平成5年度

電気通信技術審議会答申

諮問第63号

()

「Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの技術的条件」

平成5年6月21日

目 次

		ページ
1	答申書・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1
2	別紙(諮問第63号答申)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
3	電気通信技術審議会Sバンド移動体衛星通信システム委員会報告 ・・・	1 1
1	参考資料 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2 7
-	3 /100 3 3 /100 110 1	

平成5年10月7日 システム委員会事務局 Sバンド移動体衛星通信

Sバンド移動体衛星通信システム委員会報告の正誤について

動体衛星通信システム委員会報告」において、 方よろしくお願い致します。 術的条件」に対する答申書(平成5年6月2 電気通信技術審議会諮問第63号「Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの技 1日)とともに製本されている「Sバンド移 下記のとおり誤りがありましたので、訂正

別表2及び別表3 (2 ်ပာ 26ページ) 中、 浜本直和作業班座長の所属

- (課) 郵政省通信総合研究所宇宙通信部移動体衛星通信研究室長
- (\mathbb{H}) 郵政省通信総合研究所宇宙通信部移動体通信研究室長

電気通信技術審議会委員

会 長 西澤 潤一 東北大	、学学長
---------------	------

委 員 青井 舒一 ㈱東芝代表取締役会長

〃 市原 博 国際電信電話(㈱代表取締役社長

が 稲盛 和夫 第二電電㈱代表取締役会長

// 金岡 幸二 (㈱インテック代表取締役会長兼社長

" 倉内 憲孝 住友電気工業(㈱代表取締役社長

〃 河内山重高 山陽放送㈱代表取締役社長

" 小舘香椎子 日本女子大学理学部教授

が 齊藤 忠夫 東京大学工学部教授

#名 武雄 日本アイ・ビー・エム㈱会長

〃 関澤 義 富士通㈱代表取締役社長

y 関本 忠弘 日本電気(㈱代表取締役社長

" 高橋 寛子 筑波技術短期大学教授

// 徳田 修造 日本衛星放送㈱代表取締役社長

" 長尾 真 京都大学工学部教授

" 中村 好郎 日本放送協会副会長

〃 羽鳥 光俊 東京大学工学部教授

// 宮津純一郎 日本電信電話(㈱代表取締役副社長

″ 森島 展一 日本シティメディア(株)取締役会長

" 安田 靖彦 早稲田大学理工学部教授

郵政大臣 小泉純一郎 殿

電気通信技術審議会 会長 西澤 潤一

答 申 書

本審議会は、諮問第63号「Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの技術的条件」(平成4年9月21日付け郵通技第25号に基づく諮問)の審議を行った結果、別紙のとおり答申します。

別 紙

諮問第63号

「Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの技術的条件」

Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの技術的条件は次のとおりとすることが 適当である。

1 一般的条件

(1) 必要な機能

Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムには、次の機能が必要である。

ア 第一種電気通信事業者が提供する公衆電気通信網と接続可能であること。

イ 陸上及び海上においてサービスが提供できること。

(2) 無線周波数帯

ア フィーダリンク (Cバンド)

陸上の固定地点に開設するフィーダリンク用地球局(以下「基地局」という。) ~衛星間で使用するフィーダリンク用無線周波数帯はCバンド(6 / 4 G H z 帯) であり、上り回線(衛星への送信)として6 G H z 帯、下り回線(衛星からの 受信)として4 G H z 帯が適当である。

イ サービスリンク (Sバンド)

移動する地球局(以下「移動局」という。)~衛星間で使用するサービスリンク用無線周波数帯は、無線通信規則で移動衛星業務(航空移動衛星業務を除く)に分配されているSバンド(2. 6 \angle 2. 5 G H z #)であり、上り回線(衛星への送信)として 2 6 6 0 - 2 6 9 0 M H z # 、下り回線(衛星からの受信)として 2 5 0 5 - 2 5 3 5 5 M H z # が適当である。

(3) キャリア周波数間隔

ア フィーダリンク (Cバンド)

基地局~衛星間で使用するフィーダリンクのキャリア周波数間隔は、12.5 kH2又はその整数倍とすることが望ましい。

イ サービスリンク (Sバンド)

移動局~衛星間で使用するサービスリンクのキャリア周波数間隔は、12.5 kH2又はその整数倍とすることが望ましい。

(4) アクセス方式

デマンドアサイン・FDMA (SCPC) 方式であることが望ましい。

(5) 通信方式

複信方式であることが望ましい。

(6) 変復調方式

 $\pi / 4$ シフトQPSK同期検波方式であることが望ましい。

(7) 伝送速度

伝送速度は、18kh/s以下(音声符号化速度5 6kh/s相当)であること が望ましい。

(8) セキュリティ対策

不正使用を防止するための移動局装置固有の番号の付与、認証手順の適用並びに通 信情報に対する秘匿を必要に応じて講ずることが望ましい。

2 無線設備の技術的条件

2. 1 基地局の設備

2. 1. 1 送信装置

(1) 空中線電力の許容偏差

上限50%、下限50%であること。(無線設備規則第14条に準拠)

(2) 周波数の許容偏差

50×10-6であること。(無線設備規則第5条に準拠)

(3) スプリアス発射の強度

ア 相互変調積以外のスプリアス発射

給電線に供給される周波数毎のスプリアス発射の平均電力は、基本周波数の平 均電力が10W以下の送信設備にあっては、100 μW以下、基本周波数の平均 電力が10Wを超える送信設備にあっては、基本周波数の平均電力より50dB 低く、かつ100mW以下であること。

イ 相互変調積によるスプリアス発射

相互変調積によるスプリアス発射の平均電力は、共通増幅する搬送波のうち、 電力値が最大である搬送波の平均電力から20dB低い値であること。ただし、 スプリアス周波数が宇宙無線通信業務に分配されている周波数帯以外の周波数で あるときは40dB低い値または100 μ Wのいずれか大きい値であること。 (無線設備規則第7条及び昭和62年郵政省告示第950号に準拠)

2. 1. 2 受信装置

(1) 受信装置から副次的に発する電波の限度 4 n W以下であること。 (無線設備規則第24条に準拠)

2. 1. 3 空中線

(1) 空中線の条件

ア 送信空中線の最小仰角

3°以上であること。(電波法施行規則第32条に準拠)

イ 等価等方輻射電力の許容値

仰角 (θ) が 0 度以下の場合

: 40

dBW/4kHz

仰角 (θ) が 0 度を超え 5 度以下の場合: $40+3\theta$ d BW /4kHz

ただし、仰角(θ度)は送信空中線の輻射の中心からみた地表線の仰角とする。

(電波法施行規則第32条の2及び別表第2号の3に準拠)

(2) 放射特件

90%以上のサイドローブを含む指向特性が次式を満足するものであること。

 $G(\phi) = 29 - 25\log\phi \quad (dBi) \quad (1^{\circ} \le \phi \le 20^{\circ})$

 $G(\phi) = -3.5$

[dBi] $(20^{\circ} < \phi \le 26.3^{\circ})$

 $G(\phi) = -10$ [dBi] $(48^{\circ} \le \phi \le 180^{\circ})$

 $G(\phi) = 32 - 25\log\phi \quad (dBi) \quad (26.3^{\circ} < \phi < 48^{\circ})$

φ : アンテナ主ビームからの離角〔度〕

G (φ): 当該方向の絶対利得 [d B i]

(CCIR勧告465-3及び同580-2に準拠)

2.2 移動局の設備

2. 2. 1 送信装置

(1) 空中線電力の許容偏差

上限50%、下限50%であること。(無線設備規則第14条に準拠)

(2) 周波数の許容偏差

 $\pm 1 = 0 \times 10^{-6}$ であること。なお、必要に応じて基地局からの信号により送信 周波数を補正する自動周波数制御装置を具備することが望ましい。

(3) スプリアス発射の強度

基本周波数の平均電力よりも50dB以上低い値であることが望ましい。 (無線設備規則第7条に準拠、CCIR勧告478-3及びCCIR WP8Dの 動向を勘案して算定すべきである)

(4) 占有周波数帯幅の許容値

16kHz以下であること。

(5) 送信機停波電力レベル

基本周波数の平均電力の60dB以下であることが望ましい。

- 7 -

(6) 筐体輻射

25 μW以下であること。

(CCIR勧告478-3に準拠、デジタル方式自動車電話システムと同じ)

2. 2. 2 受信装置

(1) 副次的に発する電波の限度

4 n W以下であること。

(無線設備規則第24条に準拠、デジタル方式自動車電話システムと同じ)

(2) 筐体輻射

f ≤ 1 GHz: 4 n W以下

 $1 \text{ GH z} < f \leq 3 \text{ GH z} : 2 \text{ 0 nW以下}$

(デジタル方式MCAシステム及び簡易型携帯電話 (パーソナル・ハンディーホン)システムの技術的条件に準拠、なお、今後のCCIR及びIECの動向を踏まえて対応することが望ましい)

2. 3. 3 空中線

(1) 偏波

送信及び受信する電波の偏波は右旋円偏波であること。

(無線通信規則第1条第148号の定義による)

3 測定法

デジタル変調の符号化音声伝送用の無線機に関する測定法については、IECで審議中である。従って、その審議状況、従来の国内実績及び諸外国の動向等を考慮し、以下のとおりとするが、今後のIECの審議状況及び国際的な動向を踏まえて対応することが望ましい。

3. 1 送信装置

各変調入力端子(ビット列又は音声)に応じ、標準符号化試験信号(符号長511ビット2値擬似雑音系列)又は標準試験音声信号(CCITT勧告O. 131)を入力信号とすること。

(1) 空中線電力

バースト波(定周期バースト波)にあっては、バースト繰り返し周期よりも十分時定数が大きい電力計で測定し、送信時間率の逆数を乗じてか、又はスペクトルアナライザ(デジタルストレージ型)を用い、サンプリング法によりバースト内の平均電力を求めること。連続波にあってはその平均値を同様にして求めること。

(2) 周波数

平均値(バースト波にあってはバースト内の平均値)を周波数計で測定すること。

(3) スプリアス発射の強度

バースト波にあってはバースト内の平均電力を、連続波にあってはその平均電力をスペクトルアナライザを用い空中線電力と同様にして測定すること。

(4) 占有周波数带幅

規定の設定条件としたスペクトラムアナライザで測定すること。

(5) 送信機停波電力レベル

「空中線電力」の項のスペクトルアナライザを用いる方法によること。

(6) 筐体輻射

電波暗室または地面反射波を抑圧したオープンテストサイトで、半波長ダイポール及び標準信号発生器により置換測定すること。

3. 2 受信装置

9

(1) 副次的に発する電波の限度IEC Pub 489-3 及びそれに準ずる文書によること。

(2) 筐体輻射

IEC Pub. 489-3 及びそれに準ずる文書によること。

3. 3 空中線(基地局)

(1) 空中線の放射指向特性

地面反射波の少ない送受信間距離の十分ある環境で、供試空中線を回転させて測定すること。

電気通信技術審議会

Sバンド移動体衛星通信システム委員会報告

- 11 -

1 審議事項

Sバンド移動体衛星通信システム委員会は、電気通信技術審議会諮問第63号『Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの技術的条件』について審議を行った。

2 委員会、分科会及び作業班の構成

委員会、委員会の下に設置した分科会及び分科会の下に設置した作業班の構成は、別 表のとおりである。

3 審議経過

(1) 第1回委員会(平成4年10月15日)

委員会の運営方法、審議方針及び審議スケジュールを定めた。また、審議の促進を 図るため、分科会を設置することとした。

(2) 第2回委員会(平成5年5月12日)

分科会審議報告に基づき、審議を行った。

なお、本件諮問事項に関する公聴会を予定していたが、意見陳述を希望する旨の申 し出がなかったことから、これを中止した。

(3)第3回委員会(平成5年6月11日) 答申案及び委員会報告を取りまとめた。

4 審議の概要

移動体衛星通信システムについては、インマルサットシステムをはじめとして世界各国で実用化が進んでおり、我が国においても、インマルサット衛星を用いた船舶及び航空機に対する衛星通信サービスが実用化されている。また、本年夏頃にはKuバンドを利用する陸上移動衛星メッセージ通信システムの商用化が予定されている。(参考資料1)

一方、地上系の移動体通信サービスでは、特に自動車・携帯電話の需要が大きく伸びてきているが、そのサービスは、都市部・主要道路等を中心に提供されており、国土の7割弱に当たる山間、へき地等の地域ではほとんどサービスの提供が行われておらず、そのサービスエリアの拡大が望まれている。また、沿岸を航行する船舶から公衆通信を行う沿岸無線電話(船舶電話)についても、船舶関係者からサービスエリアのさらなる拡大が望まれている。(参考資料2)

このような状況を踏まえて、我が国においてSバンド移動体衛星通信システムを導入するために必要な技術的条件について検討を行った。

技術的条件の検討にあたっては、当面、実用化が予定されているN-STAR衛星に 焦点をあて、インマルサットシステム等の移動体衛星通信システムの動向を考慮し、ま た、平成5年から導入が開始された地上系のデジタル方式自動車電話システムとの技術 的共用性を図るとともに海上における移動体衛星通信システムとして地上系の沿岸無線 電話の後継にも利用することを前提とした。

なお、本委員会で検討したシステムパラメータと異なるSバンドを利用した他の移動 体衛星通信システムについては、周波数割当の可能性、技術動向等を勘案して、将来、 必要に応じて別途検討することとした。

各審議結果の概要は以下のとおりである。

4. 1 システムの概要

今回審議したN-STARを用いる移動体衛星通信システムは、①沿岸無線電話サービスのエリア拡充、②自動車電話サービスのエリア補完等を主な目的として、陸上及び海上において移動体通信サービスを提供するものであり、第一種電気通信事業者が提供する公衆電気通信網と接続可能なものとする。

N-STARを用いる国内移動体衛星通信システムの概要を参考資料4に示す。

4. 2 一般的条件

(1) 必要な機能

Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムには、次の機能が必要である。

- ア 第一種電気通信事業者が提供する公衆通信網と接続可能であること
- イ 陸上及び海上においてサービスが提供できること

(2) 無線周波数帯

ア フィーダリンク

基地局~衛星間で使用するフィーダリンク用周波数帯は、Cバンド(6 / 4 G H z 帯)であり、上り回線(衛星への送信)として6 G H z 帯、下り回線(衛星からの受信)として4 G H z 帯が適当である。

N-STARを用いる移動体衛星通信システムでは、上り回線として6345-6425MHz帯、下り回線として4120-4200MHz帯を使用する計画である。

イ サービスリンク

無線通信規則で移動衛星業務(航空移動衛星業務を除く)に分配されているSバンド(2.6/2.5 G H z)の周波数帯(上り2655-2690 M H z、下り2500-2535 M H z)のうち、E T S - VIで使用する予定の周波数帯(2655-2660 M H z / 2500-2505 M H z)を除いた部分の周波数帯(2660-2690 M H z / 2505-2535 M H z)を使用することが適当である。

従って、シンセサイザの構成等を考慮し送受信周波数間隔を一定にする方式の場

合、送受信周波数間隔として、フィーダリンクでは2225MHz、サービスリンクでは155MHzになる。

参考資料5に、N-STARを用いる移動体衛星通信システムにおける具体的な 周波数配置計画を示す。

(3) キャリア周波数間隔

地上系システムとの整合性・技術共用性の観点からは、キャリア周波数間隔が25 kHz、12.5 kHz、6.25 kHzのいずれかであることが望ましい。また、周波数の有効利用を図るとともに、衛星の電力制限、電力増幅器の非線形性、シンセサイザの周波数安定度等を勘案して移動機の小型化・経済化及びシステムコストの低減を図るために、音声通信に関するキャリア周波数間隔は、サービスリンク・フィーダリンクともに12.5 kHzとすることが望ましい。その他については、12.5 kHzの整数倍とすることが望ましい。

更に、衛星内の歪みや他の移動機からの干渉にきめ細かく対処し、将来のチャネル 数の増大や、低速度データ伝送等に対処するために、将来は、より狭いキャリア周波 数間隔を検討することも考えられる。

参考資料6に、N-STARを用いる移動体衛星通信システムにおけるキャリア周波数間隔に関する検討の詳細を示す。

(4) アクセス方式

1 1

アクセス方式としては、FDMA(SCPC)方式とTDMA方式について検討した。周波数利用率の観点からはほとんど差はないが、移動機の小型・経済化の観点から考えると、移動体衛星通信システムのアクセス方式としては、デマンドアサイン・FDMA(SCPC)方式とすることが望ましい。

参考資料 7 に、FDMA(SCPC)方式とTDMA方式の比較に関する検討の詳細を示す。

(5) 通信方式

第一種電気通信事業者のネットワークとの接続を考慮すれば、複信方式であること が望ましいが、同報ファクシミリなどそれ以外の利用形態も考えられる。

(6) 変復調方式

変復調方式については、QPSK、オフセットQPSK、 $\pi/4$ シフトQPSKについて、周波数の有効利用、衛星の電力制限、低利得移動機アンテナを使用した時の低C/N伝搬路における安定動作等の観点から比較検討を行った。

その結果、N-STARを用いる国内移動体衛星通信システムには、 $\pi/4$ シフトQPSK同期検波方式が適しており、製造面においてもデジタル方式自動車電話システムに採用されていることから、変調部についてはその技術を利用できると考えられ、移動機コストの低減にも寄与することが想定される。従って、変復調方式としては、 $\pi/4$ シフトQPSK同期検波方式が望ましい。

参考資料 8 に、π / 4 シフト Q P S K 同期検波方式に関する検討の詳細を示す。

(7) 伝送速度

音声通信については、音声符号化方式の技術動向及びフレーム構成を勘案し、デジタル方式自動車電話システム用ハーフレートCODEC相当(音声符号化速度5.6 kb/s相当)の音声符号化技術を用いることにより、伝送速度は18kb/s以下であることが望ましい。

参考資料 9 にN-STARを用いる移動体衛星通信システムにおけるフレーム構成例に関する検討の詳細を、参考資料 1 0 に音声符号化の技術動向に関する検討の詳細を示す。

なお、将来は、64kb/s等の高速伝送についても、検討する必要があろう。

(8) セキュリティ対策

セキュリティ方式の技術動向及び標準化動向を勘案し、不正使用を防止するための 移動局装置固有の番号の付与、認証手順の適用並びに通信情報に対する秘匿を必要に 応じて講ずることが望ましい。

参考資料11に、セキュリティ方式の技術動向に関する検討の詳細を示す。

4.3 無線設備の技術的条件

4.3.1 人工衛星局の設備

Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの用に供する人工衛星局の無線設備の 技術的条件については、現行の無線通信規則、無線設備規則に準ずるのが適当である。

なお、今回の答申において対象としている人工衛星局であるN-STARについてはその仕様書の中で「衛星の設計は国内外の諸規則に適合すること」と明記しており、基本的に無線通信規則、無線設備規則に適合することとなる。

詳細については、参考資料12に示す。

4. 3. 2 基地局の設備

Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの用に供する基地局の無線設備の技術的条件については、原則として固定衛星業務の地球局に対する電波法令に基づくものとし、以下のとおりとする。該当する電波法令との適合性については参考資料13に詳細を示す。

なお、複数の事業者が異なるシステムを同時に運用する場合については、別途、事業 者間の調整が必要である。

また、以下に挙げる項目以外については、現行無線設備規則に準ずることが適当である。

4.3.2.1 送信装置

(1) 等価等方輻射電力(送信e. i, r. p.)

システム設計の柔軟性の観点から、等価等方輻射電力については特に規定しないことが適当である。

なお、⇒考として、N-STARを用いる移動体衛星通信システムにおける回線設計例を参考資料 14に示す。

(2) 空中線電力の許容偏差

空中線電力の許容偏差は、現行無線設備規則第14条に規定されている470 MH 2 を超える周波数の電波を使用する無線局の送信設備に対する空中線電力の許容偏差のとおり、上限50%、下限50%とすることが適当である。

なお、参考資料 15 に C バンド 100 W クラスの S S P A を使用した衛星通信地球局送信 R F 系の特性例を示す。

(3) 周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、現行無線設備規則第5条に規定されている $2450\,\mathrm{MHz}$ を超え $10500\,\mathrm{MHz}$ 以下の周波数の電波を使用する地球局及び宇宙局の送信設備に対する周波数の許容偏差のとおり、 50×10^{-6} とすることが適当である。

(4) スプリアス発射の強度

1 . 4

6

スプリアス発射の強度は、無線設備規則第7条及び昭和62年郵政省告示第950 号の宇宙無線通信を行う無線局の送信設備のスプリアス発射の強度の許容値に準じ、 以下のとおりとすることが適当である。

ア 相互変調積以外のスプリアス発射

給電線に供給される周波数毎のスプリアス発射の平均電力は、基本周波数の平均電力が10 W以下の送信設備にあっては100 μ W以下、基本周波数の平均電力が 10 Wを超える送信設備にあっては基本周波数の平均電力より 50 d B 低くかっ 100 mW以下であること。

イ 相互変調積によるスプリアス発射

相互変調積によるスプリアス発射の平均電力は、共通増幅する搬送波のうち、電力値が最大である搬送波の平均電力から 20 dB低い値であること。ただし、スプリアス周波数が宇宙無線通信業務に分配されている周波数帯以外の周波数であるときは、40 dB低い値または 100μ Wのいずれか大きい値であること。

4. 3. 2. 2 受信装置

- (1) 受信G/T
- (2) 局部発振器の周波数変動

上記(1)(2)については、基本的に他システムへ干渉を与えるものでないことから、システム設計者の裁量に委ねられるものであり、特に規定しないことが適当である。

(3) 受信装置から副次的に発する電波の限度

副次的に発する電波の限度は、現行無線設備規則第24条に準じ、4nW以下とすることが適当である。

4. 3. 2. 3 空中線

(1) 空中線の条件

空中線の条件は、現行電波法施行規則第32条及び第32条の2に準じ、以下のと おりとすることが適当である。

ア 送信空中線の最小仰角

3°以上であること。

イ 等価等方輻射電力の許容値

仰角(θ)が0度以下の場合

: 4 0 dBW/4kHz

仰角 (θ) が 0 度を超え 5 度以下の場合: $40+3\theta$ d BW /4 k H zただし、仰角(角度)は送信空中線の輻射の中心からみた地表線の仰角とする。

(2) 放射特性

放射特性は、CCIR勧告465-3及び勧告580-2に準じ、90%以上のサ イドローブを含む指向特性が次式を満足することが適当である。

G $(\phi) = 29 - 25 \log \phi$ (dBi) $(1^{\circ} \le \phi \le 20^{\circ})$

 $G(\phi) = -3.5$

(d B i) $(20^{\circ} < \phi \le 26.3^{\circ})$

G $(\phi) = 32 - 25 \log \phi$ (d B i) $(26.3^{\circ} < \phi < 48^{\circ})$

 $G(\phi) = -10$ (dBi) $(48^{\circ} \le \phi \le 180^{\circ})$

φ : アンテナ主ビームからの離角〔度〕

G (φ): 当該方向の絶対利得 [d B i]

なお、軸外輻射電力については、参考資料16に示すようにCCIR勧告を十分満 足することから、特に規定する必要はない。

4. 3. 3 移動局の設備

Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの用に供する移動局の無線設備の技術 的条件については、以下のとおりとする。

また、以下に挙げる項目以外については、現行無線設備規則に準ずることが適当であ る。

4. 3. 3. 1 送信装置

(I) 等価等方輻射電力(送信e. i. r. p.)

システム設計の柔軟性の観点から、等価等方輻射電力(送信e. i. r. p.) については 特に規定しないことが適当である。

なお、参考として、N-STARを用いる移動体衛星通信システム(N-STAR システム)で必要とされる移動局の送信e. i. r. p. について検討する。

N-STARシステムにおける回線設計例を参考資料14に示す。この例では、伝 送速度は12kb/sとした。移動局の送信e.i.r.p.としては、12dBW としており、アンテ ナの利得偏差を3dB とすれば、最大方向における送信e.i.r.p. は15dBW となる。

ただし、一般的条件の記述の中で伝送速度については18kb/s以下としており、上限 値の18kb/sを採用する場合は、伝送速度の比(18kb/s/12kb/s=1.5 倍≒1.7dB) 相 当分をさらに見込み、上限値を17dBW (15dBW+1.7dB≒17dBW) とする必要がある。

また、高周波出力が人体に及ぼす影響については、現在IEEE規格(IEEE C95.1-1991)及び国内外で議論がなされており、これらの動向を充分勘案することが望まし い。インマルサットの船舶地球局では I M O の総会決議A. 698(17)/A. 663(16) に基づ き、DIG (Design Installation Guideline)の中で電力密度が 100W/m²、25W/m²及 で10W/m²となる距離を表示したラベルをレドームに貼付することと規定している。

なお、複数事業者が2660-2690MHzの周波数帯で同時に異なる送信 e.i.r.p. を有する移動局を用いて運用する場合については、別途事業者間で協議する 必要がある。

(2) 空中線電力の許容偏差

空中線電力の許容偏差は、現行無線設備規則第14条の470MHzを超える周波 数の電波を使用する無線局の送信設備に対する空中線電力の許容偏差のとおり、上限 50%、下限50%とすることが適当である。

インマルサットC型の無線設備の技術的条件(平成2年郵政省告示第566号第二 の二の1の(三))では、送信e. i. r. p. の上限、下限を規定しているが、本システムで は(1)のとおり送信e. i. r. p. の絶対値は規定していないので、ここでは現行無線設備規 則第14条に従えば問題ないと思われる。

(3) 周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、 ± 1 . 0×1 0^{-6} とすることが適当である。無線設備規則第 5条別表第1号において 2450MHzを超え10500MHz以下の地球局の許容偏差は50×10-6 としており、上記の値はこれを満足している。

システム設計上、50×10⁻⁶の場合、約130kHz(=2.6GHz×50×10⁻⁶)の周波数変動 となり、12.5kHz 間隔での18kb/s以下の伝送は不可能である。1.0 ×10⁻⁶であれば、 2.6kHzの周波数変動となり、キャリア周波数間隔が実効的に9.9kHz(=12.5kHz-2.6kHz) であると考えられるので、12kb/sの伝送を仮定すると1,2bps/Hz (=12kb/s/9,9kHz) の周波数利用効率となり、隣接チャネル干渉による劣化はそれほど問題とならな い(送信増幅器の非線形特性、隣接チャネルのD/U に依存するが、C/I=20dB程度は実 現可能である)。

また、伝送速度18kb/sの場合には1.8bps/Hz (=18kb/s/9.9kHz)となり、隣接チ ャネル干渉による劣化が厳しくなる(送信増幅器の非線形特性、隣接チャネルのD/U に依存するがC/1=10dB程度に劣化する)が、必要に応じて自動周波数制御装置を具備 すれば1.4bps/Hz (=18kb/s/12.5kHz)となり、干渉特性についても劣化を軽減で きる。

なお、1.0 ×10-6は、参考資料 1 7 に示すように、通常のTCXOで実現できる値 である。

(4) スプリアス発射の強度

給電線に供給される周波数ごとのスプリアス発射の平均電力は、基本周波数の平均 電力よりも50dB以上低い値とすることが望ましい。

無線設備規則第7条では、基本周波数帯が960MHzを超えるものに対しては、基本周

波数の平均電力が10W 以下の送信設備にあっては $100~\mu$ W 以下、基一可波数の平均電力が10W を超える送信設備にあっては基本周波数の平均電力より50dB低く、かつ、100mW 以下である値と規定されている。したがって、10W 以下の場合には相対的なスプリアスレベルの規定は緩くなり、例えば1W の場合には40dBとなる。

ここで、帯域30MHz/++リ7周波数間隔12.5kHz=2400ch (=34dB)であることから、最悪の場合にある特定のチャネルにスプリアスが集中したとすると、スプリアスレベルが基本周波数の平均電力より50dB低い場合にはC/I=40-34=6dB となり、参考資料 1 4 に示した回線設計例より、相対レベルが50dB低ければこれによる劣化はマージン内で吸収されるが、40dBの場合には所要値を満足できない。

また、デジタル方式自動車電話システムではCCIR勧告 4.78-3 に従い、60dB 以上低いかまたは $2.5~\mu$ W 以下であることとしているが、衛星方式では見通し内の直接波の受信が前提となり、希望波と妨害波とのレベル差はライスフェージング、衛星アンテナ利得偏差を考慮しても6dB 程度であり、一般にフェージングによるレベル変動が60dBと言われる地上方式ほど伝搬条件が厳しくないことから、装置の設計・製造上の制約が緩和されることを考慮してここでは50dBという規定が望ましいと考えられる。

なお、CCIR WP8Dでもスプリアス発射強度の勧告化に向けた検討が進められているので、その動向も勘案することが望ましいと考えられる。

(5) 占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅の許容値は、使用する変調方式による送信スペクトルの帯域特性を 考慮し、16kHz以下とすることが適当である。

一般的条件で規定した伝送速度の上限18kb/sの場合が最も条件としては厳しく、この場合、帯域制限を1-kt7 率 $\alpha=0.5$ 、送信電力増幅器として線形増幅器を採用すれば占有周波数帯幅を16kHz 以下とすることは可能であり、(占有周波数帯幅/シンホルレート=1.8(1.5+7-ウン20%、ただし $\pi/4$ シフト QPSKに線形増幅器を採用した場合))問題ないと思われる。参考資料 1.8 に送信スペクトル例を示す。

(6) 隣接チャネル漏洩電力

隣接チャネル漏洩電力は、移動体衛星通信の伝搬条件等を考慮し、特に規定しないことが適当である。

隣接チャネル干渉については、移動体衛星通信の伝搬が見通し内の直接波の受信が前提となり、希望波と妨害波とのレベル差はライスフェージング、衛星アンテナ利得偏差を考慮しても6dB程度であり、一般にフェージングによるレベル変動が60dBといわれる地上ほど伝搬条件が厳しくないことから、占有周波数帯幅の規定で十分である。隣接チャネル漏洩電力についての検討の詳細を参考資料 19に示す。

(7) 送信機停波電力レベル

送信機停波電力レベルは、他の移動局の通信に干渉を与えることから、また、装置の設計・製造にあたって送信停止時の規定を明確にするために、規定する必要がある。

そこで、,ジタル方式自動車電話システムの規定を勘案し、基本周波数の平均電力の 6 0 d B以下とすることが望ましい。

(8) 筐体輻射

筐体輻射は、CCIR勧告 4.7.8-4 及びデジタル方式自動車電話システムの規定を考慮し、 $2.5~\mu$ W以下とすることが適当である。

4. 3. 3. 2 受信装置

- (1) 受信G/T
- (2) 誤り率特性
- (3) スプリアスレスポンス
- (4) 隣接チャネル選択度
- (5) 相互変調特性

上記(1)(2)(3)(4)(5)の受信特性については、基本的に、他システムへ干渉を与えるものでないことから、システム設計者の裁量に委ねられるものであり、特に規定しないことが適当である。

なお、将来的に他システムとの調整が必要となった場合、システムの耐干渉特性を示す指標となるものとして、参考値を記述しておくことは有効であるとの立場から、N-STARシステムでのシステム設計例を参考資料 2 0 に示すこととする。

(6) 副次的に発する電波の限度

副次的に発する電波の限度は、現行無線設備規則第24条に準じ、4nW以下とすることが適当である。

(7) 筐体輻射

筐体輻射は、デジタル方式自動車電話システムの技術的条件では1000MHz 以上の筐体輻射については、数値が規定されていないことから、デジタル方式MCAシステム及び簡易型携帯電話(パーソナル・ハンディーホン)システムの技術的条件に準じ、以下のとおりとすることが適当である。

f ≤ 1 G H z : 4 n W以下

1 GH z < f ≤ 3 GH z : 2 0 n W以下

なお、今後のCCIR及びIECの動向を踏まえて対応することが望ましい。また、 参考資料21に現行の沿岸無線電話の筺体輻射の実測例を示す。

4. 3. 3. 3 空中線

(1) 空中線の条件

空中線の条件は、装置の設計自由度を確保するため、特に規定しないことが適当である。

(2) 放射特性

放射特性は、CCIRにおいても低・中利得用移動局アンテナの参照放射特性につ

いては勧告化がなされていない状況にあるため、特に規定しないことが適当である。

(3) 偏波

送信及び受信する電波の偏波は、無線通信規則第1条第148号の定義により、右 旋円偏波とすることが適当である。

4. 4 測定法

デジタル変調の符号化音声伝送用の無線機に関する測定法については、IECで審議中である。従って、その審議状況、従来の国内実績及び諸外国の動向等を考慮し、以下のとおりとするが、今後のIECの審議状況及び国際的な動向を踏まえて対応することが望ましい。

4. 4. 1 送信装置

送信装置の測定法としては、各変調入力端子(ビット列又は音声)に応じ、標準符号 化試験信号(符号長511ビット2値擬似雑音系列)又は標準試験音声信号(CCIT T勧告O. 131)を入力信号として、以下のとおりとすることが適当である。

(1) 空中線電力

バースト波(定周期バースト波)にあっては、時定数がバースト繰り返し周期よりも十分大きい電力計で測定し、送信時間率の逆数を乗じてバースト内の平均電力を求める。または、スペクトルアナライザ(デジタルストレージ型)を用い、周波数掃引を止め、分解能帯域幅を占有周波数帯幅の規格値以上としバースト波形を記録し、バースト内の平均電力を求める。

連続波の場合は、その平均電力を同様にして求める。 (連続波に関しては、IEC SC 12F(S) 143 に準拠;デジタル方式自動車電話システムと同じ)

(2) 周波数

バースト波にあってはバースト内の平均値を、連続波にあってはその平均値を規格の10分の1以下の確度の周波数計で測定する。(IEC Pub. 489-27 節に準拠;デジタル方式自動車電話システムと同じ)

(3) スプリアス発射の強度

バースト波にあってはバースト内の平均電力を、連続波にあってはその平均電力をスペクトルアナライザを用い空中線電力と同様にして測定する。 (IEC SC 12F(S) 143 に準拠; デジタル方式自動車電話システムと同じ)

(4) 占有周波数带幅

スペクトルアナライザの分解能周波数帯域幅及びビデオ帯域幅を占有周波数帯幅の 規格値の 3%以下、掃引幅を規格値の $2\sim3.5$ 倍とし、バースト波にあっては掃引速度を1 サンプル点当たり 1 個以上のバーストが入るようにした条件で、連続波にあっては振幅の平均操作を5 回以上として測定する。(デジタル方式自動車電話システム

と同じ)

(5) 送信機停波電力レベル

「空中線電力」の項のスペクトルアナライザを用いる方法による。 (デジタル方式 自動車電話システムと同じ)

(6) 筐体輻射

電波暗室または地面反射波を抑圧したオープンテストサイトで、半波長ダイポール及び標準信号発生器により置換測定する。測定アンテナは指向性アンテナとする。 (IEC Pub. 489-1附属書草案準拠;簡易型携帯電話 (パー)ナル・ハンディーホン)システムと同じ)

4. 4. 2 受信装置

(1) 副次的に発する電波の限度

選択電圧計を擬似空中線を使用して空中線端子に接続して測定する。(IEC Pub. 489-3 19節に準拠; デジタル方式自動車電話システムと同じ)

(2) 筐体輻射

電波暗室または地面反射波を抑圧したオープンテストサイトで、半波長ダイポール及び標準信号発生器により置換測定する。測定アンテナは指向性アンテナとする。 (IEC Pub. 489-1附属書草案準拠;簡易型携帯電話 (パー)ナル・ハンディーよン)システムと同じ)

4. 4. 3 空中線

(1) 空中線の放射指向特性

基地局の空中線の放射指向特性の測定法については、地面反射波の少ない送受信間 距離の十分ある環境で、供試空中線を回転させて測定する。(陸上移動衛星メッセー ジ通信システムと同じ)

なお、移動局の空中線の放射指向特性の技術的条件は特に規定していないが、測定 法としては、上記の基地局に対する測定法と同様にして測定することができる。

5 審議結果

Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの技術的条件について審議を行い、答申案を取りまとめた。

なお、一般的条件で規定した要件以外を有する他の移動体衛星通信システムに関して は、別途検討することとした。 0.1

(敬称略)

区分	氏	名	所 属	備考	
専門委員	高畑	文雄	早稲田大学理工学部教授	委 員:	長
"	飯田	尚志	郵政省通信総合研究所宇宙通信部長	分科会主	Œ.
"	入江	俊昭	日本モトローラ株式会社代表取締役会長		
"	大友	恕	社団法人日本船主協会海務部審議役	第2回ま	で
"	奥田	友彌	株式会社東芝常任顧問		
"	片山	修二.	日本電信電話株式会社 電話サービス推進本部電波部長		
"	金田	秀夫	第二電電株式会社取締役副社長		
"	川田	隆資	松下通信工業株式会社 専務取締役情報通信事業本部長		
"	倉本	實	NTT移動通信網株式会社取締役研究開発部長		
"	小林	也埃	海上保安庁装備技術部通信課長		
"	小林	陽一	社団法人全国陸上無線協会専務理事		
"	小室	圭五	三菱電機株式会社 情報通信システム事業本部顧問		
"	島山	博明	日本電気株式会社取締役		
"	志水	清美	アンリツ株式会社取締役・無線機事業部長		
"	神宮司	司 順	冲電気工業株式会社専務取締役	第2回ま	で
"	高橋	節治	通信機械工業会専務理事		
"	辻村	省治	日本無線株式会社常務取締役三鷹製作所副所長		
"	坪内	重夫	社団法人日本船主協会海務部調査役	第3回か	ら
//	長谷川	徹	社団法人無線設備検査検定協会専務理事		
"	西澤	定律	沖電気工業株式会社常務取締役	第3回か	ら
"	平田	康夫	国際電信電話株式会社 ネットワーク開発本部開発部長		
"	福富和	豊治郎	株式会社日立製作所専務取締役		
<i>"</i>	藤崎	道雄	富士通株式会社取締役		
"	古川	弘志	財団法人電波システム開発センター専務理事		
事務局			郵政省電気通信局電波部航空海上課 移動通信課		

「Sバンド移動体衛星通信システム分科会」の構成

(敬称略)

区分	į	モ 名	所 属	備	考
専門委員	飯	日 尚志	郵政省通信総合研究所宇宙通信部長	主	任
"	平	日 康夫	国際電信電話株式会社 ネットワーク開発本部開発部長		
調査研究	貝浜	直和	郵政省通信総合研究所 宇宙通信部移動体衛星通信研究室長	作業項第2回	
"	青	大伸一郎	富士通株式会社 無線衛星事業部第一無線衛星技術部長		
"	荒	丰 誠	株式会社ツーカーセルラー東京第1技術部次長		
"	伊藤	集 信一	日本モトローラ株式会社技師長		
"	大	柒 珠介	日本移動通信株式会社技術企画部長		
"	越	事 準一	日本無線株式会社 技術第4部移動通信機3課課長代理		
. #	片间	日志津雄	第二電電株式会社 取締役移動体通信事業本部企画部長		
"	川魚	化 武則	株式会社日立製作所 宇宙技術推進本部主管技師長		
"	菊	‡ 勉	財団法人無線設備検査検定協会企画調査部長		
"	五	‡ 朗	沖電気工業株式会社公共システム事業本部 公共情報システム事業部技術部担当部長		
"	酒旬] 一成	NTT移動通信網株式会社電波部長		
"	佐郎	秦健 二郎	日本電信電話株式会社電話サービス事業本部 電波部電波統括部長		
"	武	5 伊嗣	株式会社東芝 日野工場通信システム技術第1部主幹		
"	田中	Þ 慶次	松下通信工業株式会社 情報通信事業本部事業企画室部長		
"	土名) 牧夫	三菱電機株式会社 通信機製作所衛星通信部システム第四課主幹		
"	寺師	奇 義孝	海上保安庁装備技術部通信課補佐官		
"	富田	日 龍吉	アンリツ株式会社無線機事業部技術部第4課長		
"	新紅	引 弘久	株式会社東京デジタルホン 無線ネットワーク部課長代理		
"	藤	丰 章	日本電気株式会社 マイクロ波衛星通信事業部主席技師長		
"	若具	正義	財団法人電波システム開発センター常務理事		
事務り	티	*	郵政省電気通信局電波部航空海上課		
			移動通信課		

「Sバンド移動体衛星通信システム作業班」の構成

(敬称略)

	_						
D	₹	分	氏	名	所属	備	考
E	Ē	長	浜本	直和	郵政省通信総合研究所 宇宙通信部移動体衛星通信研究室長		
			青木化	中一郎	富士通株式会社無線衛星事業部第一無線衛星技術部長		
			荒井	誠	株式会社ツーカーセルラー東京第1技術部次長		
			神中	秀夫	第二電電株式会社移動体通信事業本部 デジタル技術開発室担当部長		
			越智	進一	日本無線株式会社 技術第4部移動通信機3課課長代理		
			佐藤	広明	株式会社東芝日野工場通信システム技術第一部 衛星通信システム技術第一担当主務		
			酒匂	一成	NTT移動通信網株式会社電波部長		
			佐藤	建二郎	日本電信電話株式会社電話サービス事業本部 電波部電波統括部長		
			滝澤	癝	財団法人電波システム開発センター 移動通信研究開発部主任研究員		
			土谷	牧夫	三菱電機株式会社 通信機製作所衛星通信部システム第四課主幹		
			富田	龍吉	アンリツ株式会社無線機事業部技術部第4課長		
			藤井	章	日本電気株式会社 マイクロ波衛星通信事業部主席技師長		
			堀部	晃二郎	国際電信電話株式会社事業開発本部 移動体通信グループリーダー補佐		
事	務	局			郵政省電気通信局電波部航空海上課 移動通信課		
L			i				

参考資料

		ページ
参考資料 1	移動体衛星通信システムの諸外国の動向 ・・・・・・・・・・	2 9
参考資料 2	我が国における移動体衛星通信の需要動向 ・・・・・・・・・・	3 0
参考資料 3	移動体衛星通信で利用される周波数の分配の動向 ・・・・・・・	3 4
参考資料 4	N-STARを用いる移動体衛星通信システムの概要・・・・・・	3 6
参考資料 5	N-STARでの具体的な周波数配置計画・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4 3
参考資料 6	N-STARシステムにおけるキャリア周波数間隔 ・・・・・・	4 4
参考資料 7	FDMA(SCPC)方式とTDMA方式の比較 ・・・・・・・	4 6
参考資料 8	$\pi/4$ シフトQPSK同期検波について ・・・・・・・・・・・	4 9
参考資料 9	N-STARシステムにおけるフレーム構成例について ・・・・・	5 1
参考資料10	音声符号化方式の技術動向について ・・・・・・・・・・・・	5 2
参考資料11	セキュリティ方式の技術動向について ・・・・・・・・・・・	5 6
参考資料12	N-STARの無線通信規則と無線設備規則に対する適合性について	5 8
参考資料13	Cバンド基地局の電波法令関連項目に対する適合性について ・・・	5 9
参考資料14	Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの回線設計例 ・・・	6 0
参考資料15	Cバンド100WクラスSSPA特性例 ・・・・・・・・・・・	6 1
参考資料16	基地局設備の軸外輻射電力について ・・・・・・・・・・・・	6 2
参考資料17	TCX〇特性例及び長期周波数偏差データ・・・・・・・・・・	6 3
参考資料18	π/4シフトQPSKスペクトラム例 ・・・・・・・・・・・	6 4
参考資料19	移動局の隣接チャネル漏洩電力について・・・・・・・・・・・	6 5
参考資料20	N-STARシステムにおける移動局の受信特性について ···・	6 6
参考資料21	沿岸無線電話の移動局の筐体輻射特性例 ・・・・・・・・・・	6 7

移動体衛星通信システムの諸外国の動向

システム名 (運営国)	周波数带	変調方式/音声符号化方式/速度	アクセス方式
・インマルサットA (インマルサット)	1.6/1.5GHz	電話:周波数変調/ - / - / - / 50bps	S C P C T D M A
・インマルサットC (インマルサット)	1.6/1.5GHz	-7-9: BPSK∕—∕600•1200bps	TDMA
・インマルサットB (インマルサット)	1.6/1.5GHz	電話: O-QPSK/APC-MLQ/16kbps テレックス及び低速データ:	SCPC
		0-QPSK/一/300bps以下 高速データ: 0-QPSK/一/9600bps	TDMA SCPC
・インマルサットM(インマルサット)	1.6/1.5GHz	電話: O-QPSK/IMBE/6400bps データ: O-QPSK/一/2400bps	S C P C S C P C
•MSAT (カナダ) •AMSC (7メリカ)	1.6/1.5GHz	電話: O-QPSK/IMBE/6400bpsp データ: O-QPSK/-/2400~4800bps	S C P C S C P C
•OPTUS (オーストラリア)	1.6/1.5GHz	電話: π/4シフトQPSK/IMBE/6400bps	SCPC
・陸上移動衛星メッセーシ 通信システム[0mniTRACS] (アメリカ、欧州、日本)	14/12GHz	7#ワードリンク: BPSK/4960bpsまたは QPSK/14.88kbps リターンリンク: MSK-FH/55.1・165.4bps	T D M SSMA

(注) BPSK: Binary Phase Shift Keying

QPSK: Quadrature Phase Shift Keying

O-QPSK: Offset-QPSK

MSK: Minimum Shift Keying

FH: Frequency Hopping

APC-MLQ:Adaptive Predictive Coding-Maximum Likelihood Quantization

IMBE: Improved Multi-Band Excitation SCPC: Single Channel Per Carrier

TDMA: Time Division Multiple Access

TDM: Time Division Multiplex

SSMA: Spread Spectrum Multiple Access

() (

我 が 国 に お け る 移 動 体 衛 星 通 信 の 需 要 動 向 (『実用移動体衛星通信の導入に関する調査研究報告書』(平成3年5月)より)

衛星を用いた移動体通信については、当面の通信衛星の性能を考慮すると、ビル影、ビル内等での通信は困難であること、パワーリミットな領域での使用(通信に使用できる電力に制限があること)が想定される等から、比較的低速なデジタル伝送が実現するものと考えられる。具体的な需要としては、

- ①自動車・携帯電話サービスのグレードアップ
- ②船舶電話サービスの日本近海でのエリア拡充
- ③地上系の通信手段が全く無い場所での利用

等が中心であると考えられる。

移動体衛星通信の需要見通しについては、利用料金、サービス提供条件等によって左右されるが、一定の前提及び地上系サービスの現状に基づき、おおよその見通しを得ることとする。また、所要の周波数帯域幅について試算が可能なものについてはその結果を示している。

1 陸上における需要動向

1. 1 移動電話システム

(1) 地上系自動車電話(車載利用)の需要予測数

移動体衛星通信用地球局としては、陸上においては当面は車載型が中心と考えられるところから、自動車電話(車載利用)の需要を「デジタル方式自動車電話システムに関する調査報告書(1990年3月)」に基づき推定する。

同報告書では、自動車電話(車載利用及び携帯利用)の需要予測として、2000年において我が国全体で少なくとも800万加入の普及が見込まれるとしているところから、一層の料金の低下、端末の小型化などを考慮して25%増の約1.000万加入を予測値とする。自動車電話のうち車載利用のものは、現時点で全体のおよそ2分の1であり、この割合は下降傾向にある。そこで、2000年における車載利用の

割合が全体のおよそ 3分の 1 と見込むと約 300万加入となる。車載利用の割合が年々下がるとしても年率 10数%の伸びは想定されるところから、 2005年における自動車電話(車載利用)の需要は約 500万加入と予想される。

(2) アンケート調査結果

1985年に行われた自動車電話利用者へのアンケート調査(NTT調べ)のうち 移動体衛星通信に関する部分は次のとおりである。

①衛星サービスは大いに役立つ・・・・・ 7 3.9 % その内 ②エリア内でもしばしば不便を感じる・・・・・ 2 7.9 % ③料金が多少高くても(2倍程度)利用する・・・・ 5 1.5 %

この結果から、自動車電話利用者のうち衛星を利用したいと要望する比率は、①~ ③の積から約10%と推定される

(3) 陸上における移動体衛星通信(電話)の推定需要

上記(1)及び(2)の結果に実際の需要となる顕在化率を乗ずることにより、2005年頃の需要が求められる。全くの新規サービスであり、顕在化率を2%とすると、

顕在化推定需要 = 約500万台×10%×2% = 約1万加入

(4) 所要帯域幅

国内システムとしての需要規模(3)から約1万加入(2005年)と想定し、その呼率を現状の自動車電話サービスでの実績を基に約0.01erlとすると、所要チャネル数は約100チャネルとなる。

また、チャネル当たりの周波数帯域を、自動車電話サービスよりも高度なサービス (例えば 1.6 k b p s 程度のベアラサービス等)が行われることを想定するとともに、現在の技術レベルを考慮して 5.0 k H z / CHとすると、所要帯域幅は 5.0 M H z 程度となる。この値については、今後の技術動向等を踏まえ、適時見直していく必要がある。

1. 2 メッセージ通信システム

(省略)

2 海上における需要動向

2. 1 国内システム

(1) 需要動向

現在、我が国において船舶を対象に提供されている電話サービスのうち主なものは 沿岸無線電話(船舶電話)サービスである。海上における移動体衛星通信サービスは、 広い海域を一様にカバーできることから、現在の地上系システムによるサービスの日 本近海のサービスエリアを拡充しその利用者を包含するような形で発展していくもの と考えると、船舶電話サービスの加入者数を基礎として需要動向を推定することがで きる。

最近の船舶電話サービスの加入者数の推移を見ると、ここ10年間の加入者数の年間伸び率は約5%である。この増加率をもとに国内衛星システムの加入者数を推定すると図2.1のようになり、2005年初め頃で3~3.5万の加入者が見込まれる。

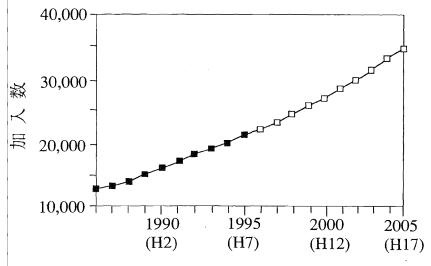


図2.1 海上における国内衛星通信の需要動向

(2) 所要市域幅

国内システムとしての需要規模を約3.5万加入(2005年)と想定し、その呼率を現状の海上通信サービスでの実績を基に約0.03erlとすると、所要チャネル数は約1,000チャネルとなる。また、チャネル当たりの周波数帯域を、現状の技術レベル及び衛星システムはパワーリミットな領域での通信であること等を考慮して25kHz/CHとすると、所要帯域幅は25MHz程度となる。この値については、今後の技術動向等を踏まえ、適時見直しが必要である。

2. 2 国際システム

(省略)

1

移動体衛星通信で利用される周波数の分配の動向(第三地域)

- 1 Lバンド (1.6/1.5GHz帯)
- (1) WARC-Mob87における分配状況

	1626.	5 163	1.5 163	34.5	1645.5 16	46. 5	1656.5	1660	.5 [MHz]
宇宙 ① 地球		MMSS 1mss	MMSS LMSS	MMSS 1mss	MSS (DS)	AMS(R)S	LMS	S*1	
		15	530 <u>1</u> 53	3	1544 15	45	1555	155	9_[MHz]
宇宙 ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・			MMSS LMSS	MMSS lmss	MSS (DS)	AMS(R)S	LMS	S*1	

(2) WARC-92における分配状況

(下線を付したものが追加または変更。1993年10月12日発効。)

	1626.5	163	1.5	1634.5	164	5. 5	1646.5	1649.5	165	6.5	1660.5	[MHz]
宇宙	_MS	<u>s</u>	MMS LMS	SS M		MS (D	S / S) /	AMS(R)S		LMSS*	• 1	_

	1525	1530	1533	1544	1545	1548	1555	1559	[MHz]
宇宙 ↓ 地球		<u>MSS</u> N	AMSS MA AMSS In	198 M	SS)S)	AMS(R)	S LMS	55*1	

[凡例]

MSS:移動衛星業務

大文字(例:LMSS) は一次業務

MMSS:海上移動衛星業務

小文字(例:lmss)は二次業務

AMS(R)S: 航空移動衛星(R)業務

* 船舶及び航空機からもアクセス

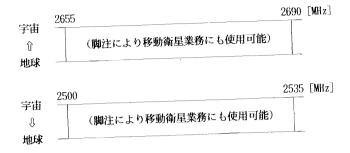
LMSS:陸上移動衛星業務

可能な周波数帯

(DS): 遭難・安全通信に限る

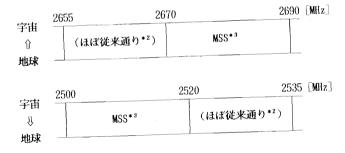
網掛け部分はインマルサット(第二世代衛星)が既に使用している周波数帯

- 2 Sバンド (2.6/2.5GHz帯)
- (1) WARC-79における分配状況 (Mob87まで変更なし)



《脚注の要旨》

- ① 航空移動衛星業務を除く移動衛星業務に使用可能。
- ② 国境内の運用に限定される。
- ③ 無線通信規則第14条の手続による他の主管庁の同意を前提とする。
- ④ 第三地域に限る。
- (2) WARC-92における分配状況



- *2上の①~③の条件により使用可能。
- *32005年1月1日から一次業務として使用可能。それまでは*2と同じ条件で使用可能。
- 3 その他、WARC 9 2 による1.6/2.4GHz帯の追加分配

宇宙	1613. 8 1626. 5	2483.5 2500 [MHz]	字宙	1610 1626.5 [MHz]
地球	mss	MSS	û 地球	MSS

N-STARを用いる移動体衛星通信システムの_{収金}

1 システムイメージ

N-STARを用いる国内移動体衛星通信システムにおいては、沿岸無線電話サービスの継承・エリア拡大並びに自動車電話サービスのエリア補完等を主な目的として、陸上及び海上において移動体通信サービスを提供するものである。システムイメージは別紙1に示すとおりである。

なお、海上における現行沿岸無線電話の非常時の連絡体制(海上保安庁への通報)は、N-STARを用いる移動体衛星通信システムでも継承されることが適当である。

2 N-STAR衛星の主な諸元

N-STAR衛星の主な諸元は、別紙2に示すとおりである。

3 N-STARを用いる移動体衛星通信システムの構成案

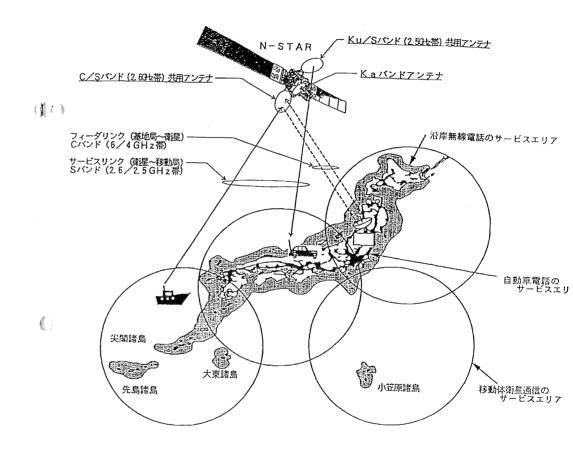
N-STARを用いる移動体衛星通信システムのネットワーク構成は、別紙3に示す とおり現行の移動通信システムと同様の構成である。

陸上においては、別紙4に示すように衛星/セルラ共通方式を採用することが想定される。すなわち、セルラエリア内では地上系に優先的に接続し、セルラエリア外でのみ衛星系に接続する方式である。

4 N-STAR衛星における中継器構成とビームカバレッジ

N-STAR衛星におけるマルチポート中継器の構成とビームカバレッジは別紙 5 に示すとおりであり、マルチポート中継器の原理は別紙 6 に示すとおりである。

N-STARを用いる移動体衛星通信のシステムイメージ



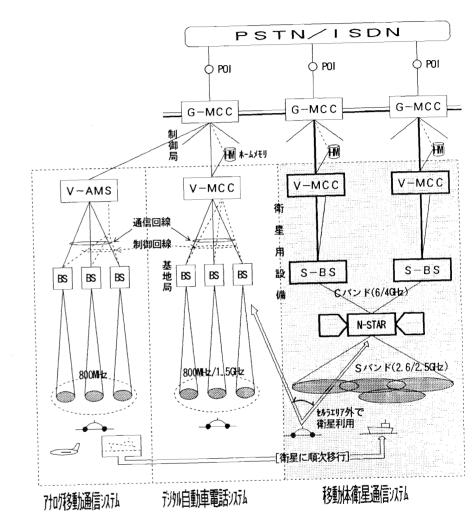
(

(()

N-STAR衛星の主な諸元 -

項 目	諸 元	備考
軌道位置	東経132度 (N-STAR a) 東経136度 (N-STAR b)	CS — 3 a と同一 CS — 3 b と同一
衛星打ち上げ時期	平成 7 年春 (N - S T A R a) 平成 7 年夏 (N - S T A R b)	
寿命	1 0 年以上	
ミッション機器重量	約500kg	
ミッション機器電力	約3,500kW	
ト Kaバンド	固定通信用 11本	30/20GHz帯
ン Kuバンド	固定通信用 8本	14/12GHz帯
ポ Cバンド ン ダ	固定通信(離島通信)用 5本 移動体通信用フィータリンク 1本	6/4GHz帯
数 Sバンド	移動体通信用サー-ヒスリンク 1本	2. 6/2. 5GHz帯

N-STARを用いる移動体衛星通信システムの構成案



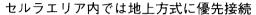
PSTN: Public Switched Telephone Network ISDN: Integrated Services Digital Network

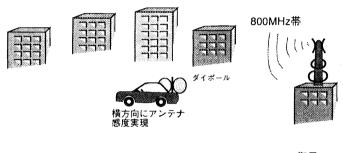
POI : Point Of Interface
BS : Base Station
S-BS : Satellite Base Station

_ 39 _

N-STARの移動体衛星通信用 中継器構成とビームカバレッジ

衛星/セルラ共通方式の考え方

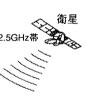




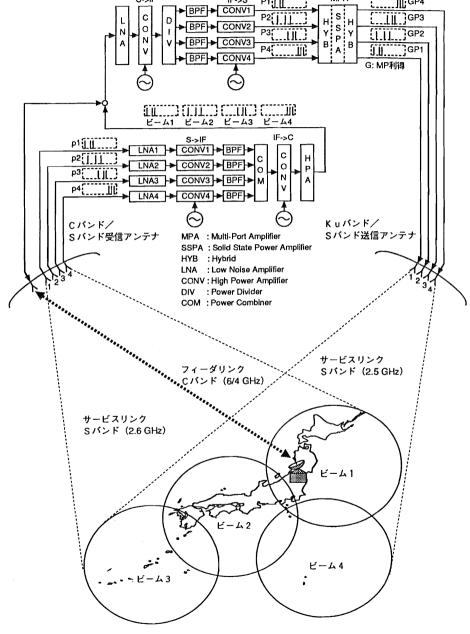
セルラエリア外でのみ衛星方式に接続 (地上方式の電波が見つけられないとき 衛星に切替え)



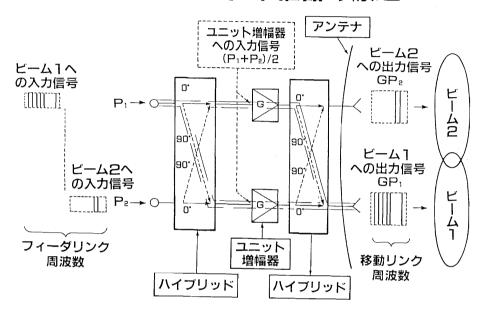






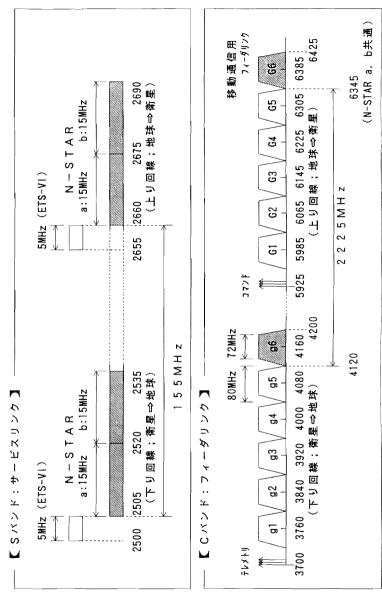


マルチポート中継器の原理



画 111111 刪 開 数 な周波 的 # 歐 6 α \triangleleft S

(1)



N-STARシステムにおけるキャリア周波数間隔

1 まえがき

地上系移動通信においては、移動機の小型化・経済化とともに、有限のリソースである 周波数の有効利用が重要な課題である。そのために、狭帯域変復調技術、狭帯域音声符号 化技術の開発が盛んに行われている。移動体衛星通信においては、これらの要求条件に加 え、更に、厳しい衛星電力制限の下で収容回線数の増大を図り、回線コストの低減を図る ことが必要である。このような観点から、移動体衛星通信に必要な伝送帯域及びキャリア 周波数間隔について検討する。

2 地上系移動通信システムとの共用性

地上系システムとの整合、技術共用の観点からは、キャリア周波数間隔が、25kHz、12.5kHz、6.25kHzのいずれかであることが望ましい。

3 復調器の低C/N動作特性

移動機アンテナが低利得、無追尾ないし簡易追尾である場合、衛星電力の有効利用を図る方法として、強力な誤り訂正を用いることが有効である。

この場合、低 C / Nで安定に動作する高性能な復調器の開発が重要な課題である。これまでに、 E b / N o = 0 d B でも安定に動作するものが報告されており $^{(1)}$ $^{(2)}$ 、伝送系の固定劣化量を 2 \sim 3 d B 程度見込んでも E b / N o = 3 d B 程度で充分動作できるものと考えられる。

4 所要伝送帯域

デジタル方式自動車電話システムのハーフレートCODECを使用する場合の伝送路に誤り訂正を行った場合の回線数(誤り訂正無しの場合を1として正規化)と誤り訂正符号 化率との関係を図1に示す。この図から分かるように、復調器の所要Eb/Noが3dB以上で動作することを保証すると、符号化率2/3のところで、最大の回線数を得ることが可能である。なお、フレーム構成としては、財団法人電波システム開発センターで標準 化されたデジタル方式自動車電話システムのフレーム構成を参考とし(参考資料9参照)、伝送速度は約12kb/5 である。

5 キャリア周波数間隔

伝送速度を12kb/sとした場合の所要キャリア周波数間隔は、変復調方式($\pi/4$ シフトQPSK)、電力増幅器の非線形性及びシンセサイザの周波数安定度等を考慮し、1b/s/Hz程度が妥当であると考えられる。更に、地上系システムとの技術共用性等も勘案すると、12.5kHz間隔が妥当であると考えられる。

6 まとこ

以上の観点から、N-STARシステムでは、++リア周波数間隔を 1.2.5kHzと することが妥当であると考えられる。

なお、衛星内の歪みや他の移動機からの干渉にきめ細かく対処し、将来のチャネル数の 増大や、低速度データ伝送等に対処するために、将来は、6.25kHzや2.5kHz のような狭いキャリア周波数間隔を検討することも考えられる。

[参考文献]

- (1) J. Namiki, et al.: "OdB Eb/No Burst Mode SCPC Modem with High Coding Gain FEC" ICC' 86, 56,4 (1986)
- (2) 土肥, 上田:" ライスフェージング伝搬路用ディジタル処理形検波前信号合成回路" 1992年秋季信学全大、B-267(1992)

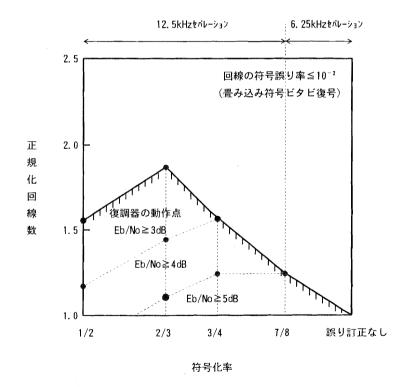


図1 誤り訂正の符号化率と正規化回線数

.

FDMA (SCPC) 方式とTDMA方式の比較

1 まえがき

FDMA(SCPC)方式とTDMA方式について、システムの経済性と周波数利用率の観点から比較検討する。

2 伝送速度と移動機の経済性

SCPCとTDMAの主要な相違点は、TDMAでは移動局の送信eirpがSCPCのそれに比較して増大することである。すなわち、TDMA方式では、多重化チャネル数に比例して伝送速度が高くなるので、同一回線品質を確保するためには多重化チャネル数に比例した送信電力の電力増幅器を必要とする。図1にTDMAの多重化チャネル数と移動局の伝送速度/電力増幅器の出力の関係を示す(多重化チャネル数1がFDMA(SCPC)方式に対応する)。多元接続方式としてSCPC方式を採用した場合に対してTDMA方式を採用すれば、多重化チャネル数倍の出力を持つ電力増幅器が必要となる。例えば、SCPC方式で5W程度の電力増幅器が必要となる場合、3チャネルTDMA方式では15W程度の電力増幅器が必要となる。ここで、電力増幅器にリニアアンプを用いるとすれば、FDMA(SCPC)方式及びTDMA方式に対し、それぞれ10W及び30Wの飽和出力を持つ電力増幅器が必要となる。2.6 GHz帯電力増幅器の素子としてはGaAsが一般的であり、コストは増幅器の飽和出力にほぼ比例すると思われる。この場合3チャネルTDMA方式のコストはFDMA(SCPC)方式に比べて約3倍になることが予想される。

3 周波数利用率

3.1 周波数利用率の劣化要因

周波数利用率の劣化要因としては以下の要因が考えられる。

- ①隣接チャネル間干渉を十分に軽減するための周波数間隔が必要となる。
- ②移動局シンセサイザの周波数安定度が十分でないためのガードバンドが必要となる。
- ③TDMA方式においてはバースト信号の送信タイミング制御誤差に対応したガードタイムが必要となり、その分伝送速度を上げる必要がある。

これらの概念を図2に示す。

3.2 両方式の比較

FDMA(SCPC)方式は、移動局シンセサイザの不安定性に起因するガードバンド(前節②)が $\underline{F+\lambda N}$ 数だけ必要になるのに対して、TDMA方式(多重 $\underline{F+\lambda N}$ 数N)はこれによるガードバンドは $\underline{F+\lambda N}$ 数/Nで済むため前節②の劣化要因に関してはTDMA方式が有利である。しかし、TDMA方式はガードタイムに起因する伝送速度の増分(前節③)だけ周波数利用率が悪くなる。これを定量的に比較したものを図 3に示す。本計算は、前節①の要因だけを考慮した周波数利用率を 1.4 とし、移動局シンセサイザの周波数安定度はFDMA(SCPC)方式とTDMA方式(多重 $\underline{F+\lambda N}$ 数 3)共に同一とした。

移動局の周波数安定度は、基地局の復調器の動作範囲と、3.1節の劣化要因②から決まり、10

「程度である。また、TDMA方式に必要なガードタイムの主な要因は送信タイミングの制御誤差であるが、キャリア再生用のプリアンブル等による伝送速度の増分をこれに含めて考えると、ガードタイムは数十シンボル程度になる。このような仮定では、FDMA(SCPC)方式とTDMA方式では、周波数利用率という観点からは若干FDMA方式の方が有利であるが、ほとんど差はないことが分かる。

4 まとめ

6 0

以上述べたように、移動機の小型・経済化の観点から考えると、移動体衛星通信システムの多元接続方式としてはFDMA(SCPC)方式が有利である。ただし、基地局については、変復調装置の台数が1/N(3 チャネルTDMAでは1/3)となるのでTDMA方式が有利であるが、移動局は数万台であるのに対して、基地局の変復調器は千台程度であるので、総合的に考えるとFDMA(SCPC)方式が有利と思われる。

一方、周波数利用率という観点でFDMA(SCPC)方式とTDMA方式を比較すると若干FDMA方式の方が有利であるが、ほとんど差はない。従って、移動機の小型化・経済化の観点からFDMA(SCPC)方式を採用するのが適当である。

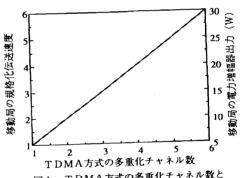
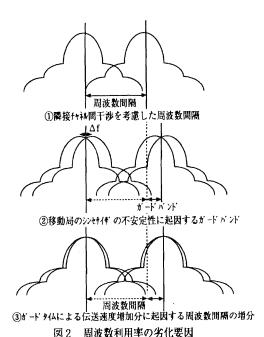


図1 TDMA方式の多重化チャネル数と 移動局の伝送速度及び電力増幅器出力



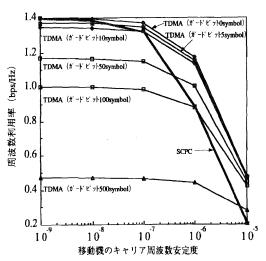


図3 FDMA(SCPC)方式とTDMA方式の周波数利用率の比較

$\pi/4$ シフトQPSK同期検波について

1 まえがき

本資料では、N-STARを用いる移動体衛星通信システムの変調方式について、衛星電力の有効利用、周波数利用効率、非線形・低C/N動作等から比較検討する。

2 衛星電力制限及び周波数利用効率

移動体衛星通信方式では、無線通信に共通する課題である周波数利用率に加えて、衛星電力の制限が非常に厳しいことが特徴である。したがって、限られた衛星電力を有効に利用できる誤り率特性の優れた変調方式が望まれ、QPSK(オフセット、 $\pi/4$ シフトを含む)は、理論限界値で 2 bps/Hzの周波数利用率を有するともに、BPSK(周波数利用率 1 bps/Hz)と同等な符号誤り率特性(Eb/No=8. 4dB のときBER= 10^{-4} 、誤り訂正無)が得られることから、移動体衛星通信方式に適した変調方式である。

また、衛星方式の伝搬では、地上のレイリーフェージングと異なり、直接波の受信が前提となるライスフェージングであることから、遅延検波に比べて所要Eb/Noの低い同期検波方式が適用可能である。

なお、地上マイクロ波伝送方式に採用されている16QAM等の多値変調方式は周波数利用率(16QAMで4bps/Hz)はQPSKを上回るものの、所要Eb/NoがQPSKに比べて約4dB高く、現状の衛星電力制限下での適用は困難と思われる。

3 非線形 · 低 C / N 動作

オフセットQPSKは、非線形伝送系におけるスペクトラムの広がりが比較的小さいため移動局の送信電力増幅器(PA)としてC級増幅器を用いることができる。これに対して、移動局のPAとして線形増幅器を使用する場合には通常のQPSKを用いることができる。また、デジタル方式自動車電話システムに採用されている π / 4 シフトQPSKは、QPSKに比べて帯域外輻射レベルが低く、線形増幅器をより飽和領域に近い点で動作させる(バックオフを小さくできる)こと、あるいは、隣接チャネル干渉量を低減させることが可能である。

また、通常の衛星システムでは、衛星電力の有効利用のため、たたみ込み符号/ビタビ復号による誤り訂正を用いることから、復調器は低C/Nで安定に動作することが要求される。同期検波では、低C/N時の再生キャリアスリップが問題となるが、オフセットQPSKの方が低C/N領域でキャリアスリップが起こりやすいことが報告されている。

したがって、低C/N領域における動作の安定性を重視し、QPSKと同等なキャリアスリップ特性が期待され、さらにQPSKに比べ非線形特性で有利な π /4シフトQPSK同期検波がN-STARを用いる移動体衛星通信システムの変調方式として適している。

4 まとめ

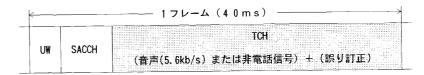
以上、N-STARを用いた移動体衛星通信システムの変調方式について、衛星電力の有効利用、周波数利用効率、非線形・低C/N動作等の観点から比較検討した結果を表しに示す。 $\pi/4$ シフトQPSK同期検波はN-STARを用いた移動体衛星通信方式に適しており、製造面においてもデジタル方式自動車電話システムに採用されていることから、変調部についてはその技術を流用できると考えられ、移動局装置のコスト低減にも寄与することが期待される。

表1 各種変調方式の比較

評価項目	衛星電力の	周波数	非線形特性	低C/Nでの
	有効利用	利用効率		安定動作
変調方式	(所要Eb/No)		(帯域外輻射)	(キャリアスリップ)
QPSK	0 8. 4dB	O 2 bps/Hz	帯域外輻射大	TTET PERKE LE
	(BER=10-4点)	2 Up3/112	市 ペルノドキョクリンへ	べて++リアスリップ特性 が約2桁低い
オフセット QPSK	〇 8. 4dB (BER≈10⁻⁴点)	O 2 bps/Hz	帯域外輻射小	0
π/4シフト	O	0	0	©
QPSK	8.4dB (BER=10-4点)	2 bps/Hz	帯域外輻射中	QPSKと同等 の特性

N-STARシステムにおけるフレーム構成例について

N-STARシステムにおけるフレーム構成例を以下に示す。また、デジタル方式自動車電話システムの場合の基本構成例を参考に示す。なお、非電話信号伝送時にはサービス内容により更に速い伝送速度(18kb/s程度)が必要になる場合がある。



UW : 同期ワード

SACCH:低速付随制御チャネル (通信中制御信号)

TCH: 通信チャネル (音声(5.6kb/s) または非電話信号)

伝送速度: 1 2 kb/s程度

『参考』

(-)

デジタル方式自動車電話システムの基本フレーム構成

SACCH with color code TCH(スチールの場合は G TCH(スチールの場合は SW FACCH) 上り FACCH) 6 112 112 20 24 4 SF D 15 8

SACCH with color code TCH(スチールの場合は TCH(スチールの場合は FACCH) FACCH) 下り 112 20 30 2 4 112 SF CC D 21 8

G :ガード時間

: バースト過渡応答用ガード時間

: プリアンブル

SW:フレーム同期ビット(トレーニングビット)

CC :カラーコード(局識別用)

SF : スチールフラグ(音声、制御信号識別用)

D :制御信号

FACCH:高速付随制御チャネル SACCH:低速付随制御チャネル

音声符号化方式の技術動向について

1 最近の技術動向

1.1 主な音声符号化方式とその特徴

最近の主な音声符号化方式について、その特徴、応用分野の概要を表1に示す。

音声品質、伝送速度による周波数利用効率、実現性等総合的な観点から、現在ではハイブリッド符号化方式の研究が最も盛んであり、標準化が押し進められている。

また、さらに周波数有効利用を目指し、より低速化に向けた研究開発・評価が実施されている。

表 1	主な音声符号化方式とその特徴
-----	----------------

方	式	ビットレート (kb/s)	音声品質	演算量	応 用 分 野 (ビットレートによる)
波形符号化	ADPCM APC ATC ≅	16~32	©	少	デジタル基幹通信、企業内通信、 デジタル・コードレス電話
	AIC =	9.6~16	0		デジタル自動車・携帯電話 移動体衛星通信
ハイブリッド 符号化	MPC系 SPMEX	8~16	©		企業内通信
	RPE-LTP CELP VSELP ≅	4.8~8	0	多	次世代テシタル自動車・携帯電話 移動体衛星通信 音声応答
分析合成 符号化	ボコーダ IMBE 等	4.8以下	0	多	日产ルロ

1.2 音声符号化方式の標準化動向

最近の地上系、衛星系デジタル移動体通信における音声符号化方式の標準化動向を、表 2 に示す。地域、システムにより方式は異なるが、いずれも音声品質等の評価を行った上で採択された方式であり、各々のシステム要求、地域性の相違によるものと考えられる。また、 衛星系に先_{1.3}るデジタル自動車電話システムでは、どのシステムも将来のチャネル増大に 備えて周波数有効利用を図るため、ハーフレート音声符号化の標準化が進められている。

表 2 移動体通信における音声符号化方式標準化動向

	システム	地域/国	フルレート 標準方式	€711-1 (kb/s)	ハーフレート標準化の予定
地		欧州GSM	RPE-LTP	22.8 (音声 13) (誤り訂正 9.8)	1992年内予定 総ビットレート 11. 4kb/s
上系	デジタル自動車 電話システム	米国	VSELP	13.0 (音声 7.95) (誤り訂正 5.05)	1992~1993年 総ビットレート 6.4kb/s
木		日本	VSELP	11.2(音声 6.7) (誤り訂正 4.5)	~1993年12月 総ビットレート 5.6kb/s
衛	インマルサット-B	インマルサット	APC-MLQ	24.0 (音声 16) (誤り訂正 8.0)	無線周波数帯しバル
星系	インマルサット-M	インマルサット	IMBE	6.4 (音声 4.8) (誤り訂正 1.6)	無線周波数帯し心ド
ボ	0PTUS	オーストラリア	IMBE	6.4(音声 4.8) (誤り訂正 1.6)	無線周波数帯し心ド

(注) RPE-LTP : Regular Pulse Excitation-Long Term Prediction Linear Predicted

Coder

APC-MLQ : Adaptive Predictive Coding with Maximum Likelihood Quantization

IMBE : Improved Multi Band Excitation

2 日本における音声符号化方式の選定について (デジタル方式自動車電話システム)

2. 1 選定方法

評価・選定にあたり、先ず、「デジタル方式自動車電話システムに関する調査研究会」において「デジタル方式自動車電話システムのCODEC方式選定要領」が策定された。ついで、財団法人電波システム開発センター(RCR)において、前述要項に従い応募のあった方式について評価実験を行い、方式を決定している。

2. 2 選定結果

フルレート音声符号化方式には、8社8方式が提案され、評価実験が実施された。提案された8方式は、いずれもCELP(Code Excited Linear Prediction)方式の発展・改良タイプで各々音声、実現性に優れた特性を有するものであったが、その中でVSELPが最高点を得て、選定された。表3に提案された8方式を示す。

表 3 提案された 8 方式

音声符号化方式	t
DCELP	(注1)
ADP-CELP	(注2)
LCELP	(注3)
TC-WVQ	(注4)
PAVXC	(注5)
TC-WVQ	(注4)
TC-WVQ	(注4)
VSELP	(注6)

- (注1) Determinic Code-Book Excited Linear Prediction
- (注2) Adaptive Density Pulse Code Excited Linear Prediction
- (注3) Learned Code Excited Linear Prediction
- (注4) Transform Coding with Weighted Vector Quantization
- (注5) Principle Axis Extracting Vector Excitation Coding
- (注 6) Vector Sum Excited Linear Prediction

一方、ハーフレート音声符号化方式については、13社から応募があり、RCRで評価実験を行った結果、PSI-CELP(Pitch Synchronous Innovation-Code Excited Linear Prediction)方式が選定された。RCRでは、選定した方式をもとに、平成5年末までに標準規格案を策定する予定である。

3 あとがき

最近の技術動向・標準化動向調査の結果、現在では音質を含む総合的な観点からはハイブリッド符号化方式が主流である。しかし将来的な周波数有効利用の観点から、どのシステムにおいてもハーフレート化が積極的に検討されており、衛星系では既に低速化に対応した方式を採用するシステムが出てきている。

移動体衛星通信システムの方式選定には、さらに詳細な検討が必要であるが、その際には移動局の小型化・低価格化等による普及促進の観点から、先行するデジタル方式自動車電話システムとの技術的整合性並びに技術共用化を考慮することが望ましい。

〔参考文献〕

- ・若尾、小口:「ディジタル自動車電話システム用CODEC方式の選定活動について」 電子情報通信学会無線通信システム研究会RCS90-25
- ・小沢:「ディジタル移動通信のための高効率音声符号化技術」、トリケップス社

セキュリティ方式の技術動向に ついて

1 まえがき

セキュリティ方式の技術動向並びに標準化動向について調査し、移動体衛星通信システムで のセキュリティ方式について考察する。

2 最近の技術動向

最近の主なセキュリティ方式について、表1に示す。公開鍵暗号方式は、認証の容易さ、秘密鍵の配送が不要等の利点を持ち、近年その研究・検証が盛んに行われている。唯一の欠点は、暗号化にやや時間がかかる点であるが(秘密鍵暗号方式の約1000倍)、セキュリティを必要とするシステムの特質によっては、有効な手段である。また今後のLSI技術の発展により高速化対応もいずれなされるものと思われる。

一方、秘密鍵暗号方式は、秘密鍵の数が多い、配送が必要等煩雑さはあるものの、既に商用ベースにてセキュリティにおける有用性が実証されていること、暗号化速度が高速であること、改良・発展型の開発が進みより信頼度が向上されていること等から、現在では最も用いられている方式である。

表1 主な暗号方式とその特徴

方 式	原	理	秘密鍵 の配送	認証	暗号 速度	暗号 仕様	具体例	主な用途
秘密鍵	暗号鍵	(秘密)	必要	安全	高速	秘密	パーナム暗号	外交、軍事用
暗号	復号鍵	(秘密)	少安	女王	向迷	公開	DES FEAL	商業用
公開鍵暗号	暗号鍵 ≠ 復号鍵		不要	より 安全	低速	公開	RSA暗号 エンガマル暗号	公衆通信網他
	復号鍵	(秘密)						

3 セキュリティ標準化動向

最も活発にセキュリティの標準化の活動を行っているのは、ISO (International Organi zation for Standardization) である。うち暗号化技術に関する標準化は、JTC/SC27 で進められている。秘密鍵方式に関しては、暗号アルゴリズムそのものを標準化せず登録制とし、利用者は実際の通信を行う際、使用するアルゴリズムの選択をする形となっている。公開鍵方式に関する研究は鋭意進められているが、早期の標準化または方向付けは望めない状況である。

4 あとがき

最近の技術動向・標準化動向の調査の結果、現時点では、信頼度・速度等総合的な観点から 秘密鍵方式が主流である。

移動体衛星通信システムにおける具体的な方式選定には、より詳細な調査・検討が必要であるが、その場合には先行するデジタル方式自動車電話システムとの技術的整合性・技術共用化について考慮することが望ましい。

[参考文献]

601

・小山:「暗号の数理と最近の発展〔1〕」、電子情報通信学会誌, vol. 73, no. 5 (1992年 5月)

中屋・「セキュリティ標準化動向」、ISEC90-7

▪中野:「情報セキュリティの理論の現状と課題」,第5回情報伝送と信号処理ワークショ

ップ(1992年11月)

N-STARの無線通信規則と無線設備規則に対する適合性について

N-STARの性能仕様書には、「衛星の設計は、国内外の諸規則(無線通信規則を含む)に適合すること。」と明記されており、地球局の性能に依存しない部分は基本的に電波法、無線設備規則、無線通信規則に適合することとなる。詳細は下表に示すとおりである。

項 目	無線通信規則の規定	N-STARの仕様
周波数許容偏差	50×10 ⁻⁶ 以下. (無線設備規則第5条、別表第1号) (無線通信規則第5条、付録第7号)	ローカル周波数安定度: ±10 ⁻⁵ (短期)、±10 ⁻⁵ (長期) (AFCを用いるので、SCPC方式 においても高い周波数安定度は不要と なる。)
空中線電力の許 容偏差	上限50%、下限50%. (無線設備規則第14条)	地球局の送信電力に依存するが、運用 送信電力では特に問題なし.
バンド幅	下り:2500-2535MHz. 上り:2655-2690MHz. (無線通信規則第8条の第754号及び 第766号)	分配された 35MHzのうち上部の30MHz を使用、 下り: 2505-2535MHz. 上り: 2660-2690MHz.
スプリアス発射 の許容値	・無線設備規則では、①相互変調積については、できるだけ低い値、②相互変調積以外は、基本周波数の送信電力が10W以下の場合は 100 μ W以下、10 Wを超える場合は50個低くかつ 100 μ W以下と規定。・無線通信規則ではできる限り低い値と規定。(無線設備規則第7条20項及び昭和62年12月10日郵政省告示第 950号)(無線通信規則第5条、付録第8号)	地球局の送信電力に依存. (送信出力 1 W時に30 μW以下.)
占有周波数带幅	特に規定なし.	音声の場合、12.5kHz.
電力束密度の制 限	現行の無線通信規則にはSバンドの移動衛星業務に対する規定はない、ただし、WARC-92 において、電力東密度が-142dB(W/㎡)を超える時のみ地上業務との調整を要することとなった。 (無線通信規則第8条の第754号及び第28条の第2566号)	特に規定はないが、諸外国との調整が 必要.
発射の停止	遠隔指令により発射を直ちに停止する 機能が必要である. (無線通信規則第29条の第2612号)	コマンドにより全てのトランスポンダ のオンオフが可能.
宇宙局の位置の 維持	公称値の経度の±0.1 度以内に維持しなければならない. (無線通信規則第29条の第2615号)	経度誤差±0.05度以内.
静止衛星上のア ンテナの指向確 度	次の値のいずれか大きい方の範囲内に 維持する。 (a)公称指向方向に対して電力半値ビーム幅の10% 又は、 (b)公称指向方向に対して 0.3度。 (無線通信規則第29条の第2628号)	無線通信規則に適合すること.

Cバンド基地局の電波法令関連項目に対する適合性について

N-STARを用いる移動体衛星通信システムのCバンド基地局については、現在、システム設計を進めている段階であるが、基本的には各項目とも該当する電波法令に適合しており、問題はないものと考えている。詳細は下表に示す。

項目	電波法令関連項目	Cバンド基地局の仕様(暫定)
周波数許容偏差 周波数の安定の ための条件	50×10 ⁻¹ 以下 (無線設備規則第5条,別表第1号) (無線設備規則第15条) (無線設備規則第16条)	一般的条件で規定した、キャリア周波 数間隔12.5kHz 、伝送速度18kb/s以下 のSCPC方式の基地局として運用す るため、周波数安定度としては10 ⁻⁸ 程 度を想定している。
占有周波数帯幅 の許容値	特に規定なし. 【参考】 ・800MHz帯自動車無線電話通信 (PDC) 810~826MHz, 940~956MHzの周波数 の電波を使用するもの:32kHz (無線設備規則第6条, 別表第2号の第10項) ・本答申 (案) 16kHz 以下(伝送速度18kb/s以下) なお、インマルサット の船舶地球局は規定されている(別表第2号の第5項)が、 海岸地球局については規定はない.	特に規定しないが、システム設計上、 隣接チャネル干渉により制限され、移 動局の答申(案)と同様に占有周波数 帯幅は16kHz 以下となる. なお、キャ リア周波数間隔は12.5kHz である.
スプリアス発射 の強度の許容値	960MHzを超える宇宙無線通信を行う無線局で共通増幅を行う場合の相互変調積によるスプリアス発射の許容値(地表又は大気圏に開設する無線局)・分配周波数帯:最大搬送波の20dB低・上記以外・最大搬送波の40dB低、又は 100μWの大きい値・基本周波数の平均電力10W以下の送信装置:100μW以下・10W超の送信装置:平均電力より50dB低くかつ100mW以下である値(無線設備規則第7条20項及び昭和62年12月10日郵政省告示第950号)	CバンドSSPA(100W)仕様 - IM₁(等振幅2波) 出力ハックオフ 3dB 時:-20dBc以下 出力ハックオフ10dB 時:-40dBc以下 - スプリアス -50dBc以下
空中線電力の許 容偏差	上限 5 0 %, 下限 5 0 % (無線設備規則第 1 4 条)	CバンドSSPA(100W)仕様 ・出力信号レベル変動: ±0.5dB 以内 ただし、SCPC方式のため送信電力はチャネル数に依存する.
地球局の送信空 中線の最小仰角	送信空中線の最大輻射方向の仰角 ・宇宙研究業務以外の宇宙無線通信の 業務を行うとき、3度以上。 (電波法施行規則第32条)	日本本土内においては問題なし.
地球局の等価等 方輻射電力	5.85GHz ~ 7.075GHz (帯域幅 4 kHz) ・仰角 (θ) 0°以下:40dBW ・0°~5°以下:40+3θdBW (電波法施行規則第32条の2, 別表第2号の3)	日本本土内においては問題なし.

なお、一般的条件で規定しているシステムパラメータと大きく異なるシステムを接続する場合には、 更に詳細な検討が必要であろう。

Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの回線設計例

Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの回線設計例を示す。

なお、設計にあたっての前提条件は以下のとおりである。

(1)伝送速度は 1.2 k b / s とし、所要 E b / N o = 3 d B は誤り率 5×1.0^{-2} (誤り訂正なし)の値とし、理論値からの劣化を 2 d B 含むものとした。

(2)干渉条件としては、相互変調積、隣接チャネル間干渉、他システムからの干渉等を含めてトータルで15dBとした。

	項目		数值例
	基地局e. i. r.p. /ch	[dBW]	38
フ	伝搬損失 衛星 G / T ボルツマン定数 1 / K	[dB] [dB/K]	-200 1 229
オワー	up-link C∕N₀	[dBHz]	68
- * -	Sパパ 衛星e.i.r.p./ch	[dBW]	28
ドリンク/基語	伝搬損失 フェーシンクマーシン 移動局G/T ボルツマン定数1/K	[dB] [dB] [dB/K]	-192 -3 -15 229
地局-	down-link C∕N₀	[dBHz]	47
→移動局	総合 C / N 。 伝送速度(12kb/s)	[dBHz]	47 -41
户	熱雑音 E b / N o C / I	[dB]	6 15
	総合Eb/No 所要Eb/No マージン	[dB] [dB]	5 3 2

	項目		数値例
	移動局e. i. r. p.	[dBW]	12
リター	伝搬損失 フェーシンクマーシン 衛星G/T ボルツマン定数1/K	[dB] [dB] [dB/K]	-192 -3 3 229
ーンコ	up-link C∕N₀	[dBHz]	49
ターンリンク/	Cバンド 衛星e.i.r.p./ch	[dBW]	7
移動	伝搬損失 基地局G/T ボルツマン定数1/K	[dB] [dB/K]	-196 23 229
局→甘	down-link C∕N₀	[dBHz]	63
基地局	総合 C / N 。 伝送速度(12kb/s)	[dBHz]	49 -41
	熱雑音 E b / N o C / I	[dB]	. 7 15
	総合 E b / N o 所要 E b / N o マージン	[dB] [dB] [dB]	6 3 3

Cバンド100WクラスSSPA特性例

Cバンド100WクラスのSSPA(Solid-State Power Amplifier)を使用した衛星通信地球局送信RF系の一例は下記のとおりである。

記

Νο	項目	実力値
1	送信帯域内スプリアス Po=定格電力	≦ — 6 5 d B c
2	送信帯域外スプリアス (高調波) P o = 定格電力 2 倍波、3 倍波	≦ - 6 5 d B c
3	送信帯域内熱雑音	≦-75 d BW/4 k H z
4	利得安定度 Po=定格電力 熱平衡状態到達後において	+1.0dB 定格値

基地局設備の軸外輻射電力について

N-STARを用いる移動体衛星通信システムのCバンド基地局設備の軸外輻射電力について、固定衛星業務のCバンド地球局に対するCCIR勧告を踏まえた検討を行う。

(1) CCIR勧告

CCIR Rec. 524-3では、固定衛星業務を行うCバンド地球局の軸外輻射電力の許容値について規定しており、N-STARシステムに類似したものとしてはボイスアクチベーションを適用するSCPC/PSKシステムに対して以下のとおり勧告している。

静止衛星軌道から3°以内のすべての方向に輻射される電力密度は次の値以下とすることが適当である。

(2) Cバンド基地局における検討

基地局設備の技術的条件の中で、空中線の放射特性については以下のように規定している。

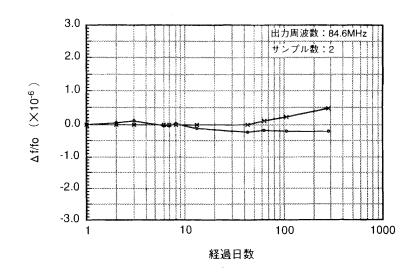
一方、送信電力(送信e. i. r. p.)については技術的条件では規定していないが、参考資料 1 1 に示した回線設計例から 1 チャネル当たりの送信e. i. r. p. は 3 8 d BW/c h である。また、上記の空中線の放射特性の規定では、アンテナ径としてはD/ λ > 1 0 0 を想定しており、利得は効率にも依存するが 4 8 d B程度(効率60%の場合)となることから、送信電力は -1 0 d BW/c h 以下となる。上記(1)の C C I R 勧告では 6 4 k b/s π の S C P C/P S K システムを想定して帯域 π 4 0 k H z で軸外輻射電力を規定していると思われる。これに対して、N π S T A R システムでは π + リア周波数間隔 1 2. 5 k H z、伝送速度 1 8 k b/s 以下であることから、 π 3 π + ネル分(π 5 d B)で換算できる。したがって、N π S T A R システムで想定される軸外輻射電力(π 4 0 k H z 帯域)は、以下のとおりとなる。

N-STARシステムのCバンド基地局の軸外輻射電力については、上記(1)のCCIR勧告値に対して18~21dBのマージンを有している。

TCXO 特性例

項目	特性
標準公称周波数	12.8 MHz
周波数温度特性	±1×10 ⁻⁶ /-20~70℃
電源変動特性	±0.2×10 ⁶ /+5V±5%
電源電圧	+5 VDC
消費電流	2 mA 以内
出力電圧	1 V _{P-P} 以上
負荷	10 kΩ / 10 pF
経年変化	±0.5×10 ⁶ /年
周波数制御特性	±1.5~±2.5×10 ⁶ /2.5V±1V
周波数補正範囲	±2×10 ⁻⁶ 以上
外形寸法	11.7mm×18.3mm×4.5mm

TCXO 長期周波数偏差データ



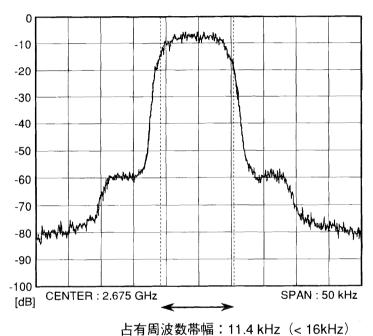
π/4シフトQPSK スペクトラム例

1. 条件

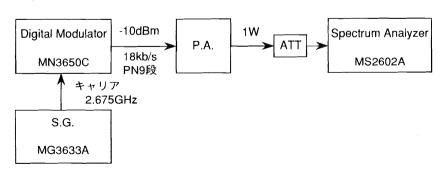
(1) 周波数 : 2.675GHz (2) ロールオフ率: $\alpha = 0.5$

(3) 伝送速度 : 18kb/s

(4) データ :9段PN



2. 測定系



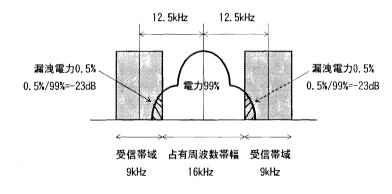
移動局設備の隣接チャネル漏洩電力について

隣接チャネル漏洩電力については、回線設計における干渉条件(隣接チャネル干渉) を決定するパラメータであることから、システム設計上の重要なファクタのひとつであ る。

しかしながら、Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの隣接チャネル干渉に ついては移動体衛星通信の伝搬が見通し内の直接波の受信が前提となり、希望波と妨害 波とのレベル差はライスフェージング、衛星アンテナ利得偏差を考慮しても6dB 程度で あり、一般に60dBと言われる地上ほど伝搬条件が厳しくないことから、占有周波数帯幅 の規定で十分であると思われる。

一般的条件で規定した伝送速度18kb/sの場合、占有周波数帯幅として16kHz 以下とし ていることから、12.5kHz 離れの隣接チャネルにおける漏洩電力は受信帯域幅9kHz (等 価雑音帯域幅)において搬送周波数の電力より23dB低い値となる。

これは、下図に示すように、(占有周波数帯幅16kHz +受信帯域幅9kHz) / 2 = 12.5k 比であることから隣接チャネル漏洩電力の測定帯域幅は占有周波数帯幅外となり、占有 周波数帯域外の電力(片側)0.5%がすべて隣接チャネルの測定帯域幅に集中したとして も 0.5%/99%=-23dB となる。



隣接チャネル漏洩電力 〔参考図〕

N-STARシステムにおける移動局の受信特性について

移動局設備の受信特性,(1)受信 G / T、(2)誤り率特性、(3)スプリアスレスポンス、(4)隣接チャネル選択度、(5)相互変調特性、については、基本的に、他システムへ干渉を与えるものでないことから、システム設計者の裁量に委ねられるものであり、特に規定しないことが適当である。

ここでは、将来的に他システムとの調整が必要となった場合、システムの耐干渉特性を示す指標となるものとして、参考値を記述しておくことは有効であるとの立場から、N-STARシステムでのシステム設計例を示すこととする。

(1) 受信G/T

参考資料 1 4 に示した回線設計例の値(-15dB/K)を想定している。

(2) 誤り率特性

Eb/No=3dB において伝送ビット誤り率(誤り訂正なし)が 5×10^{-2} 以下(理論値からの劣化 2dB を含む)。

(3) スプリアスレスポンス

帯域内の隣接チャネル以外に対しては、帯域30MHz/12.5kHz=2400ch:33.8dB であることから、希望波に対して35dB以上の妨害波が入力した場合においても、Eb/No=3dB (希望波) において伝送ビット誤り率(誤り訂正なし) が 5×10^{-2} 以下であること(上記の誤り率特性からの劣化なし)が望ましい。

(4) 隣接チャネル選択度

送信装置の隣接チャネル漏洩電力の項(6.3.3.1の(6))より、チャネル当たりの漏洩電力は23dBであることから、隣接 2 波、D/U=-5dB(送信電力制御 3dB、チャネル個別偏差2dB)の場合、C/I=23dB-3dB(2波)-5dB(D/U)=15dB となる。C/I を熱雑音等価とすると、上記の誤り率特性の動作点(Eb/No=3dB, $BER=5\times10^{-2}$)では、劣化は0.6dB (熱雑音Eb/No=3.6dB のとき、干渉C/I=15dBを熱雑音等価と仮定すると、干渉を含めた総合 Eb/No=3.0dB、従って3.6dB-3.0dB=0.6dB)となり、受信装置としては、この0.6dB の劣化で動作すること(Eb/No=3.6dB において伝送ビット誤り率(誤り訂正なし)が 5×10^{-2} 以下)が望ましい。

(5) 相互変調特性

帯域内の隣接チャネル以外の妨害波に対しては、帯域30MHz/12.5kHz=2400ch(33.8dB)であることから、35dB以上の余裕度をもつ必要があると思われ、相互変調特性としては、32dB以上の相互変調を生ずる関係にある妨害波 2 波(例えば、希望波の周波数 + $n \times 12.5$ kHz 、及び希望波の周波数 + $2n \times 12.5$ kHz の 2 波、ただし、2 $\leq n$)に対して、Eb/No=3dB (希望波)において伝送ビット誤り率(誤り訂正なし)が 5×10^{-2} 以下であること(上記の誤り率特性からの劣化なし)が望ましい。

00 (サイエ) MP666A(センサ) 逐),増幅器及び N 5筐体輻射特性 世 华 字 受け時におけ 湿度60% 闡 体 ៕ 8 Ŋ 工 匝 \geq 型 数 ĦΧ 6 移動局装置(TZ-260) Ha 朏 蕊 ≥ 無 m o. 业 炽 0 Ω 07 09 04 001 08 誔 (w / \ \ \ B b) 累

参考資料21

諮問書·諮問理由

) (

) 1

電気通信技術審議会

会長 齋 藤 成 文 殿

郵政大臣 渡 辺 秀 央

諮 問 書

下記について諮問する。

))

51

諮問第62号 公共業務用デジタル移動通信システムの技術的条件 諮問第63号 Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの技術的条件 Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの技術的条件

1 諮問理由

移動体衛星通信システムについては、インマルサットシステムをはじめとして世界各国で実用化が進んでおり、我が国においても、インマルサット衛星を用いた船舶及び航空機に対する衛星通信サービスが実用化されているほか、Kuバンドを利用する陸上移動衛星メッセージ通信システムの実用化が図られているところである。

一方、移動体通信の需要が急速に伸びており、それらはほぼ地上系システムによりカバーされているが、山間・へき地などの地域では、まだ基地局が整備されていないところもある。また、沿岸を航行する船舶から公衆通信を行う沿岸船舶無線電話についても 需要が伸びており、そのサービスエリアの拡大を望む声が大きい。

これらの需要に応じるために、衛星を利用した新たな国内移動体通信システムの導入が望まれている。そのため、平成6年にはSバンド(2.6/2.5GHz帯)の中継器を搭載した技術試験衛星VI型(ETS-VI)の打ち上げが、平成7年にはSバンドの中継器を搭載した初の実用衛星の打ち上げがそれぞれ予定されている。

そこで、移動体通信としては初めての周波数であるSバンドを用いる移動体衛星通信 システムを静止衛星を利用して構成する際の技術的条件について諮問を行うものである。

2 答申を希望する事項

- (1) Sバンドを用いる静止衛星利用の国内移動体衛星通信システムの無線設備に関する 伝送方式等一般的条件
- (2) 送信設備及び受信設備の技術的条件
- 3 答申を希望する時期 平成5年6月頃
- 4 答申を得られたときの行政上の措置 関係省令等の改正に資する。

0 0

9× (1