

W-CDMA技術

その4 W-CDMAにおけるMACレイヤー・レイヤ1多重化・チャネル符号化技術

今回は、MAC (Medium Access Control) レイヤから物理レイヤ (レイヤ1) へのトランスポートチャネルの多重化 (マッピング) 処理およびチャネル符号化技術について解説する。

さわはし まもる
佐和橋 衛

あんどう ひでひろ
安藤 英浩

ひぐち けんいち
樋口 健一

おくむら ゆきひこ
奥村 幸彦

1. まえがき

次世代移動通信 (IMT-2000: International Mobile Telecommunications-2000) である広帯域符号分割多元接続方式 (W-CDMA: Wideband Code Division Multiple Access) の試験サービスが開始された。W-CDMAにおける物理レイヤ (レイヤ1) を中心とした無線インタフェースのプロトコルアーキテクチャを図1に示す[1]。物理レイヤはレイヤ2のサブレイヤであるMAC (Medium Access Control) レイヤと、レイヤ3であるRRC (Radio Resource Control) レイヤとのインタフェースを有する。図中、異なるレイヤ間の楕円はサービスアクセスポイント (SAP: Service Access Point) を示す。レイヤ1は、MACレイヤに対して複数のトランスポートチャネルを提供する。またMACレイヤは、レイヤ2のRLC (Radio Link Control) レイヤに対して複数の異なる論理チャネルを提供する。このように複数の種類の異なるトランスポートチャネルを1つの物理レイヤ (レイヤ1) で伝送する

ことができる。一方、直接拡散符号分割多元接続 (DS-CDMA: Direct Sequence Code Division Multiple Access) 方式は、帯域拡大の一部をチャネル符号化に割り当てることにより帯域拡大に加えて符号化利得を得ることができる。チャネル符号化として、音声伝送および低速レート of データ伝送には、畳込み符号化が、情報レート 64 kbit/s, 384 kbit/s などの高速レートのデータ伝送にはターボ符号化が用いられる。本稿では、種類の異なるトランスポートチャネル (Transport Channel) がレイヤ1に多重化 (マッピング) される手順およびチャネル符号化について概説する。このマッピングの過程で中心となるのは、異なる情報ビット数 (ビットレート) や所要サービス品質 (QoS: Quality of Service) が異なる複数のトランスポートチャネルを最も効率的にマッピングする方法であり、レートマッチングと呼ばれている。また、W-CDMA方式のベースとなるDS-CDMAアクセスでは、多数の通信者が同じ周波数帯域を用いて通信を行っているために、他の通信者からの干渉でシステム容量が決まる。したがって、送信情報ビットが無い場合には、基本的に信号を送信しない可変レート伝送を行うことにより、他の通信者への干渉を低減し、システム容



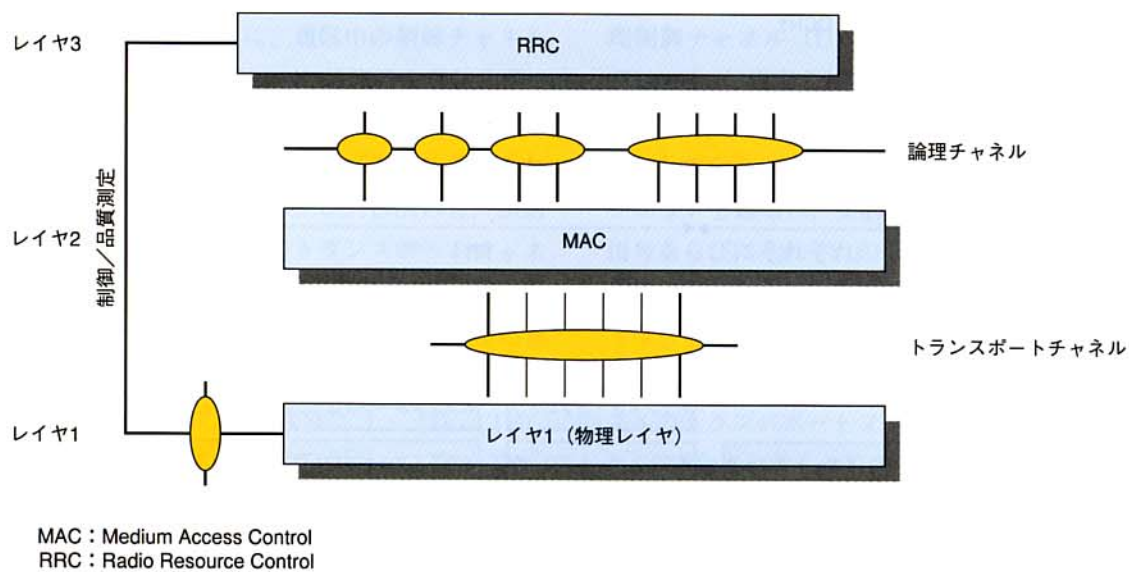


図1 物理レイヤを中心とした無線インタフェースプロトコルアーキテクチャ

量を増大することができる。

本稿では、前述のレートマッチングや可変レート伝送処理についても説明し、最後に室内および屋外実験によるチャネル符号化の特性評価結果について述べる。

2. レイヤ1へのデータ転送のフォーマットおよび構成

レイヤ2ではトランスポートチャンネルで実現されるレイヤ1/レイヤ2インタフェースにより、レイヤ1にデータ（情報データ、制御データ）をマッピングする。まず、MACレイヤとレイヤ1の間のデータ転送に用いられる用語の説明を行う。トランスポートブロック（Transport Block）は、レイヤ1で行う処理のデータユニットであり、MACレイヤとレイヤ1の間で転送されるデータの基本単位である。トランスポートブロックは、RLC-PDU（Protocol Data Unit）に対応し、また、レイヤ1で誤り検出用のCRC（Cyclic Redundancy Check）を付与する単位である。トランスポートブロックの、MACレイヤとレイヤ1の間における転送を示す概念図を図2に示す[1]。同一のトランスポートチャンネルで同時に、MACレイヤとレイヤ1の間で転送されるトランスポートブロックの集合（セット）をトランスポートブロックセット（Transport Block Set）と呼ぶ。トランスポートブロックの長さをトランスポートブロックサイズ（Transport Block Size）といい、これはビット単位で定義される。1つのトランスポートブロックセットに属するトランスポートブロックの長さはすべて等しい固定の値であ

る。また、トランスポートブロックセットに属するビット数をトランスポートブロックセットサイズ（Transport Block Set Size）という。これはトランスポートブロックサイズにトランスポートブロックセットに属するトランスポートブロック数を乗算した値に等しい。

図2に示すようにトランスポートブロックセットのレイヤ間への到着時間間隔をTTI（Transmission Time Interval）と呼ぶ。これは、レイヤ1によりトランスポートブロックセットが無線インタフェース上に転送される時間間隔に等しい。TTIは最小のチャネル符号化のインタリーブ長（すなわち10 msの無線フレーム長）、の整数倍の長さを取り得る。3GPP（3rd Generation Partnership Project）仕様で実際に規定されているTTIの長さは、10、20、40、および80 msである。TTIはチャネル符号化のインタリーブ長に相当する。MACレイヤはTTIごとにレイヤ1にデータを提供する。図2では2つのトランスポートチャンネルに相当する個別チャンネル（DCH：Dedicated CHannel）をMACレイヤとレイヤ1の間で転送する場合の例を示しており、トランスポートチャンネル1（DCH1）はトランスポートチャンネル2（DCH2）に比較して長いTTIを有している。また、それぞれのトランスポートチャンネルにおいて、TTIごとに、転送されるトランスポートブロック数も変化している。

トランスポートチャンネル上でTTIごとにレイヤ1とMACレイヤ間でトランスポートブロックセットを転送する形式（フォーマット）をトランスポートフォーマット（Transport Format）という。トランス



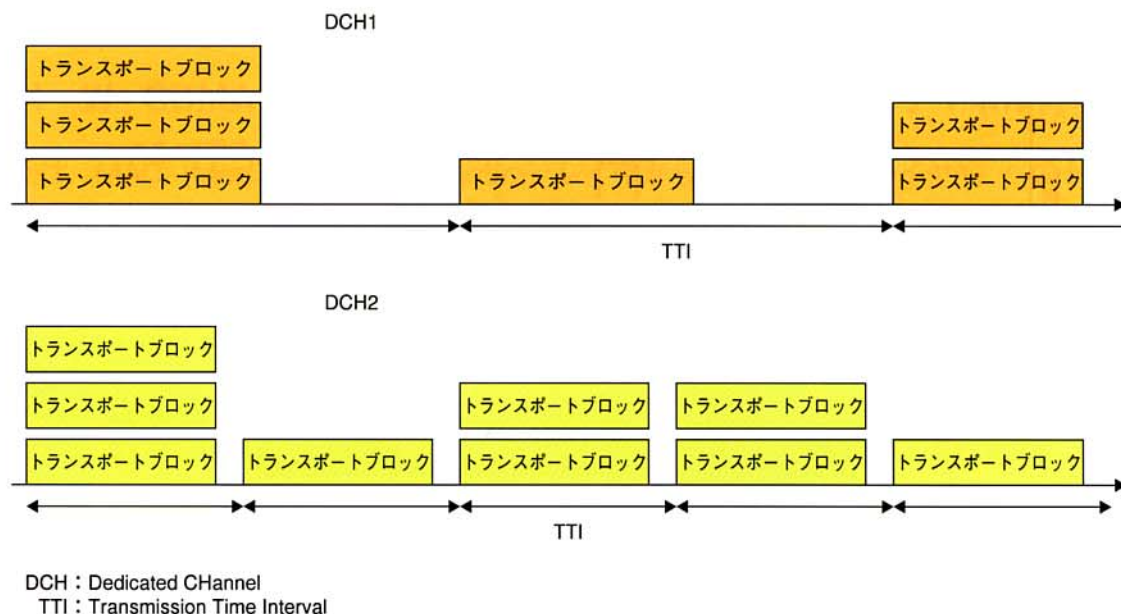


図2 MACレイヤとレイヤ1間のデータ転送の説明図

ポートフォーマットは、Dynamic PartとSemi-static partの2つのアトリビュート (Attribute) から構成され、FDD (Frequency Division Duplex) 方式においてはそれぞれ、次のような内容である。

(1) Dynamic Part

- ① トランスポートブロックサイズ
- ② トランスポートブロックセットサイズ

(2) Semi-static Part

- ① TTI
- ② チャンネル符号化 (誤り訂正符号化)
 - ・ 誤り訂正の種類: 畳込み符号化, ターボ符号化, 誤り訂正なし
 - ・ 誤り訂正の符号化率
 - ・ スタティックレートマッチングパラメータ
 - ・ パンクチャの上限 (FDD方式では上りリンクのみ)

③ CRCのサイズ

トランスポートチャンネルに使用されるトランスポートフォーマットの集合 (セット) をトランスポートフォーマットセット (TFS: Transport Format Set) と呼ぶ。1つのTFS内においては、すべてのトランスポートフォーマットのSemi-static partは共通である。

Dynamic Partは可変レートを実現するためにTTIごとに異なる値をとることができる。前述のようにレイヤ1では複数のトランスポートチャンネルが多重化 (マッピング) される。この多重化されたチャンネル符

号化後のトランスポートチャンネルを符号化コンポジットトランスポートチャンネル (CCTrCH: Coded Composite Transport CHannel) という。CCTrCHの中のそれぞれのトランスポートチャンネルには、適用可能なTFSが存在する。しかしながら、このトランスポートブロックセットが伝送されているそれぞれの瞬間においては、多重化されるトランスポートチャンネルのそれぞれは、1つのトランスポートフォーマットしか用いることができない。したがって、ある時間においてレイヤ1で同時に転送可能なトランスポートチャンネルが取りうるトランスポートフォーマットの組み合わせ (コンビネーション) が存在する。これを、トランスポートフォーマットコンビネーション (TFC: Transport Format Combination) という。そして、CCTrCH上で適用される全てのTFCの集合 (セット) をトランスポートフォーマットコンビネーションセット (TFCS: Transport Format Combination Set) と呼ぶ。

一例として、平均の情報レート12.2 kbit/sの適応マルチレート (AMR: Adaptive Multi Rate) コーデックで符号化された音声伝送の場合について説明する。音声伝送のRAB (Radio Access Bearer) には、A, B, Cの3つのクラスが規定されており、それぞれが独立のトランスポートチャンネルで伝送される。それぞれのトランスポートブロックサイズは、ビットを送信しない場合も含めてクラスAは3種類、クラスBは2種類、クラスCは2種類が存在する。それぞれのトランスポートチャンネルのトランスポートフォーマット

セットを、例えば $\{TF0^A, TF1^A, TF2^A\}$, $\{TF0^B, TF1^B\}$, $\{TF0^C, TF1^C\}$ のように表示する。さらに、通信中の制御チャンネル(DCCH: Dedicated Control CHannel)も別のトランスポートチャンネルとして伝送され、DCCHも送信データ有り/無し2つのトランスポートフォーマットが存在する。これを $\{TF0^{DCCH}, TF1^{DCCH}\}$ と表す。したがって、AMRの音声伝送においては1物理チャンネルに4つのトランスポートチャンネルがマッピングされる。TFCとして、 $(TF0^A, TF0^B, TF0^C, TF0^{DCCH})$ などがあり、TFCのすべてのパターン、すなわちTFCsとして $(TF0^A, TF0^B, TF0^C, TF0^{DCCH})$, $(TF0^A, TF0^B, TF0^C, TF1^{DCCH})$, $(TF1^A, TF0^B, TF0^C, TF0^{DCCH})$, $(TF1^A, TF0^B, TF0^C, TF1^{DCCH})$, $(TF2^A, TF1^B, TF1^C, TF0^{DCCH})$, $(TF2^A, TF1^B, TF1^C, TF1^{DCCH})$ の6種類が規定されている。

トランスポートフォーマットコンビネーションセットは、レイヤ3情報として割り当てられ、MACは割り当てられたセットの中から、トランスポートフォーマットコンビネーションを選択して、レイヤ1にトランスポートチャンネルをマッピングする。トランスポートフォーマットコンビネーションセットに属するトランスポートフォーマットコンビネーションは、Dynamic partのみが異なるので、結局、MACではDynamic partのみが制御されることになる。Semi-static partはレイヤ1のSIR測定に基づくクロズドループの送信電力制御(TPC: Transmit Power Control)の目標とする希望波信号電力対干渉波信号電力比(SIR: Signal-to-Interference power Ratio)値の制御とともに受信QoS(具体的にはブロック誤り率(BLER: Block Error Rate)やビット誤り率(BER: Bit Error Rate))や伝送遅延に直接対応するパラメータである。これらの各サービスに依存するレイヤ1での所要QoSや伝送遅延を保証するのはレイヤ3制御であり、したがってSemi-static partのパラメータ指定はレイヤ3制御により行われる。

RRC(Radio Resource Control)で規定されているTFCの選択は、レイヤ1で実現される可変レート伝送(Variable Rate Transmission)に関するものである。各トランスポートチャンネルのトランスポートフォーマットセットの識別子(ラベル)をトランスポートフォーマットインディケータ(TFI: Transport Format Indicator)という。TFIは、トランスポートチャンネル上のMACレイヤとレイヤ1の間でのトランスポートブロックセットの転送に用いられる。

また、トランスポートフォーマットコンビネーションを示す識別子をトランスポートフォーマットコンビネーションインディケータ(TFCI: Transport Format Combination Indicator)と称する。TFCIビットは、レイヤ1の個別物理

チャンネル(DPCH: Dedicated Physical CHannel)の個別物理制御チャンネル(DPCCH: Dedicated Physical Control CHannel)に規定されている制御ビットの1つとして伝送される。TFCIビットは、受信機側に、その物理チャンネルで伝送されるCCTrCHのトランスポートフォーマットコンビネーションを通知し、受信側でのレイヤ1での受信データの復号ならびにそれぞれのトランスポートチャンネルのトランスポートブロックの分離に使用する。すなわち、TFCIビットは、可変レート伝送を行う場合のレート情報に相当する。MACはレイヤ1に対して、それぞれのトランスポートチャンネルのトランスポートフォーマットセットを示し、レイヤ1は多重化されるすべてのトランスポートチャンネルのTFIからTFCIビットを生成してDPCCHで伝送する。

3. トランスポートチャンネル

トランスポートチャンネルは、共通トランスポートチャンネルと個別トランスポートチャンネルの2つに分類される。それぞれのチャンネルの種類およびその特徴を以下に示す[1]。

3.1 共通トランスポートチャンネル

(1) 報知チャンネル(BCH: Broadcast CHannel)

- ・下りリンクの共通チャンネルで報知情報(システム情報、セル情報)を送信する。
- ・低速の固定ビットレートのチャンネルである。
- ・セル全体のカバレッジエリアに報知する必要がある。

(2) 下りアクセスチャンネル

(FACH: Forward Access CHannel)

- ・下りリンクの共通チャンネルでユーザデータの送信に用いられる。
- ・複数の移動局で共有して使用し、上位レイヤからの低レートのデータの送信に使用される。
- ・指向性ビーム送信、Slow TPC(パルスロスおよびシャドウイング変動のみを補償するTPC)、無線フレーム単位の高速度レート切り替えが適用可能。

(3) ページングチャンネル(PCH: Paging CHannel)

- ・下りリンクの共通チャンネルでページング信号の送信に用いられる。
- ・スリープモード(Sleep mode)の処理を効率的に行うためにページインディケータチャンネル(PICH: Page Indicator CHannel)と対になっている。
- ・セル全体のカバレッジエリアに報



知する必要がある。

(4) ランダムアクセスチャネル

(RACH: Random Access CHannel)

- ・上りリンクにおけるランダムアクセスチャネルで上位レイヤからの低レートのユーザデータ送信に用いられる。
- ・同じ拡散符号を有する複数の物理チャネルがスロットッドアロハで送信するため、衝突を生じることがある。
- ・下りリンクの共通パイロットチャネルの受信電力で測定したパスロスに応じてオープンループのTPCを行う。

(5) 下りリンクシェアードチャネル

(DSCH: Downlink Shared CHannel)

- ・下りリンクにおける共通チャネルで主に高レートのパケットデータの送信に用いられる。
- ・常に他のチャネルと対になっている (DCH もしくは FACH の TDD (Time Division Duplex))。
- ・指向性ビーム送信, Slow TPC (パスロスおよびシャドウイング変動のみを補償する TPC), 他の個別チャネルと対になったときは高速 TPC が適用可能。
- ・セル全体に対して報知することが可能。

(6) ODMA ランダムアクセスチャネル

(ORACH: ODMA Random Access CHannel)

- ・ODMA (Opportunity Driven Multiple Access) 用の TDD 方式のみのリレーリンク (Relay-link) に用いられる。
- ・衝突が生じる場合があり、オープンループの TPC が適用される。
- ・送信タイミング制御なし。

(7) 共通パケットチャネル

(CPCH: Common Packet CHannel)

- ・上りリンクにおけるランダムアクセスチャネルで主に高レートでバースト性の高いデータ送信に用いられる。
- ・FDD 方式のみに存在する。
- ・プリアンブル部にはオープンループの TPC およびパワーランピングが適用され、メッセージ部には高速 TPC が適用される。

- ・指向性ビーム送信, 無線フレーム単位の高レート切り替えが適用可能。

(8) 上りリンクシェアードチャネル

(USCH: Uplink Shared CHannel)

- ・上りリンクにおける TDD 方式のみに存在する。
- ・指向性ビーム送信, TPC, および無線フレーム単位の高レート切替が適用可能。

3.2 個別トランスポートチャネル

(1) DCH

- ・双方向のチャネルでユーザデータの送信に用いられる。
- ・移動局ごとに個別に割り当てられ、無線フレーム単位の高レート切替および高速 TPC が可能。
- ・指向性ビーム受信/送信の適用可能。

(2) 高速上りリンクシグナリングチャネル (FAUCH: Fast Uplink signaling CHannel)

- ・上りリンクのみに存在し, FACH, 個別チャネルと対となって用いられる。
- ・UE が DCH の要求をする場合, FACH のメッセージ部の割り当て要求をする場合に用いられ, 他の情報は伝送されない。

(3) ODMA 個別チャネル (ODCH: ODMA Dedicated CHannel)

- ・ODMA 用の TDD 方式のみのリレーリンクに用いられる。
- ・指向性ビーム送信, 無線フレーム単位の高レート切替が適用可能。
- ・クロズドループの TPC, 送信タイミング制御が用いられる。

4. トランスポートチャネルの物理チャネルへのマッピング法^[2]

本章では、2章で説明した MAC レイヤとレイヤ1の間のデータ転送のフォーマットを用いて、3章で述べたトランスポートチャネルを物理チャネルにマッピングする手順について説明する。上りリンクと下りリンクではこの手順は異なるが、この違いの部分については後で説明することにし、まず、一般的なマッピング手順について説明する。図3にトランスポートチャネルから CCTrCH を生成するフローを示す (このフローは下りリンクについての手順であるが、上りリンクにおける具体的手順については、後述する)。

トランスポートチャネルは、トランスポートブロックの受信機側での誤り検出を行うために、まずトランスポートブロックごとに CRC パリティビットを計算し、この CRC 結



果をトランスポートブロックごとに付加する。CRCの長さ(サイズ)としては、0, 8, 12, 16, 24ビットが規定されており、それぞれのトランスポートチャンネルに対してCRCのサイズはレイヤ3情報で制御される。TTI区間におけるCRCビットが付加されたすべてのトランスポートブロックは、シリアルに連結される。DS-CDMAでは、ランダム符号による拡散(帯域拡大)の一部に誤り訂正符号化を用いることにより、拡散利得に加えて、誤り訂正符号化による符号化利得を得ることができる。チャンネル符号化としては畳込み符号化の性能を大きく上回るターボ符号化[3]~[6]が提案されている。

図4にターボ符号化における符号器、復号器の構成の一

例を示す。ターボ符号器は2つの再帰的組織畳込み(RSC: Recursive Systematic Convolutional) 符号器RSC1, RSC2とターボ符号器内部のターボインターリーブで構成される。受信機では、チャンネルデインターリーブされた軟判定Rake出力 $\{y_1, y_2, y_3\}$ がターボ(反復)復号器に入力される。ターボ復号器における繰り返し復号アルゴリズムにおいて、まず軟入力軟出力復号器Decoder1で、 y_1, y_2 より外部情報Leを計算する。次に第2の軟入力軟出力復号器Decoder2で、 y_1, y_3, Le よりLeを更新し、LeはDecoder1にフィードバックされて上記処理が繰り返し行われる。 m 回の繰り返し処理の後、対数尤度比(LLR: Log Likelihood Ratio), $L(b_k)$ を硬判定することで送信データ系列を再生する。復号後の

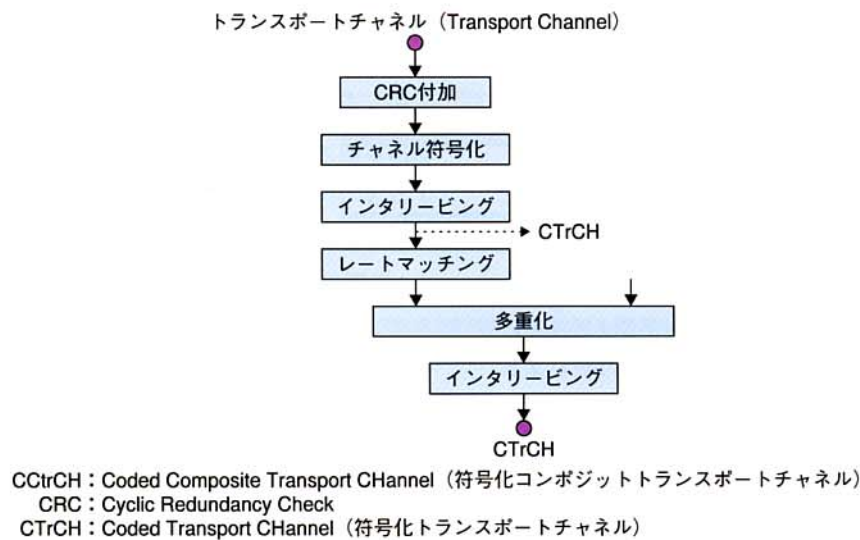
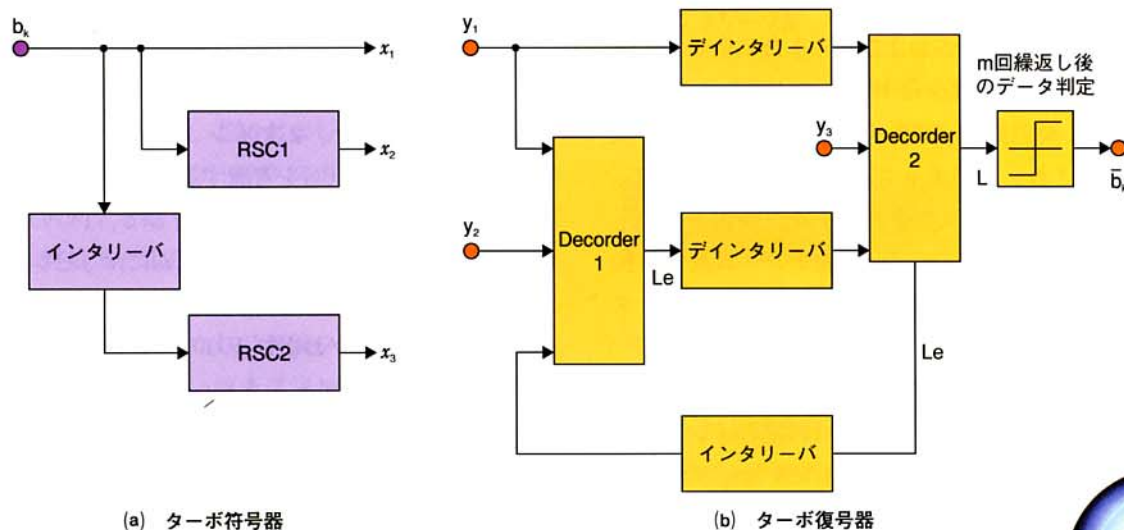


図3 CCTrCHの多重化法



RSC: Recursive Systematic Convolutional (再帰的組織畳込み)

図4 ターボ符号器・復号器構成



ビット b_k に対する LLRL (b_k) は、次式で表される[4].

$$L(b_k) = \ln \left(\frac{P(b_k=+1)}{P(b_k=-1)} \right) \quad (1)$$

式(1)において $P(b_k=+1)$ および $P(b_k=-1)$ は、それぞれ $b_k=+1, -1$ となる確率である。軟入力軟出力復号器としてはMax-log-MAP (Maximum a posteriori probability) 復号器などが用いられる[7]。また、チャンネルのインタリーブおよびターボ符号器内部のターボインタリーブとして、ブロックインタリーブの規則的な部分をよりランダム化できる特徴を有するマルチステージインタリーブ (MIL: Multistage InterLeaver) [8]、さらにMILの処理量を低減した素数インタリーブ (PIL: Prime InterLeaver) が提案されており、3GPP仕様に採用されている[9]。3GPP仕様では、チャンネル符号化モードには、①畳込み符号化、②ターボ符号化、③チャンネル符号化無しの、3種類が規定されている。それぞれのトランスポートチャンネルに適用されるチャンネル符号化およびパラメータを表1に示す。畳込み符号化には、レート $R=1/2$ と $1/3$ の2種類あり、拘束長は9ビットである。ターボ符号化には、レート $R=1/3$ 、拘束長4ビットの符号化が用いられる。W-CDMAでは、DPCHのチャンネル符号化として、音声や低速レートデータの伝送には畳込み符号化が、高速レートデータの伝送にはターボ符号化が用いられる。チャンネル符号化後のデータ系列は各トランスポートチャンネルごとにTTI長に渡り、チャンネルインタリーブ (1次インタリーブ) される。このインタリーブトランスポートチャンネルを、符号化トランスポートチャンネル (CTrCH: Coded Transport CHannel) という。その後、CTrCHはそれぞれの所要QoSおよびビット数に応じてレートマッチングが行われる。レートマッチングされたCTrCHは、無線フレーム当たりのビット数に応じて、分割 (Segmentation) され、物理チャンネルにマッピングされる。この物理チャンネルにマッピングされたトランスポートチャンネルがCCTrCHである。CCTrCHは無線フレーム長 (= 10 ms) ごとにさらにビットインタリーブされる (2次インタリーブ)。

このように、チャンネル符号化のインタリーブには2段階インタリーブ[10]が用いられる。従来の1段階のインタリーブおよび2段階のインタリーブ法をそれぞれ図5(a)、5(b)に示す。図では、TTIがそれぞれ20 ms、10 msのトランスポートチャンネルAおよびBを物理チ

表1 チャンネル符号化および符号化率の関係

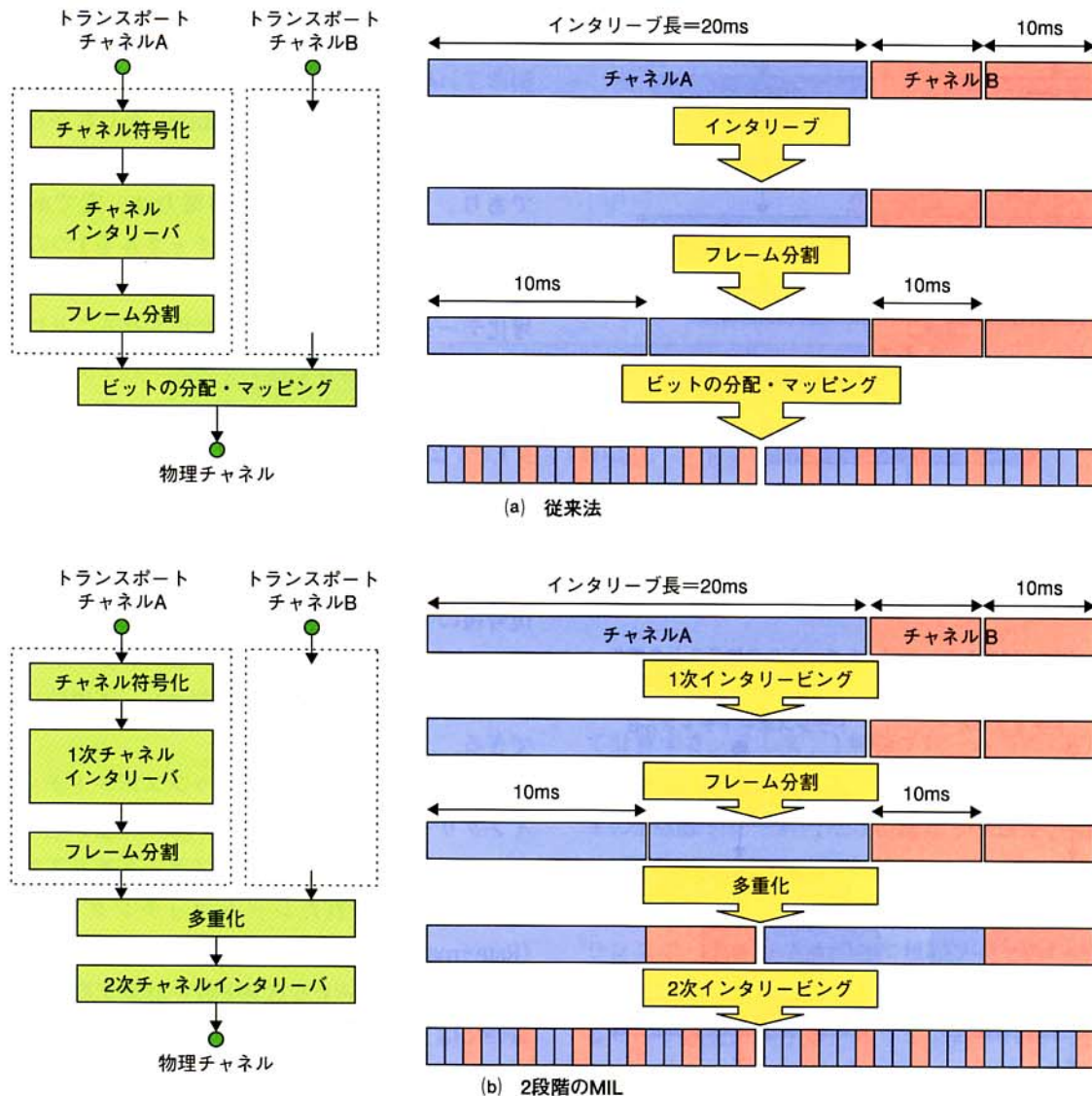
トランスポートチャンネルの種類	チャンネル符号化法	符号化率
BCH	畳込み符号化	1/2
PCH		
RACH		
CPCH, DCH, DSCH, FACH	ターボ符号化	1/3
	チャンネル符号化なし	

BCH: Broadcast CHannel (報知チャンネル)
 CPCH: Common Packet CHannel (共通パケットチャンネル)
 DCH: Dedicated CHannel (個別チャンネル)
 DSCH: Downlink Shared CHannel (下りリンクシェアードチャンネル)
 FACH: Forward Access CHannel (下りアクセスチャンネル)
 PCH: Paging CHannel (ページングチャンネル)
 RACH: Random Access CHannel (ランダムアクセスチャンネル)

ャンネルにマッピングする場合の例を示している。移動通信のレイリーフェージングチャンネルにおけるバースト誤りの影響を低減するために、すなわちできるだけ大きな符号化利得を得るために、無線伝搬路を通る物理チャンネル上では、インタリーブの過程でチャンネル符号化後のデータ系列を、できるだけランダムにマッピングする必要がある。図5(a)の1段階のインタリーブでは、チャンネル符号化およびビットインタリーブを独立に行ったそれぞれのトランスポートチャンネルに対して、マッピングされた各トランスポートチャンネルができるだけランダムに配置されるように、無線フレーム長のビット系列の分割およびマッピングを行わなければならない。さらに、この分割およびマッピングのパターンを多重されるトランスポートチャンネル数およびビットレート (すなわちTFCS) の数分だけ用意する必要があり、チャンネルインタリーブの処理量の増大を招くことになる。一方、図5(b)の2段階のチャンネルインタリーブ法では、それぞれ独立に1次インタリーブされた各CTrCHを無線フレームに割り当てられたビット数に分割後、2次インタリーブを行う。この場合、2次インタリーブは、多重されるCTrCH数およびTFCSを考慮することなく、無線フレームに割り当てられたビット系列に対して、1つのインタリーブパターンで効率的に無線フレームにマッピングされたビットのランダム化を実現することができる。

実際の上りリンクおよび下りリンクにおけるトランスポートチャンネルの物理チャンネルへのマッピング法をそれぞれ、図6、図7に示す。レートマッチングは、詳細は次章で説明するが、①異なる情報レート (ビット数) の複数のトランスポートチャンネルを1つの物理チャンネルにそれぞれのビット数に応じてマッピングする、②1つの物理チャンネルに複数のトランスポートチャンネルを、それぞれの異なる所





MIL: Multistage InterLeaver (マルチステージインターリーブ)

図5 チャンネル符号化およびインターリーブ法

要QoSが実現できるようにマッピングする、という2つの大きな目的を有している。図6および図7を比較して分かるように、下りリンクではトランスポートチャンネルごとのレートマッチングを行った後に1次チャンネルインターリーブを行うのに対して、上りリンクでは、1次チャンネルインターリーブ後にレートマッチングが行われる。これは上りリンクでは、下りリンクと異なり、無線フレーム内に送信すべき情報ビットがない場合に何も送信しない送信オフモード(DTX: Discontinuous Transmission)が規定されていないことに起因している。したがって上りリンクにおいては、仮にあるトランスポートチャンネルのその無線フレームにおける送信情報ビットがない場合には、送信のない時間が生じないように他のトランスポートチャンネルの情報ビットを

割り当ててマッピングする必要があるため、レートマッチングを1次チャンネルインターリーブ後に行う。

5. レートマッチング^[2]

トランスポートチャンネルは、種類の異なるデータを送信するために定義されたチャンネルであり、MACレイヤに提供される。図8に示すように1つの物理チャンネルには、情報レートおよびQoSの異なる複数のトランスポートチャンネルがマッピングされて伝送される。トランスポートブロックは前述のようにMACレイヤとレイヤ1との間でデータ転送を行う基本単位である(例えばa



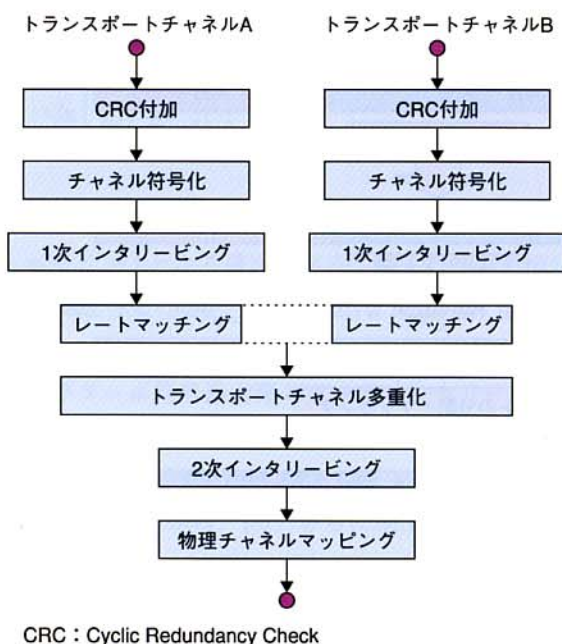


図6 上りリンクにおけるトランスポートチャンネルの符号化と多重化

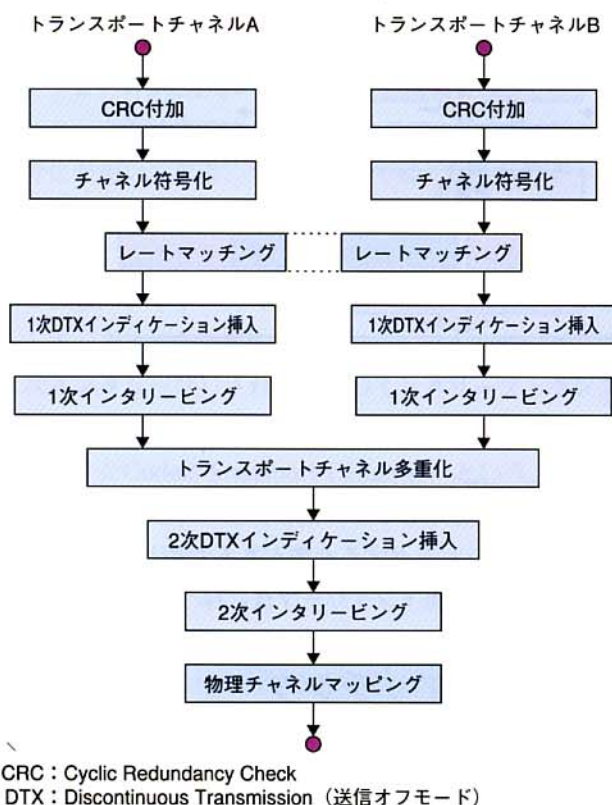


図7 下りリンクにおけるトランスポートチャンネルの多重化方法

ネル全体のQoS (BLERあるいはBER) を一定にする。一般には、QoSに応じて適応高速TPC[11]のアウトループ制御で目標SIR値を変化させ、平均受信(送信)電力を変化させることにより実現できる。しかしながら、物理チャンネルの1無線フレーム間(=10ms)では、目標SIRは一定であり、したがって平均受信電力は一定である。そこでQoSの異なるトランスポートチャンネルを1つの物理チャンネルで伝送するために、物理チャンネルにマッピングされる符号化データ系列のビット数を変化させることにより、同一の平均受信信号電力で各トランスポートチャンネルが異なる所要QoSを同時に満たすようにしている(レートマッチング)。すなわち、符号化データ系列に対して一定周期でビットを繰り返して挿入する(Repetition)ことにより復号後の受信品質は向上し、誤り訂正符号化ビット系列から一定周期でビット系列をパンクチャする(Puncture)ことにより復号後の受信品質は劣化する。このように、物理チャンネルにマッピングされる各トランスポートチャンネルのビット数(レート)は、QoSに応じて無線フレーム単位に柔軟に変更できる。

上りリンクにおいては各トランスポートチャンネルの1次インタリーブ後の符号化データ系列に対してレートマッチングが行われる[2]。各トランスポートチャンネルは、上位レイヤから指定されたレートマッチングアトリビュート(Rate-matching Attribute)に基づいて、ビット繰り返しあるいはパンクチャするビット数を計算する。上りリンクにおいては、物理チャンネルにマッピングされるトランスポートチャンネルの送信ビットがない場合に、送信を行わないモード、すなわちDTXが規定されていない。そこで、まず1つの物理チャンネルにマッピングされるトランスポートチャンネルの、無線フレーム当たりのビット数の和に応じて、物理チャンネルの拡散率(SF: Spreading Factor)(すなわち、シンボルレート)が決められる。そして、すべてのトランスポートチャンネルのレートマッチング後の無線フレーム当たりのビット数の和が、割り当てられたSFを有する物理チャンネルの無線フレーム当たりのビット数に等しくなるようにレートマッチングが行われる。 $N_{i,j}$ および $\Delta N_{i,j}$ をそれぞれTFC_jのトランスポートチャンネルiの無線フレームにおけるレートマッチング前の符号化ビット系列のビット数、無線フレーム当たりのビット繰り返しあるいはパンクチャするビット数とする(Δ の値が正の場合にはビット繰り返し、負の場合にはパンクチャを表す)。 $\Delta N_{i,j}$ 値を求めるために必要な $Z_{i,j}$ はレートマッチングアトリビュートの値 RM_i から次式のように逐次的に計算される。



(b)はトランスポートチャンネルaのb番目のブロックを表す[2]。フェージング変動に応じて送信電力や変調方式を適応的に変えることにより、物理チャ

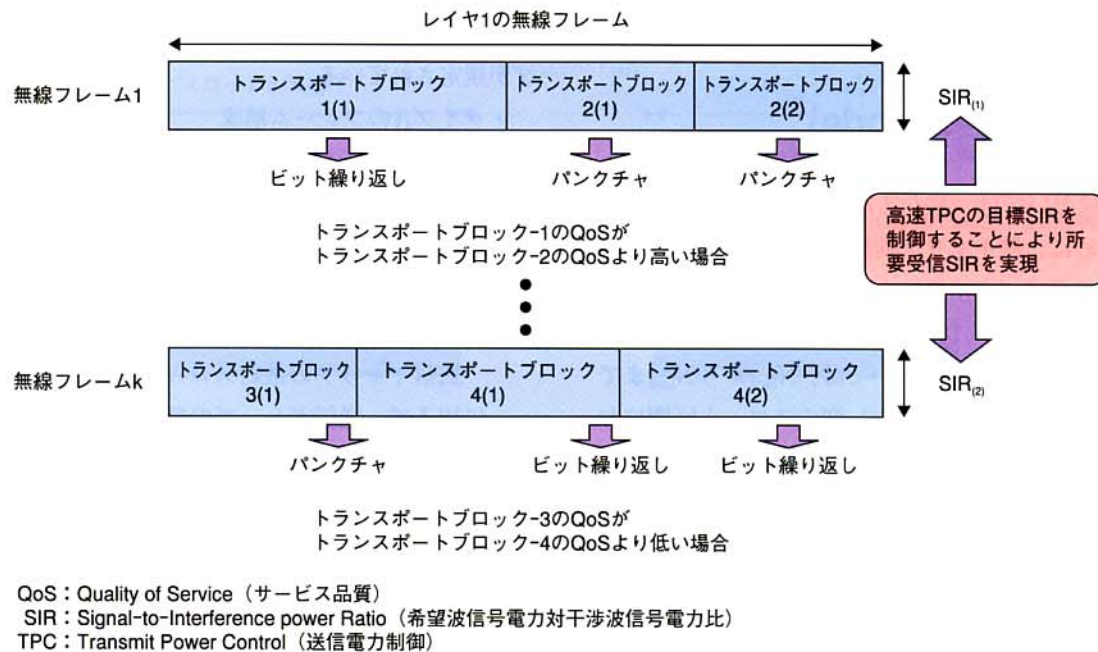


図8 レートマッチング動作説明図

$$Z_{0,j}=0$$

$$Z_{i,j} = \left\lfloor \frac{\left\{ \left(\sum_{m=1}^i RM_m \times N_{m,j} \right) \times N_{data,j} \right\}}{\sum_{m=1}^I RM_m \times N_{m,j}} \right\rfloor \text{ for all } i=1, \dots, I \quad (2)$$

ここで $N_{data,j}$ は TFC_j において無線フレーム内に多重化されるすべてのトランスポートチャンネルの符号化ビットに割り当てられることができる総ビット数であり、 $|x|$ は $x-1 \leq |x| \leq x$ で定義される整数値である。式(2)により逐次的に計算される $Z_{i,j}$ を用いて、 $\Delta N_{i,j}$ は次式より求めることができる。

$$\Delta N_{i,j} = Z_{i,j} - Z_{i-1,j} - N_{i,j} \text{ for all } i=1, \dots, I. \quad (3)$$

上りリンクにおいては、式(3)に基づいて無線フレームごとにレートマッチングが行われる。一方、下りリンクにおいては、上りリンクと異なり、トランスポートチャンネルの送信ビットがない場合にはDTXを行うことが規定されているため、無線フレームごとにレートマッチングパターンを更新する必要はない。具体的には、まず、TFCSに属するそれぞれの TFC_h に対して、トランスポートチャンネル i のレートマッチング前のTTI当たりのビット数 $N_{i,h}^{TTI}$ を求める。次に、この値とトランスポートチャンネル i のTTIに含まれる無線フレーム数 F_i から、1無線フレーム当たりのビット数を求め、さらにこの値をTFCSに属するすべてのTFCに対し

て計算する。そして、1無線フレーム当たりのトランスポートチャンネルのビット数の和を最大にする TFC_h Maxのときの1無線フレーム当たりの総ビット数が、物理チャンネルで用いることができる1無線フレーム当たりのビット数に等しくなるようにレートマッチングを行う。すなわち、トランスポートチャンネルごとに無線フレーム当たりの、したがってTTI当たりのビット繰り返しあるいはパンクチャするビット数を計算する。こうして得られたレートマッチングパターンに従って、各トランスポートチャンネルは、それぞれのTTIごとに無線フレーム当たりのビット数を更新する。多重化されるトランスポートチャンネルのTTIの長さが異なる場合には、結果として、最短のTTIごとに無線フレームに属する総ビット数が変化することになる。トランスポートチャンネル i のレートマッチング後の無線フレーム当たりのビット数が、トランスポートチャンネル i に割り当てられた無線フレーム当たりの最大ビット数に満たない場合には、不足するビット数の時間だけDTXのモードになる。

レートマッチングにおいてビット繰り返し (Repetition) は畳込み符号化、ターボ符号化ともに、符号化ビットの種類に関係なく、一定周期で行われる。一方、パンクチャパターンは、畳込み符号化とターボ符号化で異なる。すなわち、畳込み符号化では符号化ビットに対して一定周期でパンクチャが行われるが、ターボ符号化ではパンクチャはパリティビットのみに対して行われ、



組織ビット (Systematic bits) はパンクチャが行われない。

6. データ圧縮モード (Compressed Mode)^[2]

W-CDMAにおいては、異なる周波数間のハンドオーバーを実現するために、他キャリア周波数の信号電力 (CPICHの受信電力) の測定 (キャリアセンシング) を行う必要があり、データ圧縮モード (Compressed Mode) が規定されている。Compressed Modeにおいては、 N_{First} から N_{Last} までの TGL (Transmission Gap Length) 個のスロット区間において情報データは送信されない。この空き時間 (送信ギャップ (Transmission Gap)) を用いて受信機では、周波数シンセサイザの発振周波数を変えて異なるキャリア周波数帯の CPICH チャンネルの受信電力測定、他システム、他キャリアの制御チャンネルの初期同期、実際のハンドオーバー処理が行われる。図9に示すように、受信機側で同じ受信品質 (BER, FER) を維持するために、情報シンボル当たりの SF を低減して、その分送信電力を増大させる (すなわち情報1ビット当たりの希望波信号電力対干渉電力密度比 E_b/I_0 (Signal energy per bit-to-interference power spectrum density ratio) は一定)。どのフレームを Compressed Mode にするかは、ネットワーク側から上位レイヤにより指定される。Compressed Mode は周期的に繰り返される場合と、ネットワーク側からのオンデマンドで要求される場合の2通りがある。

6.1 Compressed Modeにおけるフレーム構成

上りリンクにおける圧縮フレーム (Compressed Frame) を図10に示す。送信ギャップ区間においてはDPCCHも送

信されない。一方、下りリンクにおける Compressed Mode におけるフレーム構成には図11に示すように2通りのタイプが規定されている。

・タイプAのフレーム構成

送信ギャップ長を最大にする構成であり、送信ギャップの最終スロットのパイロットシンボルのみが送信され、送信ギャップ区間における他のシンボルは送信されない。

・タイプBのフレーム構成

送信ギャップの最終スロットのパイロットシンボルに加えて、送信ギャップの最初のスロットの TPC シンボルが送信されるために、タイプAに比較して上りリンクの TPC を行うことができるスロット長が一区間長くなる。

6.2 送信時間の低減法

Compressed Mode においては、10 ms フレーム長で送信すべき符号化情報データシンボルを時間的に圧縮して伝送する。この実現方法には、①パンクチャ、②SFの1/2化、③上位レイヤからのスケジューリング、の3通りがある。下りリンクでは、3通りの方法がサポートされており、上りリンクでは、パンクチャによる方法は用いられない。10 ms の1フレーム区間における最大の無送信区間は7スロットである。①のパンクチャによる方法では、1あるいは2フレーム区間における送信ギャップを生成するためにレートマッチングが用いられる。②のSFを1/2に低減する方法では、1無線フレームで送信する情報ビット数を送信ギャップの残りの部分で送信するために用いられる。③の場合には、Compressed Frame は上位レイヤからのスケジューリングで得ることができる。この場合、上位レイヤは

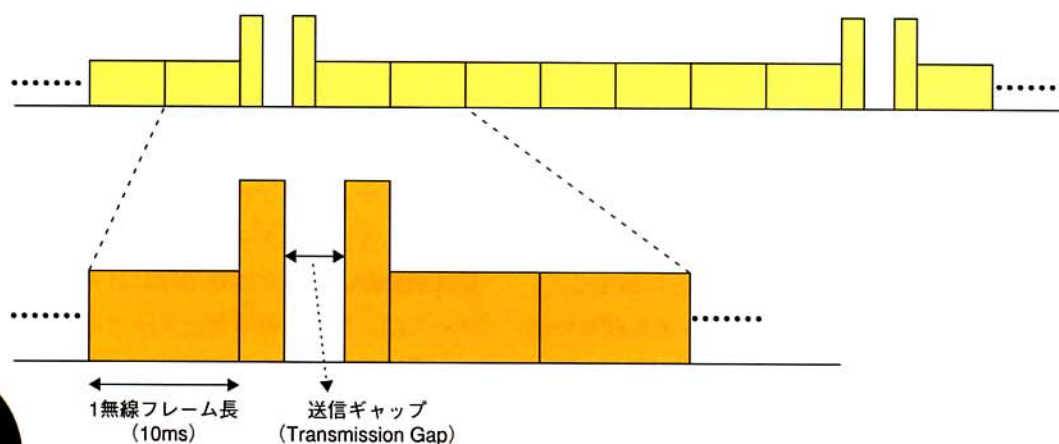
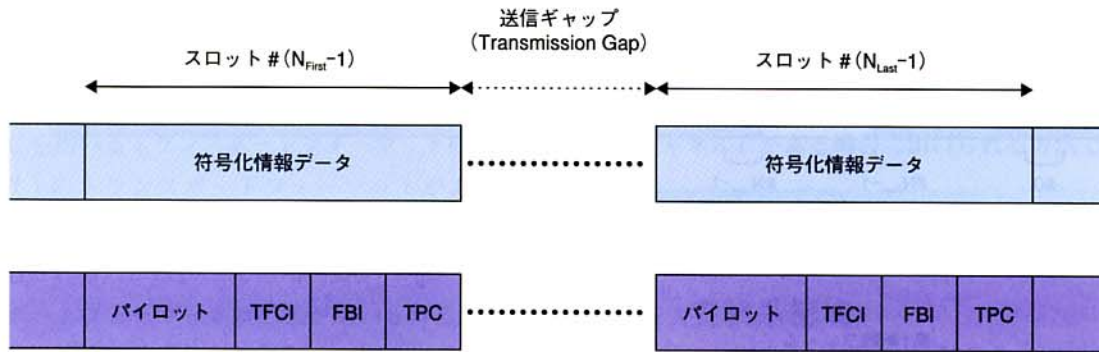
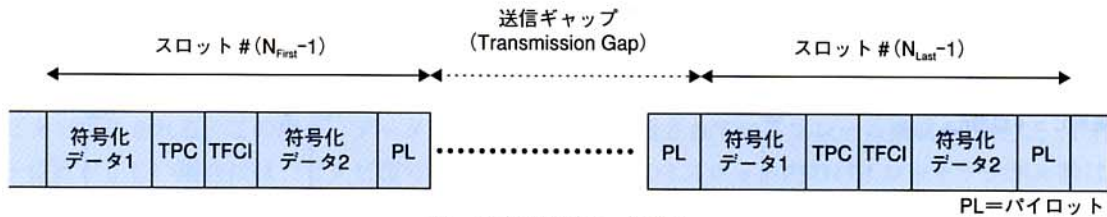


図9 Compressed Modeにおけるデータ伝送

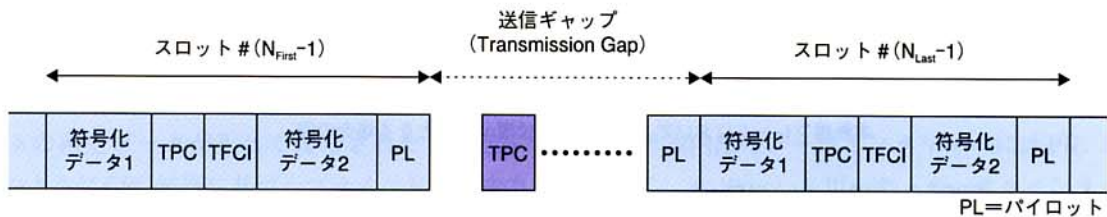


FBI : FeedBack Information (フィードバック情報)
 TFCI : Transport Format Combination Indicator (トランスポートコンビネーションインディケータ)
 TPC : Transmit Power Control (送信電力制御)

図10 上りリンクにおける Compressed Mode のフレーム構成



(a) タイプAのフレーム構成



(b) タイプBのフレーム構成

TFCI : Transport Format Combination Indicator (トランスポートコンビネーションインディケータ)
 TPC : Transmit Power Control (送信電力制御)

図11 下りリンクにおける Compressed Mode のフレーム構成

Compressed Frameで用いることのできるTFCのサブセットの制限を設け、Compressed Frame区間の物理レイヤに分配できる最大ビット数を知らせることで、送信ギャップが生成される。

6.3 送信ギャップの位置

送信ギャップは、図12(a)および図12(b)に示すようにシングルフレーム法とダブルフレーム法の2通りがある。シングルフレーム法においては、送信ギャップはCompressed Frame内にTGL分だけ設けられる。ダブルフレーム法では、送信ギャップは連続する2つのフレーム間に設けられる。TGLはCompressed Modeにおける送信ギャップの連続

するアイドルスロット数であり、 $TGL=3, 4, 5, 7, 10, 14$ の値をとる。 N_{First} は連続するアイドルスロットの先頭スロット位置で、 $N_{First}=0, 1, 2, 3, \dots, 14$ の値である。 N_{Last} は最終のアイドルスロット番号であり、次式で計算される。

If $N_{First} + TGL \leq 15$, then $N_{Last} =$

$N_{First} + TGL - 1$ (in the same frame)

If $N_{First} + TGL \geq 15$, then $N_{Last} =$

$(N_{First} + TGL - 1) \bmod 15$ (in the next frame)

送信ギャップが連続する2つの無線フレームにまたがる場合には、 N_{First} とTGLはそれぞれの無線フレームにおいて少なくとも8スロットは送信される



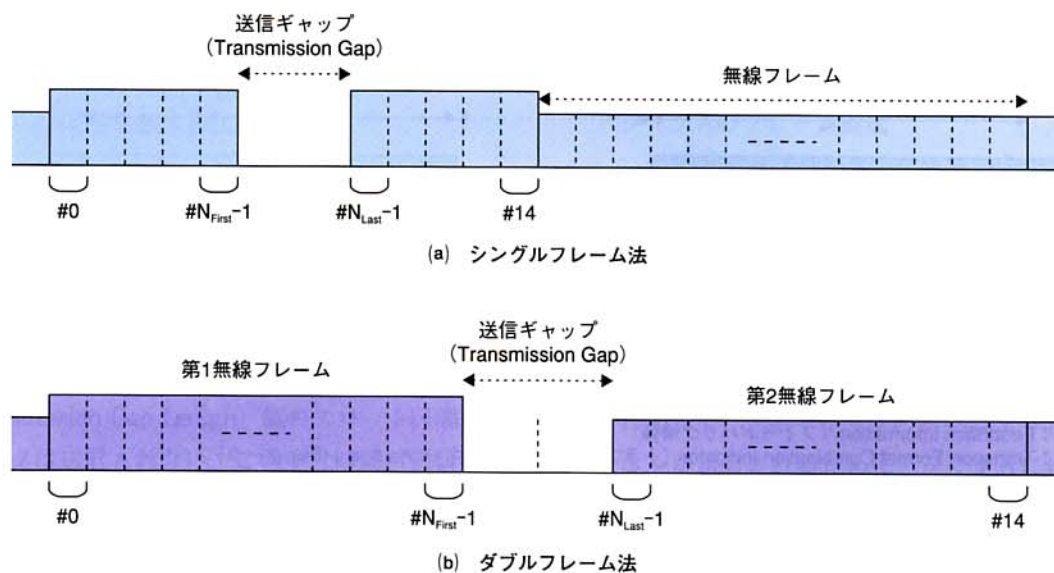
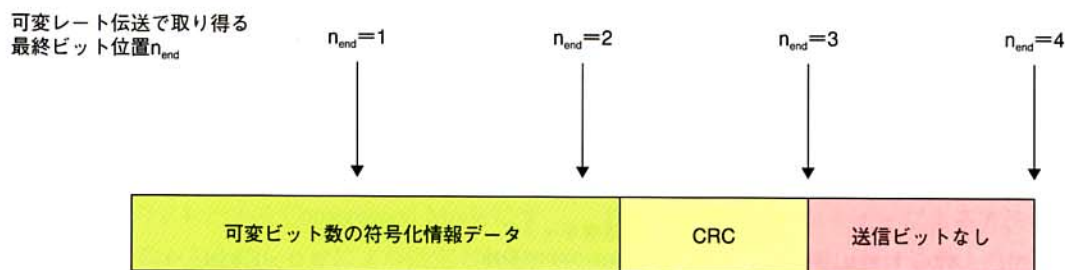


図12 送信ギャップの位置



本無線フレームにおいて、最終ビット位置 $n_{end}=3$ となる場合の例

CRC : Cyclic Redundancy Check

図13 可変レート伝送におけるCRC結果に基づいたトランスポートフォーマット検出法の説明図

よう選択される。

7. トランスポートフォーマットの検出法^[2]

トランスポートチャネル i が、1以上のトランスポートフォーマットを有している場合には、受信機側でトランスポートチャネルを復号・分離するためにトランスポートフォーマットを検出する必要がある。トランスポートフォーマットの検出法として下記の方法が規定されている。

(1) TFCIに基づく検出法

DPCCHのTFCIの信号位置にTFCI情報が伝送される場合に用いることができる方法である。上りリンクでは一般にこのTFCIベースの検出法により

CCTrCHのTFCを受信機側に知らせる。TFCIは10ビット以下の情報であり、10ビットに満たない場合にはビットゼロを挿入して10ビット化したTFCIビットを2次Reed-Mullerコードにより、32ビットのコードワードに符号化して、DPCCHにマッピングして伝送する。

(2) ブラインド検出法

チャネル復号結果およびCRC結果を用いることによりトランスポートフォーマットを検出する方法であり、この場合には、TFCIの送信は不要である。ブラインド検出法はトランスポートチャネルに特定の制約がある場合に下りリンクのみに用いることができる方法である。その方法には、大きく次の2種類が規定されている。

① 受信信号電力検出に基づく方法

データレートがゼロ（すなわち送信データなし）、とフルレート（CRCはフルレートのときのみ送信）の2



種類のみのトランスポートフォーマットしかない場合には、DPDCHのDPCCHに対する平均受信電力比の測定値のしきい値判定結果から、フルレートであるか送信オフモードであるかの判定を行う。

② CRCを用いるトランスポートフォーマット検出法

3以上のトランスポートフォーマットがある場合（CRCはすべてのトランスポートフォーマットに対して送信される）には、CRCを用いるブラインドのトランスポートフォーマット検出法が用いられる[12]。送信側では上位レイヤからの可変ビット数のデータ系列は、CRCコードを用いてブロック符号化され、その後チャンネル符号化される。図13に示すようにCRCパリティビットは、可変ビット数の符号化データ系列の直後に挿入される。受信機側では、レイヤ3情報により、取り得るトランスポートフォーマットのパターン（すなわち可変レートモードにおける最終ビット位置、 n_{end} ）が報知される。受信機ではRake合成後の信号を軟判定ビタビ復号される。この場合、データ系列の最終ビット位置が正しい場合には、ビタビ復号のトレリスパスはゼロ状態で終端する。可変レート伝送において取り得る全ての再生データ系列の最終ビット位置候補に対してゼロ状態で終端する生き残りパスをトレリスバックして、データ復号を行う。そして判定データ系列のCRC結果よりブロック誤りがない場合には、そのレートの再生データが正しく復号されたものとする。このようにCRC結果に基づくブラインド検出法では、各レートにおける最終ビット位置が固定していることが前提である。したがって、上りリンクのようにレートマッチングにより、最終ビット位置が他のトランスポートチャンネルのビット数（レート）に依存して

変化する場合には、一般には適用できない。

(3) Guided 検出法

トランスポートチャンネル*i*とは別に、少なくとも1つのGuidingトランスポートチャンネルと呼ばれるトランスポートチャンネル*i'*がある場合に用いられる方法である。

8. チャンネル符号化の実験結果

8.1 実験系構成

畳込み符号化およびターボ符号化を用いた場合の無線リンク特性について、フェージングシミュレータを用いる室内実験および屋外実験により評価を行った[13]。表2に実験系主要諸元を示す。チップレート4.096Mcpsで拡散帯域は5MHzである。情報レートは64 kbit/sとし、その平均BER特性を測定した。チャンネルのシンボルレートおよびSFはそれぞれ、128 ksps、SF=32である。上り／下りリンクとも3GPP標準での下りリンクのパイロットシンボルが時間多重されているフレーム構成を用いた。それぞれのチャンネルの1スロット内のパイロットシンボル数は $N_p=4, 8$ であり、1無線フレーム内の情報データシンボル数は $N_D=70,304$ である。チャンネル符号化はレート $R=1/3$ および拘束長 $K=9$ ビットの畳込み符号化（生成多項式557/663/711 OCT）、およびレート $R=1/3$ および拘束長 $K=4$ ビットのターボ符号化（生成多項式13/15/15OCT）を用いた。ターボ符号器内部のターボインタリーブにはPIL（インタリーブ長 $T_{\text{TUB}}=10\text{ms}$ ）を用いた。チャンネルインタリーブには2ステップMILを用い、インタリーブ長 T_{CHL} をパラメータにした。インタリーブ後の符号化データは、パイロットシンボル、TPCシンボルが時間多重された後、4相位相変調（QPSK：Quadrature Phase Shift Keying）データ変調マッピング

表2 実験における主要無線リンクパラメータ

キャリア周波数（下り／上り）		2175 MHz/1990.5 MHz
チップレート（拡散帯域）		4.096 Mcps（5 MHz）
個別物理チャンネルのシンボルレート		128 ksps
情報ビットレート		64 kbit/s
拡散率（SF）		32
拡散符号	チャネライゼーションコード	Walshコード
	スクランブルコード	Goldコード（40960チップ長）
変調方式	データ変調	QPSK
	拡散変調	QPSK
コヒーレントRake受信のチャンネル推定		WMSAチャンネル推定フィルタ（ $K=1$ ）
チャンネル符号化／復号		畳込み符号化（ $R=1/3$ 、 $K=9$ ）／軟判定ビタビ復号
		ターボ符号化（ $R=1/3$ 、 $K=4$ ）／Max-log-MAP復号
チャンネルインタリーブサイズ（ T_{CHL} ）		10, 40 ms

MAP: Maximum a posteriori probability（最大事後確率）
 QPSK: Quadrature Phase Shift Keying（4 相位相変調）
 WMSA: Weighted Multi-Slot Averaging（マルチスロット重み付き平均）



ングされる。さらに同相 (In-phase) および直交 (Quadrature) チャネルが異なる拡散符号により拡散される (QPSK 拡散変調)。拡散符号は、32チップ長のWalsh符号とスクランブル符号 (Gold符号) の2重拡散符号を用いた。拡散データ系列はロールオフファクタ $\alpha = 0.22$ のルートナイキストフィルタで帯域制限され、下り (上り) リンク 1990.5 (2175) MHzのキャリア周波数に周波数変換されて、送信される。

基地局/移動局ともに受信機は最大2ブランチのアンテナダイバーシチ受信機であり、入力拡散変調信号はIF周波数帯で自動利得制御 (AGC: Automatic Gain Control) 増幅器で線形増幅された後、直交検波される。直交検波されたI/Qチャネル信号はチップレート40000の4倍のサンプリングレート (16.384MHz) で8ビットのA/D変換器を用いてディジタル信号に変換される。そして、パスサーチ部で選択した各パスの受信タイミングでの拡散符号レプリカを用いてマッチトフィルタ (MF: Matched Filter) で逆拡散する。このMF出力信号から電力遅延プロファイルを生成し、生成した電力遅延プロファイルに対して雑音電力レベルからのしきい値 Δ_{Noise} を設定することによりRake合成パスを選択する。Rakeフィンガ数は1受信アンテナブランチ当たり最大4フィンガである。チャネル推定は、それぞれアンテナについて独立に、前後2スロットのパイロットシンボルを単純加算する $K=1$ のマルチスロット重み付き平均 (WMSA: Weighted Multi-Slot Averaging) チャネル推定フィルタを用いて行った[14]。そして、チャネル推定値の複素共役を各パスの逆拡散信号に乗積後、同相加算 (コヒーレントRake合成) され、Rake合成後の信号はデインタリーブされて、誤り訂正復号される。畳込み符号化の復号には軟判定ビタビ復号、ターボ復号化の復号にはMax-log-MAP復号を用いた[7]。

8.2 室内実験結果

室内実験においては、移動局からの送信信号はフェージングシミュレータにより独立なレイリーフェージングを受けた後、基地局受信機に入力される。フェージングシミュレータではレイリーフェージングによる瞬時変動のみシミュレートし、距離変動およびシャドウイング変動についてはアテネータにより受信レベルの変動として与え、BER特性の1観測時間範囲においては距離変動およびシャドウ

イング変動は一定であるものとした。伝搬モデルは等平均電力の2パスモデルとした。高速TPCを用いた場合における畳込み符号化およびターボ符号化を

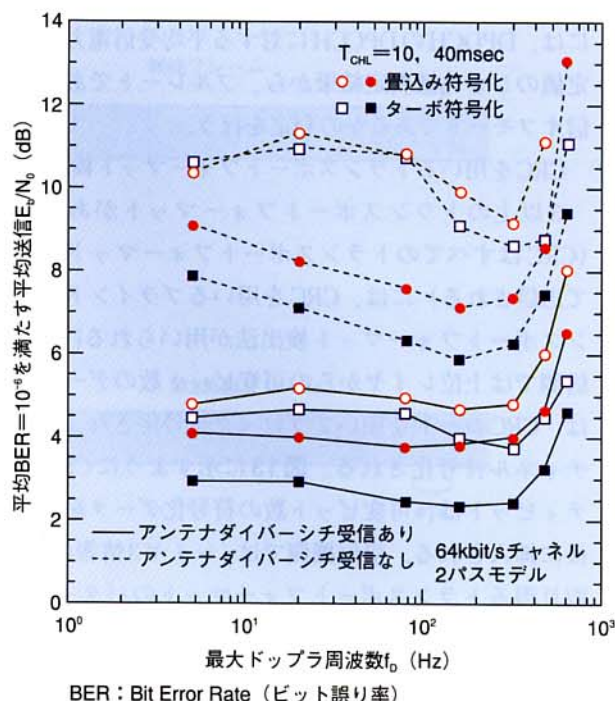


図14 ターボ符号化を用いたときの最大ドップラ周波数に対する平均BER = 10^{-6} を満たす平均送信 E_b/N_0 特性 (室内実験)

用いたときの、最大ドップラ周波数 f_D に対する平均BER = 10^{-6} を満たすための平均送信 E_b/N_0 特性を、図14に示す。アンテナダイバーシチ受信あり/なしのそれぞれの場合において $T_{\text{CHL}} = 10$ および 40msのときの特性を示す。

図14から分かるように、 $T_{\text{CHL}} = 10\text{ms}$ のときはターボ符号化の畳込み符号化に対する所要送信 E_b/N_0 の低減効果は小さく、特に f_D が80Hz程度よりも小さい高速TPCの効果的である領域における特性改善はわずかである。しかしながら、 $T_{\text{CHL}} = 40\text{ms}$ の場合には、ターボ符号化は畳込み符号化に比較して $f_D = 5\text{--}200\text{Hz}$ の範囲において、平均BER = 10^{-6} を満たす平均送信 E_b/N_0 を約1.0-1.8dBと大幅に低減できることが分かる。

8.3 屋外実験

屋外実験は[14]などに記載されている船橋地区のコース1で行った。送信は基地局の1セクタからアンテナ高54mの60°セクタアンテナを用いて行った。測定コース1における基地局からの距離は0.75-1.35kmであり、測定車はこのコースを平均時速約30km/hで走行した。測定コースにおける周辺環境については[14]などに記載されているので省略するが、コース1ではコース前半は大電力の2パスが受信されるが、コース中盤を過ぎると電力の小さい2から3パスが受信される。高速TPCを用いた上りリンクにおける基



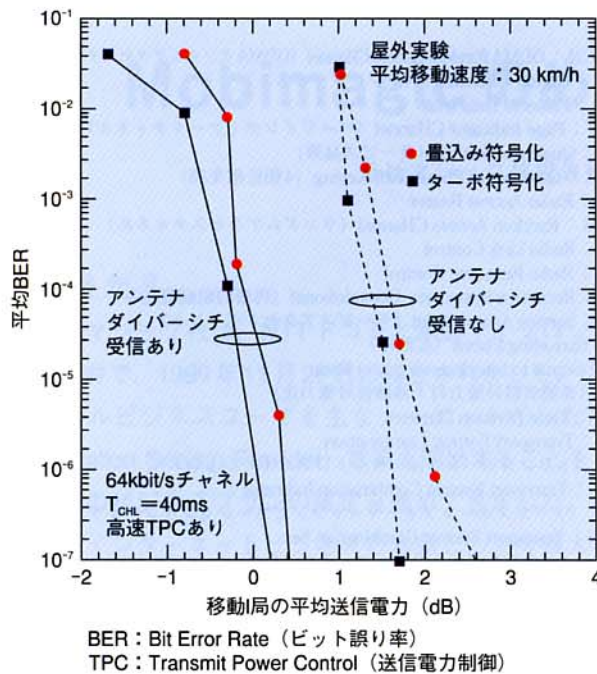


図15 ターボ符号化を用いたときの移動局の平均送信電力に対する平均BER特性(屋外実験)

地局での受信BER特性を評価するため、下りリンクの移動局における受信信号電力を十分高くし、TPCビットの誤りがほとんどない状態で実験を行った。

情報レート64kbit/sのターボ符号化および畳込み符号化を用いたときの移動局の平均送信電力に対する平均BER特性を図15に示す。ここでMS送信電力は、アンテナダイバーシチなしのときに平均BER = 10^{-3} となる値に対する相対値で表してある。 $T_{CHL} = 40$ msとした。図から分かるようにターボ符号化を用いた場合の平均BER = 10^{-6} を満たす移動局の平均送信電力は、畳込み符号化を用いた場合に比較してアンテナダイバーシチなしの場合には約1.0dB低減できているものの、アンテナダイバーシチ受信を用いたときには約0.5dBの改善効果になっている。

これは、ターボ符号化を用いることにより、所要送信電力は低減できるものの、1パス当たりの信号電力が低減するために、パスサーチ誤りおよび同期検波のチャネル推定誤りの影響が相対的に大きくなり、結果としてターボ符号化の畳込み符号化に対する特性改善効果をオフセットしているものと考えられる。

9. あとがき

本稿では、W-CDMA方式におけるMACレイヤからレイヤ1へのトランスポートチャネルの多重化(マッピング)処

理およびチャネル符号化技術について説明した。レートマッチングの概念が導入され、上りおよび下りリンクのチャネル構成に適したレートマッチング手順が規定されている。その結果、情報レート(無線フレーム当たりの情報ビット数)およびQoSの異なる複数のトランスポートチャネルを共通の物理チャネルで伝送することが可能であり、制御情報を含んだ広範囲のレートのマルチメディア情報を高効率かつ柔軟に伝送することができる。

文 献

- [1] 3GPP RAN, 3G TS 25.302 V3.5.0, June 2000.
- [2] 3GPP RAN, 3G TS 25.212 V3.4.0, Sept. 2000.
- [3] C. Berrou, A. Glavieux, and P. Thitimajshima, "Near Shannon Limit Error-Correcting Coding and Decoding: Turbo-Codes," Proc. IEEE ICC' 93, pp. 1064-1070, Geneva, May 1993.
- [4] M. Isaka, "Turbo Codes Homepage," <http://imailab-www.iis.u-tokyo.ac.jp/isaka/>
- [5] 山口, 今井, "シャノン限界に迫る新しい符号化方式「ターボ符号」," Nikkei Electronics, pp. 163-177, July 1998.
- [6] A. Fujiwara, H. Suda, and F. Adachi, "Turbo Codes Application to DS-CDMA Mobile Radio," IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E81-A, pp. 2269-2273, Nov. 1998.
- [7] P. Robertson, E. Villebrun, and P. Hoeher, "A comparison of optimal and sub-optimal MAP decoding algorithms operating in the log domain," Proc. of ICC' 95, pp. 1009-1013, Seattle, June 1995.
- [8] A. Shibutani, H. Suda, and F. Adachi, "Multi-Stage Interleaver for Turbo Codes in DS-CDMA Mobile Radio," Proc. IEEE APCC/ICCS' 98, pp. 391-395, Nov. 1998.
- [9] 渋谷, 須田, 山尾, "素数インターリーブを用いたTurbo符号のW-CDMAへの適用効果," 信学技報RCS99-95, pp. 59-66, August 1999.
- [10] H. Ando, Y. Okumura, T. Nakamura, and S. Onoe, "2-step Multiplexing Channel Interleaver for W-CDMA Mobile Radio," Proc. IEEE VTC' 2000, pp. 2123-2127, Tokyo, May 2000.
- [11] 3GPP RAN, 3G TS 25.214 V3.4.0, Sept. 2000.
- [12] Y. Okumura and F. Adachi, "Variable-Rate Data Transmission with Blind Rate Detection for Coherent DS-CDMA Mobile Radio," IEICE Trans. Commun., Vol. E81-B, pp. 1365-1373, July 1998.
- [13] K. Higuchi, T. Ikeda, S. Fukumoto, M. Sawahashi, and F. Adachi, "Experimental Evaluations of High Rate Data Transmission Using Turbo/Convolutional Coding in W-CDMA Mobile Radio" Proc. Wireless 2000, pp. 687-693, Calgary, July 2000.
- [14] K. Higuchi, H. Andoh, K. Okawa, M. Sawahashi, and F. Adachi, "Experimental Evaluation of Combined Effect of Coherent Rake Combining and SIR-based Fast Transmit Power Control for Reverse Link of DS-CDMA Mobile Radio," IEEE J. Select. Areas Commun., Vol. 18, pp. 1526-1535, August 2000.



用語一覧

3GPP : 3rd Generation Partnership Project	ORACH : ODMA Random Access CHannel (ODMAランダムアクセスチャネル)
AGC : Automatic Gain Control (自動利得制御)	PCH : Paging CHannel (ページングチャネル)
AMR : Adaptive Multi Rate (適応マルチレート)	PDU : Protocol Data Unit
BCH : Broadcast CHannel (報知チャネル)	PICH : Page Indicator CHannel (ページインディケータチャネル)
BER : Bit Error Rate (ビット誤り率)	QoS : Quality of Service (サービス品質)
BLER : Block Error Rate (ブロック誤り率)	QPSK : Quadrature Phase Shift Keying (4相位相変調)
CCTrCH : Coded Composite Transport CHannel (符号化コンポジットトランスポートチャネル)	RAB : Radio Access Bearer
CODEC : COrder DECoder (符号化復号化)	RACH : Random Access CHannel (ランダムアクセスチャネル)
CPCCH : Common Packet CHannel (共通パケットチャネル)	RLC : Radio Link Control
CRC : Cyclic Redundancy Check	RRC : Radio Resource Control
CTrCH : Coded Transport CHannel (符号化トランスポートチャネル)	RSC : Recursive Systematic Convolutional (再帰的組織畳込み)
DCCH : Dedicated Control CHannel (制御チャネル)	SAP : Service Access Point (サービスアクセスポイント)
DPCCCH : Dedicated Physical Control CHannel (個別物理制御チャネル)	SF : Spreading Factor (拡散率)
DPCH : Dedicated Physical CHannel (個別物理チャネル)	SIR : Signal to Interference power Ratio (希望波信号電力対干渉波信号電力比)
DS-CDMA : Direct Sequence Code Division Multiple Access (直接拡散符号分割多元接続)	TDD : Time Division Duplex
DSCH : Downlink Shared CHannel (下りリンクシェアードチャネル)	TFC : Transport Format Combination (トランスポートフォーマットコンビネーション)
DTX : Discontinuous Transmission (送信オフモード)	TFCI : Transport Format Combination Indicator (トランスポートフォーマットコンビネーションインディケータ)
FACH : Forward Access CHannel (下りアクセスチャネル)	TFCS : Transport Format Combination Set (トランスポートフォーマットコンビネーションセット)
FAUCH : FAsT Uplink signaling CHannel (高速上りリンクシグナリングチャネル)	TFI : Transport Format Indicator (トランスポートフォーマットインディケータ)
FBI : FeedBack Information (フィードバック情報)	TFS : Transport Format Set (トランスポートフォーマットセット)
FDD : Frequency Division Duplex	TGL : Transmission Gap Length
IMT-2000 : International Mobile Telecommunications-2000 (次世代移動通信)	TPC : Transmit Power Control (送信電力制御)
MAC : Medium Access Control	TTI : Transmission Time Interval
MAP : Maximum <i>a posteriori</i> probability (最大事後確率)	USCH : Uplink Shared CHannel (上りリンクシェアードチャネル)
MF : Matched Filter (マッチトフィルタ)	W-CDMA : Wideband Code Division Multiple Access (広帯域符号分割多元接続方式)
MIL : Multistage InterLeaver (マルチステージインターリーブ)	WMSA : Weighted Multi-Slot Averaging (マルチスロット重み付き平均)
ODCH : ODMA Dedicated CHannel (ODMA個別チャネル)	
ODMA : Opportunity Driven Multiple Access	