

超小型人工衛星の周波数調整

～アマチュア無線帯の使用～

2021年9月14日

趙研究室 D2

中山 大輔

目次



- 周波数調整の必要性
- 参考資料
- 周波数調整方法の流れ
- 質問

周波数調整の必要性



- 電波として使用する周波数帯は人類共通の資源
 - 電波の定義：3THz以下の電磁波
 - アンテナから放射された電波は四方八方に拡散
 - 誰かが使用している周波数は基本的には使用不可能
- ITU*や総務省が各周波数の用途を割り当て
- 特に、国を跨いで影響を与える通信は周波数調整が重要
 - 衛星から放射された電波は日本以外の国でも受信されうる。

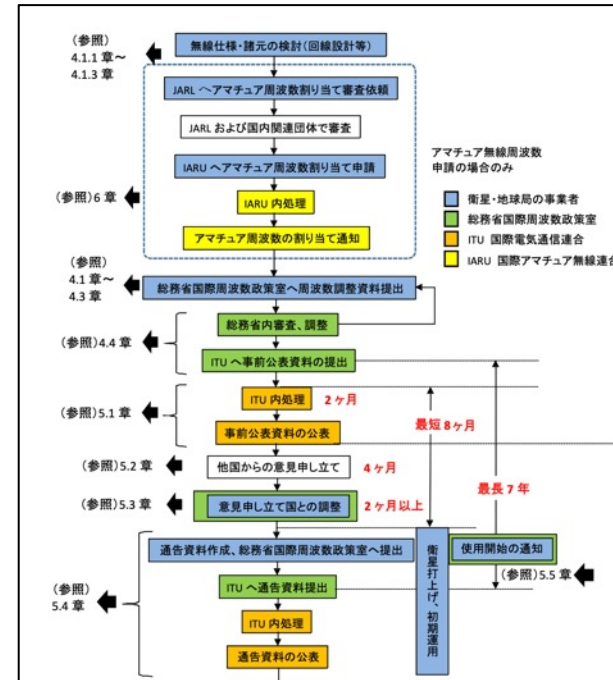
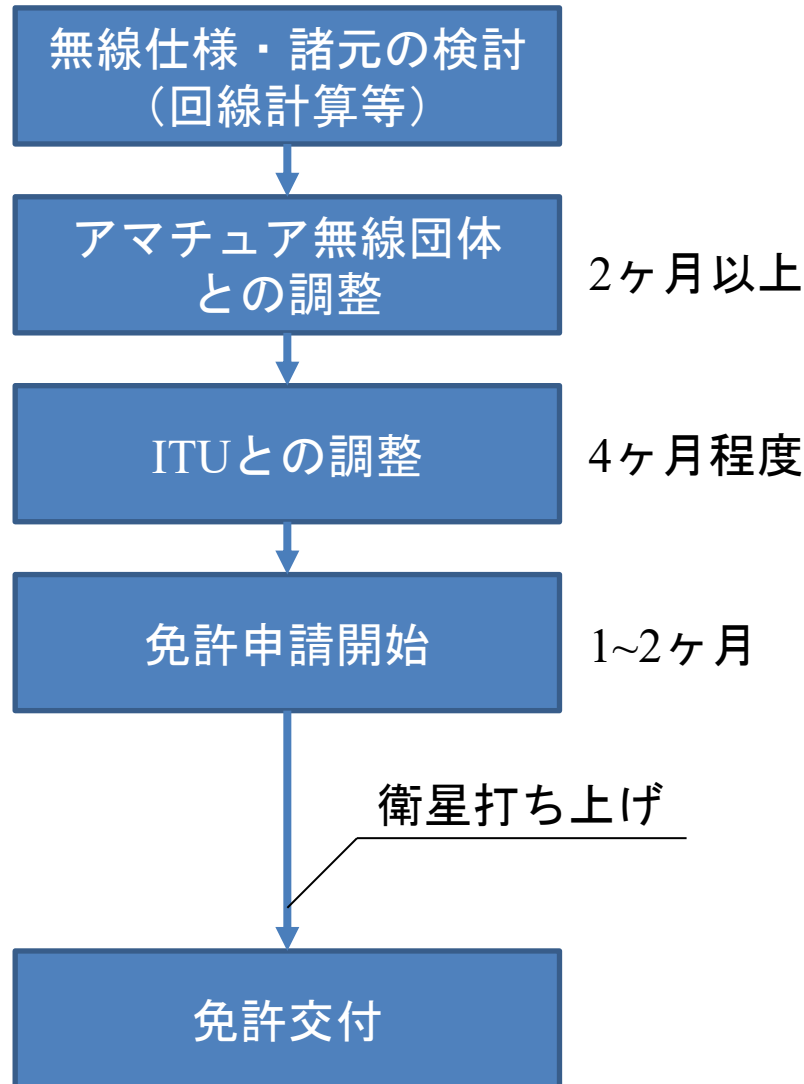
*国際電気通信連合

ITU: International Telecommunication Union

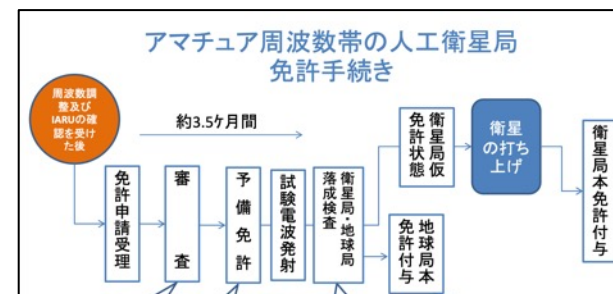
- UNISEC
「小型衛星通信網の 国際周波数調整手続きに関するマ
ニュアル 第3.1版」
<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/freq/process/freqint/001.pdf>
- JARL&JAMSAT
「アマチュア衛星の周波数調整と 免許申請」
http://unisec.jp/site/wp-content/uploads/2016/03/amateur_frequency.pdf
- ITU 「API - Advance Publication Information」
<https://www.itu.int/en/ITU-R/space/Pages/API.aspx>

周波数調整方法の流れ

アマチュア無線帯の場合



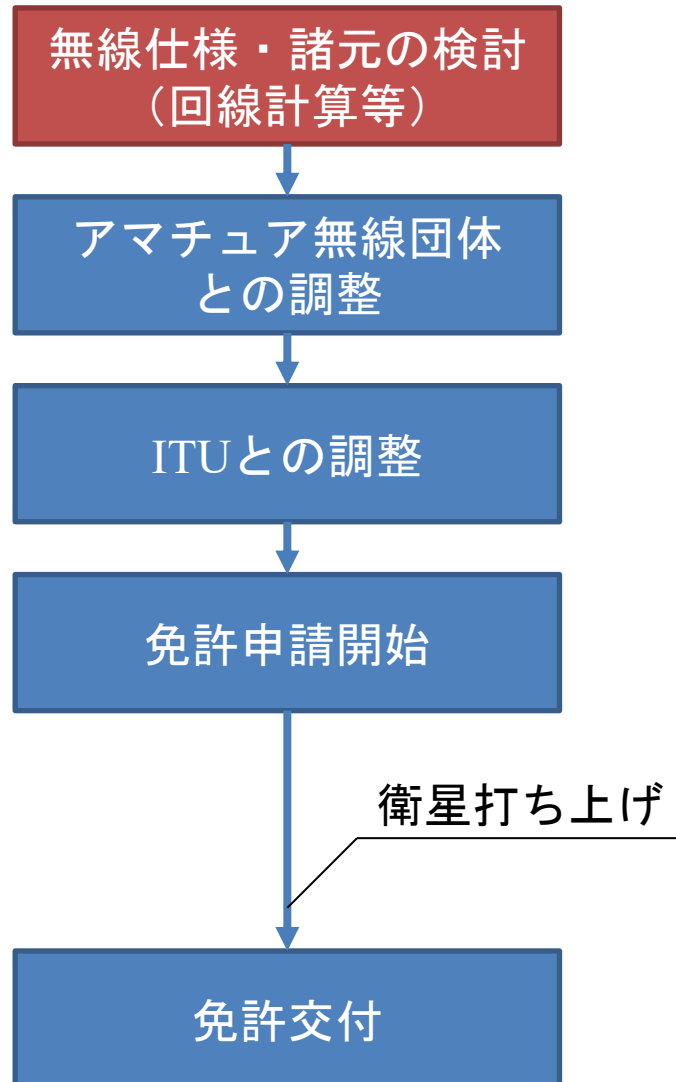
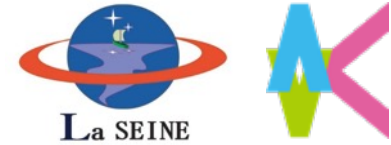
UNISEC資料の9ページ



JARL&JAMSAT資料の4ページ

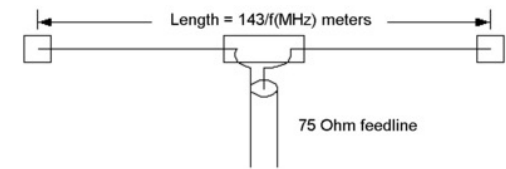
周波数調整方法の流れ

アマチュア無線帯の場合

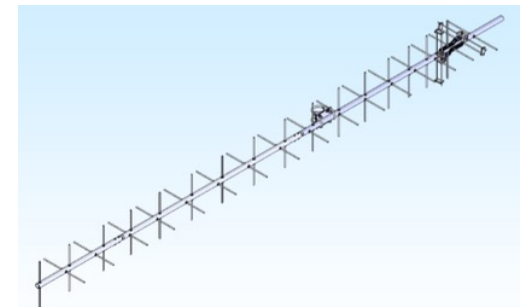


使用する無線通信の仕様・諸元

- ・ 周波数
- ・ 変調方式
- ・ 転送速度
- ・ 帯域幅
- ・ 送信電力
- ・ 通信機
- ・ アンテナ



ダイポールアンテナ
Wikipediaより



クロスハ木アンテナ
©M2



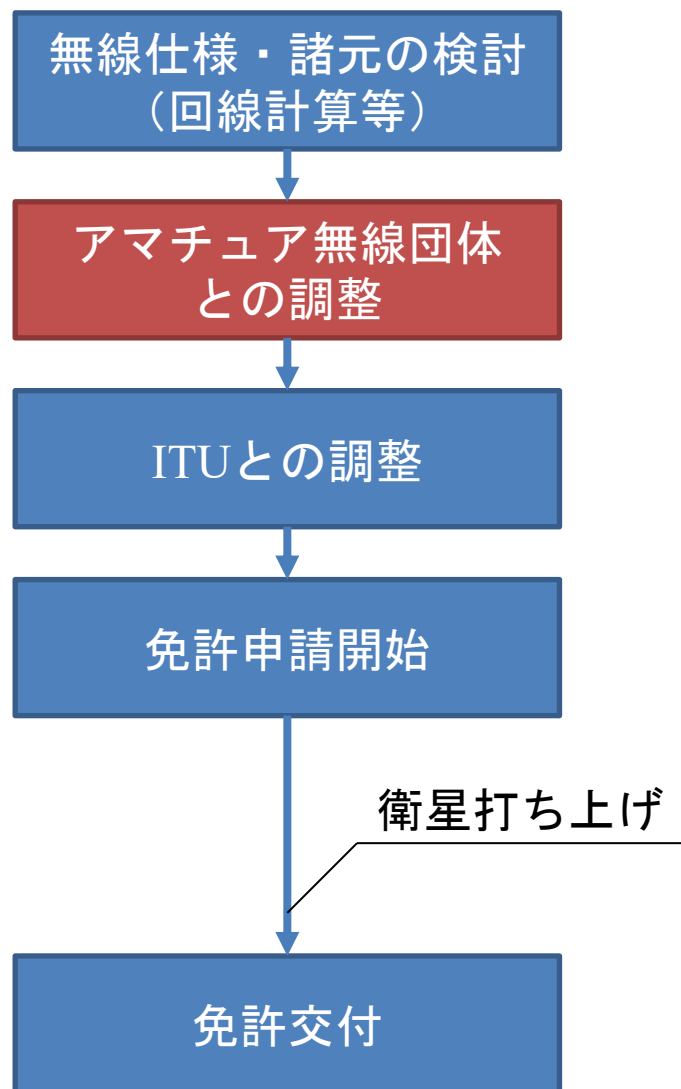
IC-9100
©ICOM



通信ボード

周波数調整方法の流れ

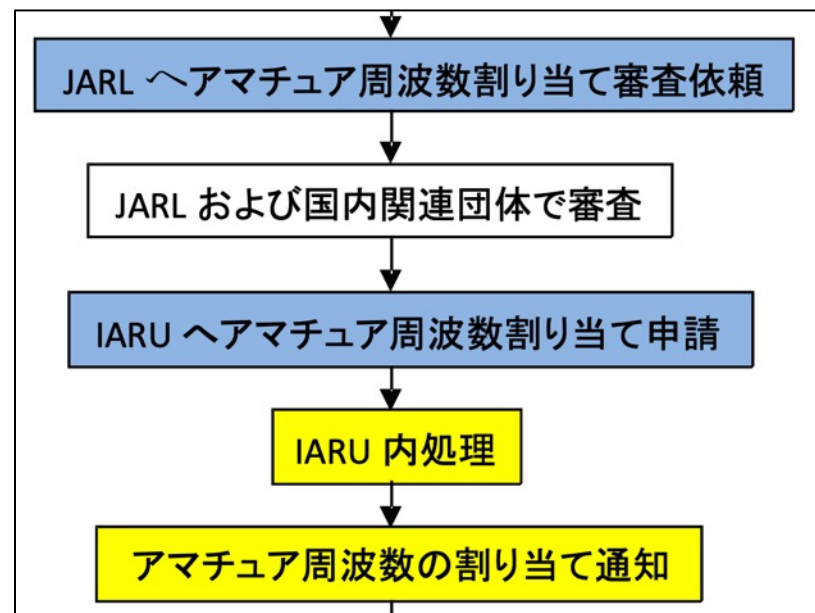
アマチュア無線帯の場合



アマチュア無線団体との調整

- ・ IARU調整要求資料を作成

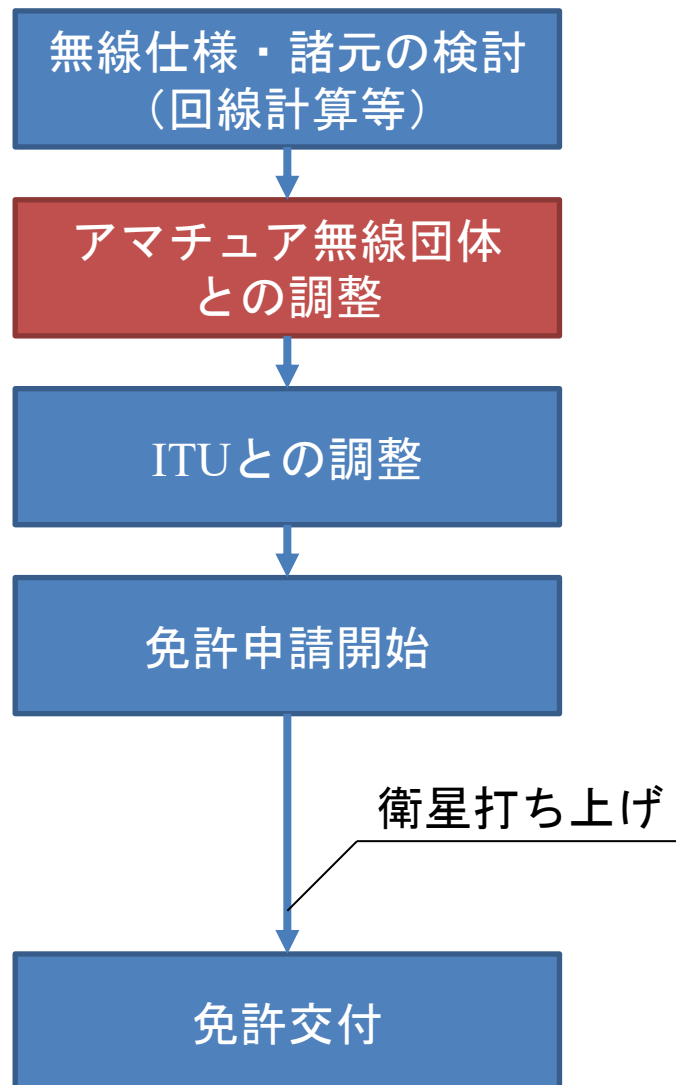
以下の流れで周波数割り当てを依頼する



UNISEC資料の9ページより抜粋

周波数調整方法の流れ

アマチュア無線帯の場合



アマチュア無線団体との調整

- ・ IARU調整要求資料を作成
原本はIARUのWebサイトからダウンロード

Amateur Satellite Frequency Coordination Request v40 Page 1

The International Amateur Radio Union
Since 1925, the Federation of National Amateur Radio Societies
Representing the Interests of Two-Way Amateur Radio Communication

**AMATEUR SATELLITE FREQUENCY COORDINATION REQUEST
INSTRUCTIONS AND APPLICATION FORM¹**

1. Amateur-satellite service. Amateur stations meet the requirements of the radio regulations², RR 1.56. and 1.57.

RR 1.56 *amateur service:* A radiocommunication service for the purpose of self-training, intercommunication and technical investigations carried out by amateurs, that is, by duly authorized [licensed] persons [individual natural people] interested in radio technique solely with a personal aim [for themselves] and without pecuniary interest [compensation]. (NOTE: Explanatory terms in brackets are not part of the treaty text.)

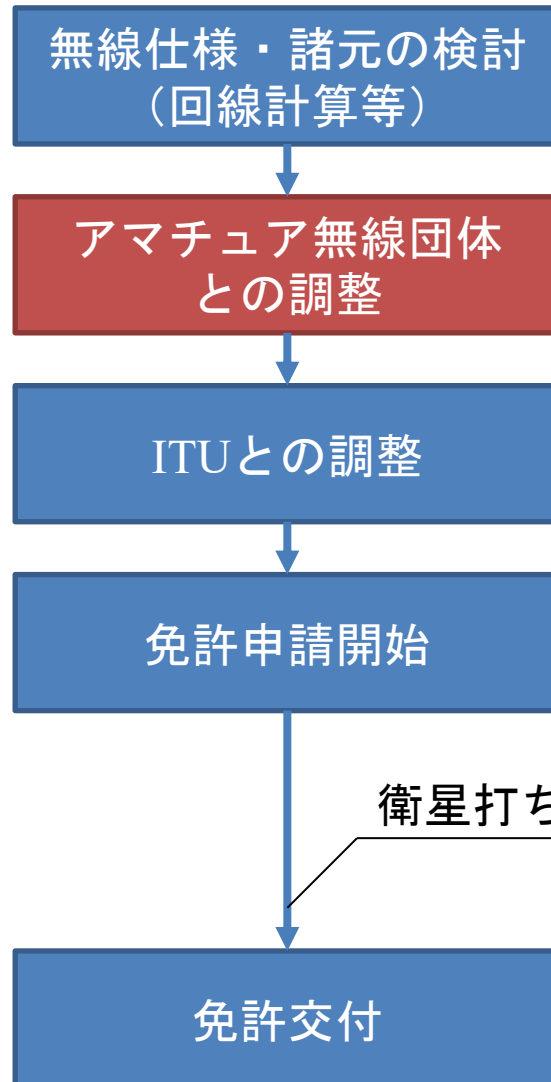
RR 1.57 *amateur-satellite service:* A radiocommunication service using space stations on earth satellites for the same purposes as those of the amateur service.

Before asking for help from IARU with frequency coordination in the amateur-satellite service, make sure that your proposed operation meets the treaty requirements. NOTE: "Without pecuniary interest" means that you may accept free will donations of goods and services, that is, with nothing required in return. You may not sell services or data to anyone for any reason.

IARUへの申請資料

周波数調整方法の流れ

アマチュア無線帯の場合



アマチュア無線団体との調整

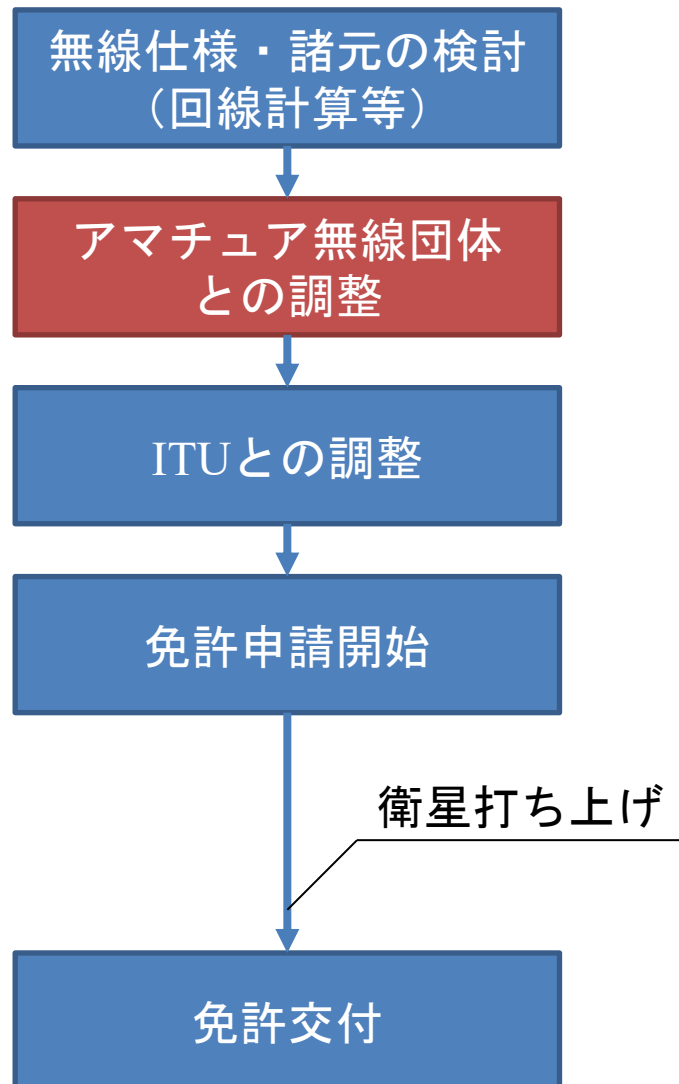
- ・ IARU調整要求資料を作成

内容

- ・ 免許人の情報
- ・ 衛星局の情報
 - ・ 軌道
 - ・ 通信の諸元
- ・ 地上局の情報
 - ・ 位置
 - ・ 通信の諸元
- ・ 回線設計
- ・ ミッション内容
 - ・ アマチュア無線ミッション

周波数調整方法の流れ

アマチュア無線帯の場合



アマチュア無線団体との調整

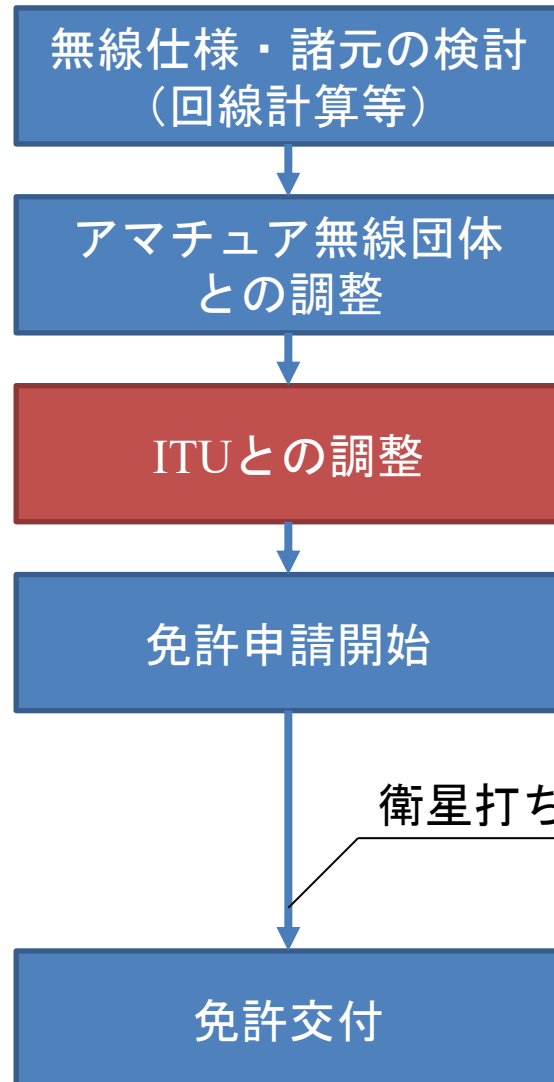
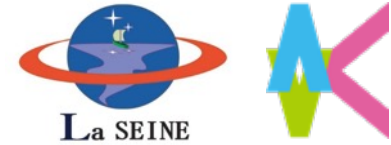
- ・ IARU調整要求資料を作成
- 調整が終了するとレターが送付される



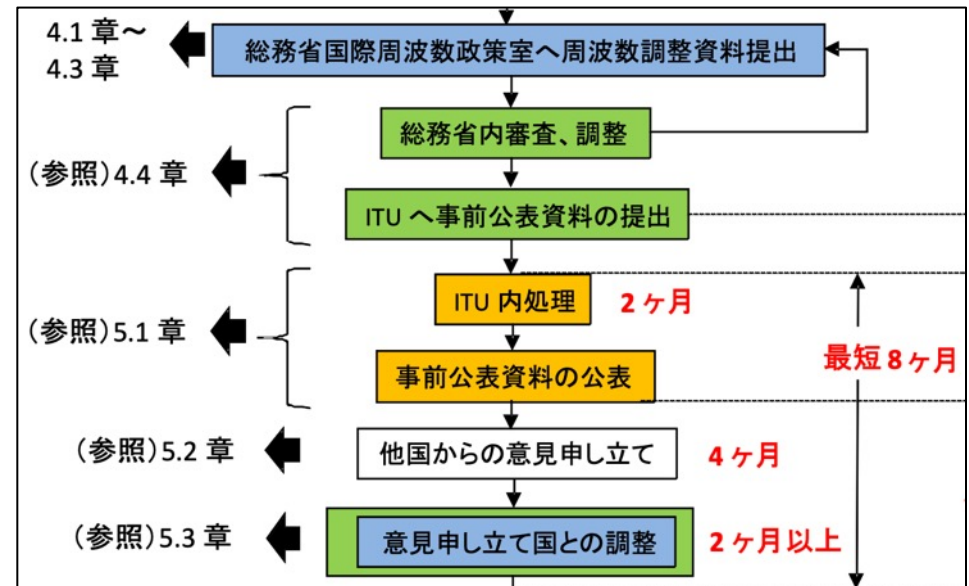
「BIRDS-5」のレター

周波数調整方法の流れ

アマチュア無線帯の場合



ITUとの調整の流れ



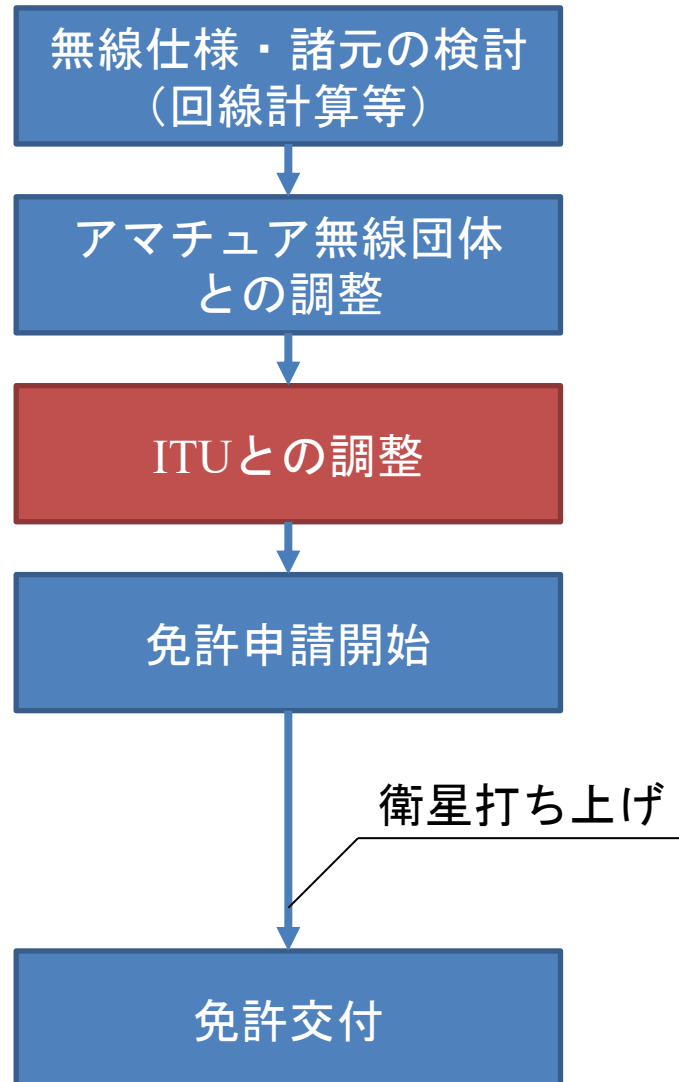
APIでの調整の流れ
UNISEC資料より

- ITUへ書類を提出できるのは総務省からのみ
- 総務省が料金を支払う手続きがある
- できる限りAPI提出時期の前年度6月までにスケジュールを相談すること

UNISEC資料18ページ、3.3.1章より

周波数調整方法の流れ

アマチュア無線帯の場合



ITUとの調整

1. APIを作成する

- Advance Publication Information
- 事前公表資料
- 情報を公表することが目的

2. 総務省へ提出依頼

3. ITUへ提出

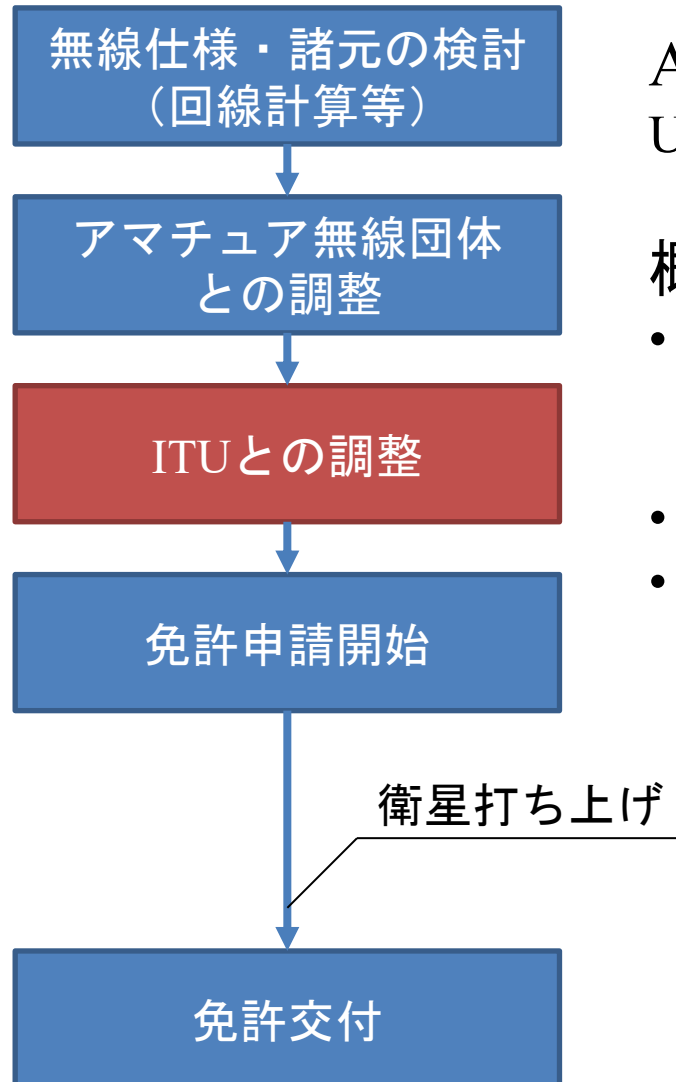
4. 3ヶ月ほどでAPI/Aが公表

※1 API/Aで次段階へ進める

※2 運用終了まで調整は続く

周波数調整方法の流れ

アマチュア無線帯の場合



APIの作成方法

UNISEC資料の第4章を参照

概要

- 専用ソフトSpaceCapで必要情報を入力
 - IARUと同様だが、専門用語があるため、UNISEC資料を読むこと
- データベースとテキストで保存
- 総務省へ提出

第4章 国際調整手続 (1) 事前公表資料 (API : Advance Publication Information) 提出まで

4.1 国際調整資料

衛星周波数の国際調整は当該国の主管庁と国際電気通信連合 (ITU : International Telecommunication Union) の規則のもとに対象国の主管庁との間で行われる。したがって調整資料は全て無線通信規則 (RR : Radio Regulations) の定めた様式に従って申請、受理される。(RR 第9条)

事業者はこれらの様式の資料を準備し、総務省に提出しなくてはならない。

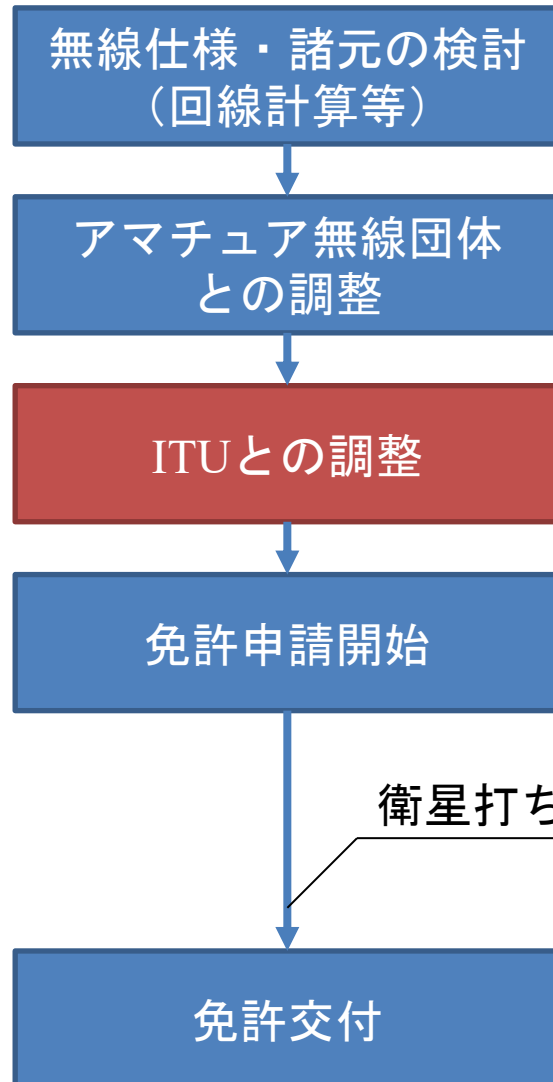
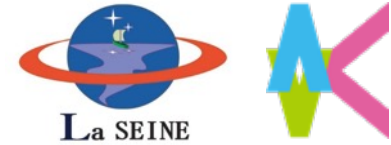
事前公表資料 (API : Advance Publication Information) および通告資料が、この国際調整資料に該当する (これら国際調整資料を総称して「ファイリング」と言うこともある)。国際調整資料には、衛星の使用周波数、電力、アンテナパターン等のパラメータを記載しなくてはならない。RR では、これら人工衛星局、地球局のパラメータを記号で表示するように定められており、事業者は打ち上げる衛星の設計に基づき国際調整資料作成に必要なこれらのパラメータを準備しなくてはならない。表4-1に小型衛星の代表的なパラメータの一覧を示す。

周波数をはじめ API により ITU へ提出するパラメータはすべて公開が原則であり、ITU ウェブサイトおよび ITU のソフトウェアを使って閲覧することができる。

「事前公表資料提出まで」
UNISEC資料より

周波数調整方法の流れ

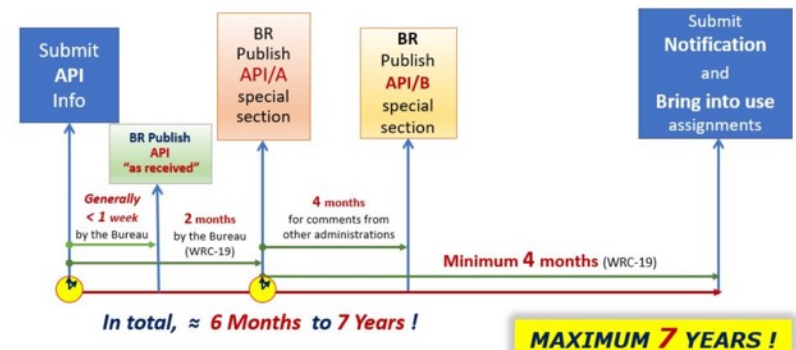
アマチュア無線帯の場合



API/Aが公開されると次のステップ

- API/Aが公表されると、ITUはコメントを受け付ける
- 公表後4ヶ月でコメント受付が終了し、API/Bが公表される
- API/Aで総務省は予備免許の発行が可能

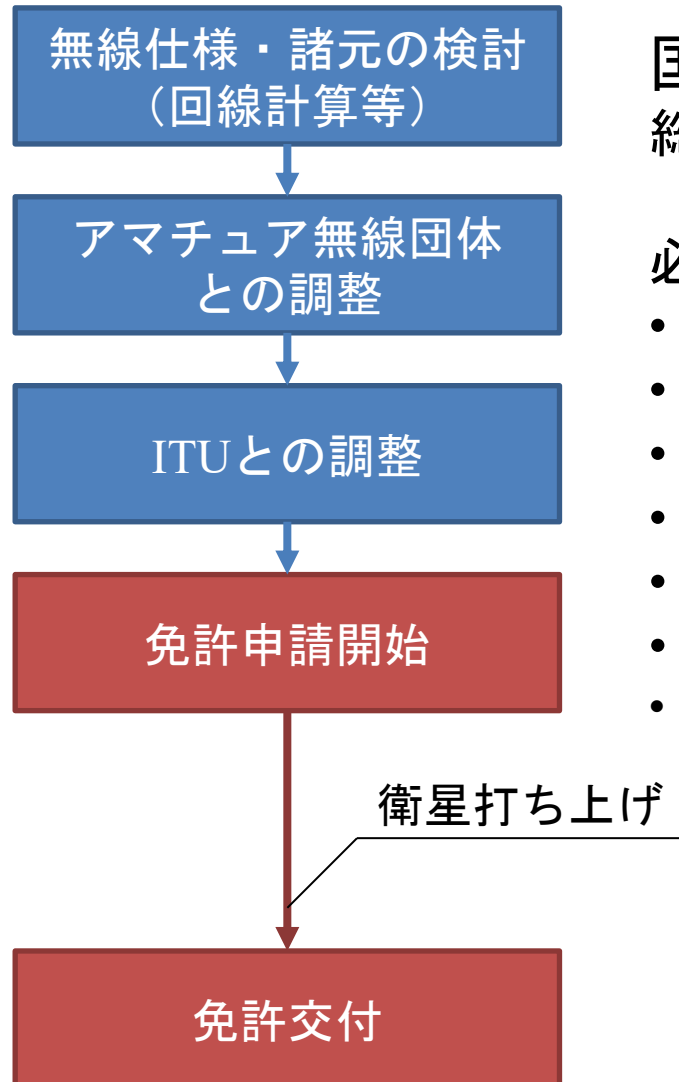
ITU process for satellite networks not subject to coordination



APIでの調整の流れ
ITU資料より

周波数調整方法の流れ

アマチュア無線帯の場合



国内免許申請

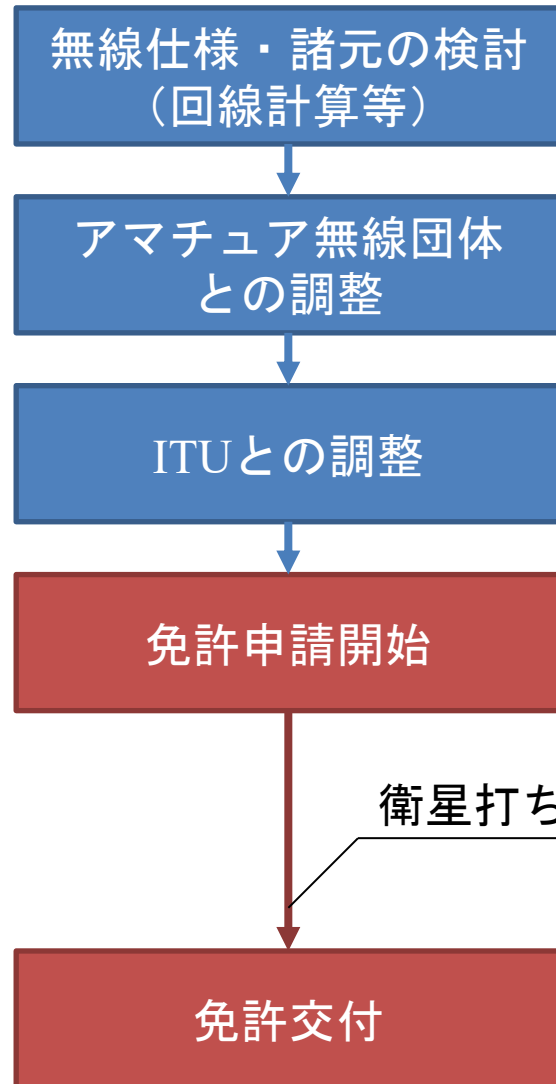
総務省に免許申請を行う。

必要な書類

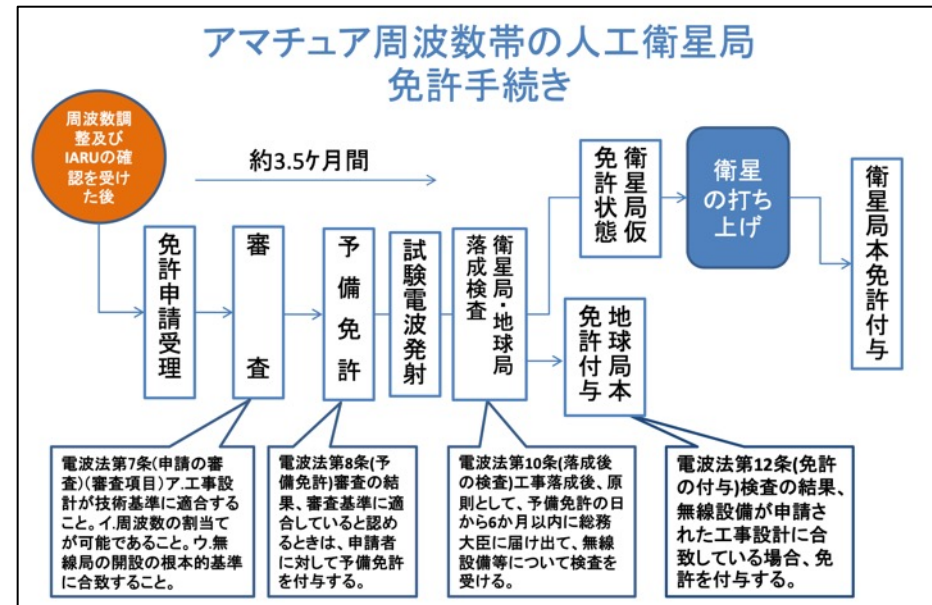
- 衛星実験計画書
- 回線設計
- 申請書（衛星局/地上局）
- 事項書（衛星局/地上局）
- 工事設計書（衛星局/地上局）
- IARUレター
- （その他、総務省から要求された書類）

周波数調整方法の流れ

アマチュア無線帯の場合



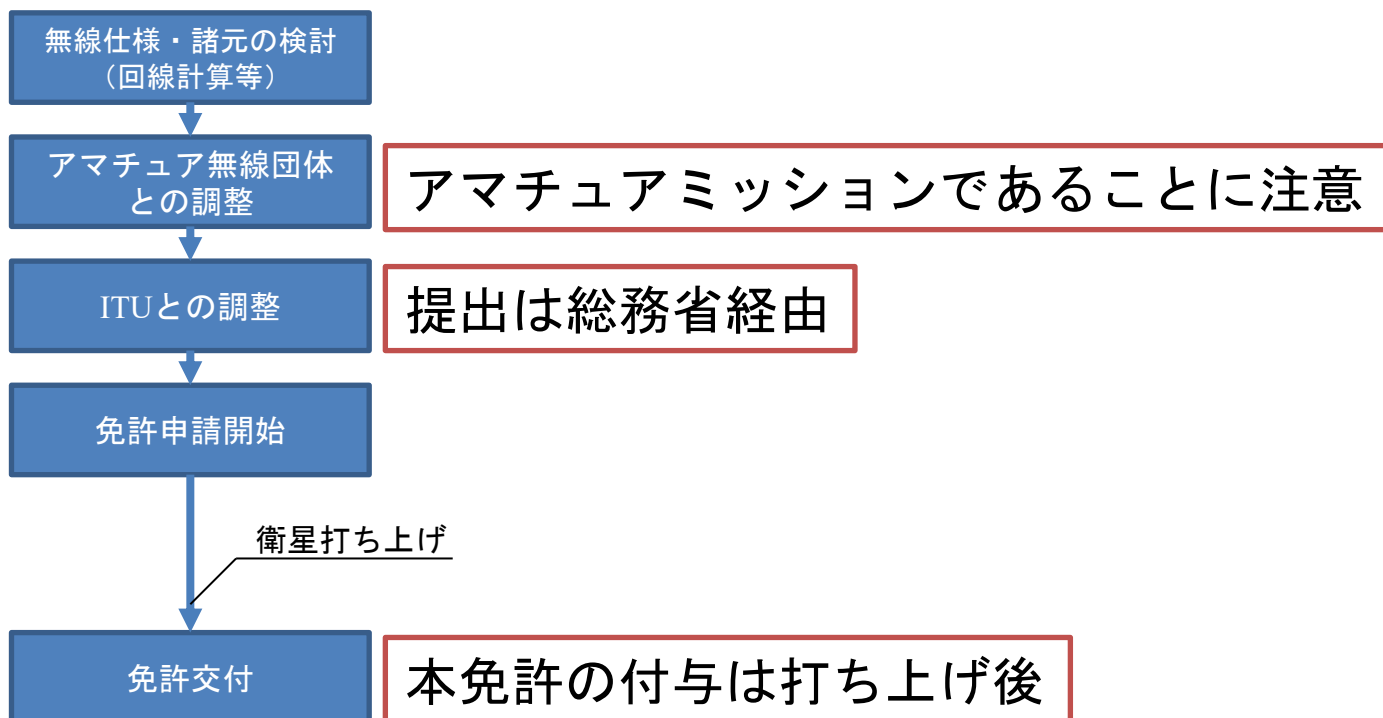
国内免許取得までの流れ



JARL&JAMSAT資料より

※通常の無線局は落成検査が完了で免許付与だが、衛星局は常置場所が宇宙のため、落成検査は未了で終了する。
そのため、上図のような流れとなる。

- UNISECの調整手順の資料を熟読
- 免許取得までの流れを簡単に説明した。
 - 各段階での注意点



質問

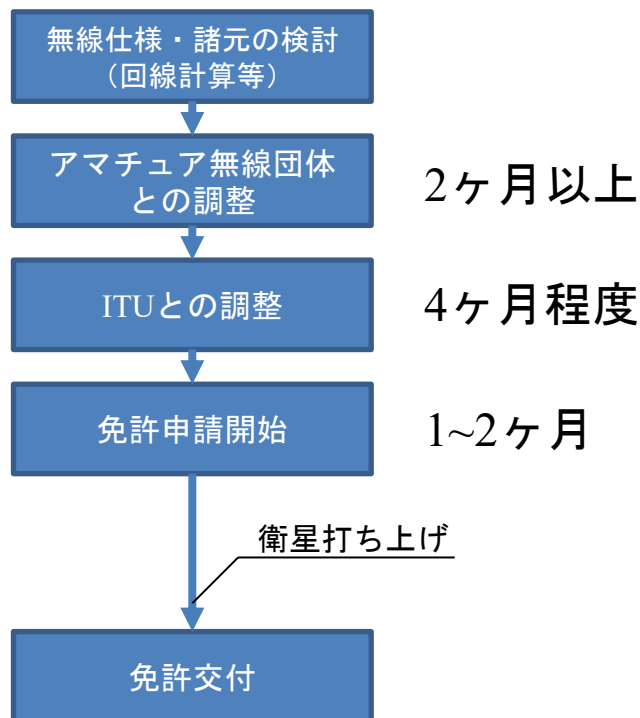
質問（事前）



• IARUへの周波数申請について

Q. 申請期日は2022年の6月のEM作成までで良いか

A. 以下のスケジュールなので、少し遅い。



TIPS

- IARU書類に書かれた回線は必ずしも全て開通させる必要はない。
- ITUにはIARUに申請した範囲”内”であれば申請できるし、国内免許はITUに申請した範囲”内”であれば申請できる。
- ただし、アマチュア衛星としてのミッションが残っている必要はある。

質問（事前）

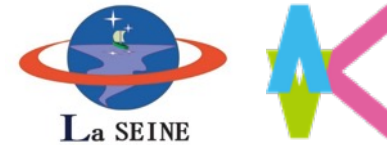


- 宇宙機とコントロール用の地上設備との
交信チェックについて
 - Q. 事前に総合通信局への免許申請が必要か
 - A. 空間に電波を出すのであれば必要。ケーブル
テストや電波暗室での試験であれば不要

TIPS

予備免許がもらえれば、総合通信局に実験の申請が可能になる。

質問（事前）



- 宇宙機を完成する地上局の免許申請の時期は？
- 複数箇所に設置できるか？
- リモート運用の可能性はあるか？
 - 免許申請時期 : 衛星と同時
 - 複数箇所に設置できるか : できる
 - ✓ IARU, ITUから記載する必要がある
 - リモート運用の可能性 : ある
 - ✓ アマチュア無線のリモート運用に準拠
 - ✓ JARL「遠隔操作指針」
https://www.jarl.org/Japanese/7_Technical/d-star/digital-guide.htm
 - ✓ 概要は、「セキュリティを整える」「何か異常が起きても3時間以内に対処できるようにする」

質問（その他）

