

仕 様 書

1. 件名

OpenRTM-aist TOPPERS 版の OpenRTM-aist-2.0 対応に向けた更新作業

2. 研究の概要・目的

2-1. 概要・目的

国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、「産総研」という。）インテリジェントシステム研究部門では、「未知未踏領域における拠点建築のための集団共有知能をもつ進化型ロボット群」プロジェクトにおいて、「個体間ネットワークを介したモジュール共有および接続機構の実現」に関する研究を行っている。モジュール（＝RT コンポーネント）の機能拡張やそのための開発環境の研究開発を行っており、対象となる月面探査ロボットへの実装のため、開発に利用しているミドルウェア：OpenRTM-aist を uTRON（あるいは互換性のある TOPPERS）上で動作させる必要がある。本作業は、RT ミドルウェア（OpenRTM-aist）の軽量リアルタイム OS 版実装である TOPPERS 対応版について、現行の OpenRTM-aist-1.0 仕様に基づく実装から、OpenRTM-aist-2.0 仕様への適合を図るものである。これにより、リアルタイム組込みシステムにおける最新の RT コンポーネント開発基盤を整備し、将来的な拡張性と保守性を高めることを目的とする。

2-2. 用語の定義

本仕様書で使用される用語とその意味について、以下に記す。

カテゴリ	用語	説明
RT ミドルウェア関連	RT ミドルウェア	ロボットのミドルウェア。ロボットシステム構築を用意にするためのソフトウェア基盤。RTM と略される場合がある。
	OpenRTM-aist	RT ミドルウェアのうち、産総研が開発・配布しているもの。以前のバージョン：OpenRTM-aist-1.0 は uITRON/TOPPERS への移植が行われた。その後、OpenRTM-aist 自体はバージョンアップがあり、現在は OpenRTM-aist-2.0 シリーズに移行している。今回は、OpenRTM-aist の uITRON/TOPPERS 対応をバージョン 2.0 シリーズに反映させる作業となる。対応言語ごとに C++版、Java 版、Python 版があるが、今回の移植対象は C++版のみである。

	coil	Coil: Common Operating System Infrastructure Layer とよばれる OS 依存のスレッド・ミューテックス、時間管理、タスク管理、共通して使用される文字列処理等を OS 非依存で提供するライブラリ。OpenRTM-aist に同梱されており、バージョンも OpenRTM-aist と同一のものとして管理されている。
	RT コンポーネント	RT ミドルウェアにおけるソフトウェアモジュールの単位。RTC と略される場合がある。
その他	uITRON	uITRON 標準仕様の組み込み OS の総称。
	TOPPERS	uITRON 仕様に準拠したオープンソースの組み込み OS の実装の一つ。
	CORBA	Common Object Resource Broker Architecture: OMG の標準仕様に準拠した、分散オブジェクトミドルウェア。OpenRTM-aist は通信ミドルウェアとして CORBA を使用している。
	RtORB	産総研で開発された CORBA 実装。C 言語で実装された CORBA 実装の一つ。
	GitHub	GitHub (ギットハブ) は、ソフトウェア開発のプラットフォームであり、ソースコードをホスティングする。コードのバージョン管理システムには Git を使用する。

3. プログラムの概要

本作業は、OpenRTM-aist-1.0 をベースとして開発された TOPPERS 用 RTM 実装について、以下の仕様変更に対応させる。

- (1) C++11 対応状況に基づく coil 依存の再評価
- (2) coil において削除された API (スレッド、ミューテックス、時間関連) への代替対応
- (3) C++11 が使用可能な場合は、標準ライブラリによる実装への置き換え
- (4) C++11 が使用不可な場合は、削除された coil 機能相当のラッパクラスを再設計・実装
- (5) 更新後の実装が TOPPERS/uITRON 上で正常に動作することを確認

4. システム開発の背景 (経緯、属性)

OpenRTM-aist はロボットや組み込み分野で利用されており、組み込み向けリアルタイム OS である TOPPERS/uITRON 環境にも対応した移植版が用意されていた。これまでの実装は OpenRTM-aist-1.0 仕様を前提としており、coil ライブラリに

依存する形で OS 抽象化を実現していた。一方、OpenRTM-aist-2.0 では、C++11 を活用した標準機能への置き換えが進められ、coil の一部機能が削除されたため、既存の TOPPERS 版実装は新仕様に非対応となっている。

C++11 の利用可否は、ターゲットプラットフォームのツールチェーンやカーネル実装に依存するため、事前調査を行ったうえで、適切な更新手法（標準機能使用または coil 代替実装）を選択する必要がある。今後の組み込み向け RTM 応用を見据えた移行が急務であり、本作業により移行を加速させるものである。

5. 作業内容構成

- (1) TOPPERS/uITRON 環境における C++11 対応状況の調査
- (2) Coil 機能削除に伴う影響調査と設計方針決定
- (3) OpenRTM-aist-2.0 に準拠したソースコードの更新・実装
- (4) TOPPERS 環境でのビルドおよび試験
- (5) 成果物の作成

6. 構成毎の作業仕様

- (1) TOPPERS/uITRON 環境における C++11 対応状況の調査
TOPPERS (ASP3/HRP3/FMP3 等) および uITRON 対応環境において、クロスコンパイラ (GCC 等) やランタイムが C++11 に対応しているかを調査し、使用可能な言語機能一覧を整理する。特に、`std::thread`, `std::mutex`, `std::chrono` 等の使用可否が確認対象となる。
- (2) coil 機能削除に伴う影響調査と設計方針決定
OpenRTM-aist-1.0 から 2.0 への移行により削除された coil の機能群（スレッド管理、ミューテックス、時間表現）に関して、TOPPERS 版実装への影響範囲を調査し、対応方針を以下のいずれかで決定する。
 - C++11 が使用可能な場合：coil 機能を削除し、C++11 標準機能に置換
 - C++11 が使用不可な場合：削除された coil 機能と同等のラッパークラス（互換層）を新たに実装
- (3) OpenRTM-aist-2.0 に準拠したソースコードの更新・実装
決定した設計方針に基づき、OpenRTM-aist-2.0 仕様に準拠する形で TOPPERS 版ソースコードを改修・実装する。実装は C++ で記述し、可搬性と可読性を確保する。また、C++11 使用時は安全なマルチスレッド処理や時間管理が可能となるように設計する。
- (4) TOPPERS 環境でのビルドおよび試験
修正したコードが、TOPPERS カーネル (ASP3/HRP3/FMP3 等) 上でビルド可能であること、および以下の観点で動作確認が取れることを試験により

確認する。

- RT コンポーネントのライフサイクル (init、activate、deactivate 等)
- データポート通信の動作
- 実行コンテキストの制御とスレッド動作
- 時間遅延・周期処理など時間機能の挙動

(5) 成果物の作成

本件の成果物として、「11. 納入物品」に記載された納入物品を作成する。

7. プログラム作成の条件等

7-1. プログラム作成使用言語及び動作環境等

- (1) 対象言語は C・C++とし、C++11 の使用可否に応じて構文・機能を選択する
- (2) ソースコードは TOPPERS カーネルにおいてビルド可能であること (GCC 等によるクロスビルド)
- (3) coil 依存を最小化し可能な限り C++の標準機能を使用すること。ただし、OS 依存性がある部分がある場合、coil に依存部分をできる限り集約し、将来的な OpenRTM-aist の変更にも追従しやすい構造にすること
- (4) 移植性、保守性に配慮し、コメント・構成を明確に保つこと

7-2. プログラム作成者の能力、要件

本業務を遂行する開発者または開発チームは、以下の能力・経験を有していることを要件とする。

- (1) uITRON/TOPPERS 関係の開発経験、特にアプリケーション開発のみならず OS 周辺機能開発の経験を有すること。合計で 5 年程度以上の経験があること。
- (2) C 言語または C++言語による組み込みシステム開発経験、(1)の開発経験に加えて C++による組み込みシステム開発経験を有すること。合計で 5 年程度以上の経験があること。
- (3) GitHub を用いたバージョン管理に対応できること。

上記に加えて、開発成果物に対するレビューやテストの実施経験があれば尚可とする。

8. 発注側で貸与するデータ及び容量等

- | | |
|--|----|
| (1) TOPPERS 版 OpenRTM-aist-1.0 ソースコードおよび付属文書 | 一式 |
| (2) RtORB のソースコード | 一式 |
| (3) OpenRTM-aist-2.0 および coil-2.0 のソースコード | 一式 |

9. 完成品の試験・確認

発注者は、ドキュメントに記載されている操作手順を実際に実行するなどして、ドキュメント類の内容、品質を以下の観点で確認する。

- (1) システムの完成度は、システムの取り扱い説明書に記載されている手順に従ってシステムを操作し、仕様書に記載されている機能・性能が実現されていることを確認する。
- (2) システムの品質は、試験仕様書、試験結果報告書により確認する。

10. 納入の完了

本システムは、「11. 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。受注者は確認にかかる作業を支援すること。

11. 納入物品

※原則として USB メモリ等の外部電磁的記録媒体以外で納入すること。

- | | |
|--|----|
| (1) 設計方針書 (C++11 対応方針、coil 代替方針)・実装仕様書 | 一式 |
| (2) ソースコード (OpenRTM-aist-2.0 対応 TOPPERS 版) | 一式 |
| (3) 試験仕様書および試験結果報告書 | 一式 |
| (4) ビルド・導入手順書・開発ドキュメント | 一式 |

12. 納入期限及び納入場所

納入期限：2025 年 11 月 26 日

納入場所：茨城県つくば市梅園 1-1-1

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

つくばセンター中央事業所 2 群

2-1E 棟 211-1 室 インテリジェントシステム研究部門

13. 成果の取扱い

- (1) 産総研は、受注者がプログラム作成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（以下、「成果」という。）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。
- (2) 受注者は、成果に係るソフトウェアの著作権（著作権法第 27 条及び第 28 条に規定する権利を含む。）及び意匠登録を受ける権利を産総研に譲渡するものとし（譲渡対価は契約金額に含まれるものとする。）、著作者人格権を行使しないものとする。ただし、パッケージ製品に係るものは除く。

- (3) 受注者は、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しなければならない。
- (4) 受注者は、産総研に対し、納品した成果品が第三者の知的財産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、受注者は、その責任と負担においてこれを処理するものとする。

14. セキュリティ要件・情報セキュリティポリシーに関する要件

- (1) 本業務の履行に当たっては、産総研の情報セキュリティポリシー(別途定める読み替え条項に従うものとする。以下同じ。)を遵守するとともに、情報セキュリティポリシーにおいて産総研に求められる水準の情報セキュリティ対策を講じること。なお、産総研の情報セキュリティ規程については、下記 URL を参照のこと。その他の情報セキュリティポリシーの詳細については受注者決定後に提示する。

【国立研究開発法人産業技術総合研究所情報セキュリティ規程】

https://www.aist.go.jp/Portals/0/resource_images/aist_j/outline/comp-legal/pdf/securitykitei.pdf

- (2) 産総研の情報セキュリティポリシーの見直しが行われた場合は、見直しの内容に応じた情報セキュリティ対策を講じること。なお、対応内容については産総研担当者に事前に報告し承認を得ること。

・その他セキュリティに関する要件

- (1) 受注者は、本業務の履行に際して、秘密である旨を示されて提供を受けた秘密情報を秘密として適切に保持することとし、第三者に開示又は漏洩してはならない。
- (2) 受注者は、本業務の履行によって知った一切の情報を本業務の履行以外の目的に利用してはならない。契約終了後も同様とする。
- (3) 提供する資料は産総研担当者の了解なしに所外に持ち出してはならない。
- (4) 産総研の所外へ持ち出した資料については一覧を作成し、産総研担当者に提出すること。なお、契約終了後、速やかに返却または廃棄し、産総研担当者に報告すること。
- (5) 受注者は、契約締結後、情報セキュリティ管理体制を記載したドキュメ

ントを産総研担当者に提出すること。

- (6) 受注者は、本業務において、受注者の従業員若しくはその他の者によって、意図せざる変更が加えられない管理体制とすること。
- (7) 受注者は、産総研の求めに応じて、資本関係、役員等の情報、委託事業の実施場所並びに委託事業従事者の所属、専門性（情報セキュリティに係る資格・研修実績等）、実績及び国籍に関する情報提供を行うこと。
- (8) 本業務にかかる情報に関する情報セキュリティインシデントが生じた場合、速やかに報告の上、原因の分析を実施し、産総研担当者と対処内容及び再発防止策を検討すること。当該インシデントへの対処を実施するにあたっては、事前に産総研担当者の確認を得ること。
- (9) 情報セキュリティインシデントが生じたことで、受注者の作業環境等の確認が必要となった場合には、産総研の調査に協力を行うこと。
- (10) 本業務の履行における情報セキュリティ対策の履行状況を確認するため、産総研が提示するチェックリストの内容に基づき、定期的に情報セキュリティ対策の履行状況を報告すること。
- (11) 産総研担当者より、情報セキュリティ対策の履行が不十分であると指摘された場合は、速やかに是正処置を講ずること。
- (12) 本業務の履行における情報セキュリティ対策の履行状況を確認するために、産総研が情報セキュリティ監査の実施を必要と判断した場合、受注者は、産総研が定めた実施内容（監査内容、対象範囲、実施者等）に基づく情報セキュリティ監査を受け入れること。
- (13) 受注者は、産総研の許可なく、本業務の一部又は全部を第三者（再委託先）に請け負わせてはならない。ただし、受注者に求めている情報セキュリティ対策を、再委託先が実施することを再委託先に担保させるとともに、再委託先の情報セキュリティ対策の実施状況を確認するために必要な情報を産総研に提供し、承認申請書を提出して、事前に産総研の書面による承認を受けた場合はこの限りではない。

15. 付帯事項

- (1) 受注者は、調達請求者の求めにより、作業の進捗状況及び作業内容について報告しなければならない。
- (2) 本プログラムのインストール作業は受注者側で行うこと。（若しくは、発注者側で行う場合は、支援を行うこと。）
- (3) 納入時には、本プログラムの操作について講習を行うこと。
- (4) 納入されたプログラム等における発注側の責めによらず発生した納入の完了後1年以内の動作不良等不具合については、その補修、調整等責任をも

って無償で速やかに行うこと。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。

- (5) 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こと。
- (6) サプライチェーン・リスクに対応するため、別紙に記載する事項に従って契約を履行しなければならない。

サプライチェーン・リスク対応に係る特記事項

1. サプライチェーン・リスクへの対応

受注者は、機器等の意図的な不正改造及び情報システム又はソフトウェアに不正なプログラムを埋め込むなど、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、「産総研」という。）の意図しない変更が加えられたときに生じ得る情報の漏えい若しくは破壊又は機能の不正な停止、暴走その他の障害等の情報セキュリティ上のリスク（以下「サプライチェーン・リスク」という。）に対応するため、受注者は「IT 調達に係る国の物品等又は役務の調達方針及び調達手続に関する申合せ」（平成 30 年 12 月 10 日関係省庁申合せ）に基づく対応を図らねばならない。

2. 意図しない変更に対する対策

- ①受注者は、本業務の履行に際して、サプライチェーン・リスクが潜在すると知り、又は知り得るべきソースコード、プログラム等（以下「ソースコード等」という。）の埋込み又は組込みその他産総研担当者の意図しない変更を行ってはならない。
- ②受注者は、本業務の履行に際して、サプライチェーン・リスクが潜在すると知り、又は知り得るべきソースコード等の埋込み又は組込みその他産総研担当者の意図しない変更が行われないうに相応の注意をもって管理しなければならない。
- ③受注者は、本業務の履行に際して、情報の窃取等により研究所の業務を妨害しようとする第三者から不当な影響を受けるおそれのある者が開発、設計又は製作したソースコード等（受注者がその存在を認知し、かつ、サプライチェーン・リスクが潜在すると知り、又は知り得るべきものに限り、主要国において広く普遍的に受け入れられているものを除く。）を直接又は間接に導入し、又は組み込む場合には、これによってサプライチェーン・リスクを有意に増大しないことを調査、試験その他の任意の方法により確認又は判定するものとする。

3. サプライチェーン・リスクにかかる調査の受入れ体制

- ①受注者は、本業務に産総研担当者の意図しない変更が行われるなど不正が見つかったときは、追跡調査や立入検査等、産総研と連携して原因を調査し、サプライチェーン・リスクを排除するための手順及び体制を整備し、当該手順及び体制を示した書面を産総研担当者に提出しなければならない。

4. サプライチェーン・リスクを低減するための対策

- ①受注者は、サプライチェーン・リスクを低減する対策として、本業務の設計、構築、運用・保守の各工程における不正行為の有無について定期的または必要に応じて監査を行う体制を整備するとともに、本業務により産総研に納入する納入物品に

対して意図しない変更が行われるリスクを回避するための試験を行わなければならない。当該試験の項目は、情報セキュリティ技術の趨勢、対象の情報システムの特性等を踏まえ、受注者において適切に設定するものとする。

②機器の納入であり、かつ、設計、構築、運用・保守の各工程が存在しない場合は、4. ①の対応は不要。

5. 受注者の業務責任者等

①受注者は、本業務の履行に従事する業務責任者及び業務従事者（契約社員、派遣社員等の雇用形態を問わず、本業務の履行に従事する全ての従業員をいう。以下同じ。）を必要最低限の範囲に限るものとする。

②機器納入であり、かつ、設計、構築、運用・保守の各工程が存在しない場合は、5. ①の対応は不要。

6. 再委託

6.1 本業務の第三者への委託の制限

受注者は、産総研の許可なく、本業務の一部又は全部を第三者（再委託先）に請け負わせてはならない。ただし、6.2 に定める事項を遵守する場合はこの限りではない。

6.2 第三者への委託に係る要件

- ①受注者は、本業務の一部又は全部を第三者に再委託するときは、再委託先の事業者名、住所、再委託対象とする業務の範囲、再委託する必要性について記載した承認申請書を、委託元である産総研に提出し、書面による事前承認を受けなければならない。
- ②受注者は、本業務の一部又は全部を第三者に再委託するときは、再委託した業務に伴う再委託者の行為について、全ての責任を負わなければならない。
- ③受注者は、知的財産権、情報セキュリティ（機密保持を含む。）及びガバナンス等に関して、本仕様書が定める受注者の責務を再委託先も負うよう、必要な処置を実施し、その内容について委託元である産総研の承認を得なければならない。
- ④受注者は、受注者がこの仕様書の定めを遵守するために必要な事項について本仕様書を準用して、再委託者と約定しなければならない。
- ⑤受注者は、前号に掲げる情報の提供に加えて、再委託先において本委託事業に関わる要員の所属、専門性（情報セキュリティに係る資格・研修実績等）、実績及び国籍についての情報を委託元である産総研へ提出すること。

- ⑥受注者は、再委託先において、産総研の意図しない変更が加えられないための管理体制について委託元である産総研に報告し、許可又は確認(立入調査)を得ること。

7. その他

- ①提出された資料等により産総研担当者に報告された内容について、サプライチェーン・リスクが懸念され、これを低減するための措置を講じる必要があると認められる場合に、調達担当者は受注者に是正を求めることがあり、受注者は相当の理由があると認められるときを除きこれに応じなければならない。
- ②産総研は、受注者の責めに帰すべき事由により、本情報システムに産総研担当者の意図しない変更が行われるなど不正が見つかった場合は、契約条項に定める契約の解除及び違約金の規定を適用し、本業務契約の全部又は一部を解除することができる。

別紙様式

年 月 日

著作財産権譲渡証書

国立研究開発法人産業技術総合研究所 殿

受注者
住 所
会 社 名
代表者氏名 印

ソフトウェア作成受注契約 (年 月 日 契約)
件名 OpenRTM-aist TOPPERS 版の OpenRTM-aist-2.0 対応に向けた更新作業

上記契約により作成したソフトウェア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

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

受 注 者
住 所
会 社 名
代表者氏名 印

ソフトウェア作成受注契約 (年 月 日 契約)
件名 OpenRTM-aist TOPPERS 版の OpenRTM-aist-2.0 対応に向けた更新作業

上記契約により作成したソフトウェアの著作権(著作権法第 27 条及び第 28 条
に規定する権利を含む)に係わる著作権者人格権を行使しないことを約束します。

なお、著作権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。