

次世代 3GeV高輝度放射光施設

最新の放射光施設が照らし出すGXの未来 ～次世代放射光施設ナノテラスで新しくできること～

Enlighten the Nano Universe to Drive a Sustainable World



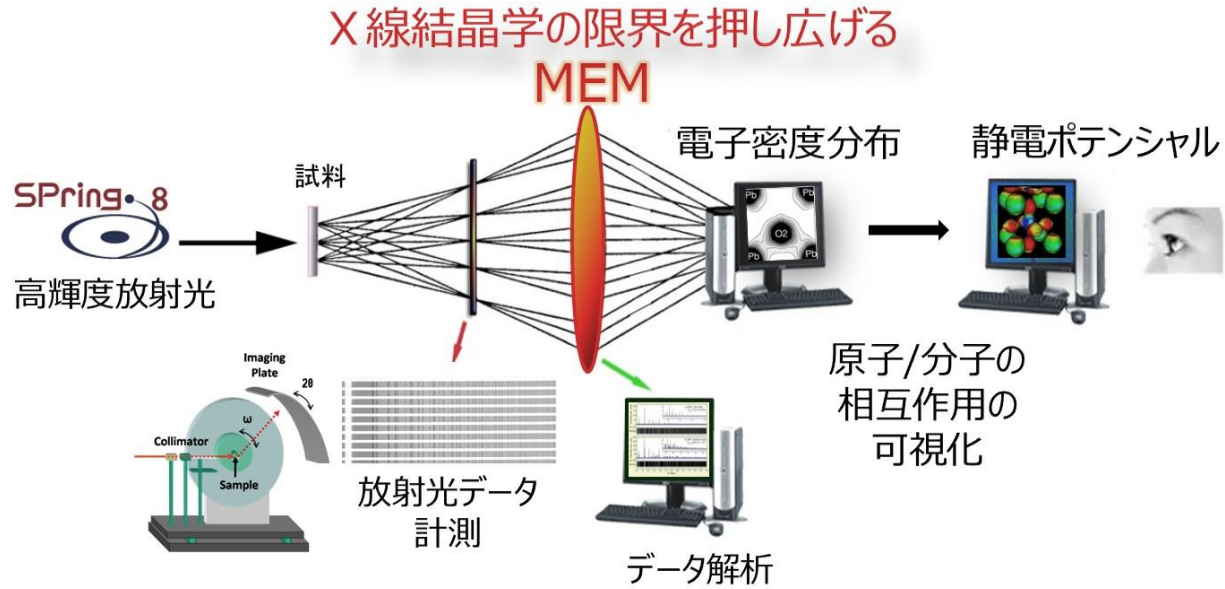
高田 昌樹

東北大学 総長特別補佐

国際放射光イノベーション・スマート研究センター (SRIS) 教授

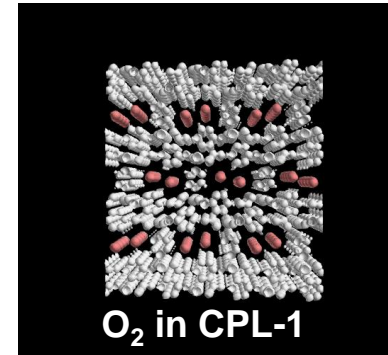
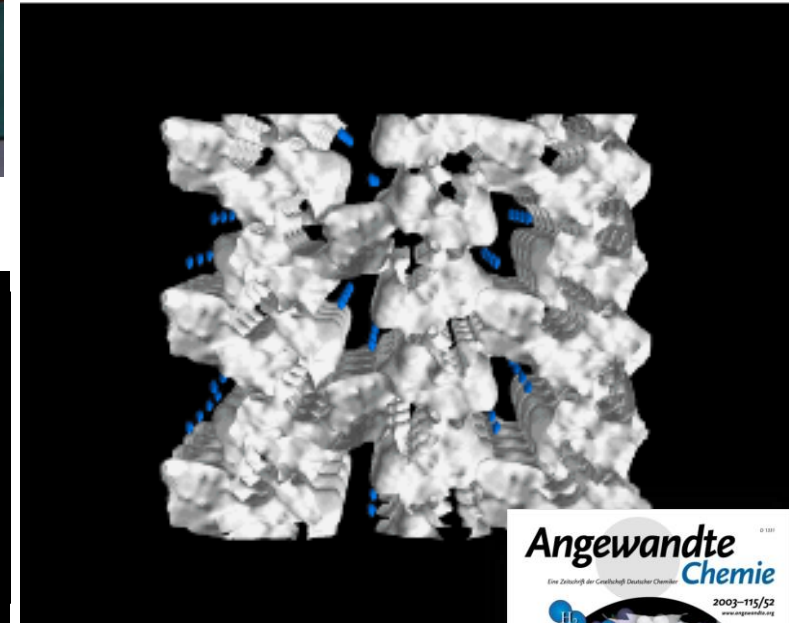
一般財団法人 光科学イノベーションセンター (PhoSIC) 理事長

理化学研究所 高田構造科学研究室：情報理論による水素の電子密度の可視化

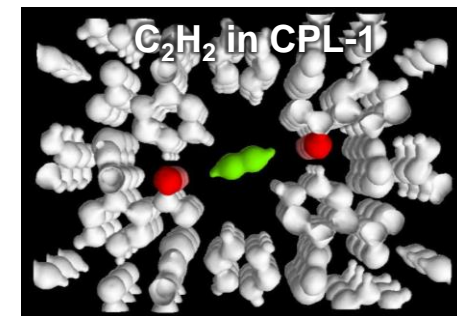


北川 進
京大

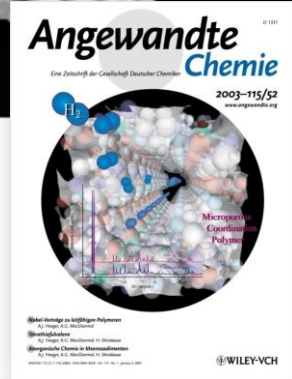
Hydrogen Molecules in MOF



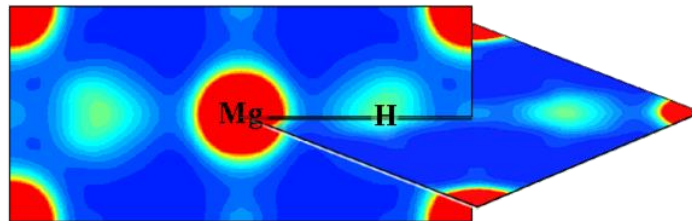
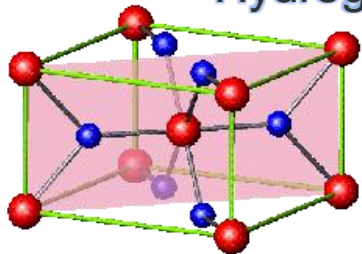
Science 298 (2002) 2358



Nature 436 (2005) 238



Hydrogen Storage Mg



MEM Density

豊田中研との共同研究 *Appl. Phys. Lett.* Vol. 81 (2002) 2008

電場誘起による水素分子の高速ortho-para転換

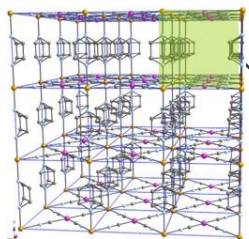
オルソ水素からパラ水素へと変換する時には 168kcal/kg の熱を発生. この熱量は液体水素の蒸発潜熱108 kcal /kg より大きいため, 貯蔵するときにはオルソ-パラ変換時の熱により水素が蒸発し, ガス化. 長期の保存が困難となる.

水素を液化する場合には, 事前に触媒を使用して変換しておく必要がある.

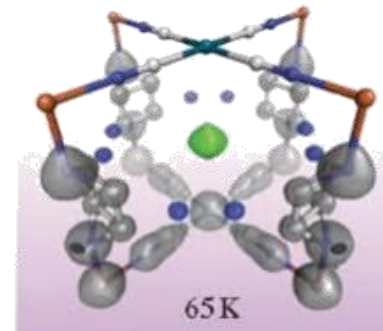
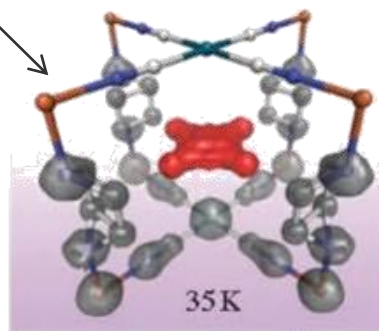
MOFのナノポアの強電場がオルソパラ変換の触媒となりえる可能性を, 構造解析と電場の計算シミュレーションにより評価した成果.

100 s オーダーの高速ortho-para転換の観測

ホフマン型MOF



Finding Nano Pore of MOF as the stage of hydrogen ortho-para conversion



para

ortho-para



nature physics LETTERS
PUBLISHED ONLINE: 30 JANUARY 2011 | DOI:10.1038/NPHYS1183

Electric-field-induced nuclear-spin flips mediated by enhanced spin-orbit coupling

Toshiki Sugimoto^{1*} and Katsuyuki Fukutani^{1,2*}

Molecules made of identical nuclei of non-zero spin exist in nuclear-spin modifications, and the interconversion of these spin isomers is often forbidden for isolated states^{1,2}. The interconversion between the nuclear-spin modifications, however, is promoted by inhomogeneous magnetic fields, such as those present on the surfaces of magnetic materials³. Nuclear-spin conversion on diamagnetic and insulating solid substances, on the other hand, is generally considered improbable. Here we present the observation of nuclear-spin flips of H₂ and D₂ occurring on amorphous solid water surfaces with time constants of 370₋₁₀₀⁺¹⁰⁰ s and 1,220₋₃₀₀⁺³⁰⁰ s, respectively. To ex-

• Stark coupling (SC)
• Intramolecular Fermi contact coupling (IFCC)
• Enhanced spin-orbit coupling (ESOC)

E : 10¹⁰-10¹¹ Vm⁻¹
Time constants : 10² s

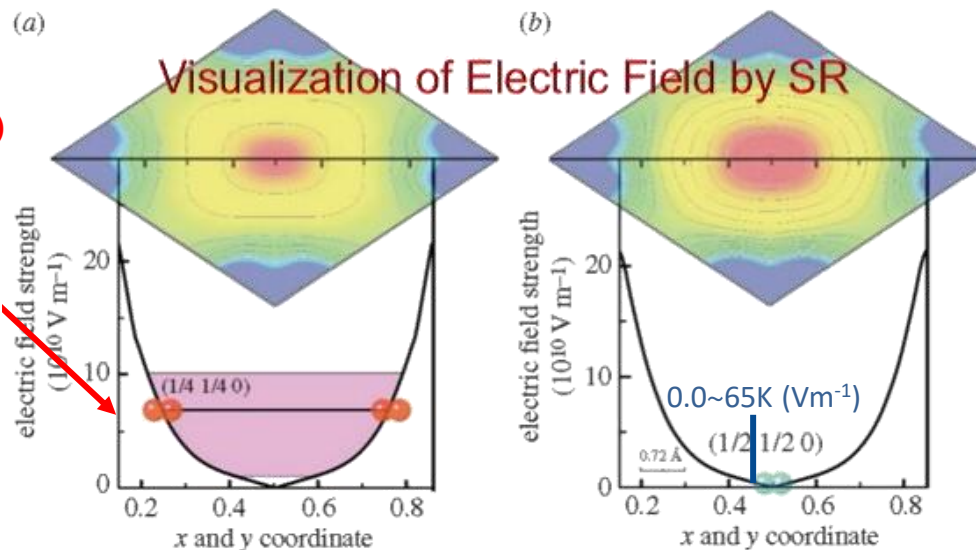
ortho (l=1) \xleftrightarrow{IFCC} para (l=0)
para (l=0) \xleftrightarrow{IFCC} ortho (l=1)

実験値
7.36 × 10¹⁰ (Vm⁻¹)

計算

実験

Visualization of Electric Field by SR



Hydrogen molecule: H₂

Two different nuclear-spin isomers

Rotational-energy levels

$J=3$
 $J=2$
 $J=1$
 $J=0$

10B
6B

para-H₂ (l=0, J=even) ortho-H₂ (l=1, J=odd)

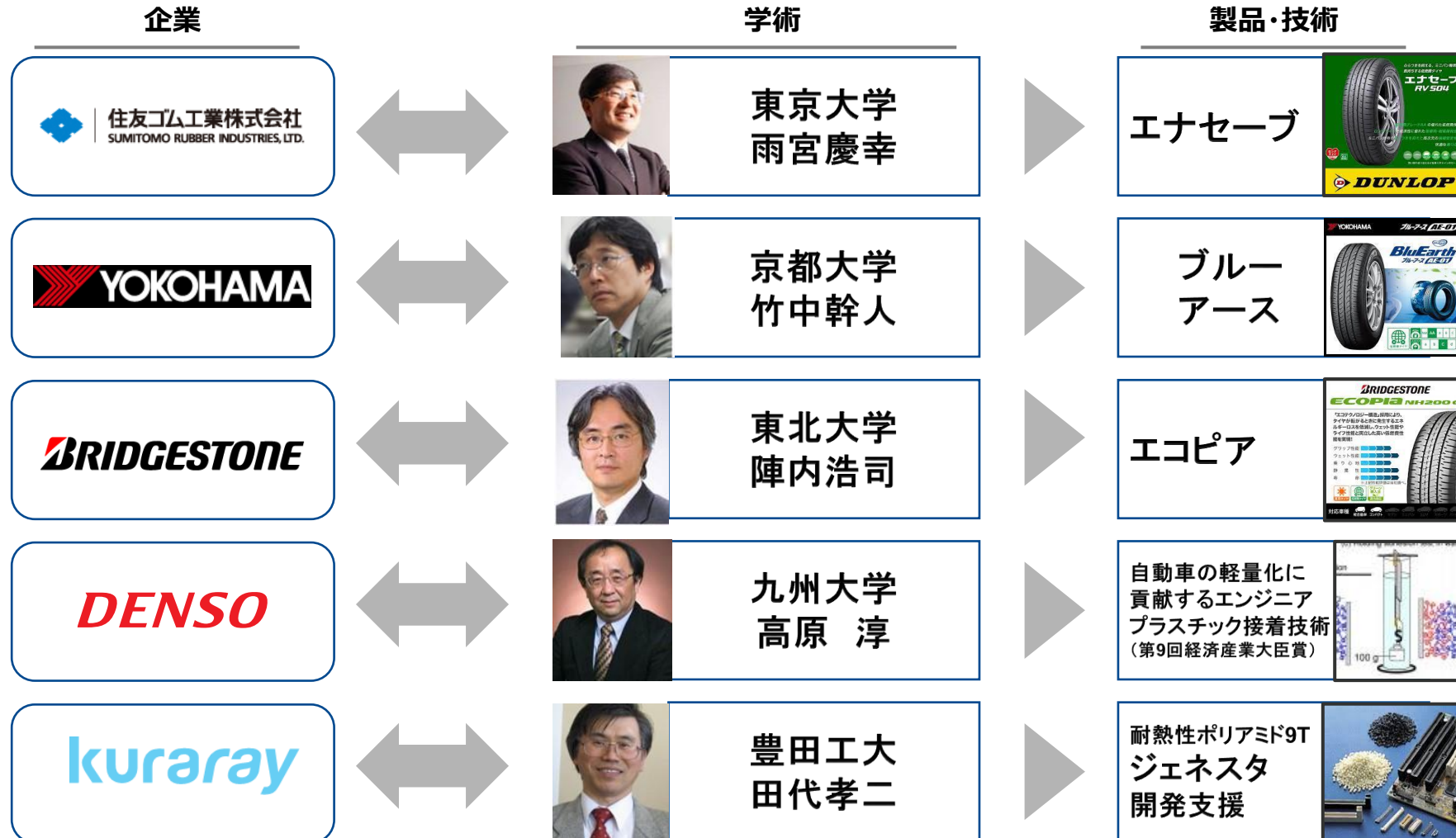
$\frac{1}{\sqrt{2}}(\uparrow\downarrow - \downarrow\uparrow)$ $\begin{cases} \uparrow\uparrow \\ \frac{1}{\sqrt{2}}(\uparrow\downarrow + \downarrow\uparrow) \\ \downarrow\downarrow \end{cases}$

The conversion takes several hours even using catalysis.

ソフトマテリアル企業18社，関学で専用ビームラインを建設



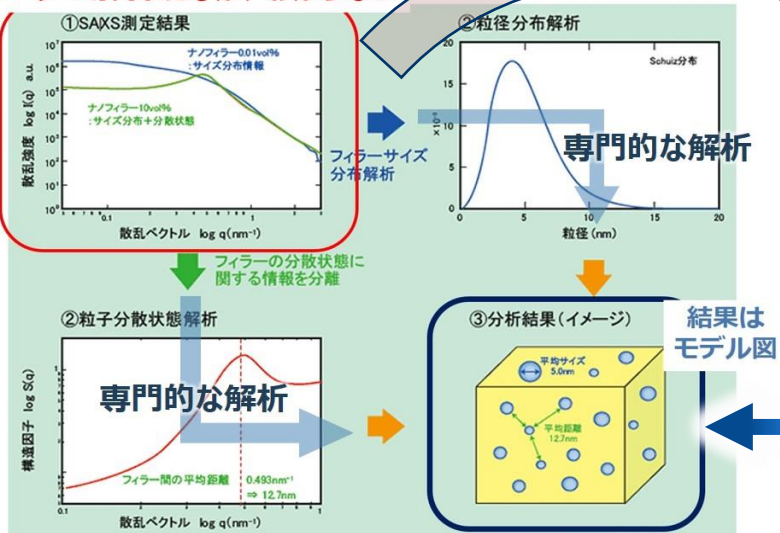
製品・技術の開発をゴールとする産学連携



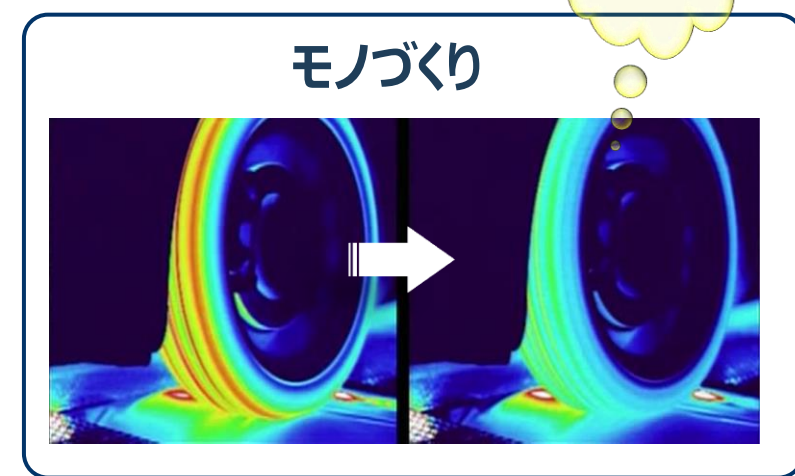
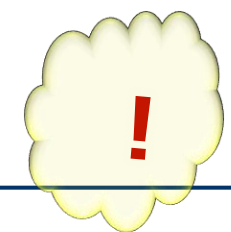
SPring-8

放射光利用における課題

データ：専門家にしか、わからない



仮説検証サイクルを高速化.



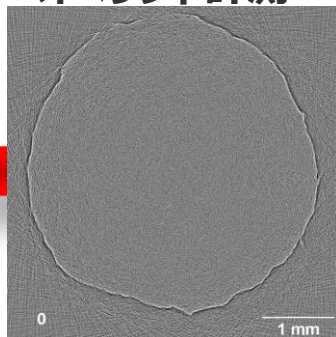
SAXSプロファイルを解析し、球状ナノフィラーのサイズ分布、分散状態(平均距離)を評価

三井化学分析センター株式会社 Webサイト

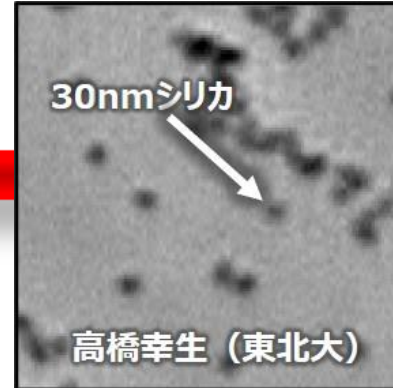
NanoTerasu



オペランド計測



ゴム中のフィラーの可視化

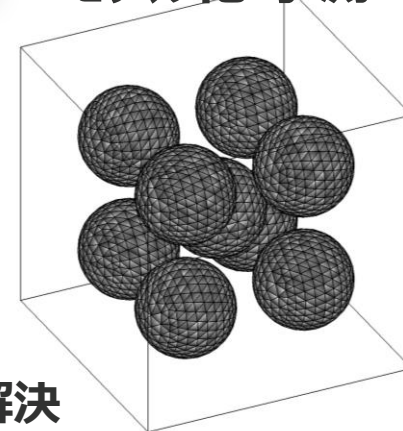


データ科学
AI 等
計測計算融合



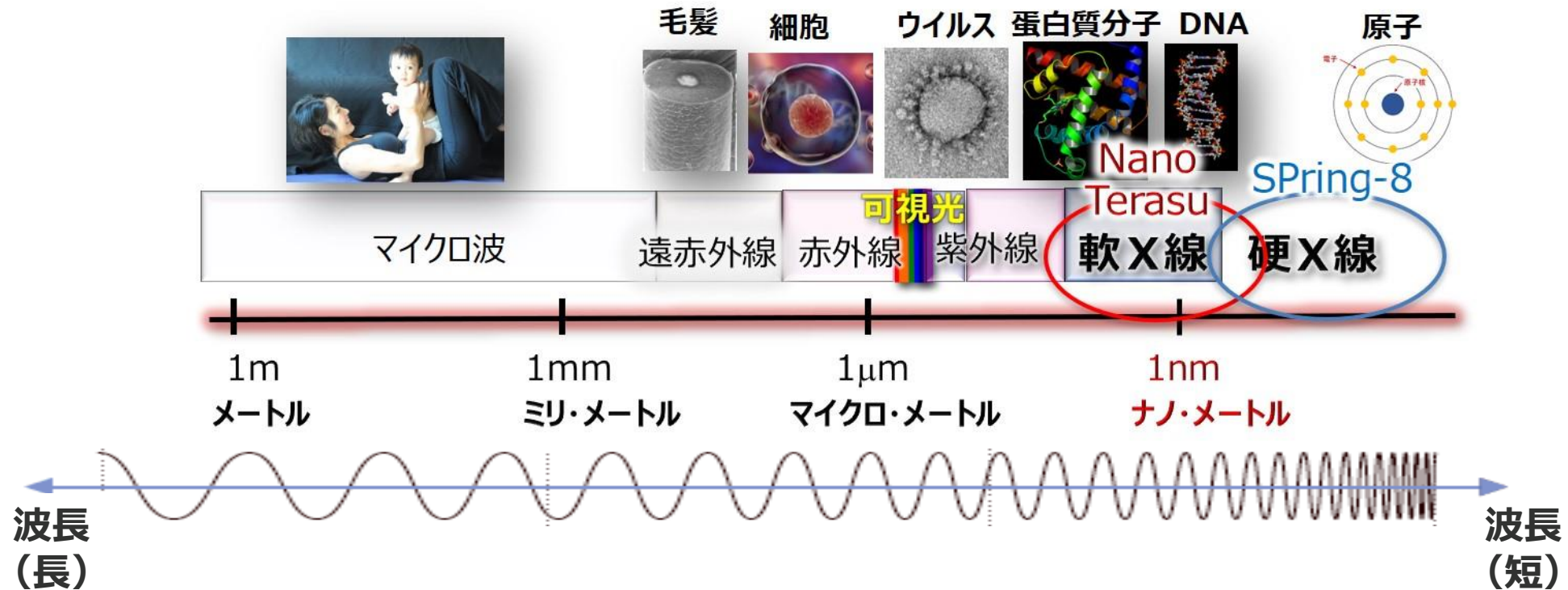
課題解決

モデル化 予測



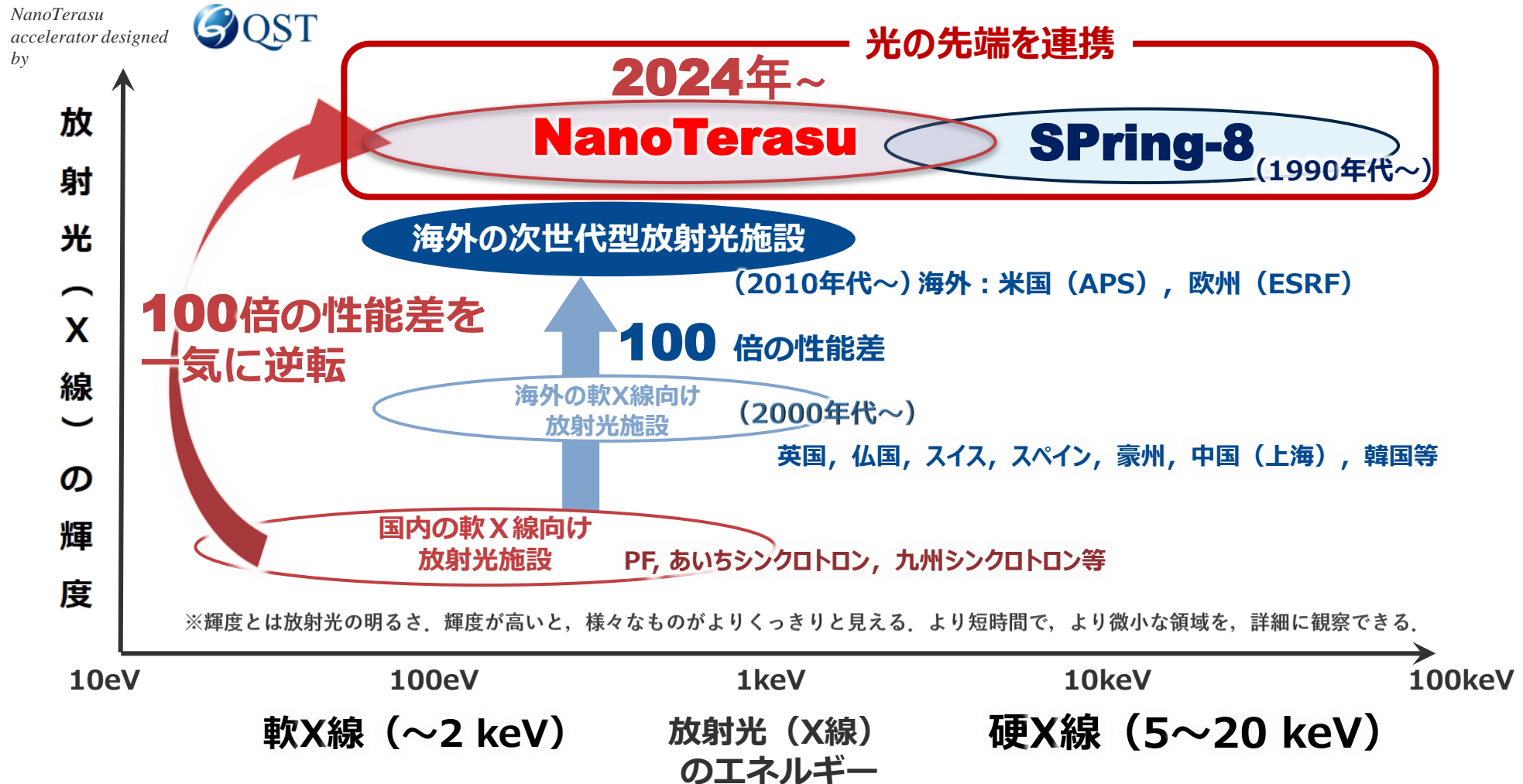
科学と技術の今日を支え明日を拓く放射光

- ✓ ナノの世界の原子・分子の組み合わせから、
それが発揮する機能を探り、デザインすることは科学技術の大きなトレンド。
- ✓ 放射光はナノの世界を見るための光であり、様々な産業・学術分野に不可欠。
- ✓ より明るい（高輝度の）放射光は、
ナノの世界をよりはっきりと見せ、速い動きの最中も止めて観察を可能とする。



SPring-8とNanoTerasuで放射光を広くカバー

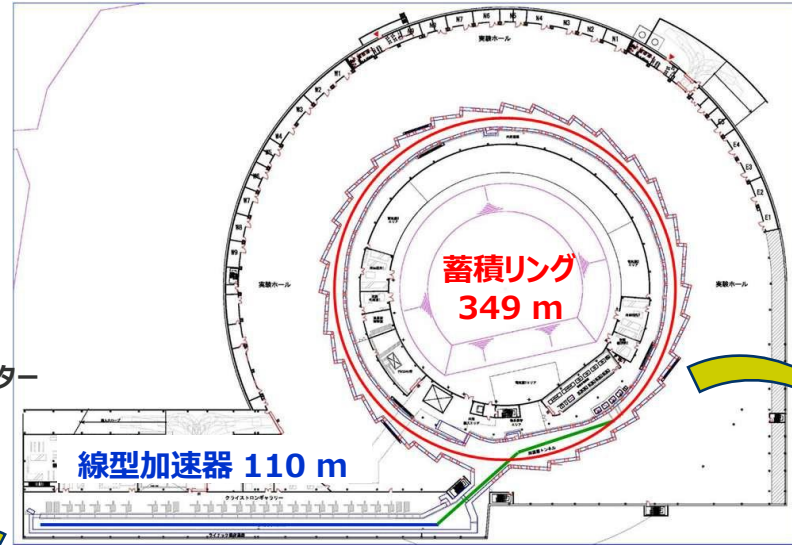
- ◆ 国際競争力の弱かった**軟X線領域の光の性能を100倍向上**させ、硬X線のSPring-8と連携
- ◆ 物質の元素レベルでの化学状態をナノで可視化し、あらゆる分野で機能を可視化する



国際競争力を強化する高輝度放射光



田中均
理化学研究所
放射光科学研究センター
副センター長



Cバンド線型加速管



蓄積リング設置 電磁石セル
(偏向電磁石:64台, 四極・六極電磁石:各160台)

NanoTerasuには、日本が30年以上にわたってSPring-8/SACLA等で培ってきた先進の加速器・光源技術が注ぎ込まれています。輝度が高く質のよい最先端の放射光X線を、非常にコンパクトな加速器・光源装置で発生可能にしています。

NanoTerasu 2024年

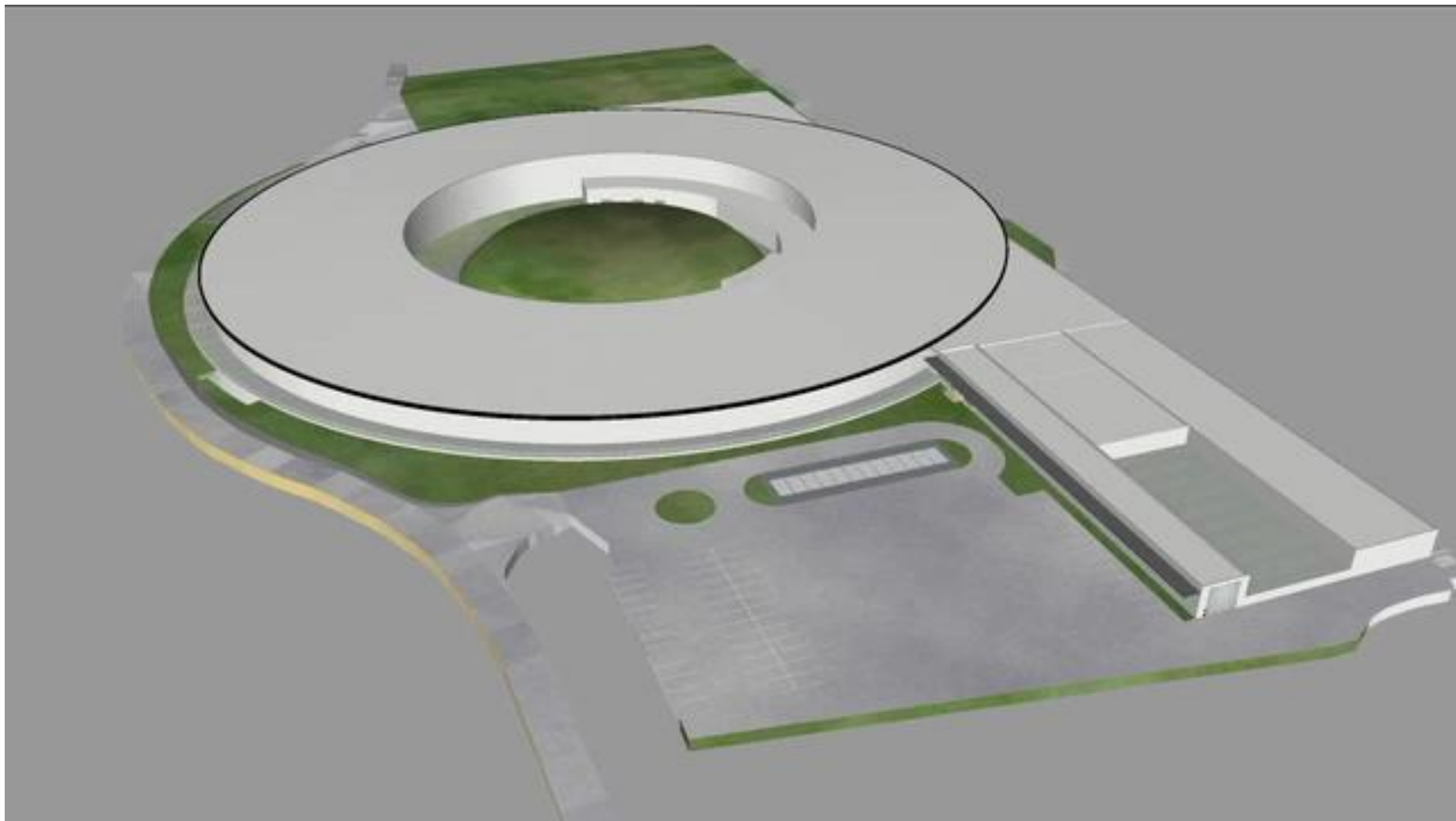


110 m 直線加速器
C-band

【大きさ比較】 東京ドーム



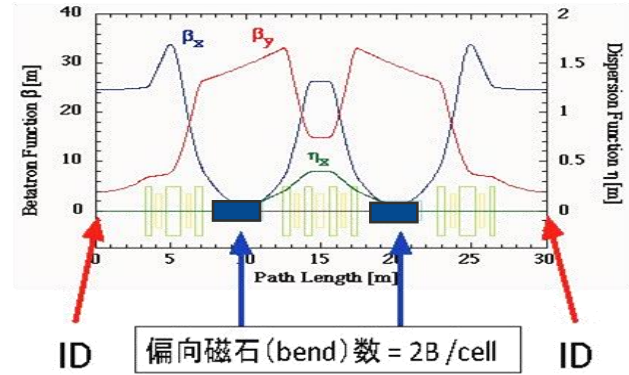
MAX-IV (次世代型) 2016年 スウェーデン
同じ速度まで電子を加速するのに約3倍の距離が必要



光源の高度化: 国際動向

偏光電磁石の数 (Bend数) 現世代: **DBA (2)** 次世代: **MBA (3~7以上)** **低エミッタンス 電子蓄積リング**

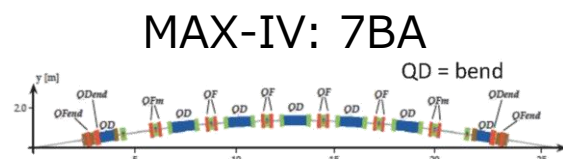
現世代放射光; DBA 2



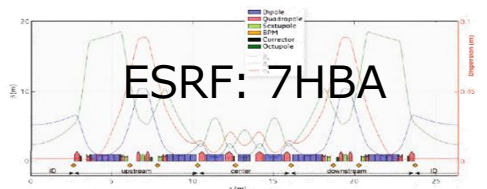
- SPring-8(日)** 2.4 nmrad
- ESRF(EU)** 4.0 nmrad
- SSRF(中) 3.9 nmrad
- TPS (台) 1.6 nmrad
- APS, ALS, NSLS-II, SSRL(米国)
- DIAMOND(英) 3.1 nmrad
- SLS (瑞) 5.5 nmrad
- SOLEIL(仏) 3.9 nmrad
- ELETTRA(伊) 7.0 nmrad
- ALBA (西) 4.4 nmrad

次世代 ; MBA 4 ~ 9

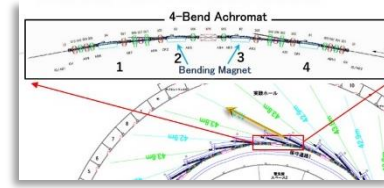
MAX-IV(典):7
目標
0.33nmrad



ESRF-EBS(EU): 7
目標
0.11nmrad



次世代放射光施設(日): 4
1.1 nmrad



進行中の高度化

- ALS-U**
建設開始: 2025/4 利用開始:2027-2028
- DIAMOND-II**
建設開始: 2025/4 利用開始:2027/10
- SOLEIL-II**
建設開始: 2026/7 利用開始:2028

MAX-IV
ESRF-EBS
安定化に課題

次世代放射光施設
安定な低エミッタンスを実現する
4BA方式を採用

光源の安定性, 信頼性

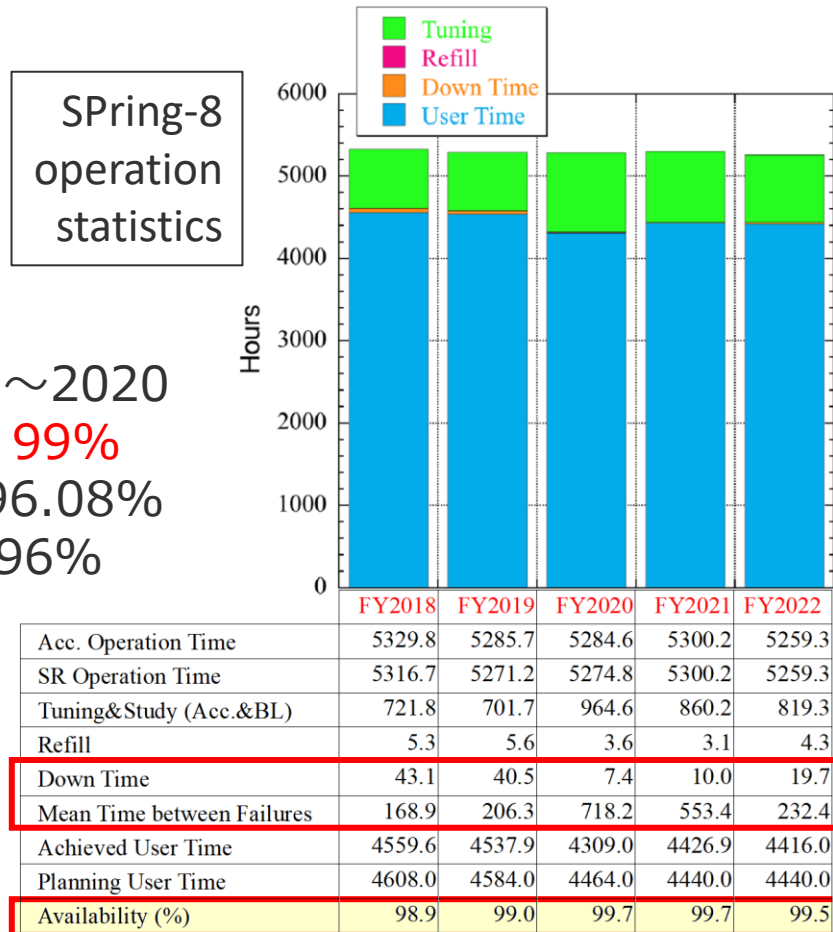


JASRI
加速器部門長
渡部貴宏

ナノテラスは, SPring-8の経験, 知識, 最新の研究開発成果に加え,

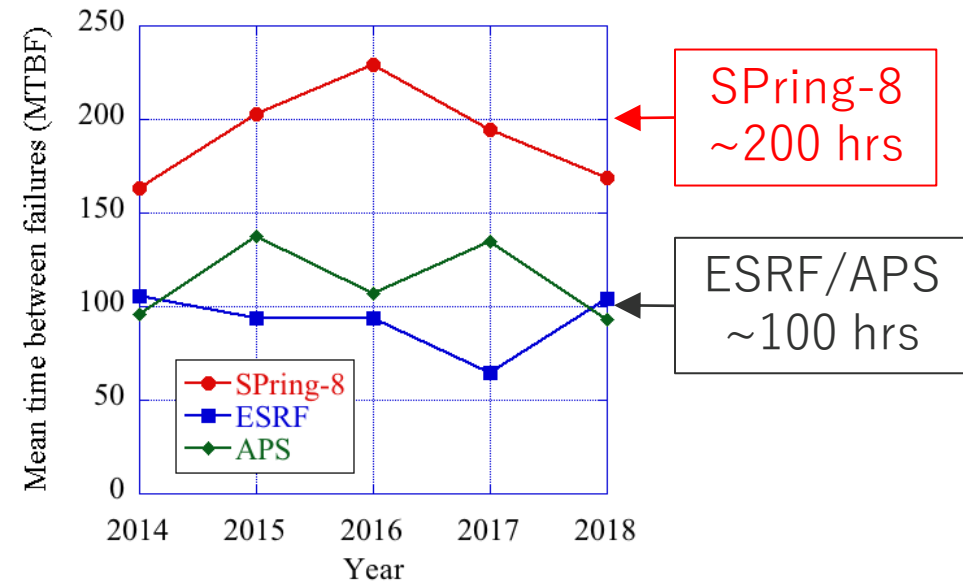
ナノテラスのために新たに開発された技術や知見に基づいて構築されている

Availability ~2020
SPring-8: > 99%
ESRF: >96.08%
NSLS-II: >96%



High user time availability of 99+% achieved.

Comparison of machine reliabilities among three hard-X-ray light sources. (6-8 GeV)



Note: Above comparison is for FY2014-2018, because ESRF have recently upgraded the machine.

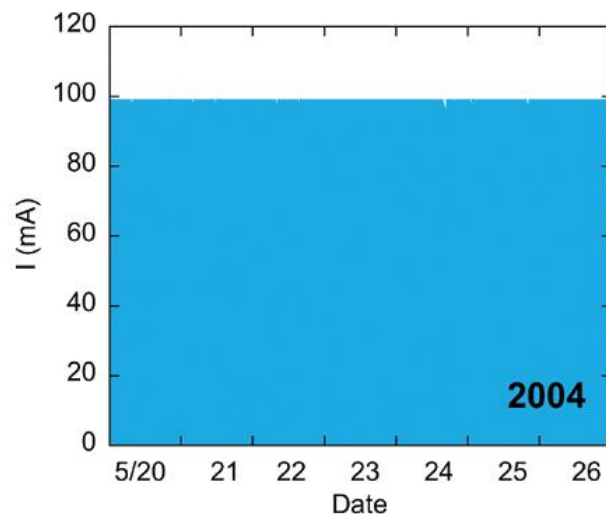
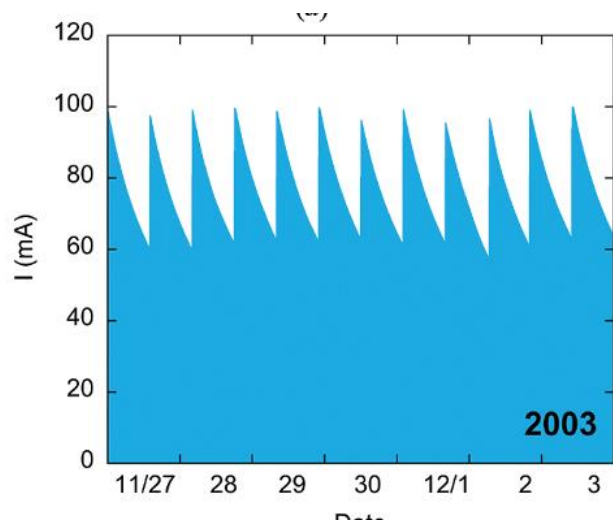


田中均

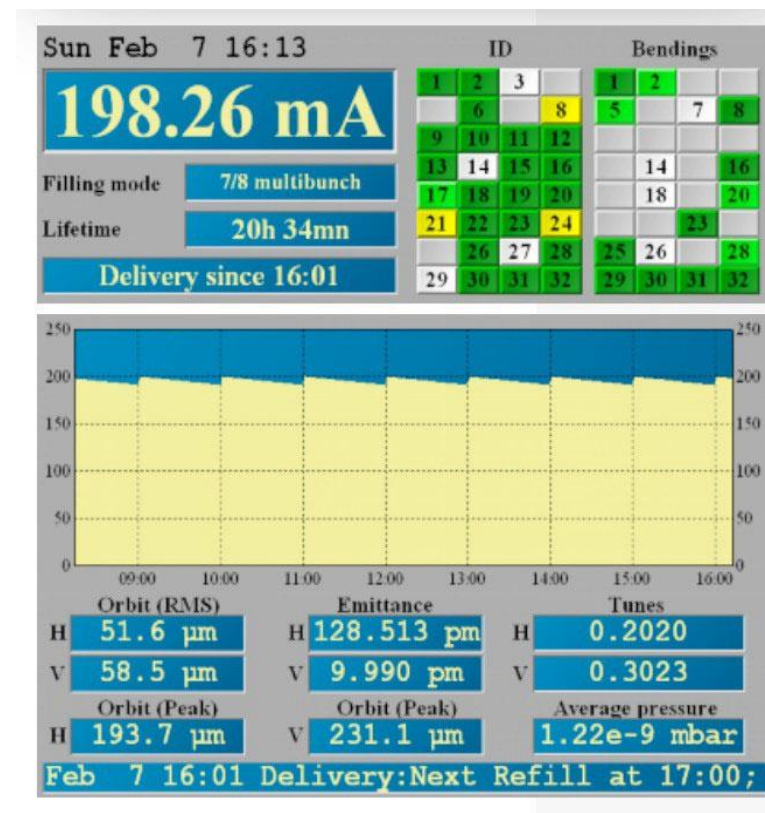
理化学研究所
放射光科学研究センター
副センター長

- ナノテラスはSPring-8のトップアップ動作技術を継承し、変動幅わずか0.1%で世界トップクラスの安定性を実現
- この最先端技術のおかげで、ユーザーをビーム電流の変動によって引き起こされる不正確さから解放

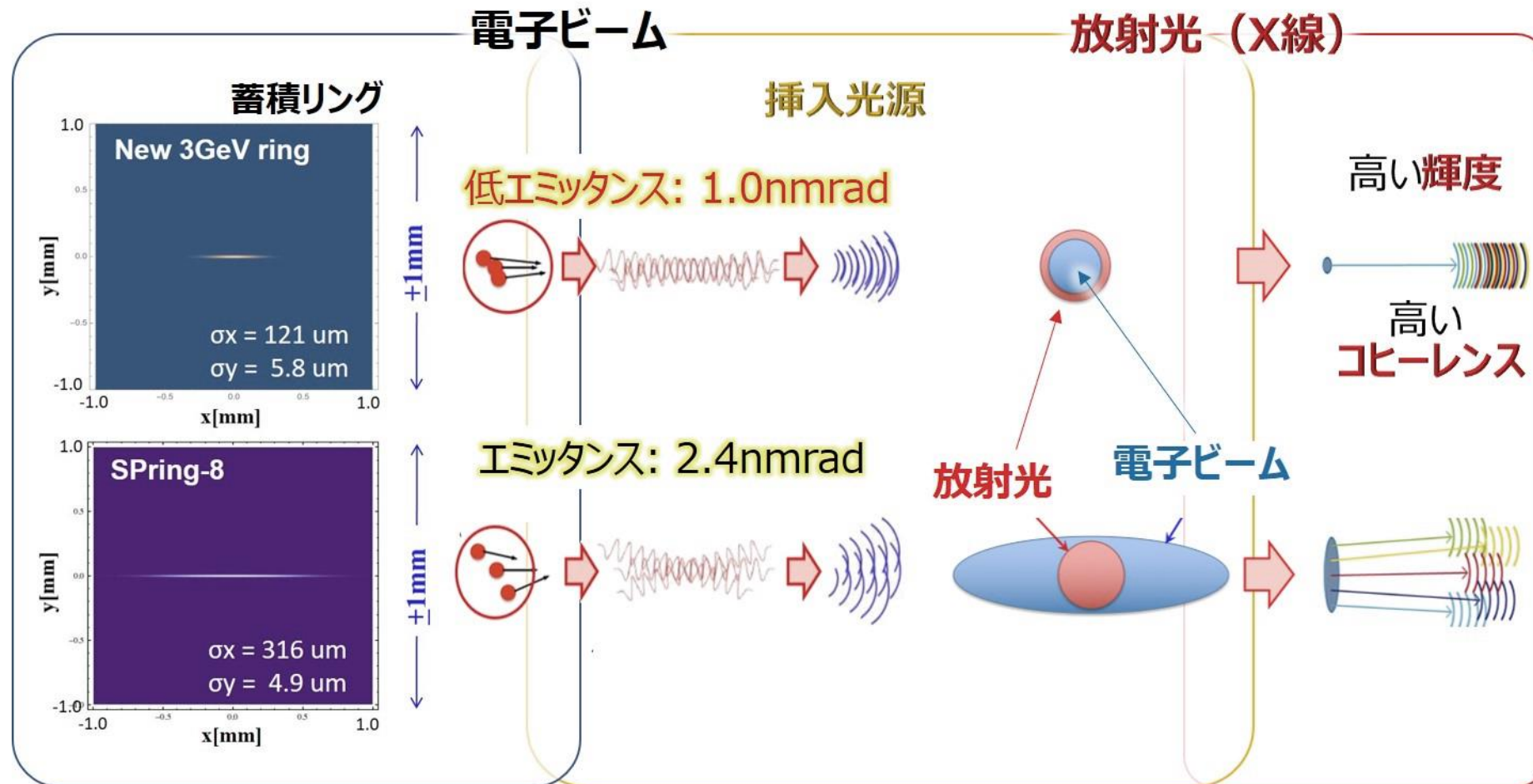
SPring-8



ESRF



光源 (電子ビーム) が絞られる (低エミッタンス) と, 放射光の波が揃う

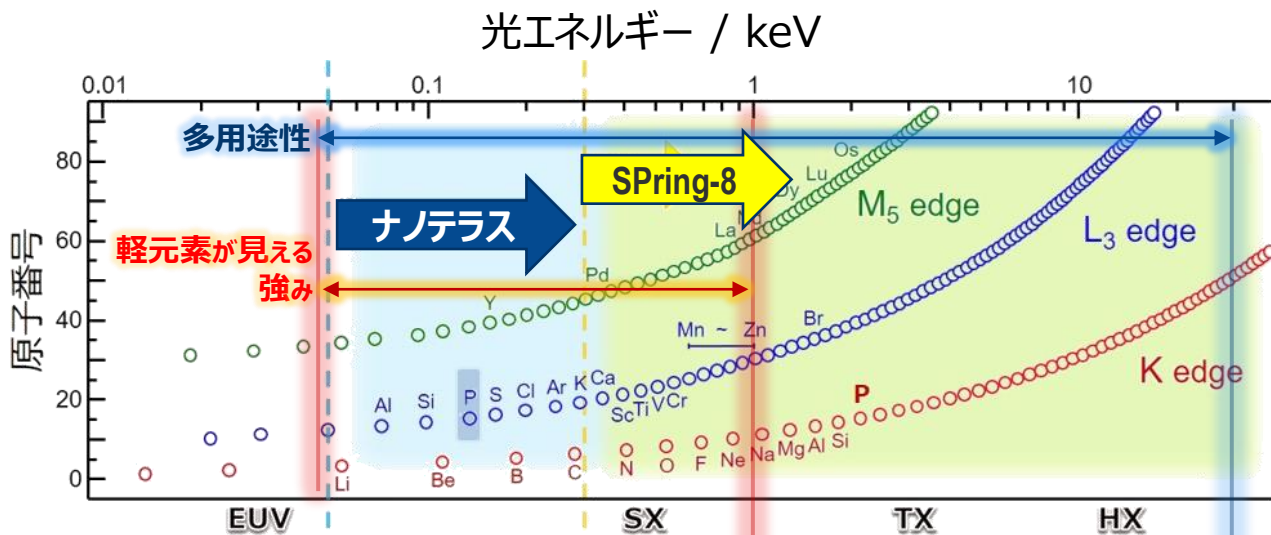


軟X線 軽元素, Fe Co等の化学状態が見える

C, N, O, P, S, K, Ca, Fe, Co等の電子状態が100倍の輝度で見える

例：Pの化学状態を可視化
→0.135keVの軟X線が必須

SPring-8：使えるのは0.2keVまで
次世代放射光：0.05keVまで→Pの化学状態を検出可



軟X線BLがカバーする元素

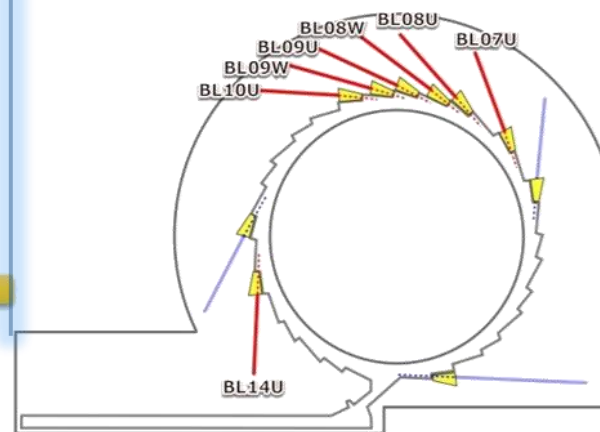
1	H	2	He																																
3	Li	4	Be																																
5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne																								
11	Na	12	Mg	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar																				
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu		
87	Fr	88	Ra	89	Ac	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr		

軟X線ビームライン

→ 軽元素K殻、3d遷移金属L₃殻、希土類M₅殻

7本のコアリジョンビームラインの横断利用

→ SX~TX~HX領域のシームレスな研究展開



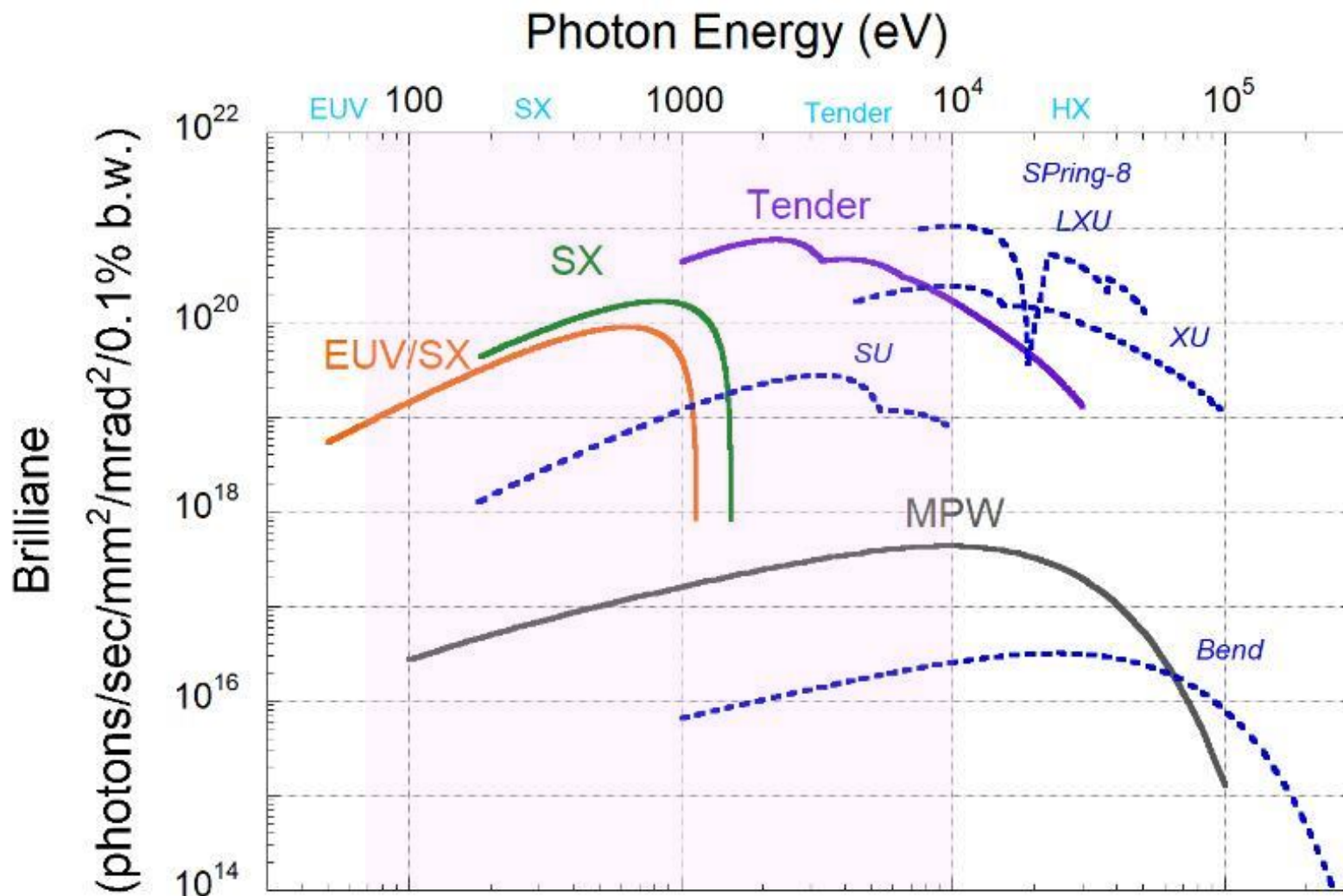
輝度 軟X線～テンドーX線領域でSPring-8を上回る



西森信行

量研機構

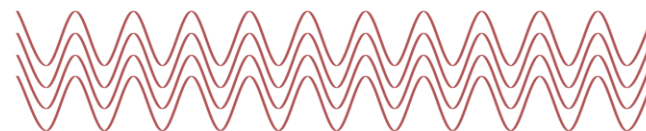
次世代放射光施設整備開発センター
加速器グループリーダー



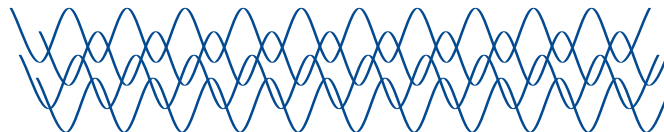
1. 強度が高い（光子の数）
2. 輝度が高い（光の拡がり方が小さい，低エミッタンス）
3. 位相が揃っている成分多い（高コヒーレンス）

SPring-8の ~100倍

位相が揃っている光の波



位相が揃っていない光の波



先端科学とイノベーションを先導するビームライン群



共用ビームライン **個人探求型・イノベーションシーズを涵養**



コアリションビームライン **組織ニーズプル型・イノベーションを加速**

計測種類	07U: SX-電子状態	08W: 構造解析	08U: SXホランド分光	09U: X線ホランド分光	10U: コヒーレントイメージング	14U: SX-イメージング
機能	化学状態 電子状態	電子状態 結晶構造	化学反応	応力応答	電子状態 変化	分光/画像
感染症 対策	医療技術 生体適合性 中間水 ナノパブル	創薬、製薬	抗菌材料	病変部位 診断	抗菌材料	疾患科学 遺伝子治療
マテリアル 革新力	ナノ粒子	次世代 ナノスケール マテリアル	エネルギー 変換材料 高度循環材料	極限機能 複合材料	マルチ マテリアル	ナノスケール マテリアル
Green Innovation	安全な 食・水・大気	資源循環	ゼロカーボン カーボン リサイクル	CFRP エコポリマー アップサイクル	Liイオン電池 燃料電池	Liイオン電池 燃料電池
政策目標	6 安全な光とイオンを世界中に	9 エネルギー効率を向上させ、エネルギーを安全に	7 エネルギー効率を向上させ、エネルギーを安全に	12 つくる責任 つかう責任	9 産業と技術革新の基盤をつくろう	7 エネルギー効率を向上させ、エネルギーを安全に
SDGs	6	9	7	12	9	7

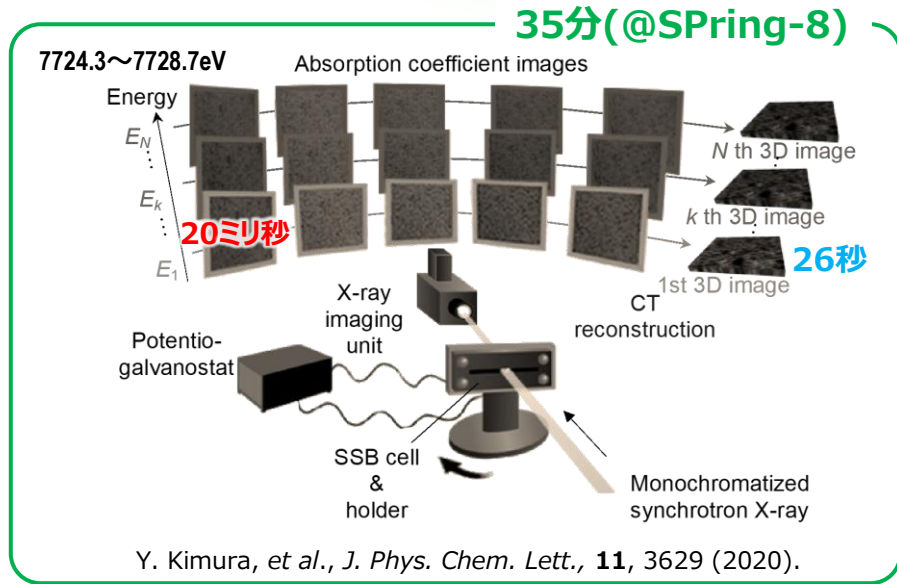


雨澤浩史
(東北大多元研)

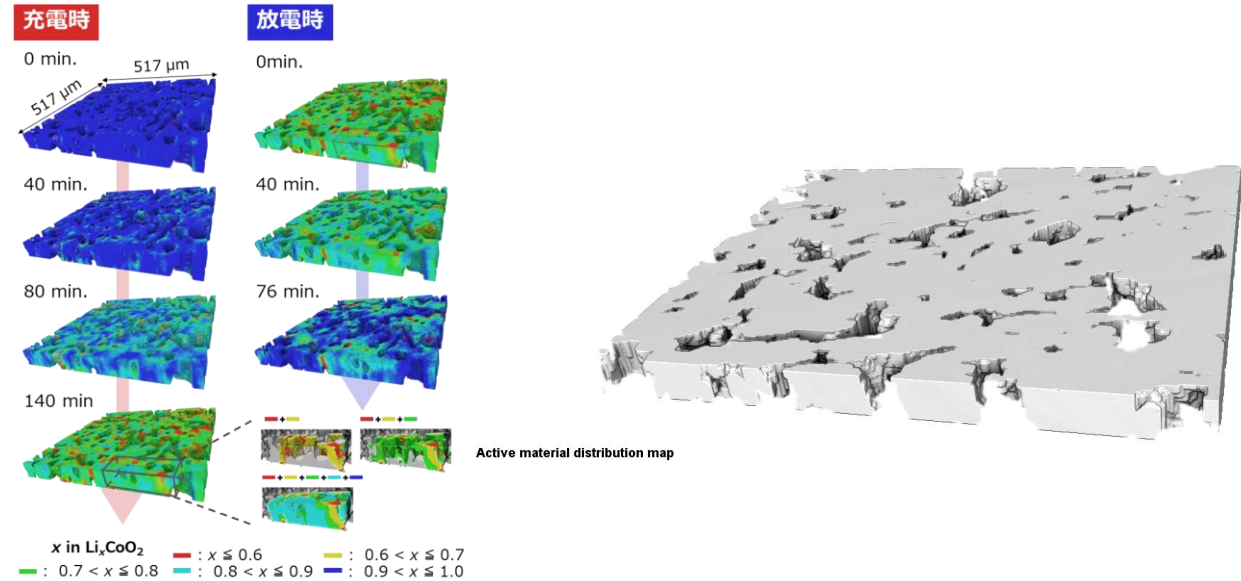
✓ 電池内部で生じる充放電反応の空間的・時間的進展を
非破壊かつ三次元マルチスケールで可視化.

X線トモグラフィー
+
X線吸収微細構造

Li_xCoO_2 (LCO) - $\text{Li}_{2.2}\text{C}_{0.8}\text{B}_{0.2}\text{O}_3$ (LCBO) 複合陰極
完全放電 ($x=1.0$) および充電 ($x=0.60$) の活物質



放電状態 充電状態



全固体電池の合剤正極における反応分布の3Dオペランド解析

✓ いつ, どこで, どのくらい, どのように, 反応や劣化が進行するかを明確化

計算科学との融合で, 電池の高性能化・高寿命化へ,

適用: 燃料/電解槽セル, 電気化学コンデンサ等の他の電気化学システム,
液体ベースのLIB, Li-S電池, 非リチウムベースの電池,

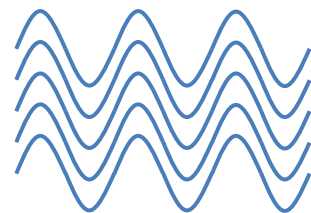
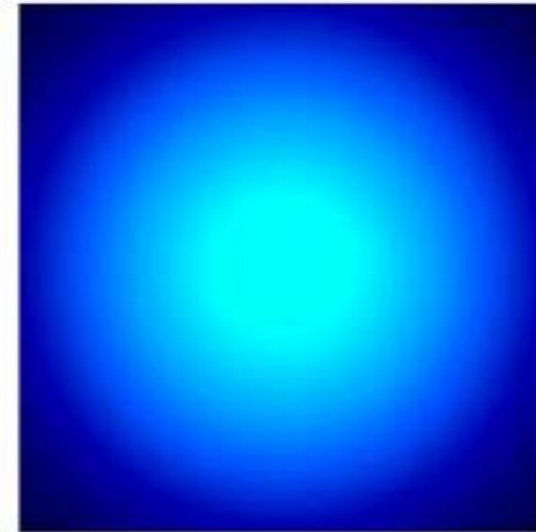
従来の小角散乱では、不均一系の逆問題は扱えない

モデル

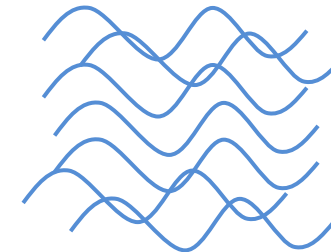
NanoTerasu
コヒーレント散乱



従来の小角散乱

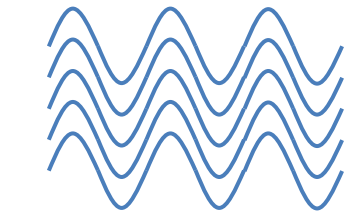


コヒーレントX線

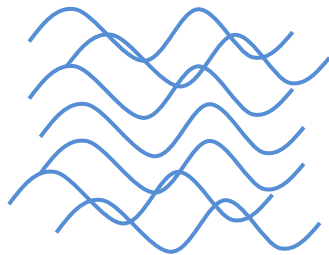


低コヒーレントX線

放射光のコヒーレンスを活かす可視化技術



コヒーレントX線

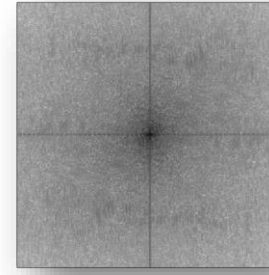


低コヒーレントX線

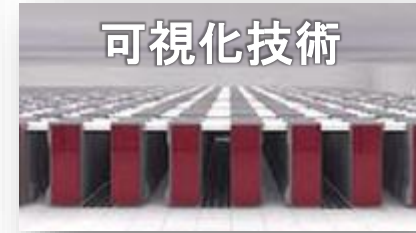
従来の結晶構造解析



オリジナル

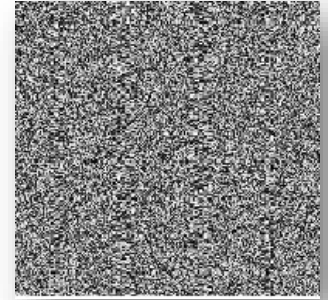


データ測定

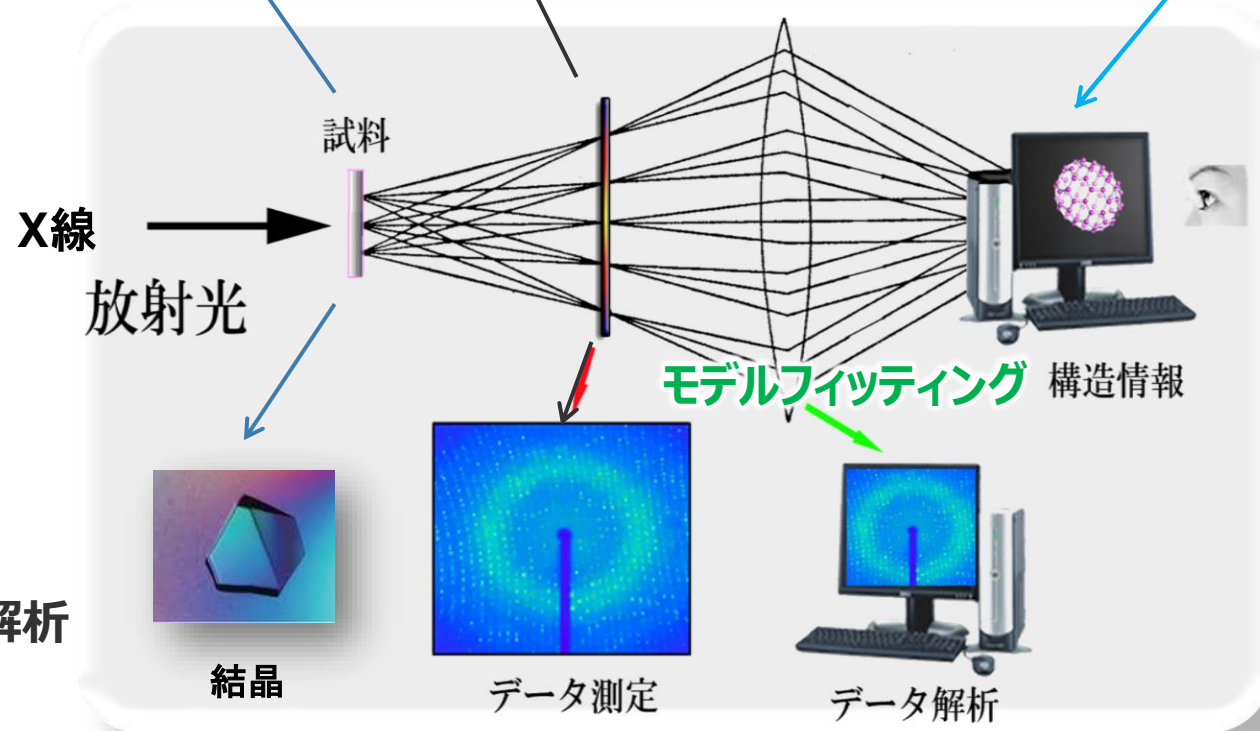


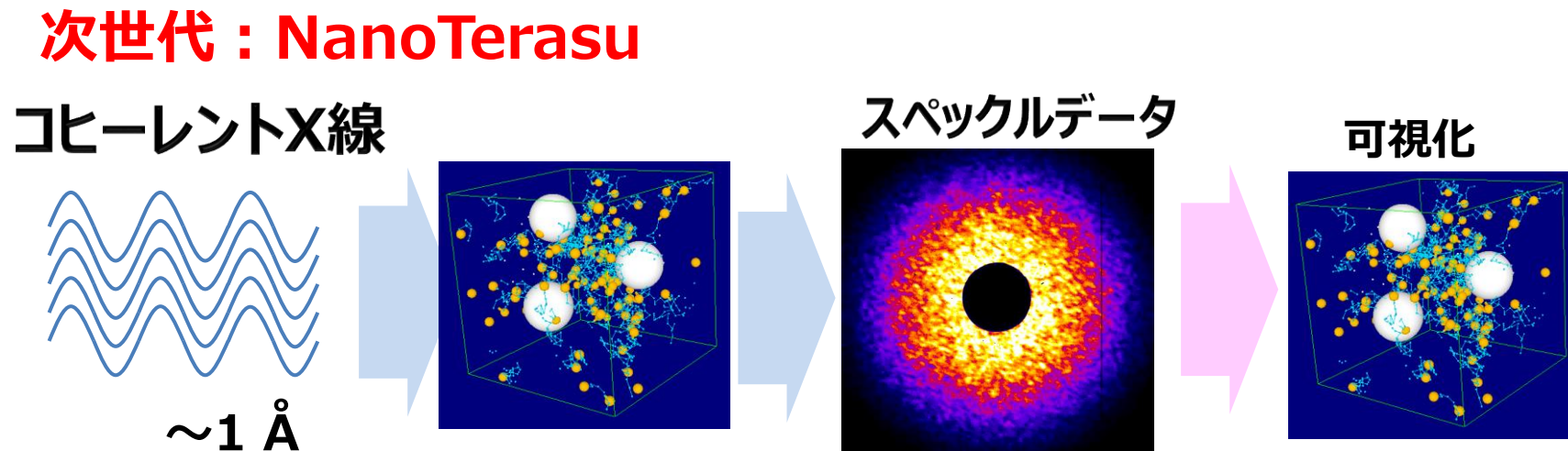
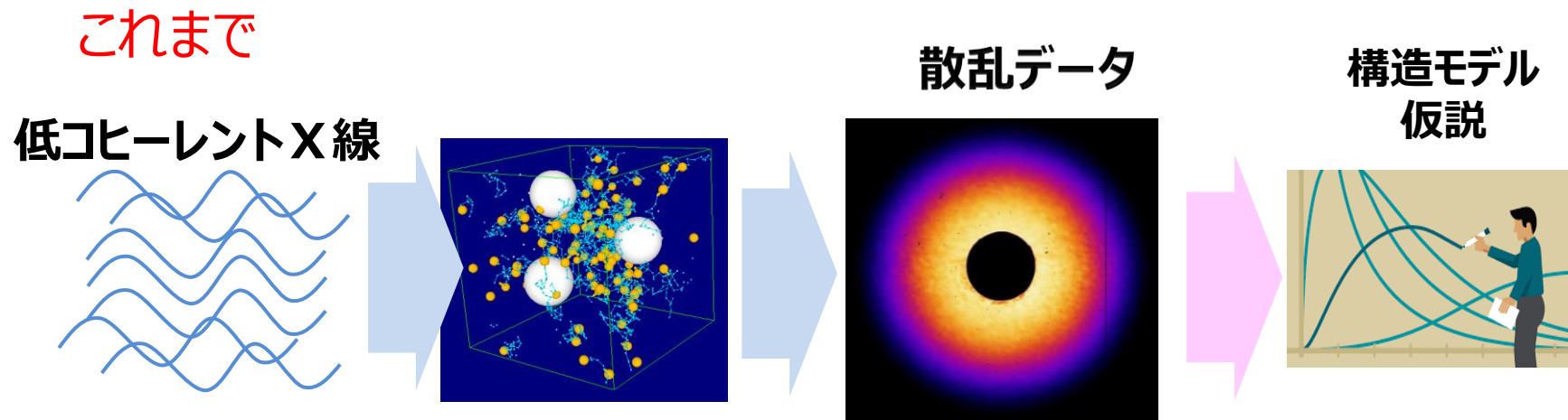
可視化技術

データ解析



像再構成



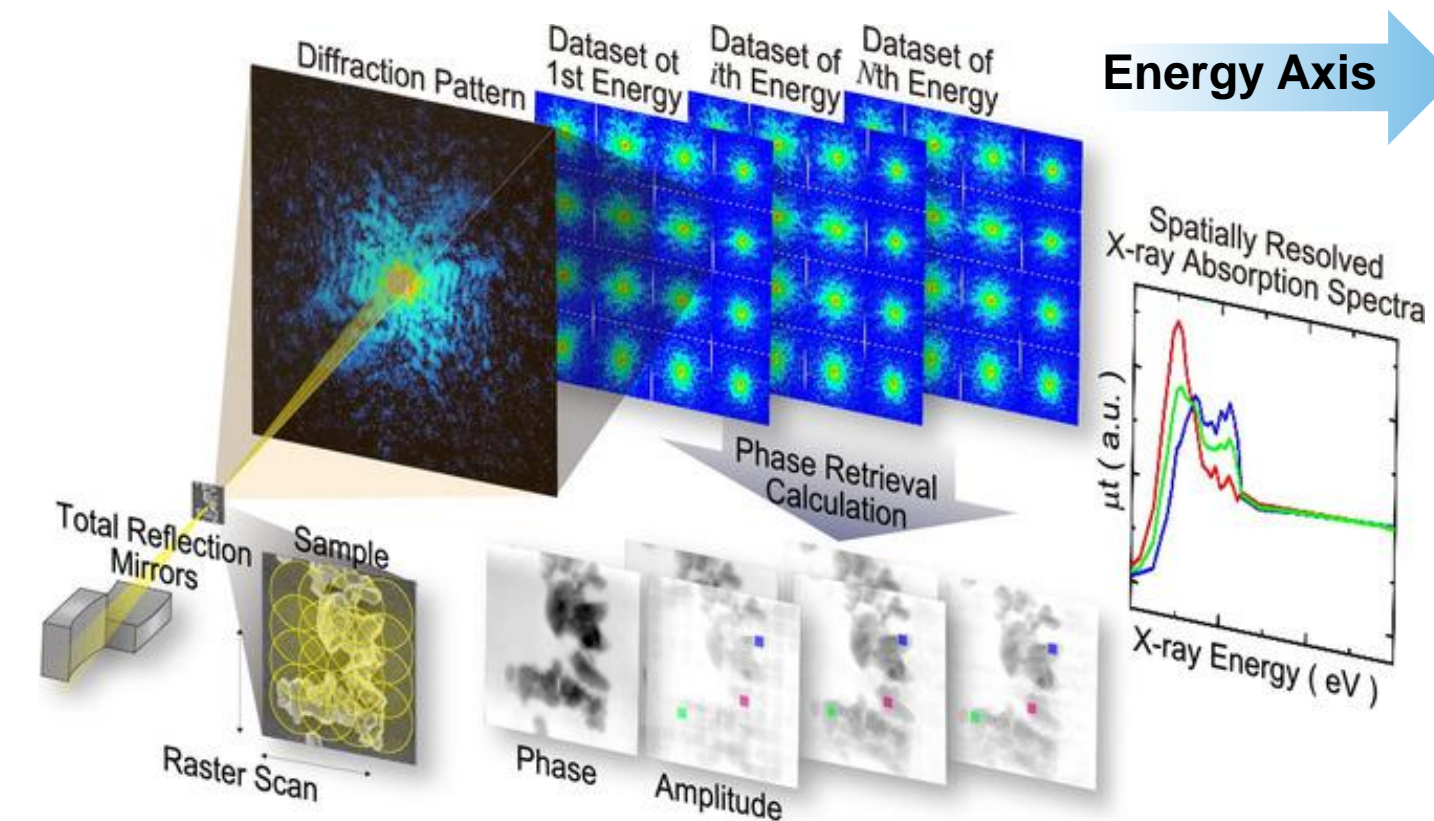




高橋幸生
(東北大SRIS)



唯 美津木
(名大)



X-ray Ptychography

*Wide field of view
and High spatial resolution*

XAFS Spectroscopy

*Characterization tool for local structure
and chemical state analysis*

Structure and Chemical State Imaging at Nanoscale

既存の放射光

コヒーレンスの活用

NanoTerasu



高橋幸生
(東北大SRIS)

SSRL (3GeV:米国)

ALS (2GeV:米国)

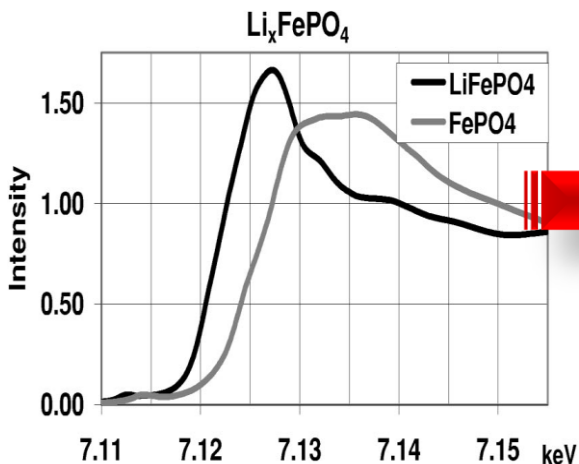
BL10XU

リチウムイオン電池の正極材料 Li_xFePO_4 粒子

“X-ray movies”
コヒーレント・オペランド イメージング

Li-S電池正極材料 硫黄変性ポリブチルメタクリレート

Feの化学状態による
放射光スペクトル

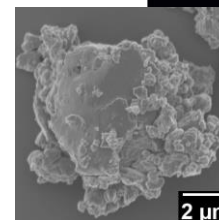
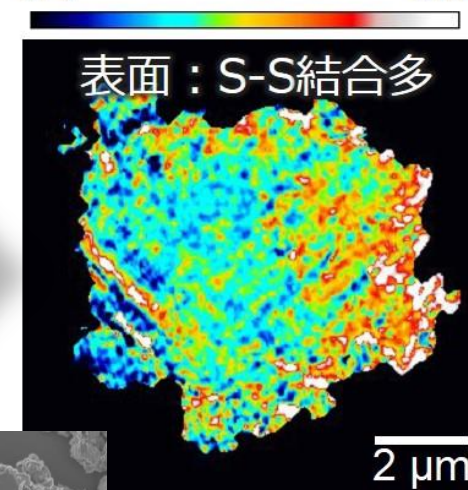


E. J. Cairns, A. Wokauna
(2005)

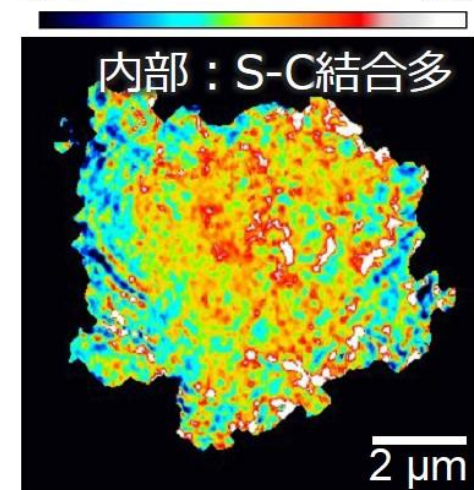
W. Chueh, D. Shapiro
(2016)

2次元; 分解能~15 nm
軟X線 エネルギー706eV/713eV
1フレーム30 秒

0.4 S-S 結合 2.0



0.4 S-C 結合 2.0



含硫黄高分子材料：硫黄-高分子骨格間に強力な共有結合を形成。硫黄の溶出を抑制

Li-S電池の課題：多硫化リチウム($\text{Li}_2\text{S}_x, x=4-8$)が電解液に溶出

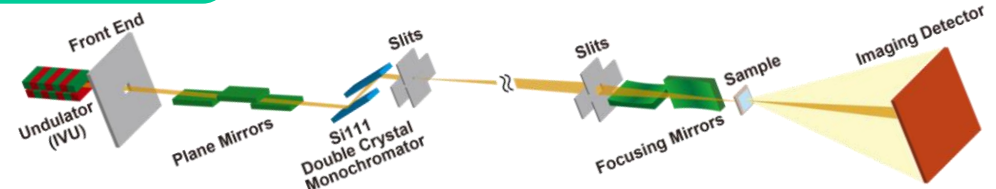
3次元; 計測, 分解能の10倍~100倍向上



高橋幸生
東北大SRIS

利用
分野

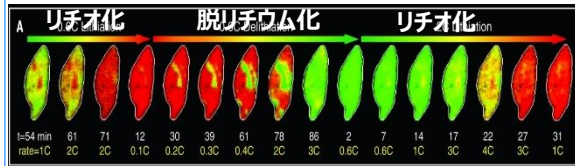
- エネルギー変換・貯蔵
- 無機化学
- 誘電体
- エレクトロニクス
- グリーンケミストリー
環境科学
- 金属・鉄鋼
- 高分子
- 生命科学
- 医歯薬学



ビームラインの全体模式図

想定活用分野

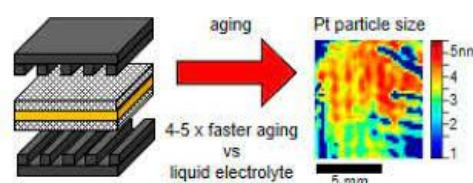
Liイオン電池 電極粒子のLiの動きを可視化
Liの出入りのサイクル速度が組成分布を変える



⇒ 電池の長寿命化へ

Science, 2016, 353, 566-571

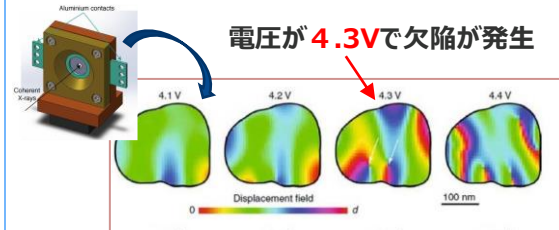
水素燃料電池の触媒の老化を可視化
Pt粒子のナレベルの大きさが関係



⇒ Ptをナノ粒子化で、より高性能に

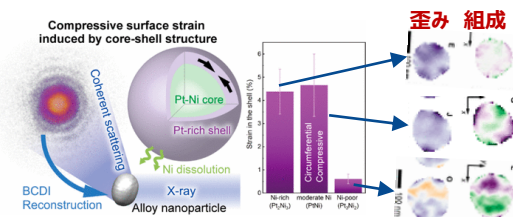
ACS Energy Lett. 2021, 6, 2742-2749

電極材料に生じる欠陥挙動の可視化



⇒ 電極劣化による電圧降下の原因を解明

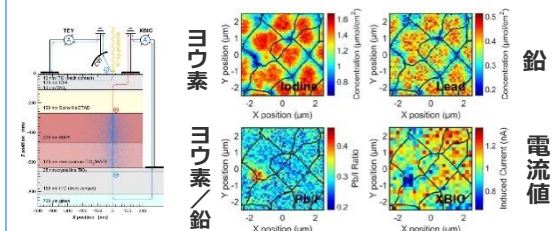
白金合金ナノ粒子の歪みと活性の可視化



⇒ 燃料電池/金属空気電池のナノ触媒の設計

Nano Lett. 2021, 21, 5945-5951

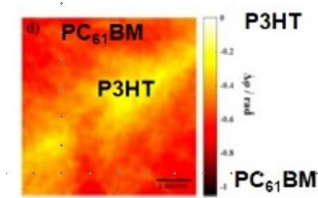
太陽電池の元素分析とX線誘導電流の相関



⇒ ドメインデザインによる高効率太陽電池の開発

J. Mater. Res., Vol. 32, No. 10, May 26, 2017

薄膜太陽電池のドメイン観察



⇒ 有機太陽電池の高効率化

N. Patil et al., ACS Appl. Polymer Materials 1, 1787 (2019).



河口智也
東北大金研

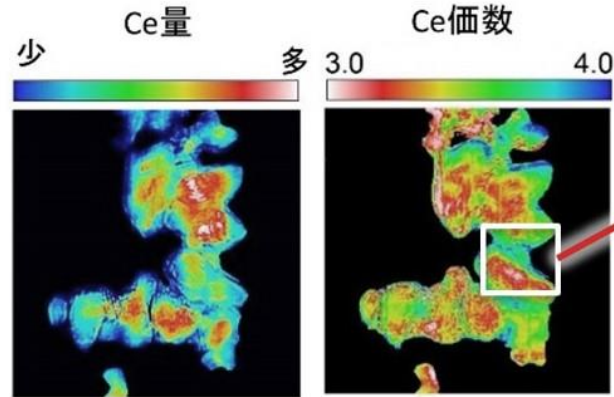
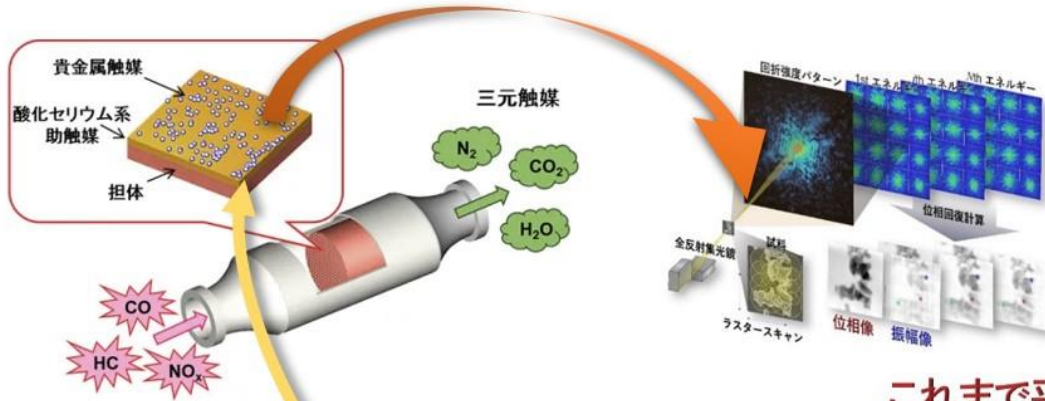


唯 美津木 (名大)

触媒の劣化プロセスをビッグデータ解析で可視化

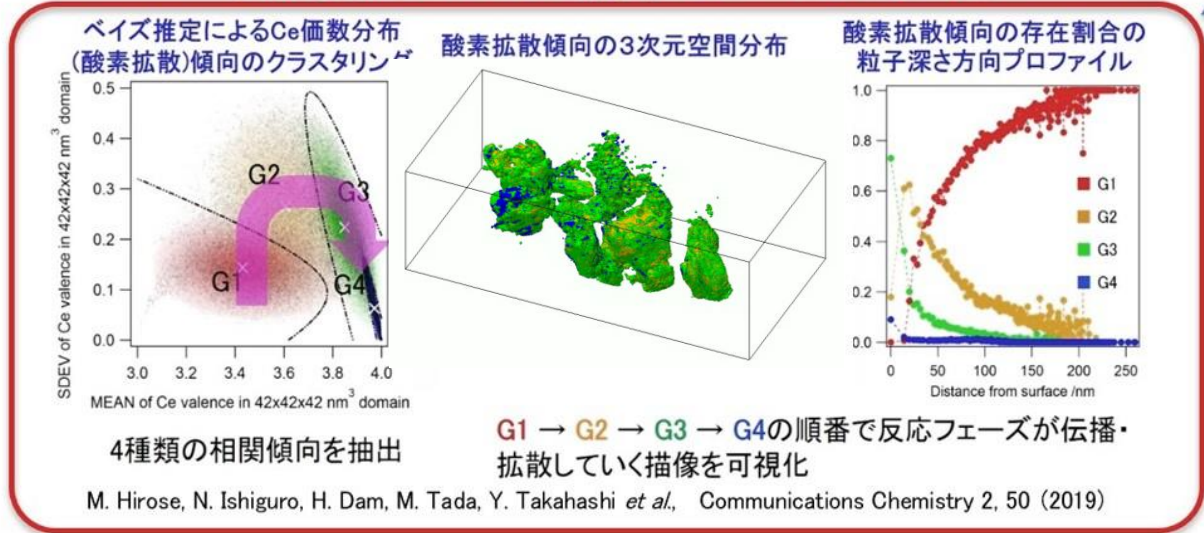
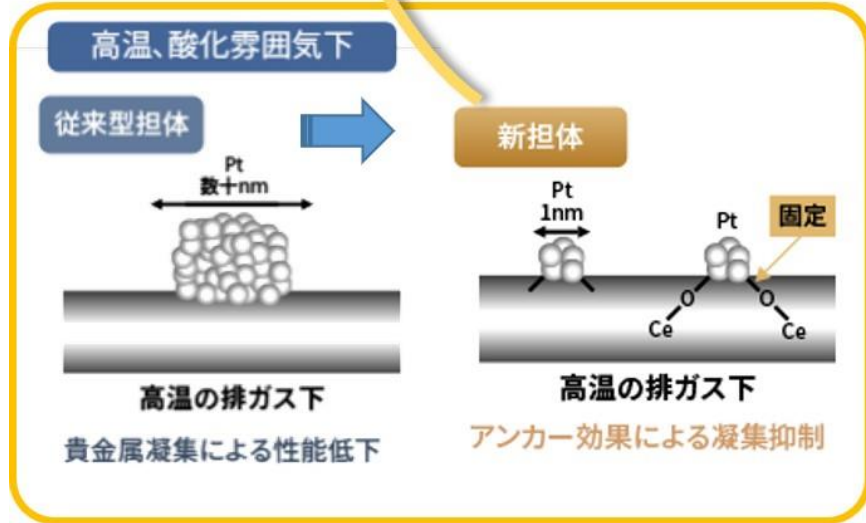


高橋幸生 (東北大SRIS)



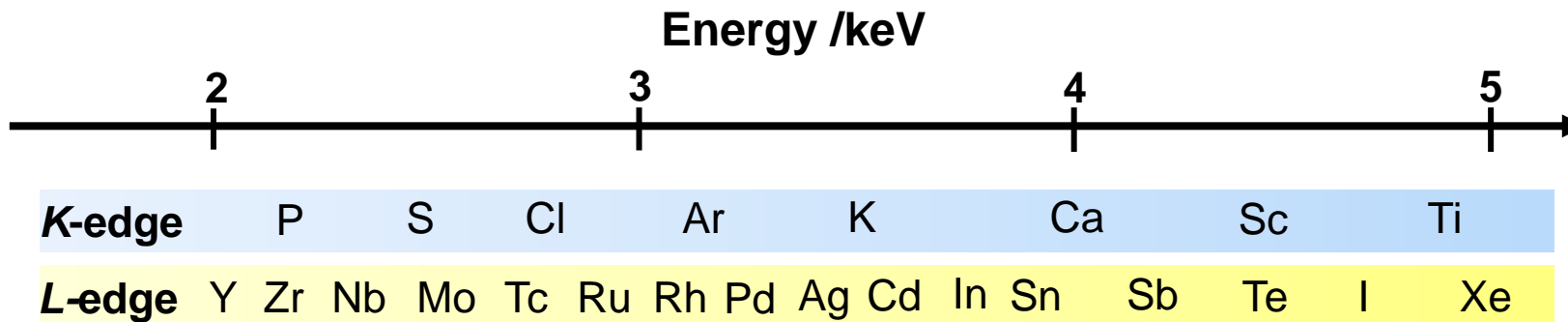
ビッグデータ解析へ

これまで平均化され、切り捨ててきた情報も含めたナノの特徴が可視化され、仮説検証サイクルの精度とスピードが向上する

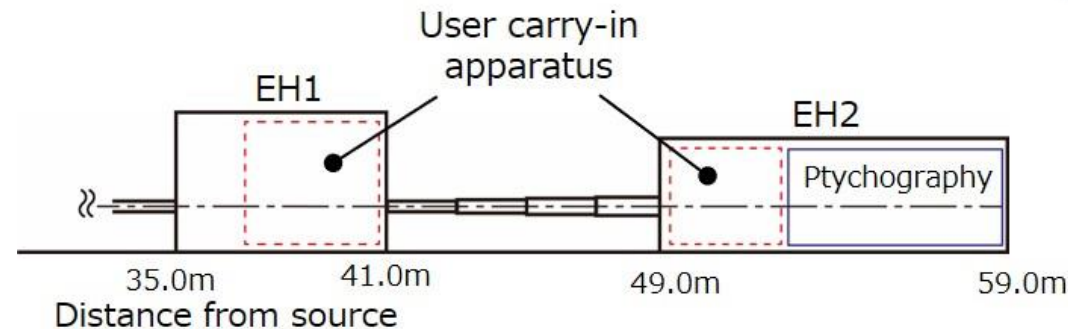
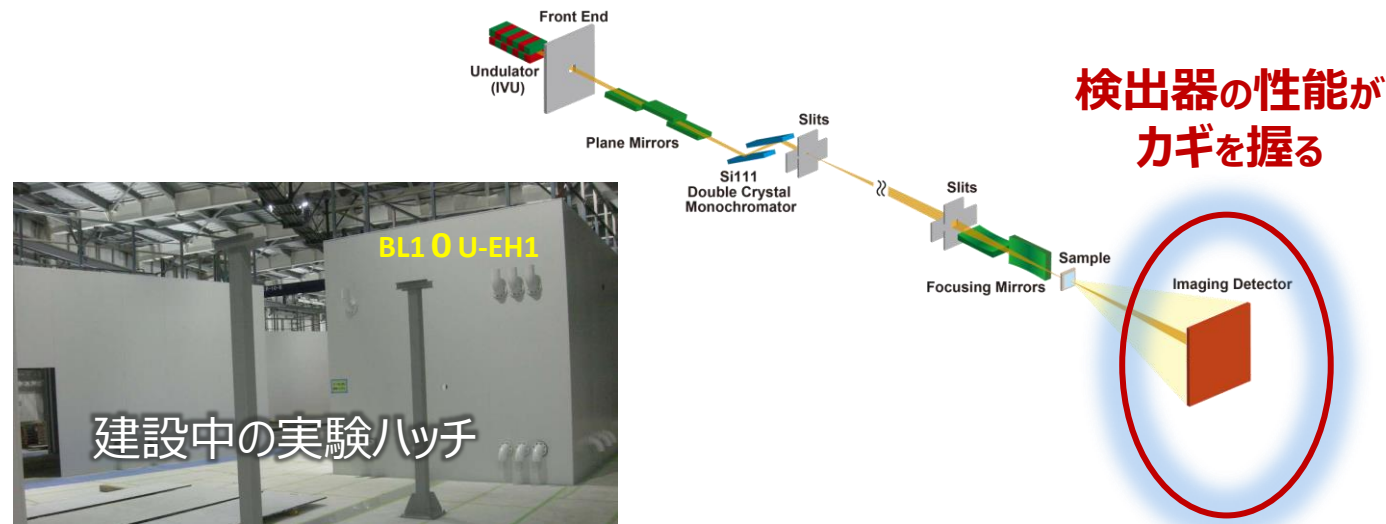
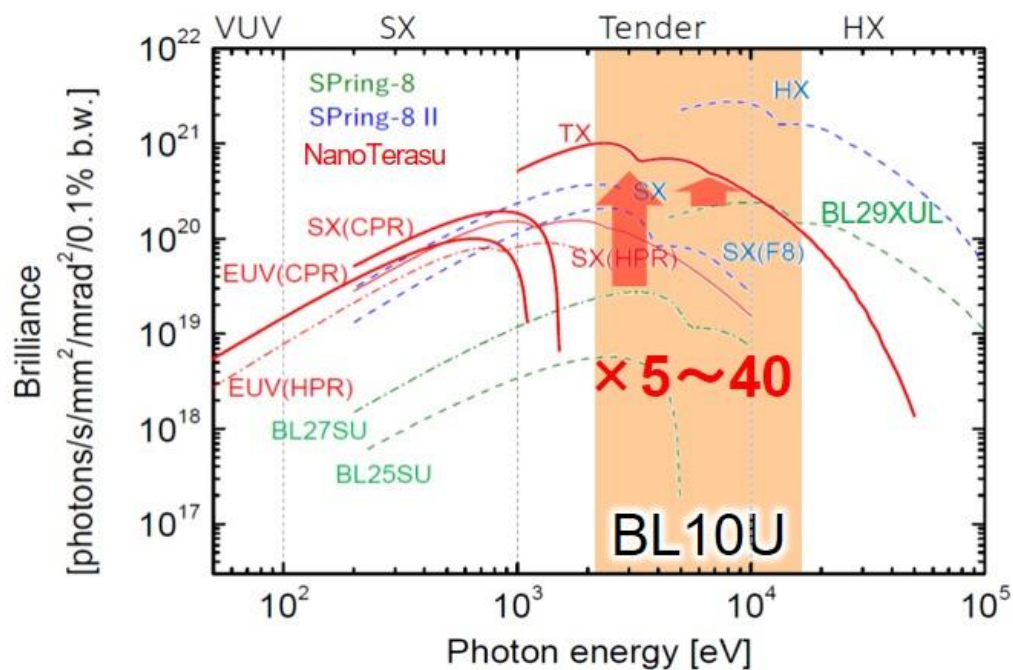


ダム ヒョウチ (北陸先端大)

BL10U テンダーX線のコヒーレントイメージング



SPRING-8-IIになっても優位性は変わらない



日本の最新CMOSイメージセンサ「CITIUS」を導入予定

- 1～30keVのエネルギー範囲をカバー
- 72.6 μm x 72.6 μm のピクセルサイズ
- 高フレームレート(17.4kfps)
- 飽和カウントレート($\sim 900\text{Mcps}$ ピクセル) **既存検出器の3桁向上**

広い検出強度範囲 エネルギー領域(2.1～5keV)

XPCSやタイコグラフィ測定などの動的測定に大きな利点

非常に広いダイナミックレンジにより、

ダイレクトビームストッパーなしで小角散乱を計測

高品質の再構成像の観察を可能とする

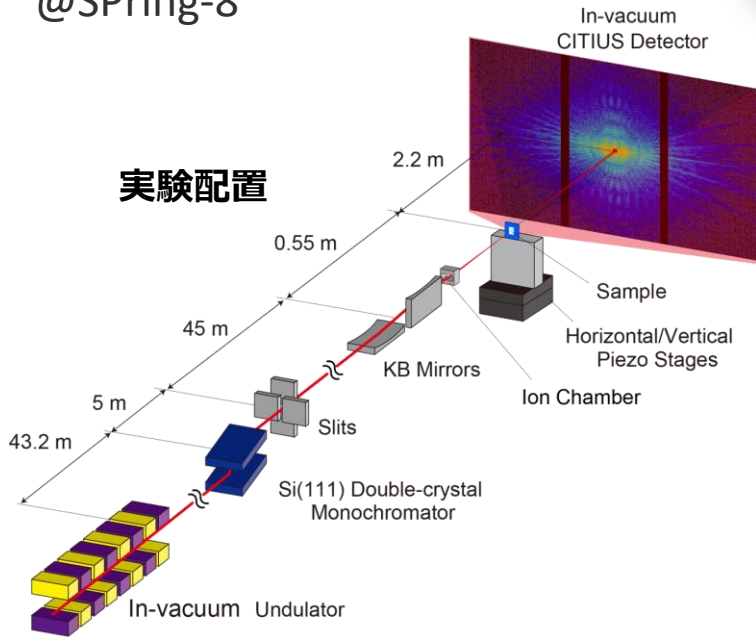
次世代の検出器“CITIUS”導入がもたらす革新



初井宇紀
(理研)

Feasibility Study
@SPring-8

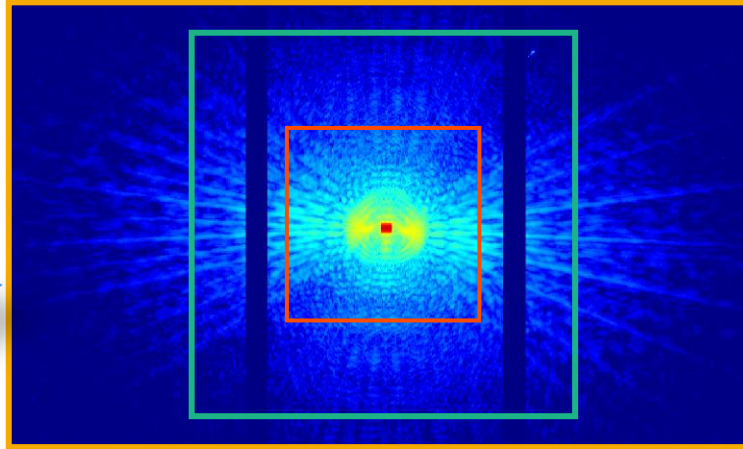
CITIUS



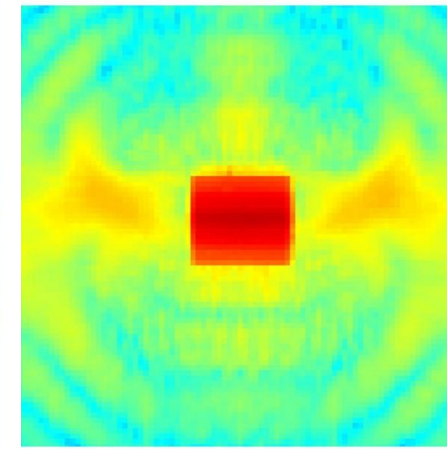
コヒーレントイメージングの分解能, 感度を革新的に向上

Ta厚み 200nm 計測時間 1秒で17×17スキャン 入射X線 6.5keV

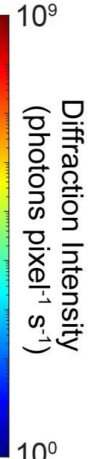
Low-Q Region



50 μm^{-1}



2 μm^{-1}



Diffraction Intensity
(photons pixel⁻¹ s⁻¹)



高橋幸生
東北大SRIS

Pixel Size: Taのテストパターンによるイメージング

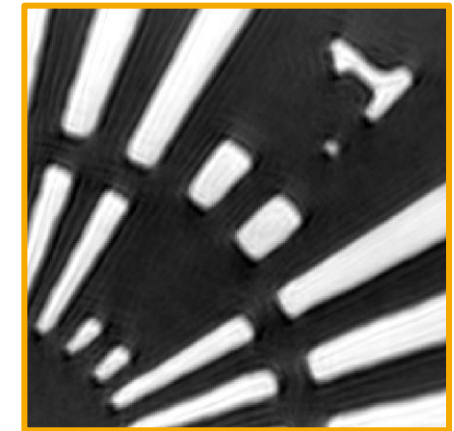
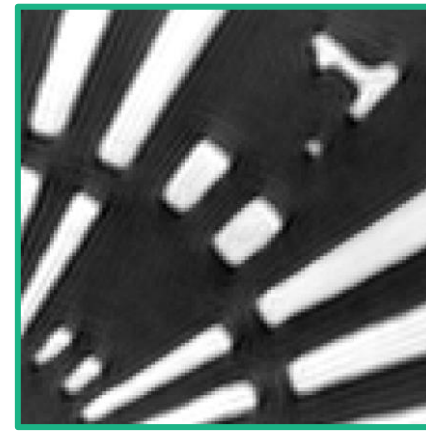
20.94 nm

10.46 nm

5.23 nm



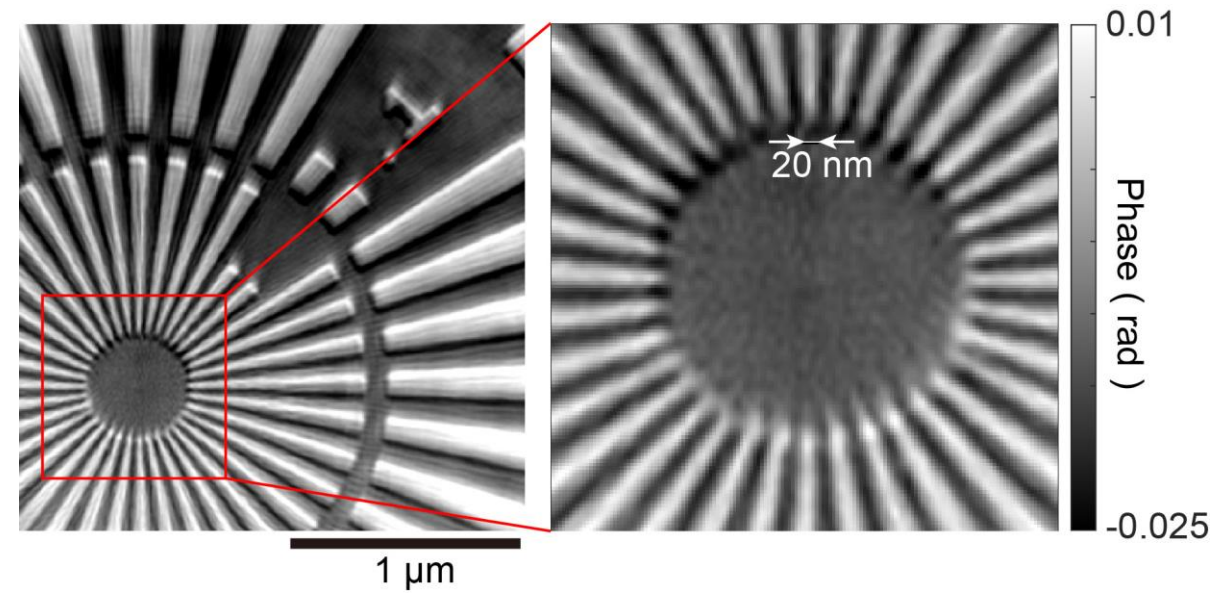
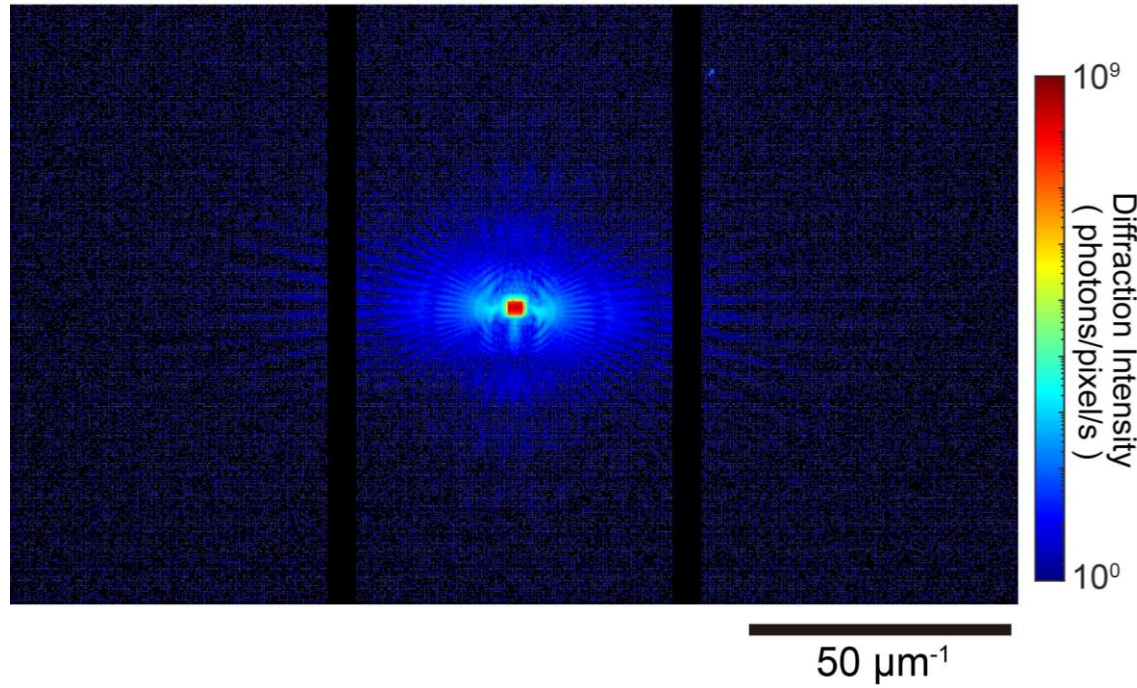
Phase (rad)



50 nm が分解

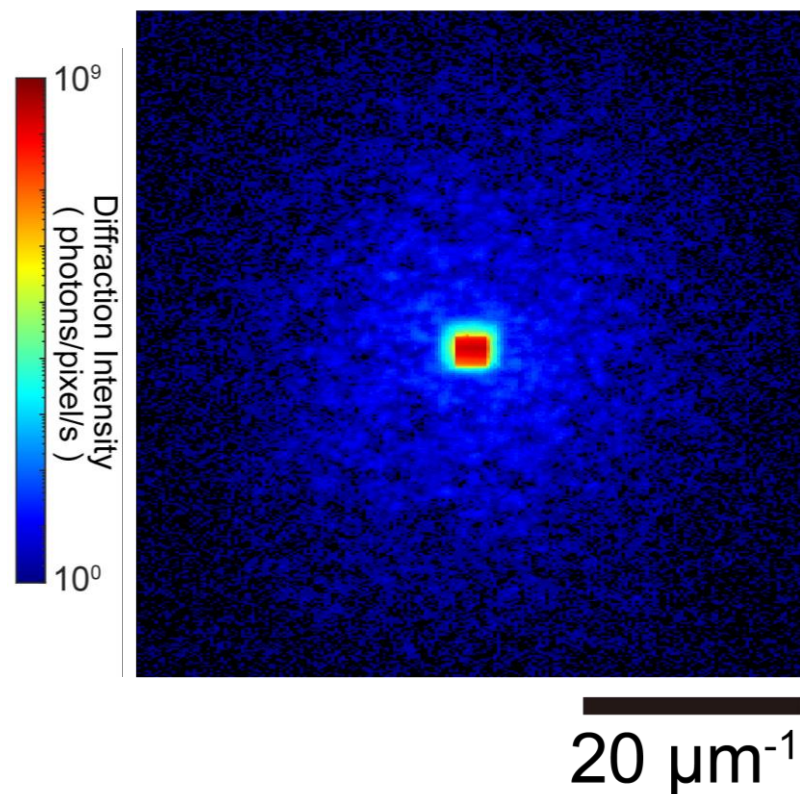
500 nm

Taの厚み 6nm

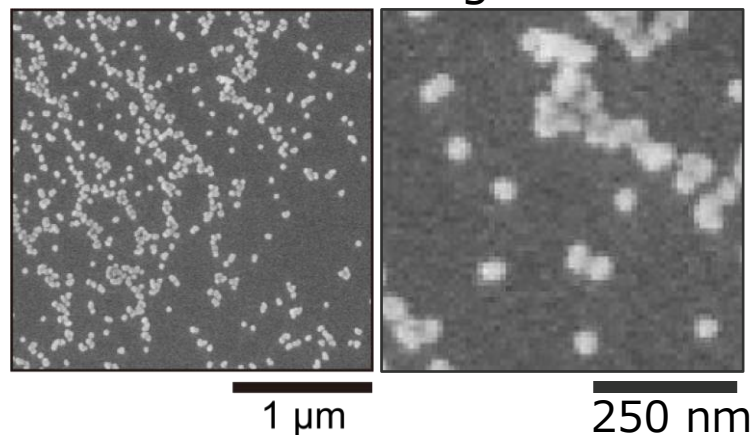


20nm を分解

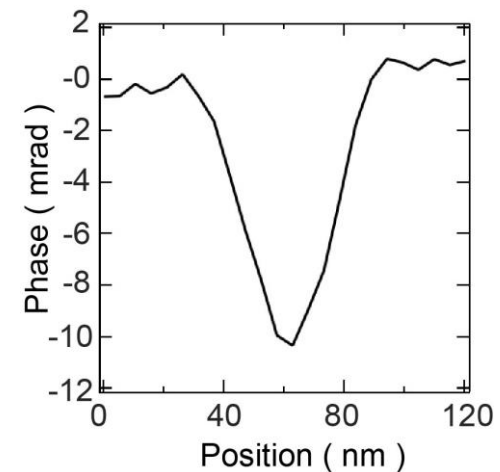
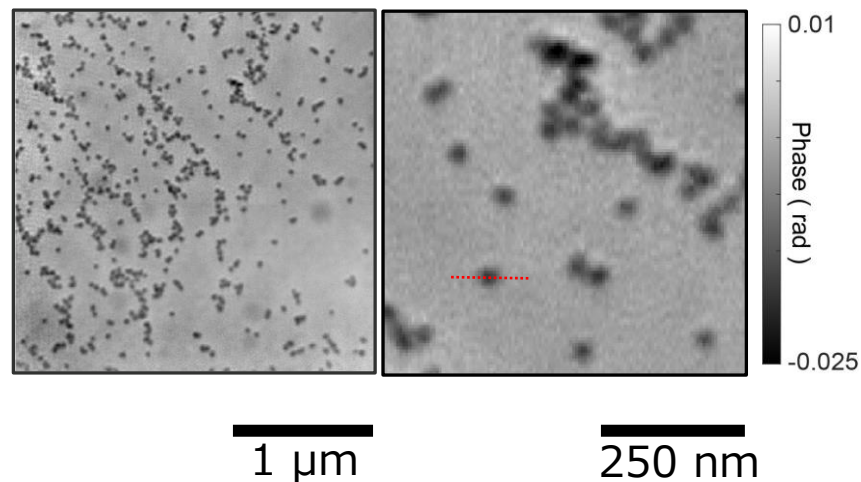
露出時間 : 1 秒/scanning point
Scanning points : 17 x 17



SEM image



Ptychography



直径30 nmのSiO₂粒子の再構築に成功

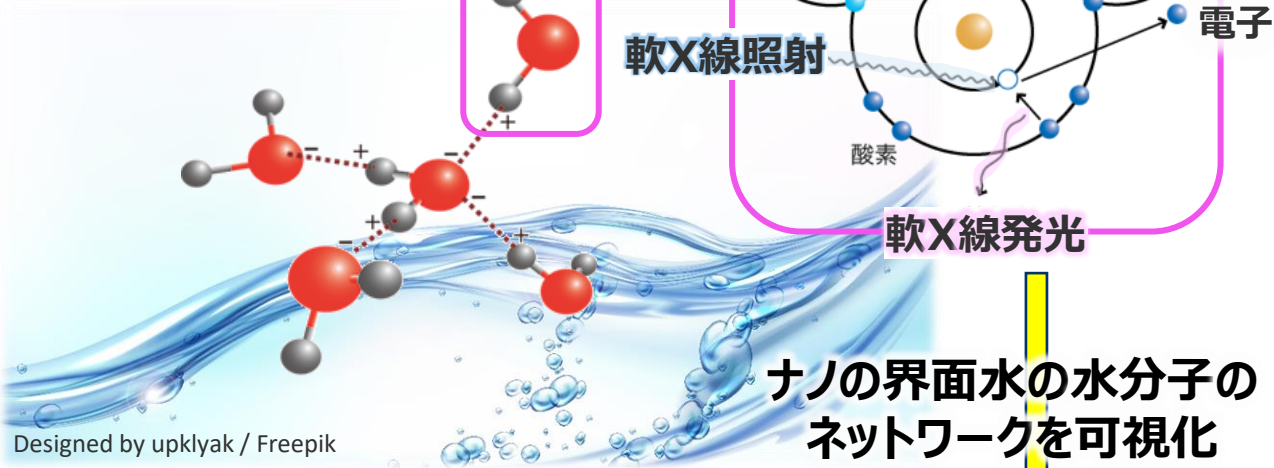
最先端の光学系と合わせて、1ナノメートルの分解能を持つシステムの構築を計画

界面水: 水分子の局所的な配位構造を軟X線分光で可視化する

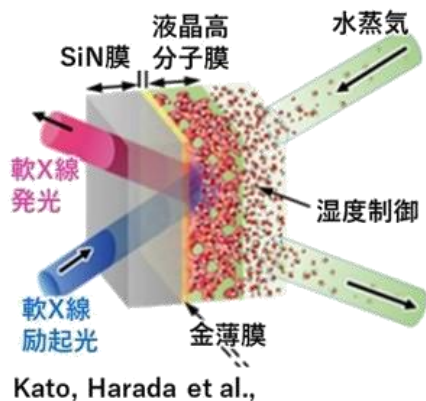
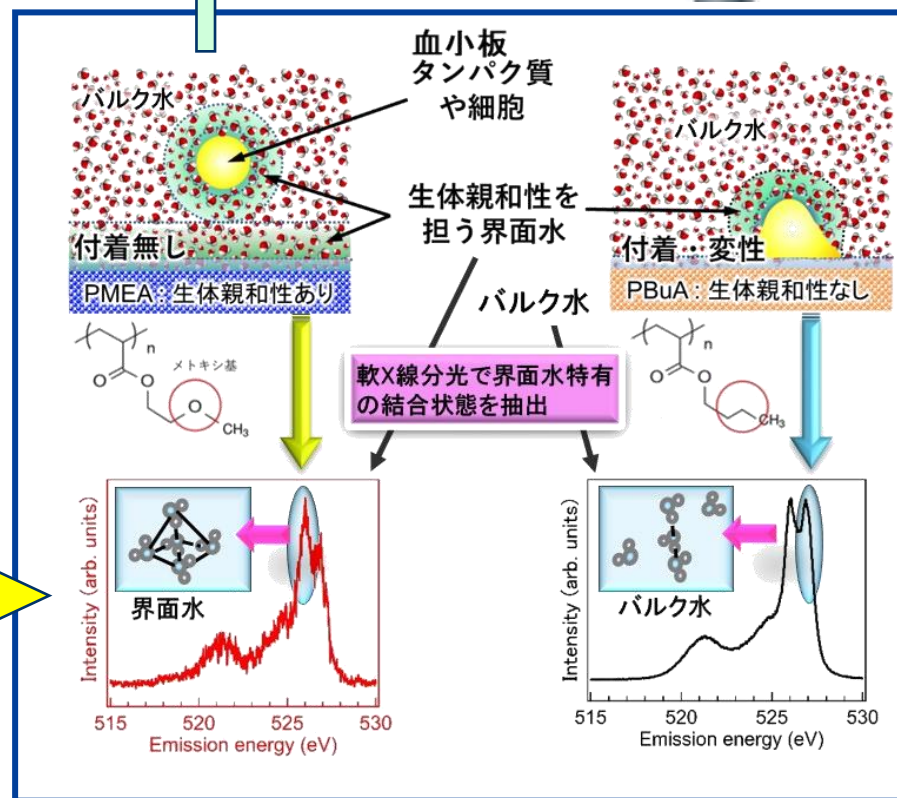
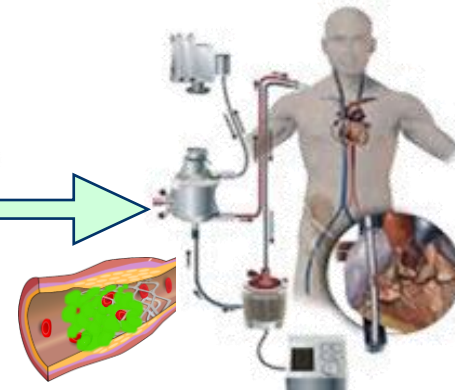


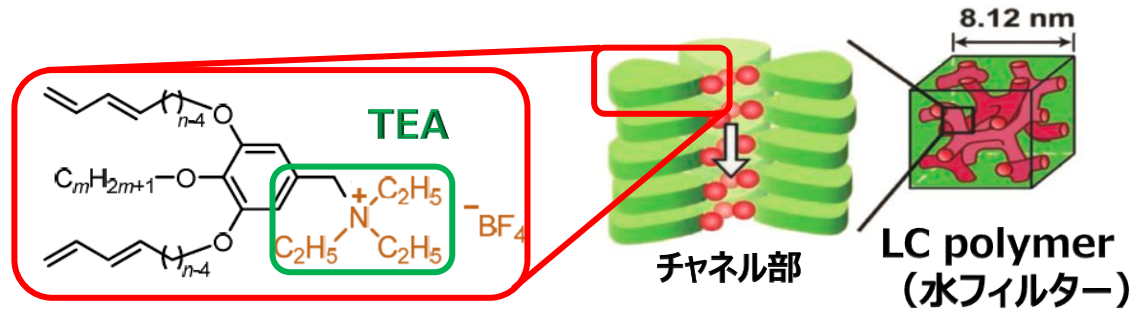
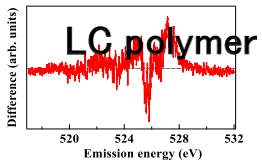
原田 慈久

東北大SRIS・東大
共同研究部門

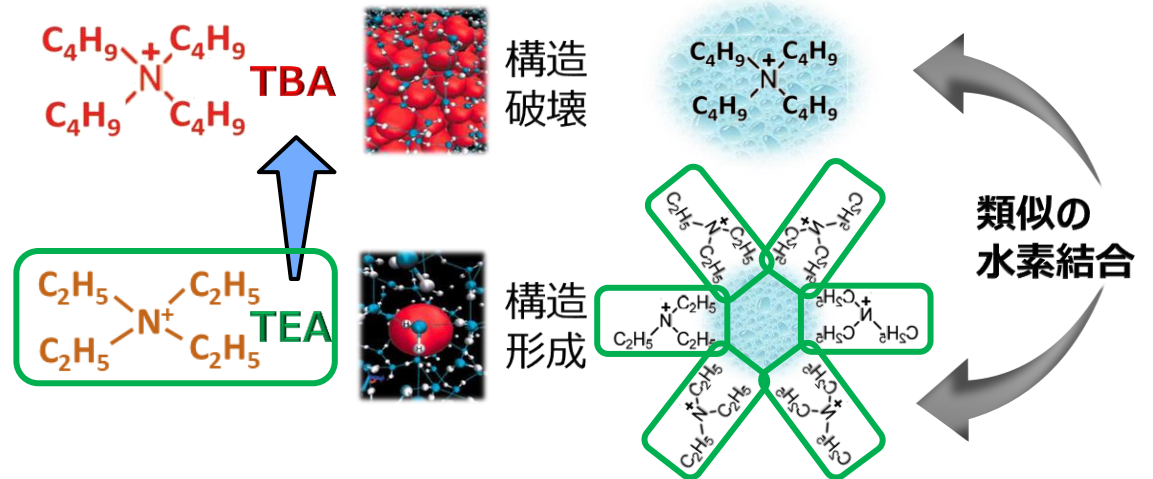
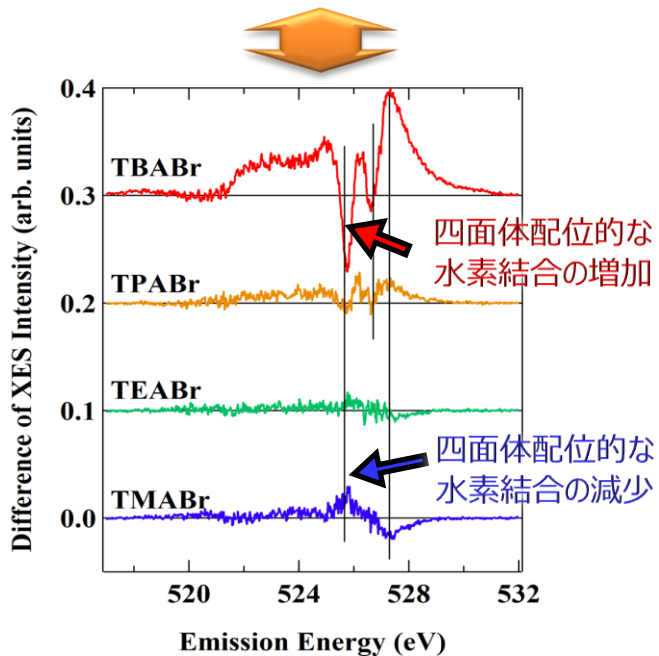


ECMO輸血チューブの血栓形成を阻害する課題を解決





水フィルターのチャンネル中の水は周囲の水素結合構造を破壊するといわれるTBAの周囲の水のスペクトルに酷似



Y. Harada *et. al.*, submitted to *Angew. Chem. Int. Ed.*

水フィルターの水素結合破壊イオンに対する選択透過の機構解明
→ フィルター機能と水の構造の相関を証明



遠藤哲郎
センター長



CIES

スピントロニクス省電力
ロジック半導体開発拠点

軟X線検出器の開発



須川成利
教授



NICHe

半導体製造プロセス・部素材・
イメージセンサ開発実証拠点



戸津健太郎
教授



μSIC

MEMS設計・プロセス・
開発実証拠点

大型クリーンルームを備えた施設群





青木孝文

東北大学 プロボスト

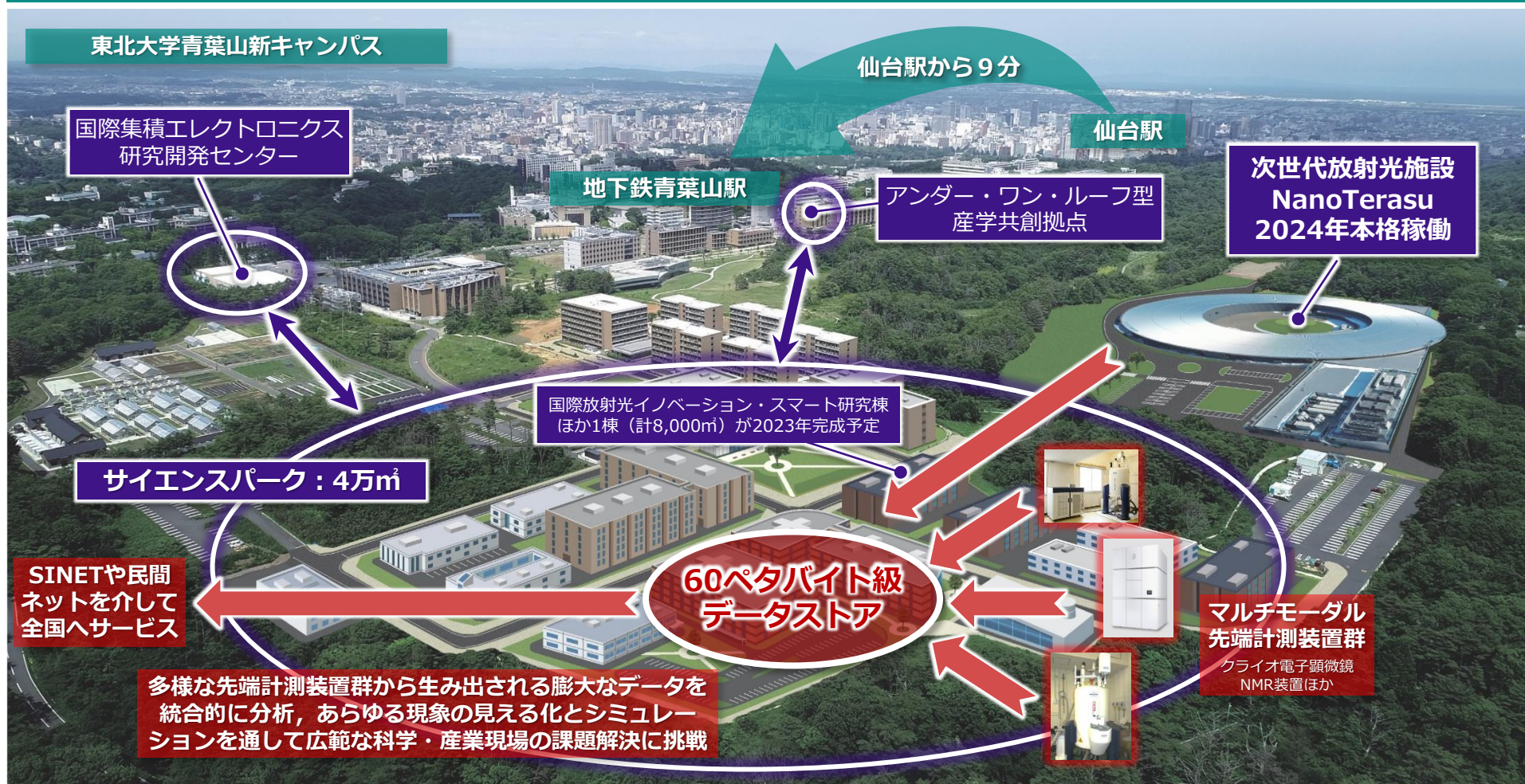
GX・DX を加速するイノベーションエコシステムの創造

カーボンニュートラル時代のGXを牽引

革新的電池，省電力半導体，環境負荷を低減する材料，持続可能な農業など多様な研究開発

計測・計算融合のDXによる課題解決

NanoTerasu と 先端計測装置群が生成する膨大な画像データでナノ世界をデジタル化

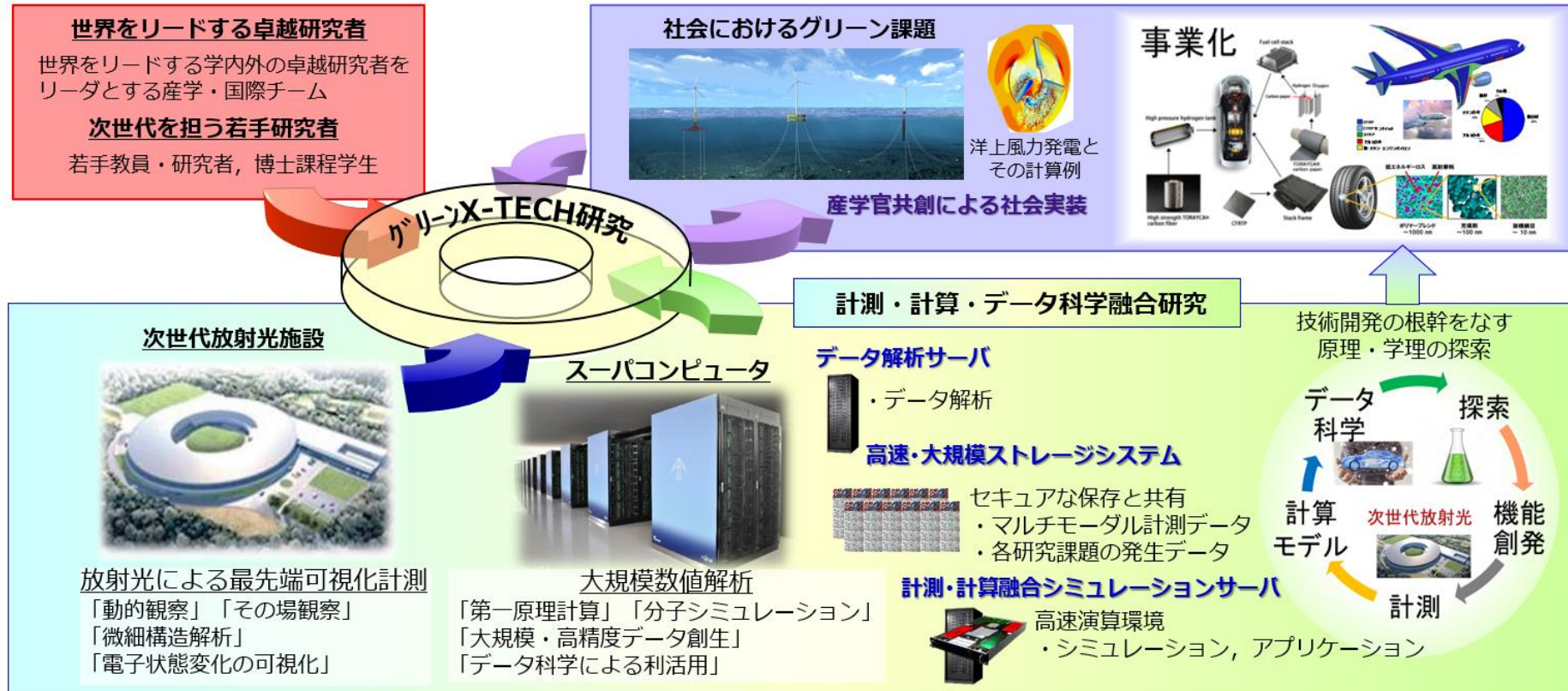




センター長
岡部 朋永
東北大 機械系 教授

次世代放射光NanoTerasuを始めとするサイエンスパークを、
利用企業と伴走し、グリーン課題におけるソリューション提案を促進する。

特に、NanoTerasuから得られたデータを
製品開発に直接結びつけるデジタル化の取り組みをサポートする。

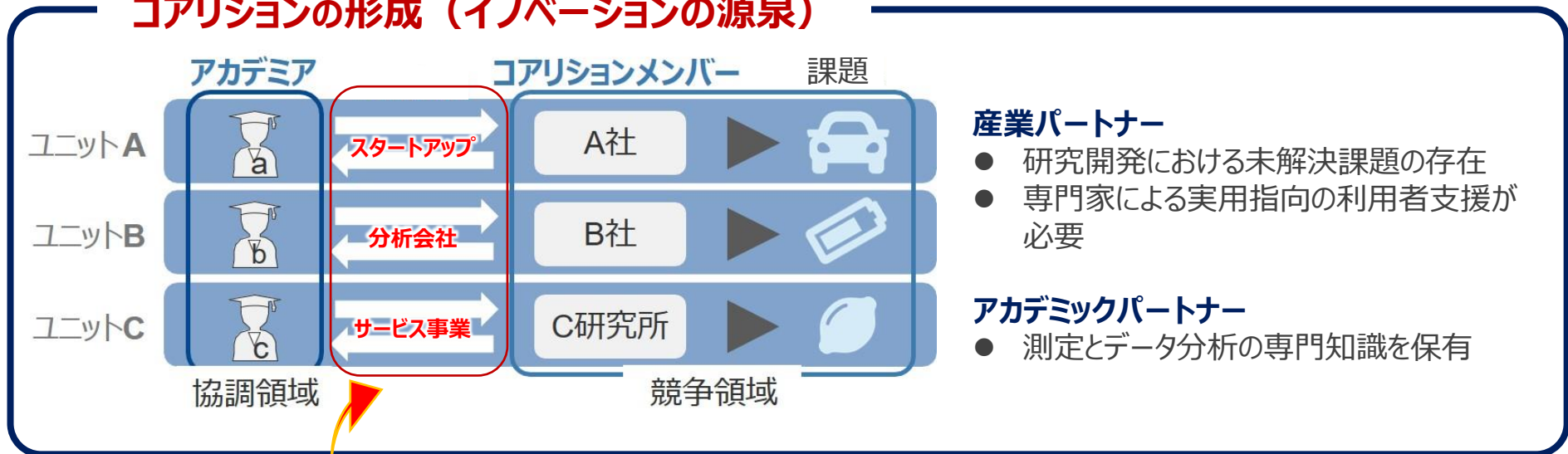


- 「コアリション（有志連合）」の理念

産学双方が強力な一対一の新チームを結成(新結合)

- 厳格な情報管理のもと、共創で課題解決を企てるスキーム

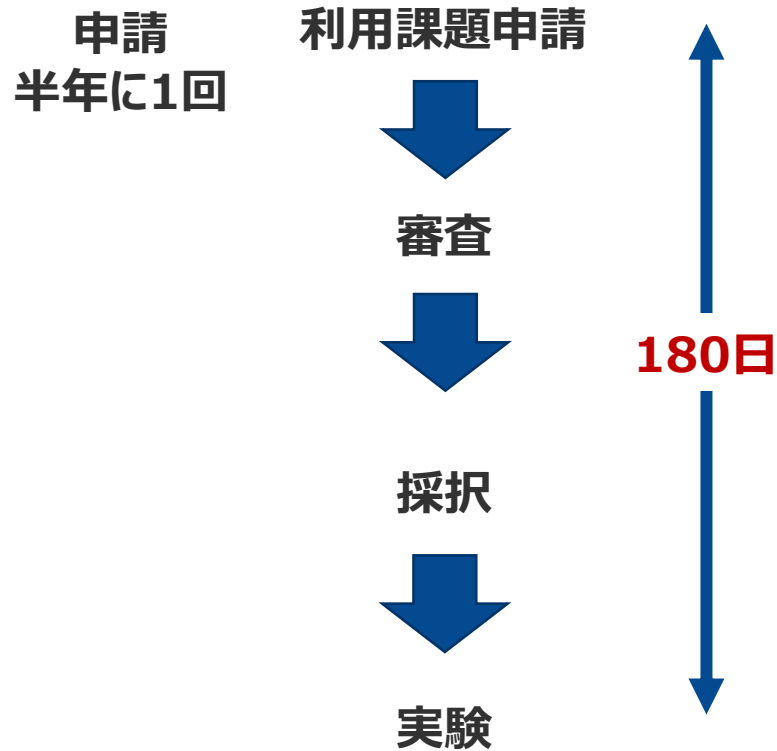
コアリションの形成（イノベーションの源泉）



協調領域と競争領域をつなぐサービス事業群

計測DX技術開発, 特殊計測ベンチ開発, 可視化ソフトウェア開発, AI・データ解析,
受託計測サービス, 情報管理, プロジェクト企画, 研究マッチング, 人材開拓, etc.

SPring-8利用（共用）



成果公開
論文発表登録（一定期間内）

NanoTerasu利用（コアリション）



成果専有

- 課題審査が不要 → R&Dに専念
挑戦志向の利用促進
- 毎月配分 → 研究開発の加速
クレーム対応の迅速化
- 成果専有 → 競争優位構築
厳正な情報管理
- コアリション → 産学協創，分野融合の機会拡大

◆ 優遇措置：

- 利用時間：200時間/年 毎月申請（確実確保）注）申請は機密
 - 課題申請・実験報告：なし
 - 成果：専有
 - 利用支援：あり 研究者マッチング支援もあり
 - 運開までのFS：あり 他施設を活用（現在60社以上，学術との先行マッチング）
- （技術漏洩防止，自社製品のクレーム処理対応）

◆ 加入企業：約140社（分析会社7社/2022年9月時点）

内訳）自動車・自動車関連機器製造・タイヤメーカー，産業用機械・電子機器・電子部品製造，
化学・非金属材料，金属・エネルギー，化粧品・製薬・医療福祉関連製品製造，食品，農業，金融

◆ 学術・研究機関：産学連携の共創プロジェクト等 戦略的活用

内訳）東北大学，東京大学，東京工業大学，北海道大学，東京理科大学，名古屋大学など国立大学，私立大学，

物質材料研究機構（NIMS）をはじめとする国立研究開発法人

活用分野：ナノテク，スピン・エレクトロニクス，物質科学，材料科学，金属材料，

化学，エネルギー・環境科学，医学，薬学，歯学，工学，建築，食品，農林水産，etc

データ・イノベーションの拠点が市街地へ 仙台エコシステム (NTT)

仙台市と「都心部の活性化に関する連携協定」を締結

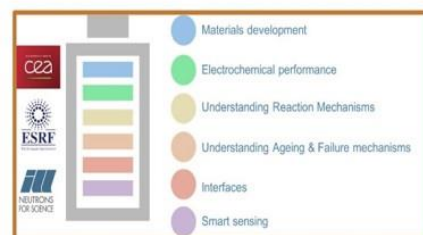
- ✓次世代放射光施設と連携し、アーバンネット仙台中央ビルを建設
- ✓放射光施設の活用促進に向けたオープンイノベーション・解析空間・機能を整備



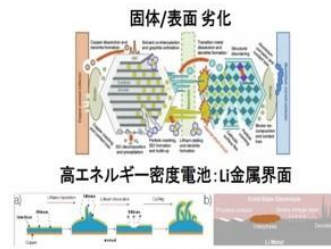
海外の動向 ヨーロッパ

グルノーブル・バッテリー・ハブ プロジェクト

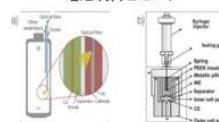
企業の電池開発研究を加速する放射光施設ESRFの活用推進が開始
(2020-2030)



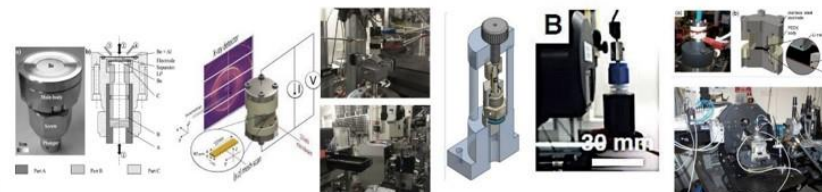
@ ESRF
 ~ 800 proposals in the last five years of operation
 ~ 150 proposals accepted
 > 200 publications



電池制御とセンサー



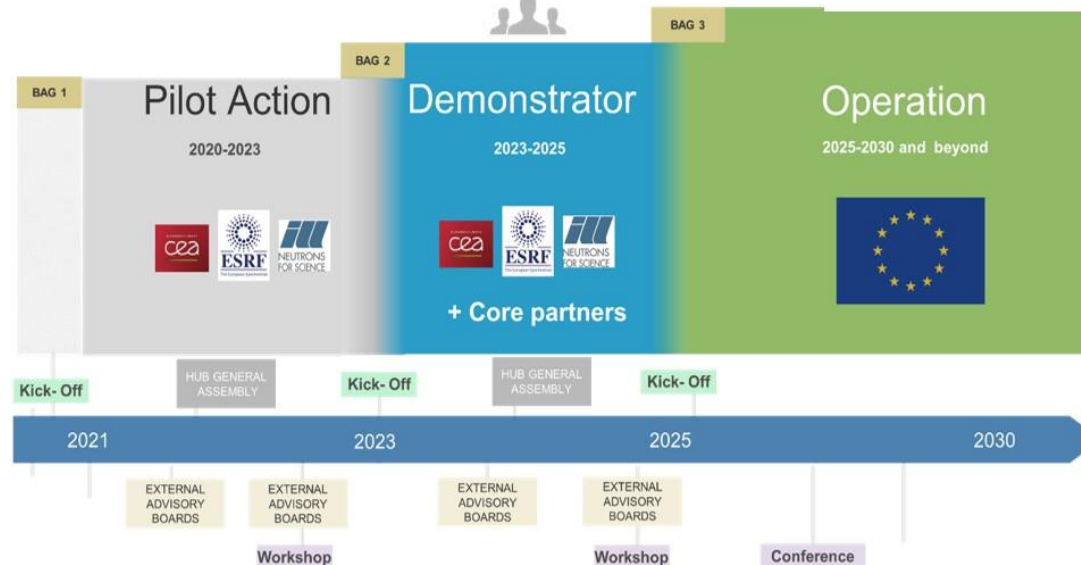
15の多様なタイプの電池の放射光実験が可能に



モデリング・プラットフォーム MUSES:
 MULTI-PHYSICS AND MULTI-SCALE
 SIMULATION PLATFORM
 for BATTERY Research



EDMOND: Electrochemical Double layer Model for Nano Dynamics
 ANTILOPE: Analysis of Transport in Layers Of Porous and active media
 EUROPIUM: Electrochemistry Optimization Understanding Modeling Framework
 MePHYSTO: Multi-Physical Simulation Tool



- CEA (フランス原子力・代替エネルギー庁)
- ILL (ラウエ・ランジュバン研究所)

- 10年間の中長期に亘る、戦略的活用プロジェクト
- 参画プレイヤーの拡大

サーキュラーエコノミー（CE）システムの構築

- CE三原則
- 1) 廃棄や汚染を取り除く
 - 2) 製品・原材料を、高い価値を保ったまま循環させつづける
 - 3) 自然を再生する



次期SIP
PD 伊藤耕三

➤ 環境対応が産業の生死に関わる時代

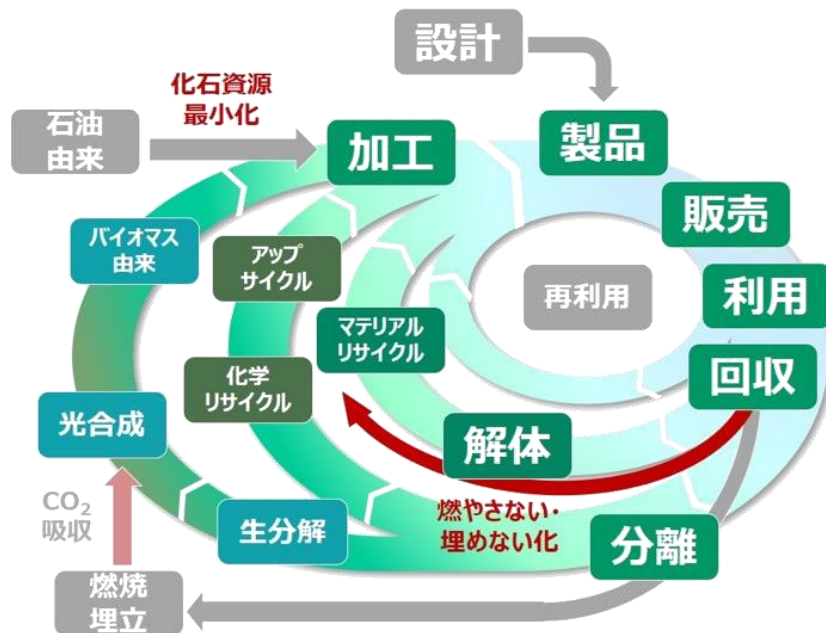
➤ 欧州などで環境規制の動きに対応できなければ、サプライチェーンから締め出される可能性

日本の温室効果ガス全体排出量の1.5%低減を目指し

グローバルリーディング企業とアカデミアが連携 燃やさない・埋めないポリマー素材を開発



次期SIP
サブPD
岡部朋永



CO₂排出量削減・資源循環の両立を可能とする エコシステムを構築

革新技术開発

最先端化学（動的架橋など）や放射光・MIなどの駆使により、非化石資源由来の原料率と耐久性を両立した革新的ポリマー材料を開発し、海外特に欧州の環境規制や国際標準化における主導権を握ることで、我が国の産業競争力向上を推進する。

- リサイクル革新技術開発
- 革新的資源生産性向上技術開発
- アップサイクル革新技術開発
- 革新技术統合製品開発
- バイオマス由来素材技術開発

サプライチェーン全体高度化

プラスチックライフサイクル全体を俯瞰した資源循環を促す社会システムの構築が喫緊の課題。他方、リサイクル材やバイオプラスチック等代替素材をはじめとする低環境負荷材料は現状では製造コストが高く、今後、消費者やメーカーをはじめ社会的に受容し得るシステムづくりが必要。そのためには、サプライチェーン全体での社会イノベーションの実現が必要。

- 情報基盤の構築
- トレーサビリティ
- 分別・回収PF
- 需給マッチングPF
- 環境評価/消費者コミュニケーション

プラスチック資源循環の持続可能性追求

プラスチックの3Rに加えバイオプラスチックの導入を基軸としたプラスチックの持続可能な資源循環を実現するための動脈産業と静脈産業の融合を構築することが必要。さらに、環境政策を支える3R技術のアップ展開とバイオプラスチックの導入促進に向けた技術開発を推進する。

- 基幹産業技術をアップ展開する3R技術開発
- バイオ素材導入を可能とする原料化学技術開発
- 3R+Renewableの環境影響評価
- サーキュラーエコノミー実現のための社会システム・経済学的評価

2022年9月12日（月）
文部科学省 井出庸生 文部科学副大臣



2022年9月16日（金）
G7科技相会合 仙台開催決定
(2023年5月12～14日)

2022年9月26日（月）
自由民主党 政務調査会
科学技術・イノベーション
戦略調査会 渡海紀三朗 会長



2022年10月6日（木）
トヨタ自動車 天野吉和 顧問
2022年10月13日（木）
トヨタ自動車 近健太 副社長

前田昌彦 副社長
小林耕士 番頭

2022年10月18日（火）
経団連経済懇談会
十倉雅和 会長 他(次ページ)

2022年12月15日（木）
文部科学省 永岡桂子 文部科学大臣

2023年1月18日（水）
文部科学省 山本左近 文部科学政務官

2023年2月14日（火）
参議院・文教科学委員会

次世代放射光施設NanoTerasu(背景) と ミライの傍に立つ大野総長と近副社長



会長コメント／スピーチ 記者会見における会長発言 東北地方経済懇談会後の共同記者会見における十倉会長発言要旨(抜粋)

一般社団法人 日本経済団体連合会 2022年10月18日

<https://www.keidanren.or.jp/speech/kaiken/2022/1018.html>

【ナノテラス】

次世代放射光施設「ナノテラス」は、物質の反応プロセスを可視化できる素晴らしい施設である。世界中から研究者が集い、先端科学技術の拠点となり、起業が増えることも期待される。東北の新しい魅力を体現する場であるが、潜在力はそれにとどまらない。日本は断固たる決意で科学技術立国を目指している。ナノテラスがその一翼を担うことを期待している。

NanoTerasu視察参加者

役職	氏名	企業名
会長	十倉 雅和	住友化学会長
審議員会議長	富田 哲郎	東日本旅客鉄道会長
副会長	中村 邦晴	住友商事会長
副会長	平野 信行	三菱UFJ銀行特別顧問
副会長	篠原 弘道	日本電信電話相談役
副会長	安永 竜夫	三井物産会長
副会長	東原 敏昭	日立製作所会長
副会長	小路 明善	アヒグループホールディングス会長
副会長	永野 毅	東京海上ホールディングス会長
副会長	遠藤 信博	日本電気特別顧問
副会長	永井 浩二	野村ホールディングス会長
副会長・事務総長	久保田政一	



<https://youtu.be/QK8e9XGL4OE>

終わりに

世界最先端の施設が青葉山に完成間近です。
DX/GX時代を見据えて
大学やスタートアップ、大型施設を巻き込んだ水平分
業型のオープンノベーションが実現しようとしています。
是非、視察に、おいください。お待ちしております。

ご清聴ありがとうございました。

CR-10-B

成田鋼業 2.8 t

13W