

高速炉実証炉向け安全解析用相関式の構築作業

引合仕様書

## 1. 一般仕様

### 1.1 件名

高速炉実証炉向け安全解析用相関式の構築作業

### 1.2 目的

日本原子力研究開発機構（以下「機構」と称する）では、ナトリウム冷却高速炉実証炉の設計高度化技術開発を行っている。本件では、経済産業省からの受託である「令和5年度高速炉実証炉開発事業（基盤整備と技術開発）」の一部として、開発経験・知見を設計高度化へ活用するため整備を進めている安全解析用相関式予測手法の検討を実施する。今年度は、昨年度に基本構築を行った相関式予測手法について、既存安全解析コードに組み込まれている相関式特性に対する予測精度を評価する。受注者は2.1及び2.2項に示す物理現象、解析手法、解析コードのアルゴリズム、使用方法を十分理解した上で本業務を実施するものとする。

### 1.3 契約範囲

- (1) 既存安全解析コードにおける相関式特性の調査
- (2) 新手法による相関式予測及び比較
- (3) 報告書の作成

### 1.4 作業実施場所

本仕様に定める業務を実施する場所は、以下のとおりとする。

- (1) 受託者側実施施設（但し情報セキュリティを確保できる場所）
- (2) 茨城県東茨城郡大洗町成田町 4002 番地

日本原子力研究開発機構 大洗原子力工学研究所  
FBR サイクル国際研究開発センター3F  
高速炉研究開発部 原子炉安全工学グループ居室

### 1.5 提出図書

- |                          |     |
|--------------------------|-----|
| (1) 実施計画書（契約後速やかに）       | 1 部 |
| (2) 作業工程表（契約後速やかに）       | 1 部 |
| (3) 品質保証計画書（契約後速やかに）     | 1 部 |
| (4) 打ち合わせ議事録（打ち合わせ後速やかに） | 1 部 |
| (5) 業務従事者等の経歴（契約後速やかに）   | 1 部 |

※本件は機密情報を扱うため、以下の情報を記した書類を提出のこと。

契約先の資本関係・役員の情報、本契約の実施場所、氏名、所属・専門性（情報セキュリティに係る資格・研修等）・業務経験及び国籍。

\* 提出した内容に変更が生じた場合は、その都度提出すること。

- |                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| (6) 委任又は下請負届（機構指定様式）* 作業開始2週間前まで | 1 部 |
| * 下請負がある場合に提出のこと                 |     |
| (7) 報告書（作業終了後速やかに）               | 1 部 |

- \* CD-R を添付すること
- (8) 作成データ（作業終了後速やかに） 1 式
  - \* データ容量に応じたメディアを使用すること

(提出場所)

茨城県東茨城郡大洗町成田町 4002 番地

日本原子力研究開発機構 大洗原子力工学研究所

FBR サイクル国際研究開発センター3F 原子炉安全工学グループ居室

## 1.6 納期

令和 7 年 12 月 24 日（水）

## 1.7 検収条件

以下に示す項目の確認をもって検収するものとする。

- ・ 1.3 に定める作業が完了していること。
- ・ 1.5 に定める提出図書類が完納されていること。
- ・ 1.9 に定める貸与品の返却が完了していること。

## 1.8 検査員及び監督員

検査員： 一般検査 管財担当課長

監督員： 大洗原子力工学研究所

高速炉研究開発部 原子炉安全工学グループリーダー

## 1.9 貸与物件

本件契約の作業上必要となる解析プログラム、文献、技術報告書、資料、データ等のうち、機構が認めたものについて、随時無償にて貸与する。ただし、作業完了後には原状回復の上で速やかに返却する。解析プログラムやデータ等については計算機システムから消去し、消去したことを証明する。

- (1) デスクトップ PC (OS : Windows)
- (2) 水素移行挙動解析コード SWAC-10 ロードモジュール、ソースの一部（協議による）
- (3) その他機構が必要と認める情報及び資料等

## 1.10 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が発生する場合は、調達基準を満たした物品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、グリーン購入法に該当するため、当該基準を満たしたものであること。

## 1.11 品質管理

- (1) 受注者は、本件に係る品質管理プロセスを含む品質保証計画書を機構に提出し、その確

認を得ること。

- (2) 受注者は、契約期間中に品質保証計画書を変更した時及び不適合が発生した際に機構からの要求があった場合には、立入調査及び監査に応じるものとする。

#### 1.12 財産権等

産業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。

#### 1.13 情報セキュリティ

情報セキュリティについては、別紙-2「情報セキュリティ強化に係る特約条項」に定められたとおりとする。

#### 1.14 協議

当該作業を実施する上で疑義が生じた場合は、機構は受注者と協議の上その措置を定め議事録に記載する。受注者はその決定に従うものとする。

#### 1.15 特記事項

- (1) 納入物件の所有権及び納入物件に係わる著作権（著作権法第 27 条及び第 28 条に規定する権利を含む）は、機構に帰属するものとする。
- (2) 受注者は、本契約により新たに発生し、また機構により開示した情報等に付加させた情報（但し、受注者が引合い前から自己所有していた情報を除く。以下「成果情報」）の機密を保ち、第三者に漏洩しないよう適切な措置を講じなければならない。
- (3) 成果情報の外部発表もしくは公開、または第三者への公開は行わないこととする。但し、機構の文書による承認を得た場合はこの限りではない。
- (4) 貸与情報及び成果情報の目的外使用を禁止する。
- (5) 貸与情報及び成果情報の第三者使用を禁止する。
- (6) 受注者は貸与情報及び成果情報の機密保持の義務を負う。
- (7) 契約終了後は、貸与物件・情報の返還後、諸データ類の消去義務を負う。
- (8) 受注者は上記の各項目に従わないことにより生じた、機構の損害及びその他の損害についてすべての責を負うものとする。

以上

## 2. 技術仕様

### 2.1 概要

ナトリウム冷却高速炉実証炉の設計高度化には、シビアアクシデント（炉心損傷事故）、放射性物質移行挙動、ナトリウム漏えい・燃焼、ナトリウム-水反応など、内部事象、内部ハザードを含めた多岐にわたる事象を対象に、開発経験・知見を有効に活用した安全解析が必要となる。本件では、開発経験・知見を設計高度化へ活用するため整備を進めている安全解析用相関式予測手法の検討を実施する。今年度は、昨年度に基本構築を行った相関式予測手法について、既存安全解析コードに組み込まれている相関式特性に対する予測精度を評価する。

### 2.2 作業範囲

#### (1) 既存安全解析コードにおける相関式特性の調査

機構では、ナトリウム冷却高速炉の安全評価上想定される蒸気発生器でのナトリウム-水反応現象に対し、水素移行挙動や伝熱管二次破損時間を評価する安全解析コード（Fortran 言語を使用）を整備してきている。本作業では、相関式予測手法の参照解とするため、同コードに組み込まれている相関式と、各相関式の計算フロー、出力方法を調査、整理する。各相関式の調査では、入力／出力パラメータを一覧化するとともに、化学反応経路、ナトリウム中を水素が移行する場合の気液二相流挙動、ナトリウム-水反応を伴う反応ジェットによる伝熱管損耗を考慮し、相関式の物理的な特性を考察する。

#### (2) 新手法による相関式予測及び比較

昨年度に、機械学習手法である LightGBM、Symbolic Regression である PySR を用いた相関式予測手法の基本構築を行い、PySR は、精度を担保しつつ、従来手法と同程度の解釈性が確保された数式を得ることができると評価した。本作業では、PySR をベースとした専用評価ツールにより、ナトリウム-水反応現象に関する実験データから相関式を推定する。この際、変数分離を仮定することに加え、物理的知見に基づき適切な制限を加えることを検討する（例：Large Language Model の活用）。推定された相関式が、(1)で整理した相関式特性を表現できているかどうかを検証するとともに、整備課題をまとめる。

#### (3) 報告書の作成

以上の成果をまとめ報告書を作成する。文章については Word、図面については PowerPoint、グラフについては Excel（いずれも Windows 版）あるいは同等互換のあるソフトで作成するものとする。

### 2.3 その他特記事項

受注者は当該業務に関する各データ、技術情報、成果、その他のすべての資料及び情報に関して守秘義務を負い、これらを取り扱う場合は原則として大洗原子力工学研究所の機構担当者が指定する場所にて作業を行う。機構内で必要な作業環境（作業スペース、計算機端末兼データ処理用 PC 等の貸与）については機構担当者との協議により決定す

る。本件の遂行においては、ナトリウム冷却高速炉におけるナトリウム－水反応現象または類似の現象について、物理的な観点から実験データ及び相関式を分析するための知見・技術力、入力値と出力値の関係を抽出するための Python 言語を用いたデータ処理に関する知見・技術力を有することが必要である。

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。)をするときは、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は、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。