

プロトタイプ Digital Mock-Up の構築作業
仕様書

令和7年8月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

福島廃炉安全工学研究所

廃炉環境国際共同研究センター

放射線デジタルグループ

1 一般仕様

1.1 件名

プロトタイプ Digital Mock-Up の構築作業

1.2 目的

廃炉環境国際共同研究センター 放射線デジタルグループでは、東京電力ホールディングス株式会社 福島第一原子力発電所が検討を進める Digital Mock-Up(以下、DMU)の設計を共同で実施している。DMU は廃炉作業に使用される遠隔操作装置(ロボット等)の概略設計、操作訓練、作業前リハーサル、運転員の操作支援を可能とするデジタルシステムである。このシステムは、ソフトウェア、ハードウェア、データベースそして DMU プラットフォーム (システム全体の情報基盤となるミドルウェア^{※1}) から構成されるものである。本件では、DMU プラットフォームの 1 つである OpenRTM-aist^{※2} を用いて、プロトタイプ DMU の構築を受注者に依頼することを目的とする。

※1: ソフトウェアとオペレーティングシステム (OS) やハードウェアの間で、共通のサービスや通信手段を提供する情報システムのこと。例えば、センサやアクチュエータからのデータの取得・伝達、複数のソフトウェアモジュール間のメッセージ通信、状態管理、分散システム構築などが挙げられる。

※2: OpenRTM-aist は、リアルタイムシステムやロボティクスの分野で使用されるミドルウェアの一つである。RT ミドルウェア規格に基づき産業技術総合研究所が主体で開発を進めており、異なるハードウェアやソフトウェアコンポーネント間での通信を容易にするためのライブラリ群が提供されている。

1.3 作業実施場所

受注者が指定する施設

1.4 納期

令和 8 年 2 月 27 日

1.5 作業内容

【概要】

本作業では、まず、ロボットシミュレータ Choreonoid^{※3} 上にロボットモデルおよび作業環境モデルを構築行う。次に、ロボットモデルに取り付けられたセンサを用いた周辺環境の地図生成および生成された地図を用いたロボットモデルのナビゲーションに係る通信制御プログラムを OpenRTM-aist を用いて作成する。最後に、地図生成からナビゲーションまでの一連の工程が実施できるかシステムテストを実施す

る。

※3: 産業技術総合研究所において開発されたロボットシミュレーションや動作計画、制御のためのオープンソースのシミュレーションプラットフォームのこと。

【詳細作業】

(1) 環境構築

OpenRTM-aist 及び関連するライブラリのインストールおよび、Choreonoid 上に表示するロボットモデルや環境モデルを構築する。

(2) 地図生成関連 RTC の開発

ロボットに搭載されたセンサを用いて、周辺環境の地図生成する RTC(Robot Technology Component)を作成する。詳細は2章1項に記載する。

(3) ナビゲーション関連 RTC の開発

(2)で生成した地図を用いたロボットのナビゲーションを実行する RTC を作成する。詳細は2章1項に記載する。

(4) システムテスト

システムの動作検証を行う。

(5) 報告書作成

プロトタイプ DMU 構築手順を記載した報告書を作成する。

1.6 提出書類

図書名	提出時期	部数	確認
作業工程表	契約後速やかに	2部	要
作業実施要領書（設計図含む）	製作着手前	2部	要
システムテスト要領書	着手前	2部	要
システムテスト報告書	納入時	2部	要
報告書	納入時	2部	要
図面、文書を収めた電子媒体 ※1	納入時	2部	—
委任又は下請負届（機構様式）※2	作業開始2週間前まで	1部	—
その他必要書類	その都度	必要部数	—

※1：電子媒体については、DVD-R 又は USB メモリ等に納め提出すること。

※2：委任状又は下請負届については、該当する場合に提出すること。

(提出場所)

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
廃炉環境国際共同研究センター
放射線デジタルグループ

1.7 業務に必要な資格等

特になし

1.8 支給品及び貸与品等

実施にあたり原子力機構が必要と認めたもの・・・1式

引渡場所、時期、方法については契約締結後に協議の上、原子力機構が指定する。

1.9 納入場所および納入条件

1) 納入場所

福島県双葉郡楡葉町大字山田岡字仲丸1-22

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

楡葉遠隔技術開発センター 研究管理棟内 指定場所

2) 納入条件

持ち込み渡し

1.10 検収条件

第1章9項に示す納入場所に納入後、員数検査、外観検査及び第2章2項に定める試験・検査項目及び出図書に対して内容確認を行い、適切であると認められた場合に検収とする。

1.11 検査員及び監督員

検査員

(1) 一般検査 管財担当課長

監督員

(1) 員数検査

廃炉環境国際共同研究センター

放射線デジタルグループ グループリーダー

(2) 性能試験・検査 廃炉環境国際共同研究センター

放射線デジタルグループ グループリーダー

1.12 グリーン購入法の推進

- 本契約において、グリーン購入法(国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律)に適用する環境物品(事務用品、OA機器等)が発生する場合は、これを採用するものとする。
- 本仕様に定める提出図書(納入印刷物)については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1.13 特記事項

- 受注者は原子力機構が原子力の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、機構の規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。
- 受注者は、業務遂行にあたり知り得た機密情報については、契約期間中および契約終了後5年間、第三者に漏洩してはならない。
- 受注者は異常事態等が発生した場合、原子力機構の指示に従い行動するものとする。また、契約に基づく作業等を起因として異常事態等が発生した場合、受注者がその原因分析や対策検討を行い、主体的に改善するとともに、結果について原子力機構の確認を受けること。

1.14 受注者は従事者に関しては労基法、労安法その他法令上の責任及び従事者の規律秩序及び風紀の維持に関する責任を全て負うものとする。

1.15 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、原子力機構と協議の上、その決定に従うものとする。

2. 技術仕様

2.1 要求仕様

本契約で構築する DMU の要求仕様を以下に記す。

[共通]

- 計算機に用いる OS は Ubuntu 22.04 LTS とする。
- OpenRTM-aist は Ver2.0.2 とする。
- シミュレータは Choreonoid Ver2.2 (リリース版) とする。
- ロボットモデルは Turtlebot3 Lime とする。

[地図生成関連 RTC]

- ロボットに搭載されたセンサ (例: LiDAR、カメラ等) からデータをリアルタイムで取得できること。
- 取得したセンサデータを基に、2D または 3D の地図を生成できること。
- 地図は侵入可能領域 (通路等)、侵入不可領域 (障害物等) を含むこと。
- 生成した地図データを保存し、後で利用できること。
- 地図生成の進行状況を表示するためのインターフェースを提供すること。

[ナビゲーション関連 RTC]

- 地図データは、2D または 3D 形式 (例: Occupancy Grid, Point Cloud) で入力できること。
- 指定された目的地に対して最適な経路が計画できること。
- 静的な障害物を検出および回避できること。
- ロボットに取り付けられたセンサデータを用いてロボットの現在位置を推定できること。
- 目的地や地図データの設定ができるユーザインターフェースを備えること。
- ナビゲーションの進行状況をリアルタイムで表示できること。

2.2 試験・検査

本システムに関する試験・検査は以下の各項目を実施すること。

試験・検査項目	試験・検査方法	判定基準	立会区分
員数検査	・成果物の員数を確認する。	・員数が契約内容と相違がない事を確認する。	○
性能試験・検査	システムを動作させ、成果物の性能を確認する。	・作成したプログラムにより、周辺境の地図が生成されることを確認する。 ・生成された地図上の任意の位置をユーザが指定後、その地点に向かってロボットが移動できることを確認する。	○

立会区分○：発注者立会（日本原子力研究開発機構）

以上