

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：12601

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2012～2016

課題番号：24104001

研究課題名(和文)分子ロボティクスの支援と広報

研究課題名(英文)Support and publicity of molecular robotics

研究代表者

萩谷 昌己(Hagiya, Masami)

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授

研究者番号：30156252

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,000,000円

研究成果の概要(和文)：領域メンバー全員の出席する領域会議を9回行った。公開シンポジウムを年1回開催し、2017年7月に最終公開シンポジウムを開催する予定である。研究会は19回開催した。国際会議併設公開シンポジウムを2回主催した。

HP (<http://www.molbot.org>)から情報発信を続け、年4回のペースでニュースレターを発行した。

学部学生を対象とする国際生体分子デザインコンペティションの支援を行った。国内予選5回を主催し、解説書を執筆した(国際委員会により英訳される予定)。高校生を対象とした講習会ひらめき ときめきサイエンスを2回実施した。企業向けのビジネス展にブースを4回出展した。

研究成果の概要(英文)：The area meeting attended by all the area members was held 9 times. The open symposium was held once a year and the final one is planned in July 2017. Research workshops were held 19 times. The area also sponsored the open symposium in two international conferences.

The home page (<http://www.molbot.org>) continued submitting information about the area, and the news letter was published four times a year.

The area supported the international biomolecular design competition for undergraduate students by sponsoring the domestic preliminary contest five times and writing a textbook, which is planned to be translated to English by the international committee. The workshop for high school students (hirameki-tokimeki science) titled "Make and play with DNA origami" was held twice. A booth was put four times in exhibitions for companies (MEMS and Nano-Micro Business).

研究分野：コンピュータ科学

キーワード：分子ロボティクス ナノマシン ナノバイオ DNAコンピュータ 知能ロボティクス

1. 研究開始当初の背景

より高い環境適応性や自己修復能力などの高度な機能の実現を目指して、さまざまな自己組織型ロボットの研究が行われている。制御を工夫するだけではこれらの機能は実現不可能であり、たとえば、ロボットを多数のモジュールで構成することにより、モジュールの組み換えや交換を自動的に行うことなどが考えられている。しかし、これらのロボットは外部に電源や制御装置を必要とする。マイクロ ミリサイズの完全自立型のロボットを実現するためには、プロセッサやモータ動力源などを、分子レベルのデバイスの組み合わせで構成する分子ロボティクスアプローチが不可欠である。

2. 研究の目的

分子ロボティクスとは、分子そのものを設計し、分子の自己集合によって、原子分解能をもつ人工物を作り上げる方法論のことである。分子ロボティクスにより、あらゆる人工物が分子レベルの精度を持つようにすれば、生体機能を人工的に再構築できるだけでなく、分子レベルの自己修復、自己改変といったことが可能となり、医療、食料、エネルギーをはじめ、さまざまな分野への波及効果は計り知れない。技術立国のほか生き残るすべのない我が国としては、今まさに起こりつつあるこのパラダイムシフトを先取りしていくことが必要不可欠であり、本研究では、分子ロボティクス学術領域の確立と、そのための人材育成を目的とする。

3. 研究の方法

総括班では、研究者間の連携が円滑に行えるよう、領域全体のコミュニティのオープンな雰囲気作りを大切にする。そのためメンバー相互の人脈づくりの場の提供に努める。また、周辺の学術分野へのフィードバックのため、関連研究者に向けたシンポジウムや、一般や高校生向けなどのアウトリーチ活動にも力を入れる。具体的には

- ◇ 毎月の研究会、および領域会議、公開シンポジウムの開催
- ◇ ウェブ、刊行物(パンフレット等)、レター等を通じた広報・啓蒙活動
- ◇ 関連研究者や一般、高校生に向けたシンポジウム、チュートリアル等の開催
- ◇ 学生や若手研究者の活動の支援(学生分子設計コンテスト等)
- ◇ プロジェクトに関する国内国外アドバイザーによるアドバイス
- ◇ 分子ロボティクスの将来構想検討
- ◇ 共有の実験設備の整備と保守
- ◇ 共有の実験設備を利用した講習会等の活動に取り組む。

4. 研究成果

領域会議および公開シンポジウム
領域メンバー全員の出席する領域会議を

計9回行った(2012年9月10日,12月15-16日,2013年4月13日,5月25-26日,8月24-25日,2014年3月14-16日,2015年3月10-12日,2016年3月14-16日,2017年3月11-13日)。

新学術領域分子ロボティクス公開シンポジウム(CBI学会と共催)を年1回,10月頃に東京船堀タワーホールで開催した。

また,2017年7月15日には東京で最終公開シンポジウムを開催する予定である。

主催シンポジウム等

分子ロボティクス研究会を計19回開催した(2013年2,4,6,7月,2014年1,4,5,6,12月,2015年1,5,6,7,12月,2016年1,5,6,7月,2017年1月)。

このほか,IEEE-NEMS2016(2016年4月18日,松島大観荘),およびDNA20(2014年9月26日,京都大学)において,国際公開シンポジウム International Symposium on Molecular Robotics を主催した。

IWNC2016(秋田国際大学)でも国際シンポジウムを開催している。

生命医薬情報学連合大会(2012年10月25日),日本生物物理学会(新学術分子ロボティクスシンポジウム2013年10月28-30日,2014年9月27日),細胞を創る研究会,人工知能学会(SIGMBI)等においても,企画シンポジウムを多数開催した。

このほか分子ロボティクス若手の会も活動をはじめている(2015年6月5日,8月1日,2016年2月20日,8月20日)。

ホームページ

新学術領域「分子ロボティクス」HP(<http://www.molbot.org>)を設け,領域で得られた成果,研究会等のお知らせ,トピックスなど,最新情報を広く発信しつづけている。

ニュースレター

一般の方,大学研究者,官公庁,企業向けの情報発信として,年4回のペースでニュースレターを発行した(1~21号まで)。ニュースレターは領域ホームページでも閲覧可能である。

アウトリーチ活動

2011年から年一回開催されている学部学生を対象とする国際生体分子デザインコンペティション(BIOMOD)の支援を行っている。この大会には,毎年日本から5チーム前後が参加しており,領域メンバーのオーガナイズで国内予選を主催するなど,積極的にコミットしている(米国のBIOMOD実行委員会から本領域で作成した解説書の英訳版が出版予定)。

高校生を対象とした講習会,ひらめきときめきサイエンス「DNAオリガミを作って遊ぼう」を毎年田町オフィスで実施し,好評を

博している(2015年8月7日,2016年8月5日)。

また,最終年度には,一般誌「現代化学」誌上で,DNA ナノテク・分子ロボティクスの連載解説を行った。

このほか,企業向けには,MEMS展,ナノ・マイクロビジネス展などに毎年ブースを出展し,領域の成果をアピールした(ナノ・マイクロビジネス展:2013年7月3-5日,2014年4月23-25日,2015年4月22-24日,ナノテクノロジーEXPO2016:2016年1月27-29日,MEMS展:2016年9月14-16日)。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

Masami Hagiya, Akihiko Konagaya, Satoshi Kobayashi, Hirohide Saito, Satoshi Murata, Molecular robots with sensors and intelligence, Acc Chem Res, 査読有, 47, 1681-1690, 2014, DOI: 10.1021/ar400318d

Satoshi Murata, Akihiko Konagaya, Satoshi Kobayashi, Hirohide Saito, Masami Hagiya, Molecular Robotics: A New Paradigm for Artifacts, New Generation Computing, 査読有, 31, 2013, 27-45, DOI: 10.1007/s00354-012-0121-z

[学会発表](計 15 件)

小長谷明彦, 萩谷昌己, 村田智, 角五彰, 平塚祐一, 葛谷明紀, 森島圭祐, 上野隆史, 小宮健, 川又 生吹, 分子ロボティクスブース展示, MEMS センシング&ネットワークシステム展 2016, 2016年9月14日~16日, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)

小長谷明彦, 村田智, 葛谷明紀, 瀧ノ上正浩, 小宮健, 「DNA オリガミで遊ぼう」, ひらめき ときめきサイエンス 2016年8月5日, 東工大田町CIC(東京都港区)

小長谷明彦, 萩谷昌己, 村田智, 野村慎一郎, 瀧ノ上正浩, 小宮健, 遠藤政幸, 森島圭祐, Nanotech2016 2016年1月27日~28日, 東京ビッグサイト(東京都江東区)

Masami Hagiya, towards implementing swarms by molecular robots, Workshop on Distributed Robotic Swarms, 2015年10月5日, 京都大学(京都府京都市)

小長谷明彦, 村田智, 葛谷明紀, 瀧ノ上正浩, 小宮健, 「DNA オリガミで遊ぼう」, ひらめき ときめきサイエンス 2015年8月7日, 東工大田町CIC(東京都港区)

小長谷明彦, 萩谷昌己, 村田智, 分子ロボティクスブース展示, ナノ・マイクロビジネス展/ROBOTECH, 2015年4月22日~25日, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)

小長谷明彦, 萩谷昌己, 村田智, 分子ロボティクスブース展示, ナノ・マイクロビジネス展/ROBOTECH, 2014年4月23日~25日, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)

Akihiko Konabaya, Masami Hagiya, Satoshi Kobayashi, Hirohide Saito, Satoshi Murata, The Japanese Molecular Robotics Project: Toward Artifacts with Sensors, Actuators and Intelligence, 5th MPP retreat workshop, 2013年12月12日~14日, Oxnard (USA)

Akihiko Konabaya, Masami Hagiya, Satoshi Kobayashi, Hirohide Saito, Satoshi Murata, Molecular Robotics Project: Toward Artifacts with Sensors, Actuators and Intelligence, ATISR 2013, 2013年11月22日~24日, 台北(中華民国)

Akihiko Konagaya, Overview of the Japanese Molecular Robotics Project, Talk in Division of Biomedical Engineering, 2013年11月4日, Boston (USA)

萩谷昌己, 感覚と知能を備えた分子ロボットの創成, 第3回CSJ化学フェスタ2013(招待講演), 2013年10月23日, タワーホール船堀(東京都江戸川区)

小長谷明彦, 萩谷昌己, 村田智, 小林聡, 分子ロボティクスブース展示, ナノ・マイクロビジネス展, 2013年7月3日~5日, お台場国際展示場(東京都江東区)

小長谷明彦, 分子ロボティクス:現状と課題, 人工知能学会 第52回分子生物情報研究会, 2013年3月29日, 北陸先端科学技術大学院大学(石川県能美市)

小長谷明彦, 分子ロボットが目指すべき「知能」とは何か?, 人工知能学会研究会 第51回分子生物情報研究会, 2012年11月15日, 慶應義塾大学日吉キャンパス(神奈川県横浜市)

萩谷昌己, 分子コンピューティングから分子ロボティクスへ, 生命医薬情報学連合大会/分子ロボティクス研究会(招待講演), 2012年10月15日, タワーホール船堀(東京都江戸川区)

[図書](計 1 件)

小林聡, 萩谷昌己, 横森貴, 自然計算へのいざない, 近代科学社, 2015, 210ページ

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

分子ロボティクス 新学術領域

<http://www.molecular-robotics.org/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

萩谷 昌己 (HAGIYA, Masami)

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授

研究者番号：30156252

(2) 研究分担者

小長谷 明彦 (KONAGAYA, Akihiko)

東京工業大学・情報理工学院・教授

研究者番号：00301200

(3) 連携研究者

村田 智 (MURATA, Satoshi)

東北大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：10334533

齊藤 博英 (SAITO, Hirohide)

京都大学・iPS細胞研究所・教授

研究者番号：20423014

小林 聡 (KOBAYASHI, Satoshi)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・

教授

研究者番号：50251707

藤本 健造 (FUJIMOTO, Kenzo)

北陸先端科学技術大学院大学・マテリアル

サイエンス研究科・教授

研究者番号：90293894

(4) 研究協力者