

小型精密ロボットの無線化と自律化を実現

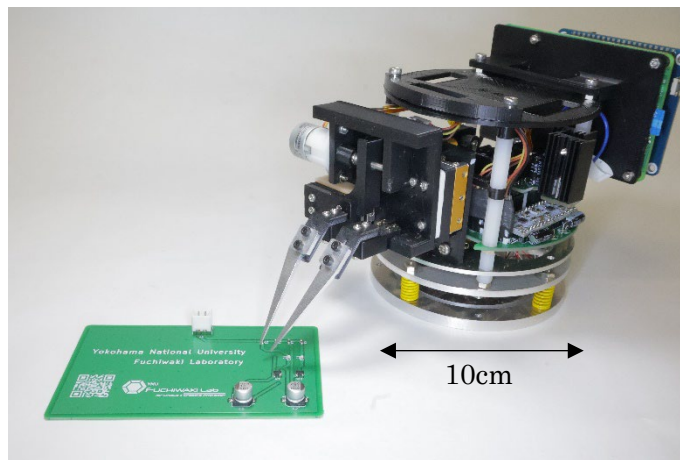
閉鎖空間での有害物質・生体試料の精密操作の自動化にも応用可能

本研究のポイント

- ・全方向移動かつ任意軸回転できる精密自走機構の駆動回路の小型化と自律化に成功
- ・無線型の小型精密自走ロボットの自律作業を実現したのは世界初
- ・ドラフトチャンバー等の狭い空間での有害物質・生体試料の精密操作の応用に期待
- ・複数台による協調作業により小型ロボットファクトリの実現へ一歩前進
- ・片手で一般的な事務机の上に設置でき直ちに作業開始できるため、高い汎用性を持つ
- ・顕微鏡の倍率に対応して cm から nm のマルチスケールの作業に適用できる

【研究概要】

横浜国立大学の瀧脇大海准教授らの研究グループは、圧電素子によって駆動する、手のひらサイズの高精密作業ロボットの無線化と自律化に成功しました。ナノメートルの分解能と無制限の移動範囲、全方向への直進・任意点での回転動作が可能であり、汎用性の高い精密作業能力を持つことが特長です。小型（10 cm）であるため、クリーンベンチ、ドラフトチャンバー内での精密作業、有害物質の精密操作の自動化に応用できます。



【社会的な背景】

携帯電子機器の小型化・精密作業の多軸化が進むにつれ、従来の固定型位置決め技術は、位置決め範囲に制限があり、微小部品に対して重量が過大であるためエネルギー効率の改善が必要となる。作業スペースの縮小に伴い、電子・生物・医療・化学分野では、閉鎖・隔離環境での精密な自律操作に対応できる小型作業ロボットの潜在需要が高まっている。

【研究成果】

汎用性の高い精密作業を得意とする高精密作業ロボットの自律化と無線化に

初めて成功した。デモンストレーションとして、ドラフトチャンバー・クリーンベンチを模倣した環境で、画像認識、機械学習を活用し、位置決め誤差 0.5 mm、角度誤差 1° で数 mm の電子部品のピック&プレース、0.5mm の微小液滴の精密配置の自動化を実現した。

【今後の展開】

今後は、小型かつ無線駆動能力を生かして、既存機器への機能追加、クリーンベンチ、ドラフトチャンバー内での精密作業、有害物質の精密操作の自動化、複数台での協調作業による多機能化、ファクトリー・ラボラトリーオートメーション、電子機器分野、生物、医療、化学、半導体分野、MEMS 分野へ応用が期待されます。

【謝辞】

本研究の成果の一部は 2024 年度高橋産業経済研究財団、NSK メカトロニクス技術高度化財団、中西奨学会の助成を受けました。研究室一同謝意を表します。

【用語解説】

積層型圧電素子

：電圧をかけると僅かに伸縮する電子部品、逆に力を加えると電圧を発生する。

ホロミック自走機構

：全方向への直進・任意点での回転動作が可能な自走機構。

ドラフトチャンバー

：有害ガスを屋外に排気することで作業者を保護する換気機能付きチャンバー、排気を滅菌する事で、バイオハザード対策用の安全キャビネットとなる。

クリーンベンチ

：ゴミやホコリ、浮遊微生物などの混入（コンタミネーション）を防ぐために一定の清浄度レベルになるように管理された囲いの付いた作業台。

【論文情報】

- ・ 掲載誌：Advanced Intelligence Systems
- ・ 題 名：Untethered Autonomous Holonomic Mobile Micromanipulator for Operations in Isolated Confined Spaces.
- ・ 著 者：Ryosuke Kinoshita, Rintaro Minegishi, Chihiro Sekine, Yohei Tsukui, Yuta Sunohara, Yuko Nishimura, Shogen Sekiguchi, Ohmi Fuchiwaki
- ・ 掲載先：<https://doi.org/10.1002/aisy.202400872>

本件に関するお問い合わせ先

横浜国立大学 大学院工学研究院 准教授 瀧脇大海

045-339-3693、fuchiwaki-ohmi-xk@ynu.ac.jp