

車載向けFOMAテレマティクスモジュールの開発とネットワークへの機能追加

拡大するマシンコミュニケーション市場の中で、特に乗用車や重機などに代表される高い耐久性能が求められる機器へ搭載することを目的に、FOMAテレマティクスモジュール^{®*1}を開発した。また、車載利用におけるユーザの利便性を向上させるため、ネットワークへの機能追加も行った。

ユビキタスサービス部 いずみ たかあき^{†1} 和泉 隆亮 つつみ こうき 堤 公希
 移動機開発部 たかはし かずひこ^{†2} 高橋 和彦
 ネットワーク開発部 わくい みちこ 涌井 道子

1. まえがき

日本における携帯電話の契約者数が累計で1億契約を超え、一般の携帯電話市場が成熟期を向かえる一方で、自動販売機や決済端末などに組み込んだ通信機器を利用して、テレメトリングのようなデータ通信を実現するマシンコミュニケーション市場は、需要がますます高まっている。

そうした中、一般の乗用車やトラック・重機といった商用車などの車載向けマシンコミュニケーション市場においても、通信機能を有した車載通信ユニットを搭載し、事故の軽減や渋滞回避といった安心・安全サービスの提供、カーナビゲーションシステム（以下、カーナビ）と連携した車内マルチメディア環境の提供、さらには運行管理・遠隔監視などのサービスを提供するといった、ITS(Intelligent Transport Systems)^{*2}分野への利用が急速に進んできて

いる。

こうした車載向けマシンコミュニケーション市場の需要に対応し、ITSのさらなる普及と新規ビジネスの展開を図るため、ドコモ初となるFOMAテレマティクスモジュール(TM01-SA（以下、テレマティクスモジュール）を開発した（写真1）。

車載環境においては、安心・安全への高い要件から、環境条件の厳しい中で確実に動作できることが求められるため、極めて高い耐久性、信頼性が必要とされる。テレマティク

スモジュールは、このような過酷な条件にも適合できる点、車側の車両制御回路であるECU（Electronic Control Unit）^{*3}との接続インターフェースを有していることにより車両制御と連動した機能提供が可能となっている点が、通常の携帯電話やFOMAユビキタスモジュール^{®*4}（以下、ユビキタスモジュール）と違った大きな特徴である。

ドコモにてすでに提供している組み込み型モジュールであるユビキタスモジュールは、パケット通信専用端

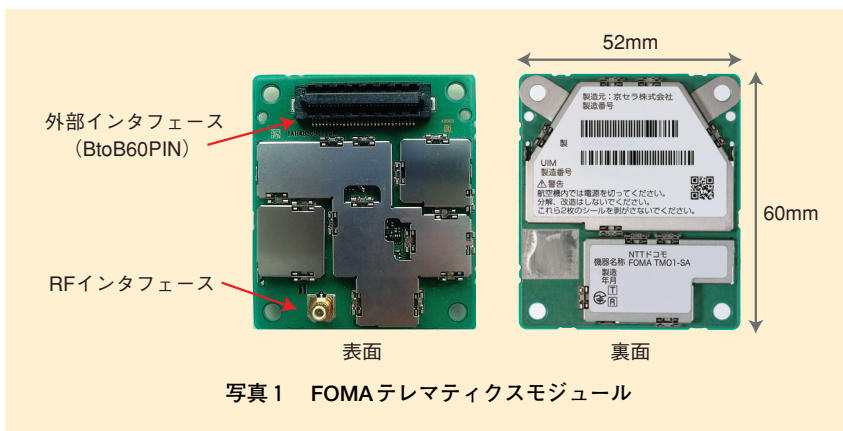


写真1 FOMAテレマティクスモジュール

†1 現在、マーケティング部
 †2 現在、経営企画部

*1 FOMAテレマティクスモジュール[®]：(株)NTTドコモの登録商標。
 *2 ITS：通信技術を用いて、車両管理や道路交通などを快適にする交通システム全体の総称。

*3 ECU：自動車を制御するためのマイクロコンピュータユニット。
 *4 FOMAユビキタスモジュール[®]：(株)NTTドコモの登録商標。

末として、マシンコミュニケーション市場において利用されてきた。こうしたパケット通信機能に加え、テレマティクスモジュールは、車内におけるハンズフリー通話あるいは車以外にも組み込み機器に内蔵した状態で通常の電話として利用するための音声通話機能や、カメラによる車両内外の遠隔監視やアルコールチェックシステムといったような映像を利用したサービスを実現するためのテレビ電話機能を搭載している。モジュール市場における適用範囲例を図1に示す。

本稿では、まず、テレマティクスモジュールの概要について述べる。さらに、ネットワーク機能の高度化として、自動車の販売・流通（特に中古市場での再利用）時にスムーズな対応が可能となるSelf Activation機能について述べる。この機能を導入することにより、例えば故障モジュール交換、車両買い替えに伴うモジュール切替え、ユーザがテレマティクスモジュールを製品に組み込んでサービスとして利用開始する時点からの基本使用料金の課金開始など、ユーザニーズに合ったさまざまな運用条件に柔軟に対応することができる。

2. FOMAテレマティクスモジュール

2.1 機能概要

ドコモの車載向け通信モジュールとして、初めて開発したテレマティクスモジュールの主な仕様を表1に記載する。通信ベアラとしては、音

声、テレビ電話、パケット通信およびSMS（Short Message Service）（ただし、車両制御用SMSの受信のみ）に対応している。また、マルチアクセス機能に対応しているため、車内で通話をしながら、カーナビ上でブラウザによる情報アクセスなどを行うことが可能となっており、ハンズフリー通話を前提とする車内環境では、一般のハンドセット型携帯

電話での利用シーンに比べて本機能の優位性が発揮されるものと考えられる。

対応周波数は、2GHz/800MHzであり、FOMAプラスエリア^{*5}に対応しているため、車での移動環境においても、広いエリアで利用することができる。外部アンテナについては、自動車メーカーと協同で設計・評価を重ね、車両へ搭載した状態でも

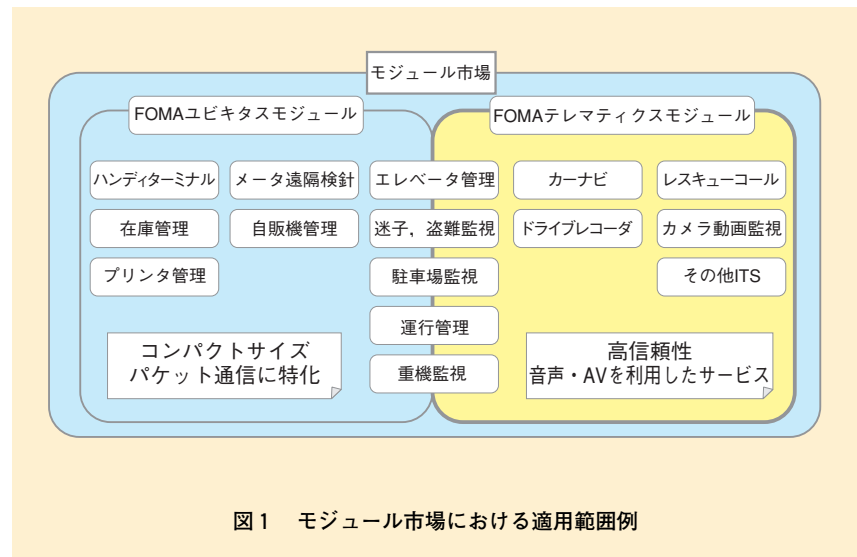


図1 モジュール市場における適用範囲例

表1 主な仕様

項目	内容	備考
ベアラ	<ul style="list-style-type: none"> 音声 テレビ電話（AV64kbit/s） パケット通信（下り384 kbit/s 上り64kbit/s） SMS（車両制御用SMS受信のみ） 	マルチアクセス機能対応
対応周波数	3GPP BAND I（2GHz帯）、BAND VI（800MHz帯）	
環境条件	<ul style="list-style-type: none"> 動作保証温度：-30℃～+70℃（本装置周囲温度） 保存温度：-40℃～+85℃（本装置周囲温度） 動作保存湿度条件：95%RH以下 	
サイズ	約52.0（W）×約60.0（D）×約8.6（H）mm	高さは、外部接続コネクタ突起部含まず
移動端末質量	約29g	
電源	DC5.0V	
メイン電源消費電流	<ul style="list-style-type: none"> 通信時：最大700mA以下 待受け時：1.5mA以下（省電力モード時） 80mA以下（通常モードで送信しない時） 	

*5 FOMA プラスエリア：800MHz帯の電波を利用するFOMAサービスエリアのこと。

FOMA移動端末として十分な性能を確保できるものとした。

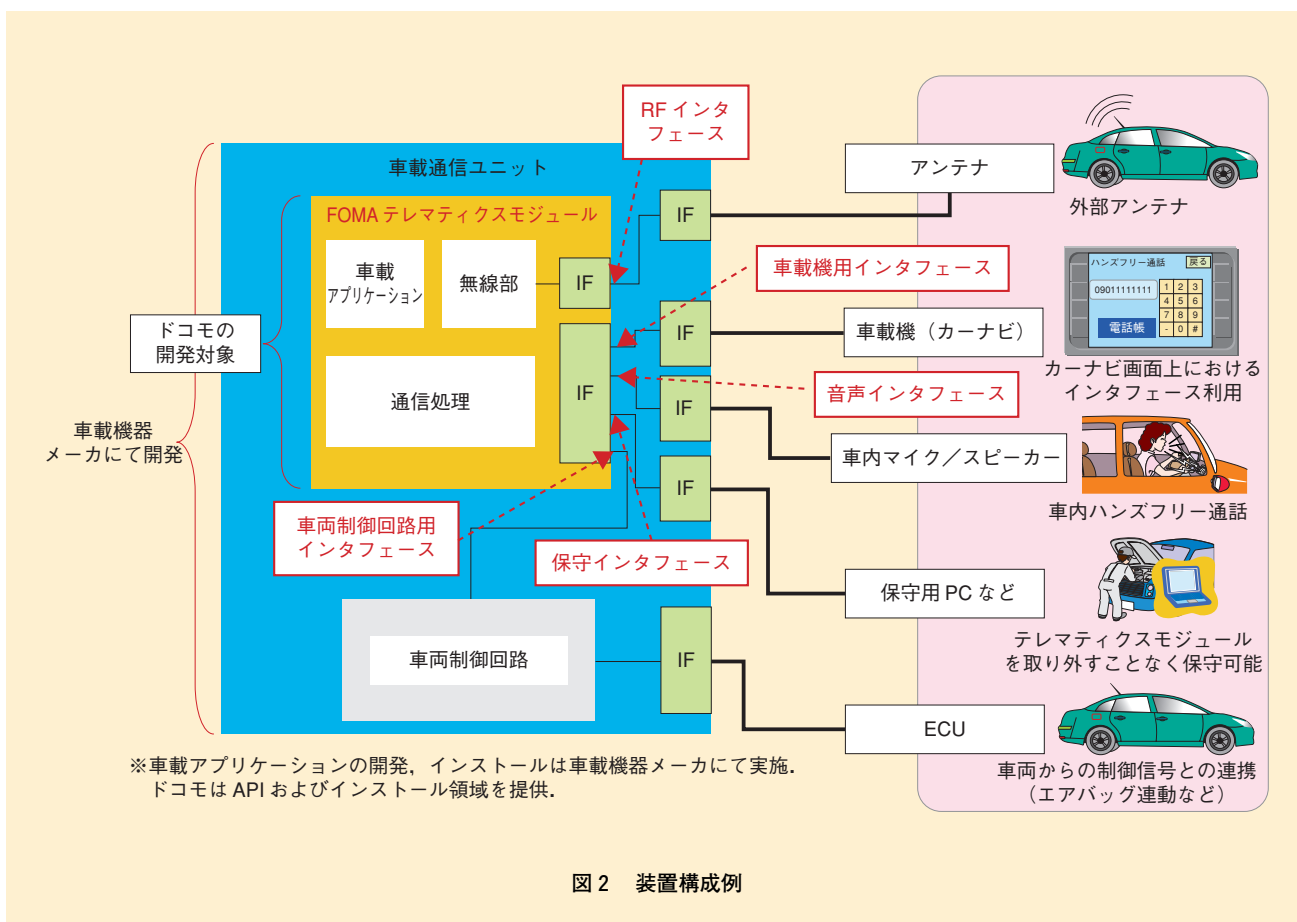
前述したテレマティクスモジュールとしての大きな特徴の1つである高耐久性・高信頼性において、動作保証/保存温度範囲は非常に重要な要件である。このため、テレマティクスモジュールは、動作保証温度が-30℃~+70℃、保存温度が-40℃~+85℃という、車載用途に十分耐え得る性能を満足している。通常の携帯電話の場合、3GPP (3rd Generation Partnership Project) 標準仕様に規定されるとおり、温度範囲について+15℃~+35℃、-10℃

~+55℃などを条件としていることが一般的 [1]である。しかし、これに比べてテレマティクスモジュールは、設計段階における1つひとつの部品選定に始まり、各種信頼性試験による評価や量産製造工程内での検査などにより、広範囲な温度での動作を保証している。

2.2 装置構成

テレマティクスモジュールは、利用形態に合わせて種々の組み込みパターンが想定されるが、車載機(カーナビ)とともに車に搭載される装置構成の一例を図2に示す。テレマテ

ィクスモジュールは、車載機器メーカーにてまず車載通信ユニットに組み込まれ、本車載通信ユニットが車の製造ライン上にて、車載アンテナ・マイク・スピーカ類とともに車内に設置され、RF (Radio Frequency) インタフェース*6・音声インタフェース*7を介して接続されることとなる。また、USB (Universal Serial Bus) インタフェースである車載機用インタフェースを介して車載機に接続され、これにより、車載機は画面操作を介して、モデムとなるテレマティクスモジュールとATコマンド*8送受信などを行う。さらに、車



*6 RFインタフェース：テレマティクスモジュールのアンテナ接続点。

*7 音声インタフェース：テレマティクスモジュールにおいて、音声アナログ信号を外部スピーカーやマイクに入出力する接続点。

*8 ATコマンド：モデムと通信を行うためのコマンド体系。

両内の各種センサや車載機器を制御するECUには、車両制御回路用インタフェースを介して接続され、車両情報の収集や車載機器への制御指示を行う。保守インタフェースとして、商用後にテレマティクスモジュールのソフトウェア書換えなどのメンテナンスが可能のように、UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ^{*9} インタフェースを有している。

テレマティクスモジュールにおいては、前述の外部とのインタフェースのほかに、内部メモリ上に車載アプリケーションを搭載することができる領域を確保しており、車載機器メーカが車載ユニットに組み込む際に、自動車メーカなどのサービス提供者ごとのアプリケーションを書き込んで利用することができるようになっている。車載アプリケーションの搭載有無やどのようなアプリケーションにするかは、組込み用途ごとに決められる。

2.3 信頼性試験項目

テレマティクスモジュールの特長である高耐久性・高信頼性を確保するために、各種信頼性試験を実施した(表2)。通常のハンドセット型の携帯電話にて実施している環境試験項目に比べて、極めて厳しい項目・条件となっており、テストとその結果の設計へのフィードバックを繰り返し重ねることで車載用途に耐え得る品質を確保している。特に高温、低温および熱衝撃によるハードウェアへの影響は大きく、テスト途中で

ハードウェア破壊や動作不良に陥ることがないように、テレマティクスモジュールでは設計段階から部品配置、基板パターンやはんだ条件などを最適化するという工夫を行った。さらに、製造工程においても、部品管理をはじめとして製造後の検査工程によるスクリーニングを実施して、車載用途に耐え得る信頼性の確保や故障率の低減を図った。

2.4 その他特徴的な機能

(1) 内蔵UIM

テレマティクスモジュールにおいては、車載環境における温度条件・振動条件の制約から、FOMAカードを利用せず、加入者情報の格納などのUIM (User Identity Module) ^{*10} 機能をテレマティクスモジュール内部に備えている。

(2) 車両制御用SMS

テレマティクスモジュールでは、車両制御用SMS受信機能に対応している。車両制御用のヘッダが付与されたSMSを受信すると、車載ア

プリケーションに通知し、必要に応じて車両制御回路へのアクセスやパケット接続を確立して関連情報の送出手間などを行う。

(3) 省電力モード

テレマティクスモジュールは、省電力モードを実装しており、例えば車のエンジンを切った状態で車両監視のためにテレマティクスモジュールを常時待受け状態にしておくといったような用途においても、低い消費電力で継続動作が可能になっている。

(4) GPS機能

テレマティクスモジュールは、GPS (Global Positioning System) 機能を搭載しており、単独測位方式に加えて、FOMAネットワークよりアシストデータの配信を受けて測位演算を行う、A-GPS (Assisted-GPS) 測位方式 [2]にも対応している。3GPPに規定されているMO-LR (Mobile Originated - Location Request) ^{*11}手順 [3]により、車載アプリケーションを搭載することで、

表2 信頼性試験項目

項目	試験条件	参考規格 (ただし、試験条件は異なる)
温度特性試験	T=-30℃~+70℃	JASO D001-94 5.11
低温放置試験	T=-40℃, 指定時間	JASO D001-94 5.12
低温作動試験	T=-30℃, 指定時間	JASO D001-94 5.13
高温放置試験	T=+85℃, 指定時間	JASO D001-94 5.14
高温作動試験	T=+70℃, 指定時間	JASO D001-94 5.15
温度サイクル試験	T=-30℃↔+70℃, 指定サイクル	JASO D001-94 5.16
熱衝撃試験	T=-30℃↔+80℃, 指定サイクル	JASO D001-94 5.17
定常湿度試験	指定条件	JASO D001-94 5.19
振動試験	指定条件	JASO D001-94 5.23
静電気試験	指定条件	JASO D001-94 5.8

JASO (Japan Automobile Standards Organization) 規格：社団法人自動車技術会が定める自動車関連の団体規格。

*9 UART：シリアル信号とパラレル信号の変換を行うためのインタフェース回路。

*10 UIM：電話番号などの契約者情報を記録したICカード。移動端末に差し込み、ユーザの識別に用いる。

*11 MO-LR：移動端末ユーザが現在地情報を取得したり、ネットワークを経由して現在地情報をサーバに通知する機能。

自己位置を取得することができる。本機能により、盗難通報や事故発生時の位置情報通知といったサービスへの応用が考えられる。

2.5 サービス応用例

テレマティクスモジュールは、単に通話・通信機能を有した通信モジュールというだけではなく、車載アプリケーションやECUと連携することにより、自動車メーカーなどのサービス提供者の要望に沿ったさまざまなサービスに利用されることが期待される。サービス応用例の1つとして、ユーザの移動端末経由にて遠隔で車のライトを消灯するユースケースを図3に示す。しかし、これはあくまで想定されるユースケースの

一例であり、今後、従来にない新たな利用スタイルやサービスが創出されることが見込まれる。

3. Self Activation機能

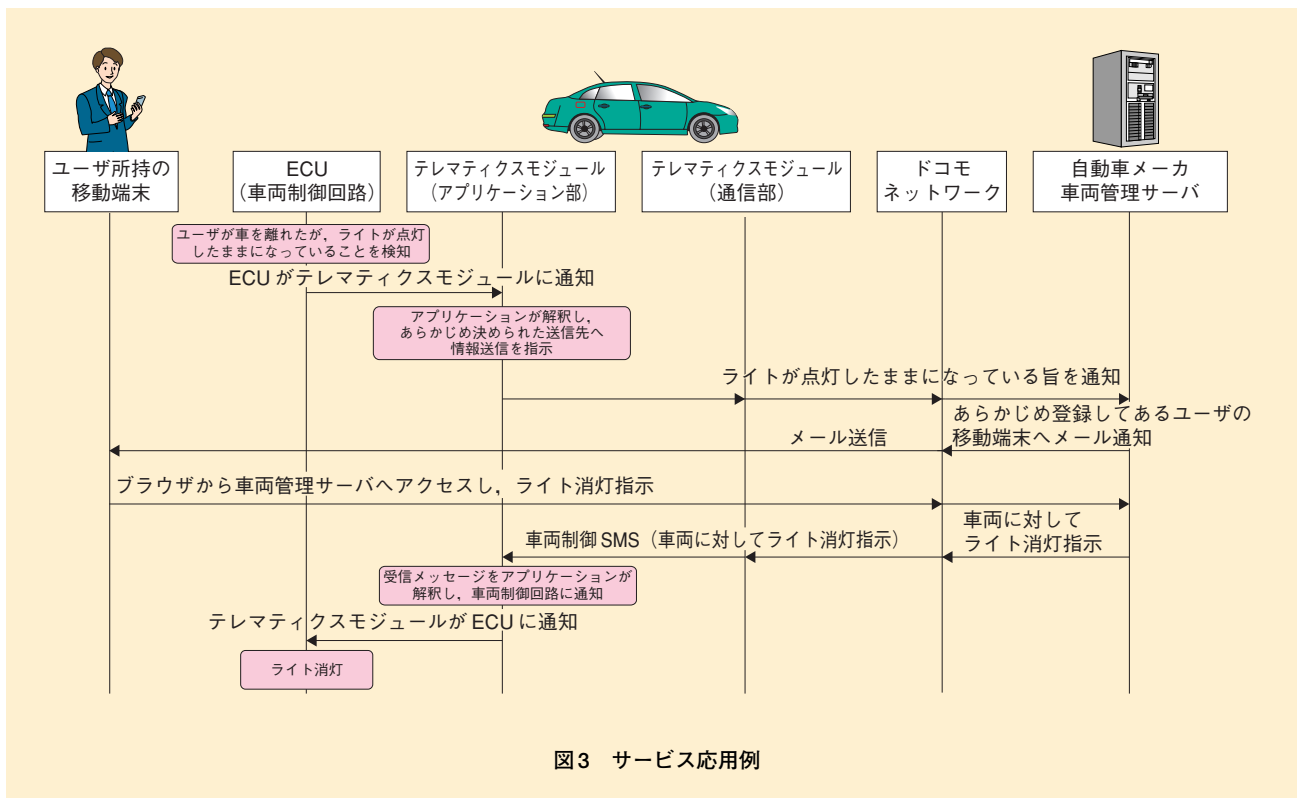
テレマティクスモジュールのユーザ識別子であるIMSI (International Mobile Subscriber Identity)^{*12}の書込みを初期出荷時のみとし、以後、モジュール交換を行うことなく電話番号であるMSISDN (Mobile Subscriber ISDN number)^{*13}の変更・登録を可能としている。これにより、自動車の販売・流通 (特に中古車市場での再利用) 時にスムーズな対応が可能となる。

例として、テレマティクスモジュールの出荷から、車への組み込み、ユ

ーザへの納品までの一連の流れを図4に、詳細を以下に示す。

まず、テレマティクスモジュールの初期出荷時に、テレマティクスモジュールへのIMSIの書込み (図4①) およびHLR (Home Location Register)^{*14}に対するIMSI登録 (図4②) を実施したうえで自動車メーカーに配送され在庫管理される (図4③)。これにより、任意のタイミングで開通可能なモジュールとして管理されることになる。

サービス提供者である自動車メーカーでは、ユーザからテレマティクスサービス^{*15}の利用を要望されると、テレマティクスモジュールを車に組み込むのと同時に、ドコモのテレマティクスモジュール開通拠点に利用



*12 IMSI：UIM内に格納される、移動通信で使用するユーザごとの固有の番号。
*13 MSISDN：3GPP上で規定される加入者に割り当てられる電話番号。

*14 HLR：3GPP上で規定される加入者情報の管理機能および呼処理機能を有する論理ノード。
*15 テレマティクスサービス：テレマティクスモジュールを利用したサービス提供者独自の各種サービス。

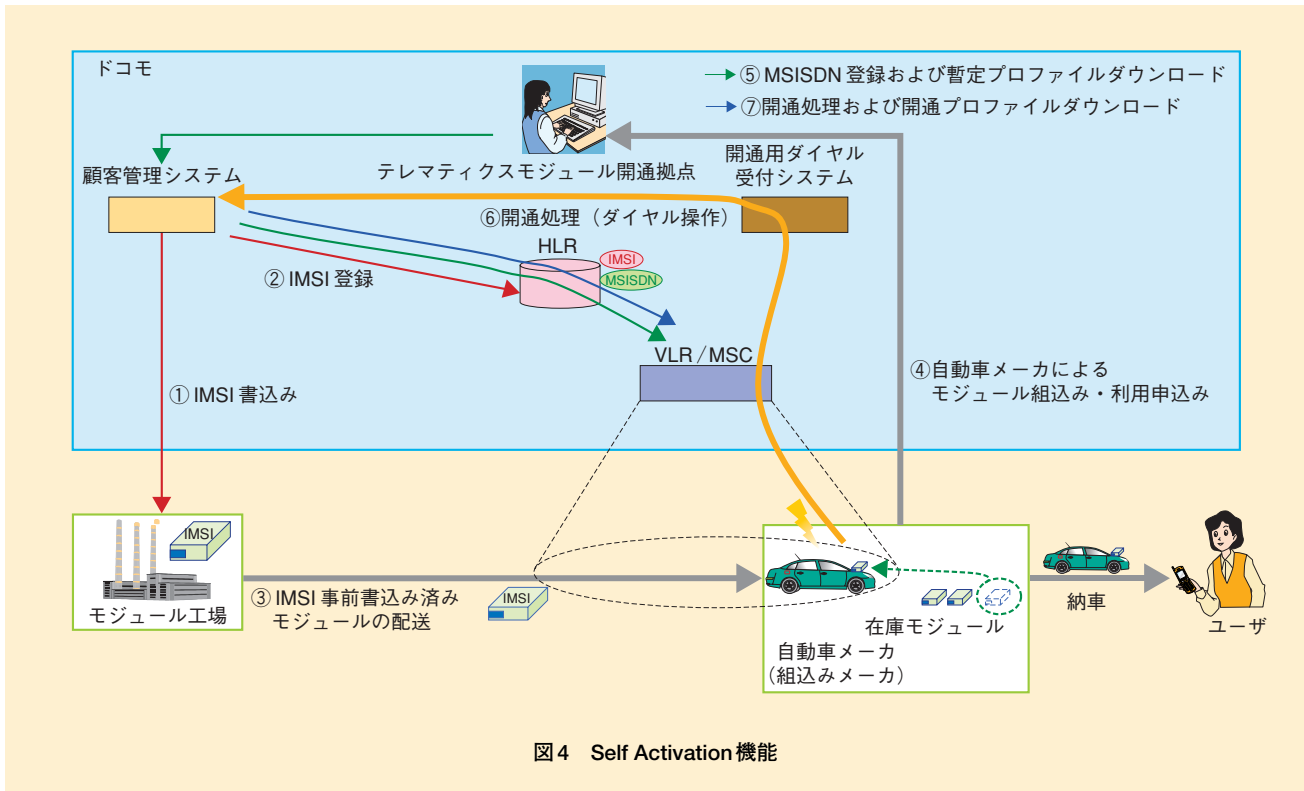


図4 Self Activation機能

申込みを行う (図4④)。テレマティクスモジュール開通拠点では、開通対象のテレマティクスモジュールに対する電話番号の割付けを顧客管理システムより実施する。顧客管理システムはHLRに登録されているIMS Iに対して、開通するMSISDNの割当てを行い、HLRはVLR (Visitor Location Register)^{*16}/MSC (Mobile Switching Center)^{*17}に対し、該当電話番号の暫定開通プロフィールを送信する (図4⑤)。これにより暫定開通状態が生成され、テレマティクスモジュールからは開通番号への発信のみが許容される (その他の番号への発信、着信、その他サービス利用はすべて規制される)。

その後、ユーザへの納車と合わせて開通番号がダイヤル発信されると (図4⑥)、顧客管理システムを経由してHLRに対し本格開通要求が送信され、HLRでは該当MSISDNの暫定開通状態^{*18}を本格開通状態^{*19}に変更し、さらに、VLR/MSCに対しテレマティクスモジュールを利用可能とする制御プロフィール情報を送信する (図4⑦)。これにより、開通番号のみへの発信制限が解除され、テレマティクスサービスの利用が可能となる。また、開通番号へのダイヤル発信と同時に、テレマティクスモジュールの基本使用料金の課金が開始される。

このように、Self Activation機能の適用によりドコモ側での利用登録作

業とは非同期でサービス開始可能となるため、自動車メーカーで開通タイミングを自由に操作することが可能であり、ドコモへのサービス申込み後、車両工事に時間がかかり納車日変更が発生するようなケースにおいても、柔軟にサービス開始時期を変更可能となる。

さらに、電話番号変更にモジュール交換を必要としないため、テレマティクスサービス利用車の売買・中古市場への展開時などにおいて車両工事することなく、電話番号割当てを自由に行うことが可能となり、効率的な車売上の運用が可能となっている。

*16 VLR：3GPP上で規定される在圏加入者情報管理機能を有する論理ノード。
*17 MSC：3GPP上で規定される交換機能を有する論理ノード。

*18 暫定開通状態：本稿では、テレマティクスサービス開通番号にのみ発信可能な状態をさす。

*19 本格開通状態：本稿では、テレマティクスサービス利用可能な状態をさす。

4. あとがき

本稿では、主に車載用途として厳しい環境下におけるマシンコミュニケーション市場向け通信モジュールについて解説した。近年、ますます需要が高まりつつあるITS分野において、ユーザの利便性を向上させるとともに、自動車のECUと連携した従来にない新たなサービスにより、安全で快適な車両運行のサポー

ト、充実した車内エンターテインメントの提供など、利用用途が広がっていくことが期待される。

今後、通信方式の進化に伴う機能の向上とITS市場のさらなる発展を目指し、また、他事業者に対する競争力強化を図るため、通信モジュールの開発とネットワーク基盤の機能拡充を積極的に進めていく予定である。

文 献

- [1] 3GPP TS25.101：“Technical Specification Group Radio Access Network; User Equipment (UE) radio transmission and reception (FDD).”
- [2] 朝生，ほか：“FOMA位置情報機能の開発－現在地確認機能－，”本誌，Vol.13，No.4，pp.14-19，Jan.2006.
- [3] 3GPP TS23.271：“Technical Specification Group Services and System Aspects; Functional stage 2 description of Location Services (LCS).”