

無線機モジュールの開発

Radio Modules

小川	徹	<i>Toru Ogawa</i>
長谷川	尚樹	<i>Naoki Hasegawa</i>
檜山	喜章	<i>Yoshiaki Hiyama</i>
松下	朋美	<i>Tomoyoshi Matsushita</i>
敬島	治	<i>Osamu Keishima</i>



要 旨

近年、携帯電話による通信は音声通話中心から電子メール・インターネット接続サービスに代表されるデータ通信へ移行しつつある。また、ビジネスユースとして社外から会社のデータベースにアクセスして情報を共有するといったモバイルデータ通信や、運輸業などにおける集荷・配達管理情報のリアルタイム化のためのデータ通信など、携帯電話網をデータ通信の伝送路として活用するニーズの拡大が予想される。

また、車室内の情報化のためには車載情報端末から携帯電話網へアクセスすることが必要不可欠となっていくことから、当社はこれらアプリケーションに最適な機器内蔵型の回線交換およびシングルスロットパケット対応カードサイズの無線機モジュールを開発した。

Abstract

In recent years the telecommunication using Portable Phones has been shifting from voice communication to data communication, typified by e-mail /Internet connection services. Further, it is anticipated that there will be an expansion in utilization of mobile phone networks as transmission lines for data communication, e.g. in "mobile data communication" for accessing the companies' databases from the outside of company in business use, and in data communication for realization real-time pickup/delivery management data systems in the transportation industry, etc.

In order to computerize vehicle interiors, in future it will be indispensable that on-vehicle data terminals access mobile phone networks. Our company has developed the card sized radio module built into the equipment, that is able to access both line-switching network and packet-exchange network.

1. まえがき

1.1 背景

近年、音声中心の携帯電話市場は成熟期を迎え新規加入者の伸びに陰りが見え始め、各通信事業者は非音声通信(データ通信)分野での新規需要を拡大しようとしている。

NTT移動通信網(株)殿(以下NTT-DoCoMo殿と示す)のiモードサービス対応携帯電話は、発売以来1年で400万台を超える急激な普及を見せており、電子メール、インターネット接続サービスに代表されるデータ通信需要は、さらに拡大する事が予想される。

ビジネスユーザにおいても、社外から会社のデータベースにアクセスし情報を共有するといったモバイルデータ通信に対するニーズが拡大し、運輸業などにおいては集荷・配達管理情報のリアルタイム化のためにデータ通信は不可欠なものとなりつつある。また、今後発展が期待される高度道路情報システム(Intelligent Transport Systems 以下ITSと示す)の分野では携帯電話網を利用したサービスの実現がデータ伝送需要の拡大に拍車をかける事が予想される。

以上の様なサービスの実現のため、当社はこれらのアプリケーションに最適な機器内蔵型の回線交換およびシングルスロットパケット対応カードサイズの無線機モジュールを開発した。

1.2 無線回線制御方式

現行のデジタル携帯電話の無線回線はTDMA(時分割多元接続)方式の通信を行っている。この方式は図1のように時間軸を6.6msのタイムスロット(時間軸上の区切り:以下スロットと示す)にわけ、3個のスロットを順次配列することで3人のユーザが同時に同一チャンネル(周波数)で回線接続を行う多重化方式である。

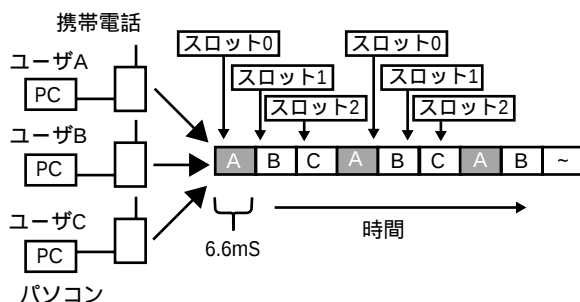


図-1 TDMA方式(フルレート)
Fig.1 TDMA(Time division multiplex access)

多重化するために送信データは1/3の時間に圧縮されており、この方式はフルレート方式と呼ばれている。首都

圏など回線使用率の高い地域ではデータを1/6に圧縮するハーフレート方式が採用され6人のユーザが同時に通話できる。

1.3 通信方式

従来の音声およびデータ通信の方式は、通信の開始時にチャンネルとスロットを送信側と受信側の間で一時的に固定化して無線回線を確保し、通信終了後に回線をオープンにすることで別のユーザに回線を割当て可能とする回線交換方式と呼ばれる方式である。この方式は、実際にデータのやり取りがなくても各ユーザが無線回線を占有しているため、回線のデータ伝送効率が悪くなる。

図2に回線交換方式の1例を示す。

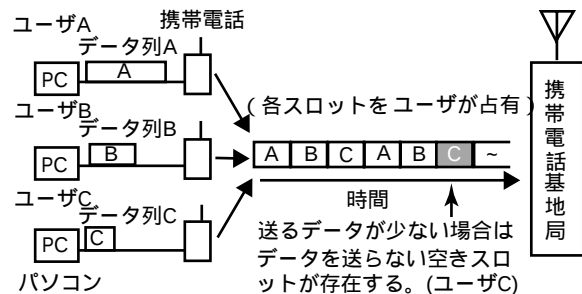


図-2 回線交換方式
Fig.2 Circuit switching method

ユーザCは送信するデータが少なく1スロットあれば送信が完了するが、回線は占有したままとなり空きスロットとなっても他のユーザは使えない。

これに対して、送信データを128バイトごとのパケット(荷れをつけた小包)の形に分けて伝送するデータ通信の方式をパケット交換方式(図3)と呼び、最近の携帯電話で採用されている。

パケット交換方式は、送信側と受信側の間でチャンネルを固定化し無線回線を接続しているがスロットは固定しているわけではなく、必要に応じて相手を指定したパ

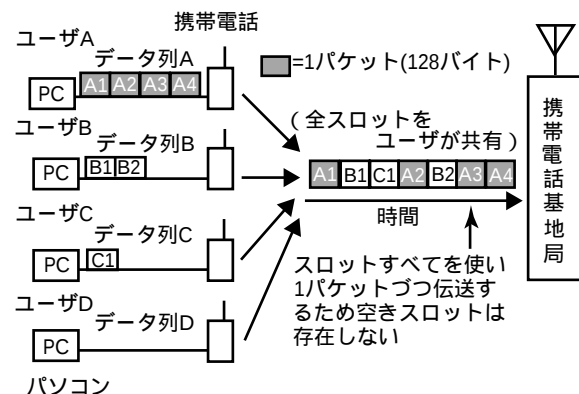


図-3 パケット交換方式
Fig.3 Packet-switching method

ケットを空きスロットを使用して伝送する。このため、3人以上の複数ユーザで無線回線を共有する事が可能となり、インターネット接続の様にアクセスに対して応答があるような断続的なデータのやり取りがある通信の場合においても無線回線の使用効率は向上する。パケット交換方式には、使用出来るスロットの数によってシングルスロットパケット（以下SSPと示す）とフルスロットパケット（以下FSPと示す）のサービスが提供されている。

図4の様に、SSPは回線交換方式と同じく3スロットごとにパケットを伝送し、パケットがない場合はスロットを別のユーザに開放するのに対し、FSPはすべての空きスロットを使用してパケットを伝送する。そのため、データ伝送速度は、SSPの場合は9,600bpsに対しFSPは最大28,800bpsとなる。（3スロットすべてが空いている場合9,600bps×3）よって、FSPはデータ伝送速度が要求される業務的な用途に用いられる事が多い。通信料金もSSPとFSPではスロットを占有するFSPの方が高めに設定される。また、SSPは従来の回線交換方式の携帯電話と同様のスロットを使用するため設計時のハード的な変更は少ないが、FSPの場合は回路追加が必要となりハードコストはアップする。NTT-DoCoMo

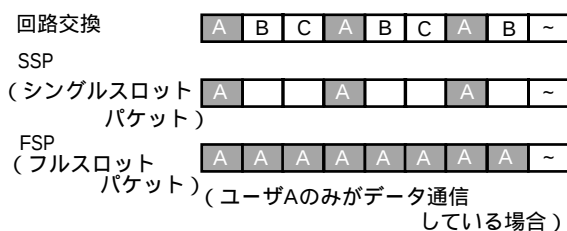


図-4 SSPとFSPの違い

Fig.4 Difference between SSP and FSP

殿のiモードサービスはSSPを採用している。

通信料金の面から交換方式を比較すると、回線交換方

式では、図5の様にデータ伝送時間の大小にかかわらず通信開始から終了までの全体の通信時間に応じて課金される。これに対し、パケット交換方式では、一般的に実際に伝送したデータ量（パケットの数）に比例して課金する情報量従量課金が適用されるため、データ伝送が断続的な場合はコスト的に有利である。

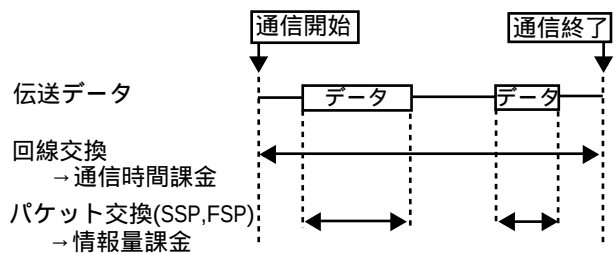


図-5 通信料金の考え方

Fig.5 Communication cost

以上、回線交換方式とパケット交換方式のデータ通信の適用範囲は表1に示す様にデータ通信時間の頻度およびデータ量によって異なる。電子メール、インターネットのように断続的なデータのやり取りがあるデータ通信の場合は、パケット交換方式が適している。

2. 開発のねらい

従来、携帯・車載情報端末を携帯電話網に接続し情報のやり取りを行う場合、図6の様に情報端末から外部モデムを経由して携帯電話の外部機器用コネクタに接続する必要があった。（モデムは情報端末に内蔵する場合もある）

これでは、携帯電話の脱着や接続ケーブルの処理などの煩わしさがあり、携帯性にも問題がある。また事故などの緊急時に自動的に救援要請を発信する緊急通報システムの場合は、煩わしさのため携帯電話を接続しないで放置したり、衝撃で携帯電話がはずれることでシステム

表-1 パケット交換方式による適用範囲

	特徴	適応
回線交換方式	・通信中は回線を1ユーザが独占 ・同時使用ユーザの数に関わらずデータ伝送速度は一定。	・連続的なデータ伝送 ・回数が少ない大容量データ通信 <一括処理型通信向き> FAX、大規模データ伝送
パケット交換方式	・通信中は回線を複数ユーザが共有 ・同時使用ユーザの数が多い場合はデータ伝送速度が低下。 ・必要時は常時接続のため回線接続時間が不要、チャンネル不足によるビジー状態がない。	・離散的なデータ送受信 ・回数が多い小容量データ通信 <対話型通信向き> 電子メール、インターネット等

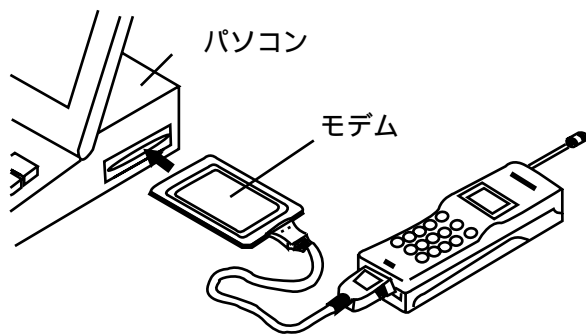


図-6 従来の携帯電話接続
Fig.6 Conventional portable phone connection

自体が動作しない等の不具合が発生する可能性も否定出来ない。

そこで、機器内蔵用として最適な装置となる様に以下の目標をあげ開発を行った。

外形サイズ

外形サイズは各種無線機モジュールの業界標準的な PCMCIA TYPE (85×54×10mm：ノートパソコンのPCカードサイズ)と同等として小型化することで情報機器への内蔵設計を容易なものとした。また薄型高密度実装基板の採用、薄型板金の使用により軽量化を図った。

高機能化

データ通信を重視し、モデム(データアダプタ)を内蔵した。これにより従来ハードモデムを外付けまたは、ソフトモデムをCPUに搭載することで構成していたシステムを簡素化し、情報端末側のハードおよびソフト面での負担を低減すると共に、機器内蔵時の部品低減を図った。

多様な通信方式

利用アプリケーションによって異なるデータの内容、通信量に応じ、ランニングコストが最低となる通信方法を選択出来るように、回線交換およびシングルスロットパケットデータ通信機能および、音声通信機能を搭載した。

3．製品の概要

3 - 1.ブロック構成

図7に回路ブロックを示す。

従来の携帯電話と同様の制御部および高周波部(シンセサイザ,送信部,受信部)に加え、機器接続端子からの送受信データを変換するモデム(データアダプタ)部を内蔵した。また、テンキー入力の代わりに無線機モジュール

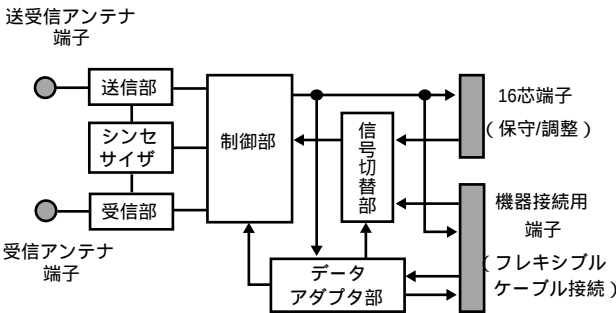


図-7 回路ブロック
Fig.7 Circuit block diagram

ルを外部から制御するための信号入力端子を切り替える信号切替部を設けた。アンテナは固定ホイップアンテナではなく外部アンテナ接続用コネクタを採用した。

3 - 2.接続端子

(1) 機器接続用端子

無線機モジュールと内蔵用機器との接続は、コネクタおよび接続ケーブルによる占有率の低減、機器内でのケーブル引き回しの融通性を考慮してフレキシブルケーブルを採用した。芯数は45芯であり汎用の0.5mmピッチフレキシブルケーブルが接続可能である。

表2に機器接続用端子概要を示す。

機器接続用端子の信号内容については、当社車載機器に使用する端子仕様をベースに、無線機モジュールを内蔵する情報端末機器の設計担当者と事前に調整し多様な機器に適用出来る様考慮した。

表-2 機器接続用端子

端子種別	使用芯数	備考
電源	4	4.0V
接地	10	GND、予備含む
データ伝送用	8	ATコマンド用
アダプタ制御	6	状態表示
音声	4	送信、受信音声
携帯電話制御	8	リセット、電源制御
携帯電話モニタ	5	圏内外、電界表示

電源系端子は、電源供給、接地とも専用に各4芯を割付け送信時のケーブルでの電圧降下を防止している。

データ伝送用端子は、シリアル通信(C-MOSレベル)に対応しておりモデム制御コマンドは最も一般的なATコマンド仕様に準拠している。

受話音声系については、送信時の消費電流変化による接地電位の変動が原因となる音声ノイズを低減するため

平衡出力とした。

また、本モジュールは表示部が無い内蔵用機器で状態を把握および表示出来る様、表3に示す表示用出力端子を設定した。

表-3 表示用出力端子

端子名	備考
AREA	携帯電話圏内/圏外
PACKET	パケット圏内/圏外
ANT3	電界強度（強）
ANT2	電界強度（中）
ANT1	電界強度（弱）

(2)ANT接続用端子

表4にアンテナ接続端子の概要を示す。

無線機モジュールのアンテナは内蔵用機器の構造を考慮し、取付けの自由度を確保するため外部アンテナを採用した。アンテナ接続用端子は小型面実装タイプのコネクタを採用し、無線機モジュールおよび内蔵用機器での占有面積を低減すると共にケーブルを接続した状態でも製品厚さ10mmを超えない様にした。

アンテナは送受信アンテナおよび受信アンテナが接続可能であり、ダイバシチ受信を行うことで、受信感度の向上を図っている。

表-4 アンテナ接続端子

項目	備考
特性インピーダンス	50Ω
電圧定在波比	1.3以下(DC～3GHz)
外形	4.0(W)X4.5(D)X1.7(H)

(3)調整保守用端子

従来の携帯電話に標準設定されている非電話用端子と同等のコネクタを実装する事で無線機モジュールを携帯電話と同等の設備で調整および保守可能とした。

3-3.構造

(1)シールド構造

無線機モジュールを小型化するためには、構造を簡素化することが不可欠となる。その反面、高周波回路の発振、高周波電力の信号発生部への回り込み等による特性の劣化を回避するために確実なシールド構造が要求される。本モジュールでは、ガラス繊維入り樹脂シャーシによるH型筐体構造を採用し、制御部および高周波部を筐体に

より完全に分離する構造とした。

図8に構造を示す。

それぞれの基板はシールド板および板金ケースカバーを組み合わせる事で個別にシールドして分離すると共に、高周波基板については内シールドを追加し、シールド効果の強化を図った。さらに、基板のシールド板との接触部には金メッキを施し、シールド板と基板およびケースとの接触は、ばね状の突起を設けた。これにより各シールド部品間および基板の接地電位が同電位となり十分なシールド効果が得られ、電氣的諸特性を満足することが出来た。

高周波基板および制御基板は基本的に片面実装とし、半田面側は全面接地パターンとすることで基板接地面のインピーダンスの低減及び、安定化と基板間シールド効果の向上を図ると共に、製品高さ10mm内での2枚基板構成を実現した。

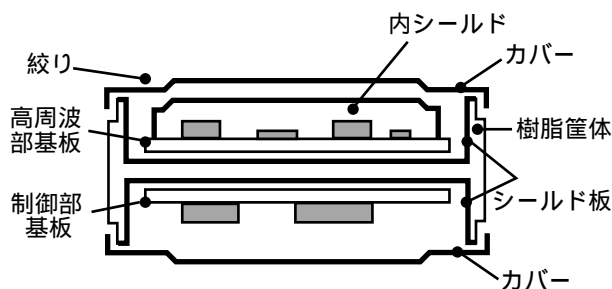


図-8 構造

Fig.8 Mechanical structure

(2)基板へのストレス回避

各基板は基板間コネクタで接続しているが、コネクタへの機械的ストレスによる半田クラックの防止、取付けネジによる基板実装面積の縮小を避けるため各基板はネジで固定せずフローティング構造とした。

(3)材質

樹脂シャーシはガラス繊維入りポリカーボネイトを使用し筐体剛性を向上させることで、外部からの落下・ねじり等の機械ストレスによる内部部品への影響を避け信頼性の向上を図っている。

シールド板は部品実装高さへの制限を最小限に留めるため0.1mmの薄型SUS材を採用した。

材質が薄く絞りによるしわの発生が懸念されるため、絞りの形状および位置について最適となるよう設計を行った。

カバーは0.3mmのSUS材をプレス加工し、凸形状の絞りを入れる事で強度を確保し筐体剛性を向上させた。

(4)基板

ALIVH注¹⁾ 6層基板を採用し、隣接する任意の内層間を接続出来る全層IVH(InnerViaHole)によるパターン展開を実施することで高密度配線・高密度実装を実現すると共に、小型化・軽量化を実現した。



図-9 基板
Fig.9 Circuit board

3 - 4.主要諸元

本モジュールの主な仕様は表5の通りである。

表-5 主な仕様

項目	芯数
適応回線	デジタル携帯・自動車電話回線 パケット通信回線
伝送方式	デジタル方式自動車電話システム パケット移動通信サービス(DoPa)
通信速度	パケット通信：最大9600bps データ通信：最大9600bps FAX通信：最大9600bps(ECM)
DTE-DCE 間通信速度	115.2k,57.6k,38.4k,19.2k,14.4k,9600 4800,2400,1200bps
外形寸法	約85(W)×54(D)×10(H)mm
重量	約63g
電源	DC4.0V±10% 外部機器よりフレキシブル ケーブルにて供給
消費電流	370mA(通話中)
周囲環境	使用温度範囲：+5～+45 保存温度範囲：-20～+60
制御 コマンド	ATコマンドに準拠
技術基準 適合認証	認証番号：A99-0052JP AJ99-1019
ARIB 接続性確認	確認番号：DA1995FJT004AA

4．製品への応用

本無線モジュールは、内蔵タイプである為いろいろな製品への応用が可能である。特にITSの分野は当社でも取り組んでいる開発分野の一つであり、さまざまな応用が考えられる。

4 - 1.緊急通報システムへの応用

緊急通報システムは、車の事故やトラブル時、車載端末からGPSの自車位置データと緊急情報をセンターに伝えることで、敏速に救急・警察・レッカーが状況に応じてかけつけるシステムである。米国、欧州ではすでにサービスが始まっており、日本でも計画されている。この緊急情報をセンターに伝える手段としてサービスエリアが広く比較的安定している携帯電話網が有力視されており、車載端末に電話モジュールを内蔵することでシステムが容易に構築出来る。さらに、手持ちの携帯電話を車載端末に接続する方法と違い、確実な回線接続が約束されるため、システムを必要時に必ず動作させることが可能であり、お客様の安全を確保する上で最適なシステムと言える。

4 - 2.車室内情報サービスへの応用

車室内情報サービスとは、電波を通じて車載情報端末(カーナビゲーションなど)にリアルタイムにドライバーが求める便利な情報を提供するものであり、この場合も情報伝達は携帯電話網が最適な手段となる。現在では、トヨタ自動車(株)のMONET(MobileNetwork)などが同様のサービスを提供しており、iモードサービスを利用したナビゲーションシステムも市販されている。このような場合も、無線機モジュールを車載情報端末に内蔵することで、操作時の煩わしさは解消でき、車室内における操作性の向上、装置の小型化を図る事が出来る。

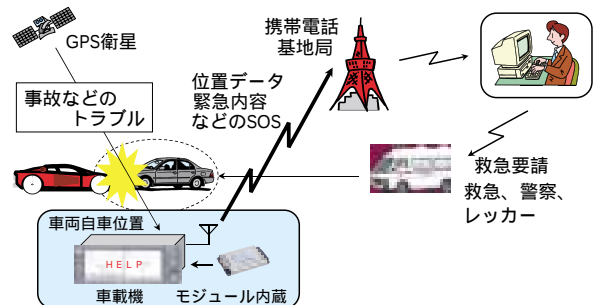


図-10 緊急通報システム例
Fig.10 Example of Mayday System

4-3. ハンドヘルドターミナルへの応用

現在、運輸業者殿ではハンドヘルドターミナル（以下 HHT と示す）を活用して、お客さまからの荷物集荷、配達などの情報を荷札のバーコード読取り、テンキー入力によって HHT に蓄積して活用することが一般的となりつつある。

従来の情報集約方法は、集配車が集配センターに帰社した時点で HHT の情報をセンターのホスト端末にバッチ処理で転送していたが、この処理では情報が遅れる場合がありお客様からの問い合わせなどにリアルタイムに対応することが出来なかった。

そこで今回、開発した本無線機モジュールを HHT に内蔵することで公衆回線を通じて集荷、配達などの情報をお客さまの軒先から集配センターに転送することが出来る様になり、荷物の状態をリアルタイムに把握可能となった。これにより、お客様からの問い合わせなどにも即座に対応可能となりサービス向上を実現できた。

本無線機モジュールを内蔵した HHT の例を図11に、HHTシステム例を図12に示す。



図-11 製品応用例

Fig.11 Example application of product



図-12 HHTシステム例

Fig.12 Example Transportation Management system with HHT

5. 今後の展開

以上の様に現在製品化されている組込製品は、第一ステップとして従来手持ちの携帯電話を接続することで実現していたシステムに適用しており、従来方法に比べて小型化、操作性・携帯性が向上した製品の実現が確認出来た。

次ステップとして、新規需要と見られている以下の様なシステムへの展開が予定されている。

車両運行管理

バス、電車、運送トラックなどに設置することで車両状況をセンターでリアルタイムに監視することが可能となり運行状況の把握・配車管理が的確に行える。従来は専用無線などで行っていたが、情報が断続的なのに比べパケットではリアルタイムでの通信によりさらにきめ細やかなサービスの提供が可能となる。

自動販売機管理

自動販売機等への内蔵により商品在庫のリアルタイム管理が可能となる。現地に確認に行かなくても在庫、機器状態が把握出来るため商品切れ、故障などに即対応することが可能となり、効率的な補充・保守計画が実現出来る。従来は埋設ケーブルでのシステムもあったが、モジュール内蔵により移設時の配線工事をせずにシステム構築出来、コスト低減につながる。

さらに、前述の緊急通報システム・車載情報端末といった車載機器への適用への発展に加え、民生分野においてこれまで実用化に問題があった分野への展開が可能である。例えば、これまで携帯性に疑問が残る普及が鈍っていた小型情報端末(小型パソコン)によるモバイル通信も、端末を通常通り操作するだけで携帯電話回線にアクセスできるモジュール内蔵化により発展が期待できる。

機器に内蔵することで、利用者はこれまでのように意図的に操作することなく携帯電話回線への接続が可能となり、情報端末を通じてネットワーク上の膨大な情報源を常時携帯している状況が実現する。このことは、今後の情報化社会における端末製品の必須条件であると言え、適用製品は多岐に渡るものと考ええる。

これらのアプリケーションに対応するために、現在当社ではさらに薄型化した P C M C I A T Y P E (8 5 × 5 4 × 5 m m) 相当のカードタイプの無線機モジュールの開発を推進している。

今後、さらに内蔵する場合の自由度を拡大するために小型化・薄型化が必要と考える。また、欧州、アジア圏の G S M 方式携帯電話で使われている様な、 I D 情報を

SIMカード(小型のICメモリ)に書込み、これを差込むことで同一電話番号を複数の携帯電話端末で利用できるシステムが内蔵タイプでは一般的となるとの予測もあり市場の動きに対応した無線機モジュールの開発を推進していく。

6．課題

6 - 1．性能

無線機モジュールの内蔵製品が増えるにつれ環境条件やノイズ妨害の想定外の問題発生が予想されるため、環境や内蔵機器側からの妨害に対する更なる性能向上を図り適用範囲を拡大する必要がある。

6 - 2．イニシャルコスト

無線機モジュールを車載情報端末に内蔵することで電話機の接続操作などを気にせず携帯電話網を活用出来るメリットがある反面、現段階では次の様なコスト面での課題を克服する必要がある。

無線機モジュールを車載情報端末に内蔵する場合、電話機が固定化されるため車外で使用する携帯電話とは別に通信事業者(NTT-DoCoMo殿など)と回線契約を結ぶ必要があり、回線契約料・通信料といったイニシャルコストが発生する。この問題に関しては、北米で緊急通報システムなどを踏まえた低料金契約の動きなどがある。また日本国内では、NTT-DoCoMo殿が自動車電話所有者を対象にした車室内で自動車電話、車室外では携帯電話といった1つの電話番号を自動車電話および携帯電話の複数の端末(最大3端末)で利用できる1番号複数端末サービス(セレクション^{注2})を提供している。

今後、緊急通報システム等のサービス開始時には、これらをベースに無線機モジュール内蔵システムに適した回線契約条件が設定されてくるものと考ええる。

また、無線機モジュール内蔵による装置の簡略化、小型化によるシステム全体でのコストメリットが通信インシャルコストを吸収出来る面もありシステム全体でのコストを考える必要がある。

7．おわりに

以上、今回開発した無線機モジュールの概要について述べた。今後、携帯電話網を使ったデータ伝送の要求は車室内はもとより、さまざまな分野への拡大が予想され、カードサイズの本モジュールはこれらのニーズに幅広く対応出来るものと考ええる。

最後に、本モジュールを製品化するにあたり、ご指導いただいた富士通(株)移動通信端末事業部企画・方式部の関係者の方々、ならびに富士通東北デジタル・テクノロジー(株)第二技術部の関係者の方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

塚本他：「ITS時代への対応」

富士通テン技報、Vol.16 No1(1998)

NTT DoCoMoテクニカル・ジャーナルVol.7 No3

注1)ALIVH (Any Layer Via Hole)

：松下電子部品(株)登録商標

注2)セレクション：NTT Docomo(株)登録商標

筆者紹介



小川 徹（おがわ とおる）

1991年富士通(株)入社。以来、携帯電話用非電話アダプタの製品開発に従事。現在、富士通(株)移動通信端末事業本部移動通信端末事業部企画方式部在籍。



長谷川 尚樹(はせがわ なおき)

1984年入社。以来、陸上移動通信機器関係の開発に従事。現在、ITS事業推進本部第二技術部TRプロジェクト在籍。



檜山 喜章（ひやま よしあき）

1991年入社。以来、陸上移動通信機器関係の開発に従事。現在、ITS事業推進本部第二技術部TRプロジェクト在籍。



松下 明美（まつした ともよし）

1983年入社。以来、陸上移動通信機器関係の機構設計に従事。現在、AVC本部機構技術部MUプロジェクト在籍。



敬島 治（けいしま おさむ）

1984年入社。以来、陸上移動通信機器関係の開発に従事。現在、ITS事業推進本部第二技術部TRプロジェクト課長。