

群ロボット搭載放射線センサ用
イメージングソフトウェアの作成作業

仕 様 書

1. 一般仕様

1.1 件名

群ロボット搭載放射線センサ用イメージングソフトウェアの作成作業

1.2 目的及び概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構という）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サイト内に飛散した放射性物質を可視化するための技術開発を進めている。その一環として、複数台のロボットに放射線センサを搭載した群ロボットシステムを用いて、作業エリアの放射能汚染分布を可視化する手法を開発している。

本業務は、群ロボットシステムに搭載された放射線センサの出力データ及び作業エリアのマップデータを用いて、放射能汚染の分布を可視化して線源強度を推定するソフトウェアを作成するものである。

1.3 契約範囲

1.3.1 契約範囲内

- | | |
|-------------------------------------|-----|
| (1) 群ロボット搭載放射線センサ用イメージングソフトウェアの作成作業 | 1 式 |
| (2) 試験検査 | 1式 |
| (3) 書類作成 | 1式 |

1.3.2 契約範囲外

- (1) 第 1 章 3 項 1 号記載の契約範囲内に記載なきもの

1.4 実施場所

契約締結後に原子力機構と協議の上、決定すること。

1.5 納期

令和 7 年 3 月 16 日（月）

1.6 検査員及び監督員

検査員：一般検査 管財担当課長

監督員：放射線デジタルグループ グループリーダー

1.7 提出書類

(1) 作業工程表	契約締結後速やかに	1部	
(2) 設計図	作業着手前	1部	
(3) 試験検査報告書	納入時	1部	
(4) マニュアル	納入時	1部	※ソフトウェアを記録した記憶媒体を添付すること。
(5) 委任又は下請負届	作業開始2週間前まで	1式	※下請負等がある場合に提出のこと。
(6) 受注者情報	契約締結後速やかに	1部	※受注者の資本関係・役員の情報、本契約の実施場所、作業従事者の所属・専門性（情報セキュリティに係る資格・研修等）・実績及び国籍についての情報を記した書類を契約締結後速やかに提出すること。 (なお、提出した内容に変更が生じた場合には、その都度提出すること。)

(提出場所)

原子力機構 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

1.8 検収条件

第1章7項の提出書類の確認、及び第2章2項の試験検査の合格並びに、原子力機構が仕様書の定める作業が実施されたと認めた時を以て、作業完了とする。

1.9 支給品

なし

1.10 貸与品

なし

1.11 品質管理

(1)本ソフトウェアの作成は、全ての工程において、以下の事項等について十分な品質管理を行うこととする。

- ・管理体制
- ・設計管理
- ・工程管理
- ・試験・検査管理

1.12 適用法規・規格基準

特になし

1.13 特記事項

- (1) 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、原子力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。
- (2) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を原子力機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。
- (3) 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 産業財産権等

産業財産権等の取扱いについては、別添1「産業財産権特約条項」に定められたとおりとする。

1.15 機密保持

受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を原子力機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。

1.16 グリーン購入法の推進

- (1) 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。

- (2) 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。

1.17 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うえ、その決定に従うものとする。

1.18 その他

- (1) 本業務は日本国内で行うこととし、原子力機構担当者と綿密に日本語で連絡を取り作業を実施すること。また原子力機構担当者から個別の打ち合わせ要請があった場合には現地にて対応にあたること。

2. 技術仕様

2.1 群ロボット搭載放射線センサ用イメージングソフトウェアの作成作業

2.1.1 イメージングソフトウェアの概要

本仕様書で作成するイメージングソフトウェアの概略を示す。指向性を有する放射線センサを搭載した複数のロボットが、作業エリアを移動しながらガンマ線を検出する。ここで、ロボットには放射線センサだけでなく SLAM 機器も搭載されている。各々の放射線センサで取得されたイベントデータ及び作業エリアの 3 次元マップを用いて、放射線源の位置をマップ上に可視化するものとする。

イ. 放射線センサ：

想定する放射線センサは、クリアパルス株式会社製 80531 型群ロボット搭載用放射線検出器とする。受注者はこのセンサの出力データを入力とするソフトウェアを作成すること。

ロ. ロボット：

ロボットは株式会社ロボティズ製 TURTLEBOT3 Waffle Pi を想定する。LDS センサはこれに搭載されたもの、もしくは別途、受注者が提案する 3 次元レーザー距離センサを想定し、これで取得した作業エリアの 3 次元マップ上に、放射線源の位置を可視化する。ロボットの台数は 2 台以上を想定すること。

ハ. データ取得について：

3 次元マップデータ及び放射性物質分布のリアルタイム可視化に必要な

な情報を保存するソフトウェアを整備すること。保存するデータ項目は以下のものとする。

- ① 各々のロボットに搭載した放射線センサで取得された、ガンマ線のイベントデータ。タイムスタンプに検出したガンマ線のエネルギーデータが紐づいたもの。
- ② SLAM により取得した作業エリアの 3 次元点群データもしくは 3 次元マップ。
- ③ ロボットの移動軌跡データ。タイムスタンプにロボットの x, y, z, ピッチ、ロール、ヨーの自己位置・姿勢情報が紐づいたもの。
- ④ 後述の「ハ．放射線源可視化について」で計算し、可視化した放射性物質分布の 3 次元可視化データ。

ハ．放射線源可視化について：

- ① 放射線源可視化は、放射線センサの応答関数を用いて実施する。応答関数は ^{137}Cs のガンマ線に対する検出感度の角度依存性を示すものであり、受注者が準備することとする。
- ② ロボットがガンマ線を検出しながら移動する際に、ガンマ線のカウンタ数、SLAM で推定した放射線センサの自己位置及び姿勢情報、ならびに作業エリアの 3 次元マップを用いて、マップ上の各領域における線源強度を計算する。なお、作業エリアのマップの分割数は任意に変更できるものとする。受注者はこの計算アルゴリズムを提案するとともに、ソフトウェア作成の開始前に原子力機構に確認を得るものとする。
- ③ マップ上の線源強度の大小は、カラーコンターで表示できるものとする。さらにカラーコンターは、ply 拡張子で出力できるものとする。
- ④ 線源強度は Bq（ベクレル）で値を算出すること。線源強度の算出に用いるアルゴリズム、及び線源強度の単位面積あたり、もしくは単位体積あたりへの換算の有無については、その手法について契約締結後に原子力機構と協議の上、決定すること。
- ⑤ ソフトウェアは、ロボットが移動しながらデータを取得する際に、作業エリアの 3 次元点群データもしくは 3 次元マップデータ及び放射性物質分布をリアルタイム可視化すること。具体的には、ロボットと無線接続された PC もしくはタブレット上において、リアルタイムで作業エリアの 3 次元点群データ及び放射性物質分布を表示すること。

2.2 試験検査

第2章1項で作成したイメージングソフトウェアを使用し、その動作確認を実施すること。なお、原子力機構から受注者への放射線センサ、ロボット、点群データ取得装置、及びPCの貸与はしない。受注者は自らの責任において放射線センサ及び点群データ取得装置を搭載したロボットを2台以上準備し、データ取得を実施すること。データ取得試験において ^{137}Cs 放射線源が必要である場合は、原子力機構が準備した放射線源について、同機構職員が設置作業を行う。

2.3 書類作成

上記試験検査結果について報告書にまとめること。

以上

別添 1

産業財産権特約条項

(乙が単独で行った発明等の産業財産権の帰属)

第1条 乙は、本契約に関して、乙が単独でなした発明又は考案（以下「発明等」という。）に対する特許権、実用新案権又は意匠権（以下「特許権等」という。）を取得する場合は、単独で出願できるものとする。ただし、出願するときはあらかじめ出願に際して提出すべき書類の写しを添えて甲に通知するものとする。

(乙が単独で行った発明等の特許権等の譲渡等)

第2条 乙は、乙が前条の特許権等を甲以外の第三者に譲渡又は実施許諾する場合には、本特約条項の各条項の規定の適用に支障を与えないよう当該第三者と約定しなければならない。

(乙が単独で行った発明等の特許権等の実施許諾)

第3条 甲は、第1条の発明等に対する特許権等を無償で自ら試験又は研究のために実施することができる。甲が甲のために乙以外の第三者に製作させ、又は業務を代行する第三者に再実施権を許諾する場合は、乙の承諾を得た上で許諾するものとし、その実施条件等は甲、乙協議の上決定する。

(甲及び乙が共同で行った発明等の特許権等の帰属及び管理)

第4条 甲及び乙は、本契約に関して共同でなした発明等に対する特許権等を取得する場合は、共同出願契約を締結し、共同で出願するものとし、出願のための費用は、甲、乙の持分に比例して負担するものとする。

(甲及び乙が共同で行った発明等の特許権等の実施)

第5条 甲は、共同で行った発明等を試験又は研究以外の目的に実施しないものとする。ただし、甲は甲のために乙以外の第三者に製作させ、又は業務を代行する第三者に実施許諾する場合は、無償にて当該第三者に実施許諾することができるものとする。

2 乙が前項の発明等について自ら商業的实施をするときは、甲が自ら商業的实施をしないことにかんがみ、乙の商業的实施の計画を勘案し、事前に実施料等について甲、乙協議の上、別途実施契約を締結するものとする。

(秘密の保持)

第6条 甲及び乙は、第1条及び第4条の発明等の内容を出願により内容が公開される日まで他に漏洩してはならない。ただし、あらかじめ書面により出願を行った者の了解を得た場合はこの限りではない。

(委任・下請負)

第7条 乙は、本契約の全部又は一部を第三者に委任し、又は請け負わせた場合においては、その第三者に対して、本特約条項の各条項の規定を準用するものとし、乙はこのために必要な措置を講じなければならない。

2 乙は、前項の当該第三者が本特約条項に定める事項に違反した場合には、甲に対し全ての責任を負うものとする。

(協議)

第8条 第1条及び第4条の場合において、単独若しくは共同の区別又は共同の範囲等について疑義が生じたときは、甲、乙協議して定めるものとする。

(有効期間)

第9条 本特約条項の有効期限は、本契約締結の日から当該特許権等の消滅する日までとする。