

リサーチ・フロントにおける技術情報の生産と流通

—超高性能レーザー応用複合生産システム開発の事例—

Creation and Transfer of Technological Information  
at a Research Front

三輪 真木子  
*Makiko Miwa*

*Résumé*

379 information units created through the research and development activity of a national project "Flexible Manufacturing System Complex Provided with Laser" were analyzed. This national project was planned to be carried out between 1977 and 1985, sponsored by the Electro-technical Laboratories of the Ministry of Internal Trade and Industry. The data analyzed include oral presentations, journal articles and other publications, patent specification, and other information units presented by some 55 researchers before the end of May 1982. The analysis was done through following view points; 1) Type of information media used, 2) Language used, 3) Institutional distribution, 4) Time dispersion, 5) Percentage of patent information included 6) Internal information flow among researchers based on the co-authorship, 7) Cost effectiveness based on the unit cost per information.

The author provide the following insights:

- (1) Research and development activities can be classified into basic research and applied development based on the type of information media used. Hierarchical levels from basic research to applied development are found, and the percentage of patent information is a effective indicator of these levels.
- (2) Cost per information, used with cost per research group and cost per researcher, is a useful criteria in evaluating research and development activity.

I. はじめに

II. 調査分析対象の概要

A. 調査分析事例

B. 調査分析対象データ

---

三輪真木子：筑波大学学術情報処理センター

Makiko Miwa, Science Information Processing Center, University of Tsukuba, Sakura-Mura, Ibaragi-Ken

III. 調査分析方法

IV. 調査結果と考察

- A. 情報出力の実体
- B. 特許出願からみた研究開発の階層化
- C. 技術情報内部における情報流通
- D. コスト比較

V. 結論

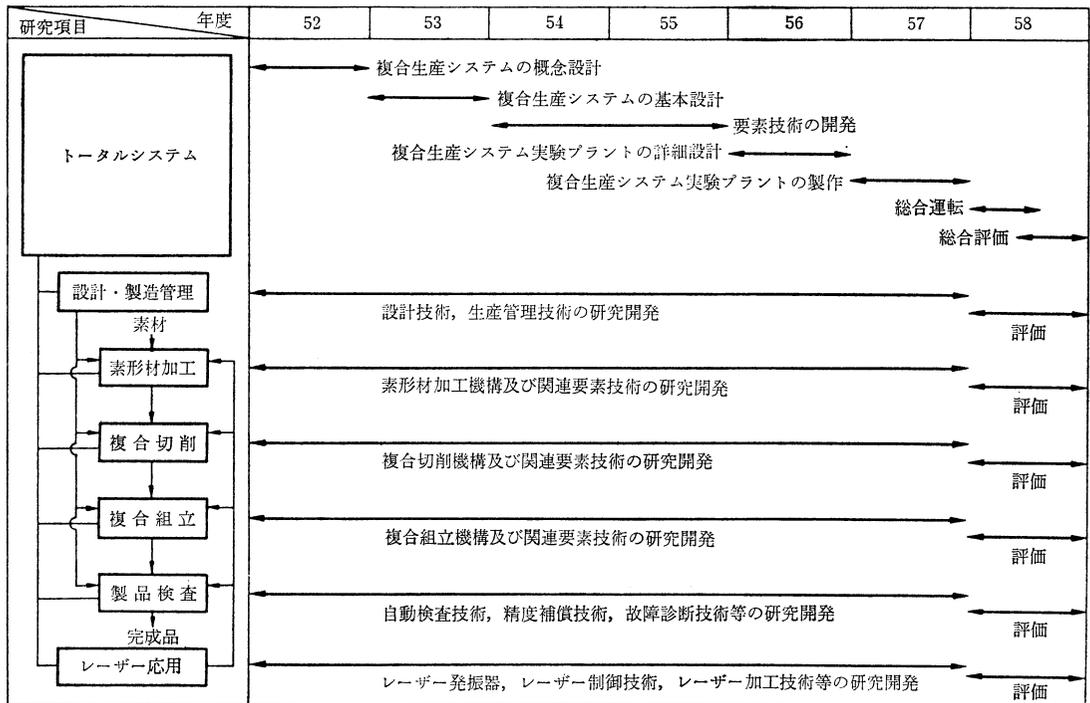
I. はじめに

本研究は、世界的に注目をあびている通商産業省工業技術院の大型プロジェクトの1つである、超高性能レーザー応用複合生産システムの開発研究をとりあげ、この中で生み出された技術情報の生産および流通の実態を明らかにすることを主たるねらいとする。先に高山が、大型プロジェクトの一つであるパターン情報処理研究開発プロジェクトを対象として、技術情報流通の実態を明らかにしようと試みたりが、本研究は異なる事例についてその結果の追試を行うとともに、出力情報に対するより詳細な分析を行なったものである。

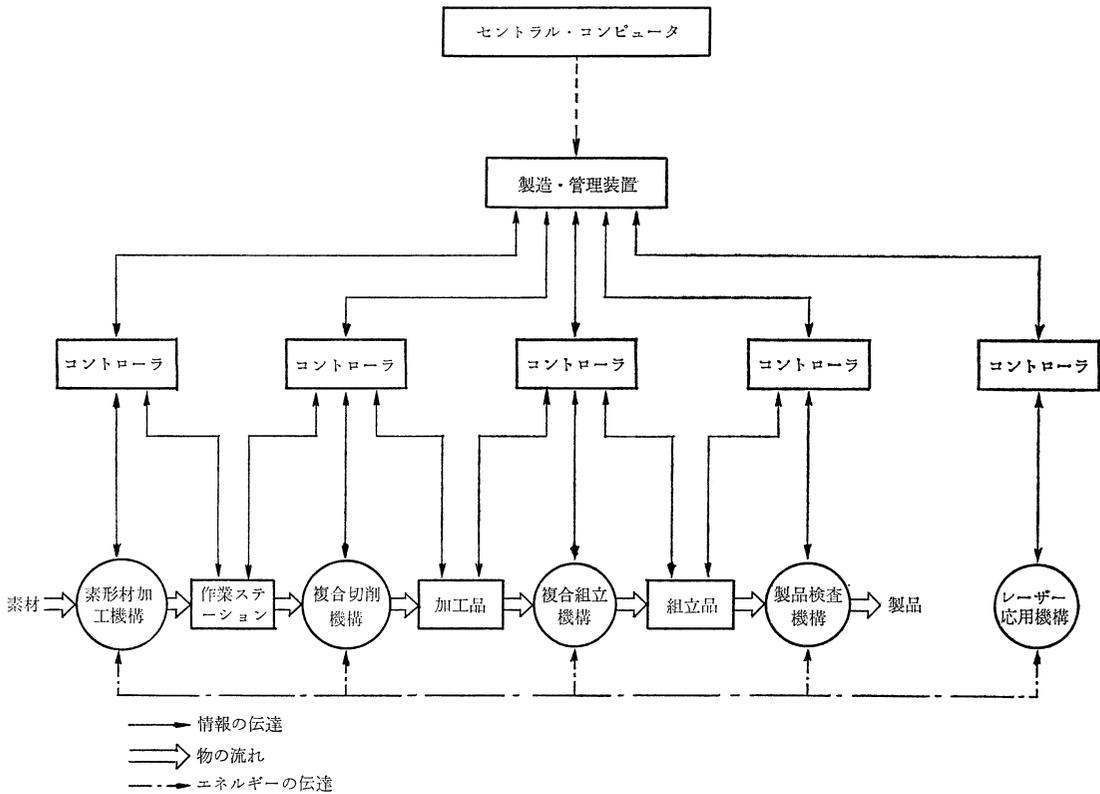
II. 調査分析対象の概要

A. 調査分析事例

本稿の分析対象である、「超高性能レーザー応用複合生産システムの開発は、工業技術院主催の大型プロジェクトの1つとして、昭和52年から58年までの7ケ年にわたる計画の下に、総額130億円を投じて、多品種少量生産に関する技術を世界に先駆けて実現するための研究開発を行うものである。この研究開発は、3つの国立の試験研究機関（機械技術研究所、電子技術総合研究所、九州工業技術試験所）、大学、および民間企業20社から成る技術研究組合という、官学民の共同体制の下で実施され



第1図 レーザー応用複合生産システム研究開発フローと研究全体計画



第2図 レーザー応用複合生産システムの概念図

ている国家規模の研究プロジェクトである。

このプロジェクトの基本目標は、多品種少量生産分野における未解決の諸問題を解決し、多量生産における自動化技術に勝るとも劣らない新時代の革新的な生産技術の開発をねらいとしている。つまり、「多品種少量生産の機械構成部品を金属材料から一貫したシステムで、柔軟かつ迅速に生産できる複合生産システムの開発を行い、それに必要な技術を確立すること」に焦点が当てられている。具体的には、複合化、モジュール化の概念を採り入れて、同一場所で同時に多様な処理が可能な新しい生産システムの開発を意図している。

研究開発の目的と成果を得るために、このプロジェクトでは以下の6つの研究機構を設け、各機構での技術研究を行う(第1図、第2図参照)。

(1) 設計・製造管理機構——機械構成部品の性能・規格・製作に関する技術情報と、構造・形状情報とを有効に結合して情報処理を行い、製品設計を正確かつ迅速

に押し進め、設計ノウハウの蓄積を可能にする技術の研究開発、工程設計技術、および工程管理技術の研究が含まれる。

- (2) 素形材加工機構——素形材加工精度の向上による切削量の低減、高度な自動化、多様な素形材加工、をめざした機構の研究開発。これには、超自由鍛造技術、熱間静水圧粉末成形技術、複合成形機構の研究、等が含まれる。
- (3) 複合切削加工機構——切削、研削、計測などの処理の複合化、高度な自動化の研究を行い、効率的な加工をする切削機構の研究開発。これには、モジュラー構造機械の設計技術、工具高度化技術、汎用取付技術、制御系および駆動系の研究、等が含まれる。
- (4) 複合組立機構——装入・圧入・ねじ締めなどの多様な組立作業を自動的に行う機構の開発、および部品・工具の自動移載などの周辺技術の確立。これには、複合組立制御技術の研究、複合組立機構の研究、等が含

まれる。

- (5) 製品検査機構——製品の寸法，形状，機能，性能などを自動的に検査する機構の研究開発。これには，故障診断技術，精度診断・補償技術，自動検査技術，等が含まれる。
- (6) レーザ応用機構——前記の各機構内での切断・溶接・熱処理などのために，必要に応じてレーザービームを供給する機構の研究開発。これには，レーザー制御技術，レーザー発振器の研究，レーザー加工技術，光学部品の研究，等が含まれる。

以上の機構に加えて，トータル・システムの研究開発がある。これには，各機構における個別要素技術間の仕様，技術レベルなどの調整・整合を図り，システム全体としての物の流れ，情報の流れを円滑にする研究を行う。さらに，これらの要素技術を組合せた複合生産システムの実験プラントを作成し，総合試運転を行い，システム設計およびシステム運用に必要な技術の確立をめざしている<sup>2)</sup>。

#### B. 調査分析対象データ

さきの調査において高山は，研究活動を研究者に対しての意識調査から把握するのではなく，研究活動の実態の中で把握することによって，研究者の意識を通すことによるバイアスを排除するとともに，より実証性の高いデータを得ることを調査のねらいとした<sup>1)</sup>。このねらいを実現するために，研究のプロセスで生み出された全ての技術情報，即ち，口頭発表，雑誌論文，特許実用新案，研究成果報告書が，分析対象データとして用いられた。

なお，分析対象データは，工業技術院の機械技術研究所，電子総合研究所より発行された中間報告書<sup>3)4)5)6)7)</sup><sup>8)</sup>，および両研究所におけるヒヤリング調査によって得られた文献リスト，九州工業技術試験所より発行された開発成果報告書<sup>9)</sup>のほか，レーザー応用複合生産システム技術研究組合に申請された参加各社の発表情報リストおよび特許・実用新案リスト中の諸データである。

情報収集活動の結果，研究成果としての情報発表については，研究開始から昭和57年3月末までの綿密なデータが得られた。

### III. 調査分析方法

調査分析方法は，パターン情報処理研究開発プロジェクトの調査結果との比較を行うために，部分的に，高山の用いた手法を継承した。すなわち，出力情報のメディア

別言語別構成比，研究機関別構成比を明らかにし，出力情報の時系列的分布をメディア別に分析した。また，情報流通メディアとしての研究者の特性を分析し，研究者間の情報共有関係からみたプロジェクト内の研究グループの特性を比較した。

なお，本調査では新たに，各研究グループにおける出力情報のメディア別構成比にもとづく，基礎研究から応用研究までの研究グループの類型化を試みた。更に，各研究機関毎の研究開発費の配分から，コスト対効果という観点にたつて機関別，プロジェクト別の情報コストの比較を行った。

## IV. 調査結果と考察

### A. 情報出力の実態

#### 1. メディア別言語別分布(第1表参照)

出力情報をメディア別にみると，会議録の比重が最も高く，特許・実用新案がこれに次ぐ。第三位は雑誌論文と部内資料が同数である。その他には，展覧会，展示会への出品(6件)と新聞記事(2件)である。このような，出力情報の会議録への集中は，Craneの指摘<sup>10)</sup>にもみられるとおり，技術情報に特徴的なものである。

この結果をさきのパターン情報処理システム研究開発の調査結果と比較すると，以下のような違いがみられる。

- (1) 出力情報総数が約半数である。これはさきの調査が既に完了していた研究開発を対象としていたのに対し，今回は継続中の研究開発を対象としているためと考えられる。即ち，今後研究完了迄に，より多くの情報出力が期待される。
- (2) 雑誌論文と特許・実用新案の順位が逆転している。これには幾つかの要因が考えられる。第一は，さきの調査においては，分析データが「研究成果発表論文集」<sup>11)</sup>に収録されていたものに限られていたため，材料デバイス関係の一部の特許がぬけていたためと考えられる。第二に，一般に研究情報の出力順序として，口頭発表が雑誌論文の発表に先行するといわれている<sup>12)</sup>が，今回の調査対象は継続中であり，従って，特許と口頭発表は終了しても，雑誌論文発表の段階には至っていないものが多いためと考えられる。第三に，今回の調査対象がさきのものと比較してより技術が中心であるため，雑誌論文にはなりにくく，特許の形で情報が出力される傾向にあるとの解釈ができる。
- (3) 外国語による出力の比率が少ない。これにも幾つか

第1表 出力情報比較表

(単位: 件数, カッコ内%)

| メディア                                 |     | 会議録           | 雑誌            | 図書         | 特許・<br>実用新案   | 部内資料等       | その他        | 計             |
|--------------------------------------|-----|---------------|---------------|------------|---------------|-------------|------------|---------------|
| 言語                                   |     |               |               |            |               |             |            |               |
| パターン<br>システム<br>情報開発<br>処理研究         | 日本語 | 454<br>(59.5) | 80<br>(10.5)  | 5<br>(0.7) | 78<br>(10.2)  | 17<br>(2.2) | 0<br>(0)   | 634<br>(83.1) |
|                                      | 外国語 | 75<br>(9.8)   | 37<br>(4.8)   | 0<br>(0)   | 9<br>(1.2)    | 8<br>(1.0)  | 0<br>(0)   | 129<br>(16.9) |
|                                      | 計   | 529<br>(69.3) | 117<br>(15.3) | 5<br>(0.7) | 87<br>(11.4)  | 25<br>(3.3) | 0<br>(0)   | 763<br>(100)  |
| 超応用<br>高性能<br>複合<br>生産<br>システム<br>研究 | 日本語 | 166<br>(43.8) | 19<br>(5.0)   | 3<br>(0.8) | 140<br>(36.9) | 26<br>(6.9) | 9<br>(2.4) | 363<br>(95.8) |
|                                      | 外国語 | 8<br>(2.1)    | 5<br>(1.3)    | 0<br>(0)   | 2<br>(0.5)    | 1<br>(0.3)  | 0<br>(0)   | 16<br>(4.2)   |
|                                      | 計   | 174<br>(45.9) | 24<br>(6.3)   | 3<br>(0.8) | 142<br>(37.4) | 27<br>(7.2) | 9<br>(2.4) | 379<br>(100)  |

\* この値はさきの高山の調査による<sup>1)</sup>

の理由が考えられる。一つは雑誌論文の場合にみられたのと同様な、外国語による情報出力における時間的ずれ(タイムラグ)の問題である。すなわち、外国語による発表というのは、概ね国内で既に発表したものの集大成である場合が多く、故に時間的に遅れる。また、完全にオリジナルなものであっても、日本語で書くより時間がかかるためと考えられる。従って、研究が完了した段階においては、外国語による発表の数も増加するものと思われる。第二に、さきの調査対象、すなわち〈パターン情報処理システム開発研究〉の方が〈レーザ応用複合生産システム〉より、国際的関心の高いテーマであるためとの理由づけができる。すなわち、〈パターン情報処理システム〉では我が国の技術水準が国際的レベルにあったため、国外からの関心も高かったが、〈レーザ応用複合生産システム〉の場合は、既に存在する要素技術の組合せであり、応用的傾向が強く、海外からの関心も個々の要素技術に対してもあまり大きくないとの理由である。

## 2. 研究機関別分布(第2表, 第3図参照)

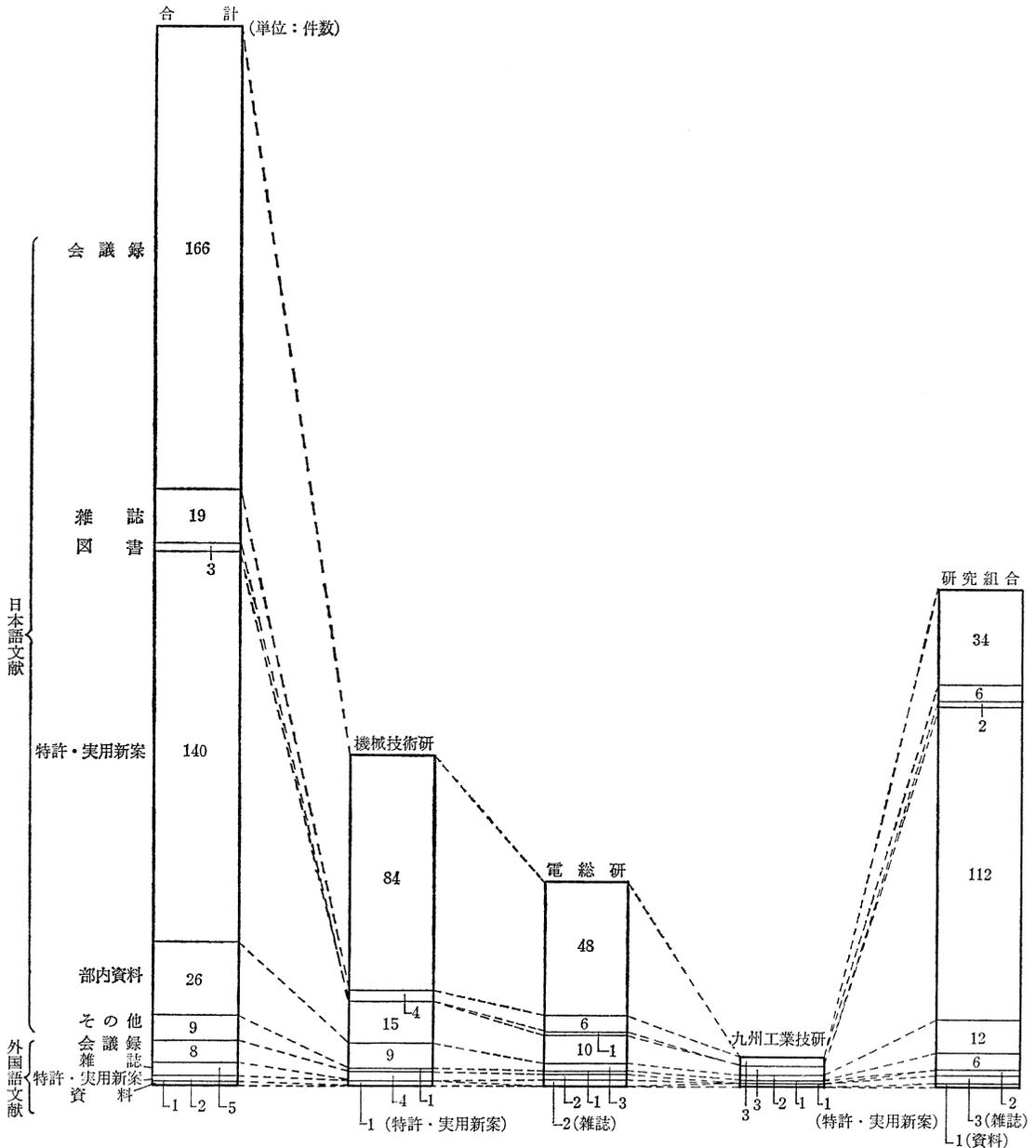
出力情報総数を機関別にみると、多い順に研究組合、機械技術研究所、電子技術総合研究所となっている。各機関の出力情報のメディア別構成には、以下のような特徴がみられる。

(1) 機械技術研究所と電子技術総合研究所の場合は、日本語の会議録が第一位を占めるが、研究組合の場合

第2表 超高性能レーザ応用複合生産システム  
開発研究出力情報分類表

(単位: 件数)

| 言語・メディア               |             | 機械<br>技術研 | 電総研 | 九州工<br>業技研 | 研究組<br>合 | 計   |
|-----------------------|-------------|-----------|-----|------------|----------|-----|
| 日<br>本<br>語<br>文<br>献 | 会議録         | 84        | 48  | 0          | 34       | 166 |
|                       | 雑誌          | 4         | 6   | 3          | 6        | 19  |
|                       | 図書          | 0         | 1   | 0          | 2        | 3   |
|                       | 特許・<br>実用新案 | 15        | 10  | 4          | 112      | 142 |
|                       | 部内資料        | 9         | 3   | 2          | 12       | 26  |
|                       | その他         | 1         | 1   | 1          | 6        | 9   |
|                       | 計           | 113       | 69  | 9          | 172      | 365 |
| 外<br>国<br>語<br>文<br>献 | 会議録         | 4         | 2   | 0          | 2        | 8   |
|                       | 雑誌          | 0         | 2   | 0          | 3        | 5   |
|                       | 特許・<br>実用新案 | 1         | 0   | 1          | 0        | 2   |
|                       | 資料          | 0         | 0   | 0          | 1        | 1   |
| 計                     | 5           | 4         | 1   | 6          | 16       |     |
| 合計                    |             | 118       | 73  | 10         | 178      | 379 |



第3図 超高性能レーザー応用複合生産システム開発研究における出力情報の言語別・メディア別フロー

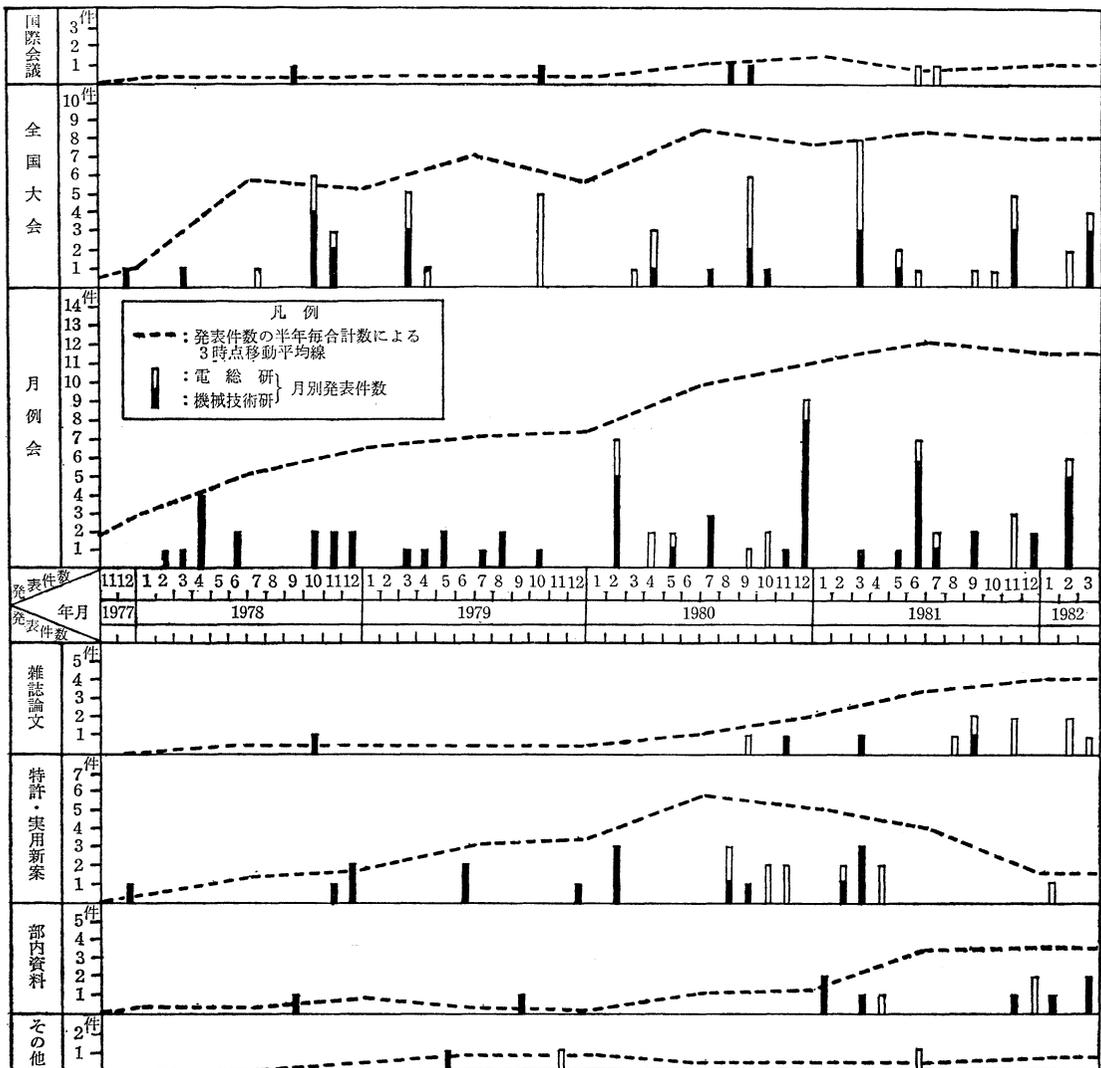
は、特許・実用新案が第一位を占めている。これは、第一に、前者すなわち国立の試験研究機関で行われた研究が、このプロジェクト中では基礎的な研究であるため、学会発表の形で出力されるチャンスが多いのに対し、研究組合の研究活動はより応用的色彩の強い

「部品作り」のための製品開発に重点がおかれているためとの理由が考えられる。第二に、国立の試験研究機関における研究活動が、研究組合より早く始まっているために、後者においては、研究情報の中では比較的早く出力される特許は即に出力されているが、学会

発表の段階には至っていないためと考えられる。この点に関しては、プロジェクトの終了後に更に調査を行う必要がある。第三の理由として、国立の試験研究機関に所属する研究者と、私企業の集りである研究組合に属する研究者の認知欲求や学会発表に対する動機の違いという点も考えられる。この点については、異なる角度からの調査を行う必要がある。

(2) 機械技術研究所と電子技術総合研究所においては、日本語による出力情報が、多い順に口頭発表、特許・

実用新案、雑誌論文となっているが、口頭発表の比率は機械技術研究所の方が高いのに対し、雑誌論文の比率は電子技術総合研究所の方が高い。これは、両研究機関の発表形態の特性を表わしているものと考えられるが、同時に、研究対象分野、すなわち、レーザー分野と機械分野の発表形態の違いを示しているのであろう。即ち、レーザー分野の方が雑誌論文として発表される内容の研究を行っている一方、機械分野は、口頭発表というインフォーマルなメディアによる発表形



第4図 基礎的技術研究(機械技術研+電総研)の情報発表パターン

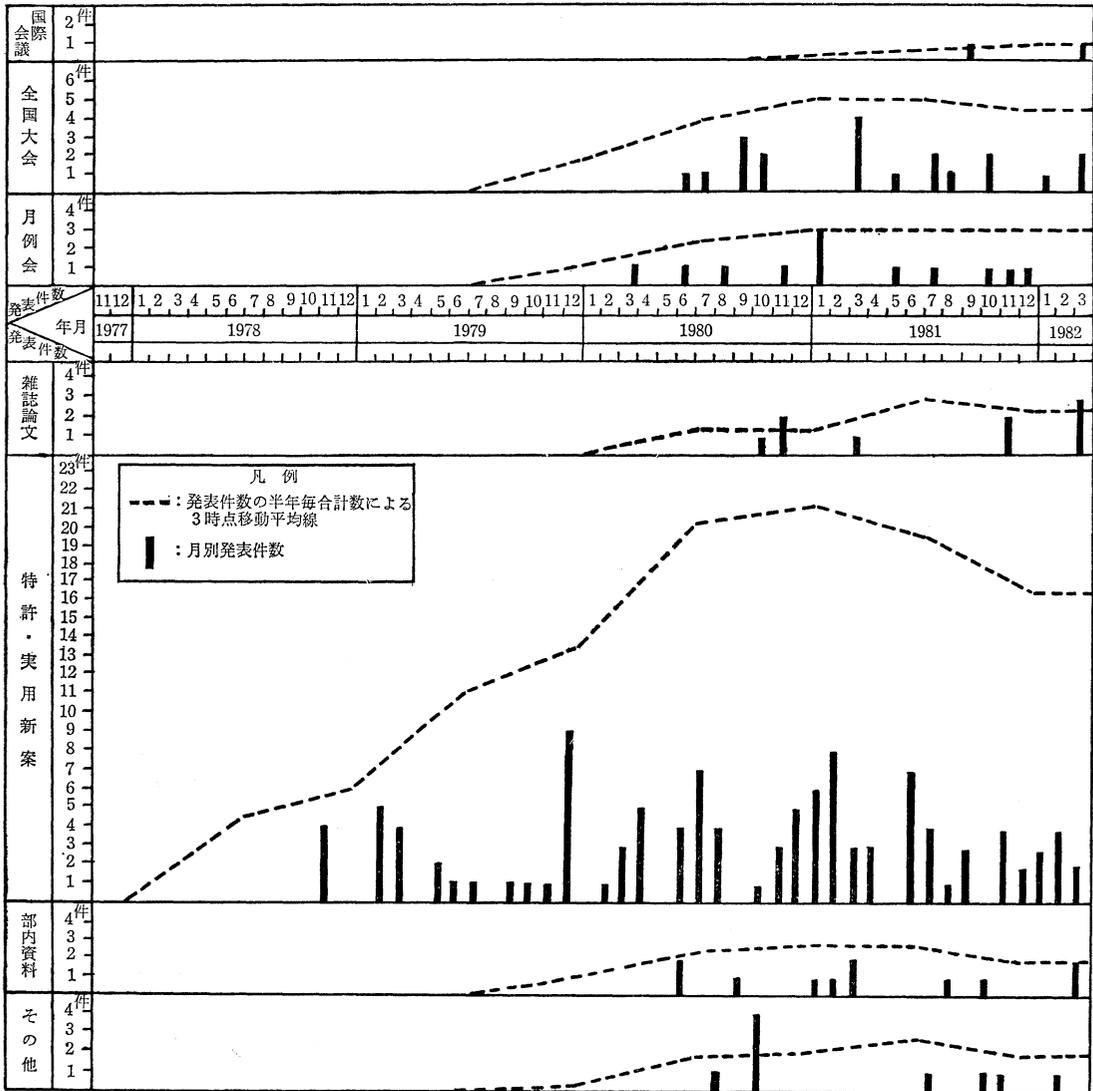
態が普及しているものと思われる。

3. 情報出力メディアの時系列分布

情報出力におけるメディアの利用状況を、時系列に沿って追跡した。より詳細な分析を行うために、「レーザー応用複合生産システム」研究開発を、機械技術研究所による基礎的研究と研究組合による応用的研究に分けて、出力情報メディアの利用頻度を、一ヶ月単位に時系列で表示した。結果は第4、5図に示すとおりである<sup>13)</sup>。

この図から、情報出力メディアの時系列分布について、以下の特徴が明らかである。

- (1) 応用開発的技術研究の情報出力は、基礎的技術研究に比較して遅れがみられる。これは、プロジェクト全体がそのように組まれていたという点を考慮する必要がある。即ち第3表の発表期間をみると、応用的開発研究は基礎的技術研究の約2分の1の期間となっている。
- (2) 情報出力の状況をメディア別にみると、基礎的技術



第5図 応用的開発研究(研究組合)の情報発表パターン

第3表 研究グループ別研究発表状況

| 研究グループ                          | 項目                   |      | 研究者数<br>(人) | 研究 成 果 発 表 数 (件) |      |               |       |      |                | 発 表<br>開 始 | 発 表 形 式 (件)<br>(特許・実用新案は<br>除く) |       |      | 発 表<br>期 間<br>(月数) | 研究者1<br>人1ヶ<br>月平<br>均発<br>表件<br>数 |
|---------------------------------|----------------------|------|-------------|------------------|------|---------------|-------|------|----------------|------------|---------------------------------|-------|------|--------------------|------------------------------------|
|                                 |                      |      |             | 口頭発表             |      | 雑誌論文<br>等 文 献 |       | 計    | 特許<br>実用<br>新案 |            | 単 独                             | 共 同   | 計    |                    |                                    |
|                                 |                      |      |             | 国内               | 国際   | 国内            | 国際    |      |                |            |                                 |       |      |                    |                                    |
| 基<br>礎<br>的<br>技<br>術<br>研<br>究 | 機 械 技 術<br>研 究 所     | A    | 5           | 0                | 3    | 0             | 0     | 3    | 2              | 1978/ 9    | 0                               | 3     | 3    | 43                 | 0.01                               |
|                                 |                      | B    | 10          | 22               | 1    | 4             | 0     | 27   | 2              | 1978/ 3    | 8                               | 19    | 27   | 49                 | 0.06                               |
|                                 |                      | C    | 7           | 20               | 0    | 4             | 0     | 24   | 6              | 1978/ 4    | 0                               | 24    | 24   | 48                 | 0.07                               |
|                                 |                      | D    | 4           | 9                | 0    | 1             | 0     | 10   | 1              | 1978/10    | 6                               | 4     | 10   | 42                 | 0.06                               |
|                                 |                      | E    | 1           | 2                | 0    | 0             | 0     | 2    | 0              | 1981/ 9    | 2                               | 0     | 2    | 7                  | 0.29                               |
|                                 |                      | F    | 5           | 19               | 0    | 2             | 0     | 21   | 2              | 1977/12    | 16                              | 5     | 21   | 52                 | 0.08                               |
|                                 |                      | G    | 4           | 3                | 0    | 2             | 0     | 5    | 3              | 1978/10    | 3                               | 2     | 5    | 42                 | 0.03                               |
|                                 |                      | H    | 5           | 11               | 0    | 1             | 0     | 12   | 0              | 1978/ 4    | 4                               | 8     | 12   | 48                 | 0.05                               |
|                                 | 電 子 技 術<br>総 合 研 究 所 | I    | 13          | 36               | 1    | 7             | 1     | 45   | 0              | 1978/ 7    | 31                              | 14    | 45   | 45                 | 0.08                               |
|                                 |                      | J    | 10          | 14               | 1    | 3             | 1     | 19   | 6              | 1978/10    | 2                               | 17    | 19   | 42                 | 0.05                               |
|                                 | 九 州 工 業<br>技 術 試 験 所 | K    | 6           | 0                | 0    | 6             | 0     | 6    | 4              | 1979       | 1                               | 5     | 6    | —                  | —                                  |
|                                 | 計                    |      | 70          | 136              | 6    | 30            | 2     | 174  | 26             |            | 73                              | 101   | 174  |                    |                                    |
|                                 | 研究者1人当<br>たり平均(件数)   |      | —           | 1.94             | 0.08 | 0.43          | 0.03  | 2.48 | 0.31           |            | 1.04                            | 1.44  | 2.48 |                    |                                    |
| プロジェクト当<br>たり平均(件数)             |                      | 6.36 | 12.36       | 0.55             | 2.72 | 0.18          | 15.82 | 2.36 |                | 6.64       | 9.18                            | 15.82 |      |                    |                                    |
| 応<br>用<br>的<br>開<br>発<br>研<br>究 | 切 削 組 立<br>分 科 会     | L    | 1           | 0                | 0    | 1             | 0     | 1    | 8              | 1980/10    | 1                               | 0     | 1    | 18                 | 0.06                               |
|                                 |                      | M    | 1           | 1                | 0    | 0             | 0     | 1    | 6              | 1981/ 8    | 1                               | 0     | 1    | 8                  | 0.13                               |
|                                 |                      | N    | 5           | 0                | 0    | 1             | 1     | 2    | 14             | 1982/ 3    | 1                               | 1     | 2    | 1                  | 0.40                               |
|                                 | 素 形 材 会<br>分 科 会     | O    | 1           | 0                | 0    | 1             | 0     | 1    | 8              | 1980/ 8    | 1                               | 0     | 1    | 20                 | 0.05                               |
|                                 | レ ー ザ ー<br>分 科 会     | P    | 13          | 12               | 0    | 8             | 1     | 21   | 23             | 1980/ 4    | 13                              | 8     | 21   | 24                 | 0.07                               |
|                                 |                      | Q    | 5           | 6                | 0    | 4             | 0     | 10   | 20             | 1980/ 5    | 5                               | 5     | 10   | 23                 | 0.09                               |
|                                 |                      | R    | 4           | 3                | 0    | 0             | 0     | 3    | 4              | 1980/ 7    | 1                               | 2     | 3    | 21                 | 0.04                               |
|                                 |                      | S    | 4           | 5                | 0    | 1             | 0     | 6    | 7              | 1980/ 9    | 4                               | 2     | 6    | 19                 | 0.08                               |
|                                 |                      | T    | 8           | 2                | 0    | 2             | 0     | 4    | 6              | 1981/ 8    | 2                               | 2     | 4    | 8                  | 0.06                               |
|                                 | 診 断 管 理<br>分 科 会     | U    | 3           | 1                | 0    | 1             | 0     | 2    | 4              | 1981/ 3    | 0                               | 2     | 2    | 13                 | 0.05                               |
|                                 |                      | V    | 6           | 2                | 2    | 3             | 1     | 8    | 0              | 1980/ 6    | 1                               | 7     | 8    | 22                 | 0.06                               |
|                                 | 小 計                  |      | 51          | 32               | 2    | 22            | 3     | 59   | 100            |            | 30                              | 29    | 59   |                    |                                    |
|                                 | その他(不明の<br>ものを含む)    |      | —           | 2                | 0    | 2             | 0     | 4    | 18             |            | 1                               | 3     | 4    |                    |                                    |
| 計                               |                      | 51   | 34          | 2                | 24   | 3             | 63    | 118  |                | 31         | 32                              | 63    |      |                    |                                    |
| 研究者1人当<br>たり平均(件数)              |                      | —    | 0.67        | 0.04             | 0.47 | 0.06          | 1.24  | 2.31 |                | 0.61       | 0.63                            | 1.24  |      |                    |                                    |
| プロジェクト当<br>たり平均(件数)             |                      | 4.64 | 2.91        | 0.18             | 2.0  | 0.27          | 5.36  | 9.09 |                | 2.72       | 2.64                            | 5.36  |      |                    |                                    |

研究では、月例会、全国大会のような会議、集会での口頭発表が先行するのに対し、応用的開発研究では特許の先行性が明らかである。このような違いは、さきの〈パターン情報処理システム〉を対象とする調査結

果においても指摘されている。即ち、科学的学術研究と異なるといわれる技術開発研究においても、さらにその中を細分すると、基礎的技術研究と応用的開発研究は異った様相を示し、基礎的技術研究はより学術研

リサーチ・フロントにおける技術情報の生産と流通

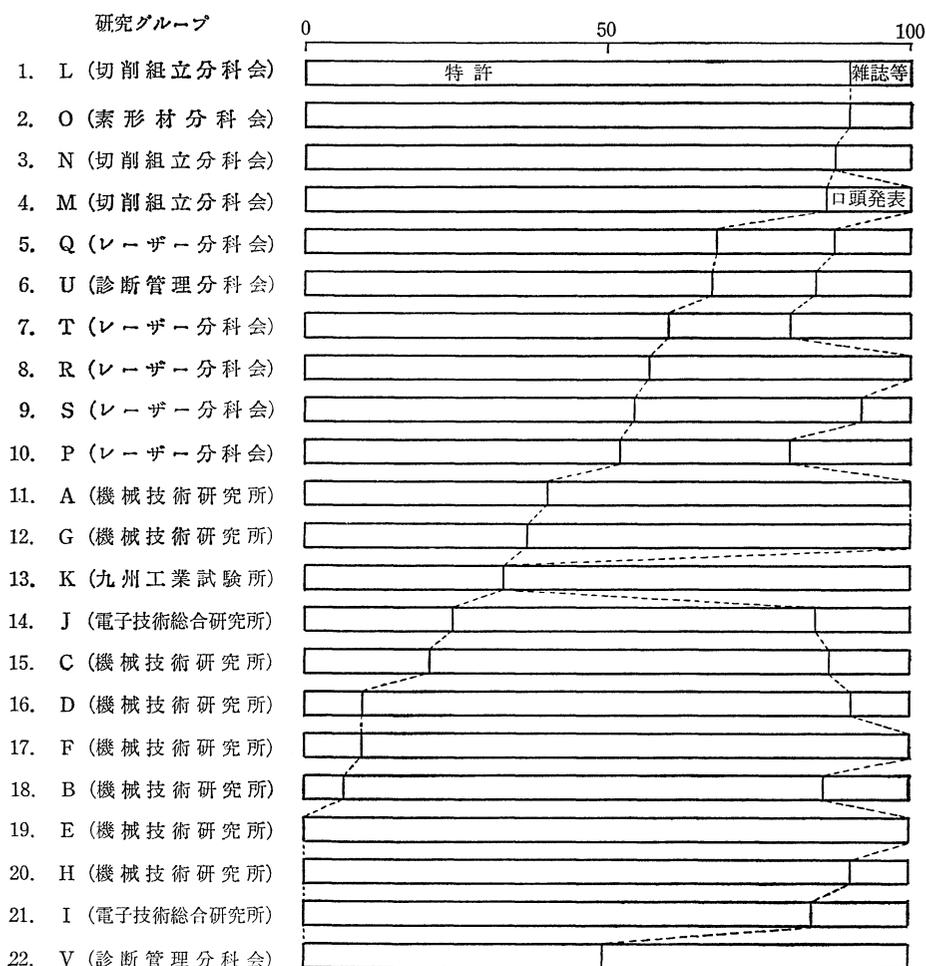
究に近い情報出力パターンを有しているのである<sup>1)</sup>。

(3) 特許・実用新案は、基礎的技術研究においても、応用開発研究においても、他のメディアより早く減少する。応用開発研究においては、特許実用新案はかなり早期に出力が開始し、減少傾向がみられるのも比較的早い。一方、基礎的技術研究においては、特許実用新案は口頭発表とほぼ同時期に出力を開始しているが、他のメディアに先だって減少傾向を呈している。これは、特許の出力がプロジェクト全体から見ると比較的短期間に行われていることを示す。この点から、技術情報流通における特許の独自性が指摘される。即ち、特許は基礎応用を通じて、早期に、しかも比較的短期

間に出力される情報メディアといえよう。

B. 特許出願からみた研究開発の階層化

前節(Ⅲ-A)において、技術開発研究の出力情報中で、特許情報が研究開発の性格を特徴づける重要な意味を有することが明らかとなった。技術開発研究における特許情報は、それが雑誌等の文献情報と比較すると早期に出力されることに加え、雑誌論文や研究発表の形をとらずに特許という形でのみ出力される情報があることを示している。特に本調査の対象のような機械分野の製品開発にかかわる研究課題においては、特許情報が出力情報中でも特に大きな比重を占めているものと考えられる。そこで本節では、出力情報中の特許情報(実用新案も含



第6図 出力情報中の特許の比率

む。以下同様)に焦点をあてて、プロジェクトの性格を明らかにしようと試みた。

本調査対象事例の出力情報においては、特許情報が全体の約37.4% (第1表参照)で、会議録の45.9%に次いで大きな位置を占めている。これに〈パターン情報システム〉研究開発事例(特許は約11.4%)と比較してかなり大きなものである。この違いは、本調査対象が現在なお進行中であるため、比較的初期に出力される特許情報は既にかかなりの部分が出力されているが、雑誌論文や口頭発表が未完であるためとも考えられる。同時に、本調査対象がさきの〈パターン情報処理システム〉研究開発と比較して、より機械寄りで応用開発的色彩が強いため、特許がかかなり大きな位置を占めているためとも考えられる。

そこで、本調査対象事例、即ち「超高性能レーザー応用複合生産システム」研究開発中の各研究グループごとに、出力情報中の特許情報の比率を求め、口頭発表、雑誌論文等の比率とともに示したものが第6図である。図中では、各研究グループが特許情報の占有率の高い順に並べられている。

この図には、以下の特徴がみられる。

- (1) 応用的開発研究を行っている研究グループにおいて、出力情報中の特許占有率が特に高い。特許占有率上位10グループでは、特許占有率が50%を超えているが、これらは全て一般参加企業により構成される研究組合、即ち応用的開発研究のものである。
- (2) 機械関連グループはレーザー関連グループよりも特許占有率が高い。応用的開発研究によって構成される、特許占有率上位10グループ中でも、特に機械関連研究グループ(L, D, N, M)が上位を占め、レーザー関連研究グループ(Q, T, R, S)は5位以下となっている。
- (3) 基礎的技術研究においても、特許占有率からみると、応用的開発研究の場合と同様に、機械関連グループ即ち機械技術研究所の研究グループのものが、レーザー関連グループ即ち電子技術総合研究所のものより上位を占めている。
- (4) 口頭発表より雑誌論文の比率が高いグループが存在する。Kグループ(既に完了)とVグループでは、雑誌論文が全体の50%以上を占めている。これは、Kプロジェクトの場合には、特許→口頭発表→雑誌論文という順序で行われる研究成果発表のプロセスが既に完了したために、最後に出力される雑誌論文の比率が高

いものと思われる。

以上の各点から、レーザー関連グループよりも機械関連グループの方が、出力情報中の特許占有率が高いことが明らかである。また、上記各点は、特許占有率の高いグループほど、応用開発的色彩が強いことを示している。換言するならば、技術開発研究にもその性格によって、基礎研究に近いものから応用研究に近いものまでの階層がみられ、応用的色彩が強いほど特許占有率が高いことが明らかとなった。一方、機械分野の研究は、レーザーを中心とする電気分野の研究より、出力情報中の特許占有率が高いことから、機械分野の技術開発研究は、電気分野のものと比較してより応用的色彩が強いとの類推が可能である。

このように、出力情報中の特許占有率は、技術開発研究内部の階層構造を解明する際の指標として有用である。この「特許占有率」を用いることによって、他の技術開発分野の各種のプロジェクトを分類することも可能であろう。

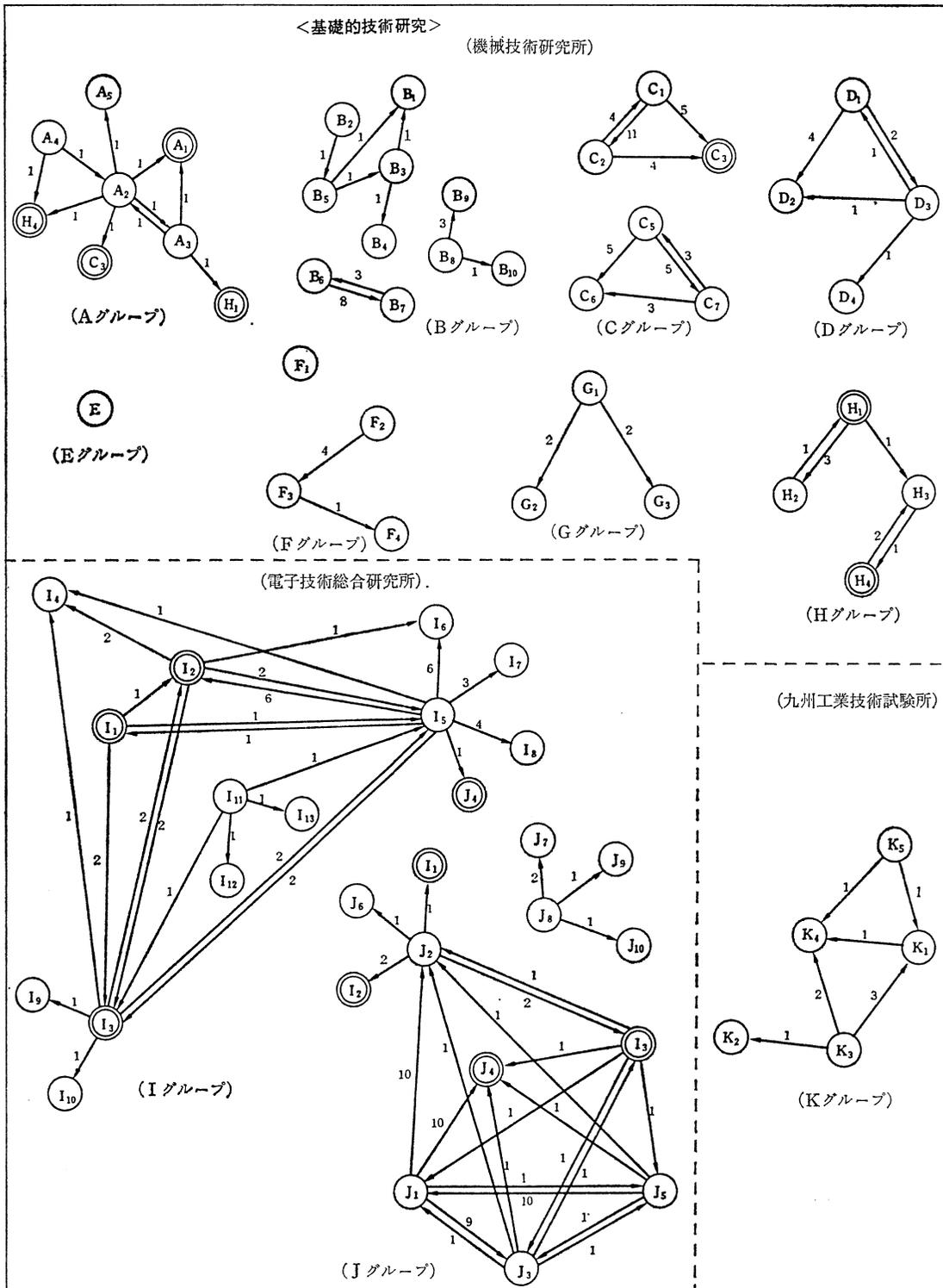
#### C. 技術情報内部における情報流通

これまで、リサーチ・フロントにおける研究開発活動が、どのようなメディアから、またいかなる順序で情報を出力するのかを考察し、更に出力情報のメディアの特性から、プロジェクト内部の研究グループの構造を分析した。本節では、このようなリサーチ・フロントにおける一つの技術研究内での情報の伝達について考察する。

〈パターン情報処理システム〉研究開発の分析において高山は、発表情報の共著者関係から、プロジェクトに参加した個々の研究者の特性と役割りを分析している<sup>1)</sup>。

高山の手法は、技術研究者一般ではなく、一個の大規模な研究開発プロジェクトに参加している研究者、即ち最先端技術開発分野の基礎的技術研究から応用的開発研究に至る一連の管理された総合的研究課題の中での研究者を対象としている。また、同一研究課題に属する研究者群の中での情報の伝達・共有関係を分析しており、いわばミクロな視点での分析を行った点に特徴を有する。この方法は、個々の研究グループ内の各研究者の役割に光を当てることが出来る点、およびプロジェクト全体の相関を把握することが出来る点ですぐれていると考え、本調査の対象である。レーザー応用複合生産システム研究開発事例にもこの方法を適用した。

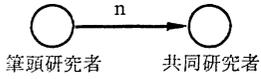
1. 情報共有関係からみた研究者の特性と研究組織の特徴



第7図 研究グループ別

<応用的開発研究>

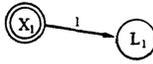
凡例



n : 研究発表回数

◎ : 情報媒介研究者

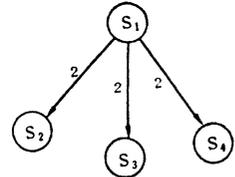
(研究組合)



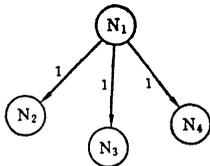
(Lグループ)



(Mグループ)



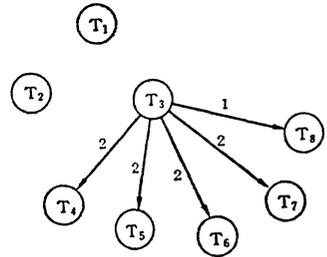
(Sグループ)



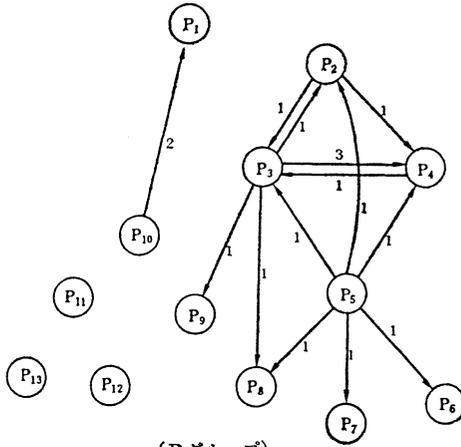
(Nグループ)



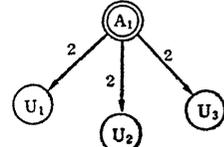
(Oグループ)



(Tグループ)



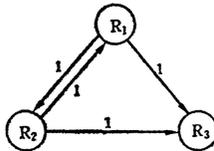
(Pグループ)



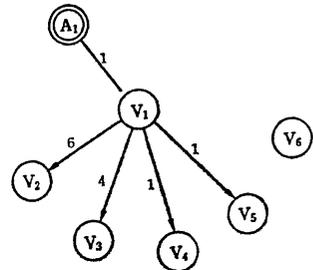
(Uグループ)



(Qグループ)



(Rグループ)



(Vグループ)

共同研究発表状況

本対象事例内この情報の伝達においては、最先端の細分化された高度な技術研究情報は共同研究者間でのみ共有されるという前提にたち、その共同研究関係は研究成果の共同発表者間のみ成り立つと仮定した。

この仮定の下で、調査対象事例を構成する22の研究グループ（研究小項目に対応）における研究者間の連携をソシオグラムに示したものが第7図である。

この図を注意深く観察すると、以下の4種の研究者が識別される。

- a) 一つのプロジェクトに専属し、そこで多数の研究発表を行う中核型研究者(C1,D1,H1,J1 等)
- b) 複数のプロジェクトにわたって研究発表に名を連ねる情報媒介型研究者(A1,C3,I3,J4 等)
- c) 一つのプロジェクトに専属しながら、共同研究の共

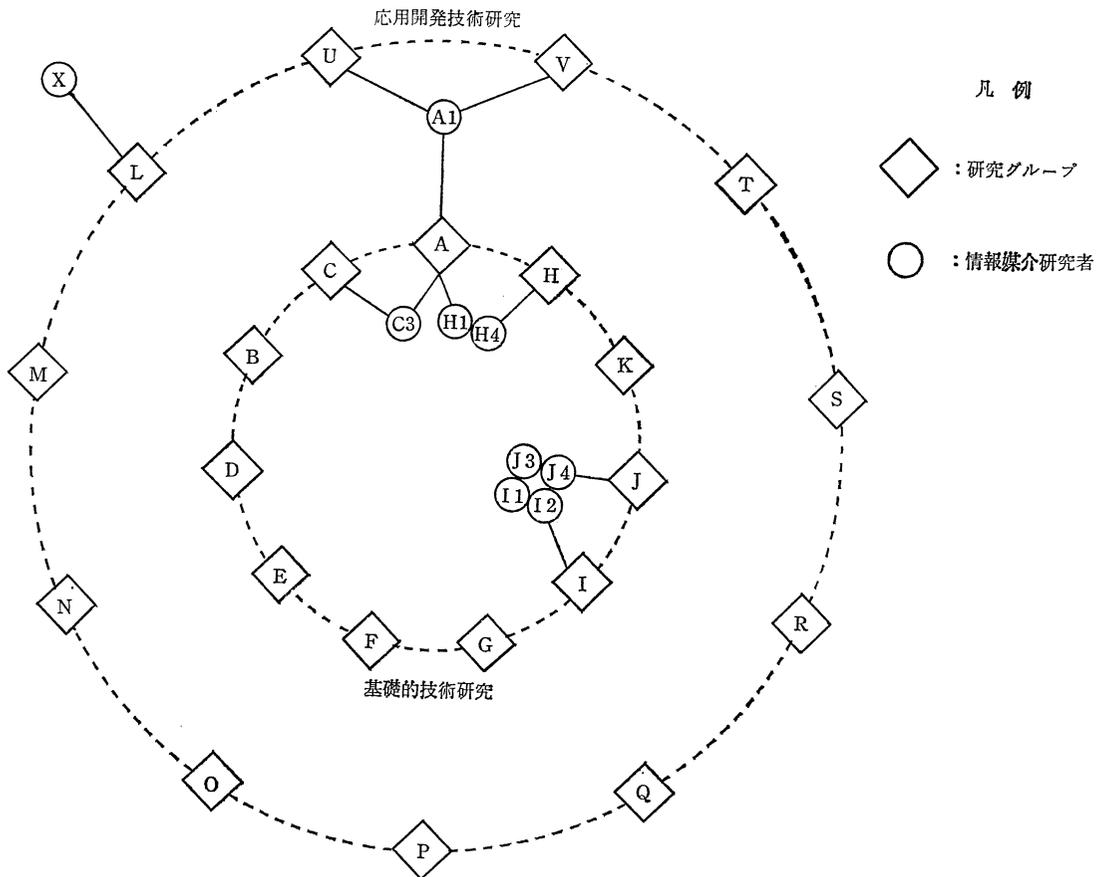
著者としてのみ名を連ねる末端型研究者(B9,C6,D4 等)

- d) 常に単独で研究発表を行う孤立型研究者(E1,F1,M1,N5 等)

プロジェクト全体における情報流通を明らかにするために、情報媒介型研究者による各研究グループ間の相関を第8図に示した。

第7図と第8図から、パターン情報処理システム研究開発における研究組織には、以下の特徴がみられる。

- (1) 基礎的技術研究においては、研究組織の構成に研究機関による違いがみられる。即ち、電子技術総合研究所においては、研究グループの数が少ない(IとJ)。又グループ間の情報共有関係は4人の情報媒介型研究者を通じて密接に結ばれている。一方、機械技術研究



第8図 超高性能レーザー応用複合生産システム研究開発における情報媒介型研究者による研究グループ相互関係

所においては、研究グループが細分化されており (A, B, C, D, E, F, G, H), 各研究グループ内が更に細分化されている。故に全体を結ぶような情報媒介型研究者はみられない。これは、研究機関の組織構成の方針によるものと思われるが、一方、電気分野(レーザー)と機械分野の研究手法の違いによるものとも考えられる。

(2) 基礎的技術研究においては、異なる研究機関間の情報共有関係はみられない。これは、プロジェクト計画の当初からレーザー関係と機械関係が明確に区別されていたため<sup>14)</sup>に、研究開発の過程においても独自に開発が進められているものと思われる。

(3) 基礎的技術研究と応用開発研究の間には、機械関係のAグループとU, Vグループ以外には関関がみられない。これは、プロジェクトの性格上広い範囲の技術

を必要としており、参加試験研究機関および参加企業の数も多いため、全体的な結合が困難であるためと思われる。また、研究開発が現在なお進行中であり、プロジェクト全体をまとめるような総括的発表がまだ出力されていないためとも考えられる。

2. 研究者の類型による情報行動

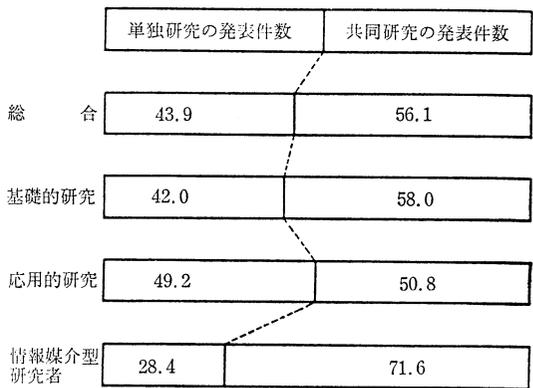
研究者の類型に基いて、研究活動内部での情報メディアとしての研究者の情報行動の特性の分析を行った。

中核型研究者、媒介型研究者、孤立型研究のそれぞれの研究発表件数と、プロジェクト全体の研究発表件数の研究者一人あたりの平均値を求め、第4表に示した。この数値から、媒介型研究者の研究発表件数は、中核型研究者より低い、孤立型研究者、末端型研究者はもとより、全体平均としての研究者1人当たりの研究成果件数をも上まわっていることが明らかである。

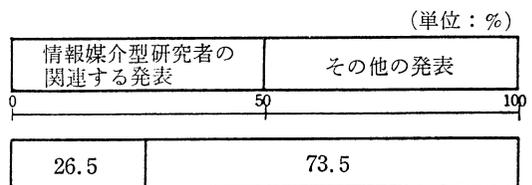
情報媒介型研究者と中核型研究者及び研究者全体の平均像と研究発表の方法について比較した結果を第9図と第10図に示す。第9図から、情報媒介型研究者の研究発表はその他の研究者と比較して共同研究の比率が高い。また第10図より、このような情報媒介型研究者の関与する研究発表件数は全体の4分の1強であることがわ

第4表 研究者類型別研究成果発表状況

| 項目            | 研究グループ別状況 |         | 中核型研究者 | 情報媒介型研究者 | 孤立型研究者 |        |        |        |    |
|---------------|-----------|---------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----|
|               | 研究グループ数   | 研究発表総件数 |        |          |        | 研究発表件数 | 研究発表件数 | 研究発表件数 |    |
| 実             | A         | 5       | 5      |          | A 1    | 7      | E 1    | 2      |    |
|               | B         | 10      | 29     |          |        | C 3    | 11     | F 1    | 17 |
|               | C         | 7       | 30     | C 1      | 19     | H 1    | 7      | M 1    | 1  |
|               | D         | 4       | 11     | D 1      | 11     | H 4    | 8      | N 5    | 1  |
|               | E         | 1       | 2      |          |        | I 1    | 4      | O 1    | 1  |
|               | F         | 5       | 23     |          |        | I 2    | 13     | P 11   | 1  |
|               | G         | 4       | 8      |          |        | I 3    | 29     | P 12   | 1  |
|               | H         | 5       | 12     | H 1      | 6      | J 4    | 20     | P 13   | 1  |
|               | I         | 13      | 45     | I 3      | 39     |        |        | Q 1    | 2  |
|               | J         | 10      | 25     | J 1      | 19     |        |        | Q 2    | 1  |
| 績             | K         | 6       | 10     |          |        |        |        | R 4    | 1  |
|               | L         | 1       | 9      |          |        |        |        | S 1    | 1  |
|               | M         | 1       | 7      |          |        |        |        | S 2    | 1  |
|               | N         | 5       | 16     |          |        |        |        | V 6    | 1  |
|               | O         | 1       | 9      |          |        |        |        |        |    |
|               | P         | 13      | 44     | P 3      | 7      |        |        |        |    |
|               | Q         | 5       | 30     |          |        |        |        |        |    |
|               | R         | 4       | 7      |          |        |        |        |        |    |
|               | S         | 4       | 13     |          |        |        |        |        |    |
|               | T         | 8       | 10     |          |        |        |        |        |    |
| U             | 3         | 6       |        |          |        |        |        |        |    |
| V             | 6         | 8       | V 1    | 7        |        |        |        |        |    |
| 研究者1人<br>当り平均 |           | 3.0     |        | 15.4     |        | 12.3   |        | 2.3    |    |



第9図 共同研究の成果発表比率



第10図 研究成果発表件数の区分

第5表 開発費内訳(昭和56年度末合計の千分比)

| 年度     | 機関<br>機械技術<br>研究所 | 電子技術<br>総合研究<br>所 | 九州工業<br>試験所 | 研究組<br>合委託<br>費 | 合計    |
|--------|-------------------|-------------------|-------------|-----------------|-------|
| 昭和52年度 | 6                 | 0                 | 0.5         | 10              | 16.5  |
| 53     | 17                | 5                 | 0.5         | 24              | 45.5  |
| 54     | 36                | 12                | 2           | 222             | 273   |
| 55     | 42                | 16                | 2           | 279             | 339   |
| 56     | 30                | 16                | 0           | 280             | 326   |
| 合計     | 131               | 49                | 5           | 815             | 1000* |

\* 総額約83億円

かる。

レーザー応用複合生産システム研究開発プロジェクトには、情報媒介型研究者と中核型研究者を兼ねている研究者が、二つの研究グループに見出される。これは H1 と I3 である。このタイプの研究者は、研究グループの中核であると同時に、研究グループ間の情報媒介も行っており、Allen の言う“Gate keeper”の概念<sup>15)</sup>に匹敵するものである。

**D. コスト比較**

調査対象事例の〈超高性能レーザー応用複合生産システム〉研究開発においては、総額約130億の開発費が計上されており、本調査が実施された昭和57年3月末迄の段階においては、総額約83億円が投入されていた。この83億円を1,000とした場合の各研究機関における年度別の開発費の配分は、第5表に示したとおりである。

また、調査対象期間の昭和52年度から昭和56年度末までに、プロジェクト全体に投入されたコストを1,000として、各研究機関へのコスト配分、各研究グループごとのコスト配分、発表一件あたりの開発費、および研究者1人あたりの開発費を第6表に示した。

第5表と第6表から調査対象プロジェクトのコスト配分には、以下の特徴がみられる。

- (1) 応用技術開発研究は、全体的な配分コストが大きいため、発表1件あたりのコスト配分、研究者1人あたりのコスト配分がともに、基礎的技術開発研究のもの比べて大きい。特に、切削組立分科会の研究グループLと素形材分科会に対するコスト配分は大きい。これは、機械部品の開発に高額の費用を要するためと思われる。

第6表 各研究グループの研究者数、発表件数とコストの対比(コストは昭和56年度末合計の千分比)

| 研究<br>グループ                           | 項目                | (A)         | (B)       | (C)                  | (C/B)                             | (C/A)                         |     |
|--------------------------------------|-------------------|-------------|-----------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----|
|                                      |                   | 研究者<br>数    | 発表<br>総件数 | 開発費<br>配分率<br>1000分比 | 発表1<br>件あた<br>りの開<br>発費配<br>分     | 研究者<br>1人あ<br>たり開<br>発費配<br>分 |     |
| 基礎<br>的技<br>術研<br>究所                 | 機械技術              | A           | 5         | 5                    | 計163<br>研究グル<br>ープ1つ<br>あたり<br>20 | 1.4                           | 4.0 |
|                                      |                   | B           | 10        | 29                   |                                   |                               |     |
|                                      |                   | C           | 7         | 30                   |                                   |                               |     |
|                                      |                   | D           | 4         | 11                   |                                   |                               |     |
|                                      |                   | E           | 1         | 2                    |                                   |                               |     |
|                                      |                   | F           | 5         | 23                   |                                   |                               |     |
|                                      |                   | G           | 4         | 8                    |                                   |                               |     |
|                                      |                   | H           | 5         | 12                   |                                   |                               |     |
| 研<br>究<br>所                          | 電子技術<br>総合研究<br>所 | I           | 13        | 45                   | 計61<br>研究グル<br>ープ1つ<br>あたり31      | 0.9                           | 2.7 |
|                                      |                   | J           | 10        | 25                   |                                   |                               |     |
|                                      | 九州工業<br>試験所       | K           | 6         | 10                   | 7                                 | 0.7                           | 1.2 |
| 応<br>用<br>技<br>術<br>開<br>発<br>研<br>究 | 切削組立<br>分科会       | L           | 1         | 9                    | 133                               | 14.8                          | 133 |
|                                      |                   | M           | 1         | 7                    | 74                                | 10.6                          | 74  |
|                                      |                   | N           | 5         | 16                   | 72                                | 4.5                           | 14  |
|                                      | 素形材<br>分科会        | O           | 1         | 9                    | 106                               | 11.8                          | 106 |
|                                      |                   | レーザー<br>分科会 | P         | 13                   | 44                                | 93                            | 2.1 |
| Q                                    | 5                 |             | 30        | 73                   | 2.4                               | 14.6                          |     |
| R                                    | 4                 |             | 7         | 49                   | 7.0                               | 12.3                          |     |
| S                                    | 4                 |             | 13        | 71                   | 5.5                               | 17.8                          |     |
| 診<br>断<br>管<br>理<br>分<br>科<br>会      | T                 | 8           | 10        | 52                   | 5.2                               | 6.5                           |     |
|                                      | U                 | 3           | 6         | 8                    | 1.3                               | 2.7                           |     |
|                                      | V                 | 6           | 8         | 26                   | 3.3                               | 4.3                           |     |
|                                      | そ<br>の<br>他       | —           | —         | 12                   | —                                 | —                             |     |

- (2) 基礎的技術開発のコスト配分を研究機関別にみると、機関単位の開発費は機関技術研究所のものが大きい、研究グループあたりの開発費は電子技術総合研究所のものが大きい。これは、研究機関の予算配分方針の違い、および、対象技術分野の研究組織方法の違いによるものと思われる。一方、発表1件あたりの開発費配分、および研究者1人あたりの開発費配分においては、機械技術研究所の方が大きな値となっている。

プロジェクトは現在なお進行中であるため、発表件数との関係でコストの分析を行うのは尚早であろう。しか

し、発表1件あたりのコストを情報コストと定義し、この大小によりコスト対効果を評価するための手がかりとすることが可能である。

この観点と以上のような特徴から、基礎的技術開発研究におけるプロジェクトの組織作りおよびコスト配分について、機械技術研究所と電子技術総合研究所の間に大きな違いがみられることは、プロジェクトのこの段階においても明らかである。前者では、プロジェクトを個々の要素に細分割し、配当予算も細分しているが、後者では集中的にプロジェクトを組織し、コスト配分も集中的に行っている。

これは、C-1に示した第7図で、機械技術研究所のプロジェクトが、個々の小項目内部でも細分化されており相互のつながりがみられなかったのに対して、電子技術総合研究所の二つのプロジェクトの間に緊密な関係がみられたことから明らかである。このような特徴は、各々の研究機関が担当した研究開発プロジェクトの性格によるものとも考えられるが、同時にまた、両研究機関における研究プロジェクト組織形成手法の違いによるものとも考えられる。

発表1件あたりのコストについて、研究開発のコスト対効果の評価が可能であるとの仮定に立つならば、電子技術総合研究所の組織形成手法は、現時点において、機械技術研究所のものよりコスト対効果の点で高い評価が得られる。

## V. 結 論

本調査の結果、以下の点が明らかとなった。

(1) <レーザー応用複合生産システム>研究開発における情報出力のメディア別言語別構成比は、<パターン情報システム>研究開発事例と比較して、特許・実用新案の比率が高く、外国語による発表は少ない。これは、第1に<レーザー応用複合生産システム>研究開発プロジェクトが、機械寄りで応用開発的傾向が強いため、口頭発表や文献の形で出力される情報より特許・実用新案の形で出力されるものが多いためである。第2に、レーザー応用複合生産システムの研究開発は、既存の要素技術の組合せに負う部分が多く、故に、個々の要素技術に対する海外からの関心はあまり大きくないものと考えられる。第3に、一般に研究情報の出力順序は特許と口頭発表が雑誌論文の発表に先行し、又日本語による発表は外国語に先行するとされるが、本調査対象事例は現在なお継続中であるため、

特許と口頭発表は終了しても雑誌論文発表の段階に至っていないもの、日本語での発表は終了しても外国語では未発表なものが数多く存在するためと解釈される。

- (2) 研究機関別にみた出力情報のメディア別構成をみると、国立の試験研究機関では日本語の会議録が最も多く、研究組合では特許実用新案が多い。これは、第1に後者の研究がより応用開発的であるために、特許・実用新案という形で出力される情報が多いため、第2に後者の研究活動が後発であるために、特許・実用新案は出力されたが学会発表の段階に至っていないものがあるため、第3に、国立の試験研究機関の研究者と私企業の研究者の認知欲求や発表動機の違いによるものと考えられる。
- (3) 機械技術研究所と電子技術総合研究所の発表情報を比較すると、口頭発表の比率は前者が高く、雑誌論文の比率は後者が高い。これは、両研究所の発表形態の違いを示すものであり、同時に又機械分野とレーザー(電気)分野の発表形態の違いを示すものと考えられる。
- (4) 情報出力の順序においては、基礎的技術研究では口頭発表が先行し、応用的開発研究では特許・実用新案が先行する。これは、(2)と相まって、技術開発研究の中にも基礎的なものと応用的なものが存在し、各々は異なる情報出力パターンを有することを示す。即ち基礎的なものは応用的なものより、学術情報に近い情報出力パターンを示す。
- (5) 情報出力メディアを研究グループ別にみると、機械関係の応用的開発研究を行う研究グループにおいて、特許占有率が最も高く、基礎的なものとレーザー関係では低い。又、基礎的技術研究においても機械関係は特許占有率が高く、レーザー関係では低い。これは、第1に特許占有率は研究組織を基礎的なものと応用的なものに分類するための指標として有効であること、第2に機械関係はレーザー関係より応用的傾向が強いことを示す。
- (6) 情報出力にかかわる研究者を、技術情報の共有関係(共同発表者)から図示すると、中核型研究者、情報媒介型研究者、末端型研究者、孤立型研究者という4タイプの研究者が識別される。調査対象中には中核型研究者と情報媒介型研究者を兼ねるものが二名存在するが、これは Gate keeper の役割りを果している。
- (7) 情報媒介型研究者を仲介とする研究グループ間の情

報共有関係の分析を行った結果、機械関係とレーザー関係の間には全く共有関係が存在しないことが示された。また、研究機関内部の研究グループ間の情報共有関係をみると、機械技術研究所の研究グループ間では共有関係がみられないものが多いのに対し、電子技術総合研究所では、密接な共有関係がみられた。これは、両研究所の研究組織形態の違いを示すと同時に、機械分野とレーザー分野の違いを示すものである。

- (8) 発表一件あたりの開発費を情報コストと定義し、コスト対効果という観点から研究機関別に比較を行った。この結果、研究組合の担当する応用的技術開発研究は国立試験研究機関のものより、発表一件あたりのコストが高いことが明らかとなった。また、研究者一人あたりの開発費と、情報コストによって、機械技術研究所と電子技術総合研究所のコスト配分を分析すると、コスト対効果という観点から見て、両者の間に違いがみられることが示された。

調査対象研究開発事例は現在なお進行中である故、上述の結論はなお、プロジェクト終了時における再確認を要する。しかしながら、本調査で用いた手法、特に技術情報を基礎から応用まで分類する際に用いる特許占有率、および、プロジェクトをコスト対効果の面から評価する際に用いることが示唆された情報コストの概念は、この種の大規模なプロジェクトに対してマイクロな分析を行う際の有効な指標であることは明らかである。

- 1) 高山正也。“リサーチ・フロントにおける技術情報流通の実証的分析—パターン情報処理システム開発研究の事例を中心に”。*Library and Information Science*. no. 19, p. 55-75(1981)
- 2) “通商産業省工業技術院の大型プロジェクト超高性能レーザー応用複合生産システム”。東京、通商産業省工業技術院, 1979, 12p.
- 3) 工業技術院機械技術研究所。“開発研究成果中間報告書Ⅰ—超高性能レーザー応用複合生産システムの研究開発”。桜村, 茨城県, 工業技術院機械技術研究所, 1980, 183p.

- 4) 工業技術院機械技術研究所。“開発研究成果中間報告書Ⅱ—超高性能レーザー応用複合生産システムの研究開発”。桜村, 茨城県, 工業技術院機械技術研究所, 1981, 200p.
- 5) 工業技術院機械技術研究所。“開発研究成果中間報告書Ⅲ—超高性能レーザー応用複合生産システムの研究開発”。桜村, 茨城県, 工業技術院機械技術研究所, 1982, 72p.
- 6) 工業技術院機械技術研究所。“開発研究成果中間報告書Ⅳ—超高性能レーザー応用複合生産システムの研究開発”。桜村, 茨城県, 工業技術院機械技術研究所, 1982, 97p.
- 7) 工業技術院電子技術総合研究所。“大型プロジェクトレーザー応用複合生産システム研究開発中間報告書Ⅰ”。桜村, 茨城県, 工業技術院電子総合研究所, 1981, 76p.
- 8) 工業技術院電子技術総合研究所。“大型プロジェクトレーザー応用複合生産システム研究開発中間報告書Ⅱ”。桜村, 茨城県, 工業技術院電子総合研究所, 1982, 48p.
- 9) 九州工業技術試験所。“超高性能レーザー応用複合生産システムの研究開発成果報告書”。福岡, 九州工業技術試験所, 1981, 27p.
- 10) Crane, D. “見えざる大学”。津田良成 監訳。東京, 敬文堂, 1981, 260p.
- 11) 通商産業省工業技術院。“大型プロジェクトパターン情報処理システムの研究開発成果発表論文集”。東京, 日本産業技術振興協会, 1980, 384 p.
- 12) Garvey, William D. “コミュニケーション”。津田良成監訳, 東京, 敬文堂, 1981, 302 p.
- 13) 九州工業技術試験所のデータについては、発表時点の正確な日付が不明のため、時系列分析の対象から除外した。
- 14) レーザー応用複合生産システム研究開発の大型プロジェクトは、計画段階においては、超高性能レーザー開発と複合生産システム開発という別個のプロジェクトとして計画されていた(研究組合専務理事藤井新兵衛氏の指摘による)。
- 15) Allen, Thomas J. “Managing the flow of Technology”。Massachusetts Institute of Technology, 1977, 180p.