コンパートメントモデルウェブアプリケーションの
移行割合設定機能の改良
仕様書

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
システム計算科学センター
高度計算機技術開発室
目次

第Ⅰ部 契約に関する一般事項
1. 作業の実施形態................................................................. 1
2. 作業項目 .............................................................................. 1
3. 作業方法及び作業期間........................................................ 1
4. 実施期間、納入場所............................................................. 1
5. 納入品目 .............................................................................. 1
6. 検査 ................................................................................. 2
7. 検収 ............................................................................... 2
8. 貸与品.............................................................................. 2
9. 協議事項 ............................................................................ 3
10. 産業財産権等................................................................. 3
11. グリーン購入法の推進........................................................ 3

第Ⅱ部 技術仕様
1. 目的および概要.................................................................. 4
2. Web アプリケーションの概要............................................... 4
  2.1 Web アプリケーション..................................................... 4
    2.1.1 Web アプリケーションを運用するアプリケーションサーバおよびデータベースサーバの構成.............................................................. 4
    2.1.2 主な要素技術............................................................... 5
3. 作業内容 ............................................................................ 5
  3.1. web-CMFW の解析対象河川水系の追加............................ 5
    (1) 解析対象河川水系.......................................................... 6
    (2) 作業内容......................................................................... 6
  3.2. web-CMFW 移行割合設定機能の改良............................... 6
3.3. 入力ファイル生成機能の改良.............................................. 8
3.4. インストーラの改良......................................................... 8
4. ドキュメント作成............................................................... 8
本発注仕様書は、日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）の「コンパートメントモデルウェブアプリケーションの移行割合設定機能の改良」に関する発注作業について記述するものである。本仕様書において、第Ⅰ部は契約に係わる一般事項を定め、第Ⅱ部は本作業の目的および技術仕様を定めるものである。

第Ⅰ部 契約に関する一般事項

1. 作業の実施形態
   本作業は、原子力機構の発注により受注者が実施し、その成果は第5項に定める納入品目として原子力機構に納めるものとする。

2. 作業項目
   本作業における主な実施項目は、以下の3項目とする。詳細は第Ⅱ部技術仕様を参照のこと。
   [1] web-CMFWの解析対象河川水系の追加
   [2] web-CMFW移行割合設定機能の改良
   [3] 入力ファイル生成機能の改良
   [4] インストーラの改良

3. 作業方法及び作業期間
   本作業は受注者の環境を利用して実施し、契約成立日以降速やかに開始し、納期内に全作業を終了するものとする。ただし、原子力機構が必要と認めた場合は、原子力機構において作業を行うこともできるとする。

4. 実施期間、納入場所
   (1) 実施期間：契約成立日から令和2年2月28日（金）
   (2) 納入場所：茨城県那珂郡東海村白方2-4
       日本原子力研究開発機構システム計算科学センター

5. 納入品目
   [1] 情報セキュリティ管理体制証明書類 1式
       ※資本関係・役員の情報、本契約の実施場所、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すこと
   [2] 作業計画書、及び、作業計画の実績報告 1部
6. 検査
納入品に対しては、納入時に以下の検査を行う。

(1) 書類検査
納入品の書類が本仕様書に定める内容を満たしていること。

(2) 員数検査
納入品が第5項の員数どおり完納されていること。

(3) 効果確認試験

7. 検収
第6項に定める検査に合格することをもって検収とする。

8. 貸与品
本作業の実施にあたり、原子力機関から受注者に対して以下のものを無償貸与する。
(1) ドキュメント類
本作業の実施にあたり原子力機構が必要と認めたドキュメント類を貸与する。

(2) ソフトウェア
原子力機構で開発した
- コンパートメントモデル Web アプリケーション
- コンパートメントモデルのプログラムと実行用データー式
を貸与する。その他、本作業の実施にあたり原子力機構が必要と認めたソフトウェアを貸与する。

(3) 計算機の利用
受注者は本件作業を実施するにあたり、原子力機構が所有する以下に示す計算機を、無償で使用できる。ただし、計算機利用の形態としては、原子力機構に設置された端末を利用してるものとする。また、計算機の使用にあたっては、原子力機構の利用規則を遵守するものとする。

<table>
<thead>
<tr>
<th>地域</th>
<th>計算機タイプ</th>
<th>数量</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>東海地区</td>
<td>機構内作業用計算機</td>
<td>1 台</td>
</tr>
<tr>
<td>東海地区</td>
<td>機構内アプリケーションサーバ</td>
<td>1 台</td>
</tr>
<tr>
<td>東海地区</td>
<td>機構内データベースサーバ</td>
<td>1 台</td>
</tr>
</tbody>
</table>

9. 協議事項
本作業を的確に実施するために、原子力機構および受注者は必要に応じ密接に協議を行う。本仕様書に関して疑義が生じた場合、または仕様書に規定されていない事項については、相互合意に基づき協議を実施する。

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

11. 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。
第 II 部 技術仕様

1. 目的および概要
原子力機構では、福島第一原子力発電所の事故により環境中に放出された放射性物質の環境中における動態を調査することにより、被ばく線量への影響が大きい移動経路を明らかにし、移動抑制等の対策を提案することを目指した研究開発を行っている。

CMFW は、森林や河川などをコンパートメントとして定義し、コンパートメント間の移行計算を行うことで、核種の蓄積状況の経年変化を推定するプログラムである。この解析結果を公開することを目的として Ruby on Rails フレームワークを使用した Web アプリケーション web-CMFW を作成し、整備した。

CMFW では福島県内浜通りおよび中通りに位置する 10 河川水系のモデルが整備されている。

本作業では、現在システムに登録されている河川水系モデル（4 モデル）に新たに 6 河川水系モデルを追加し、最新の知見を反映するために設定可能な移行割合を追加することを目的とする。

本仕様書は、コンパートメントモデルウェブアプリケーションのパラメータ設定機能の改良業務を受注者が請負うための仕様を定めたものである。

2. Web アプリケーションの概要

2.1 Web アプリケーション
一般的な Web ブラウザを介してプログラムを実行し、結果を閲覧するための Web アプリケーションとして整備されている。以下に主な仕様を記す。

2.1.1 Web アプリケーションを運用するアプリケーションサーバおよびデータベースサーバの構成
Web アプリケーションを運用するアプリケーションサーバ機の構成は以下のとおりである。なお、Web アプリケーションは Ruby on Rails フレームワーク(Rails 5 以降)を使用している。サーバに未インストールのライブラリの追加については、事前に原子力機構の了承を得ること。gem のインストールについては、global にインストールしないのであれば、必要に応じてインストールを行うものとする。

<table>
<thead>
<tr>
<th>項目</th>
<th>構成</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>CPU</td>
<td>Intel Xeon CPU E5-2430 2.2GHz</td>
</tr>
<tr>
<td>RAM</td>
<td>2.4GB</td>
</tr>
</tbody>
</table>
HDD 1TB

[データベースサーバ(全アプリケーション共通で使用)]

<table>
<thead>
<tr>
<th>項目</th>
<th>構成</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>CPU</td>
<td>Intel Xeon CPU E5-2403 1.8GHz</td>
</tr>
<tr>
<td>RAM</td>
<td>8GB</td>
</tr>
<tr>
<td>HDD</td>
<td>4TB</td>
</tr>
</tbody>
</table>

表 2 ソフトウェア構成の概要

[アプリケーションサーバ]

<table>
<thead>
<tr>
<th>項目</th>
<th>構成</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>OS</td>
<td>Ubuntu Server 16.04</td>
</tr>
<tr>
<td>Ruby</td>
<td>2.3.1</td>
</tr>
<tr>
<td>Web サーバ</td>
<td>Apache 2.4</td>
</tr>
<tr>
<td>アプリケーションサーバ</td>
<td>Phusion Passenger</td>
</tr>
<tr>
<td>フレームワーク</td>
<td>Ruby on Rails 5.0.2</td>
</tr>
</tbody>
</table>

[データベースサーバ]

<table>
<thead>
<tr>
<th>項目</th>
<th>構成</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>OS</td>
<td>Ubuntu Server 16.04</td>
</tr>
<tr>
<td>データベース</td>
<td>PostgreSQL 9.5(+ PostGIS2.2)</td>
</tr>
</tbody>
</table>

2.1.2 主な要素技術

web-CMFW は、フレームワークに Rails を採用しており、View は独立したフロントエンドとして構築されている。フロントエンドで採用されている主な要素技術について以下に記す。

表 3 主な要素技術一覧

<table>
<thead>
<tr>
<th>機能</th>
<th>要素技術</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1 地図表示</td>
<td>Leaflet.js</td>
</tr>
<tr>
<td>2 クライアント可視化</td>
<td>jQuery, twitter bootstrap, React</td>
</tr>
<tr>
<td>3 グラフ表示</td>
<td>Plotly.js</td>
</tr>
</tbody>
</table>

3. 作業内容

3.1. web-CMFW の解析対象河川水系の追加

原子力機構で所有する web-CMFW は、コンパートメント間の物質の移動をシミュレー
トする CMFW を組み込んだ Ruby on Rails 製のシステムである。

平成 30 年度に CMFW の拡張として解析対象河川水系が 6 水系追加された。本作業では、追加された 6 河川水系をシステムに組み込み、システム利用者が容易に解析できるようにする。

(1) 解析対象河川水系

CMFW に追加された河川水系は、以下のとおりである。

- 前田川
- 井出川
- 口太川
- 広瀬川
- 小高川
- 富岡川

(2) 作業内容

1) コンパートメント図の作成と登録

入力ファイルで定義されているコンパートメントとその接続関係を表す図の表示とパラメータ編集機能が前年度に整備されている。それに必要となるデータの作成を行い、システムに登録する。

2) 入力ファイルテンプレートおよびマップの作成と登録

河川水系ごとに作成されている入力ファイルから、テンプレートを作成・登録し、利用者が指定した条件を反映した入力ファイルを生成できるようにする。また、河川水系とコンパートメントの関係を示すマップ画像を作成し、登録する。

3) 環境データベースとの連携機能への対象河川水系追加作業

昨年度までに整備した環境データベース(http://emdb.jaea.go.jp)との連携機能に、解析対象河川水系を追加する。追加には、各河川水系、各コンパートメントのジオメトリ情報が必要となるので、機構より提供する GIS データ(shape 形式)を利用して整備、登録を行う。

3.2. web-CMFW 移行割合設定機能の改良

web-CMFW では解析対象河川水系ごとにコンパートメント間の移行割合が設定されている。これらの移行割合は、時間依存で変化するパラメータ、固定値（計算によって導出するケースもあり）として設定されている。

本作業では、各コンパートメント間の設定可能な移行割合について、設定されていない項目を設定可能とするための改良を行う。

併せて、従来の UI では時間変化式を設定したパラメータは変更できなかったことを踏まえて、

1) 時間変化式もしくは固定値のいずれかを選択
2) 時間変化式選択時はパラメータ a, b, c の設定 UI の整備
上記 2 点を満たす UI の改良を行うこと。
設定可能とする移行割合と変更の必要なパラメータを以下に示す。

<table>
<thead>
<tr>
<th>移行元</th>
<th>移行先</th>
<th>設定</th>
<th>デフォルト</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>動的コンパートメント</td>
<td>静的コンパートメント</td>
<td>固定値</td>
<td>各移行係数参照*</td>
</tr>
<tr>
<td>葉</td>
<td>河川(溶存態)</td>
<td>固定値</td>
<td>4.2E-03</td>
</tr>
<tr>
<td>落葉層</td>
<td>河川(溶存態)</td>
<td>固定値または時間変化式</td>
<td>1.2E-04</td>
</tr>
<tr>
<td>森林土壌</td>
<td>河川(溶存態)</td>
<td>固定値または時間依存式</td>
<td>1.4E-05</td>
</tr>
<tr>
<td>森林土壌</td>
<td>河川(溶存態)</td>
<td>固定値または時間依存式</td>
<td>1.0E-03</td>
</tr>
<tr>
<td>火</td>
<td>河川(懸濁態)</td>
<td>固定値または時間依存式</td>
<td>モデル 4**</td>
</tr>
<tr>
<td>河川(懸濁態)</td>
<td>火</td>
<td>固定値</td>
<td>各移行割合を参照*</td>
</tr>
<tr>
<td>河川(溶存態)</td>
<td>火</td>
<td>固定値または時間依存式</td>
<td>モデル 5**</td>
</tr>
<tr>
<td>草地・裸地</td>
<td>河川(懸濁態)</td>
<td>固定値または時間依存式</td>
<td>モデル 2**</td>
</tr>
<tr>
<td>河川(懸濁態)</td>
<td>草地・裸地</td>
<td>固定値</td>
<td>各移行割合を参照*</td>
</tr>
<tr>
<td>草地・裸地</td>
<td>河川(溶存態)</td>
<td>固定値または時間依存式</td>
<td>モデル 3**</td>
</tr>
<tr>
<td>河川(溶存態)</td>
<td>草地・裸地</td>
<td>固定値</td>
<td>各移行割合を参照*</td>
</tr>
<tr>
<td>水田</td>
<td>河川(懸濁態)</td>
<td>固定値または時間依存式</td>
<td>モデル 4**</td>
</tr>
<tr>
<td>河川(懸濁態)</td>
<td>水田</td>
<td>固定値</td>
<td>各移行割合を参照*</td>
</tr>
<tr>
<td>水田</td>
<td>河川(溶存態)</td>
<td>固定値または時間依存式</td>
<td>モデル 5**</td>
</tr>
<tr>
<td>河川(溶存態)</td>
<td>水田</td>
<td>固定値</td>
<td>各移行割合を参照*</td>
</tr>
<tr>
<td>都市</td>
<td>河川(懸濁態)</td>
<td>固定値または時間依存式</td>
<td>0.3</td>
</tr>
<tr>
<td>都市</td>
<td>河川(溶存態)</td>
<td>固定値または時間依存式</td>
<td>0.03</td>
</tr>
<tr>
<td>河川</td>
<td>河川・ダム・湖・近海 (懸濁態)</td>
<td>固定値</td>
<td>各移行割合を参照*</td>
</tr>
<tr>
<td>河川</td>
<td>河川・ダム・湖・近海 (溶存態)</td>
<td>固定値</td>
<td>各移行割合を参照*</td>
</tr>
</tbody>
</table>

*: 平成 30 年度 コンパートメントモデル拡張作業報告書参照(作業開始時に貸与)。モデルによって固定値は変わりうるので、レポート内のモデル設定値を基本とすること。

**: 時間変化式モデル

\[ \lambda = \frac{a}{bt + c} \]

ただし、

\[ \lambda: \text{ 移行割合(} y^{-1}\text{) } \]

\[ t: \text{ 経過時間(} y\text{) } \]
3.3. 入力ファイル生成機能の改良

CMFW の入力ファイルでは、入力ファイルで設定した初期沈着量を起点とした解析を実行する。多くのコンパートメントでは問題ないが、森林コンパートメントでは、内部で葉、枝、樹皮、辺材、心材、落葉層、土壌層のコンパートメントに分かれており、それぞれのコンパートメントへの初期量は、森林コンパートメント初期沈着量に対する沈着割合で設定されている。

現状の web-CMFW では、この値は 2011 年当時の沈着割合が適用されており、葉と落葉層に大半が存在する設定となっている。現在では、土壌層に大半が沈着していると考えられるため、使用するデータの測定年によっては、モデルで予期していない結果を生じることとなる。

そこで、森林モデルへの単位沈着当たりのコンパートメント別沈着割合を 2011 年からの経過年ごとに整備し、データベース化する。

使用する沈着データの測定年に応じた沈着割合を、整備したデータベースより取得し、入力ファイルに反映させた上で解析できるよう改良を行う。

3.4. インストーラの改良

平成 30 年度作業で整備した web-CMFW で整備した Ansible を利用したインストーラに本年度作業で改良したシステムを組み込み、簡便にインストールができるようにすること。

4. ドキュメント作成

以下のドキュメントを作成すること。

(1) 作業計画書（実績含む）
(2) 開発設計書

開発する機能仕様を設計書としてまとめる。この開発設計書はプログラム開発に先立ち原子力機構のレビュー・承認を受けること。

<table>
<thead>
<tr>
<th>モデル番号</th>
<th>a</th>
<th>b</th>
<th>c</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1（草地・裸地→懸濁）</td>
<td>0.02</td>
<td>5.6535</td>
<td>3.9242</td>
</tr>
<tr>
<td>2（草地・裸地→溶存）</td>
<td>0.002</td>
<td>5.6535</td>
<td>3.9242</td>
</tr>
<tr>
<td>3（田畑→懸濁）</td>
<td>0.5</td>
<td>5.6535</td>
<td>3.9242</td>
</tr>
<tr>
<td>4（田畑→溶存）</td>
<td>0.05</td>
<td>5.6535</td>
<td>3.9242</td>
</tr>
<tr>
<td>5（森林土壌→懸濁）</td>
<td>0.001</td>
<td>5.6535</td>
<td>3.9242</td>
</tr>
<tr>
<td>6（森林土壌→溶存）</td>
<td>0.001</td>
<td>5.6535</td>
<td>3.9242</td>
</tr>
<tr>
<td>7（都市→懸濁）</td>
<td>0.001</td>
<td>5.6535</td>
<td>3.9242</td>
</tr>
<tr>
<td>8（都市→溶存）</td>
<td>0.001</td>
<td>5.6535</td>
<td>3.9242</td>
</tr>
</tbody>
</table>
（3）作業報告書
実施した作業内容全般について報告書としてまとめる。特に以下の項目については詳細に記述のこと。
a. 品質評価
b. インストール手順
c. 利用手順（利用者マニュアル）

（4）検査要領書
納入時の作業結果確認検査項目を定めた検査要領書を作成すること。発注後、受注者は検査要領書の内容について原子力機構の担当者と協議を行いその内容を定める。
なお、ドキュメントの作成に当たっては、マイクロソフト社のOffice2013以降の製品（Word、Excel）で可読な形式とする。

以上
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、乙が単独で行った発明又は考案（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許諾を許諾する場合は、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行っ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。

乙が前項の発明等について自ら商業的実施をするときは、甲が自ら商業的実施をしないことにかんがえ、乙の商業的実施の計画を勘案し、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。