

移動パケット通信システム特集

Special Issue on Mobile Packet Data Communications System

2 無線インタフェース

2 New Air Interface of Personal Digital Cellular Telecommunication System

デジタル方式自動車電話システム（PDC）の無線インタフェースにパケット交換型データ通信サービスの機能を追加することにより、効率的かつ高速なデータ通信の提供を可能とした。本稿では、PDC移動パケット通信システム用無線インタフェースの主要技術を紹介する。

Our development of packet switched data communication service functions for air interface has achieved an efficient and high-speed data communication on Personal Digital Cellular telecommunication system(PDC). This paper describes the major functions of the air interface.

村瀬 淳
Atsushi Murase

前原 昭宏
Akihiro Maebara

岡島 一郎
Ichiro Okajima

笹田 浩司
Koji Sasada

まえがき

デジタル方式自動車電話システム（PDC）において、PDC移動パケット通信システム（以下「PDC-Pシステム」）を提供可能な無線インタフェースが、1997年2月にRCR STD-27F¹⁾

として標準化された。新しい無線インタフェースは、周波数利用効率が高く、伝送速度の高速なPDC-Pシステムを従来の回線交換型サービスと合わせて提供することができる。

本稿では、無線インタフェースのPDC-Pシステムに関する機能について述べる。

レイヤ1

無線インタフェースの諸元を表1に示す。PDC-Pシステムは、従来のPDCに準ずる42kbit/sキャリアで提供される。

■チャンネル構造

PDCではキャリア内のチャンネル構造を物理チャンネルと定義しているが、PDC-Pシステムではパケット通信用物理チャンネルが新設されている（図1）。パケット通信用物理チャンネルには、回線交換型データ通信サービスと同程度の伝送速度を提供可能な1スロットパケット通信用物理チャンネル、より高速な伝送速度を提供可能な2スロットパケット通信用物理チャンネルおよび3スロットパケット通信用物理チャンネルがある（図2）。パケット通信用物理チャンネルは他の物理チャンネルと同様のスーパーフレーム構造のほかに、ハイパーフレーム構造を有することを特徴とする（図3）。

表1 無線インタフェース諸元
Table 1 Air Interface Specification.

伝送方式	アクセス方式	TDMA
	スロット数	3
	キャリア間隔	50kHz (25kHzインタリーブ)
	変復調方式	$\pi/4$ シフトQPSK
	伝送速度	42 kbit/s
チャンネル構成	物理チャンネル	制御用物理チャンネル 通信用物理チャンネル パケット通信用物理チャンネル(1~3スロット)
	機能チャンネル	BCCH, PCH, SCCH, SACCH, FACCH, UPCH
パケット通信用 物理チャンネルコーディング	誤り訂正符号	BCH(15, 11) 符号と 誤り訂正符号なしの切り替え
	誤り検出符号	16ビットCRC符号
	ビットインタリーブ	スロット内ビットインタリーブ

機能追加

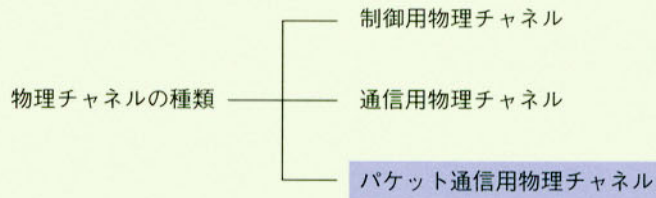


図1 物理チャネルの種類
Figure 1 Physical Channels.

PDCでは信号伝送のための物理チャネル内の論理的なチャネルを機能チャネルと定義しているが、ユーザパケットの伝送のためのUPCH（ユーザパケットチャネル）機能チャネルを新たに定義している（図4）。パケット通信用物理チャネルの同一番号スロットは1つのUPCH機能チャネルを構成し、1スロットパケット通信用物理チャネルは1本のUPCH機能チャネル、2スロットパケット通信用物理チャネルは2本のUPCH機能チャネル、3スロットパケット通信用物理チャネルは3本のUPCH機能チャネルを有する

（図5）。

■信号符号化

パケット通信用物理チャネルでは、回線品質が劣悪な場合にBCH（15, 11）誤り訂正符号を付加する符号化（FECあり）のほかに、回線品質が良好な場合に誤り訂正符号を付加しない符号化（FECなし）を用意している。移動局は、ビット誤り率や受信レベルが網が指定する条件を満足しない場合にFECあり符号化を行い、満足する場合にFECなし符号化を行う。これにより回線品質が良好な場合の信号伝送の

高速化が図られる。

■信号伝送方式

(1) 伝送速度

移動局の送受信能力に応じた信号伝送を実現するため、2種類の伝送速度を定義している（図6）。

① 低速伝送

パケット通信用物理チャネル内のUPCH機能チャネルを1本のみ用いて信号伝送を行う場合の伝送速度で、1つの信号を伝送することができる。

② 高速伝送

パケット通信用物理チャネル内のUPCH機能チャネルを2本または3本用いて信号伝送を行う場合の伝送速度で、同時に2つまたは3つの信号を併行伝送することができる。

(2) 上り信号伝送

上り信号伝送には、制御用物理チャネルと同様の部分エコー付き空線制御

1スロットパケット通信用物理チャネル

	スロット#0	スロット#1	スロット#2	スロット#0	スロット#1	スロット#2	スロット#0	スロット#1	スロット#2
スロット#0配置例	パケット通信用	任意	任意	パケット通信用	任意	任意	パケット通信用	任意	任意

2スロットパケット通信用物理チャネル

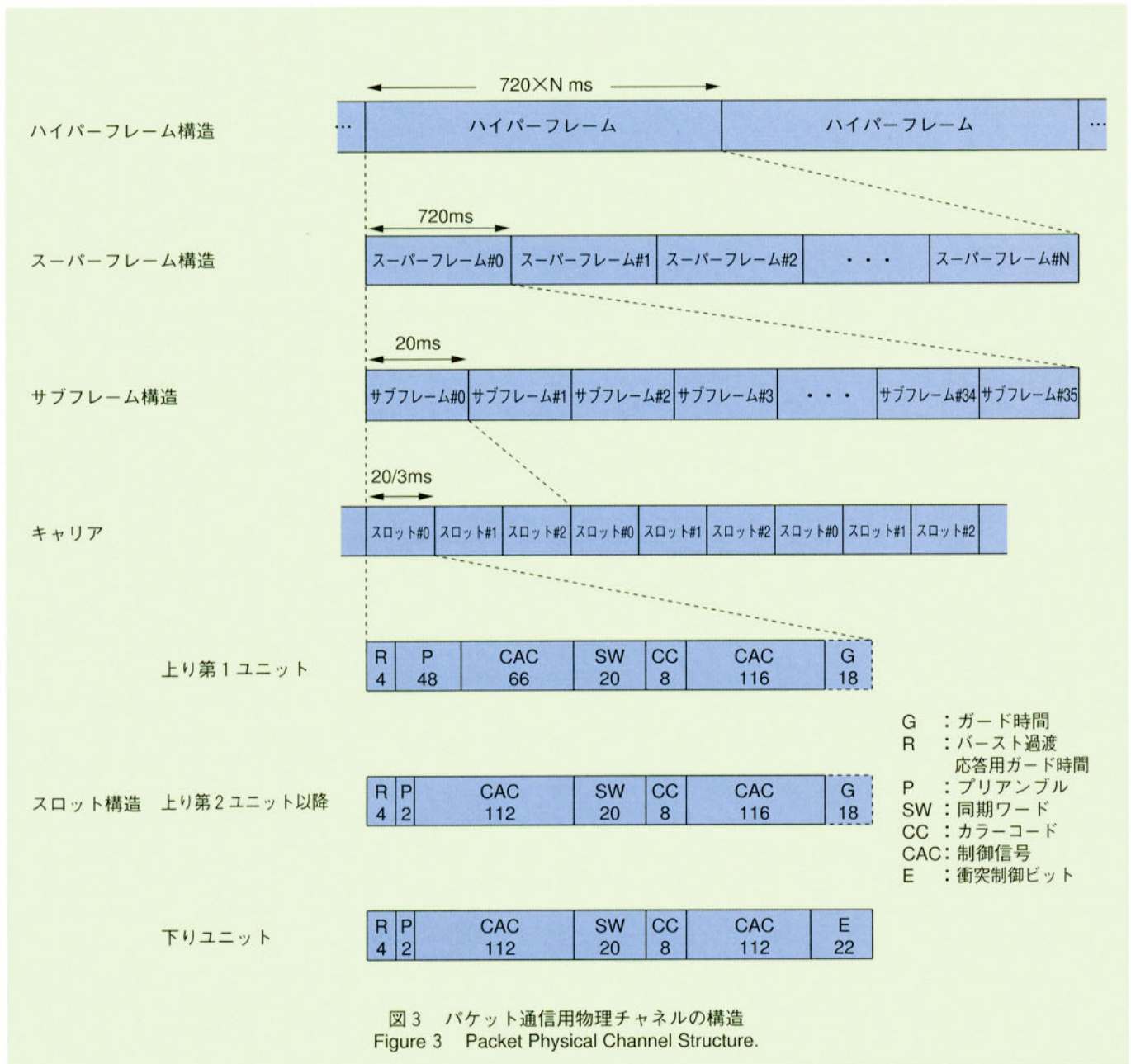
	スロット#0	スロット#1	スロット#2	スロット#0	スロット#1	スロット#2	スロット#0	スロット#1	スロット#2
スロット#0, #1配置例	パケット通信用	パケット通信用	任意	パケット通信用	パケット通信用	任意	パケット通信用	パケット通信用	任意

3スロットパケット通信用物理チャネル

	スロット#0	スロット#1	スロット#2	スロット#0	スロット#1	スロット#2	スロット#0	スロット#1	スロット#2
スロット#0, #1, #2配置	パケット通信用	パケット通信用	パケット通信用	パケット通信用	パケット通信用	パケット通信用	パケット通信用	パケット通信用	パケット通信用

任意：制御用物理チャネル、通信用物理チャネル、1スロットまたは2スロットパケット通信用物理チャネルのいずれかが配置されることを示す。

図2 パケット通信用物理チャネルの配置
Figure 2 Packet Physical Channel Allocation.



ランダムアクセス方式 (ICMA-PE: Idle-signal Casting Multiple Access with Partial Echo) を採用した。UPCH機能チャネルが複数の場合 (高速伝送)、ランダムアクセスをUPCH機能チャネルごとに行うことにより、複数上り信号の並行伝送が実現できる。

(3) 下り信号伝送

下り信号伝送には、信号伝送速度と移動局バッテリーセービング効果が異なる連続受信、間欠受信、スーパーフレーム間欠受信、ハイパーフレーム間欠受信を用意した (図7)。ユーザが方法を選択することにより、移動局が

レイヤ3制御手順により方法を網に通知する。

レイヤ2

制御用物理チャネルおよび通信用物理チャネルで使用されているレイヤ2プロトコルLAPDM (Link Access Procedure for Digital Mobile channel) に、パケット通信を効率的に行うための機能を加えることにより、パケット通信用物理チャネルでLAPDMを使用できるようにした。

■アウトスタンディング伝送

ユーザパケットはIコマンドフレームにより伝送される。RRレスポンスフレームの受信を待たずに、Iコマンドフレームを連続して送信する動作をアウトスタンディング伝送という。パケット通信用物理チャネルではアウトスタンディング伝送により高速な信号伝送を実現した。

■遅延確認

Iコマンドフレーム受信後のRRレスポンスフレームの送信を遅延させることにより、RRレスポンスフレーム数を減

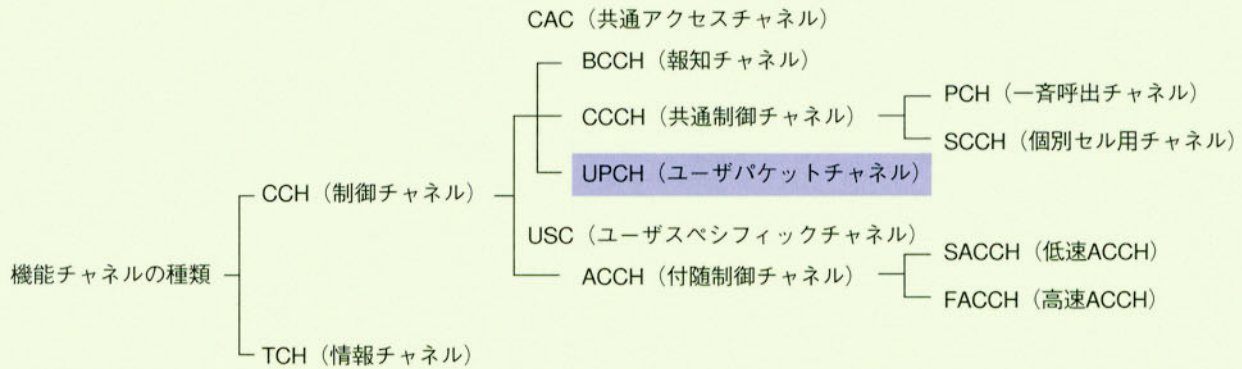


図4 機能チャネルの種類
Figure 4 Functional Channels.

小さくすることやIコマンドフレームによる確認を増加させることによる効率化を図った。

■再送制御方式

パケット通信用物理チャネルでのLAPDMの再送制御方式を選択的再送(SR: Selective Repeat)方式とし、誤りにより受信抜けの生じたIコマンドフレームの再送を要求するためのSREJレスポンスフレームと、Iコマンドフレームの誤った部分のみを再送要求するためのSREJレスポンスフレームを追加した(図8)。これにより効率的な誤り回復が可能となる。

レイヤ3

レイヤ3は、パケット通信用物理チャネルを含む無線資源を管理する無線管理機能(RT: Radio frequency Transmission management), 移動局の位置管理や認証制御を行う移動管理機能(MM: Mobility Management), ユーザパケットの転送制御を行う呼制御機能(CC: Call Control)で構成される。これらの機能は協調動作し、PDC-Pシステム用に新設したレイヤ3メッセージなどを用いて以下に示す制御を行う。

■同時待受制御

制御用物理チャネルにおいて、音声などの回線交換型通信およびPDC-Pシステムの発着信を同時に待ち受けるための制御である。網はページングメッセージを移動局に送信することにより回線交換型通信やPDC-Pシステムの着信を通知する。パケット発信要求が発生した場合、あるいはパケット着信が発生した場合、後述する通信開始制御を開始する。

■通信開始制御

移動局および網がパケット通信を開始するための制御である。移動局は在圏するゾーンの情報からゾーン内のパケット通信用物理チャネルの情報を得て、自律的にパケット通信用物理チャネルを選択した後に、パケット通信登録要求メッセージを送信する。網は標準的なPDCの認証手順により移動局の正当性を確認した後、パケット通信の開始を許可するパケット通信登録応答メッセージを送信する。

■パケット転送制御

移動局および網がユーザパケットを転送するための制御である。移動局および網はユーザパケットを分割送信することにより、複数のUPCH機能チャネルを使用した高速なパケット転送を可能とする。また、ユーザパケットを秘匿処理してから送信することによりセキ

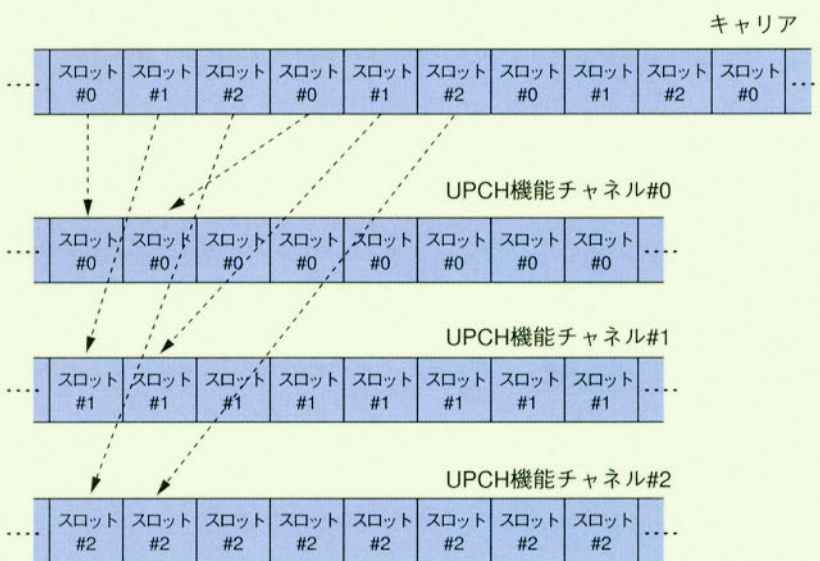


図5 UPCH機能チャネル
Figure 5 UPCH Functional Channel.

3 スロットパケット通信用物理チャンネル

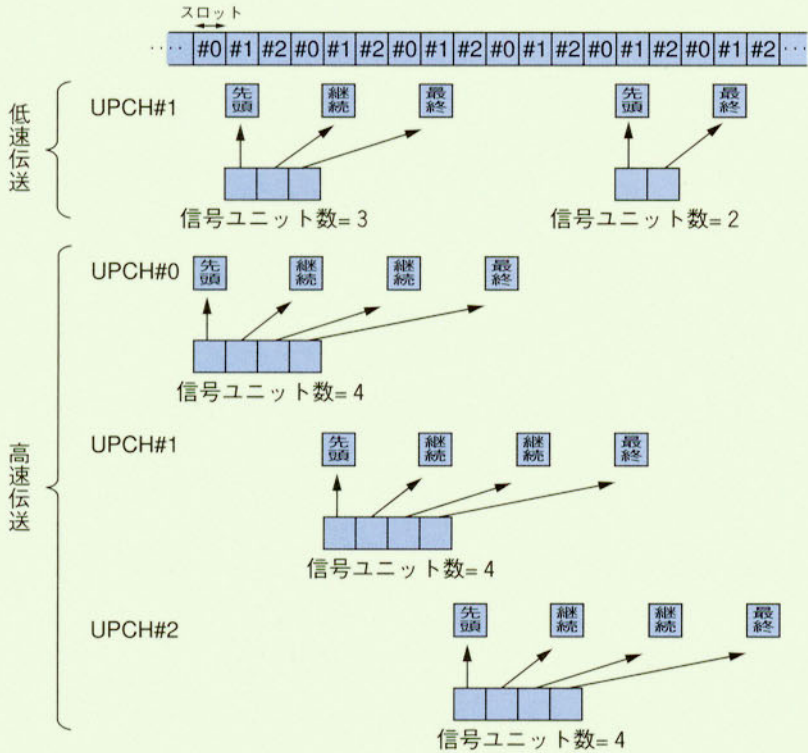


図6 信号伝送
Figure 6 Signal Transmission.

セキュリティを確保する。さらに以下のモードの切替制御を行う。

(1) アクティブモード

ユーザパケットが高頻度で転送されている状態で使用するモードであり、高速なパケット転送のために連続受信や間欠受信により下り信号伝送を行う。

(2) スタンバイモード

ユーザパケットが転送されていない状態で使用するモードであり、移動局のバッテリーセービングのためにスーパーフレーム間欠受信またはハイパーフレーム間欠受信により下り信号伝送を行う。

アクティブモードからスタンバイモードへのモード切替は、ユーザパケットが長時間転送されない場合に行い、スタンバイモードからアクティブモードへの切り替えは、転送すべきユーザパケットが発生した場合に行う。モードの切り替えは、モードを示す情報を含むパケットチャンネル登録要求メッセージとパケットチャンネル登録応答メッセージを送受信することにより行う。

■チャンネル切替制御

移動局の移動によるゾーン移行、および使用中のパケット通信用物理チャンネルの通信品質劣化や規制などの理由により、パケット通信用物理チャンネルを切り替えるための制御である。移動局は新しいパケット通信用物理チャンネルを自律選択し、パケットチャンネル登録要求メッセージとパケットチャンネル登録応答メッセージを送受信することにより、チャンネルの切り替えを行う。また、チャンネル切替前後で使用するパケット通信用物理チャンネルが異なる端末登録エリアコードに属する場合、パケット通信登録要求メッセージとパケット通信登録応答メッセージの送受信により、再接続型のチャンネル切替を行う。

■周期的登録制御

移動局がパケット通信を継続しながら在圏していることを網に知らせるための制御である。本制御はパケットチ

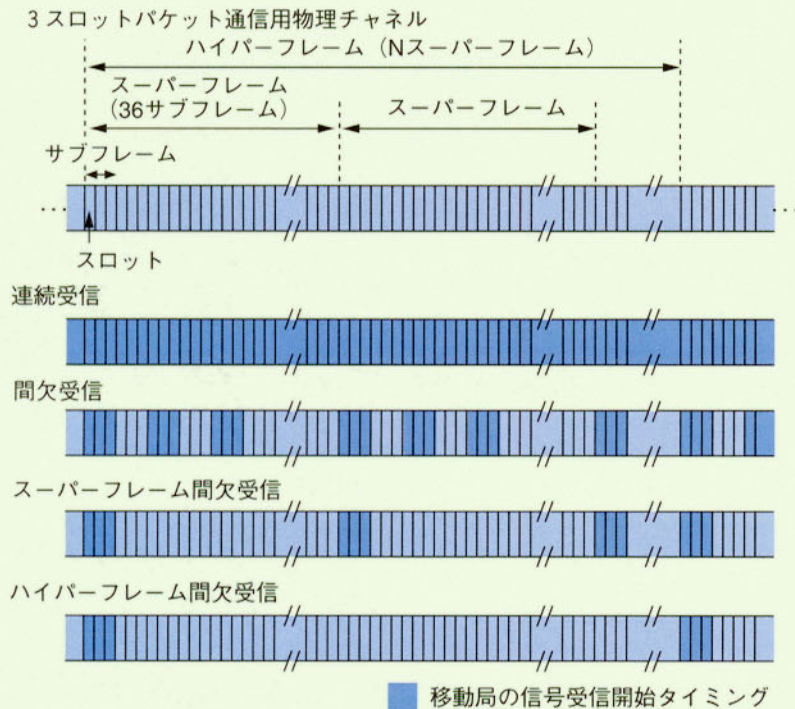


図7 下り信号伝送
Figure 7 Downlink Transmission.

複数用意しており、回線品質条件やユーザの要求条件に応じて手段を選択することが可能なため、柔軟性の高い無線インタフェースとなっている。

文献

- 1) (社)電波産業会：デジタル方式自動車電話システム標準規格，RCR STD-27F，1997年2月。

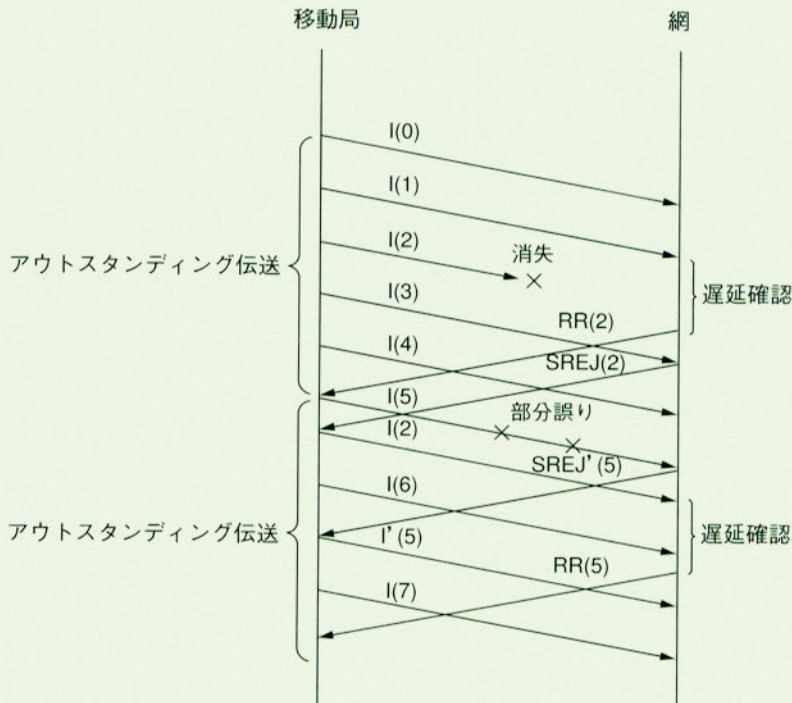


図8 レイヤ2の動作例
Figure 8 Data Transmission on Layer 2.

チャンネル登録要求メッセージとパケットチャンネル登録応答メッセージの送受信により行う。

パケット通信登録解除応答メッセージの送受信により行う。

■通信終了制御

移動局および網がパケット通信を終了するための制御である。本制御はパケット通信登録解除要求メッセージと

PDC-Pシステムに関するPDC無線インタフェースの特徴について概説した。以上のように各機能要素ごとに手段を

あとがき