

安全保障技術研究推進制度 令和3年度終了課題 終了評価結果

1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：昆虫の脚の接着機構の基礎研究と移動体への実装
- (2) 研究代表者：物質・材料研究機構 細田 奈麻絵
- (3) 研究期間：令和元年度～令和3年度

2. 終了評価の実施概要

日時：令和4年11月22日

場所：ビジョンセンター浜松町

評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授

平澤 洽 (委員長)

横浜国立大学 大学院環境情報研究院

人工環境と情報部門 教授

上野 誠也

東京理科大学 理工学部 機械工学科 教授

荻原 慎二

長崎海洋産業クラスター形成推進協議会 副理事長

東京大学 名誉教授

木下 健

東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所 教授

佐藤 千明

宇宙航空研究開発機構 航空技術部門

航空利用拡大イノベーションハブ 特任担当役

嶋 英志

大阪大学大学院 工学研究科マテリアル生産科学専攻 教授

中野 貴由

公共投資ジャーナル社 論説主幹

吉葉 正行

(委員長以外は五十音順・敬称略)

3. 研究と成果の概要

研究の概要

本研究は、生物模倣（昆虫をモデル）に基づく新しい発想の移動体の開発を目的としたもので、特に、陸上も水中も歩行できる昆虫の優れた脚の接着の原理を解明し、その原理に基づく接着性移動体の基礎研究を行い、実証実験（試験ロボットへの実装）を行った。また、濡れていても滑らない接着機構を開発し、ロボットに実装して

濡れた環境での歩行を検証した。

成果の概要

テントウムシの脚裏に働く分子間力が接着に寄与する主要な原理であることを解明した。また、解明した接着のメカニズムをもとに材料を選定し、親水・疎水表面制御技術及び脚裏の毛の形状を模倣した微細毛材料の加工技術を確立し、人工接着機構を設計・製作した。さらに、テントウムシの歩く仕組みを取り入れることで、接着・剥離が可能な機構とした。製作した人工接着機構を試験ロボットに装着して、濡れた傾斜面でも接着・剥離の繰り返しにより、滑らずに登坂させることに成功した。

4. 終了評価の評点

S 当初は想定されていなかったような、非常にすばらしい成果をあげた。

5. 総合コメント

本研究は生物模倣に基づく新しい発想の移動体の開発であり、対象としたテントウムシの脚の接着構造と機構の解明、及びそれをロボットの歩行等に応用したことに対して特筆すべき評価をすることができる。

多方面の専門家が有機的に連携を取っており、研究全体の達成度が高く、今後の発展性も望める。移動体が急斜面を登る実績など、計画外の有意義な成果も得られている。今後は基本的な動作原理に関する知見を得るための基盤研究展開を期待したい。

6. 主な個別コメント

- 脚先端のミクロな接着構造やマクロな脚の駆動機能など生物の活動原理をうまく抽出し、サイズも構造もかなり異なる人工物の設計に巧妙に利用して、応用範囲の広い基礎技術の構築に成功している。
- テントウムシの足の接着メカニズムを解明し、試験ロボットの接着歩行機構に応用し、設計手法を明らかにしており達成度は高い。
- 水中においても乾燥環境と類似の接着性を示すことを見出している。さらに、急な角度を持つ坂道において、壁を登るようなロボットの接着性を証明している。
- 初期の目標は十分達成されている。副次的成果も得られており、今後の発展性が期待できる。
- 接着を必要とするロボットその他、様々な分野に発展可能である。
- 論文成果や各種広報など、成果の公表が十分に行われ、しかも論文引用件数や社会からの反響も大きい。
- 異なる専門性を有する研究者の効率的な研究体制を構築して優れたコラボレーションを実現しており、効率的なマネジメントが実現できている。
- 大きさ、ペイロードについて制限がないか疑問を感じた。この機構を利用する動物は大きさが限定されていることは、示唆的と思う。