

仕様書

I 調達物品名及び構成内容

(調達物品名) 小型 X 帯二重偏波気象レーダ 一式

(内訳)

- | | | |
|-----|---------------------|-----|
| 1 | 小型 X 帯二重偏波気象レーダ | |
| 1-1 | システム全般 | 1 式 |
| 1-2 | レドーム | 1 式 |
| 1-3 | アンテナシステム | 1 式 |
| 1-4 | 送信系システム | 1 式 |
| 1-5 | 受信系システム | 1 式 |
| 1-6 | 信号処理系システム | 1 式 |
| 2 | その他 (性能、機能以外に関する要件) | |

II 仕様

1 小型 X 帯二重偏波気象レーダ

1-1 システム全般

- i) 本装置は、降水及び気流を観測するための二重偏波ドップラー気象レーダであること。
- ii) 使用周波数帯域は 9,300 MHz～9,800 MHz の X 帯とし、運用周波数は指定された周波数で調整可能であること。
- iii) パルス幅は以下の設定が可能であること。
 - ・PON : 0.5 μ s、1.0 μ s、2.0 μ s
 - ・QON : 32 μ s、64 μ s、100 μ s、200 μ s
- iv) パルス繰返し周波数 (PRF) は 350～10,000 Hz の範囲で設定可能であり、二重 PRP 方式に対応すること。
- v) スタガ比は 4:5 又は 5:6 を基本設定として備え、設定変更が可能であること。
- vi) 最大観測範囲は 80 km 以上とすること。
- vii) 観測性能として、降水エコーの検出能力は距離 80km において 23dBZ 以上の反射因子を検出できる感度を備え、また距離 40km において 10dBZ 程度の弱い降水エコーの観測が可能であること。さらに距離 40km 付近の観測において 1m/s の速度分解能を有すること。

- viii) ドップラー速度の検出能力は、標準観測条件において $\pm 68\text{m/s}$ の速度範囲を観測できる性能を有し、観測条件により最大 $\pm 80\text{m/s}$ までの速度検出が可能である構成とすること。
- ix) 本装置は屋外及び屋内に設置される機器で構成され、屋外機器は周囲温度 -10°C から $+50^{\circ}\text{C}$ までの環境において安定動作する性能を有すること。屋内機器については 0°C から $+40^{\circ}\text{C}$ までの温度範囲で正常動作すること。
- x) 湿度条件として、屋外機器は相対湿度 95%までの環境において結露を生じない状態で動作すること。屋内機器は相対湿度 75%までの環境条件で正常に動作すること。
- xi) 屋外に設置される機器は最大風速 60m/s の風環境において安全に運用できる構造を有すること。
- xii) 本装置の電源は交流単相三線式 $100/200\text{V}$ 系統に対応し、電源電圧の許容範囲は定格値の $\pm 10\%$ 以内、周波数は 50Hz 又は 60Hz であり、周波数変動 $\pm 5\%$ の条件下において正常動作する構成とすること。また装置全体の消費電力は 3kVA 程度の範囲に収まる設計とすること。
- xiii) レーダ本体の重量は 270kg 以下とすること。

1-2 レドーム

- i) レドームは電波透過性に優れたハニカムサンドウィッチフォーム構造を採用するものとし、レーダアンテナの電波放射特性に影響を与えない構造とすること。
- ii) レドームの外形は円形ドーム形状とし、直径は約 2.15m の寸法とすること。
- iii) レドーム通過時の電波透過損失は乾燥状態において片道 0.5dB 以内の範囲に収まる設計とすること。
- iv) 水平偏波と垂直偏波の透過特性の差は非常に小さく、透過損失の差が $\pm 0.1\text{dB}$ 以内となる設計であること。
- v) レドームによるアンテナビームの指向角変化は非常に小さく、ビームシフトが ± 0.1 度以内となる構造とすること。
- vi) レドーム構造は強風環境にも耐える強度を有し、瞬間最大風速 70m/s の風荷重に対して安全性を確保できる構造とすること。
- vii) 必要に応じてレドーム表面には撥水塗装を施すことが可能であり、別途 NTT-AT 社 HIREC100 相当の撥水性能を持つ処理に対応できる構造とすること。

1-3 アンテナシステム

- i) アンテナはパラボラ反射鏡を用いた二重偏波対応アンテナとし、水平偏波及び垂直偏波の電波を安定して送受信できる構造であること。
- ii) アンテナ反射鏡の直径は 1.2m とし、X 帯レーダ観測に適したビーム幅及び利

得を確保できる構成とすること。

- iii) アンテナ利得は 39dBi 以上の高利得特性を有し、遠距離降水エコーの観測が可能な性能を備えること。
- iv) 半値ビーム幅は水平偏波及び垂直偏波ともに 2.0 度以下の狭ビーム特性を有すること。
- v) 水平偏波と垂直偏波のビーム幅差は 0.1 度以内に収まり、両偏波でほぼ同等のビーム形状を有すること。
- vi) 両偏波のビーム中心位置の差は 0.1 度以内となるように設計されていること。
- vii) アンテナビームパターンはピーク値から 20dB 低下点までの範囲において対称性が良好であり、ショルダー等の異常な変曲点を持たない滑らかな特性を有すること。
- viii) サイドローブレベルは主ビームに対して約 -23dB 以下の水準となるよう設計されたアンテナであること。
- ix) 交差偏波識別度は約 30dB 以上であり、二重偏波観測において十分な偏波分離性能を有すること。
- x) 定在波比は約 1.4 以下であり、送受信効率の良好な整合特性を有すること。
- xi) アンテナは方位方向に 360 度連続回転が可能であり、仰角方向については -2 度から +182 度までの範囲で指向制御が可能な構造であること。
- xii) セクタ PPI、セクタ RHI 観測もしくはそれに準ずる観測が可能なアンテナ挙動が実現できること。
- xiii) アンテナ走査速度は方位方向に最大 6rpm、仰角方向に最大 2.5rpm まで制御可能な駆動機構を備えること。
- xiv) アンテナ角度情報は 14 ビット以上の分解能を有する角度検出機構により取得される構成であること。
- xv) アンテナの指向角整定精度は ± 0.1 度の精度で制御可能な性能を有すること。
- xvi) 安全対策として送信装置及びアンテナ回転機構の動作を停止させる安全開閉器を備えること。

1-4 送信系システム

- i) 送信装置は固体化送信方式を採用した構成とし、電力増幅素子として GaN (Gallium Nitride) FET を用いた増幅器によりレーダ送信電力を生成する構成であること。
- ii) 本送信装置は水平偏波及び垂直偏波の二偏波送信に対応した構成を有し、両偏波を同時に送信する方式、片偏波のみを送信する方式、及び水平偏波と垂直偏波を交互に送信する方式のいずれにも対応できる構成とすること。
- iii) 送信電力は水平偏波及び垂直偏波それぞれについて約 100W の出力を有する構成とし、安定して送信できる性能を有すること。
- iv) 送信パルスのデューティ比は装置の安定動作及び送信素子の信頼性を確保

するため 10%以下の範囲で運用される設計とすること。

- v) 送信信号の占有周波数帯域幅は 2.5MHz 以内に収まるスペクトル特性を有する送信方式であること。
- vi) 送信信号に含まれる不要発射及びスプリアス成分については、ITU-R 勧告 SM. 1541-5 Annex8 及び ITU-R SM. 329-12 の規定に適合し、また総務省告示第 67 号の電波法関連基準に適合する送信特性を有すること。
- vii) スプリアスドメインにおける送信信号レベルは主信号に対して -60dBc 以下となるよう設計された送信系構成とすること。
- viii) 送信機には送信ブランキング機能を備え、水平偏波及び垂直偏波の両チャンネルに対して適切に送信停止制御が行える構成とすること。

1-5 受信系システム

- i) 受信装置はレーダ反射信号を高感度に受信するための低雑音受信系を備え、LNA の入力段における雑音指数は 2dB 以下の性能を有する構成とすること。
- ii) 受信機は微弱な降水エコー信号を検出できる感度を有し、帯域幅約 1.2MHz の条件において -110dBm の最小受信電力を検出できる性能を備えること。
- iii) 受信系は強い降水エコーから微弱なエコーまで広範囲の信号レベルに対応できる構成とし、受信ダイナミックレンジは 100dB の範囲に対応可能な設計であること。
- iv) 上記の広ダイナミックレンジを実現するため、受信系は Hi チャンネル及び Lo チャンネルの 2 系統受信方式を採用し、強信号及び弱信号の双方を適切に処理できる構成とすること。
- v) レーダ受信信号の中間周波数は 60MHz の周波数帯で処理される構成とすること。
- vi) 中間周波信号のデジタル化処理のためのサンプリング周波数は 80MHz の高速サンプリング方式を採用すること。
- vii) 受信信号のアナログ・デジタル変換は 16bit 分解能の A/D 変換器により実施される構成とすること。

1-6 信号処理系システム

- i) ドップラー速度の検出範囲は観測モードに応じて $\pm 68\text{m/s}$ の速度範囲の観測が可能であり（ 60km 観測時）、最大条件では $\pm 80\text{m/s}$ までの速度検出が可能（ 40km 観測時）な信号処理性能を備えること。
- ii) パルス圧縮処理機能を備え、最大圧縮比 200 のパルス圧縮処理が可能であるとともに、レンジサイドローブレベルが 60dB の抑圧性能を有する構成とすること。

- iii) 地形エコーや固定物体によるクラッタエコーを抑制するためのクラッタ抑圧機能を備え、40dB のクラッタ抑圧性能を有する信号処理方式とすること。
- iv) 距離方向の処理分解能は標準観測条件で 150m のレンジ分解能を有し、観測モードにより最小約 37.5m 程度の距離分解能で処理が可能な構成とすること。
- v) レーダ信号処理装置は最大 4096 のレンジビン数に対応できる構成とし、広範囲の観測データを高分解能で処理できる性能を備えること。
- vi) 他レーダとの混信や電波干渉を低減するため、スイープ相関方式による混信除去機能を備える信号処理構成とすること。
- vii) 地形エコー除去のための信号処理方式として IIR フィルタ方式及び FFT 方式のクラッタフィルタ処理に対応した構成とすること。
- viii) ドップラー信号のモーメント算出にはマルチラグ方式を採用し、フルラグ処理により高精度な速度及びスペクトル幅の推定が可能な構成とすること。
- ix) 二次エコーの除去処理としてランダム位相制御方式及び二重 PRF 方式によるエコー判別処理が可能な構成とすること。
- x) 信号処理装置は距離補正、速度折り返し補正、送信電力補正及び受信電力補正等の各種補正処理機能を備える構成とすること。
- xi) 品質管理機能として無効値判定処理、動的 NOR/MTI 選択処理、孤立エコー除去処理及び特異点除去処理を実行できる信号処理機能を備えること。
- xii) 信号処理装置はレーダ観測データとして以下のパラメータを算出可能な構成とすること。
 - ・ Received Signal power (PrH/V)
 - ・ Reflectivity Factor (ZH/V)
 - ・ Radial Velocity (VH/V)
 - ・ Spectrum Width (WH/V)
 - ・ Differential Propagation Phase (ϕ DP)
 - ・ Co-Polar Correlation Coefficient (ρ hv)
 - ・ Differential Reflectivity (ZDR)
 - ・ Linear Depolarization Ratio (LDRhv/vh)
 - ・ Specific Differential Phase (KDP)
- xiii) レーダ観測データは RAW データ形式として TCP/IP 通信により外部装置へ送信可能なインターフェースを備える構成とすること。
- xiv) IQ データ及び RAW データは外部記録媒体に保存可能な機能を備えること。
- xv) 信号処理装置は Web ブラウザを介した監視・操作機能を備え、PPI 表示、RHI 表示、A スコープ及び B スコープ等の観測表示機能を提供する構成とすること。

- xvi) Web ブラウザによる遠隔操作機能としてシステムモニタ機能、ステータス/計測機能、レーダー制御機能、システムテスト機能、履歴操作機能、太陽追尾制御機能を備えること。

2 その他

(性能、機能以外に関する要件)

(1) 設置条件等

ア 設置場所

本装置は、本学の指定する場所に設置すること。

イ 搬入

搬入の際には供給者が立ち会い、設置施設に損傷を与えないよう十分な注意を払うように努め、必要があれば納入経路に養生等を施すこと。また、万一、設置施設の建物・設備等に損傷を与えた場合は、供給者の責任において、原状に復するものとする。

(2) 保守体制等

ア 保守体制

通常の使用で発生した故障の修理及び保守点検を実施できる体制であること。

イ 保証期間

納入検査確認後 1 年間は、通常の使用により故障した場合の無償修理に応じること。

(3) 障害支援体制

障害時において復旧のため通報を受けてから 12 時間以内に電話等により障害への対応ができる体制であり、48 時間以内に技術者を障害復旧のために派遣できること。

(ただし、日曜、土曜、国民の祝日に関する法律（昭和 23 年法律第 178 号）に規定する休日、本学の指定する日及び年末年始(12 月 29 日～1 月 3 日)は除く。)

(4) 無線局免許取得体制

本レーダは電波法に基づいた無線局免許の取得を前提とした設備とし、供給者は免許申請に必要となる技術資料、図面及び計算書類を作成又は提供できる体制を有すること。特に、免許申請に係る技術照会、補正依頼及び無線設備検査に関する対応について本学を支援できる体制を有すること。加えて、運用に必要な法令遵守事項の説明及び技術支援を行うこと。

(5) その他

ア 教育体制

機器導入後（据付後）、納入期日までの1か月程度の期間において、必要に応じて、本学の担当教員及び研究機器使用者に対する導入時教育訓練を実施すること。導入時教育訓練は、実際の観測運用を通じた段階的な調整および運用習熟を目的とするもので、観測データの品質管理や異常時対応等を含めた運用手順、当該期間内に観測条件の調整、データ取得・処理手順等について教育訓練を実施するものである。

イ 応用サポート体制

本学の担当教員及び研究機器使用者に対する最新技術の支援を本学係員と協議のうえ行うこと。

ウ 本仕様書に明記していない事項であっても、本機器を実現するために当然備えるべき性能については完備しているものとし、機器が正常に機能しなければならない。

エ 納入前に必ず本学担当者と打ち合わせをすること。また、この仕様書の内容に不明な点がある場合は、本学担当者の指示に従うものとする。

オ 検査の実施により、物品がこの仕様に示す内容にすべて適合していると認めるとき、納入が完了したものとする。

カ 完成図書

機器の取扱手順書や操作マニュアルなどを文書として整理して取りまとめ、納入期限までに納入すること。内容に不明な点がある場合は、本学担当者の指示に従うものとする。

III 納品場所

(1) 小型 X 帯二重偏波気象レーダ

総務省への無線免許申請において最終的に以下の候補から決定する。

- ・氷見カントリークラブ
- ・能都北辰高等学校小木分校（廃校舎）

(2) 完成図書

富山県立大学射水キャンパス合同棟 1 階事務室

IV 納入期限

令和9年1月29日（金）17:00