

# 「建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステムの開発と性能検証業務」 仕様書

## 1. 適用

本仕様書は、発注者を「甲」とし受注者を「乙」として、国立研究開発法人建築研究所が発注する「建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステムの開発と性能検証業務」（以下、「本業務」という。）に適用する。

## 2. 業務概要

本業務は、令和3年指定課題研究「建築材料の状態・挙動に基づくRC造建築物の耐久性評価に関する研究」において実施される建築物の損傷・変状の評価のため、建設作業が可能となるAI画像認識によるドローンの開発とその検証を実証実験により行う業務である。

本業務の目的は、AIによる画像認識用カメラとロボットハンドシステムを無人航空機（ドローン）に搭載し、AIにより建設作業が可能となるようにドローンとロボットハンドシステムを適切に可動させる「ロボットハンド×AI×ドローンシステム」の開発を行う。そして「ロボットハンド×AI×ドローンシステム」を用いて、建設作業を伴う実証実験により性能検証を行う。

詳細は次に示す業務内容に従うものとする。

## 3. 業務内容

本業務は、次に示す各業務内容で構成される。なお、作業着手に先立ち、乙は、3.1及び3.2の業務について甲と協議する。

### 3.1 建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステムの開発

乙は、本システムを以下の各要素技術に分けて開発を行うこと。

#### (1) 本ドローンシステムの開発要件

本システムは、「政府機関等における無人航空機の調達等に関する方針について」(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/pdf/siryou15.pdf>)に従うものとする。また、ドローンを制御するプログラム及びソフトウェアはログの詳細解析が可能とするものとしオープンソースのArduPilotを使用すること。

#### (2) 建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステムの想定される作業

建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステムは、以下の一連の作業を満足するものとする。

- ①【物体特定】空中でドローン飛行をしている状況下で、建設資材（ボルトなど）を可視カメラとAIにより画像認識・特定する。
- ②【物体接近】建設資材が置かれている位置に対して、カメラ画像による自動捕捉と距離認識機能を具備する。

- ③【物体採取】②の位置捕捉機能により、ドローンが建設資材に近づき、建設作業型ロボットハンドにより採取する。
- ④【物体移動】上空の外壁等への部位までドローン飛行により建設資材を移動させる。
- ⑤【物体残置】建設作業型ロボットハンドにより、所定の部位に建設資材を挿入・固定する。

### (3) 建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステムの構成

「建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステム」一式は、以下の4項目から構成すること。

- ①ドローン（無人航空機）：1機
- ②建設作業型ロボットハンドシステム：1本
- ③建設作業型ロボットハンドを稼働させるための可視カメラ：一式  
(①と②の制御を兼ねる場合は1台、①と②の個別制御は2台とする。)
- ④可視カメラ(③)により画像認識するAIプログラム：1式

### (4) 建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステムの各構成の概要

#### (4-1) ドローン（無人航空機による回転翼型）

- ・ドローンは回転翼型のドローンとし ArduPilot のオープンソースプログラムにより制御され、ドローンの上に建設作業型ロボットハンドが搭載可能なペイロードと固定する装置を持つものとする。
- ・ドローンの位置制御の情報はGPS及び気圧計により取得できるものとする。
- ・ドローンの制御にはスマートフォンあるいはPCによる制御が可能であること。
- ・ドローンの飛行は自動飛行が可能で遠隔操縦ができること。
- ・ドローンの制御ソフト(GCS)はMission Plannerとする。

#### (4-2) 建設作業型ロボットハンドシステム

建設作業型ロボットハンドシステムはプロポ（操縦機）による遠隔操縦、及びドローンに搭載するカメラのAI画像認識技術による自動操縦の両方可能なものとする。

建設作業型ロボットハンドシステムは①肘継手、②手継手、③ハンドの3つから構成されるものとし、以下に各機能を示す。

- ①肘継手は、ドローンと②手継手を接続する部位であり、物体を確保するためのアームの機能を持つものとする。
- ②手継手は、①肘継手と③ハンドを接続する部位であり、ハンドを360度回転させるための機能を持つものとする。
- ③ハンドは、物体を採取するための機能を持つ。

#### (4-3) 建設作業型ロボットハンドシステムを稼働させるための可視カメラ

- ・可視カメラは、①ドローンによるFPV飛行の機能を持ち、また②建設作業型ロボットハンドシステムの遠隔操縦及びAI画像認識のために用いる。なお、①と②は同一のカメラ、あるいは①と②の個別のカメラのどちらでも可能とする。

- ・ドローンには 4K と同等の静止画・動画の撮影が可能な可視カメラを搭載していること。
- (4-4) 可視カメラにより画像認識する AI プログラム

AI プログラムは可視カメラを通して、①物体を認識し、ドローン及び建設作業型ロボットハンドシステムが物体の位置情報を取得し位置制御が可能な機能を具備するものとする。

### 3.2 性能検証実験

「3.1 建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステム」で開発した性能検証を行うため、以下の実証実験を行う。なお、実験において甲乙と事前に協議することとする。

#### (1) 使用するシステム

使用するシステムは、「3.1 建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステム」で開発したシステムとし、実証実験に関わるドローンの賠償保険（対人・対物事故に関わる賠償リスクを補償する保険）及び機体保険に加入していること。

#### (2) 実験概要

- ・実験場所は、建築研究所内の敷地（屋外）及び実験棟（屋内）とする。
- ・建設資材は、キャリブレーション用として①ボール：直径 40 mm（重量 2.7g）、資材として、②ボルト：M6×25（ねじ径 6 mm、長さ 25 mm）とする。
- ・建設資材を残置するために空中に設置された部位の挿入穴は、100 mm、50 mm、25 mm、10 mm、6 mmとする。
- ・実験方法は、「3.1(2)建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステムの想定される作業」の各工程を実施し、作業の性能を検証する。
- ・飛行終了後に、撮影データ、ロボットハンドシステムの稼働データ、飛行データを分析して精度の比較検証をする。

### 3.3 報告書の作成

本業務で得られた成果を整理し、報告書としてとりまとめる。

## 4. 打合せ協議

履行期間中に、3回（業務着手時、中間時、報告書とりまとめ時）を基本として担当者と打合せ協議を行うものとする。

## 5. 本仕様書に関する疑義

本仕様書に記載している事項について疑義が生じた場合は、速やかに甲と協議し、その指示に従うものとする。

## 6. 成果品

乙は、次のものを成果品として提出する。

・ 報告書	1 部
・ 業務で収集した資料等	1 部
・ 「建設作業型ロボットハンド×AI×ドローンシステム」	1 式
・ 飛行制御プログラム	1 式

## 7. 成果の帰属

本業務により生じた成果は、全て甲に帰属するものとする。また、その成果を甲が取り扱う場合（使用、改変、公開等を想定する）、取り扱い上の制限はないものとする。

## 8. 履行期間

契約締結の翌日から 2022 年 2 月 25 日（金曜日）まで

## 9. 成果物の納入場所

国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ  
〒305-0802 茨城県つくば市立原 1 番地

## 10. 検査

本仕様書に基づく成果については甲の検査に合格しなければならない。

## 11. 秘密の保持

本業務に関しての内容及び収集した資料等については、国立研究開発法人建築研究所の承諾がない限り他に漏えいさせてはならない。

## 12. 担当者

材料研究グループ 主任研究員 宮内博之