

プログラム名：タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名：田所 諭

プロジェクト名：ロボットコンポーネント

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 29 年 度

研究開発課題名：

TRC における細径索状ロボットの移動・探索技術課題解決への研究開発

研究開発機関名：

京都高度技術研究所

研究開発責任者

鄭 心知

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本年度では、細径索状ロボットプラットフォーム(RPF)へ追加する技術コンポーネントである「能動セグメント(ASG)」と「マルチモーダル探索センサユニット(MMSS)」を含む「先端能動機構(LAM)」の研究開発およびその RPF との統合を行なうにあたり、次のように研究課題を設定しそのそれぞれの実施内容を計画した。

課題1. LAM の開発

課題1-1. ASG の設計・製作・評価・維持

- ・現保有製作品性能の維持・必要な修繕/改良/機能追加を実施する。

課題1-2. MMSS のカスタマイズ設計・製作・評価・維持

- ・現保有製作品性能の維持・必要な修繕/改良を実施する。

課題1-3. MMSS・ASG・RPF 系の開発 1 - 統合・調整

- ・前年度実施の機械的・電氣的統合に対し今年度第 1, 2 回フィールド評価に向け必要な改良と調整, 性能維持を実施する。

課題1-4. MMSS・ASG・RPF 系の開発 2 - 計測・制御・通信ソフトウェア

- ・前年度の各セグメント単体動作および統合動作ソフトウェアの基本開発に対し今年度第 1, 2 回フィールド評価に向け改良と動作整合などの調整/機能追加を実施する。

課題2. 情報表示・操作入力インタフェース開発

- ・前年度の基本インタフェース機能に追加して, 各セグメント単体動作, 統合動作の順に, その状態監視とともに, 動作環境理解のための表示情報補正および作業効率向上のための半自律動作制御機能を含む情報表示・操作支援インタフェースの構築を実施する。

課題3. 実証テスト

課題3-1. 研究サイト内フィールド評価試験

- ・研究サイト内小規模評価フィールドを今年度実施の評価試験に向け完備し, 統合動作性能試験を実施する。

課題3-2. プロジェクトフィールド評価試験

- ・プロジェクト設置の評価フィールドにて, 統合システムの評価試験, ならびにフィードバック改良を実施する。

これら計画課題の本年度達成目標はそれぞれ次のように設定した。

課題 1 に係り,

課題1-1. ASG について, ・第 1 試作の性能目標である, Minimum Success 所定の移動走破性能中, 平面~30° 斜面までの性能の実現可能環境と性能限界の明確化を実現する。

- ・現保有製作品について, その構成機械部品の磨耗等経年劣化に備え必要な分解点検・修繕・予備部品の順次保有を行ない, その動作および性能の維持を实

現する。

- ・側面近接覚素子の組込みを行ない、課題2のうち当該実施内容および達成目標のためのハードウェア基盤を実現する。

課題1-2. MMSS について、

- ・現保有製作品について、その機械構造部品や電子回路組成の経年劣化に備え必要な分解点検・修繕・予備部品の順次保有を行ない、その動作および性能の維持を実現する。

- ・現保有製作品に対しより小型でメンテナンス性のよい機能限定品の検討を行ない、その基本性能を維持して構成する可能性の明確化を実現する。

課題1-3. 課題1-1のASG・課題1-2のMMSSとRPFの機械的・電気的統合・調整において、走行戦略の策定およびそれを容易にする機械的・電気的統合の改良によって、前年度実現走破性の向上を実現する。

課題1-4. MMSS・ASG・RPFの統合計測・制御・通信ソフトウェアにおいて、

- ・メタ操作指令による動作制御を行なう統合動作ソフトウェアを実現する。
- ・近接覚素子による側面環境距離・姿勢の計測ソフトウェアを実現する。

課題2に係り、

- ・システム動作状態のリアルタイム監視・警告・保護、IMU情報を利用した情報表示補正MMSS、および制御動作の半自律機能を操作PC上で実現する。

- ・環境理解と動作制御に利用する環境情報に、前方環境映像を補完する側面環境検知機能を構築し、順次3側面、6側面の検知機能を実現する。

課題3に係り、

課題3-1. 課題1-1～1-4および課題2のシステムの統合動作について鉛直下向き動作のフィールドデモが達成するように、試験評価・フィードバック改良を実現する。

課題3-2. 課題1-1～1-4および課題2のシステムの鉛直下向き動作のフィールドデモを行ない、評価・フィードバック改良を実現する。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

課題1においては、(1-1)ASG第1試作について、(a)プロジェクト模擬フィールドおよび屋外実フィールドにおいて現行の推進出力機構を用いた走行試験に走破性能確認および試験データ取得を、(b)現保有製作品への必要な分解点検・修繕でフィールド評価会やユーザー企業向けデモ時の動作・性能の維持を、(c)設計・製作の追加で側面近接覚素子の組込み・課題2の関連実施内容のハードウェア基盤を、すべて実現した。

(1-2)MMSS第1試作について、(a)現保有製作品への機械・電子組成への必要な分解点検・修繕でフィールド評価会やユーザー企業向けデモ時の動作・性能の維持を、(b)現保有製作品に対する小型化・機能限定品に必要な基本構成装置および構成装置調達・処理機能分散・集約の実現可能性・安定性および課題・障害の調査・検討を、すべて

実現した。(1-3)MMSS・ASG・RPF 統合機において、走行時の耐衝突性向上のためのMMSS防護対応、およびASG・RPF間動作の機械的柔軟性向上のための連結戦略の追加・改良を行なって、前年度実現走破性の向上を実現した。(1-4)MMSS・ASG・RPF 統合機における計測・制御・通信において、ASGとRPFとの統合動作制御ソフトウェア構成の見直しを経てより上位で集約された操作指令に対応するものへの再構築などメタレベルの操作指令による動作制御を、また課題(1-1)-(c)で新たにASGに組み込んだ側面近接覚素子の基本動作ソフトウェア(ファームウェア)および近接覚素子情報を用いたASG側面環境の距離・姿勢の算出・表示ソフトウェア構築を、それぞれ実現した。すなわち、本課題は本年度の目標をすべて達成した。

課題2において、MMSS・ASG・RPF 統合制御インタフェースソフトウェアにおいて、(a)統合機動作に係わる制御指令、センサ情報のテキスト的・グラフィック的表示に加え、各セグメントの動作状態に係わる供給電圧、駆動電流、モジュール温度、関節角度のリアルタイム監視、およびそれら限界値に対する警告・自動保護、ならびにIMU情報を利用した3次元補正・変換によるロボットの転がりによらない映像情報表示・操作主軸変換(「映像・操作スタビライザー」)を、(b)課題1で追加構築し近接覚装置を用いたASG側面環境検知をASGの6側面について機能させる計測・グラフィック表示ソフトウェアを、すべて実現した。すなわち、本課題は本年度の目標を達成した。

課題3において、(3-1)課題(1-1)～(1-4)および課題2の統合機について、小規模ながらも柔軟な構成を活かして、これまでの構築フィールドへの資材追加による研究サイト内フィールド追構築を行いながら、その鉛直降下の連続動作の試験・フィードバック改良ができた。(3-2)課題(1-1)～(1-4)および課題2の統合機について、2度のプロジェクト模擬フィールド評価会および屋外実フィールドで鉛直降下の連続動作のデモおよび試験を行ないその機能と性能を示した。すなわち、本課題の本年度目標をすべて達成した。

2-2 成果

- ・LAMにおける映像・操作スタビライザー機能の開発・実装・作業性向上の実現。
- ・LAMにおけるASG内蔵側面近接覚環境検知機能の追加実装・設定機能の実現。
- ・LAM・RPF統合機の鉛直降下連続動作の模擬フィールド評価および屋外実フィールド試験、設定目標機能の達成。
- ・計測情報表示・動作制御統合インタフェースにおけるシステム動作状態監視・保護機能強化・操作支援の実現。
- ・研究サイト内小規模評価フィールドの追構築、鉛直投下連続動作評価の実施。

2-3 新たな課題など

- ・統合機の超堤性等更なる移動走破性能の向上。
- ・MMSS動作時の更なる熱散逸と安定性およびその小型化。

3. アウトリーチ活動報告

研究開発で得られた成果について、プロジェクト実施のフィールド評価会で COCN メンバー等企業向けの展示・実機デモに加え、屋外実フィールドにおける試験、ロボティクス・メカトロニクス関連学会年次講演会での口頭発表・実機デモ、およびユーザー（企業）候補への技術紹介・システム提案などを行なった。