

レーザー加工シミュレーションコードの 整備及び解析作業

引合仕様書

令和7年 11月

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
敦賀事業本部
敦賀総合研究開発センター
先進技術開発課

第1章 一般仕様

1.1 件 名

レーザー加工シミュレーションコードの整備及び解析作業

1.2 目的及び概要

本仕様書は、日本原子力研究開発機構 敦賀総合研究開発センターのレーザー加工シミュレーションコードの整備、計算機等の保守管理及びコードを用いた解析とデータ処理に係る作業を受注者に請負わせる為の仕様について定めたものである。

受注者は本仕様書に示す基本的な要件を満たした上で、コードの計算原理、計算機能、計算実行環境、関係法令等を十分理解し、受注者の裁量、責任及び負担において計画立案し、本業務を実施するものとする。

なお、当該コードは、レーザー照射時における、熔融、蒸発、再凝固、流動、反射、熱伝導、熱伝達、輻射、燃焼などの複合物理過程を評価するために必要となる物理モデル、数学モデルなどを導入した C 言語で記述された非定常 3 次元解析コードである。

1.3 作業実施場所

- (1)本件においては、機構指定の計算機使用を前提とすること。また、研究・開発上、機微な情報を取り扱う観点から、以下の場所での作業を原則とする。

福井県敦賀市木崎 65 号 20 番地

日本原子力研究開発機構 敦賀事業本部

敦賀総合研究開発センター

先進技術開発課 [一般区域]

- (2)その他、事前に協議して定めた場所

1.4 作業内容

- | | |
|---------------------|----|
| (1) 物理モデル・機能の追加作業 | 一式 |
| (2) コードへの機能追加時の検証作業 | 一式 |
| (3) 解析作業 | 一式 |
| (4) データ処理作業 | 一式 |
| (5) 解析コードの保守管理作業 | 一式 |
| (6) 作業報告書の作成 | 一式 |
| (7) OA 環境の維持管理作業 | 一式 |

詳細は、2 章の技術仕様に記述する。

1.5 支給品及び貸与品

本作業の実施にあたり必要でかつ原子力機構が認める範囲において、以下のとおり設備・備品・消耗品等について支給または貸与するものとする。

(1) 支給品

①電気、水等

(2) 貸与品等

①レーザー加工解析コード

②作業スペース、机、椅子、パーソナルコンピュータ・プリンター・コピー機等の OA 機器

③本作業に関連するシステム及びマニュアル・図書並びに必要なソフト

④その他原子力機構が必要と認めるもの

1.6 大型計算機の利用

受注者は本作業の解析実施にあたり、原子力機構の所有する以下に示す大型計算機システムを無償で利用できる。なお、計算機システムの利用にあたっては、原子力機構の利用規則を遵守するものとする。

- ・ HPE SGI8600 (CPU 演算部) 但し、12,000 ノード時間を限度とする。
- ・ HPE SGI8600 (GPGPU 演算部) 但し、6,000 ノード時間を限度とする。

1.7 提出図書

- | | | |
|------------------------|--------------|------|
| (1) 実施要領書 | 契約締結後速やかに | 1 部 |
| (2) 従事者名簿 | 作業開始 2 週間前まで | 1 部 |
| (3) 作業報告書（電子データおよび印刷物） | 作業終了後速やかに | 2 部 |
| (4) 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 |
| (5) その他機構が必要とする書類 | | 必要部数 |

1.8 実施期間

実施期間は、令和 8 年 4 月 1 日 ～ 令和 9 年 3 月 31 日までとする。

1.9 納入条件

(1) 納入時期

令和 9 年 3 月 31 日

(2) 納入場所

日本原子力研究開発機構 敦賀事業本部
敦賀総合研究開発センター
先進技術開発課

1.10 検収条件

1.4 項に示す作業が完了し、1.7 項に示す図書の完納及び内容検査の合格を以て検収とする。

1.11 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。

1.12 産業財産権等

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

1.13 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。

1.14 特記事項

- (1) 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当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機構の承認を受けた場合はこの限りではない。
- (2) 受注者は異常事態等が発生した場合、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。
- (3) 受注者は、従事者に関しては労基法、労安法その他法令上の責任並びに従事者の規律秩序及び風紀の維持に関する責任を全て負うとともに、これらコンプライアンスに関する必要な社内教育を定期的に行うものとする。
- (4) 受注者は、善管注意義務を有する貸与品及び支給品のみならず、実施場所にある他の物品についても、必要なく触れないこと。また、正当な理由なく持ち出さないこと。
- (5) 受注者は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、機構の関係法令及び規定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。
- (6) 受注者は、情報セキュリティ管理体制について「ISO/IEC27001」等のライセンスを取得済み、または、社内において相応な情報セキュリティ体制が整っているものとする。
- (7) 従事者は、貸与された計算機等を扱う際には、PC等情報機器の情報セキュリティ実施手順書その他原子力機構の規程に従うものとする。

- (8) 受注者は機構が伝染性の疾病（新型インフルエンザ等）に対する対策を目的として行動計画等の対処方針を定めた場合は、これに協力するものとする。
- (9) 受注者は、本仕様書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任を負うものとする。
- (10) その他仕様書に定めのない事項については、機構と協議のうえ決定する。

第2章 技術仕様

本件は、原子力機構 敦賀総合研究開発センターが所有するレーザー加工解析コードの機能・性能向上を目的とした整備、付随する保守管理、解析評価、及び解析データの処理に係る作業である。

2.1 コードの整備作業

当該コードでより高度な解析を行えることを目的として、コードに対し次に示す機能の追加や修正等の改良を行うこと。作業前にはコードの変更を行う箇所と改良方法について明示し、原子力機構と協議を行った上で実施すること。

本作業において、改良対象部を除く既存の計算部の結果には影響を与えないこととし、既存の計算部の処理性能を著しく低下させないようにすること。また、改良のために追加する処理内容・データ構造については特に制限しないが、既存の処理内容・データ構造については原則変更しないこととし、変更する必要がある場合は、変更の内容と目的を明示し原子力機構と協議を行った上で実施すること。

また、原子力機構から貸与する解析コードに関する数値解析説明書、インストールマニュアル、ユーザーインターフェース取扱説明書について、解析コードの変更を反映して更新作業を行うこと。

(1) 物理・計算モデルの追加、機能拡張

レーザー照射機能（ガルバノによる角度変調照射、可変レーザー出力・パルス照射等）、ガラス転移・ゴム化、レーザー加工中に発生するキーホール・スパッタの飛散等、原子力機構が実施予定のレーザー照射試験を高度に模擬するためのモデル・機能の追加や、実験データを反映したコードのデータ拡充等を実施すること。なお、追加するモデルや機能については、あらかじめその概要と採用した根拠を明示し、原子力機構と協議を行った上で機能追加を行うこと。

(2) コードの改良

コードの計算精度の向上、計算速度の高速化、処理の効率化を目的として、計算スキームやアルゴリズムの改良、コードの内部構造の改善、GPU等を用いた並列化等を行うこと。

なお、コードの改良を行う際は、対象とする処理部とその手法について解析結果、コードの検証・妥当性確認を基に検討を行い、原子力機構と協議を行った上で作業を行うこと。また、改良にあたりライブラリ等を使用する場合は、実行環境やコードの内容を把握した上で適切なものを選択すること。

2.2 コードへの機能追加時の検証作業

2.1節で行ったコードの機能追加に関連し、以下の検証作業を行うこと（2件）

- ・プログラムが意図通りに記載されているか、及び他のコード部分との整合について

てコードの確認を行うこと。

- ・コードへの機能追加によって得られた性能向上の評価と既存の処理内容に与える影響の程度について評価を行うこと。
- ・機能追加に伴う入力データの作成において、作成した計算体系における主要な入力データの根拠を文章化すること。
- ・検証時に確認された問題点をまとめ、必要に応じてコード修正もしくは改善方法の提案を行うこと。
- ・パラメータを変えたときの動作確認を行い、意図通りの結果が得られるかを確認し結果をまとめること。問題があれば必要に応じてコード修正もしくは改善方法の提案を行うこと（追加機能1件当たり3ケース以上）

2.3 解析作業

原子力機構が実施予定のレーザー照射試験（ガルバノスキャナー、光学素子（DOE等）及び空間光位相変調デバイスを用いたレーザービーム照射による除染、熱処理、樹脂溶着等や、レーザー溶断用ノズルを用いた鋼材切断等）に関する解析を行い、構造物内部及び表面の温度推移、構造物の溶融・凝固領域、焼入れの温度推移に基づく組織変化、切断対象構造物の温度推移、カーフ内の溶融物挙動、溶断の進展等を求めること。解析では、固・液・気相での熱伝導、潜熱を考慮した溶融と蒸発、樹脂などのガラス転移・ゴム化、また必要に応じて溶融物の流動や輻射、蒸発反力、レーザー光の伝搬および屈折・多重反射も計算すること。

解析パラメータは、レーザー出力、レーザースポット径、スキャン速度、スキャン回数、材質（物性値）、表面反射率、ビームプロファイル、レーザー照射方法とし、これらを変えた時の影響を数値、グラフ、動画を用いて提示するとともに、レーザー照射条件や対象物寸法・材料の違いによる加工結果への影響を評価すること。また材料の熱伝導率などの熱物性値は温度依存性を考慮すること。

解析においては、原子力機構から提示する条件に基づいて適切な入力データを作成し、原子力機構と協議の上実施すること。解析数は、全24ケース程度とする。

2.4 データ処理作業

受注者及び原子力機構が実施した解析結果に対し図形処理を行い、各種のパラメータ（速度、温度、流体率、気液界面、固液界面等）の2Dもしくは3D分布画像を作成するとともに、それらの時間経過に伴う変化を表す動画を作成すること。（2025年度予定実績：動画作成100件程度）

2.5 解析コードの保守管理作業

原子力機構が保有する、当該計算コードのバージョン管理システム（GitLabを利用）および当該コードの計算を実行する並列計算機の日次および月次保守点検を行うこと。（日次保守点検：外観点検、エラー表示の確認、月次保守点検：GitLabのリポジトリバックアップ、（必要に応じて）GitLabアップデートおよびOSのアップデート

)

また、計算コードの改訂がなされた場合には、バージョン管理システムへの登録を行うこと。

2.6 作業報告書の作成

以上の成果をまとめて、作業報告書を作成すること。報告書の文章や図面については、Word、PowerPoint、GNUPLLOT、Paraview 等適切な形式にて作成するものとする。

これらの文章と図面について、印刷物及び電子データとして必要部数を提出すること。

2.7 OA 環境の維持管理作業

原子力機構 OA 担当者が行う以下の作業について、サポートを行うこと。

(1)OA 機器の維持管理

敦賀総合研究開発センター 先進技術開発課（木崎）が所有する OA 機器等(計算機 50 台程度その他、出力装置、映像機器、ソフトウェアライセンス)に関し、維持管理(在庫確認、機器の更新に伴う設定・更新、ソフトウェアライセンスの確認)を実施するとともに必要な手続き及び管理台帳の作成に必要な作業を実施すること。

(2)OA 機器等や原子力機構基幹システム等の利用に関する指導

OA 機器等の利用に関し、敦賀総合研究開発センター 先進技術開発課（木崎）において随時なされる操作や設置に関する質問への対応、障害発生の防止対策やセキュリティ対策、障害発生時の対策を実施すること。

以 上

産業財産権特約条項

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構（以下「甲」という）と、受注者（以下「乙」という）が、仕様書作業を実施し産業財産権を生じた場合について、以下の通り条項を記載する。

（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。