

特許分類の共起を用いた
技術動向調査手法に関する研究

筑波大学
図書館情報メディア研究科
2014年3月
工藤 剛

1. はじめに	1
1.1. 技術動向調査	2
1.1.1 技術動向調査の意義	2
1.1.2 これまでに行われてきた主な技術動向調査	2
1.1.2.1 特許出願動向調査報告書	2
1.1.2.2 サイエンスマップ	3
1.1.3 主な技術動向調査手法	4
1.1.3.1 専門家によるシナリオ調査	4
1.1.3.2 専門家パネル会合	4
1.1.3.3 キーテクノロジー	4
1.1.3.4 シミュレーション・モデリング	4
1.1.3.5 デルファイ法	4
1.1.4 技術革新の構造変化と従来の技術動向調査手法の問題点	5
1.2 特許制度	5
1.2.1 特許法	6
1.2.2 特許情報	6
1.2.3 国際特許分類 (International Patent Classification)	6
1.2.3 特許出願書類の書式	8
1.2.4 世界的に見る日本国特許庁の立ち位置	10
1.2.5 特許情報を用いた主な調査手法	10
1.3 現状の技術動向調査の問題点と本研究の目的	12
2. 先行研究	13
2.1 新興分野の発見、予測に関する研究	13
2.2 既存の調査手法の改善を目指した研究	13
2.3 情報の可視化、マッピングに関する研究	14
2.4 特許の評価に関する研究	14
2.5 技術融合型の研究開発動向に関する研究	15
3. 提案手法	16
3.1 前提条件、採用する立場	16
3.2 提案手法	19
3.3 ネットワーク分析	21

3.4 主成分分析	23
3.5 クラスタ分析	24
4. 使用データ	25
4.1 データの加工	25
5. 提案手法による技術動向調査	26
5.1 技術動向調査タスク1：技術分野別の技術融合ネットワーク比較	26
5.2 技術動向調査タスク2：自動車関連主要メーカーの技術融合ネットワーク比較	26
5.3 技術動向調査タスク3：化学関連メーカー主要企業の技術融合ネットワーク比較	27
6. 技術動向調査タスク調査分析結果	28
6.1 技術融合型の研究頻度の増加及びその特徴の定量的測定	28
6.1.1 特許情報収集条件	28
6.1.2 セクションごとの技術融合ネットワークの成長過程の比較（1993~1999年）	28
6.1.3 セクションごとの技術融合ネットワークの経年変化の比較（1993~1999年）	34
6.1.4 まとめ	40
6.2 自動車関連主要メーカーの技術融合ネットワーク比較分析	41
6.2.1 特許収集条件	41
6.2.2 対象企業別の技術融合ネットワーク比較結果（1993~2002年累計）	42
6.2.3 考察	46
6.3 総合化学メーカー及び専門化学メーカーの技術融合ネットワーク比較分析	52
6.3.1 対象企業別の技術融合ネットワーク比較結果（1993~2002年累計）	53
6.3.2 考察	58
7. 考察	61
7.1 手法の有用性	61
7.2 手法の妥当性	61
7.3 問題点・改良点	62
8. 結論	64
謝辞	65
参考文献	66

1. はじめに

本研究の目的は、技術融合という側面に着目した新たな定量的な技術動向調査手法を提案し、調査を実施することである。それによって、近年重要性が増していると言われている技術融合型の研究開発に関する客観的な技術動向調査を可能とすることを目指す。

技術動向調査とは、技術開発のシーズやニーズ・企業動向・技術の問題点・課題点を把握することを目的としたものである[1]。技術動向調査は、科学技術の発展の歴史を追う上で必要である。また、企業や研究機関にとっては、自分たちのおかれている現状分析や今後の研究開発方針を決定する上で重要な役割を果たす。特に、技術の発展が著しい現代においては、技術動向を適切に判断することの重要性は高まっており、特許庁が調査し発行している技術分野別特許マップや、科学技術政策研究所によって定期的に行われている調査であるサイエンスマップなど、国が主導となって実施される大規模な技術動向調査が数多く存在している。

従来から、技術動向調査を目的とした調査手法は数多く提案され、調査したい側面に適した手法を用いて技術動向に関する各種調査が実施されてきた。その中には、対象とする技術分野に関する専門家の意見をまとめることによって技術分野全体の動向を把握するものから、研究論文や特許情報などの研究および技術開発活動の結果として生産される情報の定性的・定量的調査まで様々な手法が存在している。

これらの手法はそれぞれにメリット・デメリットがあると言われているが、全体を通しての特徴として、単一の技術や技術分野に関する技術動向調査にとどまる傾向が強いということが挙げられる。これらの傾向は、従来から単一技術の性能向上等によってもたらされるイノベーションが発明の中心であり、単一の技術要素や技術分野を見ることで技術動向調査が成立していた[2]ことが要因の一つであると考えられる。しかしその一方で、現代の発明の多くは、単一の技術要素のみから生み出されるものは少なく、異なる複数の技術要素を組み合わせることで新たな発明が生み出される技術融合型の研究開発が中心となってきた。この傾向を考慮すると、従来手法のみでは技術動向を明らかにするには十分ではないと考えられる。

実際、この技術融合型の研究の重要性の高まりを受けて、サイエンスマップでは、研究論文の共引用の度合いを利用して研究領域間の関連の強さの把握が行われている[3]。この調査は、研究領域間の関連や融合領域、その経年変化等を知る上で重要な役割を果たしている。しかしその一方で、研究論文よりも実用的な技術を扱う特許情報に対しては、技術分野間の関連や技術融合に関する側面に着目した調査はあまり行われていない。

そこで本研究では、既存の技術動向調査手法を補完する形で、技術融合という側面に着目した技術動向調査手法を提案する。それによって、現代の研究開発および発明の特徴に適した調査を行うことを可能とする。また、提案手法を用いて実際にいくつかの技術動向調査タスクを設定し、試行的に分析を行う。それによって、提案手法の特徴を明らかにし、既存の手法との共存方法や提案手法の改善点を探る。

1.1. 技術動向調査

技術動向調査とは、技術開発のシーズやニーズ・企業動向・技術の問題点・課題点を把握することを目的として行われる様々な調査の総称である。国の主導で行われる大規模なものから、企業が自社の関連する技術について独自の調査を実施するものや、ある特定の分野の専門家が書籍や雑誌等への投稿といった形で発信するものまで、様々な調査が行われている。

1.1.1 技術動向調査の意義

技術動向調査は、上述のように技術開発のシーズやニーズ・企業動向・技術の問題点・課題点を把握することを目的として行われるが、それらは企業や研究機関にとっては、自分たちのおかれている現状分析や今後の研究方針を決定する上で重要な役割を果たしている。

現状分析や今後の研究方針の具体化の重要性は、近年注目されている技術経営という概念においても重要視されている。事業の選択と集中を具体的かつスピーディに進めるために[4]、自社の関連する技術や産業に対する現状把握が重要であると述べられている。

これらのことから、技術動向調査は科学技術史を追うためだけでなく、企業や研究機関にとっての競争力を高める上で重要な調査であることが分かる。また、技術の発展が著しい現代においては、技術動向を一早くそして適切に判断することの重要性はさらに高まっていると考えられる。

1.1.2 これまでに行われてきた主な技術動向調査

これまでに数多く行われてきた技術動向調査の中でも、国が主導となって実施されている大規模な技術動向調査をいくつか紹介する

1.1.2.1 特許出願動向調査報告書

特許出願動向調査報告書は、特許庁によって毎年行われている技術動向調査である。この調査報告書の目的は、以下であると述べられている[5]。

「知的財産基本法において、国は、知的財産に関する内外の動向の調査及び分析を行い、必要な統計その他の資料を作成することとされ、また同法に基づき設置された知的財産戦略本部により2011年6月に取りまとめられた「知的財産推進計画2011」では、国際標準化特定戦略分野における国際標準化戦略の着実な実行と不断の検証を進めつつ、国際標準化のステージアップを通じた競争力強化を目指し、グローバル・ネットワーク時代の新たな挑戦を支える知的財産戦略を強力的に推進することとされている。そのためには、技術・市場の動向を世界規模で継続的に把握していく必要があり、その指標として知的財産の1つである“特許”を用いることは非常に有効である。

そこで、本調査では、主要な特許出願先国(地域)である日本、米国、欧州、中国、韓国を中心に技術分野別の特許出願動向を詳細に調査し、技術開発や市場の観点から分析を行うことで、これらの国(地域)の技術・市場の動向を把握する。さらに、世界各国(地域)において、特許出願の上位を占める出願人やその業種、企業の特許出願戦略や財務状況を調査することで、世界規模での技術・市場の動向及び企業の知財戦略の状況を把握する。

これらの状況を把握することにより、国際標準の獲得を通じて競争力を強化し、知的財産マネジメントを産業横断的に強化する上での企画立案や制度設計の基礎資料として活用できると共に、企業活動等においても、特許出願戦略等の策定を支援するための有益な情報となり得るものである。」

以上の目的のもとで、マクロ調査のみならず、特許出願件数の伸びの大きい分野や、今後の進展が予想される分野をいくつか選定し、それらの技術分野について詳細な技術動向調査を実施している。一例として、平成23年度に実施されたテーマ（特許に関するもの）を表1に示す[6]。

表1. 平成23年度 特許出願動向調査報告書 掲載テーマ

1	マクロ調査
2	電子ペーパー
3	医用画像の利用技術
4	イオン発生装置及びその応用技術
5	燃料電池
6	機能性皮膚化粧品
7	炭素材料及びその応用技術
8	インターネットテレビ
9	携帯高速通信技術（LTE）
10	水処理膜

各テーマで実際に採用されている調査手法等は、他の技術動向調査で行われている手法も含めて後述（1.1.4参照）する。

1.1.2.2 サイエンスマップ

サイエンスマップは、文部科学省 科学技術政策研究所 科学技術基盤調査研究室により行われている技術動向調査である。科学研究の動的变化を定期的に観測することを目的に行われている[3]。サイエンスマップの特徴的な点としては、調査対象として論文データとその共引用を利用し、注目研究領域の抽出や研究領域間の関連性、研究領域自体の時系列変化をマッピングし観測する点にある。科学技術の知の構造や発展を計量書誌学の立場から記述する試みは古くからなされているが、近年の情報処理技術の進展や科学論文や特許のデータベース整備によって、この分野の研究に革新をもたらし、特に知のマッピングは新たな研究として注目を浴びている[3]。サイエンスマップも、知のマッピングの試みの一つであるが、これらについても詳しくは後述の先行研究（1.1.5参照）で触れる。

1.1.3 主な技術動向調査手法

金間[7]によれば、定性的調査、定量的調査含めてこれまで行われてきた主な技術動向調査手法は以下のようなものがある。

1.1.3.1 専門家によるシナリオ調査

シナリオ調査は、様々な技術動向調査手法の中でも主観性の強い手法である。一名、あるいは少数の専門分野での著名な専門家に、対象分野における現状や技術の発展の歴史、今後起こりうるストーリー等を検討してもらう手法である。複数の専門家に依頼した場合においても、それぞれのシナリオを別々の結果と捉えることが多い。従って、依頼した専門家の主観がそのまま反映される結果となる。一般向けの科学雑誌などでよく採用される形態である。

1.1.3.2 専門家パネル会合

専門家パネル会合は、対象分野における専門家を複数集め、その分野の現状及び今後の展望などの議論を繰り返すことで最終的な意見をまとめる手法である。シナリオ調査と同様に、十年~数十年という中長期的な視点での展望を語る際に有効である。また、専門家を複数人集めることから、ある程度は主観性を排除することが可能である。しかし、専門家の選定や人数、期間などによって得る結果にぶれが生じる可能性がある。また、その分野での権威者などの意見が重視され、結果として主観性が強くなる傾向がある。

1.1.3.3 キーテクノロジー

キーテクノロジーは、対象分野の専門家へインタビュー等を実施することで、重要な技術(キーテクノロジー)を把握する手法である。インタビューによりキーとなる技術を見極め、その技術に対してその他の手法と組み合わせ深く現状分析や今後の展望を加える。この手法も、シナリオ調査等と同じく、インタビューを行った専門家の主観や、インタビュアーの質問の誘導などに左右される可能性が高い。

1.1.3.4 シミュレーション・モデリング

シミュレーション・モデリングは、その分野に関する何らかの定量的データの推移から、予想されるモデルに当てはめ、現状の技術進展段階及び今後の展望を予想する手法である。この手法は、はじめから定量的データを扱うことからデータの客観性が高い。しかし、当てはめるのはあくまでモデルであり、あらゆる結果がモデルと同様に変化するという訳ではない。そのため、長期的な展望を検討するには注意が必要である。

1.1.3.5 デルファイ法

デルファイ法は、定性的調査手法と定量的調査手法の両者のメリットを合わせた手法である。デルファイ法は、専門家グループが持つ直観や経験的判断を、反復型アンケートを使って集約・洗練する意見収束技法である。具体的には、まず予測したいテーマについて詳しい専門家や有識者を選び自由記述も含めて意見を求める。次に得た回答を統計的に集約して意見を取りまとめ、これを添えて同じ質問を各専門家や有識者に対して行い、意見の再検討を求める。この質問とフィードバック、意見の再考という過程を数回、繰り返すことで、専門家や有識者らの意見が一定の範囲に収束してくる。この意見集約によって、現状の詳細な分析及び確度の高い予測を得るものである。この手法は、定性的調査手法お

よび定量的調査手法のそれぞれのメリットを生かし、デメリットをカバーする点が優れている。定性的な情報を統計的に扱うことによって主観性のある程度排除できるのである。しかし、あくまでも中心となるのは専門家への定性的な調査であるため、調査対象の選り方や質問の設定方法に関して、慎重に選ばなければ主観性を排除出来ない。また、調査に時間がかかり大規模な調査となることも、調査を容易にすることを困難としている。各専門家の意見を統計的に扱うためにある程度の人数を集める必要があり、かつ質問とフィードバックを繰り返すため、調査終了までに数ヶ月を要することが多い。これは、大規模な調査を行う国家プロジェクト等であれば問題はないが、企業や小規模な組織が行う際には負担が大きくなるため向かない。なおデルファイ法は、技術予測の際の主要な把握手法として有名であり、国内問わず広くも一般に用いられる手法である。日本でも文部科学省が1971年以来実施している科学技術予測調査でデルファイ法を用いている。技術動向の調査以外でも、システム開発プロジェクトの工数やコストの見積もり等の把握に用いられることも多い。

技術動向を調査する主な手法は以上の通りであるが、これらの手法は、結果の客観性の有無や予測可能な期間が異なっており、必要に応じて使い分ける必要がある。

1.1.4 技術革新の構造変化と従来の技術動向調査手法の問題点

従来の技術動向調査手法は、単一の技術要素や分野に関する動向を調査する上では非常に有効であるが、一方で近年の技術革新の構造変化によって、従来の手法のみでは技術動向を詳細に分析するには不十分な面があると考えられる。

Kodama[2]によると、技術革新には、大きく分けて単一の技術のブレークスルーによって技術革新を押し進めるメカニズムと、異なる分野の技術を融合させることによって技術革新を進める技術融合型のメカニズムがあるとされ、90年代以降は後者による技術革新が増えていることが指摘されている。この傾向は近年でも続いており、近年注目され活発に研究されているナノテクノロジーなどは、分野横断的な技術の集合体であるとされている[8]。また、日本では平成19年度から分野・学会を横断するアカデミック・ロードマップの策定に取り組み、その中でも、新しい産業的価値創出やイノベーションには異分野の知の統合や連携が不可欠であるとも述べられている[9]。これらを踏まえると、技術融合型の研究が技術革新を進める上で重要であると言えるだろう。

このように、近年では技術融合型の研究の重要性が増しているにもかかわらず、技術動向を調査する手法としては、技術要素同士の融合関係について着目した調査分析に適した手法は少ない。近年の技術融合型研究の重要性を考慮するならば、技術融合という側面に特化した手法を新たに構築していくことが必要であると考えられる。

1.2 特許制度

特許制度は、発明に対してある期間独占排他的な権利を与え発明の保護を図る一方、その発明を公開し利用を図るものである[10]。この制度の目的は、発明者の研究を保護し、さらに発明公開による改良技術を生む相乗効果によって産業の発達を促すことである。特許となった発明はそれをもとにした事業展開やライセンス契約等による収益の獲得が見込まれ、保護期間の切れた特許や特許にならなかった発明は何者も所有権を主張できず、誰もがその技術を無償で利用できる。この制度を有効に活用することで、企業競争力を高めることが可能であるため、あらゆる組織にとって非常に必要な制度となる。

1.2.1 特許法

特許制度は、特許法に細かく明記されている。特許法[11]は、第1条「発明を奨励し、もつて産業の発達に寄与する」という目的を達成するために、発明の定義や特許権取得までの各種手続き等に関する詳細な規定を設け、出願された発明を審査官が審査する。

実際に特許になり得る発明には、以下の条件が含まれている[12]。なお、発明を特許として認められるために必要な書類を特許庁に提出することを「出願」という。

- ・ 特許法上の発明であること
- ・ 産業として実施できること
- ・ 新しいこと（新規性があること）
- ・ 容易に考えだすことができないこと（進歩性があること）
- ・ 先に出願されていないこと
- ・ 公序良俗に反する発明でないこと
- ・ 明細書の記載が規定通りであること

1.2.2 特許情報

特許情報の媒体としては、発明が特許権を認められ登録される「特許公報」や、発明者にとって権利化する必要のないものを公開した「公開技法」等がある。公開技法は、研究開発の重複やライバル企業の後願特許の成立を防止する目的で発行される。なお、本研究で使用するデータ（4. 使用データ参照）の関係上、本研究では「特許公報」を「公開特許公報」、「特許情報」を「公開特許公報の記述内容」と表記する。

公開特許公報とは、各発明について特許出願時の提出書類である「願書」、「特許請求の範囲」、「明細書」、「図面」、「要約書」をまとめたもので、一部の例外を除き発明者の出願から原則1年6月経過後に発行される[12]。基本的に、出願された発明は全てを公開するので、特許として認められなかった発明も公報に含まれる。

1.2.3 国際特許分類（International Patent Classification）

特許制度が開始されてからこれまでに登録されている発明情報の量は膨大であり、日本でこれまでに提出された特許情報は、毎年30万～40万件程度の増加を続けている[13]。これほどの膨大な情報から特定の特許情報を参照することは容易ではない。

この問題を解決するために、特許の出願者は出願の際、その発明に最も適切な技術分野を示す記号を提出書類の規定の項目に記載することが要求されている[14]。この技術分野を示す記号を「特許分類」と呼ぶが、このうち世界各国で共通して使用できるように作成された特許分類が「国際特許分類（以下IPC）」である。IPCは、国際的な技術交流が盛んになり、世界各国で外国特許文献の利用が増大する中で、各国が独自の分類を行っていたのでは、開国特許文献の円滑な利用に支障を来すことを解消するために策定された[15]。IPCは、技術の進歩に従い定期的に改正され、2013年現在は第8版となっている。本研究で使用するデータ（4. 使用データ参照）内でも複数の版による分類が混在しているが、特許分類がより細分化されることが大半で、再編されることは少ないため、複数の版が混在していても大きな問題はない。

IPCは、大まかな分類からより細かい分類へと、階層構造をとりながら細分化されている。階層構造及び分類数は以下表1.2のように構築されている[15]。一番大きな分類をセク

ション、その下の階層をクラス・サブクラス・メイングループ・サブグループのように構築されている。各特許には、IPCがメイングループあるいはサブグループレベルで付与されており、それによりその特許の属する技術分野の把握を可能としている。各特許分類は、表3の計8つのセクションを一番大きな技術分野とし、それぞれが表2のように細分化されていく。セクションによって細分化される数が異なるのは、特許検索を行う際の利便性を考慮し、出願特許の多いものをより細分化したためである。

表1.2 IPCの階層構造と分類数

セクション	クラス数	サブクラス数	メイングループ数	サブグループ数	グループ数
A	16	84	1104	7327	8431
B	37	167	1974	14594	16568
C	21	93	1326	13119	14445
D	9	39	349	2611	2960
E	8	31	318	2900	3218
F	18	97	1049	7295	8344
G	14	79	679	6789	7468
H	6	49	516	6845	7361
合計	129	639	7315	61480	68795

表1.3 各セクションの技術分野

セクション	内容
A	生活必需品
B	処理操作；運輸
C	化学；冶金
D	繊維；紙
E	固定構造物
F	機械工学；照明；加熱；武器；爆破
G	物理学
H	電気

特許にIPCが付与される一例として、特許に「A01B1/00」というIPCが付与されている場合、分類の階層構造は以下のようになる。

A セクション	01	B	1/00
クラス		サブクラス	メイングループ

図1.2 IPC：A01B1/00を例とした分類階層構造

また、この特許の分類内容の詳細は以下表1.4に示す。このように大きな分類からより詳細な内容へとより具体性が増していることがわかる。

表1.4 IPC：A01B1/00の分類内容詳細

IPCの各階層	各階層の表示形式	IPCの各階層が表す技術内容
セクション	A	生活必需品
クラス	A01	農業；林業；畜産；狩猟；捕獲；漁業
サブクラス	A01 B	農業または林業における土作業；農業機械または器具の部品、細部または付属品一般
メイングループ	A01 B 1/00	手作業具（芝生の縁切り取り具 A01G3/06）

1.2.3 特許出願書類の書式

特許出願書類の基本的な書式を、参考文献[12]をもとにまとめる。現在、特許を取得するための出願手続きには、「願書」、「特許請求の範囲」、「明細書」、「要約書」の4つの書類が必要である。「図面」に関しては、特許情報を説明するために必要であるならば添付する必要がある。願書には書類提出の日付や発明者、特許出願人の氏名等を記載する。明細書は出願書類の中核をなすもので、発明の具体的な内容や出願人が望む権利範囲について簡潔明瞭に記載する。また、先述した国際特許分類も明細書の規定の項目に出願人が記載する。図面には、発明の実施の形態、もしくは実施例の構造や動作を具体的に表現する際に添付する。要約書は明細書または図面に記載した発明の概要を簡潔に記載する。

2002年までの特許は、以下の図1.3に示す様式に基づいて明細書が作成されていた。この時点では「特許請求の範囲」は「明細書」の一部であった。本研究で使用する（1993～2002年の公開特許（4. 使用データ参照）は図1.3の様式である

2002年4月17日の特許法改正[16]によって、明細書から「特許請求の範囲」が独立したことをはじめ、様式が図4のように変更された[17]。同時に明細書への引用文献記載の義務化も定められた[11]。本研究で使用するデータは、基本的には図1.3の様式であるが、制度改正に伴い、改正後の様式も図1.4に示す。本研究では、図1.3の形式で記述されたテキストファイルから、任意の情報を抽出して技術動向調査の対象として用いた。詳しくは4.使

用データに記述してある。

【書類名】 明細書
【発明の名称】
【特許請求の範囲】
【請求項X】
【請求項Y】
【発明の詳細な説明】
【発明の属する技術分野】
【従来技術】
【発明が解決しようとする課題】
【課題を解決するための手段】
【発明の効果】
【発明の実施の形態】
【図面の簡単な説明】
【図X】
【図Y】
【符号の説明】

図1.3 明細書の書式（特許法改正（2002年4月）以前）

【書類名】 明細書
【発明の名称】
【技術分野】
（【背景技術】）
（【先行技術文献】）
（【特許文献】）
（【非特許文献】）
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【課題を解決するための手段】
（【発明の効果】）
【図面の簡単な説明】
【図1】
【図2】
【発明を実施するための形態】
【実施例】
【産業上の利用可能性】
【符号の説明】
【受託番号】
【配列表フリーテキスト】
【配列表】

図1.4 明細書の書式（特許法改正（2002年4月）以降）

1.2.4 世界的に見る日本国特許庁の立ち位置

世界各国に日本国特許庁に類する機関は存在するが、特に日本国特許庁、米国特許商標庁、および欧州特許条約加盟国すべての特許を扱っている欧州特許庁に、世界の全出願特許の多くが集中しているため、それら3機関を総称して三極特許庁という。欧州特許条約加盟国一覧は表1.5の通りである[18]。この三極特許庁には、世界の特許出願の50%超が出願されている[19]。

現在では、三極から拡大し、韓国特許庁、中国国家知識産権局を加えることで世界の特許出願の80%を占める[20]五大特許庁とする枠組みも存在している。しかし、三極特許庁としての連携協力は継続しており、単独の国としては米国に次ぐ出願数を誇る日本特許の重要性は依然高く、日本特許を対象として技術動向調査を行う意義は大きい。

表1.5 欧州特許条約加盟国一覧

オーストリア	ベルギー	ブルガリア	クロアチア
キプロス	チェコ	デンマーク	エストニア
フィンランド	フランス	ドイツ	ギリシャ
ハンガリー	アイスランド	アイルランド	イタリア
ラトビア	リヒテンシュタイン	リトアニア	ルクセンブルグ
マルタ	モナコ	オランダ	ノルウェー
ポーランド	ポルトガル	ルーマニア	スロバキア
スロベニア	スペイン	スウェーデン	スイス
トルコ	イギリス	マケドニア	アルバニア
サンマリノ	セルビア		

1.2.5 特許情報を用いた主な調査手法

特許情報は、発明の情報という技術要素を含む情報であるため、技術動向を調査する上で有効な資料として一般に認知されている。また、特許情報の加工等によって特許情報の可視化を行う手法は、一般にパテントマップと呼ばれており、様々なパテントマップ手法が存在している。新井[21]によれば、パテントマップは収集された特許情報群から技術開発の実態を把握する手法であり、以下表1.6のようにいくつかの段階と目的があるとされる。

表1.6 パテントマップ作成の目的

段階	目的・内容
I	分析した数値結果等をグラフなどでビジュアル化して表示し、対象技術、企業、業界等の実態を見やすくする
II	時系列的に分析して技術動向、企業動向を見たり、マトリクス的に分析して技術分布、企業分布を見たりする
III	①自社権利、出願網の把握、②問題となる他社権利・出願の把握、③特許競争力の把握、④他社戦略の把握、⑤技術動向の把握
IV	問題点・課題点（穴、モレ、抜け、隙間、弱点、力点）を発見して、技術開発競争に勝利する開発戦略を立案する有効な手段とすること

表1.6によれば、パテントマップは技術動向を調査する上で有効な手段であり、本研究においてもこれらの目的を達成しうる手法を構築し、調査を行う。基本的なパテントマップ手法や、本研究に関わる手法を新井[21]を参考にまとめる。

・ランキングマップ

ランキングマップは、ある単独の視点で対象の数量を量り、棒グラフ等で表す手法である。特許数が多い企業を特定したり、特定の企業に絞りどのような技術要素に関する研究が多いか調査する際に有効な、調査において最も基本的な手段である。

・時系列マップ

時系列マップは、ある単独の観点での数量を時系列に並べ、折れ線グラフ等で表示したものである。対象としてとりうる情報は、基本的にはランキングマップと同じだが、時系列に並べることで増減把握可能で、増減の大きさも直感的に把握可能である。

・シェアマップ

シェアマップは、ある集団内の各要素に対して、ある観点で見た数量の、その集団全体の量に占める割合を示したもので、円グラフを用いて表示されることが多い。ある業界の特許出願数の企業別シェアや、ある特許分類内の出現頻度シェア等がある。

・マトリクスマップ

マトリクスマップは、異なる複数（基本的には2つ）の観点で対象群を仕分けするための可視化手法である。特許情報は既述のように毎年30万件前後出願されており、非常に膨大な数となっている。そのため、特許情報に関わるあらゆる情報もまた、非常に多様で量も多い。そのような大量の情報を、見たい側面に応じて効率よく仕分け、傾向を分析するためにマトリクスマップは有効である。特に、観測したい側面が複数存在する場合において、マトリクスマップを用いることで一度ですべてを把握することが可能となる。例えば、ある業界の主要企業がどのような技術開発に力を入れているかを知りたい場合、縦軸に主要企業、横軸に特許分類をとることで、その交差した部分の数量が各企業の特定の技

術の開発頻度を表す。したがって、その数値の大きさを比較することで、各企業の力を入れる技術開発を容易に知ることができるのである。

- ・ コリレーションマップ

コリレーションマップとは、ある2つのデータ間の相関関係を見るものである。例えば、特許分類の共起関係から、特定の特許分類と関係の深い特許分類はなにか、といったことを明らかにする際に有効な手法である。そのため、本研究における技術融合型の研究開発動向を探る上で有効な手法と言える。ただし、一対一での関係の深さしか調査できないため、調査したい特許分類が複数ある場合はその回数だけ調査を行う必要がある。また、その特定の特許分類の選択方法もないため、どのように注目する特許分類を決めるかといった問題もある。

1.3 現状の技術動向調査の問題点と本研究の目的

上記をまとめると、近年の技術融合型研究の重要性の高まりの一方で、その技術融合という側面に特化した技術動向調査手法はあまりないという問題が見られる。技術融合という側面に着目したパテントマップ手法や先行研究（詳しくは2. 先行研究参照）は全くない訳ではなく、特許分類の共起を技術融合と捉え、技術間の関連の強さをはかる手法等が提案されているが、それらは基本的に特定の技術と一対一の関係しか把握することができない。これでは、技術融合の一次的な側面しか把握することができず、調査対象全体を俯瞰する形で分野全体に対する技術融合の割合やその頻度をもとにした技術融合度合いの強さを把握することはできない。

そこで本研究では、技術融合という側面に着目・特化した技術動向調査手法を提案することで、上記問題点の解決を試みる。また、提案手法を採用して実際に技術動向調査を行うことで、提案手法で把握可能・不可能なことを明確化する。技術動向調査を行うことにより何らかの問題点が発覚した場合には、その改善も提案・実施することで、より有用性のある手法の提案を目指す。

2. 先行研究

技術動向調査に関する先行研究については、従来の手法からの改良や新たな手法の提案、既存の手法による、未調査領域への調査の実施など様々な先行研究がある。ここでは、先行研究をいくつかのカテゴリに分け、それぞれに代表的なものについて概要を示す。なお、本研究で提案する手法は定量的な手法であるため、先行研究についても定量的な手法を用いた先行研究を中心にまとめる。

2.1 新興分野の発見、予測に関する研究

新興分野の早期発見や、今後の成長予測等は、特許情報や学術論文の引用ネットワーク分析による研究が活発である。岩田ら[22]は、近年活発化している産学連携について、東京大学のProprius21を事例として効率的な産学連携を行なっている企業や分野の特徴を見る研究を行った。調査結果として、Proprius21の分野別貢献度は、ライフサイエンスが4割、ナノテク・材料、製造技術、情報通信が1割前後、環境分野は5.5%と目立たないが、年度ごとの増加率は他分野に比べて突出して大きく、近年のクリーン・テクノロジー分野への企業の関心の高さを反映する結果を得た。また、事業分野の幅広さを表す指標として、各企業の出願特許の国際特許分類サブクラス数を用いた。

柴田[23][24]は、既にイノベーションが起こったことが明らかな2つの学術分野を選定しケーススタディを行うことで、学術論文から急進的イノベーションの中核となる論文を早期に発見する方法論を提案した。その結果、直接引用を用いた引用ネットワークを構築することで、新興論文群をいち早く発見することが可能であることを示した。

Flemingら[25][26]は、技術的な発明は複数の独立した科学研究の成果から作られる場合が多いこと、科学論文を引用している特許の方がより多くの引用を獲得していることを示した。

H.Small[27]は、被引用数が上位1%の論文からなる共引用ネットワークの分析を行い、科学分野で成長しているエリアを追跡・予測する方法を提案した。

藤田ら[28]は、膨大な情報があふれている昨今では、ある分野を俯瞰し新興分野を発見するのが困難な現状を踏まえ、論文の引用頻度、出版年の差、キーワードの類似度等を重みとした重み付き引用ネットワークを形成し、クラスタリングを行った。その結果、引用頻度を用いた重み付き引用ネットワークが新興分野を発見するにあたり適切なクラスターであることを発見した。

Peterら[29]は、特許情報の引用ネットワークはイノベーションプロセスを表すと考え、引用ネットワークから、技術分野等をもとにした特許群の構造変化を予測する手法を提案した。

2.2 既存の調査手法の改善を目指した研究

既存の特許情報の調査手法を改善する目的で、テキストマイニング等を利用する研究もいくつか存在している。高橋ら[30]は、日本独自の分類であるFタームを解析要素として導入することにより、従来以上に高い解析レベルで技術的な内容を解析できる手法を見出すこと研究を行った。また、Fタームはテーマコードによっては発明の主題外の情報も収録しているので、そのテーマコードに関しては、原理的に明細書を読んで解析されるマニュアル方式に近い解析レベルが得られる可能性を示唆した。

山下[31]は、テキストマイニングにより特許分類を特定する手法を提案した。特許をキーワード検索し、テキストマイニングにより類似度を求めクラスタリングを行い、それぞれのグループに付与されている分類を集計することでキーワードに該当する特許分類を特定する手法を提案した。

2.3 情報の可視化、マッピングに関する研究

本研究は、技術融合に関する情報を可視化する研究であるが、情報の可視化やマッピングに関する研究は、近年多く研究されており、技術動向の調査でもよく利用されている。安藤[32]は、特許情報の可視化を目的としたネットワーク分析の適用を紹介している。特許情報内の特徴語の共起関係や特許分類のコンコダンスのネットワークなどの有効性を示唆している。Garfield[33]は、学術の歴史をマッピングし俯瞰することで、重要な研究やその経過を追うことができるというメリットがあると述べた。また、研究論文の引用関係を用いて、学術領域の歴史の俯瞰図を作成した。

Borner[34]らは、論文の引用情報は、大量の論文情報からホットピックや重要論文を抽出するための有益なツールとなると述べている。

2.4 特許の評価に関する研究

本研究は特許情報自体の評価を目指す研究ではないが、特許分類を用いた特許間の技術的距離の測定など、特許分類を用いた研究をいくつか紹介する。軸屋ら[35]は、IPC分類を利用して特許間の技術的距離を算出する方法として、2つの特許A,B間の技術的距離 d_{AB} について、母集団のベクトル空間の分散共分散行列を用いた以下のマハラノビス距離を提案した。

5.2:母集団ベクトル空間の作成

母集団の IPC ベクトル行列を以下のように作成する。A01B, A01C などは IPC 分類の記号を表す。

$$\begin{array}{c}
 \text{特許 } 1 \\
 \vdots \\
 \text{特許 } n
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 A \ 01 \ B \ A \ 01 \ C \ A \ 01 \ D \ \dots \ H \ 99 \ Z \\
 \left(\begin{array}{cccccc}
 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\
 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\
 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\
 1 & 0 & 0 & \dots & 0
 \end{array} \right)
 \end{array}$$

図2.1 提案したマハラノビス距離[35]

鹿島ら[36]は、特許の価値には技術的価値（パイオニア特許、改善による特許）、法的価値（特許が認められるか）、経済的価値（キャッシュ・フローを生み出すか）があるとし、機械学習とテキストマイニングによるアプローチで特許の質を予測するモデルを研究した。結果として、特許文書から網羅的に抽出したテキスト情報には予測力があり、機械学習の手法を用いて予測精度が向上できることを確認した。

2.5 技術融合型の研究開発動向に関する研究

現代の研究開発は単一の技術要素からなるものは少なく、複数の技術要素を組み合わせながら研究開発を行うことが多い。Jooら[37]は複数の技術の収束や技術分野間の関連度の強さの増加が21世紀の大きなトレンドであるとし、その一方でサイエントメトリクスにおける伝統的な手法はそれらに対応できていないと指摘した。それらの経緯から、現在、技術融合型の研究開発に合わせた調査分析手法が求められている。調査手法の中には、特許情報に付与される特許分類の共起関係を用いるものがある。Leydesdorff[38]らは、特許情報における共分類は、あらゆる水準における技術間の関連性を分析・可視化することが可能であると述べている。

特許分類の共起関係を利用した研究はいくつか行われており、例えばEjermoら[39]は、特許情報の共分類の頻度から技術間の関連度を測定することで、スウェーデンの研究開発における技術の集中もしくは多様性の重要性を予測した。結果として、技術の多様性がイノベーションの見込みがあることを予測した。また、Joo[37]らは技術分野の共出現の多面分割表やMantelHaenszel common log odds ratioをもとにした技術分野間の関連度の測定方法を提案した。さらに、鈴木ら[40]は、特許分類の共起パターンごとの件数比率の時系列変化を測定し、技術進展の定量的測定への応用可能性を示した。

3. 提案手法

”1. はじめに”および”2. 先行研究”の内容を踏まえ、提案する手法を本章で記す。手法の提案に際し、本研究で採用する立場及び前提条件を明確にする。そして、それらの立場及び前提条件が満たされると仮定した上で、技術融合に関する特徴を把握する上で有効な手法を提案する。

3.1 前提条件、採用する立場

前提条件1 本研究では、技術融合を「一つの研究開発に複数の異なる技術要素が含まれること」と定義する

Jooら[37]の研究では、複数の技術要素の収束や技術分野間の関連度の強さの増加が21世紀の大きなトレンドであると述べられており、複数の異なる技術要素の収束は、技術が要素同士が融合する過程と捉えることができる。そこで本研究では、一つの発明で複数の異なる技術が含まれることを、それらの技術要素同士の技術融合であるとする。

前提条件2 特許情報は、企業や研究機関の技術動向を調査する上で有効な資料である

1.はじめにでも述べたが、特許制度は、発明公開による技術の進歩、産業の発達への寄与を目的の一つとしている。従って、その制度に基づいて公開される特許情報には、技術の進歩や産業の発展に関わる情報が含まれると捉えることができる。また、Leydesdorffら[38]や岩田ら[22]のように、技術動向を調査するための資料として特許情報を利用する先行研究は多い。さらに、科学技術政策研究所の発行する「サイエンスマップ」や、特許庁の発行する「特許出願技術動向調査」のような、技術のニーズやシーズ、市場動向も含めた他国や競合企業との競争状況などの様々な技術動向調査を行うための資料として、実際に特許情報が利用されてきた実績がある。これらの背景から、本研究においてもこの立場を踏襲し、特許情報は、企業や研究機関における研究開発活動や技術動向を調査する上で有効な資料であるとする。

前提条件3 技術融合関係は、特許情報に付与された特許分類の共起から読み取ることができる

本研究では、特許情報に付与された特許分類の共起が、その共起した分類同士の技術融合という側面を反映しているとする。その根拠は以下の通りである。

国際特許分類指針[14]では、特許分類の多重分類に関して、

「特許文献の多重分類は、例えば、IPCに特別に分類箇所が設けられている主題事項（すなわち方法、生産物、装置又は原料）の様々なカテゴリーが、発明情報を構成しているような場合に必要とされる。」（指針-25）

と記載されている。この記述は、同一特許内に複数の方法や装置等が用いられている場合に、それぞれに該当する特許分類を付与することがあることを示している。本研究では、

技術融合を「一つの研究に複数の異なる技術要素が含まれること」と定義しているため、特許分類の多重分類（＝共起）は技術融合という側面を反映していると考えられる。

また、特許を利用した一般的な技術動向調査手法であるパテントマップの一手法として、「コリレーションマップ」がある[21]。この手法では、特許分類の一次的な共起を、対象とする特許分類と関連の深さや結びつきの深さとして捉えている。特許分類同士の結びつきの深さは、本研究における技術融合として捉えることができる。以上の理由から、特許分類の共起は技術融合を反映させるものとして従来から利用されてきたと考えることができ、本研究においてもその立場をとることとする。

前提条件4 特許分類の共起の中でも、分類の階層構造が親子関係の共起は技術融合関係とは考えない

本研究における前提3にも書いたように、従来から特許分類の共起を技術要素同士のつながりと解釈され、各種調査で利用されてきた。しかしその一方で、国際特許分類指針における分類の付与に関する記載を細かく見ていくと、特許分類の共起には、技術融合関係以外の側面も含まれる可能性があるかと判断できる。

特許文献には、独立クレームと従属クレームがあり、従属クレームは特定の独立クレームの技術を限定するような記述となっている。特許分類は、それらのクレームに基づき付与されるものであるため、独立クレームと従属クレームに関する特許分類は、同じグループに属する分類となる。これらは、異なる技術というよりは、上述のように特定のクレームを限定するためのクレームであるため、本研究で定義する技術融合とはいいがたい。これらの根拠となる記述は以下の通りである。

国際特許分類指針[14]では、

「～特許文献は原則として発明情報を含んでおり、さらに付加情報、すなわち、それ自体は従来技術への付加ではなくサーチャーに有益な情報と思われる重要な技術情報も含むことがある。」（指針-27）

と記載されており、特許文献内にサーチャーに有益な情報を付加することを認めている。さらに、同文献指針-37において、

「サーチャーは、選択したグループのサーチが完了した後は、問題の主題を包含する、より範囲の広い主題が分類されることがあるため、階層的にそのグループより上位にあるグループ（すなわちドットがより少ないグループ）を検討することが出来る」（指針-37）

との記載もある。これらを総合的に解釈すると、特許文献に特許分類を付与する際に、サーチャーの利便性を考慮して、本来付与すべき分類に加えて、その上位や下位分類を付与することがあると解釈できる。この場合における特許分類の共起は、前提1で挙げた技術融合関係を表しているとは言えず、技術融合関係を分析するには排除することが好ましいと判断した。

そこで本研究では、特許分類の共起には技術融合関係以外の関係も含まれるという立場を取り、より厳密に技術融合関係に着目するために、親子関係となって共起されている分類に関しては、技術融合関係ではないとする立場をとる（図3.1参照）。

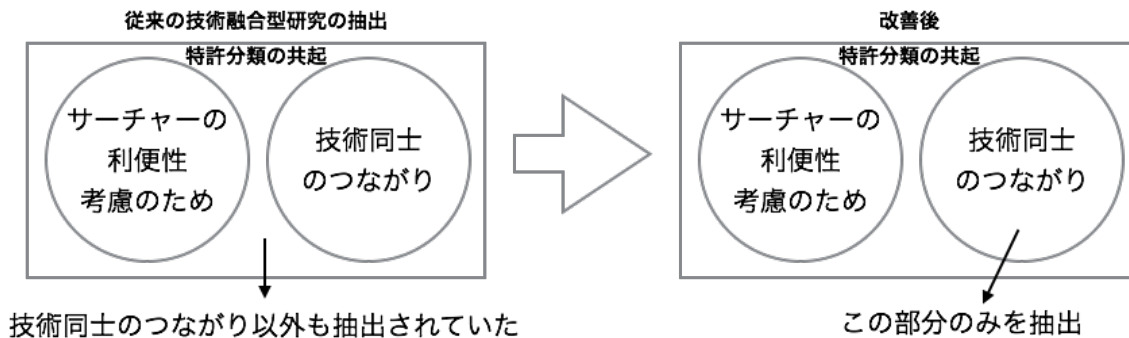


図3.1 技術融合関係の抽出方法の改善

前提条件5 特許分類の共起（＝技術融合関係）を元に構築したネットワークは、技術要素同士のつながり（＝構造）を把握する上で有効な手法である

ネットワークは、点（行為者）と線（関係）からなる構造であり、ネットワーク分析を行うことで、その構造の特徴を把握することが可能となる。つまり、特許分類を点とし、特許分類の共起を線とするネットワークであれば、そのネットワーク内の中心性や密度から、技術融合関係の構造的特徴を明らかにすることが可能であると考えられる。従って、特許分類の共起を元に構築したネットワークは、技術要素同士のつながり（＝構造）を把握する上で有効な手法であるとする。

前提条件6 特許情報に付与される「筆頭分類」と「関連分類」は、それぞれ「特許情報内で最も中心的な役割を果たす技術要素」と「筆頭分類を補完し新たな発明を生み出すための補助的な技術要素」と解釈する

国際特許分類指針-33では、発明を最も適切に表現する記号を最初に記載すべき[14]とされている。特許情報を用いた各種技術動向調査や関連研究では、便宜上、その記号を「筆頭分類」と表記しており、指針-33によれば、筆頭分類は発明を最も適切に表現する記号、すなわち、最も中心的な役割を果たす技術要素であると解釈できる。

また、筆頭分類以外の分類に関しては、特許庁の技術分野別特許マップで「関連技術」と表現されており[41]、筆頭技術を補完するための技術であるという解釈をしている。従って本研究においてもその立場をとることとする。

前提条件7 ネットワーク分析の媒介中心性指標は、本研究の提案手法においては、「ノード（＝分類）の利用のされ方（＝核技術としての利用 or 付加価値のための利用）のバランス」を表すと解釈する

ネットワーク分析における媒介中心性は、任意の他の点同士のペアの最短距離にその点が含まれる割合である[42]。従って、指標の性質上、媒介中心性が高くなるためには自身のノードの入次数・出次数がともにある程度無ければならない。前提条件6及び後述のネットワークの作成手順1から、入次数・出次数が共にある程度あるということは、そのノード

ドは研究開発の核としても補助的な用途としても利用されることを示している。従って、媒介中心性が高ければ、そのノードは核にも補助的な用途にも利用ができ、逆に媒介中心性が低いならば、そのノードは核としてあるいは補助的な用途のどちらかにしか用いられない傾向があると予想される。従って、本研究における媒介中心性は、ノードの利用のされ方のバランスを表す指標として用いる。

前提条件8 本研究では、定量的な調査手法を中心に技術動向調査を行う

1.1.3でも述べたように、技術動向調査には定性的なものから定量的なものまで様々な手法が存在し実施されている。本研究では、その中でも特に定量的な調査手法に着目し、従来の手法の問題点やその改善案等を提案する。定量的な手法に着目する理由は、結果の客観性や調査期間の面で定量的な調査手法の方が優れていると判断できるためである。客観性のある数値データとして得ることのできる手法であれば、過去の結果や異分野との比較等を容易に行うことができ、また、誰が調査を実施しても同じ結果を得ることができることから、結果の客観性および信頼性も高い。さらに、定量的な調査手法であれば基本的には機械的な調査が可能であり、調査期間や費用の面でも優れている。技術動向調査は、その時々トレンドの把握など、即時性のある手法が求められることも多く、それらも定量的な手法のメリットとされている。

以上の理由から、技術動向調査には定量的な調査手法がより有効であると考え、定量的な調査手法に着目して研究を行う。

3.2 提案手法

以上の前提条件が満たされると仮定し、手法を提案する。提案手法は、以下の手順で行う。なお、提案手法の中で採用している分析手法等に関して必要な基礎知識等は3.3以降で解説する。

手順1：特許分類の共起に基づくネットワークの作成

3.1の前提条件3に基づき、特許分類の共起を技術融合関係とみなしてネットワークを作成する。具体的には、次の通りを行う。一例として、ある特許1に筆頭分類Aと関連分類B,Cが付与され、特許2に筆頭分類Aと関連分類B,Dが付与されている場合を挙げ説明する。

まず、特許Aには筆頭分類Aおよび関連分類B,Cが付与されているため、AとBとCの共起から、図3.2のような筆頭分類から関連分類への部分的な有向ネットワークを作成する。

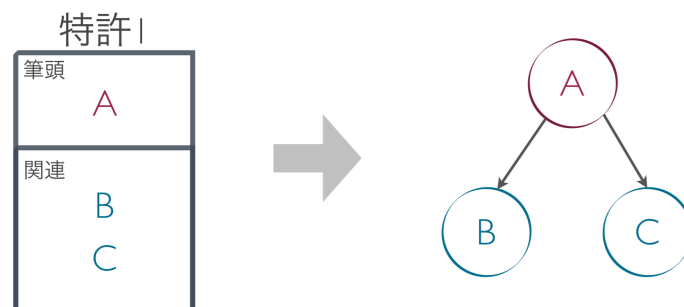
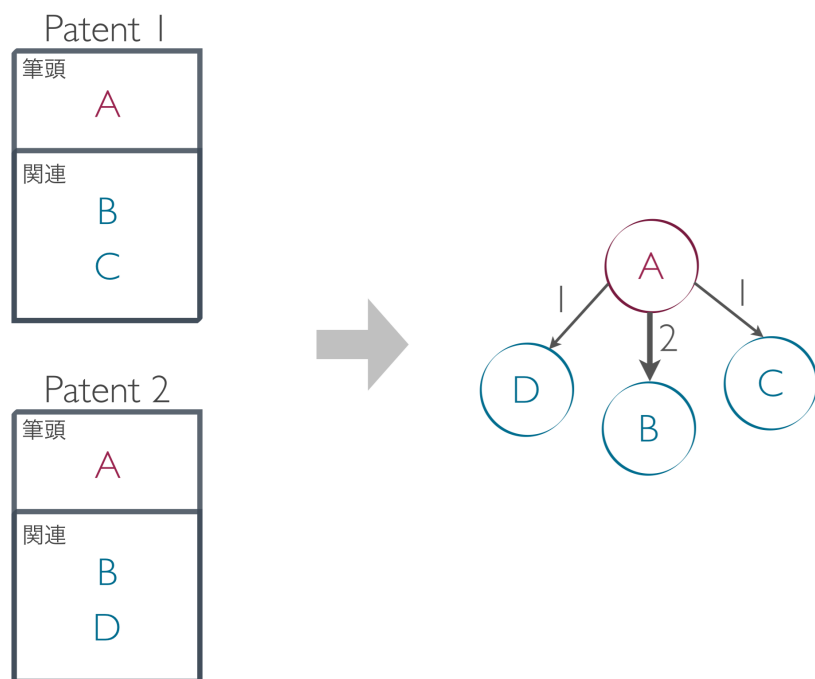


図3.2 特許1のみの部分ネットワーク

なお、ネットワークを作成する際には、各特許分類をメイングループレベルで統一する。これは、特許分類の階層構造が親子関係かどうかを明確に判断し、それらを共起関係から排除することで前提条件4に対応するためである。また、無向グラフではなく有向グラフとしたのは、筆頭分類と関連分類を明確に区別するためである。加えて、筆頭分類と関連分類のみを辺（以下アーク）でつなぎ、関連分類同士はつながないこともポイントの一つである。前提条件6を考慮すると、核となる技術要素とそれを補完するための技術要素が技術融合の関係にふさわしく、関連分類同士の間には技術融合が発生したとは考えにくい。そのため、筆頭分類と関連分類の間にのみアークをつなぐ。

次に、特許Bには筆頭分類Aおよび関連分類B,Dが付与されているため図3.2に特許Bの情報を重ね合わせ、最終的に図3.3のネットワークが作成される。

図3.3 特許1と特許2の合計のネットワーク



このように、同じ共起が複数回出現する場合は、アークの重みを加算することで、アークの重み=共起頻度=該当技術要素間の結びつきの強さと考えることができる。今回の例では2件の特許情報のみを対象としたが、実際には、調査したい分野や企業の公開特許情報に対して特許情報を収集し、以上の手順を用いて大規模なネットワークを作成する。なお、便宜上今後はこの手順で作成されたネットワークを「技術融合ネットワーク」と呼ぶ。

手順2：ネットワーク分析による各種特徴量の取得

手順1で作成した技術融合ネットワークに大してネットワーク分析を行うことにより、ネットワークの構造的特徴を取得する。取得する特徴量は、ネットワークの点（以下ノー

ド)に着目した指標やネットワーク全体の構造に着目した指標など、ネットワーク分析の代表的な指標をバランスよく選択し、その特徴量を取得する。実際に使用する指標と、技術融合ネットワークにおける指標の解釈を表3.1に示す。なお、各種指標の具体的な一般的な定義は3.3にて後述する。

表3.1 使用するネットワーク指標一覧

指標	技術癒合ネットワークにおける指標の解釈
密度	研究開発対象とした技術要素内における技術融合関係の多様性
平均パス長	研究開発対象とした技術要素の中でも、技術融合型の研究の対象となった技術要素に限定した場合における、技術融合関係の多様性
入次数75%値	各技術要素が関わる核技術の異なり数の代表値
出次数75%値	各技術要素が関わる補完技術の異なり数の代表値
媒介中心性75%値	各技術要素の利用のされ方（核技術or補完技術）のバランスの代表値
アークの重み75%値	各技術要素間の技術融合の強さの代表値
入次数の標準偏差	各技術要素が関わる核技術の異なり数の偏り
出次数の標準偏差	各技術要素が関わる補完技術の異なり数の偏り
媒介中心性の標準偏差	各技術要素の利用のされ方（核技術or補完技術）バランスの偏り
アークの重みの標準偏差	技術融合の強さの特定の技術要素間への集中度

手順3：取得した各種特徴量を利用した主成分分析及びクラスター分析の実施

最後に、手順2で取得したネットワークに関する各種特徴量をもとに、主成分分析やクラスター分析を行う。主成分分析やクラスター分析は、作成した複数のネットワークを比較分析するために有効な手法である。（3.4および3.5参照）これらの手法や、手法を用いるにあたり得た特許数等の基本情報等を利用することで、技術融合型の研究開発の頻度や多く行われている技術融合の組み合わせ、それらの経年変化等を把握し比較が可能となる。また、従来のパテントマップで採用されてきた手法等を組み合わせることで、技術融合上核となる技術などを重点的に掘り下げて分析することも可能となる。

3.3 ネットワーク分析

ネットワーク分析とは、様々な対象を点と線からなるネットワークとして表現し、その構造的な特徴を探る研究方法である。世の中には、友人や相談相手などの人間関係、取引や提携などの企業間関係、自然界における生物間との関係など、構成要素が何らかの関係で結びついた構造が多数存在しており、私たちはそれをネットワークと呼んでいる。そしてネットワーク分析は、対象の固有の事情や特性ではなく、関係構造に着目する分析手法である。本研究においても、特許分類を構成要素とし、特許分類同士の共起関係を表現し分析するためにネットワーク分析は有効な手法である。以下に、ネットワーク分析を理解する上で必要な基本知識をまとめる。特に、本研究に関わる部分を中心にまとめるため、関

わからない部分は基本的には省略する。なお、以下基本知識は参考文献[43]をもとにまとめた。

・ノードとエッジ

ネットワークとは、構成要素とその間の何らかの関係を構造化したものである。構成要素は「ノード」と呼ばれ、何らかの関係を表す辺を「エッジ」、もしくは「アーク」と呼ぶ。後述するが、無向グラフでは辺をエッジと呼び、有向グラフでは辺をアークと呼ぶ。名称については、社会学分野や工学分野でそれぞれ異なる名称を用いる場合もあるが、本研究では上記の名称を用いる。なお、以下ネットワーク指標の説明の際には、ネットワークが無向であるか有向かに関わらない指標の場合は「辺」と呼ぶ。

・無向グラフと有向グラフ

ノード間の関係には、向きが有るものとないものがある。例えば、ノードが「学生」で、関係が「同級生」である場合、その関係はノード間でどちらにもその関係は常に成立することとなる。このように、関係が常に双方向である場合や、そもそも向きを考える必要が無いようなネットワークは、「無向グラフ」と呼ばれる。また、無向グラフにおける辺を「エッジ」と呼ぶ。

一方、ネットワークには、その関係に向きが存在する場合もある。例えば、ノードを「人」、関係を「好意」とするネットワークにおいては、あるノードからほかのノードへの好意があるとしても、必ずしもその逆方向の好意があるとは限らない。このように、関係に向きがあるネットワークは「有向グラフ」と呼ばれる。有向グラフでは、その関係を「アーク」と呼ぶ。図に表現する場合は、無向グラフは点と線で、有向グラフでは点と矢印で表現される。

本研究においては、筆頭分類とそれ以外の関連分類との共起を扱うが、筆頭分類と関連分類とはノードの役割が異なり、筆頭分類と関連分類の関係が技術融合としてふさわしいと考えられるため、筆頭分類から関連分類への有向グラフとして構築する。

・重み付きグラフ

ネットワークには、関係の有無を問題とする場合のほかに、その関係の強さや程度を問題とすべき場合もある。例えば、社会ネットワークにおける関係の強さや、鉄道路線図における各駅間の所要時間、流通網における輸送能力などは、関係の有無の他にその強さや程度に関する情報も重要となる。そのような場合に用いられるのが「重み付きグラフ」である。重み付きグラフにおいては、関係の有無（0か1か）ではなく、その関係の強さを示す数値が情報に含まれることとなる。本研究では、技術要素同士の結びつきの強さを表現するために、重み付きグラフを用いる。

・中心性

中心性は、ネットワーク分析の中でも最もよく用いられる指標の1つである。中心性は、ネットワークを構成する各ノードが、ネットワークにおいてどれだけ中心的であるかを示す指標である。中心性は、ネットワークにおける各ノードの重要性を評価したり、比較するための指標として用いられる。中心性の指標には、どのような状況をより中心的と見なすのかによって、いくつかの種類に分けられる。

- ・次数中心性

次数中心性は、最も簡便で適用範囲の広い中心性指標である。次数とは、ノードに隣接している辺の数である。つまり、ネットワーク内でより多くの関係を持つ頂点を高く評価するのが次数中心性である。

- ・媒介中心性

媒介中心性は、ネットワークにおける媒介や伝達に着目した指標である。ネットワークには、そのノードを取り除くことによってネットワークがいくつかの分離してしまうようなノード（切断点）が存在する。切断点は、ネットワークの連結性を維持するという点で重要なノードと考えることができる。しかし、ネットワークにおいて切断点は多いとは言えず、重要性を評価するにあたり、切断点を基準とするのは厳しい。そこで、あるノードが他のノード間の最短経路上に位置する程度を中心であるとしたのが媒介中心性である。媒介中心性の高いノードは、ノード間の移動における中継地点であり、ネットワークにおいて他のノード同士をつなぐ働きをする。そのようなノードを重要だと見なすのが媒介中心性である。

- ・密度

密度は、ネットワーク全体の構造的特徴を示す指標の一つである。密度は、ネットワークにおいて張ることのできる全ての辺の数に対する、実際の辺の数の比率である。そのため、ネットワークにおける関係の全体的な緊密さを表す指標となり得る。密度は、全てのノード間に辺のある完全グラフで最大値の1をとり、辺が全く存在しない空グラフで最小値の0をとる。

- ・平均パス長

平均パス長は、ネットワークにおけるノード間の距離の平均値である。従って、平均パス長が小さいネットワークは、任意のノード間の距離が短く、平均パス長が大きなネットワークは、任意のノード間の距離が長い。なお、本研究において使用したネットワーク分析用パッケージigraphでは、距離が無限となる場合はそのノード間の距離を除いて算出される。

3.4 主成分分析

主成分分析は、多くの変数により記述された量的データの変数間の相関を排除し、できるだけ少ない情報損失で少数個の無関数である合成変数に縮約して分析を行う手法である。主成分分析の手法は、Hotellingによって1933年頃に提案された[44]。一般に、多数の変数を持つ量的データを直接観測し、構造を把握することは困難である。そこで、なるべく情報を損失しない形で低次元に縮約することで、我々人間にとって把握が容易な形へデータを加工する一つの手段として、主成分分析を活用することが可能である。

主成分分析では、データのばらつき（分散）を情報と解釈し、分散が大きくなるような軸（主成分）を得る。通常、主成分分析では、多くの変数を持つデータを2-3次元に縮約する。各主成分のうち、最も情報を多く含んでいるものを第一主成分、次に多く含んでいるものを第二主成分と呼ぶ。各主成分がどれだけ元の情報を保持しているかは、各種成分の寄与率を見ることが判断可能である。一般に、寄与率の合計（累積寄与率）が70-80%を大まかな目安として、累積寄与率が70-80%を超える主成分までを用いることが多い。

3.5 クラスター分析

クラスター分析は、データのパターンが似ている個体を同じグループにまとめる分析方法である[43]。ここでは、本研究で扱う階層的クラスター分析についてまとめる。階層的クラスター分析では、多くの変数を持つ量的データ同士の距離を求め、もっとも似ている（距離が近い）個体から順次集めてクラスターを作っていく方法である。

クラスターを作る際に問題となるのが、小クラスター同士、あるいは小クラスターと個体との距離の算出方法である。現在では様々な方法が提案されており、目的にあわせて方法を選択する必要がある。本研究では、ウォード法を用いたため、それについて説明を加える。

・ウォード法

ウォード法は、最小分散法とも呼ばれる。2つのクラスターを融合する際に、グループ内の分散に対するグループ間の分散を最大とする基準でクラスターを形成していく方法である。

4. 使用データ

今回の研究で手法の検証や技術動向調査を行うにあたり使用するデータは、国立情報学研究所が提供するNTCIR-7[45]のテストコレクションである。このテストコレクションは、特許情報の機械翻訳や、日本語または英語論文抄録へのIPCの自動付与などのためのテストコレクションとして用いられたものである。テストコレクションには、1993年から2002年までの公開特許公報全文が収録されている。本研究では、このデータを利用して技術動向調査を行う。

使用するデータであるNTCIR-7テストコレクションは、鈴木[46]によれば、特許庁統計の数値との間に若干の齟齬が存在していることが判明している。ただし、差異は全体の0.05%程度であるため、影響は少ないと判断し、該当テストコレクションを利用することとする。

4.1 データの加工

上記データを提案手法に用いるには、いくつかの処理を加える必要がある。上記テストコレクションは個々の特許が一つのテキストファイルとして保存されている。1993年から2002年までの10年間で、公開特許公報の数は300万件を超えている。そのため、それらのファイルを逐次必要なタイミングで入力ファイルとしていたのでは非常に効率が悪い。そこで、まずはプログラミング言語rubyを利用して、全てのテキストファイルを一つのデータベースに格納する処理を行った。データベースとしての機能は単純なもので構わないため、利用が容易なSQLite3を利用した。

次に、調査分析を行うために、データベースから必要なデータを抽出し、ネットワーク分析を行うための形式にする必要がある。ネットワーク分析を行うためのファイルとして、pajek形式を採用した。プログラミング言語scalaを利用して、データベースから抽出した任意のデータをpajek形式に変換する処理を行った。

最後に、統計解析用言語Rを利用して、ネットワーク分析及び主成分分析、クラスター分析を行った。なお、Rを利用してネットワーク分析を行う際には、igraphパッケージを利用した。

5. 提案手法による技術動向調査

”3. 提案手法”に書いた手法を用いて、実際にいくつかの目的を設定し技術動向調査タスクを行う。これは、提案手法が本研究の目的を果たす手法であることの検証と、今後の課題等の検討のために行う。行う技術動向調査タスクは以下の3つである。各技術動向調査タスクの概要と、設定した目的は以下の通りである。

5.1 技術動向調査タスク1：技術分野別の技術融合ネットワーク比較

[背景・目的]

技術融合型の研究開発の活発化や重要性の高まりについては、様々な動向調査や関連研究で述べられているが、それらの文献ではその傾向を示す定量的なデータは示されていない。そこで、本研究の提案手法を用いて、技術融合型の研究開発の頻度やその傾向の実態を定量的に調査し、技術融合型の研究開発の活発化や重要性の高まりを検証する。

[概要]

技術融合型の研究開発の頻度やその傾向を、技術分野ごとの違いも含めて調査分析を行う。対象期間は1993年から1999年までとし、特許情報をIPCのセクションごとに分け、技術融合ネットワークを作成して分析を行う。ネットワークの作成には、1993年から1999年まで累計し成長させていくものと、各観測年単独で作成するものの2つの観点をを用いた。

5.2 技術動向調査タスク2：自動車関連主要メーカーの技術融合ネットワーク比較

[背景・目的]

自動車は、エンジンやギア等の機械的な部品から、電気・電子回路、マイクロコンピュータまで様々な部品やそれに付随する技術が利用されている。そのため、自動車関連メーカーは様々な分野に属する研究開発を行っていると考えられ、それに伴いそれらの多様な技術を集約するために技術融合型の研究開発も多く行われていることが予想される。また、用いられる技術が多様であるが故にその技術融合の傾向もまた多様であると考えられ、自動車関連メーカー各社がそれぞれ特色のある研究開発を行っている可能性が高い。そこで本研究では、主要な自動車関連メーカーを対象として比較実験を行い、各社の技術融合ネットワークの特徴や注力している技術の違い等を明らかにする。

[概要]

1993年から2002年における自動車関連メーカー主要企業18社を対象とし、自動車関連技術の技術融合ネットワークを作成し、主成分分析とクラスター分析により比較分析を行う。

5.3 技術動向調査タスク3：化学関連メーカー主要企業の技術融合ネットワーク比較

[背景・目的]

一般に化学関連技術は特許の出願数も多く、基礎技術から応用技術まで多様な技術を内包している。そのため、化学メーカーの中にはある特定の専門領域に特化している企業も多く、特定の専門を持つメーカーと総合メーカーでは研究開発の傾向が異なることが考えられる。そこで、総合、専門それぞれの主要な化学メーカーを対象として、技術融合の観点からどのような違いがあるか比較を行う。

[概要]

1993年から2002年における主要な総合化学メーカーと専門化学メーカーを対象とし、技術融合ネットワークを作成し、主成分分析とクラスター分析により比較分析を行う。特に、必要となる技術要素の幅広さに違いがあると考えられる総合化学メーカーと専門化学メーカーとの間の違いを中心に比較分析を行う。

6. 技術動向調査タスク調査分析結果

6.1 技術融合型の研究頻度の増加及びその特徴の定量的測定

技術動向調査タスク1の結果及び考察は以下の通りである。調査はおおまかに2つに分割される。技術融合ネットワークを成長させてその成長過程を調査したものと、1993年から1999年まで一年おきにその年のみでネットワークを作成し、その年だけの傾向の変化を追う調査である。それぞれの調査に対して、前章で記したタスクの目的に従い結果及び考察を行う。

6.1.1 特許情報収集条件

タスク1では、特許分類の中で最も大まかな技術分野を表す「セクション」ごとに、そのセクションを筆頭分類に持つ特許を収集した。

6.1.2 セクションごとの技術融合ネットワークの成長過程の比較（1993~1999年）

収集したデータの基本情報を以下に示す。基本情報には、収集した特許分類の異なり数を示すノード数、特許分類の共起の異なり数を示すアーク数、ノード数とアーク数から導きだされる密度、特許数、一特許あたりの平均付与分類数、分類の出現頻度の集中の度合いを表すノードの出現頻度の標準偏差のデータが含まれる。これらの情報は、必ずしも技術融合ネットワークの比較に直接用いられるものというわけではないが、各技術分野の研究開発動向全般の概要を知る上で重要な情報となる。

表6.1 各セクションごとのノード数の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	7739	15638	18904	2925	2975	6347	9410	8538
1993~1995年	14797	24874	29842	5109	5249	11213	15450	13150
1993~1997年	19838	30011	36325	6428	6991	14325	19538	16048
1993~1999年	23025	33377	39839	7382	8268	16455	22221	18217

表6.2 各セクションごとのアーク数の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	15615	54860	63491	6718	6984	17222	40893	41336
1993~1995年	43821	138861	166102	16702	19177	46230	93354	91826
1993~1997年	73852	212767	254177	24096	32824	75201	139854	136191
1993~1999年	100081	275934	332107	30620	44077	101899	177946	173195

表6.3 各セクションごとの密度の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	0.000261	0.000224	0.000178	0.000785	0.000789	0.000428	0.000462	0.000567
1993～1995年	0.000200	0.000224	0.000187	0.000640	0.000696	0.000368	0.000391	0.000531
1993～1997年	0.000188	0.000236	0.000193	0.000583	0.000672	0.000366	0.000366	0.000529
1993～1999年	0.000189	0.000248	0.000209	0.000562	0.000645	0.000376	0.000360	0.000522

表6.4 各セクションごとの特許数の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	20623	61539	39756	5552	11089	26636	95408	86723
1993～1995年	71192	196259	119438	17399	40865	84184	265322	240548
1993～1997年	130926	328660	187676	27453	77442	145619	424244	385152
1993～1999年	194685	464648	255700	37012	114827	209875	586962	540783

表6.5 各セクションごとの平均付与分類数の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	2.16	2.57	3.29	2.67	2.02	2.14	2.18	2.26
1993～1995年	2.06	2.50	3.26	2.57	1.91	2.16	2.20	2.29
1993～1997年	2.06	2.52	3.36	2.52	1.95	2.19	2.27	2.39
1993～1999年	2.06	2.52	3.41	2.48	1.95	2.23	2.30	2.44

表6.6 各セクションごとのノードの出現頻度の標準偏差の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	0.0028	0.0021	0.0010	0.0045	0.0069	0.0047	0.0103	0.0106
1993～1995年	0.0035	0.0030	0.0015	0.0057	0.0097	0.0058	0.0124	0.0142
1993～1997年	0.0042	0.0037	0.0018	0.0062	0.0117	0.0066	0.0137	0.0169
1993～1999年	0.0051	0.0045	0.0022	0.0067	0.0135	0.0075	0.0160	0.0204

次に、作成した各セクションごとの技術融合ネットワークを主成分分析で比較した図を図1に示す。以下の図は、プロットされた点がそれぞれ1つのネットワークを表し、プロットされた場所がそのネットワークの特徴を表す。

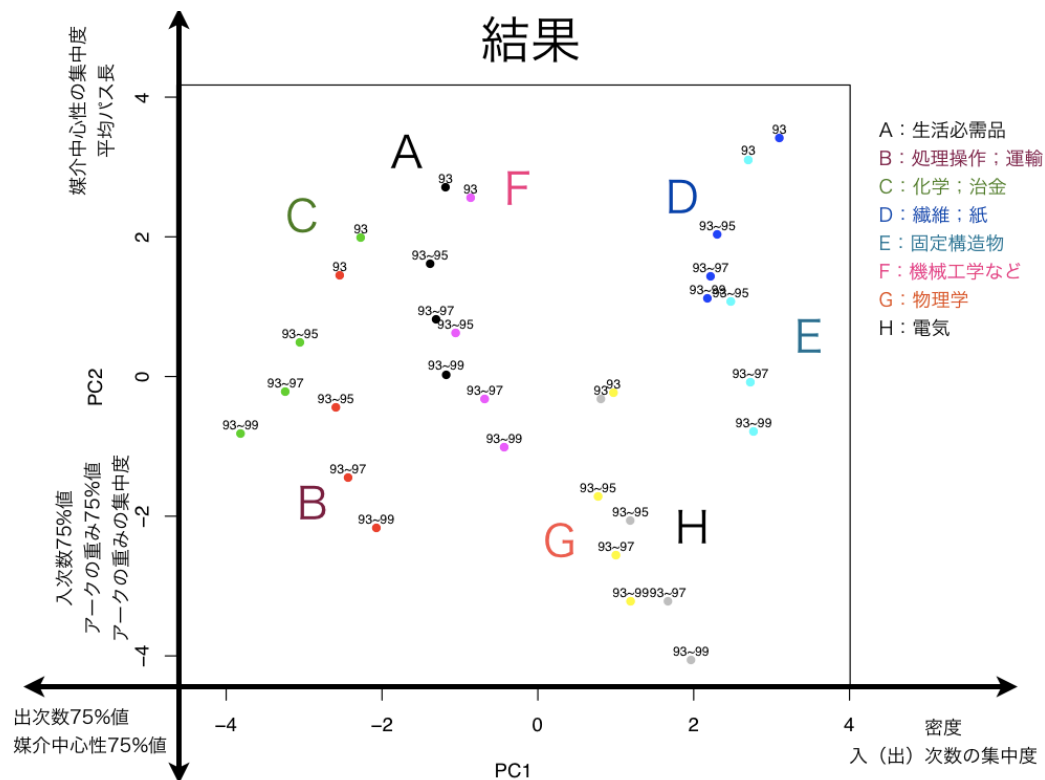


図6.1 各セクションごとの技術融合ネットワークの主成分分析による比較図

次に、各ネットワークをクラスター分析した結果を図6.2に示す。クラスター分析は、各ネットワークの類似性の把握とともに、主成分分析の結果との比較を行うために実施した。

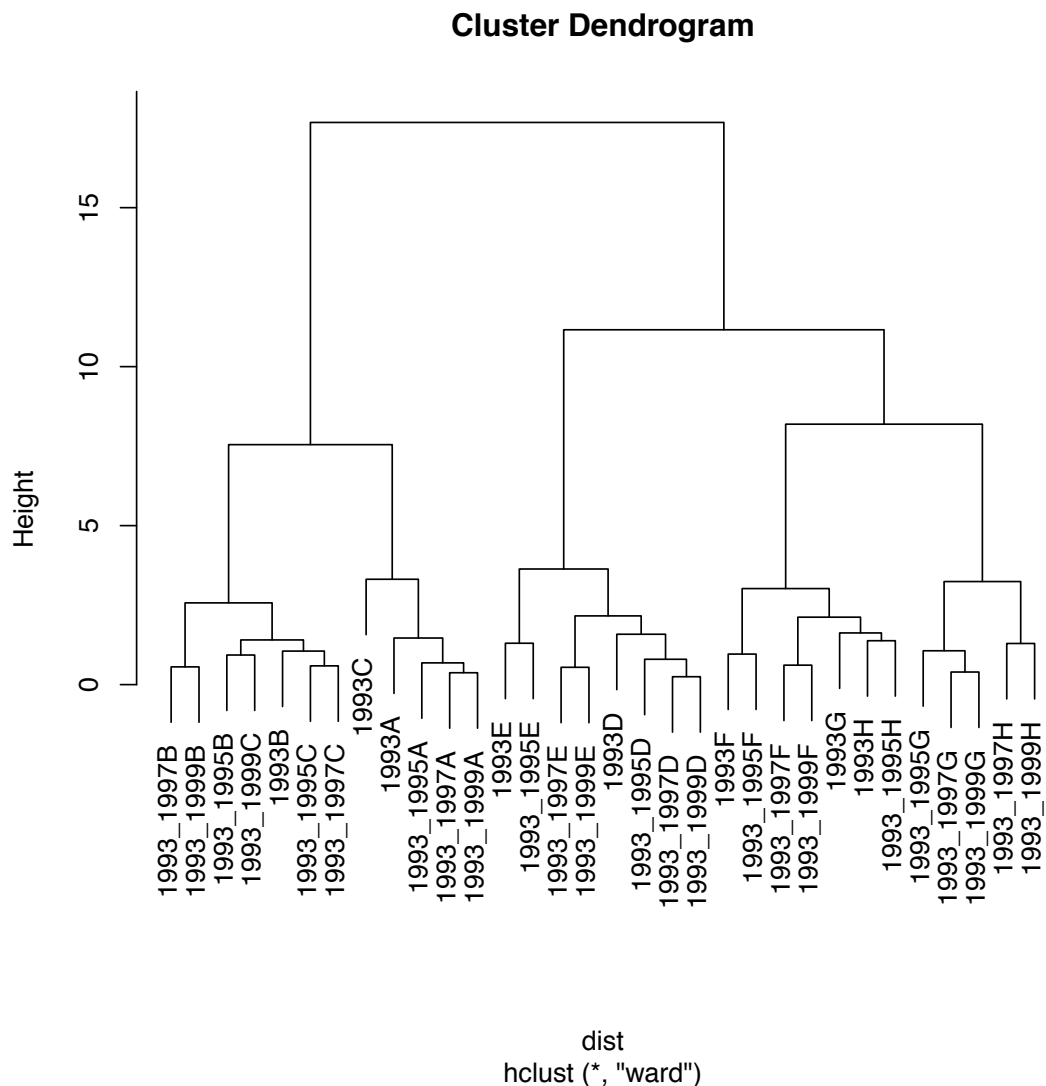


図6.2 該当ネットワークに対するクラスター分析結果（キャンベラ距離、ウォード法）

続いて、以上の結果をもとに考察を行う。

本タスクで注目すべき点は、技術融合型の研究開発の構造の調査期間中における変化である。したがって、ネットワーク構造の変化を観測可能な図1に関する考察を中心としながら、適宜その他の図表に関する考察も加えていく。図6.1は、作成したネットワーク（各セクションごとのネットワーク（8種）×1993-1999年までの成長過程（4段階）の計32個のネットワーク）の各種特徴量を元に主成分分析を行った結果である。図中のプロットされる点がそれぞれ1つのネットワークを表し、プロットされる場所がそのネットワークの特徴を表している。プロットされる位置の相対的な距離が近いほどネットワークの特徴が似ていることを表し、距離が離れているほどネットワークの特徴的には似ていないことを意味する。今回行った主成分分析で観測可能なのは、特許分類の共起に基づくネットワークの構造比較であり、実際に特許情報に付与されている特許分類が何かといった情報は含まれていないことに留意する必要がある。主成分分析では比較対象によって軸の意味が変

わるため、それぞれの軸が何を意味しているかを始めに整理しておく必要がある。各特徴量の主成分への寄与率を表6.7に示す。なお、主成分の累積寄与率は第二主成分までで0.81であるため、第二主成分までを対象として分析を行う。

表6.7 各特徴量の主成分への寄与率

	第一主成分	第二主成分
密度	0.437	0.081
平均パス長	-0.153	0.441
入次数75%値	-0.102	-0.470
出次数75%値	-0.373	-0.014
媒介中心性75%値	-0.354	-0.032
アークの重み75%値	0.162	-0.451
入次数の標準偏差	0.455	-0.001
出次数の標準偏差	0.458	-0.024
媒介中心性の標準偏差	0.243	0.396
アークの重みの標準偏差	0.095	-0.465

表6.7より、図1の主成分分析においては、媒介中心性の標準偏差や平均パス長が大きいほど、図上部へプロットされやすくなる。同様に、入次数やアークの重みが大きくなるほど図下部へ、出次数や媒介中心性が大きいほど図左部へ、密度や入次数の標準偏差が大きいほど図右部へプロットされやすくなる。

まず図6.1で注目したい部分は、ネットワークが成長するに従って、プロット位置が下へと移動しているという点である（図6.3参照）。この特徴はどのセクションにおいても言えることであり、つまり研究開発全体における技術融合に関する一つの傾向といえる。

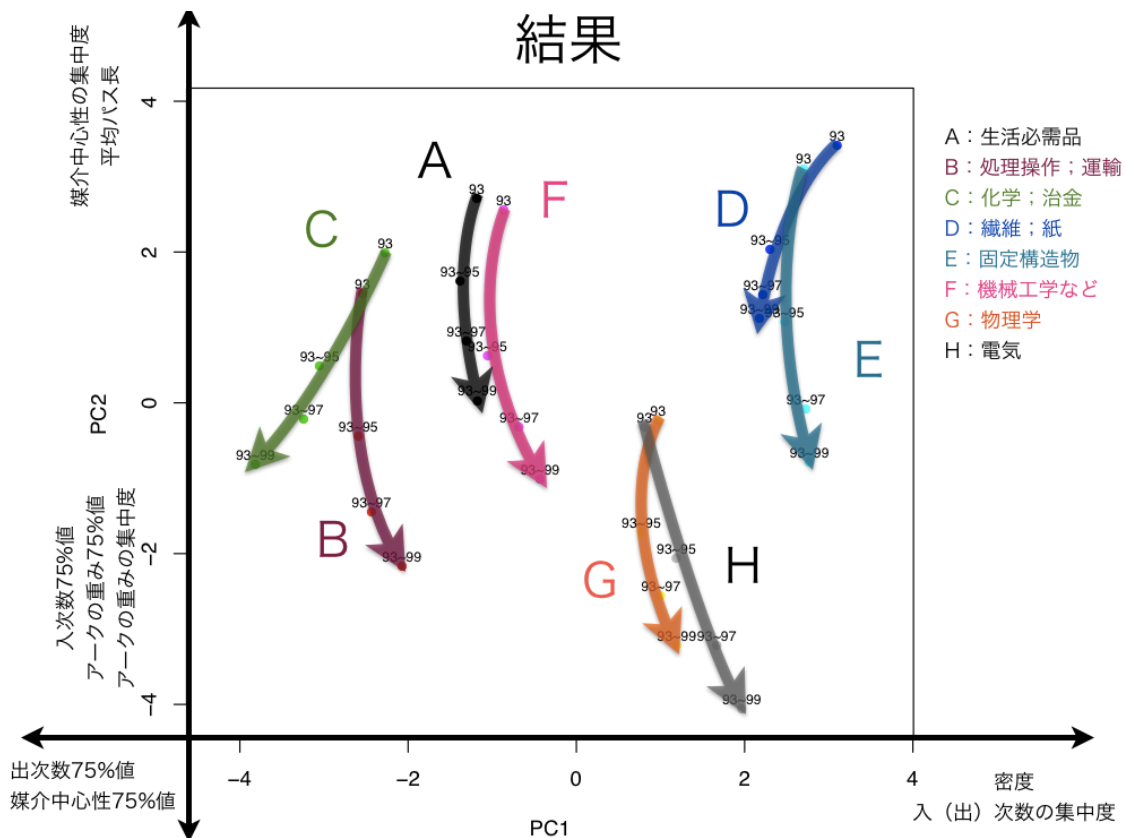


図6.3 ネットワークの成長傾向

ネットワークが成長するにつれて図下部に移動している点に関しては、大きく2つの要因が考えられる。入次数やアークの重みが増加する場合と、各ネットワークの平均パス長等が減少する場合である。次数とアークの重みは、それぞれ共起（技術融合）の組み合わせとその共起頻度を意味している。したがって、それらの増加から、新たな技術融合関係の形成及び既存の技術融合型研究の継続が確認できる。平均パス長の減少もまた、既存の技術融合関係以外での技術融合型研究が進められた結果であると解釈できる。特に、表1において成長に従ってノード数が増加していることがわかるが、これはネットワークの性質上、平均パス長を増加させる働きがある。それにもかかわらず平均パス長が減少することは、調査期間内において今まで技術融合関係がなかった技術要素間での研究が積極的に行われたことを示すと解釈できる。

図6.1では他に、セクションC,Dとそれ以外とでは、成長による第一主成分（x軸）の値の変化に違いがあるということも分かる。セクションC,Dは左側へ、それ以外は右側へ変化しているのが分かる。第一主成分は、密度や入（出）次数の標準偏差が高いほど値が大きくなり、出次数や媒介中心性が高いほど値が小さくなる。密度の増加は、技術融合関係の異なり数の増加を意味する。また、前述のように成長に従ってノード数は増加しているにもかかわらず密度が増加しているため、新たな技術要素に関する研究の増加は比較的少なく、技術融合関係の異なり数の増加が比較的多いことを意味する。入出次数の標準偏差の増加は、ある特定の技術要素との技術融合関係の集中を表している。これらの結果を踏まえると、セクションA,B,E,F,G,Hに関しては、ある特定の技術要素を中心としながら、

今までにない組み合わせの技術融合型の研究を活発に行なっていると解釈できる。さらに、該当セクションでは、セクションHを除き第一主成分の増加傾向が強くなってきていることも分かるため、それらの傾向が年々強くなっていることも分かる。

セクションC,Dに関しては、第一主成分が減少していることから、上述のその他のセクションとは逆の傾向を示していると考えることが出来る。また、媒介中心性の増加も、第一主成分を減少させる働きがある。媒介中心性の値が増加するということは、個々のノードの媒介性が増加していることを示している。つまり、ネットワーク内において複数の技術要素間をつなぐ役割の強い技術要素が増加していることを表しており、そのネットワーク内の技術融合型の研究開発を行う上で重要な技術要素が生まれていると解釈することが出来る。これらの結果を総合すると、ネットワークの成長という観点からは、どのセクションにおいても技術融合型の研究開発が活発化していると解釈可能である。

6.1.3 セクションごとの技術融合ネットワークの経年変化の比較（1993~1999年）

次に、特許情報を年ごとに分けた後でネットワークを作成し、それぞれの年ごとにどのような特徴があるか、及びその経年変化を比較する。まずは、6.1.1と同様に収集したデータの基本情報を以下に示す。

表6.8 各セクションごとのノード数の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	2026	3539	2322	928	1037	2032	2483	1919
1995年	2157	3816	2336	964	1187	2265	2537	2006
1997年	2428	3812	2453	887	1263	2314	2608	2094
1999年	2288	3805	2479	890	1275	2356	2539	2101

表6.9 各セクションごとのアーク数の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	5923	23550	19795	3013	3351	9032	13719	11542
1995年	6817	25765	19843	2862	3979	10864	14914	11463
1997年	8777	25243	20122	2484	4754	11370	15925	12559
1999年	8464	25820	20741	2444	4592	12118	15925	12886

表6.10 各セクションごとの密度の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	0.0014	0.0019	0.0037	0.0035	0.0031	0.0022	0.0022	0.0031
1995年	0.0015	0.0018	0.0036	0.0031	0.0028	0.0021	0.0023	0.0029
1997年	0.0015	0.0017	0.0033	0.0032	0.0030	0.0021	0.0023	0.0029
1999年	0.0016	0.0018	0.0034	0.0031	0.0028	0.0022	0.0025	0.0029

表6.11 各セクションごとの特許数の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	20623	61539	39756	5552	11089	26636	95408	86723
1995年	26877	67341	37662	5743	16097	29325	81476	72449
1997年	29633	64751	33375	4861	18588	30272	77453	72526
1999年	32309	68735	34062	4942	18791	32881	83770	80443

表6.12 各セクションごとの平均付与分類数の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	0.0028	0.0021	0.0010	0.0045	0.0069	0.0047	0.0103	0.0106
1995年	0.0028	0.0017	0.0010	0.0043	0.0064	0.0034	0.0073	0.0078
1997年	0.0028	0.0017	0.0009	0.0040	0.0071	0.0032	0.0071	0.0083
1999年	0.0038	0.0019	0.0019	0.0040	0.0071	0.0036	0.0090	0.0103

表6.13 各セクションごとのノードの出現頻度の標準偏差の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1993年	2.16	2.57	3.29	2.67	2.02	2.14	2.18	2.26
1995年	1.99	2.49	3.27	2.54	1.85	2.21	2.26	2.40
1997年	2.11	2.55	3.55	2.41	2.04	2.22	2.42	2.58
1999年	2.04	2.52	3.58	2.35	1.96	2.31	2.37	2.59

次に、作成した各セクションごとの技術融合ネットワークを主成分分析で比較した図を図1に示す。以下の図は、プロットされた点がそれぞれ1つのネットワークを表し、プロットされた場所がそのネットワークの特徴を表す。

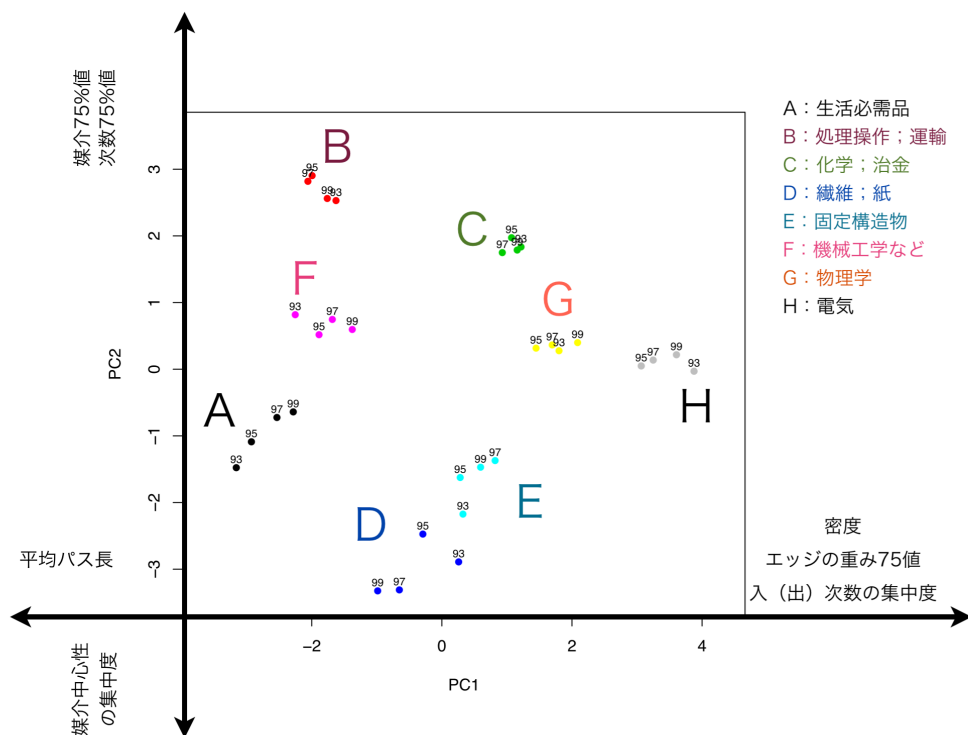


図6.4 図1. 各セクションごとの技術融合ネットワークの主成分分析による比較図
次に、各ネットワークをクラスター分析した結果を図2に示す。

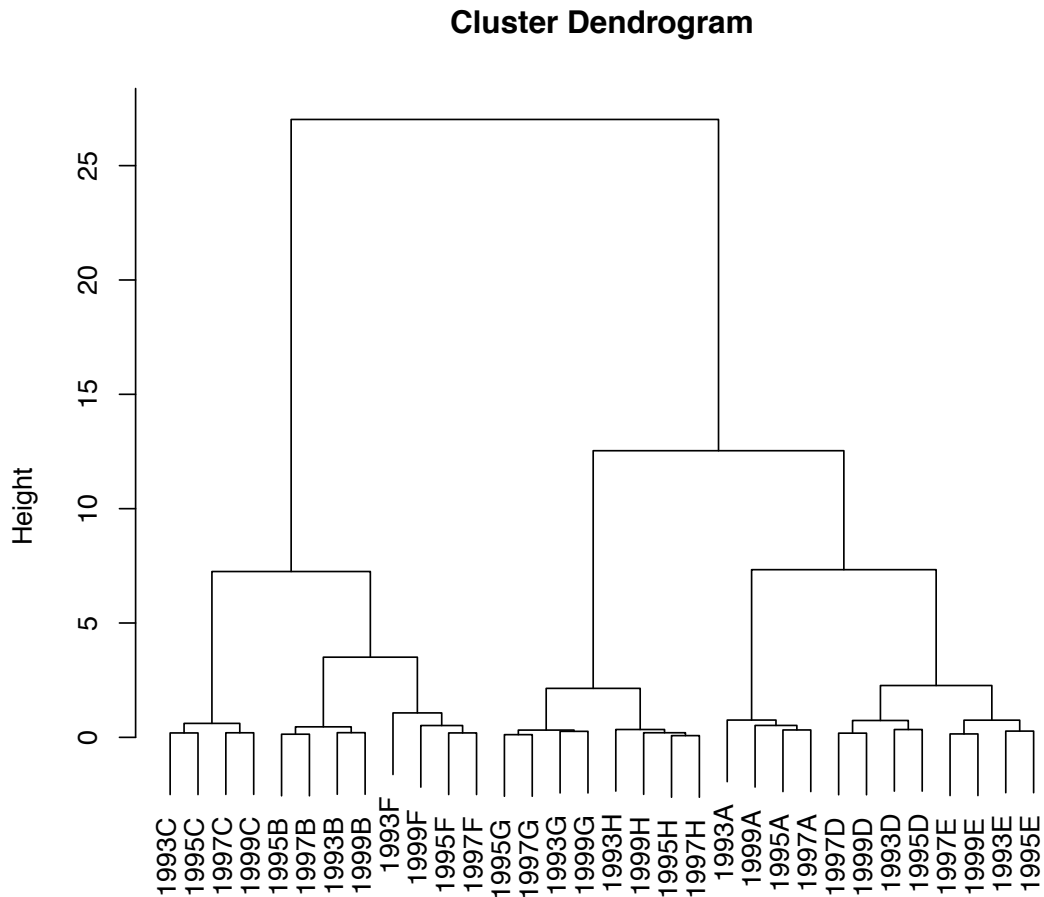


図6.5 該当ネットワークに対するクラスター分析結果（キャンベラ距離、ウォード法）

続いて、以上の結果をもとに考察を行う。基本情報として挙げた表6.8を見ると、ほぼ全てのセクションで1993年から1999年にかけてノード数が増加していることが分かる。これは、各セクションに関する研究開発において一年間に出現する技術要素の異なり数が増加していることを示している。出現する技術要素の異なり数の増加は、各セクションの研究開発に関わる技術要素が多様化していることを表しているため、ある分野の研究開発を行うにあたり、より幅広い技術要素が必要になってきていることが示唆される。また、表6.9から、アーク数もほぼ全てのセクションにおいて増加していることが分かる。アーク数は、本研究においては特許分類の共起の異なり数を表しているため、技術要素の組み合わせも多様化していることが分かる。なお、特許数の増加はノードやアークの増加に少なからず影響を与えるが、表6.11によれば、各セクションの特許数が必ずしも増加している訳ではない。したがって、特許数の増加以外の何らかの要因がノード数やアーク数の増加に影響を与えた可能性は高いと考えられる。

考えられる要因の一つとして、新たな発明を行う際に技術融合型の研究開発が重要となっている可能性が挙げられる。表6.12より、平均付与分類数の明確な増加は見られないことから、個々の研究開発に投入される技術要素の数に大きな変化は無いことが分かる。一方で、アーク数やノード数の増加から技術分野全体としてその組み合わせが多様化している

ことを示している。現代技術は非常に高度化・複雑化しており、ある特定の技術分野に関して研究開発を進めていくにあたり、従来より多くの技術要素の知識を集約させる必要がある。そのため、個々の研究開発に関わる技術要素数に変化は無くても、それらを最終的に集約する研究開発が必要であり、それが特許分類の異なり数であるノード数の増加として現れているのではないだろうか。

次に、図6.4は作成したネットワーク（自動車関連の主要企業18社の技術融合ネットワーク）を主成分分析を用いて比較したものである。各特徴量の主成分への寄与率を表6.14に示す。なお、主成分の累積寄与率は、第二主成分までで0.72であるため、第二主成分までを分析対象とする。

表6.14 各特徴量の主成分寄与率

	第一主成分	第二主成分
密度	0.329	-0.131
平均パス長	-0.438	-0.184
入次数75%値	0.112	0.522
出次数75%値	-0.115	0.426
媒介中心性75%値	-0.180	0.450
アークの重み75%値	0.415	0.105
入次数の標準偏差	0.386	-0.017
出次数の標準偏差	0.389	-0.275
媒介中心性の標準偏差	-0.143	-0.441
アークの重みの標準偏差	0.385	0.107

図6.4では、入出次数の標準偏差、密度、アークの重みの75%値が大きいほど図右部へプロットされ、平均パス長が大きいほど図左部へプロットされる。また、入出次数や媒介中心性の75%値が大きいほど図上部へ、媒介中心性の標準偏差が大きいほど図下部へプロットされる軸となる。各セクションごとにネットワークの特徴の経年変化によるプロット位置の移動の大まかな軌跡を重ねたものを図6.6に示す。

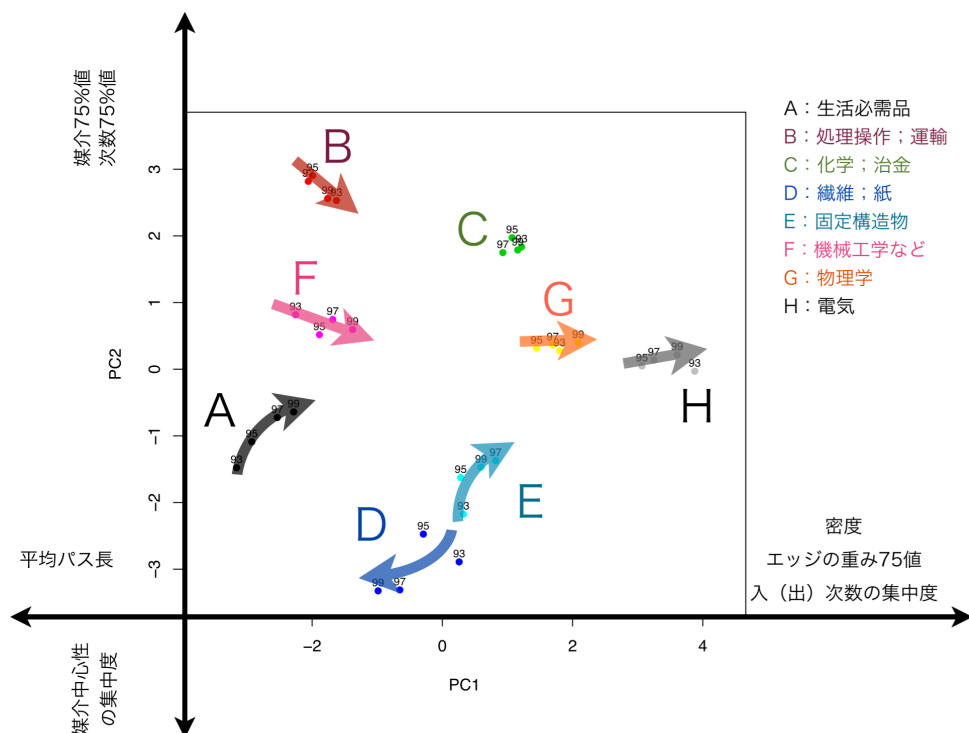


図6.6 ネットワーク構造の経年変化

この図から、経年変化がほとんど見られなかったセクションCを除いて、他のセクションは1993年から1999年にかけてある程度同じ変化傾向を示した。セクションD以外は図左部へ移動するような形で特徴が変化していき、セクションDに関しては逆に右方向への変化が見られた。なお、縦軸方向の変化はセクションE、Aを除き他の多くのセクションではあまり見られなかった。図右部へプロットされるには、入出次数の標準偏差や密度、アークの重みの75%値の増加もしくは平均パス長の減少などが必要となる。表6.10によれば、密度はそれほど変化していないことが分かるため、入出次数の標準偏差、アークの重みの75%値の増加及び平均パス長の減少によって、各セクションが図右部へと特徴が変化していることが推察される。入出次数の標準偏差が高いことは、少数の特定の技術要素とその他の多くの技術要素が融合関係である一方で、他の多くの技術要素は少数の技術要素としか融合関係がないことを示している。つまり、入出次数の標準偏差が高くなるということは、少数の特定の技術要素がさらに多くの技術要素と融合関係を構築する一方で、他の多くの技術要素は従来と変わらない組み合わせの技術融合にとどまっていると考えられる。アークの重みの75%値が大きくなることは、同じ組み合わせの技術融合がより多く行われていることを示している。これらの結果から、図右部へ変化しているセクションは、特定の核となる技術要素を中心としながら、その技術要素と他の技術要素を融合させる研究開発を繰り返し行っていることが示唆される。ただし、平均パス長が小さくなる方向への変化が見られることから、技術要素の融合関係は出現した技術要素全体にまんべんなく広がっていることが推察される。

最後に、図6.5のクラスター分析結果と主成分分析の結果を重ねたものを図6.7に示す。

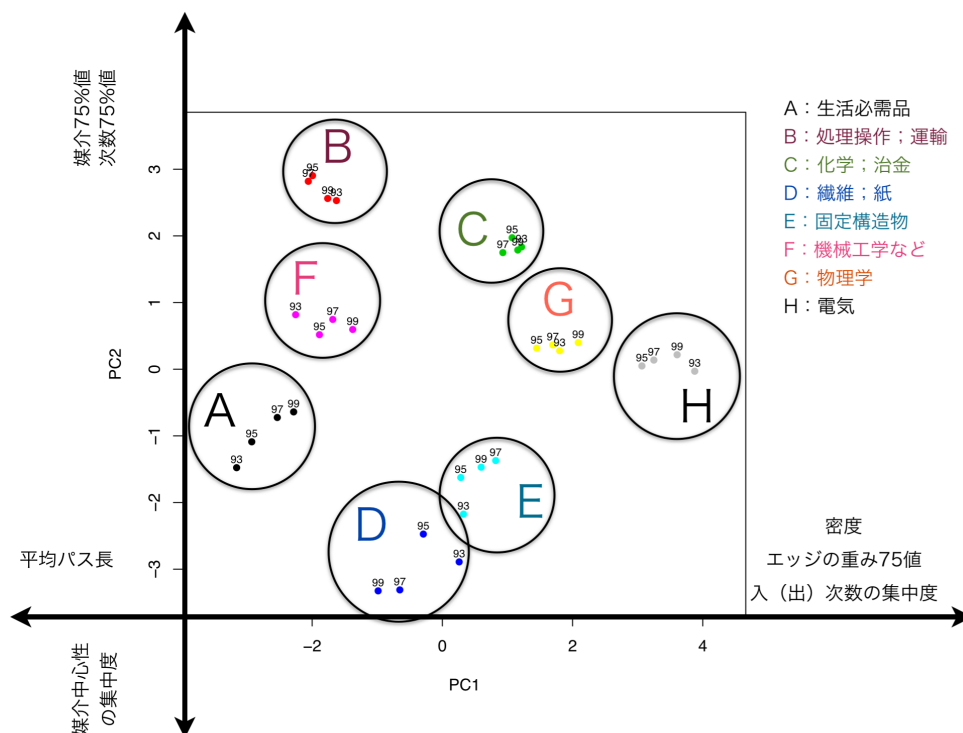


図6.7 主成分分析とクラスター分析の比較図

この図から、クラスター分析の結果と、主成分分析の結果がおおむね同じ結果を示していると判断できる。また、それぞれのクラスはセクションごとに区切られており、技術融合ネットワークの構造的特徴がセクションごとに異なることが分かる。これはおそらく様々な要因が考えられるが、その一つとして技術融合型研究における技術要素の役割、位置づけ等の違いによるものと仮説を立てることが可能である。各セクションは大まかな技術分野を示しているため、当然ではあるが各セクションに属する技術要素は異なる。また、技術融合型研究を行う理由は、基礎的な技術をより発展的な応用先技術へ応用する場合や、異なる機能を持つ技術要素同士を一つに集約するための技術融合など、様々な場合が考えられる。技術融合型研究における各分野に属する技術要素の役割は異なると考えられ、それがネットワーク構造に影響を与えているのではないかと推察する。

6.1.4 まとめ

特許情報を1993年から1999年まで累計していった6.1.2の結果と、一年間のみの傾向の変化を追った6.1.3の結果のどちらにおいても、技術融合型の研究開発の頻度の増加や多様化が見られた。特に、個々のセクションでは若干の違いがあることに留意する必要があるが、おおむね特定の核となる技術要素を少数持ち、その技術を中心としながらその他の技術要素と融合関係を構築しようとする動きが活発になる変化が見られた。また、核とならない技術要素同士もそれ以外の技術要素同士と異なり数は少数ではあるが繰り返し融合関係を構築しており、出現する技術要素全体に融合関係が行き渡るような研究開発を行うよ

うに特徴が変化していることが今回の調査より伺える。この調査により、仮説として立てていた「技術融合型の研究開発の頻度の増加」を示唆する結果が得られた。

また、今回の調査の目的とは少し離れるが、図6.5及び6.7によって、各セクションごとに技術融合ネットワークの特徴に違いがあることが判明した。研究開発の対象となる技術要素が異なるだけではなく、技術融合に関する構造的特徴も異なるということも興味深い結果となった。これは、対象とする分野によって、技術融合に求められる役割が異なることによる可能性があり、技術融合を行う意味をカテゴリ化していくことで、それぞれのカテゴリとネットワーク構造の当てはめなどが可能になると考える。

6.2 自動車関連主要メーカーの技術融合ネットワーク比較分析

技術動向調査タスク2の結果及び考察を以下に記述する。主要企業の抽出は、日本経済新聞社発行の日系市場占有率1993-1999年度版[47]で自動車関連企業の市場占有率上位として挙げられた企業を対象としている。自動車関連企業の細かなカテゴリは、乗用車、ワンボックスタイプ車、軽自動車、普通トラック、RV、二輪車、カーオーディオ、カーナビとなっている。各カテゴリの市場占有率上位としてあげられていた企業を対象として、特許の抽出を行った。対象となった企業は以下の18社である。なお、企業名は当時のものを採用している。

表6.15 対象企業一覧

トヨタ自動車株式会社	日野自動車工業株式会社
日産自動車株式会社	日産ディーゼル工業株式会社
本田技研工業株式会社	ヤマハ発動機株式会社
マツダ株式会社	川崎重工業株式会社
三菱自動車工業株式会社	パイオニア株式会社
いすゞ自動車株式会社	株式会社ケンウッド
スズキ株式会社	アルパイン株式会社
ダイハツ工業株式会社	ソニー株式会社
富士重工業株式会社	クラリオン株式会社

比較分析は、まずそれぞれの企業が重点的に研究開発を行っている技術の特許分類から導き、その後ネットワーク構造による比較を行い、タスクに設定した目的にしたがって考察を行う。

6.2.1 特許収集条件

上記対象企業ごとに、1993年から2002年までに公開された特許出願情報の収集を行った。なお、対象企業の中には自動車関連以外の分野にも関わる企業があるため、本タスク

では自動車関連に限定して特許情報の収集を行った。その際に用いた条件は以下の通りである。なお、自動車関連の特許情報に限定する際には、「自動車メーカーにおける非自動車関連技術」[48]の特許情報の収集方法を参考にした。

- ・収集期間：特許公開日が1993年1月1日から2002年12月31日
- ・特許分類：IPC欄に「B60」の分類、または「B62」の分類が付与された特許情報

6.2.2 対象企業別の技術融合ネットワーク比較結果（1993~2002年累計）

使用したデータの基本情報を以下に示す。

表6.16 基本情報

	ノード数	エッジ数	密度	特許数	平均付与分類数	ノードの出現頻度の集中度
トヨタ	959	4329	0.0047	9100	2.85	0.0127
日産	914	3937	0.0047	8433	2.75	0.0122
本田	930	4250	0.0049	6720	2.81	0.0086
マツダ	579	2068	0.0062	4084	2.68	0.0151
三菱	594	1970	0.0056	3693	2.50	0.0092
いすゞ	367	886	0.0066	1217	2.55	0.0081
スズキ	601	2250	0.0062	5016	2.07	0.0097
ダイハツ	366	845	0.0063	1627	2.20	0.0106
富士重工	407	1132	0.0069	1539	2.87	0.0105
日野	402	1011	0.0063	1607	2.28	0.0072
日産ディ	313	774	0.0079	925	2.49	0.0076
ヤマハ	381	1203	0.0083	1824	2.45	0.0183
川崎重工	294	395	0.0046	349	2.56	0.0047
パイオニア	81	135	0.0208	104	3.6250	0.0407
ケンウッド	104	192	0.0179	210	2.6000	0.0863
アルパイン	132	283	0.0164	281	3.0925	0.0603
ソニー	228	456	0.0088	308	3.3442	0.0173
クラリオン	108	204	0.0177	142	3.2254	0.0436

次に、主要企業別に特許分類の出現頻度のランキング上位5分類を示す。特許分類の出現頻度は、各企業がどの分類（＝技術要素）に力を入れているか分かる指標であり、企業ごとの比較を行う上で有効なデータである。また、その経年変化もあわせて見ることで、各企業の力を入れている技術の変遷も見る事が可能である。

表6.17 分類出現頻度

	1位	2位	3位	4位	5位
トヨタ	F02D29/02	B62D6/00	B60L11/14	B60T8/58	B60R21/00
日産	F02D29/02	B62D25/08	B62D25/20	B60R21/00	G08G1/16
本田	B62D6/00	B62D5/04	F02D29/02	B62D65/00	B60R21/00
マツダ	B60T8/58	B60R21/00	F02D29/02	B62D6/00	B60R16/02
三菱	F02D29/02	B60R21/00	B62D6/00	B60G17/015	G08G1/16
いすゞ	B60G17/015	B60R21/00	G08G1/16	F02D29/02	B62D25/20
スズキ	B62J39/00	B62D25/08	B62D25/20	B62J9/00	B62J23/00
ダイハツ	B62D25/08	B62D25/20	B60R21/00	B62D25/04	G08G1/16
富士重工	B62D25/08	F02D29/02	B62D25/20	B60R21/00	B60R16/02
日野	B60G17/015	B62D25/20	B60R16/02	B60T7/12	B62D25/08
日産ディ	B60G17/015	B60K25/00	F02D29/02	B60T1/10	B60R16/02
ヤマハ	B62M23/02	B62J39/00	B62J9/00	B62M7/02	B62J23/00
川崎重工	B62J39/00	B61D27/00	B62K5/00	B62J23/00	B60H1/24
パイオニア	B60R11/02	H03H21/00	B60R16/02	G10K11/178	H04N5/64
ケンウッド	B60R11/02	B60R16/02	H04R1/02	G11B33/02	G01C21/00
アルパイン	B60R11/02	B60R16/02	G11B33/02	B60R25/10	G01C21/00
ソニー	B60R11/02	B60R16/02	B60R1/00	H04N7/18	G01C21/00
クラリオン	B60R11/02	B60R16/02	G11B33/02	H04N5/64	G08B13/00

表に出現した分類記号に対応する項目名は以下のとおりである。なお、特許分類の項目名はそれ単体では意味が不明瞭な場合があり、該当分類の上位階層の分類の項目名とあわせることで意味が判断可能になる場合も多い。従って、以下の表では、それらも考慮して、どのような技術要素か解釈可能な形に修正を加えた上で記載している。

表6.18 分類項目名一覧（順不同）

F02D29/02	車両を駆動する機関に特有のもの
B62D6/00	走行状態を検出した結果、および走行状態に感応した結果に応じて自動的に操向装置に影響を与える装置

B60L11/14	乗物の内部に動力供給源をもつ電氣的推進装置のうち、機関駆動発電機として直接機械的に推進される設備をもつもの
B60T8/58	車両の状態または路面状況の変化に適合するための車輪制動力の調整装置のうち、速度および別の条件または複数の速度条件に応ずるもの
B60R21/00	事故又は他の交通危機の場合乗員又は歩行者を負傷から保護又は防止するための車両の装置又は部品
B62D25/08	上部構造の構成体のうち前部または後部の部材
B62D25/20	上部構造の構成体のうち床または底部の構成体
G08G1/16	道路上の車両に対する交通制御システムのうち、衝突防止システム
B62D5/04	動力補助または動力駆動される操向のうち、電氣的なもの
B62D65/00	自動車またはトレーラーの設計、製造、例、組立て、解体、または構造的な変更で他に分類されないもの
B60R16/02	電気回路、流体回路、またはそれらの要素の配置で、特に車両に適用、他に分類されないもののうち、電気によるもの
B60G17/015	車両または走行路面の状態の変化、例、速度または荷重による、に合わせて、ばねまたは振動緩衝器の特性を調節したり、車両の支持面と振動部との間隔を調整したり、または使用中の懸架装置をロックしたりする手段をもつ弾性的懸架装置
B62J39/00	自転車特有で他に分類されない付属品のうち、その他の付属品
B62J9/00	自転車特有で他に分類されない付属品のうち、荷かご、サドルバッグ、または自転車に取付けるようにした特別の入れ物
B62J23/00	自転車に特に設けられた他の防護具
B62D25/04	上部構造の構成体のうち戸柱
B60T7/12	制動をきかせる初動装置のうち、人力で初動を行うためのもの
B60K25/00	補機駆動装置
B60T1/10	制動要素、すなわち制動効果を起す部品の構成のうち、エネルギーを蓄積するため車輪の動きを用いることによるもの
B62M23/02	二つまたはそれ以上の非類似動力源の使用を特徴とする伝動装置、例、ハイブリッド自動自転車の伝動装置
B62M7/02	モータまたはエンジンの位置に特徴のある自動自転車のうち、前後輪間にエンジンをもつもの
B60R11/02	他に分類されない物品の保持または支持装置のうち、ラジオ、テレビ、電話またはこれらに類するものためのものやそれらの制御装置の配置
H03H21/00	インピーダンス回路網のうち、適応型回路網
G10K11/178	音を伝達し、導きまたは指向させるための方法または装置一般；騒音または他の亜音波、音波、超音波から防護し、または減衰させるための方法または装置一般

H04N5/64	画像通信のテレビジョン方式の細部のうち、受信機の構造の細部
B60R1/00	光学的視認装置
H04N7/18	画像通信のテレビジョン方式のうち、閉回路テレビジョン方式、すなわち信号が放送されない方式
G08B13/00	夜盗、泥棒または潜入者に対する警報

次に、作成した各セクションごとの技術融合ネットワークを主成分分析で比較した図を以下に示す。以下の図は、プロットされた点がそれぞれ1つのネットワークを表し、プロットされた場所がそのネットワークの特徴を表す。

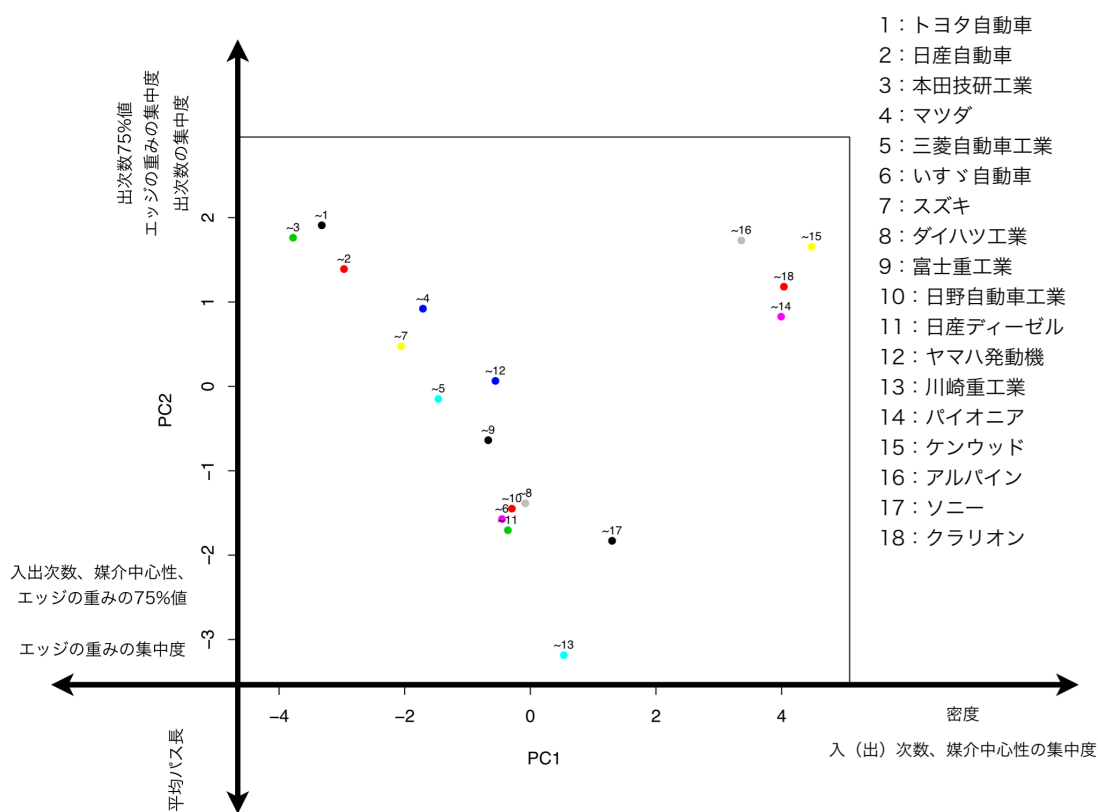


図6.8 自動車関連企業の技術融合ネットワークの主成分分析による比較図

次に、各ネットワークの特徴量をもとにクラスター分析した結果を図6.9に示す。クラスター分析は、各ネットワークの類似性の把握とともに、主成分分析の結果との比較を行うために実施した。

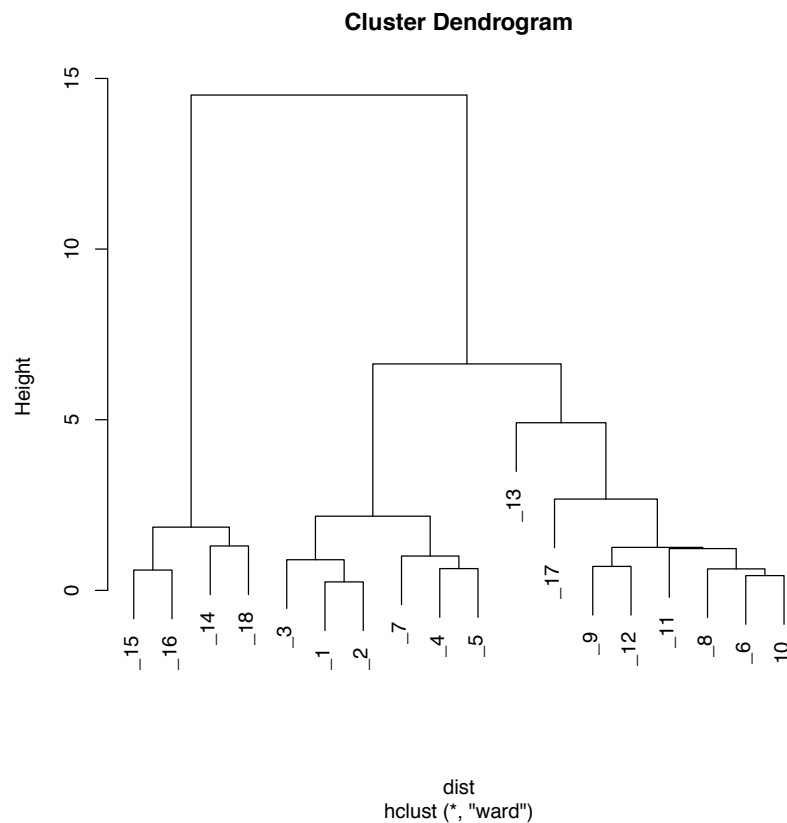


図6.9 クラスター分析結果（キャンベラ距離、ウォード法）

6.2.3 考察

以上の結果をもとに、第五章で記した目的にしたがって考察を加える。

表6.19は、表6.17の企業別の特許分類出現頻度上位5位に多くランクインしていた特許分類上位5分類である。この表からは、自動車関連業界全体として力を入れている技術要素を大まかに判断することができる。

表6.19 特許分類出現数上位5分類

1位	B60R16/02	電気回路，流体回路，またはそれらの要素の配置で，特に車両に適用，他に分類されないもののうち、電気によるもの
2位	B60R21/00	事故又は他の交通危機の場合乗員又は歩行者を負傷から保護又は防止するための車両の装置又は部品
2位	F02D29/02	車両を駆動する機関に特有のもの
4位	B62D25/20	上部構造の構成体のうち床または底部の構成体
5位	B60R11/02	他に分類されない物品の保持または支持装置のうち、ラジオ，テレビ，電話またはこれらに類するものためのものやそれらの制御装置の配置
5位	B62D25/08	上部構造の構成体のうち前部または後部の部材

この表を見ると、当然ではあるが、自動車関連の特許分類であるB60、B62以下の分類が上位5分類中4項目も占めていることが分かる。B60、B62以外ではF02D29/02が多くの企業で多く付与されていた分類となるが、こちらの分類の項目名は「車両を駆動する機関に特有のもの」とされており、やはり自動車との関連の深い分類であることが分かる。また、今回対象とした企業は、大まかに分けると自動車それ自体を製造しているメーカーと、カーオーディオやカーナビ等のアクセサリ類を製造するメーカーに分けることができる。自動車製造メーカーと、それ以外に2分した時の特許分類の出現の異なり数は、以下の図6.10のようになる。

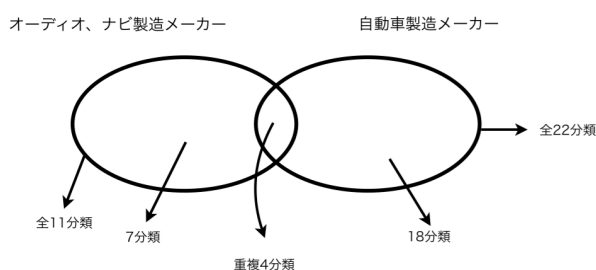


図6.10 自動車製造メーカーグループとカーオーディオ、カーナビ製造メーカーグループとの特許分類重複数

今回対象とした企業は自動車自体を製造しているメーカーの数が多いため、それらのメーカーの特許分類の異なり数が多くなっているが、それぞれのグループでは基本的に異なる特許分類が出現しており、どちらのグループにも出現した特許分類は4分類のみであった。これは、自動車自体の製造技術とオーディオ、ナビゲーションシステムに関する技術に大きな違いがあるためだと考えられる。なお、自動車自体を製造しているメーカーは、同じような分類がランキング上位に入っていることが多い。ただし、自動車関連の中でも二輪車の製造に特化したメーカーであるヤマハ発動機や川崎重工業などは、「B62J：自転車用サドルまたはシート；自転車特有で他に分類されない付属品」の下位分類が多く付与され、トラックの製造が中心のないスズキや日野自動車工業は、「B60G17/015：車両または走行路面の状態の変化，例．速度または荷重による，に合わせて，ばねまたは振動緩衝器の特性を調節したり，車両の支持面と振動部との間隔を調整したり，または使用中の懸架装置をロックしたりする手段をもつ弾性的懸架装置」が多く付与されており、細かく見ていくとそれぞれに特徴的な分類があることが分かる。

以上、特許分類の出現頻度をもとにした結果考察からは、自動車関連の主要企業の中でも、製造しているモノが大きく違う場合に関して、力を入れている技術要素が大きく異なることが分かる。ただし、自動車関連の中でも、乗用車や軽自動車、二輪車等は力を入れている技術要素に若干の特色がありつつもそこまで大きな差がなく、特許分類のレベルでは必要な技術要素に大きな差がないと判断できる。

次に、図6.9のクラスター分析の結果を主成分分析に当てはめたものを図6.11に示す。

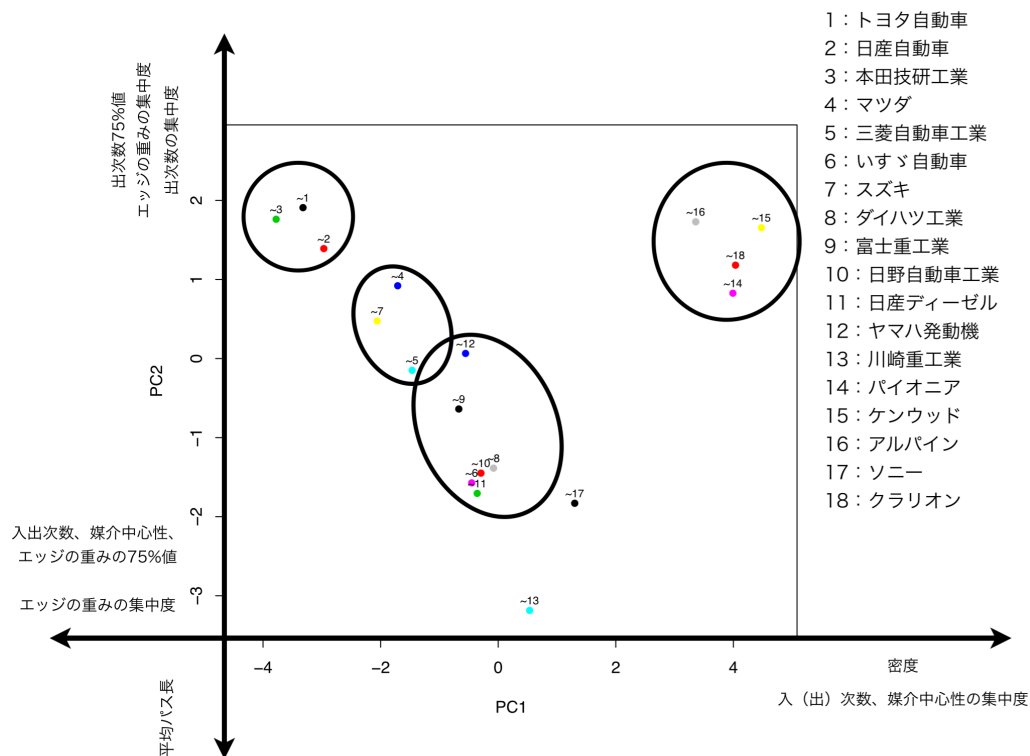


図6.11 主成分分析とクラスター分析の比較図

図6.11より、クラスター分析によって得られた小クラスと、主成分分析の結果はおおむね同様の結果を示していると判断できる。また、考察ですでに述べた、パイオニア、ケンウッド、アルパイン、クラリオンの4社は、それ以外の企業とは特徴が大きく異なることが、主成分分析だけでなくクラスター分析の結果からも判断できる。

次に図6.8は、作成したネットワーク（自動車関連の主要企業18社の技術融合ネットワーク）を主成分分析を用いて比較したものである。プロットされる点がそれぞれ1つのネットワークを表し、プロットされる位置が他のネットワークと比較した相対的な特徴を表している。第三章で記したように、主成分分析では比較対象によって軸の意味が変わるため、他の実験結果図とは軸が異なることに注意する必要がある。各特徴量の主成分分析への寄与率を表6.20に示す。なお、主成分の累積寄与率は、第二主成分までで0.89のため、第二主成分までを分析対象とする。

表6.20 各特徴量の主成分への寄与率

	第一主成分	第二主成分
密度	0.354	0.239
平均パス長	-0.177	-0.506
入次数75%値	-0.338	0.290
出次数75%値	-0.297	0.336
媒介中心性75%値	-0.339	0.229
アークの重み75%値	-0.304	0.270
入次数の標準偏差	0.345	0.291
出次数の標準偏差	0.343	0.304
媒介中心性の標準偏差	0.351	0.223
アークの重みの標準偏差	-0.271	0.371

図6.8では、入出次数や媒介中心性の標準偏差、密度が大きいほど図右部へプロットされ、入出次数や媒介中心性、アークの重みの75%値が大きいほど図左部へプロットされる。また、出次数やエッジの重みの標準偏差、出次数75%値が大きいほど図上部へ、平均パス長が大きいほど図下部へプロットされる軸となる。

この図から、トヨタ自動車や日産自動車、本田技研工業、マツダといった、自動車関連の中でも乗用車カテゴリのメーカーとして主要な企業が図左上に集中していることが分かる（下図6.12参照）。

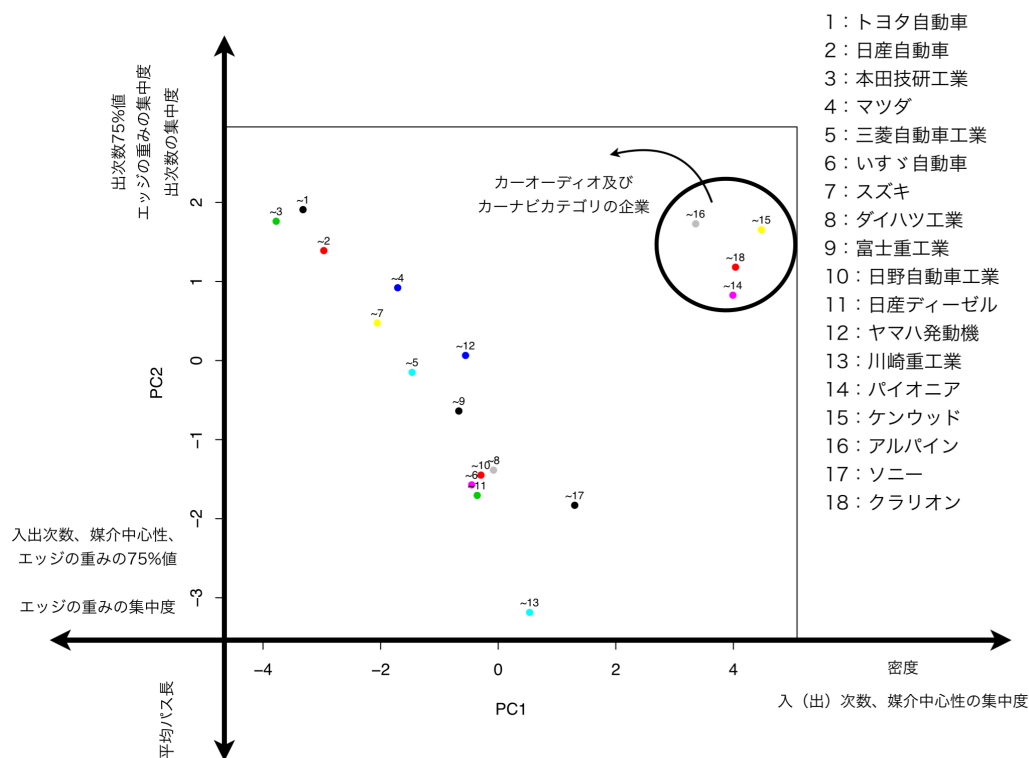


図6.13 主成分分析上におけるカーオーディオ及びカーナビカテゴリの位置

この4社は、カーオーディオまたはカーナビに関する主要企業として挙げられる。これらの企業は自動車自体に関わっている訳ではなく、オーディオやナビゲーションシステムといった自動車に対する付加価値やアクセサリ製品に該当する部分を製造している企業であることが特徴的である。このグループの主成分分析から見る特徴としては、密度、および、入出次数や媒介中心性の標準偏差が高く、一方で入次数やアークの重みの75%値や平均パス長は小さい傾向を持つ。密度が高いということは、技術要素の異なり数に対して、アークの異なり数が多いことを示している。入出次数の標準偏差が高いということは、特定の技術要素が他の多くの技術要素と技術融合の関係にある一方で、他の多くの技術要素は技術融合が少ない、もしくは特定の少数の技術要素との間でのみ技術融合関係があることを示している。媒介中心性の標準偏差も高いことから、特定の技術要素は研究開発の核となる技術としても、補助的な関連技術としても採用される一方で、他の多くの技術要素は核、あるいは補助的な関連技術のどちらかにしか採用されない傾向が読み取れる。また、入次数の75%値が小さいことから、他の企業群と比べて技術要素が技術融合関係を持つ技術要素数は比較的少ないことが示されている。さらにアークの重みの75%値が小さいことから、各技術要素間の技術融合の出現頻度も全体的に少ないことが分かる。これらを総合すると、この4社は、ネットワーク全体として見ると技術融合関係が全体に分散しそれぞれの技術要素で見られるが、個々の技術要素に注目すると、多くの技術要素は少数の特定の技術要素としか結びついておらず、技術融合のパターンはある程度固定化されていると考えられる。しかしその一方で、技術融合自体の異なり数はある程度多いと考えられ、それがネットワークの密度の高さや平均パス長の低さとなって現れていると推察される。ただし、アーク

クの重みや入次数等は特許数に左右される側面を持っているため、それがアークの重みや入次数の低さに影響を与えている可能性は否定できない。

最後に、今回の調査の中で興味深い点としては、自動車自体を製造しているメーカーとオーディオやナビ中心に製造しているメーカーでは、特許分類の共起ネットワークの構造的特徴が異なることが挙げられる。上述のように、自動車自体を製造するメーカーとそれ以外とでは必要となる技術が異なるため、研究開発の主体となる技術要素が異なり、出現する特許分類に違いがあることは予想され、実際にそのような結果を得た。しかし、特許分類の共起の構造自体も異なる点に関しては特許分類の出現頻度の異なりと比べて必然性がある訳でなく、なぜそのような結果となるのかという点は興味深いと言える。技術動向調査タスク1でも、大まかな技術分野であるセクションごとに観察年によらずある程度まとまりを持ち、主成分分析の結果もクラスター分析の結果もセクションごとに分かれた。その結果に加えて今回の結果も踏まえると、技術分野や業界によって、研究開発の対象となる技術要素の違いだけでなく、技術融合の構造構造上の差異もあることが示唆される。ただし、自動車を製造している企業の中でも、乗用車、軽自動車、普通トラック等様々な小カテゴリに分けられるが、それらの間で明確にネットワーク構造に違いがあるとは言えない。従って、ある程度明確に対象としている技術要素が異なる場合に限り、技術融合ネットワークの構造も異なることが示唆される。技術動向調査タスク1において、技術分野によって技術融合ネットワークの構造が違う理由の1つは、技術分野やそれを扱う業界によって技術融合に求められる役割が異なるためという仮説を立てた。例えば今回の場合、カーオーディオやカーナビメーカーは、画像通信や音響に関する技術を自動車関連技術に応用する、「技術の応用、適用の流れ」といった役割が強いと考えられる。一方、自動車製造メーカーは、自動車に関する複数の異なる技術を集合させることで製品化するという「技術の統合」といった目的で技術融合型の研究を行っていると推測する。この違いが、技術融合ネットワークの構造的特徴に違いを生み出したのではないかと考えることができる。この仮説の検証は、実際に技術融合型の研究開発の意味や役割をカテゴリ化し、それらのカテゴリごとに技術融合ネットワークの構造的特徴についてカテゴリ間に有意な差があるかを確認することで可能だと考えられる。

6.3 総合化学メーカー及び専門化学メーカーの技術融合ネットワーク比較分析

技術動向調査タスク3の結果及び考察を以下に記述する。企業の抽出は、みずほコーポレート銀行発行のみずほ産業調査VOL.23[49]で調査対象とされた、総合化学メーカー大手4社と、化学業界の特定の領域に特化した専門化学メーカー4社を対象とする。調査対象とした企業は以下の通りである。

表6.18 対象企業一覧

総合化学メーカー	専門化学メーカー
旭化成工業株式会社	日産化学工業株式会社
住友化学工業株式会社	信越化学工業株式会社
三井石油化学工業株式会社	日本合成ゴム株式会社
三菱化成株式会社	日東電工株式会社

比較分析は、タスク2と同じくまずそれぞれの企業が重点的に研究開発を行っている技術の特許分類から導き、その後ネットワーク構造による比較を行い、タスクに設定し多目的にしたがって考察を行う。なお、特許の収集は、表6.18の企業が1993年から2002年までに出版し公開された全特許を対象とする。

6.3.1 対象企業別の技術融合ネットワーク比較結果（1993~2002年累計）

使用したデータの基本情報を以下に示す。

表6.19 基本情報

	ノード数	エッジ数	密度	特許数	平均付与分類数	ノードの出現頻度の標準偏差
旭化成工業株式会社	1815	7107	0.00216	9850	3.16	0.00115
住友化学工業株式会社	1376	6816	0.00360	8050	3.75	0.00162
三井石油化学工業株式会社	1364	6117	0.00329	6873	3.78	0.00194
三菱化成株式会社	1726	8553	0.00287	13303	3.22	0.00183
日産化学工業株式会社	450	1307	0.00647	1058	4.17	0.00248
信越化学工業株式会社	994	3626	0.00367	5898	3.16	0.00374
日本合成ゴム株式会社	718	3570	0.00693	3546	3.99	0.00409
日東電工株式会社	952	3346	0.00370	5435	3.17	0.00658

次に、主要企業別に力を入れている技術要素を明らかにするために特許分類の出現頻度のランキング上位5分類を示す。

表6.20 分類出現頻度

	1位	2位	3位	4位	5位
旭化成工業株式会社	B29C45/00	H01M10/40	C08L71/12	C08L101/00	C08L51/04
住友化学工業株式会社	G02B5/30	G02F1/1335	B32B27/32	H01L21/027	C08L101/00
三井石油化学工業株式会社	C08F10/00	B32B27/32	C08L23/08	H05B33/14	C09K11/06
三菱化成株式会社	G03F7/004	G03F7/00	H01M10/40	G11B7/24	G03G5/06
日産化学工業株式会社	A01N47/36	A01N43/56	A01N43/54	C07D401/12	A01N43/78
信越化学工業株式会社	H01L21/027	G03F7/039	C08K3/36	G03F7/004	C07F7/12
日本合成ゴム株式会社	H01L21/027	G03F7/004	G03F7/039	C09D183/04	G02F1/1337
日東電工株式会社	C09J7/02	G02B5/30	G02F1/1335	H01L23/31	H01L23/29

表で出現した分類の項目名は以下の表となる。特許電子図書館を参考にした。

表6.21 分類項目名一覧（順不同）

B29C45/00	プラスチックの成形または接合；可塑状態の物質の成形一般；成形品の後処理のうち、射出成形、即ち所要量の成形材料をノズルを介して閉鎖型内へ流入させるもの
H01M10/40	化学的エネルギーを電気的エネルギーに直接変換するための方法または手段のうち、有機電解質をもつ二次電池
C08L71/12	ポリフェニレンオキシド
C08L101/00	不特定の高分子化合物の組成物
C08L51/04	グラフト成分が炭素－炭素不飽和結合のみが関与する反応によって得られるグラフト重合体の組成物（A B S 重合体 5 5 / 0 2）；そのような重合体の誘導体の組成物のうち、ゴムにグラフトされたもの
G02B5/30	レンズ以外の光学要素のうち、偏光要素をもつもの
G02F1/1335	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のうち、強度、位相、偏光または色の制御のためのセルと光学部材
B32B27/32	本質的に合成樹脂からなる積層体
H01L21/027	半導体装置または固体装置またはそれらの部品の製造または処理に適用される方法で、その後のフォトリソグラフィック工程のために半導体本体にマスクするもの
C08F10/00	炭素－炭素不飽和結合のみが関与する反応によってえられる高分子化合物のうち、1個の炭素－炭素二重結合を含有する不飽和脂肪族炭化水素の単体重合体または共重合体

C08L23/08	高分子化合物の組成物のうち、ただ1個の炭素－炭素二重結合を有する不飽和脂肪族炭化水素の単独重合体または共重合体の組成物；そのような重合体の誘導体の組成物
H05B33/14	電場発光光源のうち、電場発光物質の配置あるいは化学的または物理的組成によって特徴づけられたもの
C09K11/06	発光性物質のうち、有機発光性物質を含有するもの
G03F7/004	フォトメカニカル法のうち、感光材料のもの
G03F7/00	フォトメカニカル法
G11B7/24	記録担体と変換器との間の相対運動に基づいた情報記憶のための記録担体上の情報の配列のうち、材料の選定によってまたは構造もしくは形状によって特徴づけられる記録担体
G03G5/06	エレクトログラフイー；電子写真；マグネトグラフイーのための光，熱，電子を照射して原画像の記録を行なうための記録材料；その製造；物質の選択のうち、光導電性材料が有機物であることに特徴のあるもの
A01N47/36	殺生物剤，有害生物忌避剤または誘引剤，または植物生長調節剤であって，環の一員でなくまた炭素または水素原子との結合をもたない炭素原子を含む有機化合物を含むもののうち、少なくとも1個の複素環に直接つく基 $>N-CO-N<$ を有するもの；そのチオ類似体
A01N43/56	殺生物剤，有害生物忌避剤または誘引剤，または植物生長調節剤であって複素環式化合物を含むもののうち、異項原子として2個の窒素原子のみをもつ環として1，2－ジアゾール；水素添加1，2－ジアゾールをもつもの
A01N43/54	殺生物剤，有害生物忌避剤または誘引剤，または植物生長調節剤であって複素環式化合物を含むもののうち、異項原子として2個の窒素原子のみをもつ環として1，3－ジアジン；水素添加1，3－ジアジン
C07D401/12	異項原子として窒素原子のみをもつ2個以上の複素環を含有し，そのうち少なくとも1個が1個の窒素原子のみをもつ6員環である複素環式化合物のうち、2個の複素環を含有し、鎖結合として異種原子を含有する鎖により結合しているもの
A01N43/78	殺生物剤，有害生物忌避剤または誘引剤，または植物生長調節剤であって複素環式化合物を含むもののうち、異項原子として窒素原子および酸素または硫黄原子を有する環として1，3－チアゾール；水素添加1，3－チアゾールをもつもの
G03F7/039	フォトメカニカル法の感光材料のうち、光分解可能な高分子化合物のもの
C08K3/36	無機または非高分子有機物質の添加剤としてのシリカの使用
C07F7/12	有機ケイ素ハロゲン化物
C09D183/04	ポリシロキサン

G02F1/1337	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のうち、強度，位相，偏光または色の制御のための配向（液晶分子の界面による）
C09J7/02	フィルム状または箔状の接着剤のうち、担体上のもの
H01L23/31	半導体または他の固体装置の細部のうち、封緘の配列に特徴のあるもの
H01L23/29	半導体または他の固体装置の細部のうち、封緘の材料に特徴のあるもの

次に、作成した各セクションごとの技術融合ネットワークを主成分分析で比較した図を以下に示す。

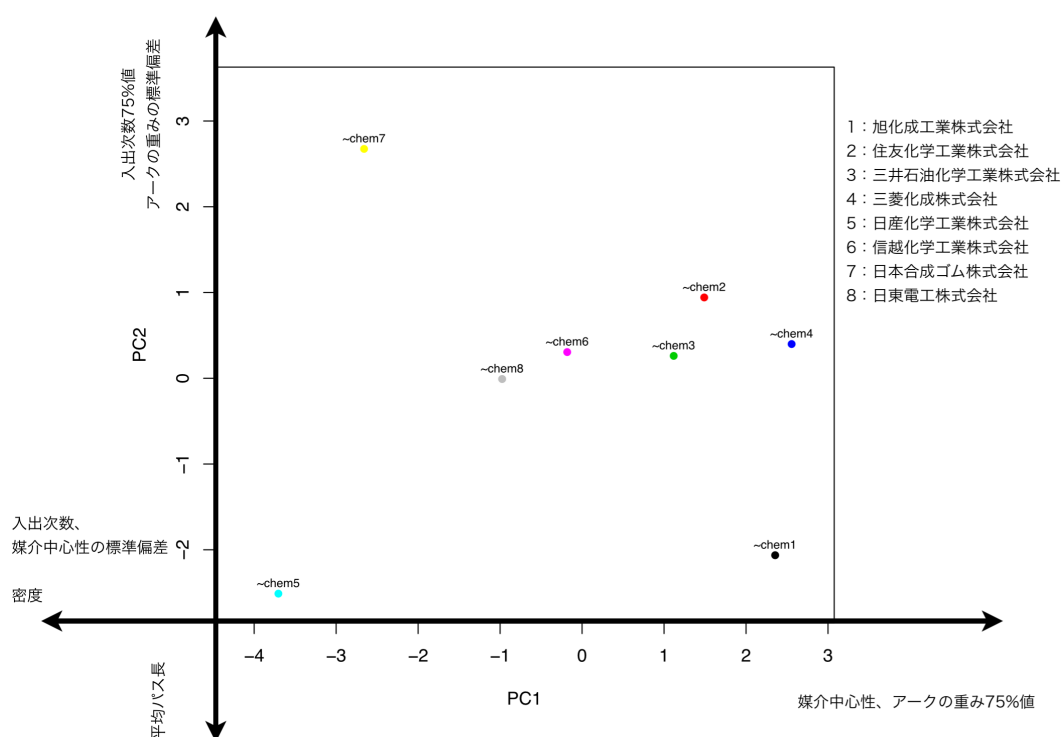


図6.14 化学メーカーの技術融合ネットワークの主成分分析による比較図

次に、各ネットワークの特徴量をもとにクラスター分析した結果を図6.15に示す。

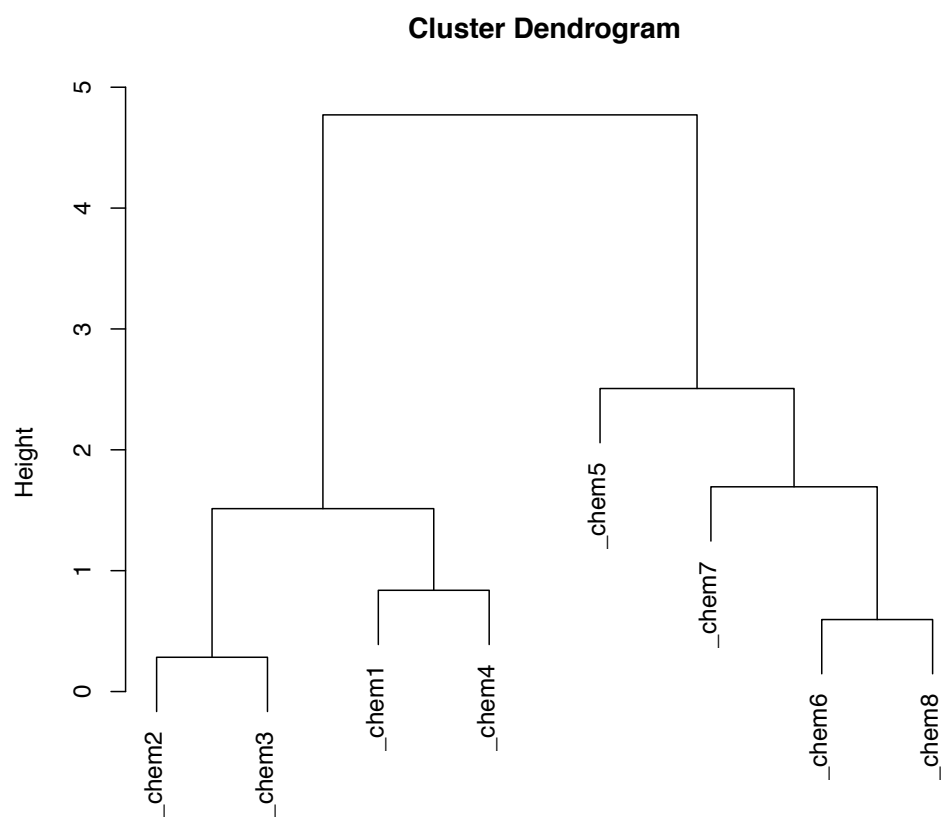


図6.15 クラスター分析結果（キャンベラ距離、ウォード法）

6.3.2 考察

総合化学メーカー4社及び専門化学メーカー4社の計8社を対象として、特許分類の共起に基づくネットワークを作成し、ネットワークの構造的特徴に基づく比較を行った。表6.22は、表6.20の企業別の特許分類出現頻度上位5位に多くランクインしていた特許分類上位5分類である。

表6.22 特許分類出現数上位5分類

1位	G03F7/004	フォトメカニカル法
1位	H01L21/027	半導体装置または固体装置またはそれらの部品の製造または処理に適用される方法で、その後のフォトリソグラフィック工程のために半導体本体にマスクするもの
3位	B32B27/32	本質的に合成樹脂からなる積層体
3位	C08L101/00	不特定の高分子化合物の組成物
3位	G02B5/30	レンズ以外の光学要素のうち、偏光要素をもつもの
3位	G02F1/1335	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のうち、強度、位相、偏光または色の制御のためのセルと光学部材
3位	G03F7/039	フォトメカニカル法の感光材料のうち、光分解可能な高分子化合物のもの
3位	H01M10/40	化学的エネルギーを電気的エネルギーに直接変換するための方法または手段のうち、有機電解質をもつ二次電池

表6.22を見ると、本来「化学；冶金」を表すセクションCだけでなく、セクションG（物理学）やH（電気）など、様々なセクションの特許分類が各企業の上位分類として多く出現していることが分かる。これは、化学産業の特徴を表していると言える。化学産業は、医薬品などの完成品以外にも、衣服や電子機器に使われる素材やそれらの素材を製造する上で必要な基礎原料まで、様々な加工水準が含まれている。そのため、石油やガスなどの基礎原料に関する研究からそれらの加工品に関する研究、さらにはそれらの加工品を他産業の技術と組み合わせることによる新たな発明まで、非常に多くの技術要素を含む産業となる。従って、化学メーカーであるからといって必ずしもセクションCに関する研究のみを行っている訳ではなく、加工品を組み込もうとしている応用先の技術も含めて様々な技術要素に関する特許分類が見られる。また、表6.20をセクションレベルでみると、セクションCとセクションGが飛び抜けて多いことが分かる。セクションGは「物理学」であり、また表6.22からセクションGの中でも特に光学系に関する特許分類が多くみられることから、化学メーカーの加工品の応用先として光学系への応用が活発に行われていると推察する。

次に、クラスター分析の結果を考察する。図6.15から、大まかに1-4のグループと5-8のグループに分かれていることが分かる。これはそれぞれ、総合化学メーカーと専門化学メーカーを表している。この結果から、素材から加工品まで幅広く対象としている総合化学メー

カーと、一部に特化している専門化学メーカーでは、技術融合の特徴に何らかの違いがあることが分かる。そこで、具体的にどのような点で違いがあるのか、主成分分析を用いて考察を行う。

主成分分析による結果を図6.14に示す。主成分分析で使用した各特徴量の主成分分析への寄与率を表6.23に示す。なお、主成分の累積寄与率は、第二主成分までで0.80のため、第二主成分までを分析対象とする。

表6.23 各特徴量の主成分への寄与率

	第一主成分	第二主成分
密度	-0.398	0.135
平均パス長	0.127	-0.553
入次数75%値	0.238	0.376
出次数75%値	0.139	0.339
媒介中心性75%値	0.412	-0.031
アークの重み75%値	0.347	0.287
入次数の標準偏差	-0.384	0.258
出次数の標準偏差	-0.391	0.250
媒介中心性の標準偏差	-0.396	-0.200
アークの重みの標準偏差	0.044	0.409

図6.14を見ると、クラスター分析の結果とは異なり、必ずしも1-4と5-8のグループに分かれるとは判断できない。ただし、対象ネットワークを比較する上でより重要な意味を持つ第一主成分に限定して見ると、1-4は第一主成分が大きく、5-8は小さいと明確に分割することが可能となる。表6.23より、入出次数と媒介中心性の標準偏差と密度が第一主成分の減少に寄与し、媒介中心性とアークの重みの75%値が第一主成分の増加に寄与する。

この結果より、総合化学メーカーは、専門化学メーカーと比べて媒介中心性やアークの重みが全体的に大きく、入出次数や媒介中心性の標準偏差や密度は小さいことが分かる。これは、特定の技術要素、あるいは技術要素の組み合わせのみに集中して研究開発を行うこと無く、幅広い技術要素を対象として偏りが少なくバランスよく研究開発を行っていることを示唆する。また、媒介中心性も高く標準偏差も低い傾向があることから、技術融合型の研究開発を行う際の核技術と関連技術の組み合わせも双方向に行われていることが推察される。これらの結果は、総合化学メーカーとして、基礎原料から加工品まで幅広く対象としている企業という特徴を考えると妥当な結果を得たと考えられる。

一方、専門化学メーカーは総合化学メーカーとは反対の特徴を持つ。入出次数、媒介中心性の標準偏差が高い傾向があることから、研究開発において特定の核となる技術要素が存在し、その技術要素を中心として他の技術要素との融合型研究が行われていると予想される。また、特定の技術要素に研究開発が集中していることから、全体的には個々の技術要素の研究開発の頻度や組み合わせの異なり数は小さくなっていると考えられる。それらの結果は、主成分分析の結果だけでなく、図6.19のノードの出現頻度の標準偏差が専門化

学メーカーは高いことから推察される。また密度はその性質上、ノード数に大きく影響される指標のため、専門化学メーカーの密度が比較的高いのは、研究開発の対象としている技術要素数が総合化学メーカーと比べて少ないためと考えられ、我々が抱いていた感覚と同じ妥当な結果を得た。

今回の化学メーカーを対象とした調査から、化学産業の特徴と言われてきた対象とする技術要素や関連技術が多様であることを、定量的な手法を用いて明らかにすることができた。また、総合化学メーカーと専門化学メーカーの比較を行うことで、対象とする技術領域の違いによる技術融合型の研究開発傾向の違いを明らかにした。特に、専門化学メーカーに関する結果は、ある特定の領域に特化する専門メーカーとして妥当な結果を示しており、化学メーカーのみでなく、他のあらゆる産業における専門メーカー全体の特徴ではないかと推察される。今後、他産業についても同様の比較を行うことで、産業に関わらない総合メーカーと専門メーカーの技術融合傾向の違いを検証が可能となるだろう。

7. 考察

前章までで行った技術動向調査タスクをもとに、提案手法の有用性や問題点、今後の方向性について検討を加える。

7.1 手法の有用性

本研究の提案手法により、技術要素同士の融合頻度や融合関係の集中度、技術要素の中心性等の技術融合の構造に着目した技術動向調査を可能とした。特に、技術融合という観点からみて重要な技術要素の特定や、調査対象内における技術融合型研究の集中や多様性を把握することが新たに可能となった。コリレーションマップを代表に、特許分類の共起に基づく技術要素間の関連の深さを明らかにする手法は存在するが、これらは特定の特許分類を選び出し、その特許分類の一対一の共起頻度を明らかにするに留まる。これでは、他の特許分類間の共起頻度を明らかにするには別のコリレーションマップを作成せねばならず大規模な調査を行う場合、現実的とは言えない。また、そもそも特定の特許分類の選択基準も特許分類の出現頻度の高さに依るところが多く、特許分類の出現頻度の高いものが必ずしも技術融合の観点から見て重要とは言えないことから、技術融合型の研究開発にとって重要な特許分類を選択しているとはいいがたい。

本研究の提案手法は、上記従来手法の問題点を改善する。特許分類の共起をもとにしたネットワークを作成することで、対象とする特許情報に付与された特許分類を一つの大きな構造体として捉える。ネットワークは全ての特許分類間の共起頻度の情報を一つのネットワークに内包するため、特許分類の共起頻度のランキングの作成も容易になり、上位の組み合わせを対象として重点的に考察を加えることが可能となる。また、ネットワークの中から特定の技術要素に着目し重点的に調査を行う際には、ネットワーク分析の各種中心性尺度を用いることで、技術融合の観点から見た重要な特許分類を選択することが可能となる。上記のように、本研究の提案手法によって、技術融合という側面を従来より広く深く調査分析することが可能となる。

7.2 手法の妥当性

提案手法は、いくつかの前提条件や本研究で採用した立場・考え方が正しいという仮定の下で構築した(3.1参照)。これらの仮定は、それぞれ正しいであろうと判断できるだけの根拠を提示した。また、提案手法は、その前提条件から論理的に求めることのできる形で構築したため、仮定が正しいならば、手法自体の論理的な矛盾はなく、手法の構築に関する論理的な妥当性を主張する一根拠となる。

手法の妥当性には、手法の論理的な矛盾の有無の他に、手法によって得る結果や考察が妥当であるか検討する必要がある。その一つの方法として、従来の手法で行われた技術動向調査と同じデータを用いて、提案手法による調査の結果考察を行い、比較検討することが考えられる。ただし、提案手法は今まで観測が困難であった点に焦点を当てる手法であるため、本質的には動向調査の結果考察全てを対象として妥当性の検証を行うことは困難である。他の方法としては、科学技術史関連の資料を参考にしながら、提案手法が、科学技術史上の内容を示唆する結果を得ることが可能か検証する方法も考えられる。これらの資料は、定量的な技術動向調査とは異なり質的な内容を含む場合も多く、漠然とではある

が技術融合関連の記述が見られる可能性がある。それらの結果との比較も、結果の妥当性の検証を行う上で必要だと考えられる。

手法の妥当性の検証に関しては、上記のように問題も多く、今回対象とした期間のデータのみでは難しい。今後の課題として、調査期間を延ばしながら提案手法による技術動向調査の結果考察の妥当性を検証していく必要がある。

7.3 問題点・改良点

技術動向調査タスクを行う中で、提案手法の問題点・改良点がいくつか露見した。まず、ネットワークの各種特徴量を算出するために使用した指標の選択基準および技術融合ネットワークにおける指標の解釈のより厳密な明確化を行う必要がある。現時点では、媒介中心性などは技術融合ネットワークにおける媒介中心性の意味を明確に捉えきれていない部分がある。これは、技術要素同士の間接的なつながりに対してどのような解釈を行うかが明確化していないためであり、それらを明確化することで、より多くのネットワーク指標を選択することが可能となる。また、今回の技術動向調査タスクでは、大きな目的として、提案手法によって新たに分かることが何か、改善すべき点は何か、といったことを設定している。そのため、広くまんべんなく調査を行うために、技術動向調査タスクでは探索型の意味合いが強い調査分析となった。しかし、実際の技術動向調査では、ある特定の目的のために調査を行う場合も多く、その場合に採用される仮説検証型の技術動向調査を行う場合には、検証したい仮説に適した指標を採用することが重要となるため、指標の選択基準を明確化することも必要であると考えられる。

さらに、今後の改良点として、インデキシングコードの利用が挙げられる。特許分類には筆頭分類とその他の関連分類に分けられるとしていたが、さらに細かく分けると、関連分類には純粋な関連分類の他にインデキシングコードと呼ばれる分類も付与されることがある。インデキシングコードとは、技術主題についての情報の要素を特定するものである[50]。つまり、ある特定の特許分類に対してさらに詳細な具体例として限定する際に用いられるものである。したがって、インデキシングコードは、厳密には共起していても技術融合という側面を表すとは言いがたい。今回の提案手法では、おおまかに筆頭分類かそれ以外と二分して考えているので、当初の目的からずれることはなく問題とはならない。しかし、インデキシングコードの概念を提案手法に取り入れることによって、技術要素同士のネットワークと、技術要素とインデキシングコードのネットワークに分けて考えることができるようになる。これらのネットワークは、特許分類の共起の質的な意味が異なると考えられ、それぞれに異なる考察を加えることが可能となると期待される。

7.4 今後の方向性

今回の技術動向調査タスクやその中で露見した問題点や改良点から、本研究の今後の方向性を考える。まず最優先で行うべきことは、ネットワークの各種特徴量を算出するために使用した指標の選択基準および技術融合ネットワークにおける指標の解釈の明確化である。これは、提案手法で採用することのできる指標やそこから分かることを明らかにし、技術動向調査手法としての利用価値を明確に示す上で必要な作業である。また、それと同時に手法の妥当性の検証も行う必要がある。7.2で示した妥当性の主張はまだ甘く、調査結果が妥当な結果を示すことの検証を行う必要がある。その方法も、7.2で記述したものを候補として行う必要がある。

上記は、提案手法を完成させる上で必要な作業であるが、それとは別に、手法の有用性を高めるための研究も行う必要があると考える。その一つとして、技術融合の質的な意味のカテゴリ化が挙げられる。6.2.3や7.3でも触れているが、技術融合には様々な質的な意味が含まれていると考えられる。本研究では、漠然と技術融合という関係をもとに考察を行ったが、どのような意味で技術融合が行われているかが分かれば、より深い技術動向調査が可能となる。そのための基礎研究として、技術融合の意味のカテゴリ化は有効な手段であると考えられ、本研究と組み合わせることでより深い技術動向調査が可能になると期待される。

8. 結論

本研究では、技術動向調査の新たな手法として、技術融合型の研究開発に着目した手法を提案した。提案手法では、技術融合関係を特許文書に付与される特許分類の共起に基づいて抽出し、調査対象とする特許情報群から技術融合ネットワークを構築し、分析を行う。また、作成したネットワークに対して、主成分分析やクラスター分析を利用してそれらの特徴を可視化した。提案手法構築後は、その手法を用いていくつかの技術動向調査タスクを行い、提案手法の有用性や問題点、今後の研究の方向性を考える上で興味深い知見も得ることができた。

提案手法を利用した技術動向調査タスクでは、技術融合型の研究開発の頻度の増加やその特徴を明らかにするタスクや、企業別にネットワークを作成し、特定の業界の技術融合ネットワークの構造を明らかにするタスクを設定した。技術融合型の研究開発の頻度の増加やその特徴を明らかにするタスクでは、特許分類の各セクションを大まかな技術分野と捉え、技術分野ごとの比較もあわせて行った。調査分析の結果、従来から様々な動向調査や先行研究で言及されていた、技術融合型の研究開発の頻度が増す傾向が見られた。また、新たな知見として、技術融合の組み合わせが多様化していることを示唆する結果も得られた。さらに、主成分分析やクラスター分析の結果、技術分野間にネットワークの構造的特徴の違いが確認された。

企業別にネットワークを作成し、特定の業界の技術融合ネットワークの構造を明らかにする技術動向調査タスクでは、同じ業界内でも、製造する製品や関わる技術の異なると、技術融合ネットワークの構造的特徴に違いが生ずることが確認された。これらの技術動向調査の結果から、技術分野や必要となる技術要素の違いが、技術融合ネットワークの構造にも影響を与えていることが示唆された。また、その違いが技術融合のタイプの差異によるものとの仮説も立て、今後の研究の道筋を示した。

本研究では、近年重要性が増していると言われている技術融合型の研究開発に特化した新たな技術動向調査手法を提示した。今後は、提案手法の妥当性の検証や、利用した指標の解釈の明確化をはじめとして提案手法の完成を目指す。また、技術融合のタイプのカテゴリ化等による提案手法の有用性の向上も合わせて進めていく必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導、ご支援を頂いた全ての皆様に深く感謝いたします。指導教員の芳鐘冬樹先生による適切なお指導によって、本研究を完成させることができました。副指導教員の岩澤まり子先生からも、専門的な立場から助言をいただき、研究の深みを増すことができました。貴重なお時間を私へのご指導に割いてくださった両先生には深く感謝の意を表したいと思います。研究室の先輩である鈴木裕先輩からは、研究内容以外にも、修士論文を書き上げるまでの様々な助言もいただき、参考になりました。また、審査を快諾してくださった佐藤哲司先生にも深く感謝いたします。

また、研究の使用データを提供して頂いた国立情報学研究所、研究科の学友ならびに後輩の皆様にも深く感謝いたします。

参考文献

- [1]特許庁. 「技術分野別特許マップ」活用ガイドブック. 特許庁, 2000, 32p.
- [2]Kodama,F. Emerging Patterns of Innovation Sources of Japan's Technological Edge. Harvard Business Press, 1995, 336p (The Management of Innovation and Change Series) .
- [3]阪ら. サイエンスマップ2008 論文データベース分析 (2003年から2008年) による注目される研究領域の動向調査. 科学技術基盤調査研究室, 2010, NISTEP PROJECT No.139
- [4]特許庁. 戦略的な知的財産管理に向けて 技術経営力を高めるために 知財戦略事例集. 経済産業調査会, 2007, 388p.
- [5]特許庁. 平成23年度特許出願動向調査報告書-マクロ調査-. 特許庁, 2012, 832p.
- [6]特許庁. 平成23年度特許出願技術動向調査 意匠・商標出願動向調査 知的財産活動調査報告書 CD-ROM. 特許庁, 2012.
- [7] 金間大介. 『技術予測-未来を展望する方法論』. 大学教育出版, 2011, 184p.
- [8]特許庁. 平成18年度特許出願技術動向調査報告書 ナノテクノロジーの応用-カーボンナノチューブ、光半導体、走査型プローブ顕微鏡- (要約版) . 特許庁, 2007, 44p.
- [9]横断型基幹科学技術研究団体連合. 分野横断型科学技術アカデミック・ロードマップ報告書. 横断型基幹科学技術研究団体連合, 2009, 245p.
- [10]特許庁. ”特許庁任期付職員 (特許審査官補) 採用”. 特許庁. http://www.jpo.go.jp/shoukai/saiyou/pdf/2014ninkitsuki/2014ninkitsuki_pamph.pdf, (2014-01-08) .
- [11]“特許法”. 特許法. <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S34/S34HO121.html>, (2014-01-08).
- [12]特許庁. 産業財産権標準テキスト[特許編]. 独立行政法人 工業所有権情報・研修館, 2010, 204p.
- [13]特許庁. 特許行政年次報告書2012年版～グローバルな知的財産システムの実現に向けた競争と協調～. 特許庁, 2012, 253p.
- [14]特許庁. 国際特許分類指針 (2011年バージョン) . 特許庁, 2011, 45p.

[15]特許庁. 平成19年度知的財産権制度説明会（実務者向け）テキスト 国際特許分類IPC 第8版. 特許庁, 2007, 38p.

[16]特許庁. “特許法等の一部を改正する法律（平成14年4月17日法律第24号）”. 特許庁. http://www.jpo.go.jp/cgi/link.cgi?url=/torikumi/kaisei/kaisei2/houkaisei_h140417.htm, (2013-01-6).

[17]特許庁. ” 明細書の作成方法”. 特許庁. http://www.jpo.go.jp/shiryou/kijun/kijun2/pdf/syutugan_tetuzuki/02_03.pdf, (2013-01-6).

[18]“欧州特許制度”. 外国産業財産権侵害対策等支援事業. <http://www.iprsupport-jpo.go.jp/miniguide/pdf2/epo.html>, (2013-01-6).

[19]特許庁. “第30回三極特許庁長官会合等の結果報告”. 経済産業省. <http://www.meti.go.jp/press/2012/11/20121116003/20121116003-1.pdf>, (2013-01-6).

[20]特許庁. “第4回五大特許庁長官会合の結果について”. 経済産業省. <http://www.meti.go.jp/press/2011/06/20110624006/20110624006.pdf>, (2013-01-6).

[21]新井喜美雄. パテントマップの全知識. 株式会社パテントテック社, 2009（パテントマップシリーズ）

[22]岩田拓真, 寺澤廣一, 長谷川克也, 影山和郎. 産学連携共同研究の創出過程の分析—東京大学のProprius21を事例として—. 研究技術計画. 2010, vol.25, no.3, p.342-351.

[23]柴田直樹. 急進的イノベーションの早期発見の方法論に関する研究. 東京大学, 2008, 博士論文.

[24]Naoki Shibata. Detecting emerging research fronts based on topological measures in citation networks of scientific publications

[25]Fleming, L., & Sorenson, O. (2004). Science As a Map In Technological Search. Strategic Management Journal. 2004, vol.25, no.8-9, p.909-928.

[26]Sorenson, O., & Fleming, L. (2004)Science and the diffusion of knowledge. Research Policy. 2004, vol.33, no.10, p.1615-1634.

[27]H.Small. Tracking and predicting growth areas in science. Scientometrics. 2006, vol.68, no.3, p.595-610.

[28]藤田桂英、梶川裕也、森純一郎、坂田一郎. 重み付き引用ネットワーク解析における新興論文群の発見. 情報知識学会誌. 2012, vol.22, no.2, p.144-149.

- [29]Prediction of emerging technologies based on analysis of the US patent citation network. *Scientometrics*. 2013, vol.95, no.1, p.225-242.
- [30]高橋昭公. 特許情報の効率的なマクロ解析手法の検討. *情報の科学と技術*. 2002, Vol.52, No.2, p.100-106.
- [31]山下佳之. テキストマイニング技術の特許分析・特許検索実務への活用 特許検索・分析サービス「パテント・インテグレーション」. *情報管理*, 2010, Vol.52, No.10, p.581-591.
- [32]安藤俊幸. テキストマイニングと統計解析言語Rによる特許情報の可視化. *情報管理*, 2009, Vol.52, No.1.
- [33]Garfield. Historiographic Mapping of Knowledge Domains Literature. *Journal of Information Science*. 2004, vol.30, no.2, p.119-145.
- [34]Katy Börner, Chaomei Chen, & Kevin Boyack. Visualizing Knowledge domains. *Annual Review of Information Science & Technology*. 2003, vol.37, p.179-255
- [35]軸屋祐太, 高橋正子. "IPC分類を用いた分野別出願を考慮した技術的距離～技術的距離による特許評価手法の提案～". *日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集*, 東京, 2011-03-17/18, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, 2011, p.106-107.
- [36]鹿島、柴田直樹、坂田一郎、渡部俊也 比戸将平、坪井祐太、田島玲、上野剛史. "特許の質の予測モデリング～機械学習とテキストマイニングによるアプローチ～". *機械学習研究*[Japanese]. <http://www.geocities.co.jp/Technopolis/5893/publications.html>, (2014-01-08) .
- [37]Si Hyung Joo, Yeonbae Kim. Measuring relatedness between technological fields. *Scientometrics*. 2010, vol.83, no.2, p.435-454
- [38]Loet Leydesdorff. Patent Classifications as Indicators of Intellectual Organization. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 2008, vol. 59, no.10, p.1582-1597.
- [39]Olof Ejermo. Patent Diversity as a Predictor of Regional Innovativeness in Sweden. CESPRI working paper no. 140. 2003, 943181, 42p.
- [40]鈴木ら. "特許データを利用した、燃料電池分野における技術進展の定量測定に関する試み". *情報処理学会研究報告*. 一般社団法人情報処理学会, 2008, p.9-16.

[41]特許庁. ”産業用ロボット”. 経済産業省 特許庁. http://www.jpo.go.jp/shiryou/s_sonota/map/kikai08/0/0-4.htm , (2014-01-07) .

[42]Wouter De Nooy, Andrej Mrvar, Vladimir Batagelj. Pajekを活用した社会ネットワーク分析. 東京電機大学出版局, 2009, 496p.

[43]鈴木努. ネットワーク分析. 共立出版, 2009, 178p. (Rで学ぶデータサイエンス, 8)

[44]金明哲. Rによるデータサイエンス. 森北出版, 2007, 320p.

[58]NTCIR. ”NTCIR Project NTCIR-7 Patent Mining (特許マイニング) テストコレクション データ利用手続き (研究目的用)”. NTCIR. <http://research.nii.ac.jp/ntcir/permission/ntcir-7/perm-ja-PATMN.html>, (2014-01-07) .

[46]鈴木裕. 特許間引用のカテゴリ化:被引用計測の精緻化に向けて. 筑波大学, 2013, 修士論文.

[47]日経産業新聞. 日系市場占有率93-99. 日本経済新聞出版社, 1993-1999.

[48]インパテック株式会社. 特許情報分析(パテントマップ)から見た自動車メーカーにおける非自動車関連技術に関する技術開発実態分析調査報告書. パテントテック社, 2009, 296p.

[49]みずほコーポレート銀行発行. みずほ産業調査 我が国化学産業の現状と課題. みずほコーポレート銀行, ISSN 1347-3573, 203p.

[50]特許庁. 平成24年度知的財産権制度説明会 (実務者向け) テキスト 特許分類の概要とそれらを用いた先行技術文献調査. 特許庁, 2012, 104p.