

IINO Group @ IMS

Molecular Machine Designing Lab

Dr. Aikihiro OTOMO

Dr. Takanori HARASHIMA

Dr. Kohsuke MATSUMOTO

Dr. Ryota IINO

Prof. Yan YU, visiting professor
from Indiana Univ. (2022/6~8)

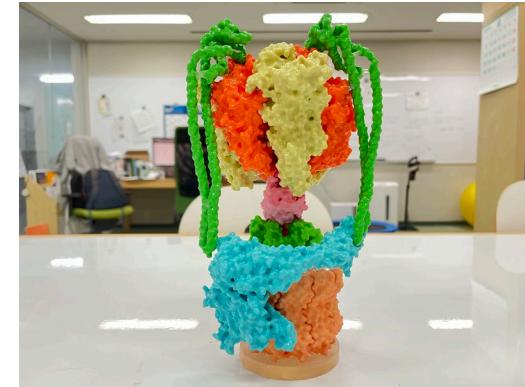
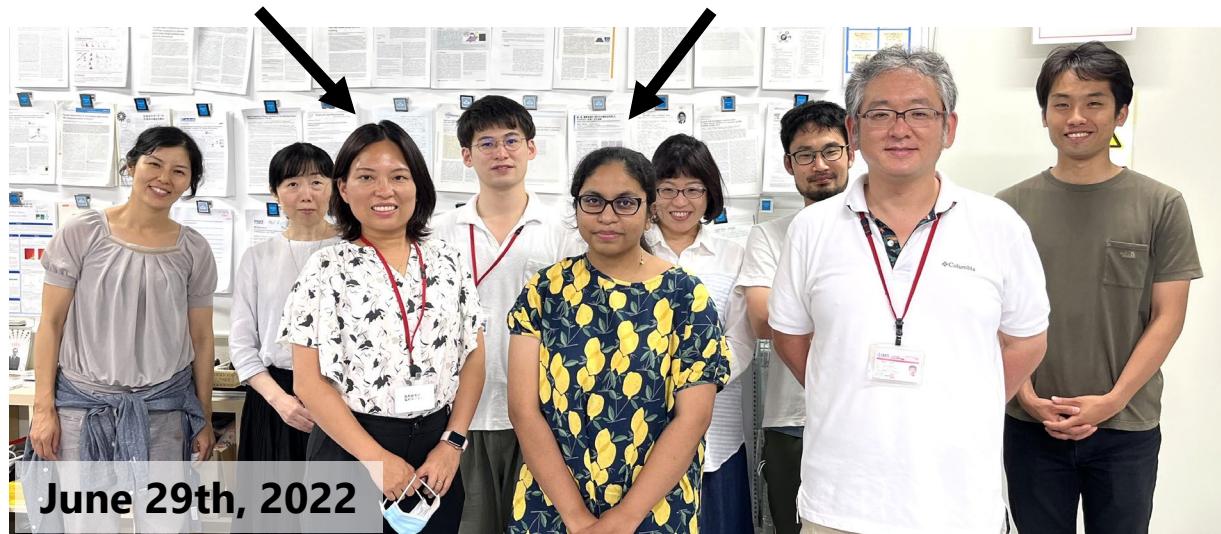
Kaori NAKANE

Yasuko OKUNI (MEng)

Yayoi KON (MSc)

Dr. Jakia Jannat KEYA

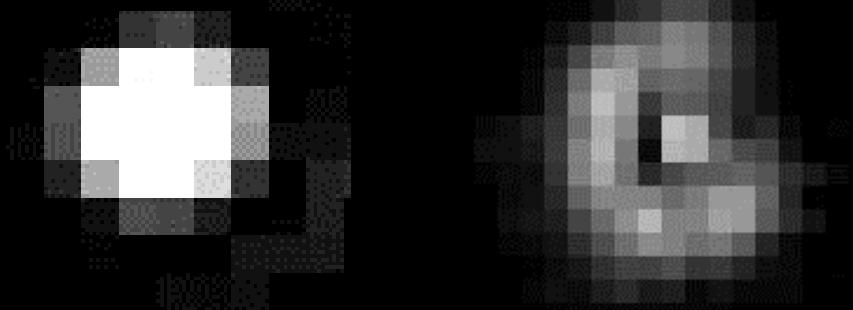
has moved to Univ. Michigan as a
research investigator (2022/9~)



We **visualize** motions of motor proteins with plasmonic nanoprobes to understand **operational principles**

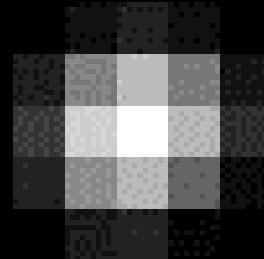
V-ATPase

Gold nanoparticle **Gold nanorod**
(AuNP) **(AuNR)**



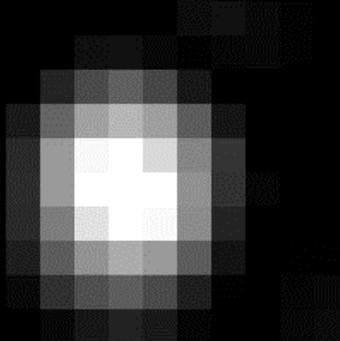
Kinesin

AuNP



Chitinase

AuNP



1 Å

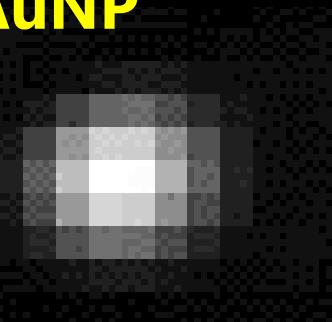
Localization
precision

1°

Angle precision

Dynein

AuNP

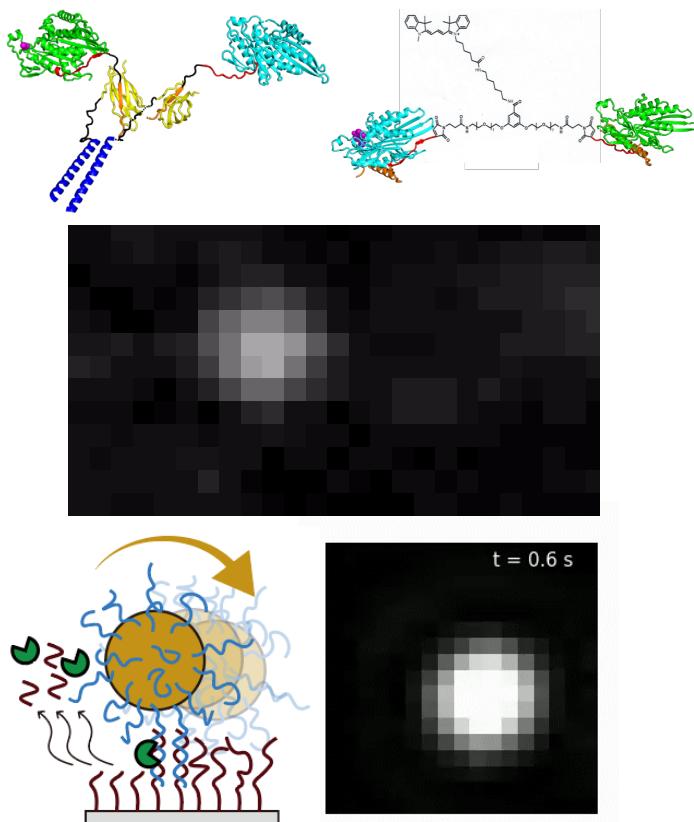


1 μs

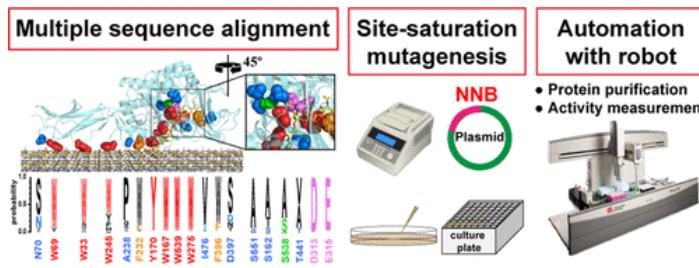
Time resolution

We engineer non-natural motor proteins and enzymes to understand design principles

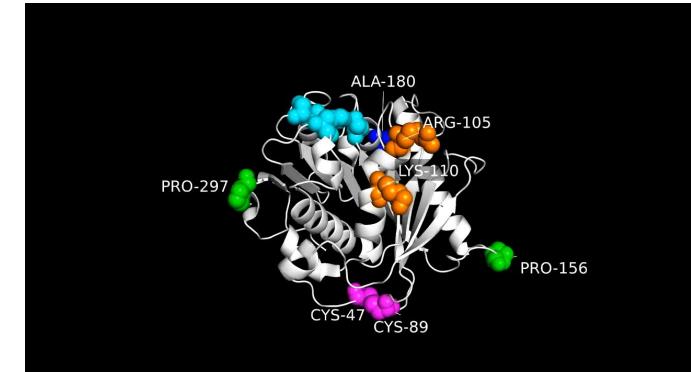
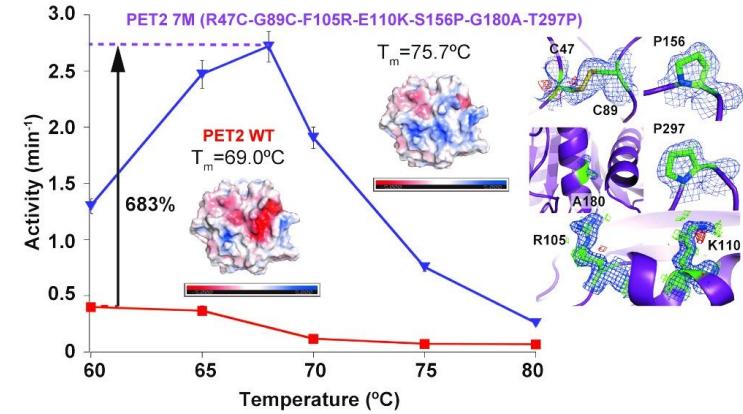
Hybrid/Chimera/
Completely synthetic



Massive mutagenesis
Automation by robot



Rational design
based on structure



Recent review articles

Physics Understand

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \mathbf{u} + \rho \mathbf{K}$$

$$\frac{P(\hat{\sigma}_t = A)}{P(\hat{\sigma}_t = -A)} = \exp[At] \quad J = \Gamma v_s^2 + \Gamma \int_{-\infty}^{\infty} df [\tilde{C}(f) - 2T\tilde{R}(f)]$$

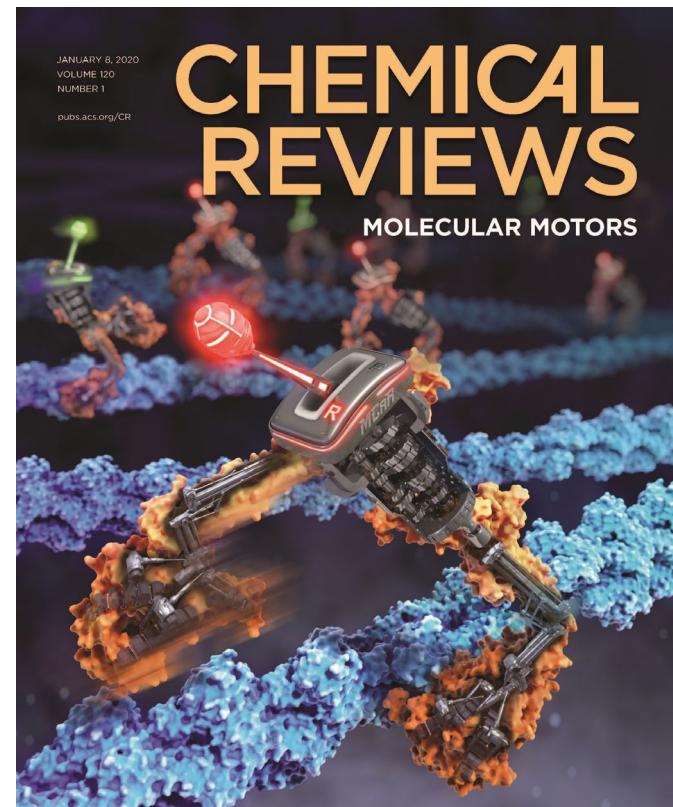
Molecular Engine

Chemistry Build **Biology Learn**

Iino R, Kinbara K, Bryant Z
Introduction: Molecular Motors
Chemical Reviews 2020

現代化学 2022年3月号
はたらく分子マシン座談会：
ナノ世界のエネルギー変換へ

現代化学 2021年7月号
はたらく分子マシン10：生体分子
モーターの予想外の動きを観る



生物物理 2021年61巻1号

「生物は積木細工ですね。量子力学のような直感をこえる難しいことは何もありませんね、そのうち脳のことなどもわかってしまいますね。」大沢文夫さんは湯川秀樹博士からこう言われ、生きものらしさを追求する研究をしようと思ったという（大沢文夫：「生きものらしさ」をもとめて）。大沢さんが著書で紹介されているゾウリムシの自主性や自発性の研究はとても魅力的で、生きものってすごいなと思う。他方、私はこうも思う。生きものらしさって必須かなあ、生物と非生物、線引きする必要があるのかな、生きものが機械でもいいのでは、と、まさに「生物機械論」的な物言いでお叱りを受けるかもしれないが、私の正直な気持ちである。

私は高等な生きものより下等な生きものが好きで、ゾウリムシも好きだけどバクテリアがより好みである。バクテリアは栄養を与えるとどんどん増える、その様子をみていると、生きものというより機械に思えてくる。もっと高等な生きもの、例えば昆虫だって、私からみると外部の刺激を感じて応答するロボットのようである。生命の神秘とかじゃなくて、こんなよくできた機械はどうやって生まれたのだろう、という興味がある。私は生きものに魅せられているけれど、よくできた機械としての魅力に惹かれているのであり、その仕組みを知りたいのである。

私の上記の生命観は、学問的バックグラウンドのためかもしれない。1分子イメージングに衝撃を受けて大学院の途中で生物物理学に転向したけれど（生物物理学学会は私が学生時代に入会した唯一の学会です）、私の基盤は化学、特に分子なのである。還元主義と言われるかもしれないが、分子のレベルで徹底的に解析して理解したいという欲求が強い。また、新しい分子をつくることができる化学への憧れもある。有機合成はドロップアウトしたけれど、タンパク質なら生きものがつくってくれるので私でもできるかなと考えている。

自然が進化の過程でうみだした優れた生物機械を詳細に調べるだけでなく、積極的な改造や人工物との融合（サイボーグ）で天然ものを凌駕できないか、もし自在につくることができれば、その仕組みを理解できたと言え、さらに社会に役立てることもできるのではないか。これが私の目下の研究目標である。いまはモータータンパク質といった分子の機械を対象にしているけれど、いつかはバクテリアも使い、よくできた機械である生きものの仕組みを解き明かしていければと思う。

飯野亮太, Ryota IINO
自然科学研究機構分子科学研究所, 教授

生きものが
機械でも
いいじゃない

巻／頭／言