

# FPLMTSの標準化動向(その2)

## 2 FPLMTSにおける無線インタフェース

FPLMTSは、ワールドワイドなローミング能力を有する第3世代の移動通信サービスを目標としているため、無線インタフェースの選定は、最も注目される研究課題です。本稿では、無線インタフェース標準化に関するこれまでの検討結果と現在の審議状況について概説します。

やすだ よしゆき うめだ なるみ ひろいけ あきら おおの こうじ  
保田 佳之・梅田 成視・広池 彰・大野 公士

### まえがき

FPLMTS(Future Public Land Mobile Telecommunication Systems)においては、自動車・携帯電話、コードレス電話、無線呼出など、これまで個別のシステムとして世界各国で独自に開発されてきた無線系サービスのインタフェースを統一化し、世界規模でのローミングを実現することが大きな目標の1つです。さらに、FPLMTSは、これら種々の無線サービスを屋内から屋外までの広範囲な運用環境において、固定網と同等の品質を実現することを目標としています。これらの技術的条件を満足する無線インタフェースの策定は、直接お客様と接する切り口でもあることから、国際電気通信連合 (ITU: International Telecommunication Union)におけるFPLMTS研究の中でも最も関心が高い分野の1つです。

ITUの無線通信セクタ (ITU-R: ITU Radio Communication Sector) の第8研究委員会 (SG8: Study Group 8)内のタスクグループ8/1 (TG 8/1: Task Group 8/1)では、FPLMTS無線インタフェースを専門に研究する作業班 (WG: Working Group)を構成し、本研究を推進しています。無線インタフェー

ス WGでは、まず、基本的な要求条件を明確化し、これを実現するための無線インタフェースの枠組みや、周波数条件などを検討した後、インタフェース仕様を決定し、これを詳細化する、というトップダウンの手法をとっています。各検討の工程における合意事項を、表1に示すような勧告としてとりまとめていく予定であり、これまで表1に示すように、無線要求条件、無線インタフェースの枠組みおよびスペクトラム考察という3種類の勧告が策定されており、現在、無線インタフェースの選択手順の完成に向けて

最後の詰めを行っているところです。以下に、各勧告の概要を説明します。

### 無線インタフェースへの要求条件

ITU-R 勧告M.1034は、FPLMTSのコンセプトを実現するための無線インタフェースへの要求条件を記述しています。特に、システムに関する要求条件、ユーザに関する要求条件、運用に関する要求条件からなっており、サービスのフレームワーク、発展途上国での必要性、衛星運用、ネットワークアーキテク

表1 FPLMTS 無線関係主要勧告の作業計画  
Table 1 Work Plan for Major FPLMTS Radio Interface Related Recommendations

セクタ名	SG名	勧告名	状況	草案	確定	承認
ITU-R	8	無線要求条件 (M.1034)	済			
ITU-R	8	無線の基本的枠組み (M.1035)	済			
ITU-R	8	スペクトラム考察 (M.1036)	済			
ITU-R	8	無線技術選択手順	新規	93/10	95/2	95/5
ITU-R	8	FPLMTSのキー選択	新規	95/5	96/3	TBD
ITU-R	8	無線インタフェース仕様 (RSPC)				
		RSPC. 1: 概要	新規	95/5	95/5	96/10
		RSPC. 2: 手順	新規	96/3	96/9	97/4
		RSPC. 3: プロトコル	新規	96/3	97/3	97/10
		RSPC. 4: 移動機仕様	新規	96/9	97/9	98/4
		RSPC. 5: 地上基地局仕様	新規	96/9	97/9	98/4
		RSPC. 6: 衛星局仕様	新規	96/9	97/9	98/4



チャ、セキュリティなどの勧告を考慮し、システム全体を見通したうえで、FPLMTS無線サブシステムの要求条件を記述しています。

表2 FPLMTS無線運用環境

Table 2 FPLMTS Radio Operating Environments Characteristics

環境	伝送系	伝搬距離	端末速度	トラヒック
ビジネス屋内	地上系	~100m	0-10km/h	極高
住宅(室内/屋内)		~1 km	0-10km/h	低
家庭		~100m	0-10km/h	極低
都市部乗物屋外		1~5km	0-100km/h	高
都市部歩行者屋外		100m~5 km	0-10km/h	高
郊外地屋外		5~35km	0-500km/h	中
地上系航空		~500m	0-1,500km/h	低
固定屋外		1~10km	0	低
高速ローカル		~100m	0-10km/h	高
衛星経由都市部	衛星系	~47,000km	0-100km/h	中
衛星経由郊外地			0-1,500km/h	低
衛星経由固定			0	低
衛星経由屋内			0-10km/h	極低

### ■無線運用環境の定義

無線運用環境として、公衆セルラ、私設ビジネス、家庭用コードレスなどのネットワーク属性、屋内/屋外、陸上/衛星運用など物理的属性、移動性やトラヒックを考慮するユーザ属性を組み合わせ、表2に示す13種類が定義されています。それぞれの環境について、サービス提供システム、ユーザ移動速度、伝搬レンジ、トラヒックの面から、条件を示します。FPLMTSはこれらのさまざまな無線環境をサポートすることが要求されています。

### ■無線伝搬特性

無線伝搬特性は、屋内/陸上屋外/衛星/屋外から屋内に分類され、それぞれ最大伝送範囲、伝搬ロス推定モデル、マルチパス遅延スプレッド、slow/fastフェージング特性、最大ドップラシフトに対する要求条件が記述されています。

### ■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

表3 無線インタフェースを設計するうえで考慮する各無線運用環境における提供サービス

Table 3 Service Accessibility Design Constraints on FPLMTS Radio Interface(s) across FPLMTS Radio Operating Environments

サービス情報分類	典型的ソースビットレート(kb/s)	セルラカバレッジ 典型的無線カバレッジ	無線運用環境												
			(1) ビジネス屋内	(2) 住宅(内/外)	(3) 家庭(屋内)	(4) 都市乗物屋外	(5) 都市歩行者屋外	(6) 郊外屋外	(7) 地上系航空	(8) 固定屋外	(9) 高速ローカル	(10) 衛星経由都市部	(11) 衛星経由郊外地	(12) 衛星経由固定	(13) 衛星経由屋内
音声 電話 7kHz	8-32 48-64	連続 孤立	○ ○	○ ○	○ ○	○ -	○ ○	○ -	○ -	○ ○	- -	○ -	○ -	○ -	
オーディオ 電話級 Hi-Fi	8-32 48-64	連続 孤立	○ ○	○ ○	○ ○	○ -	○ -	○ -	○ -	○ ○	- -	○ -	○ -	○ -	
データ 低速 中速 高速 超高速	<10 64-2048 10-64 2000-20000	連続 連続 孤立/スポット 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 50-500	連続 連続/孤立	○ ○	○ ○	○ ○	○ -	○ -	○ -	○ -	○ ○	- -	○ -	○ -	○ -	
ビデオ	8-64 1500-20000	連続 スポット	○ -	○ -	○ -	○ -	○ -	○ -	○ -	○ ○	- -	○ -	○ -	○ -	
ISDN ベアラ B+D 2B+D <2B+D	80 144 144-2048	連続 連続 孤立/スポット	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ -	○ ○ ○	○ ○ -	○ ○ -	○ ○ ○	- -	○ ○ -	○ ○ ○	○ ○ -	



多様な無線運用環境下で提供しますが、無線インタフェースの物理的条件による制約を受けるため、すべてのサービスをすべての無線環境で提供することは現実的ではありません。無線インタフェースを設計するうえで考慮すべきサービスと無線運用環境の関係を表3に示します。

### ■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などが要求されています。また、多様なビットレート、回線交換、パケット交換などさまざまなアクセス提供を要求しています。

### ■ユーザ要求条件

コスト的に第2世代より低減されること、セキュリティの強化（ハンドオーバー時のセキュリティ保持等）などを要求しています。

### ■運用に関する要求条件

公衆/私設FPLMTSのオペレータ、家庭FPLMTSユーザなどの複数のオペレータ、多様な無線環境、マルチベンダ、多種移動局、端末をサポートすることが要求されています。

### ■ローミングおよびハンドオーバーに関する要求条件

陸上/衛星、公衆/私設/家庭など、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えることが要求されています。またセル内/セル間ハンドオーバーやマルチベアラのハンドオーバーも行える必要があります。さらに、エンドユーザに意識させないデータを含めて品質を保持できるシームレスハンドオーバーが要求されています。また、極小セルや高速移動体に対応できるように、ハンドオーバーのシグナリング手順はできるだけ短いものとし、負荷を小さくする必要が記述されています。

### ■無線ネットワークマネジメント

セルの新設、増設時などにセルサイズ、セルロケーション設計を容易に行えるようなフレキシビリティ、変化するトラフィックに対応し、容量/サービス品質制御を行えること、容量増技術など、新技術、改良技術がインプリメントしやすい設計、段階的にインプリメントしやすい設計が要求されています。そのほか、スペクトラム、送信電力制御、ダイバシティ技術、リスクなどに関する記述が簡単にされています。

## 無線インタフェース フレームワーク勧告

ITU-R勧告M.1035は、無線インタフェースと無線サブシステム機能に関する概念と原則の枠組みについて規定しています。

### ■プロトコルのアウトライン

暫定プロトコルモデルを図1に示します。図1をもとに、各レイヤの基本機能を以下のように捉え、詳細検討を進めています。

- (1) 物理レイヤ：スループットと品質で特徴付けられる無線回線を供給します。上位レイヤからの品質要求条件は全サービスに対し共通であることが望まれています。
- (2) MACレイヤ：物理レイヤ上の無線回線を制御し、回線品質制御とデータフローの無線回線上的マッピングを実行します。
- (3) LACレイヤ：論理リンクの設定、維持、解放を行います。本レイヤは伝送依存機能を最小にし、全無線インタフェースに対して共通化されるべきとしています。
- (4) レイヤ3：呼制御、モビリティ管理、無線資源管理機能を有し、一部

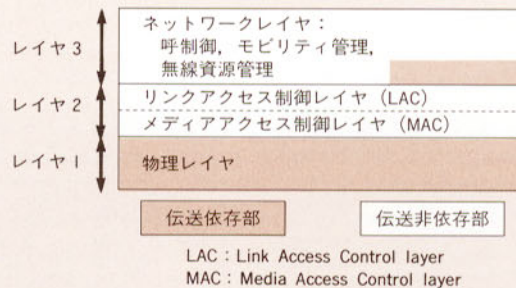


図1 プロトコルモデル  
Figure 1 Protocol Model

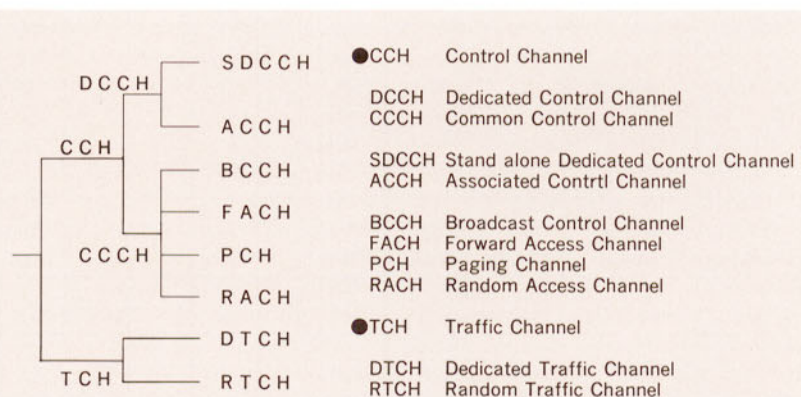


図2 論理チャネル構造  
Figure 2 Logical Channel Structure



は伝送に依存します。

## ■チャンネル構造

以下の3種類の側面から規定し、

(1) 無線周波数チャンネル(RF チャンネル)  
ある搬送波周波数を有した RF スペクトラムの特定部分と定義されます。

(2) 物理チャンネル

1以上の無線チャンネルの特定部分で、周波数/時間/コードで定義されます。

(3) 論理チャンネル

論理チャンネル構造を図2に示します。論理チャンネルは1つまたは複数の物理チャンネル上にマッピングされます。論理チャンネルには以下のカテゴリが存在します。

① 制御チャンネル

制御信号情報を運ぶためのチャンネルで、以下の2種類が定義されます。

(i) 共通制御チャンネル：コネクションレスメッセージを運ぶポイント-マルチポイントの制御チャンネルで、

以下の4種類の論理チャンネルが定義されます。

・ BCCH：ポイント-マルチポイント下り単方向チャンネル。移動局への情報報知に使用。全移動局は網アクセスを行う前に BCCH を受信する義務がある。

・ RACH：上り単方向チャンネル。呼確立要求、網からの問い合わせに対する応答などのメッセージを運ぶ。

・ FACH：下り単方向チャンネル。移動局への問い合わせや無線関連資源割当などのメッセージを運ぶ。パケットタイプユーザデータを運んでもよい。

・ PCH：移動局着信接続時の移動局一斉呼出に用いられる。

(ii) 専用制御チャンネル：ポイント-ポイント双方向チャンネルで、以下が定義されます。

・ SDCCH：TCH の割り当てと直接リンクしないチャンネル。

・ ACCH：必ず TCH または SDCCH と一緒に割り当てられるチャンネル。

② トラヒックチャンネル：ユーザ情報ストリームを運ぶチャンネルです。以下の2種類が定義されます。

(i) DTCH：ユーザ情報を運ぶための双方向または下り単方向チャンネル。

(ii) RTCH：上り単方向チャンネル、パケットタイプユーザデータを運ぶ。

## ■セルラ環境の定義

FPLMTS は、図3のようなマルチレイヤードセルを考慮します。各セルレイヤ内は同一種類のセルで構成され、レイヤ内の全セルは完全あるいは部分的に周波数を共有します。セル半径はインタフェース設計上の要求条件と密接に関連します。セル種別のパラメータ例は表4のとおりであり、運用するセルの種別はオペレータに任されています。

## ■回線制御とシステム管理技術

(1) セル選択

① 初期セル選択：電源投入後の移動局は、適切なオペレータの利用可能な周波数バンドを探します。オペレータの選択は、たとえば以下の選択基準に基づきます。

- ・ ユーザの好み
- ・ 利用可能網と能力
- ・ 移動局能力
- ・ サービス要求条件

システム（オペレータ）が選択された後は、移動局のアクセス権があり、かつ最良の信号品質を与える基地局を探し、それにロックします。

② セル再選択：待ち受け状態においては、移動局は周期的または連続的に信号品質の測定、BCCH 内のセル情報のモニタを行い、周辺セルのプロファイルリストを更新します。セル再選択は以下の状況のうちのいずれかで起動されます。

- ・ 無線回線故障

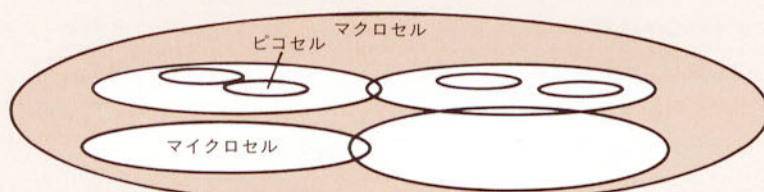


図3 マルチレイヤードセル  
Figure 3 Multi-layered Cells

表4 セルタイプの典型的パラメータ  
Table 4 Examples of Typical Cell Type Parameters

セル種別	メガセル	マクロセル	マイクロセル	ピコセル
セル半径	100-500km	≦35km	≦1 km	≦50m
設置場所	LEO/HEO/GSO	ビル屋上/タワー	街灯/壁面	屋内
端末速度		≦500km/h	≦100km/h	≦10km/h

LEO：Low Earth Orbit HEO：High Earth Orbit GSO：Geostationary Orbit



- ・網の要求
- ・トラヒック負荷
- ・ユーザ要求

## (2) チャンネル選択/指定

これは、1以上のチャンネルを呼に割り当てる過程です。たとえば以下を考慮します。

- ・サービス種別/サービスプロファイル
- ・トラヒックパターン
- ・干渉状態

## (3) ハンドオーバー (以下 HO)

これは、通信中において物理チャンネルを変更することであり、対象チャンネルは無線および有線チャンネルです。端末モビリティのサポートのため、セル境界を横切るときまたは無線状態が劣化したときに、移動局に対する通信の維持のために必要とされます。

### ① HO 種別

セル内、セル間、セルレイヤ間、網間 HO が考えられます。

### ② 制御種別

FPLMTS に適用できる HO の例を以下に示します。

- ・移動局制御型 HO：移動局は評価フェーズ、実行フェーズを制御する。
- ・移動局補助型 HO：基地局は移動局のサポートを得て HO 過程を制御する。
- ・基地局制御型 HO：基地局は評価フェーズ、実行フェーズを制御する。

### ③ HO の処理フェーズ

伝送の観点からは HO は以下の2つのフェーズに分割されます。

(i) 評価フェーズ：移動局または基地局は継続的に以下の実行要因を評価します。

- ・網側起動型 HO における要因：運用保守、無線チャンネル容量の最適化
- ・伝送起動型 HO における要因：伝送品質劣化

(ii) 実行フェーズ：実行の決定は制

御種別に依存して移動局または基地局によってなされます。詳細アルゴリズムは標準化の対象ではなく、制御種別に依存します。

## (4) モビリティ補助機能 (ログオン/オフ登録, 位置登録/更新)

移動局から網側に端末状態を知らせるためにログオン/オフ登録が行われます。また、移動局が存在する位置エリアを特定するために、位置登録/更新が行われます。網は位置エリアの範囲内で移動局の在圏セルを探索します。

## ■システム性能に関わる技術

### (1) 電力制御

電力制御はシステム内/間干渉の両方を最小化するために使用されます。移動局と基地局からの送信電力はオープンまたはクローズドループ法で制御されます。

### (2) 無線資源管理手順 (無線周波数配置)

周波数帯域内の全干渉量を最小にし、運ぶトラヒックを最大にする目的で動的な管理手順の必要性も考えられます。長期的にはトラヒックなどの変化に応じて割り当て周波数の再構成を行う能力を網が必要とします。

### (3) ダイバシティ技術

これは受信側、送信側それぞれに以下の方法が考えられます。

- ・アンテナスペースダイバシティ
- ・基地局スペースダイバシティ (マクロダイバシティ)
- ・パスダイバシティ
- ・周波数ダイバシティ
- ・時間ダイバシティ

### (4) そのほかの技術

以下の技術の適用可能性は選択された無線技術アクセス方式に依存します。

- ・低速可変レートソースコーデック
- ・間欠受信
- ・周波数ホッピング

## スペクトラムへの考察

FPLMTS は WARC-92 で指定され

たワールドワイドバンド(1885-2025MHz と 2110-2200MHz, ただし、衛星利用で 1980-2010MHz と 2170-2200MHz) で運用される予定です。この点を考慮し、ITU-R 勧告 M.1036 の目的は技術的観点から、FPLMTS を導入する国の主官庁に対し、適切なアドバイスを与えることにあります。具体的には、FPLMTS バンドの使用目的、使用原則、使用基準、共用基準および開発方針について定めています。主なものを以下に示します。

## ■ FPLMTS バンドの使用目的

上記 FPLMTS 用帯域の主要使用目的は、以下のとおりとしています。

- ・2000年頃 FPLMTS の導入を容易にできること
- ・FPLMTS の成長を促進させること
- ・FPLMTS バンドを用いたほかのシステムとサービスへの影響を最小とすること
- ・端末の全世界ローミングが容易にできること
- ・FPLMTS の地上コンポーネントと衛星コンポーネントが有効に統合されること
- ・FPLMTS バンド内スペクトラム有効利用を最も効果的にすること
- ・競争に対する可能性を許容すること

## ■ 使用原則

FPLMTS 用帯域の使用にあたっては、以下の原則に従うこととしています。

- ・技術的理由で必要な場合を除き、異なる FPLMTS 無線インタフェースあるいはサービスの異なるタイプに対して FPLMTS バンドは分割すべきではないこと。
- ・FPLMTS バンドは、最適なスペクトラム有効利用の実現を容易にできるように利用されるべきであること。
- ・全世界ローミングの必要性に合わせ、適切なスペクトラムが準備されるべきであること。
- ・世界共通トラヒックサブバンドあるいは少なくとも制御信号用のサブバ

ンドが適用されるべきであること。

- ・衛星コンポーネントと地上コンポーネント間のバンド分割は、異なる国々での異なるニーズに適応させるために柔軟とすべきであること。
- ・少なくとも部分的には試行的事前運用や試験は、2000年より前にFPLMTS用バンドを使用可能とする必要があるかもしれないこと。

### ■使用基準

以下のFPLMTS使用基準を満足すべきとしています。

- ・本帯域の既存ユーザとスペクトラムを共有できること。
- ・複数のネットワークオペレータあるいはサービス提供者によって、スペクトラムを有効に利用した提供ができること。

### ■共用基準

FPLMTS用帯域の使用にあたっては、以下の周波数共用基準に従うこととしています。

- ・FPLMTSの地上系と衛星系の送受信間隔は、共用端末のコストや複雑さ、バンド内のほかのサービスとの相性などを考慮すべきであること。
- ・地上系と衛星系の共用の度合いは領域により異なること。
- ・非静止衛星と静止衛星の帯域分割および共用に関してはITUで検討中であること。

### ■開発方針

FPLMTSの世界的発展のため、以下の開発方針に従うこととしています。

- ・地上系および衛星系FPLMTS用のサブバンドは、実験目的も含めて、WARC-92で指定されたFPLMTSバンド内に確保すること。
- ・可能なら、世界中で利用可能なサブバンドを選択すること。
- ・これらのサブバンドは、地域のニーズに従って、FPLMTSバンド内で拡張すること。
- ・地上通信と衛星通信のトラヒック需要が、より明らかになるまで地上系

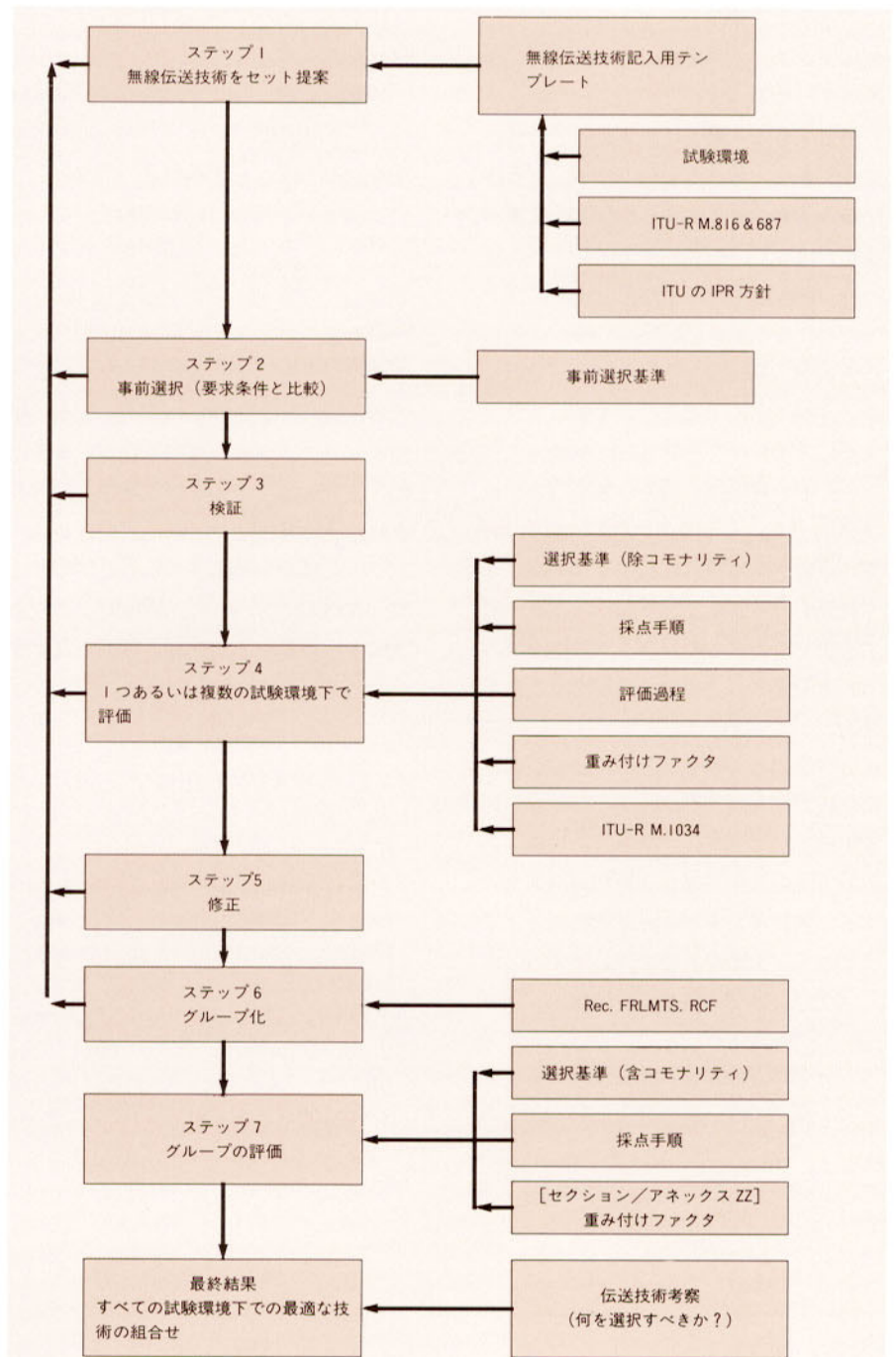


図4 選択手順  
Figure 4 Selection Procedure

FPLMTSによる移動衛星バンドの使用はなるべく控えること。

## 無線インタフェース 選択手順

ITU-R TG8/1では、上述したような要求条件を満足させる無線インタフェー

スについて今後詳細な仕様を決定していく予定です。検討方法としては、個別技術の提案ではなく、システムとしての無線インタフェース提案を世界各国から募り、適切なインタフェースを選定することになります。したがって、数多くの提案の中から最も適切な無線インタフェー



スを選択する指針として、TG8/1では、無線インタフェース選択手順の勧告化を進めています。

選択手順は、図4に示す順序で行われます。まず、種々の無線方式が、世界各国から提案されます。これは個別技術の提案ではなく、所定のテンプレートに従って、無線伝送技術全体をセット提案することになります(ステップ1)。これらの方式が、最低限の仕様を満足しているかどうか、事前選択を行います(ステップ2)。ステップ2を満足した無線方式に対し、その妥当性を検証します(ステップ3)。次に、これらの無線方式について、品質、周波数有効利用などの観点から評価を行います。本手順は、方式の優劣を決定するものではなく、最適な無線方式を策定するための指針とすることを目的としています。したがって、このステップまでの評価をもとに、必要があれば無線方式を改善し、ステップ1から再度実行します(ステップ5)。その後、各無線方式のグルーピングを行い(ステップ6)、無線インタフェースの共通性まで含めたトータルの評価を行います(ステップ7)。この過程を経て、無線インタフェースが策定され、その結果は、無線インタフェースのキーテクノロジーをまとめた FPLMTS.RKEY 勧告、具体的な

仕様をまとめた FPLMTS.RPSC 勧告群に反映されます。TG8/1 では、現在、この選択手順について評価項目の重み付けや、その評価方法についてのルール作りを進めているところです。

## あ と が き

以上述べたように、TG8/1では、トップダウン手法により、無線インタフェースの仕様策定を進めています。現在、無線インタフェースの選択手順が、まさに勧告化されようとしているところであり、それ以降は具体的な方式提案が行われ、ホットな議論が展開されることとなります。我が国においても、積極的な寄与を継続する必要がある分野と考えられます。

## 文 献

- 1) ITU-R 勧告 M.1034, "Requirements for the Radio Interface for FPLMTS"
- 2) ITU-R 勧告 M.1035, "Framework for the Radio Interface (S) and Radio Subsystem Functionality for FPLMTS"
- 3) ITU-R 勧告 M.1036, "Spectrum Considerations for Future Public Land Mobile Telecommunication Systems (FPLMTS) in the Bands 1885-2025MHz and 2110-2200MHz"
- 4) ITU-R Document 8-1/TEMP/93, "Provisional Draft New Recommendation on Procedure for Selection of Radio Transmission Technologies for FPLMTS"