

「2GHz 帯等を用いた移動衛星通信システム等の在り方及び技術的条件」に
関する提案募集への提案(案)

平成 25 年 4 月 26 日

提案機関名: ソフトバンクモバイル株式会社

連絡担当者所属: 電波制度室 電波企画部

連絡担当者氏名: 加藤 牧子

連絡先 電 話: 03-6889-0854

FAX:

電子メール: 10432210@g.softbank.co.jp

1. 件名

2GHz 帯次世代移動衛星通信システム

2. 提案するシステムの対象とする周波数帯及び帯域幅

【周波数帯】

1,980-2,010MHz(上り)/2,170-2,200MHz(下り)

【帯域幅】

30MHz × 2

3. 提案するシステムの必要性

東日本大震災では、地上通信網が失われた被災地での通信手段として衛星通信が有効に活用されました。

また、「大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方について 最終取りまとめ(2011 年 12 月 27 日)」において、「携帯電話による音声通話は、誰でも利用しやすく、かつ、同時・双方向で通信ができる点で、災害時の安否確認や情報伝達等の重要な手段である」とされており、日常利用している端末を災害時にも利用できることが求められています。

しかし、現状の主な衛星携帯電話は図1に示す通り、日常利用している端末とは別に所有する必要がある点、サイズが大きい点、利用料が高額な点等から、誰でも気軽に使える端末とは言い難い状況です。

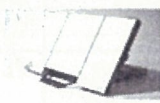
一方、いつ発生してもおかしくない震災に備え(例えば、東海地震の 30 年以内に発生する確率は 88%とされています ※)一刻も早く、誰でも気軽に使える移動衛星通信システムの実現が必要であると考えます。

そこで、端末の小型化に寄与する衛星の大型展開アンテナ、周波数利用効率の向上が可能なマルチスポットビーム、被災地へ衛星のリソースを集中することができるデジタルチャネライザ、電力の集中が可能な電力再配分機能等を有する次世代移動衛星通信システムを実現することで、日常利用している携帯端末が衛星携帯電話として利用可能となり、それにより国民一人ひとりの安全・安心を確保し、公共の福祉の発展に寄与するものと考えております。

※、地震調査研究推進本部 海溝型地震の長期評価の概要(算定基準日 平成 25 年 1 月 1 日、<http://www.jishin.go.jp/main/choukihyoka/kaikou.htm>)より

概要

- ・通信衛星と直接通信する電話機を使用した電話網を提供するサービス。
- ・使用する人工衛星によって、ワイドスター、イリジウム、インマルサットなど複数の衛星携帯電話サービスが存在。
- ・地上無線技術を用いた携帯電話では通話が不可能な山岳地帯や砂漠地帯、海上などで利用できる。

静止衛星	ワイドスター(NTTドコモ) <料金> ・初期費用: 3,150円 ・月額料金: 5,145円 ・通話料金: 94.5円/30秒 15,750円 47.25円/30秒	<端末例(WIDESTAR II)> 大きさ: 180×39×196mm 重さ: 約1.3kg 連続通話時間: 約2.2時間 連続待受時間: 約26時間	通信速度: 下り384kbps、 上り144kbps(ベストエフォート) <局数> 約4万8千 (平成25年3月)	
非静止衛星	イリジウム(KDDI) <料金> ・初期費用: 10,500円 ・月額料金: 5,000円 ・通話料金: 63円/20秒 6,000円 55円/20秒	<端末例(9555)> 大きさ: 55×143×30mm 重さ: 約266g 連続通話時間: 約4時間 連続待受時間: 約30時間	通信速度: 2.4kbps <局数> 約2万2千 (平成25年3月)	
静止衛星	インマルサットBGAN (グローブワイヤレス、KDDI、Satcom Global、Satcomms Japan、JSATモバイルコミュニケーションズ、日本デジコム) <料金> 事業者毎に問い合わせで対応中	<端末例(Explorer 700)> 大きさ: 297×399×51mm 重さ: 3.2kg 連続通話時間: 約2.5時間 連続待受時間: 約36時間	通信速度: 492kbps (ベストエフォート) <局数> 約8千 (平成25年3月)	
静止衛星	インマルサットGSPS (KDDI、Satcom Global、JSATモバイル、日本デジコム) <料金> 事業者毎に問い合わせで対応中	<端末例(Isat Phone Pro)> 大きさ: 54×170×39mm 重さ: 約270g 連続通話時間: 約8時間 連続待受時間: 約100時間	通信速度: 2.4kbps <局数> 約7千 (平成25年3月)	
静止衛星	スラヤ(ソフトバンクモバイル、日本デジコム) <料金の一例> ・初期費用: 3,150円 ・月額料金: 4,900円 ・通話料金: 160円/1分 6,900円(オプションで+2,000円) 40円/1分	<端末例(XT)> 大きさ: 53×128×26.5mm 重さ: 約193g 連続通話時間: 約6時間 連続待受時間: 約80時間	通信速度: 下り60kbps、 上り15kbps(ベストエフォート) <局数> 未計上	

注1: 金額は為替レートにより変動する可能性あり。 注2: 船舶搭載用端末を中心として扱う事業者も含む。 注3: 事業者名は50音順。

図1 主な衛星携帯電話の概要(第20回 衛星通信システム委員会資料より)

4. システム概要

本システムのシステム概要図を図2に示します。

ユーザ端末は衛星通信或いは地上通信を利用し、双方向の通信を行うことが可能です。これにより、ユーザは、状況に応じて、地上通信と衛星通信の両者の長所を有するサービスを享受できます。災害発生時に、基地局が断となった場合は、衛星通信を使用し、被災者の安否確認、避難誘導等人命救助に関わる通信回線を確保できます。

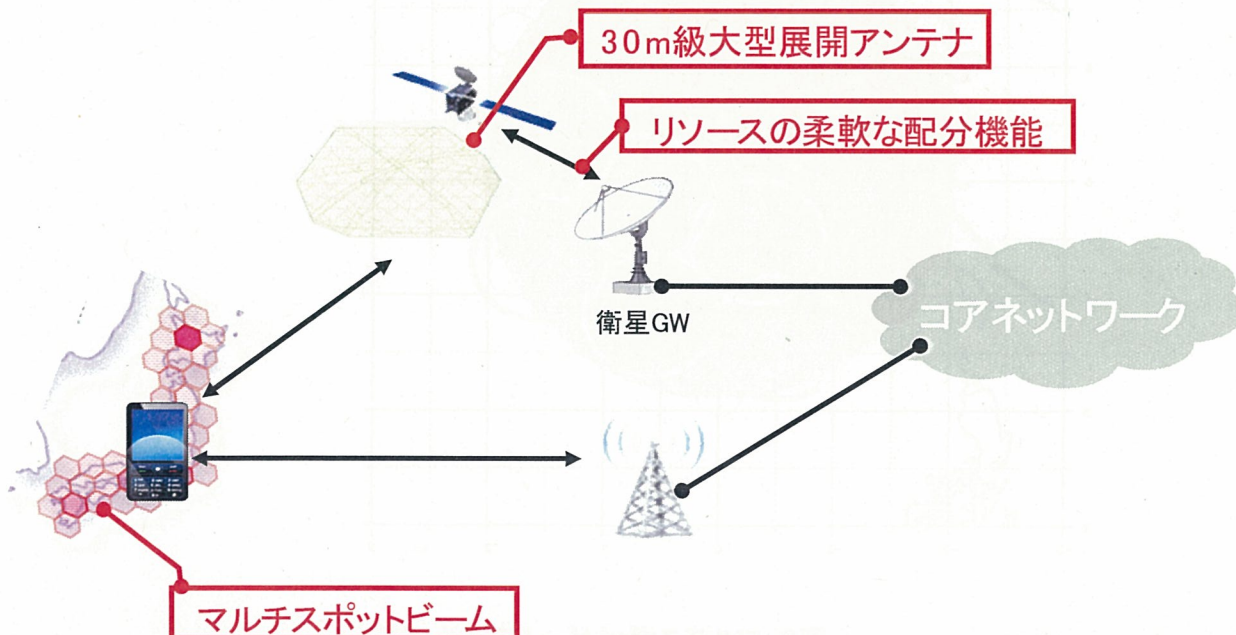


図2 システム概要図

5. 利用技術

(1) 衛星

本衛星で利用する技術を表1に示します。

本システムで利用される技術は、周波数有効利用技術、端末小型化のための大型反射鏡技術、軌道上機器の柔軟性技術に大別されます。

表1 本衛星移動システムで利用する技術

必要となる要件 (大項目)	周波数の利用効率向上	端末小型化の実現	軌道上柔軟性	
必要となる要件 (中項目)	衛星マルチスポットビームによる周波数有効利用		災害発生時の対応	平時(通信需要の変化に対応)
実現のための技術	マルチスポットビームアンテナ	大型展開アンテナによる衛星の通信性能	デシタルビームフォーマー及びデシタルチャネライザ	デシタルビームフォーマー及びデシタルチャネライザ
実現による効果	同一周波数を繰返しによる、周波数利用効率が向上する	大型展開アンテナ使用により、端末アンテナの小型化、低送信電力化が可能となり、利便性のよい小型端末を提供できる	災害時に所望の該当ビームに周波数リソース及び電力リソースを集中することができる	さまざまな通信需要変化に対応できる
背景となる関連開発・研究	総務省・NICTIによるSTICS研究等	JAXA ETS-VIII大型反射鏡(16.7X19.2m級) JAXAIによる大型反射鏡研究開発(30m級)	総務省・NICTIによるSTICS研究等 衛星の有効性を実証(JAXA、NICTIによるETS-VIII及びWINDS実験)	総務省・NICTIによるSTICS研究等

① マルチスポットビーム

収容数の増加のためには、周波数の利用効率を向上させる必要があります。本衛星においては、マルチスポットビーム技術により多ビーム化し、周波数を繰り返し利用することにより、周波数の利用効率を向上させることが可能です。

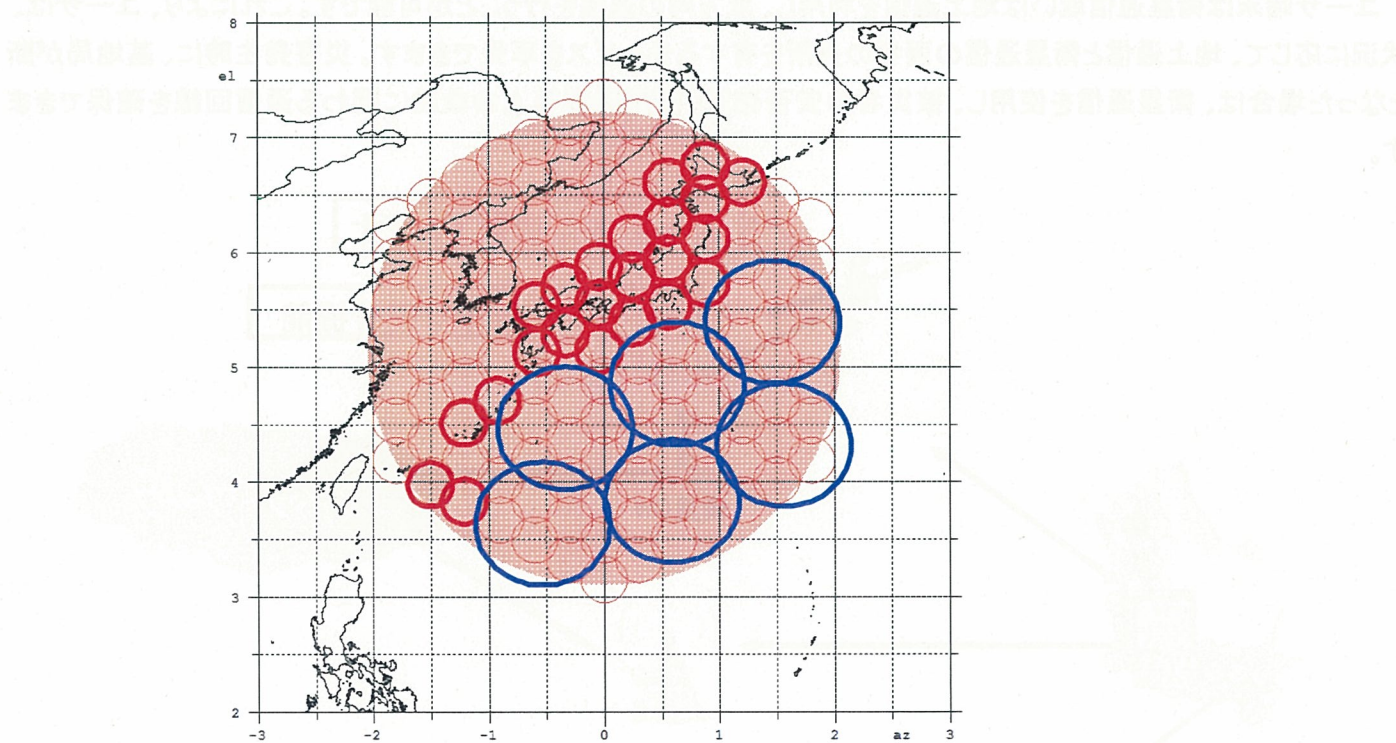


図3 マルチスポットビームのイメージ

②大型展開アンテナ

端末の小型化のためには、端末受信電力や端末送信に対する受信感度の向上を図る必要があります。本衛星においては、世界最大級の大型展開アンテナを利用することにより、端末受信電力や端末送信に対する受信感度を向上させることが可能です。

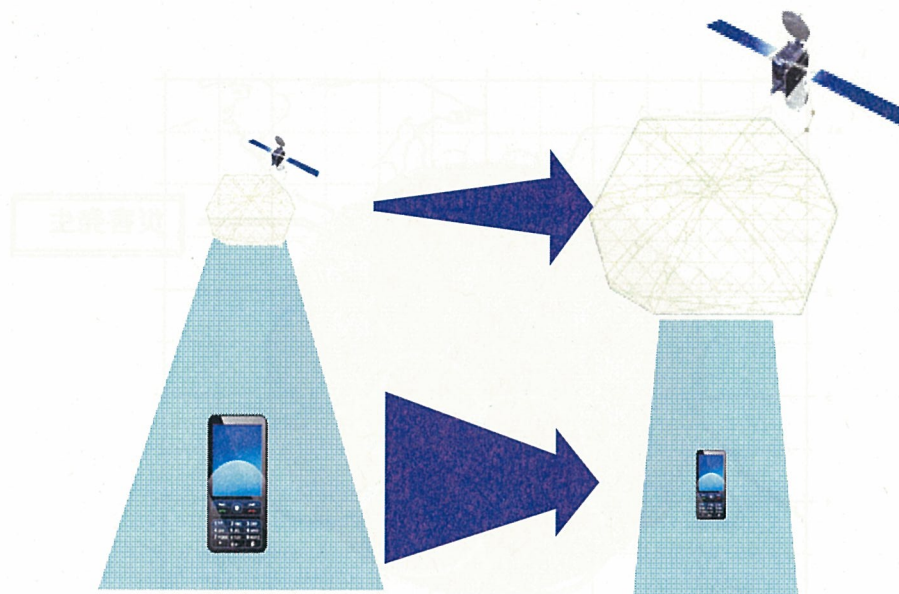
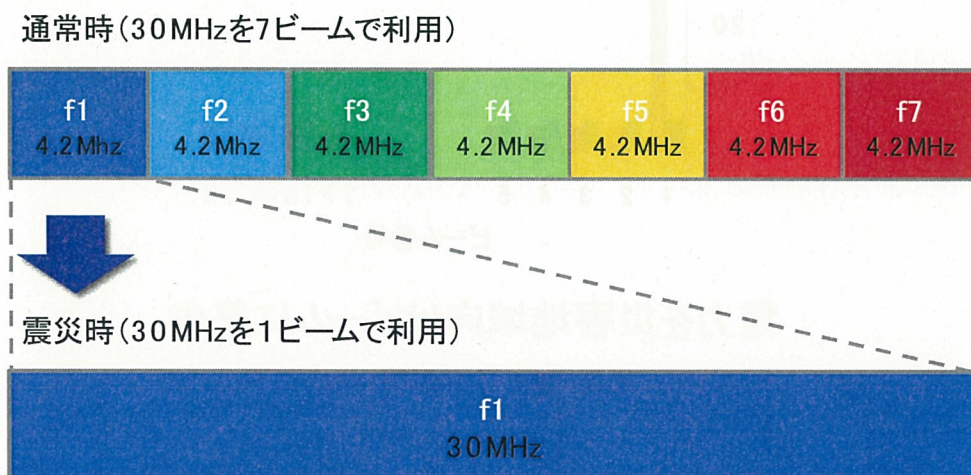


図4 大型展開アンテナによる端末小型化のイメージ

③デジタルチャネライザ

被災地での回線収容数を増加させるためには、被災地へ衛星の周波数リソースを集中させることが必要です。本衛星においては、ビーム毎の周波数配分を可変できるデジタルチャネライザを利用することにより、被災地へ衛星の周波数リソースを集中させることが可能です。

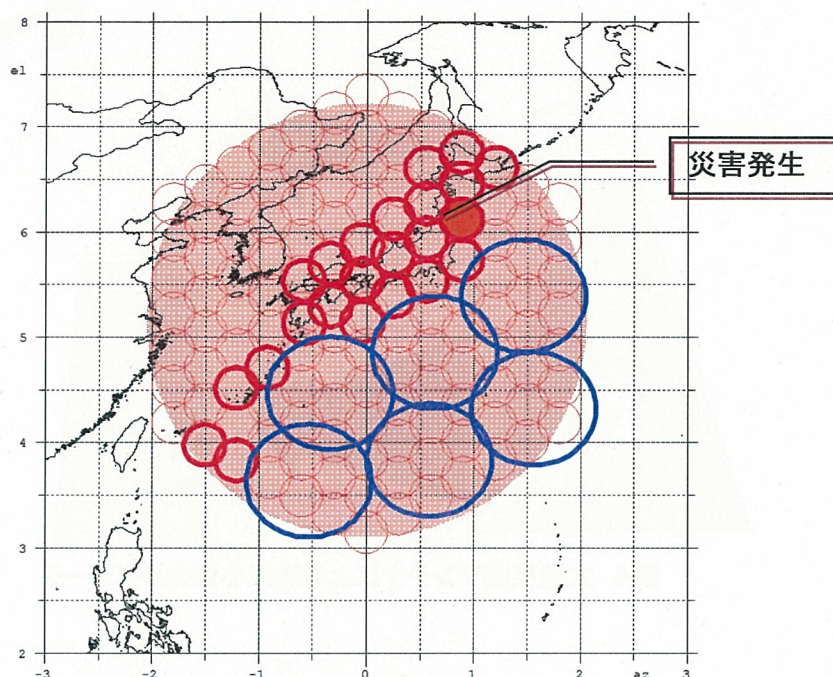


※ 被災地以外のサービスエリアでは7ビームで利用

図5 周波数リソースの集中のイメージ

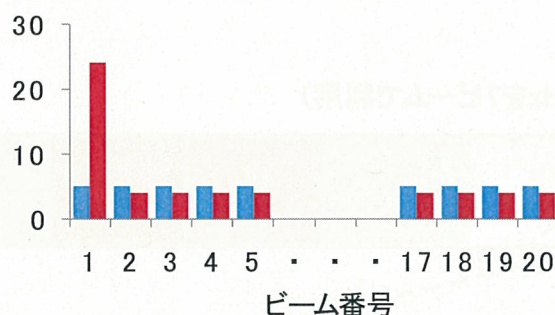
④デジタルビームフォーミング

被災地での回線収容数を増加させるためには、被災地へ衛星の電力リソースを集中させることが必要です。本衛星においては、衛星送信電力を可変とすることにより、被災地へ衛星送信電力を集中させることが可能です。



ビームへの電力配分例

電力配分率



電力を災害地域向けビームに集中

図6 電力分布のイメージ

図6上段は該当するビームへの電力集中を示しています。図中では、東北地方を覆うビームに対し、電力を集中しています。図6下段は、各ビームへの電力配分例を示しています。平時の一般的な通信需要がある場合の電力配分例を<青棒>、災害時において該当ビームへ電力を集中させた場合の電力配分例を<赤棒>に示します。(ビーム1に集中の場合)

両者の総和電力は一定で、配分が可変可能です。本技術は、災害時は勿論のこと、平時であっても、通信需要が変化した場合等に適用することができます。

(2) 端末

前項に示す衛星の技術を利用することで、より小型の端末の利用が可能となります。

例えば、携帯電話やモバイルルータへ衛星通信機能を搭載することにより、これまで提供されている衛星通信専用端末に比べ、飛躍的に使い勝手の良い端末の提供が可能となります。

(3) 無線インターフェース

ITU-RやETSI等で推奨される方式や、新たな技術(※)の採用を含め、その時の通信トレンドおよび技術に応じた方式を採用いたします。代表的な無線インターフェースは表2の通りです。

表2 代表的な無線インターフェース

	イリジウム	Inmarsat-4	Thuraya	TerreStar	NSTAR c,d	SAT-OFDM/ LTE-SATELLITE RIT(※)
代表的な 端末	Extreme	IsatPhone Pro	XT	GENUS	衛星可搬端末 01	標準化 作業中
上記端末の 通信方式	TDMA/ FDMA	GMR-2	GMR-1	GMR-3G	TDMA/ FDMA	LTE/ LTE-Advanced
上記端末の 通信速度	音声: 2.4kbps データ: 最大 128kbps	音声/ データ: 2.4kbps	音声: N/A データ: 上り 15kbps 下り 60kbps	N/A	音声: 8kbps データ: 上り 144kbps 下り 384kbps	N/A

※ ITU-R Study Group 4 Working Party 4 にて新たな技術的条件の勧告化にむけた提案がなされています。

・中国(6 June 2012 Document 4B/TEMP/14)

ACKNOWLEDGEMENT OF CANDIDATE SUBMISSION FROM CHINA (PEOPLE'S REPUBLIC OF) 1 UNDER STEP 3 OF THE SATELLITE
IMT-ADVANCED PROCESS 2 (LTE-SATELLITE RIT)

・韓国(6 June 2012 Document 4B/TEMP/15)

ACKNOWLEDGEMENT OF CANDIDATE SUBMISSION FROM REPUBLIC OF KOREA 1 UNDER STEP 3 OF THE SATELLITE IMT-ADVANCED PROCESS 2
(SAT-OFDM)

また、本システムの対象とする周波数帯は地上および衛星移動通信の双方が利用可能な周波数帯であるため、相互に連携する効率的なシステムの運用が可能な技術条件とすることが望ましく、総務省の電波資源拡大のための研究開発の一環として NICT による STICS プロジェクトで実証されてきた周波数共用技術の利用などが考えられます。

本技術では平常時は地上通信に、災害時は衛星移動通信に割当てを増やすことで、電波資源を有効に活用できると考えております。なお、当該技術を運用するためには地上網と衛星網の状況を同時に監視しつつ、両網に最適な周波数配分を行う必要があるため、一事業者が衛星網と地上網の両方を一体で管理することが望ましいです。

(4) 提供するシステムのサービスエリア

原則日本を中心としたエリアとし、事業面あるいは研究開発面での連携可能性や国際間調整によっては他国を含むものとします。

(5) 提供するシステムの収容人数の考え方

災害時における地上通信網の支障による携帯電話の想定障害端末数は表3に示す通りです。本システムでは、当該障害端末を有するユーザからの通信の需要に応えることが可能です。

表3 災害時における想定障害端末数

		対象人口	携帯電話数	障害端末数
東日本大震災	音声	571 万人	520 万台	250 万台
	メール			
東海地震	音声	1,203 万人	1100 万台	530 万台
	メール			

※ 災害時通信における課題と衛星通信技術 ―災害対応衛星通信技術検討会報告―(2012 年7月)抜粋

本システムでは、発災時に被災地への周波数及び電力リソースを集中すること、並びに音声コーデックを可変とすることにより被災地での通信需要に対し少しでも多く応えることが可能です。利用可能な周波数帯域として上り・下り各 30MHz を想定すると、1 通話 2 分程度の音声通信であれば 1 時間当たり最大 9～36 万通話まで、メール (SMS) であれば 1 時間当たり 216～864 万通まで収容可能です(※ 図7、表4・5参照)。また、大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方に関する検討会において、通信時間を制限することはより多くの通信を実現するために有効であると報告されており、通信時間の制限についても検討いたします。

音声コーデック可変技術

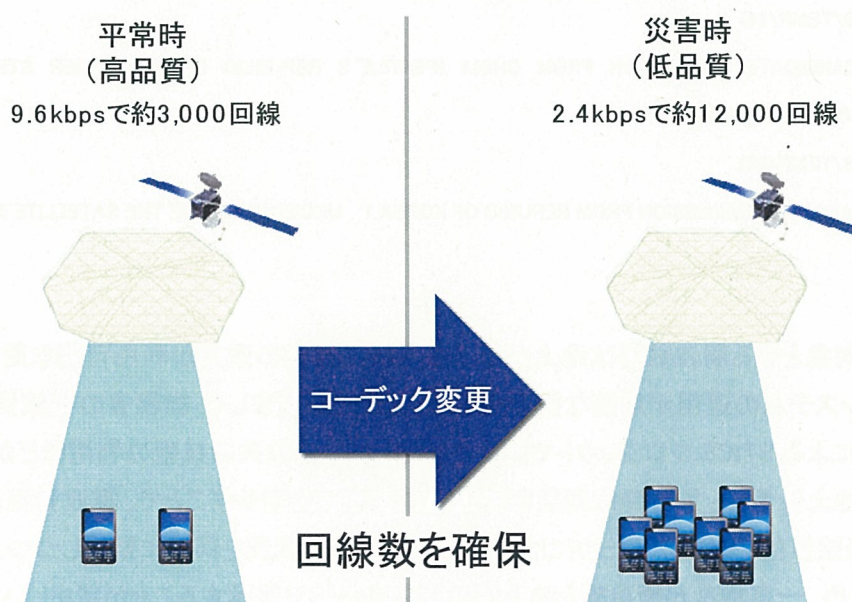


図7 音声コーデック可変技術

表4 被災地における最大通信数

	音声	メール(SMS)
災害時最大通信数(1時間あたり)	9～36 万通話	216～864 万通

表5 収容数の算定根拠

	音声	メール(SMS)
同時収容回線数	1ch に 2.4～9.6kbps で約 3,000 ～ 12,000 回線	
1時間に収容可能な通話数	1 通話につき 2 分とした場合 $3,000 \text{ 回線} \times 60 \text{ 分} / 2 \text{ 分}$ = 90,000 通話 ～ $12,000 \text{ 回線} \times 60 \text{ 分} / 2 \text{ 分}$ = 360,000 通話	1 メール送信につき 5 秒とした場合 $3,000 \text{ 回線} \times 60 \text{ 分} / 5 \text{ 秒}$ = 216,000 通話 ～ $12,000 \text{ 回線} \times 60 \text{ 分} / 5 \text{ 秒}$ = 8,640,000 通話

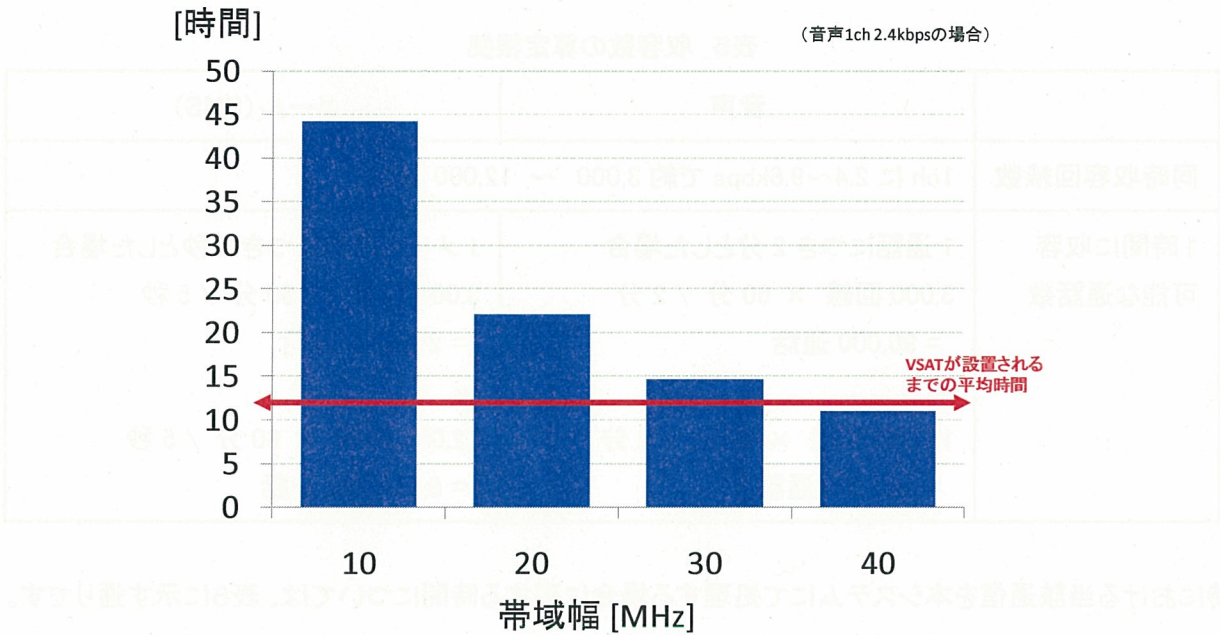
災害時における当該通信を本システムにて処理する場合に要する時間については、表6に示す通りです。

表6 災害時における通信の処理に要する時間

		障害端末数	災害時最大通信数 (1 時間あたり)	要する時間
東日本大震災	音声	250 万台	36 万通話	約 7 時間
	メール		864 万通	約 20 分
東海地震	音声	530 万台	36 万通話	約 15 時間
	メール		864 万通	約 40 分

※ 災害時通信における課題と衛星通信技術 —災害対応衛星通信技術検討会報告—(2012 年 7 月)を参考に算出

東海地震時に要求される通信について、利用可能な周波数帯域幅に応じた処理時間を図8に示します。VSAT (Very Small Aperture Terminal) が設置されるまでの平均時間が12時間とされており、その間の地上通信網の支障により地上携帯電話網が利用できない端末からの通信要求に、本システムで応えることが可能です。



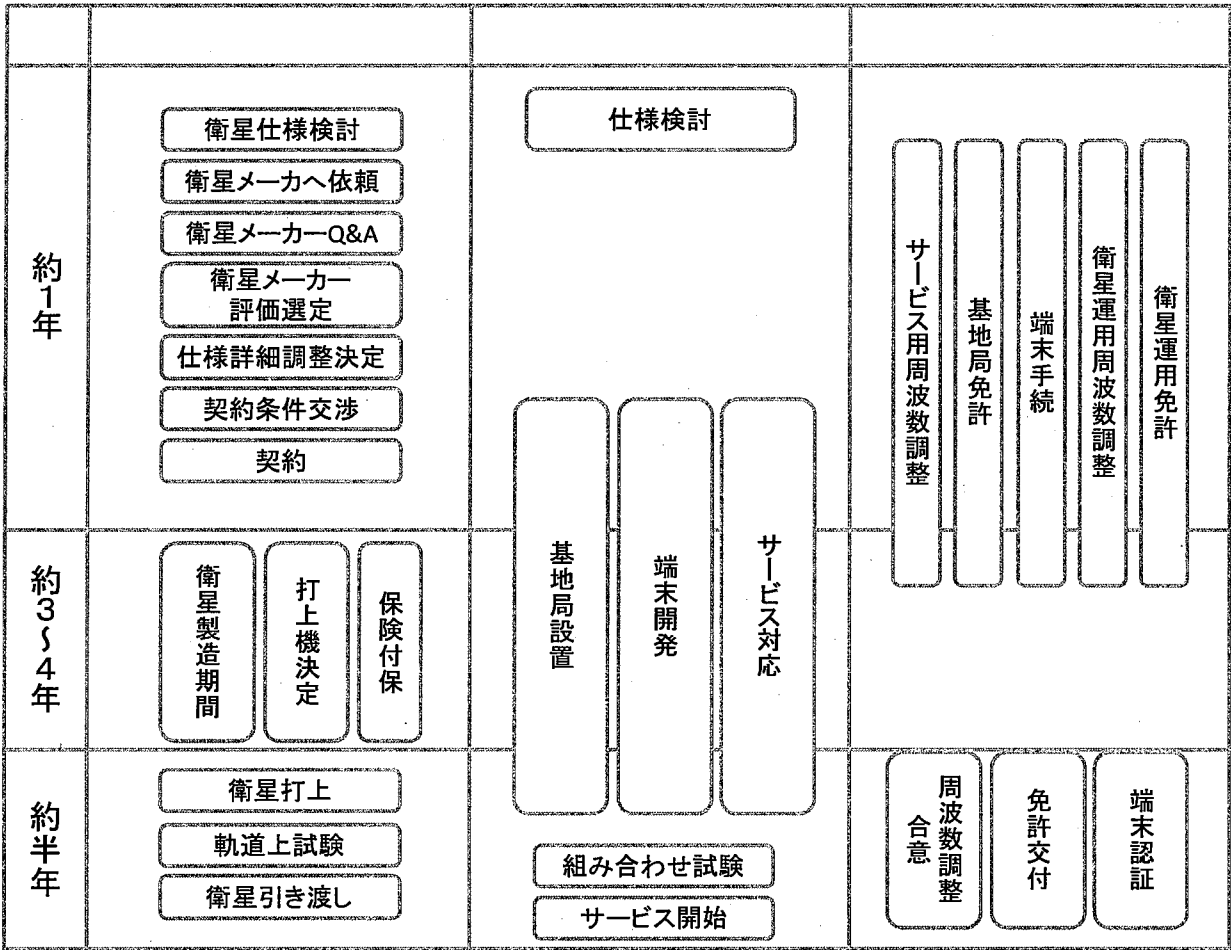
※ VSAT が設置されるまでの平均時間:

「災害時に有効な衛星通信ネットワークの研究開発(1)－研究開発のねらい－」(信学技報 SAT201-48,2013 年 2 月)より抜粋

図8 利用可能な周波数帯域毎の比較

6. スケジュール

上記の技術を用いたサービスの提供を開始するまでのスケジュールは図9に示す通りです。



※ 開発要素等によってはスケジュールが変動することがあります。

図9 スケジュール

7. まとめ

本システムを実現することにより日常利用している端末が衛星としても利用できるようになり、誰でも気軽に使える災害に強い移動衛星通信システムの提供が可能となるとともに、当社の地上通信網の利用者へのサービス提供などで、今までに無い規模の利用者による移動衛星通信システムの利用が想定され、もって国民一人ひとりの安全・安心を確保できるものと考えております。移動衛星通信システムに対し、今までに無い規模の利用者を収容するためには、当該 2GHz 帯(1,980-2,010MHz/2,170-2,200MHz)はまとまって衛星移動用に割り当てることが望ましいと考えます。