

Discussion Paper Series

RIEB

Kobe University

DP2011-J04

知識基盤の構造が組織の知的成果にあたる
影響：液晶ディスプレイ産業の実証分析

松本 陽一

2012年3月1日改訂



神戸大学 経済経営研究所

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 2-1

知識基盤の構造が組織の知的成果に与える影響：
液晶ディスプレイ産業の実証分析¹

松本陽一

論文要旨

企業が他社との競争で優位にたつためには、何らかの差別性をもたなければならない。そのひとつの要因として多くの研究が蓄積されてきたのが、組織のもつ資源に着目した資源ベースの企業論であり、とりわけ近年では、資源のひとつである知識に着目する研究が盛んになっている。多くの研究者が知識基盤を構成する個々の知識要素に着目し、それと組織の成果との関係を明らかにしてきた。それに対して、Yayavaram and Ahuja (2008) は組織の知識基盤の構造を分析し、それが組織の知的成果に影響することを示した。ここで言う構造とは、知識基盤を構成する各要素間のつながり方で記述される全体の性質である。彼らの研究は画期的な成果だが、個々の知識要素の異質性 (heterogeneity) を考慮していない。知識要素の異質性が大きいほど、それを統合して新たな発明を成し遂げる難しさは増すはずである。液晶ディスプレイを対象とする分析によって、①知識基盤を構成する要素のうち異質性が相対的に高い要素が強く結びつけられた構造をもつほど組織全体のパフォーマンスにとってプラスである、②異質性が極めて高い知識要素同士が結びつく割合が増えると、発明の平均的な質にはプラスの効果をもつが、③発明の数にはマイナスの効果をもつ、という3点を明らかにした。

1. はじめに

企業が他社との競争で優位にたつためには、何らかの差別性をもたなければならない。そのひとつの要因として多くの研究が蓄積されてきたのが、組織のもつ資源に着目した資源ベースの企業論 (resource based view of the firm) であり、とりわけ近年では、資源のひとつである知識に着目する knowledge-based view of the firm の研究が盛んになっている (e. g., Mowery et al. 1996; Grant 1996; Conner and Praharad 1996;

¹ 本稿の改訂にあたり、延岡健太郎、榊原清則、鈴木潤、辻本将晴、小笠原敦、佐久間啓、小倉都、の諸氏から貴重なコメントを頂戴しました。ここに記して御礼申し上げます。これは科研費 (22330123) の成果の一部である。

Kogut and Zander 1992)。組織が蓄積している知識が、その組織の知的生産活動のパフォーマンスを左右するとして、関係する次元と成果との影響関係がさまざまな研究者によって検討されている (e. g., Yayavaram and Ahuja 2008; Taylor and Greve 2006; Ahuja and Katila 2001; Fleming 2001; Lane and Lubatkin 1998; Mowery et al. 1996)。

多くの研究者によって行われてきたのが、組織の知識基盤を構成する要素の影響を検討した研究である。組織がもつ知識基盤が大きいほど、その知的成果は向上する (Pakes and Griliches 1984; Henderson and Cockburn 1996)。また、精通した知識要素同士の組み合わせを洗練させたり変更したりすることは、その発明の成果を高める (Fleming 2001)。これは組織が精通した知識要素によって構成される大きな知識基盤をもつことが発明の成果を高めることを暗示している。ただし、同じ要素の組み合わせで発明しつづけると、その成果は低下する (Fleming 2001)。それだけでなく、知識基盤の規模は企業の買収の成果にも関わっている。買収される企業の知識基盤の絶対的な大きさは買収後の発明のパフォーマンスと正の関係にあるが、それと買収する企業との知識基盤の大きさの差は負の関係にある (Ahuja and Katila 2001)。また、広い知識基盤をもっていると外部の知識を探索する能力も高まる (Brusoni et al. 2001; March 1991)。大きさだけでなく、知識要素の性質が知的成果に及ぼす効果についての検討もすすんでいる。企業がアライアンスを結ぶ時に、アライアンス以前の組織間の知識基盤の重複度が高いと、アライアンスによる技術ケイパビリティの吸収が促進される (Mowery et al. 1996)。また、組織の知識基盤をディシプリンがよって立つ伝統や技術に関する一般的な理解を意味する「基礎知識」とそれ以外の「特殊知識」に分類すると、学ぶ側の組織の基礎知識と教える側の組織の知識基盤との関連性が強いと学習が促進される (Lane and Lubatkin 1998)。この研究はバイオ関連企業を対象としており、そこでの基礎知識とはバイオ化学を、特殊知識とはそれ以外のたとえば神経学 (neurology) や内分泌学 (endocrinology) などを指す。

ほとんどの研究は知識基盤を要素の集合であると見なして、その要素を分析対象としてきた。要素の数によって測られる知識基盤の規模や、その要素の特性、具体的にはある組織がもつ知識要素の他の組織との類似度など、が組織の知的パフォーマンスに与える影響を明らかにしてきた。それに対して知識基盤の構造がもつ知的成果への影響を示したのが Yayavaram and Ahuja (2008) である。ここで「構造」と呼んでいるのは、異なる知識要素がひとつにまとめられるか、それとも異なるクラスターとされるのかという、要素のつながり方によって記述されるものである。たとえば半導体について考え

るとき、材料にシリコン、アーキテクチャに CMOS という組み合わせを当然のことだと見なす場合がある一方で、材料とアーキテクチャとに何を用いるかを別々に決める場合もある。2つの知識要素について、問題解決の意思決定者は、その知識を特定の組み合わせによる1つのまとまりとして考えるか、あるいはそれぞれを独立して考慮する。2つの知識を同時に考慮した方が良いのか、それとも別々に考えるべきかという判断には、そのどちらがよりふさわしいかという組織の認識が関わっている。2つのコンポーネントを同時に考慮するというのは、2つの間に技術面で強い相互依存関係が必ず存在しているということではなく、その2つを合わせて1つのかたまり (chunk) として考えるという人間の意思決定の問題である (Simon 1996)。

どうい知識要素をつなぐかという判断が人間の認識によるものだとして、それに違いが生まれる理由には、組織記憶 (Walsh and Ungson 1991; Moorman and Miner 1997)、ルーティンに埋め込まれた組織の知識構造 (Nelson and Winter 1982)、コミュニケーションのパターン (Allen 1977; Henderson and Clark 1990)、信念、組織構造 (公式、非公式を含む) などが関わっている。これらは組織における情報の経路 (pathways of information) を左右し、どうい知識に関心を持ち、どうい知識を無視するか、どうい知識間の結びつきが正当性をもち、どうい結びつきは持たないかを決める。ルーティンは情報検索の方法を規定し、部門間の情報のやりとりの方法を決める。同様に、公式か非公式かを問わず、組織には個人間や部門間で情報をやりとりする経路がある (Allen 1977)。こうした個人や部門間の情報交換のルートによって、どうい知識とどうい知識とが結びつきやすいかが決まる。また、どうい技術はこうあるべきだという信念も、知識要素の結びつき方に影響する。これらの要因は、どれかひとつだけが影響するというのではなく、それぞれが組織における情報の流れを変え、知識基盤の構造に何らかの影響をもつ (Yayavaram and Ahuja 2008, pp.337-338)。

たとえ全く同じ知識要素からなる知識基盤をもつ組織であっても、要素間のつながり方には違いがあり、結果的に知識基盤に違いが生じるはずだというのが、Yayavaram and Ahuja (2008) の主張のポイントである。半導体技術を対象とする実証研究から、彼らは知識要素のつながり方で測った知識基盤の構造には組織ごとに違いがあることを明らかにし、知識基盤の準分解可能性の程度 (level of decomposability) が組織の知的成果 (knowledge-related outcomes) に影響することを示した。具体的に言うと、知識基盤を構成する知識要素全体のつながりの密度は中程度であることが望ましく、それが高すぎても低すぎても良くない。

組織の知識基盤がその知的パフォーマンスに与える影響について、多くの研究が積

み重ねられてきた。知識基盤の規模、その構成要素の性質、という2つの側面は中心的な研究対象である。それに対して Yayavaram and Ahuja (2008) は構成要素間のつながり方が組織のパフォーマンスに影響することを示した。これは画期的な成果であり、他に例を見ない貢献なので、今後さらに検討する余地が多く残されている。構成要素に関する過去の研究との対比で言えば、要素間のつながりの程度ではなく、どのようなつながり方がどういう影響を及ぼすのかという、構造の「性質」に関わる分析は有力な研究分野である。そこで本研究は、知識要素間のつながりで捉える知識基盤の構造のどのような特性が組織の知的成果にいかなる影響を与えるのか、を問題とする。

2. 仮説

経済が持続的に成長し、その中で企業が競争力を保ち続けるためにはイノベーションが決定的に重要である。イノベーションとは既存のコンセプトや物理的な財 (physical materials) や力 (power) を異なる方法で再結合 (recombination) させることであり、既存の技術要素を組み合わせることで新しい技術を発明することだけでなく、技術と市場の新しい組み合わせや組織の革新など、さまざまな種類がある (Nelson and Winter 1982; Shumpeter 1934)。ここでは議論の単純化のために技術の発明に焦点を当てる。

知識基盤の構造の準分解可能性とパフォーマンス

発明をおこなう時、発明者はいったい何をしているのか。技術の歴史におけるひとつの代表例は発明を再結合プロセスとして見ることである (Fleming and Sorenson 2004, pp.910-911)。この見方によれば発明者が行っているのは技術的な要素の新しい組み合わせを探ることや (Weitzman 1996; Basalla 1988; Nelson and Winter 1982)、既存の組み合わせの再設定 (Henderson and Clark 1990) である。ここで技術的要素と呼んでいるのは発明を成し遂げるのに発明者が使う知識 (knowledge) やものごと (matter) の基本的な塊 (bits) のことである。知識要素がつなぎ合わせられることによって、発明は大きな価値を生み出す (Sosa 2011; Shane 2000; Galunic and Rodan 1998; Hargadon and Sutton 1997; DiMaggio 1992)。ベルが発明した電話は磁石とコイル、鉄の振動板、ゴムパッド、ワイヤによってできていたし (Challoner 2009)、パソコンのように分かりやすい例 (CPU とマザーボード、ストレージ、メモリー、ディスプレイ、画像処理プロセッサなどの組み合わせでできている) から、ナイロンのようにそうとは見えないものまで、非常に多くの発明が異なる知識要素を組み合わせることで成

し遂げられた (Fleming and Sorenson 2004)。発明を既存の要素のより良い組み合わせの探索プロセスであるとするのは、イノベーションに関する伝統的な見方である (e. g., Gilfillan 1935; Schumpeter 1934; Fleming and Sorenson 2004)。

発明を実現するために発明者や組織は技術的なアイデアの創造と再結合を目指した探索を行う。組織の知識基盤がもつ知識要素の多様性が増すと、この再結合の潜在的な組み合わせの数が増える。多様な知識要素にアクセスすることができるので、大きな知識基盤をもつ組織は、それだけ多くの結合候補の中からより良い組み合わせを探ることができる。組織がもつ最も重要な能力のひとつは、個々に特化された知識を統合することにある (Grant 1996)。知識基盤が大きいということは、これを発揮するポテンシャルが大きいということである。すでに多くの研究者が知識要素の多さと組織の知的生産の成果との関係を分析している (e. g., Ahuja and Katila 2001; Fleming 2001; Lane and Lubatkin 1998; Mowery et al. 1996)。

一連の研究が知識基盤の要素を問題としてきたのに対して、Yayavaram and Ahuja (2008) は、そのつながり方の密度を問題として取り上げた。この「密度」とは、知識基盤を構成する各要素がそれぞれ関連するものとしてひとまとまりに結びつけられて認識される程度のことである。それに着目すると知識基盤を大別3つに類型化することができる。第1に、各要素全てが独立したものとして認識されるもの (**highly decomposable knowledgebase**)、第2に、いくつかの要素間は強く結びついており、それ以外の要素間との結びつきは相対的に弱いために、強く結びついた要素で成り立ついくつかのクラスターを確認できると同時に、そのクラスター間に弱い結びつきがあるもの (**nearly decomposable knowledgebase**)、第3に、要素全てが強く結びついており、同じクラスターに属するものとそうでないものとで構成要素を区別できないもの (**non-decomposable or integrated structure**)、である。それぞれの要素間に技術的な相互依存関係が存在するのとは異なり、ここで複数の知識要素をひとまとまりのものとして考えた方が良いか否かは人の意思決定の問題である (Simon 1996)。したがって、たとえ技術的あるいは自然法則から生じる知識要素間の相互依存関係が同じであっても、どの要素をまとめてひとつのクラスターとして処理するかという判断には、組織ごとに違いが生じる。

準分解可能性については、製品アーキテクチャや組織構造の分析で頻繁に取り上げられてきた。しかしながら、それらと知識構造とは、準分解可能性が及ぼす影響に関して注目する内容が異なる。たとえば製品において準分解可能性はひとつのモジュールから他のモジュールへの波及効果 (**ripple effect**) を防ぐものとして考えられている。準

分解可能な構造をもつ場合、あるモジュール内の変化は、短期的には他のモジュールに影響を与えない。したがって各モジュールが独立して進化することができる (Sanchez and Mahony 1996; Sanchez 1999)。それに対して、知識構造の場合、波及効果は望ましい。というのも、それがイノベーションを促すからである。

有用性の高い発明はしばしば特化による深い知識と、広い探索による多様性との組み合わせによって生み出される (Katila and Ahuja 2002; Gupta et al. 2006)。Non-decomposable knowledge bases では、ある要素の追加や変更、削除を検討する時に、その変化によって生じる他の要素全てに対する影響をいちいち考慮しなければならない。それは何かの変化を受け入れられるかどうかを決める際に考えなければならない要素を著しく増加させる。したがって、non-decomposable knowledge-base をもつ企業は適正化されている現状を変えることを好まず、広く探索活動することを躊躇する。それに対して、nearly decomposable knowledge-base をもつ企業では、全体の知識基盤はいくつかのクラスターに分割されており、ある要素の変化は短期的には異なるクラスターに影響を及ぼさない。企業はすべての要素を一度に考慮して互いの影響関係を考える必要がない。そのため要素の追加や変更、削除に対する障害が少なくなり、さまざまな試みが容易になる。そして、いったん何らかの要素に変化があり、それがクラスター内の変化に結びついた時には、それによる影響が他のクラスターに及ぶか否かを検討する。こうして適用行動がすべてのクラスターに波及していく。変化を受け入れられる閾値が下がることで、near-decomposability は企業が現在の最適状態 (locally optimal) から次の最適状態へと移行することを容易にする。また、ある知識要素について考慮しているときには、異なるクラスターのことを考慮しなくてすむので、near-decomposability は探索を簡略化する。しかしながら、decomposability の程度が高まりすぎて、完全に decomposable になると、問題が生じる。この場合、各クラスターは完全に独立した存在になり、その間の調整機能がなくなってしまうので、特定のクラスターにおける変化が他のクラスターの変化を必要とする場合に、それをうまく処理できなくなる。クラスター間の調整機能が存在しない場合、あるクラスターの変化が他のクラスターの変化を必要としても、技術者がそれに気づかない。波及効果が生じないために他のクラスターに関する発明の機会を失ったり、他のクラスターに破滅的な影響を与えうる変化を止める機能が働かなかったりする。そのため、知識基盤が near-decomposability という特徴をもつときに、その組織の知的パフォーマンスは最も高くなる (Yayavaram and Ahuja 2008, pp.339-342)。

知識要素間の違いの大きさとパフォーマンス

組織の知識基盤を扱った過去の研究は大別すると 2 つに分けることができる。第 1 に、その多様性を論じたものがあり、これは知識基盤の構成要素の数の多さを問題としてきた。第 2 に、構成要素の性質を論じたものがあり、これは何かと比べて当の知識基盤が似ているかどうかといったことが問題とされてきた。Yayavaram and Ahuja (2008) は知識要素間のつながりの強さという知識基盤の構造を問題としたという点で過去の研究とは全く異なる画期的な試みであるけれども、どれだけの知識要素が結びつけられているのかによって構造を操作化しており、多様性をつながれる要素の数で考えている点では既存研究における第 1 のパターンの研究と同じ考え方を有している。つまり、個々の構成要素間の性質の違いを考慮していない。しかしながら、非常に似た 2 つの要素をまとめて 1 つとして考えるのと、全く異なる 2 つの要素をまとめて 1 つとして考えるのでは、同じように 2 つの要素をまとめて 1 つとして考えると言っても、実態は異なるはずである。たとえばアメリカ人とカナダ人とで構成される組織や、日本人と中国人とで構成される組織よりも、アメリカ人とカナダ人と日本人と中国人とで構成される組織の方が多様性に富むのは明らかである。それに対して、冒頭の 2 つの組織よりも、アメリカ人と中国人とで構成される組織や、カナダ人と日本人とで構成される組織の方が、構成員が背景とする文化の違いが大きいという意味で多様である。これを言い換えると、4 つの国民は、それぞれの国民として分類可能なだけでなく、北米、東アジアという 2 つの地域の住民としても分類できるということである。

同じように、ある視点で見れば異なる知識要素間であっても、それぞれの知識要素間の違いの程度には差がある。ある知識要素を理解するためには、その基盤となる知識(基礎知識)を十分に蓄積する必要がある(Cohen and Levinthal 1990; Lane and Lubatkin 1998)。たとえ異なる分野に応用されるような知識要素であっても、この基盤を共有していれば、ひとつを理解することが他を理解する助けになる。反対に、同じ分野に応用されるような知識要素であっても、この基礎知識を共有していなければ、それぞれの知識要素を理解するために人は異なる基礎知識を持たなければならない。基礎知識を共有している 2 つの領域間では、一方を専門とする研究者が他方を理解するのは相対的に容易である(Elis 1965; Estes 1970; Bower and Hilgard 1981)。したがって、同じ基礎知識にもとづくような領域を専門とする研究者間のコミュニケーションは、共有していない研究者間よりも相対的に容易になる。また、基盤となる知識が同じならば、ひとりの卓越した個人が複数の領域の研究を担うことができるかもしれない。それに対して、知識要素の違いの程度が大きければ、分業によって特定の領域に特化することでより良

い成果を得ることができる (Allen 1977)。複雑な知識要素間の統合は特定の個人が担った方が組織として処理するよりも優れているものの (Clark and Fujimoto 1991; Taylor and Greve 2006)、人間の情報処理能力には限界がある (Simon 1956)。ひとかたまりの知識群として処理する知識要素間の違いが大きければ大きいほど、それらを統合するのは難しくなる。

発明を異なる要素の結合プロセスであるとするれば、様々な知識要素が結びつけられた知識基盤は発明にとって有利である。異なる分野の知識を統合することこそ、組織が市場に勝る強みである (Grant 1996)。知識基盤を構成する要素やその構造が同じであれば、似たような領域の知識要素が強く結びついた組織よりも、性質の異なる領域の知識要素が強く結びついた組織の方が、組織という仕組みの強みを発揮しやすい。ところが、結びつけられる知識要素の異質性が高くなることは、同時にそれを統合することの難易度を引き上げる。したがって、これに成功すれば他社との大きな違いを生み出すことができるものの、その難しさゆえに成功確率は低下する。以上のことから次の仮説を提起する。

H1a

相対的に異質度の高い知識要素間の結びつきが強い知識基盤ほど発明の数が多い。

H1b

非常に異質性の高い知識要素間のつながりが強まると発明の数は減少する。

H2a

相対的に異質度の高い知識要素間の結びつきが強い知識基盤ほど発明の平均的な質を向上させる。

H2b

非常に異質性の高い知識要素間のつながりが強まると発明の平均的な質は向上する。

組織の知的パフォーマンスが発明の数と質によって決まるとすれば、同質的な知識要素間のつながりを強くもつよりも、異質な知識要素間のつながりを強くもつ方が、全体としてのパフォーマンスは高いはずである。ところが、その異質性が高まりすぎると組織の知的パフォーマンスと知識要素間のつながりの強さとの明快な関係性は崩れてし

まう。これは知識要素間のつながりが知的パフォーマンスに寄与しなくなるからではなく、むしろ反対に高度に異質な知識要素間のつながりが強いほど組織の知的パフォーマンスに対する特定の効果が明快に現れるようになるからだというのが、これらの仮説が意味するところである。

3. 方法

本稿の分析対象は全世界の液晶ディスプレイ産業である。この産業を対象とするのはいくつかの理由がある。第1に、液晶ディスプレイは1970年代から電卓、腕時計、ラップトップパソコン用モニター、デスクトップパソコン用モニター、テレビ、と様々な用途への応用が進み、その間、研究開発は企業の競争力にとって重要な位置を占めていた。第2に、液晶ディスプレイを作るためには、液晶材料、その基板となる TFT (thin film transistor)、液晶の駆動装置 (driver)、偏光板、カラーフィルター、ガラス、バックライト、などのさまざまな部品が必要であり、その製造プロセスにも高度な技術が必要である。単一の製品でありながら様々な技術要素を必要とする液晶ディスプレイの特徴は、本研究の仮説を検証するために適当な分野だと考えられる。

実証分析に用いるデータは米国特許商標庁 (USPTO) に登録された特許と、その引用情報である。1976年以降に出願された特許データを利用しているが、後述するように本稿では知識基盤の構造指標を当該特許の出願年 (t 年) の前3年間分の特許集合によって算出しているため、成果の分析対象となる特許は1979年以降に出願されたものである。また、特許の出願から登録までに必要なタイムラグを考慮して、2002年出願の特許までを分析対象とする。特許の引用情報にはさまざまな限界がある (Griliches 1990)。たとえば産業や製品分野によって特許取得による占有可能性 (appropriability) は異なり (Levin et al. 1987)、技術の特許化や引用の比率には違いがある (Hall et al. 2001)。以下の分析は特定技術を対象としているため、この点は重大な問題とならない。

ここではトムソン・ロイターが提供する Thomson Innovation を利用し、液晶ディスプレイ関連技術として USPTO に出願、登録された全ての特許を抽出した (検索日: 2011年7月13日)。サンプルとして抽出したのは Thomson Innovation で提供されている Derwent World Patent Index によって「液晶ディスプレイ」の技術として同定されている特許である。8770件の関連特許を抽出し、その中から2002年までに提出された特許を分析対象とした。各特許には出願企業 (と発明人)、出願日、登録日、当該特許で引用されている文献 (特許、科学文献等)、その特許の技術分類 (米国分類、国際分

類)などが記載されている。以下の分析では特許の国際分類のうち後述する「サブクラス」を知識要素の単位とし、それと「クラス」「セクション」とを用いて知識要素間の違いの大きさを操作化する。つまり、同じサブクラスに属する知識要素よりも、異なるクラス間に属する知識要素のほうが要素間の違いが大きく、それよりも異なるセクション間に属するほうがさらに違いが大きいと考える。技術変化の激しい液晶ディスプレイの分野において特許取得は競争上重要である (Spencer 2003)。特許を取得していない企業は産業の中心的なプレイヤーではないものと見なして、この分析から除く。また、液晶ディスプレイのメーカーと、それ以外の、たとえば技術開発に特化した会社とでは特許取得の目的が異なると考えられることから、この分析では過去に液晶ディスプレイの製造を行ったことがあるか、あるいは子会社を設立して液晶ディスプレイの製造に関わったことのある会社に分析対象を限定した。この特定には新聞、雑誌、各社のアニュアルレポートを利用した。対象企業を表 1 に記す。

<表 1 を挿入>

変数

発明の有用性。発明の有用性は t 年に企業 j によって出願された特許が、特許検索時点 (2011 年 7 月 13 日) までに登録された他の特許に引用された回数を用いる。特許の被引用回数は特許の質をはかる主要な指標である (Yayavaram and Ahuja 2008; Hall et al. 2001; Harhoff et al. 1999)。他の特許に引用される回数が多いということは、それだけ技術の変化に大きな影響を及ぼしたということであり、その発明が社会的に強い影響をもつことを示唆している (Trajtenberg 1990)。ここでは過去の多くの研究と同様に、特許の被引用回数を発明の有用性の変数として用いる。従属変数は 3 つある。発明の平均的な成果として、ここでは被引用数の中央値をもちいる。発明の数は特許件数である。また、仮説を直接検証するわけではないものの、組織全体の知的パフォーマンスに対する知識基盤の構造の影響を見るために、これを t 年に企業 j が出願した特許の被引用件数の合計によって操作化する。

独立変数。本研究は企業 j の t 年の知識基盤を、その $t-3$ 年から $t-1$ 年間の特許ポートフォリオから算出する (Yayavaram and Ahuja 2008)。たとえば企業 j の t 年の知的生産の成果がサンプルに含まれている場合、この企業 j が $t-3$ 年から t 年まで連続して 4 年間、対象とする特許を毎年 1 件以上出願していることを意味する。液晶ディスプレイは企業の参入・退出と M&A が繰り返されてきた。これによって安定的に研究開発

を行っている企業のみが本研究の分析対象となる。

知識要素には特許の技術分類を用いる (Fleming and Sorenson 2001)。特許には、後の検索の目印として、その特許が何の技術領域に関わるものであるかを示す分類記号が付与される。これは1つの特許に1分類とは限らず、複数の技術分野をまたぐ発明であれば、その数だけ分類が付与される。分類には各国が独自に作成したもののほか、国際的に統一されたものがあり、ここでは後者を利用する。国際分類はセクション、クラス、サブクラス、メイングループ、サブグループという順に階層化されている。たとえば A01B 1/02 という特許分類であれば、A はセクション「生活必需品」、A01 はクラス「農業」、A01B はサブクラス「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、細部または付属具一般」、A01B 1/00 はそのうちメイングループ「手作業具」、A01B 0/02 は手作業具のうちサブグループ「鋤；ショベル」を意味する。ここではサブクラスを知識要素とする。本稿で用いたのは 2006 年 1 月発行版の国際分類である。

もしも二つの知識要素を組織がともに探索する、つまり、それらの要素がつなぎ合わせられていると組織に認識されているのであれば、組織はその二つを結びつけた発明を行うはずである。したがって、企業の知識基盤において二つの知識要素が結びつけられているか否かは、特許のポートフォリオを見ることで観察可能である (Yayavaram and Ahuja 2008)。ある特許がどのような技術分類に属するかという判断は、過去の技術蓄積によって明快であり、発明者によって引用される過去の関連特許と比べてバイアスが小さいと考えられる (Yayavaram and Ahuja 2008)。ある特許が複数のサブクラスを付与されている時に、それぞれの知識要素には結びつきが存在すると考える。そして知識基盤の中で技術分類が関連づけられて出願されているものを、ここでは知識経路とよぶ。

知識経路の算出にはアソシエーション分析を援用する。アソシエーション分析とは、小売店の POS (point of sales) データを利用して、ある商品を購入した顧客が、それと同時に購入する傾向が強い商品は何かを探り出す際にしばしば使われるデータマイニング手法である (Aggarwal and Yu 2002)。事象 A が発生した時に、それに伴って事象 B が発生することをアソシエーション・ルールと呼ぶ。事象 A も事象 B も頻繁に起こるほど良いとされ、アソシエーション・ルールを評価するための代表的な 3 つの指標がある。第 1 に信頼度 (confidence)。これは全データの中で A が起こる時に、B も起こる確率を表す。第 2 に支持度 (support)。これは全データの中で A が起こる確率と、信頼度の積である。第 3 に改善率 (lift)。これは信頼度を事象 B が起こる確率で割ったもので、事象 B が単独で起こる確率よりも事象 A と組み合わせられることで発生確

率がどれだけ改善するのかを表している。本研究では、この分析を実行するアルゴリズム「apriori」(Agrawal and Srikant 1994; Agrawal et al. 1993) を用いた統計解析環境 R のデータ解析パッケージ「arules」(Hahsler et al. 2005) を利用して、企業 j の t 年における知識基盤がもつ知識要素同士のアソシエーション・ルールを算出した。つながりの弱すぎる知識経路は外れ値と見なし、それを除外するために統計解析で一般的に用いられる有意水準にもとづいて信頼度 ≥ 0.01 、支持度 ≥ 0.01 、改善率 ≥ 1 という評価指標を用いた。

以上の手続きに基づいて、図 1 はシャープの、図 2 はサムスン電子の、それぞれ 2000 年の知識基盤の構造を例示した。縦軸と横軸は、それぞれ 1997 年から 1999 年にかけて両社が出願し、その後、登録された特許が含む技術分類のサブクラスのうち、件数がそれぞれの知識基盤全体の 1% を超えるものである。縦軸と横軸は同じサブクラスであり、このマトリックスは左上から右下をつなぐ対角線によって線対称である。本稿の方法で知識基盤を可視化することには Yayavaram and Ahuja (2008) のそれとは異なる利点がある。これによって、階層化された特許分類を利用して知識要素間の違いをいくつかの水準に分けられる。つまり、同じクラス内に属する知識要素間よりも、異なるクラス間に属する知識要素間の方が相対的に異質度の高い要素間のつながりであるといえるし、異なるセクション間なら、その異質性はさらに高いといえる。図 1 と図 2 で、同じクラスに属する要素間をむすぶ知識経路のマスは破線で、同じセクションに属する要素間をむすぶ知識経路のマスは実線で囲った。

<図 1 を挿入>

<図 2 を挿入>

シャープとサムスン電子の違いとしては、シャープの方がサムスン電子よりも知識要素が多く、中でも B23K、B26F、B32B、B65D といったセクション B「処理操作；運輸」に関わる技術が含まれることである。それぞれ B23K は「ハンダ付またはハンダ離脱；溶接；ハンダ付または溶接によるクラッドまたは被せ金；局部加熱による切断」、B26F は「穴あけ；押抜き；切抜；型抜；切断刃以外の手段による切断」、B32B は「積層体、すなわち平らなまたは平らでない形状の層から組み立てられた製品」、B65D は「物品または材料の保管または輸送用の容器；付属品、閉蓋具、またはその取付け；放送要素；包装体」である。これらの技術は大型パネルの運搬に関わっており、この図からは、シャープの方がサムスン電子よりも大型液晶パネルの製造に関する発明に熱心で

あったことが伺える。また、G02F と H01J の交点を見ると、シャープではそこに知識経路が存在しないのに対して、サムスン電子はそれが存在する。反対に G09G と G09F の交点を見ると、シャープではそこに知識経路が存在するが、サムスン電子はそれが無い。同じ時期に同じ領域の技術開発を行っていても組織によって知識経路は異なる。

アソシエーション・ルールの評価指標にもとづいて、一定の出現頻度を超えるペア（網掛けに相当）を知識経路とする。独立変数は、この知識経路に占めるクラス間を結ぶ経路の割合と、セクション間を結ぶ経路のそれである。

コントロール変数。図中のマス目の合計から、左上から右下の対角線に当たるマス目の数（つまりサブクラスの種類の数）を引き、2 で割ったのが、潜在的なサブクラスの組み合わせの数である。Yayavaram and Ahuja (2008) はネットワーク理論にもとづいて知識要素の結びつきの強さを操作化した。ネットワークにおける密度とは全要素の全ての結びつきの組み合わせのうち、実際につながっている結びつきの比率である (Prell 2011)。本稿では、この知識要素の組み合わせに占める知識経路（網掛け部分）の割合によって、知識経路の密度をコントロールする。

被引用数は発明の有用性とは独立に、技術分野ごとに異なる可能性がある。特許化されやすい分野や、そのとき注目を浴びている分野の技術であれば、そうではない分野の技術よりも引用される数が多いかもしれない。そのため、技術分野ごとに引用され易さを考慮する必要がある (Yayavaram and Ahuja 2008; Fleming and Sorenson 2001)。具体的には、まず元となった液晶ディスプレイ関連特許全てを対象に、特許の被引用回数の、各年、各クラスの平均値を計算した。そして企業 j の t 年出願特許が含むクラス全てを抽出し、それぞれの平均被引用回数と各クラスの出現回数の積の総和を計算した。ある特許が関連する技術領域が多ければ、その領域それぞれで引用される可能性があり、その分だけ被引用回数も多くなると考えられることから、この総和を技術コントロールとして用いる。

組織の技術開発がよってたつ知識基盤の規模が大きいほど、技術開発に多くの知識という資源を投入しており、成果に正の影響をおよぼすと考えられることから、知識基盤の大きさ (Ahuja and Katila 2001) をコントロールする。ただし、Ahuja and Katila (2001) では知識基盤が t 年の前 5 年間の出願特許と引用特許の種類なのに対して、本稿は知識基盤を t 年の前 3 年間としているため、この変数も 3 年間の特許ポートフォリオに基づいて算出した。

研究開発に投入する費用が大きければ、その分、探索プロセスに多くの資源を割くことが可能になり、良い成果を期待できる (Yayavaram and Ahuja 2008; Henderson and

Cockburn 1996)。したがって、液晶ディスプレイ開発に投入されている人やお金といった資源の違いをコントロールする必要がある。とはいえ液晶ディスプレイメーカーの多くは多角化企業であり、それらの研究開発費全体にしめる液晶ディスプレイの開発費の割合を知ることは困難である。また、液晶ディスプレイ関連の事業区分は企業ごとに異なり、その売り上げを企業間で比較することも難しい。そこで本稿では関連発明者数によって、研究開発に投入した資源の違いをコントロールする。具体的には、企業 j の t 年の特許の発明者をリストアップし、フルネームを用いて重複を排除した上で、その人数をもちいる。

知識基盤が異質性の高い知識要素で構成されていると、イノベーションの成果にとってプラスに働くはずである。また被引用変数であるクラス間、セクション間の知識経路比率は、それぞれ知識基盤が含むクラス数、セクション数によって変わる。それらが多いほど、クラス間やセクション間を結ぶ知識経路は多くなるだろう。そこで、知識基盤が含むクラス数、セクション数をコントロールする。

統計分析

被説明変数は特許の被引用件数と特許件数というカウントデータである。したがって負の二項分布回帰分析 (negative binomial regression analysis) とポワソン回帰分析の 2 つの方法が考えられるが、後者は分散と平均値とが等しいという前提条件を必要としており、表 2 から被説明変数それぞれの分散と平均値とは必ずしも等しいとは言えないことから、ここでは負の二項分布回帰分析を行う。以下、ランダム効果モデルの結果を記すが、固定効果モデルでも結果は同じである。ただし、モデル 6 については、係数の傾向は同じであるものの、固定効果では有意にならなかった。ハウスマン検定の結果、ランダム効果モデルの妥当性が高いため、他と同じようにモデル 6 もランダム効果モデルの結果を採用した。

<表 2 を挿入>

4. 結果

表 3 は仮説の検証結果を示している。モデル 1、モデル 4、モデル 7 はベースとなる結果である。モデル 2 ではモデル 1 にクラス間知識経路の比率を加えた。これは発明の数に対して正の関係にあるが有意ではない。モデル 5 ではモデル 4 にクラス間知識経路の比率を加えた。すると、これは組織の平均的な発明成果に正の効果をもつことが支持

された。モデル 8 では、モデル 7 にクラス間知識経路の比率を加えた。これは組織の知的パフォーマンスに対して正の関係にある。

つぎに、モデル 3 はモデル 1 のクラス数のかわりにセクション数をコントロール変数として入れ、それにセクション間知識経路の比率を加えた。発明数に対してこの変数は負の関係にあり、有意である。モデル 6 はモデル 4 のクラス数のかわりにセクション数を入れ、それにセクション間知識経路の比率を挿入した。結果として、これは組織の平均的な発明成果に正の効果をもち、有意である。モデル 9 はモデル 7 のクラス数にかえてセクション数を入れ、それにセクション間知識経路の比率を加えた。組織の知的パフォーマンスに対して、セクション間知識経路比率は正の関係にあるが、結果は有意ではない。

以上をまとめたのが表 4 である。クラス間知識経路の比率と特許件数との関係は有意ではなかった。したがって仮説 1a は支持されなかった。それに対して、セクション間知識経路の比率は特許件数と負の関係にあり、仮説 1b は支持された。また、クラス間知識経路の比率と被引用数の中央値とは正の関係にあり、有意だった。したがって、仮説 2a は支持された。セクション間知識経路の比率と被引用数の中央値とは正の関係にあり、仮説 2b は支持された。組織の知的パフォーマンスに対して、同じクラス内に属する要素間のつながりよりも、異なるクラス間の知識要素間のつながりが多い知識基盤をもつ組織の方が良い。ただし、異なるセクションに属する知識要素間の知識経路の割合が多いほど、組織の知的パフォーマンスに知識経路の結びつきが与える効果は見えにくくなる。セクションが異なるということは特許分類で見たときに知識要素間に最高度の異質性があるということである。その高度に異質な知識要素間の結びつきが強いほど発明数にとってはマイナスであり、発明の質にとってはプラスに働く。その 2 つの効果相殺されることで被引用件数全体に対する影響は明快に現れなくなる。

<表 3 を挿入>

<表 4 を挿入>

5. 結論と今後の展望

市場取引に勝る組織の強みは、異なる領域の知識を統合することにある (Grant 1996)。また、発明は既存の知識の新たな組み合わせを探索するプロセスである (Fleming and Sorenson 2004)。したがって、多様性に富む知識基盤をもつ組織ほど、

その知的パフォーマンスは高くなるはずである。これまで多くの研究者がその効果を検討してきた。それに対して、Yayavaram and Ahuja (2008) は組織の知識基盤の構造を分析対象とした。ここで言う構造とは、知識基盤を構成する個別要素がどのように結びつけられているかというものである。彼らの研究は知識基盤の構造が組織の知的パフォーマンスに影響するということを示した画期的な成果である。その一方で、そこでは個々の要素の多様性 (heterogeneity) を考慮していなかった。それに対して本稿は、構成要素間の違いを考慮し、それが大きいほど、知識要素を統合して新たな発明を成し遂げることの困難さは増すはずだという仮説を導出した。液晶ディスプレイを対象とする分析によって、①知識基盤を構成する要素間の異質性が相対的に高い要素同士の知識経路の割合が多いほど組織全体のパフォーマンスにとってプラスである、②異質性が極めて高い知識要素同士の知識経路の割合が増えると、発明の平均的な質にはプラスの効果をもつが、③発明の数にはマイナスの効果をもつ、という3点を明らかにした。

この発見事実は、対象とする事業領域や製品分野に応じて、企業は知識創造の異なるアプローチが必要であることを示している。たとえば、製薬業のように1つの特許が極めて大きな収益を生む分野がある。こういう分野においては、企業は発明数の減少を気にすることなく、社内外の多様な知識要素間が結びつくような方策が有効だろう。それとは反対に、エレクトロニクス機器のように、ひとつの発明で企業が他社との圧倒的な差別化を図るのは難しい分野がある。そういう産業においてはクロスライセンスが不可欠であり、そのためには1つの重要な発明を成し遂げるよりもむしろ、ある程度まとまった数の意味のある発明をもつことが重要かもしれない。こういう産業に属する企業の場合、いくら発明の質が向上すると言っても発明数が減るのは困る。そのため、様々な知識要素をもつ知識基盤を構築するのは良いとしても、どの程度まで異質性が高い知識要素間が結びつくような組織設計や研究者の人材マネジメントを行うべきかについて慎重な検討が必要になるだろう。また、実用化される前の段階の技術であれば、数多くの発明がなされるよりも、実用化に向けたブレイクスルーを必要としているかもしれない。そういう場合には、発明数の減少ということは気にせずに行える限り多様な知識要素間の結びつきを確保すべきかもしれない。

本研究の成果は単一の液晶ディスプレイという産業を対象にした結果であり、その頑健性の検討はさらに行わなければならない。他の分野において同じような関係性を観察できるかどうかは今後の重要な課題である。液晶ディスプレイはさまざまな部材が複雑に組み合わさって成り立っているし、さまざまな製品に応用されている。そうした特性が、高度に異質な知識要素間のつながりがもつ効果を高めている可能性がある。パソコ

ンのように部品を組み合わせれば成り立つ製品では異なる結果が出るかもしれない。かりに同じ傾向を観察できたとしても、どの程度まで要素間の異質性が高まると、知識経路の結びつきが質の上昇と数の低下を招くのかは、産業や製品分野によって異なるはずであり、それもまた今後の検討課題である。

本研究が抽出したデータにはバイアスが存在することも指摘しておかなければならない。ここで分析の対象としたのは液晶ディスプレイメーカーとして生産に携わったことのある企業である。これはサンプルの条件をそろえるために行った措置であるが、その意味においてサンプル企業の全てが成功者だといえる。液晶ディスプレイの生産に至らなかった企業を含む分析を行えば、異なる結果が出るのかもしれない。とはいえ、こうしたバイアスの存在は特許というデータ源に不可避のものだともいえる。特許とは成功した技術開発の成果である発明を対象とした情報だからだ。この種のバイアスは実証のために特許データを選択すると避けがたく、補完する別のデータ源を用いた研究が求められる。

組織の知識基盤をとりあげた過去の研究のほとんどが、要素の集合体として知識基盤を分析してきた。本研究の結果から、単に知識要素を分析するだけでなく知識基盤の構造が組織の知的パフォーマンスの良し悪しに影響することは明らかである。この観点にもとづいた研究にはさらに豊かな果実を得られる可能性がある。

References

Agrawal, R., T. Imielinski, A. Swami. 1993. Mining association rules between sets of items in large databases. *Proc. The 1993 ACM SIGMOD Int. Conf. Management Data*. 207-216.

Agrawal R. and R. Srikant. 1994. Fast algorithms for mining association rules. *Proc. 20th Int. Conf. Very Large Data Bases. VLDB*, Morgan Kaufmann, 12-15 September. 487-499.

Aggarwal, C. C., P. S. Yu. 2002. Finding localized associations in market basket data. *IEEE Trans. Knowledge Data Engi.* 14(1) 51-62.

Ahuja, G., R. Katila. 2001. Technological acquisitions and the innovation performance of acquiring firms: A longitudinal study. *Strategic Management J.* 22 197-220.

Allen, T. J. 1977. *Managing the flow of technology: Technology transfer and the dissemination of technological information within the R&D organization*. MIT Press: Cambridge, MA.

Bassalla, G. 1988. *The evolution of technology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Bower, G. H., E. R. Hilgard. 1981. *Theory of learning*. Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NJ.

Brusoni, S., A. Prencipe, K. Pavitt. 2001. Knowledge specialization, organizational coupling, and the boundaries of the firm: Why do firms know more than they make? *Admin. Sci. Quart.* 46 597-621.

Challoner, J. (ed.) 2009. *1001 inventions that changed the world*. Barron's Educational Series: NY.

Clark, K. B., T. Fujimoto. 1991. *Product development performance: strategy, organization, and management in the world auto industry*. Harvard Business School Press: Boston, MA.

Cohen, W., D. Levinthal. 1994. A fortune favors the prepared firm. *Management Sci.* **40** 227-251.

Conner, K. R., C. K. Prahalad. 1996. A resource-based theory of the firm: Knowledge versus opportunism. *Organ. Sci.* **7**(5) 477-501.

DiMaggio, P. 1992. Nadal's paradox revisited: Relational and cultural aspects of organizational structure. In *Networks and organizations: Structure, form, and action*. N. Nohria, R. G. Eccles, eds. Harvard Business School Press, Boston, MA.

Ellis, H. C. 1965. *The transfer of learning*. MacMilan: NY.

Estes, W. K. 1970. *Learning theory and mental development*. Academic Press: NY.

Fleming, L. 2001. Recombinant uncertainty in technological search. *Management Sci.* **47**(1) 117-132.

Fleming, L., O. Sorenson. 2001. Technology as a complex adaptive system: Evidence from patent data. *Res. Policy.* **30** 1019-1039.

Fleming, L., O. Sorenson. 2004. Science as a map in technological search. *Strategic Management J.* **25** 909-928.

Galunic D. C., S. Rodan. 1998. Resource recombinations in the firm: Knowledge structures and the potential for Schumpeterian innovation. *Strategic Management J.* **19** 1193-1201.

Gilfillan, S. 1935. *Inventing the ship*. Follett, Chicago, IL.

- Grant, R. 1996. Prospering in dynamically-competitive environments: Organizational capability as knowledge integration. *Organ. Sci.* **7** 375-387.
- Griliches, Zvi. 1990. Patent as economic indicators: A survey. *J. Econ. Lit.* **28**(4) 1661-1707.
- Gupta, A., K. G. Smith, C. E. Shalley. 2006. The interplay between exploration and exploitation. *Acad. Management J.* **49** 693-706.
- Hahsler, M., B. Grun, K. Hornik. 2005. rules? A computational environment for mining association rules and frequent item sets. *J. Stat. Software.* **14**(15) 1-25.
- Hall, B. H., A. Jaffe, M. Trajtenberg. 2001. The NBER patent data citation file: Lessons, insights and methodological tools. Working Paper No.8498, *NBER Working Paper Series*.
- Hargadon, A., R. I. Sutton. 1997. Technology brokering and innovation in a product development. *Admin. Sci. Quart.* **42** 716-749.
- Harhoff, D., F. Narin, F. M. Sherer, K. Vopel. 1999. Citation frequency and the value of patented innovations. *Rev. Econ. Stat.* **81** 511-515.
- Henderson, R. M., K. B. Clark. 1990. Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Admin. Sci. Quart.* **35**(1) 9-30.
- Henderson, R. M., I. Cockburn. 1994. Measuring competence: Exploring firm effects in pharmaceutical research. *Strategic Management J.* **15** 63-84.
- Katila, R., G. Ahuja. 2002. Something old, something new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction. *Acad. Management J.* **45**(6) 1183-1194.

Kogut, B., U. Zander. 1992. Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organ. Sci.* **3**(3) 383-397.

Lane, P. J., M. Lubatkin. 1998. Relative absorptive capacity and interorganizational learning. *Strategic Management J.* **19** 461-477.

Levin, R., L. Klevorick, R. Nelson, S. Winter. 1987. Appropriating the returns from industrial research and development: comments and discussion. *Brookings Paper Econ. Activity.* **3** 783-831.

March, J. G. 1991. Exploration and exploitation in organizational learning. *Organ. Sci.* **2** 71-87.

Moorman, C., A. S. Miner. 1997. The impact of organizational memory on new product performance and creativity. *J. Marketing Res.* **34** 91-106.

Mowery, D. C., J. E. Oxley, B. C. Silverman. 1996. Strategic alliances and interfirm knowledge transfer. *Strategic Management J.* **17**(special issue) 77-91.

Nelson, R. R., S. G. Winter. 1982. *An evolutionary theory of economic change.* Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA.

Pakes A, Griliches Z. 1984. Patents and R&D at the firm level: a first look. In Griliches Z. (ed.), *R&D, Patents and Productivity.* University of Chicago Press: Chicago IL.

Prell, C. 2011. *Social network analysis: history, theory & methodology.* SAGE: LA.

Sanchez, R. 1999. Modular architectures in the marketing process. *J. Marketing.* **63** 92-111.

Sanchez, R., J. T. Mahony. 1996. Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design. *Strategic Management J.* **17**

(Winter Special Issue) 63-76.

Shane, Scott. 2000. Prior knowledge and the discovery of entrepreneurial opportunities. *Organ. Sci.* **11**(4) 448-469.

Shumpeter, J. A. 1934. *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Simon, H. A. 1962. The architecture of complexity. *Proc. American Philosophical Society*. **106** 467-482.

Simon, H. A. 1996. *The science of the artificial, 3rd ed.* MIT Press, Cambridge, MA.

Sosa, M. E. 2011. Where do creative interactions come from? The role of tie content and social networks. *Organ. Sci.* **22**(1) 1-21.

Spencer, J. W. 2003. Firm's knowledge-sharing strategies in the global innovation system: Empirical evidence from the flat panel display industry. *Strategic Management J.* **24** 217-233.

Taylor, A., H. R. Greve. 2006. Superman or the fantastic four? Knowledge combination and experience in innovation teams. *Acad. Management J.* **49**(4) 723-740.

Trajtenberg, M. 1990. *Economic analysis of product innovation: The case of CT Scanners*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Walsh, J. P., G. R. Ungson. 1991. Organizational memory. *Acad. Management Rev.* **16** 57-91.

Weitzman, M. 1996. Hybridizing growth theory. In *Proceedings of the American Economics Association*. 207-212.

Yayavaram, S., G. Ahuja. 2008. Decomposability in knowledge structures and its impact on the usefulness of inventions and knowledge-base malleability. *Admin. Sci. Quart.* **53** 333-362.

表 1 分析対象企業一覽

特許讓受人名

ASAHI GLASS CO LTD
AU OPTORONICS CORP
CASIO COMPUTER CO LTD
CHI MEI OPTOELECTRONICS CORP
CITIZEN WATCH CO LTD
FUJITSU LTD
HITACHI DISPLAYS LTD
HITACHI LTD
HOSIDEN CORP
IBM CORP
KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS NV
LG DISPLAY CO LTD
LG ELECTRONICS INC
MITSUBISHI ELECTRIC CORP
NEC CORP
PANASONIC CORP
SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD
SANYO ELECTRIC CO LTD
SEIKO EPSON CORP
SEIKO INSTRUMENTS INC
SHARP KK
SONY CORP
TOSHIBA KK

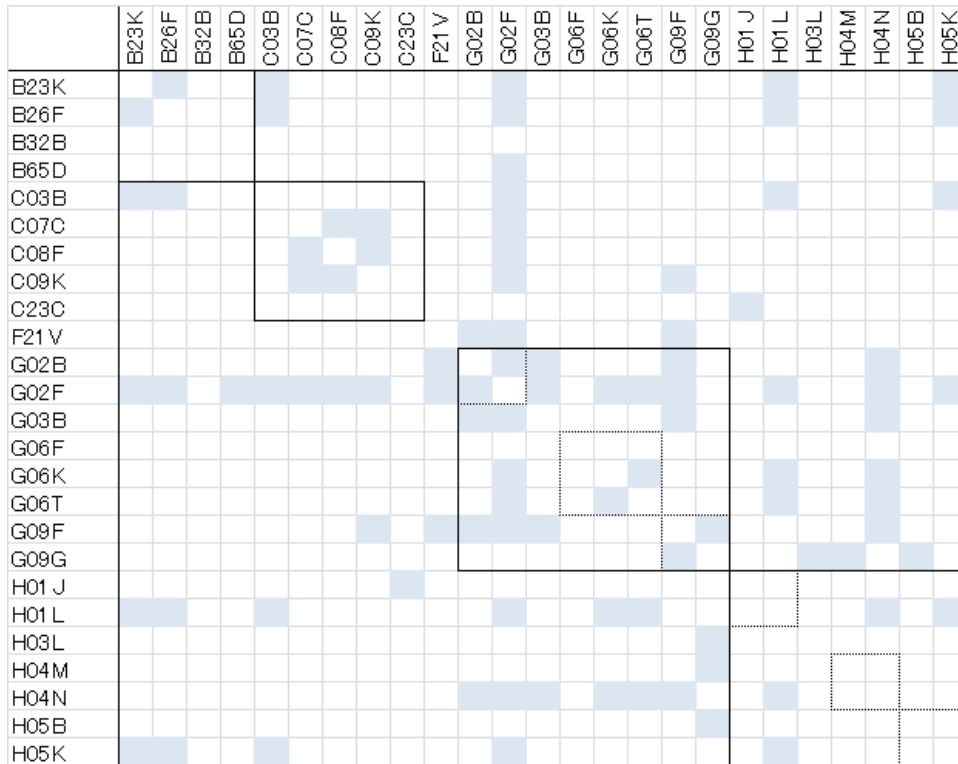


図1 知識基盤の構造 (シャープ、2000年)

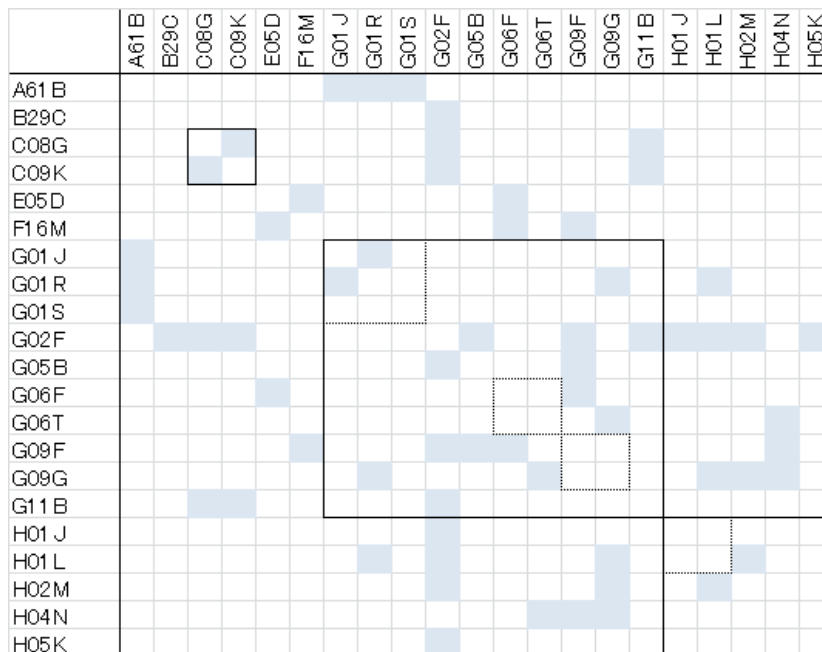


図2 知識基盤の構造 (サムスン電子、2000年)

表 2 記述統計と相関

Variable	Obs	Mean	S. D.	Min	Max	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. # Citations	199	156.136	151.409	0	1004	1										
2. M Citations	199	15.234	14.784	0	107	0.112	1									
3. # Patents	199	10.025	9.824	1	61	0.632	-0.292	1								
4. Interclass conduits ratio	198	0.912	0.086	0.5	1	0.127	0.091	0.078	1							
5. Intersect. conduits ratio	198	0.540	0.177	0	1	0.109	0.039	0.166	0.180	1						
6. Density of conduits	199	0.314	0.159	0	1	-0.251	0.148	-0.360	-0.037	-0.214	1					
7. Technology control	199	323.078	291.159	5	1852.16	0.873	-0.040	0.678	0.131	0.066	-0.225	1				
8. Size of Knowledge base	199	170.176	160.056	12	863	0.469	-0.276	0.780	0.063	0.225	-0.434	0.451	1			
9. # Inventors	199	22.739	23.207	1	177	0.583	-0.264	0.851	0.052	0.169	-0.339	0.526	0.706	1		
10. # Classes	199	7.633	3.492	2	20	0.283	-0.274	0.628	0.047	0.224	-0.577	0.290	0.743	0.57	1	
11. # Sections	199	2.879	1.071	1	7	0.209	-0.242	0.560	0.002	0.296	-0.460	0.233	0.653	0.533	0.811	1

表3 負の二項分布回帰分析の結果

	<u>Dependent variable = # Patents</u>			<u>Dependent variable = M Citations</u>			<u>Dependent variable = # Citations</u>		
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9
Interclass conduits ratio		0.083			1.302*			1.645**	
Intersection conduits ratio			-0.456*			0.613*			0.220
Density of conduits	-1.105**	-1.068**	-1.110**	0.338	0.245	0.374	-0.676*	-0.689*	-0.862**
Technology control				0.001**	0.001**	0.001**	0.001**	0.001**	0.001**
Size of Knowledge base	0.001**	0.001**	0.001**	-0.001	-0.001	-0.001	-0.000	-0.000	-9.56e-06
# Inventors	0.015**	0.015**	0.015**	-0.011*	-0.011*	-0.011*	0.007**	0.007**	0.008**
# Classes	0.002	0.002		-0.016	-0.219		-0.011	-0.012	
# Sections			0.017			-0.083			-0.161**
# Observations	199	198	198	199	198	198	199	198	198
# Groups	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Log likelihood	-536.188	-533.864	-531.835	-710.983	-705.380	-705.605	-1109.7044	-1100.273	-1099.520

注： *p<0.05; **p<0.01.

全てのモデルは年ダミーを含む。

表 4 結果の要約

	クラス間知識経路の比率	セクション間知識経路の比率
特許件数	+	-*
被引用中央値	+*	+*
被引用件数合計	+**	+

注： * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.