

物質構造科学特論

瀬戸秀紀

高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所

J-PARC Center

Introduction

- 1961年 福島県生まれ
- 1984年 京都大学理学部（物理）卒
- 1989年 大阪大学大学院基礎工学研究科物性物理工学専攻修了
- 1989-2002 広島大学総合科学部助手
- 2002-2008 京都大学大学院理学研究科助教授・准教授
- 2008- 現職

【専門分野】 ソフトマター物理

【実験手法】 X線小角散乱・中性子小角散乱・中性子準弾性散乱

大学共同利用機関法人

高エネルギー加速器研究機構(KEK)

**加速器だから
見える世界。**

極微の世界から宇宙までを
多面的に研究する

素粒子原子核研究所

知のフロンティアを切り開
くKEKの加速器

加速器研究施設/J-PARC

新しい「眼」を人類にもた
らす

量子場計算システム国際拠点

High Energy Accelerator Research Organization

高エネルギー加速器研究機構(KEK)とは
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構
(KEK)は、宇宙の起源、物質や生命の根源を探索す
る研究所です。加速器科学をはじめとする基礎研究を
牽引するとともに、大学共同利用機関法人として国内
外の研究者に共同利用の場を提供しています。また、
総合研究大学院大学の基盤組織として、先端的研究分
野の開拓を図る人材を養成しています。

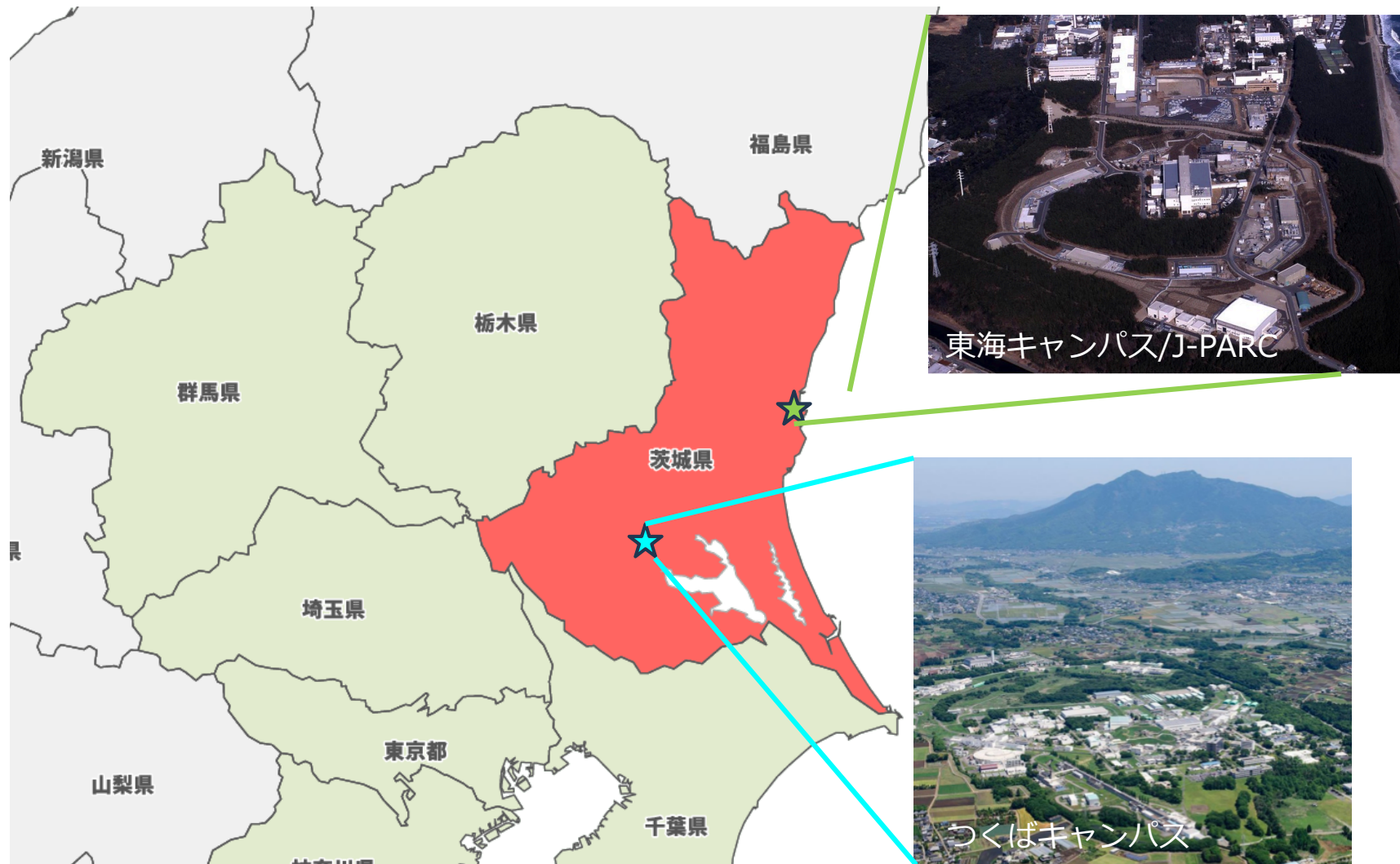
物質の構造と機能を加速器
で知る

物質構造科学研究所

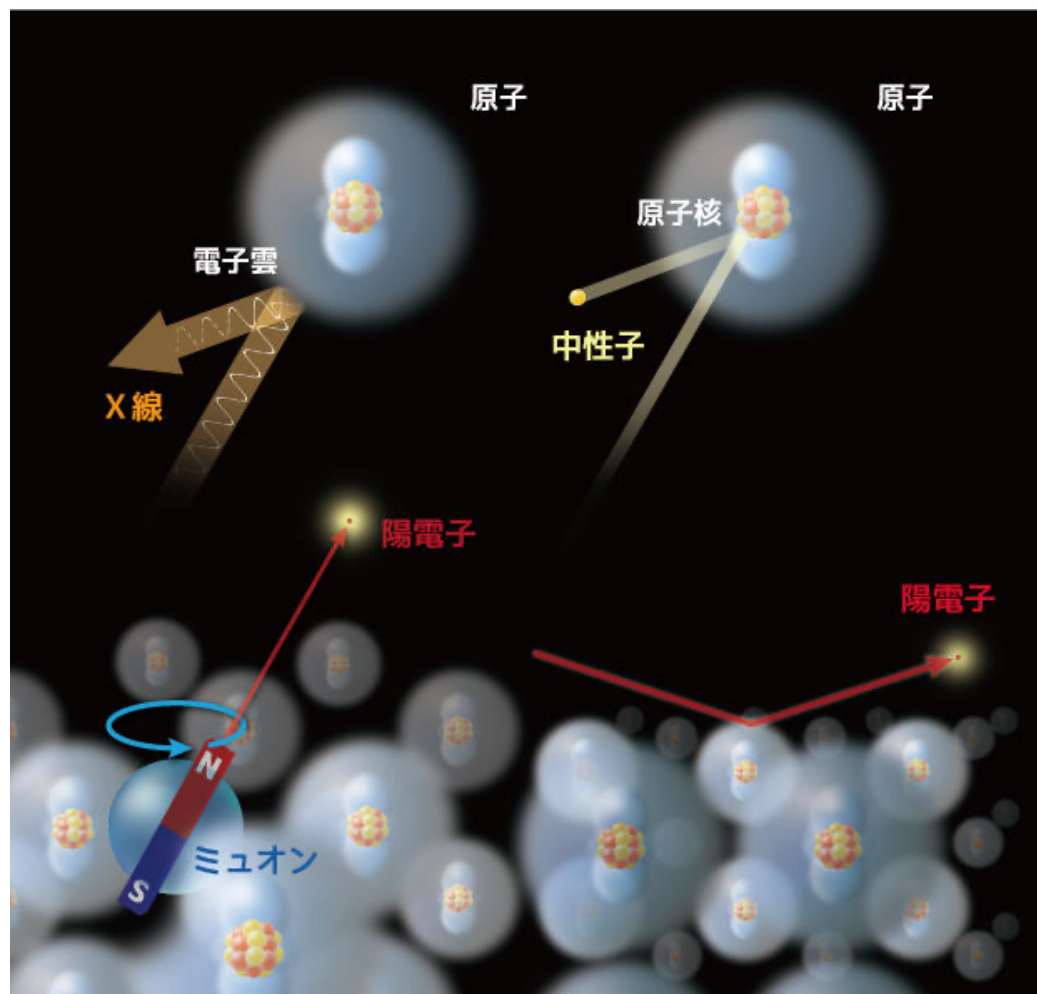
大型加速器の運用を支え技
術の地平を切り開く

共通基盤研究施設

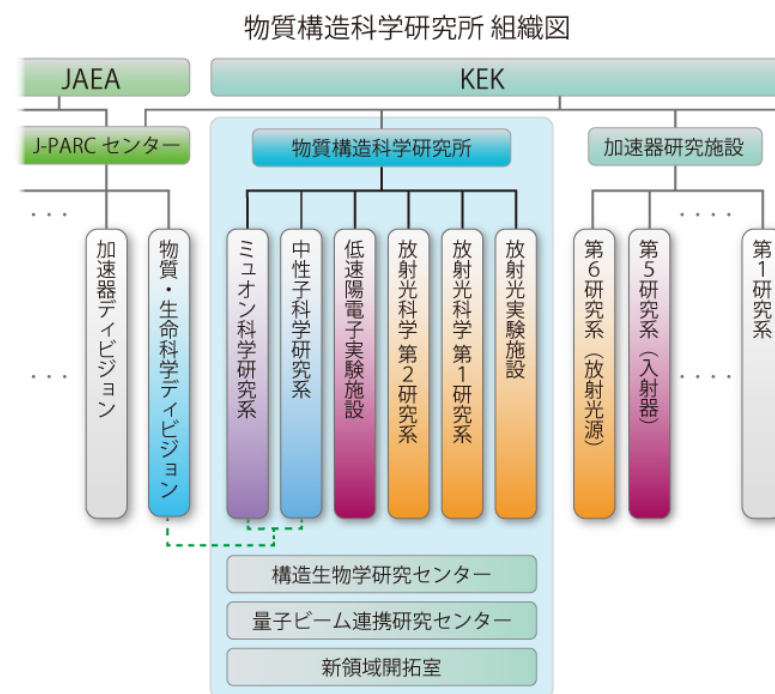
つくばキャンパスと東海キャンパス



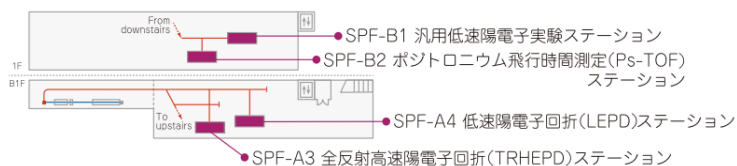
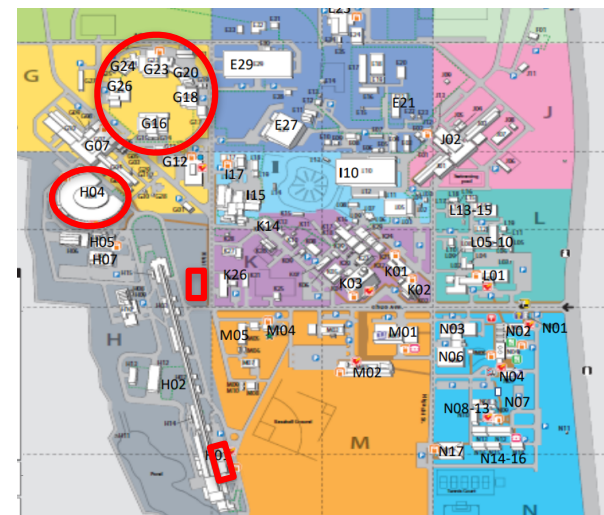
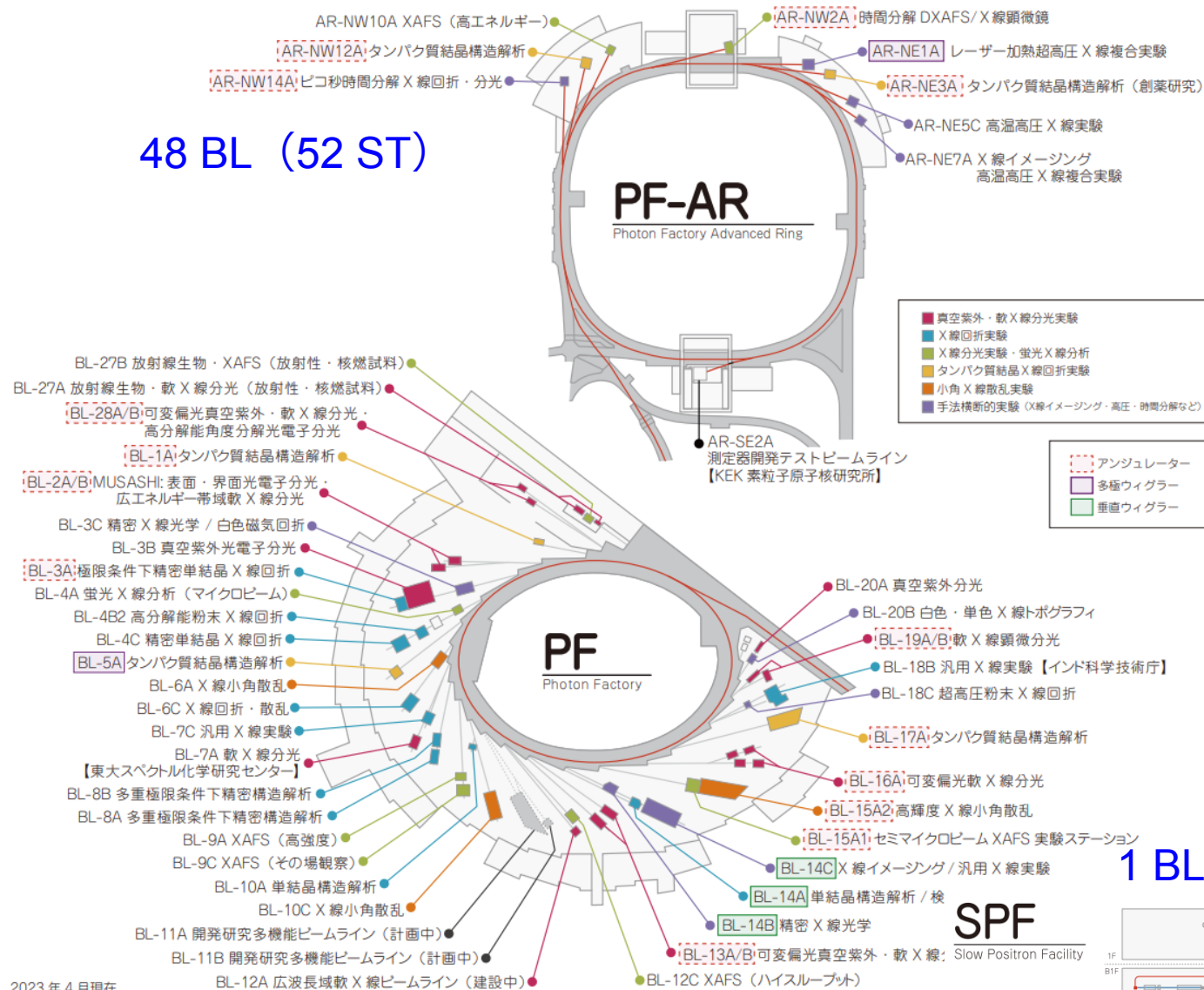
物質構造科学研究所



加速器で作り出す4種類の量子ビーム(放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子)を用いて、物質・生命科学に関する研究と先端的な装置開発を行っている

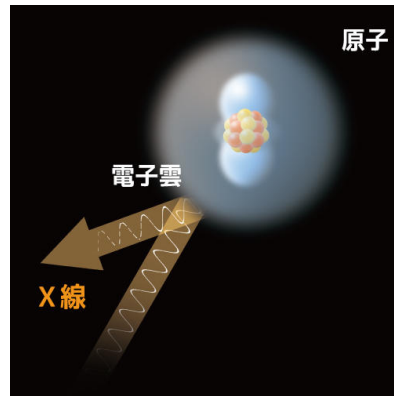


つくばキャンパス

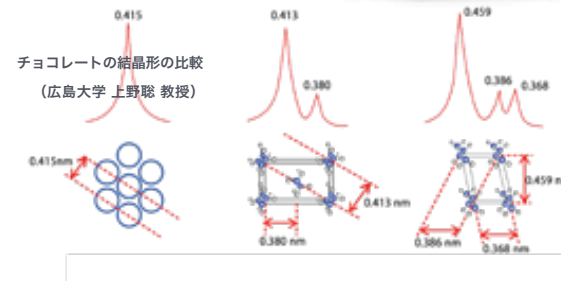


X 放射光

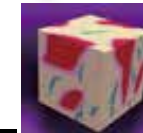
原子の並びや電子のふるまい



放射光を当てながら
チョコレートを作って、
美味しさの秘密を探りました。



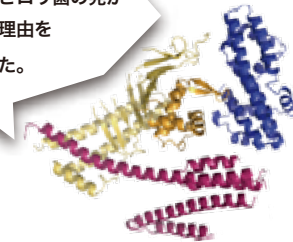
航空機の機体材料の 選定
に物構研の顕微鏡技術が貢
献！



材料の欠陥を3次元で可視化
(木村正雄 教授)

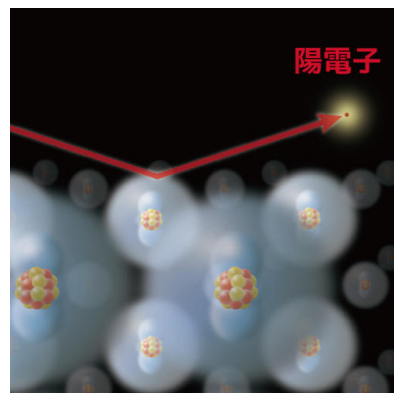
ピロリ菌由来の発がんタンパク質
CagAの構造 (千田俊哉 教授)

東アジア型ピロリ菌の発がん
性が高い理由を
解明しました。

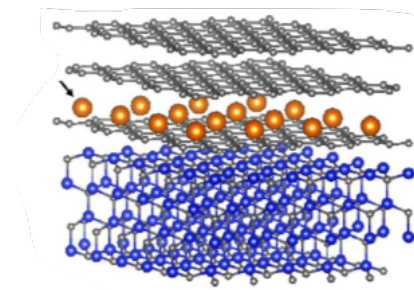
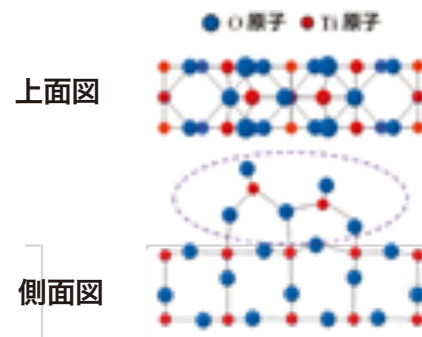


e⁺ 低速陽電子

物質の表面近くの原子の並び



ルチル型酸化チタンTiO₂の原子配置
(兵頭俊夫ダイヤモンドフェロー)

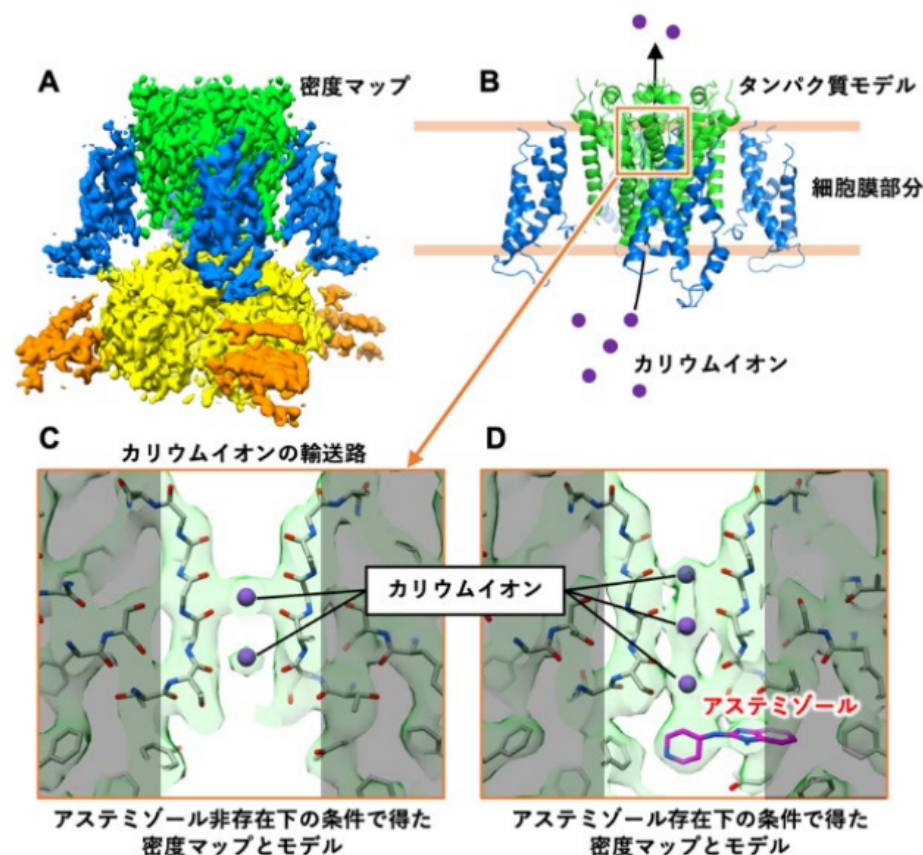


陽電子の回折^{かいせつ}を利用し、光触媒表面で
原子が非対称に並んでいることが初めて
分かりました。

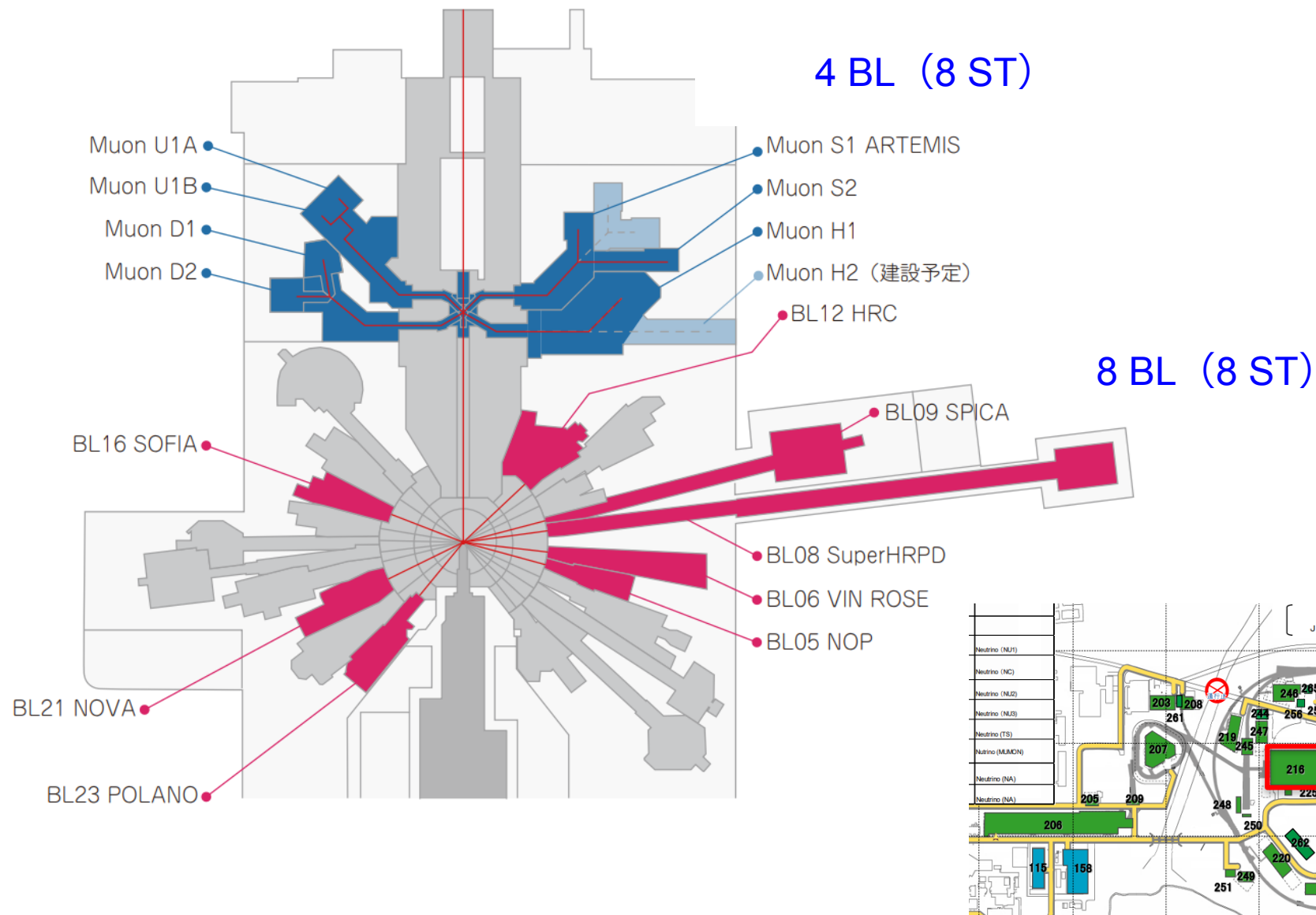
構造生物学研究センター(SBRC)



X線結晶構造解析/小角散乱とクライオ電子顕微鏡によるタンパク質の結晶構造解析

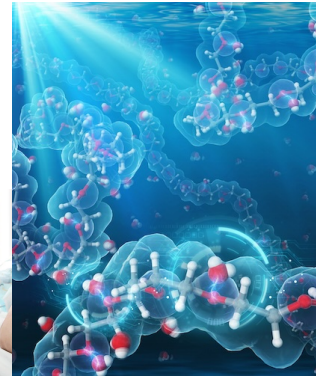
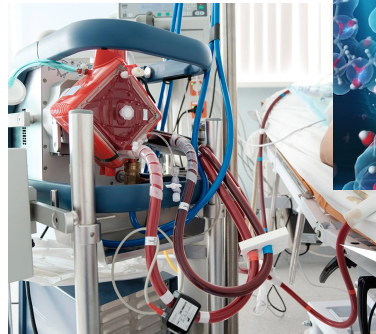
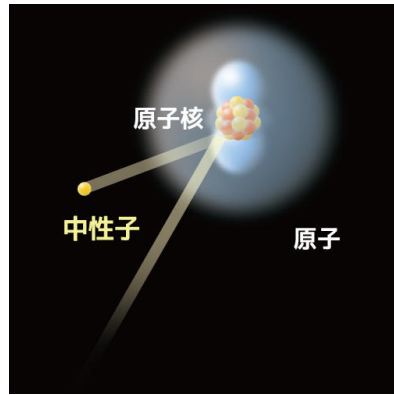


東海キャンパス



n 中性子

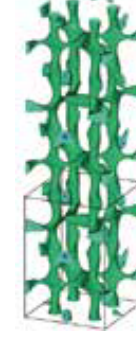
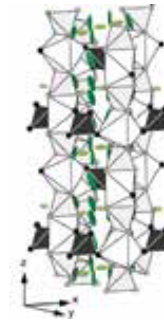
原子核と電子スピンの並びと運動状態



ECMOなどの血流ラインのコーティングに使われている高分子の生体親和性のし
くみを明らかにしました

結晶構造

イオンの通り道



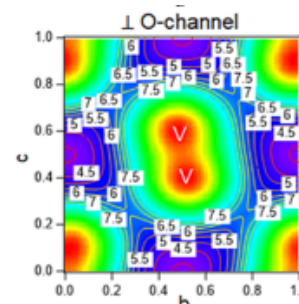
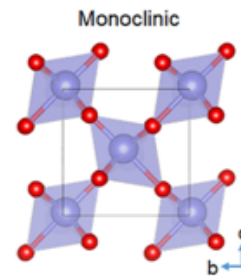
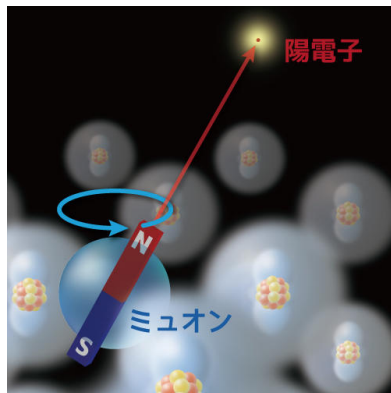
世界最高性能のリチウムイオン伝導体
(東京工業大学 菅野了次 教授)

固体のリチウムイオン伝導体の
イオンの通り道を可視化し 全固
体電池の開発に貢献



μ ミュオン

正ミュオンは物質中の磁場分布が、負ミュオンは元素分布が分かる



半導体中の水素のナノスケールの運
動の様子を明らかにしました

天保小判の表面付近ほど、
金の含有率が高いことが判明！

正ミュオンで、黄鉄鉱中の見つけにくい 不純物、
水素のふるまいを観察。水素のことが分かったら「愚
者の金」が再生エネルギー材料として見直されるか
も？



天保小判 (国立歴史民俗博物館)

天然の黄鉄鉱 (別名 愚者の金)
(門野良典 教授)

統合型量子ビーム科学の推進

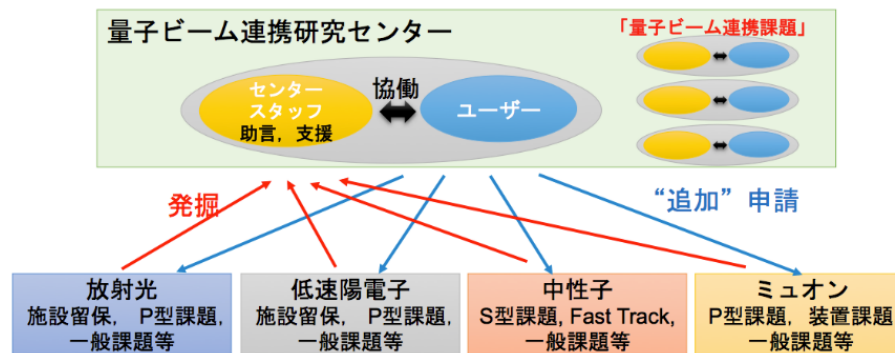
- 量子ビーム連携研究センター(CIQuS)

発掘型共同利用、テーマ設定型共同研究、マルチプロープ若手人材育成

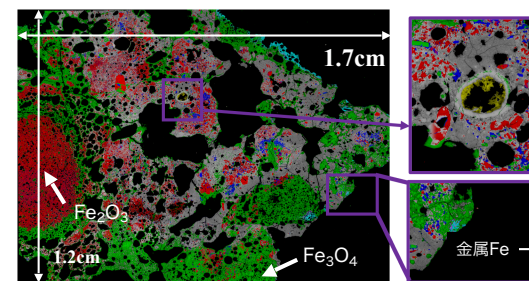
- 新領域開拓室(S.I.Center)

量子ビーム施設連携部門、AI・DX開発部門、イメージング・顕微開発部門、非破壊分析開発部門

発掘型共同利用



「待ちの共同利用」からの転換



複数の学術施設と連
携してPFに建設中
の開発研究多機能
ビームライン

超大規模スペクトル解
析：センチメートル
オーダーの視野をナノ
メートルスケールで全
て観測することに成功

解析時間を1/10000に
短縮

講義の予定

7/17(水)

1. 中性子と中性子散乱
2. 中性子小角散乱
3. 中性子非弾性散乱と準弾性散乱
4. タイヤの構造とダイナミクス

7/18(木)

5. 生体親和性高分子の水和水

講義資料 <http://research.kek.jp/people/seto/hokudai-lecture.html>