

【9GHz帯小型船舶用固体素子レーダーの規制緩和拡充に関する調査検討報告書に関する作業班構成員からの意見等】

| | 構成員からの意見等 | 報告書該当箇所 | 提出された意見等に関する考え方等 | 意見等提出者名 |
|---|--|--|--|---------|
| 1 | 空中線電力の規制緩和値は、技術的な見解のみで考えると、フィールド試験において探知性能や干渉影響に問題がなかったことも踏まえ、170W±50%（もしくは250W+0%、-70%等）が適切かと考えました。 空間に放射される平均電力が従来のマグネトロンと同等であれば、実効上問題になる可能性は低いと考えます。 | 「4.2. 提言」 (報告書 P29-30) | 技術基準として空中線電力の最大値をどの程度にするか、については、本作業班において適当な値を御検討いただけますようお願いいたします。 | 林構成員 |
| 2 | 空中線電力の技術的条件策定に当たり、「固体素子の製品価格」を考慮すべきとの提言がありました。どのような観点での考慮が必要であるか、報告書を読んだだけでは理解が難しかったです。 | 「4.2. 提言」 (報告書 P29-30) | 空中線電力を大きくするほど固体素子の価格が高くなることを想定して記載されたものです。 技術基準として空中線電力の最大値をどの程度にするか、については、本作業班において検討の上、適正な値を提言いただけますようお願いいたします。 | 林構成員 |
| 3 | 与干渉レーダーは1台で実施しておりますが、与干渉（固体素子）レーダーが複数台になった場合（輻輳状態）の干渉の影響はどのように判断されているのでしょうか？ | 3.2. 陸上試験 3.3. 海上試験 (報告書P16-26) | 平成28年7月26日の航空・海上無線通信委員会報告において、輻輳海域での干渉の影響について検討を行っており、ジッタ等の繰り返し周波数制御と干渉除去機能を用いることを技術的条件とすることで固体素子レーダーとマグネトロンレーダーの共用は可能、とされています。 (【別添資料】参照) | 塩田主任代理 |
| 4 | 小型レーダーのアンテナビーム幅は比較的広く、その分メインローブとサイドローブ（メインローブ以外のサイドローブあるいはバックローブ部分）のレベル差が小さい場合があると思います。小型レーダー同士の干渉を考えた場合、メインローブだけではなく、サイドローブ対サイドローブの干渉評価も必要だと思いますが、その検討・評価はされているのでしょうか？また、サイドローブ対サイドローブで影響を受け無くなる距離（離隔距離）は確認されているのでしょうか？ | 3.2. 陸上試験 (報告書P16-23) | 特定のアンテナのスペックについて導出することは難しいですが、現行の5kW未満マグネトロンレーダーと比べると、例えばマグネトロンレーダーの代表特性を空中線電力4.9kW、パルス幅1μs、パルス繰り返し周波数2000Hz=Duty比0.2[%]と置き、固体素子レーダーの代表特性を空中線電力250W、Duty比3.1%と置くと、与干渉電力が同等となる面積は空中線電力に比例するため、マグネトロンレーダーが固体素子レーダーの19.6倍となります（空中線電力が大きいマグネトロンレーダーの方が、電波の到達距離が長い分、面積が大きくなります）。一方で、干渉影響は干渉信号の時間的な占有率によって変わるため、干渉を与え得るレーダーの台数（干渉を与え得る面積に比例）と、それぞれのレーダーの送信時間の総和(Duty比に比例)となり、前記マグネトロンレーダーと固体素子レーダーを比べた場合、マグネトロンレーダーの方が固体素子レーダーと比べて干渉信号の占有率は1.26倍(=19.6÷(3.1/0.2))大きくなります。したがって、制限されたスペックであれば、現行のマグネトロンレーダーと同等以下の干渉影響度となると考えられます。 | 塩田主任代理 |
| 5 | 小型レーダーは主に沿岸海域で使用され、局数も航海用レーダーと比較して多く、沿岸海域に密集した状態で使用される可能性が高いように思います。また、海上だけではなく湖や河川などでの使用はありませんでしょうか？このような場合、沿岸あるいは湖畔等に設置されたBS放送受信設備への影響は問題無いのでしょうか？また、他への無線設備（特に通信設備）への干渉に、小型レーダーについても平均EIRPの考え方をを用いる事は適切でしょうか？ | 2.4.1.1. 平均EIRPに基づく検討 (P10-11) 4.2. 提言 (P29-30) | 平成28年7月26日の航空・海上無線通信委員会報告では、平均EIRPがBS放送受信設備への影響度合いを決定する要素と結論づけられています。当該報告におけるスペックは、現行のマグネトロンレーダーの平均EIRPを上回るものではないことから、BS放送受信設備への干渉影響に関しては既存環境に変化を与えるものではなく、既存の検討結果の範囲内に収まるものと考えます。 | 塩田主任代理 |
| 6 | 海外の固体素子レーダーに関する規格や規制状況の変化、ならびに新たな干渉発生事例の情報はありませんでしょうか？ | 2.3. 諸外国の現状と動向 (P8-10) | 海外の規制状況に変化はありませんが、海外メーカーの一部では既に固体素子レーダーとして第2世代にあたる機種がリリースされています。 | 塩田主任代理 |

| | | | | |
|---|---|---|--|---------------|
| 7 | <p>今回対象としている小型レーダーは国内向けであることから、日本独自の規制（パルス幅や電力など）になるとおもいますが、輸入等の障壁にならないことも含め、国際競争力の面でデメリットにならないような対応が必要だと思いました。</p> | <p>2.3.2. 海外の固体素子レーダーに関連する整合規格 (P9)</p> | <p>輸入等の障壁とならないよう、本作業班において、既存の海外製固体素子レーダーの特性等も考慮しつつ御検討いただけますようお願いいたします。</p> | <p>塩田主任代理</p> |
| 8 | <p>与干渉問題の検討について 1 そもそも論として無線局が課せられていることを理解しているかという問題 すべての無線局は既存の無線局に悪影響を与えないような動作をすることが求められており（当該割当周波数外の無線局に対しては不要発射の制限値により規定）、特に同一割当周波数内で新たに動作しようとする無線局は他の既存の無線局の動作を妨げることがあってはならないと定められている。 従って、今回検討の対象に該当する9200-9500MHzの割当周波数帯の無線局は既存の無線局として従来型の船舶用レーダー（マグネトロンを使用したパルス変調レーダー）がこれに該当する。 日本の場合、これと別に問題となるのが本来別の割当周波数帯であるBS放送に対する干渉の問題である。これはBS-IF周波数の関係からイメージ周波数がレーダーの割当周波数帯と一致してしまうことでレーダーからBS放送に干渉を与えて受信障害を起こす恐れがあるということである。 前回の固体素子レーダーの技術的条件検討ではこの点について検討が行われており、実際にNHK技研といくつかの実験、シミュレーションを行い問題となる条件について検討を実施した経緯がある。 以上の経緯を踏まえて従来の検討対象である船舶用大型レーダー（IMO対象となる船舶用レーダー）と今回の小型レーダーのおかれる環境の違い（例えば固体素子レーダーを搭載した大型船が接岸した時と、小さな漁港の岸壁に固体素子レーダーを搭載した小型船舶が接岸した時のBS放送のアンテナとの距離関係等、前回の検討結果を覆すような条件が発生するか）を検討して送信出力の検証を行ったのか疑問である。また当時の検討ではBSのインターリーブが干渉抑制に寄与していると想像されたが、当時からも現在の4K、8Kでインターリーブがない状態での影響に危惧があった。 前回の固体素子レーダーの検討時には小型レーダーとしてFM-CWレーダーが1機種しかなかったこともあるので、現在ではチャープ方式の小型用固体素子レーダーの検討は必要であると考えます。 しかしながら他の既存無線局への影響については、今回の検討報告書にある出力（最大で250W）は前回の報告書の検討条件と同じでなおかつ被干渉となる無線局との距離はより近距離となる可能性が高い。この点を考えても技術的検討は不十分であると言わざるを得ない。</p> | <p>調査検討報告書 (P3-P4) 調査検討の背景及び目的</p> | <p>今回の9GHz帯小型船舶用固体素子レーダーの規制緩和拡充に関する検討においては、第3種レーダーとして制度化されている現行の固体素子レーダーの技術基準の一部について、基準を超えない範囲内で、第4種レーダーの技術基準に反映させることを想定しております。 一方、「9GHz帯小型船舶用固体素子レーダーの規制緩和拡充に関する調査検討会」においては、現行の第3種レーダーが複数存在する状況も含めて一連の検討を実施しており、船舶の数が急増傾向ではないことや、レーダーの性能が制限されることから、第3種レーダーが増加する場合と比べても、レーダー全体としての与干渉影響は小さく考えております。</p> | <p>北澤構成員</p> |

| | | | | |
|-----------|---|--|---|--------------|
| <p>9</p> | <p>固体素子とマグネトロンとの比較について 固体素子利用のメリットが3点記述されているがそれぞれ現時点で事実と異なる記述があると思われる。 1. 長寿命について マグネトロンと固体素子の寿命を船舶用レーダーのマイクロ波発振素子として比較すると、確かに大型レーダー（IM0レーダー）の場合、外航航行でほぼ24時間レーダーを運用している場合は25kW出力のマグネトロンの場合、約1年程度の寿命であり固体素子と比較すれば短い寿命といえる。しかしながら、5kW以下のマグネトロンは1万時間程度の寿命があり、なおかつ小型船（プレジャーボートはさらに）の稼働率から従来でもマグネトロンを交換する小型船の数は非常に少ない。したがって、今回の小型船舶用レーダーにとって固体素子の寿命はメリットとは言えずむしろ現状における素子の価格はトータルとしてマグネトロンより高価である。（200mW程度であれば発振素子1個で実現可能であるが、250W程度を実現するためには複数の並列動作が必要となるので9GHz帯の素子の価格は現状でもかなり高価であると考えられる。） 2. 高安定について 周波数安定度は明らかに固体素子がマグネトロンに比べて優れていると考えられる。しかしながらマグネトロンに比べて低不要発射であるという点は根拠が乏しい。現時点での発振素子の並列動作、Dクラス増幅では混変調歪等が発生する可能性もありフィルタの性能に依存する部分がある。従って実際に測定されたスプリアスデータがなければ断定できない。 （マグネトロンは現在V9技術で大幅にスペクトラム形状の改善とπ-1発振の低減が実現している。ITU-R勧告SM.1541-6 Annex8のDesign Objectiveには日本のV9マグネトロンを代表するストラップベーン型マグネトロンがDesign Objectiveの目標である40dB/decadeマスクを実現していることが記述されている） 3. 安価について この点について半導体技術の進展によって低価格化の進行とあるが、本来船舶レーダー業界は半導体業界から見た顧客市場としては非常に小さく、レーダーのためだけに開発し市販化するという可能性は極めて低い。（これまでも送受信機の固体化が実現できたのはスイッチング電源の普及により低価格化、高速化の波が来たPower Mos FETを使用できたため）9GHz帯のデバイスが他の市場で十分広まってからでないと価格的に満足する状態で使用できない。 本来、レーダーとしてはデバイスの価格が十分低くなり、高出力化が実現すればチャープ変調を採用する必要はなく、パルス変調のみでレーダーに必要な性能は満足できる。</p> | <p>(P101) 添付資料1</p> | <p>報告書に記載のメリットは、固体素子レーダーに関する一般的な説明となります。 また、さらに踏み込んだ表現を取る場合は、以下の様な例が考えられるかと存じます。 1. 第4種レーダーとして、使用時間の短い無線局と長い無線局のどちらも存在し得ます。使用時間の長い無線局については、第4種レーダーであってもマグネトロンの交換が必要であり、無線設備には、消耗品であるマグネトロンが交換可能な構造が求められます。一方で、技術基準適合表示の対象となる無線設備については、容易に筐体を開けられない構造が求められるため、現状の運用は例外的なものです。送信装置の寿命を考慮する必要がなくなれば、筐体を開ける必要はなくなり、容易に開けられない構造とすることが可能です。加えて、交換を前提するための構造上の不合理も解消されるため、機器の低価格化につながる可能性があります。 2. 帯域外領域については、パルス形状に影響を受けるため、同一のパルス幅の場合はマグネトロンと固体素子の違いは小さくなり得ます。しかしながら、マグネトロンの基本波以外の発振モードに起因するスプリアス領域での発射は避けられないものであり、規格の-60dBcをクリアしていても、そもそも空中線電力が大きいEIRPで数W程度の発射が存在する可能性があります。帯域外領域についても空中線電力の違いから、絶対値としての不要波のレベルは、20dB程度以上低減されます。 3. 固体素子送信機の場合は、空中線電力を単一の固体素子によって得るのではなく、mWレベルの小さな電力を複数段に分かれた増幅器で順次増幅していきます。大出力のレーダーであっても小信号部から増幅する過程で中程度の出力の固体素子を必要とするため、半導体メーカーは複数種類のデバイスラインナップを持ちます。一方で、マグネトロンはその製造に専用の設備が必要であり、大型レーダー向けの需要がなくなると製造に係る固定費用が小型製品に集中することが想定され、価格高騰や採算性悪化による生産中止となる可能性があります。短パルス、大出力の固体素子レーダーについては、固体素子の性能向上に伴って、実現の可能性が明らかとなった場合に関連する技術基準等が適切に見直されるものと考えます。</p> | <p>北澤構成員</p> |
| <p>10</p> | <p>国外での固体素子レーダーに関する検討について 国外での固体素子レーダーの干渉問題についてBSHが実験を行い報告した資料を添付する。この資料については時期について確かな記憶がないが、前回の検討会で総務省担当者の方から照会があった。 国内の実験と結果が異なっている原因について、今回の検討会でなぜ議論されなかった疑問である。 異なる実験結果について、これは小生の想像であるが、日本国内の実験では被干渉レーダーとして準備された機器の干渉除去機能が優秀であったためと思われる。 そうすると既存レーダー（特に新型でないレーダー）の中には干渉除去機能が弱く、干渉の消え残りが多く発生する場合が想定される。 IMO/ITUの報告書にあるようにレーダー間の距離も干渉の程度に影響することもあり、実験した時の各種パラメータがないとIR機能のみで問題が解決すると断定はできないと考えられる。 したがって、国内でもIMO/ITU報告書の様な状況が発生する可能性はあり、実験時に旧型レーダーを含める必要があったと考える。</p> | <p>JOINT IMO/ITU EXPERTS GROUPの資料 IMO/ITU EG 11/6</p> | <p>海外での試験について、実験に使用された諸外国のレーダーには、我が国の現行制度を検討する際に考慮したパルス幅上限や送信エネルギー上限などが考慮されておらず、報告書で例示した通り100us程度の長パルスや10パーセントを超えるDUTY比の機種も存在しています。長パルス、高DUTY比ともに干渉影響を悪化させる要因となりますので、実験結果に差が生じた可能性があります。</p> | <p>北澤構成員</p> |

| | | | | |
|----|---|--------------------------------|---|-------|
| 11 | <p>固体素子レーダーのスプリアス発射について レーダーのスプリアス測定についてはレーダーの特性からRRの規定にあるように放射電力を測定して相対値を規定することになっている。「固体素子とマグネトロンとの比較について」の項でも述べているが、現状の固体素子の使用方法、個数から想定される不要発射について PON、QONのそれぞれについて帯域外領域の制限マスクが異なり（ITU-R 勧告SM.1541-6 Annex8）不要発射を抑制するフィルタの設計、コスト等の面で大型レーダー用固体素子レーダーの性能と同様な性能を維持できるかを確認する必要がある。 小型レーダーのアンテナ長は大型レーダーに比べて短く、ビーム幅は2から3倍程度広いので、大型と同じ発振ユニットを使用したとしてもアンテナの特性を含めてレーダーとしてのスプリアス規制値を満足しているか検証が必要である。 （ちなみに、QinetiQでは小型レーダーの場合、電波暗室内で実際に放射電力を測定している）</p> | 報告書（P101） 添付資料1 | スプリアスの規制は現行の固体素子第4種レーダーにも適用されています。 また、空中線電力の差のみによってスプリアスの測定方法に差が生じることは無いと考えますが、スプリアスの測定方法について、より適切な手法が見出される場合は、今後の検討の際の参考となると考えられます。 | 北澤構成員 |
| 12 | <p>変調方式について（電波形式） 現状の固体素子レーダーでは、中、遠距離でチャープ変調を使用している（QON）。チャープ変調の場合タイムサイドローブによる偽像は避けられないのでタイムサイドローブ低減のために窓関数変調を付加するときQONの定義との関連を明確にしなければならない。</p> | 調査検討報告書（P39） 参考タイムサイドローブの低減 | タイムサイドローブ低減技術については固体素子レーダー初期から存在するものであり、過去の検討時についてもチャープ波形は同技術を反映したものでした。 なお、現行において、チャープ波形の場合の電波の型式は「QON」として整理されております。 | 北澤構成員 |
| 13 | <p>海外メーカーの小型船舶用固体素子レーダーの仕様について 表2. 3-1ではいずれのメーカーも最大送信パルス幅が65uS、96uS、70uSと非常に長い仕様となっている。理由はおそらく最大探知距離が長い（例えば96n.m.）ためと思われるが、カタログ等資料はあるのか？国内における小型レーダーでは資料にもあるがほとんどのアンテナ高から見通し距離は24n.m.程度であり小型船ではかならずしも必要な最大探知距離とは言えない。 さらにチャープパルス幅が100uS近くなるとほとんど100%の割合でBS放送に影響を与え、ブロックノイズとなって画面がフリーズしてしまう。（NHK技研との実験による） BS放送の被干渉問題は日本独自の問題であり、海外メーカーがこの件を理解しているとは思えない。影響の重大性を十分考慮してルールを決めないと後で大変な事態を招く恐れがある。 9GHz帯小型固体素子レーダーに関する調査検討はIMOレーダーと異なり、あくまで国内の小型漁船、プレジャーボートがその市場対象であり、国内事情を考慮しない技術検討はあまり意味のない検討と思われる。</p> | 調査検討報告書（P8） 諸外国の現状と動向 | 一例では、パルス長96usの場合送信時間に相当する探知不能距離は、7.8海里程度となり、12海里レンジでも96usパルスで探知した映像を表示可能です。そのままでは、7.8海里までの距離が抜けてしまいますので、PONとより短い複数のQONで補う送信様式となっています。 報告書においては、従来のマグネトロンレーダーを製造していた海外メーカーの現状を示したものであるので、海外レーダーのスペックを国内導入するという意図はございません。 | 北澤構成員 |
| 14 | <p>海上試験結果について 与干渉機と被干渉機3による映像について見ると、他の場合に比べて大きく異なっている（IR OFFの映像）がこの説明が皆無である。 被干渉機3の動作はPONとQONを同じ繰返し周期内で送信しているようだが、他のレーダーからのQON電波を受けた場合に他の組み合わせの映像と比べて大きく異なっている。原因について解析結果を説明すべきであると考え。 1つの可能性として受信時のパルス圧縮動作において、非同期のPON電波を遅延回路に通したときに拡散しているように見える。（タイムサイドローブのように距離方向に不必要に伸びてしまう） もしこのような現象が基本的に存在するのであれば、QON変調を使用する固体素子レーダーは常にIRをONすることが必要になる。技術基準にも関係する項目なので見解を伺いたい。</p> | 調査検討報告書（P83-P85） | ご指摘の通り、パルス圧縮動作によって自身の送信信号と合致しないPON等の波形が引き延ばされることは一般的に存在し、本文中では言及できていませんでした。 一方で、固体素子レーダーの干渉除去処理はパルス圧縮処理を行う前と後にそれぞれで実施されており、圧縮処理前には非同期の信号を、圧縮処理後には同期する信号をそれぞれ除去する形態となっています。 IRのON/OFFについては、従来のマグネトロンレーダー同士であっても干渉波が探知の妨げとなるため機能をOFFとして使用することは無く、運用方法は変わらないものと考えられます。 | 北澤構成員 |

| | | | | |
|----|--|---|--|-------|
| 15 | ①固体素子レーダーの普及先として想定されている「小型船舶」のおおよその規模（例えば5トン未満等）、②固体素子レーダーのおおよその価格帯の見通し（例えば既存レーダーと比べて●●）、③おおよその使用期間の見通し（例えば既存レーダーと比べて2倍等）をお教え願いたい。※ 検討の前提となる「 <u>小型漁船が享受可能となるメリット</u> 」の規模感がある程度把握しておければとの視点です。 | (P3上から5行目)…漁船…搭載を促進する必要がある。(P3 1.1上から4行目)…利用者にとって機器がまだ高価であるという点がある。(P4 1.2上から9行目)…。長寿命、…といった固体素子の特性から…。 | 海水動力漁船の登録隻数は20万隻程度、うち9割にあたる18万隻が5t未満の船舶、第4種レーダーを含む小規模な航海計器を装備すると想定される5t~20t未満の船舶は2万隻（20tを超える船舶は約1200隻）です。小型船舶向けのレーダーの価格はレーダーのみで30万円~80万円程度、固体素子とマグネトンの価格差はあまり見られず、アンテナ長や空中線電力による階層分けで価格差がある程度です。 | 取香構成員 |
| 16 | 第4種レーダーの空中線電力に係る技術基準が、マグネトロン方式「5KW」に対し、固体素子では「200mW以下（2万5千分の1）」と非常に低い値に設定されたことに関し、「FM/CW方式を前提としたため」以外で特別な理由があるのであればお教え願いたい。※ FM/CW方式は、多くの周波数を用いることで不要電波を生じやすいため出力をかなり低く抑えた、との理解でよろしいでしょうか。 | (4P 1.2 上から6行目)…空中線電力5kW未満…。(同上から12行目)…空中線電力が200mW以下とされたため…。 | 平成30年度の9G帯船舶用固体素子レーダーの制度整備案策定時に根拠となった平成28年7月26日の航空・海上無線通信委員会報告では、小型レーダーを含めてパルス幅22 μ s以下の固体素子レーダーの空中線電力は特段規定しないこととされていました。このため、制度整備を行う際に、第3種レーダーと第4種レーダーの空中線電力の区分けを定める必要が生じましたが、具体的数値による答申がなかったことから、200mWを超えないことと明記されたFMCWレーダーの値を準用せざるを得ず、第4種レーダーはFMCW方式が主流となることが期待されていました。 | 取香構成員 |
| 17 | 固体素子レーダーの空中線電力（試算結果）は、固体素子方式のパルス幅（22 μ s）に大きく依存しているように見受けられますが、このパルス幅をマグネトロン方式（1.2 μ s）に比べ大きな値（約20倍）に設定されていることに関し、特別な理由があるのであればお教え願います。※ パルス幅が広がることで干渉が生じる可能性もたらされる時間も広がるのではないかとこの視点ですが、マグネトロン方式で発信される電波は不安定であるため、一定の偏向（幅）を盛り込んでいたのに対し、固体素子は安定しているため、偏向等を考慮する必要がない、ということでしょうか。 | (P11 上から11行目他複数箇所)…マグネトロンレーダーの空中線電力を4.9kW、パルス幅を1.2 μ s、固体素子レーダーのパルス幅を22 μ sとすると、…。 | 空中線電力とパルス幅のみを考慮対象とすると、探知性能はその積、電力×時間＝エネルギー、に依存します。固体素子レーダーとして経済的に達成可能な空中線電力（例えば250W）で5kWのマグネトロンレーダーと同等の探知性能を得るためにパルス幅を伸長することが必要となります。単純には電力1/20に対応して、パルス幅20倍が必要となります。空中線電力の低下による影響緩和と、パルス幅の伸長による影響増加を踏まえています。一般的には固体素子レーダーの受信時は、マグネトロンレーダーでみられるマグネトロンの不安定さなどに起因する損失がないことから、同一条件では高感度となります。 | 取香構成員 |
| 18 | 船舶のLED照明（航海燈）が発射する電波が同船舶の無線通信機器に及ぼす悪影響（干渉）が国際機関で検討（注意喚起）されていること等に鑑み、固体素子レーダーを設置することによる無線機器への影響をどのように評価されているのか、お教え願います（すでに評価済、あるいは追加試験実施予定等）。 | (P29 4.2 下から3行目)…同種のレーダーへの影響を評価するものであり、他の無線通信機器等への影響等も調査する必要があるかもしれない。 | ご指摘の件については、機器の筐体や給電線等から輻射される電波が相当すると考えられます。これらはEMCに関連する規格であり、船舶用途であればIEC60945に整合規格があります。同規格の広範な適用については、議論が進められるものと考えます。本検討でのレーダーに限ると、マグネトロン自身やマグネトロンを動作させるための高電圧回路などがなくなるため、EMC視点からの周辺機器への影響は固体素子への移行によって緩和されるものと考えられます。 | 取香構成員 |
| 19 | 固体化レーダはそもそも小電力のため、尖頭電力による制限は緩和できる印象です。むしろパルス圧縮レーダ方式による探知性能の確保が条件であれば、レーダ干渉影響度も含め、平均電力の定義が適切と思われます。 | p.14 | 空中線電力緩和への賛同のご意見として承ります。平均電力の規制は上限値として、現行制度を継承していますので、さらなる低減の必要性については本検討に含まれるものと考えます。 | 齋藤構成員 |

| | | | | |
|----|--|------|---|-------------|
| 20 | <p>密集海域でのレーダ干渉は懸念があります。</p> <p>制限する送信電力を考慮しつつ、パルス幅と繰返し周波数の制限を再考するのが妥当と考えます。</p> <p>あわせて（総務省告示第288号の）繰返し周波数を変動する機能を含めるべきと考えます。</p> | p.16 | <p>干渉防止のための措置を技術基準へ盛り込むことへの賛同のご意見として承ります。</p> | 齋藤構成員 |
| 21 | <p>四種レーダは海岸直近の運用も想定され、衛星放送受信装置への妨害も懸念されます。</p> <p>計算指針をもとに、留意すべき距離の上限を定義しても良いと思われます。</p> | -- | <p>参照した検討結果から、従来のマグネトロンレーダと同様の移動範囲であれば、干渉影響は同等以下であると言えるため、特別な配慮は不要であると考えます。</p> <p>一方でBS受信設備(特に船舶に設置するもの)がマグネトロンレーダを含め船舶用レーダからの影響を受ける可能性があることは、マニュアルなどで継続的な周知が必要であると考えます。</p> | 齋藤構成員 |
| 22 | <p>四種レーダとして広く流通するため、輸出規制の厳守が必須の認識です。</p> | -- | <p>固体素子レーダを輸出規制非該当とするため特に注意すべき項目は、貨物等省令第9条第十三号ルです。</p> <p>同規定の除外規定に“ピーク出力が250W以下のもの”が含まれていますが、本検討においては電力はこの範囲内とすることを想定しています。</p> | 齋藤構成員 |
| 23 | <p>FMCWレーダがパルス/パルス圧縮レーダに及ぼすレーダ干渉は深刻です。200mWを上限としても、多数局の運用には懸念があります。</p> | p.6 | <p>FMCWレーダは国内での第4種レーダとしての運用実績はなく、今後も増加する見込みはないものと思われます。</p> <p>なお、海外製のFMCWレーダについては、現状では販売停止となっていることから、日本に輸入される見込みはございません。</p> | 齋藤構成員 |
| 24 | <p>提言(2):まとめ②</p> <p>① 電氣的条件</p> <p>ホ. 空中線電力の許容値</p> <p>固体素子を用いる第4種レーダ <u>(FM/CWを除く。)</u> の空中線電力の許容値は、250Wを超えない範囲で許容値を定め緩和することが望ましい。とあります。</p> <p>現在の電力の規格は「FM/CW方式」と、「FM/CWを除くパルス圧縮方式」とで共通で定義されていることから、パルス圧縮での電力の再検討にあたり、現在のFM/CWが200mWが実質的に過大な電力になるので、<u>「方式による電力の区分を分ける」</u> 事が必要と思われます。</p> <p>逆にもし現状の空中線電力を同じ定義で電力をアップさせるのであれば、固体化の四種レーダとして認める条件としては <u>「FM/CW方式を除く」</u> との条件を付け加える必要があると思われます。</p> | p.22 | <p>報告書に記載のとおり、「FM/CW方式」と「FM/CWを除くパルス圧縮方式」とで空中線電力の許容値を分けて定めることを検討目標としています。具体的にはパルス幅、電波型式によって区分します。</p> | 日本無線(株) 大槻様 |

(1) 東京湾等の輻輳海域に想定した干渉検討

輻輳状態として東京湾等の船舶が多数存在する輻輳状態を想定し、マグネトロンレーダーを被干渉側レーダーとして東京湾の任意の点に置き、被干渉レーダーから近い約200局のレーダー（与干渉側レーダー）が全て固体化レーダーとなったと仮定してシミュレーションを行い、干渉除去機能の設定のみで干渉波が除去できるか、あるいは感度の低下はないかを確認した。

なお、シミュレーションを実施するにあたって用いたレーダーの特性は、表2-3-3(1)のとおりであり、被干渉レーダーはマグネトロンレーダー実機（代表的な1機種）を用いた。

シミュレーションの結果、固体素子レーダーの局数が増え、輻輳状態となっても、既存のマグネトロンレーダーの干渉除去機能を用いることにより、固体素子レーダーからの干渉波による画面上の干渉縞を、物標探知に支障が無いと思われる程度にまで消去できることが確認できた。

ただし、同期性の干渉（与干渉側レーダーと被干渉側レーダーの繰り返し周波数が同じとなる干渉）となる場合は干渉除去機能でも干渉縞を取り除くことは出来なかった。この対応方法としては、ジッタ等の繰り返し周波数制御と干渉除去機能を用いることにより、減少、防止することが必要であり、これらの技術的条件を付すことで固体素子レーダーとマグネトロンレーダーの共用は可能である。

また、干渉縞が発生した部分には若干の感度低下（シミュレーション結果では2dB程度）が発生する事も確認されたため、干渉除去機能の使い方には注意が必要である。

表2-33(1) シミュレーションで用いたレーダーの特性

| | 固体素子レーダー (与干渉) | マグネトロンレーダー (被干渉) |
|------------|-------------------|---|
| 送信周波数 | QON 9410MHz | — |
| 周波数偏位 | 6MHz (FM 変調パルス) | — |
| 空中線利得 | 6 feet (約31dB) | 6 feet (約31dB) |
| 空中線電力 | 350W | — |
| 送信パルス幅 | 22 μs | — |
| パルス繰り返し周波数 | 600 Hz | — |
| 備考 | | <ul style="list-style-type: none"> • 9410MHz に同調 • 受信感度(-90～-95dBm 程度)と想定 |

Navico HALO

| | |
|--|---|
| Transmitter frequency | Synthesized - Upper half of X-Band 9.410 - 9.495 GHz |
| Peak power output | 25 W ± 10% under any transmit condition – up to 10% duty cycle max |
| Pulse length/PRF and Compression ratio | Pulse length: 0.04 usec Chirp length: 2-96 usec Chirp Bandwidth: 2-32 MHz Up to 1 pulse and 5 chirps in a burst with burst repetition rate of 500-2000. Range and mode dependent. Effective Pulse Compression Ratio less than 150 in all modes. |

| | | |
|--|---|---|
| Peak power output | HALO 2000 SERIES | 50 W ± 10% under any transmit condition – up to 10% duty cycle max |
| | HALO 3000 SERIES | 130 W ± 10% under any transmit condition – up to 13% duty cycle max |
| Transmitter | Solid state module with no long-term transmitter power degradation | |
| Transmitter frequency | Synthesized - Upper half of X-Band 9.390 - 9.495 GHz | |
| Pulse length/PRF and compression ratio | Pulse length: 0.04 usec Chirp length: 2-64 usec Chirp bandwidth: 2-48 MHz Up to 1 pulse and 4 chirps in a burst with burst repetition rate of 500-3000Hz. Range and mode dependent. Effective pulse compression ratio less than 150 in all modes. | |

Raymarine Cyclone

Range

| Range (Nm) | Pulse width (ns) | PRF (Khz) |
|------------|------------------|-----------|
| 1/16 | 46 | 4.8 |
| 1/8 | 46 | 4.8 |
| 1/4 | 46 | 4.8 |
| 3/8 | 192 | 4.8 |
| 1/2 | 192 | 4.8 |
| 3/4 | 750 | 4.8 |
| 1 | 1020 | 4.8 |
| 1 1/2 | 1235 | 4.8 |
| 2 | 1675 | 4.8 |
| 3 | 2300 | 4.8 |
| 4 | 2710 | 4.8 |
| 6 | 3900 | 4.8 |
| 8 | 3900 | 4.8 |
| 12 | 17600 | 3.6 |
| 16 | 23600 | 2.4 |
| 24 | 35000 | 1.6 |
| 32 | 47000 | 1.2 |
| 48 | 79000 | 0.82 |
| 72, 96 | 79000 | 0.7 |

Transmitter

| | Cyclone (E70620) | Cyclone Pro (E70621) |
|-----------------------|--|--|
| Transmitter frequency | 9370, 9400, 9430 MHz (User Selectable) | 9370, 9400, 9430 MHz (User Selectable) |
| Peak power output | 55 W | 110 W |