

HSDPA 伝送実験システムを用いたHSDPA スループット特性の実験結果

W-CDMAのさらなるスループットの増大を目的に、最大約14Mbit/sの高速伝送が可能であるHSDPAの開発が進められている。そこで、HSDPA伝送実験システムを用いたHSDPAスループット特性の実験を行ったので、その結果について報告する。

たなか しんや	いしい ひろゆき	さお ともき
田中 晋也	石井 啓之	佐尾 智基
	いづか ようすけ	なかもり たけし
	飯塚 洋介	中森 武志

1. まえがき

2000年10月より広帯域符号分割多元接続方式（W-CDMA：Wideband Code Division Multiple Access）によるFOMAサービスが開始されて以来、日本におけるその加入者は2004年10月で700万を超え、今後もさらに増大することが予想される。一方、インターネットなどに代表されるIP（Internet Protocol）技術の普及により、さまざまな通信サービスにおいてパケット伝送の需要が急増しており、同時に通信料金の低廉化も求められている。これらの状況を背景にして、低コスト化・高速化・低遅延を要求条件とする下りリンク高速パケットアクセス（HSDPA：High-Speed Downlink Packet Access）が、3GPP（3rd Generation Partnership Project）[1]において標準化されており[2]、ドコモにおいても商用サービスへ向けた開発が進められている。HSDPA導入の目的は、基地局（BS：Base Station）におけるセルスループットの向上（セルあたりの収容加入者数の増大および情報1ビットあたりの設備の低コスト化）、およびユーザスループットの向上（データ伝送速度の高速化）である。

本稿では、HSDPAのスループット特性を評価するために開発したHSDPA伝送実験システム（BSおよび移動局（MS：Mobile Station））を用いた室内および屋外における実験結果について報告する。まず、HSDPAの技術的特徴を述べた後、HSDPA伝送実験システムの構成について概説する。さらに、室内実験、および屋外実験において最大受信コード数別のスループット特性、送信／受信ダイバーシティの適用効果、線形等化器の適用効果、BSスケジューラ特性、TCP（Transmission Control Protocol）スループット特性などを明らかにする。

2. HSDPA の特徴

HSDPAの主な技術的特徴は、以下の4項目である。

(1) 共有チャネル

現行のW-CDMA方式に新たにHSDPA用のHS-DSCH (High Speed-Downlink Shared CHannel) を共有リソースとして用意し、これを動的に時間多重およびコード多重をして複数ユーザのデータ送信に割り当てることにより、これらのユーザに対して無線リソースを効率良く割り当てることができる。

(2) 適応変調符号化技術

(AMCS: Adaptive Modulation and Coding Scheme)

MSごとの無線環境に応じてBSからの送信データの変調方式、符号化率、および使用コード数を適応的に変化させて伝送することにより、効率の良いデータ伝送が可能になる。図1に適応変調符号化技術の概要を示す。W-CDMAでは、フェージングなどによる無線環境の変動に応じた送信電力制御を行うことにより、伝送レートを一定に保ちつつ所定の受信品質を達成している。一方HSDPAでは、送信電力は一定とし、無線環境の良いときには変調方式を16値直交振幅変調 (QAM: Quadrature Amplitude Modulation) とし、符号化率も高く、無線環境の悪いときには変調方式を4相位相変調 (QPSK: Quadrature Phase Shift Keying) とし、符号化率も低くして伝送するように制御し、この制御を非常に高速 (最短2ms周期) に行うことによりデータ伝送効率を向上させることができる。

(3) ハイブリッド自動再送要求

(Hybrid ARQ: Hybrid Automatic Repeat reQuest)

通常のARQでは、下り方向について、MSにおいて受信されたパケットデータの復号ができなかった場合、そのデータを廃棄して復号可能な品質のパケットデータが受信されるまでBSに再送要求を繰り返す。一方、Hybrid ARQでは、BSより再送されたデータと過去受信されて復号できなかったデータを合成することでARQよりも少ない再送回数で復号することが可能となり、受信品質の向上と効率の良い伝送を実現することができる。

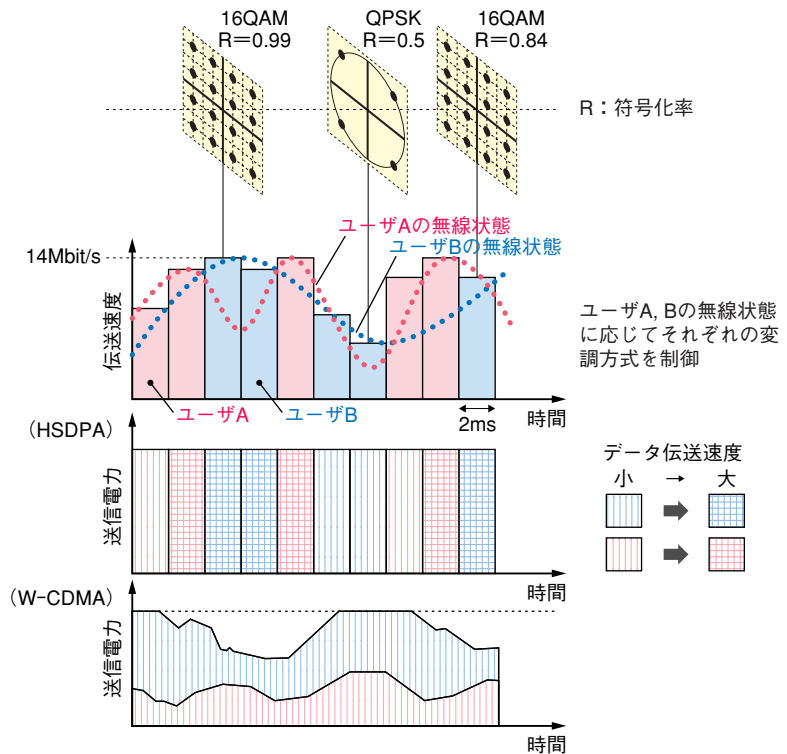


図1 適応変調符号化技術の概要

(4) BSスケジューリング

HSDPAは、BSが共有チャネルを使用する複数ユーザの中からデータ送信を割り当てるべきユーザを2msごとに選定するBSスケジューリングを行っている。この際、割り当てるユーザをランダムに選定するのではなく、図1に示すように、複数ユーザの中から無線環境の比較的良好なユーザに対してデータ送信を割り当てるスケジューラアルゴリズムが適用される。これにより、スループットの高い状態でデータ送信をする機会が増えるため、無線環境によらずユーザをランダムに割り当てる場合よりもセルスループット (BSに同時接続しているすべてのユーザの合計のスループット) を向上させることができる。これらの向上効果を一般的にマルチユーザダイバーシティと呼ぶ。

上記技術を適用することにより、HSDPAではセルスループットを現行W-CDMAのパケット伝送と比較して3~4倍程度向上させることが可能となる。

3. 実験装置、実験システムの概要

HSDPAのスループット特性を評価するために、BSおよびMSのHSDPA伝送実験システムを開発した。図2に各装置の外観、および実験構成をそれぞれ示す。BSとMSの間

のエアインタフェースは、3GPPの仕様に準拠している。BSの上位装置には無線ネットワーク制御装置（RNC：Radio Network Controller）シミュレータを用い、さらにその上位にコンテンツサーバを接続する構成とすることにより、レイヤ1だけに注目した実験でなく、RLC（Radio Link Control）/TCPレイヤまで含めた実験も可能である。

本実験システムを用いた室内実験では、BSとMSの間にマルチパスフェージングシミュレータを接続し、他セル干渉として熱雑音電力をMSに付加する構成にすることにより屋外の伝搬環境を模擬して測定を行った。また、屋外実験は図3に示すとおり、横浜みなとみらい地区にて横浜局に6セクタBS、山下局に3セクタBSを設置し、測定車にMSを積み込んでセル内における静止状態、走行状態でのスループットをそれぞれ測定した。表1に屋外実験における主要諸元を示す。なお、本稿に示した実験結果は、横浜局で測定したものである。

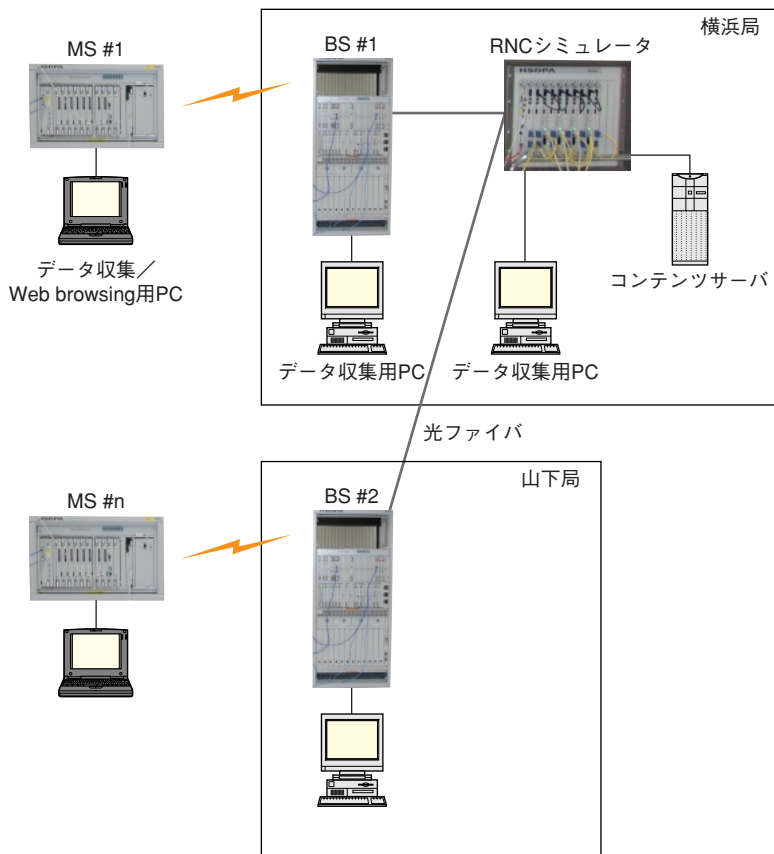


図2 HSDPA伝送実験システム構成

4. 実験結果

4.1 最大受信コード数別のスループット特性

HSDPAでは、MSは受信した共通パイロットチャネル（CPICH：Common Pilot CHannel）の品質に応じたCQI（Channel Quality Indicator）を所定の周期でBSへ報告し、BSでは受信したCQIに基づいた変調方式、符号化率、多重コード数でデータを送信する。図4にMSにおける I_{or}/I_{oc}^{*1} に対するスループットの特性について室内実験結果、および計算機シミュレーションの結果を合わせて示す[3]。HSDPAにおけるHS-DSCHの使用可能なコード数は最大15であり、このときの伝送レートは最大で約14Mbit/sとなる。3GPPの定義によればMSは最大受信コード数などにより最大伝送レートの異なる複数のカテゴリに分類されている[4]。本実験においては最大受信コード数がそれぞれ5、10、15（カテゴリ5（最大伝送レート3.6Mbit/s）、7（7.2Mbit/s）、10（14Mbit/s））の3種類について評価を行った。パスモデルは国際電気通信連合（ITU：International Telecommunication Union）で規定されているPedestrian Aを用いた[5]。Pedestrian Aは、歩行環境を想定した4パスのマルチパスモデルであり1パス目の電力が他の3パスと比



図3 HSDPA屋外実験エリア

較して相対的に大きいためシングルパスに近いモデルである。また、MSの移動速度を時速3kmとした。上記のフェージングモデルを、本稿ではPA3と略記する。

図4に示すとおり、室内伝送実験結果は計算機シミュレ

*1 I_{or}/I_{oc} ：自セクタから送信される全電力をMSにて受信したときの電力密度 I_{or} と、その他のすべてのセクタから送信される全電力をMSにて受信したときの電力密度 I_{oc} との比。

表1 屋外実験主要諸元

搬送波周波数 (下り/上り)		2147.2MHz/1957.2MHz
BS総送信電力		43dBm/セクタ
BS総送信電力に対する各チャネルの送信電力比	HS-SCCH	10%
	Common pilot and control channels	13%
	A-DPCH	Power Controlled
	HS-PDSCH	Remaining power
最大受信コード数		5/10/15
BSアンテナ		アンテナ高 109m (横浜局) 69m (山下局) セクタビームアンテナ
MSアンテナ		アンテナ高3m ダイポールアンテナ

A-DPCH : Associated Dedicated Physical CHannel
 HS-PDSCH : High Speed Physical Downlink Shared CHannel
 HS-SCCH : High Speed Shared Control CHannel for high speed-downlink shared channel

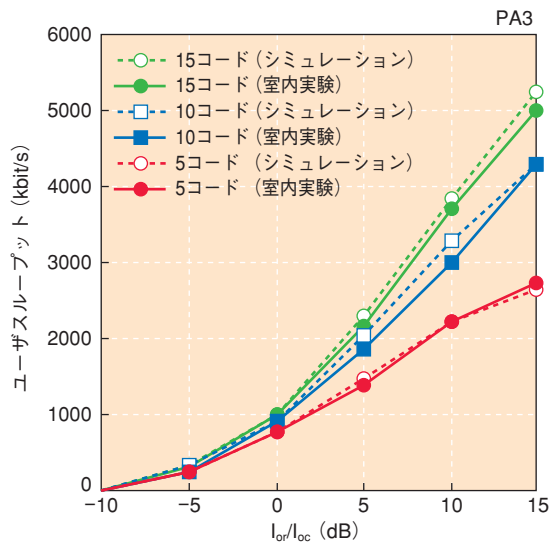


図4 HSDPAスループット特性 (室内実験)

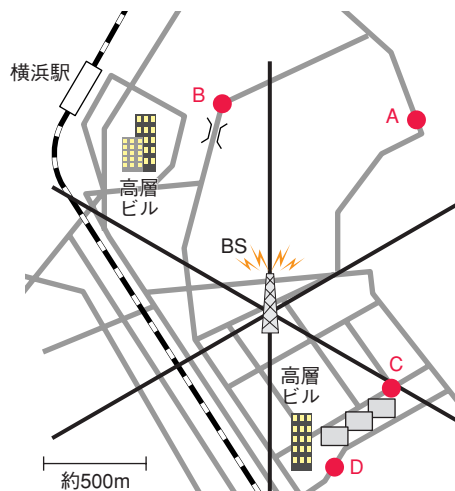


図5 HSDPAスループット特性 (屋外実験, 静止時)

ーション結果と非常によく一致していることが確認できる。コード数の増大に伴いスループットも増大し、 $I_{or}/I_{oc}=15\text{dB}$ の場合、15コードMSのスループットは10コードMSのスループットに対して17%、5コードMSのスループットに対して81%程度の利得を得ることができる。

次に、図5に屋外実験における各測定ポイントにおける静止状態での平均ユーザスループットを示す。図中には、各測定ポイントにおけるCPICHの受信希望信号電力対干渉波電力比 (SIR: Signal to Interference power Ratio) およびパス数も同時に示している。図5より、HSDPAのユーザスループットは受信SIRによって決定されることが分かる。また、見通し1パスの環境で15コードMSにて約9.8Mbit/s程度の高いスループットを確認することができた。

図6に屋外実験における測定コースA、およびそのコースを時速30kmで走行した際のパスの時間的な変動を示す。測定コースAは、BSからの距離約500m付近を60°セクタ内を横切る形で走行した。測定コースAのパスの特徴としては、コース全体を通じてほぼ見通しの良い状態であり、コースのはじめ、中盤、終わりに時々2パスの環境が見られ、それ以外は1パスの環境である。図7(a)に測定コースAを時速30kmで走行した際の測定周期を1秒としたユーザスループットの平均値、図7(b)にユーザスループットの累積分布をそれぞれ示す。屋外実験においても I_{or}/I_{oc} が大きくスループットの比較的高い領域において、最大受信コード数が多いほどユーザスループットも大きいことが分かる。また、 I_{or}/I_{oc} が小さい領域では送信電力の制限が支配的となりコード数を大きくして送信してもスループットの改善効果が得られないため、スループットが2Mbit/s程度まで低い場合には10コードMSと15コードMSのスループ

測定点	パスの状態	パス数	BSからの 距離	測定結果			
				受信SIR	スループット		
					5コード	10コード	15コード
A	見通し	1	約870m	22.6dB	2799kbit/s	7140kbit/s	9840kbit/s
B	見通し外	2	約910m	16.3dB	1929kbit/s	3396kbit/s	4104kbit/s
C	見通し外	3-4	約500m	12.6dB	1290kbit/s	1983kbit/s	2121kbit/s
D	見通し外	1	約700m	15.6dB	1866kbit/s	3183kbit/s	3687kbit/s

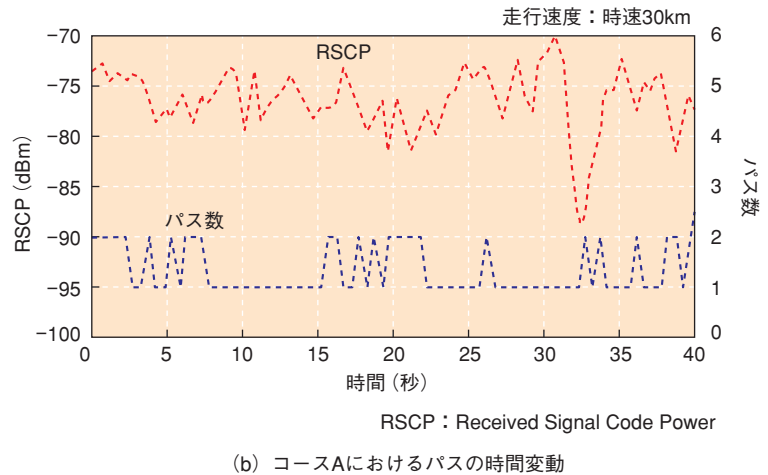
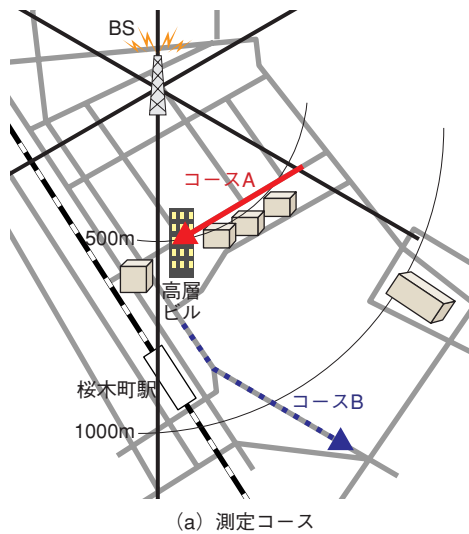


図6 屋外走行実験の測定コースとパス変動

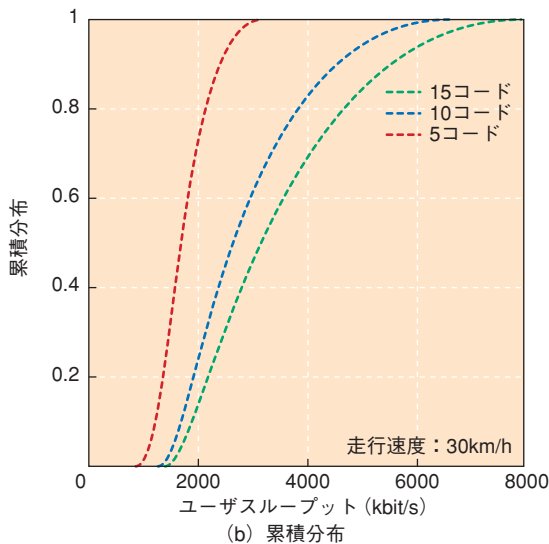
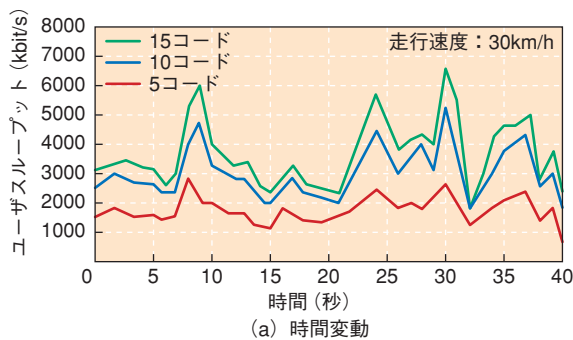


図7 HSDPAスループット特性 (屋外実験, コースA)

ットの差は見られない。屋外での測定コースAにおいてコース平均のスループットは最大受信コード数15, 10, 5のMSでそれぞれ3618kbit/s, 3020kbit/s, 1778kbit/sとなり, 15コードMSは10コードMSに対して20%, 5コードMSに対して103%のスループットの利得が得られる。

4.2 送信／受信ダイバーシティの適用効果

BSにおける送信ダイバーシティ技術, およびMSにおける受信ダイバーシティ技術を適用することにより一般的にMSの受信SIRは向上する。しかし, 現行W-CDMAでは, 所要品質を保つように送信電力制御が行われるため, ユーザスループットとしては一定となり, ユーザは受信SIRの向上によるスループット利得を得ることはできない。しかし, 先に述べたようにHSDPAでは, 受信SIRに応じて適応的に変調方式および符号化率が制御されるため, 受信SIRの向上がスループットの利得として直接反映される。そこで屋外実験において, BSにおける送信ダイバーシティ適用効果, およびMSにおける受信ダイバーシティ適用効果を評価した。送信ダイバーシティについては, 3GPPで規定されているSTTD (Space Time block coding based Transmit Diversity) およびCLTD (Closed Loop mode1 Transmit Diversity) の2通りについて評価を行った[6], [7]。図8に最大受信コード数15の場合の測定コースAにおいて, 送信／受信ダイバーシティを適用しない場合・STTDを適用した場合・CLTDを適用した場合・受信ダイバーシティを適用した場合 (送信ダイバーシティは無し, Rx Div (Rx Diversity)) のスループットの累積分布をそれぞれ示す。図8より送信／受信ダイバーシティを適用しない場合に対するSTTDの改善効果は高スループットの領域では若干見られるものの, 低スループットの領域ではほとんどない。一方CLTDは, 低いSIRの領域での送信／受信ダイバーシティを適用しない場合に対するスループット改善量は小さいものの, 全体にわたってスループットの改善効果が見られる。これは低いSIRの領域においてはマルチパス干渉が大きいいため, CLTDにおける送信アンテナ間のビーム合成に

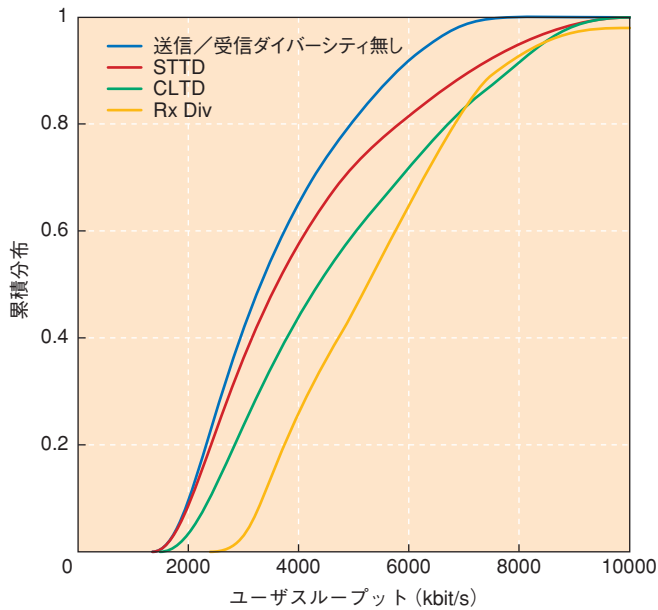


図8 送受信ダイバーシティ適用時のスループット特性 (コースA)

よる効果が小さいが、マルチパス干渉の少ない高SIRの領域では、送信アンテナ間のビーム合成による利得を十分に得ることができるためである。送信ダイバーシティのアルゴリズムとしては、STTDよりもCLTDの方が高いスループットを達成できることが分かる。また、Rx Divはあらゆる伝搬環境において受信アンテナ間の最大比合成による利得が期待できるため、低スループットから高スループットの領域にわたり、送信/受信ダイバーシティを適用しない場合に対するスループットの利得を得ることができる。コース平均のスループットとしては送信/受信ダイバーシティ無し、CLTD、Rx Divでそれぞれ3741kbit/s、4890kbit/s、5434kbit/sとなり、送信/受信ダイバーシティを適用しない場合と比較して送信ダイバーシティを適用した場合で31%、受信ダイバーシティを適用した場合で45%のスループットの利得を得られる。また、送信ダイバーシティ、受信ダイバーシティを組み合わせることで適用することによりさらにスループットの改善を達成することができる[8]。

4.3 線形等化器の適用効果

HSDPAにおけるスループット向上技術の1つとして、マルチパス干渉を抑圧することにより受信SIRの改善を図ることができる線形等化器[9], [10]が提案されている。そこで屋外実験においてチップ単位での等化を行うSWCE (Sliding Window Chip Equalizer) に着目して、その特性を評価した。SWCEでは、受信したCPICHを逆拡散することによりパスごとにチャンネル行列を生成し、その後等化に用いる重み行列を計算する[11]。図9に、最大受信コード数15の場合の測定コースAにおける、SWCEを適用した場合

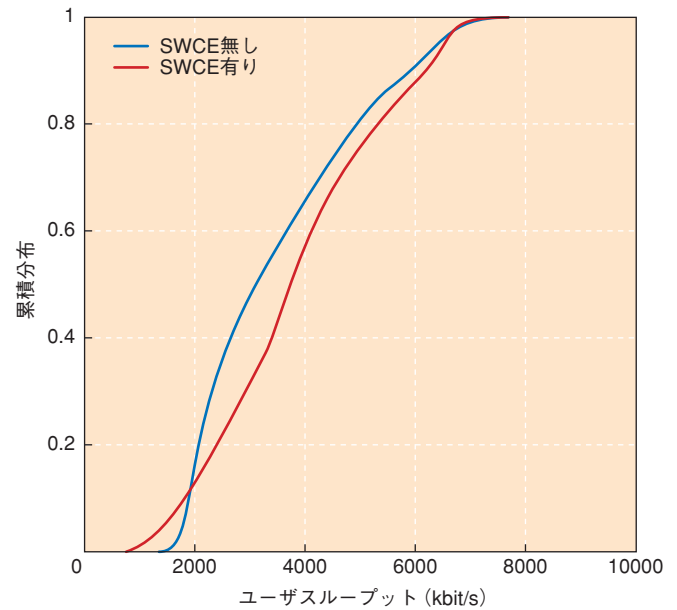


図9 SWCE適用時のスループットの特性 (コースA)

としなかった場合のスループットの累積分布をそれぞれ示す。線形等化器の等化窓幅^{*2} Wは38chip、許容最大遅延量 (等化に用いるパスの最大遅延量) Dは10chip、重み行列の更新周期は1slotとし、検出されたすべてのパスに対して等化処理を行うものとした。図9にて明らかなように、SWCEを適用した場合、マルチパス干渉を抑圧することによるスループットの改善効果は見られるが、スループットの高い領域 (6500kbit/s以上) と低い領域 (1500kbit/s以下) ではその効果がほとんど見られない。これは、高スループット領域においてはほとんどシングルパス環境であるためにマルチパス干渉の抑圧効果が得られないこと、低スループット領域においてはCPICHの電力が小さいため、重み行列を求めるために必要なチャンネル行列の計算精度が非常に悪くなることが起因している。コースAにおける平均のスループットは、SWCE無しでは3633kbit/s、SWCE有りでは4065kbit/sという結果となり、SWCEを適用した場合は適用しなかった場合と比較して12%程度のスループットの利得を得ることが実証された。

4.4 BSスケジューラ特性

BSスケジューリングは、品質の良いMSに対してリソースを割り当てることによるマルチユーザダイバーシティ効果と、品質の悪い値となるMSに対してもリソースを割り当ててMS間の公平性を保つこととの両方を実現する必要がある。「平均的な無線品質に対する瞬時の無線品質の比」が最も大きいMSに対してスケジューリングを行うPF

^{*2} 等化窓幅：等化演算に用いる重み行列の行数に相当する。値が大きいほど遅延量の大きいパスを抑圧することができるが、その分等化処理のための行列演算量は増える。

(Proportional Fairness) が有力なスケジューリングアルゴリズムとして注目されている[12]。本実験では、スケジューリングアルゴリズムとしてRR (Round Robin) とPFの2通りを用いた。RRは共有チャネルを各MSに順番に割り当てるアルゴリズムであり、割り当て機会の公平性は確保されるが、マルチユーザダイバーシティによるセルスループットの向上は期待できない。一方、PFは、評価関数C：

$$C = A \cdot B \cdot \frac{q^\beta}{(\bar{q} \cdot q^{(\text{target})})^\alpha} \quad (1)$$

(ただし、A：評価関数をプライオリティクラスごとに制御する係数、B：評価関数をMSごとに制御する係数、 q ：瞬時の無線品質、 $\bar{q}$ ：平均的な無線品質、 $q^{(\text{target})}$ ：目標とする無線品質、 $0 \leq \alpha \leq 1$ 、 β ：無線品質 q の評価関数への寄与を制御する係数、 $0 \leq \beta \leq 1$)

についてMSごとに計算し、評価関数Cの計算結果が最も大きいMSに対して共有チャネルを割り当てるというアルゴリズムである。上記評価関数を用いることによりその瞬時の無線品質が平均的な無線品質に比べてよい場合に共有チャネルが割り当てられるため、ユーザダイバーシティによるスループットの向上が実現できるとともに、平均的な無線品質に差が存在する場合にも割り当て機会の公平性を実現することが可能となる。ここで、 α は上記ユーザダイバーシティの効果と割り当て機会の公平性のトレードオフを制御するパラメータであり、典型的なPFスケジューラでは α は1に設定される。 α を0に近づけると、分母の寄与が小さくなるため、ユーザダイバーシティの効果が大きくなるが、その反面、共有チャネルの割り当て機会の公平性が失われる。なお、本実験で用いる評価関数では、簡単のため式(1)における α 以外の係数をそれぞれ $A=1$ 、 $B=1$ 、 $q^{(\text{target})}=0$ 、 $\beta=1$ とした。

図10、11、12に本実験を行ったセル内にて6台のMSが車で走行した場合のセルスループット特性、各MSのユーザスループット特性、および各MSの割り当て率をそれぞれ示す。スケジューリングアルゴリズムとしては、RR、PF ($\alpha=1.0$)、PF ($\alpha=0.6$)、PF ($\alpha=0.0$) を用いた。なお、各MSの伝搬環境はそれぞれ独立となるようにし、MSを積んだ測定車が図13に示すとおり、それぞれの測定コースを静止状態から時速30kmの間の速度で繰り返し走行した。また、送信データのトラフィックモデルは連続送信とした。図10より典型的なPF ($\alpha=1.0$) を用いた場合、マルチユーザダイバーシティの効果により、RRと比べて18%のセルスループットの利得が得られていることが分かる。一方、図12に示すように、各MSの割り当て率は、6台のMSの間でほぼ同一となっており、各MS間の割り当て機会の公平性も実現されている。すなわち、PFスケジューラを用いる

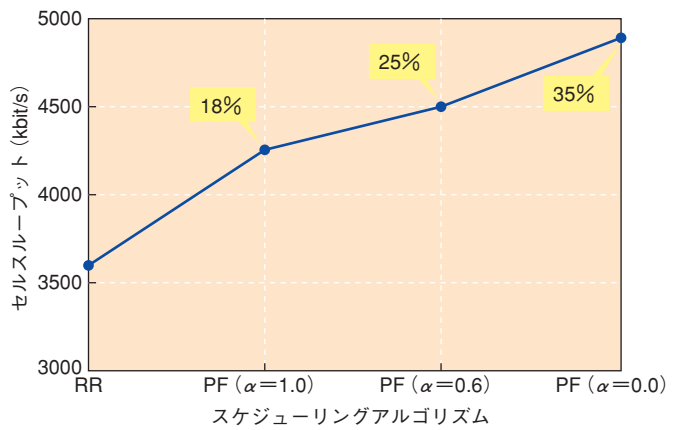


図10 スケジューリングアルゴリズムごとのセルスループット特性

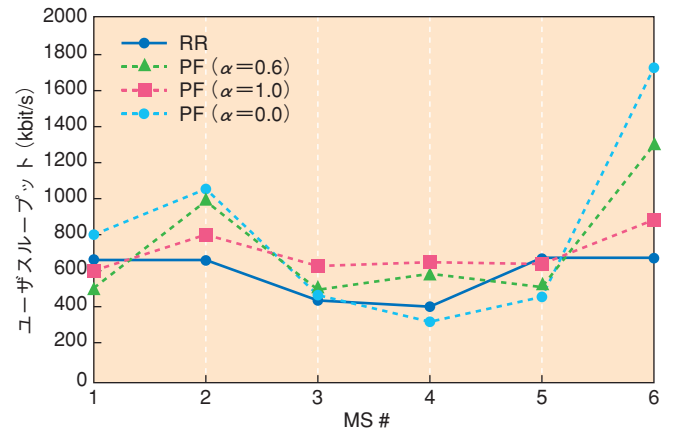


図11 スケジューリングアルゴリズムごとのユーザスループット特性

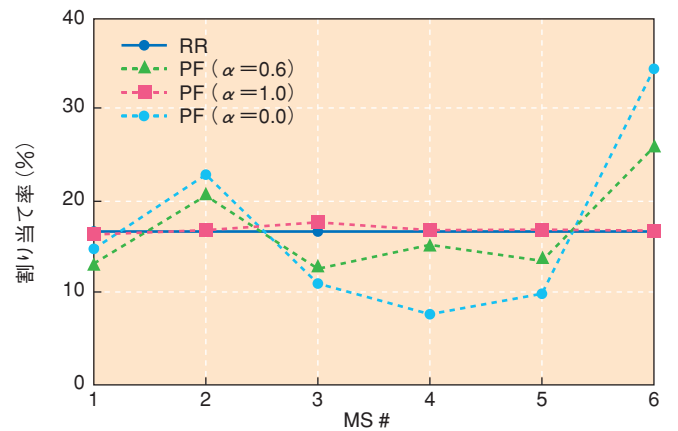


図12 スケジューリングアルゴリズムごとの割り当て率

ことにより、2割程度のセルスループットの増大とユーザ間の公平性の確保の両方を実現することが可能になる。また、パラメータ α を0に近づけると、セルスループットの向上はさらに図られるが、一方で割り当て機会の公平性が失われる。言い換えれば、パラメータ α により上記セルスループットの向上と割り当て機会の公平性を制御することが可能となる。

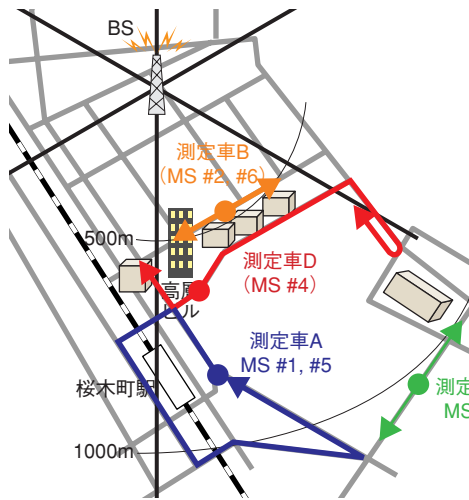


図13 BSスケジューラ試験時の走行コース

4.5 TCPレイヤスループット特性

これまでの試験では、すべてMAC (Medium Access Control) -hsレイヤでのスループットを測定し評価を行ってきた。本実験では、さらに上位のRLCレイヤ、TCPレイヤまでを含めたデータ構成での伝送実験を行い、そのスループット特性の評価を行った。下位レイヤのデータを上位のレイヤまで積み上げて伝送する際には、なるべく伝送遅延を抑えつつ伝送ロスが生じないようにすることが要求される。

図14に室内実験における最大受信コード数15の場合の、MAC-hsレイヤ、RLCレイヤ、TCPレイヤにおける各ユーザスループット特性を示す。MAC-hsレイヤのスループットは、今までと同様、BSから送信する連続データのMAC-d PDU (Protocol Data Unit) をMSのMAC-hsレイヤにて受信し、測定した。RLCレイヤのスループットは、RNCシミュレータから送信した連続データのRLC SDU (Service Data Unit) をMSのRLCレイヤにて受信し測定した。また、TCPレイヤのスループット測定は、MS側に接続したクライアントPCからコンテンツサーバにアクセスし、そのサーバからFTP (File Transfer Protocol) によりバイナリデータをダウンロードした際のスループットをTCPレイヤにて測定した。パスモデルはPA3とし、上り伝送レートは384kbit/s、RLC-PDUサイズは82オクテット、Timer Poll ProhibitおよびTimer Status Prohibitは100ms、TCPの受信ウィンドウサイズは128kバイトとしている。図14より、 $I_{or}/I_{oc} = 15\text{dB}$ の場合においてもMAC-hsレイヤのスループット4640kbit/sの93%程度のスループットがTCPレイヤにおいて達成できていることが分かる。

また、表2に屋外実験走行時におけるMAC-hsレイヤ、TCPレイヤにおけるユーザスループットをそれぞれ示す。測定コースは図6(a)におけるコースBとし、時速30kmで

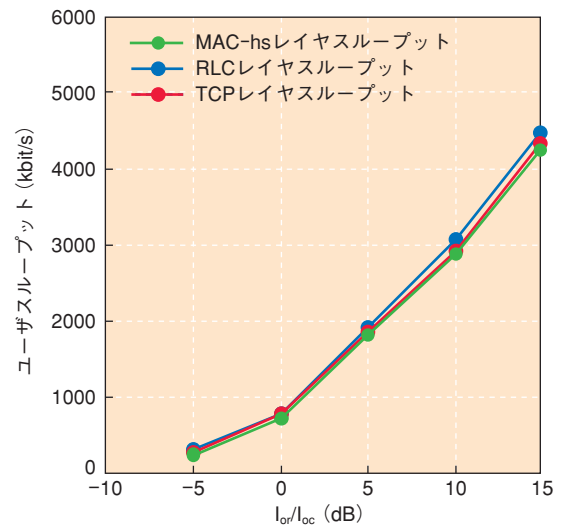


図14 TCPスループット特性（室内実験）

表2 TCPレイヤスループット特性（屋外実験、コースB）

MAC-hsレイヤスループット	4088kbit/s
TCPレイヤスループット	3632kbit/s

走行した。表2のとおり、屋外実験においてもMAC-hsレイヤのスループット4088kbit/sの90%程度のスループットがTCPレイヤにおいても達成できていることを確認した。

5. あとがき

本稿では伝送実験システムを用いた室内実験、屋外実験によるHSDPAのスループット特性について明らかにした。マルチパスフェージングシミュレータを用いた室内伝送実験においては、計算機シミュレーション結果とほぼ同等のスループット特性が得られることを確認した。横浜みなとみらい地区で行った屋外実験では、MSの静止状態、走行状態におけるカテゴリごとのスループット特性や送信ダイバーシティ、受信ダイバーシティの適用効果、SWCEの適用効果などを明らかにした。さらにBSスケジューリングアルゴリズムの適用によるセルスループットの改善効果やTCPレイヤのスループット特性などについても明らかにし、HSDPA商用化へ向けた基本データや無線系システムパラメータを最適化するための参考データを取得することができた。今後も室内、および屋外実験によりさらに詳細なデータを取得し、HSDPAの商用システムパラメータの最適化などに役立てる予定である。

文 献

- [1] <http://www.3gpp.org>
- [2] 3GPP, TS 25.308 V5.5.0 (2004-03): "High Speed Downlink Packet Access (HSDPA); Overall description; stage 2."

- [3] H.Ishii, A.Hanaki, Y.Imamura, S.Tanaka, M.Usuda and T.Nakamura: "Effects of UE Capabilities on High Speed Downlink Packet Access in WCDMA System," Proc. of IEEE VTC 2004 spring, Milano, Italy, May 2004.
- [4] 3GPP TS25.306 V5.7.0 (2003-12): "UE Radio Access Capabilities."
- [5] TR 101 112 V3.2.0 (1988-04): "Selection procedures for the choice of radio transmission technologies of the UMTS," (UMTS 30.03 version 3.2.0)
- [6] 3GPP TS25.211 V5.5.0 (2003-9): "Physical channels and mapping of transport channels onto physical channels (FDD)."
- [7] 3GPP TS25.214 V5.7.0 (2003-12): "Physical layer procedures (FDD)."
- [8] 飯塚, 中森, 田中, 小川, 大野: "WCDMA HSDPA屋外実験における送信/受信ダイバーシチ適用時のスループット特性," 電子情報通信学会2004 ソサイエティ大会, B-5-26, Sep.2004.
- [9] A.Klein: "Data Detection Algorithms Specially Designed for the Downlink for Mobile Radio Systems," Proc. of IEEE VTC '97, pp.203-207, Phoenix, May 1997.
- [10] T.Kawamura, K.Higuchi, Y.Kishiyama and M.Sawahashi: "Comparison between multipath interference canceller and chip equalizer in HSDPA in multipath channel," Proc. of IEEE VTC 2002 spring, pp.459-463, Birmingham, Alabama, May 2002.
- [11] 中森, 飯塚, 石井, 小川, 大野: "WCDMA HSDPA屋外実験における線形等化器を適用した場合のスループット特性," 電子情報通信学会2004 ソサイエティ大会, B-5-27, Sep.2004.
- [12] T.E.Kolding, et al.: "Performance Aspects of WCDMA Systems with High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)," Proc. of IEEE VTC 2002 fall, pp.477-481, Vancouver, British Columbia, Canada, Sep.2002.

用語一覧

3GPP : 3rd Generation Partnership Project
 A-DPCH : Associated Dedicated Physical Channel
 AMCS : Adaptive Modulation and Coding Scheme (適応変調符号化技術)
 BS : Base Station (基地局)
 CLTD : Closed Loop mode1 Transmit Diversity
 CPICH : Common Pilot CHannel (共通パイロットチャネル)
 CQI : Channel Quality Indicator
 FTP : File Transfer Protocol
 HSDPA : High-Speed Downlink Packet Access
 (下りリンク高速パケットアクセス)
 HS-DSCH : High Speed-Downlink Shared CHannel
 HS-PDSCH : High Speed Physical Downlink Shared CHannel
 HS-SCCH : High Speed Shared Control CHannel for
 high speed-downlink shared channel
 Hybrid ARQ : Hybrid Automatic Repeat reQuest
 (ハイブリッド自動再送要求)
 IP : Internet Protocol
 ITU : International Telecommunication Union (国際電気通信連合)
 MAC : Medium Access Control

MS : Mobile Station (移動局)
 PDU : Protocol Data Unit
 PF : Proportional Fairness
 QAM : Quadrature Amplitude Modulation (直交振幅変調)
 QPSK : Quadrature Phase Shift Keying (4相位相変調)
 RLC : Radio Link Control
 RNC : Radio Network Controller (無線ネットワーク制御装置)
 RR : Round Robin
 RSCP : Received Signal Code Power
 Rx Div : Rx Diversity
 SDU : Service Data Unit
 SIR : Signal to Interference power Ratio
 (希望波信号電力対干渉波電力比)
 STTD : Space Time block coding based Transmit Diversity
 SWCE : Sliding Window Chip Equalizer
 TCP : Transmission Control Protocol
 W-CDMA : Wideband Code Division Multiple Access
 (広帯域符号分割多元接続方式)