

ペレット外観検査技術に関する合否判定プログラム更新

仕 様 書

目次

1. 件名	1
2. 目的及び概要	1
3. 作業実施場所及び作業実施期間	1
4. 納期及び納入場所	1
5. 合否判定プログラムの概要	1
6. 作業内容	2
7. 試験・検査	3
8. 支給品及び貸与品	3
9. 提出書類	4
10. 検収条件	4
11. 特記事項	4
12. 検査員及び監督員	4
13. 産業財産権等	5
14. グリーン購入法の推進	5

1. 件名

ペレット外観検査技術に関する合否判定プログラム更新

2. 目的及び概要

本発注仕様書は、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。）の「ペレット外観検査技術に関する合否判定プログラム更新」に関する発注作業の仕様を記述するものである。

原子力機構では、機械学習を利用した MOX ペレット（以下「ペレット」）外観検査の自動化を検討している。本件では、既に作成済みの機械学習プログラムが搭載するシステムを最新版にアップデートする。また、同じく既に作成済みの合否判定プログラム（CUI）に機能を追加し、GUI に改良する。

3. 作業実施場所及び作業実施期間

原則、受注者側施設にて作業を実施する。契約成立日以降、納期内に全作業を完了するものとする。

4. 納期及び納入場所

- | | |
|----------|--|
| (1) 納期 | 令和 8 年 2 月 27 日（金） |
| (2) 納入場所 | 〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松 4-33
日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所
MOX 燃料技術開発部
プルトニウム燃料第一開発室 二階 燃料開発課 居室 |

5. 合否判定プログラムの概要

現在の機械学習プログラム及び合否判定プログラムの概要は以下の通り。なお、両プログラムともに Ultralytics 社の「YOLOv8」を用いている。

(1) 機械学習プログラム

- ・ X-Anylabeling を用いて作成した画像ファイル及びラベルデータ（.json ファイル）を教師データに用いる。
- ・ YOLOv8 を用いて教師データから機械学習を行い、学習モデルを作成する（ファイル形式：.pt .onnx）。
- ・ 機械学習時のハイパーパラメータのチューニングが可能。
- ・ Data Augmentation 機能を搭載しており、水増しの各パラメータは調整が可能。
- ・ 作成した学習モデルの評価のため、未学習のデータに対して再現性を検証すること

が可能。その際、評価に必要な条件の調整も可能。

(2) 合否判定プログラム

- ・ペレットを含む画像から、機械学習によりペレット・欠け・割れのオブジェクトの検出を行う。これらはバウンディングボックスで囲われ、一つ一つを識別する。
- ・ペレットと欠陥（欠け・割れ）の紐付けを行う。同じ画面内にペレットが複数ある場合、バウンディングボックスの重なりが最も大きいもの同士で紐付けを行う。
- ・欠けと割れについて、閾値との比較を行う。欠けについては、ペレットの部分の面積（ピクセル数）に対する欠け部分の面積が、設定された閾値以上かで判断する。閾値は個別に設定できる。
- ・割れについてはバウンディングボックスが縦と横どちらに長いかで識別し、それぞれをペレットの円周方向と高さ方向と比較する。画像中に複数の割れのバウンディングボックスがある場合、割れの最大値を計算に用いる。また、割れの長さはバウンディングボックスの対角線の長さとしている。
- ・最終的な合否判定を行う。画像の場合は1枚の判定で終了し、映像の場合は1つのペレットに対して撮影した複数の画像から総合的に判断する。
- ・画像ファイルでの判定に加え、動画ファイルを読み込んで判定を行う方式（対応ファイル：avi,mp4）と、リアルタイムのカメラ映像（USBカメラ等）を読み込む方式から選択できる。
- ・動画には複数のペレットが映っていることがあるため、動画判定の際に同一ペレットを追いつけるトラッキング機能を有する。

6. 作業内容

6.1. 機械学習プログラムのシステムアップデート

現在の機械学習プログラム及び合否判定プログラムが搭載する Ultralytics 社製 YOLOv8 を YOLOv11 にアップデートする。また、アップデート後に機械学習プログラムが問題なく動作できるよう、調整する。

6.2. 合否判定プログラムの機能追加

実際の検査基準により近づけるため、以下の機能を追加する。

- ・一つのペレット内の一定の長さ以上の割れをすべて合計し、判定する。
ただし、判定に用いる割れの長さ、合否の基準となる合計の長さは任意の値に変更できる。また、割れは高さ方向と円周方向で区別して合計する。

6.3. 合否判定プログラムの GUI 化

昨年度開発した合否判定プログラムは、キーボードでコマンド入力をして操作を実行する CUI でのプログラムであったため、5.に示す現在の合否判定プログラムが有する機能を踏まえ、GUI 上で操作、設定及び実行ができるように、プログラムを改良する。具体的な画面構成及び機能については原子力機構と協議の上決

定する。

6.4. 作業報告書の作成

作成したプログラムの説明、環境構築方法、GUI の操作方法については、作業報告書(Microsoft Word の形式)として作成すること。

7. 試験・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

納入品のプログラム及び第 9 項の提出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 9 項の員数どおり完納されていること。

(3) 動作確認

納入品のプログラムが本仕様書に定める内容を満たし、問題なく動作すること。

(4) 貸与品検査

第 8 項の貸与品がすべて返却されていること。

8. 支給品及び貸与品

(1) 支給品

無し

(2) 貸与品

本作業で必要となる文献、資料、データ及びプログラム類は無償貸与する。なお、作業完了時は、全て返却すること。

9. 提出書類

- (1) 作業報告書 2 部
- (2) 作業に用いたデータを格納したメディア（DVD-R、USB メモリ等） 2 式

文書類の納品物はマイクロソフト社 Office 製品（Word、Excel 等）で閲覧可能な形式で作成すること。受注者は納期までに上記の納入品目を作成し、事前に内容について、原子力機構の承認を得ること。その後、電子ファイルと印刷物一式ずつを、DVD-R 等のメディアおよびファイリングした形で、原子力機構に納入すること。報告書類は原則として A4 版で作成すること。

（提出場所）

第 4 項で定めた納入場所に提出するものとする。

10. 検収条件

「第 7 項 試験・検査」に合格し、原子力機構が仕様書の定める業務が実施されたと認めた時を以て、業務完了とする。

11. 特記事項

- (1) 本仕様書に記載されている事項および記載のない事項について疑義が生じた場合は、原子力機構と協議のうえ、その決定に従うこと。
- (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、業務進捗状況、業務遂行に当たっての懸案事項・問題点及びその対処方法等について、原子力機構と受注者が確認して互いの認識を合わせるために、定期的に報告を行うこと。

12. 検査員及び監督員

- (1) 検査員
一般検査 管財担当課長
- (2) 監督員
MOX 燃料技術開発部 分析・検査課

13. 産業財産権等

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

14. 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

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。