

配管モデル等中空構造物用放射線モンテカルロコードの
開発及びシステム実装

仕 様 書

目次

第 I 部 契約に関する一般事項.....	3
1. 目的.....	3
2. 作業場所.....	3
3. 納期.....	3
4. 作業内容.....	3
5. 作業を実施する上での条件等.....	3
6. 支給物品及び貸与品.....	4
7. 提出図書.....	4
8. 提出場所.....	4
9. 検収条件.....	4
10. 適用規程等.....	4
11. 特記事項.....	5
12. 知的財産権等.....	5
13. グリーン購入法の推進.....	5
第 II 部 技術仕様.....	6
1. 概要.....	6
2. 詳細仕様.....	7
2.1 配管モデル等中空構造物の MCS 用 RI 線源の設置（外面及び内面設置）機能の開発.....	7
2.2 配管モデル等中空構造物の外面及び内面からの放射線 MCS 機能の開発と実装.....	7
2.3 配管モデル等中空構造物外面及び内面 RI 線源からの放射線 MCS の検証.....	9
2.4 3D-ADRES-Indoor の主機能（線源逆推定、線量率順推定）の検証.....	9
2.5 各核種 RI 線源（Cs-137, Am-241, Eu-154）を用いた各開発機能の試験及び検証.....	9
2.6 各核種 RI 線源（Cs-137, Am-241, Eu-154）を用いた各開発機能の試験及び検証.....	10
3. 作業報告書の作成.....	11
3.1 MCS 開発及びその検証作業の作業報告書の作成.....	11
3.2 マニュアル類の作成.....	11
知的財産権特約条項.....	12

第 I 部 契約に関する一般事項

1. 目的

本件は、日本原子力研究開発機構（原子力機構）が実施する東双みらいテクノロジー株式会社からの受託事業「原子炉建屋内の環境改善のための技術開発（PCV 貫通配管等撤去のための遠隔監視及び撤去作業システムの開発）配管内非破壊調査技術の開発」の一環として、福島第一原子力発電所（1F）の高所且つ狭隘部の配管集団等の放射性物質による汚染源を調査するための配管モデル等中空構造物用放射線モンテカルロコードの開発及びシステム実装を行う。

2. 作業場所

原子力機構が認める場合、受注者居所にて作業することを可とする。その他、日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構という）システム計算科学センター・柏地区及び原子力科学研究所・システム計算科学センター・情報交流棟内にて作業する他、機構が指定する作業場所にて作業すること。

3. 納期

令和 7 年 12 月 19 日（金）

4. 作業内容

1) スケジュール作成

本件に関する作業スケジュールを作成し、契約締結日から 1 週間後までに原子力機構担当者へ提出し日程の調整を実施すること。

2) 設計、プログラム作成

「第 II 部技術仕様」を参考に、1F の高所且つ狭隘部の配管集団等の構造情報を基に線源・線量マップを推定するための基本シミュレーション技術（プログラム）等を開発し、それらのシステム化（プログラム実装）を行うこと。

3) 実装、動作テスト

前項で作成したプログラムが正常に動作することを確認すること。

4) 報告書作成

本作業に関する報告書を作成すること。

5. 作業を実施する上での条件等

1) 本業務において必要となる端末、周辺機器及び通信回線にかかる経費及び作業者の移動費等受注者が負担すること。

2) 本作業を実施する作業者に具備される条件として、過去に類似の作業を行った実績があること。または、類似内容の作業に求められる知見・技術力を有していること。

6. 支給物品及び貸与品

- 1) 本業務を行うために必要なデータ及び規則等のドキュメントは、機構が受注者に貸与する。貸付等にあたっては、機構監督員に申し出て、事前に許可を受けること。
- 2) 受注者は、貸与品について、借用品管理票を作成し、善良な受注者としての注意義務を持って、適正に管理しなければならない。貸与品を保管する場合は、施錠のできる書庫等に保管することとし、常時施錠しなければならない。なお、貸与品を保管する場合は、施錠のできる書庫等の写真を提出すること。
- 3) 受注者が、貸与品を運搬する場合、その経費は受注者の負担とする。
- 4) 受注者は、貸与品について、機構から返還の指示があった場合、必要がなくなった場合、又は契約が終了したときは、速やかに返還しなければならない。電子データは、速やかに削除すること。

7. 提出図書

次に掲げるものを提出期限までに提出すること（1.作業スケジュールおよび 6.打合せ議事録は担当者等へメール等で提出）。また、納品時は、本業務に係る成果物として、1～6 すべてを紙および電子データ(CD-R)で納品すること（5 については電子データのみ）。なお、カラーを使用する場合は、白黒でも印刷できるよう配慮すること。

No.	名称	提出期限	部数
1	作業スケジュール	契約締結日から 2 週間後	1
2	試験検査要領書	検査前までに	2
3	試験検査成績書	検査後速やかに	2
4	作業報告書	納品時	2
5	開発プログラム及びデータ	納品時	2
6	打合せ議事録	実施後速やかに	1

8. 提出場所

〒277-0871 千葉県柏市若柴 178-4 柏の葉キャンパス 148 街区 4
東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライト 4F
日本原子力研究開発機構 システム計算科学センター

9. 検収条件

「7.提出図書」の納品並びに、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時を以て検収とする。

10. 適用規程等

- 1) 平成 12 年法律第 100 号「国等による環境物品等の調達の推進に関する法律」

- 2) 情報セキュリティ管理規程
- 3) 情報システムセキュリティ対策基準

11. 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。
- 4) 本業務を実施するにあたり、必要な経費は原則として受注者の負担とする。
- 5) 本業務にあたり、第三者の著作権等に抵触するものについては、受注者の責任と費用をもって処理するものとする。
- 6) 受注者は、必要に応じて現地調査等（原子力機構内の各拠点の運用状況を含む）を実施し、現行のシステムの機能等について十分に把握した上で、本件に着手すること。
- 7) 機構の施設等に入入りする場合は、担当者に事前に連絡し、承諾を得るとともに、原子力機構所定の手続きを遵守すること。
- 8) 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、業務の進捗報告は適宜に行うこととし、個別に打合せ要請があった場合には対応すること。打合せ場所は原子力機構内とする。
- 9) 本業務の履行に支障が生じる可能性があるると機構と受注者が認めた場合は、その対策について緊急に協議すること。

12. 知的財産権等

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

13. 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。

以上

第 II 部 技術仕様

1. 概要

(株) 東京電力ホールディングス・福島第一原子力発電所 (1F) の廃炉を安全に推進するには、廃炉に携わる作業員の被ばくを最低限とするための作業計画立案が必須となる。そのニーズに応えるには、1F 建屋内の線源分布を明確にした上で、空間線量率の 3 次元 (3D) 分布を求め、得られた高線量率区域を可能な限り避けるか、除染及び遮蔽等の対策が必要となる。以上、上記目的 (線源・線量率分布の取得) の達成に向け、原子力機構では、これまでに線源分布 を空間線量率の測定結果から逆推定する機械学習技術 (LASSO を利用) を活用する線源逆推定エンジンの開発を実施してきた他、線源が推定された後、空間線量率 3D 分布を求め、様々な線源対策を仮想空間上にて実施し、各対策の効果を検討評価する線量率推定エンジンの開発を進め、それらを統一的に動作させるソフトウェアとして、3D-ADRES-Indoor を開発してきた。本発注では、上記の両エンジンを動作させる 3D-ADRES-Indoor に対し、実際の廃炉対象となる環境において、東双みらいテクノロジー株式会社からの受託事業にて課題となる高所且つ狭隘部にある配管集団等の汚染源を逆推定可能とするための開発、改良、整備とそれらの検証を行う。尚、本件にて改良、開発、整備する上記両エンジンを実装し、「現場」での活用を想定するシステムを 3D ADRES-Indoor FrontEnd と呼ぶ一方、1F 新事務本館等にて詳細解析を実施する両エンジンを含むシステムを同 Pro と呼び区別する。また、両システムで用いるデータ (観測データから解析データも含む) を保管管理するデータベースシステムを 3D-ADRES-Indoor Backend と呼び、上記 FrontEnd 及び Pro とともに区別する一方、3つのシステムは連携し、1F 廃炉作業支援 (被ばく低減 に向けた放射線環境改善) システムとして機能する。

以上、本件にて開発、改良、整備するシステムは、3D-ADRES-Indoor FrontEnd、Pro、BackEnd であり、そのエンジンとなる放射線シミュレーション手法にモンテカルロ手法を採用し、配管等の構造物に対する散乱、透過、反射等の放射線輸送を精確に取り込むためのモンテカルロシミュレーション (MCS) の開発と、その MCS の FrontEnd 及び Pro への実装と Backend でのデータ整理及び可視化機能の開発、改良、整備となる。また、それらの実装に伴い、FrontEnd、Pro 及び Backend における周辺機能の開発、改良、整備に当たる。以下、本件での作業対象を 5 つに区分し記した。

- ①配管モデル等中空構造物の MCS 用 RI 線源の設置 (外面及び内面設置) 機能の開発
- ②配管モデル等中空構造物の外面及び内面からの放射線 MCS 機能の開発と実装
- ③配管モデル等中空構造物外面及び内面 RI 線源からの放射線 MCS の検証
- ④3D-ADRES-Indoor 主機能 (線源逆推定、線量率順推定) の検証
- ⑤各核種 RI 線源 (Cs-137, Am-241, Eu-154) を用いた各開発機能の試験及び検証

以下 2.詳細仕様では、上記 5 項目毎にその詳細仕様を記す。尚、本仕様の詳細については、発注者側 (原子力機構) と協議の上、作業項目 (内容) を決定し実作業を行い、原子力機構に報告すること (報告書に記す)。

2. 詳細仕様

2.1 配管モデル等中空構造物の MCS 用 RI 線源の設置（外面及び内面設置）機能の開発

1F 等現場にて取得した点群情報を基に作成した 3D 配管等の中空構造物モデル及び設計情報を利用して作成した 3D-CAD (BIM) 中空構造物モデルに対し、中空構造物内外に RI 線源(複数核種：2.5 にて具体的に記載)がある場合を想定し、放射線 MCS 用線源設置機能を開発し、3D-ADRES-Indoor に追加する。なお、当該線源設置機能では、基本的に任意の複数核種を任意の強度にて設置可能とすること。本事業で対象とする RI 線源核種としては、主に Cs-137, Am-241, Eu-154 となるが、他の任意の核種にも対応可能となるよう、一般化を意識した実装を施すこと。

追加に当たっては、設置した RI 線源を用いて次節以降に記す MCS 及び MCS サロゲーションの両方を実行可能とする。この際、RI 線源を設置する配管モデルの BIM 情報（配管の材料特性及び肉厚等の MCS に影響を与える情報）を読み出し、MCS 及び MCS サロゲーションに反映可能とすること（配管の肉厚と材料特性により、放射線の散乱や透過が決定される）。

MCS の結果として、RI 線源から放出されるガンマ線のエネルギーが放射線輸送過程（散乱、透過等）により変化することで形成される放射線エネルギースペクトルが得られる。この放射線エネルギースペクトルを横軸光子エネルギー、縦軸光子フルエンスのグラフとして 3D-ADRES-Indoor 上で観測点ごとに表示可能とすること。また、MCS では各放射線源からの直達、透過、散乱（回数の区別）の区別が可能のため、この出力を原子力機構が別途開発する可視化機能と連携する他、3D-ADRES-Indoor 内でも簡易可視化可能とすること。簡易可視化の方法としては、直達、透過、散乱ごとの光子フルエンスマップ (VTK ファイル) を線量率マップ VTK ファイルと切り替えて表示することを想定する。さらに、RI 線源核種ごとの線量率マップ VTK ファイルも表示可能とすること。

以上、当該機能の開発、実装、検証に際しては、原子力機構と協議の上、原子力機構の指示に従うこと。

2.2 配管モデル等中空構造物の外面及び内面からの放射線 MCS 機能の開発と実装

3D 配管モデル等、中空構造物モデル内外に RI 線源が与えられた場合に、任意の 3 次元空間地点における放射線エネルギースペクトル及び線量率を取得するための放射線 MCS 機能を 3D-ADRES-Indoor に実装する。具体的には、与えられた RI 線源設定に基づきシミュレーション粒子を発生させ、光子と物質の相互作用による散乱・吸収等の粒子挙動を追跡し、適切なエスティメータを用いてエネルギーごとの光子フルエンスを算出する機能を開発する。開発した機能を従来の 3D-ADRES-Indoor 放射線計算エンジンに統合し、線源分布の逆推定に用いる寄与率行列の作成や、順推定によるエネルギースペクトル分布及び線量率マップの作成を 3D-ADRES-Indoor 上で可能とする。

以下に、MCS 機能の主な仕様について記載する。輸送粒子は光子で、光・原子相互作用による粒子挙動の変化をランダムウォークの手法により追跡する。線源については、代表的な RI 核種を指定可能とすると同時に、任意核種への拡張を想定して任意のガンマ線エネルギーで計算可能とする。計算モデルとしては、従来の放射線計算エンジン同様ポリゴンメッシュデータ (STL データ) を使用可能とすること。粒子の衝突位置を決定する光原子相互作用の断面積としては、粒子輸送モンテカルロコード PHITS で使用されているライブラリなど妥当なものを用いること。この際、元素ごとの断面積を用いるのではなく、代表的な材質の元素組成に基づいて作成した材質ごとの断面積を用

いる。衝突後の散乱の角度分布としては、Klein-Nishina の式（コンプトン散乱 2 重微分断面積の式）を用いることを基本とし、入射エネルギーごとの角度分布テーブルが与えられた場合は、これを用いて散乱角度をサンプリングすることも可能とすること。なお、2 次的 X 線生成成分についての考慮は、作業途中で原子力機構と協議の上、判断する。光子フルエンスを算出するためのエスティメータとしては、線量率マップの作成に用いる飛程長エスティメータの他、寄与率行列作成を高速に実行するための点エスティメータを開発する。光子フルエンスは、散乱、透過等のイベントを経験した光子を区別してスコア可能とすること。光子フルエンスに乗じて線量率を算出する線量率換算係数としては、測定との比較に用いる周辺線量等量と、防護に用いる実効線量に対応すること。上記仕様を含み、詳細設計については原子力機構と協議の上、原子力機構の指示に従うこと。

上記 MCS 機能の他、中空構造物モデル内外の MCS をサロゲーションする機能を 3D-ADRES-Indoor に実装する。具体的には、MCS を用いて作成したデータを機械学習し、中空構造物内外に RI 線源が与えられた場合に任意の 3 次元空間地点における光子フルエンス及び線量率を予測するサロゲーションモデルを構築する。構築した MCS サロゲーションモデルを 3D-ADRES-Indoor 放射線計算エンジンに組み込み、MCS サロゲーションによる寄与率行列の作成や、エネルギースペクトル分布・線量率マップの作成を 3D-ADRES-Indoor 上で可能とする。

以下に、MCS サロゲーションモデルの主な仕様について記載する。学習対象は、MCS により算出する中空構造物内外の光子フルエンス及び線量率である。機械学習手法として、ニューラルネットワーク (NN) を用いる。NN の基本的な構成として、全結合層のみの NN 入力層に 3 次元空間座標及び光子エネルギーを与え、出力層は光子フルエンスとすることを想定する。中空構造物モデルとしては主に配管を想定し、様々な配管形状に対して再学習なしにサロゲーションモデルを適用可能とするため、配管モデルの形状を定義する配管径や長さ、肉厚などのパラメータを入力層に加える。また、MCS 用の線源設定をそのままサロゲーションモデルのインプットとするため、メッシュ形状パラメータや法線ベクトル情報を入力層に加える。学習データは、PHITS もしくは開発した MCS 機能を用いて作成する。学習データ規模を抑えるため、配管モデルの位置・向きは原点・軸に対して固定し、適切に定めた 3 次元計算格子単位で MCS により光子フルエンスを算出し学習データとする。構築したサロゲーションモデルを放射線計算エンジンに組み込む際、座標変換により任意の位置・向きの配管モデルに設置された線源に対してサロゲーションモデルを適用可能とする。上記仕様を含み、詳細設計については原子力機構と協議の上、原子力機構の指示に従うこと。

上記 MCS 機能及び MCS サロゲーション機能を 3D-ADRES-Indoor に実装する際、FrontEnd は、高速動作が必須条件であることから、サロゲーションによる寄与率行列の構成をメイン機能として実装する一方、Pro は、MCS とそのサロゲーション機能の両者から選択可能とし、寄与率行列を構成する機能を実装すること。順推定の場合も上記と同様とする。寄与率行列を構成した後は、LASSO (Fused-LASSO 手法：既に 3D-ADRES-Indoor に実装済み) を用いて線源分布の逆推定から順推定をシームレスに実行可能とすること。その際、順推定においても、寄与率行列の構成と同様に、MCS とそのサロゲーション機能を Pro に実装する他、FrontEnd にはサロゲーション機能のみ実装すること。

2.3 配管モデル等中空構造物外面及び内面 RI 線源からの放射線 MCS の検証

開発した放射線 MCS 機能及び MCS サロゲーション機能の妥当性検証を行う。妥当性検証は、PHITS と開発機能の計算結果を比較することで行う。検証では、a)中空構造物モデルのみ、b)中空構造物+建屋モデル、の 2 パターンの検証用モデルを用いる。計算モデルでは、開発機能の場合、ポリゴンメッシュデータ、PHITS の場合は、PHITS のジオメトリ定義を用いるが、両者のモデルが同等となるように計算モデルを作成する。システム検証については、2.4, 2.5 で実施するため、ここでの検証モデルは簡易なもので良い。

RI 線源を中空構造物内に設定し、適当な位置に設置した観測点について光子エネルギースペクトル及び線量率を計算する。また、適当な空間解像度で線量率マップを計算する。PHITS、MCS、MCS サロゲーションに加えて、従来の放射線計算エンジンの機能である簡易計算法を用いた場合の計算結果を比較し、どの程度一致するか、計算手法の違いから予想される違いとなっているかについて分析する。この際、PHITS 及び MCS の結果については直達線、透過線、散乱線による寄与を分離して分析し、手法ごとの違いを明確にする。a)の検証モデルを用いた場合に比べ、b)の検証モデルを用いた場合は、建屋材質による光子の多重散乱が観測点のエネルギースペクトルに影響することが予想される。PHITS と開発した MCS 機能では、低エネルギー光子の挙動に差が出るものが予想されるため、a)と b)の結果の比較も行い、手法ごとの違いをさらに明確にする。

2.4 3D-ADRES-Indoor の主機能（線源逆推定、線量率順推定）の検証

上記 2.1～2.3 に記載した MCS 機能を実装した 3D-ADRES-Indoor を用いた 3D 配管集団に対する線源逆推定、スペクトル及び線量率順推定等の主要機能の検証を行う。まず、FrontEnd の機能として、作成済みの構造情報モデル (BIM モデル) 及び初期観測点からのスペクトル情報 (初期観測) をもとに MCS のサロゲーションモデルを用いて寄与率行列を作成し逆推定及び順推定を行い、当該機能の検証を行う。また、同上のサロゲーションモデルを用いて、スペクトル及び線量率分布の順推定を行い、当該機能の検証を行う。その後、Pro の機能として、MCS を用いて線源逆推定及び順推定機能の検証を行う他、一連の検証作業を一つのプロジェクト作業と見立て、観測及び解析結果の保管管理機能である BackEnd の検証も行う。当該一連の作業では、観測情報は、観測点位置と当該位置でのスペクトル情報 (線量率の場合もあることも考慮) である他、構造物情報として、配管等の内外面を含む 3D モデルとする。また、線源情報としては、複数核種へ対応するものとして、その機能を検証すること。次に、FrontEnd 及び Pro 共に、順推定機能として、任意の 3D 空間内の地点での線量率及びスペクトルの分布を出力する機能の検証を行う。以上の検証の際、機構が指示する観測情報をもとに検証を行うことも想定すること (観測情報の提供がない場合は、仮想空間上での検証で良い)。上記機能の開発及び整備とその検証 (試験) にあたっては、原子力機構とその詳細について協議し、原子力機構の指示に従うこと。

2.5 各核種 RI 線源 (Cs-137, Am-241, Eu-154) を用いた各開発機能の試験及び検証

前節までの開発・整備・改良機能を用いて、配管モデル内外にある核種の分別及び同定機能の性能 (精度等) について試験及び検証する。その際、核種は、Cs-137, Am-241, Eu-154 を想定し、試験及び検証を実施すること。まず、これらの核種のスペクトル情報を入手した後、分別に必要なエ

エネルギー分解能及びエネルギービン数を理論的に定め、その後、検証用の配管等の内外面を有する構造物 3D モデル（機構が提供する）に対し、逆推定の動作を検証する。その検証後、3 核種が構造物内外に共存することを想定し、開発した MCS を用いて逆推定及び順推定等を、原子力機構が提供する観測情報より試験及び検証すること（提供がない場合は、仮想試験を設定し実施すること）。なお、上記試験及び検証は、全て 3D-ADRES-Indoor に導入済みの機能を用い、実際の単数及び複数の配管集団モデルに対し、一連の動作確認を行うものとする。なお、FrontEnd 及び Pro 上での機能要件は、2.1-2.4 に記した通りである。FrontEnd には、MCS のサロゲーションモデルが主機能として組み込まれている一方で、Pro では MCS 及びそのサロゲーションモデルを選択し、各推定が実施可能となっているため、それらの比較も含めた一連の動作確認を行う。BackEnd は、一連のモデル構造データ、観測データ及び解析データを保管管理する機能を実装したものであり、本件では、中空構造物の内外に存在する各核種 RI 線源の逆推定結果や順推定結果を取得する一連の作業に関わるデータ群を保管管理する機能を試験及び検証する。従来の 3D-ADRES-Indoor では、線量率分布データのみを扱ってきたが、本件では、それらがスペクトルの分布データとなることに注意する。なお、スペクトル分布データの可視化機能や逆推定した際の線源分布の核種別毎の可視化や核種毎の線量率寄与の可視化等が別途必要になることを注意する。以上、本試験及び検証にあたっては、原子力機構とその詳細について協議し、原子力機構の指示に従うこと。

2.6 各核種 RI 線源（Cs-137, Am-241, Eu-154）を用いた各開発機能の試験及び検証

前節までの開発・整備・改良機能を用いて、配管モデル内外にある核種の分別及び同定機能の性能（精度等）について試験及び検証（理論の検証含む）する。その際、核種は、Cs-137, Am-241, Eu-154 を想定し、試験及び検証を実施すること。

まず、これらの核種のスペクトル情報を入手した後、分別に必要なエネルギー分解能及びエネルギービン数を理論的に定め、その後、検証用の配管等の内外面を有する構造物 3D モデル（機構が提供する）に対し、核種毎に逆推定可能となる観測点指示機能の動作を検証する。その検証後、3 核種が構造物内外に共存することを想定し、開発した MCS を用いて逆推定及び順推定等を、原子力機構が提供する観測情報より試験及び検証すること（提供がない場合は、仮想試験を設定し実施すること）。

なお、上記試験及び検証は、全て 3D-ADRES-Indoor に導入済みの上記機能を用い、実際の単数及び複数の配管集団モデルに対し、一連の動作確認を行うものとする。なお、FrontEnd 及び Pro 上での機能要件は、2.1~2.5 に記した通りである。FrontEnd には、MCS のサロゲーションモデルが主機能として組み込まれている他、観測点指示機能及び再観測点指示機能が付加されている。Pro には、MCS 及びそのサロゲーションモデルを選択し、各推定が実施可能となっており、それらの比較も含めた一連の動作確認を行う。Pro にも、FrontEnd と同様に、観測点指示機能と再観測点指示機能が実装されており、その試験及び検証も実施すること。なお、観測点指示機能とは、配管モデルが提示された際に、精度良く逆推定・順推定が可能とするに必須な観測点の指示機能を指す一方、再観測点指示機能とは、初期観測情報が、観測指示機能が指示する地点や観測点数を満たしていないような場合、逆推定・順推定の精度が十分でない想定されるケース（初期観測情報より線源の逆推定が行われた際の線源位置及び強度再観測も含む）にて、精度向上のために再観測を指示する機

能（再観測点の指示機能）であることを注意する。

BackEnd では、一連のモデル構造データ、観測データ及び解析データを保管管理する機能を実装したものであり、本件では、中空構造物の内外に存在する各核種 RI 線源の逆推定結果や順推定結果を取得する一連の作業に関わるデータ群（解析結果も含む）を保管管理する機能を試験及び検証する。従来の 3D-ADRES-Indoor では、線量率分布データのみを放射線計測データとして扱ってきたが、本件では、それらがスペクトルの分布データとなることに注意する。なお、スペクトル分布データの可視化機能や逆推定した際の線源分布の核種別毎の可視化や核種毎の線量率寄与の可視化等が別途必要になることを注意する。

以上、本試験及び検証にあたっては、原子力機構とその詳細について協議し、原子力機構の指示に従うこと。

3. 作業報告書の作成

3.1 MCS 開発及びその検証作業の作業報告書の作成

本件で開発する MCS とその一連の実装及びシステムの整備作業の結果をまとめると同時に課題を整理する。また、対象配管モデルに関する試験・検証作業結果をまとめると同時に課題を整理する。更に、上記の作業後に判明した必要なユーザーインターフェース整備機能と課題があれば、その課題を整理した後、解決案も踏まえて報告し、作業報告とすること。なお、報告書の記載に当たっては要領良くまとめ、発生した課題やその解決策等についても付記すること。

3.2 マニュアル類の作成

本件の開発・実装・整備に関連して、システム化された 3D-ADRES-Indoor FrontEnd、Pro、BackEnd の利用方法については、マニュアル化すること。なお、当該マニュアルは、3D-ADRES-Indoor の全体マニュアルの一部となることに留意し作成すること。

以上

知的財産権特約条項

(知的財産権の範囲)

第1条 この特約条項において「知的財産権」とは、次の各号に掲げるものをいう。

- (1) 特許法（昭和34年法律第121号）に規定する特許権（以下「特許権」という。）、実用新案法（昭和34年法律第123号）に規定する実用新案権（以下「実用新案権」という。）、意匠法（昭和34年法律第125号）に規定する意匠権（以下「意匠権」という。）、半導体集積回路の回路配置に関する法律（昭和60年法律第43号）に規定する回路配置利用権（以下「回路配置利用権」という。）、種苗法（平成10年法律第83号）に規定する育成者権（以下「育成者権」という。）及び外国における上記各権利に相当する権利（以下「産業財産権等」と総称する。）
- (2) 特許法に規定する特許を受ける権利、実用新案法に規定する実用新案登録を受ける権利、意匠法に規定する意匠登録を受ける権利、半導体集積回路の回路配置に関する法律第3条第1項に規定する回路配置利用権の設定の登録を受ける権利、種苗法第3条に規定する品種登録を受ける地位及び外国における上記各権利に相当する権利（以下「産業財産権等を受ける権利」と総称する。）
- (3) 著作権法（昭和45年法律第48号）に規定するプログラムの著作物及びデータベースの著作物（以下「プログラム等」という。）の著作権並びに外国における上記各権利に相当する権利（以下「プログラム等の著作権」と総称する。）
- (4) コンテンツの創造、保護及び活用の促進に関する法律（平成16年法律第81号）に規定するコンテンツで甲が本契約において制作を委託するコンテンツ（以下「コンテンツ」という。）の著作権（以下「コンテンツの著作権」という。）
- (5) 前各号に掲げる権利の対象とならない技術情報のうち秘匿することが可能なものであって、かつ、財産的価値のあるものの中から、甲、乙協議の上、特に指定するもの（以下「ノウハウ」という。）を使用する権利

2 この特約条項において、「発明等」とは、特許権の対象となるものについては発明、実用新案権の対象となるものについては考案、意匠権、回路配置利用権及びプログラム等の著作権の対象となるものについては創作、育成者権の対象となるものについては育成並びにノウハウを使用する権利の対象となるものについては案出をいう。

3 この特約条項において知的財産権の「実施」とは、特許法第2条第3項に定める行為、実用新案法第2条第3項に定める行為、意匠法第2条第3項に定める行為、半導体集積回路の回路配置に関する法律第2条第3項に定める行為、種苗法第2条第5項に定める行為、プログラム等の著作権については著作権法第2条第1項第15号及び同項第19号に定める行為、コンテンツの著作権については著作権法第2条第1項第7の2号、第9の5号、第11号にいう翻案、第15号、第16号、第17号、第18号及び第19号に定める行為並びにノウハウの使用をいう。

(乙が単独で行った発明等の知的財産権の帰属)

第2条 本契約に関して、乙単独で発明等を行ったときは、甲は、乙が次の各号のいずれの規定も遵守することを書面で甲に届け出た場合、当該発明等に係る知的財産権を乙から譲り受けないものとする。(以下、乙に単独に帰属する知的財産権を「単独知的財産権」という。)

- (1) 乙は、本契約に係る発明等を行ったときは、遅滞なく次条の規定により、甲にその旨を報告する。
- (2) 乙は、甲が国の要請に基づき公共の利益のために特に必要があるとして、その理由を明らかにして求める場合には、無償で当該知的財産権を実施する権利を国に許諾する。
- (3) 乙は、当該知的財産権を相当期間活用していないと認められ、かつ、当該知的財産権を相当期間活用していないことについて正当な理由が認められない場合において、甲が国の要請に基づき当該知的財産権の活用を促進するために特に必要があるとして、その理由を明らかにして求めるときは、当該知的財産権を実施する権利を第三者に許諾する。
- (4) 乙は、甲以外の第三者に委託業務の成果にかかる知的財産権の移転又は専用実施権（仮専用実施権を含む。）若しくは専用利用権の設定その他日本国内において排他的に実施する権利の設定若しくは移転の承諾（以下「専用実施権等の設定等」という。）をするとき、合併又は分割により移転する場合及び次のイからハまでに規定する場合を除き、あらかじめ甲に通知し、承認を受けなければならない。

イ 乙が株式会社である場合、乙がその子会社（会社法（平成17年法律第86号）第2条第3号に規定する子会社をいう。）又は親会社（同法第4号に規定する親会社をいう。）に移転又は専用実施権等の設定等をする場合

ロ 乙が承認TLO（大学等における技術に関する研究成果の民間事業者への移転の促進に関する法律（平成10年法律第52号）第4条第1項の承認を受けた者（同法第5条第1項の変更の承認を受けた者を含む。））又は認定TLO（同法第12条第1項又は同法第13条第1項の認定を受けた者）に移転又は専用実施権等の設定等をする場合

ハ 乙が技術研究組合である場合、乙がその組合員に移転又は専用実施権等の設定等をする場合

- 2 甲は、乙が前項に規定する書面を提出しない場合、乙から当該知的財産権を無償で（第7条に規定する費用を除く。）譲り受けるものとする。
- 3 乙は、第1項の書面を提出したにもかかわらず同項各号の規定のいずれかを満たしておらず、かつ満たしていないことについて正当な理由がないと甲が認める場合、当該知的財産権を無償で甲に譲り渡さなければならない。

(知的財産権の報告)

第3条 乙は、本契約に係る産業財産権等の出願又は申請をするとき、あらかじめ出願又は申請に際して提出すべき書類の写しを添えて甲に通知しなければならない。

- 2 乙は、前項に係る国内の特許出願、実用新案登録出願、意匠登録出願を行う場合は、特許法施行規則第23条第6項及び同規則様式26備考24等を参考にし、当該出願書類に国の委託事業に係る研究の成果による出願であることを表示しなければならない。
- 3 乙は、第1項に係る産業財産権等の出願又は申請に関して設定の登録等を受けた場合には、設定

の登録等の日から30日以内に、甲に文書により通知しなければならない。

- 4 乙は、本契約に係るプログラム等又はコンテンツが得られた場合には、著作物が完成した日から30日以内に、甲に文書により通知しなければならない。
- 5 乙は、単独知的財産権を自ら実施したとき、及び第三者にその実施を許諾したとき（ただし、第5条第2項に規定する場合を除く。）は、甲に文書により通知しなければならない。

（単独知的財産権の移転）

- 第4条 乙は、単独知的財産権を甲以外の第三者に移転する場合には、当該移転を行う前に、その旨を甲に文書で提出し、承認を受けなければならない。ただし、合併又は分割により移転する場合及び第2条第1項第4号イからハまでに定める場合には、当該移転の事実を文書より甲に通知するものとする。
- 2 乙は、前項のいずれの場合にも、第2条、前条、次条及び第6条の規定を準用すること、並びに甲以外の者に当該知的財産権を移転するとき又は専用実施権等を設定等するときは、あらかじめ甲の承認を受けることを当該第三者と約定させ、かつ、第2条第1項に規定する書面を甲に提出させなければならない。

（単独知的財産権の実施許諾）

- 第5条 乙は、単独知的財産権について甲以外の第三者に実施を許諾する場合には、甲に文書により通知しなければならない。また、第2条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。
- 2 乙は、単独知的財産権に関し、甲以外の第三者に専用実施権等の設定等を行う場合には、当該設定等を行う前に、文書により甲及び国の承認を受けなければならない。ただし、第2条第1項第4号イからハまでに定める場合には、当該専用実施権等設定の事実を文書により甲に通知するものとする。
 - 3 甲は、単独知的財産権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。

（単独知的財産権の放棄）

- 第6条 乙は、単独知的財産権を放棄する場合は、当該放棄を行う前に、その旨を甲に報告しなければならない。

（単独知的財産権の管理）

- 第7条 甲は、第2条第2項の規定により乙から単独知的財産権又は当該知的財産権を受ける権利を譲り受けたときは、乙に対し、乙が当該権利を譲り渡すときまでに負担した当該知的財産権の出願又は申請、審査請求及び権利の成立に係る登録までに必要な手続に要したすべての費用を支払うものとする。

（甲及び乙が共同で行った発明等の知的財産権の帰属）

第8条 本契約に関して、甲及び乙が共同で発明等を行ったときは、当該発明等に係る知的財産権は甲及び乙の共有とする。ただし、乙は、次の各号のいずれの規定も遵守することを書面で甲に届け出なければならない。(以下、甲と乙が共有する知的財産権を「共有知的財産権」という。)

- (1) 当該知的財産権の出願等権利の成立に係る登録までに必要な手続は乙が行い、第3条の規定により、甲にその旨を報告する。
 - (2) 乙は、甲が国の要請に基づき公共の利益のために特に必要があるとして、その理由を明らかにして求める場合には、無償で当該知的財産権を実施する権利を国に許諾する。
 - (3) 乙は、当該知的財産権を相当期間活用していないと認められ、かつ、当該知的財産権を相当期間活用していないことについて正当な理由が認められない場合において、甲が国の要請に基づき当該知的財産権の活用を促進するために特に必要があるとして、その理由を明らかにして求めるときは、当該知的財産権を実施する権利を第三者に許諾する。
- 2 甲は、乙が前項で規定する書面を提出しない場合、乙から当該知的財産権のうち乙が所有する部分が無償で譲り受けるものとする。
- 3 乙は、第1項の書面を提出したにもかかわらず同項各号の規定のいずれかを満たしておらず、さらに満たしていないことについて正当な理由がないと甲が認める場合、当該知的財産権のうち乙が所有する部分が無償で甲に譲り渡さなければならない。

(共有知的財産権の移転)

第9条 甲及び乙は、共有知的財産権のうち自らが所有する部分を相手方以外の第三者に移転する場合には、当該移転を行う前に、その旨を相手方に通知して文書による同意を得なければならない。

(共有知的財産権の実施許諾)

第10条 甲及び乙は、共有知的財産権について第三者に実施を許諾する場合には、あらかじめ相手方に通知して文書による同意を得なければならない。

(共有知的財産権の実施)

第11条 甲は、共有知的財産権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、無償で当該第三者に実施許諾することができるものとする。

- 2 乙が共有知的財産権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。

(共有知的財産権の放棄)

第12条 甲及び乙は、共有知的財産権を放棄する場合は、当該放棄を行う前に、その旨を相手方に通知して文書による同意を得なければならない。

(共有知的財産権の管理)

第13条 共有知的財産権に係る出願等を甲、乙共同で行う場合、共同出願契約を締結するとともに、出願等権利の成立に係る登録までに必要な費用は、当該知的財産権に係る甲及び乙の持分に応じて負担するものとする。

(知的財産権の帰属の例外)

第14条 本契約の目的として作成される提出書類、プログラム等及びその他コンテンツ等の納品物に係る著作権は、すべて甲に帰属する。

2 第2条第2項及び第3項並びに第8条第2項及び第3項の規定により著作権を乙から甲に譲渡する場合、又は前項の納品物に係る著作権の場合において、当該著作物を乙が自ら創作したときは、乙は、著作者人格権を行使しないものとし、当該著作物を乙以外の第三者が創作したときは、乙は、当該第三者が著作者人格権を行使しないように必要な措置を講じるものとする。

(秘密の保持)

第15条 甲及び乙は、第2条及び第8条の発明等の内容を出願公開等により内容が公開される日まで他に漏えいしてはならない。ただし、あらかじめ書面により出願申請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16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、当該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17条 第2条及び第8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18条 本特約条項の有効期限は、本契約締結の日から当該知的財産権の消滅する日までとする。

情報セキュリティ強化に係る特約条項

受注者（以下「乙」という。）は、本契約の履行に当たり、情報セキュリティの強化のため、契約条項記載の情報セキュリティに係る遵守事項に加え、以下に特約する内容を遵守するものとする。

（情報セキュリティインシデント発生時の対処方法及び報告手順）

第1条 乙は、情報セキュリティインシデントが発生した際の対処方法（受注業務を一時中断することを含む。）及び発注者（以下「甲」という。）に報告する手順について整備しておかなければならない。

（情報セキュリティ強化のための遵守事項）

第2条 乙は、次の各号に掲げる事項を遵守するほか、甲の情報セキュリティ強化のために、甲が必要な指示を行ったときは、その指示に従わなければならない。

- (1) この契約の業務を実施する場所を、情報セキュリティを確保できる場所に限定し、それ以外の場所で作業をさせないこと。
- (2) 業務担当者に遵守すべき情報セキュリティ対策について教育・訓練等を受講させるとともに、業務担当者には甲の情報セキュリティ確保に不断に取り組み、甲の情報及び情報システムの保護に危険を及ぼす行為をしないよう誓約させること。また、業務担当者の異動・退職等の際には異動・退職後も守秘義務を負うことを誓約させ、これを遵守させること。
- (3) 暗号化を要する場合は、「電子政府推奨暗号リスト」に記載された暗号化方式を実装し、暗号鍵を適切に管理すること。
- (4) 甲の承諾のない限り、この契約に関して知り得た情報を受注した業務の遂行以外の目的で利用しないこと。
- (5) 甲が提供する情報を取り扱う情報システムへの不正アクセスを検知・抑止するために、ログを取得・監視し全ての業務担当者についてシステム操作履歴を取得すること。
- (6) 甲が提供する情報を格納する装置、機器、記録媒体及び紙媒体について、業務担当者のみがアクセスできるよう施錠管理や入退室管理を行い、セキュアな記録媒体の使用や使用を想定しないUSBポートの無効化、機器等の廃棄時・再利用時のデータ抹消など想定外の情報利用を防止すること。
- (7) 情報システムの変更に係る検知機能やログ解析機能を実装し、外部ネットワークへの接続を伴う非ローカルの運用管理セッションの確立時には、多要素主体認証を要求するとともに定期的及び重大な脆弱性の公表時に脆弱性スキャンを実施し、適時の脆弱性対策を行うこと。

- (8) システムの欠陥の是正及び脆弱性対策について、対策計画を策定し実施するとともに、システムの欠陥の是正及び脆弱性対策等の情報セキュリティ対策が有効に機能していることの継続的な監視と確認を行うこと。
- (9) 委任をし、又は下請負をさせた場合は、当該委任又は下請負を受けた者に対して、業務担当者が遵守すべき情報セキュリティ対策についての教育・訓練等を行うこと。
- (10) 契約条項に基づき甲が乙に対して行う情報セキュリティ対策の実施状況についての監査の結果、情報セキュリティ対策の履行が不十分である場合には、甲と協議の上改善を行い、甲の承諾を得ること。
- (11) 契約の履行期間を通じて前各号に示す情報セキュリティ対策が適切に実施されたことの報告を含む検収を受けること。また、本契約の履行に関し、甲から提供を受けた情報を含め、本契約において取り扱った情報の返却、廃棄又は抹消を行うこと。