

2021バーチャルハムフェス

サテライト通信移動運用ライブ



JO2ASQ 清水祐樹



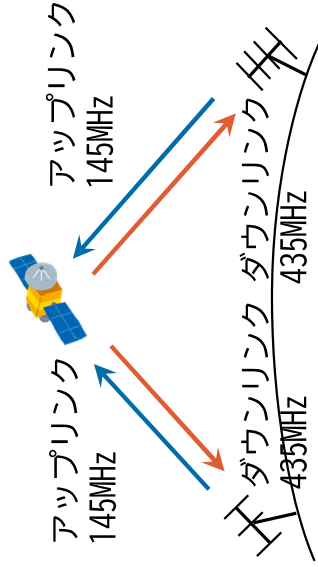
JO2ASQ 自己紹介

- 移動運用で2020年は48,676QSO、2021年は45,000QSOに到達
- 衛星通信で通算14万QSO
- 第一級アマチュア無線技士(高校2年時に取得)、第一級総合無線通信士、第一級陸上無線技術士
- CWを主に運用
- 愛知県瀬戸市在住(将棋の藤井三冠と同じ)
- 2013年4月(創刊号)から 月刊FBニュース連載中
- 公式サイト、Blog、twitter、Facebook 公開中

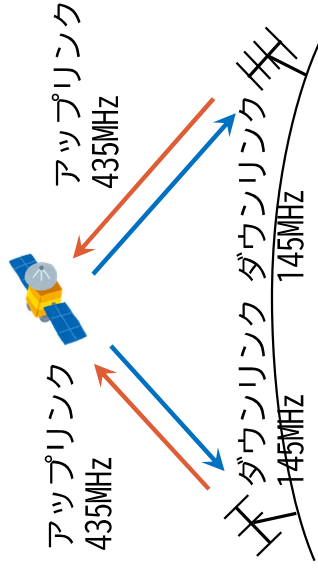


サテライト(衛星)通信とは

145→435MHzの衛星



435→145MHzの衛星



- 衛星は、受信した信号を別の周波数帯に変換して送信する
- ほとんどの衛星は 145→435MHz または 435→145MHz
- 送信と受信は同時に行う
- 日本で使用できる衛星は、1パス(周回)当たり10～20分だけ使用できる

衛星を経由して、送受信で別の周波数帯を用いて通信する

日本で利用できる主な衛星 (2021年11月現在)

SSB/CW (リニアトランスポンダ) 同時に複数の局が利用可能

衛星名	Uplink(送信)	Downlink(受信)	信号強度	特徴
CAS-4A	435.230-435.210	145.860-145.880	★★	西→東 の軌道、100分間隔で5連続
CAS-4B	435.290-435.270	145.915-145.935	★★	西→東 の軌道、100分間隔で5連続
EO-88	435.015-435.045	145.990-145.960	★	夜間のみ使用可、夏期は途中でOFFになる
FO-29	146.000-145.900	435.800-435.900	★	管制局がONするパスのみ使用可(土日が多い)、JARL
FO-99	145.900-146.000	435.900-435.800	★	管制局がONするパスのみ使用可、他のモードもある、日本大学
JO-97	435.120-435.100	145.875-145.855	★	日照時のみ使用可、途中から弱くなる
RS-44	145.935-145.995	435.670-435.610	★	遠距離交信に最も有利な衛星
TO-108	435.290-435.270	145.915-145.935	★★★	日照時のみ使用可、数10秒周期で間欠動作する

SSBは **LSB**で送信/USBで受信

FM (レピータ) 1つのチャンネルのみ

衛星名	Uplink(送信)	Downlink(受信)	信号強度	特徴
AO-27	145.850	436.795	★★	3分30秒～4分間だけON
AO-91	435.250	145.960	★	日中のみ使用可
AO-92	435.350*	145.800	★	日中のみ使用可
ISS	145.990	435.800	★★★	国際宇宙ステーション、不定期の運用
SO-50	145.850*	436.795	★	信号が弱い、常時使用可
PO-101	437.500**	145.900	★	不定期の運用

*67Hzトーンが必要 **141.3Hzトーンが必要

主な衛星には、SSB/CW衛星と、FM衛星がある



衛星の時刻と方向

軌道予測サイト、軌道予測ソフトウェアで調べる

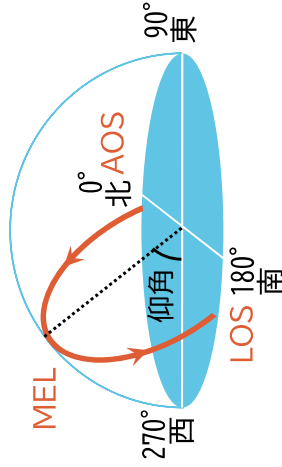
緯度・経度を設定するか、最も近い都市を選択する

軌道予測サイト

衛星通過時刻情報 (by JR1JWZ) <http://good.mydns.jp/sat.html>
SATRACK (by J03MQY) <https://jo3mqy.sakura.ne.jp/satrack/sat.html>
SatTrack (by 7M3TJZ) <http://predict.ariss.jp/overpass.html.ja>

衛星の時刻・方向などを表す書式

15:00:37	15:11:34	15:21:46	00:21:09	347	271	194	50.5	DDD	8095
時刻			可視時間	方位		最大仰角	日照	周回数	
AOS	MEL	LOS	分 秒	AOS	MEL	LOS	注)	打ち上げ	
見え始め	最大仰角	見え終わり						から何周	

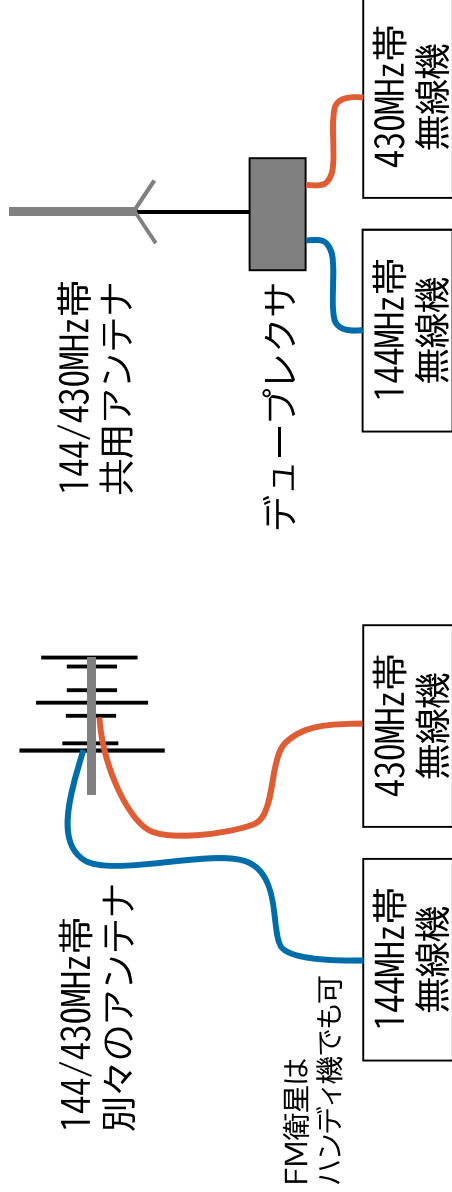


注)日照の意味(左からAOS, MEL, LOS時)
D 衛星・地上ともに太陽光が当たる
V 衛星に太陽光が当たる、地上は夜
*ISS(国際宇宙ステーション)は地上から見える
N 衛星・地上ともに太陽光が当たらない

日照によってON/OFFを切り替える衛星がある

自地点の軌道要素から、時刻・方位などを調べる

使用する設備

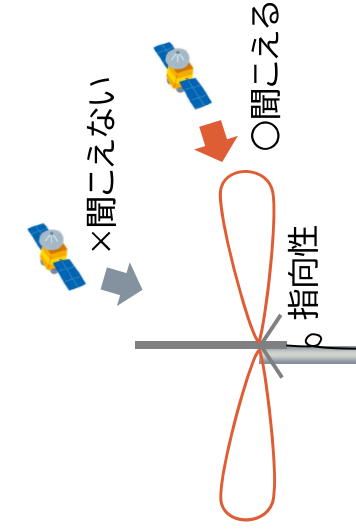


- 一方のバンドで送信、他方のバンドで受信を、同時にできることが必要。
(受信はレシーバーでも可。ただし、受信処理に時間遅れがあると難しい。)
- 2バンド共用のアンテナでは、**デュープレクサ**を使用する。
- サテライト対応の無線機は、144MHz帯と430MHz帯を独立で操作できるので、1台で済む。(現行機種は IC-9700、IC-9100 のみ)
- SSBは**LSB**で**送信**、USBで受信する

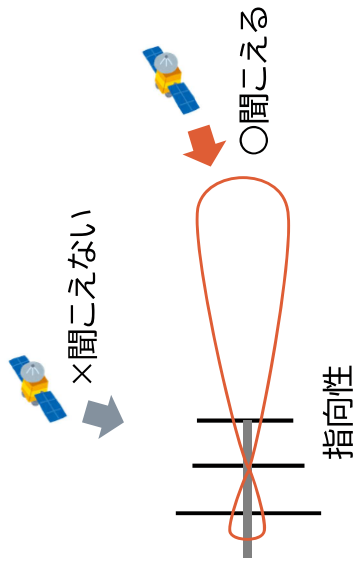
2バンドで、送信と受信を同時にできる**無線機・アンテナが必要**

アンテナの指向性

モノポールアンテナ



仰角0度のビームアンテナ



- モノポールアンテナ、仰角0度のビームアンテナは、仰角が低い衛星のみ受信できる
- 仰角が高い衛星は、アンテナを傾ける

垂直系アンテナは、仰角が低い衛星のみ受信できる



ドップラー効果と周波数の関係

- 波の発生源が近づく場合は周波数が高く、遠ざかる場合は低くなる
- 衛星は AOSで近づく速度が最大、LOSで遠ざかる速度が最大になる

近づく＝周波数が高くなる

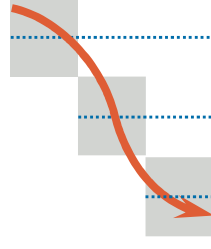
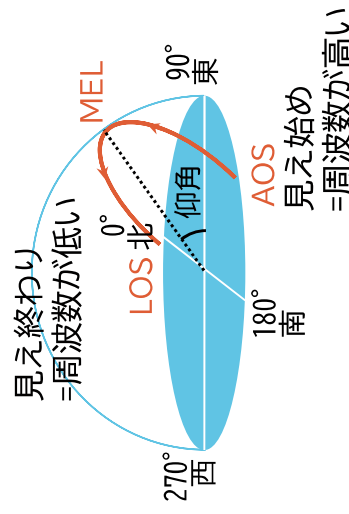


遠ざかる＝周波数が低くなる



FM衛星の受信

- ダウンリンク周波数が徐々に下がるので、5kHzまたは1kHzステップで追いかける
- ISSスクールコンタクトの受信も同様



ドップラー効果で、衛星の受信周波数は変化する

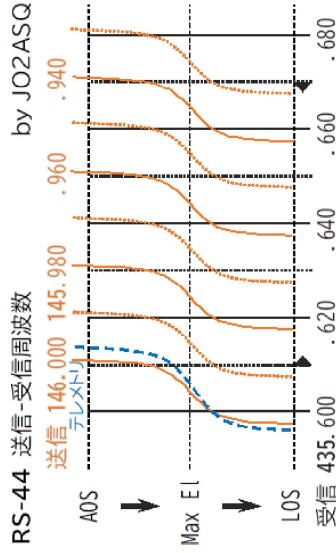


周波数制御の方法

SSB/CWでは、相手局のダウンリンク周波数で呼んでも、交信できない
ダウンリンク周波数が相手局に合うように、**アップリンク周波数を調整する**

1. 手動で調整

- ・ アップリンクとダウンリンクは、周波数の上下が逆になり、換算が必要
- ・ 図 (by J02ASQ) , SATRACK (by J03MQY) , SAT周波数早見ソフトEXCEL (by JH1UVJ)



手動周波数制御で相手局を呼ぶ手順

1. 空き周波数で、自局の送信信号が衛星から戻るかを確認する(ループテスト)
2. 送信周波数と受信周波数を**逆方向に同じだけ動かして**、目的の受信周波数にする(サテライト対応無線機のリバースモード)
3. 時間が経つと周波数が動くので、その分を補正して、相手局を呼ぶ

2. 自動で調整: リグコン(周波数制御ソフト)

- ・ CSATmate (by JE4IVN)、IC910SAT Excel (by JH1UVJ) 、 SatPC32 など

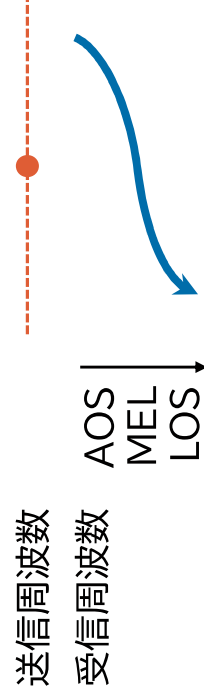
アップリンク周波数を、手動またはリグコンで調整する



送信固定と受信固定

SSB/CWでの、周波数の設定方法

1. **送信固定:** 送信周波数は一定、受信周波数を調整する
アップリンク145MHz / ダウンリンク435MHz で主に使われる



2. **受信固定:** 受信周波数が一定になるように、送信周波数を調整する
アップリンク435MHz / ダウンリンク145MHz で主に使われる



周波数の設定方法には、送信固定と受信固定がある



交信の例

実際に受信して、様子を見てみる必要があります
時間が限られているので、交信は必要最小限の内容で

FM

CQサテライト JO2ASQ
JO2ASQ JA1QRZ ファイブナイン
JA1QRZ JO2ASQ ファイブナイン
ありがとうございます

CW

CQ JO2ASQ/2 2029 K
※△@#*¥(多くの局が呼んでパイル)
JA1QRZ GA 5NN K ←CQを出した側が応答した
5NN TU ことを示すため、GAなどを
TU JO2ASQ/2 K 入れている

「こちらは」等を省略
応答と同時にRSを送って交信を成立

DE 等を省略
BKではなくKを使って時間短縮

サテライト通信のマナー(サテライターの有志監修)

http://www.icv.ne.jp/inoue-fa/jh1uvj/data01/SAT_Manner.pdf

- 空中線電力は必要最小限で
- FM衛星は譲り合って使用する、連続してCQを出さない

交信は必要最小限の内容で、むやみに空中線電力を上げない

運用実演

- 10:55~11:07 CAS-4A 145.865MHz 付近、受信固定
- 最初はCW、呼ばれなくなったらSSB (CWもUSBで受信)
- 周波数は衛星からの距離により変動します
- CAS-4Aは不調のため、数10秒間停波することがあります
- 配信終了後、11:21~11:33 CAS-4B 145.915MHz付近 で運用します

東京での軌道要素

	時刻		可視時間		方位		最大仰角	日照	周回数	
	AOS	MEL	L0S	分	秒	A0S	MEL	L0S	打ち上げ から何周	
CAS-4A	10:55:21	11:01:31	11:07:48	00:12:27	293	214	133	48.7	DDD	24363
CAS-4B	11:21:53	11:27:55	11:34:05	00:12:12	290	217	142	33.2	DDD	24363
見え始め										
見え終わり										

