

移動体通信関連技術のR & D動向に関する、特許出願データを用いた定量分析

代表研究者 鈴木 勝 博 早稲田大学 理工学術院 基幹理工学部 非常勤講師
 共同研究者 細 矢 淳 早稲田大学 理工学術院 国際情報通信センター客員研究員

1 研究の方針とデータ

本研究では、国内の移動体通信業界のR & D活動を研究するに際し、大手通信キャリアにその焦点を絞ることとした。その背景にあるのは、日本の携帯電話市場における、独特の業界構造である。他国とは異なり、日本の移動体通信業界において、その実質的な事業主体は通信キャリアであり、端末のメーカーは事実上「下請け」のような構造となっている（大崎 2008）。実際、長らく続いたインセンティブ制度のもとでは、端末の販売責任はすべてキャリアが担っており、端末メーカーは、キャリアの立てた計画に沿って開発を行う「下請け業者」のようなポジションを甘受してきた（北 2004）。このような構造は、2008年以降のインセンティブ廃止の流れとともに変化してきていると思われるが、これまでの本業界の発展は、キャリアが主体となって牽引してきたことには間違いがないと思われる。よって、本研究においては、大手通信キャリアを分析の対象に定めることとする。

出願特許の集計に際しては、特許庁が発行する整理標準化データをもとに、著者が独自に再構築したリレーショナル・データベースを活用した。整理標準化データとは、特許庁が保有する「特許データベース」の、毎月のスナップショット・データのことであり、XML形式に変換された同データを納めたDVDが毎月発行されている。ただし、XMLデータのままで検索・集計の効率性が悪くなるため、本研究では、XMLデータの再変換を行い、リレーショナル・データベースにこれらを格納している。また、2007年～2008年のデータに関しては、商用のSaaSタイプのサービス(Spartner、日立情報システムズ)を利用した。

また、成果指標に相当する外部データとしては、各キャリアの「契約者数」と「営業収益」を用いた。前者に関しては、社団法人電気通信事業者協会が公開している携帯電話契約数を利用し、また、後者については、各キャリアの有価証券報告書を活用した。

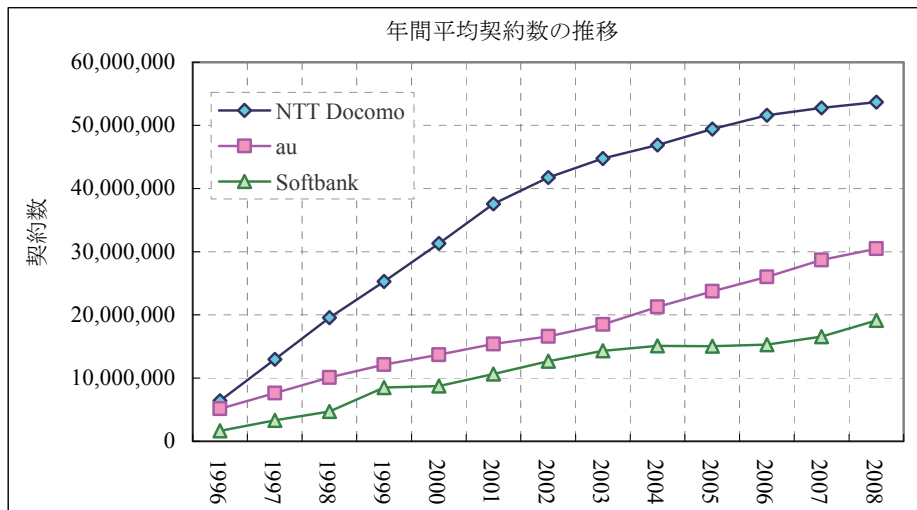
2 国内キャリアの出願状況と企業パフォーマンス

2-1 出願・登録状況

今回分析の対象とした通信キャリアは、NTTドコモ、au(KDDI)、ソフトバンクの三グループである。これらのグループは、それぞれの歴史的経緯を勘案しても、あるいは、契約数のシェアから考えてみても、日本における移動通信サービスに関する代表的な企業グループだといえよう。なお、過去においてはより多くの企業グループが形成されていたため、それらは全て上記3つのグループのいずれかに名寄せを行った。特許出願人としての法人数は、「NTTドコモ」に名寄せされたもので計27社、「au」計41社、「ソフトバンク」計53社となっている。例えば、ドコモでは、日本の各地域に関連法人が存在することに加え、過去においては「NTT移動通信網株式会社」という組織名であったため、このような集計値が得られている。また、auやソフトバンクにおいては、企業合併や事業主体の変更が行われてきており、関連する法人数は、ドコモよりもさらに大幅に多くなっている。

さて、各キャリア別の、近年の契約数の推移は図表1の通りである。2008年におけるこれら三つのキャリアの合計契約数は1億件を突破し、その伸び率が若干のかげりが見られるものの、依然として年間500万件近い増加数を示している。最も大きなシェアを占めているのはドコモであり、官営であった歴史的背景を十分に活かしているものと思われる。契約数の伸び率の推移は三者三様であり、2002年ごろまではドコモの伸び率の大きさが目を引くが、その後、2006年ごろまではauの伸び率ももっとも大きくなっており、2007年からはソフトバンクがこれに取って代わっている。

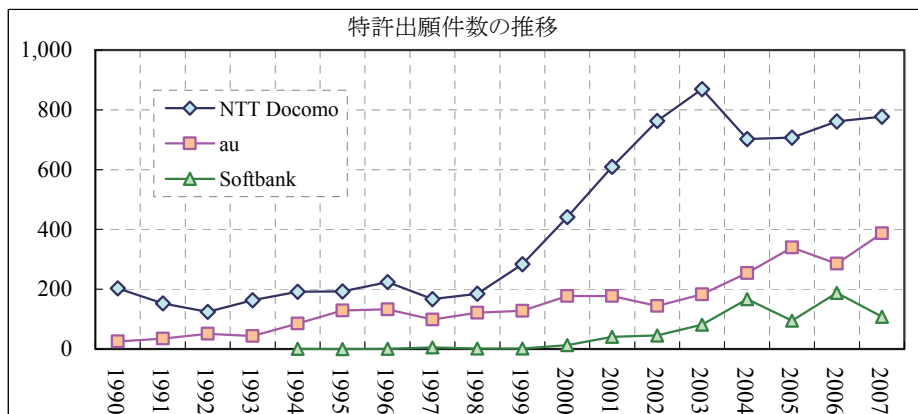
図表 1: 年間平均契約数の推移 ((社)電気通信事業者協会データに基づく)



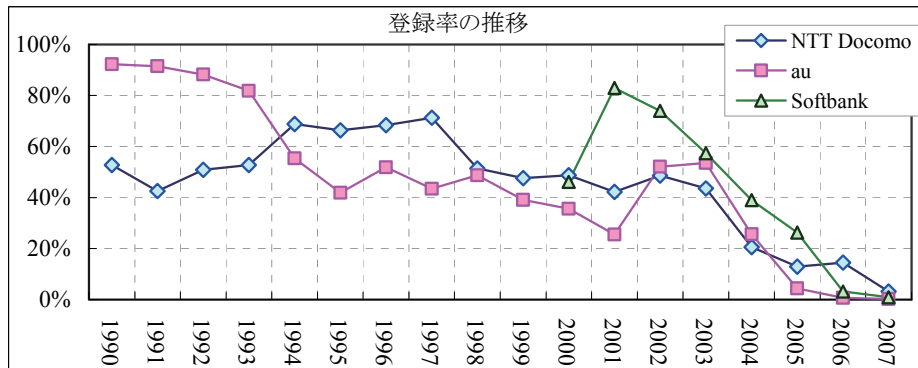
図表 2 に、それぞれのキャリアの特許出願件数と登録率の推移を示す。本グラフにおける「年」は、当該特許の「出願日」を基準としていることに注意されたい。出願件数については、1998 年以降、ドコモが劇的な伸び率を見せており、他の二グループを圧倒している。今回の対象期間における三グループの総出願件数に対し、実に 68% がドコモによる出願で占められている。ドコモの契約数は、2008 年の時点において三グループ全体の 52% を占めているが、その比率と相対的に比較しても、同グループの出願件数の多さは際立っている。

一方、出願した特許のうちの何% が登録されたのか、その比率の推移を記したのが図 2 (b) である。1990 年から 1993 年にかけて au の登録率の高さが目を引くが、同グループの同時期の出願件数は数十件レベルであり、比較的少ないことも勘案しておく必要がある。これに対し、ドコモは 1994 年から 1997 年にかけて 7 割程度の高い登録率を示しており、この期間、R&D 活動と知財戦略が整合していた事が示唆される。対照的に、同時期における au は、(出願件数は増加しているものの) 登録率は 5 割を切る水準に低下し、そのまま 2001 年まで緩やかな減少を続けている。ただし、1998 年以降はドコモの登録率も同様に低下し、1993 年以前の水準 (40%~50%) に戻っている。

図表 2 (a): 特許出願件数の推移



図表 2 (b)： 特許登録率の推移

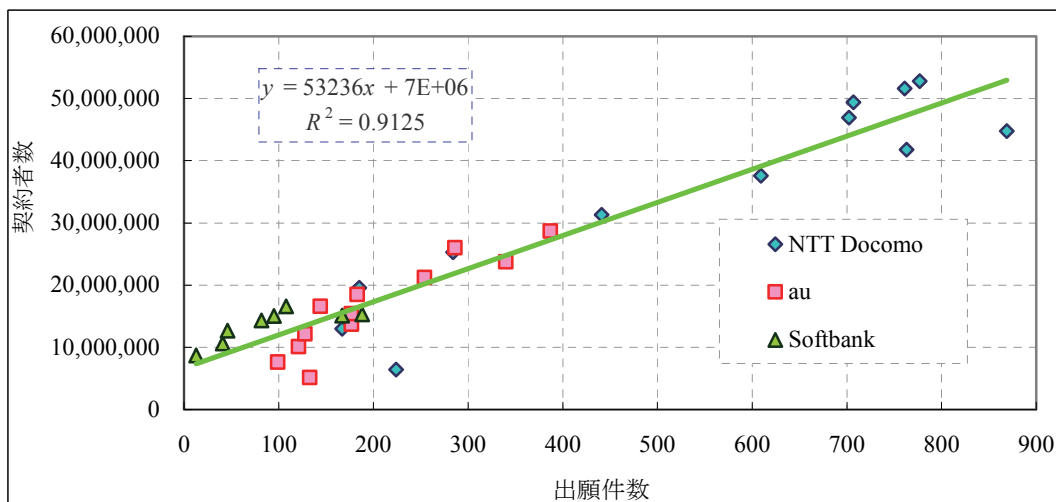


これに対し、後発のソフトバンクは2001年以降出願件数が急増しており、他の二グループには及ばないものの、年間百数十件程度の活発な出願活動を行っている。特筆すべきは同グループの登録率の高さであり、2001年から2005年まで、三グループで最も高い登録率を示し続けている。その理由としては、後発のディスプレイアドバンテージを挽回するための活発かつ総合的なR&D施策が考えられよう。後述のように、本業界においては、出願件数と契約数は非常に強い相関を示すため、同グループの今後の出願・登録動向は注視に値する。

2-2 出願件数と契約者数との相関

さて、このような「R&D」は、企業のパフォーマンスとどのように結びついているのであろうか？ 先述の先行研究においては、企業の成果指標として「新製品の売上」・「営業収益」などが用いられているが、一方、開発サイクルがきわめて早く、急激な成長をとげた本業界においては、長期の売上データをそのまま分析に用いる場合、何らかの調整が必要となろう。実際、10年前と比較して、携帯電話の通話料のディスカウントは顕著となっており、成熟期に移行しつつある本業界においては、そのようなフェイズの変化なども含めて勘案する必要があるように思われる。ただし、本業界は、外部の経済環境とはあまり関係なく、バブルがはじけた後でも独自の急発展をとげてきたため、マクロ経済分析のようなエコノミック・デフレータは有用ではないと思われる。そこで、本研究では、各グループのパフォーマンスをあらわす指標として、(1) 契約者数、(2) 営業収益、の2種を利用し、R&Dの成果指標である特許件数との関連性に関する分析を行った。

図表 4： 特許出願件数と契約者数の関係 (タイムラグ無し)



図表 4 は、出願件数と契約者数を用いた散布図、ならびに、その回帰直線である。3 グループ全体のプーリング・データによるシンプルなモデルではあるが、0.91 という極めて高い決定係数が得られている。かような強い相関は、例えば、製薬業界に関する先行研究においてもあらわれているが (Commanor and Scherer 1969)、R&Dの成果がそのまま最終製品の機能や差別化に直結する、という意味においてわかりやすい結果

だといえよう。同様に、この20年ほどの間に急速に普及し、他の国に例をみないような高度な機能までもを実現してしまった日本の移動通信サービス業界においても、同様な「高い相関」が得られているのは、総合的な結果だと思われる。

2-3 タイムラグによる相関の変化とモデル選択

さて、特許出願とその成果指標との間には、通常、何年かのタイムラグが存在すると考えられる。そこで、説明変数である出願特許にタイムラグを与え、これを変化させながら回帰分析をおこなったところ、図表5のような結果が得られた。

図表 5: タイムラグによる回帰の違い（出願件数 vs 契約者数）

| タイムラグ | 無し | 1年 | 2年 | 3年 |
|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| R^2 | 0.96 | 0.95 | 0.93 | 0.90 |
| 調整済 R^2 | 0.91 | 0.91 | 0.87 | 0.81 |
| 有意 F | 2.03E-17 | 1.59E-15 | 2.79E-12 | 5.32E-09 |
| 切片 | 6,663,880 | 9,021,677 | 11,560,129 | 14,048,254 |
| P 値 | 3.95E-06 | 7.44E-08 | 5.54E-08 | 3.73E-07 |
| 回帰係数 | 53,236 | 53,125 | 52,496 | 51,677 |
| P 値 | 2.03E-17 | 1.59E-15 | 2.79E-12 | 5.32E-09 |

図表4のように、本データセットにはもともと極めて高い決定係数が存在しているため、図表5のどのタイムラグにおいても十二分な適合度となっている。ただし、年次が過去にさかのぼるほど決定係数は小さくなっており、相対的に比較すれば、タイムラグ無しの場合の決定係数が最も高い。これは、開発サイクルの速い携帯電話業界ならではの事情を反映しているものと思われる。製薬業や製造業においては3年程度のタイムラグが報告されているが、本業界においては、タイムラグが短いほど適合度の高いモデルとなることがわかった。

さて、先行研究 (Ernst 2001) においては、タイムラグを考慮したパネルデータ分析が試みられており、下記のようなモデル式が採用されている：

$$S_{i,t} = c_i + \sum_k b_k P_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t}$$

ここで、 i は企業、 t は年、 k はタイムラグをそれぞれ表し、また、 c_i は従属変数（売上等）、 $P_{i,t-k}$ はタイムラグ k 年の独立変数（特許件数等）、 $\varepsilon_{i,t}$ は誤差項である。また、企業の固有のキャラクターである「固定効果」は、切片 c_i によって表現される。なお、Ernst によるドイツの製造業の分析においては、4種類の k （1年～4年）が採用されている。今回の分析に本モデルを適用する場合、 c_i として各キャリアの契約者数、 $P_{i,t-k}$ として、各キャリアにおけるタイムラグ k 年の特許出願件数を用いれば良いが、一方、前述のように、すでに、単純なプーリング・モデルでも十分な決定係数が得られている。また、Ernst のモデルにおいては、タイムラグ操作が施された変数を「新たな説明変数」とみなしているが、一方、本データにおける説明変数は、タイムラグを施しても相互に非常に強い相関（0.9以上）を既にもっており、このモデルでは多重共線性の影響が出てしまうものと思われる。よって、今回の分析においては、タイムラグを持たない $k=0$ の説明変数のみを利用し、通常のパネル分析を行うこととした。

さて、1次元パネルデータ分析では、プーリング・モデル、固定効果モデル、ランダム効果モデルの3つのモデルに対し、どれがもっとも好ましいのか、それぞれ二者間の仮説検定によってこれを判断する。経済・社会現象を回帰式で表現するにあたっては、一般に、モデルはより簡単なほうが好ましいため、モデル選択の仮説検定においては、より簡単なモデルを帰無仮説とし、より複雑なモデルを対立仮説に設定することになる。さて、今回のケースにおいては、プーリング・モデルとランダム効果モデルの推計結果はまったく同一のものとなった。実際、後者のモデルにおいて「企業の差異」をあらわす誤差分散項は、平均・分散ともにゼロと推定され、消えることになったからである。したがって、プーリング・モデルと固定効果モデルの選択について、比較を実施したが、F検定の結果は下記図表6の通りである：

図表 6: プーリング・モデルと固定効果モデルの選択に関するF検定の結果:

| | Statistic | 自由度 | P 値 |
|--------------------------|-----------|--------|--------|
| Cross-section F | 0.899642 | (2,32) | 0.4168 |
| Cross-section Chi-square | 1.969333 | 2 | 0.3736 |

得られた P 値は 42%と非常に大きく、帰無仮説を棄却できない。よって、プーリング・モデルで十分である。図表 7 に、各係数の推計結果を示す。

図表 7: プーリング・モデルの係数

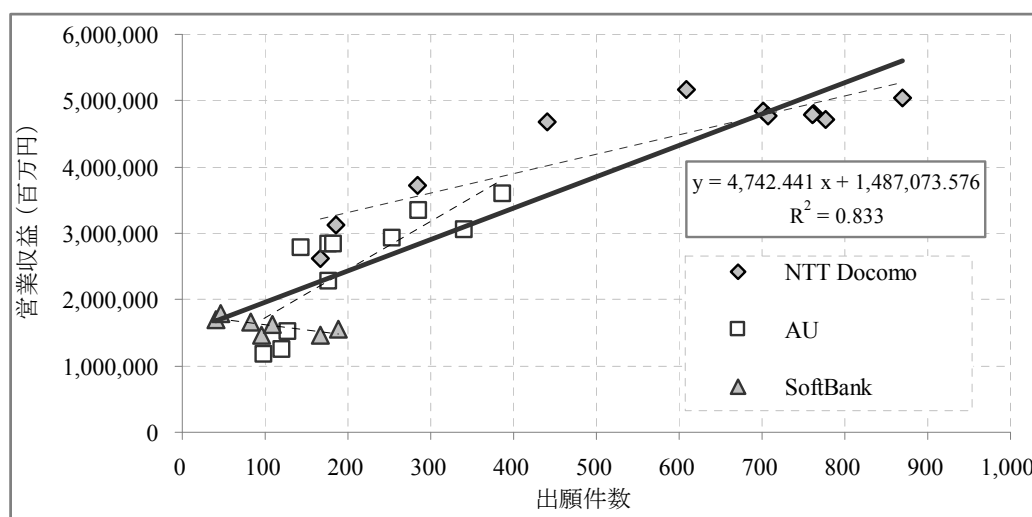
| | 係数の値 | Std. Error | t 値 | P 値 |
|------|----------|------------|----------|--------|
| 切片 | 6135729 | 1011283 | 6.067271 | 0.0000 |
| 回帰係数 | 54261.86 | 2726.436 | 19.90212 | 0.0000 |

2-4 出願件数と営業収益との相関

つぎに、特許出願件数と営業収益との関係性について分析を進めよう。営業収益データに対しては、各社のマーケティング戦略や通信料金などに関する価格戦略などの結果が、契約者数データの場合よりもより強く反映されるものと思われる。

図表 8 は、三キャリアのプーリング・データにおける出願件数と営業収益との関係（タイムラグ無し）をあらわす。図表 4 の場合と比べ、出願件数が高い領域（700 件程度以上）の場合の伸びが抑えられているが、これは、市場の成熟にともない、通信料金が下がってきたことに起因すると考えられる。そのため、契約者数の場合と比べ、いくぶん決定係数の値は低くなってはいるものの、という値そのものは きわめて高い数値である。換言すれば、出願件数と営業収益との間にも高い相関が存在している。

図表 8: 特許出願件数と営業収益の関係（国内三社のプーリング・データ: タイムラグ無し）



さて、契約者数の場合と同じく、タイムラグを変更した場合の決定係数の変化を図表 9 に示す。いずれのタイムラグにおいても十二分に有意な回帰となっているが、契約者数の場合と同じく、タイムラグの増加とともに 調整済 は単調に減少しており、その変化率は契約者数の場合よりもはるかに大きく、タイムラグ 3 年の場合においては、調整済 は 0.53 にまで低下している。よって、アウトプット変数として営業収益を用いたプーリング・モデルにおいても、タイムラグが短いほど、出願件数との相関が高くなっていることが分かった。

図表 9: タイムラグによる回帰の違い（出願件数 vs 営業収益）

| タイムラグ | 無し | 1年 | 2年 | 3年 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| R^2 | 0.91 | 0.86 | 0.79 | 0.73 |
| 調整済 R^2 | 0.83 | 0.73 | 0.62 | 0.53 |
| 有意 F | 5.41E-12 | 4.29E-10 | 4.47E-07 | 2.59E-05 |
| 切片 | 1,487,074 | 1,668,539 | 1,932,117 | 2,191,549 |
| p 値 | 1.78E-09 | 1.45E-09 | 1.35E-08 | 3.86E-08 |
| 回帰係数 | 4,742 | 4,742 | 4,192 | 3,922 |
| p 値 | 5.41E-12 | 5.41E-12 | 5.41E-12 | 5.41E-12 |

さて、営業収益を用いたモデルにおいて特徴的なのは、個々の企業によって、かなりその振る舞いが異なっている事である。図表 8 においては、プーリング・データの回帰直線を太い実線で、個々の企業のそれを点線で表現しているが、後者は企業による違いが非常に大きい。たとえば、ソフトバンクにおいては、回帰直線の傾きが他社とはまったく異なり、逆勾配となってしまう。したがって、このようなデータをモデリングするにあたっては、前節で示した 1 次元モデルはあまり適切では無いものと思われる。実際、1 次元固定効果モデルと 1 次元ランダム効果モデルは、どちらも、企業間の差異を y 切片に反映させる線形モデルであり、回帰直線の傾き自体は企業によらず一定となっている。それゆえ、今回のようなデータセットに対しては、柔軟性をもった SUR モデルのほうが好ましい (Zellner 1962)。本分析では、切片と傾きの双方に関する企業間の差異を表現するため、下記のような回帰式（タイムラグ無し）を用いている：

$$Sales = \{C(1) + Dum_{au} C(2) + Dum_{SB} C(3)\} + \{C(4) + Dum_{au} C(5) + Dum_{SB} C(6)\} \times Patent + \varepsilon$$

ここで Dum_{au} は au の、 Dum_{SB} はソフトバンクに関するダミー変数であり、また、推定は、EGLS（パネル SUR 法）によって行った。推定の結果、調整済み 値は 0.953 と極めて高い値が得られ、図表 10 のような係数が得られた。

図表 10: SUR モデルによる推定結果

| | 係数の値 | Std. Error | t 値 | P 値 |
|------|----------|------------|-----------|--------|
| C(1) | 2872741 | 273989.9 | 10.48484 | 0.0000 |
| C(2) | -1917206 | 382361 | -5.014124 | 0.0000 |
| C(3) | -1130478 | 277941.5 | -4.067324 | 0.0005 |
| C(4) | 2663.714 | 440.4482 | 6.047735 | 0.0000 |
| C(5) | 4778.042 | 1399.179 | 3.41489 | 0.0024 |
| C(6) | -4059.42 | 673.4365 | -6.027918 | 0.0000 |

なお、SUR モデルと 1 次元固定効果モデル、あるいは、プーリング・モデルとを比較する Walt Test をあわせて実施した。図表 11(a)、図表 11(b) のように、いずれも帰無仮説は 1%水準で棄却され、SUR モデルが支持される結果となった。

図表 11(a): 1次元固定効果モデルと SUR モデルとの選択に関する検定の結果

| | 値 | 自由度 | 確率 |
|-------------|----------|---------|--------|
| F-statistic | 31.73174 | (2, 23) | 0.0000 |
| Chi-square | 63.46347 | 2 | 0.0000 |

図表 11(b): プーリング・モデルと SUR モデルとの選択に関する検定の結果

| | 値 | 自由度 | 確率 |
|-------------|----------|---------|--------|
| F-statistic | 7.415064 | (4, 23) | 0.0005 |

さて、各社に対し、対応する回帰直線の係数を具体的に書き下したものが図表 12 である：

図表 12: 企業別の係数の推定結果

| | 回帰係数 | 切片 |
|------------|--------|-----------|
| NTT Docomo | 2,664 | 2,872,741 |
| au | 7,442 | 955,535 |
| Softbank | -1,396 | 1,742,263 |

この係数には各社の個性が反映されており、特に、回帰係数（傾き）に顕著な違いがあらわれている。この回帰係数は、「特許出願 1 件あたり、どれだけ売上が増えるか」を具体的にあらわしているが、au はドコモの三倍程度の大きな値となっているのに対し、ソフトバンクではこれが負となってしまっている。契約者数の場合は、各社とも、特許出願件数とともにこれが単調に増加していたが、営業収益については、各社の戦略性が反映され、三者三様となっている。実際、この係数は、「アウトソースによらない、社内の R&D 活動が、いかに売上げに結びついているか」を表していると考えられる。独自のサービスや製品を自ら開発する企業においては、この係数が大きいほうが望ましいと思われるが、一方、技術を外部から調達し、自社はマーケティングや販売に注力するような経営戦略も考えられ、そのような経営性向の違いが、ここにあらわれているものと考えられる。

3 Nokia 社との比較分析の試み

さて、これまで、日本の主要キャリアにおいて、特許出願活動と契約者数とが強い相関をもっている一方、営業収益との結びつきについては、三社三様の違いがあらわれていることを示した。本節では、携帯電話市場における世界のリーディング・カンパニーである Nokia 社についても同様な分析を行い、国内キャリアとの比較分析を試みる。なお、Nokia 社は通信キャリアではなく、契約者の獲得主体ではないため、今回は、出願件数と営業収益に関する分析を実施した。

3-1 グローバル企業の R&D と特許出願

よく知られているように、Nokia 社は、1990 年代に事業ドメインの根本的な見直しを行い、周辺事業のひとつに過ぎなかった携帯電話事業に対し、同社の全リソースを集中するような大きな方針の変更をおこなった。その後の同社の発展と躍進は周知の通りであり、いまや、（日本を除く）世界のあらゆる地域の市場で大きなシェアを持つリーディング・カンパニーとなっている。同社は、携帯電話の端末機器の開発と販売に加え、事業者用に通信設備の開発と販売も行っており、移動体通信の上流インフラから末端に至るまで、総合的なビジネスを展開している（Steinback 2010）。

さて、国内キャリアと同じく、Nokia 社においても、出願特許、ならびに、営業収益に関する情報は公開されている。実際、前者は各国特許庁のデータベースから、また、後者は有価証券報告書から、それぞれ入手することが可能である。しかしながら、社内の R&D 活動を把握する意味においては、前者には少し注意が必要である。

グローバル企業においては、ターゲットとなる地域の市場に対して製品を投入する際、自社の固有技術や発明を保護するため、当該地域の特許庁に対する特許出願を行うことになる。したがって、たとえ同一の技術であっても、複数の地域の特許庁に対し、出願を行う必要が生じる場合がある。加えて、地域によって投入する製品のラインアップは異なることが予想され、それに応じて出願する特許の内容や数にも違いが生ずる可能性がある。実際、ハイエンド製品を多数投入する地域と、ローエンド製品がドミナントな地域とでは、出願件数や出願内容に違いが出てくるのは当然だと考えられよう。

このようなグローバル企業の R&D 活動を、特許データを通じて把握しようとする場合、理想をいえば、各国へ出願した特許データの精査をおこなうことがのぞましい。個々の書誌の中身を読むことにより、それらの内容が同一かどうか、判断できるからである。しかしながら、実質的には (i) 主要マーケットに関連した特許庁への出願状況、あるいは、(ii) 国際出願（PCT 出願）のいずれかの状況を調べれば、必要十分だと考えられる。実際、自国などに大きな主要なマーケットをもっている企業（日本企業など）においては、その主要マーケットの地域の特許庁に対し、研究開発の成果を（それが画期的であるにせよ、あるいは、そうで

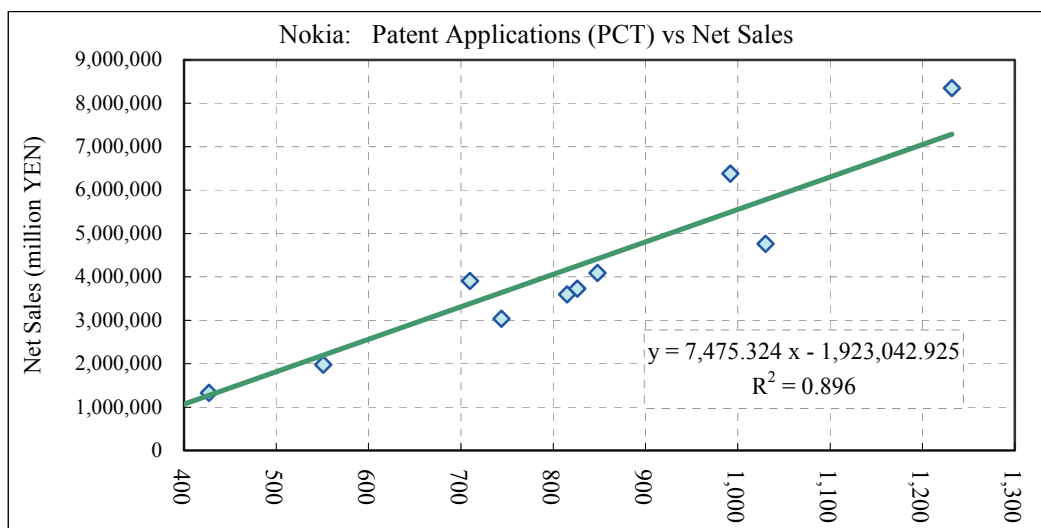
ないにせよ) まずは、出願しておくことが予想される。そして、海外展開する際には、そのような特許の中から必要なものだけを選別し、海外特許庁へ出願する、という行動をとることが予想される。したがって、このようなケースにおいては、(i) のように、主要マーケットに関連した特許庁のデータを調べれば十分であろう。実際、海外特許庁への出願内容は、自国特許庁への出願特許の一部分だと考えられるからである。また、逆に、真にグローバル化しており、世界の各地域からバランスよく収益を得ている企業においては、研究開発の成果を、まずは PCT 出願しておくことが予想される。実際、PCT 出願を行っておけば、PCT 加盟国へ同時に出願したのと同じ効果を得ることができ、各国それぞれの特許庁へ別々に出願するよりも、相当な労力/コストの軽減が実現できるからである。

Nokia 社において、このような状況を確認するため、同社による 1997 年から 2007 年までの三極特許庁(日本/米国/欧州) それぞれへの出願件数、中国特許庁への出願件数、ならびに、PCT 出願件数の比較を実施した。その結果、11 年間の累積出願件数では、EPO への出願件数(8,584 件)と PCT 出願件数(8,454 件)が、米国特許庁(5,182 件)や日本特許庁(3,247 件) への出願件数よりも目だって多いことが明らかとなった。また、EPO 出願件数と PCT 出願件数とを比較した場合、2002 年までは前者のほうがやや多いが、2003 年以降は後者のほうがやや多くなっており、前述のケース(ii) を裏付けるような傾向となっている事が判明した。加えて、両者は非常に強い相関をもっている(相関係数 0.92) 事が分かったため、今回の分析においては、同社の研究開発活動をとらえるための指標として「PCT 出願件数」を利用し、営業収益との関係を探る方針とした。

3-2 Nokia 社における出願件数と営業収益

図表 13 に、Nokia 社における、PCT 特許出願件数と、営業収益との関係を示す。なお、図表 8 との比較を行うため、営業収益は、当該年度の為替レートを用いて円に換算している。

図表 13: PCT 出願件数と営業収益の関係 (Nokia 社: タイムラグ無し)



Nokia 社においても、国内キャリアのケース(図表 8)と同じく、非常に強い相関があらわれていることがわかる。先述のとおり、国内キャリアのプーリング・データの場合には、出願件数が多くなるにつれ、営業収益が徐々に頭打ちになっていく傾向となっていた。実際、図表 8 の出願件数 700 件以上の領域では、個々のデータポイントは回帰直線(実線)よりも下側に分布している。一方、図表 14 の Nokia のケースでは、このような頭打ちの傾向は見られず、きれいな右肩上がりの散布図となっていることが特徴的であろう。

国内市場においては、市場の成熟とともに価格競争の側面が強くなった結果、営業収益が頭打ちになるような傾向があらわれているものと思われるのに対し、欧州や米国といった先進市場に加え、中国やインドなど、エマージング市場をもあわせて開拓している Nokia 社においては、いまだ売上減速の気配が感じられないような結果となっている。いずれにせよ、R&D の成果と営業収益との結びつきは、Nokia 社においても非常に強いことが明らかとなった。

さて、同社において、タイムラグを導入した場合の決定係数の変化は、図表 14 の通りである：

注目すべきは「調整済」の変化の傾向であるが、図表 9 の国内キャリアの場合と同様、タイムラグが大き

くなるほど、決定係数が小さくなる傾向が明らかとなった。Nokia 社の場合、タイムラグの増加による調整済の減少の仕方は、国内キャリアの場合よりもかなり急激であり、0.90（タイムラグ無し）から 0.39（タイムラグ3年）まで大きく変化している。なお、タイムラグ3年のケースにおいては、調整済が大きく下がっているのみでなく、回帰係数や切片に関する t 検定も（95%水準でも）有意とはなっていない。回帰係数・切片に関する有意性まで考慮すると、Nokia においても、タイムラグ無しの場合がもっとも良いモデルになっているため、今後、これにもとづいて議論を行うこととする。

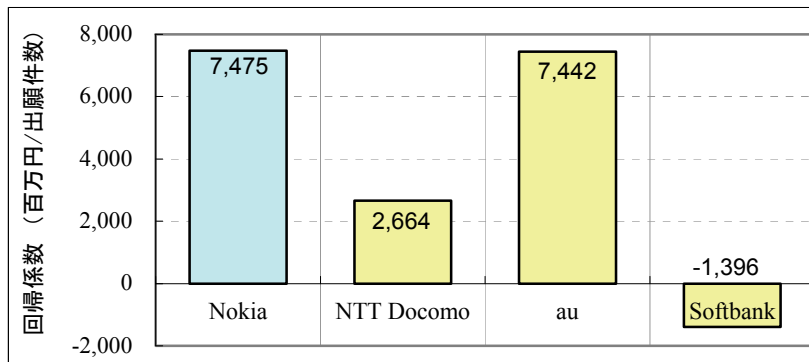
図表 14: タイムラグによる回帰の違い (Nokia 社: 出願件数 vs 営業収益)

| タイムラグ | 無し | 1年 | 2年 | 3年 |
|-----------|------------|------------|----------|-----------|
| R^2 | 0.95 | 0.89 | 0.84 | 0.62 |
| 調整済 R^2 | 0.90 | 0.79 | 0.71 | 0.39 |
| 有意 F | 1.01E-05 | 6.05E-04 | 4.24E-03 | 9.98E-02 |
| 切片 | -1,923,043 | -1,343,116 | -326,558 | 1,304,638 |
| p 値 | 2.09E-02 | 2.36E-01 | 7.93E-01 | 5.05E-01 |
| 回帰係数 | 7,475 | 7,559 | 6,864 | 5,272 |
| p 値 | 1.01E-05 | 6.05E-04 | 4.24E-03 | 9.98E-02 |

3-3 各社における R&D 効率性の比較

さて、前述のように、推定された線形モデルの回帰係数は、「特許出願 1 件あたり、どれだけ売上が増えるか」を示している。換言すれば、「自社内における R&D 活動が、いかに効率的に営業収益に結びついているかを示す、ひとつの数値指標」になっているといえよう。図表 15 に、本稿で分析を行った各社に関する回帰係数の一覧を示す：

図表 15: 企業による回帰係数の違い (出願件数 vs 営業収益)



この四社の中では、Nokia の回帰係数は、au のそれと並んで相対的に高い数値を示しており、NTT ドコモやソフトバンクのそれを大幅に上回っている。携帯電話市場における世界のリーディング・カンパニーである Nokia 社においては、自社における研究開発活動が、効率的に売上に反映されるような企業運営が行われていることが示唆されよう。そして、これと同様な水準となっている au の効率性も、特筆に値するものといえよう。その一因としては、自社で開発すべき技術と、外部調達すべき技術との切り分けが、これらの両社において、うまく行われているであろう事が考えられる。たとえば、よく知られているように、au は通信のコア技術を Qualcomm 社から外部調達しているため、自社開発に関しては、より高度なレイヤーでの技術に注力してきたものと考えられる。そのような企業運営の結果、Nokia と au においては、「自社での研究開発」の活動成果が、着実かつ効率的に営業収益に結びつくような傾向を示していると思われる。

一方、NTT ドコモ においては、この回帰係数によって示される効率性は 先述の二社には劣るものの、着

実な正の相関があらわれている。同社は、国内においてもっとも歴史があり、なおかつ、世界的にも高度な R&D 能力を有するキャリアであるため、保有する圧倒的なシェアを生かした独自の先進的なプラットフォーム構築戦略の推進の結果が、この数値にあらわれているものと考えられる。実際、単に「効率性」のみを追求するのであれば、全ての技術を自社内で開発する必要は無い。しかしながら、日本国内の移動体通信産業のリーダーである同社においては、将来的な市場の飽和を見込み、通信料を増やすためのより高度なサービスを実現するため、i-mode に代表される独自プラットフォームを自社で開発してきた歴史がある。市場でのドミナント・ポジションを最初から得ていた当社においては、これは非常に有効な戦略だと考えられ、こと国内市場においてはそれは成功してきたと言えるであろう。

また、きわめてユニークな傾向が見えているのはソフトバンクであり、この回帰係数がマイナスになってしまっている。これは、「自社内での研究開発の成果が、収益を減らす方向に寄与している」ということを意味しているが、これは、最後発の同社に特有な戦略が反映された、一時的なものだと考えられる。実際、ブロードバンド事業の場合にもそうであったが、同社は、採算を度外視してもまずはシェアの獲得を最重要視する傾向にある。一定以上のシェアの確保後、収益・利益の確保に動くような戦略だが、後発の携帯電話事業においても、同様な戦略がとられている可能性が高い。採算を度外視しても、「安価な通信料」や「魅力的な端末」を武器にまずシェアを確保しようとする戦略は、ベンチャー企業のスタートアップのそれとも似ていると思われ、そのことが、このようなユニークな結果に反映されているものと考えられる。

4 考察とまとめ

本稿では、日本国内の移動体通信キャリアに対し、その R&D のアクティビティや効率性を調べるため、特許データを用いた分析を実施した。特許庁の整理標準化データをもとに、国内主要三キャリア、すなわち、NTT ドコモ、au、ソフトバンクについて、1990 年から 2007 年までの出願・登録状況を分析した。加えて、電気通信事業者協会が公表している、1996 年から 2007 年までの契約者数データ、ならびに、有価証券報告書の営業収益データを併用し、各社における R&D 活動との結びつきに関する分析を実施した。

具体的には、各キャリアの R&D 活動がどの程度 契約者の獲得に結びついているのかを調べるため、パネル分析を実施した。三キャリアのデータを全てあわせたプーリング・モデルでは、決定係数が 0.9 を超え、極めて高い適合度となっていることが示された。あわせて、固定効果モデルとランダム効果モデルを検討対象に加え、係数の推定とモデル選択に関する検定を行ったが、本データセットでは、もっともシンプルなプーリング・モデルは棄却されなかった。開発スピードが極めて速く、世界的にみても極めて高い機能を有する日本の携帯市場においては、R&D の成果がそのまま顧客の獲得に結びついてきた、と解釈しても矛盾しない結果である。なお、プーリング・モデルでも 0.8 程度の高い決定係数となったが、三キャリアそれぞれの差異をよりよく表現するため SUR モデルによるフィッティングを行い、やはり、0.95 という高い決定係数が得られた。

このように、国内キャリアの R&D 活動は、国内の売り上げの伸びとは非常に密接に結びついていることが定量的に示されたが、その有効性が果たしていかほどのものなのか、世界のリーディング・カンパニーである Nokia との比較分析を実施した。Nokia については、PCT 出願件数と営業収益との関係性を調べたが、やはり、線形回帰で 0.83 という高い決定係数が得られた。また、国内キャリアの場合と同様、タイムラグが短いほど、決定係数が高くなることが明らかとなった。

最後に、Nokia、ドコモ、au、ソフトバンクについて、出願件数と営業収益との回帰式における、回帰係数（傾き）の比較を実施した。Nokia と au は、どちらも、特許出願一件あたり約 7,400~7,500（百万円）程度の営業収益の増加が見込まれる結果となり、自社の R&D 活動が、売上に着実に結びついていることが明らかとなった。なお、ドコモにおいては、出願一件あたり約 2,700（百万円）程度の増加、ソフトバンクにおいては、出願一件あたり約 1,400（百万円）程度の減少、という結果となった。この結果は、各社それぞれの戦略の違いがそのまま反映されていると思われる。先行者としての優位性を確保し、日本の移動通信業におけるリーダーのドコモは、携帯電話用の高機能プラットフォームを自社にて開発しながら、その優位性を守ってきたものと考えられる。一方、最後発のソフトバンクにおいては、先行するドコモ、au の切り崩しをはかるため、短期的な損得を無視した大胆な価格戦略に打って出ており、その結果がそのまま回帰係数にも反映されているものと考えられる。

製造業や製薬業に関する先行研究においては、「特許出願」が「売上」などの成果指標に結びつくために、おおむね 3 年から 4 年程度のタイムラグを要する事が報告されている。これに対し、本業界では、タイムラグ無しの場合にもっとも適合度の高いモデルが得られており、本研究の重要な成果のひとつだと考えられる。

その原因としては、携帯電話端末の開発サイクルの短さが挙げられよう。携帯端末はCPUをもつ一種のコンピュータであり、ソフトウェア産業と同様、その技術的進化は非常に早い。このことが、タイムラグの小ささに直接影響をおよぼしていると考えられる。

ただし、別の見方としては、90年代以降の携帯電話市場は、その著しい発展が見込める有望な市場であったがため、「一定規模以上の研究開発投資が、常に行われ続けてきた」、という可能性も考えられよう。本業界においては、市場が急激な発展フェイズにあったがため、「当該年の売り上げに比例して、翌年の研究開発費を決める」というような、因果関係の転倒がおきている可能性も考えられる。ただし、いずれにせよ、自社の技術的長所をのぼし、他社に打ち克つ製品を開発するための技術要素は、特許に反映されているものと考えられる。

今後、日本国内のキャリアやメーカーが世界に伍して戦っていくに際し、Nokiaのように、研究開発活動を効率的に売上に転化していけるような企業運営は、ひとつの重要な鍵になってくるものと思われる。Nokia自体、かつてはゴムの製造や森林資材の販売を事業ドメインとしていたが、全社的に携帯電話事業へ注力しはじめたのは1992年である。自社開発、M&A問わず、必要に応じた効率的な「技術調達」を行いながら、現在の地位を築いてきたものと考えられる。今回の研究から得られた有効な示唆のひとつは、日本企業のR&Dの有効性は、NOKIAのような世界レベルのプレイヤーに比べ、かならずしも劣っているわけではない、ということである。とくに、ドコモという巨人に対抗するための創意工夫をおこなってきたauの効率性は、NOKIAとほぼ同等のレベルにある。世界市場における現況での日本企業の苦境は、R&Dを行う前の段階での「R&D戦略」、あるいは、そもそもの「市場戦略」・「事業戦略」といったレイヤーでの判断が大きく寄与しているであろうことが示唆される。

なお、本稿の分析内容は、「自社内でのR&Dと、その効率性」という企業経営の一端を掘り下げたものに過ぎない。換言すれば、他社のR&Dを流用するオープン・イノベーションの影響については考慮されていない。特に、本年大きな波が来ているスマートフォンは、GoogleによるAndroid OSをベースとする典型的なオープン・イノベーションに立脚しているため、この観点の分析は、今後重要性をますますもつものと思われる。

加えて米国特許データベースの整備が遅れたため、サムスンやモトローラなど、米国市場のメインプレイヤー企業に関する同様な分析は、まだその道半ばである。複数の技術の融合度に関するイノベーション・ポジション分析も現在おこなっているところであるが、その上梓にはいましばらく時間を要しそうである。

かような分析は、日本の企業が今後ふたたび世界市場の奪還を目途に、何らかの有効なヒントをあたえられるものと期待している。

【参考文献】

- 1) Baseberg, B. L. (1987), Patents and the measurement of technological change: A survey of the literature, *Research Policy*, 16: 131-141.
- 2) Comanor, W. S. and Scherer, F. M. (1969), Patent statistics as a measure of technical change, *Journal of Political Economy*, 77: 392-398.
- 3) Steinback, D. (2010), Winning across the global markets - How Nokia creates strategic advantage in a fast-changing world, Jossey-Bass.
- 4) Dujarric, R. and Hagi, A. (2009), Capitalizing on innovation: The case of Japan, Harvard Business School: Strategy Unit Working Paper Series: 09-114.
- 5) Ernst, H. (2001), Patent applications and subsequent changes of performance: evidence from time-series cross-section analyses on the firm level, *Research Policy* 30: 143-157.
- 6) Fritsch, M. (2004), Cooperation and the efficiency of regional R&D activities, *Cambridge Journal of Economics* 28: 829-846.
- 7) Graham, S. J. H. and Higgins, M. J. (2007), The impact of patenting on new product introductions in the pharmaceutical industry, Social Science Research Network (SSRN) digital archive 984628: (<http://ssrn.com/abstract=984628>).
- 8) Hall, B. H., Griliches, Z. and Hausman, J. A. (1986), Patents and R and D: Is there a lag ?, *International Economic Review* 27: 265-283.
- 9) Hu, A. G. Z. and Jaffe, A. B. (2003), Patent citations and international knowledge flow: the cases of Korea and Taiwan, *International Journal of Industrial Organization* 21: 849-880.

- 10) 北俊一 (2004), 『販売インセンティブの廃止と携帯電話業界の変革』: NRI Consulting News, 2004 年 1 月号.
- 11) Kodama, F. (1995), *Emerging patterns of innovation*, Harvard Business School Press.
- 12) 宮崎智彦 (2008), 『ガラパゴス化する日本の製造業』: 東洋経済新報社.
- 13) 大崎孝徳 (2008), 『日本の携帯電話端末と国際市場 : デジタル時代のマーケティング戦略』: 創成社.
- 14) 妹尾堅一郎 (2009), 『技術力で勝る日本が, なぜ事業で負けるのか』: ダイヤモンド社.
- 15) Verspagen, B. (1996): *Measuring intersectoral technology spillovers: Estimates from the European and US patent office databases*, *Economic Systems Research* 49: 47-65.
- 16) Zellner, A. (1962), *An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias*, *Journal of the American Statistical Association* 57, No. 298: 348-368.

〈 発 表 資 料 〉

| 題 名 | 掲載誌・学会名等 | 発表年月 |
|--|---|-------------------------------------|
| 特許データと IPC コードにもとづく研究開発戦略・ステータスに関する研究 | 経営情報学会 大会予稿集 G2-4, http://www.jstage.jst.go.jp/browse/jasmin/2009f/0/_contents/-char/ja/ | 2009 年 6 月 |
| 特許データにもとづく, 移動通信体分野における R & D 傾向と企業パフォーマンスに関する分析 | 情報処理学会研究報告, 2010-EIP-47, No.1, pp. 1-6. | 2010 年 1 月 |
| 携帯電話業界における R & D 活動の傾向と、企業業績との関連性に関する分析 | 経営情報学会 大会予稿集 A2-2, http://www.jstage.jst.go.jp/browse/jasmin/2010s/0/_contents/-char/ja/ | 2010 年 6 月 |
| Analysis of Firms' Innovative Performance in Japanese Mobile Telecommunication Industry based on Patent Data | Proc. IEEE i-society 2010, London, pp. 52-58. | 2010 年 6 月 |
| Firms' Patenting Activity and Performance: A Quantitative Analysis of Japanese Mobile Telecommunication Industry | International Journal of Digital Society | 2011 年, <i>Accepted, to appear.</i> |