

染色体構築研究の最前線

膜の変形で読み解くカプトムシの角形成

キネシンモータードメインの動作原理

細胞内相分離の定量ラマンイメージング

緑色蛍光タンパク質を赤色に改造

光受容型クリプトクロムの TR-SFX 解析

DNA 人工分子モーターの合理的性能向上

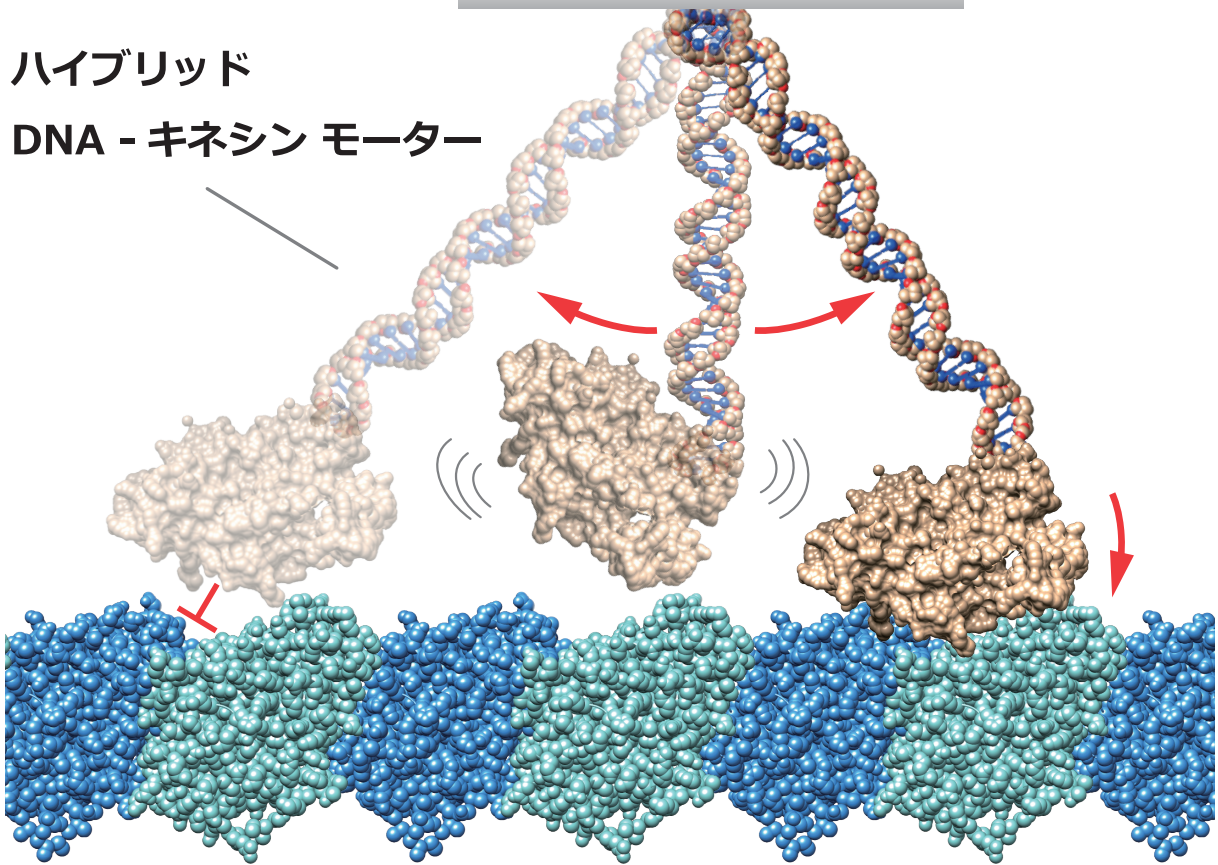
生命の合目的性と『偶然と必然』

光遺伝学とノーベル賞

キャリアデザイン：キャリア論，十人十色

シン・影響を受けた論文：原子座標の揺動

ハイブリッド DNA - キネシン モーター



山岸雅彦ほか キネシンモータードメインの動作原理

巻頭言

135

国際化と日本生物物理学会の空気

Going Global while Staying BSJ

藤原郁子 FUJIWARA, I.

解説

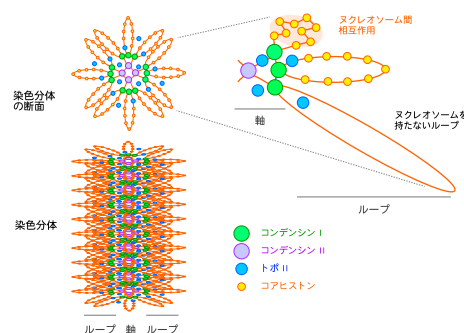
139

染色体構築研究の最前線

The Forefront of Chromosome Assembly Research

平野達也 HIRANO, T.

細胞分裂期に観察される染色体の構築は、遺伝情報を正確に娘細胞に送り届けるために必須の過程である。本解説では、この過程を支える3種類のタンパク質（コンデンシン、トポイソメラーゼ II、ヒストン）の協調的な働きについて、最新の知見と今後の課題を議論する。



総説

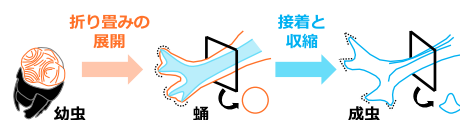
145

膜の変形で読み解くカブトムシの角形成

Understanding Horn Formation in the Japanese Rhinoceros Beetle through Sheet Deformation

松田佳祐 MATSUDA, K. 後藤寛貴 GOTOH, H.

カブトムシの角は幼虫にはなく、蛹化で出現し、蛹内で鋭い形に変形する。これらを駆動する上皮の変形原理は不明だったが、我々は観察とシミュレーションにより、蛹の角は「折り畳みの形成と展開」、成虫の角は「接着と収縮」により形成されることを示した。この力学的理解は遺伝学的研究を補完するものである。



カブトムシの角の変形過程

149

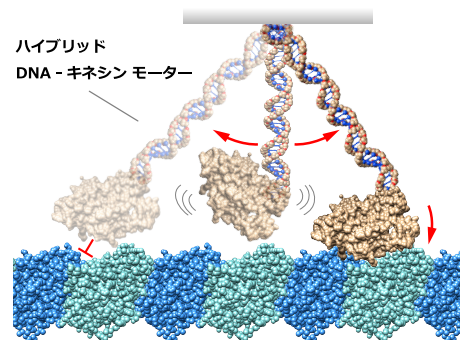
モーターコアの運動から見えてきたキネシンの動作原理

Mechanisms of Kinesin Motility Revealed by Tether-Scanning of the Motor Core

山岸雅彦 YAMAGISHI, M. 住吉里英子 SUMIYOSHI, R.

矢島潤一郎 YAJIMA, J.

分子モーターキネシンは、ネックリンカーと呼ばれる領域の構造変化により力を生み出すと考えられているが、それが力発生の唯一の実体であるかどうかはいまだ不明である。本稿では、最近開発した「テザースキャン法」を用いて、キネシンモータードメイン自体に存在する新たな力発生機構の存在を示した研究について紹介する。



154

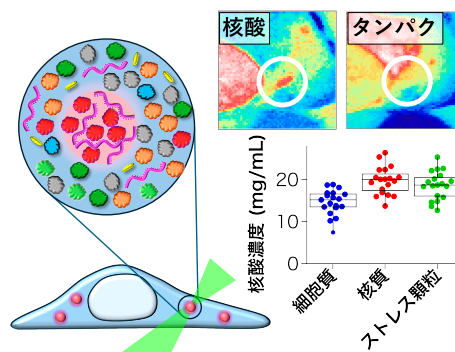
ラマンイメージングによる細胞内液液相分離の定量

Quantification of Intracellular Liquid-Liquid Phase Separation by Raman Imaging

梶本真司 KAJIMOTO, S. 澁谷 蓮 SHIBUYA, R.

中林孝和 NAKABAYASHI, T.

細胞内液液相分離によって形成される液滴は、膜のないオルガネラとして細胞に必要不可欠である一方で、凝集して疾患の原因になりうる。このような液滴の性質の理解には、生細胞でのその場定量が重要である。本項では、水を用いたラマンイメージングによる濃度定量法によって、ストレス顆粒を定量した結果について解説する。



トピックス

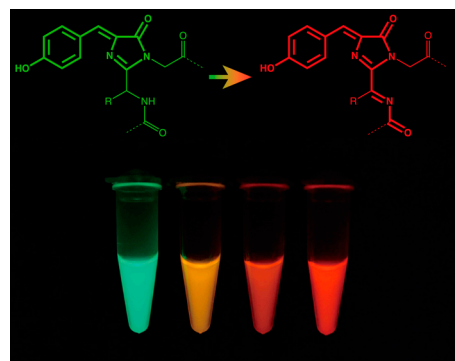
159

緑色蛍光タンパク質を元にした赤色蛍光タンパク質の開発

Engineering of GFP into RFP

今村博臣 IMAMURA, H. 今田勝巳 IMADA, K.

緑色蛍光タンパク質 (GFP) と赤色蛍光タンパク質 (RFP) は、全体構造は非常に似ているものの、自己触媒反応によって異なる構造の発色団を形成する。今回、GFP の改変によって RFP を創り出すことに初めて成功し、改変前後の立体構造を比較することで、異なる構造の発色団が作られる仕組みが見えてきた。



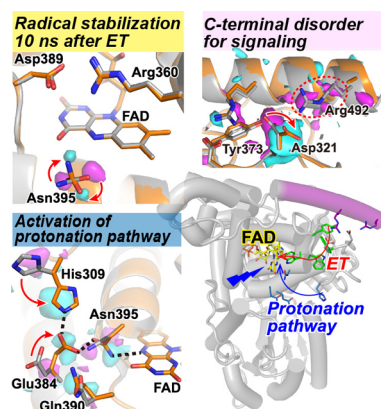
162

時分割X線結晶構造解析による青色光受容クリプトクロムのシグナル伝達機構の解明

Signal Transduction Mechanisms of Blue-Light Photoreceptor Cryptochrome Revealed by Time-Resolved X-ray Crystallography

細川雄平 HOSOKAWA, Y. 山元淳平 YAMAMOTO, J.

青色光受容型クリプトクロム (CRY) は、光受容に伴う立体構造変化を通じて、概日リズム形成やシグナル伝達に関与する。本稿では、青色光受容後の CRY の立体構造変化を時分割 X 線結晶構造解析によって捉えた結果を紹介する。観測結果に基づき、CRY によるシグナル伝達の分子機構について概説・考察する。



166

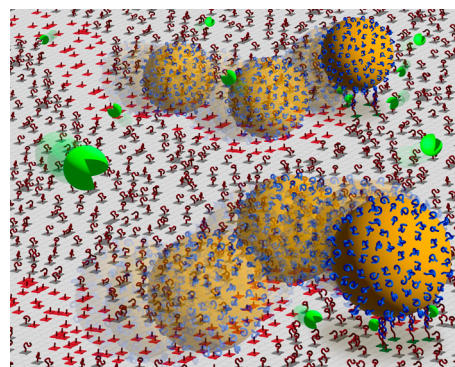
DNA人工分子モーターの合理的性能向上

Rational Performance Improvement of a DNA Artificial Molecular Motor

原島崇徳 HARASHIMA, T. 大友章裕 OTOMO, A.

飯野亮太 IINO, R.

従来の人工分子モーターは、自然界のモータータンパク質に比べ運動速度が遅いことが課題であった。著者らは一粒子追跡実験と運動シミュレーションに基づき、最速の人工分子モーターである DNA ナノ粒子モーターのボトルネック過程を特定・改善し、モータータンパク質に匹敵する運動速度と走行距離を初めて実現した。



談話室

- 170 『偶然と必然』から生命の合目的性を考える
Finalism in the Light of “Chance and Necessity”
佐藤直樹 SATO, N.

- 172 光遺伝学とノーベル賞
Optogenetics and Nobel Prize
神取秀樹 KANDORI, H.

- 174 キャリアデザイン談話室 (35)
キャリア論, 十人十色
Every Step Tells a Story
松永智子 MATSUNAGA, S.

- 176 リレーエッセイ: シン・私が影響を受けた論文 (13)
原子座標からその先へ
From Atomic Coordinates to Conformational Fluctuations
前田雄一郎 MAEDA, Y.

- 180 支部だより ~2025年度中国四国支部大会と市民講演会の紹介~ 松浦宏治, 富永貴志
Chuugoku/Shikoku Branch in 2025 MATSUURA, K. and TOMINAGA, T.
- 182 若手の会だより ~第66回生物物理若手の会夏の学校のご案内~ 市田 光
Announcement of the 66th Biophysics Summer School for Young Scientists in Japan ICHIDA, H.
- 184 海外だより ~ラン・アンド・タンブルな研究者人生~ 鷹取 翔
Run-and-Tumble Dynamics in Academia TAKATORI, S.

海外だより

～ラン・アンド・タンブルな研究者人生～

鷹取 翔

スタンフォード大学

はじめまして！

北カリフォルニアと南カリフォルニアを、大腸菌のようにラン・アンド・タンブル運動しながら行き来しています (図 1)。現在はスタンフォード大学で研究室を主宰し、物性物理や流体力学の研究を行っています。

研究者としての軌跡を時間軸にプロットしてみると (図 1)，教科書に出てくるような見事な二状態系に見えます。UC バークレーとカリフォルニア工科大学 (Caltech) で学生・ポスドク時代を過ごし、29 歳で UC サンタバーバラにて Principal Investigator (PI) として研究室を立ち上げ、その後スタンフォード大学へ。

こう並べると、なんだか計画通りに最適化された経路のように見えます。でも正直なところ、教授になりたい、有名大学に行きたい、と強く思っていたわけでもありません。「ここ、面白いぞ」と思った方向へ進んでいたなら、気づけばラン・アンド・タンブルになっていました。

研究も、「ラン」している時間より、むしろ立ち止まったり揺らいだりする時間のほうが長いかもしれません。

「海外に出ると視野が広がるよ。」

とか、先輩の海外武勇伝を聞き流しながら、海外に出る必要はない。今いる場所で、十分うまくいっていると。そう思っていた。

※ここで一つ補足。私は生まれも育ちも北カリフォルニアの、完全にアメリカ人です。両親が日本人で、幼いころ毎週土曜日に日本人学校へ通い、日本のお笑い番組を浴びるように見て育ちました。

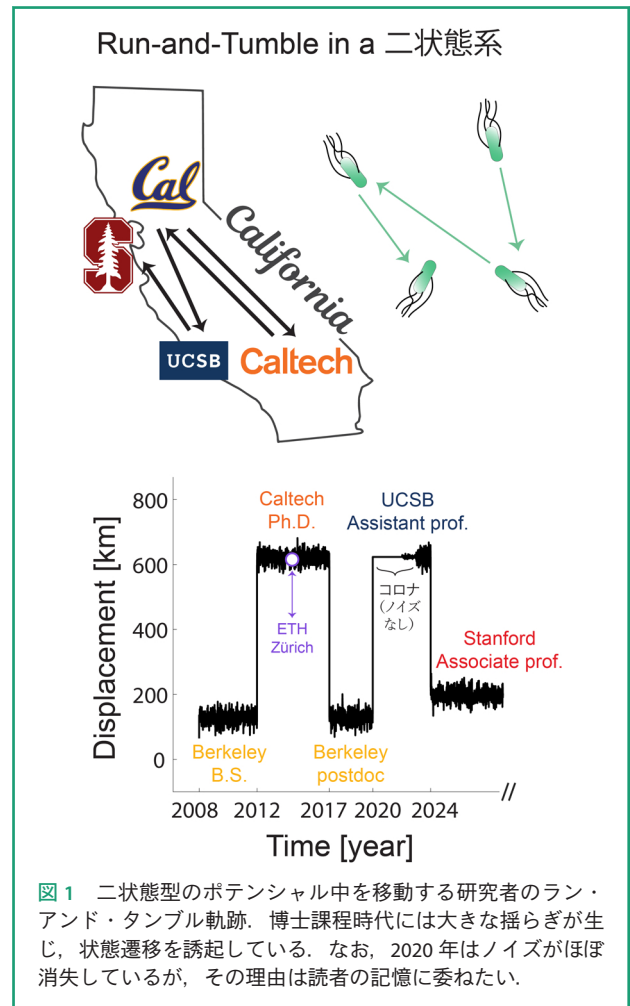


図 1 二状態型のポテンシャル中を移動する研究者のラン・アンド・タンブル軌跡。博士課程時代には大きな揺らぎが生じ、状態遷移を誘起している。なお、2020 年はノイズがほぼ消失しているが、その理由は読者の記憶に委ねたい。

周囲の勧めを振り切り、マサチューセッツの有名大学ではなく、家から近い大学を選びました。大学院は勇気を振り絞って「めちゃくちゃ遠くへ行ってみよう！」…のはずが南カリフォルニア止まり。

大きな揺らぎ

大学院在学中、Caltech での理論研究が順調に進み、学会で出会った教授との議論が弾みました。

「では実験で確かめよう」。

本来なら理論家として相手に任せるところですが、「私にやらせてください！」。

行き先はスイス、ETH Zürich。

研究人生に、 δ 関数のような大きな揺らぎが入りました。

まず、実験。それまで理論一筋だった私にとって、実験は衝撃でした。「理論ではこうなるはず」という美

Run-and-Tumble Dynamics in Academia

Sho TAKATORI

E-mail: stakatori@stanford.edu

しい世界観が、実験装置の前ではあっさり崩れます。

続いて、ドイツ語。滞在4か月前からドイツ語を毎日1時間勉強しました。スイス到着後は、とにかくベチャクチャ話しかけました。郵便局で、カフェで、スキー場で。

ひどいドイツ語でも関係ねえ。

もちろん失敗もします。スーパーでチーズを頼んだつもりが、店員さんニヤッと「うち、猫なんて売ってないよ。」

ドイツ語で猫は「Katze」、チーズは「Käse」。

自信満々に「猫ください!」と言っていました(笑)。

研究室では、メンバー同士の音速の絡みに入らず、笑うタイミングがずれる。拙いドイツ語でも、全力で話そうとする姿勢は伝わります。今でも続く友情や共同研究がそこから生まれました。

スイスでの経験は、理論と実験を行き来できる研究者としての自分を育ててくれました。そして今スタンフォードで多様なバックグラウンドの研究室を運営できているのは、間違いなくあの揺らぎのおかげです。

海外生活は、すべてが同時多発的に押し寄せます。

まさに“Everything, Everywhere, All at Once.”

そして、予想外なことも。海外で時間を過ごすと、自分の母国についても多くのことに気づきます。安定した井戸にずっといると、「これが普通だ」と思い込みます。でも外に出ると、「これが唯一のやり方ではない」と気づきます。将来の研究者には、「これはおかしい」「こう変えたい」と言える姿勢を持って概念をぶち壊してほしい。

将来の研究者たちよ、揺らげ!

PIになってから大学院入学者選抜委員を務めた経験があります。委員長を務めたこともありました。これまで数千件の入学願書を審査してきました。世界中から応募が届きますが…日本人学生が少ない!

理由は様々でしょうが、大きくは

- (1) アメリカのアカデミアに関する情報不足
 - (2) 海外への不安
- だと思います。

日本の大学生のあなた。

才能、あります。

本気で思っています。日本の学会で何度もお会いしてきました。

海外の言語、文化、経済、人間関係、不確定要素だ

らけです。

怖い?当然です。でも科学の世界にいる限り、国際的なコミュニケーションからは逃げられません。いざ必要なら、吸収力の高い時期に飛び込むのも戦略です。「英語が下手だから」は理由になりません。

「学生」という状態は最強です。自然に友達ができ、英語を覚え、文化に溶け込める環境が整っています。

△注意事項△

もちろん、海外には莫大なりスクも伴います。失う代償がドでかいので、大大大覚悟が必要です。例えば、

1. 英語がネイティブになりすぎて、帰国後カタカナ英語が通じなくなる。

「この theme は interesting なんだけど、story が weak で、data quality を improve しないと top journal は challenging です。」

「……はっ?なんて?」

一から日本語覚え直すはめに。

2. エピソードトークが無駄に増える。

海外生活はすれ違いコント・ネタの宝庫です。

結果、飲み会で「また海外の武勇伝話してる厄介な先輩」になる。

3. グローバルな友人が増えすぎて、LINE では足りず、WhatsApp, Signal, WeChat…携帯のホーム画面が国連総会になる。

つまり、元のあなたには戻れません。

そう、超危険です。ハイリスクです。

と、こういう風に日本語でアメリカンジョークをかますこともできるようになります。英語で「hyperbole」といいます(お滑り注意)。

約束してほしい

日本人学生には、耳をかつぼじって聞いてほしい。

「ちょっと海外ありかも」と1ミリでも思った学生。その感覚を、なかったことにしないでください。

もし10年後、

「やっぱり一度くらい外に出ておけばよかったかな」と思う未来が少しでも想像できるなら。

今のうちに、動いたほうがいい。

安定した井戸から抜け出すにはエネルギーが必要です。正直、楽ではありません。でも、その揺らぎの先には、自分でも想像していなかった風景が広がっています。応援しています!

