

○伊地知 寛博 (科学技術政策研究所), 内田 雅晴, 平澤 冷 (東京大学)

### 1. 序

著者らは、知的成果物データベースに基いて、学術文献や特許に表れる研究者・技術者の氏名を手がかりとして、研究開発の組織過程を構造化して表現する方法論を開発してきた [1, 2]。この方法論によって作成された研究開発過程を表現する図を、“動的活動連関図”と呼ぶ。この手法は、公開データを用い、分析者の恣意性を排除した客観的手続きに従ってそれを処理することに特徴を有している。

研究開発組織の動的過程の分析対象レベルとして、i) 組織内, ii) 組織間・機関間, iii) 科学技術社会全般の3つを想定し、組織内については、VTR [2]、自動車用サスペンション [1]、洗剤 [3]、光ファイバ [4] 等の事例を対象として、また、組織間・機関間については、ERATOプログラムの導電性ポリマー・プロジェクトの事例 [3] や国家プロジェクトの「ムーンライト計画」の中で研究開発が進められている燃料電池発電システムの事例 [5] を対象として分析を行ってきた。さらに、科学技術社会全般については、分子線エビタキシ [6] を対象として分析を行っている。これらの分析の中には、日本と米国に所在する組織を選択し、これらの組織の間で研究開発組織の動的過程がどのように相違しているか、比較分析を試みているものもある [1, 4]。本研究では、さらに比較の範囲を拡げて国際比較を行い、このような組織内における研究開発過程の特徴を明確にすることを目的として、「液晶ディスプレイ (Liquid Crystal Display: LCD)」を事例として取り上げる。

LCDは、欧米の企業や研究機関で研究開発が先行していて、基本特許はこれらの組織・機関が押さえていると言われているが、その後は、日本でも研究開発が進展し、現在では、LCD製品のほとんどが日本企業で生産されている。また、近年、韓国企業も研究開発を進め、生産を開始している。このように、LCDは、ほぼ1国の企業に製品の生産が集中している特徴的な技術である。また、LCDは、製造工程が半導体に類似しており、多くの製造工程を必要とする技術である。液晶自体やガラス基板等の一部は欧米企業によって生産されてはいるものの、製造装置メーカーは大半が日本企業であって、LCDは、共同研究開発の実態を把握する上からも興味深い。さらに、このような多くの技術を要するLCDを実現するための要素技術の開発やそれらの統合のプロセスがどのようなものであったかという点について、企業や開発時期に注目して比較することも、技術統合を図るマネジメントを構想する上で興味深い。

特許をデータとして用いる国際比較分析は、各国の特許システムが異なるので、一般に、共通の基盤で比較するのが困難である。たとえば、日本国の公開特許数は、米国の特許数よりもはるかに多いことはよく知られているところである。そこで、本研究では、国際比較のために、パテント・ファミリーをデータとする特許データベースを用いる。

本研究では、LCD全体の研究開発を行ってきた企業の中から、研究開発の先行の程度や生産実施の有無に応じて日米韓の主要企業5社－RCA, General Electric (GE), International Business Machines (IBM), 日本電気 (NEC), 三星電子 (Samsung)－を選択し、これらの企業を中心として分析を行う。

## 2. 分析対象技術の概要

LCDは、外部から電界が加わると液晶分子の向きが変わるという液晶の光学的性質を利用して、各表示画面素に電圧を印加することによって駆動させる表示装置である。用いる液晶や駆動方法には種々のものが提案されてきているが、近年、カラー表示・高コントラスト・動画表示という要求基準を満たす、TN (twisted nematic) 型液晶を用いた薄膜トランジスタ (thin film transistor: TFT) 型アクティブ・マトリクス LCD が顕著な発展を遂げ、主流となっている。LCDは、とくに、ノートブック型パーソナル・コンピュータのディスプレイとして数多く利用されるようになってきた。

標準的なLCDの作製工程は、基板作製工程、セル作製工程、モジュール作製工程からなる。TFT型アクティブ・マトリクスLCDでは、基板作製工程において、ガラス基板上にアモルファスSi等を用いてTFTアレイを形成する。ここで用いる工程技術は、LSI DRAM (dynamic random access memory) の作製工程に用いる技術と類似しているが、用いる基板や作製する面積が大きく異なっている。

このように、LCDは、液晶自体や半導体作製技術を基本として、さまざまな技術が組み合わせられて実現している技術である。

## 3. 方法論

### 3.1. 方法

著者らがこれまでに開発してきた方法論を用いる [1, 2].

### 3.2. データ・セットの確定

本研究は、世界各国企業の開発活動を把握することが目的であるため、データベースとして、パテント・ファミリーをデータとするDerwent Publications, Ltd.によって作成されているDerwent World Patent Index (WPI)を用いる。なお、パテント・ファミリーとは、同一のクレームをもつ特許が、複数の国・機関に出願された場合に、ファミリーとして1つにまとめられたものである。

サーチ・キーに関しては、国際特許分類やキーワード等の利用が考えられる。本研究では、途中の版の変更があることも考慮に入れつつ、世界共通の分類である国際特許分類を用いた。対象とした技術は、液晶物質、LCD関連の光学要素、液晶セルおよびその関連技術、可変情報用の指示装置、液晶を用いた表示装置のための装置または回路であり、これらに対応するサーチ・キーとして検索に用いた国際特許分類を表1に示す。

検索対象組織には、かつてLCDのパネル技術の開発を行っていた、あるいは、現在、LCDのパネルの生産を行っており、とくに、TFT型アクティブ・マトリクスLCDを生産している企業を選択した。表2にその検索結果を示す。これらの企業のうち、今回の分析のためには、研究開発の先行の程度や生産実施の有無に応じて前述の日米韓の主要企業5社をさらに選択した。

表2から明らかのように、日本企業は、パテント・ファミリー数で見れば、他国の企業を大きく上回っている。これは、日本公開特許のみがデータとなるパテント・ファミリーが多いためである。ここで、欧米や韓国企業とも比較するためには、さらに共通の基準で特許を選別する必要がある。まず、世界的に共通であると考えられる市場である国・地域に出願された特許を選択した。具体的には、次の国または機関に出願された特許とする:PCT;EPO;オーストリア、ベルギー、スイス、ドイツ(西および統一)、デンマーク、スペイン、フィンランド、フランス、イギリス、イタリア、ルクセンブルグ、オランダ、ノルウェー、ポルトガル、スウェーデン;カナダ、日本、韓国、米国。さらに、質を一定水準以上とするために、登録済み("granted")または審査

表1 LCDに対応する国際特許分類

<b>C09K 3/34</b>	液晶物質
<b>C09K 19/ (as group)</b>	液晶物質
<b>G02B 5/00</b>	レンズ以外の光学要素
<b>G02B 5/30</b>	・ 偏光要素
<b>G02F 1/00</b>	独立の光源から到達する光の強度、色、位相、偏光または方向の制御のための装置または配置
<b>G02F 1/01</b>	・ 強度、位相、偏光または色の制御のためのもの
<b>G02F 1/13</b>	・ ・ 液晶に基づいたもの
<b>G02F 1/133</b>	・ ・ ・ 構造配置；液晶セルの作動；回路配置
<b>G02F 1/1333</b>	・ ・ ・ ・ 構造配置
<b>G02F 1/1335</b>	・ ・ ・ ・ ・ セルと光学部材
<b>G02F 1/1337</b>	・ ・ ・ ・ ・ 液晶分子の界面による配光
<b>G02F 1/1339</b>	・ ・ ・ ・ ・ ガasket；スペーサ；その封止
<b>G02F 1/1341</b>	・ ・ ・ ・ ・ セルの注入または閉塞
<b>G02F 1/1343</b>	・ ・ ・ ・ ・ 電極
<b>G02F 1/1345</b>	・ ・ ・ ・ ・ 電極をセル端子に接続する導体
<b>G02F 1/1347</b>	・ ・ ・ ・ ・ 1つの光ビームの最終的な状態が2つ以上の層またはセルの効果の総和により達成される液晶層またはセルの配置
<b>G02F 1/135</b>	・ ・ ・ ・ 光学的または電気的に性質が変わり得る光導電層または強誘電層と構造的に組み合わされた液晶セル
<b>G02F 1/136</b>	・ ・ ・ ・ 半導体の層または基板と構造上組み合わされた液晶セル
<b>G02F 1/137</b>	・ ・ ・ 特定の電気または磁気光学効果によって特徴づけられたもの
<b>G09F 9/00</b>	情報が個別素子の選択または組み合わせによって支持体上に形成される可変情報用の指示装置
<b>G09F 9/30</b>	・ 必要な文字が個々の要素を組み合わせるによって形成されるもの
<b>G09F 9/35</b>	・ 液晶であるもの
<b>G09F 9/40</b>	・ 必要な文字が、ならんで配置された多数の文字から選択されるもの
<b>G09G 3/00</b>	陰極線以外の可視的表示器にのみ関連した、制御装置または回路
<b>G09G 3/04</b>	・ 多数の文字からの選択または個々の要素を組み合わせるによって単一の文字を表示するためのもの
<b>G09G 3/16</b>	・ ・ 独立の光源からの光を制御するもの
<b>G09G 3/18</b>	・ ・ ・ 液晶を用いるもの
<b>G09G 3/20</b>	・ マトリクス状に配置された個々の要素の組み合わせによりその集合を構成することによって多数の文字の集合を表示するためのもの
<b>G09G 3/34</b>	・ ・ 独立の光源よりの光を制御するもの
<b>G09G 3/36</b>	・ ・ ・ 液晶を用いるもの

- ・ 上記のうち、太字のサブグループまたはグループについて検索した。細字は、選択されたサブグループの上位のサブグループを表す。
- ・ 特記事項がない限り、サブグループとする。
- ・ サブグループより下位にさらに展開記号が付与されている場合には、すべての展開記号について含むものとする。

表2 LCDパネルの主要開発・生産組織のpatent・ファミリー数

企業名	patent・ファミリー数
シャープ Sharp	1,618
日立製作所 Hitachi	1,742
東芝 Toshiba	985
IBM International Business Machines	127
日本電気 NEC	661
三星電子 Samsung	157
RCA RCA	74
GE General Electric	169

データベース：Derwent World Patent Index  
 検索日：1995年3月17日

済み(“examined”)である特許を選択した。以下、この両方の条件を満足する特許を含むパテント・ファミリーを用いて分析する。

#### 4. 分析

図1-5は、それぞれ、RCA、GE、IBM、NEC、SamsungのLCD開発に関する動的活動連関図である。

##### 4.1. 相互比較

表3は、各社の概要をまとめたものである。

企業によりLCDの開発活動に取り組み始めた時期に相違がある。最初は1967年であり、次は1970年代前半、そのあとは1980年代中頃である。選択した5社のうち現在LCDを生産しているのは、IBM、NEC、Samsungの3社であり、開発活動で後発した企業が生産するに至っていることがわかる。

パテント・ファミリー数、発明者数、研究開発チーム数、研究開発グループ数等にはそれぞれ多少の差があるが、これらの値に表れる開発の規模と生産の有無についての関連は見られない。ただし、これら5社のうち最も後発のSamsungの値がいずれも大きいのが注目される。また、後発の企業、とくにSamsungは多くの研究開発グループに分散して開発が行われたことが読みとれる。これは、図1-5を比較することからも明らかである。

##### 4.2. 各社の組織的特徴

###### 4.2.1. RCA

1967年に、Heilmer, Lechner, Zanoniらによって、世界で最初の液晶を使った表示装置に関する特許の出願が行われた。以後は、別の研究開発グループによって、1973年から1977年にかけて特許の出願が行われている。他には、個々の研究者によって散発的に特許の出願が行われている。

###### 4.2.2. GE

最大の研究開発グループに属する複数のキーパーソンが継続的に特許を出願している。また、他社と比較して大きな研究開発グループ(orders 1-27, 28-51)が構成されている。これらの点から、GEでは、同じテーマを保持し続ける複数のキーパーソンを中心としたサブグループ間で、緩やかに相互連関しているといえる。

また、最大の研究開発グループは1971年から1992年まで活動しており、とくに1985年からも再度活発化している。加えて、1983年以降、他の多くの研究開発グループからの特許出願も見られ、近年になってからもLCDの開発に取り組んでいた形跡が読める。しかし、GEは生産には至っていない。

###### 4.2.3. IBM

1972年よりLCDの開発が行われており、第1の研究開発グループ(orders 1-15)によっては、1975年から1981年にかけて特許が出願されている。また、第2から第4の研究開発グループによっては、おもに1986年から1991年にかけて特許が出願されている。とくに、第2と第4の研究開発グループ(orders 16-25, 31-35)では、発明者個人(日本人)、東芝、IBMの日本法人である日本IBMが共同出願人(coapplicant)または共同譲受人(coassignee)となっている特許が多く出願されており、日本国内において共同で開発が行われた様子がうかがえる。なお、現在、IBMは、LCD生産のために、東芝と合併でディスプレイ・テクノロジー社を設立し、日本においてTFT LCDの生産を行っている。

###### 4.2.4. NEC

1984年頃から、研究開発グループが並行して開発を行っていたことが読みとれる。

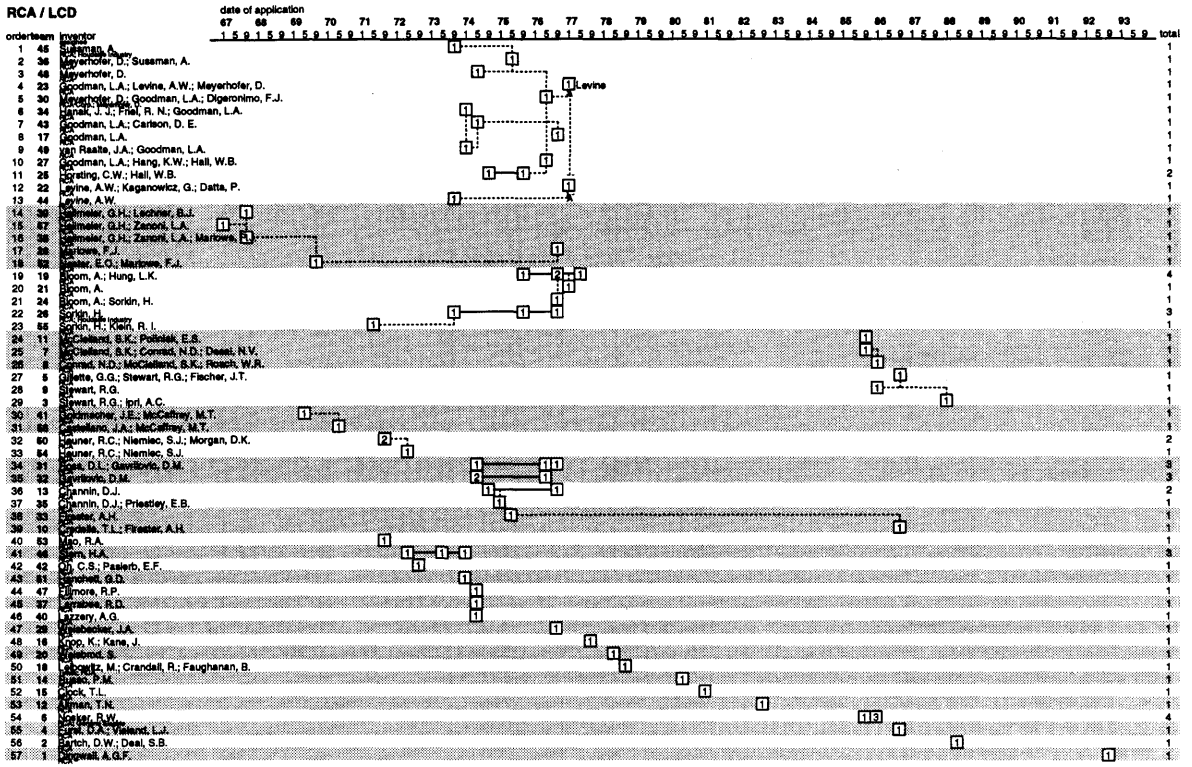


図1 LCDに関する動的活動連関図-RCA

General Electric / LCD

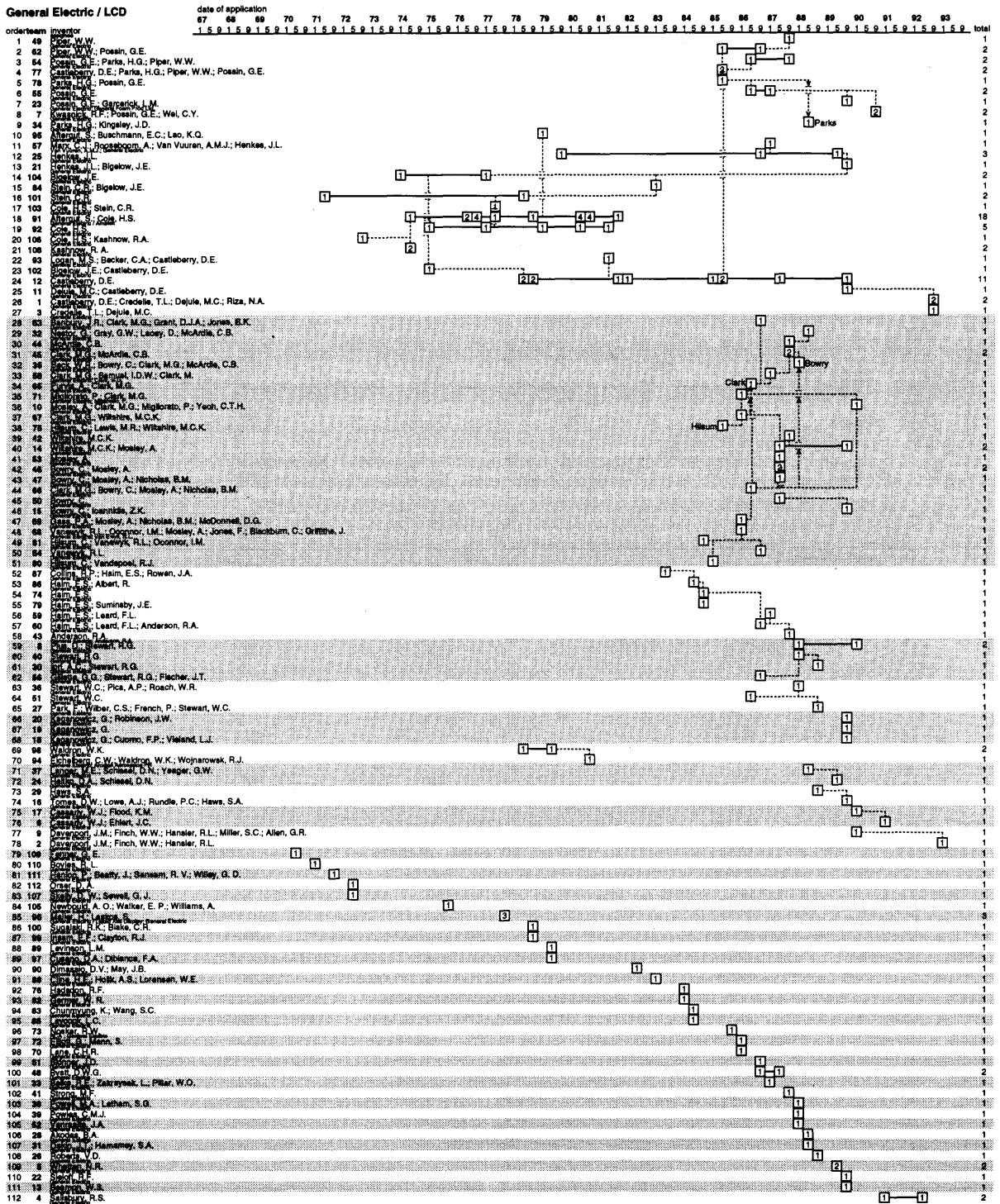


図2 LCDに関する動的活動連関図— GE

International Business Machines / LCD date of application

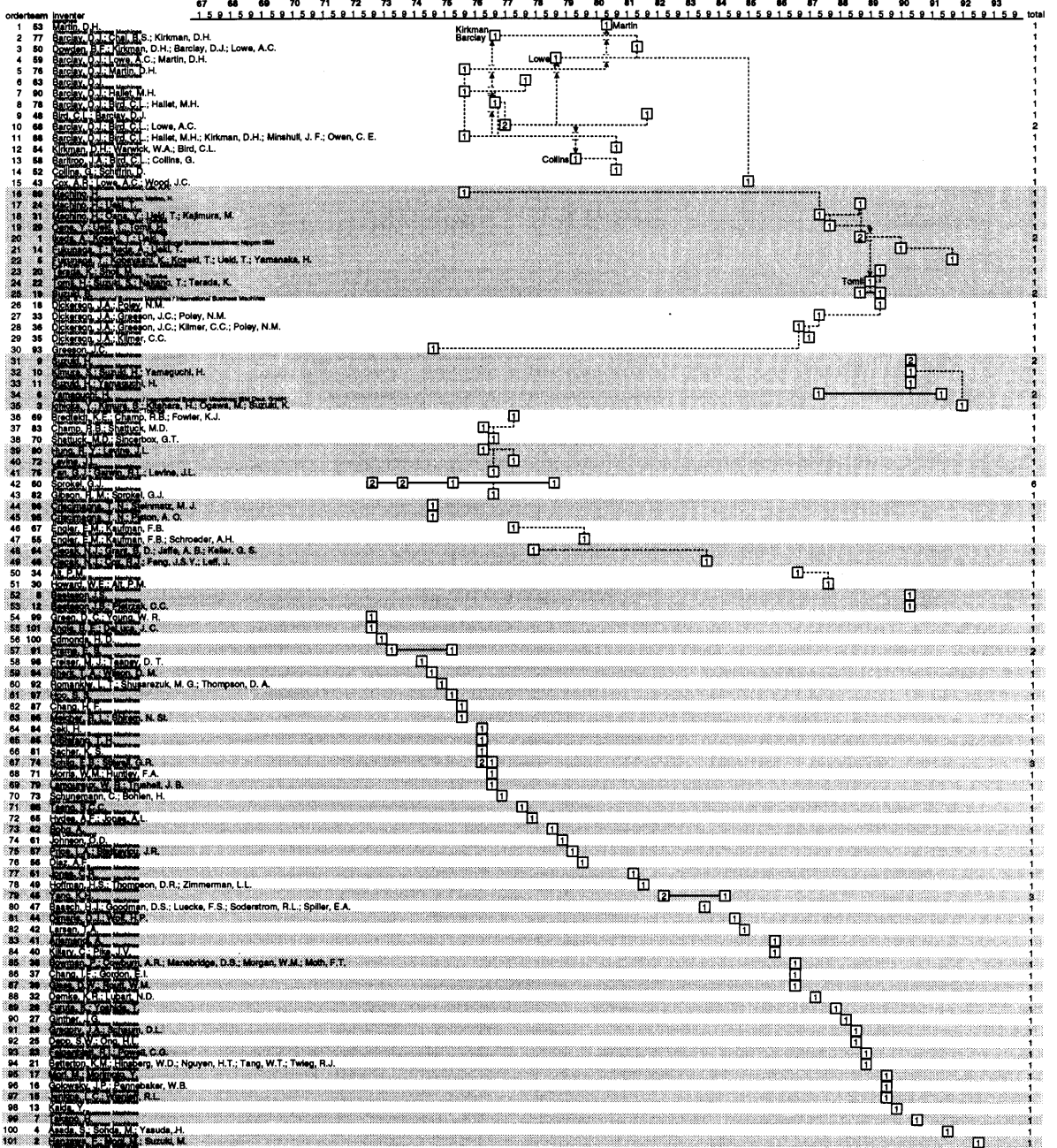


図3 LCDに関する動的活動連関図－IBM

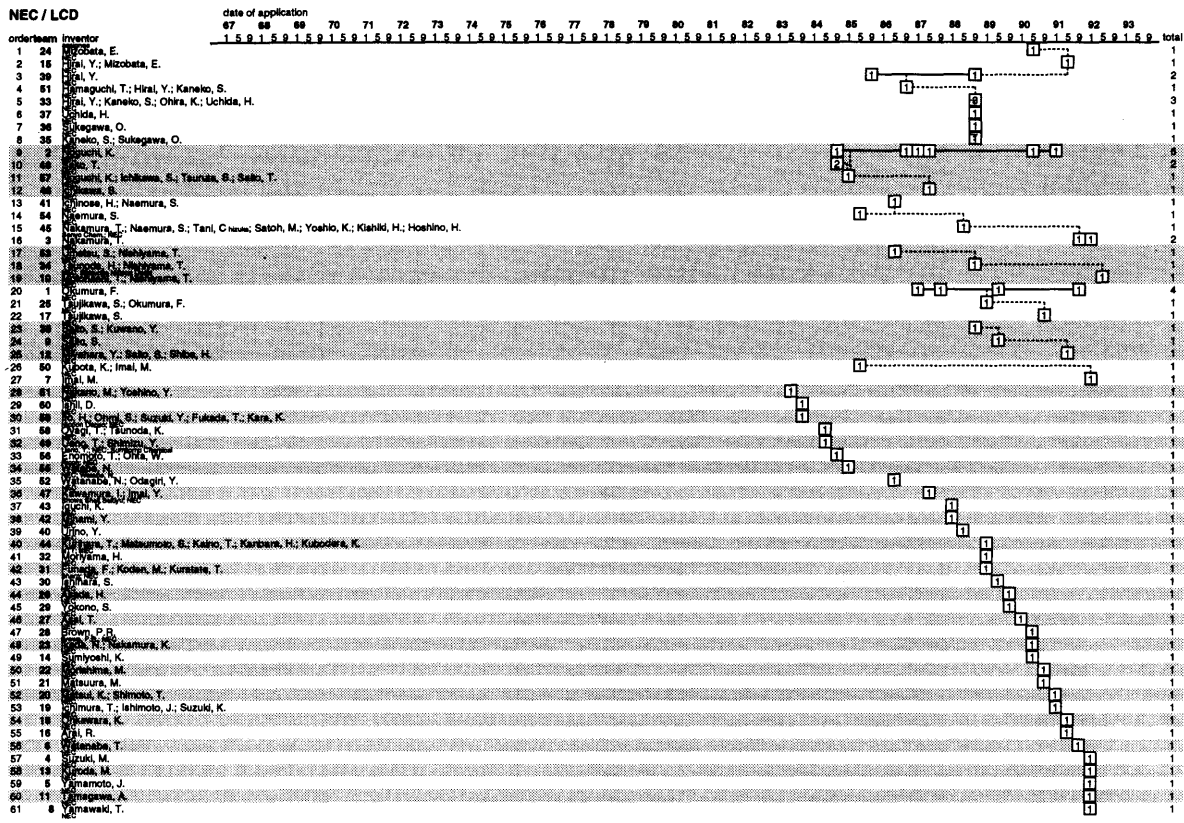


図4 LCDに関する動的活動連関図-NEC





表3 LCDに関する動的活動連関図に表れる研究開発活動の概要

	RCA	GE	IBM	NEC	Samsung
パテント・ファミリー数	74	164	116	74	145
発明者数	68	146	160	85	116
研究開発チーム数	57	112	101	61	102
研究開発グループ数	28	46	60	41	78
最大の研究開発グループに含まれる研究開発チーム数	13	27	15	8	3
全研究開発チームに対する最大の研究開発グループに含まれる研究開発チームの割合	0.23	0.24	0.15	0.13	0.03
LCD関連特許の最初の出願年	1967	1971	1972	1983	1986
最大の研究開発グループによる特許の出願期間	1973-77	1971-92	1975-85	1985-91	1986-87 etc.

#### 4.2.5. Samsung

他社とは異なり、大きな研究開発グループが存在せず、各々の研究開発チームが独立しているのが特徴的である。また、研究開発チームを構成するメンバーの人数では、第1と第6の研究開発グループ (orders 1-3, 16-18)を除いて、1人または2人となっており、研究開発チーム自体も小規模である。さらに、一部のキーパーソンは4~5年にわたって継続して特許を出願しているが、それ以外は、単発的である。

#### 4.3. 各社の技術的特徴

LCDに関して検索した技術は、液晶物質、液晶セル技術、表示装置、表示装置のための制御装置または回路に大別することができ、また関連の技術としては、半導体技術が重要である。企業や開発時期による特徴を以下に示す。

##### 4.3.1. RCA

最初のLCDの特許は、液晶セルと表示装置に関連していた。その後、第1の研究開発グループによっては、おもに液晶セル、また、第3の研究開発グループによっては、おもに液晶物質に関する特許が出されている。これらより、RCAは、液晶素子の開発にほぼ留まっていた、といえる。

##### 4.3.2. GE

第1の研究開発グループでは、それぞれのキーパーソンは、液晶セルと、液晶物質または表示装置、表示装置のための制御装置または回路とに関連して一貫して特許を出願しており、これらのキーパーソンを中心とするサブグループが相互に関連している。1984年以降は、半導体技術とも関連している。また、第2の研究開発グループ内においても、各研究開発チームによって種々の要素技術が開発され関連している。

##### 4.3.3. IBM

1972年から1984年にかけては、もっぱら表示装置に関する特許が出願されている。しかし、1985年以降は、液晶セルで、とくに細部の構造にわたる特許が多く出願されているほか、表示装置のための制御装置または回路とに関連した特許も出願されている。また、開発された要素技術は研究開発グループごとに分かれている。

##### 4.3.4. NEC

おもに、液晶セル、表示装置、表示装置のための制御装置または回路に関する特許が出願されている。とくに、第1と第2の研究開発グループでは、これら3種の要素技術を開発した研究開発チームは関連しており、

また、これらの研究開発グループで開発された技術は、液晶セルの細部の構造や半導体にも関連している。第3から第6の研究開発グループでは、表示装置のための制御装置または回路に関する特許が多く出願されている。

#### 4.3.5. Samsung

研究開発グループは細分化されているので、扱う技術が単一的な研究開発グループも多い。技術の種類では、液晶セルで、とくに細部の構造にわたる特許が多く出願されている。その他には、液晶物質に関する特許も出願されている。液晶セル、表示装置、表示装置のための制御装置または回路および半導体に関連する特許もあるが、その数は少ない。

### 5. 検討と考察

本研究では、日米韓5社のLCDの開発プロセスを比較分析した。組織過程だけをとってみれば、研究開発グループの分割の度合い等に多少の相違が見られるものの、いずれも巨大な研究開発グループを構成しているわけではなく大きな違いではない。また、現在生産を行っている企業であっても、今回の対象企業に関する限り組織統合的なプロセスは見られなかった。

一方、開発された要素技術の点では、時期的にまた企業間で差が見られた。とくに、先行的な開発を行っていた時期には、LCDの基本構造に関する特許がおもに出願され、小規模ながら研究開発グループ内でサブグループ間の連携が見られた。これに対して、実用化が目前となった時期からは、LCDのための制御装置や回路、あるいは、液晶セルの細部構造に関する特許が出願され、ディスプレイとしてのモジュール技術の開発やセル技術の深化が図られていた。そして、開発も複数の研究開発グループ間で同時並行的に展開されていた。実際に生産を行っている企業では後者の種類の技術を開発していた。

今後は、パネル・メーカーとして、シャープ、東芝等も分析対象組織に加えて、さらに検討を進める必要があろう。

#### 謝辞

本研究の一部は、科学技術庁の平成7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。

#### 参考文献

- [1] 平澤 冷, 依田達郎, 朝光 浩, 李 昌協, 伊地知寛博 第8回研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集, 93-100. (1993)
- [2] Ijichi, T., Yoda, T., and Hirasawa, R. Mapping R&D network dynamics: Analysis of the Development of co-author and co-inventor relations. 研究 技術 計画, 8, 263-275. (1995)
- [3] 伊地知寛博, 平澤 冷 第8回研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集, 101-108. (1993)
- [4] 竹内隆一, 伊地知寛博, 平澤 冷 第9回研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集, 84-89. (1994)
- [5] 伊地知寛博, 平澤 冷 第9回研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集, 123-132. (1994)
- [6] 伊地知寛博, 平澤 冷 第9回研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集, 133-139. (1994)