

文部科学省と国立大学附置研究所・センター 個別定例ランチミーティング

第125回 東京科学大学 総合研究院化学生命科学研究所 (2025.9.5)

12:05 – 12:10(5分) : 総合研究院化学生命科学研究所の概要
所長 山口猛央

12:10 – 12:18(8分) : 「生命科学を切り拓く革新的バイオ
イメージングプローブの開発」
化学生命科学研究所 神谷真子 教授

12:18-12:25(7分) : 「光で拓く未来の「高分子」機能：
弱点を豊かな機能の源泉へ」
化学生命科学研究所 久野恭平 助教

12:25 – 12:45(20分) : 質疑応答

総合研究院 化学生命科学研究所

所長 山口猛央

化学生命科学研究所の歴史とミッション

本研究所は、本学の加藤与五郎教授のアルミナ製法に関する特許収入の寄付により、1939年2月に東京工業大学・資源化学研究所として設置され、その後、本学の組織改革により2016年4月より東京工業大学・科学技術創成研究院・化学生命科学研究所となり、2024年の10月の東京医科歯科大学との大学統合により東京科学大学・総合研究院・化学生命科学研究所となりました。約85年の歴史があります。

前身の資源化学研究所も含め多くの研究業績をあげてきました。2000年にノーベル化学賞を受賞された白川英樹先生が導電性高分子研究を成功されたのも本研究所であり、吉田賢右先生の生物分子モーターの発見など、多くの研究成果があげられています。

「分子を基盤とする化学および生命科学に関する基礎研究を主とする研究所です。また、基礎・基盤に立脚した応用研究も実施しています。」

研究の深化、発展を通じて、新しい学理の創成と次世代科学技術の創出を実現し、人類の高度な文明の進化と、より豊かで持続的な社会の具現化に貢献する」というミッションを掲げています。

化生研の研究

化学への貢献

化学生命科学研究所を舞台に
科学史上の様々な重要な発見
れています。



吉田賢右 1944年生まれ。1972年東京大学大学院理学系研究科生物化学専攻課程博士課程修了。同年自治医科大学第一生化学講座助手、1978年講師。1985年東京工業大学理学部助教授。1989年同教授、1990年生命理工学部教授、1992年資源化学研究所教授。2005年同所長。2009年東京工業大学名誉教授。



師岡良彦 1938年生まれ。1961年東京大学工学部応用化学科卒。1968年東京工業大学理工学研究科博士課程修了。同年東京工業大学資源化学研究所助手、1975年同助教授、1982年同教授。1999年東京工業大学名誉教授。



白川英樹 1936年生まれ。1969年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程修了、同大学資源化学研究所助手。1976年ペンシルベニア大学博士研究員、1979年筑波大学助教授、教授を経て、1991年同大学大学院理工学研究科長、1994年同大学第三学部長（-1997年3月）、2000年に同大学名誉教授。



遠藤剛 1939年生まれ。1969年東京工業大学大学院理工学研究科化学専攻博士課程修了。その後、東京工業大学資源化学研究所助手、助教授、教授を経て、1991年同所長。2000年東京工業大学名誉教授。



岩本正和 1948年生まれ。1976年九州大学大学院工学研究科博士課程修了。同年長崎大学工学部助手。同講師、助教授を経て、1987年宮崎大学工学部教授。1990年北海道大学触媒化学研究所教授。2000年東京工業大学資源化学研究所教授。同年北海道大学名誉教授。2014年東京工業大学名誉教授。



山瀬利博 1943年生まれ。1970年東京工業大学理工学研究科化学工学専攻博士修了。同年キヤノン中央研究所研究員。1971年東京工業大学工学部化学工学科助手、資源化学研究所助手、1980年助教授を経て、1989年教授。2008年東京工業大学名誉教授。



市村國宏 1940年生まれ。1968年東京工業大学博士課程修了。同年工業技術院繊維高分子研究所（現産総研）研究員。同研究室長、同研究企画官、同研究部長を経て、1991年東京工業大学資源化学研究所教授。2004年東京工業大学名誉教授。



相澤益男 1942年生まれ。1971年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程修了。1971年東京工業大学資源化学研究所助手、1980年筑波大学物質工学系助教授、1986年東京工業大学工学部教授、1994年生命理工学部長、2000年副学長、2001年学長（～2007年9月）。2007年に東京工業大学名誉教授の称号を授与される。

化生研の体制

総合研究院（部局）

旧東京工業大学

- ・ 化学生命科学研究所
- ・ 未来産業技術研究所
- ・ フロンティア材料研究所
- ・ ゼロカーボンエネルギー研究所

旧東京医科歯科大学

- ・ 難治疾患研究所
- ・ 生体材料工学研究所

センター・ユニットもあり、
特任教員を含め、約500名の教員が所属

担当教育組織

- 物質理工学院応用化学系
応用化学コース

- 生命理工学院生命理工学系
人間医療科学技術コース（ラ
イフエンジニアリングコース）、
生命理工学コース

研究組織

領域	研究室	氏名	系・コース主担当
分子創成 化学領域	中村・岡田研 究室	中 村 浩 之	生命理工学系 人間医療科学技術コース
		岡 田 智	生命理工学系 人間医療科学技術コース
	吉沢・澤田研 究室	吉 沢 道 人	応用化学系 応用化学コース
		澤 田 知 久	応用化学系 応用化学コース
分子組織 化学領域	福島・庄子研 究室	福 島 孝 典	応用化学系 応用化学コース
		庄 子 良 晃	応用化学系 応用化学コース
	西山・三浦研 究室	西 山 伸 宏	生命理工学系 人間医療科学技術コース
		三 浦 裕	生命理工学系 人間医療科学技術コース
	宍戸・久保研 究室	宍 戸 厚	応用化学系 応用化学コース
		久 保 祥 一	応用化学系 応用化学コース
分子機能 化学領域	山元・今岡研 究室	山 元 公 寿	応用化学系 応用化学コース
		今 岡 亨 稔	応用化学系 応用化学コース
	山口・黒木研 究室	山 口 猛 央	応用化学系 物質・情報卓越コース（応用 化学コース）
		黒 木 秀 記	応用化学系 応用化学コース
分子生命 化学領域	田中・吉田研 究室	田 中 寛	生命理工学系 生命理工学コース
		吉 田 啓 亮	生命理工学系 生命理工学コース
	北口研究 室	北 口 哲 也	生命理工学系 人間医療科学技術コース
分子先駆 化学領域	館山・安藤研 究室	館 山 佳 尚	応用化学系 応用化学コース
		安 藤 康 伸	応用化学系 物質・情報卓越コース（応用 化学コース）
	神谷・浅沼研 究室	神 谷 真 子	生命理工学系 生命理工学コース
		浅 沼 大 祐	生命理工学系 生命理工学コース

5研アライアンス 共同研究拠点 2010年～

北大・電子研、東北大・多元研、
東京科学大・化生研、
阪大・産研、九大・先導研
PI: 約150名、研究者: 約400名

研究体制

教授-准教授-助教2名

のチーム制



研究所全体の風通しの良さ

全学の博士教育

卓越大学院PG

物質・情報卓越教育院

中間評価・事後評価: S



国立大学附置研究所・センター会議
Japan Council for Research Institutes and Centers of National Universities



Institute of
SCIENCE TOKYO

生命科学を切り拓く革新的 バイオイメージングプローブの開発

東京科学大学 総合研究院
化学生命科学研究所
神谷真子

2025.9.5.

体内に潜む“がん”

肺がんのモデルマウス

東京大学大学院薬学系研究科・
浦野泰照教授との共同研究



Transl. Oncol. 9, 203-210 (2016)

体内に潜む“がん”

肺がんのモデルマウス

東京大学大学院薬学系研究科・
浦野泰照教授との共同研究

胸膜播種

リンパ節転移

肺がん

Transl. Oncol. 9, 203-210 (2016)



化学プローブ（蛍光プローブ）とは



蛍光プローブとは、

- ・ 観測対象分子と特異的に反応・結合し
 - ・ その前後で蛍光特性が大きく変化する
- 機能性分子である。

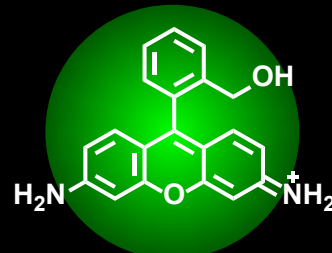
蛍光プローブをいかに開発するか

➤ がんをみる蛍光プローブ

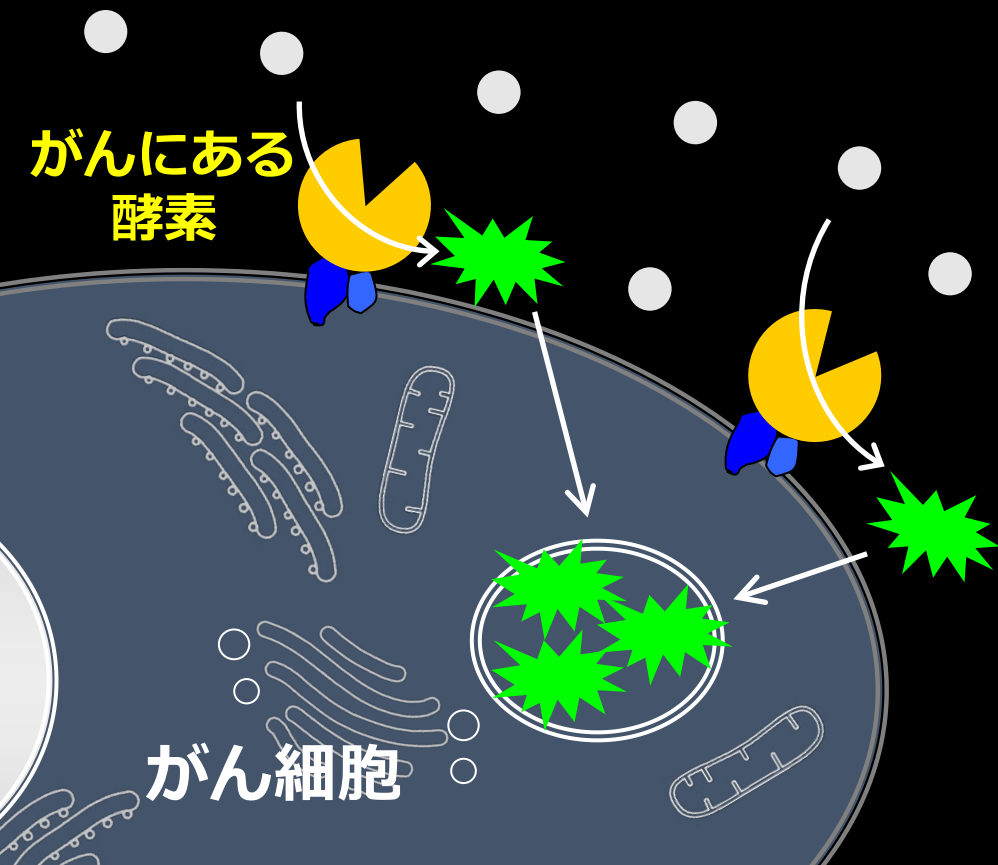


無蛍光性

がんにある酵素



蛍光性

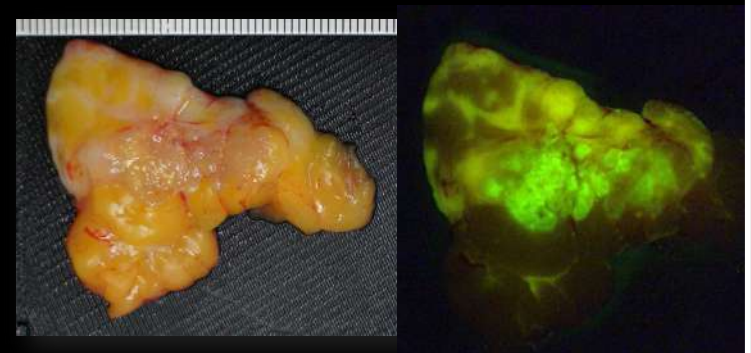


- 蛍光を制御する原理
- 酵素の選定
- 細胞透過性の制御

• 候補化合物の合成

• 化学プローブの開発

乳がん臨床検体の 蛍光イメージング



九州大学別府病院 三森功士先生
上尾乳腺外科 上尾裕昭先生
との共同研究

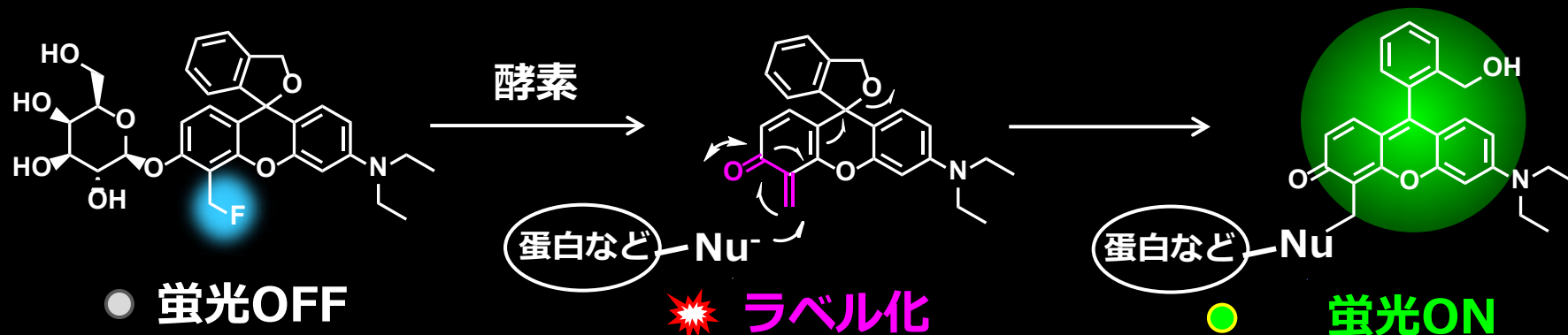
Sci. Rep. 5, 12080 (2015).

東京大学大学院薬学系研究科・
浦野泰照教授との共同研究

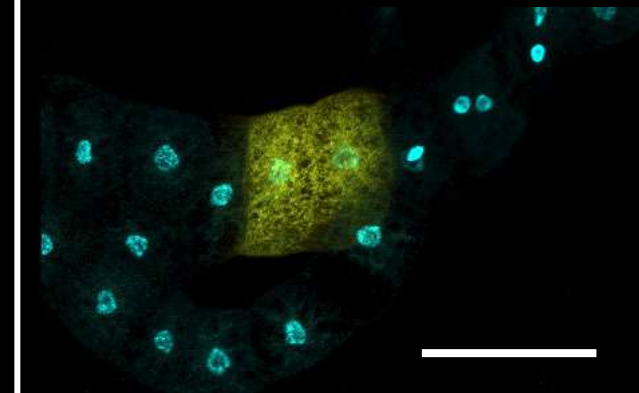
様々なニーズに応じて開発した蛍光プローブ・ラマンプローブ

① 1細胞レベルでみたい

特定の酵素活性を持つ細胞を1細胞レベルで可視化



ライブ組織における
標的細胞の特異的検出



非標的細胞

Angew. Chem. Int. Ed. 55,
9620-9624 (2016)

酵素

標的酵素発現細胞

ラベル化

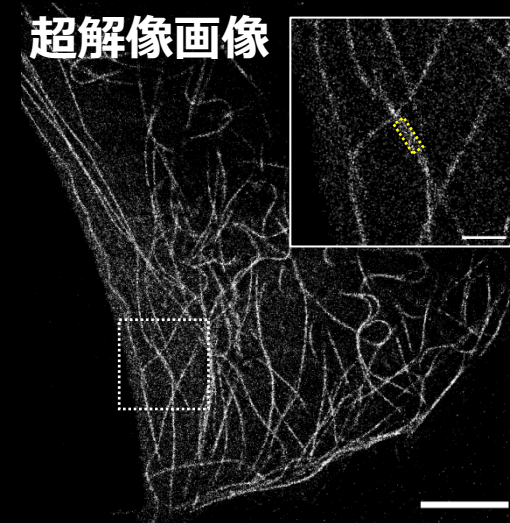
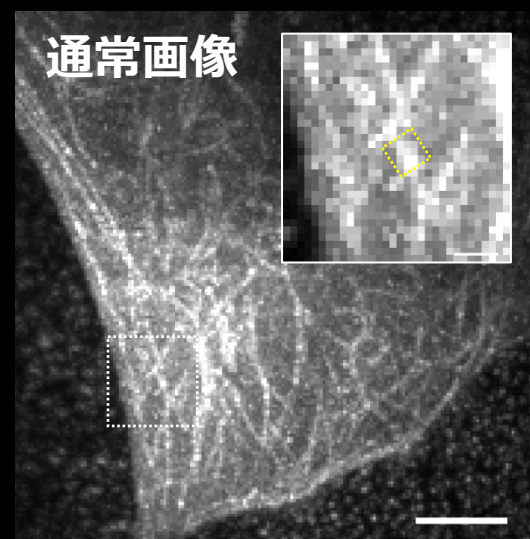
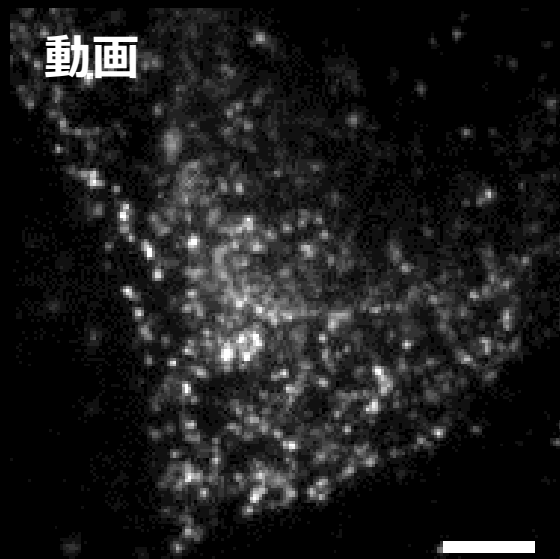
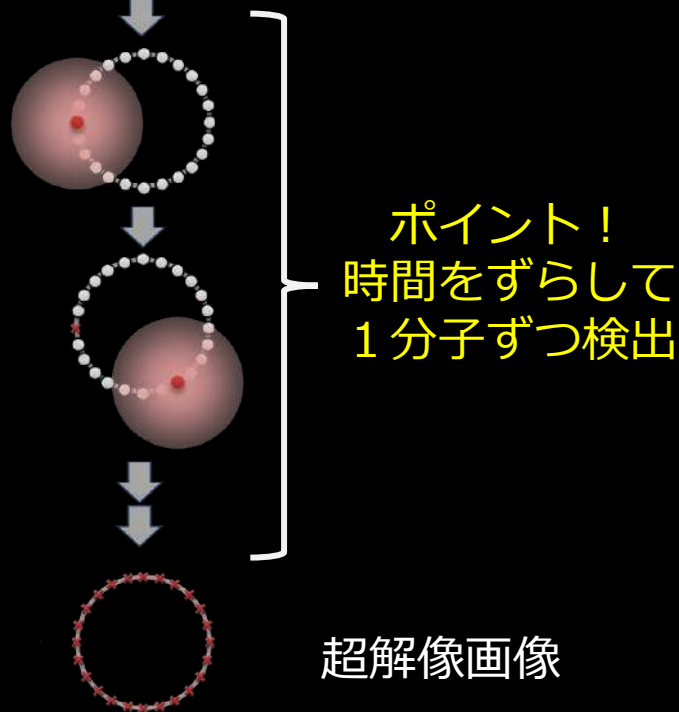
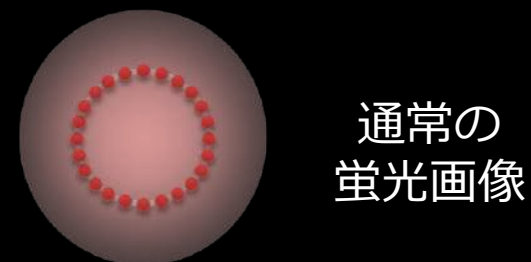
細胞内にとどまる

Angew. Chem. Int. Ed. 55, 9620 (2016)

様々なニーズに応じて開発した蛍光プローブ・ラマンプローブ

②より細かくみたい

自発的な光明滅を示す蛍光プローブ

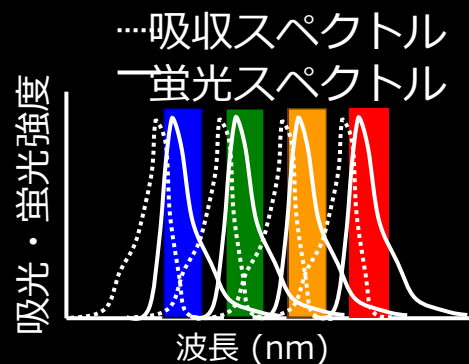


様々なニーズに応じて開発した蛍光プローブ・ラマンプローブ

③多数の分子をみたい

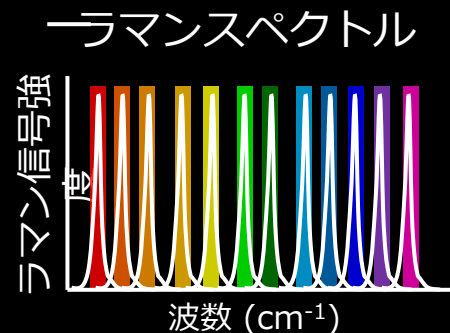
Activatable型ラマンプローブによる多重検出

蛍光イメージング

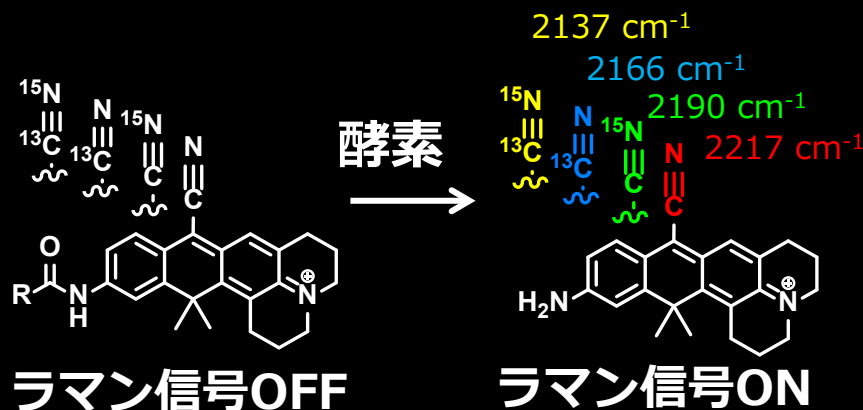


同時検出：4-5種類

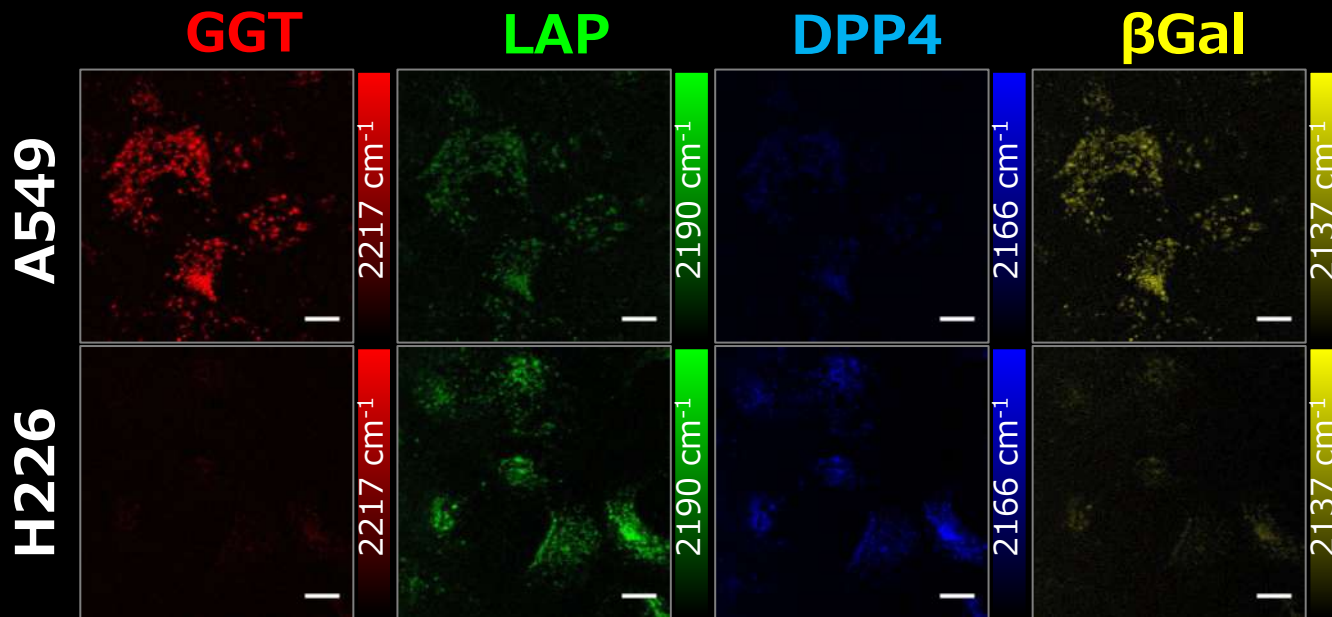
ラマンイメージング



同時検出：10種類以上



GGT: γ -glutamyl transpeptidase
LAP: leucine aminopeptidase
DPP-4: dipeptidyl peptidase-4
 β -Gal: β -galactosidase



謝辞

東京大学薬学系研究科/
医学系研究科

- ・ 浦野泰照教授
- ・ 坂部雅代博士
- ・ 栗木優五博士
- ・ 日野春秋博士
- ・ 宇野慎之介博士
- ・ 両角明彦博士
- ・ 橘棕博士
- ・ 堂浦智裕博士
- ・ 伊藤央樹博士
- ・ 千葉真由美博士
- ・ 小原壘博士
- ・ 三浦正幸教授

東京科学大学 化生研

- ・ 藤岡礼任助教
- ・ 河谷稔助教
- ・ 教室員の皆様

東京大学先端研

- ・ 小関泰之教授
- ・ 寿景文博士
- ・ Spencer Spratt博士

RIKEN QBiC

- ・ 岡田康志教授

群馬大学

- ・ 飛田成史教授
- ・ 吉原利忠先生

RIKEN BDR

- ・ 小幡史明先生
- ・ 小坂元陽奈博士

科研費
KAKENHI

文部科学省 科学研究費補助金 新学術領域研究「蛍光生体イメージ」

細胞機能と分子活性の多次元蛍光生体イメージング

Multi-dimensional fluorescence live imaging of cellular functions and molecular activities

Resonance Bio 革新
共鳴誘導で革新するバイオイメージング ラマン



公益財団法人

内藤記念科学振興財団

公益財団法人

Daiichi Sankyo Foundation of Life Science

第一三共生命科学振興財団



公益財団法人

アステラス病態代謝研究会

公益財団法人

セコム科学技術振興財団

SECOM Science and Technology Foundation

公益財団法人 持田記念医学薬学振興財団

公益財団法人 三菱財団

THE MITSUBISHI FOUNDATION



創発的研究支援事業

2025年9月5日

文部科学省と国立大学附置研究所・センター個別定例ランチミーティング

光で拓く未来の「高分子」機能： 弱点を豊かな機能の源泉へ

久野 恭平

助教

総合研究院 化学生命科学研究所 矢戸久保研究室

自己紹介：久野 恭平

略歴

2015年	東京工業大学大学院 修士課程修了
2018年	東京工業大学大学院 博士後期課程修了, 博士 (工学)
2016年-2018年	日本学術振興会 特別研究員 (DC2)
2018年-2022年	立命館大学 生命科学部 助教
2022年-2024年	東京工業大学 科学技術創成研究院 化学生命科学研究所 助教
2024年-現在	東京科学大学 総合研究院 化学生命科学研究所 助教



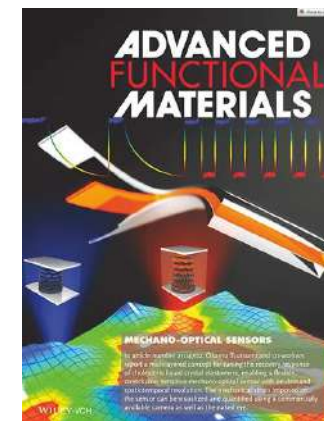
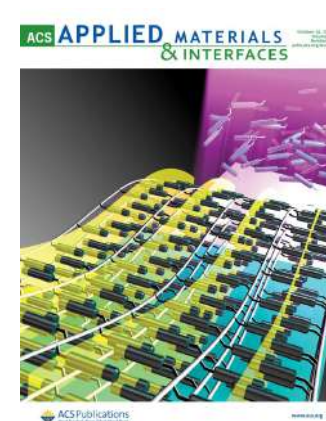
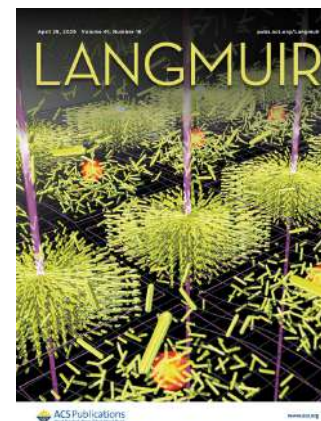
専門分野

高分子物理化学, 機能材料化学, 光学, 力学, 液晶 → 高度な力学機能材料への挑戦

受賞：14件

2025年	東京科学大学挑戦的研究賞・末松特別賞
2024年	高分子研究奨励賞
2023年	日本液晶学会論文賞
2021年	立命館大学生命科学部長表彰若手教員奨励賞
2016年	日本化学会第96春季年会 学生講演賞
2014年	第61回応用物理学会春季学術講演会 応用物理学会講演奨励賞

論文・総説 > 70報



柔らかさを起点にした次世代デバイス

湾曲スマートフォン



A. Abbas et al., *Nano Today*, 56, 102256 (2024)

フレキシブルディスプレイ



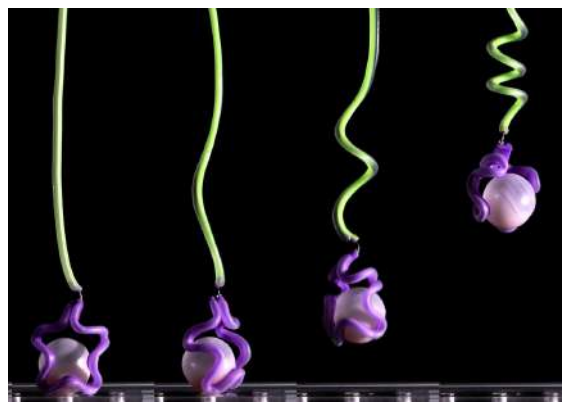
T. W. Lee et al., *NPG Asia Mater.*, 8, 303 (2016)

フレキシブル太陽電池



X. Lu et al., *Nat. Energy* **2024**, 9, 793.

ソフトロボット



T. J. Jones et al., *Nature*, 599, 229 (2021)

ストレッチャブルセンサー



Z. Bao et al., *Science*, 355, 59 (2017)

高分子：柔軟性・軽量・分子設計による多機能性・低コストな製造プロセス

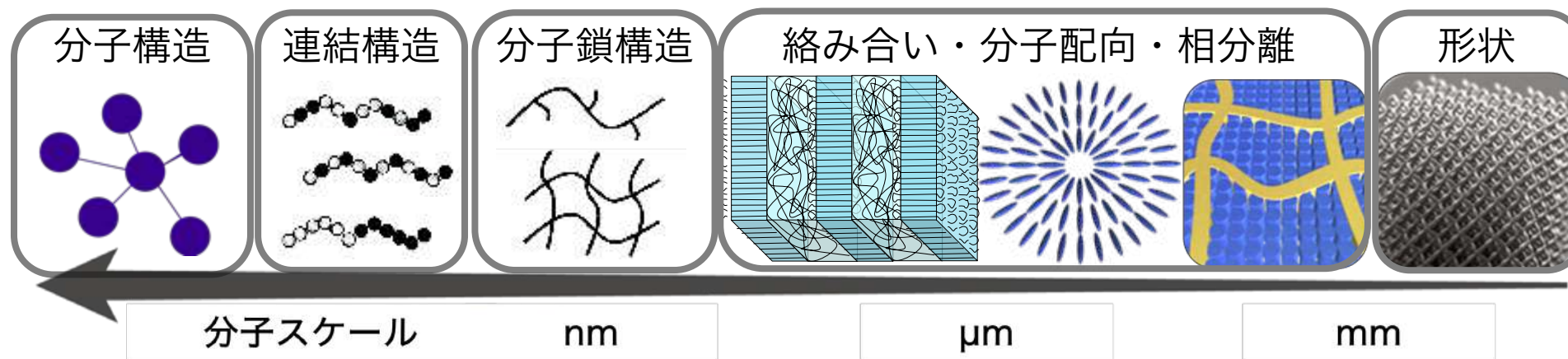
高分子の変形と破壊

例：湾曲変形



デバイスの劣化
性能低下

高分子の階層的な構造

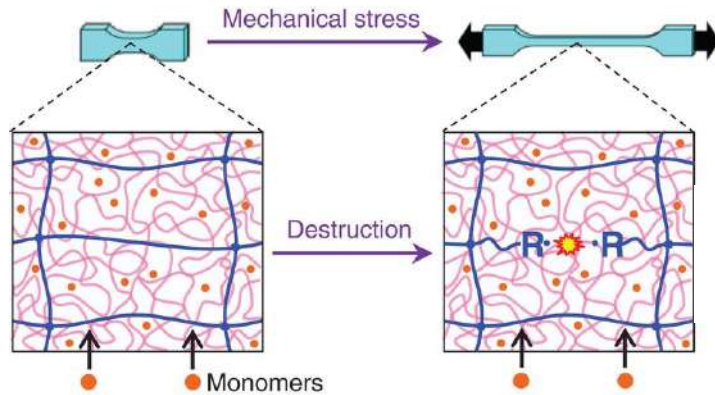


材料内部の不均一性 → 力の集中・破壊の端緒 → 性能誤差・信頼性低下

従来法：不均一性の排除による強靱化

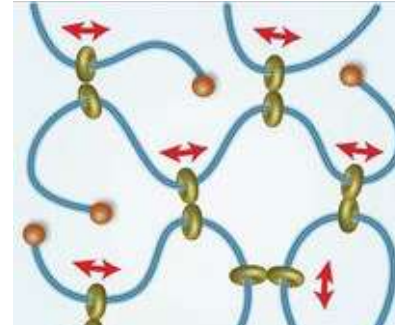
分子設計・分子鎖設計

硬く切れやすい「犠牲」結合



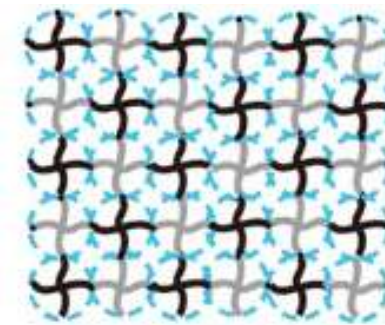
J. P. Gong *et al.*, *Science*, 363, 504 (2019)

滑る環状の架橋点



K. Ito *et al.*,
Science, 372, 1078 (2021)

均一網目

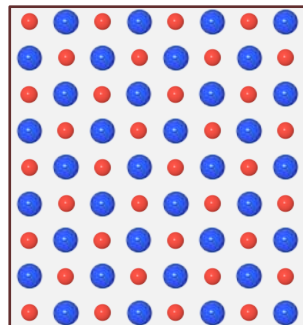


T. Sakai *et al.*,
Science, 343, 873 (2014)

繊維

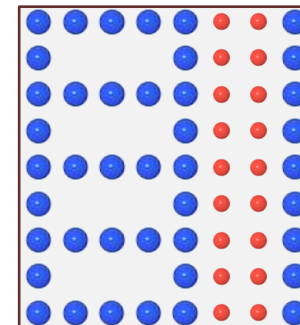


不均一性を活かした機能設計の方法論は黎明期



均質かつ高度な物性

不均一性が制御できれば？

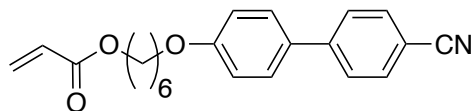


構造による異方的機能

- ✓ アクチュエータ
- ✓ イオン・電気・熱輸送
- ✓ 光制御
- ✓ 変形の認識・機能応答
- ✓ 新たな強靱化原理の発見

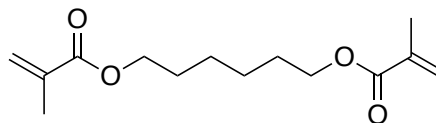
光による高分子合成と分子配向の制御

液晶モノマー



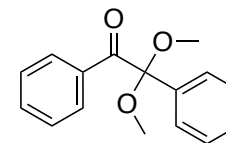
配向成分

架橋剤



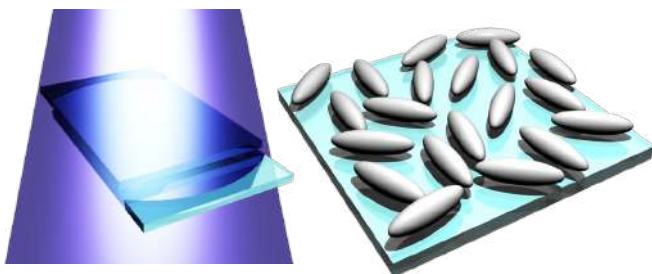
架橋成分

重合開始剤



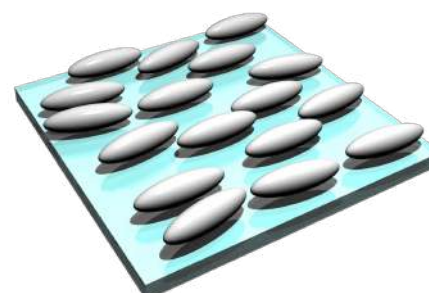
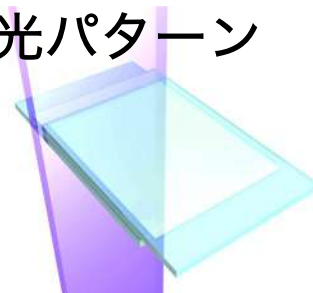
光ラジカル開始

不均一
(ランダムな配向)

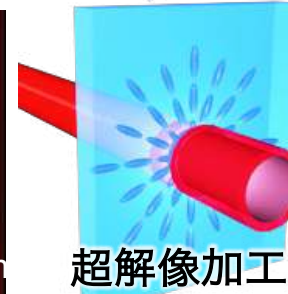
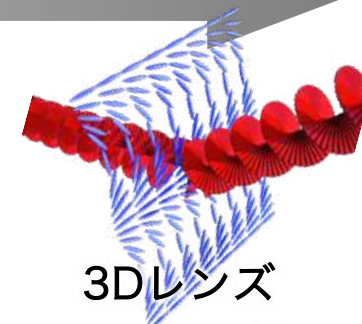


配向の秩序化

光パターン



3Dレンズ



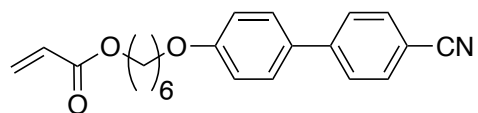
Science Adv. (2017), プレスリリース

J. Opt. Soc. Am. B. (2018)

重合による分子配向の秩序化と機能創発に成功 (国際共同研究)

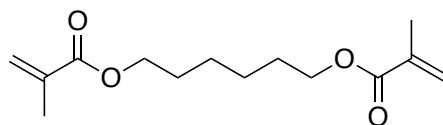
光による分子配置 → 不均一性の空間制御

液晶モノマー



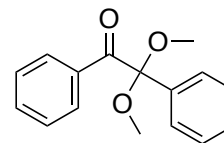
配向成分

架橋剤



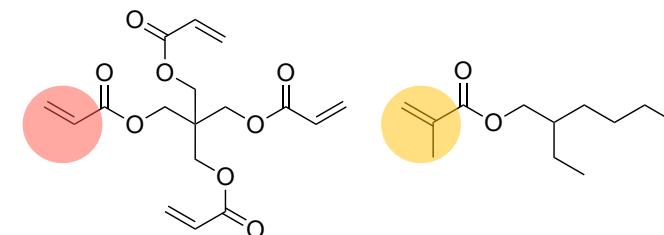
架橋成分

重合開始剤

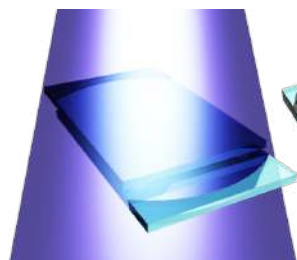


光ラジカル開始

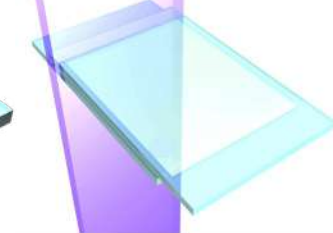
複数モノマー混合系



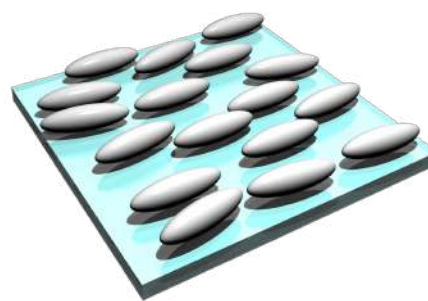
不均一
(ランダムな配向)



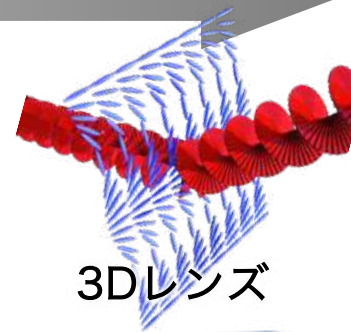
光パターン



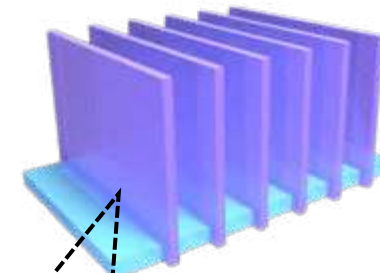
配向の秩序化



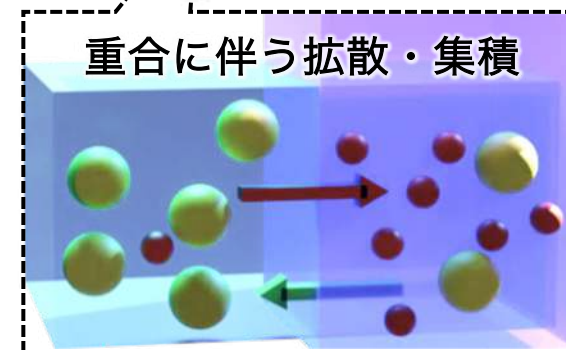
3Dレンズ



分子配置



重合に伴う拡散・集積



白濁



光散乱



透明



光の動き

偏光板

400 μm



超解像加工

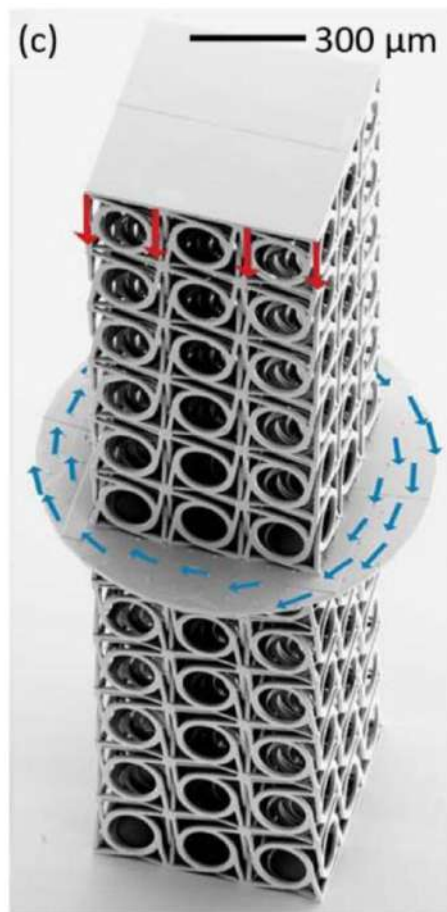
Science Adv. (2017) J. Opt. Soc. Am. B. (2018)

空間的な不均一性の直接制御：新たな機能設計原理を探るサイエンス

空間配置に基づく革新的力学機能

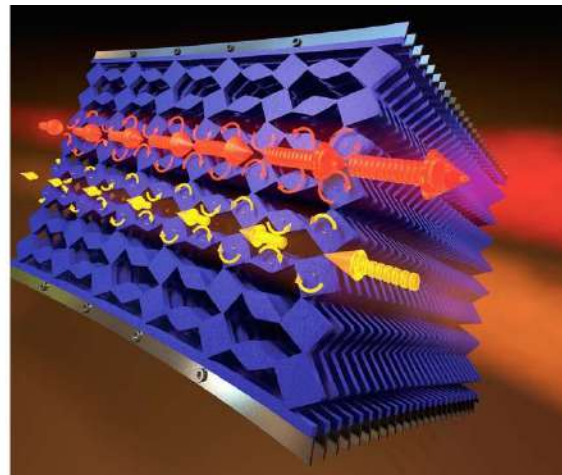
三次元造形によるバルク材料物性

圧縮力→回転運動変換



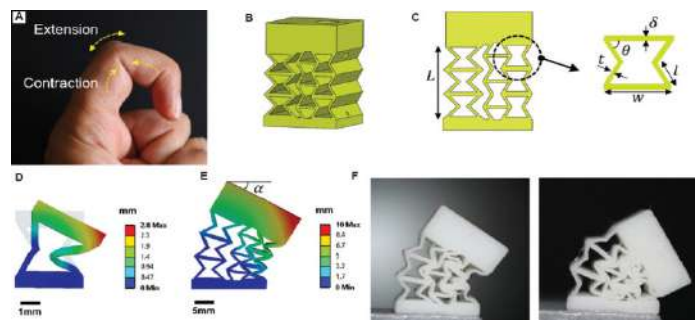
T. Frenzel et al., *Science*, 358, 1072–1074 (2017)

非対称な力学エネルギー伝播



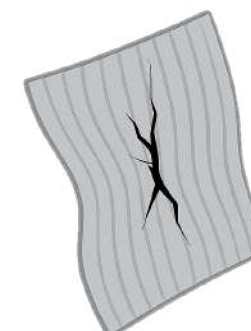
C. Coulais et al., *Nature*, 542, 461–464 (2017)

高自由度アクチュエータ

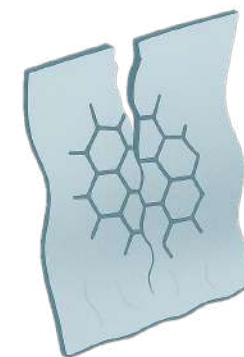


D. Oetomo et al., *Int. J. Bioprint*. 9, 1 (2023)

高分子薄膜での未踏物性



破断偏向



選択変形

局所自己修復

- ✓ 衝撃吸収・保護薄膜
- ✓ 長寿命フレキシブル素子
- ✓ 変形により機能向上する素子

フレキシブル・強靱な次世代薄膜材料 → 空・宇宙・深海へ