

完了報告書

日本財団 会長 笹川 陽平 殿

報告日付: 2024年10月31日

事業ID: 2023021437

事業名: 多関節アームロボットによる海洋プラント点検システムの開発(2年目)

団体名: 株式会社ハイボット

代表者名: ミケレ・グアラニエリ

TEL: 03-5791-7526

事業完了日: 2024年10月31日



■契約時

事業費総額	:	71,750,000 円
自己負担額	:	14,350,000 円
助成金額	:	57,400,000 円

■箇所は【フォーム】収支計算書より自動転記

■事業完了時

事業費総額	:	85,583,514 円	収支計算書の黄のセルの値
自己負担額	:	28,183,514 円	収支計算書の緑のセルの値
助成金額	:	57,400,000 円	収支計算書の赤のセルの値。千円未満は切捨
助成金返還見込額	:	0 円	(収支計算書の青のセルの値)

1.事業内容

助成契約書記載の事業内容(予定)と、事業完了時の事業内容(実績)を対照可能とするため、助成契約書と一緒に綴じている「事業計画」の事業内容欄を転記した上、体裁を変えずに結果を記入してください。  
なお、事業内容を複数設定している場合は、各事業内容ごとの完了時の実績を個別に記入してください。事業内容が4つ以上ある場合は、一つの事業内容ボックスに複数ご記載頂いて構いません。

■事業内容1

(1)助成契約書記載の事業内容(予定)

1. 多関節アームロボットの改良  
(1)期間: 2023年6月~2023年12月  
(2)場所: ハイボット本社(東京都)  
(3)内容:  
a. 金属腐敗や肉厚を計測するための新たなセンサーの追加  
b. ロボットの設置土台の軽量化  
c. 現場での作業に合わせたハードウェア及びソフトウェアの改良

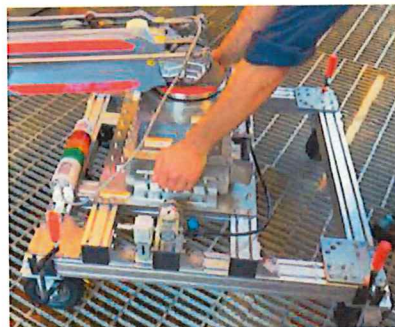


(2)事業完了時の事業内容(実績)

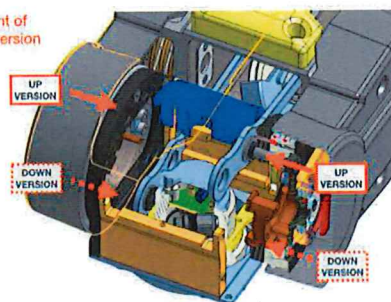
1. 多関節アームロボットの改良  
(1)期間: 2023年6月~2023年9月  
(2)場所: ハイボット本社(東京都)  
(3)内容:  
a. 新しいベースフレームのテスト  
b. ロボットの設置土台の軽量化  
c. 現場での作業に合わせたハードウェア及びソフトウェアの改良

### (3)成功したこととその要因

キャスターを取り付けた新しいベースフレームをテスト。新しい小型のベースフレームは、キャスターを使って簡単に移動できることが確認された。また、ベースユニットを新しいフレームの上にスライドさせることで、ベースユニットを組み立てることができた。ソフトウェアはモックアップでテストされ、マンウエイの検出が可能であることが確認された。下降動作の新設計もスタートした。



1. Development of down-facing version



### (4)失敗したこととその要因

このテスト段階では、特に問題は見つからなかった

### (5)事業内容詳細

別添「hibot\_FINAL\_report\_2023\_2024」をご参照ください。

## ■事業内容2

### (1)契約時の事業内容

#### 2. 多関節アームロボットの稼働テスト

- (1) 期間: 2023年10月
- (2) 場所: 日本国内の実証実験施設
- (3) 内容: ハードウェアの改良を行うため、現場で想定される一連の作業(組立・駆動確認・点検データの取得・解体等)の確認

### (2)事業内容の実施(完了)状況

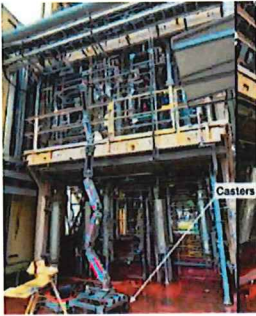
#### 2. 多関節アームロボットの稼働テスト

- (1) 期間: 2023年10月
- (2) 場所: 米国 Houston Shell施設
- (3) 内容: ハードウェアの改良を行うため、現場で想定される一連の作業(組立・駆動確認・点検データの取得・解体等)の確認



### (3)成功したこととその要因

システムの可搬性は、シェル施設のマンウェイを通る動作も含めてテストに成功した。  
また、フレームのキャスターを回転させることができるため、ベースを地面に固定する際に便利であることが確認された。



### (4)失敗したこととその要因

ベースの移動にかかる時間は短縮されたが、ロボットの制御ユニットをベースに固定するスペースがないと、やはり時間がかかってしまう。  
また、ボルトを使ったベースの固定にも時間がかかる。

### (5)事業内容詳細

別添「hibot\_FINAL\_report\_2023\_2024」をご参照ください。

### ■事業内容3

#### (1)契約時の事業内容

3. 多関節アームロボットの生産  
(1)期間:2023年12月~2024年3月  
(2)場所:ハイボット本社他国内の製造施設  
(3)内容:設計改良後のロボットを1台生産

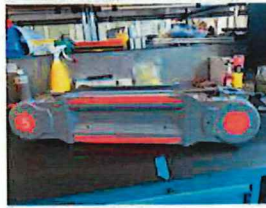
#### (2)事業内容の実施(完了)状況

3. 多関節アームロボットの生産  
(1)期間:2023年6月~2024年10月  
(2)場所:ハイボット本社他国内の製造施設  
(3)内容:設計改良後のロボットを1台生産



#### (3)成功したこととその要因

1番から6番まですべてのリンクが生産された



#### (4)失敗したこととその要因

ロボットのメーカー選定が遅れ、部品調達が遅れた。

#### (5)事業内容詳細

INPEXの新しい設備でフロントアームのテストに成功し、新しいベースフレームやその他の機能を確認しました。これにより、断熱材下の腐食検査の追加ツールとして、新たなビジネスチャンスが生まれました。



■事業内容4

(1)契約時の事業内容

4. 海外実証実験  
 (1)期間:2024年4月  
 (2)場所:アメリカテキサス州、ルイジアナ州(DeepStarの実験施設)  
 (3)内容:  
 a. 実際の作業現場を模した環境での多関節アームロボットの運用テスト  
 b. 多関節アームロボット使用用途の検討



(2)事業内容の実施(完了)状況

4. 海外実証実験  
 (1)期間:2024年5月  
 (2)場所:アメリカテキサス州、ルイジアナ州(DeepStarの実験施設)  
 (3)内容:  
 a. 実際の作業現場を模した環境での多関節アームロボットの運用テスト  
 b. 多関節アームロボット使用用途の検討

(3)成功したこととその要因

アメリカではいくつかのテストが行われ、ベースフレームの可動性、アームの下降動作、ガスセンサー、自律的な動きのためのソフトウェア開発など、すべての新機能が開発された。より詳細な情報は別添「hibot\_FINAL\_report\_2023\_2024」をご参照ください。

(4)失敗したこととその要因

施設でのテストでは特に問題は見つからなかった。

(5)事業内容詳細

この下向きの動きは、ヨーロッパの原子力施設でもタンクの検査用にテストされた。結果は大成功だった。さらにこのロボットは、2023年12月にイギリスのサウスハンプトンにあるエクソンモービルの施設でもテストされた。より詳細な情報は別添「hibot\_FINAL\_report\_2023\_2024」をご参照ください。

2. 契約時事業目標の達成状況:

(1)助成契約書記載の目標

2023年度は、  
 (1)腐敗や肉厚を計測する新しいタイプのセンサーを追加  
 (2)多関節アームを安定して延ばせる基台の開発  
 (3)多関節アームの制御ソフトウェアの開発  
 (4)オフショアに適用するためのソフトウェアプラットフォームの改善を行う。

(2)目標の達成状況[700文字以内]

入力文字数	594	文字数チェック	OK
新しい移動フレームは、ロボットのリンクを分解することなく、組み立てたシステム全体を移動させるのに効果的であることが証明された。ロボット全体は、狭い通路を通るさまざまな検査場所でも問題なく簡単に移動できた。さらに、車輪の組み立てと取り外しに利用された空気圧リフターも効果的であることが証明された。 また、マンウェイの適合に使用される新しいソフトウェア・モジュールは、試験施設にある小さなタンク内で確認された。さらに下降動作の確認も行った。ベースフレームをフォークリフトにセットし、ロボット全体をモックアップ施設の1階フロアに持ち上げてデッキ下点検をシミュレートし、下降動作の検証を行った。 最後にガスセンサの確認も行った。センサーはエンドエフェクタの先端に取り付けられている。試験施設内に実際のELIガスを使用した環境を用意することはできなかったが、以下のように両機能が動作することを確認した: -ユーザーインターフェースで設定した最低ガス濃度に達した後、自動的にシステムの電力をシャットダウンする。 -ユーザーインターフェースで設定した最低ガス濃度に達した後、システム内の電力が自動的にシャットダウンされる。 ロボットユニット1台のリンク生産に最適な生産者の選定に時間がかかったため、生産が遅れた。世界的な生産の影響を受けている主要部品の調達遅れにより、さらにいくつかの遅れが生じた。			

### 3.事業実施によって得られた成果

フェーズ2の開発目標は、私たちのビジネス活動にとって非常に効果的だった。実際、下降動作はヨーロッパの原子力施設の検査でテストされ、利用されました。さらに、キャスト付きの新しいベースは、現在、主要なベースフレームとなっており、日本の石油・ガス会社数社でサービスに利用されているほか、タイでも大手石油会社がロボットを1台購入することを検討している。特にガスセンサーを使用することで、タイの石油会社にロボットを受け入れてもらうことができた。また、検査プロバイダーのヴァンソット社とともに、日本だけでなく欧州のインフラ施設でもサービスを提供している。石油・化学会社数社での成功が引き金となり、米国で展開するロボットの追加ユニットを早急に用意する必要が生じた。このレポートを書いている時点では、中東の企業もオフショア施設でロボットの初使用を計画している。

### 4.活動を通じて明らかになった新たな課題と対応案

新型のベースは地面に近すぎることが判明し、凹凸のある地形ではベースのフレームが地面に接触してベースの動きを妨げる場合があった。しかし、すぐに再設計され、米国と同様に日本でのいくつかの現場で使用できるようになった。現場での試験で生じたもうひとつの改善点は、エアコンプレッサーやバッテリーを含むすべてのコンポーネントをロボットのベースに取り付ける必要があったことだ。この新しい構成もすぐに利用可能になり、現在BASF社の施設で使用されている。

### 5.事業成果物

#### (1)助成契約書記載の成果物名称

海外実証実験時のレポートをまとめ、オフショア設備保有者に対する報告を行い、今後の多関節ロボットアームの活用可能性を探求する。具体的には、実試験現場で取得した画像データや、3Dポイントクラウド、あるいは新センサーから取得した電磁波超音波データや、実施オペレーションの作業報告など、将来的な実運用を想定したものを、報告することとする。



#### (2)事業完了時の成果物名称

別添「hibot\_FINAL\_report\_2023\_2024」では、1年間の開発期間中にフィールドテストにより確認された成果物の全写真を掲載しています。特にセッション6と7をご参照ください。

#### (3)未作成となった要因

なし

#### (4)成果物を登録したウェブサイトのURL

[https://nippon.zaidan.info/nf\\_lib/nf\\_libServlet/nf\\_lib1050?np=1019&iigyo\\_id=0000098904](https://nippon.zaidan.info/nf_lib/nf_libServlet/nf_lib1050?np=1019&iigyo_id=0000098904)