

## 論文の内容の要旨

論文題目 移動体通信イノベーションの技術的特性による  
競争優位性に関する実証研究

氏 名 池田 大造

移動体通信業界では、サービスを提供する通信オペレータと端末・通信機器を開発・製造するベンダによってイノベーションが起こされてきた。また、生み出されたイノベーションの一部が標準仕様として策定され、様々な製品やサービスに実装されて市場に投入されてきた。国内市場では、通信オペレータである NTT ドコモが端末・通信機器ベンダと協働しながら研究開発を積極的に推し進め、2001年には世界初の第3世代システムの導入を果たした。一方、欧米では各国の通信オペレータが事業提携や買収を通じて再編されていく中、端末・通信機器ベンダである Motorola, Nokia, Ericsson によるイノベーションを中心に市場が形成されてきた。

移動体通信では限られた周波数の有効利用が課題であることから、複数の移動体通信端末で周波数帯を共有して利用できる多元接続方式のイノベーションとともに世代移行を果たしてきた。周波数帯域を分割して割り当てる第1世代の FDMA (Frequency Division Multiple Access : 周波数分割多元接続) 方式に始まり、デジタル技術が採用された第2世代では周波数を一定時間ごとに分割する TDMA (Time Division Multiple Access : 時分割多元接続) 方式が導入された。そして第3世代に入り、広帯域の周波数帯域を共有して異なる符号を乗算する CDMA (Code Division Multiple Access : 符号分割多元接続) 方式が本格的に導入され、高速・大容量なデータ通信が可能となった。また、第2世代では日欧米それぞれの地域で異なるシステムが導入されていたが、第3世代では1台の端末で国際ローミングを実現するために通信オペレータ、端末・通信機器ベンダにより検討が進められ、国際標準方式が策定された。このことにより、無線区間のインタフェース、実装するためのリファレンスモデルを外部技術として活用できる環境が整い、各社は技術戦略の転換が求められることになった。

移動体通信システムは、様々な要素技術が有機的に結合された大規模なシステムであり、設計方法により機能・性能・信頼性・保守性・経済性などの各特性が大きく影響を受けることになる。移動体通信システムは、無線回路・無線回線、デバイス・装置、無線方式、通信制御手順、ネットワーク方式の5つのサブシステムから構成される。無線区間の通信速度や機能などの要求条件を満たすよう、これらのサブシステムを有機的に

結合するための設計が行われ、大規模なシステムが構築される。第2世代では通信速度の向上、通信品質の安定化が重要課題であったが、第3世代に入りニーズが多様化し、移動体通信技術が通信方式という領域を超えてアプリケーション高度化へと広がりを見せている。このような環境下では、他社が追従できないコアコンピタンスとして醸成すべき領域と、外部技術を取り込むオープンイノベーションを推進する領域を見極めた上で研究開発投資の選択と集中を行うことが必要である。また、イノベーションを醸成する方法として、通信オペレータと端末・通信機器ベンダ間の技術連携を模索することも重要な観点である。さらに、今後の技術革新の可能性を見据えて、短期的に取り組むテーマと中長期戦略に据えるべきテーマに分けることが求められている。以上述べた問題意識に立脚し、本研究では、移動体通信イノベーションの技術的特性による競争優位性という観点から、以下の3つの検証課題について分析・考察を行った。

- (1) 第2世代のNTTドコモを中心とした技術連携はイノベーションスピードにつながっていたのか
- (2) 第3世代では端末と連携した無線技術のイノベーションが差別化領域になるか
- (3) 移動体通信システムの構成要素のうち、最適設計が必要となる領域のイノベーションは競争優位を持つのか

検証課題(1) 第2世代のNTTドコモを中心とした技術連携によるイノベーションスピードについては、NTTドコモと端末ベンダ4社（日本電気、富士通、パナソニックモバイルコミュニケーションズ、三菱電機）が形成した技術連携の中で、端末ベンダ4社がNTTドコモから継承した技術を他社に先んじてイノベーションにつなげていたことが明らかになった。また、NTTドコモは、KDDIとソフトバンクモバイル、端末ベンダに比べて自社内での技術蓄積に重点的に取り組みながら、幅広い分野で活用される基盤技術を数多く輩出していたことが分かった。第3世代に入り、基盤となる通信技術の多くが国際標準を通じて外部技術として活用することが可能になったため、各社とも技術戦略の転換が求められ、第2世代で形成された技術連携にも変化がみられた。そうした中、NTTドコモは周辺技術に注力して自社内での技術蓄積に継続して取り組んでいることが伺える。通信方式の改良や無線区間の品質向上、ニーズの多様化に応える通信サービスを実現するための周辺技術に重点領域を移行したと考えられる。

検証課題(2) 第3世代における端末と連携した無線技術の競争優位性については、無線技術を中心としたイノベーションに比べ、端末と連携した無線技術イノベーションは他の技術との類似性が低いことが明らかになった。また、端末と連携した無線技術は、競合技術を生み出しづらいことが分かった。第3世代では、伝送方式などの無線インタフェースの大部分が国際標準により誰もが使える技術として活用できるようになったことから、第2世代で築いた競争優位を維持することが難しくなっており、各社の

技術戦略にも変化を及ぼしている。また、高速・大容量通信環境が整いニーズが多様化する中、端末と連携した無線技術は、標準方式の参照だけでは実現できない性能向上や通信サービスという価値を提供することにつながるため、差別化要素になる可能性が高いと考えられる。重要な視点は、端末側での機能としてどのようなものを前提とするか、標準方式で規定されていない無線技術にどこまで踏み込むかであり、移動体通信システム全体を俯瞰した機能分担、端末での機能実現、将来まで見据えた投資戦略が求められる。そのため、端末技術を考慮せずに無線技術そのものを改良するというアプローチよりも踏み出すことが難しく、他社が取り組んでいる技術を知ることができたとしても、追従が難しい領域である可能性が高い。以上の理由により、技術戦略を検討する上で差別化領域の有力な候補となると考えられる。

検証課題(3) 移動体通信システムの最適設計領域による競争優位性については、複数の構成要素間の調整が必要となる技術領域のイノベーションは競合技術を生み出しづらく、設計コストも高いため、競争優位につながる可能性が高いことを明らかにした。移動体通信システムを構成するサブシステムのうち、無線回路・無線回線分野では、電波というアナログ信号を取り扱うことから様々なトレードオフが存在し、構成要素間の相互依存関係を調整することで初めて十分な性能や品質が達成される。相互依存関係の強さを示す相互依存度が高くなるにつれ、調整できることにより有用性が高まり、多くの競合技術を生み出すことにもつながるが、相互依存度がある一定のレベルを超えると他社が活用すること自体が飛躍的に難しくなることが分かった。また、相互依存度が高く有用なイノベーションは、十分な設計ノウハウを持たない企業も活用すると考えられるため、他社からの追従スピードを押し上げる要因になる。相互依存度がある一定のレベルを超えると、設計ノウハウを持つ企業以外は活用すること自体が困難になるため、他社からの追従スピードがある程度落ち着く。また、最適設計領域は構成要素間の相互依存度が高いことから、新しいイノベーションを生み出すまでに比較的長い設計期間を必要とすることが明らかになった。

最後に、分析結果に基づき相互依存度と今後の技術革新の可能性という2つの軸を用いて技術領域をマッピングすることで研究開発戦略のあり方を提案する。相互依存度が高く、今後も技術革新が期待できる無線回路、無線回線、ネットワーク管理、無線リソース管理分野のイノベーションは、競合技術を生み出しづらいという点で他社の追従も容易でなく競争優位性が高いと考えられる。また、今後も無線容量拡大、大量トラヒック対策という大きな課題が山積みであることから、中長期のテーマとして取り組むべき領域であるといえる。一方で、伝送方式は相互依存度が低いものの、第4世代に向けて今後も高速通信を達成するためのイノベーションが見込まれる領域である。ただし、膨大な研究開発投資が必要になることから、アライアンスなどの技術連携を模索することが推奨される。相互依存度が低く今後の技術革新が見込まれない領域は、外部技術を取り込みオープンイノベーションに注力すべき領域であると考えられる。このように、相

互依存度と技術の成熟度合いという 2 つの軸で移動体通信システムの構成要素を捉えた研究開発ポートフォリオは、コアコンピタンスとして醸成すべき領域と、オープンイノベーションを積極的に推進する領域を見極めるための指針を与えるものである。