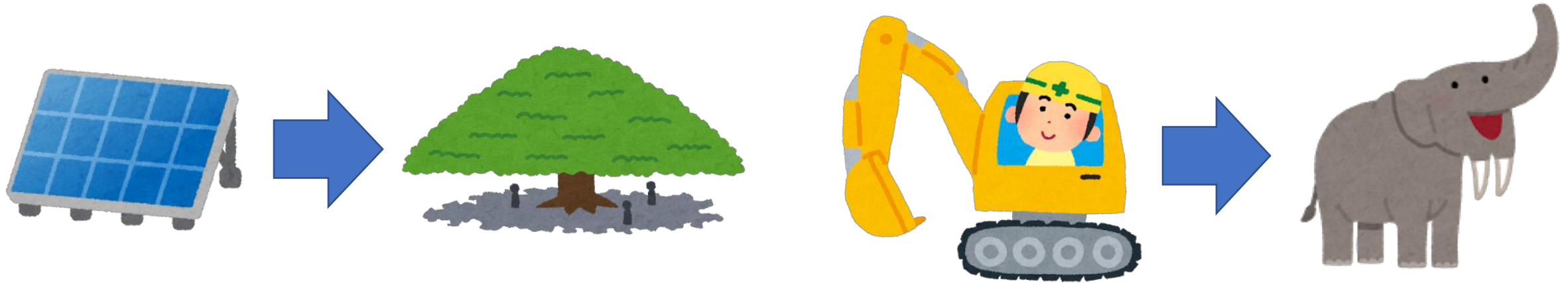


「分子ロボット」の社会実装による 安全・クリーンな 「化学エネルギー社会」の実現



関西大学化学生命工学部
葛谷明紀

「分子ロボット」とは？

**総務省**
MIC Ministry of Internal Affairs
and Communications

[ご意見・ご提案](#) [English](#)

☒ サイト内 ☐ 関連サイト



[総務省トップ](#) > [政策](#) > [白書](#) > [27年版](#) > ロボットの定義とパートナーロボット

[トップページへ戻る](#)
[操作方法](#)

 平成27年版 情報通信白書のポイント

 凡例

 平成27年版情報通信白書 特集テーマ 「ICTの過去・現在・未来」

 本編

-  第1部 ICTの進化を振り返る
-  第2部 ICT が拓く未来社会
 -  第3章 地域の未来とICT
 -  第4章 暮らしの未来とICT
 -  第1節 ICT端末の新形態
 -  1 ウェアラブルデバイス
 -  2 コネクテッドカー・オートノマスカー
 -  3 パートナーロボット

 (1) 注目されている背景

第2部 ICTが拓く未来社会

第1節 ICT端末の新形態

(2) ロボットの定義とパートナーロボット

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「NEDOロボット白書2014」（2014年3月）では、ロボットを「センサー、知能・制御系、駆動系の3つの要素技術を有する、知能化した機械システム」と定義している¹⁴。その上で、ロボットの役割を、産業用ロボットのような「生産環境における人の作業の代替」、無人システムのような「危機環境下での作業代行」、それに日常生活の中での家事支援や介護支援等の「日常生活支援」に大別している（図表4-1-3-2）。

図表4-1-3-2 ロボットの役割



The diagram illustrates the roles of robots in two distinct environments. The top half, labeled '危機環境下での作業代行' (Task Delegation in Crisis Environment), features a red background. It shows a flow from '無人システム' (Unmanned System) to '自律性' (Autonomy). The bottom half, labeled '生産環境' (Production Environment), has a green background. A red arrow points from the '無人システム' box in the crisis environment down to the production environment, indicating a transition or application of the technology.



ロボット＝

センサー＋

プロセッサー＋

アクチュエーター

ハイライト

第2回分子ロボティクス年次大会
2019/3/14-15

Twitter

Tweets by @molbotjp

分子ロボティクス研究グループ
Retweeted

ジェルミツ (古川英光)
@gelmitsu

新しい記事「針に糸を通す」を私のブログ「ソフト&ウェットな研究生生活」に投稿しました。 fc2.to/dCjimx

針に糸を通す

5.6...

18h

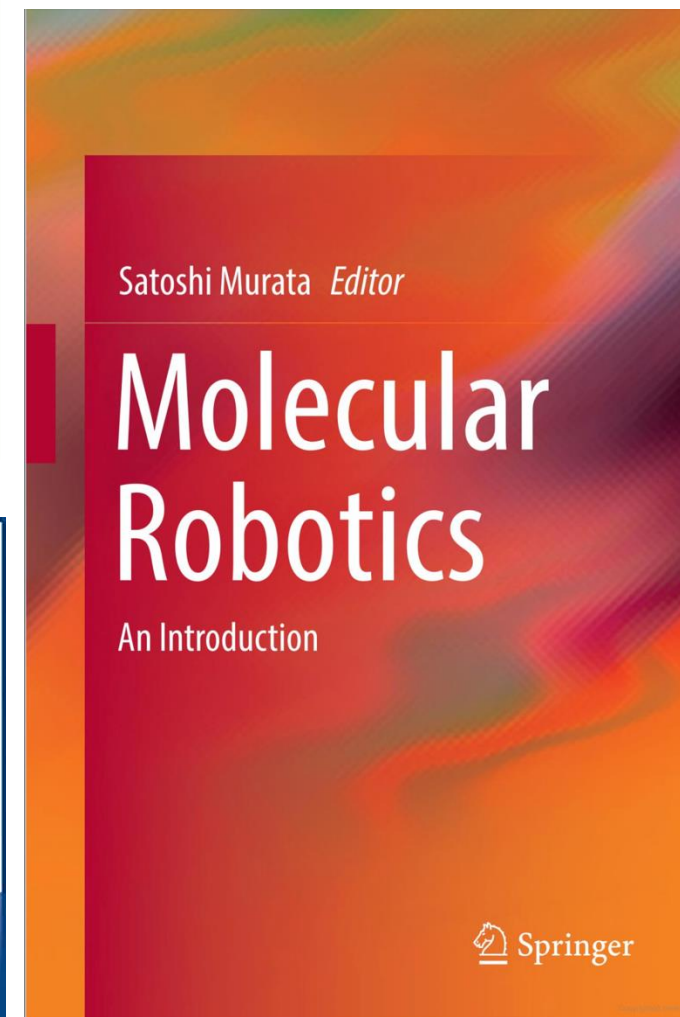
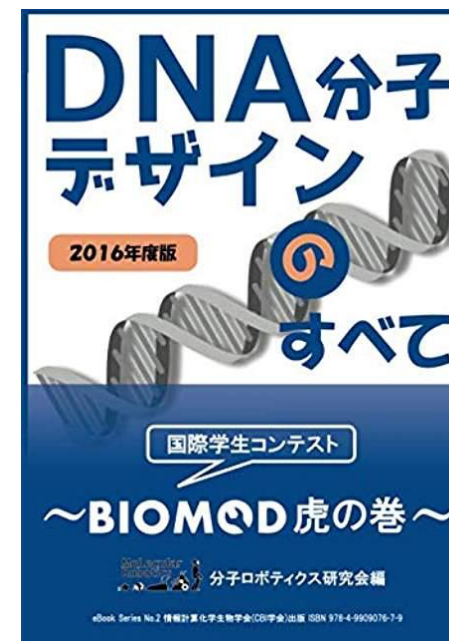
分子ロボティクス研究グループ
@molbotjp

投稿日: 2018/11/02

投稿日:

20h

Embed View on Twitter



● 第5回分子ロボティクス若手の会報告

11月17日に開催された第5回分子ロボティクス若手の会報告。下記のリンクよりご覧ください。

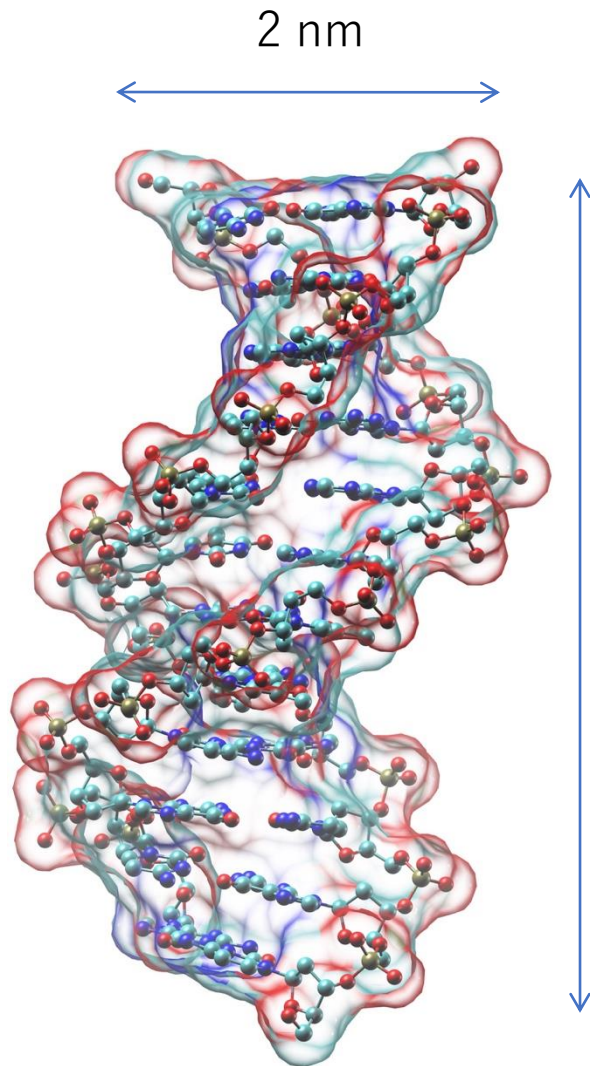
● 日経バイオテクONLINEで分子ロボティクス年次大会を東京工業大学が主催した研究者、技術者、学生の交流を促す

東京工業大学情報理工学院の学生が、11月2日の【日経バイオテクONLINE】に「分子ロボティクス年次大会を東京工業大学が主催した研究者、技術者、学生の交流を促す」と題して投稿しました。

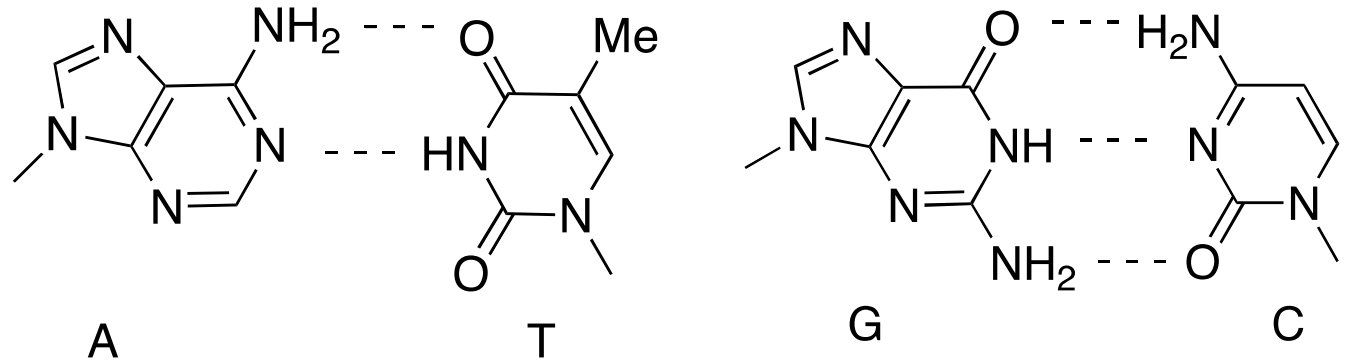
● 第67回人工知能学会分子生物情報分科会23日(金)を開催します。

人工知能学会合同研究会(参加費無料、事前登録推奨、当日受付あり) 開催日 11月23日(金)9:20-12:00 15:00-17:00 開催場所 慶應義塾大学矢上キャンパス 主催 人工知能学会分子生物情報(SIG-MB) [...] 投稿日: 2018/11/02

センサーとプロセッサー：DNA



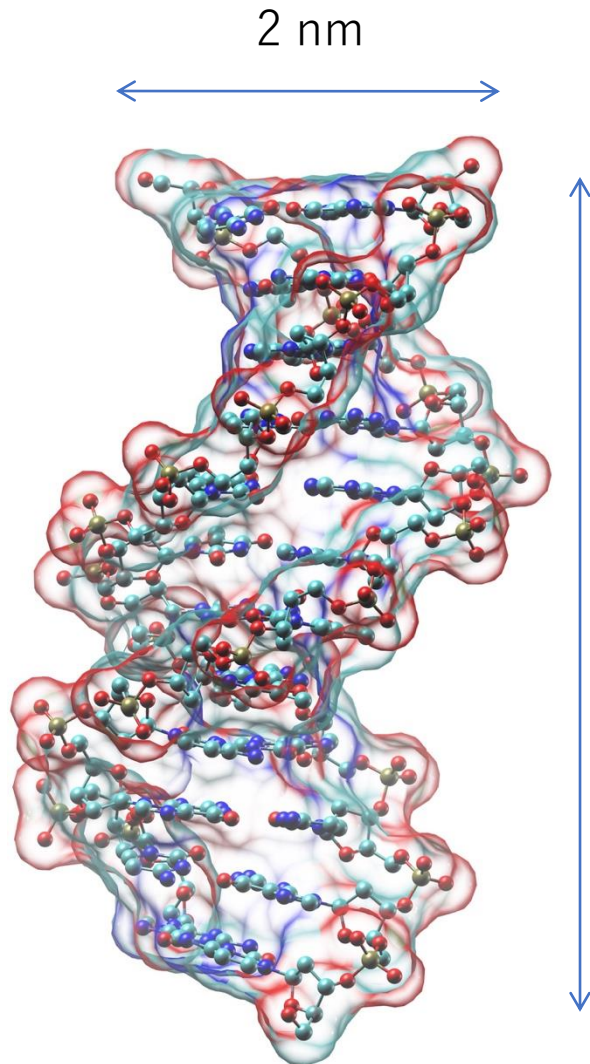
10.5 塩基対



相補的塩基対形成

太さ 2 nm の紐状
右巻き二重らせん
4 種の核酸塩基
相補的塩基対形成

センサーとプロセッサー：DNA



ナノスケールの
構造材として

ナノスケールの
計算機として

DNAナノテクノロジー

DNAコンピューティング



アクチュエーター：分子モーター

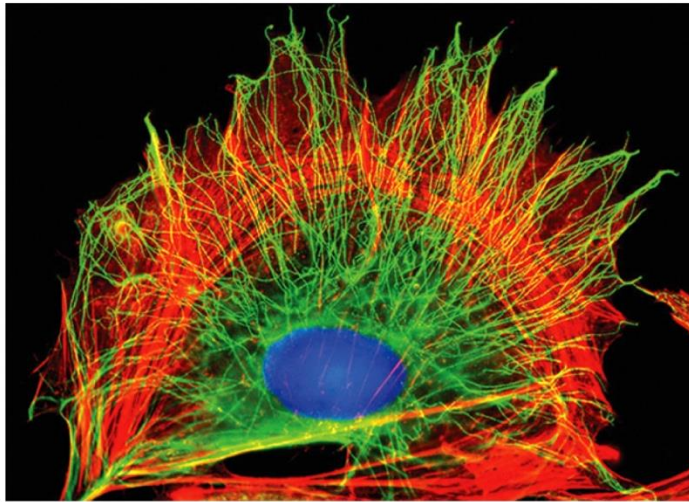
細胞骨格：

微小管/キネシン・ダイニン

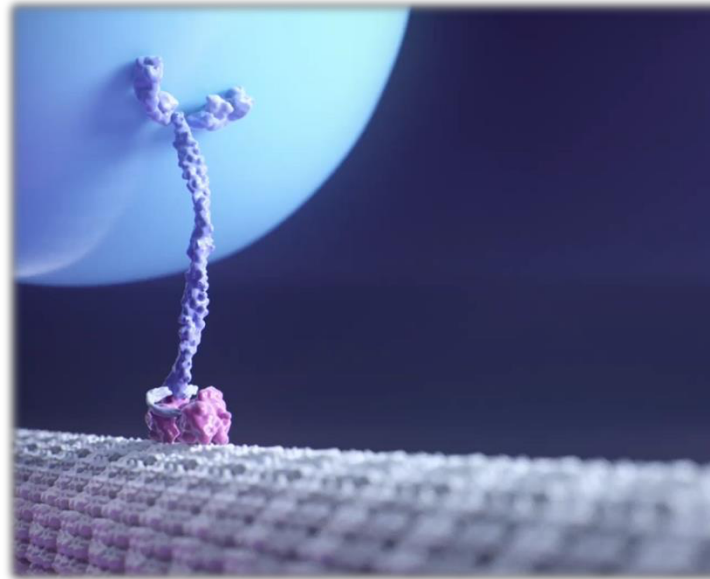
アクチン/ミオシン

細胞内の輸送網

筋肉や運動



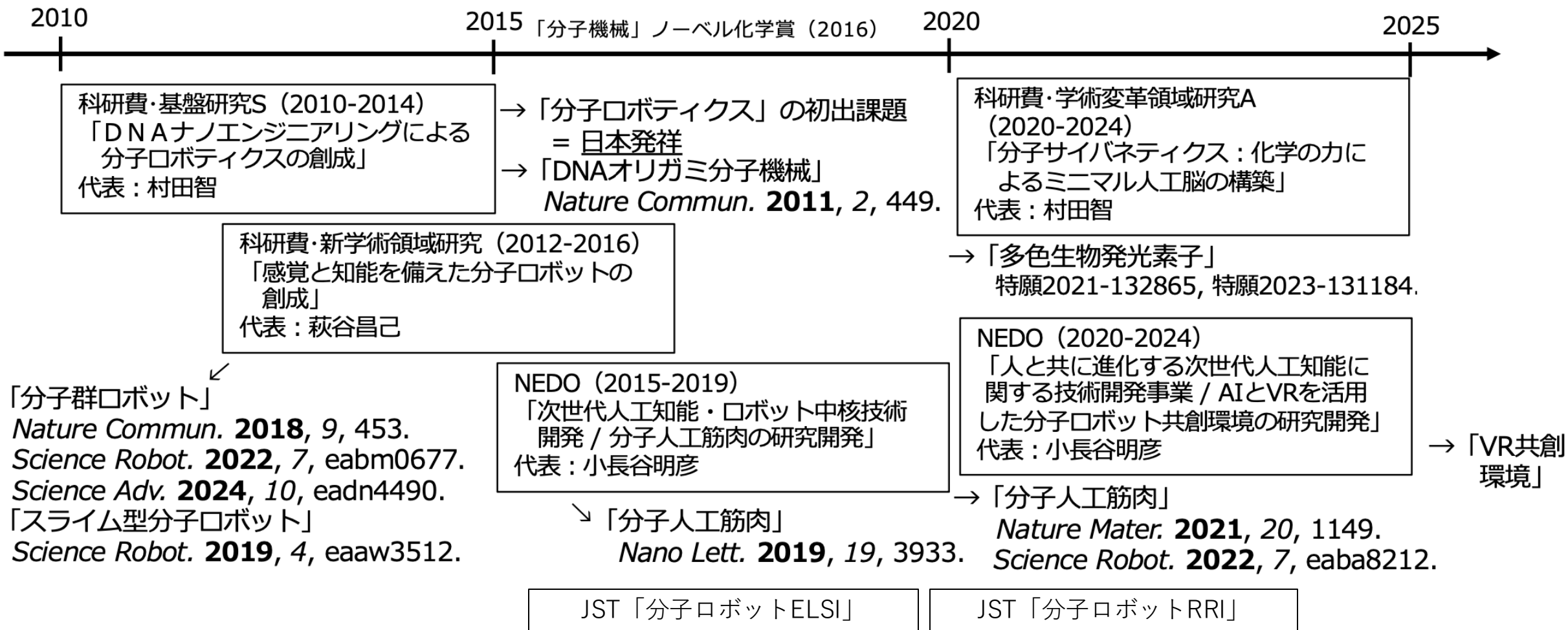
10 μm



「分子ロボット」と生物の違い

	合成生物学 iPS細胞	分子ロボット
区分	生物	人工物
自己増殖	可能	不可
ブラックボックス	あり	なし
制御方式	自律的	自動的

日本における「分子ロボット」研究



人工の細胞をつくる技術



新学術領域 「分子ロボティクス」

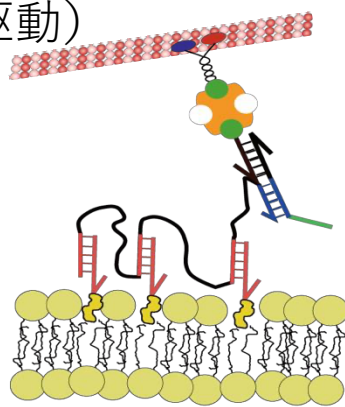
2012 - 17年

ひとつの人工細胞（リポソーム）内で異種の分子デバイスをインテグレートする基盤技術を確立

- 分子センサ（光による分子シグナル生成）
- 分子プロセッサ（分子シグナル増幅）
- 分子アクチュエータ（分子クラッチによる駆動）



人工細胞のマクロな変形運動の創出に成功

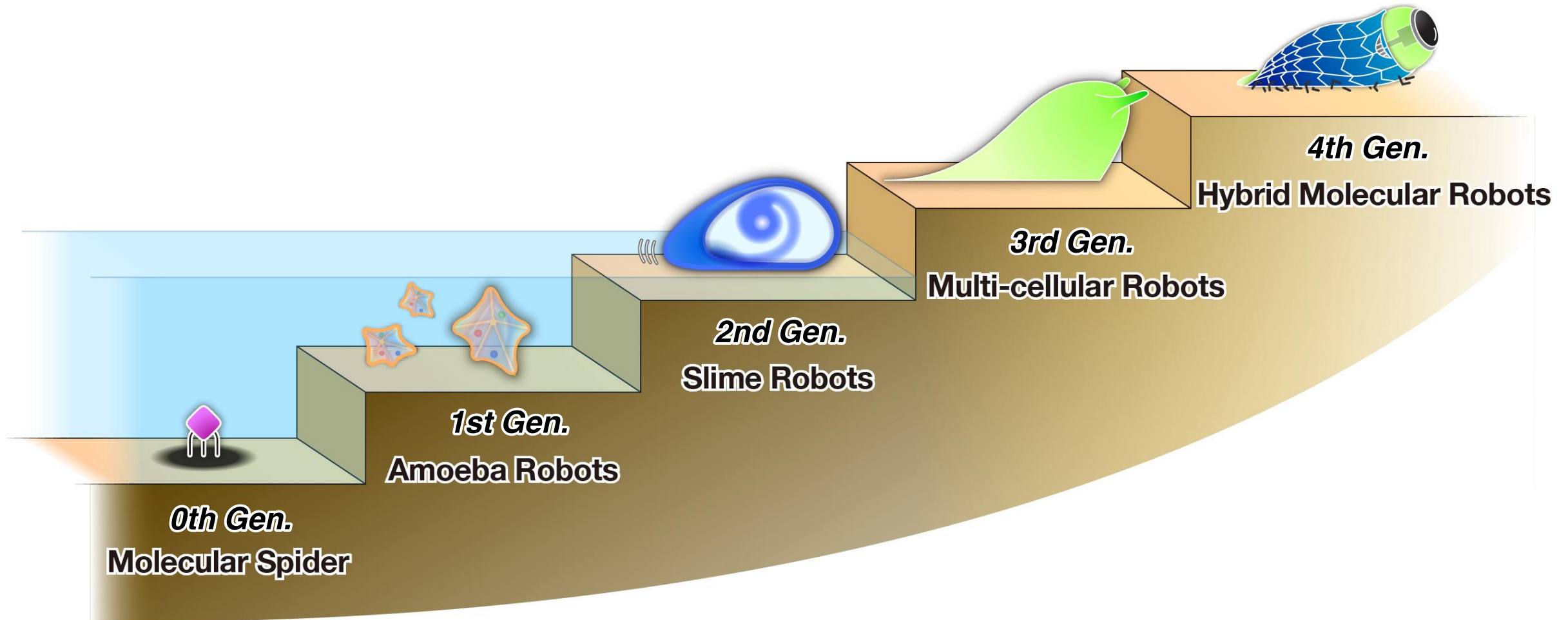


微小管・キネシンモーターの滑り運動をDNA分子クラッチを介して膜に伝えるしくみ

5年間の成果

Nature 関連誌 16報
JACS 11報
Angew. Chem. 11報
PNAS 3報
Science Robotics 1報
Nano Letters 3報
ACS 関連誌 11報
Nucleic Acid Res. 12報
SIAM J. Comp 3報
Langmuir 6報
Phys. Rev. E 5報
NGC 5報
など多数

Evolutionary Scenario of Molecular Robots

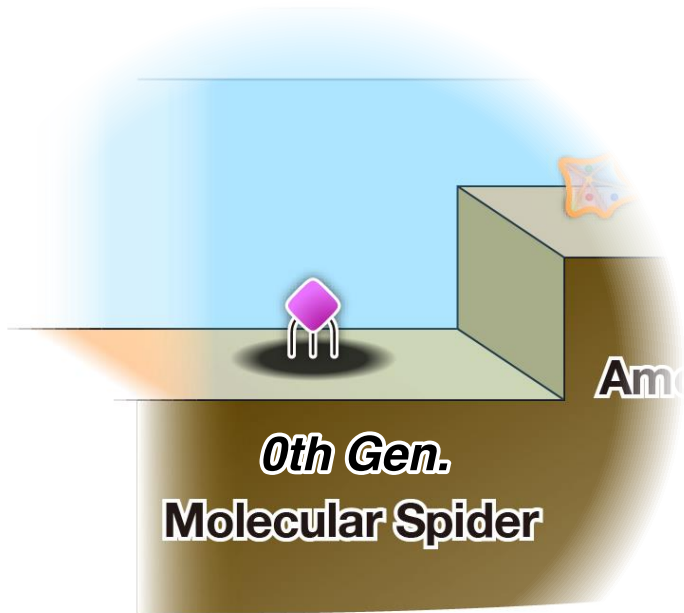


New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



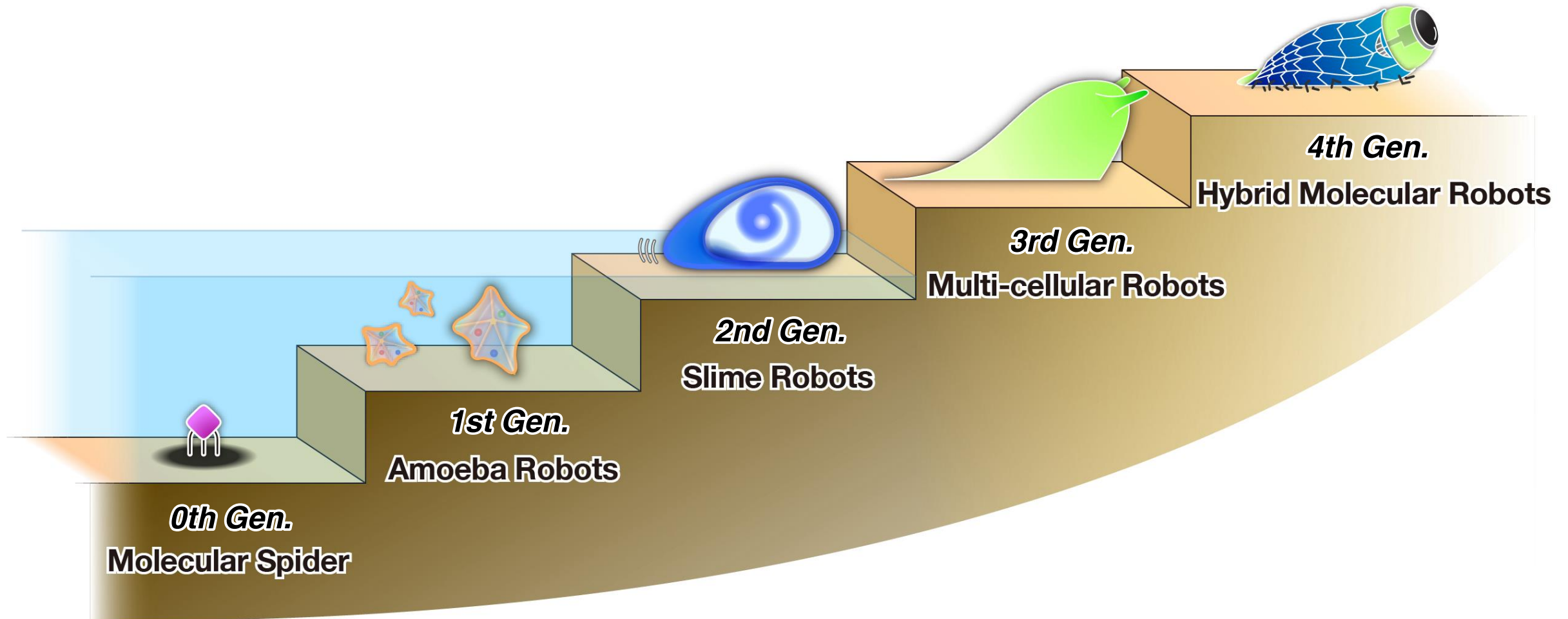
0th Generation Molecular Robots: DNA Walkers and Molecular Spiders

New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



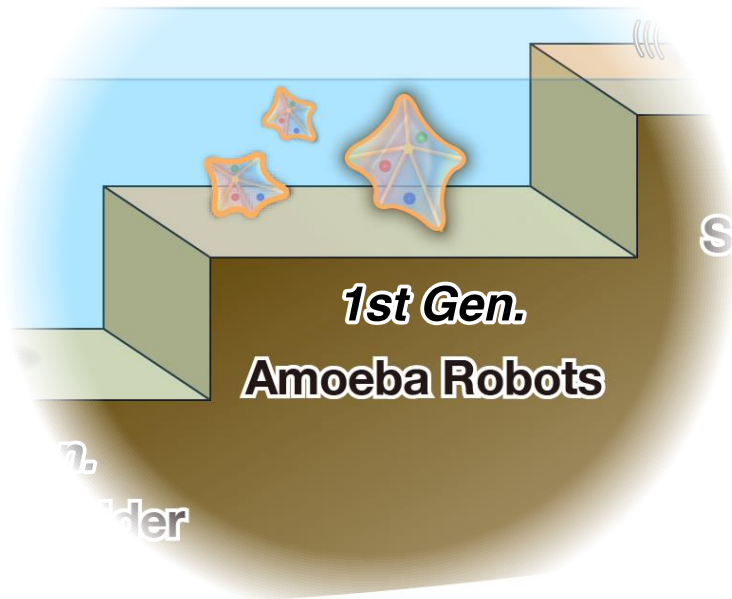
New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots

1st Generation Molecular Robots: Unicellular Amoeba Robots

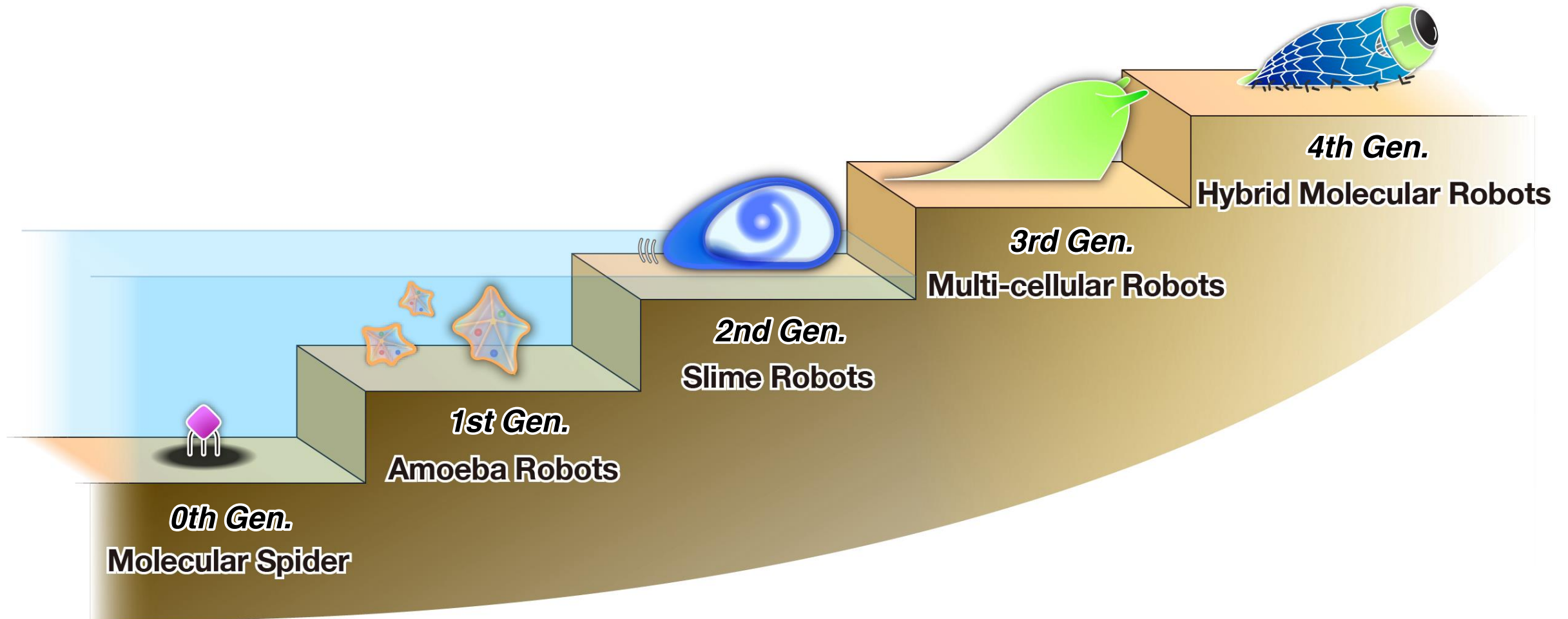


New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



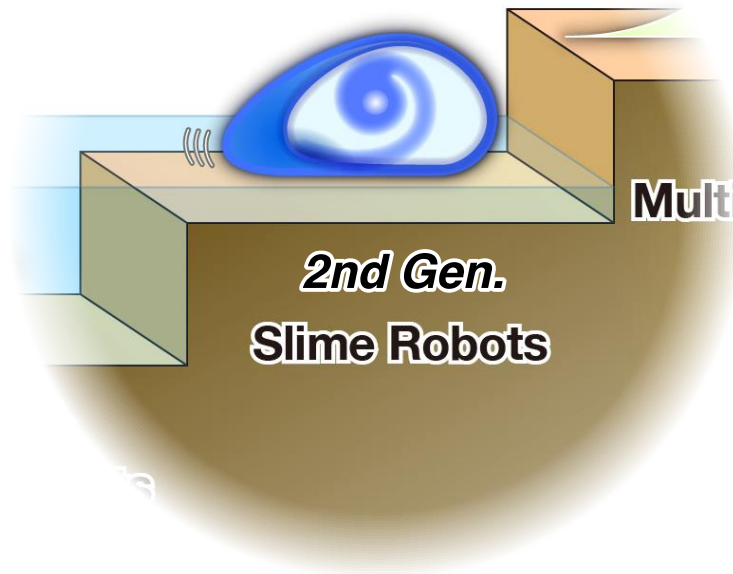
New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots

2nd Generation Molecular Robots: Slime Robots

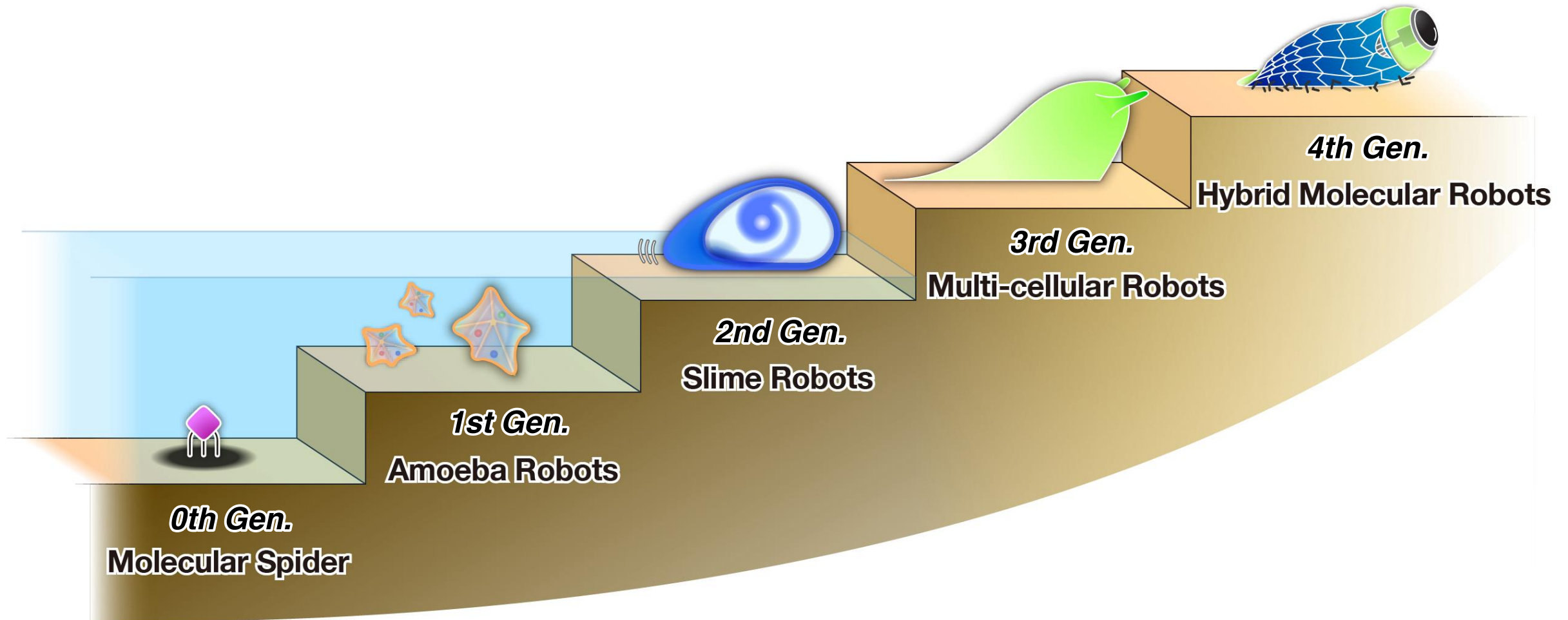


New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots

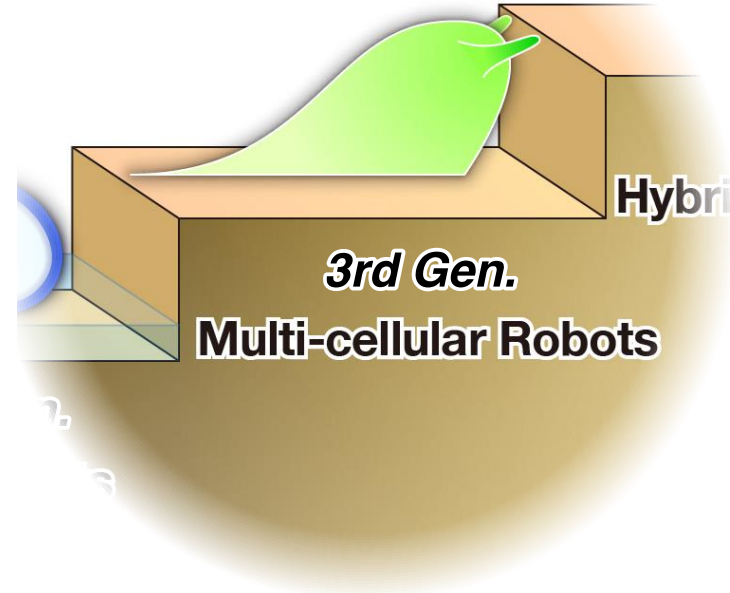


New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



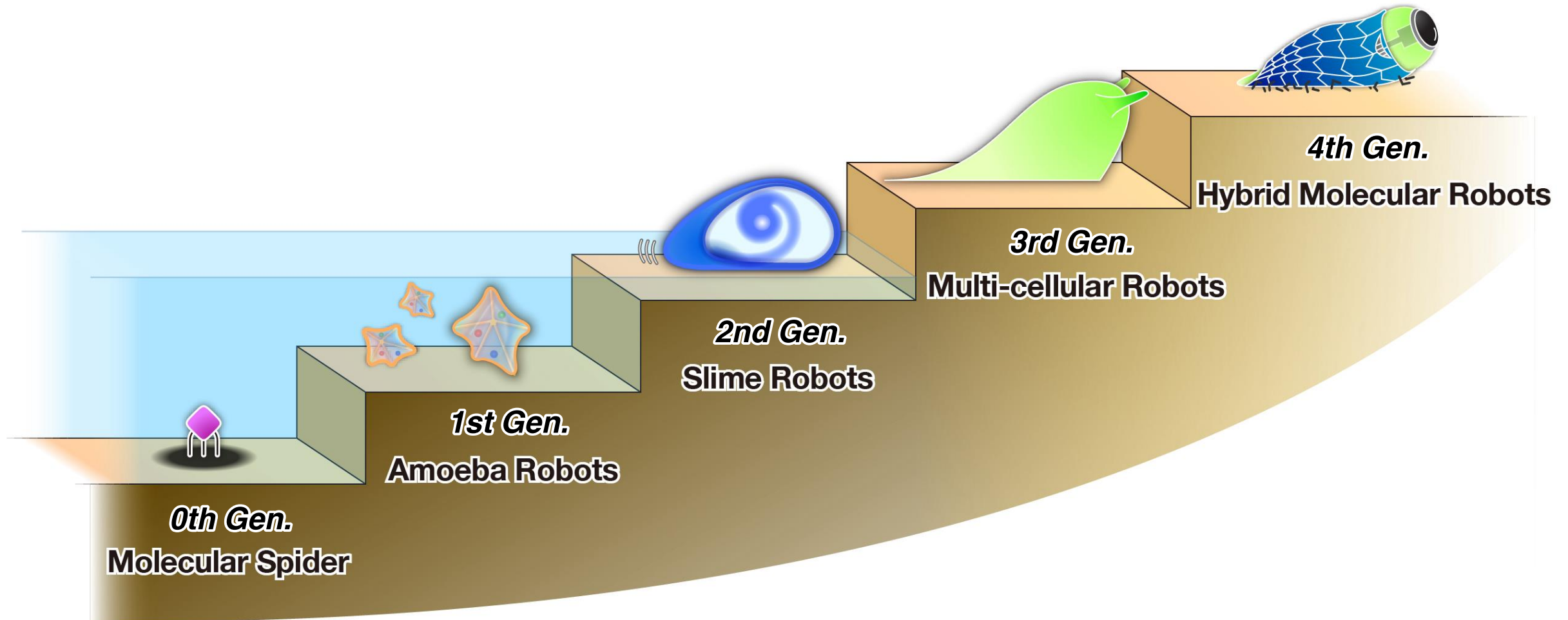
3rd Generation Molecular Robots: Multi-cellular Robots

New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



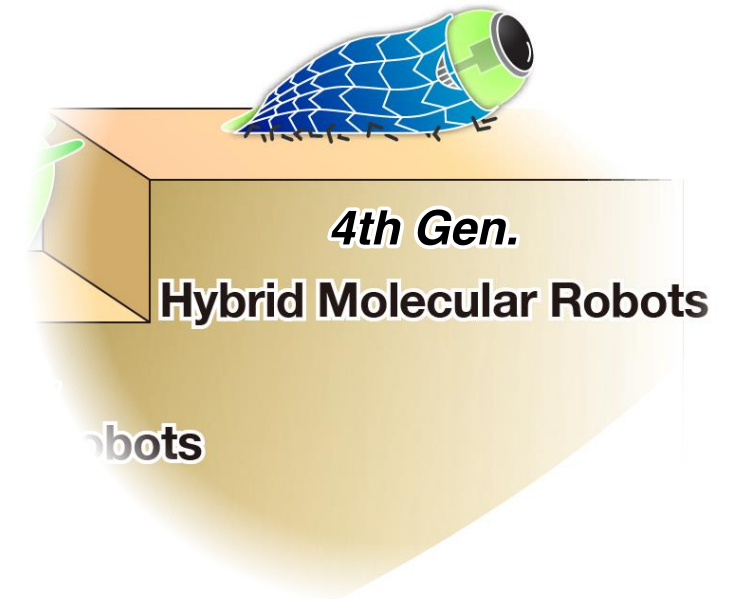
New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots

4th Generation Molecular Robots:
Hybrid Molecular Robots between
Organic and Electromagnetic Devices

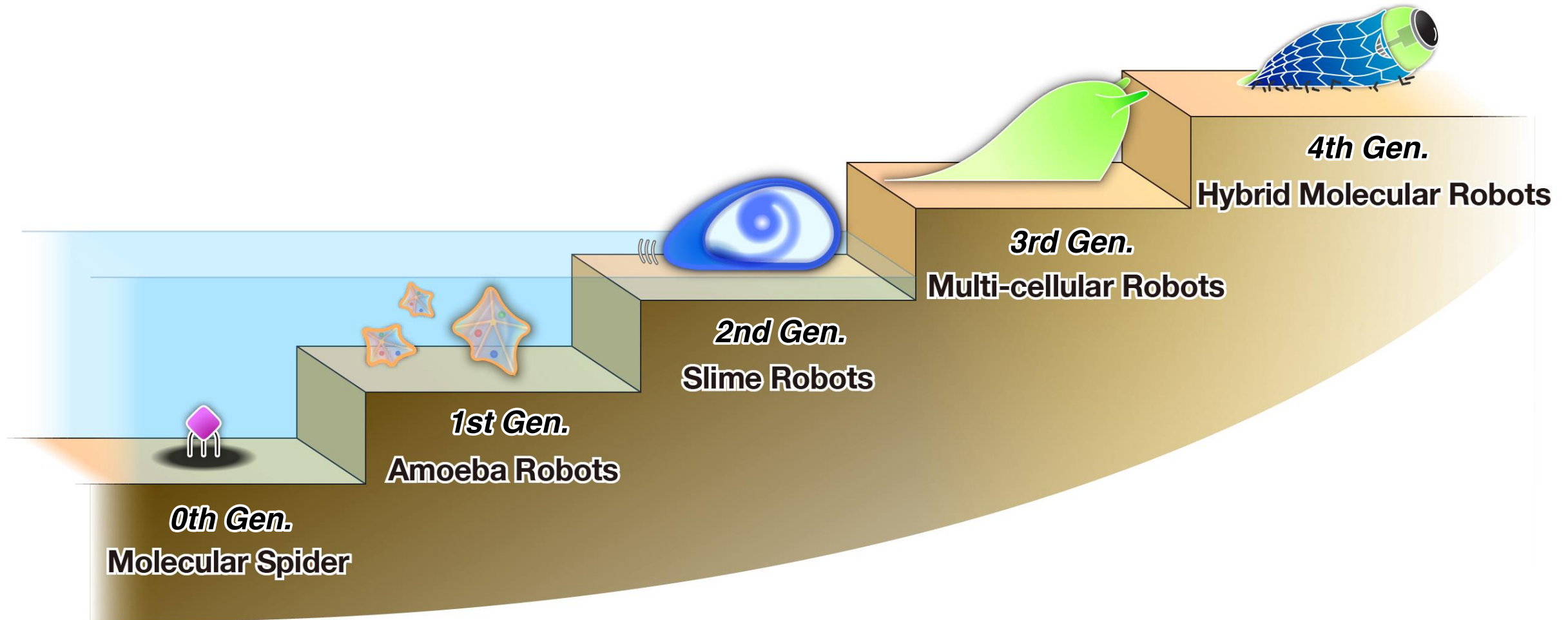


New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

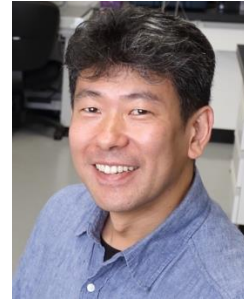
Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



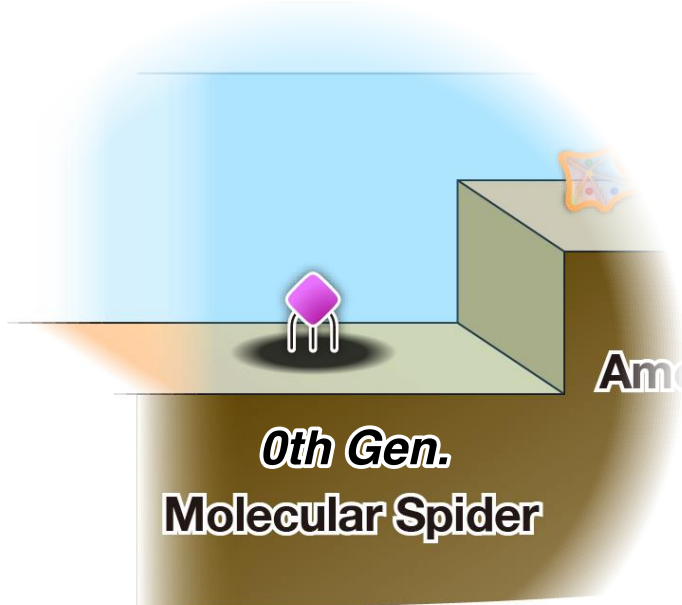
角五彰
京都大学



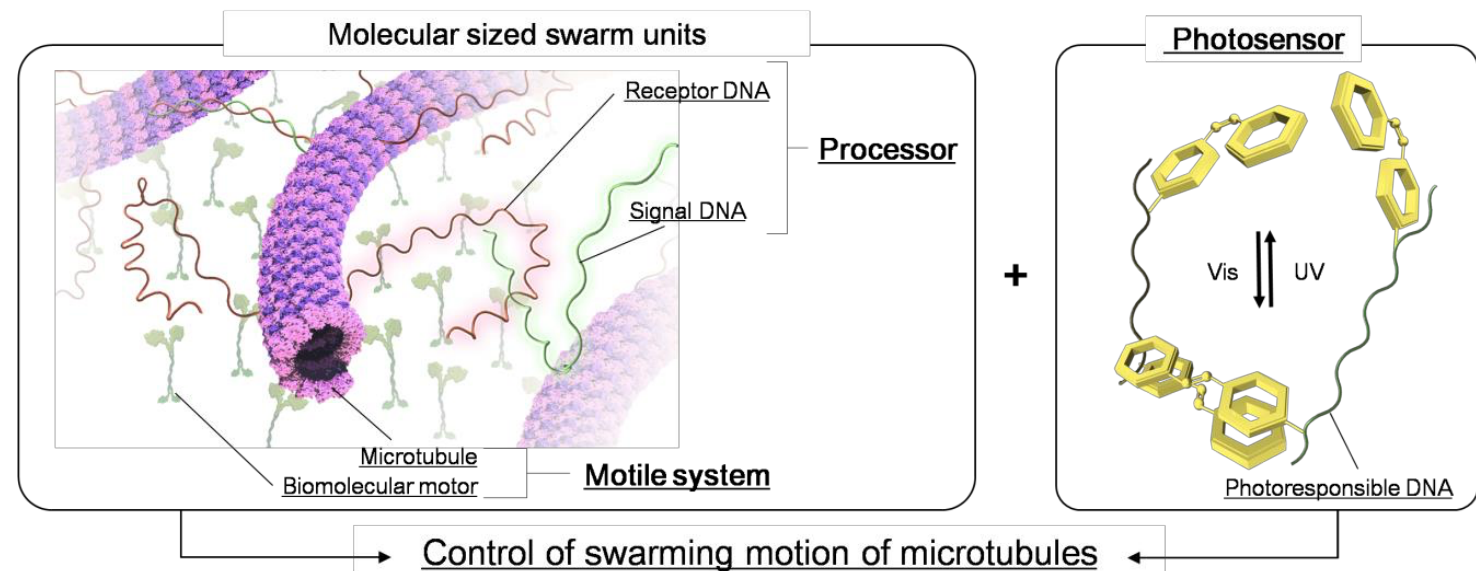
葛谷明紀
関西大学

DNA-assisted swarm control in a biomolecular motor system

Nature Commun. **2018**, 9, 453.



科研費
KAKENHI



群ロボットとは

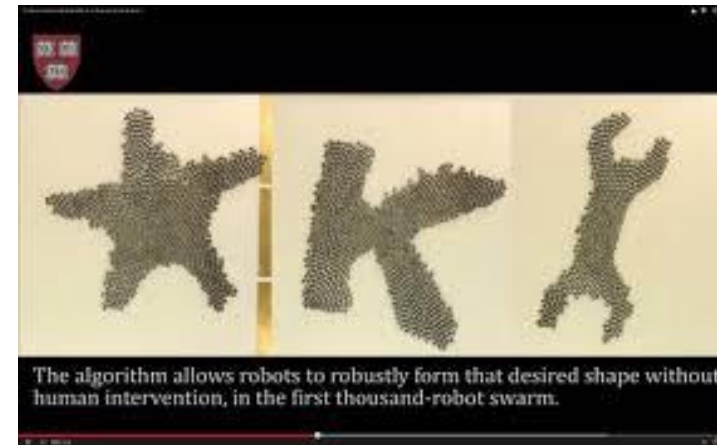
1 molは 10^{23}



「群れの形成を再現するロボット」



10個セットで
12万円台！



The algorithm allows robots to robustly form that desired shape without human intervention, in the first thousand-robot swarm.

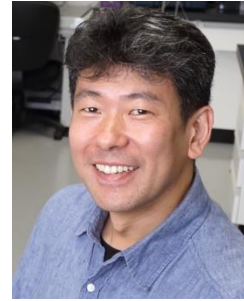
Kilobot

N. Rubenstein, A. Cornejo, R. Nagpal, *Science* **2014**, 345, 795.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



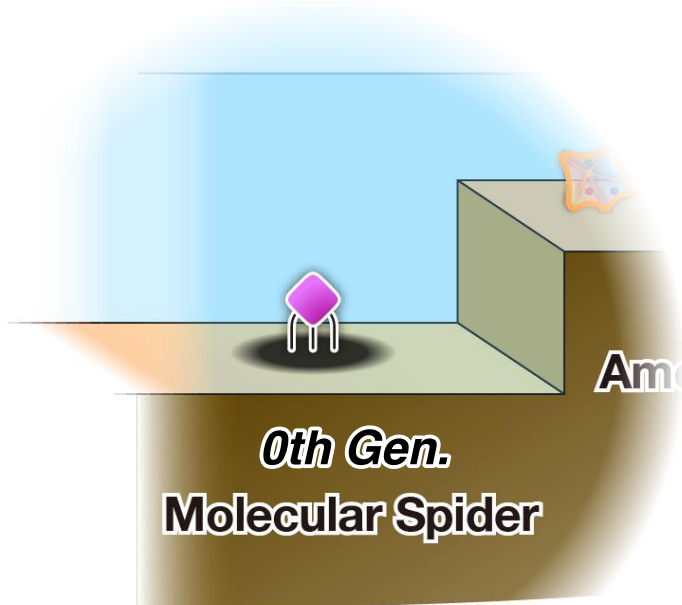
角五彰
京都大学



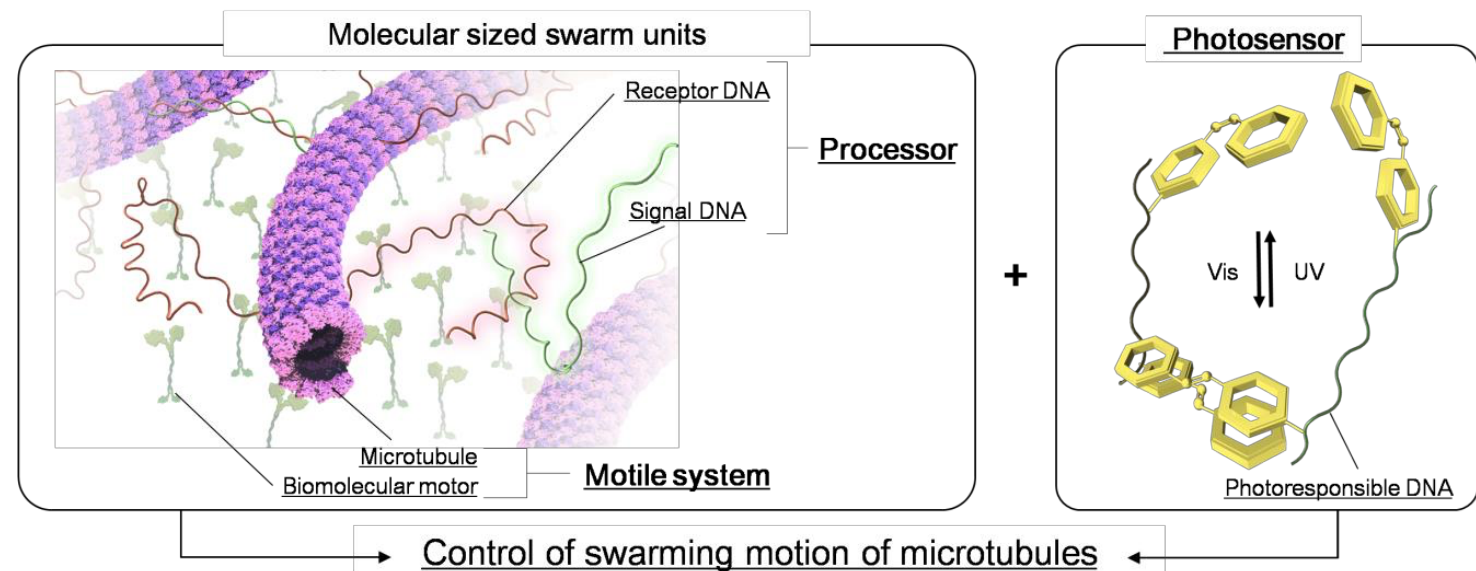
葛谷明紀
関西大学

DNA-assisted swarm control in a biomolecular motor system

Nature Commun. **2018**, 9, 453.



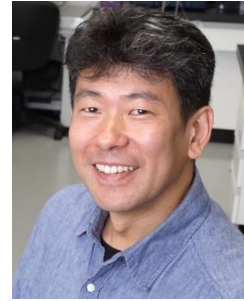
科研費
KAKENHI



Evolutionary Scenario of Molecular Robots



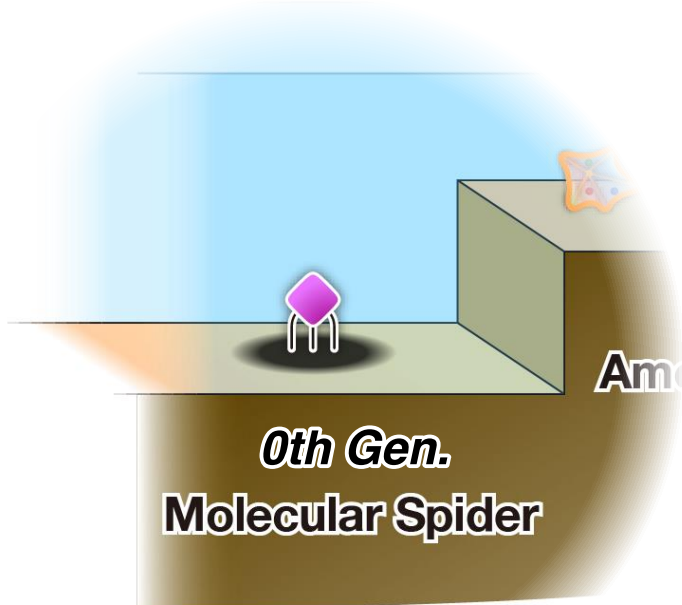
角五彰
京都大学



葛谷明紀
関西大学

DNA-assisted swarm control in a biomolecular motor system

Nature Commun. **2018**, 9, 453.



Control of swarming
of rigid MTs

Scale bar: 20 μm

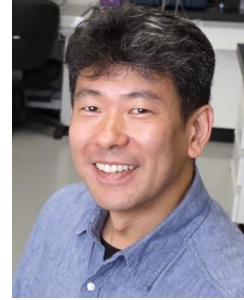
Control of swarming
of flexible MTs

Scale bar: 20 μm

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



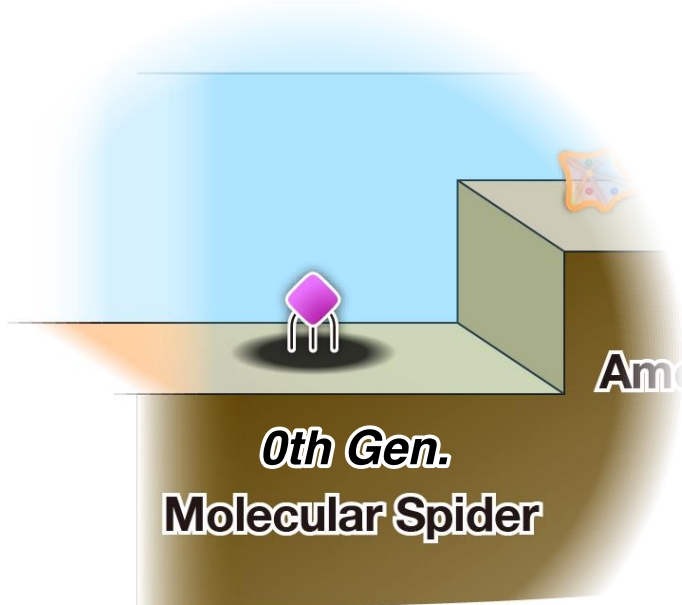
角五彰
京都大学



葛谷明紀
関西大学

DNA-assisted swarm control in a biomolecular motor system

Nature Commun. **2018**, 9, 453.



Movie S4

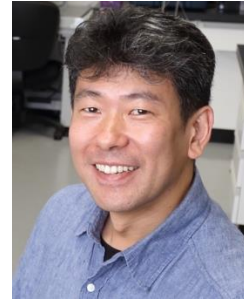
Switching on/off control of swarming of
MTs by photoirrdiation

Scale bar: 20 μ m

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



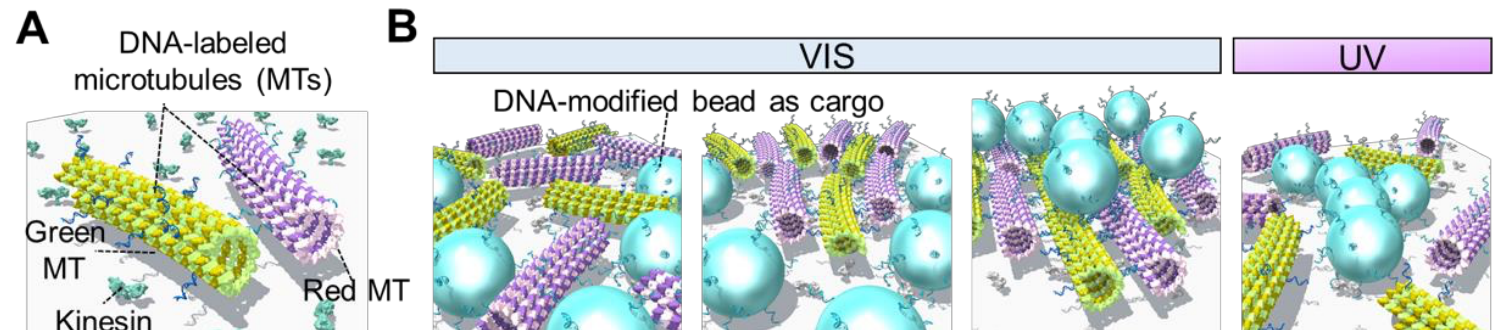
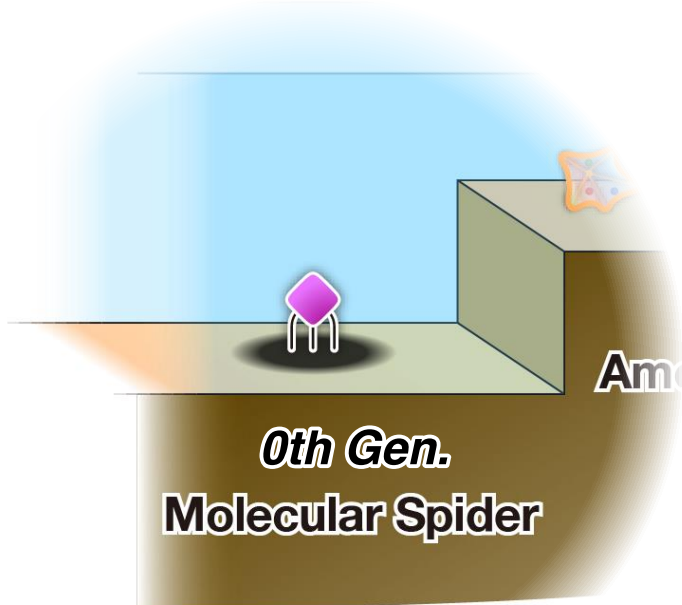
角五彰
京都大学



葛谷明紀
関西大学

Cooperative cargo transportation by a swarm of molecular machines

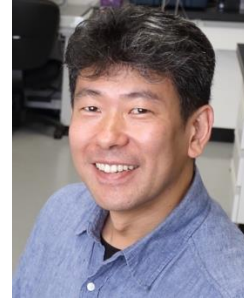
Science Robot. **2022**, 7, eabm0677.



Evolutionary Scenario of Molecular Robots



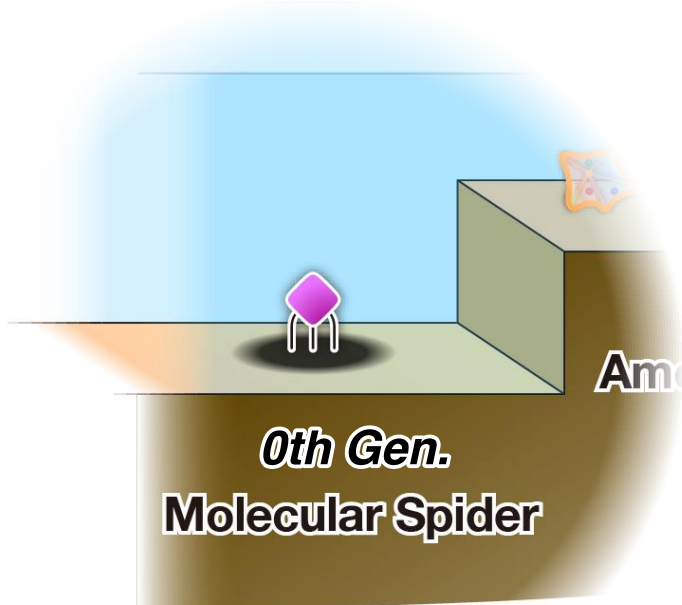
角五彰
京都大学



葛谷明紀
関西大学

Cooperative cargo transportation by a swarm of molecular machines

Science Robot. **2022**, 7, eabm0677.



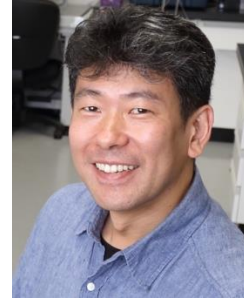
Group formation
of MTs under
VIS light

Scale bar: 20 μm

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



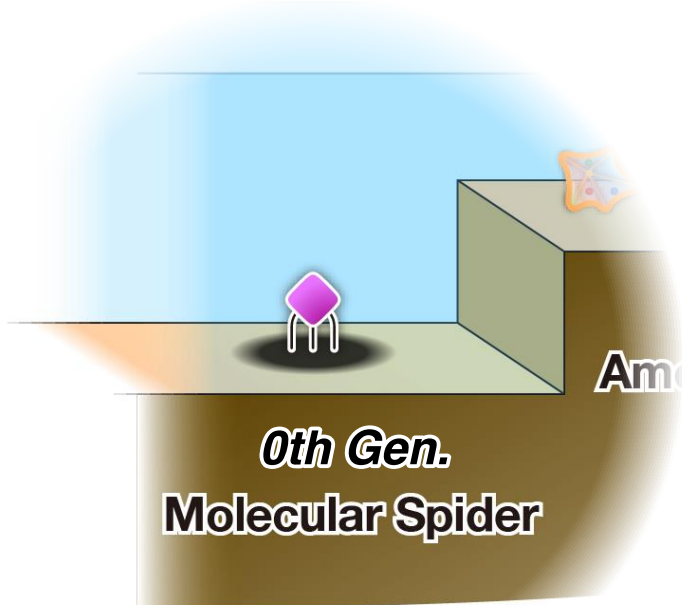
角五彰
京都大学



葛谷明紀
関西大学

Cooperative cargo transportation by a swarm of molecular machines

Science Robot. **2022**, 7, eabm0677.



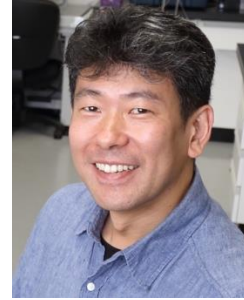
Cargo unloading under
UV light

Scale bar: 20 μm

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



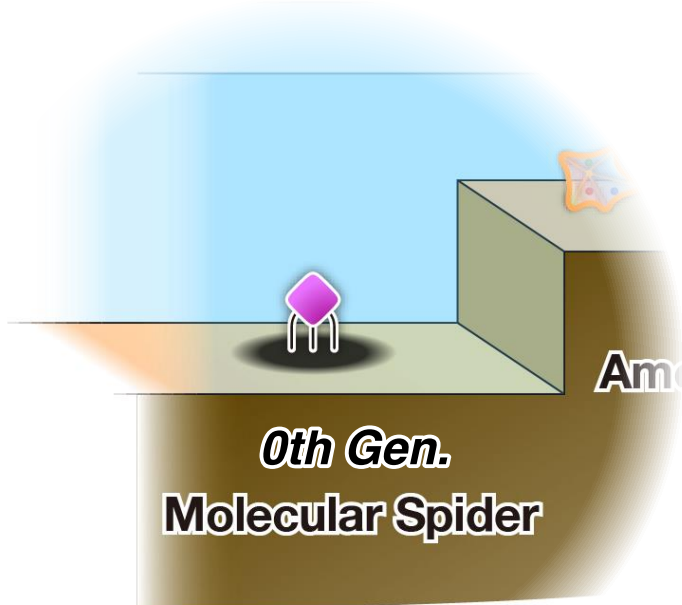
角五彰
京都大学



葛谷明紀
関西大学

Cooperative cargo transportation by a swarm of molecular machines

Science Robot. **2022**, 7, eabm0677.



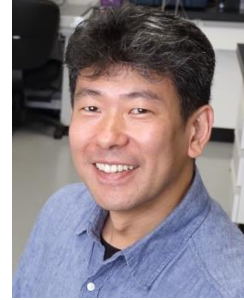
Cargo accumulation
by groups of MTs

Scale bar: 20 μm

Evolutionary Scenario of Molecular Robots

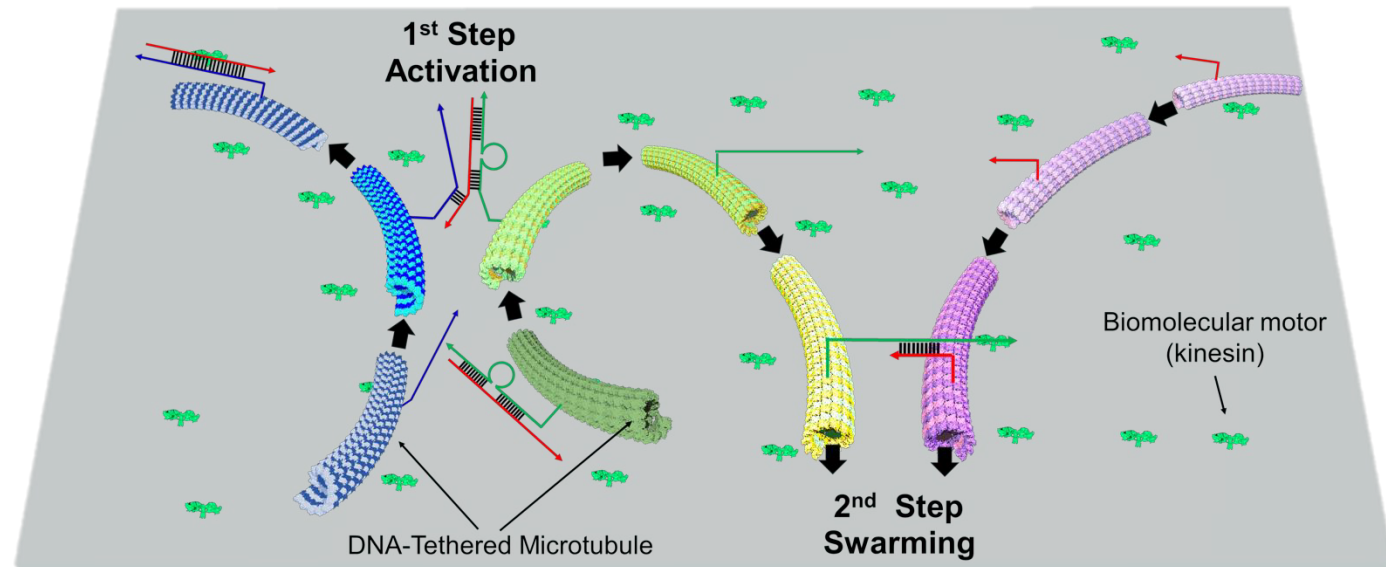
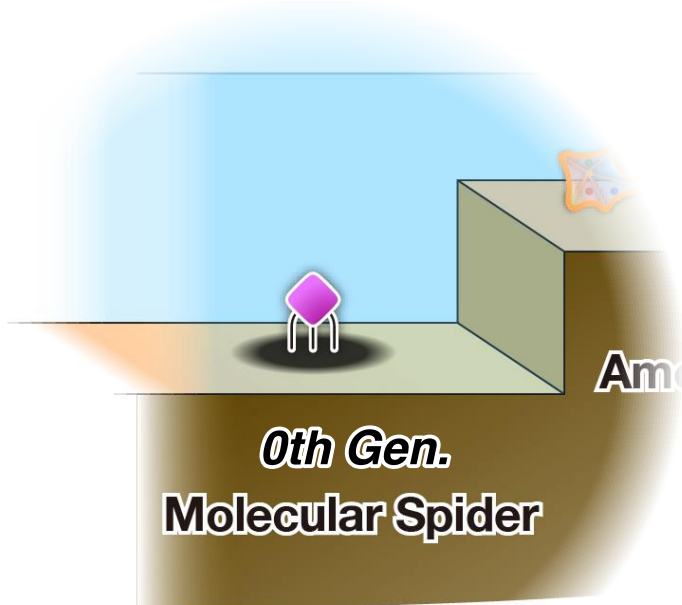


角五彰
京都大学

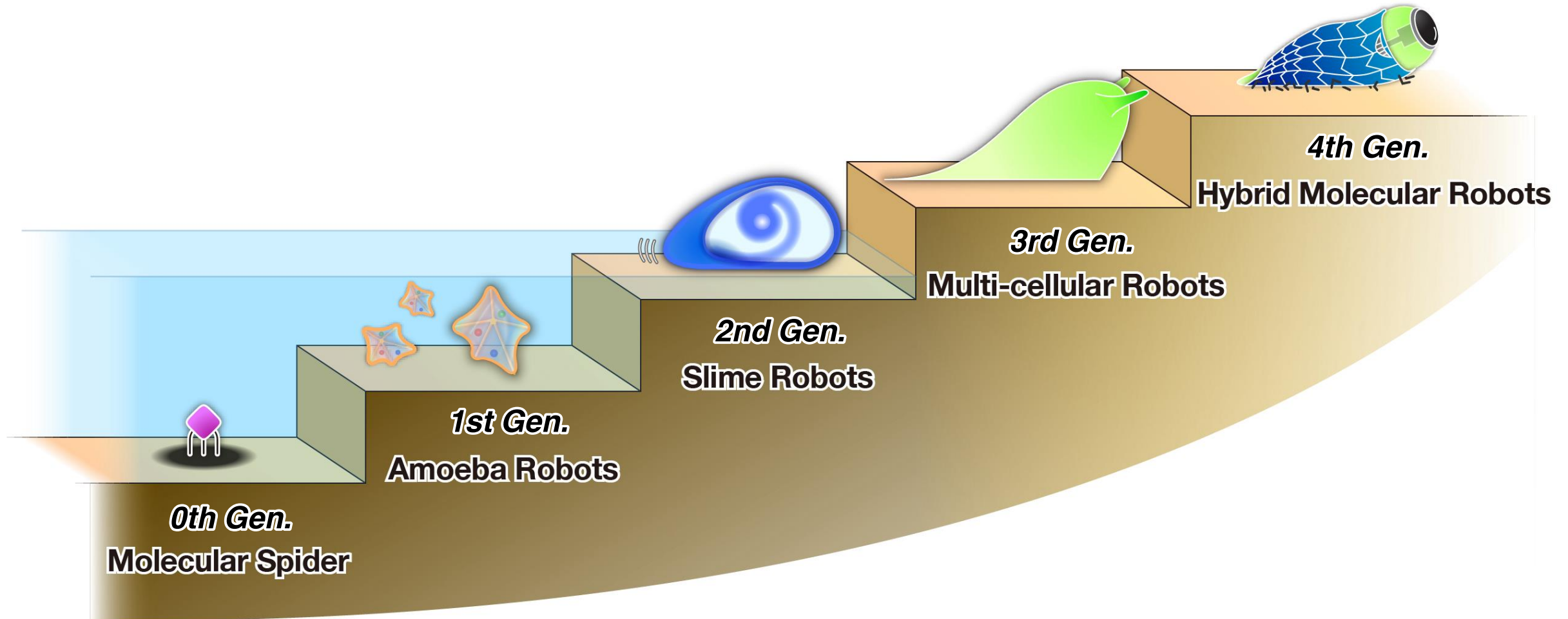


葛谷明紀
関西大学

Nonequilibrium Self-Assembly of Microtubules Through Stepwise Sequential Interactions of DNA
Small **2024**, 2408364.



Evolutionary Scenario of Molecular Robots



New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

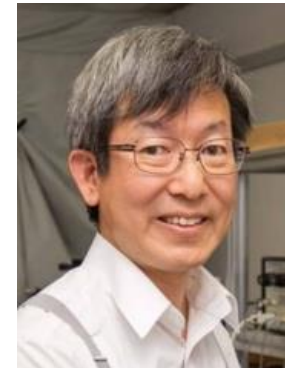
Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

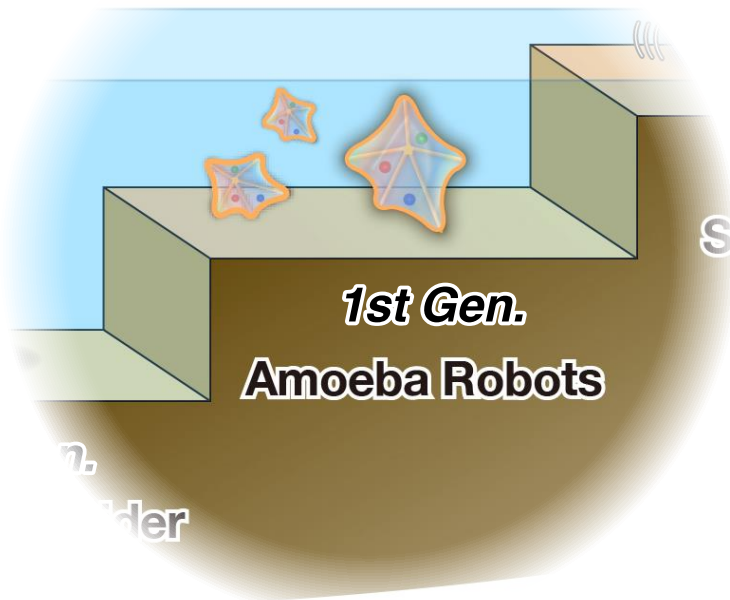
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



野村慎一郎
東北大学

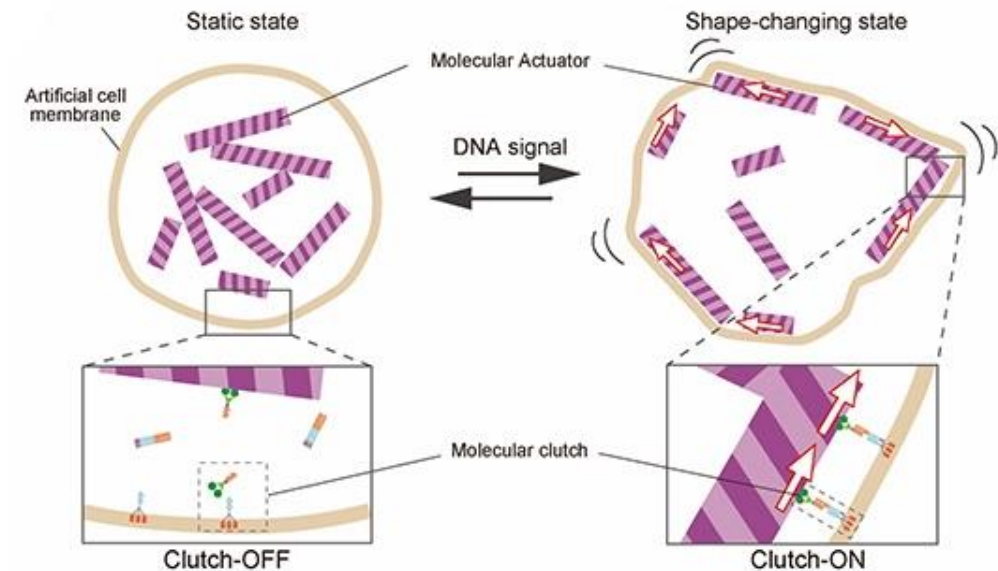


村田智
東北大学



科研費
KAKENHI

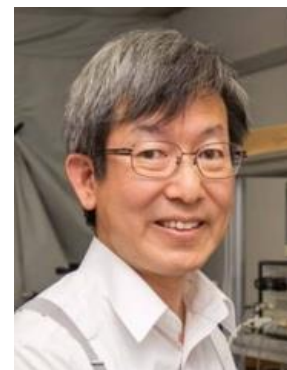
Micrometer-sized molecular robot changes its shape in response to signal molecules
Science Robot. **2017**, 2, eaal3735.



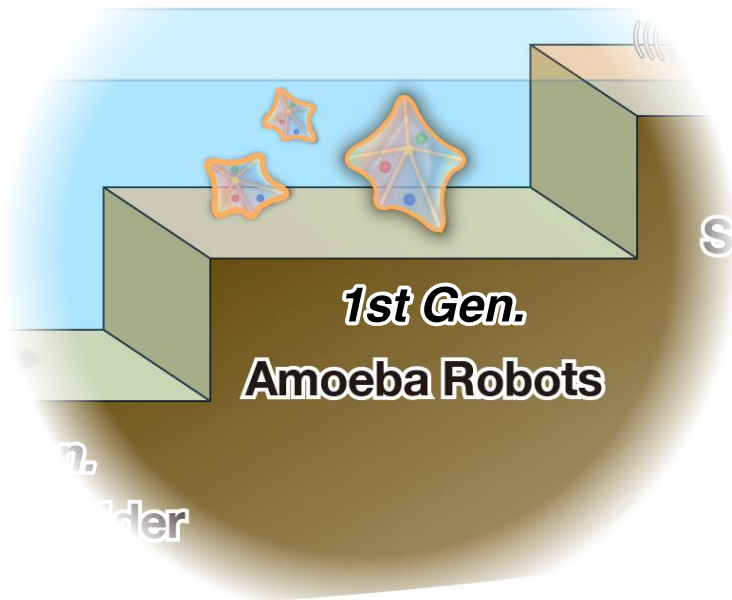
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



野村慎一郎
東北大学



村田智
東北大学



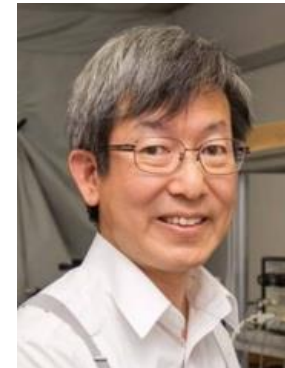
Micrometer-sized molecular robot changes its shape in response to signal molecules
Science Robot. **2017**, 2, eaal3735.



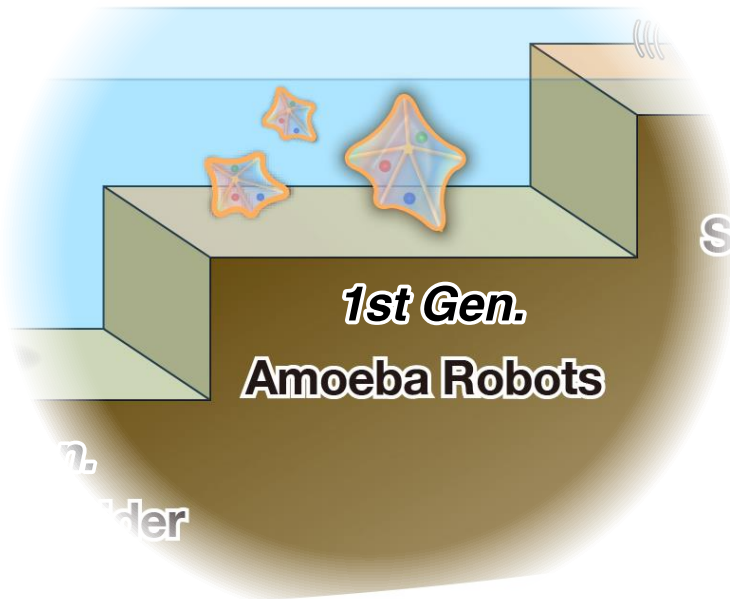
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



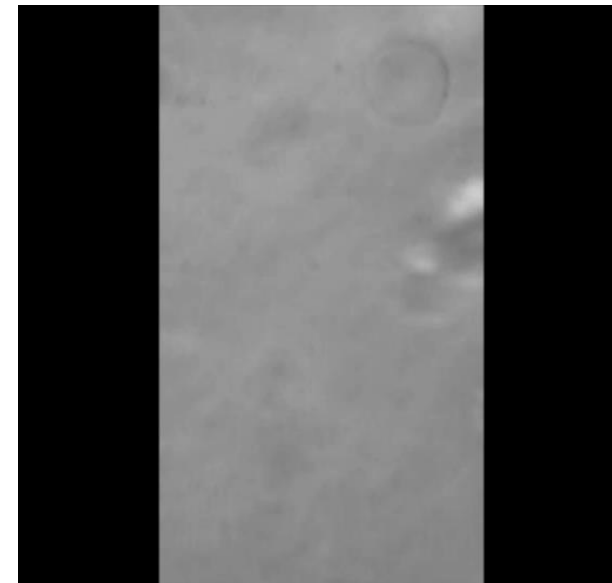
野村慎一郎
東北大学



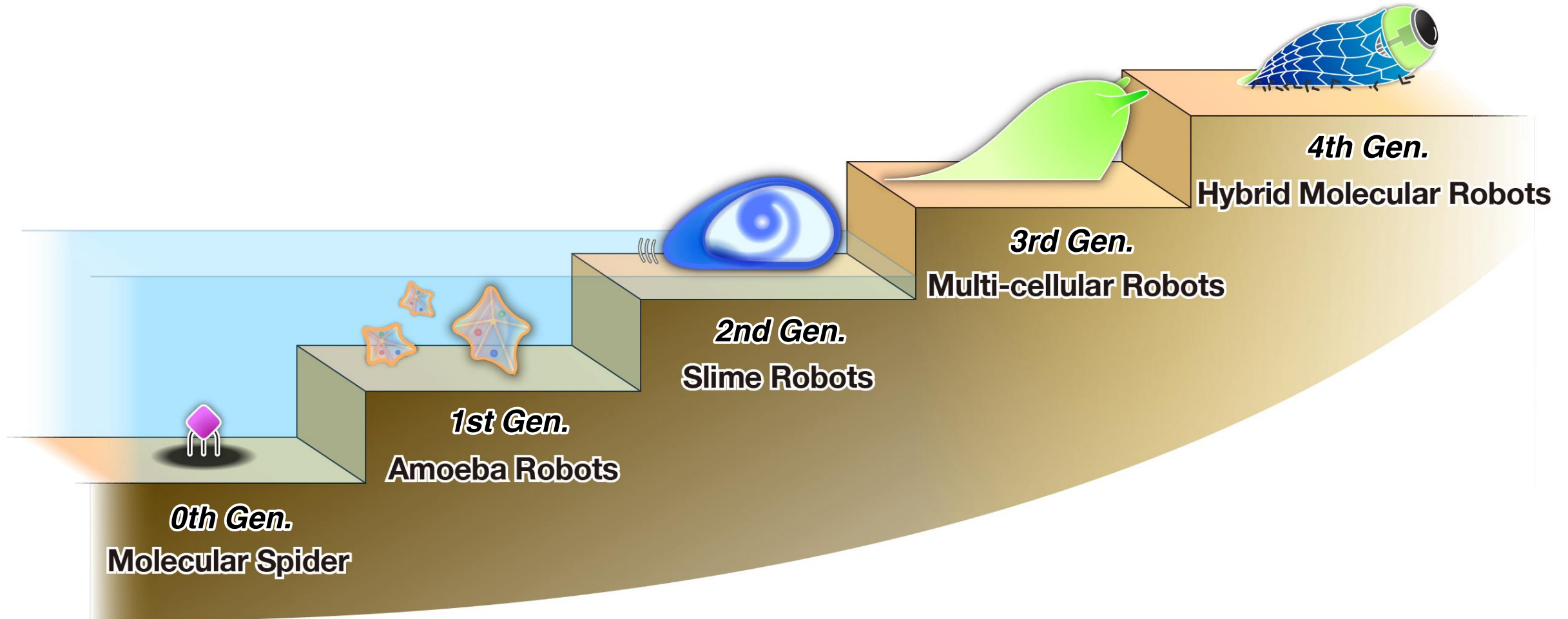
村田智
東北大学



Micrometer-sized molecular robot changes its shape in response to signal molecules
Science Robot. **2017**, 2, eaal3735.



Evolutionary Scenario of Molecular Robots



New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

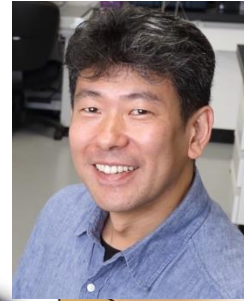
Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



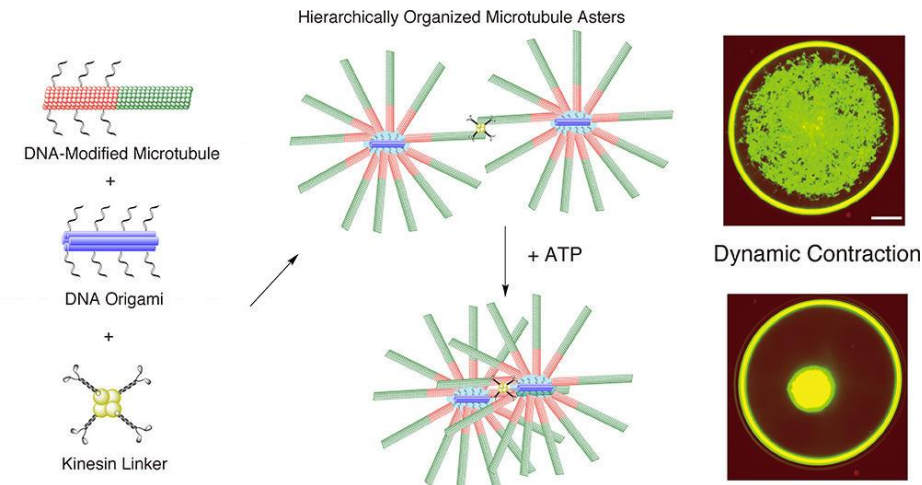
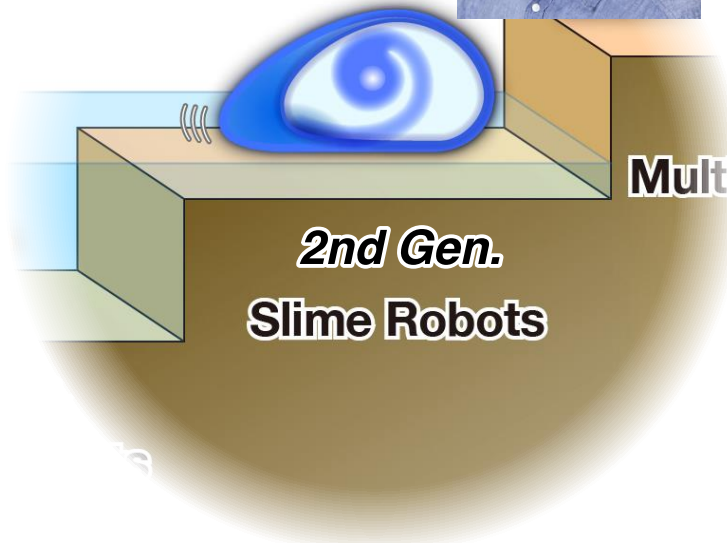
角五彰
京都大学



葛谷明紀
関西大学



小長谷明彦
分子ロボット総研

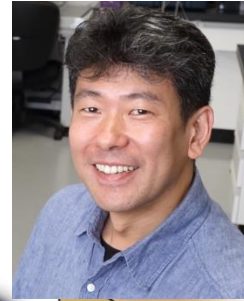


Artificial Smooth Muscle Model Composed of Hierarchically Ordered Microtubule Asters Mediated by DNA Origami Nanostructures
Nano Lett. **2019**, 19, 3933.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



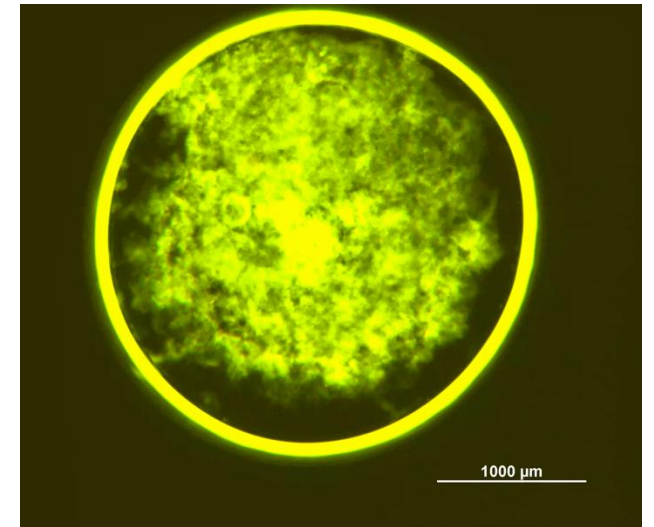
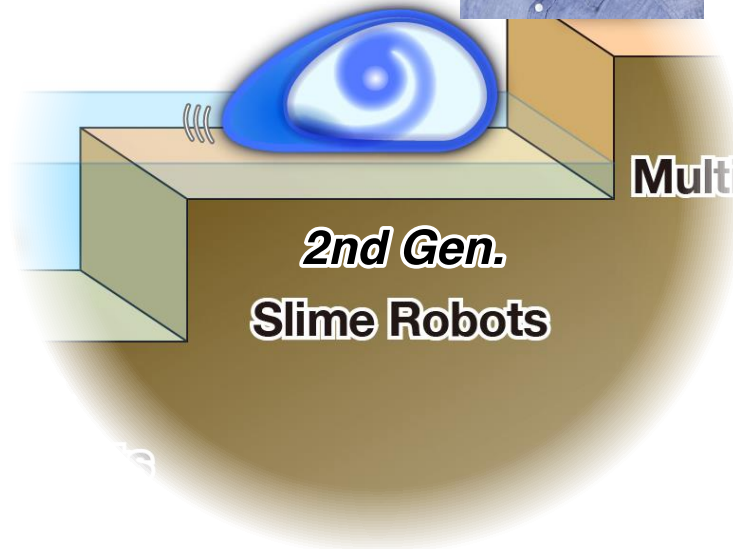
角五彰
京都大学



葛谷明紀
関西大学



小長谷明彦
分子ロボット総研

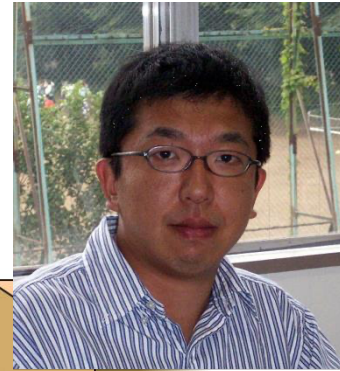


Artificial Smooth Muscle Model Composed of Hierarchically Ordered Microtubule Asters Mediated by DNA Origami Nanostructures
Nano Lett. **2019**, 19, 3933.

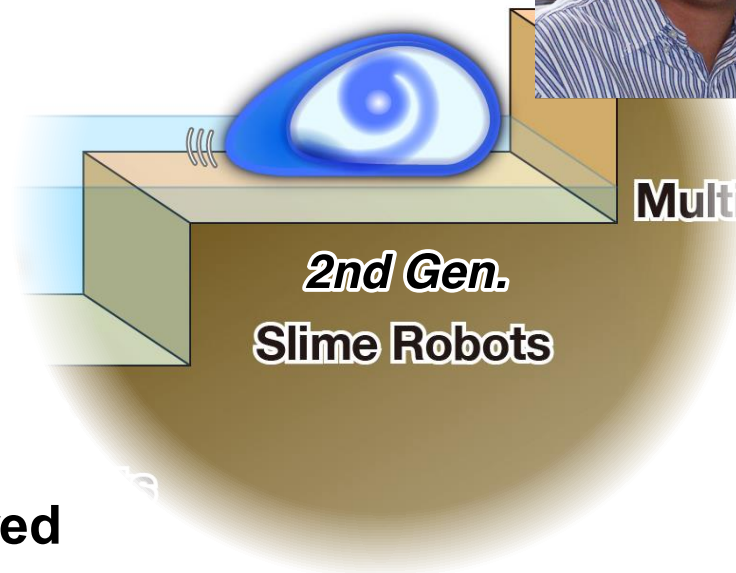
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



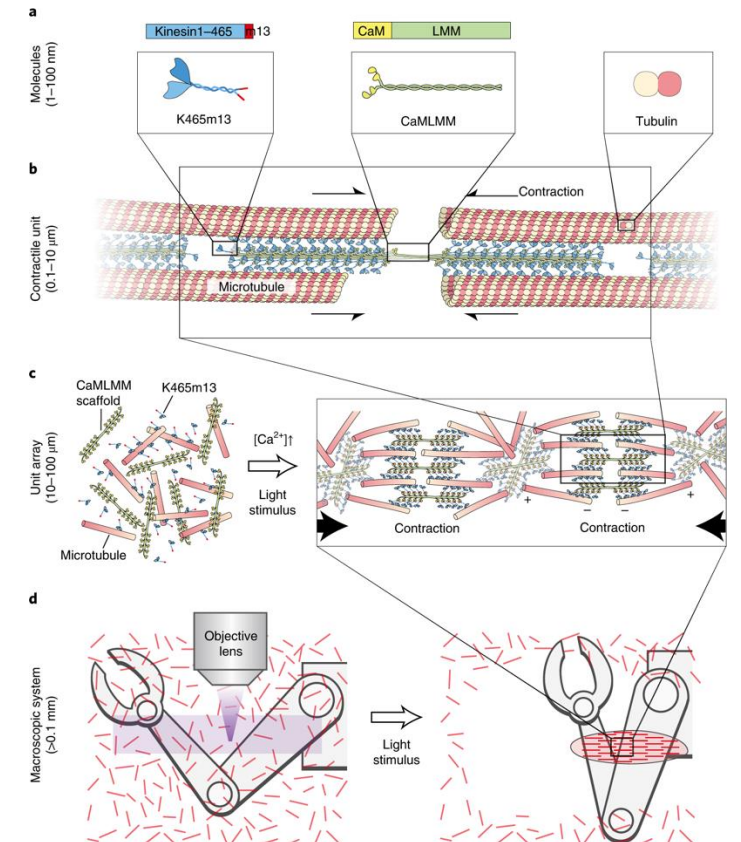
平塚祐一
JAIST



森島圭祐
大阪大学



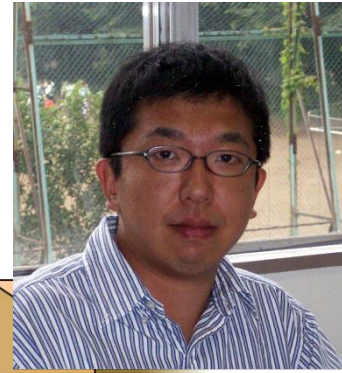
**A printable active network
actuator built from an engineered
biomolecular motor**
Nature Mater. **2022**, 21, 703-709.



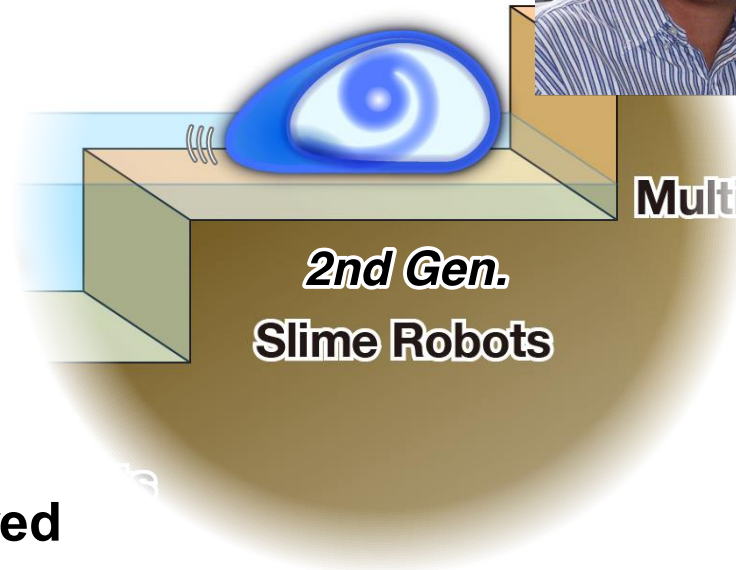
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



平塚祐一
JAIST



森島圭祐
大阪大学



**A printable active network
actuator built from an engineered
biomolecular motor**

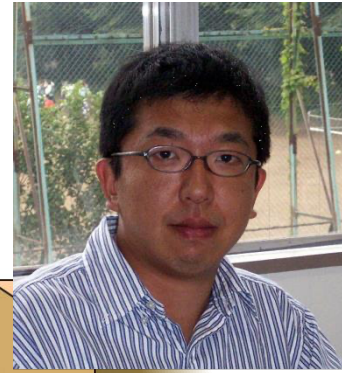
Nature Mater. **2022**, 21, 703-709.



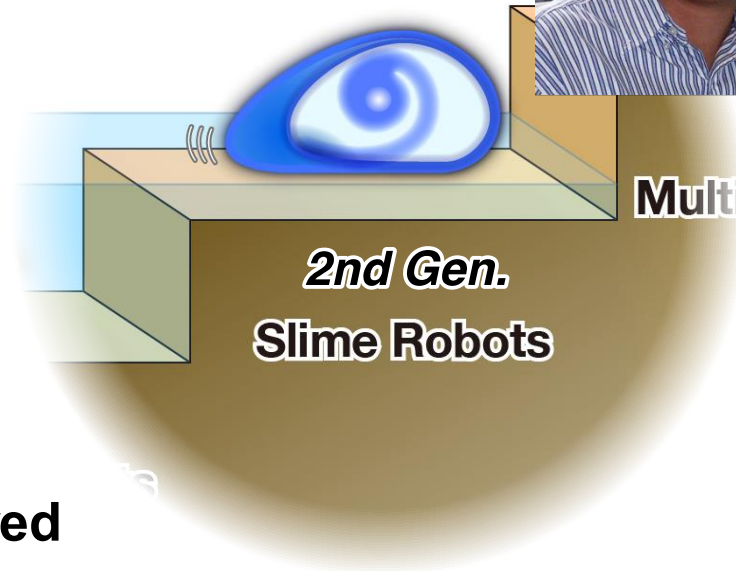
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



平塚祐一
JAIST



森島圭祐
大阪大学



**A printable active network
actuator built from an engineered
biomolecular motor**

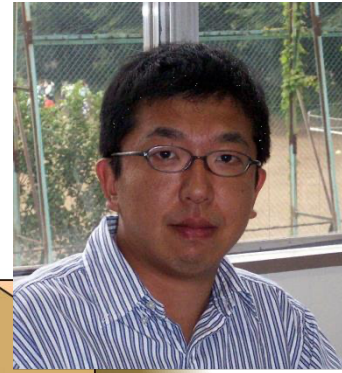
Nature Mater. **2022**, 21, 703-709.



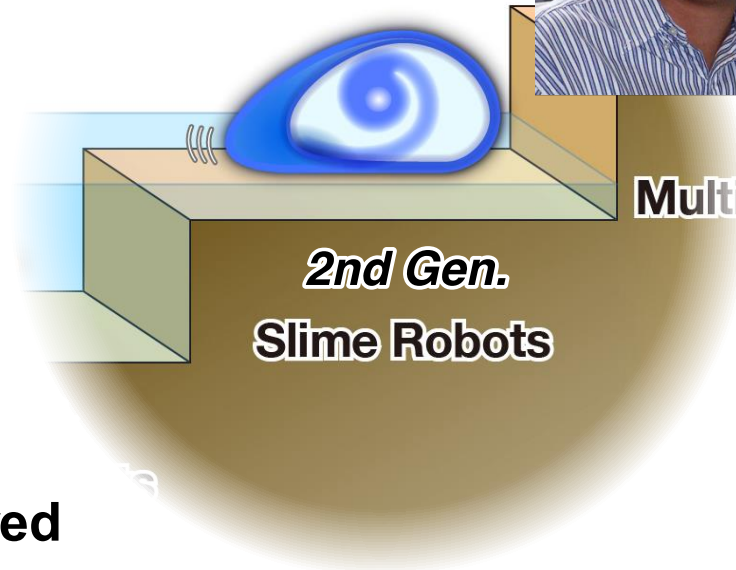
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



平塚祐一
JAIST

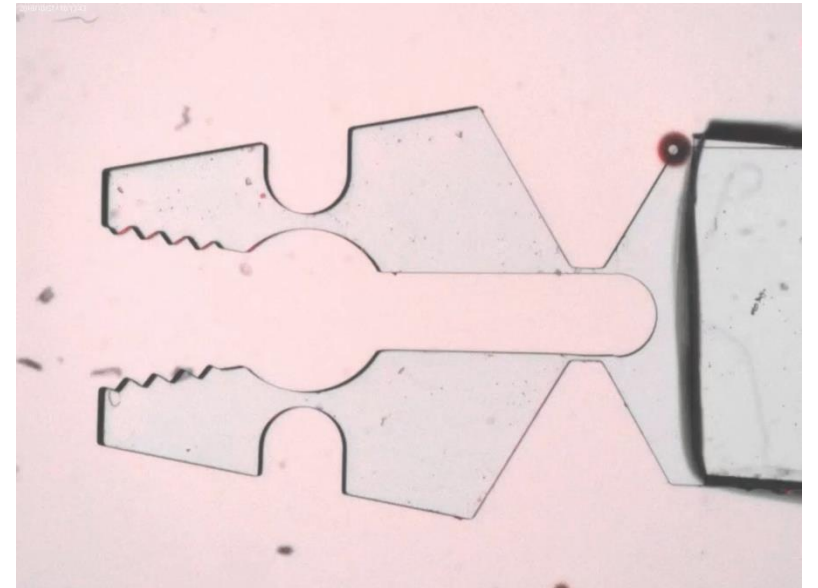


森島圭祐
大阪大学



**A printable active network
actuator built from an engineered
biomolecular motor**

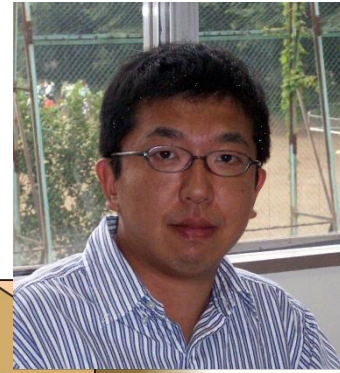
Nature Mater. **2022**, 21, 703-709.



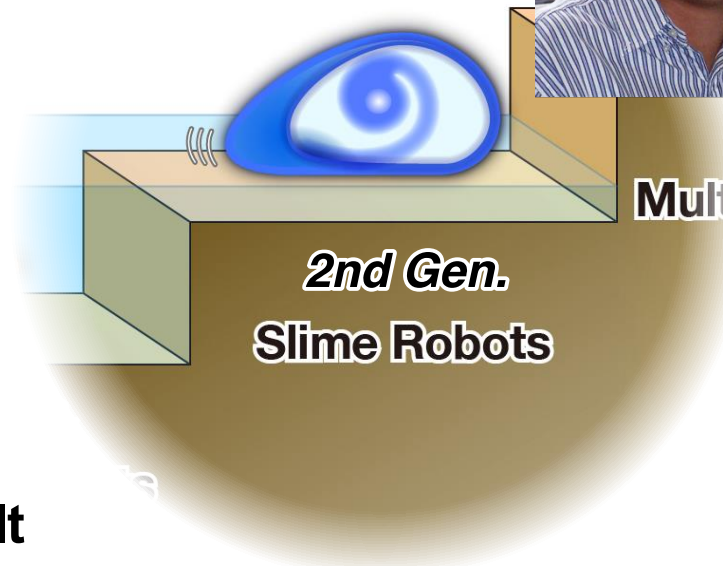
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



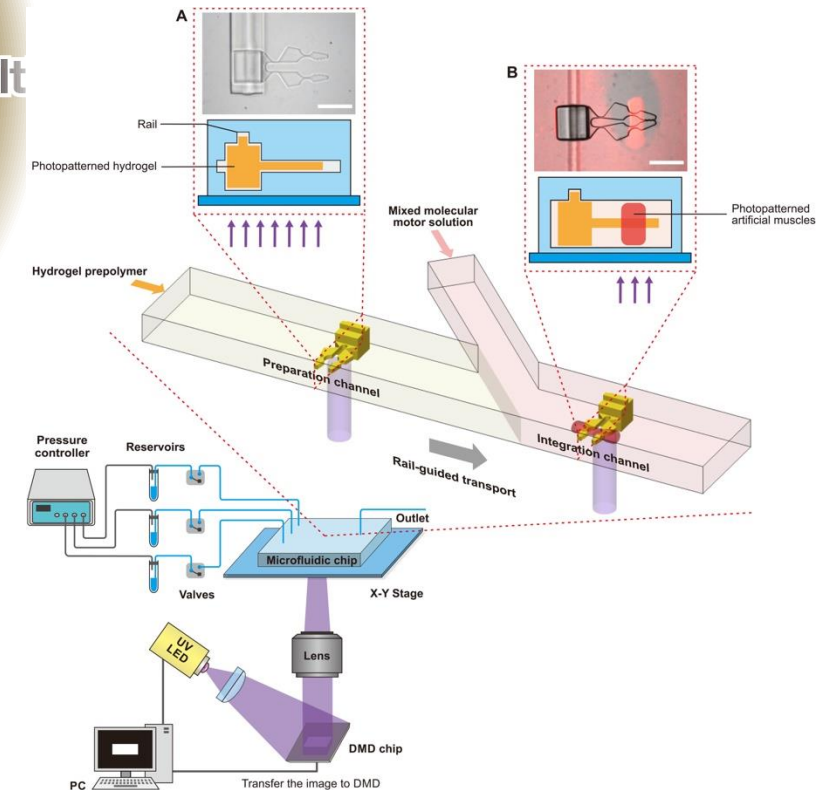
平塚祐一
JAIST



森島圭祐
大阪大学



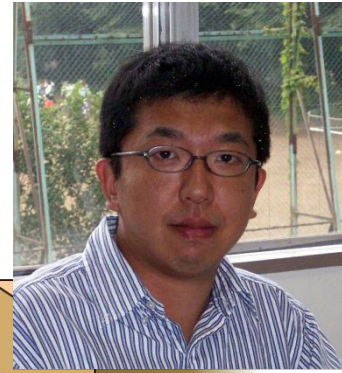
**In situ integrated microrobots
driven by artificial muscles built
from biomolecular motors**
Science Robot. **2022**, 7, eaba8212.



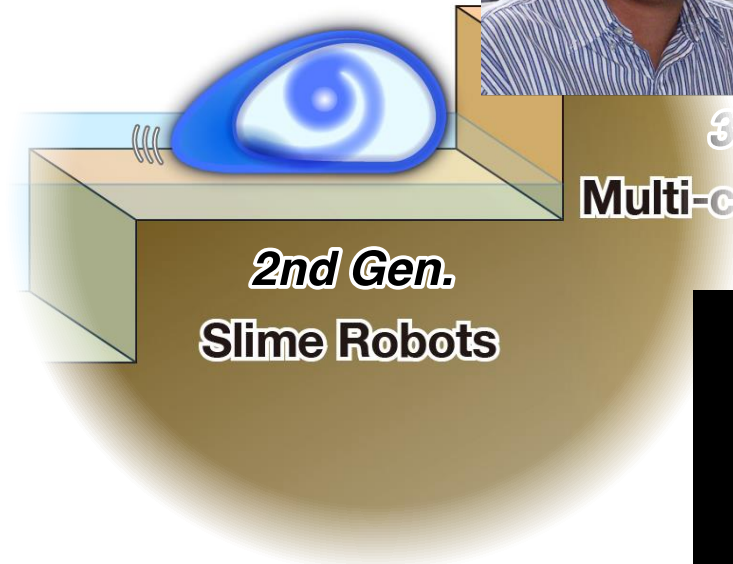
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



平塚祐一
JAIST



森島圭祐
大阪大学

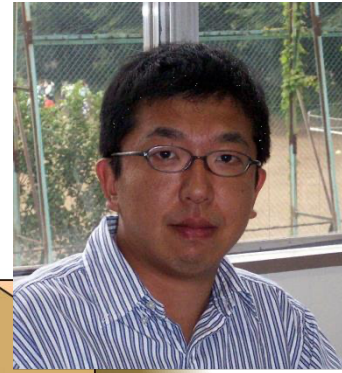


**In situ integrated microrobots
driven by artificial muscles built
from biomolecular motors**
Science Robot. **2022**, 7, eaba8212.

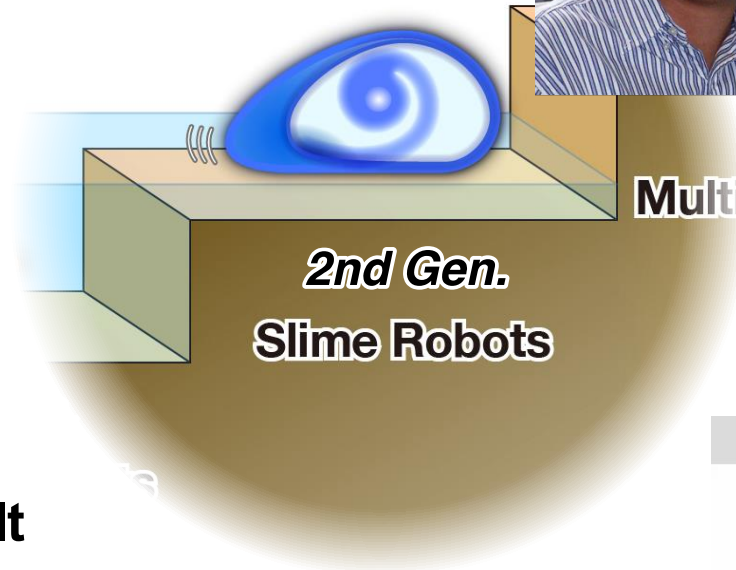
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



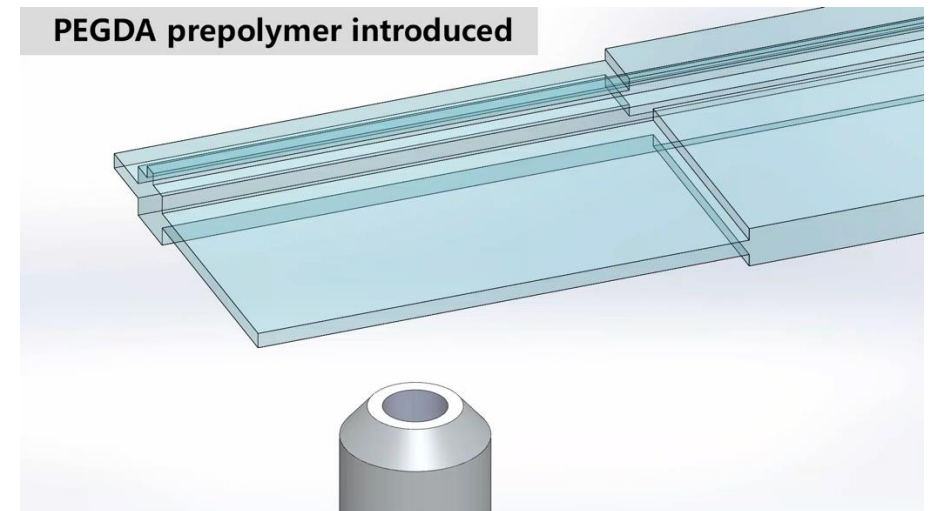
平塚祐一
JAIST



森島圭祐
大阪大学



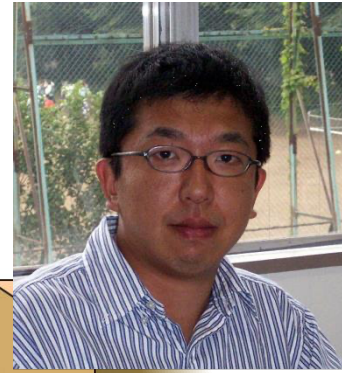
**In situ integrated microrobots
driven by artificial muscles built
from biomolecular motors**
Science Robot. **2022**, 7, eaba8212.



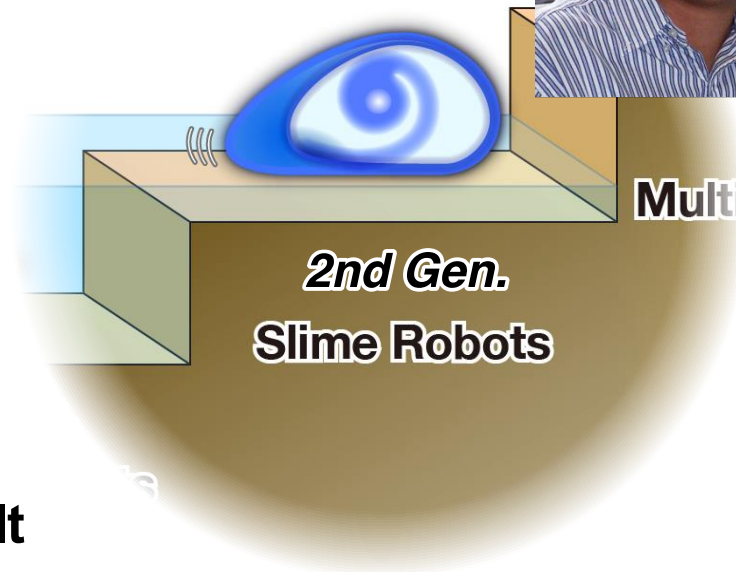
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



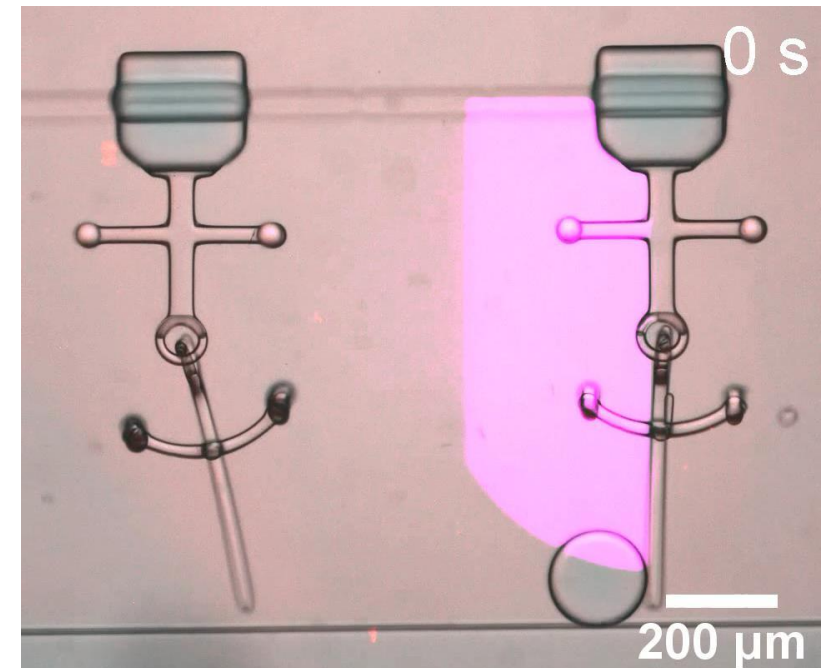
Yuichi Hiratsuka,
JAIST



Keisuke Morishima,
Osaka University



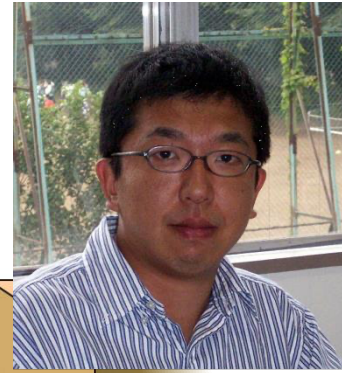
**In situ integrated microrobots
driven by artificial muscles built
from biomolecular motors**
Science Robot. **2022**, 7, eaba8212.



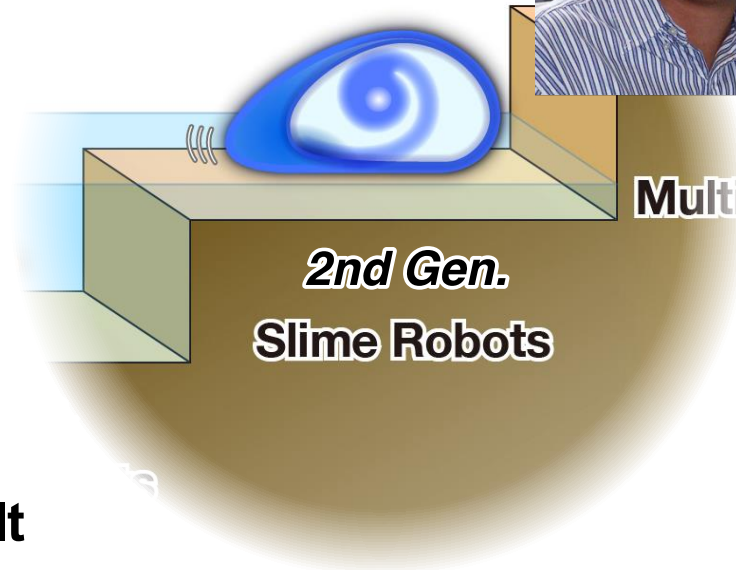
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



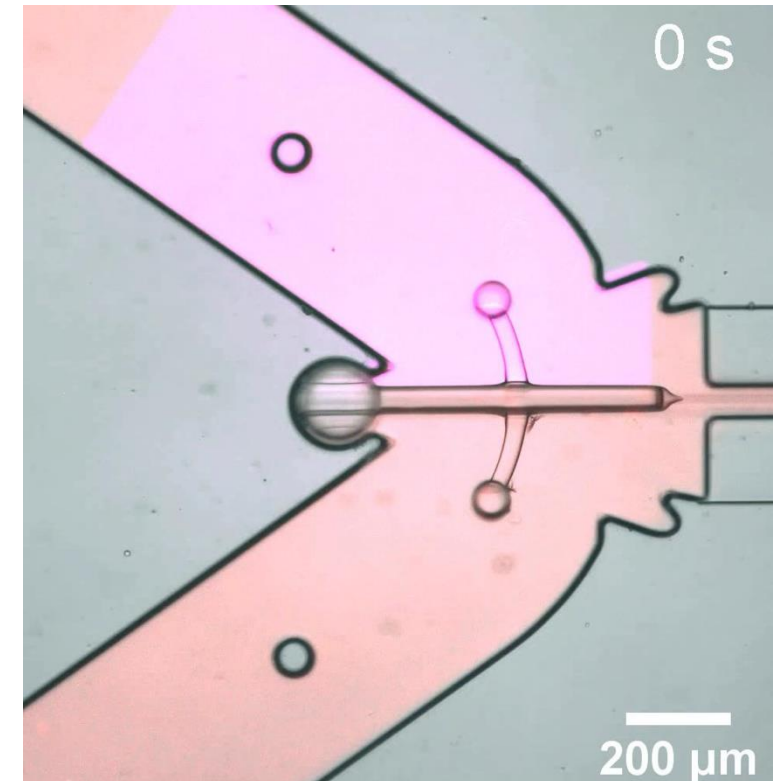
平塚祐一
JAIST



森島圭祐
大阪大学



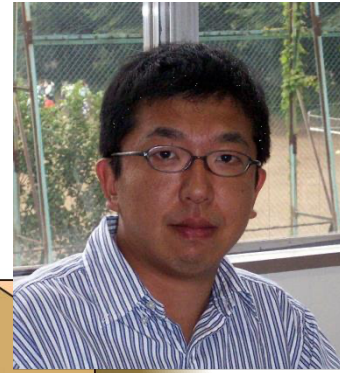
**In situ integrated microrobots
driven by artificial muscles built
from biomolecular motors**
Science Robot. **2022**, 7, eaba8212.



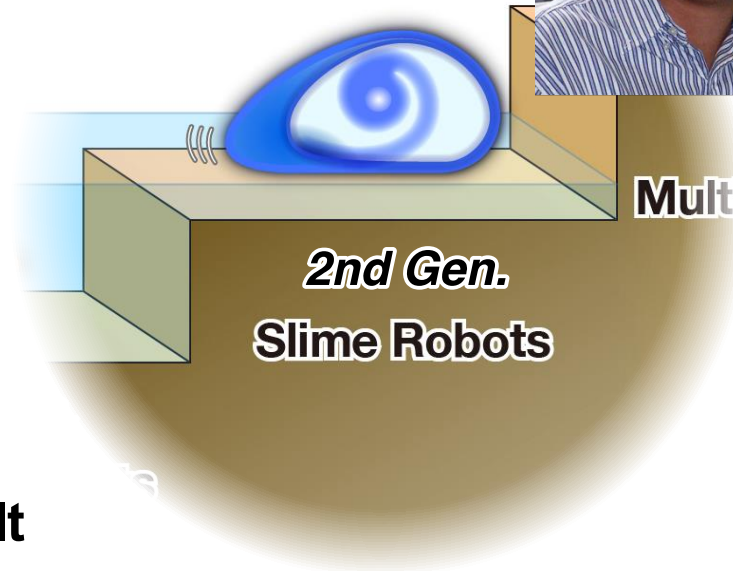
Evolutionary Scenario of Molecular Robots



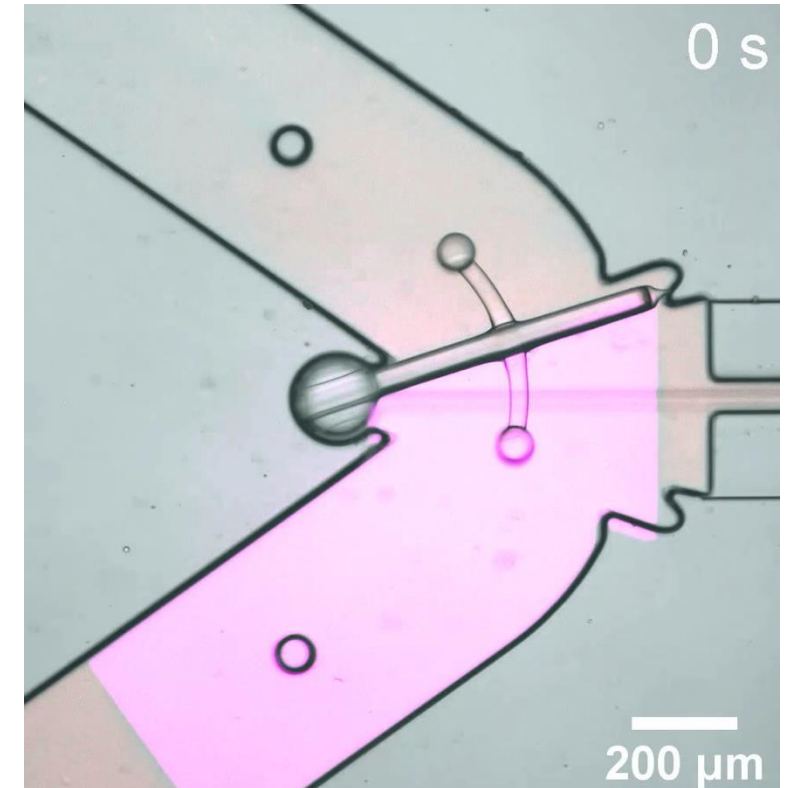
平塚祐一
JAIST



森島圭祐
大阪大学



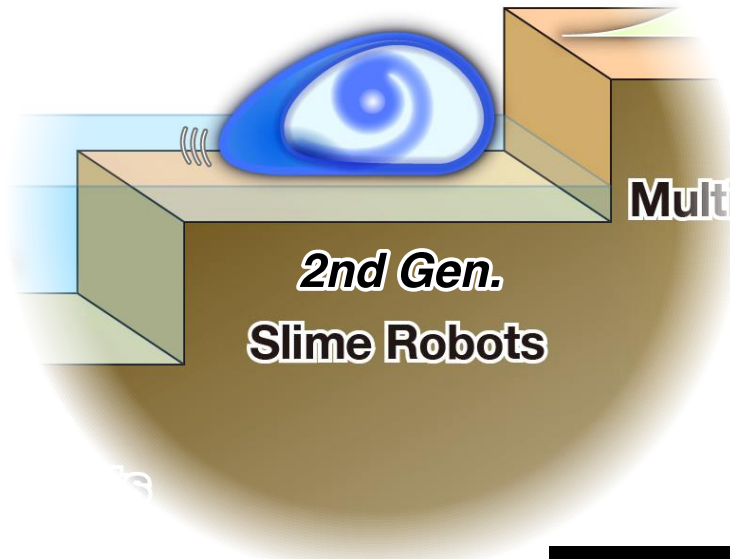
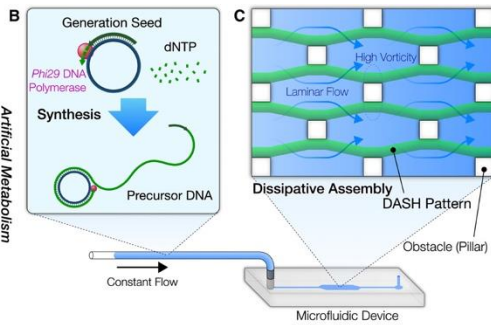
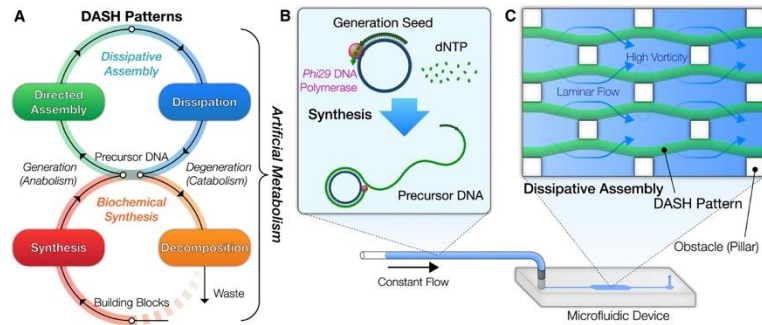
**In situ integrated microrobots
driven by artificial muscles built
from biomolecular motors**
Science Robot. **2022**, 7, eaba8212.



Evolutionary Scenario of Molecular Robots



濱田省吾
東京科学大



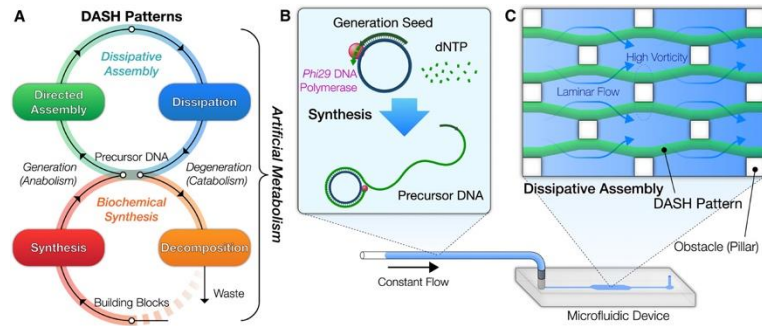
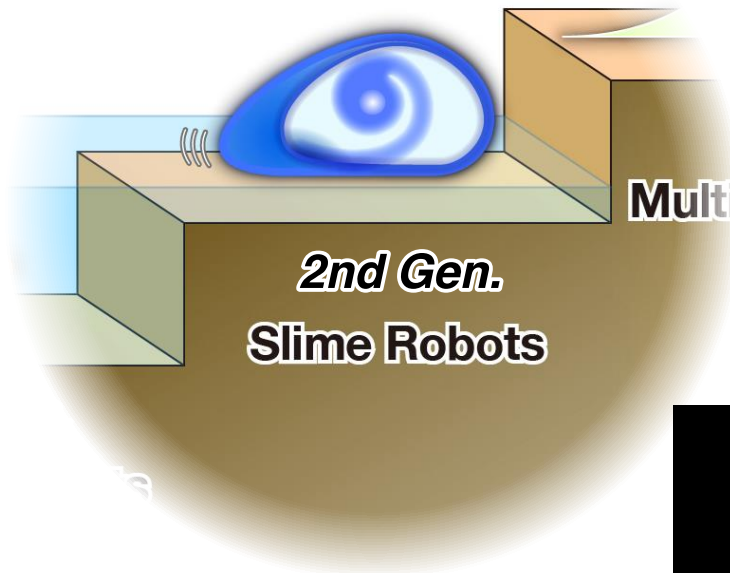
Dynamic DNA material with emergent locomotion behavior powered by artificial metabolism

Science Robot. **2019**, 4, eaaw3512.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots



濱田省吾
東京科学大

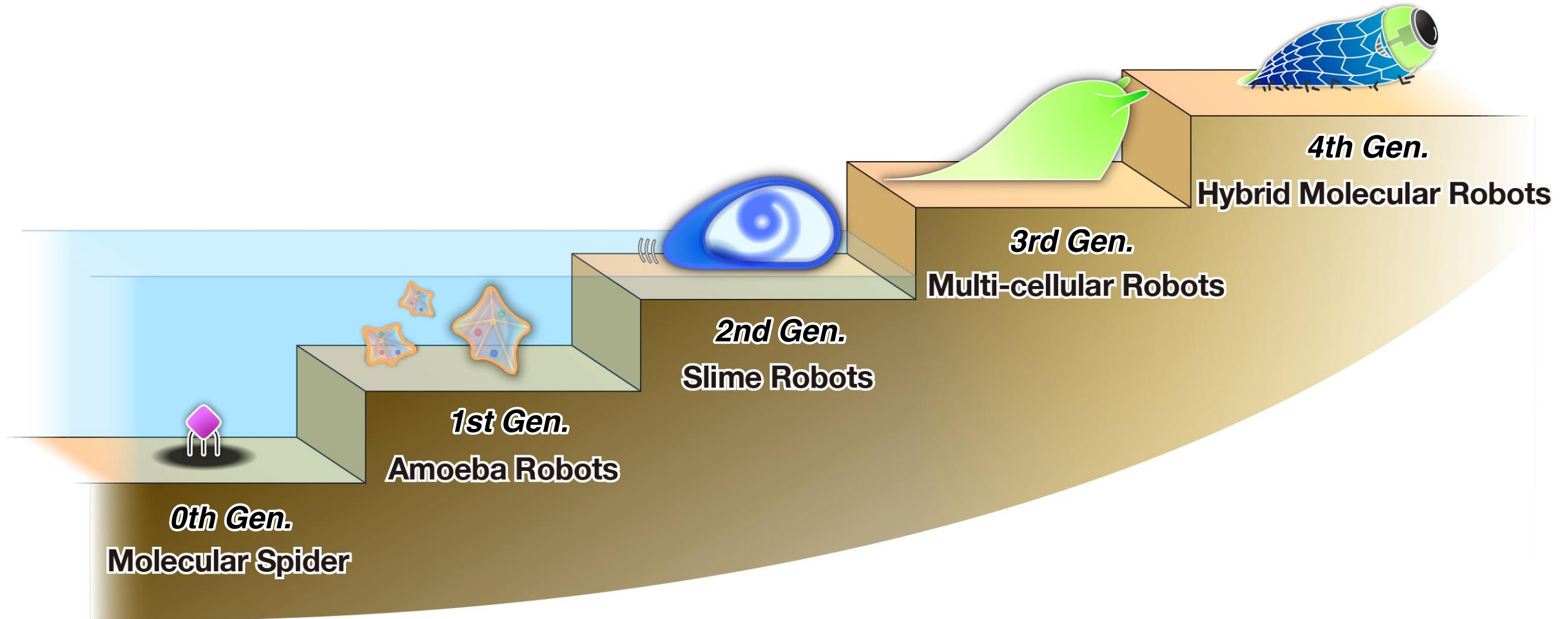


Dynamic DNA material with emergent locomotion behavior powered by artificial metabolism

Science Robot. **2019**, 4, eaaw3512.

Supplementary Movie S7
Racing Behavior

Evolutionary Scenario of Molecular Robots

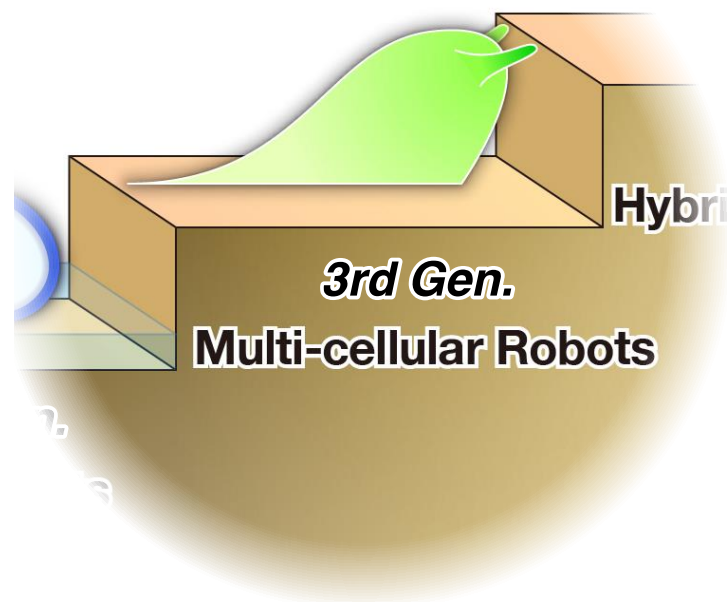


New Gen. Comput. **2013**, 31, 27-45.

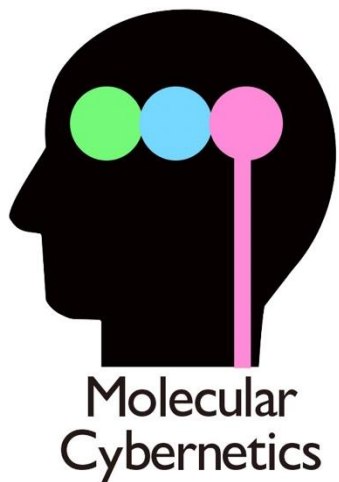
Acc. Chem. Res. **2014**, 47(6), 1681-1690.

IEEE Trans. Mol. Biol. Multi-Scale Commun. **2023**, 9(3), 354-363.

Evolutionary Scenario of Molecular Robots

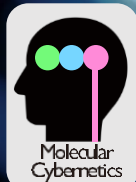


科研費・学術変革領域研究A



分子サイバネティクス
ー化学の力によるミニマル人工脳の構築
2020–2025

<https://molcyber.org>



分子サイバネティクス キックオフシンポジウム

日時：2020年12月19日（土曜日）

14:00-16:30

オンライン開催

領域HP <https://molcyber.org>

領域HPで事前登録された方にURLをお知らせします

事前登録締切：12月19日 11:00

分子サイバネティクス領域の発足について

領域代表 東北大学 村田 智

計画研究の紹介

- A01 統合班 東京大学 豊田 太郎
- B01 伝達班 東北大学 野村 M. 慎一郎
- C01 学習班 九州工業大学 中基 隆
- D01 展開班 関西大学 葛谷 明紀

共有拠点の提供するサービスについて 公募研究について

パネルディスカッション

「分子ロボティクスから分子サイバネティクスへ」

分子ロボット総合研究所 代表 小長谷 明彦
 東京大学 情報理工学系研究科 教授 萩谷 昌己
 東京大学 理事・副学長 藤井 輝夫
 札幌市立大学 学長 中島 秀之
 ほか



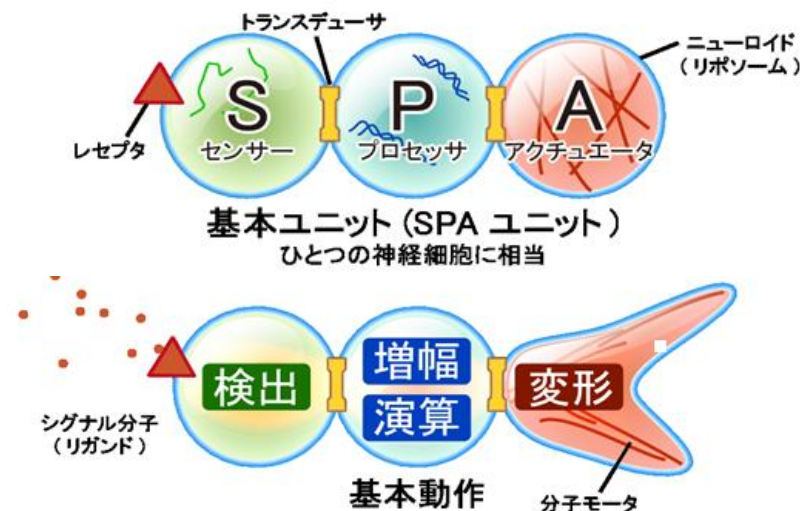
事前登録



領域HP

今後の活動について

科研費
KAKENHI



単分子観察拠点 (関西大学)

葛谷 明紀 (関西大学)

Akinori Kuzuya

分子サイバネティクス領域では、機能をもった複数の分子をリボソーム内で協同的に働かせるための方法論を確立します。そこで、関西大学イノベーション創生センターに設置した単分子観察拠点では、高い時間分解能をもつ顕微鏡や各種の測定装置を稼働し、リボソーム内部での反応、たとえば薬品を透過する分子デバイスを介した情報のやりとりや、構造変化する分子アクチュエータを分子レベルで可視化することで、各組の要素技術の評価をお手伝いします。

拠点の装置類は、光学顕微鏡、原子間力顕微鏡、分光機器、の3つに分類されます。

1. 光学顕微鏡

1.1 スピンニングディスク型超解像共焦点顕微鏡 (Olympus IX-83+Andor Dragonfly 505)

オリンパス社の独立したスピニングディスク型顕微鏡IX-83に、Andor社のスピンニングディスク型共焦点顕微鏡ユニットDragonfly 505が搭載されています。最高400 fpsという、レーザー走査型と比較して高速度の共焦点観測ができることが特徴です。他に、全反射蛍光顕微鏡 (TIRF)、超解像蛍光顕微鏡 (dSTORM)、画像処理による超解像顕微鏡 (SRF-Stream) に対応しています。カメラはEMCCDとCMOSの2台搭載です。

1.2 全反射蛍光顕微鏡 (Nikon Eclipse Ti2-E)

ニコン社の研究用高倍率顕微鏡Ti2-EにHi-TIRFユニットを搭載しています。100倍の油浸レンズは超解像に対応です。カメラはsCMOSが搭載されています。

2. 原子間力顕微鏡

2.1 高速原子間力顕微鏡 (RIBM NanoExplorer SS-NEX)

生体分子計測研究所製の高速AFMです。最高20 fps (実用は1 fps程度) で、分子像を動画で液中観測できます。オプションの高速ユニットも備えており、細胞液の交換が可能です。

2.2 高解像原子間力顕微鏡 (Bruker Multimode 8/Nanoscope V)

世界的に普及しているブルカー社のAFMです。DNAナノ構造体の測定に必要なものは全てそろっています。液中、空気中観測の両方が可能で、プローブマニピュレーションなど、制御ソフトウェアのオプション機能も複数追加されています。

2.3 環境制御原子間力顕微鏡 (SSI SPI 3800N/SPA 300HV)

セイコーインスツルメンツ(株)の製造で、真空中や指定のガス中での測定が可能です。制御PCが古く使用には向きませんが、国内では同シリーズがよく使われていますので、DNAナノ構造体測定用のブラケット検討などにご使用いただけるのではないかと思います。

3. 分光機器類

3.1 マルチモードプレートリーダー (Molecular Devices SpectraMax iD5)

吸光、蛍光、発光に対応しているほか、蛍光寿命や、蛍光寿命消滅も測定できるオールインワン型のプレートリーダーです。インジェクターも搭載しています。

3.2 紫外可視分光光度計・分光蛍光光度計 (日本分光 V-750-FP-B300)

紫外可視分光光度計は2台あり、いずれも水冷パルスと備えています。

3.3 動的分散計 (Wyatt DynaPro NanoStar)

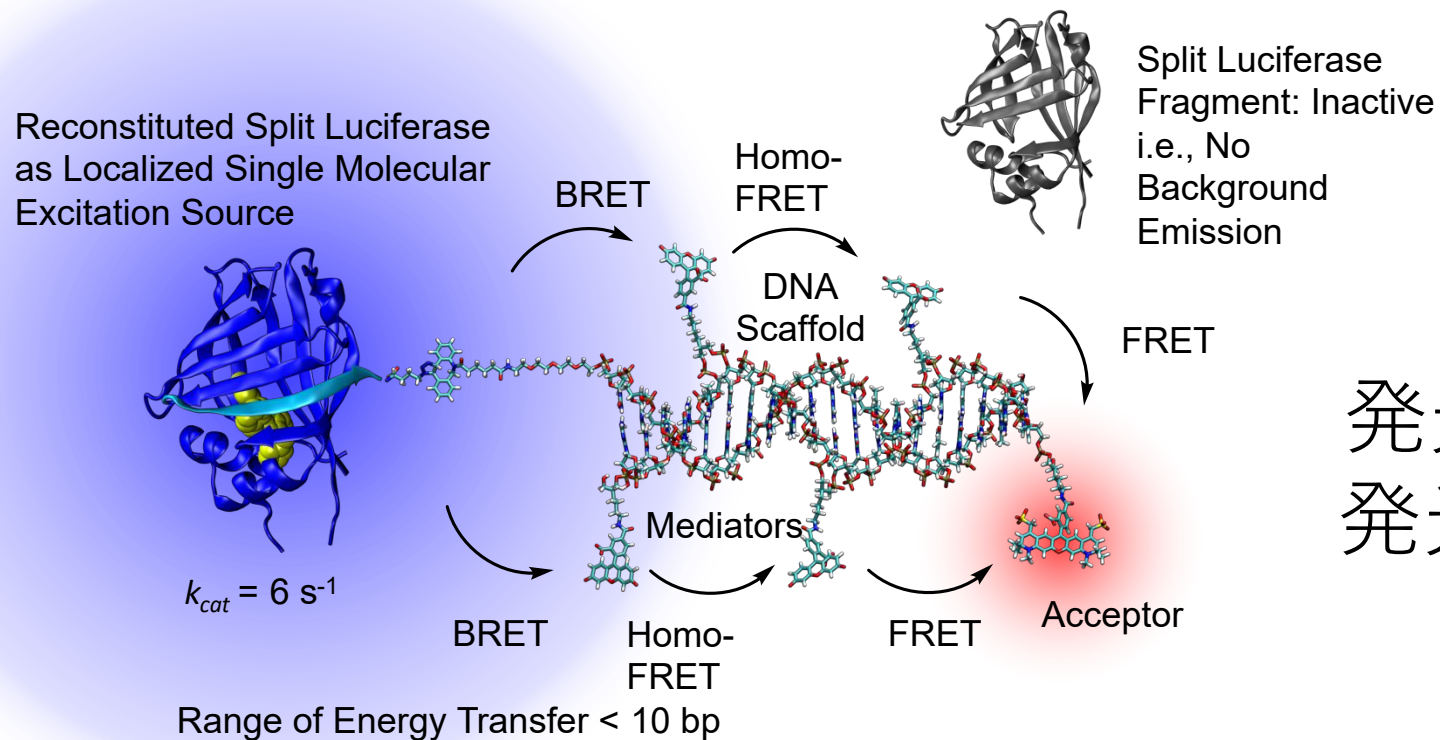
10 μLのサンプル量から粒径測定が可能です。DL5測定装置です。

このほか、学科共通機器として円二色性分散計 (CD、日本分光 J-1500) が同施設内に、透過型電子顕微鏡 (TEM、JEOL JEM-1400) が別棟に設置されており、随時利用可能です (要予約)。利用料の徴収などはもちろん行わず、総括経費の範囲内で消耗品代も無料とする予定ですので、みなさま積極的にご活用ください。



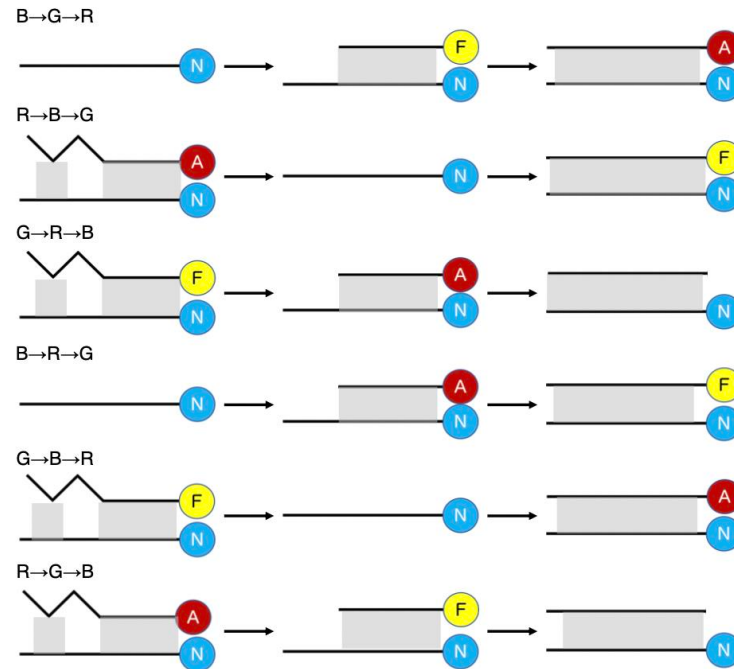
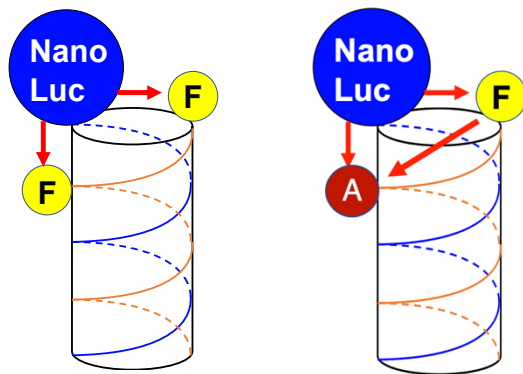
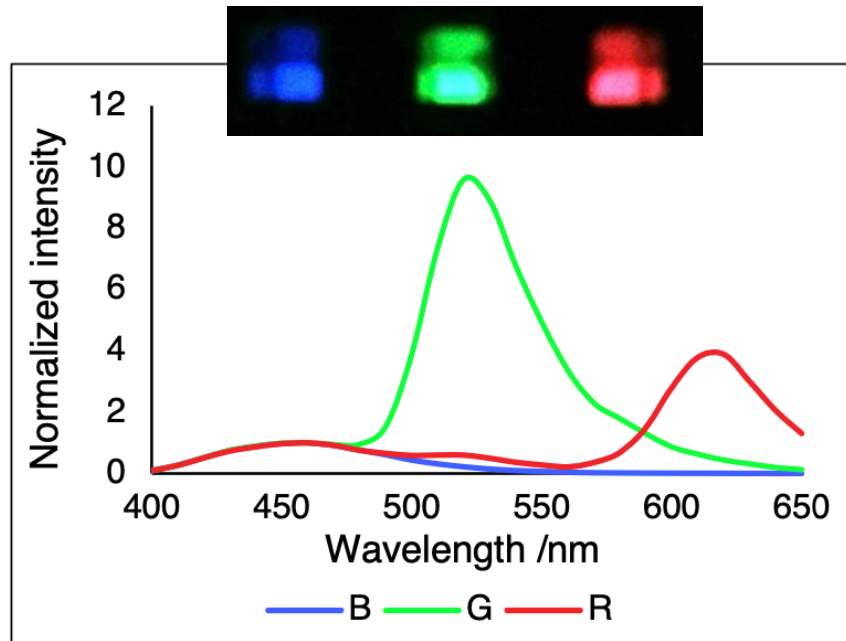
関西大学イノベーション創生センター
 住所：大阪府吹田市山手町3-3-35
 最寄り駅：東横線・山手線 吹田駅
 もしくは、JR京都線 吹田駅・篠田駅バス
 連絡先：葛谷
 (kuzuya@kansai-u.ac.jp) まで

DNA足場多色生物発光素子

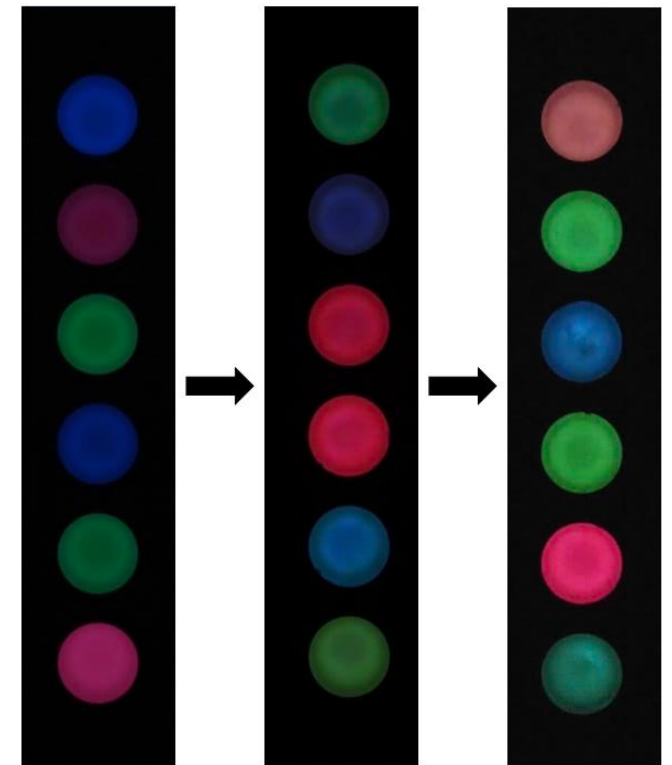


発光タンパク質からの
発光をDNAの分子情報
で自在に制御

DNA足場多色生物発光素子



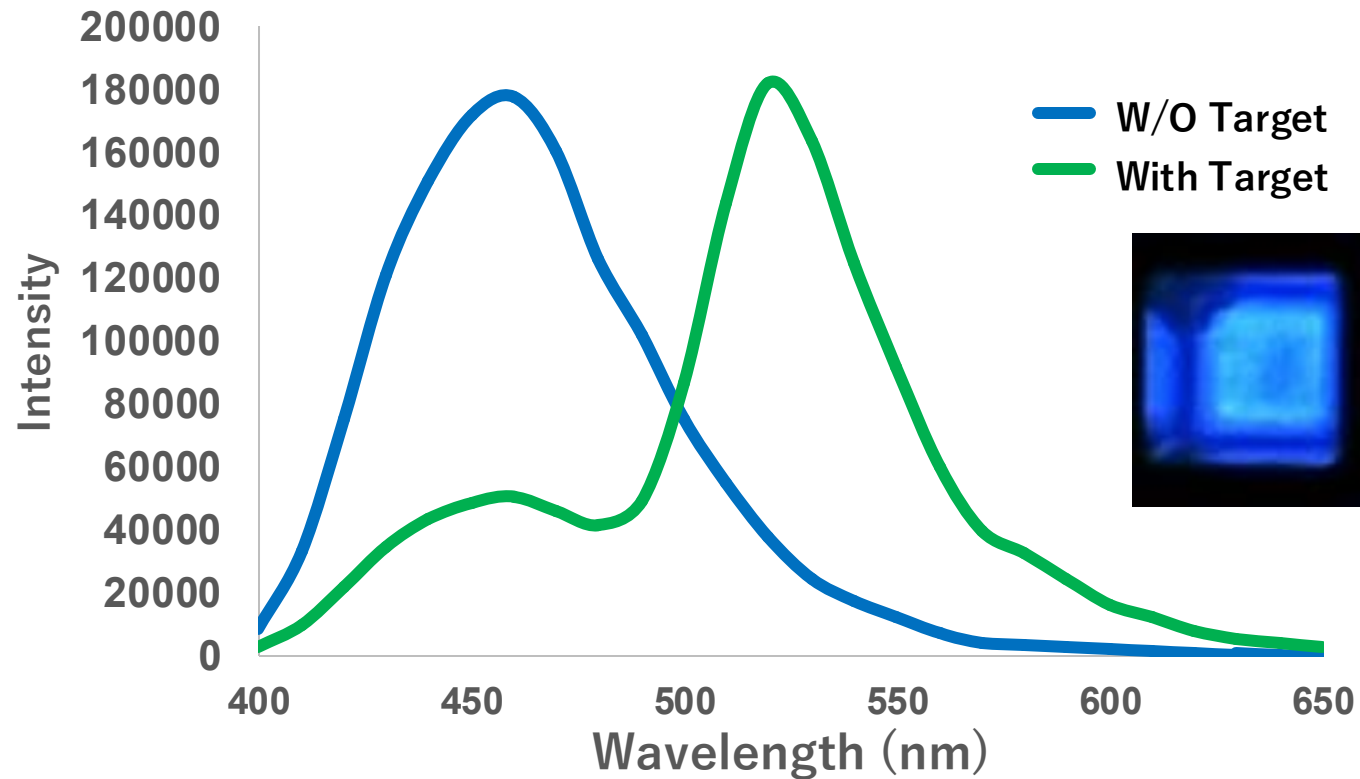
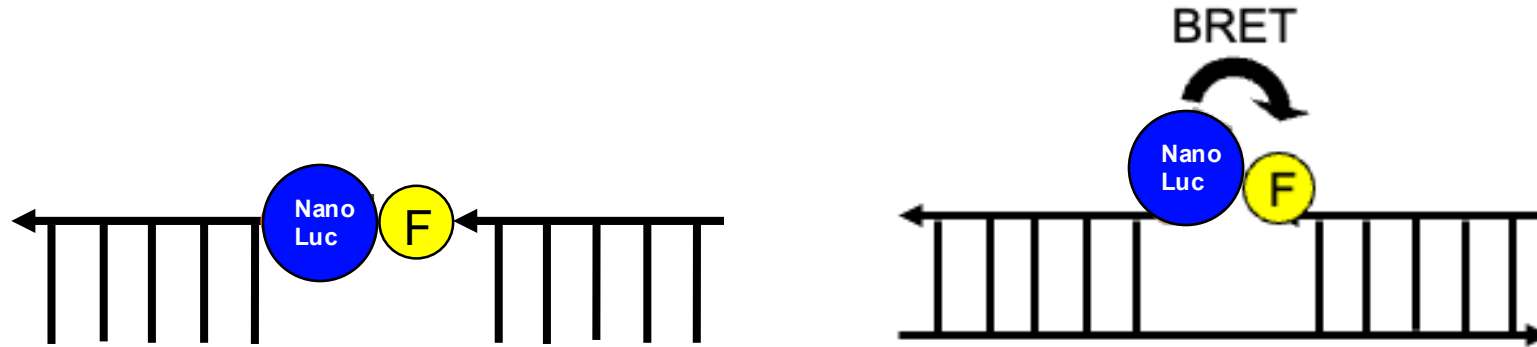
DNAのプログラミングにより、発光色を人為的に切り換えられる



6 h

1 d

核酸検出への応用



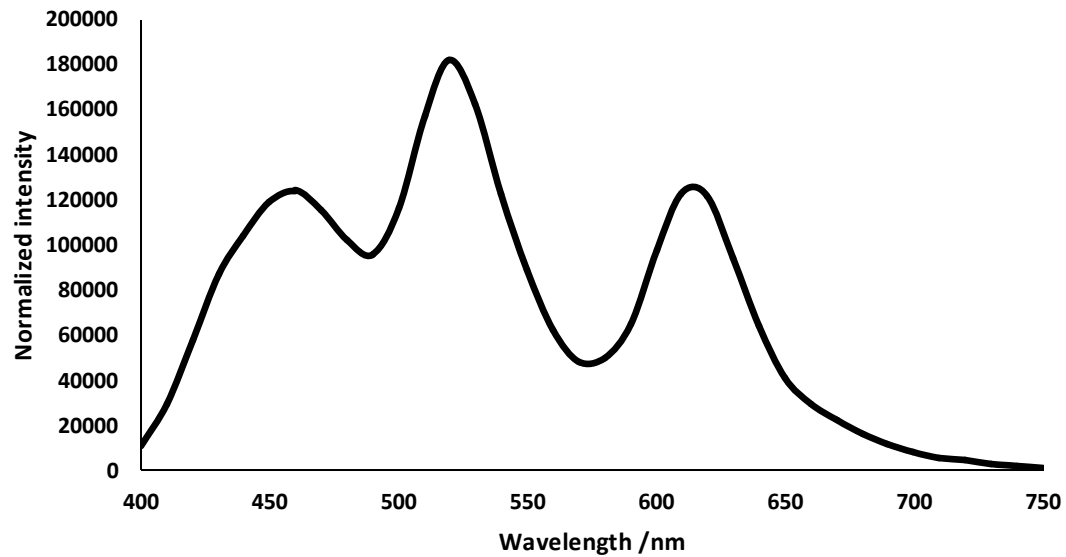
In preparation

RGB三原色の混合

Wavelength (nm)	Blue Intensity*0.95	Green Intensity	Red Intensity*1.35	SUM
460 nm	0.950	0.104	0.350	1.40
520 nm	0.210	1.00	0.208	1.42
620 nm	0.00467	0.0459	1.35	1.40

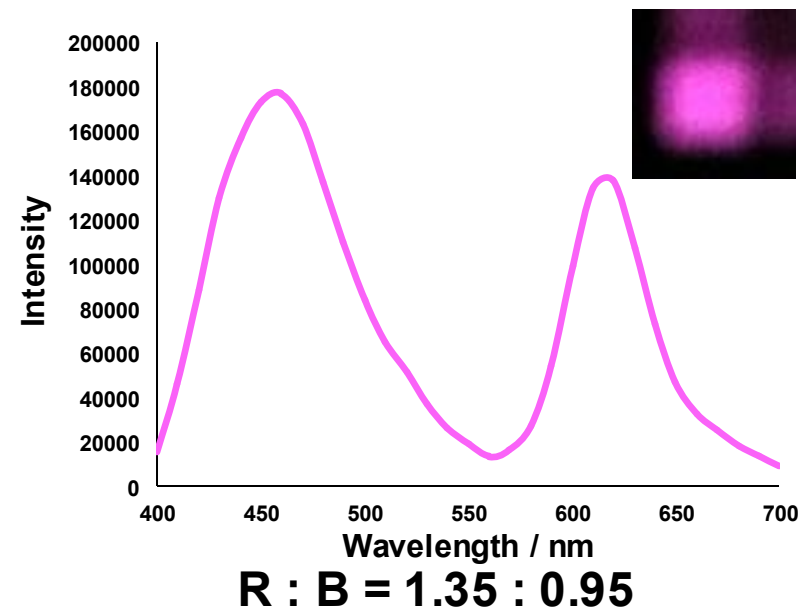
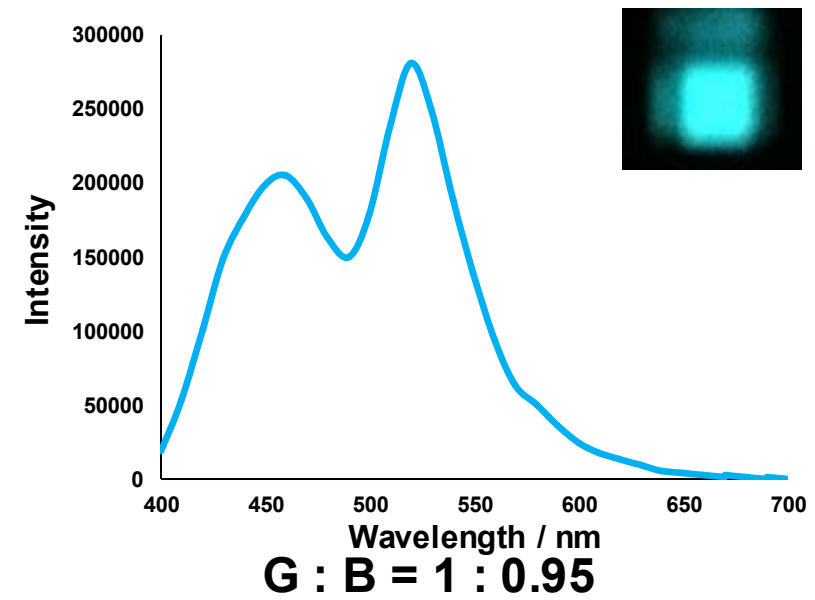
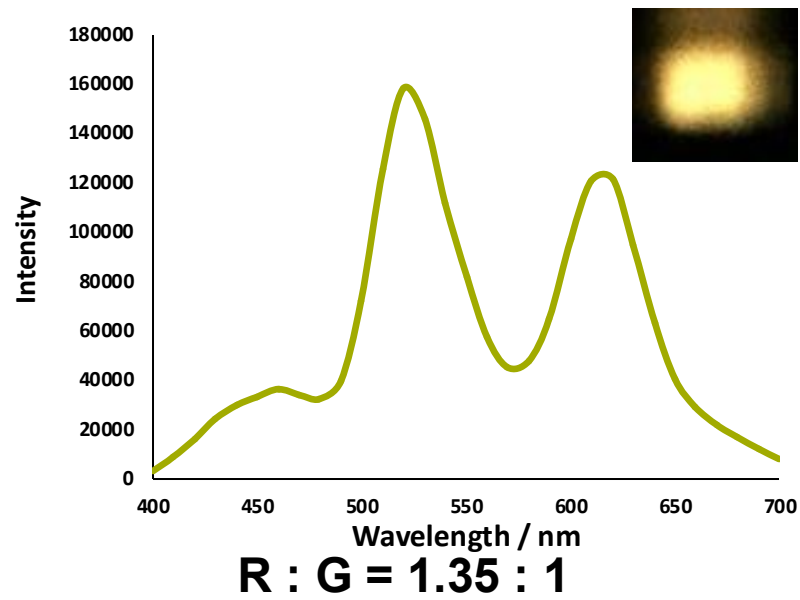
Red 9.5 μL
Green 10.0 μL
Blue 13.5 μL

Wavelength (nm)	White ($\times 10^3$)
460	124
520	182
620	123

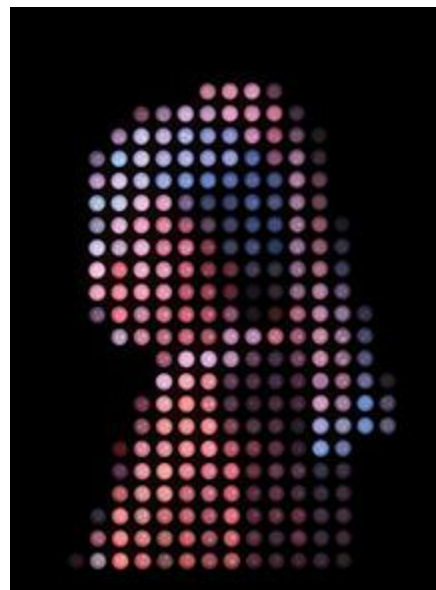


iPhone Camera

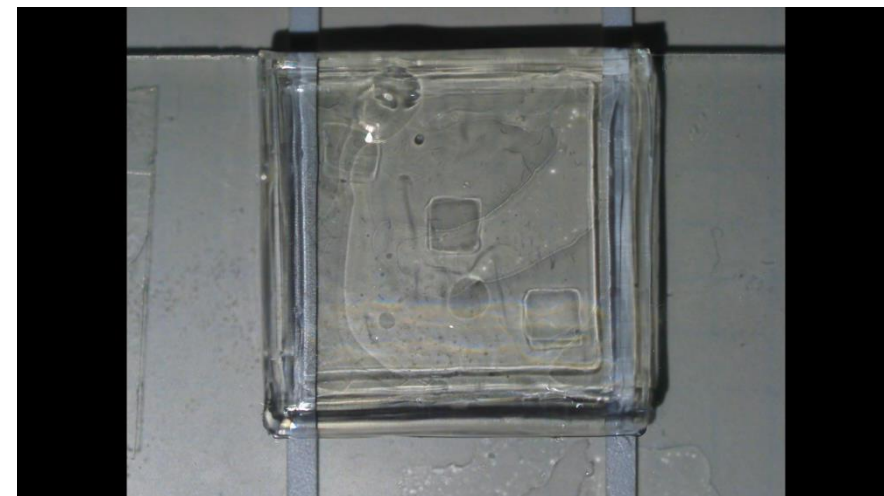
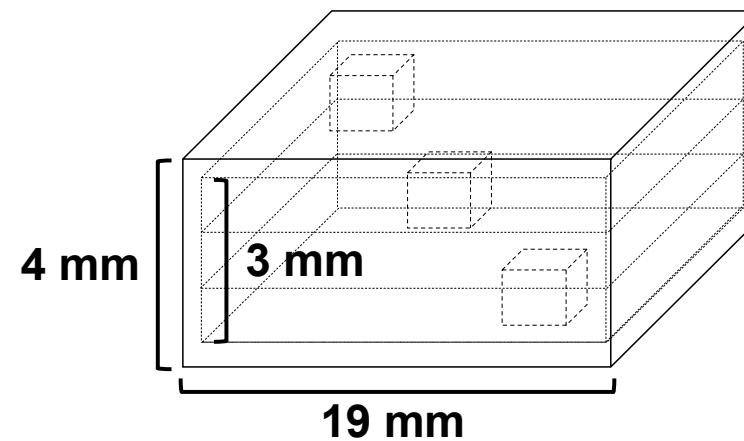
In preparation



In preparation



	最終濃度	各液量/20 μ L
各RGB溶液		
5 μ M HiBiT DNA	500nM	2
5 μ M 相補鎖DNA	550nM	2.2
10 $\times$ PBS	2 $\times$	4
LgBiT		3
Nano-Glo [®] Luciferase Assay Buffer		8.8
メスアップ溶液		
10 $\times$ PBS	2 $\times$	4
Nano-Glo [®] Luciferase Assay Buffer		8.8
Water		7.2
Furimazine溶液		
Furimazine		1.5
Nano-Glo [®] Luciferase Assay Buffer		18.5
各Well		
RGB溶液 + メスアップ溶液	20 μ L	
Furimazine溶液	20 μ L	
計	40 μ L	

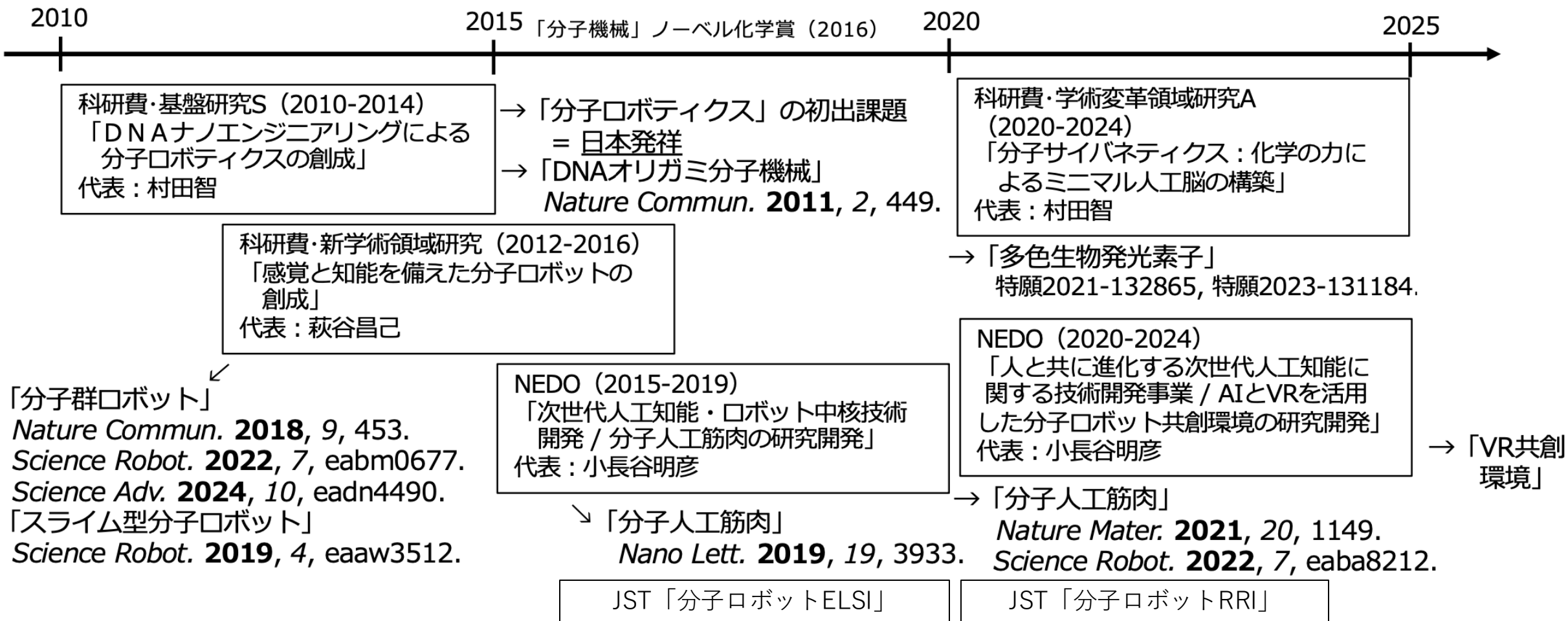


Mojo Lens by Mojo Vision

<https://www.moguravr.com/mojo-vision-2/>

使い捨てソフトコンタクトレンズでは？

日本における「分子ロボット」研究



「DNAオリガミ分子機械」は既に製品化



こんな課題を解決します

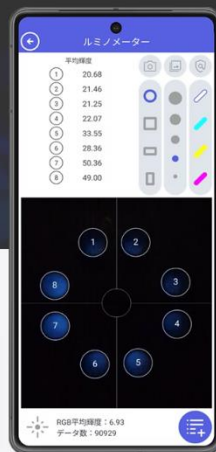
現場で
衛生指標菌の
検査を行いたい



できるだけ早く
検査結果を
知りたい



教育現場で
分子生物学実験を
行いたい

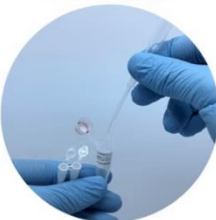


Lumitectでできること

1. 抽出して機械にセット



2. 試薬を加える



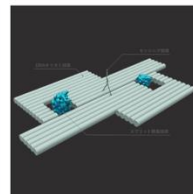
3. スマホで発光測定



- ✓ 2~3時間で結果が出る！
- ✓ スマホアプリで簡単測定！
- ✓ 指標細菌・ウイルス量を数値化！

検査対象・使用例を詳しく

特徴



- 【カスタム】任意の塩基配列を発光検出
- DNAオリガミのカスタム設計、製造
 - 任意の塩基配列を発光検出します
 - お気軽にご相談ください

価格 ご相談ください



- MTTC-1
MiniTurbo サーマルサイクラー
- 1kgの軽量化により、持ち運びが簡単
 - 高速かつ均一性に優れた温度制御
 - 1つのボタンで簡単な操作

価格 お問い合わせください



<https://www.crane-bio.com/rainnatupu>

+1-(313)-462-0609sales@kennethresearch.com

KENNETH
RESEARCH

About UsLatest ReportMarket InsightIndustry

Q Search...

Contact Us

Home / Healthcare & Pharmaceuticals /

Molecular Robots Market Segmentation by Application (Drug Discover (Pharmaceutical, Research Institutes, and Others)-Global Demand Analysis

Buy Now

Report ID: 10352284 | Published Date: 2
Delivery Timeline: 48-72 Business Hours

Global Molecular Robots Market Highlights Over 2031 - 2036

The global molecular robots market is estimated to garner a revenue of USD 18.8 billion by 2036, growing at a CAGR of 18.5% over the forecast period, i.e., 2031 – 2036. Moreover, the market is expected to register a revenue of USD 806.0 Million. The growth of the market is driven by the increasing adoption of robotic technology in medical applications and the growing demand for personalized medicine. The market is also expected to witness significant growth in the coming years, as the concept of molecular robots has been recently created by a team from the University of Manchester, England, and is at a very nascent stage at the moment.

2036年に世界市場規模
18.8億USD (2700億円)

Global Molecular Robots Market Overview



「分子ロボット市場」

Key Companies Dominating the Market

Our report has covered detailed company profiling comprising company overview, business strategies, key product offerings, financial performance, key performance indicators, risk analysis, recent developments, regional presence, and SWOT analysis among other notable indicators for competitive positioning. Some of the prominent industry leaders in the global molecular robots market that are included in our report are Zymergen Inc., Imina Technologies SA, Ginkgo Bioworks, JEOL Ltd., Nanorobotics Ltd., Klocke Nanotechnik GmbH, and others. Besides this, some of the research organizations which are working towards the development of molecular robots are The President and Fellows of Harvard College (Harvard University), New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO), Tokyo Institute of Technology, The University of Manchester, Hokkaido University, Tohoku University, Kansai University, Molecular Robotics, and others.

Growth Drivers

- Increasing Use of Molecular Robots in Drug Development
- Growing Support of the Government for R&D in Healthcare

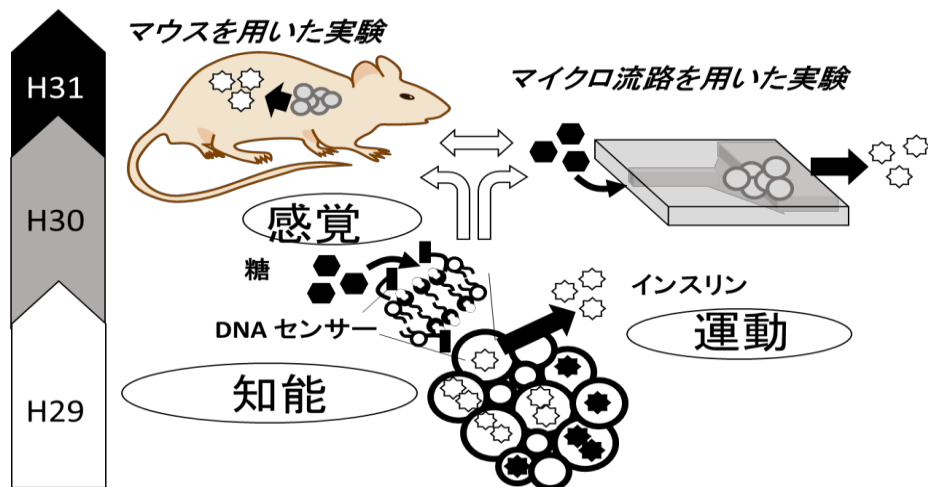
Challenges

- High Designing and Development Cost of Molecular Robots

「分子人工膵島ロボット」プロジェクト

分子ロボティクスによる糖尿病モデルマウス血糖値制御法の研究

研究課題/領域番号	17H00769
研究種目	基盤研究(A)
配分区分	補助金
応募区分	一般
研究分野	生命・健康・医療情報学
研究機関	東京工業大学
研究代表者	小長谷 明彦 東京工業大学, 情報理工学院, 特任教授 (00301200)
研究分担者	池田 将 岐阜大学, 工学部, 教授 (20432867) 湯川 博 名古屋大学, 未来社会創造機構, 特任准教授 (30634646) 川又 生吹 東北大学, 工学研究科, 助教 (30733977) 野口 洋文 琉球大学, 医学(系)研究科(研究院), 教授 (50378733) 柳澤 実穂 東京大学, 大学院総合文化研究科, 准教授 (50555802) 豊田 太郎 東京大学, 大学院総合文化研究科, 准教授 (80422377) 梅田 民樹 神戸大学, 海事科学研究科, 准教授 (90243336)
研究期間 (年度)	2017-04-01 - 2020-03-31



2.株式会社分子ロボット総合研究所



2社目は、株式会社分子ロボット総合研究所 [\(Website 2\)](#)。代表取締役 小長谷明彦氏です。

「分子ロボット」とは、感覚・知能・運動の機能を持っている人工物で、生体分子で構成されたロボット、バクテリアのように動く分子ロボット、あるいは分子人工筋肉などが開発されてきました。小長谷氏が今回紹介するのは「分子膵島ロボット」で、これを用いて「1型糖尿病の課題を解決したい」という課題を解決するための研究を行っています。その結果、患者は食事のたびにインスリン注射を行う必要がなくなります。分子膵島ロボットは、血糖濃度を感知して自動的にインスリンを放出することで、血糖コントロールのIPSC細胞を用いた治療よりもシンプルかつ制御しやすく、品質の保証が可能だといえます。日本の患者数は10万人以上、600億円ほどの市場があり、北米では12兆円という非常に大きな市場が、床実験、2031年には実用化を目指して、多様な背景を持つ数種類の研究者チームとの共同研究を進めています。

沼田氏から「どこまで開発は進んでいるのですか？」との質問があり、「2017年に開発は終わっている事業化に向けた安全性、品質を担保できる生産技術に基づくようなターゲットの研究をしています」

医薬品？ 医療機器？



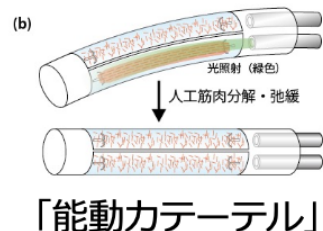
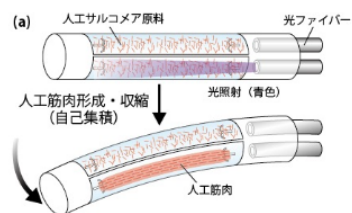
「医療分野ではない」分子ロボットデバイスの活用の提案

- ・ 電気を使わず化学エネルギーで駆動
- ・ 高エネルギー効率
- ・ 自然に帰る循環社会対応
- ・ 大量生産技術の波及効果

社会実装のイメージ・インパクトについての補足

「分子ロボットデバイス」の利用シーン

今後20年以内：ウェアラブル・生体内埋め込みデバイスの部材（mm～cmサイズ）として

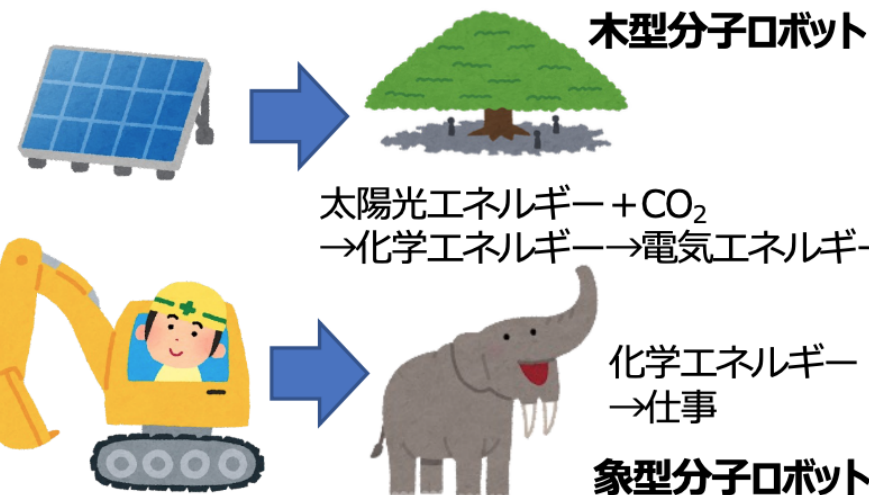


分子ロボット生産技術イノベーション

生体分子デバイスの
大量生産
＝バイオものづくり

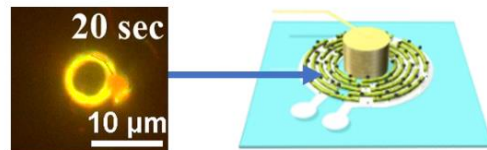
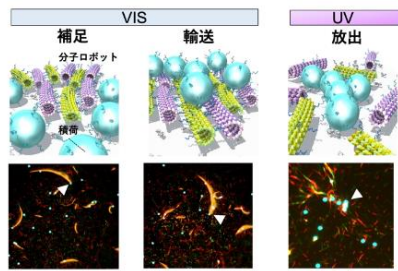
→医薬品製造などにも波及

今後50年以内：化石燃料代替、ネガティブエミッションエネルギー源（m～km）として



これまでに開発してきた「分子ロボット要素技術」を、実用的な「分子ロボットデバイス」として社会実装することにより、電気エネルギーを使わない「化学エネルギー社会」を創出する。

京都大学：分子ロボット輸送システムの開発

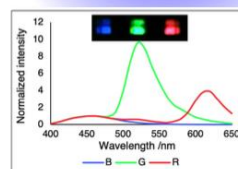
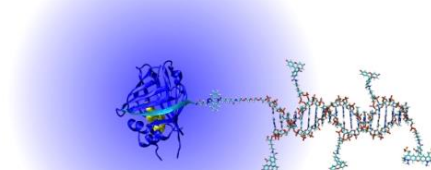


シーズ：DNAの分子命令に従う「分子群ロボット」

Nature Commun. **2018**, 9, 453; *Science Robot.* **2022**, 7, eabm0677; *Science Adv.* **2024**, 10, eadn4490.
特願2019-566501.

→群れと化学エネルギーで「仕事」を産み出す分子ロボットキャリアの開発
→マイクロ流体デバイス内輸送システムの製作

関西大学：分子ロボットディスプレイデバイスの開発

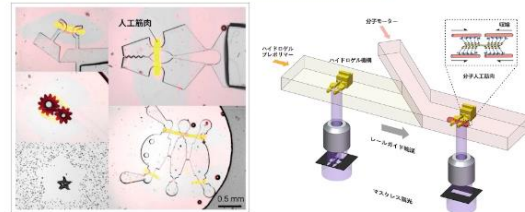
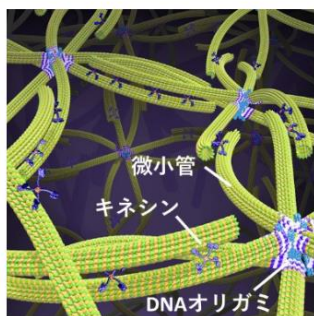


シーズ：発光タンパク質からの生物発光をDNAで自在に制御する

特願2021-132865;
特願2023-131184.

→化学エネルギーで「情報」を通信する生物発光ディスプレイの開発
→使い捨てコンタクトレンズ内ディスプレイデバイスの製作

北陸先端大：分子ロボット人工筋肉の開発

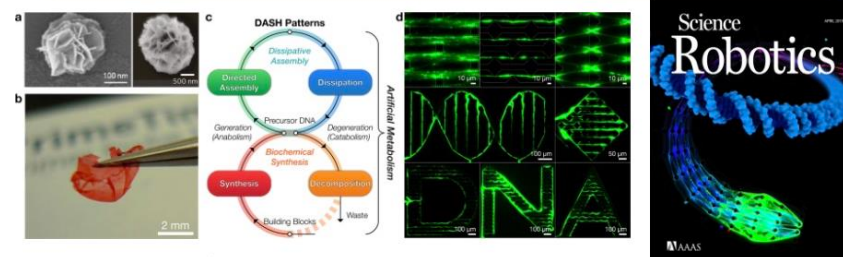


シーズ：分子群ロボットを集積化したミリメートルサイズの「分子人工筋肉」

Nano Lett. **2019**, 19, 3933; *Nature Mater.* **2021**, 20, 1149; *Science Robot.* **2022**, 7, eaba8212;
特許第7126687号.

→化学エネルギーで「力」を産み出す分子ロボットアクチュエータの開発
→マイクロ流体デバイス内バルブシステムの製作

東京工業大学：分子ロボット検査装置の開発



Science Robot. **2019**, 4, eaaw3512.

シーズ：環境に応じて「代謝」するスライム型分子ロボット
→化学エネルギーで「情報」を取得する検出機構の開発
→化学検査用μTASシステムの製作

+ 分子ロボ総研他：分子ロボット大量生産技術の開発

お問い合わせ先

関西大学 化学生命工学部
化学・物質工学科
知能分子学研究室
葛谷明紀

kuzuya@kansai-u.ac.jp



研究室URL: bit.ly/KU-IML



@KU_MolMach

CBI研究機構
生体分子デザイン研究所
<https://biomod.jp>

CBI学会
分子ロボティクス研究会
<https://molbot.org>