

# 技術的条件

2016年1月15日

# 技術的条件 (現行法規規定)

# 技術的条件（参考情報）

## ▶ 干渉除去機能に関する規定

### ▶ 船舶用と同程度の記述が望ましい（無線設備規則 第四十八条 <レーダー>）

#### ▶ セイ

- 表示面における不要な表示であつて雨雪によるもの、海面によるもの及び他のレーダーによるものを減少させる装置を有すること。

#### ▶ 2 ニ

- イ レーダーを適正に動作させるために必要な信号以外の信号を受信した場合にあつては、当該信号を抑制する機能を有するものであること。
- ロ 前項第七号イの装置には、手動及び自動で反射波による不要な表示を減少させる機能を有するものであること。

## ▶ 空中線電力の規定

### ▶ 船舶用固体化レーダーの先行規定が参考になる

### ▶ 無線設備規則 第四十八条 2 十六 関連告示（平成24年 総務省告示 第252号）

#### ▶ 十九 設備規則第四十八条第二項第十五号に掲げる三GHz帯の周波数の電波を使用するレーダーであつて、現用する施行規則第三十一条第二項第一号から第四号までに掲げるものに替えて半導体素子を使用するものは、次の条件に合致するものであること。

- 1 一つの繰り返し周期内に送信時間が一・二マイクロ秒を超える場合、中心周波数を変更する機能を有すること。
- 2 繰り返し周波数は、三、〇〇〇ヘルツ（変動率は、（±）二五パーセントを超えないこと）を超えないこと。
- 3 繰り返し周波数を変動する機能を有し、かつ、起動時に動作状態にあること。
- 4 デューティ比は、三・一パーセント以下であること。
- 5 一秒当たりの平均電力は、五・八ワットを超えないこと。
- 6 尖頭電力と出力できる最も広いパルス幅の積は、 $5.5 \times 10^{-3}$  を超えないこと。

# 技術的条件（補足情報）

- ▶ 入港中の船舶局は原則として運用してはならない
  - ▶ 距離基準を定める場合、入港中の船舶を対象とするかどうかの影響する
  - ▶ 電波法 第六十二条
    - ▶ 船舶局の運用は、その船舶の航行中に限る。但し、受信装置のみを運用するとき、第五十二条各号に掲げる通信を行うとき、その他総務省令で定める場合は、この限りでない。
  - ▶ 特例は無線局運用規則 第四十条
    - ▶ レーダーに関わるものは、郵政省告示 昭和51年 第514号
      - 二 濃霧、荒天その他気象又は海象の急激な変化に際し、船舶の安全を図るため船舶に設置する無線航行のためのレーダーの運用を必要とする場合

# 技術的条件（補足情報）

## ▶ 航空機用気象レーダーの規定

### ▶ 電波法 第七十条の二

- ▶ 航空機局の運用は、その航空機の航行中及び航行の準備中に限る。但し、受信装置のみを運用するとき、第五十二条各号に掲げる通信を行うとき、その他総務省令で定める場合は、この限りでない。

### ▶ 無線設備規則 第四十五条の十二の九

- ▶ 航空機用気象レーダー、タカン、電波高度計及び航空機用ドップラレーダーは、総務大臣が別に告示する技術的条件に適合するものでなければならない。

### ▶ 該当告示は、郵政省告示 昭和58年 第192号

- ▶ 受信機帯域幅やSTCのカーブが定義されている
- ▶ 空中線のビーム仕様、走査仕様も定められている

# 技術的条件（補足情報）

- ▶ 航空機用気象レーダーの規定（レーダーの最低レンジ）
  - ▶ 電波法施行規則 第三十一条の三 三
    - ▶ 航空機用気象レーダーの送信設備については、当該航空機の最大巡航速度の区別に従い、次の表のとおりとすること。

最大巡航速度	有効通達距離
185.2 km/h (100 knot) 以下	46.3 km (25 NM) 以上
370.4 km/h (200 knot) 以下	92.6 km (50 NM) 以上
648.2 km/h (350 knot) 以下	138.9 km (75 NM) 以上
926 km/h (500 knot) 以下	185.2 km (100 NM) 以上
1203.8 km/h (650 knot) 以下	231.5 km (125 NM) 以上
1203.8 km/h (650 knot) 超過	277.8 km (150 NM) 以上

※ 可読性向上の為、アラビア数字で書き直し、マイル表示した

# 技術的条件（補足情報）

## ▶ 航空機用気象レーダーの規定（最高速度）

### ▶ 航空法施行規則 第七十九條

- ▶ 法第八十二条の二の国土交通省令で定める速度は、次の各号に掲げる速度とする。
  - 一 法第八十二条の二第一号の空域であつて、高度九百メートル以下の空域を飛行する航空機にあつては、次に掲げる航空機の区分に応じ、それぞれに掲げる指示対気速度
    - イ ピストン発動機を装備する航空機 百六十ノット
    - ロ タービン発動機を装備する航空機 二百ノット
  - 二 法第八十二条の二第一号の空域であつて、高度九百メートルを超える空域又は同条第二号の空域を飛行する航空機にあつては、指示対気速度二百五十ノット
- ▶ 2 前項の規定にかかわらず、自衛隊の使用する航空機であつて同項に規定する速度を超えて飛行することがやむを得ないと認めて国土交通大臣が指定した型式の航空機に係る法第八十二条の二の国土交通省令で定める速度は、国土交通大臣が定める速度とする。ただし、他の航空機の安全に支障を及ぼすおそれがあるときは、この限りでない。
- ▶ 3 前二項の規定にかかわらず、次の各号に掲げる航空機に係る法第八十二条の二の国土交通省令で定める速度は、当該各号に掲げる速度とする。
  - 一 法第九十六条第一項の規定により国土交通大臣から前二項に規定する速度を超える速度で飛行することを指示された航空機 当該指示に係る速度
  - 二 航行の安全上やむを得ないと認められる事由により前二項に規定する速度を超える速度で飛行する必要がある航空機 当該航空機が安全に飛行するために必要と認められる適切な速度

※ 「法第八十二条の二の国土交通省令で定める速度」とは超えてはならない最高速度

# 技術的条件（補足情報）

---

## ▶ 航空機用気象レーダーの規定（最低高度）

### ▶ 航空法施行規則 第七百七十四条

▶ 法第八十一条の規定による航空機の最低安全高度は、次のとおりとする。

- 一 有視界飛行方式により飛行する航空機にあつては、飛行中動力装置のみが停止した場合に地上又は水上の人又は物件に危険を及ぼすことなく着陸できる高度及び次の高度のうちいずれか高いもの
  - イ 人又は家屋の密集している地域の上空にあつては、当該航空機を中心として水平距離六百メートルの範囲内の最も高い障害物の上端から三百メートルの高度
  - ロ 人又は家屋のない地域及び広い水面の上空にあつては、地上又は水上の人又は物件から百五十メートル以上の距離を保つて飛行することのできる高度
  - ハ イ及びロに規定する地域以外の地域の上空にあつては、地表面又は水面から百五十メートル以上の高度
- 二 計器飛行方式により飛行する航空機にあつては、告示で定める高度

※ 当該告示そのものは未発見ですが、ざっくりと1000 ft ≒ 300m のようです



# 航空機への干渉検討

# 航空機への干渉検討

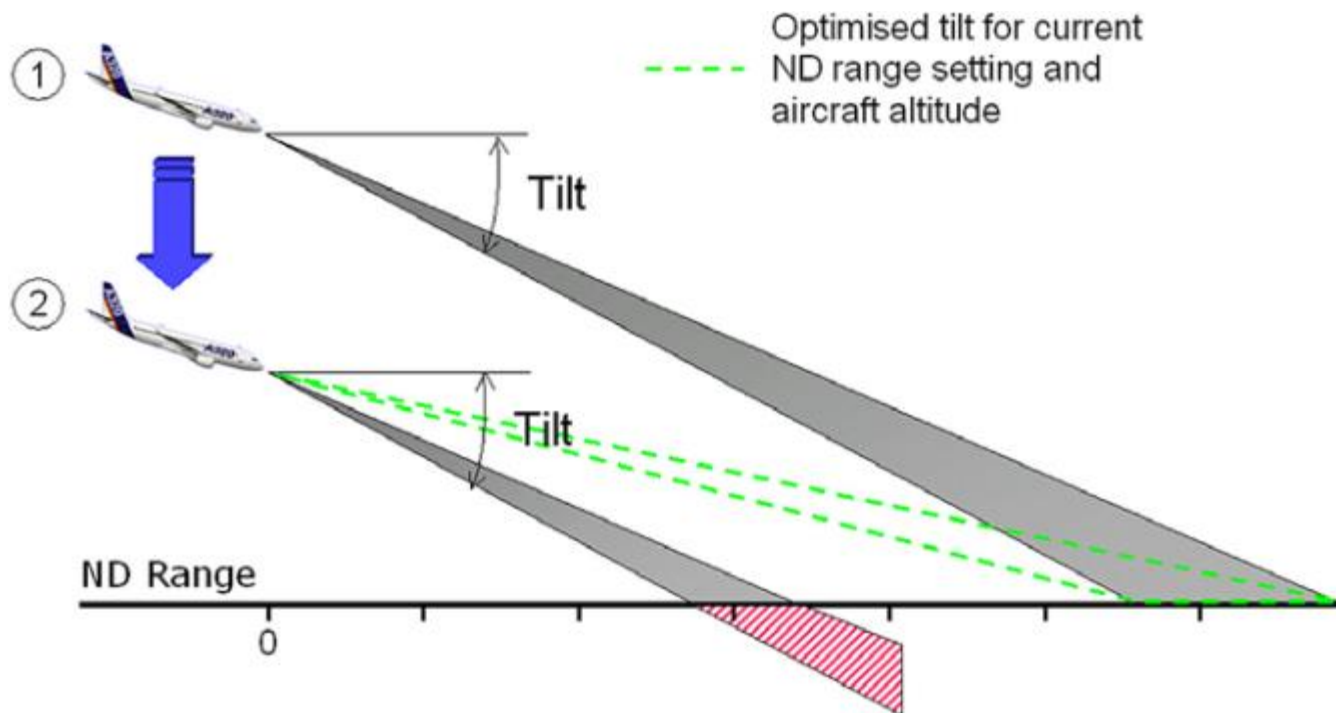
- ▶ 航空機に干渉除去機能が無い前提で検討
  - ▶ 近距離レンジでは長時間の干渉が現れてしまう
    - ▶ 50us幅の干渉波は4NMの長さで現れる
      - 実際は、長時間の干渉波は周波数変調であり、被干渉機の周波数フィルタを通る為に実効長は短くなる
      - 電波法と航空法から、通常の最低レンジは50 NMとして良い
        - 最悪条件で探知レンジの8 %、ジェット機巡航中は125 NMLレンジで3.2 %
        - 実際はこの10 %以下の長さになると考えられる
  - ▶ 共用条件としては、現実的な飛行ルート等から会合確率の検討が必要となる
    - ▶ 法規制＋航空機用レーダーの使用指針を拠り所とする
      - AIRBUS社の資料を提示する
        - 離着陸時でも、表示画面の遠端が地面となるよう(極力地面を映さないよう)、仰角調整が推奨されている ⇒ 地上のレーダーからは離れる方向
        - レンジの選択指針は、回避対象を40NM前から探知する為、航行中は80NM以上の使用が推奨されている
        - 最低レンジは10 NM (Taxi)

# 航空機レーダーの使用指針(AIRBUS社資料)

Phase	Recommendations	Remarks
Taxi	Set ND to 10 NM range Tilt down, then up: Check appearance / disappearance of round returns	Radar check must be performed away from people
Takeoff	Scan up to 15° UP for weather return, if significant weather is suspected Select tilt at 4° UP for takeoff	Scan along the departure path
Climb	Select negative tilt, maintain ground returns on top of ND as the aircraft climbs	Change tilt according to altitude and ND range.
Cruise	Select negative tilt and maintain ground returns on top of ND. As a rule of thumb: Range 320: tilt 1 DN Range 160: tilt 1.5 DN Range 80: tilt 3.5 DN Range 40: tilt 6 DN When approaching weather: - Decrease ND range - Tilt down - Use TURB to isolate turbulence - GAIN to AUTO	No ground returns beyond line of sight FL370 => 240 NM FL250 => 200 NM  ND: Navigation Display DN: Degree Negative (?)
Descent	Above FL150 Every 10 000 ft: Adjust tilt upward to maintain ground returns on top of ND (~ +1° /10 000 ft) Below FL150 Every 5 000 ft: Adjust tilt upward to maintain ground returns on top of ND (~ +1° /5 000 ft)	
Approach	Select tilt at 4° UP	To avoid ground returns

# AIRBUS社資料要約

- ▶ 航行中は、表示レンジの端が地面になるよう、仰角を調整することが推奨されている
- ▶ 垂直指向角は2度を基準としている



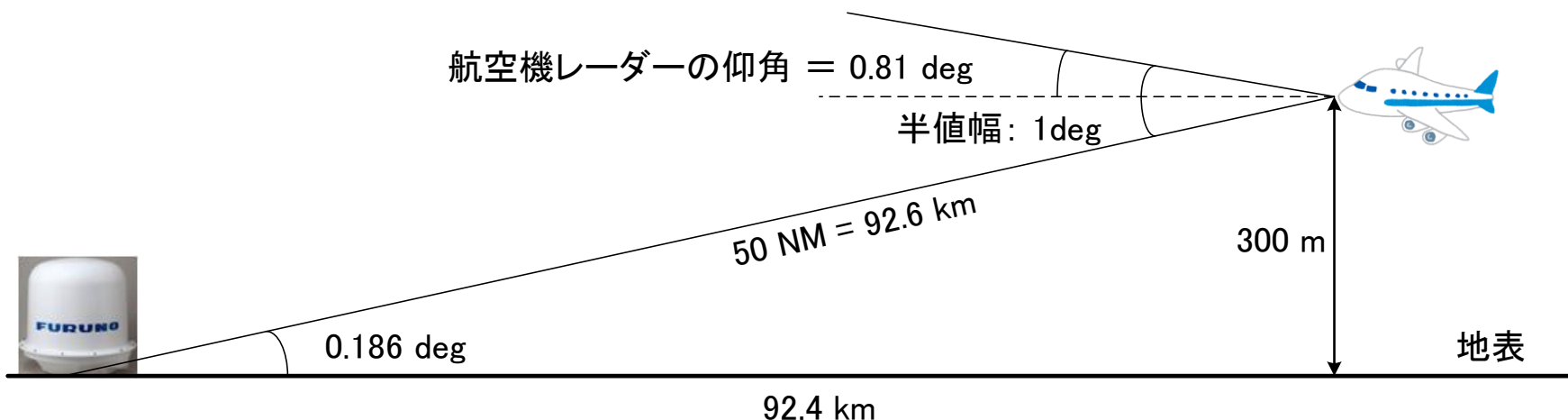
# 資料の統合説明

---

- ▶ 電波法施行規則でレーダーの最低レンジが定められている
  - ▶ 100 knot 以下で 25 NM 以上、200 knot 以下で 50 NM 以上
- ▶ 航空法施行規則で最高速度が定められている
  - ▶ 高度900 m 以下での最高対気速度は
    - ▶ ピストン発動機が160 knot、タービン発動機が200 knot
- ▶ 航空法施行規則で最低高度が定められている
  - ▶ 有視界飛行方式で150 m、計器飛行方式で300 m
  - ▶ 国内の定期便は全て計器飛行方式
- ▶ AIRBUSの資料では、航行中は表示レンジの端が地上となるように調整することが推奨されている
- ▶ 以上より、高度300 m以下の最悪条件を図示する

# 飛行高度900 m 以下の最悪条件

- ▶ 航空機レーダーの半値角と地表との交点に気象レーダーを設置したとする(同一周波数)
  - ▶ 50 NM分の距離減衰は151.2 dB (対象帯域内平均)
  - ▶ 航空機・気象レーダー共に半値角とすると、6 dB減衰
    - ▶ 気象レーダーも地表が映らないよう、半値角以上の仰角で使用する
  - ▶ 総合損失は157.2 dB
  - ▶ 航空機レーダーの空中線利得を35 dBi、気象を40 dBiとする
    - ▶ 500 Wで送信すると、航空機レーダーへの干渉は-25.2 dBm



# 干涉検討方針案

# 干渉検討方針案

---

## ▶ 気象レーダー同士の干渉

- ▶ 低機能レーダー(単偏波・マグネトロン)を最低条件として単純化し、信号劣化は水平偏波での反射強度評価のみにとどめる
  - ▶ 干渉除去機能は、技術基準で必須とする
    - 最悪条件(同一周波数・近距離送信)でも除去可能であることを示す
    - 将来的な船舶用固体化レーダーへの対応も包含できる

## ▶ 船舶用レーダーとの干渉

- ▶ 気象側の干渉除去機能を必須とすれば問題無い
  - ▶ マグネトロンレーダーのみを対象としておけば良い
  - ▶ 変調帯域を除いては、気象用と同等の評価になる
    - 船舶の方が中距離探知感度、距離方向分解能への要求が厳しい
      - 同一周波数での気象レーダーへの与干渉においては、影響軽減方向
        - ▶ 中距離感度向上： 使用パルス数の拡大(最大パルス送信頻度低下)
        - ▶ 距離方向分解能向上： 変調帯域の拡大(干渉パルス幅実効長の短縮)



# 干渉検討方針案

---

## ▶ 航空機用レーダーとの干渉

### ▶ 干渉除去機能は無いものとする

- ▶ あれば格段に楽になりますので、何か根拠資料があればご提供願います(周波数変更義務等)

### ▶ 同一周波数における干渉強度での検討は解を導けない

- ▶ ノイズフロアから浮かないレベルを条件とすれば、地球上で運用不能

### ▶ 干渉時間とその確率、周波数分離を総合的に検討する

#### ▶ 干渉占有率の計算は可能

- 実証や実機シミュレーションはできないため、机上計算でデータ作成
- 補強資料として実証試験結果を用いる

#### ▶ 「有害な混信」でないレベルの定義・判定が課題

- 検討会での多数決で良いのか？