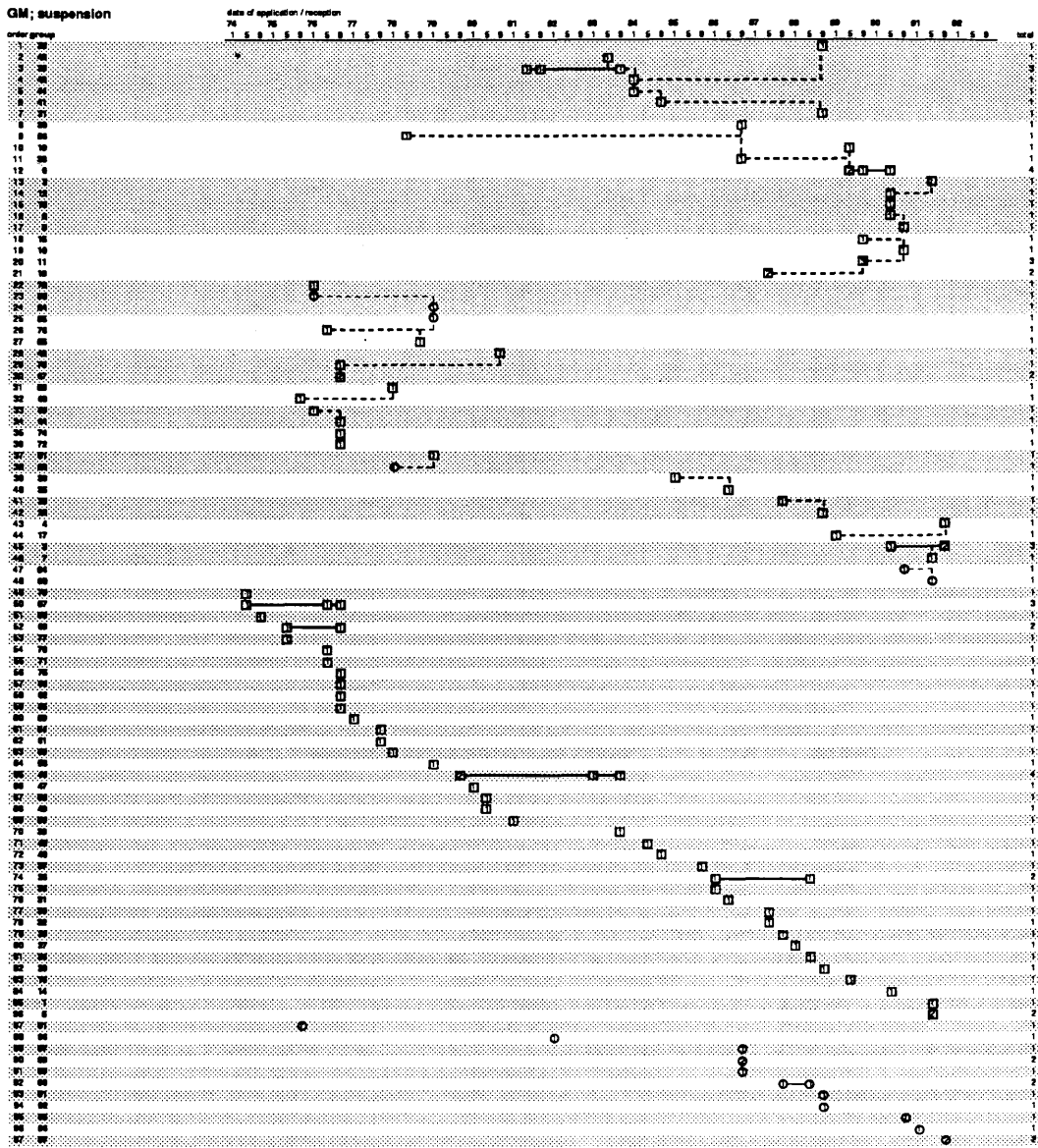


図 2 (c) サスペンション関連技術における動的活動連関図 - GM

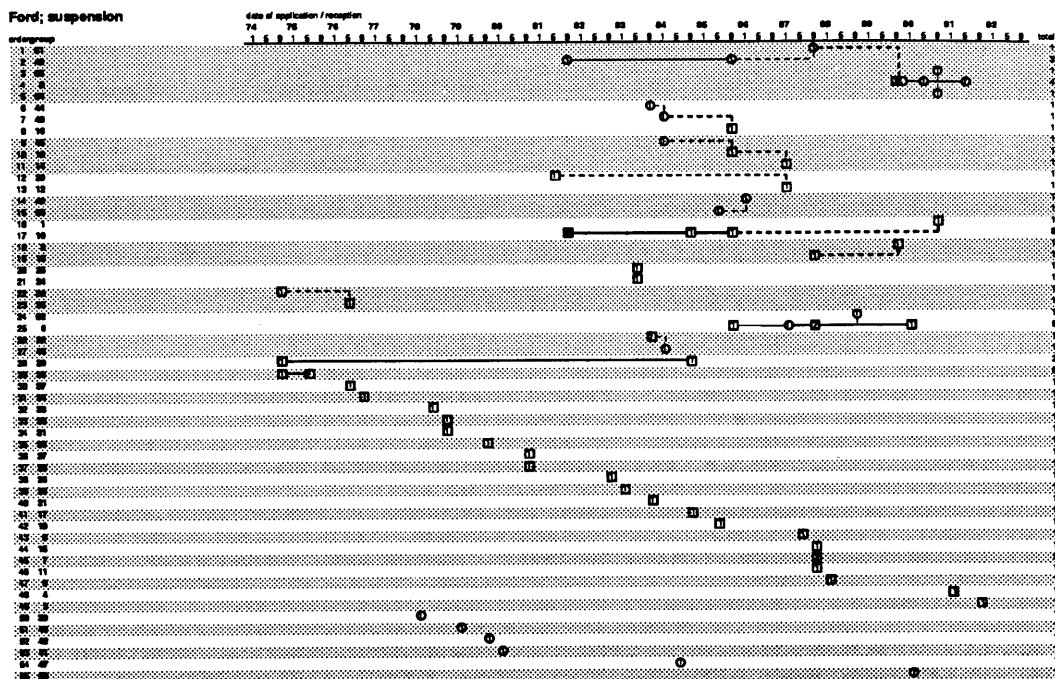


図 2(d) サスペンション関連技術における動的活動連関図—フォード

図 2(a)-(d) は、トヨタ、日産、GM、フォード各社のサスペンション関連技術における動的活動連関図である。これらを比較すると、トヨタと日産は、過半数の研究開発グループが 1 つの研究開発チームを構成し、研究開発グループ間が密につながっているが、他方、GM とフォードは、多数の研究開発チームに分かれ、組織内の研究開発グループ間のつながりが疎であることがわかる。なお、これら動的活動連関図を基にした詳細な分析は、聴取調査等により得られる他の情報と合わせて行うべきであろう。

謝辞

本研究は、文部省の平成 3 年度・平成 4 年度・平成 5 年度科学研究費による重点領域研究「高度技術社会」、および科学技術庁の平成 4 年度・平成 5 年度科学技術振興調整費による「知的生産活動における創造性支援に関する基盤的研究」の一環として行われた。ここに記して謝意を表す。