

800MHz 帯 FOMA 用屋外ブースタ装置の開発

屋外の弱電界エリアを経済的にエリア化するために、800MHz 帯 FOMA 用屋外ブースタ装置を開発した。本ブースタ装置は山間部などのトラフィックが少ない FOMA プラスエリアの屋外弱電界対策に有効である。

無線アクセス開発部

いとう やすし
伊東 悌くまがい かずひろ
熊谷 和弘あらい ひろあき
荒井 浩昭

1. まえがき

FOMA においてトラフィックが少なく、山間部など基地局の電波が届きにくい弱電界エリアにおいても経済的にエリアカバー率を向上する対策を行っている。その実現手段として光張出し基地局^{*1}、ブースタ装置などの適用が考えられ、筆者らは以前 2GHz 帯 FOMA 用屋外ブースタ装置を開発した[1]。屋外ブースタ装置は低価格かつ伝送路を必要とせず経済的であることから、トラフィックの少ない地域においてエリア拡大する目的に適している。

FOMA プラスエリア^{*2}はトラフィックの比較的少ない地域を中心に 800MHz 帯の基地局装置が用いられ、このエリアの弱電界エリア対策としても 2GHz 帯と同様、800MHz 帯 FOMA 用屋外ブースタ装置を開発する必要がある。

屋外ブースタ装置では対基地局用アンテナから放射した無線信号が対移動局用アンテナに入る「回り込み」という現象が課題となってお

り、2GHz 帯の屋外ブースタ装置ではアンテナの方向調整やアンテナ間の離隔距離を確保することによって回り込み波の影響を小さくする対策を行っていた[1]。

しかし、今回適用する 800MHz 帯は 2GHz 帯と比較して波長が長く、所要のアンテナ離隔距離が大きくなるため、同じ電柱に 2 つのアンテナを設置した状態で回り込み波の影響を抑えて運用することが困難となる。また、2GHz 帯と比較して反射物による結合量^{*3}劣化の影響も大きいため高利得での運用が困難となる[2]。今回は、装置に回り込み波を抑制するキャンセラ機能を追加することで高利得での運用を可能とした。

2. 装置設計

2.1 FOMA 屋外対策と適用領域

800MHz 帯における屋外 FOMA サービスエリアを構築するための無線ネットワーク装置と適用領域の関係については、2GHz 帯の FOMA の適用領域を記した文献[1]と同様であ

る。小規模集落、道路対策には 1 キャリア 1 セクタ無線基地局装置 (BTS: Base Transceiver Station)、1 キャリア光張出し基地局装置、屋外ブースタ装置などが適用される。屋外ブースタ装置は、特にトラフィックが少ない場所において低コストでエリア拡大するのに適している。

2.2 ブースタ装置の構成とキャンセラ

ブースタ装置の構成を図 1 に、実際の設置形態を図 2 に示す。ブースタ装置本体には対基地局用アンテナおよび対移動局用アンテナが接続される。ブースタ装置本体は、キャンセラ、共用器、LNA (Low Noise Amplifier)・HPA (High Power Amplifier) などから構成されている。図 2 に示すように、1 つの電柱にブースタ装置本体と 2 つのアンテナが設置される。

ブースタ装置は対基地局用アンテナから受信した基地局からの無線信号を増幅し、対移動局用アンテナから再放射する。対基地局用アンテナ

*1 光張出し基地局：基地局変復調装置 (MDE: Modulation and Demodulation Equipment) と光ファイバで接続される装置。MDE から約 20km まで張り出して使用可能。

*2 FOMA プラスエリア：800MHz 帯 FOMA

基地局のみで対策しているエリア。FOMA 901iS シリーズ以降の FOMA 90X シリーズ (FOMA 901iTV 除く)、FOMA 701iS シリーズ以降の FOMA 70X シリーズなどが対応機種となっている。

*3 結合量：2 つのアンテナ間において 1 つ

のアンテナともう 1 つのアンテナとの損失 (量) のこと。ブースタに用いる場合には発振しないために、結合量が大きいほうがよい。

では図1に示すように基地局から直接届く無線信号（主波）と対移動局用アンテナから再放射され、対基地局用アンテナに回り込む無線信号（回り込み波）が入力される。回り込み波には対移動局用アンテナから直接到来する直接波と、建物などで反射して到来する反射波がある。回り込み波はブースタ装置で増幅さ

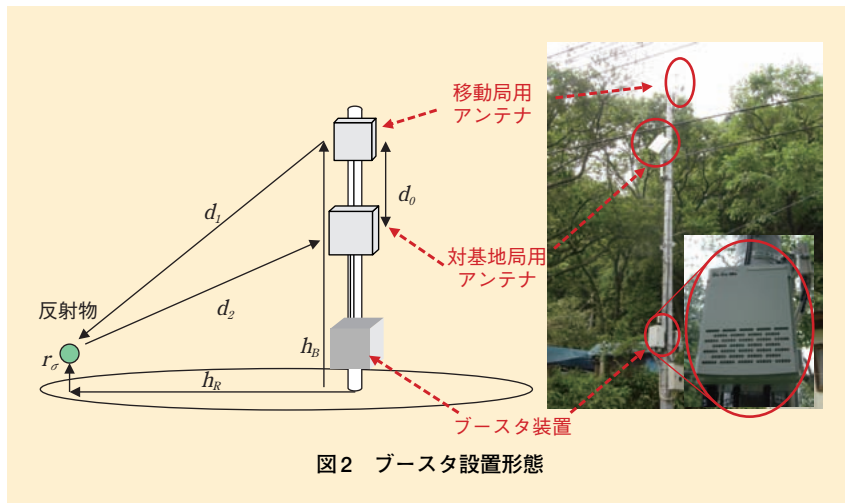
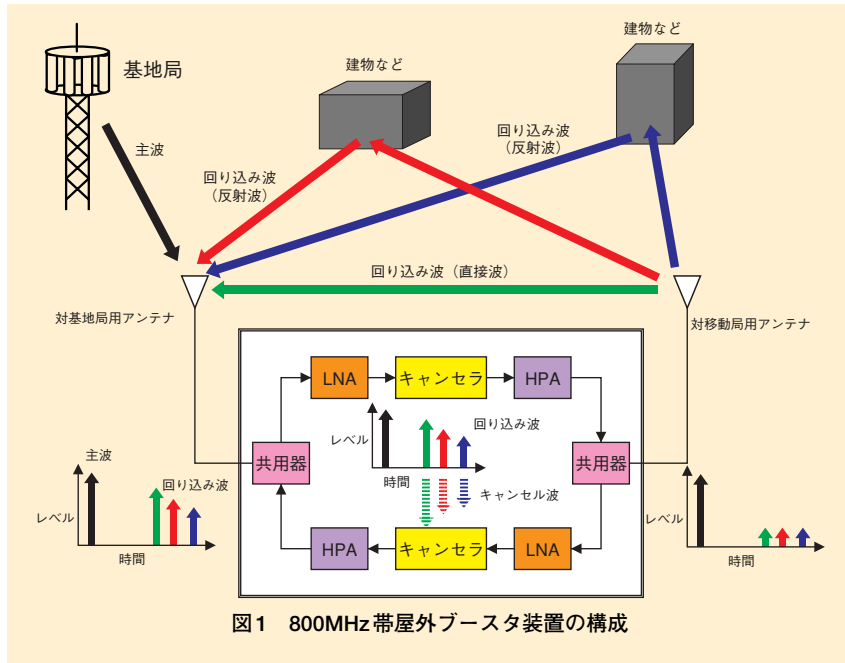
れ、ふたたび対基地局用アンテナに入力されるため、回り込み波の受信レベルが大きいと発振が起こり、ブースタ装置の運用を継続することが困難となる。

本装置は、回り込み波の影響を抑制するためにキャンセラを具備している。キャンセラはデジタル処理により無線信号に含まれる回り込み波

の逆位相信号を生成し、元の無線信号に加えることにより回り込み波を抑圧することができる。キャンセラにより所要の結合量 L_c を小さくすることができるため、ブースタ装置の高利得な運用またはアンテナと反射物との所要離隔距離を短くすることが可能となる。

2.3 アンテナ間結合量

屋外ブースタ装置は、アンテナ間結合量の検討において図2に示すように、2つのアンテナが同一の電柱上に数メートルの間隔で設置される場合を想定した。アンテナ間結合量 L_c は、回り込み波（直接波）の減衰量を表すアンテナパターンによる結合量 L_{c0} と、回り込み波（反射波）の減衰量を表す結合量 L_r との和となる（式(1)）。対基地局用アンテナ利得を $G_{BS}(\theta, \phi)$ 、対移動局用アンテナ利得を $G_{MS}(\theta, \phi)$ 、反射物の断面半径 r_σ 、2つのアンテナと反射物との距離 d_1, d_2 とすると、 L_r は式(2)に示される[2]。ここで反射物の反射係数は反射による減衰がない最悪の場合を考え、1とした。



$$L_c = L_{c0} + L_r \quad (1)$$

$$L_r = -10 \log \left(\frac{G_{BS}(\theta, \phi) \cdot G_{MS}(\theta, \phi) \cdot (r_\sigma / \lambda)^2}{64\pi^2 \cdot (d_1 / \lambda)^2 \cdot (d_2 / \lambda)^2} \right) \quad (2)$$

一方、アンテナパターンによる結合量 L_{c0} を大きくしたとしても、所要のアンテナ間結合量 L_c を確保するためには反射物からアンテナを離す必要がある。

屋外ブースタ装置を安定動作させるにはブースタ装置の利得を G_B 、キャンセラの効果 C 、発振しないためのマージンを M とすると式(3)の条件を満たす必要がある。

$$L_C > G_B + M - C \quad (3)$$

表1の計算条件において、式(1)、式(2)を基にアンテナ間結合量を計算した結果を図3に示す。装置の利得を80dBとし、2つのアンテナのビーム方向が同じ場合（最悪ケース）には、マージン M を5dBと考えるとアンテナと反射物を800MHz帯で約30m、2GHz帯で約15m離す必要がある。キャンセラがある場合にはその効果を10dBとすると所要の結合量を70dBとしても安定動作できるため、反射物との距離を800MHz帯で10m、2GHz帯で数メートルとすることが可能となる。アンテナのビーム方向が異なる場合には、反射波を受信する方向のアンテナ利得が小さくなるので結合量は小さくなる。

表1 結合量計算条件

項目	詳細
周波数 f	830MHz, 2,000MHz
反射物断面半径 r_o	0.5m
反射物高 h_R	1.5m
アンテナ利得	対基地局用 G_{BS} : 10dBi 対移動局用 G_{MS} : 10dBi
アンテナ高	対基地局用 h_B-d_0 : 11m 対移動局用 h_B : 15m
アンテナパターンによる結合量 L_{CO}	88dB

3. 装置概要

3.1 装置の特性

今回開発した800MHz帯FOMA用屋外ブースタ装置の基本仕様を表2に示す。下り875～880MHz、上り

830～835MHzを通過帯域とするA typeと、下り880～885MHz、上り835～840MHzを通過帯域とするB typeがある。下り出力電力は最大37dBm、最大利得は87dBである。

本装置は2GHz帯用ブースタ装置

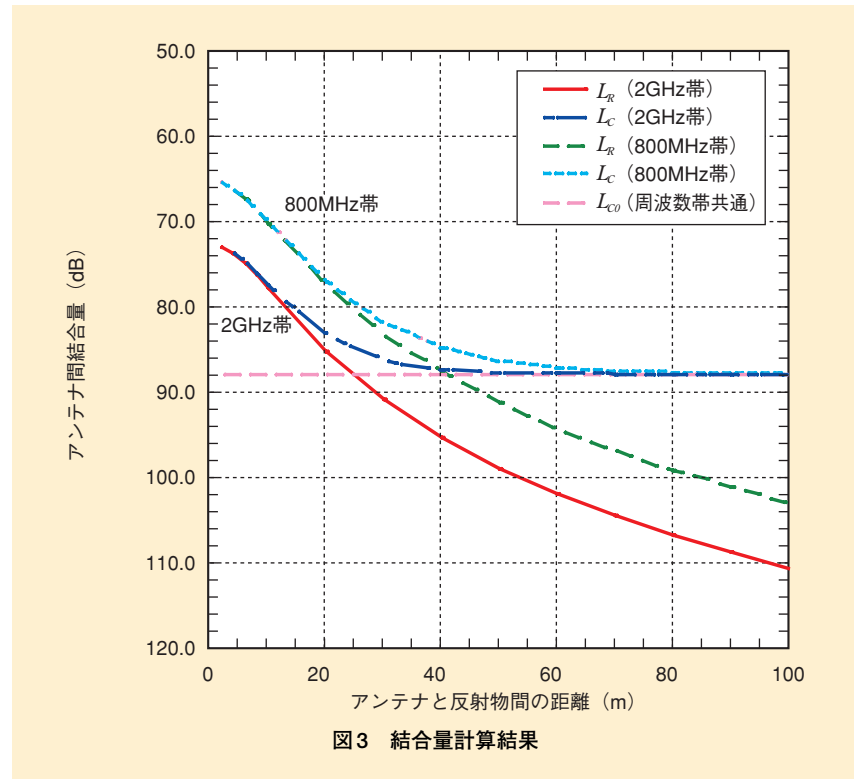


図3 結合量計算結果

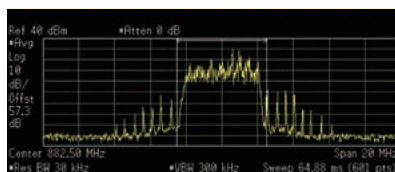
表2 ブースタ装置基本仕様

項目	下り回線	上り回線	備考
伝送帯域	875～880MHz	830～835MHz	A type
	880～885MHz	835～840MHz	B type
波数	1波		
利得	57～87dB		
最大出力電力	37dBm	20dBm	
	ACLR		
ACLR	-45dBc以下	-33dBc以下	5MHz離調
	-50dBc以下	-43dBc以下	10MHz離調
入力D/U比	-10dB以上		
寸法	360×520×220mm以下		
重量	35kg以下		

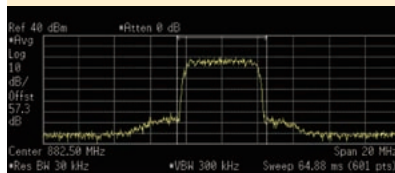
と同様に隣接チャネル漏洩電力比 (ACLR: Adjacent Channel Leakage power Ratio)^{*4}, スプリアス^{*5}などについて, 下り回線においては基地局と同等[3], 上り回線においては移動局と同等[4]の無線特性が得られている。キャンセラにより入力信号の希望波 (Desire) と回り込み波 (Undesire) の比 (D/U比) が-10dBとなってもブースタ装置が安定動作する (図4)。

4. あとがき

800MHz帯FOMA用屋外ブースタ装置の装置概要を述べた, 800MHz帯への屋外ブースタ装置の適用に際



(a) キャンセラOFF (発振時)



(b) キャンセラON

縦軸: 10dB/div, 横軸: 2MHz/div

図4 ブースタ装置のスペクトル(下り回線)

して特に問題となる回り込み波の影響と, その影響を抑圧するキャンセラ機能について説明し, 安定して運

用できることを示した。今後はさらなる, キャンセラの高性能化による適用領域の拡大およびそれに伴う弱電界対策の経済化について検討を進める予定である。

文献

- [1] 伊東, ほか: “2GHz帯FOMA用開空間ブースタ装置,” 本誌, pp.30-33, Vol.15, No.1, Apr. 2007.
- [2] 伊東 梯, 荒井 浩昭, 木島 誠: “開空間ブースタにおけるアンテナ間結合量,” 信学会総合大会, B-5-196, 2007.
- [3] 3GPP TS25.104: “BS Radio transmission and Reception (FDD).”
- [4] 3GPP TS25.101: “UE Radio transmission and Reception (FDD).”

*4 隣接チャネル漏洩電力比 (ACLR): 変調波を送信する際に, 自身の変調波と隣のチャネルに発生する不要波との電力比。FOMA (W-CDMA) では自身の変調波は中心周波数を中心とする3.84MHz帯域の電力を測定し, 不要波は中心周波数から5MHz

離調点を中心とする3.84MHz帯域内の電力を測定する。

*5 スプリアス: 信号を送信するとき自分の信号帯域以外に送信される不要波のこと。