

特別論説



情報処理最前線

次世代移動通信方式の動向[†]佐々木 秋穂^{††} 中島 昭久^{††}

1. はじめに

移動通信の加入者数は、最近世界的に著しく増加している。特に、セルラ方式の加入者数の伸びが著しい。日本におけるここ2年の加入者数は倍倍で伸びており、1995年末には800万加入を超えた。最近の伸び率は固定電話のそれを上まわっている。

携帯・自動車電話方式は、1980年代のアナログ技術をベースとした第1世代移動通信方式、1990年代のデジタル技術をベースとした第2世代移動通信方式においては、音声伝送を中心として発展してきている。しかしながら、第2世代におけるデジタル技術の浸透を契機として、従来の音声中心のサービス形態からデジタル技術を活かした各種非電話サービス、たとえば、高品質なデータ、ファクシミリ、また、パケット伝送など、データ伝送と親和性の高い通信方式による「音声+非電話」というサービス展開となりつつある。これらの流れは、移動通信においてもマルチメディア化に向けたニーズの発生とそのための技術開発が必要となってきたことを示している。

このような流れの中で、限られた周波数スペクトラムでより多くの加入者数を収容でき、より便利で、かつ固定網の品質と遜色ない移動通信サービスを提供することをねらいとし、西暦2000年頃のサービス開始をねらう国際電気通信連合 (ITU: International Telecommunication Union) を中心とした第3世代移動通信方式である FPLMTS (Future Public Land Mobile Tele-

communication Systems) の研究開発が世界的規模で進められている。第1世代から第3世代の展開シナリオを図-1に示す[†]。ここでは、屋外をサービスエリアとして発展してきた携帯・自動車電話方式であるセルラ方式と、一般電話機の代わりに使用されてきたコードレス電話方式を、代表的な技術動向として示した。

本稿では、主として次世代移動通信方式である FPLMTS を取り上げ、それがねらいとしているサービスイメージ、および ITU を中心とした標準化、所要技術の開発動向を解説する。

2. 次世代移動通信方式のサービスイメージ

2.1 サービス要求条件

一般に競争条項にある通信サービスにおいては、相互接続に必要な最小限の機能、プロトコル等についての標準化は意味があるが、むしろ標準化 (= 画一化) を進めつつ、ベンダ、オペレータ間の競争、差異化を可能とすることが求められる。このため、次世代移動通信方式の詳細なサービス仕様は標準化対象にはなじまない。むしろ、方式が具備すべき能力を明確にすることが重要な課題となっている。

ITU における FPLMTS の標準化は1986年より開始されており、以下のシステム概要が合意されている²⁾。

- 1) どこでも、何時でも使用できる世界標準システムである。
- 2) 高トラフィック密度の小さな屋内セルから移動衛星通信を含む大きな屋外セルにわたる複数の異なる無線環境条件に適したシステムを提供する。この概念図を図-2、図-3に示す。図-2は地上系のシナリオで屋内外およびルーラルエリアへの適用例である。一方、図-3は、衛星系での適用例を示している。

[†] Trend of Next Generation Mobile Telecommunication Systems by Akio SASAKI and Akihisa NAKAJIMA (R & D Department, NTT Mobile Communications Network Inc.).

^{††} NTT 移動通信網(株)研究開発部

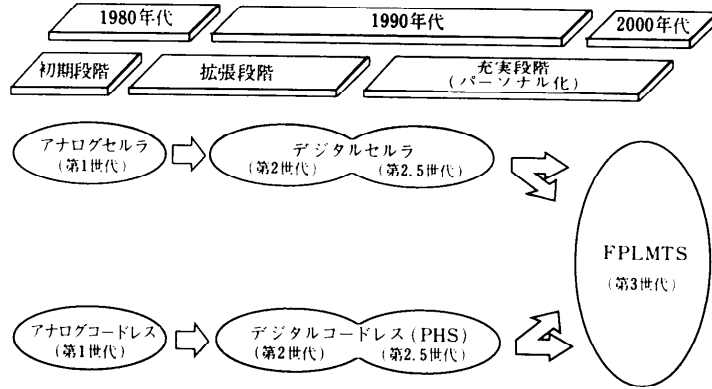
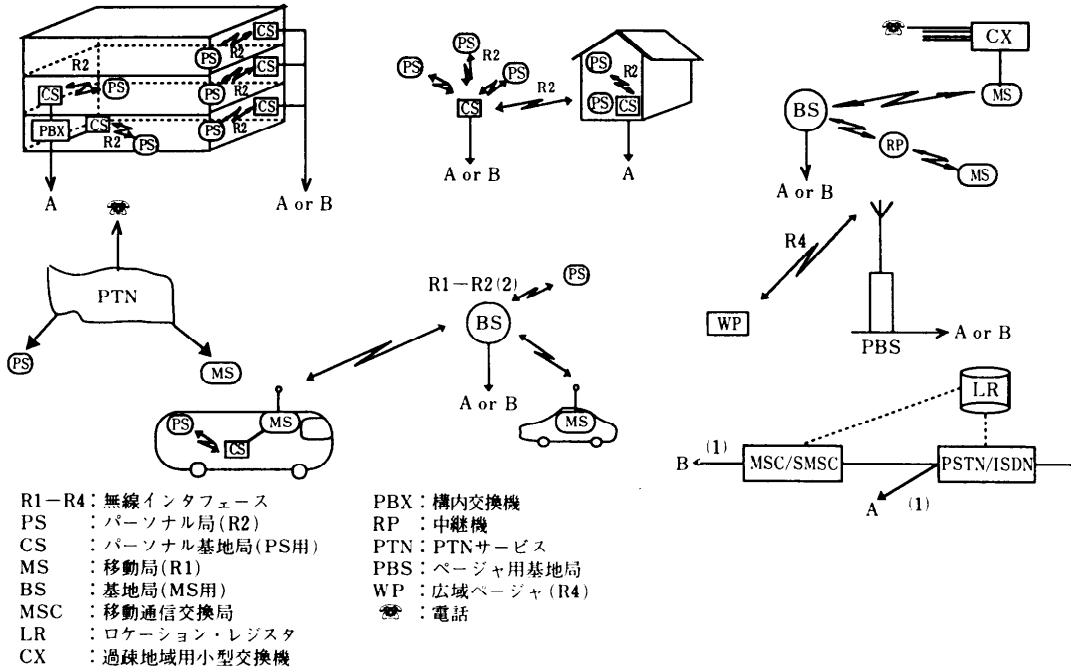


図-1 FPLMTS へのシナリオ

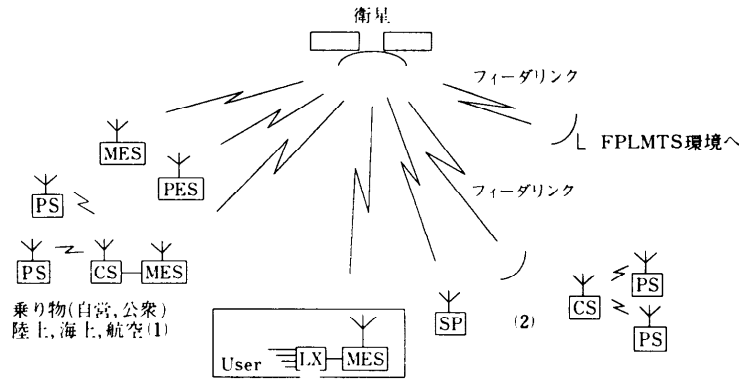


- (1) ロケーション・レジスタへのアクセス方法はシステムの発展と網運用条件により変化する。
- (2) 商用化のシナリオによっては無線インタフェース R1 と R2 が同じ場合がある。

図-2 FPLMTS におけるパーソナル通信のシナリオ (地上系)

3) 小型、軽量のポケット通信端末の概念が FPLMTS の重要な部分を占めており、ターミナルモビリティ (端末の移動性) を保証することが重要となる。同時に FPLMTS においては、個人通信番号によりどの移動網/固定網でも通信することを可能とする UPT (Universal Personal Telecommunication) をサポートするためのパーソナルモビリティをも実現する (図-4)。

- 4) 複数の異なる無線環境条件下でもより便利に無線端末を使用できるようにするため、異なる無線環境間の無線インタフェースを最大限共通にすることが重要な目標である。
- 5) FPLMTS は、先進国だけではなく、発展途上国の通信インフラの提供も考慮する。
- 6) 使用周波数帯は、1992 年の無線通信主官庁会議で 2 GHz 帯 (1885-2025 MHz と 2110-2200 MHz の計 230 MHz) を 2000 年



PES: パーソナル地球局
 MES: 移動地球局
 SP: 衛星ページャ
 CS: 基地局
 LX: ローカル交換機

注1): FPLMTSの局が航空機で使用されることは航空機の電子装置への有害な干渉のため許容されないかもしれない
 2): 固定地球局
 3): 移動体衛星の無線インタフェースはR3

図-3 FPLMTSの衛星成分の構成例

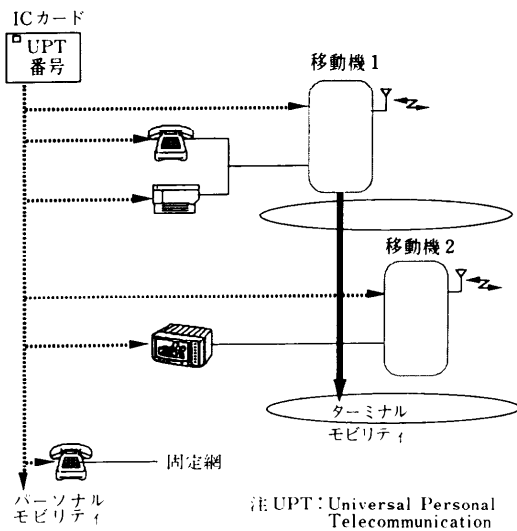


図-4 FPLMTSにおけるモビリティ

より使用することで世界的に合意した。

7) 標準化を段階的に進めることとしており、フェーズ1ではユーザビットレートとして2 Mbps以下、フェーズ2ではそれ以上としている。西暦2000年頃での商用化はフェーズ1を狙いとしている。

以上のシステム概要の中でのサービス要求条件を整理すると以下ようになる^{3), 4)}。

1) 音声、非音声に関する多様なサービスを提供する。具体的には、音声、オーディオ、データ、テキスト、イメージ、ビデオ、ISDN

ベアラ等が対象となる。

- 2) 広範なサービスをフェーズ1, 2と段階的に実現する。
- 3) 屋内から屋外までの広いサービスエリアを確保する。
- 4) 固定通信網に近い高い通信品質を提供する。
- 5) 車載端末からポケットサイズ端末までのさまざまな移動端末を收容する。
- 6) 国際ローミングを可能とする。
- 7) ISDN, PSTN等各種固定網と接続する。

2.2 第2世代方式のサービス展開

次世代移動通信方式のサービスは、第2世代におけるサービスの発展と密接に関係するため、ここでは、現在、各国/地域で展開されている第2世代方式のサービス展開の方向を整理する。

(1) PCS (米国)

米国では、移動通信市場の発展、産業界の活性化要望に応え、1.9 GHz帯を使用したPCS (Personal Communication Services) が導入されようとしている。このための無線方式の標準化は米国の無線系のTIA (Telecommunication Industry Association) とネットワーク系のT1委員会との合同委員会JTC (Joint Technical Committee) で実施された。JTCでは7つの無線方式を標準とした。これらの標準の中より実際にサービスを提供するオペレータがシステムを選択する。PCS用周波数は、FCCが決めた1.9

GHz 帯の周波数を地域ごとのオークションにより割当てが行われている。現在まで全体の 120 MHz のうち 60 MHz の割当てが済んでいる。現在のところ、PCS オペレータが選択しようとしている標準方式は、現在 800 MHz 帯でサービスしているセルラ方式の 1.9 GHz 版が多い。この状況より、PCS のサービスは現在のセルラシステムとほぼ同じ音声と音声帯域内データ伝送がサービスの中心である。

(2) GSM (欧州)

GSM (もともとは Group Special Mobile の略。現在は Global System for Mobile Communication の略として使用) の標準化を実施している欧州の標準化機関 ETSI (European Telecommunication Standardization Institute) においては、導入当初のシステムに付加サービスを追加したフェーズ 2 の次のプログラムとしてフェーズ 2+ のサービス展開を計画している。フェーズ 2+ としては 80 項目以上の機能が考えられている。主なものは、固定電話相当の音声品質をねらったフルレイト音声符号化、グループコール、パケット通信、100 kbps までの高速データ

伝送、等である⁵⁾。これらのサービスは、FPLMTS の標準化の中で議論されているサービスの一部に相当するものもある。このような計画の背景には、ネットワークをプラットフォーム化して技術進歩に合わせ各種サービスを提供しようとする考えがある。

(3) デジタルセルラ、デジタルコードレス (日本)

日本では、デジタルセルラおよびコードレス加入者数の増加への対応ならびにより便利なシステムへの対応のための技術開発が行われている。具体例として、デジタルセルラにおけるデータ伝送の高速化 (9.6 kbps)、加入者収容能力の向上のための音声コーデックのハーフレイト化の実用化、パケット伝送方式の開発、デジタルコードレスにおけるデータ伝送速度の高速化 (32 kbps ベアラ) 等があげられる。

2.3 第 3 世代方式のサービス

ITU における FPLMTS のサービス論議は、前述したようにサービス自体を論じるのではなく、方式構成の要求条件を明確にするための目安として行われている。表-1 に無線インタフェー

表-1 無線インタフェースを設計する上で考慮する各無線運用環境における提供サービス

サービス 情報分類	典型的ソース ビットレート (kbit/s)	セルラカバレッジ	無線運用環境														
			典型的無線 カバレッジ	ビジネ ス屋内	住宅 (内/外)	家庭 (屋内)	都市乗 物屋外	都市歩 行屋外	郊外 屋外	地上系 航空	固定 屋外	高速ロ ーカル	衛星経 由都市	衛星経 由郊外	衛星経 由固定	衛星経 由屋内	
音声 電話 7 kHz	8-32	連続	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	48-64	孤立	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
オーディオ 電話級 Hi-Fi	8-32	連続	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	48-64	孤立	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
データ	低速	連続	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	中速	連続	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	高速	孤立/スポット	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	超高速	スポット	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
テキスト	20	連続	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
イメージ Fax カラー高品質	2.4-64	連続	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	50-500	連続/孤立	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ビデオ	8-64	連続	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1500-20000	スポット	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ISDN ベアラ	B+D	連続	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2B+D	連続	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	<2B+D	孤立/スポット	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表-2 マルチメディア移動通信の各種アプリケーションの分類

	モビリティ重視型	品質重視型
プライベート領域	ホームセキュリティ ホームバンキング	電子新聞・電子雑誌 パーソナルマルチメディア 買い物支援 アミューズメント 遠隔学習 VOD
ビジネス領域	インテリジェントメール マルチメディアホン	VDT 携帯TV電話 テレビユースシステム
公共領域	徘徊老人・視覚障害者ガイド 警察・消防 道路・交通	遠隔医療 災害時移動体通信 病院内広帯域無線LAN

スの設計に必要な伝送速度とサービスの関係を示す⁴⁾。この表はFPLMTSのフェーズ1でねらいとしている2 Mbps までの伝送速度と利用環境条件との関係を例示している。連続的エリアをカバーするのは144 kbps 以下、2 Mbps は孤立またはスポット的な場所で要求される。

一方、FPLMTS におけるサービスイメージについては、日本および欧州で検討されている。日本においては、サービス高度化のキーワードは、パーソナル化、マルチメディア化、そしてインテリジェント化である。パーソナル化の主要目標は、システム容量の増大、サービスエリアの屋内(家庭、事務所)、地下街および加入者線への適用、移動体衛星システムとの統合、他システムとのローミング、等によるユーザの使用できるエリア、機会の拡大である。マルチメディア化の主要目標は、データ伝送速度の高速化、ショートメッセージ、パケット伝送等によるサービスの多様化である。インテリジェント化は、いわゆるINサービスの実現である。他の重要な検討にマルチメディアサービスに焦点をあてた郵政省のマルチメディア移動体通信に関する調査研究会で実施された結果がある⁶⁾。この調査結果では、各種アプリケーションを考察すると共に、これらをモビリティを重視するサービスと品質を重視するサービスに分類し(表-2)、将来はFPLMTSのフェーズ2の実現により統合される(図-5)であろうと予測している。欧州におけるサービスはETSIのUMTS(Universal Mobile Telecommunication

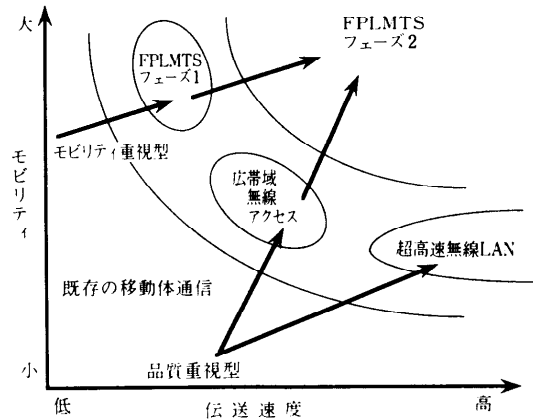


図-5 マルチメディア移動通信の発展方向

System) の検討の中で行われている。いくつかのテレサービスとサービス品質(スループット、所要誤り率、遅延時間、等)との関係についても検討されている⁷⁾。

3. 次世代移動通信方式の標準化動向

3.1 無線インタフェース

無線インタフェースの標準化はITUの無線通信セクタ(ITU-R: Radio Communication Sector)のTG(Task Group) 8/1で実施されている。ITU-Rにおいては、これまでにFPLMTSの基本勧告、要求条件レベルの枠組み勧告の作成をほぼ終了した。現在は詳細勧告の基本となる無線伝送技術の選択方法の審議を進めており、詳細勧告が完成するのは1998年末が期待されている。

(1) 無線インタフェースへの要求条件

FPLMTS 無線インタフェースへの主な要求条件は以下のとおりである⁴⁾。

1) サービスアクセスビリティ

FPLMTS では、さまざまなサービスを多様な無線運用環境下で提供するため、無線運用環境ごとに要求されるサービスを想定している(表-1)。

2) サービス性能要求条件

複数の FPLMTS サービスのサポート、新サービスがインプリメントしやすい柔軟なプラットフォームの提供、可変ユーザビットレートが可能なメカニズムの提供、固定網並みの音声品質、少ない遅延、広帯域なデータサービスの提供等が必要とされている。

3) ユーザ要求条件

コスト低減、セキュリティの強化等が必要とされている。

4) 運用に関する要求条件

公衆/私設 FPLMTS のオペレータ、家庭 FPLMTS ユーザ等の複数のオペレータの共存、多様な無線環境、マルチベンダ、多種の移動局/端末をサポートすることが要求されている。

5) ローミングおよびハンドオーバーへの要求条件

陸上/衛星、公衆/私設/家庭等、多様な無線運用環境間、異なるタイプのオペレータ間で、幅広くローミングやハンドオーバーを行うことが要求されている。

6) 無線ネットワークマネジメント

セルの新設、増設時等にセル設計を容易に行えるような柔軟性、変化するトラヒックに対応した容量/サービス品質制御、さらに新技術、改良技術がインプリメントしやすい設計、等が要求されている。

(2) 無線伝送技術の選択方法

これらの要求条件を考慮して無線伝送技術を選択する方法は、以下の3つのステップで行うことが合意されている。

- 1) 評価手順の作成とその検証、
- 2) FPLMTS 用無線伝送技術の提案を受け、検証された評価手順による評価の実施、
- 3) 上記評価結果を技術的リスク、第2世代から第3世代方式への移行、市場動向等を考察

した FPLMTS 用無線伝送技術を選択。

(3) FPLMTS へ向けた無線技術の研究開発

FPLMTS の実現に向けて欧州、日本は独立に技術開発を進めている。欧州では RACE (Research on Advanced Communication in Europe) 計画の中で、政府、民間レベルの共同により、欧州版 FPLMTS である UMTS の研究開発が推進されてきた。RACE 計画は 1995 年で終了し、1996 年より次の計画である ACTS (Advanced Communication Technologies and Services) に引き継がれる。RACE で研究されてきた無線方式は高速伝送まで拡張可能な TDMA と CDMA である。

日本では、郵政省の電気通信技術審議会の活動に加え、1993 年より ARIB (Association of Radio Industries and Businesses: 以前の RCR) および TTC (Telecommunication Technology Committee) に FPLMTS 検討のための委員会を設置し、関心のある企業が集まり FPLMTS の検討を行っている。ARIB では ITU への提案に向けて、無線伝送方式の検討を行っている。ここでは、FPLMTS の要求条件を考慮して、CDMA、TDMA をベースとした技術検討を並行して進めており、1996 年の夏頃に ARIB 案をまとめる予定である。

3.2 ネットワーク技術^{3), 8)}

ネットワーク技術の標準化は ITU の電気通信標準化セクタ (ITU-T: Telecommunication Standardization Sector) で進められている。国またはネットワーク間でのローミングに不可欠な国際的なターミナルモビリティとパーソナルモビリティとを実現するためには、各ネットワークが同一のノード間信号方式を採用する必要がある。これまで、FPLMTS では IN コンセプトに基づいた網アーキテクチャ (図-6) により、回線非対応信号方式 INAP (Intelligent Network Application Part) を採用することで合意している。この網アーキテクチャは、移動機側と網(基地局を含む)側との間の無線資源管理プレーンと通信管理プレーン機能の関連を示す。INAP 信号方式により、位置登録、一斉呼び出し、ハンドオーバー、ユーザプロフィール転送等のモビリティ管理が網内・網間にわたって統一的に実現できる。ITU-T では、さらに詳細な仕様の標準化を進め

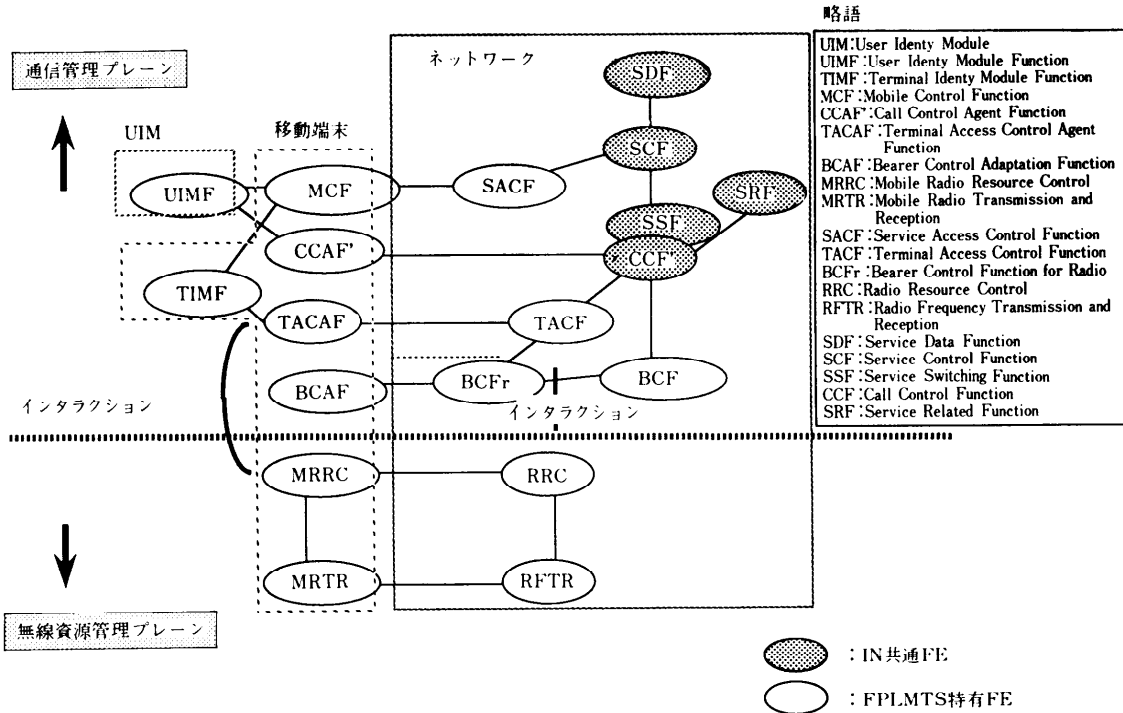


図-6 FPLMTS 機能網アーキテクチャ

ている。網の機能アーキテクチャに加え、情報フロー、ノード間インタフェースの信号プロトコルの標準化作業を開始しようとしている。このため、INの機能レベル(情報フロー)をCS(Capability Set)-2において、物理レベル(信号プロトコル)をCS-3において標準化する。

4. おわりに

ITUで標準化を進めているFPLMTSを中心に次世代移動通信方式の技術動向について解説した。次世代移動通信方式においては、品質向上、携帯端末の一層の普及、マルチメディアに代表される多様で高度なサービスの提供、さらには増大する加入者およびトラフィックに対応するための周波数効率の高いシステムの開発が望まれる。これに向い、各地域/国において、鋭意研究開発が進められている。一方、FPLMTSの標準化活動は、1カかの端末で世界中どこでも使用できるよう世界標準システムの作成をねらいとして始められたが、各地域/国の要求条件、要求するタイミング等の相違が必ずしも同一でなく、原点に戻った議論が今後も必要である。

参考文献

- 1) 倉本: NTT DoCoMoのR&D活動, NTT DoCoMoテクニカル・ジャーナル, Vol. 1, No. 1, pp.10-15 (1993).
- 2) 勧告ITU-R M. 687-1: Future Public Land Mobile Telecommunication Systems (FPLMTS) (1992).
- 3) 勧告ITU-R M. 1034: Requirements for the Radio Interface(s) for FPLMTS (1994).
- 4) 勧告ITU-R M. 816: Framework for Services Supported on FPLMTS (1992).
- 5) Mouly, M. and Pautet, M. B.: Current Evolution of the GSM Systems, IEEE Personal Commun. Mag., Vol. 2, No. 5, pp. 9-19 (Oct. 1995).
- 6) マルチメディア移動通信調査会: 2000年の無線マルチメディア, 日刊工業社 (May 1995).
- 7) Rapeli, J.: UMTS: Targets, System Concept, and Standardization in a Global Framework, IEEE Personal Commun. Mag., Vol. 2, No. 1, pp. 20-28 (Feb. 1995).
- 8) 勧告ITU-R M. 817: FPLMTS Network Architectures (1992).

(平成8年1月19日受付)



佐々木秋穂

1946年生。1969年東北大学電子工学科卒業。同年日本電信電話公社入社。以来、自動車・携帯電話システム、コードレス電話システム、PHS等の研究開発に従事。現在、NTT移動通信網(株)研究開発部研究部門担当部長。電子情報通信学会、IEEE各会員。



中島 昭久

1948年生。1971年信州大学電気工学科卒業。同年日本電信電話公社入社。以来、ネットワーク新サービス方式、移動通信網構成・交換方式等の研究開発に従事。工学博士(早稲田大学)。平成元年信学会業績賞受賞。現在、NTT移動通信網(株)研究開発部第1開発部門担当部長。電子情報通信学会、電気学会、IEEE各会員。

