

仕 様 書

1. 件名

低消費電力無線通信システムの改修

2. 作業の目的

国立研究開発法人産業技術総合研究所ハイブリッド機能集積研究部門（以下「産総研」という。）では、ムーンショット型農林水産型研究開発事業「牛ルーメンマイクロバイオーム完全制御によるメタン80%削減に向けた新たな家畜生産システムの実現」において、牛に使用する無線センサ端末の、低消費電力無線通信システムの開発を行っている。本作業は2024年度に試作した低消費電力無線通信システムの送受信機を改修することを目的としている。

3. 作業項目

- (1) 送信機のハードウェアの改修作業
- (2) 送信機のファームウェアの改修作業
- (3) 受信機のファームウェア改修作業
- (4) LoRa 受信機の試作
- (5) 送信機ジグ基板の追加試作、或いは新規試作

4. 作業項目別仕様

- (1) 送信機のハードウェア改修作業
 - ① 無線通信用水晶発振器の変更
 - ・ 温度補償型水晶発振器（TCXO）を NDK 製 NSC5332B-32M に置き換えること。発振器への供給電圧を一定とするため 1.8V のレギュレータをつけること。
 - ・ 上記発振器の動作制御はマイコンのポートを使用すること。
 - ② 高周波スイッチ IC のスイッチ制御方法の変更
 - ・ 高周波用 IC (RFIC) からマイコンで制御するように変更すること。
 - ③ 水晶振動子マイクロバランス（QCM）の発振、測定回路の搭載
 - ・ 多摩デバイス製センサ（SEN-9E-H-10）の 3CH 発振回路を設計し、新規ハードウェアに搭載すること。センサ及びそのホルダは産総研で用意する。なお、回路の仕様について以下のとおり。
 - ・ ソフトウェアでは 3CH を同時ではなく順次測定すること。

発振回路仕様：発振時の消費電流：15 mA 以下/CH
動作電圧範囲：3.3 V ～ 1.9 V を含む範囲
測定回路仕様：波数測定時の測定側の時間精度：2 ppm 以下
回路構成は発注者と相談して決定すること。

④ センサの追加搭載

- ・気圧センサ（想定品:STMicroelectronics 製 LPS27HHTW）
- ・湿度センサ（想定品:Sensirion 製 SHT41-AD1F-R2）

※センサの選定は上記センサと同程度の性能を持つほかのセンサでも可とするが、発注者と相談し了承を得ること。

⑤ 上記（１）①～④の変更にあわせた送信機回路基板の新規設計および作製

- ・下記ハードウェアの仕様にて動作すること。
- ・基板形状や使用部品、部品配置等は発注者と相談し、作製前には発注者の承認を得ること。

ハードウェアの仕様

- ・動作電圧範囲：3.3 V ～ 1.9 V を含む範囲
- ・動作温度範囲：0℃～50℃
- ・スリープ時消費電流：5 μ A 以下
- ・電源：電池（仕様は発注者と相談すること）
- ・小型電源スイッチをつけること（仕様は発注者と相談すること）
- ・外形（アイソレータ除く）：
 ϕ 18mm の内径の筒に入るようにすること
 長さは発注者と相談すること

（２）送信機のソフトウェアの改修作業

- ① すべての動作モードにおける（１）①の発振器の動作制御の変更
- ② すべての動作モードにおける（１）②の高周波スイッチの制御方法の変更
- ③（１）③の QCM の下記測定アルゴリズムの追加
 - ア）発振回路起動
 - イ）振動が安定するまで一定時間待機
 - ウ）0.01s ～ 3s の選択可能な時間測定
 - エ）発振回路停止

※ 3 CH の内、測定実施 CH はそれぞれ有効無効を選択可能にすること

④ (1) ④のセンサ測定アルゴリズムの追加

- ・センサの測定の仕様（分解能、間欠測定時間等）は発注者と相談すること。

⑤ 変調アルゴリズムの追加

- ・測定データをどのように変調データにするかは発注者と相談して決定すること。

⑥ 通常モードの間欠動作の変更

- ・通常動作モードにおける間欠時間は下記を実現できるようにすること。
 - ア) 電源 ON から 100 回は 3 分間欠、その後は 10 分間欠
 - イ) 電源 ON から 100 回は 3 分間欠、200 回は 10 分間欠を繰り返す
- ・回数、及び間欠時間（分）は 1~1440 以上で選択可能にすること。

⑦ LoRa 変調機能の実装

- ・現在搭載されている RFIC (Semtec 製 SX1261) において、すべての変調パラメータ (Modulation BandWidth、Spreading Factor、Coding Rate、Low Data Rate Optimization、周波数、出力強度)、およびパケットのフレーム内容を、納品後に発注者が自由に変更可能なようにすること。
- ・通常動作 (間欠送信)、連続変調送信、連続無変調送信、受信モードを有し、選択可能とすること。

⑧ 新たなテスト送信モードの追加

- ・通常動作モードにおいて、1 つのシンボルを時間 T 送信する際、選択可能である周波数 A とその隣 (高低は選択可能とする) の周波数 B で T を 16 分割し、任意の割合で A と B を送信できる機能を実装すること。
このモードにはテスト送信モードを用意し、その送信では 2 種以上のデータを交互に送信する。そのデータは固定でよいが、発注者が自由に変更できるようにすること。

例 : A を 5T/16 送信後、B を 11T/16 送信する。現状設定可能な間欠時間後、2 種目の C を 8T/16 送信後、D を 8T/16 送信する。現状設定可能な間欠時間後、最初に戻る。

(3) 受信機のファームウェア改修作業

① 検出したパケットの各キャリアの受信強度の出力

- ・下記のモードを実装すること
(それぞれ独立に有効、無効を設定可能にすること)
- ・全キャリアの受信強度表示

- ・ パケット内の最大受信強度差表示

② パケット検出条件

- ・ 1つのFFT フレームで検出したキャリアの数が、3～8 から選択可能な制限数以上の場合、そのFFT フレームをパケット検出に対して無効にする機能を追加すること。そのキャリア検出の表示は行うが、何かしらの無効表示を行うこと
- ・ パケット検出の条件として以下を追加すること。
 - ア) 各シンボル内の RF0, RF1 の強度差がある強度以下 (P5 として追加)
 - イ) 異なるシンボル間において各シンボルの平均強度差がある強度以下 (P6 として追加)
 - ウ) P5, P6 はそれぞれ独立に有効、無効にする機能をつけること

(4) LoRa 受信機の試作

- ・ USB コネクタを有し、電源電力の取得、パソコンへのデータ送信等は、このコネクタから行えるようにすること。
- ・ アンテナ接続用 SMA メスコネクタを有し、このコネクタから信号を受信すること。
- ・ LED を搭載し、受信時に発光させること。
- ・ 周波数許容偏差 2ppm 以下の TCXO を搭載すること。
- ・ マイコンへの書き込みコネクタを有すること。
- ・ 新規に受信機基板を作製する場合は市販の筐体 (例えばタカチ電気工業製 GS-90N-W) に合わせた基板形状にすること。(筐体の納品は不要) 部品レイアウトは発注者と相談し、製作前に発注者の承認を得ること。
- ・ (2) ⑦の送信機からの信号を受信し、パソコンに受信データを送信できること。パソコンへの送信フォーマットは発注者と相談すること。

(5) 送信機ジグ基板の追加試作、或いは新規試作

- ・ 2025 年度版送信機が 2023 年度のジグ基板でマイコンの書き込みを行える場合、追加で 2 枚試作すること。そうでない場合は新規に設計し、3 枚試作を行うこと。

5. 貸与品

- (1) 2023 年度版送信機 2 台
- (2) 送信機搭載 MCU のファーム書き込み用ジグ基板 1 個
- (3) 受信機 (昨年度開発版) 1 台

- (4) 受信機 FPGA のファームウェア、開発ツール（ライセンス含む）
- (5) 受信機 MCU のファームウェア、開発ツール
- (6) 送信機 MCU のファームウェア、開発ツール
- (7) 多摩デバイス製センサとホルダ（SEN-9E-H-10）3 セット

6. 納入物品

- (1) 2025 年度版送信機 10 枚
(アイソレータ、及びその基板への接続ケーブル除く)
 - (2) LoRa 用受信機 2 個
(ケーブル等 PC への接続部品は 1 セット)
 - (3) 2025 年度版送信機用ジグ基板
 - ・ 2023 年度送信機ジグ基板の場合 2 枚
 - ・ 新規試作の場合 3 枚
 - (4) 送信機の設計資料 一式
(回路図、部品表、ネットリスト、ガーバーデータ)
 - (5) LoRa 受信機の設計資料 一式 ※新規設計した場合のみ
(回路図、部品表、ネットリスト、ガーバーデータ)
 - (6) 送信機のファームウェアのソースコード 一式
 - (7) 受信機のファームウェアのソースコード 一式
 - (8) LoRa 用送信機のファームウェアのソースコード 一式
 - (9) LoRa 用受信機のファームウェアのソースコード 一式
 - (10) 操作説明書 1 部
- ※(4) から(10) はすべて電子メールで納品すること

7. 納入の完了

作業完了の後、「6. 納入物品」に記載された納入物品が過不足なく納入され、仕様書を満たしていることを確認して、納入の完了とする。

8. 納入期限及び納入場所

納入期限：2026 年 2 月 6 日

納入場所：茨城県つくば市並木 1-2-1

国立研究開発法人産業技術総合研究所

ハイブリッド機能集積研究部門

つくばセンター 中央事業所東地区 1B 棟 5208 室

9. 付帯事項

- (1) 本仕様書の技術的内容及び知り得た情報については、守秘義務を負うものとする。
- (2) 本仕様書の技術的内容に関する質問等については、調達請求者と協議すること。また、本仕様書に定めのない事項及び疑義が生じた場合は、調達担当者と協議のうえ決定する。

10. 成果の取扱い

- 10-1. 産総研は、請負業者が本発注により得られた技術上の成果のうち産総研が指示するもの(6. 納入物品)についての利用及び処分に関する権利を専有するものとする。
- 10-2. 請負業者は、成果の著作権及び意匠登録を受ける権利を産総研に無償で譲渡するものとし、著作権人格権を行使しないものとする。
- 10-3. 請負業者は、契約条項に定める検査に合格後、直ちに別紙様式による著作権財産権譲渡証書及び著作権人格権不行使証書を産総研に提出するものとする。
- 10-4. 請負業者は、産総研に対し、納品した成果品が第三者の著作権を侵害しないことを保証するものとする。

なお、納品した成果品について、第三者の権利侵害の問題が生じ、その結果、産総研又は第三者に費用や損害が生じた場合は、請負業者は、その責任と負担においてこれを処理するものとする。

別紙様式

令和 年 月 日

著 作 者 財 産 権 譲 渡 証 書

国立研究開発法人産業技術総合研究所 殿

請 負 者

住 所

会 社 名

代表者氏名

印

請負契約 (令和 年 月 日 契約)
件 名

上記契約により作成した納品物の所有権及び著作権（著作権法第 27 条及び第 28 条に規定する権利を含む）は、国立研究開発法人産業技術総合研究所に譲渡したことに相違ありません。ただし、自己所有していた権利は除くものとします。

別紙様式

令和 年 月 日

著 作 者 人 格 権 不 行 使 証 書

国立研究開発法人産業技術総合研究所 殿

請 負 者

住 所

会 社 名

代表者氏名

印

請負契約 (令和 年 月 日 契約)
件 名

上記契約により作成した納品物の著作権（著作権法第 27 条及び第 28 条に規定する権利を含む）に係わる著作者人格権を行使しないことを約束します。

なお、著作者人格権を行使しようとする場合は、国立研究開発法人産業技術総合研究所の承認を得るものとします。