複合事象（複合ハザード）を対象としたPRA及び多数基立地を対象とした地震PRAの試解析

仕　様　書

1. 一般仕様

1.1 件名

「複合事象（複合ハザード）を対象とした PRA 及び多数基立地を対象とした地震時 PRA の試解析」

1.2 目的及び概要

本仕様書は、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。）、安全研究センター耐震・構造健全性評価研究グループが行う作業について記述するものである。

本作業の目的は、仮想モデルプラント地震時レベル 1PRA モデルに対し、原子力機構が貸与する地震時システム信頼性解析コード SECOM2-DQFM を用いて、代表的な複合事象（複合ハザード）に関する PRA 及び多数基立地を対象とした地震 PRA の試解析を行うことにある。

1.3 契約範囲

1.3.1 契約範囲

(1) 複合事象（複合ハザード）に関する PRA の試解析
(2) 多数基立地を対象とした地震 PRA の試解析
(3) 報告書の作成

1.3.2 契約範囲外

なし

1.4 納期

令和 8 年 1 月 30 日（金）

1.5 納入場所及び納入条件

1.5.1 納入場所

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
安全研究センター　耐震・構造健全性評価研究グループ
（原子力科学研究所　安全研究棟西 417 号室）

1.5.2 納入条件

持込渡し、郵送等

1.6 検収条件

1.7 で定める提出物が全て納入され、員数及び内容が本仕様書の記載事項に合致している事を原子力機構が確認した時をもって、検収合格とする。

1.7 提出物

1.7.1 提出図書等

(1) 工程管理表（予定記入版）	契約後速やかに	1 部
(2) 工程管理表（実績記入版）	納入時	1 部
(3) 作業報告書（MS Word 文書）	納入時	1 部
(4) 打ち合わせ議事録	打ち合わせ後速やかに	1 部

(5) (1～4)を格納した上記資料の電子媒体　納入時　1式
(6) 情報セキュリティ等に関する書面※契約後速やかに　1部
(7) その他機構が必要とする書類
※資本関係・役員の情報、委託事業の実施場所、委託事業従事者の所属・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。なお、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。

1.7.2 提出場所
1.5.1 と同じ

1.7.3 報告書
報告書はワードプロセッサ(MS Word)形式、A4 サイズを原則とし、図表等は A3 サイズの折込も可とする。

1.7.4 提出物に関する特記事項
原子力機構は、1.6 に定める検収前においても、必要がある場合は製作目的物の全部または一部を受注者と協議のうえ使用することができる。

1.8 検査員
一般検査　管財担当課長

1.9 貸与品
本作業の実施にあたり、原子力機構から受注者に以下のものを無償で貸与する。
・　本作業の実施にあたり原子力機構が必要と認めた資料及びデータ類　1式
・　原子力機構が開発したシステム信頼性解析コードSECOM2-DQFM（ソースコードを含む。）　1式
・　その他、原子力機構が必要と認めたソフトウェア、ハードウェア等。　1式
なお、受注者はこれら貸与品を本作業の実施以外の目的には使用せず、また、本作業終了時には、速やかに原子力機構に返却すること。

1.10 機密保持
受注者及び作業担当者は、本作業に関する情報を第 3 者に漏らしてはならない。

1.11 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。

1.12 協議
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。

1.13 特記事項

1.13.1 成果物の帰属等

この業務により作成された目的物に係わる著作権その他この目的物の使用、収益及び処分（複製、翻訳、翻案、変更、譲渡 貸与及び二次的著作物の利用を含む）に関する一切の権利は原子力機構に帰属するものとする。

1.13.2 守秘義務

受注者は、本業務を実施することにより取得した各データ、技術情報、成果、その他の全ての資料及び情報を発表もしくは公開すること、または、第三者に評価を受けることもしくは提供してはならない。

1.13.3 異常事態等

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、結果について機構の確認を受けること。

2. 技術仕様

本作業の目的は、仮想モデルプラント地震時レベル 1PRA モデルに対し、原子力機構が貸与する地震時システム信頼性解析コード SECOM2-DQFM を用いて、代表的な複合事象（複合ハザード）に関する PRA 及び多数基立地を対象とした地震 PRA の試解析を行うことにある。

本作業における主な実施項目は、以下の 3 項目とする。

(1) 複合事象（複合ハザード）に関する PRA 試解析
(2) 多数基立地を対象とした地震 PRA の試解析
(3) 報告書の作成

2.1 複合事象（複合ハザード）に関する PRA 試解析

原子力機構が貸与する地震時システム信頼性解析コード SECOM2-DQFM [1]及びその入力ファイル[2]を用いて、以下の複合ハザードの PRA の試解析を行う。

(1) 地震随伴津波
(2) 地震起因火災

上記に 2 つの項目それぞれに対して、原子力機構が提示する外部事象 PRA に係る文献(例えば、[3]及び[4])を踏まえて、損傷を受け得る機器を特定し、それらのフラジリティ(損傷確率)について整理する。このフラジリティについて地震 PRA 内にモデル化し、複数の外部事象がモデル化された地震 PRA モデルを用いて、あるハザードを仮定した場合の条件付炉心損傷確率を算出するとともに、炉心損傷頻度を求める。

(1) の地震随伴津波については、原子力機構が整備した津波対策を考慮していない PRA モデルに対して、①防潮堤の設置、②建屋の水密化、③高台への可搬型設備の設置の 3 つ対策について追加し、それらの条件付炉心損傷確率への影響を分析する。
(2) の地震起因火災は、電気設備及び燃料を有する機器が発火源なると仮定し、対象機器リストを作成するとともに、消火ポンプ等の消火設備が地震によって損傷する確率も含めて試解析を実施する。

なお、本作業で不足しているプラント情報、設定条件等については、原子力機構と協議の上、決定する。

2.2 多数基立地を対象とした地震 PRA の試解析

多数基立地リスク評価の特有要素として、機器応答相関を考慮した試解析を実施する。具体的には、BWR5 が 2 基立地するサイト[5]を対象として、ユニット内(intra-unit)の相関及びユニット間(inter-unit)の相関を NUREG-1150 の設定方法[6]及び旧原子力発電技術機構の先行研究[7]を参照しつつ複数設定する。同時に、共有設備として 2 種程度を想定し、合計で 20 程度の解析条件に対して、試解析を行う。結果は、条件付炉心損傷確率、炉心損傷頻度について取りまとめる。また、共有設備については、重要度評価まで行うこととする。

2.3 報告書の作成

本作業で行った内容を報告書に取りまとめる。

・ 報告書は、背表紙、および、表示を付けてファイリングする。

- CD-R または、DVD-R 等にもラベルを付けて、ファイリングに格納する。
- 報告書の内容については、指示された作業の途中経過がわかるようにグラフや図表を用いて図表番号の対応関係をわかりやすくまとめるものとし、データの羅列にならないように留意すること。
- 本作業の参考資料として原子力機構から貸与された図面や資料を参照できるようにするため、報告書に含め、納品時に報告書で作業内容を報告書 1 冊で全て確認できるようにすること。
- 報告書には、契約期間内の打合せ等の議事録を含めること。

参考文献：

[1] Q. Liu,et al. (2008). User's manual of SECOM2-DQFM. A computer code for seismic system reliability analysis, JAEA-DATA/CODE-2008-005. Japan Atomic Energy Agency.

[2] 日本原子力研究所（JAERI），軽水炉モデルプラント地震 PSA 報告書，リスク評価解析研究室, JAERI Research, 99-035, 1999.

[3] T. Uchiyama, et al. (2011). Effect of Simultaneous Consideration for Seismically Induced Events on Core Damage Frequency. Journal of Power and Energy Systems, 5(3), 360–375. https://doi.org/10.1299/jpes.5.360

[4] Smith, Curtis L. (2021). Generic Pressurized Water Reactor Model for SAPHIRE. https://doi.org/10.2172/1804754

[5] K. Muramatsu, et al. (2008). Effect of Correlations of Component Failures and Cross-Connections of EDGs on Seismically Induced Core Damages of a Multi-Unit Site. Journal of Power and Energy Systems, 2(1), 122–132. https://doi.org/10.1299/jpes.2.122

[6] J. A. Lambright, et al. (1989). Analysis of Core Damage Frequency: Peach Bottom Unit 2 external event. NUREG/CR-4550.

[7] 原子力発電技術機構, “平成 14 年度 地震に係る確率論的安全評価手法の整備に関する報告書＝建屋・土木構造物・斜面の損傷確率評価＝,” INS/M02-16, 2003.

以上

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。