

平成 25 年 6 月 12 日

衛星通信システム委員会
クアルコムジャパン（株）提案内容に関する質問に対する回答

クアルコムジャパン株式会社

質問 1 : EGAL を用いたハイブリッドシステムの詳細を示していただきたい。

回答 1 :

1. ハイブリッドシステム

- ・ 地上系には 3G/LTE/LTE-A などの最新の無線インターフェースを使用し、衛星系には 1xEV-DO の無線インターフェースを最大限流用した EGAL (Enhanced Geostationary Air Link) を使用する。
- ・ 接続先として優先度の高いシステムは地上系のシステムであり、通常の運用では地上系のシステムでカバーできない地域でのみ EGAL が使用される。地上系システムと EGAL との間のハンドオーバーはサポートされない。
- ・ 端末のシステム選択機能を用いて地上系システム、EGAL との間の切り替えが行われる。
 - 3G/LTE のカバレッジエリア内では、3G/LTE の信号が支配的になり衛星からの信号が検出できなくなるため、端末は 3G/LTE を使用する。(図 1 の青色のエリア)
 - 3G/LTE のカバレッジ外では、衛星からの信号が検出できるようになり、端末は EGAL の無線インターフェースを使用する。(図 1 の黄色のエリア)
- ・ 地上系携帯電話端末と同じ Form factor (アンテナ、フィルタ、アンプ等) で動作できるよう設計しているため専用端末を必要としない。商用化されている 3G/LTE 端末と同等の実装でサポートが可能となるが、EGAL システム上のパフォーマンスを高めるため、市場のニーズに応じて新規の端末開発を行っても良い。標準上では様々な送信パワークラス、データレートが規定されており、高出力の端末のサポートも可能となっている。
- ・ 音声通信 (2 kbps の音声コーデック) 及びデータ通信が可能。

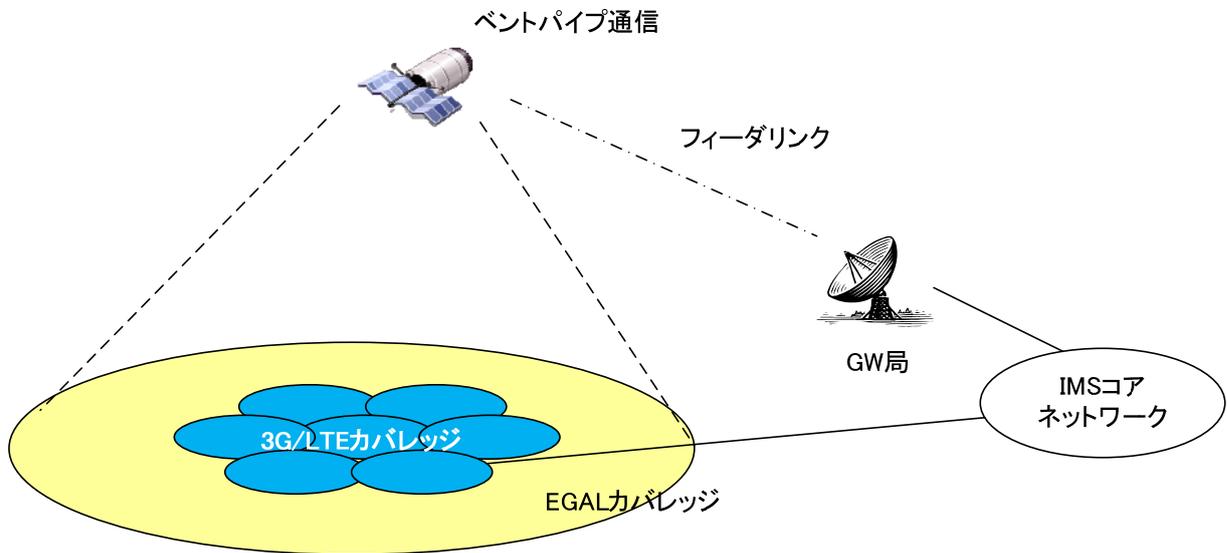


図1 ハイブリッドシステムネットワーク構成例

2. 周波数割り当て例

- ・ システムの容量は基本的に地上系のシステムで確保されるため、EGALに割り当てる周波数は衛星ビーム間の周波数繰り返し3を想定し5MHzとする。(技術的には周波数繰り返し1での運用も可能)

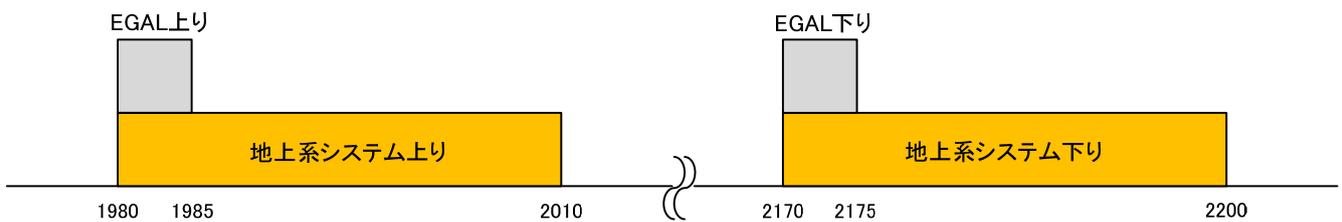


図2 周波数割り当て例1

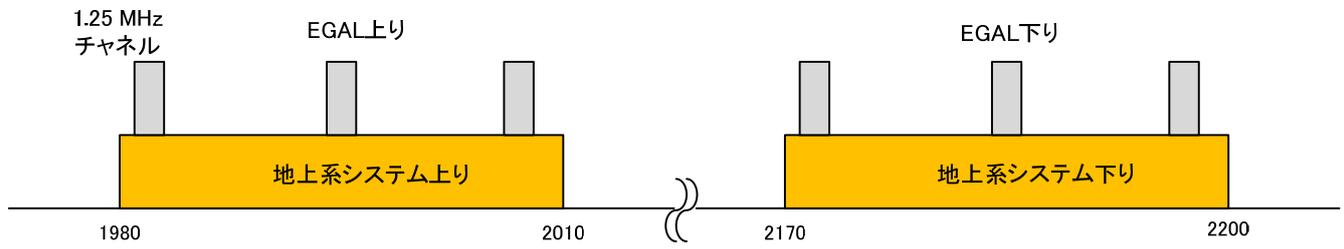


図3 周波数割り当て例2

- ・ 災害時において地上系システムの運用が困難な場合は、全帯域をEGALのチャンネルに割り当てる。図4は地上系システムが停止されていることを想定。

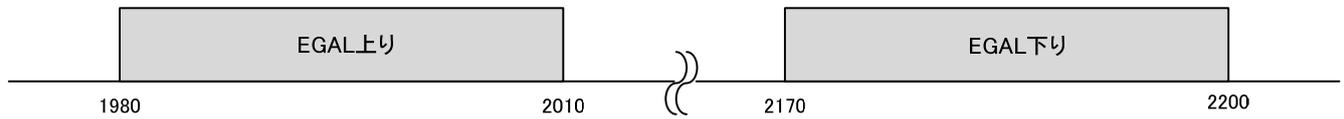


図4 災害時の割り当て

3. 技術仕様

衛星への上りリンクは地上系携帯電話端末と同じ送信電力で静止衛星との通信を可能とするため Narrow band FDM の専用設計 (6.4 kHz または 12.8 kHz)。

衛星からの下りリンクは 1.25 MHz の 3G(1xEV-DO) の仕様を流用。

表 1 EGAL 技術仕様

	上り回線	下り回線
データ変調方式	BPSK, QPSK, 8PSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 8PSK, 16QAM
フレーム/スロット長	20 ms	1.67 ms (スロット)
多重化方式	FDMA	TDM/CDM
占有帯域幅	6.4 kHz, 12.8 kHz (チャンネルスペーシング)	1.48 MHz (1xEV-DO の技術条件より)
データレート	(0.64, 1.28), 2.4, 4.8, 9.6, 12.8, 19.2, 25.6, 38.4 kbps	4.8 kbps - 3.072 Mbps
2次変調方式	QPSK	QPSK
通信方式	FDD	

4. リンクバジェット

4.1 前提条件

衛星-端末間の距離 : 38,000 km

EGAL リンク周波数 : 下り 2185 MHz、上り 1995 MHz

端末 : 地上系携帯電話端末と同じ Form factor (アンテナ、フィルタ、アンプ等)、最大送信電力は 23 dBm (-7 dBW)。

4.2 下りリンクバジェット

表 2 下りリンクバジェット

Items	Gain/Loss	Notes
EIRP/beam/1.25 MHz channel	57.23 dBW	Beam center
Rolloff location	2 dB	
Path loss	190.8 dB	Free space model
Bounce Fade Reduction	5 dB	
G/T	-30 dB/° K	NF = 4.5 dB, G = - 1 dBi
Boltzman	-228.6 dB W/° K-Hz	
Bandwidth	60.89 dB	1.2288 MHz (チップレートに基づく)
C/N	-2.89 dB	
C/I, I is Total Other Interference	6.73 dB	Depend on Satellite (相互変調による干渉成分、DSP による歪、バックホールのノイズを考慮)
C/(I+N)	-3.34 dB	307.2 kbps data rate を達成

4.3 上りリンクバジェット

表 3 上りリンクバジェット

Items	Gain/Loss	Notes
EIRP/6.4 kHz チャンネル	-7 dBW	
Path loss	190.0 dB	Free space model
Power control margin	7.17 dB	
Bounce Fade Reduction	7 dB	
G/T	20 dB/° K	
Boltzman	-228.6 dB W/° K-Hz	
Bandwidth	37.48 dB	5.6 kHz (チップレートに基づく)
C/N	-0.09 dB	
C/I, I is Total Other Interference	9.45 dB	Depend on Satellite (ビーム内隣接チャンネル、隣接ビーム、相互変調、の干渉成分を考慮)
C/(I+N)	-0.55 dB	2.4 kbps data rate を達成

質問 2 : EGAL を用いたハイブリッドシステムを具体的に導入する方向はありますか。あるとすれば、どういう形態で、その事業者が何時頃を想定していますか。また、実績があれば具体的に示していただきたい。

回答 2 :

北米において EGAL を用いたハイブリッドシステムの導入予定はあるが、事業内容については公表されていない。

弊社は運用開始に向け、試験端末等のトライアル準備を行っている。図に試験用端末を示す。これは通常の 3G/LTE 等に使用する試験端末に EGAL に対応するチップセット、L バンド、S バンドに対応するフィルターを実装したものである。



図5 試験用端末

質問3：同上について端末の形状や操作性、電池寿命はどうなっていますか。

回答3：

地上携帯電話システムのスマートフォン、フィーチャフォン等、これまで市場に出ている端末と同じ形状、操作性を想定している。EGAL のリンクを使用する場合に、ユーザに明示的な操作（モード切替など）を求めたり、3G/LTE とのインターワークをシームレスに実現することなどは事業的な判断による。

スタンバイタイムについては地上系のシステムと同等、通話時間については地上系システムにおいて常にエリア境界で通信した場合と同等となる。

質問 4 : FCC の認可はどのようになっていますか。

回答 4 :

2003 年に衛星地上共用システムの認可が下りている。(FCC 03-15)

http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-03-15A1.pdf

質問 5 : 3 ページ目 4. EGAL と 3G/LTE の干渉について、無視できるレベルとなる根拠を示していただきたい。

回答 5 :

5.1 下りリンク

EGAL の下りリンクの信号は 1xEV-DO そのものであり、地上系のシステムの中に 1xEV-DO の他の基地局からの信号が到来していることと等価となる。4.2 に示す通り地上に到達する電力は 1 ビームあたり -103.57 dBm/1.25 MHz 以下（これから Building penetration loss、Shadowing、Bounce Fade Reduction の減衰がある）となる。3G/LTE などの干渉リミットのシステムでは、この程度の電力が他の基地局から到来しても運用上問題はない。

表 4 に干渉量計算例を示す。

表 4 下りリンクの地上系システムへの干渉量計算例

Items	Values	Note
C/N	-2.89 dB	表 2 より
C/I _{IMR_Adj}	9.01 dB	相互変調、隣接ビームからの干渉
Interfering power-to-noise ratio	-11.41 dB	(C + I _{IMR_Adj})/N、10 MHz に換算
Additional fade protection	5 dB	Building penetration loss、Head blockage など
Rise of Noise floor	0.1 dB	Additional fade protection を考慮しない場合でも 0.3 dB

5.2 上りリンク

地上システムからの干渉の計算例を表 5 に示す。この計算例は北米向けシステムの検討をベースとしているが、日本における運用については事業形態、想定する衛星の仕様などを考慮し再検討する必要がある。

下記の検討では 1 ビームのカバレッジの地上システム 10 MHz あたりのアクティブユーザ数を 30,000 局として計算した結果、リンクバジェットに与える影響は 0.54 dB となっている。

表 5 地上システムからの干渉量計算例

Items	Gain/Loss	Notes
Effective EGAL Terminal Tx Power	8.83 dBm	23 dBm – Power control backoff– Bounce Fade Reduction
Average terrestrial UE power	0 dBm	Based on measurement in actual system
Bounce Fade Reduction	4.5 dB	
Head blockage	6 dB	
Building penetration loss	3 dB	Normalized value assuming half of users are indoor
Shadowing effect	2 dB	
One UE power emanating toward satellite Rx antenna	-15.5 dBm	
Number of active users in 10 MHz Terrestrial system per beam	44.77 dB	30000 active users in 10 MHz
Relative power from Handsets	-24.33 dB	- 15.5 dBm - 8.83 dBm
Power density Spread Protection, BW ratio	-32.52 dB	5.6 kHz/10 MHz in dB
Satellite accumulated relative power	3.83 dB	9 beams assumed, depend on satellite configuration
C/I_t , I_t is total terrestrial component	8.25 dB	
$C/(I+ I_t +N)$	-1.09 dB	
Change in link budget	0.54 dB	

質問 6 : (3GPP2 で標準化が完了しているとのことですが、) 標準化の詳細 (内容、スケジュール等) をご説明いただきたい。

回答 6 :

3GPP2 において、高遅延、リンクバジェットに制限のあるリンク (衛星回線、M2M 等) を対称とした Extended Cell HRPD (xHRPD) のワークアイテムが 2009 年 12 月に承認され、その後関連する下記の仕様が策定された。括弧内は承認時期。

C. S0098-100-0 v1.0: Introduction to cdma2000 Extended Cell High Rate Packet Data Air Interface Specification (2011 年 1 月)

C. S0098-200-0 v1.0: Physical Layer for cdma2000 Extended Cell High Rate Packet Data Air Interface Specification (2011 年 3 月)

C. S0098-300-0 v1.0: Upper Layers for cdma2000 Extended Cell High Rate Packet Data Air Interface Specification (2011 年 1 月)

C. S0103-0 v1.0: Header Compression for Extended Cell cdma2000 High Rate Packet Data System (2011 年 3 月)

C. S0104-0 v1.0: Recommended Minimum Performance Standards for Extended Cell cdma2000 High Rate Packet Data Access Terminal (2011 年 12 月)

以上