

昭和の宇宙に咲くCS「さくら」の開発から学んだこと

「過疎地域における医療サービス拡充補完・補強の役割が期待される衛星通信」その3
—可搬型移動機及びハンドヘルド型移動機の自立電源の動向—

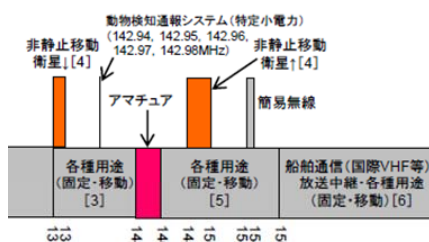
アイソ・スペースネット・リサーチ代表取締役

磯 彰夫

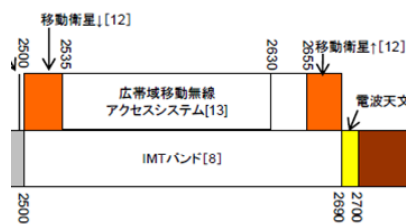
SJRインタビュー：2011年2月3月号において、過疎地域 (<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H12/H12HO015.html>参照)は、安全・安心な水や農林水産物等の食料、水力発電などの再生可能エネルギーの供給等、国民全体の安全・安心な生活を支える重要な公益的機能を有していることを説明いただきました。また、2011年10月11月号において、3.11地震・津波の非常災害時に、「2千人を超える規模の臨時避難所となった、石巻市のスーパーマーケットにおいて、仙台市の支社に連絡しようにも、緊急用の衛星電話さえつながらなかった」や「女川町の離島・出島(いずしま)300人の島民を救った海の事件・事故118番衛星電話」等の報道例を引用し、衛星通信地球局の自立電源機能が必須であることを提案されました。まず、衛星通信可搬型地球局の周波数に対する情報伝送速度及び消費電力動向について示していただけますか。

磯氏：我が国の電波は、国際電気通信連合憲章 (<http://asaseno.cool.ne.jp/houki/kenshou.htm>) 参照)の、第44条（無線周波スペクトル及び対地静止衛星軌道の使用）において、「195-1 連合員は、使用する周波数のスペクトル幅を、必要な業務の運用を十分に確保するために欠くことができない最小限度にとどめるよう努める。このため、連合員は、改良された最新の技術をできる限り速やかに適用するよう努める。196-2 連合員は、無線通信のための周波数帯の使用に当たっては、周波数及び対地静止衛星軌道が有限な天然資源であることに留意するものとし、また、これらを各国又はその集団が公平に使用することができるように、開発途上国の特別な必要性及び特定の国の地理的事情を考慮して、無線通信規則に従って合理的、効果的かつ経済的に使用しなければならないことに留意する。」の原則に従い、使用されています。

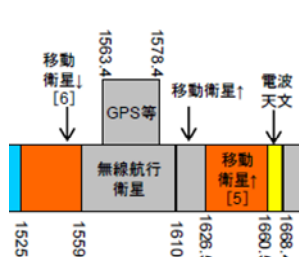
我が国の電波の使用状況例を図1に示します。148(148-150.05MHz)/137(137-138)MHz(上り周波



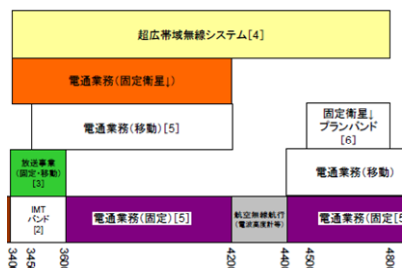
[4] 137-138 MHz、148-150.05 MHz 低軌道周回衛星による移動体衛星通信(オープコム)



[12] 2500-2535 MHz、2655-2690 MHz 移動体衛星通信サービス



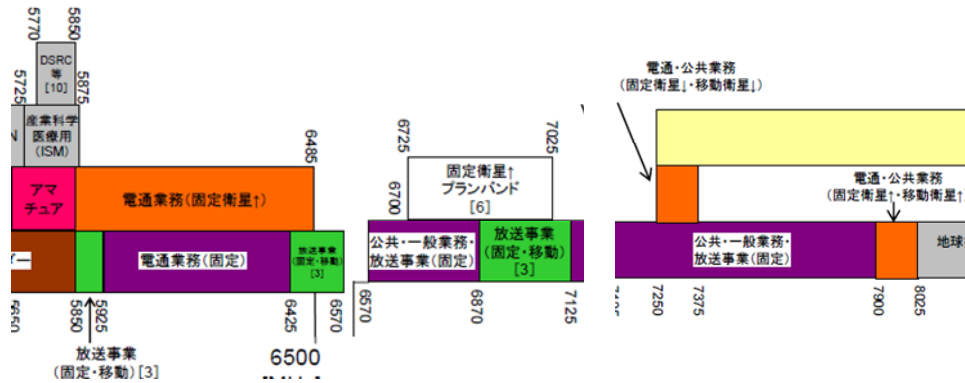
[6] 1525-1559 MHz、1626.5-1660.5 MHz インマルサット衛星等による移動体衛星通信サービス



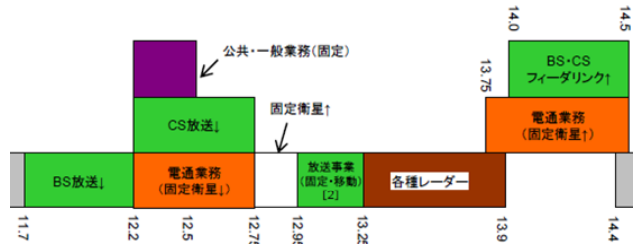
[6] 4500-4800 MHz、6725-7025 MHz 固定衛星業務用の国際的なプランバンド

(<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/use/30m.pdf>を参考に作成)

図1 我が国の電波の使用状況例 (1/3)

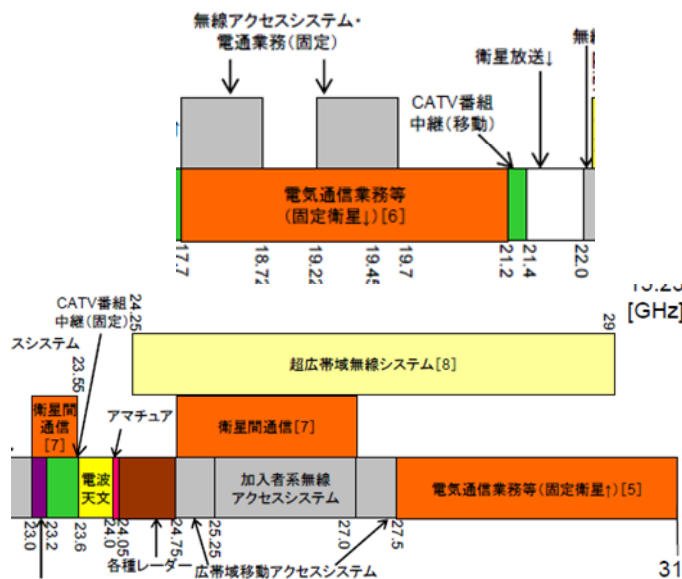


[6] 4500—4800MHz、6725—7025MHz固定衛星業務用の国際的なプランバンド



(<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/use/30m.pdf>を参考に作成)

図1 我が国の電波の使用状況例 (2/3)



- [5] 19.7—21.2GHz、29.5—31.0GHz データ中継衛星
- [6] 22.4—22.6GHz、23.0—23.2GHz 携帯電話等の交換局と基地局との間の中継回線
- [7] 23.0—23.55GHz、25.25—27.5 GHz データ中継衛星

(<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/use/10g.pdf>を参考に作成)

図1 我が国の電波の使用状況例 (2/3)

数/下り周波数)帯が低高度の周回衛星移動通信サービスに、1.6GHz(1626.5—1660.5 MHz)/1.5 (1525—1559MHz)GHz(上り周波数/下り周波数)帯が静止衛星移動通信サービスに、1.6GHz(1616 - 1626.5 MHz) (上り周波数/下り周波数)帯が低高度の周回衛星移動通信サービスに、2.6(2655—2690 MHz)/2.5(2500—2535MHz)GHz(上り周波数/下り周波数)帯が静止衛星移動通信サービスに、6 (5885-6485)/4(3600-4200)GHz(上り周波数/下り周波数)帯が静止衛星固定通信サービスに、8 (7900—8025MHz)/7(7250-7375MHz)GHz (上り周波数/下り周波数)帯が静止衛星固定・移動通信サービスに、14(14.0-14.5)/12(12.20—12.75)GHz(上り周波数/下り周波数)帯が静止衛星固定通信

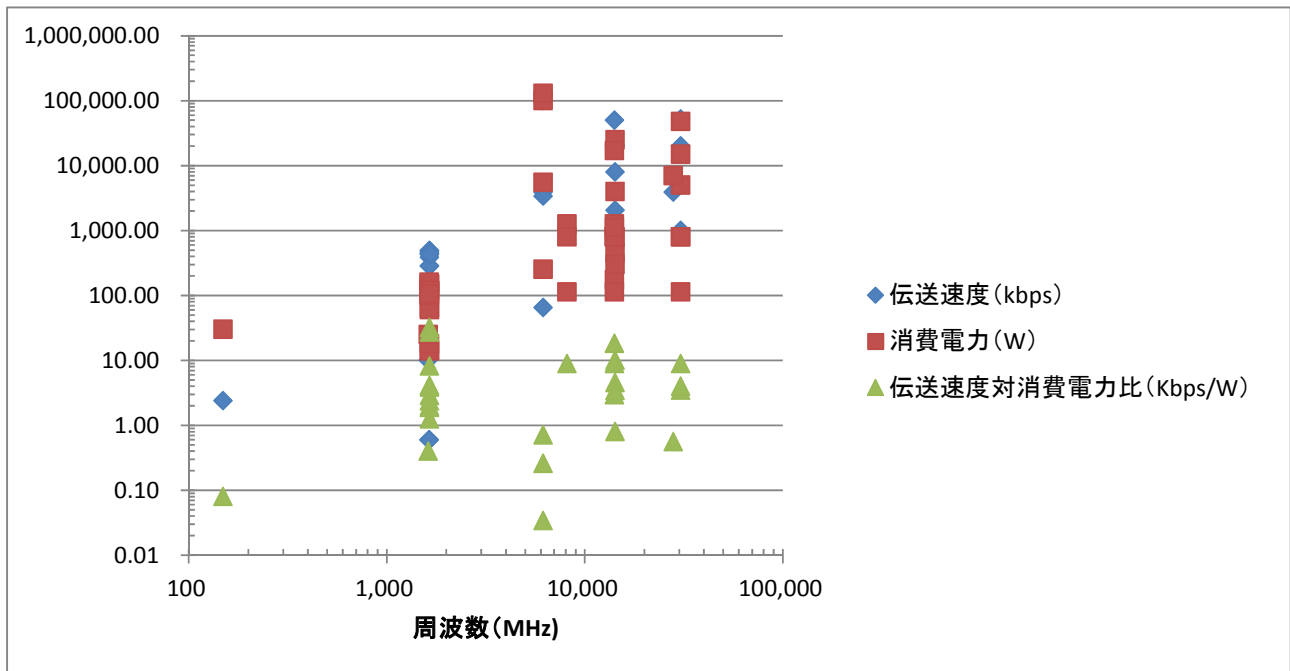


図2 地球局の上り周波数に対する情報伝送速度及び消費電力の動向例

サービスに、30(27.5-31.0)/20(17.7-21.2)GHz(上り周波数/下り周波数)帯が静止衛星固定通信サービスに、それぞれ使用されています。

衛星通信可搬型地球局の上り周波数に対する情報伝送速度及び消費電力の動向例を図2に示します。上り周波数が高くなるに従い、情報伝送速度及び消費電力が上昇する傾向にあります。

148MHz/137MHz帯低高度周回衛星移動通信サービスにおける移動機では、データレートが2.4 Kbpsで、消費電力が30Wの例があり、寸法はD:10.1cm×W:6.4cm×H:1.7cmです(<http://www.sastem-satellite.com/WebAdmin/uploads/pdf/Q4000.pdf>参照)。

1.6GHz/1.5GHz帯静止衛星移動通信サービスにおける可搬型移動機では、データレート448Kbps、消費電力14Wの例があります。可搬型移動機のデータレート対消費電力の比は32Kbps/Wを示し、図2における14種類の1.6GHz/1.5GHz帯可搬型移動機の中で、最大の省エネ型衛星通信地球局です。この可搬型移動機の重量は1.4kg、寸法はD:21.8cm×W:21.7cm×H:5.2cmです(http://www.thrane.com/Land%20Mobile/Products/~media/Land%20Mobile%20New%20Content%20Aug09/Products/EXPLORER%20500/pdfs/EXPLORER_500_ProductSheet_LR%20pdf.ashx参照)。

6/4GHz帯静止衛星通信サービスにおける可搬型地球局では、データレート2.3Mbps、消費電力135Wの例があり、6/4GHz可搬局のデータレート対消費電力の比は、17Kbps/Wです。6/4GHz可搬局のアンテナ径は2.4~3.8mφです(http://www.jrsat.com/pdfs/vsat_ipterminals/dt8000.pdf参照)。

14/11GHz帯静止衛星通信サービスにおける可搬局では、データレート2Mbps、消費電力90Wの例があります。可搬局のデータレート対消費電力の比は22.2Kbps/Wを示し、図2における15種類の14/11GHz帯可搬局の中で、最大の省エネ型可搬局です。この14/11GHz可搬局の重量は103kg、アンテナ径は1.2mφです。14/11GHz可搬局の軽量化等に関する技術開発が課題と考えられます。
(http://www.groundcontrol.com/mobile-satellite-internet/Toughsat_XP_FlyAway_Brochure.pdf参照)。

30/20GHz帯静止衛星通信では、データレート1Mbpsで消費電力180Wのポータブル局がデータレート対消費電力5.5Kbps/Wを示しています。30/20GHz帯ポータブル局のG/Tは13.1dB/K、EIRPは46.0dBW、ポータブル局の重量は18kgで、アンテナ径は46cmφです(<http://www.rockwellcollins.com/~media/Files/Unsecure/Products/Product%20Brochures/Communcation%20and%20Networks/SATCOM/miSAT%20brochure.aspx>参照)。

データレート対消費電力の比は1.6/1.5GHz地球局32対6/4GHz地球局17対14/11GHz地球局22対30/20GHz地球局5.5=32対17対22対5.5=5.8対3対4対1となっていますので、30/20GHz帯地球局における省エネ技術開発をより一層加速する必要があります。

環境負荷の少ない先進的な街づくりを目指す政府の「環境未来都市」に、東日本大震災で大きな被害を受けた、宮城県東松島市と岩沼市が指定され、東松島市は「メガソーラー(大規模太陽光発電所)など再生可能エネルギーの施設を積極的に呼び込み、15年後には市内の全電力消費量を自然エネルギーで賅う未来図を描いている」と報道されています(http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1062/20111223_15.htm 参照)。衛星通信地球局の太陽光発電適用例について、説明してください。



折り畳み式太陽電池パネル収納例
http://www.satellite-telecom.com/downloads/EXPLORER_700_UNATSolar_P3_62W_Foldable_Solar_Panel_RevA.pdf
<http://www.unatsolar.eu/sites/products.html>
http://www.outfittersatellite.com/adobe/solar_SolarPort_Solaris.pdfを参考に作成)

図3 折り畳み式太陽電池パネル使用例

折り畳み式太陽電池パネル使用例を図3示します。太陽電池パネルは、運搬時には、折畳んで、可搬型移動機等と一緒にリュック等に収納します。可搬型移動機と太陽電池パネル、バッテリー、モバイルルータ及びPC等と一緒にリュックに収納した可搬型移動機キット例を図4に示します。晴天時に、太陽電池パネルを展開し、可搬型移動機付属のバッテリーに充電します。太陽電池パネルは地面に設置する場合や日除けテントと兼用して使用することがあります。

折り畳み式太陽電池パネルの発生電力に対する面積及び重量の動向例を図5に示します。太陽電池パネル発生電力6Wに対する面積は0.14㎡、重量は0.2kgです。また、太陽電池パネル発生電力124Wに対する面積は2㎡、重量は2.8kgです。

太陽電池パネル面積Y(㎡)の発生電力X(W)に対する回帰直線は、 $Y=153X+579$ で表せます。相関係数は0.86で、太陽電池パネル面積は発生電力と強い相関を示します。

太陽電池パネルの重量Y(kg)の発生電力X(W)に対する回帰直線は $Y=0.027X+0.335$ で表せます。相関係数は0.78で、太陽電池パネルの重量は発生電力と強い相関があります。



<http://www.unatsolar.eu/images/2010/PDFs/Unatsolar-first%20responder%20kit.pdf>
<http://www.unatsolar.eu/sites/Bgan.html>
http://www.satellite-telecom.com/downloads/EXPLORER_700_UNATSolar_P3_62W_Foldable_Solar_Panel_RevA.pdfを参考に作成)

図4 可搬型移動機キット

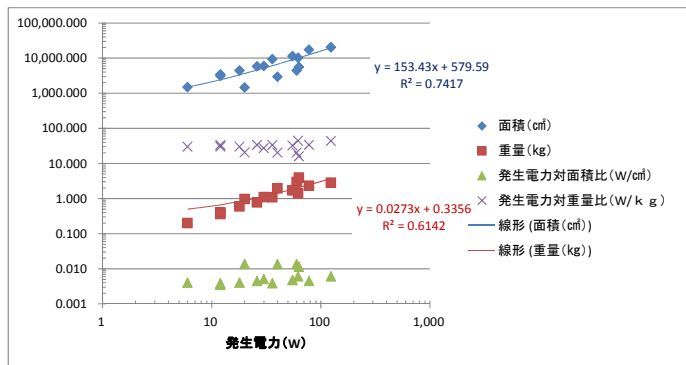


図5 折り畳み式太陽電池パネルの発生電力に対する面積及び重量の動向例

1.6/1.5GHz帯可搬型移動機や1.6GHz帯ハンドヘルド型移動機の自立電源例について説明してください。

1.6/1.5GHz帯可搬型移動機接続PC端末の屋内利用例を図6に示します(http://www.inmarsat.com/Downloads/Japanese/BGAN/Collateral/Terminal_Thrane_500_JA.pdf?language=EN&textonly=False, http://www.thrane.com/Land%20Mobile/Products/~//media/Land%20Mobile%20New%20Content%20Aug09/Products/EXPLORER%20700/pdfs/EXPLORER_700_ProductSheet_LR%20pdf.ashx 参考に作成)。1.6/1.5GHz帯可搬型移動機のIPデータレートは492kbps(最大)で、小電力IEEE802.15.1-

Bluetooth及びIEEE 802.11 a/b/g-WiFiに適合しています。例えば、災害対策本部や国際会議場の建物内のように、大きな部屋で、関係機関の人々が、それぞれの要件に応じ、打合せの場所や構成メンバーを頻繁に変えて、各人がモバイルPC端末等を持参し、臨機応変の打合せする場合は、屋外の可搬型移動機と屋内のモバイルPC等の端末間は、小電力無線IEEE802.15-WPAN及びIEEE 802.11-WLAN接続(図7参照)が適しています。

他方、小さな部屋において、定められた少人数の人々が、デスクトップPC端末等を常時据付固定して使用する場合は、屋外の可搬型移動機と屋内のデスクトップPC等の端末間は、複数のLAN cable及びUSB cable有線接続が適しています。可搬型移動機の消費電力は14Wで、晴天時には、重量0.7kg及び面積は0.3㎡の太陽電池パネルから、他方、曇天や降雨時には、自動車搭載電源等からバッテリーに充電できます。

また、1.6/1.5GHz帯可搬型移動機接続PC端末の屋外利用例を図8に示します(http://www.hughes.com/HNS%20Library%20For%20Products%20Technology/9201-BGAN_HR.pdfhttp://www.inmarsat.com/Downloads/Japanese/BGAN/Collateral/Terminal_Hughes_9201_JA.pdf?language=&textonly=Falsehttp://www.satellitetelefon.com/solar_panel/solar_panel_explorer_700/index.htmlを参考に作成)。1.6/1.5GHz帯可搬型移動機のIPデータレートは492kbps(最大)、小電力IEEE 802.11 b-WiFiに適合しています。可搬型移動機消費電力は60Wで、晴天時には、重量1.9kg及び面積は0.9㎡の太陽電池パネルから、他方、曇天や降雨時には、自動車搭載電源等からバッテリーに充電できます。

1.6GHz帯低高度の周回衛星移動通信サービスにおける、1.6GHz帯ハンドヘルド端末を図9に示します。
(<http://www.cost255.rl.ac.uk/part7.pdf>, http://www.gdc4s.com/documents/9555_Brochure.pdf, <http://www.iridium.com/products/Iridium9555SatellitePhone.aspx><http://outfittersatellite.com/adobe/>



可搬型移動機



太陽電池パネル

IPデータレート	Up to 492 kbps
ストリーミングIP	・32, 64, 128, 256 kbps ・BGAN X-Stream: ≥ 384 kbps
音声	4kbps
EIRP	20dBW
WPAN	IEEE802.15.1-Bluetooth
WLAN	IEEE 802.11 a/b/g-WiFi
GPS	1575.42 MHz
バッテリー	・リチウムイオンバッテリー -144kbps送信時充電間隔:2.5時間 -492 kbps受信時充電間隔:3.5時間 -充電時間: 2.5時間 -入力電圧: 10-32 V DC -自動車搭載電源や太陽電池パネルによる充電
消費電力14W、重量:3.2kg、寸法:縦28cm×横28cm×厚さ4cm	
太陽電池パネル	重量:0.7kg 面積:0.3㎡

(http://www.inmarsat.com/Downloads/Japanese/BGAN/Collateral/Terminal_Thrane_500_JA.pdf?language=EN&textonly=False, http://www.thrane.com/Land%20Mobile/Products/~//media/Land%20Mobile%20New%20Content%20Aug09/Products/EXPLORER%2000/pdfs/EXPLORER_700_ProductSheet_LR%20pdf.pdfを参考に作成)

図6 1.6/1.5GHz帯可搬型移動機接続PC端末の屋内利用例



3. 11地震・津波災害対策ブリーフィング模様



国際会議場における質疑応答模様

(http://www.jiji.com/jc/d4?d=d4_news&p=nis003-03140009, http://www.jiji.com/jc/d4?d=d4_topics&p=eqa200-1ip11309506, <http://iee802.org/16/meetings/mtg05/photo.htm>, [http://en.kuroda.elec.keio.ac.jp/research/photo/2008/43/IEEE+International+Conference+on+Pervasive+Computing+and+Communications+\(PerCom\)/](http://en.kuroda.elec.keio.ac.jp/research/photo/2008/43/IEEE+International+Conference+on+Pervasive+Computing+and+Communications+(PerCom)/)を参考に作成)

図7 小電力無線IEEE802.15-WPAN及びIEEE 802.11-WLAN接続応用例



可搬端末



太陽電池パネル例

IPデータ	送信492 kbps, 受信492 kbps
ストリーミングIP	32, 64, 128, 256 kbps
ISDN音声	4kbps
EIRP	20dBW
WLAN	IEEE802.11.b-WiFi
バッテリー	・リチウムイオン ・電力容量: 60W, 3A ・寿命: -送信時: 162 megabytes -受信時: 864 megabytes -待受け時: 36時間 -入力電圧: 10-32 V DC -自動車搭載電源や太陽電池パネルによる充電
消費電力: 60W、重量: 2.8kg 寸法: 縦27.5cm×横34.5cm×厚さ5cm	
太陽電池パネル	重量: 1.9kg 面積: 0.9㎡

(http://www.hughes.com/HNS%20Library%20For%20Products%20Technology/9201-BGAN_HR.pdf, http://www.inmarsat.com/Downloads/Japanese/BGAN/Collateral/Terminal_Hughes_9201_JA.pdf?language=&textonly=False, http://www.satellitetelefon.com/solar_panel/solar_panel_explorer_700/index.htmlを参考に作成)

図8 1.6/1.5GHz帯可搬型移動機接続PC端末の屋外利用例



データ	Net (uncoded) channel data rate 2.4 kbps
音声	2.4 or 4.8 kbps
EIRP	1.9-10.3 dBW (depending on cell position)、 送信電力: 7W
WPAN	IEEE802.15.1-Bluetooth
WLAN	IEEE802.11-WiFi
バッテリー	・リチウムイオン ・バッテリー寿命 --連続通話時間: 4 時間以内 --連続待受け時間: 30 時間以内
消費電力: 10W、重量: 0.266kg、寸法: 縦14.3cm × 横5.5cm × 厚さ3cm	
太陽電池パネル	重量: 0. 6kg 面積: 0. 2㎡

<http://www.cost255.rl.ac.uk/part7.pdf>
http://www.gd4s.com/documents/9555_Brochure.pdf
<http://www.iridium.com/products/Iridium9555SatellitePhone.aspx>
http://outfittersatellite.com/adobe/Iridium9555_UserGuide_OutfitterFlashPage.pdf
http://www.outfittersatellite.com/iridium_batteries.htm
<http://www.kddi.com/business/customer/download/pamphlet/pdf/iridium.pdf>
http://www.infosat.com/files/PDF/Iridium/RST980_011.pdf
<http://www.radio-electronics.com/info/satellite/communications-systems/iridium-theory-history-technology-frequency.php>を参考に作成)

図9 1.6GHz帯ハンドヘルド型移動機

Iridium9555_UserGuide_OutfitterFlashPage.pdf

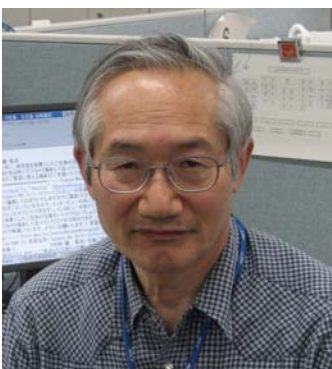
http://www.outfittersatellite.com/iridium_batteries.htm

<http://www.kddi.com/business/customer/download/pamphlet/pdf/iridium.pdf>

http://www.infosat.com/files/PDF/Iridium/RST980_011.pdfを参考に作成)。1.6GHz帯ハンドヘルド端末のデータレートは2.4kbps(最大)、小電力IEEE802.15.1-Bluetooth及びIEEE 802.11 -WiFiに適合していません。1.6GHz帯ハンドヘルド型移動機の消費電力は10Wで、晴天時には、重量0.6kg及び面積は0.2㎡の太陽電池パネルから、他方、曇天や降雨時には、自動車搭載電源等からバッテリーに充電できます。

次回は「過疎地域における医療サービス拡充補完・補強の役割が期待される衛星通信」その4－衛星固定通信地球局の自立電源の動向－についてお聞きます。

著者紹介



磯 彰夫

昭42東北大学大学院理学研究科修士課程了。同年電電公社電気通信研究所入社。昭48電電公社横須賀電気通信研究所。昭49宇宙開発事業団(NASDA) 実用衛星設計グループ(出向)。昭53電電公社横須賀電気通信研究所。昭和62宇宙通信基礎技術研究所(SCR)出向。平成3NTT無線システム研究所。平4三菱電機鎌倉製作所入社。平14エム・シー・シー入社。平成19独立行政法人情報通信研究機構新世代ワイヤレス研究センターユビキタスマバイルグループ、現在株式会社アイソ・スペースネット・リサーチ代表取締役。工学博士。AIAA, IEEE, AFCEA, 電子情報通信学会, 各会員