

XFELによる細胞イメージング 広い時間・空間での生命現象追跡

遺伝子産物が、

何時どこに現れ(RNA)、どんな格好で(立体構造)、如何に機能するのか(動的構造変化)、周辺溶媒分子(水)や有機化合物(脂質、糖)とどのような相互作用を行うのか？

細胞内での生体分子の活動を時間・空間軸で追跡する必要性 ⇨ 高分解能細胞イメージング

SPring-8の場合(現状)

大腸菌集団からのX線散乱パターン
(分解能: 30 nm)

Miao et al. (2003) PNAS 100, 110

位相回復



完全コヒーレンス
高強度

X線自由電子レーザー

サブミクロンからサブナノの空間領域
細胞構成生体分子の相互作用
原子レベルでの可視化を目指す



組織特異的細胞やがん細胞の観察

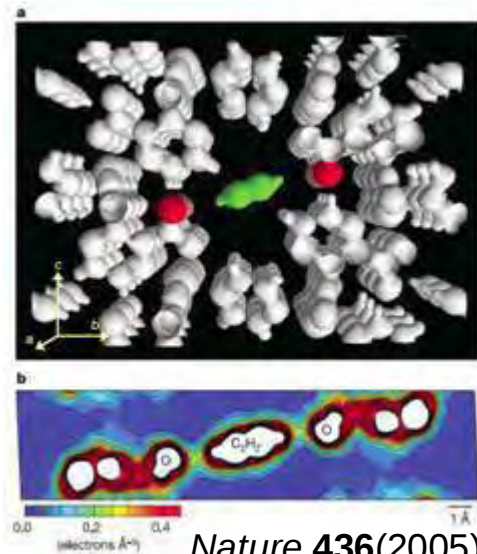
完全コヒーレンス、高強度であるため、
X線本来の分解能で観察可能！

ナノ細孔への気体吸着を利用した新機能性材料の創成

気体吸着素子の開発 : SPring-8による構造解析でナノサイズの細孔に気体分子が整列して吸着することを発見！ 気体分子出し入れ機構、種類選別機構が明らかになれば、新しい気体吸着素子の開発につながる！

SPring-8構造解析

ナノ細孔内で気体分子が整列する事を見出す！



Nature 436(2005)238

これを機能性材料として活用するためには...

気体分子の出し入れ機構の解明
気体分子の種類選別機構の解明

が必要！

従来技術では機構の解明
ができないため、試行錯誤
による探索が唯一の手段。

**X線自由電子レーザーのフェムト秒時間
分解能**により、細孔に分子が吸着される
際の細孔と気体分子の相互作用を
リアルタイムに直接観察。

**目的の気体分子を意のままに制御
できるナノ細孔の設計を可能に！**

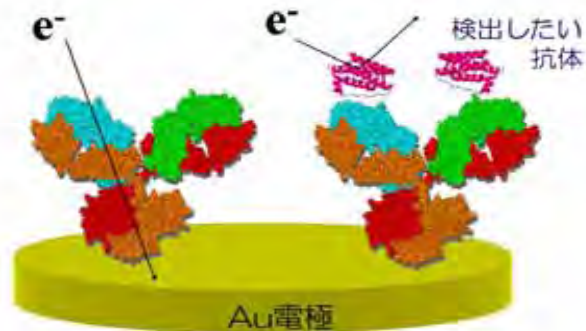
新規ナノテクノロジー

- ❏ 気体スイッチング素子、ガス回路(電子材料)
- ❏ 燃料電池、水素吸蔵(エネルギー)
- ❏ シックハウス対策壁(環境)

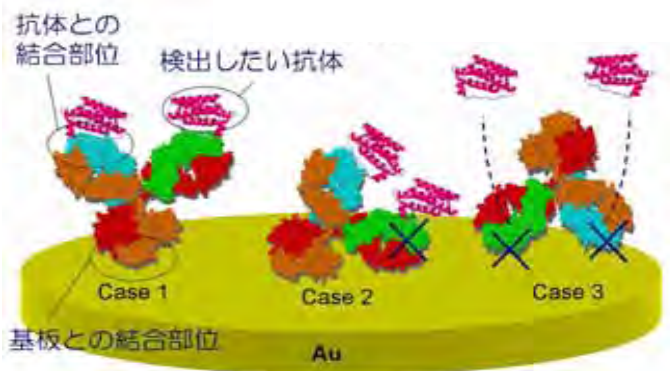
強光子場を利用した新しいナノテクノロジーの創成

機能性バイオチップの開発：金 (Au) の基盤電極の上にあるバイオ分子を整列させると、何も結合していない時は導体であるが、特定の抗体が結合したときには絶縁体になり、その抗体を検出するためのチップとして活用が可能となる。

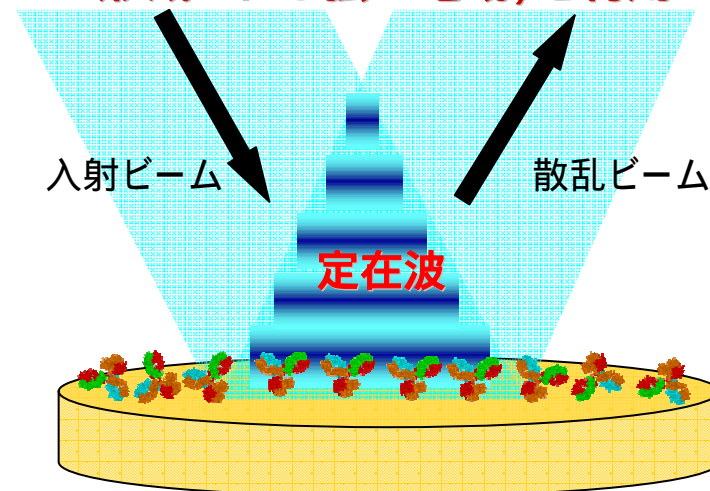
電気化学を利用したバイオチップ



しかし、金の基盤電極に
安定に結合させることが
非常に困難で量産できない！



強光子場 (= 極めて強力な光によって
形成される強い電場) を利用



X線自由電子レーザーの定在波による強光子場
(強い電場) により、基盤上にバイオ分子を安定に
整列させることが可能！

高機能バイオチップの
量産技術の確立！

事前評価：国際レビュー委員会 & 計画評価作業部会

2つの事前評価を実施。いずれも「**早期に着手すべき**」と評価。

● 国際レビュー委員会

理研において2005年2月3日、4日に実施。

当分野における世界の第一人者を集め、計画の技術的内容や実現性についてレビュー。

委員：Kwang-Je Kim(米 APS)、M.-E. Couprie(仏 ACO)、
Won Namkung(韓 PAL)、J. Hastings(米 SLAC)、
J. Schneider(独 DESY)、J. N. Galayda(米 SLAC)、
黒川真一(KEK)

主な提言

- 本計画は、大強度かつコヒーレントな短パルスX線の発生とその利用研究のための**革新的なプロジェクト**である。
- 目標は欧米と同様であるが、本計画は、**コンパクトな設計思想**に加え、世界をリードする放射光源SPring-8と併設する点で**ユニーク**。
- 本計画の建設スケジュールと技術的难度は**野心的であるが**、メンバーには困難な課題に対して**革新的な解決策を生み出してきた実績がある**。
- 委員会は、提案されたスケジュールで建設可能であることを支持し、**早期建設開始を勧告する**。

● 次世代放射光源計画評価作業部会

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 研究評価部会のもと、当作業部会を設置し、8月までに4回実施。

国内の有識者を集め、計画の必要性、効率性、有効性について評価。

委員：太田俊明(東大)、雨宮慶幸(東大)、大泊巖(早大)、
神谷幸秀(KEK)、菊田惺志(JASRI)、熊谷教孝(JASRI)、
腰原伸也(東工大)、小杉信博(分子研)、田島節子(阪大)、
谷口雅樹(広大)、中迫雅由(慶大)、西島和三(持田製薬)、
丹羽紘一(富士通研)、今野美智子(お茶女大)、
林崎良英(理研)、水木純一郎(原研)

総合評価

- ・ 本計画は、**科学技術・学術的な意義が極めて大きく**、**経済的・社会的な意義も認められ**、今後のわが国の**基礎研究と産業の発展に大きく寄与するもの**である。
- ・ 本施設を利用する先端的研究により**幅広い分野で新たな研究開発の展開が期待される**。
- ・ 以上を総合し、本作業部会としては、本計画は積極的に進めるべきであり、**早期に着手すべきである**と評価。

X線自由電子レーザーの利用に向けて

平成18年度概算要求額 450百万円（新規・内局）

X線自由電子レーザー装置が発振する極めて強力なX線レーザーを効果的に利用するため、関連分野の動向調査等に基づいて利用方針、利用計画を策定するとともに、X線自由電子レーザーの実現が待たれる利用研究課題について、実際に利用研究を実施する際に生じる問題点を抽出し、それを解決する手法の開発、SPRING-8やプロトタイプ機による検証試験を行う。

- ★ **利用研究の調査**
 - ・ 科学技術や産業等への波及効果に関する調査
 - ・ 欧米動向調査

文部科学省
大型放射光施設利用推進室

方針策定委託
調査結果報告

X-FEL利用推進協議会（仮称）

- ★ **プロジェクト・ディレクター**
大学等第三者機関から選任されたPDのリーダーシップ
- ★ **主な活動内容**
 - ・ 利用方針、利用計画の策定
 - ・ 利用研究の実施における技術的課題の解決のための研究開発
(**試験研究委託費**)
 - 公募等により開発項目を選定・実施
(プロトタイプ機 / SPRING-8を使って研究を実施)
 - ・ 情報公開
 - シンポジウムの開催等

**利用研究
促進懇談会**

将来の利用者となる研究者を集め、そこでの議論を基に利用研究計画を集約。

発展させ
業務
を継承

H23以降
供用・支援
業務として
移行

運営委託

**高輝度光科学研究
センター**

供用業務（利用課題選定）
支援業務
運転・管理（理研からの委託）

年次計画

単位[億円]

		2006 (H18)	2007 (H19)	2008 (H20)	2009 (H21)	2010 (H22)	2011 (H23)	2012 (H24)	2013 (H25)
全体計画		← 建設期 →					硬X線FEL(8GeV,0.06nm)発振 調整・試運転 / 共用 →		
施設整備等	建屋建設 (合計 131.4)	光源収納建屋 [95.1]							
		実験ホール、研究棟 [36.3]							
	加速器等 装置整備 (合計 221.1)	入射系、加速器、電子ビーム輸送系 [165.6]							
		ビームライン [48.0]							
		共通機器 [2.0]							
		施設開発研究 [5.5]							
利用開発等		利用開発 4.5 / 年					利用研究		
予 算		32.9	74.9	91.0	84.5	91.8			
(参考)運営費						試運転費 [14]	運転費 28 / 年		

X線自由電子レーザー計画全体像

H18年度～H22年度の整備内容

● 建物

光源収納建屋
実験ホール
研究棟

● 光源

入射器
加速器
電子ビーム輸送系
ビームライン

