

ガンマ線スペクトロメータの自己位置および
場の線量率を推定するシステムの製作

仕 様 書

1. 一般仕様

1.1 件名

ガンマ線スペクトロメータの自己位置および場の線量率を推定するシステムの製作

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、4脚歩行ロボットのアームに搭載したガンマ線スペクトロメータを用いて、放射性物質で汚染したエリアのガンマ線エネルギースペクトルを取得する手法を開発している。

本業務は、4脚歩行ロボットのアームに搭載されたガンマ線スペクトロメータの自己位置、およびスペクトロメータ位置の線量率を推定するシステムを製作するものである。

1.3 契約範囲

1.3.1 契約範囲内

- | | |
|---|-----|
| (1) ガンマ線スペクトロメータの自己位置および場の線量率を推定するシステムの製作作業 | 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 9 年 5 月 28 日（金）

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 職員

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章第7項に定める提出書類の確認、第2章第2項に定める試験検査への合格、並びに製作した治具及びソフトウェアを含むシステム一式の納入を完了し、原子力機構が仕様書に定める作業が実施されたと認めたときをもって、本作業の完了とする。

1.9 支給品

なし

1.10 貸与品

ガンマ線スペクトロメータのジオメトリデータ、カウントレートデータならびにエネルギースペクトルデータ 1式

1.11 品質管理

(1)本システムの製作は、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承認を受けること。

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 ガンマ線スペクトロメータの自己位置および場の線量率を推定するシステムの製作

2.1.1 ガンマ線スペクトロメータの自己位置推定

原子力機構は、図1に示す通り、ガンマ線スペクトロメータを4脚歩行ロボット（米国ボストンダイナミクス社製 Spot）のアームに搭載して、場のガンマ線エネルギースペクトルを計測する手法を開発している。これについて、ガンマ線エネルギースペクトルだけでなく、自己位置推定と環境地図作成の同時実行（SLAM）を実行するために3D-LiDARも搭載予定である。受注者は、以下の仕様を満たす自己位置推定システムを製作すること。なお、受注者はガンマ線スペクトロメータおよび4脚歩行ロボットを準備する必要はない。

- イ) 3D-LiDARはLivox社 MID-360もしくは同等のサイズ、重量、性能を有するものを想定し、受注者が準備すること。3D-LiDARは製作したシステムに組み込んで納入すること。
- ロ) 3D-LiDARを用いて、周囲の点群データおよび放射線センサ位置をリアルタイムで取得し、かつ遠隔地にあるPCの画面上に表示できること。かつ、取得した点群データの保存も実施できること。

- ハ) ユーザーが 3D-LiDAR と放射線センサの相対距離 (x, y, z) (単位:m) を入力することにより、放射線センサの自己位置、すなわち空間上の x, y, z 座標 (単位:m) および床面からの高さ (h) (単位:m) を推定して PC 画面上にリアルタイム表示できること。
- ニ) 放射線センサはアーム上に最大 4 つ搭載することを想定している。そのため、最大 4 つの放射線センサ位置についてロ)、ハ) に記載する通り表示ならびに保存できること。
- ホ) 受注者は、アーム上に 4 つの放射線センサを搭載するための治具を製作し、納入すること。治具の詳細な構造は原子力機構と協議の上、決定すること。
- ヘ) 3D-LiDAR に接続する制御用 PC は、NVIDIA 社 Jetson AGX Orin 64GB 相当もしくはそれ以上のものとする。
- ト) 制御用 PC に給電するためのバッテリー、基地局 PC、ならびに通信系の選定、およびシステム構築を行い、納入すること。製作開始前に原子力機構に確認をうけること。
- チ) 3D-LiDAR はアーム先に搭載し、これに接続する制御用 PC および給電用バッテリーは 4 脚歩行ロボットの背中に搭載することを想定すること。制御用 PC およびバッテリーはロボットの背中の面積をはみ出さないものとする。重量は 5 kg 未満を想定して搭載用治具を製作し、納入すること。なお、必要に応じて受注者は原子力機構櫛葉遠隔技術開発センターを訪問し、ロボットの採寸を実施することができる。
- リ) 放射線センサおよび 3D-LiDAR の自己位置情報は、ユーザーが指定する任意の時間間隔で取得可能であり、タイムスタンプを付けて x, y, z, h (単位:m) をテキストファイルに出力できること。さらに 2.1.2 ロ) に示すように線量率情報も出力できること。

ス)

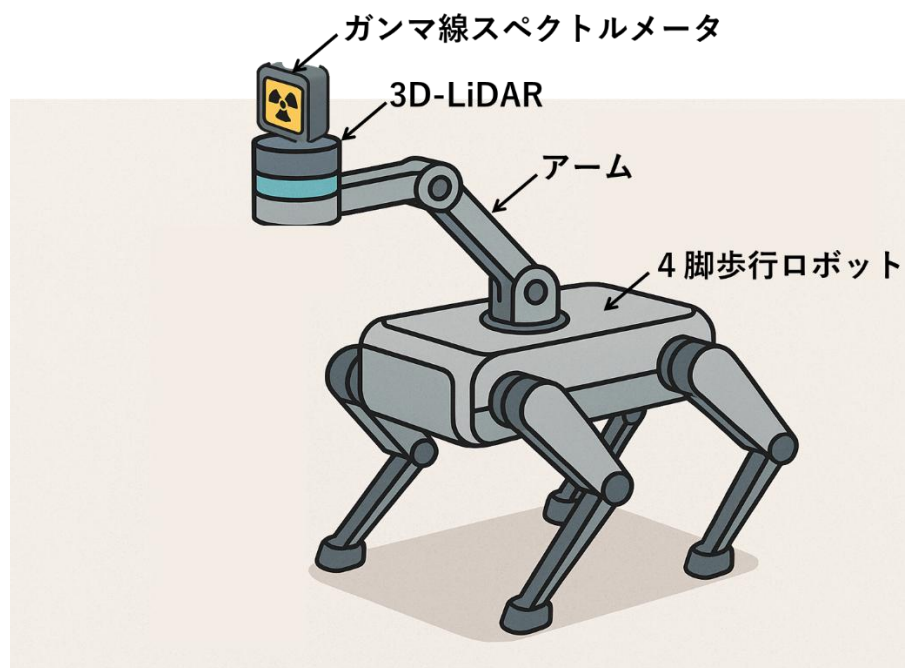


図1. ガンマ線スペクトルメータおよび3D-LIDARを4脚歩行ロボット（米国ボストンダイナミクス社製Spot）のアームに搭載して、場のガンマ線エネルギースペクトルならびにスペクトロメータ自己位置を計測する手法を開発している。なお、図は模式図であり、正確なセットアップを示したものではない。

2.1.2 場の線量率の推定

受注者は、ガンマ線スペクトロメータで取得されるガンマ線検出データを用いて、スペクトロメータ位置の線量率を推定するソフトウェアを作成する。

- イ) ガンマ線スペクトロメータで取得されるガンマ線のカウンtrate情報およびエネルギースペクトル情報を基に、G 関数を整備して線量率を推定すること。また、温度に対する補正係数をG 関数に乗じることができる機能を有すること。補正係数は原子力機構が提供する。
- ロ) 線量率情報はタイムスタンプを付けて2.1.1 へ) に示すテキストファイルに出力できること。
- ハ) 受注者は、原子力機構から貸与を受ける放射線センサのジオメトリデータを基に、G 関数を整備する。
- ニ) イ、ロを用いて線量率を推定するソフトウェアを作成するにあたり、作成開始前に原子力機構にアルゴリズムの確認をうけること。
- ホ) ソフトウェアはGUI ベースで動作すること。OS はWindows 11 を想定すること。

- へ) 受注者は、ガンマ線スペクトロメータおよびそれを用いて取得したカウントレートデータならびにエネルギースペクトルデータを準備する必要はない。ガンマ線スペクトロメータを用いて実験的に取得したカウントレート情報およびエネルギースペクトルデータは原子力機構が準備し、受注者に貸与する。

2.2 試験検査

第2章1項で製作したシステムを使用し、その動作確認を実施すること。

- イ) 受注者は製作したシステムを原子力機構櫛葉遠隔技術開発センターに持ち参し、原子力機構が所有する4脚歩行ロボットおよび備え付けアームを用いて、動作を検証すること。なお、4脚歩行ロボットの操作は原子力機構職員が実施する。
- ロ) 受注者は、2.1.2で貸与していない新たなカウントレートデータならびにエネルギースペクトルデータについて、作成したプログラムを用いて線量率を推定可能であることを確認すること。

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。