

次世代放射光の概要と東北大学の役割

～国際放射光イノベーション・スマート研究センター設置～

大型研究施設を中核とする融合型産学共創拠点の形成



東北大学 副理事 (次世代放射光計画担当)
国際放射光イノベーション・スマート研究センター長
村松 淳司

mura@tohoku.ac.jp



なぜ次世代放射光施設が必要か？

- 1) コヒーレンスを活用したナノの可視化のインパクトが拡大。
データ科学, AI時代の活用としての研究開発基盤としての役割が変わる。
- 2) 可視化の動きは, SPring-8だけでなく, 海外の先端施設で, 産業界, 学術で急速に展開
- 3) しかし, コヒーレント成分が, 0.1%の現世代の放射光源では計測時間, 計測精度に限界
現状の利用事例は, 学術的な挑戦研究に留まる。
In vitro学術・産業界の課題解決への現実解とはならない。
- 4) フルコヒーレント光源のX線レーザーは, 解決策の一つ。
しかし, 線形加速器施設のため, 資源が限られ, 利用者の数は限定的。
- 5) コヒーレンスが100倍となる低エミッタンスのリング型加速器の放射光施設は現実解。
海外施設は, 新しい加速器方式(MBA)による現施設の改修計画を加速。
完了: ESRF(EU)⇒ESRF-EBS
計画: SPring-8(日), DIAMOND(英), SOELIL(仏), ALS(米), APS(米)
- 6) 次世代放射光は, 新しい加速器方式(MBA)を採用し, 上記の技術的課題を解決。
軟X線から硬X線までカバーし, 活用分野が広い基盤施設となる。
光源性能の優位性は, 軟X線領域からテnderX線領域においては,
Spring-8-IIの実現後も維持。
- 7) コアリジョン・コンセプトの導入により出資機関の利用面, 知財面のインセンティブを拡大。
企業だけでなく学術機関も参画し, 組織対組織のオープンイノベーションが展開。
- 8) 参画企業80社のうち50社がFSを開始し, 成果を基に利用に向けた準備を推進中。
2021年2月現在

新たな大型研究基盤の整備の仕組み：官民地域パートナーシップ

官

国の主体

量研機構
理事長
平野俊夫



枢要部の建設・運営
■ 入射器・蓄積リング
ビームライン ~3本

地域

(代表機関)

光科学イノベーションセンター
(PhoSIC)
理事長 高田昌樹



■ 基本建屋、研究交流施設
ビームライン ~7本
■ Coalition活動の推進

東北経済連合会
会長 海輪 誠



■ Coalition活動の支援

宮城県
知事 村井嘉浩



■ 土地造成
■ 誘致企業への支援

民

民間企業 ■ Coalitionコアリション活動への参画

加入金：一口5000万円(運開より10年間有効;建設資金協力)
インセンティブ：200時間/年の利用権
課題申請免除、毎月申請、成果占有利用
学術研究者とのマッチング支援
他施設を活用した利用準備支援
(現在 20社。学術との先行マッチングを開始)

加入企業：約75社(分析会社7社/2019年11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

仙台市
市長 郡 和子



■ 地域支援
■ 都市ビジョン
「光イノベーション都市・仙台」
■ トライアルユース事業

東北大学
総長 大野英男



■ 敷地がキャンパス内
■ 学術研究(国内外連携の推進)
■ 産学連携の強化
(Coalition活動支援)

パートナー

PhoSIC(光科学イノベーションセンター)の体制

学術と産業界がオールジャパン体制で、次世代放射光を整備

評議員会

(氏名五十音順 敬称略)



東経連
会長
海輪 誠



東北大学
総長
大野英男



IHI 取締役
村上晃一



産総研
最高顧問
中鉢良治



三菱重工
特別顧問
名山理介



経団連
専務理事
根本勝則



物材機構
理事長
橋本和仁



日立製作所
研究開発G 技師長
山田真治

理事会



理事長
高田昌樹



専務理事
江部卓城



東経連 副会長
阿部 聡



東北大学 理事
植田拓郎



東芝 特別嘱託
齊藤史郎



住友ゴム工業
シニアアドバイザー
中瀬古広三郎



みやぎ工業会 会長
畑中 得實

監事



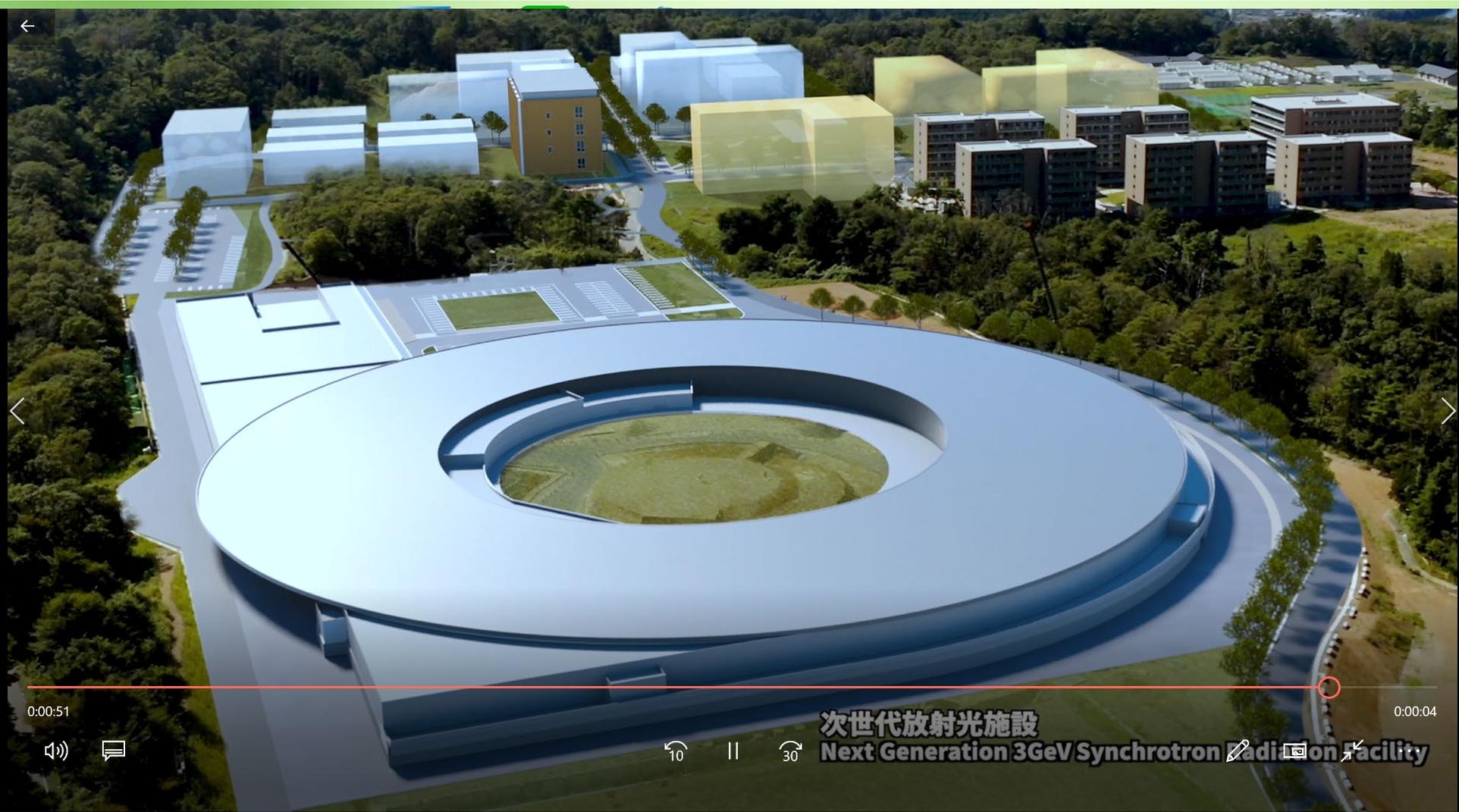
日本政策投資銀行
高田佳幸



七十七銀行
茂田井健太郎

星陵キャンパス





青葉山新キャンパスにおける産学共創と課題解決型研究の推進



不確実性が高まるポストコロナ社会を見据え、変化する課題に迅速に対応し、社会価値を創出する機動的な産学共創体制の確立

サイエンスパーク型研究開発拠点整備を加速

- 産学官が集う社会課題解決型キャンパスに共創の場を整備
- 都市計画、用地取得、地下鉄整備（総事業費約2,300億円）等に関して、仙台市および宮城県と密接に連携

サイエンスパークとは？

東北大学キャンパスにおいて、産学官が結集して、大学とともに社会価値創造を行う共創の場

国際集積エレクトロニクス研究開発センター

- 民間寄附による研究棟整備
- 民間先端設備の導入
- 復興特区、税制優遇等の活用



マテリアル・イノベーション・センター

- 民間寄附による研究棟整備
- 材料科学分野におけるオープンイノベーション



アンダーワンルーフ型 産学共創拠点（2018年10月）

国立大学初の国費に依存しない 大規模キャンパス整備

自己財源

- 総面積81万m²、東京ドーム17個分のスペース
- 旧キャンパスの売却収入等260億円により、青葉山新キャンパスの土地取得・造成およびキャンパス移転にかかる費用を負担

次世代放射光施設建設地 （2023年運用開始予定）

国際放射光イノベーション・ スマート研究センター棟 （予定）

サイエンスパーク約4万m²
CGイメージ

- 放射光施設はナノを見るための巨大な顕微鏡。新材料やデバイスの開発、生命機能、創薬の研究開発などに必須
- 整備費用の概算総額:380億円程度（想定される国の分担:最大200億円程度）
- 「官民地域パートナーシップ」による整備
- 【主体】量子科学技術研究開発機構
- 【パートナー】一般財団法人光科学イノベーションセンター（代表機関）、宮城県、仙台市、国立大学法人東北大学、一般社団法人東北経済連合会

日本最大規模の研究コンプレックスを構築

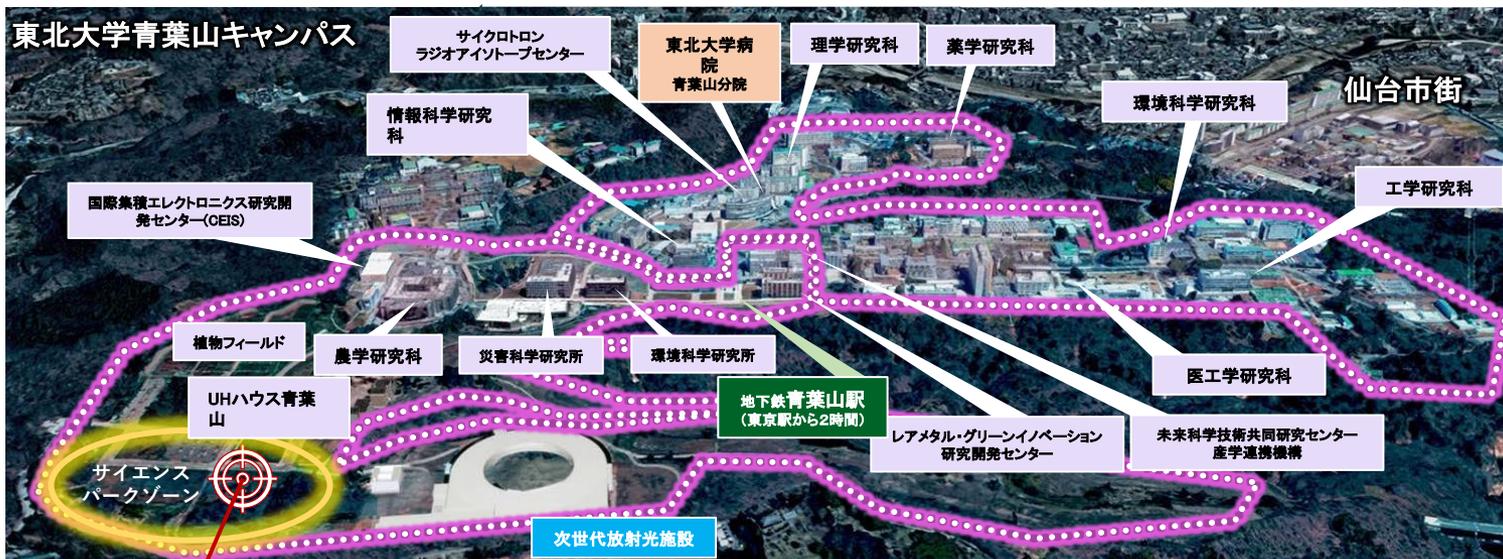
現在の
リソースを最大限に利活用

次世代放射光施設の誘致、学術研究、実績、人財、環境、交通、行政と連携

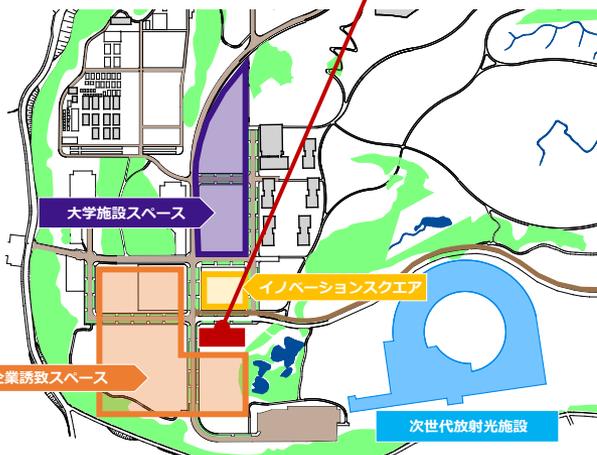
整備により「日本初・唯一」
放射光を活用した学術による
人材育成・共同研究拠点を構築

科学技術イノベーションを牽引

Society5.0に則した戦略的共創の展開で、イノベーション・プラットフォームへ



配置図



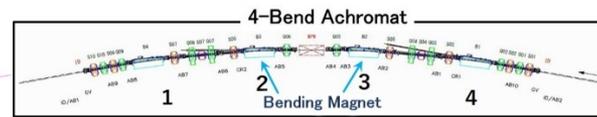
事業工程表

事業計画	概要	'19 (R1)	'20 (R2)	'21 (R3)	'22 (R4)	'23 (R5)	'24 (R6)	'25 (R7)	'26 (R8)	'27 (R9)	'28 (R10)
東北大学 リサーチコンプレックス構想	多様な価値観が交流する社会に開かれたキャンパスを整備し、本学と社会の共創によって、最先端の学術研究、産業技術、製品開発、人材育成を一体的・統合的に展開する「研究する街」の目指す		大学主導によるプロジェクト				東北大学2030への着実なコミット			人材・環境・資金を呼び込み共創展開によるプラットフォームへ	
国際放射光イノベーション・スマート研究棟	<ul style="list-style-type: none"> 構造/階数/面積：RC/5F/5,000㎡ 基礎免振構造採用 諸室：研究室、交流スペース、情報発信・イベントスペース、ミーティングスペース、スタッフスペース 	組織化 10月発足	運用体制構築	強化		運用開始			新たな展開		
次世代放射光施設	<ul style="list-style-type: none"> 構造：S+RC 階数：地上2F、地下1F 面積：25,324㎡ 諸室：研究室、設備室 	基本設計	実施設計	建設		7-21チーム 運用開始					

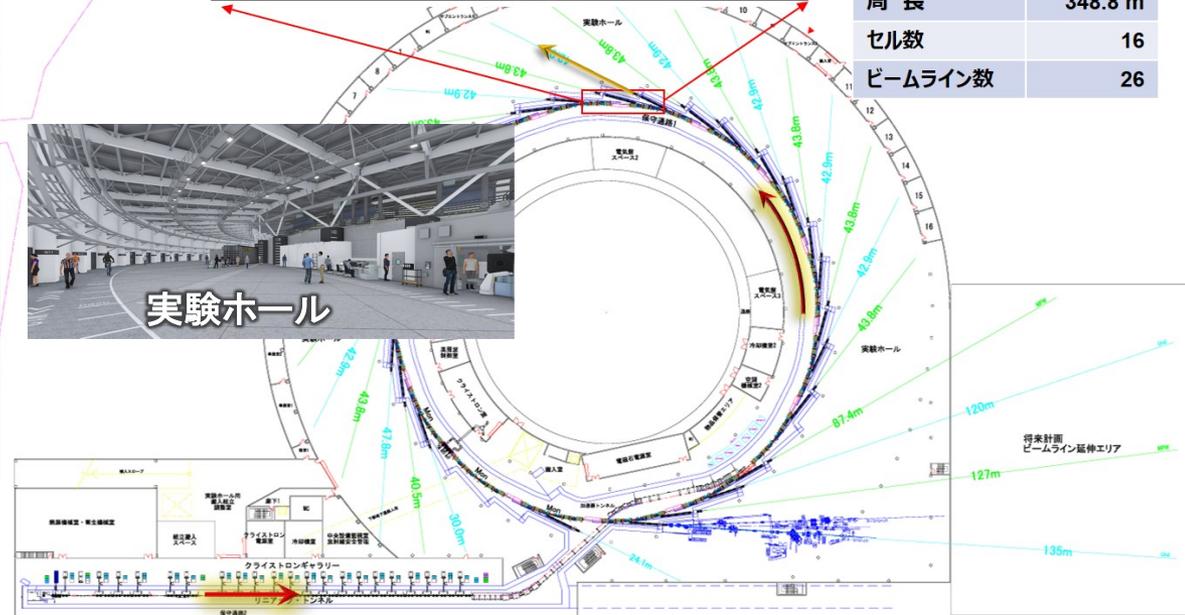
次世代放射光の建設の状況



SACLA と SPring-8の技術を結集しコンパクトで
安定で低エミッタンスの加速器を実現

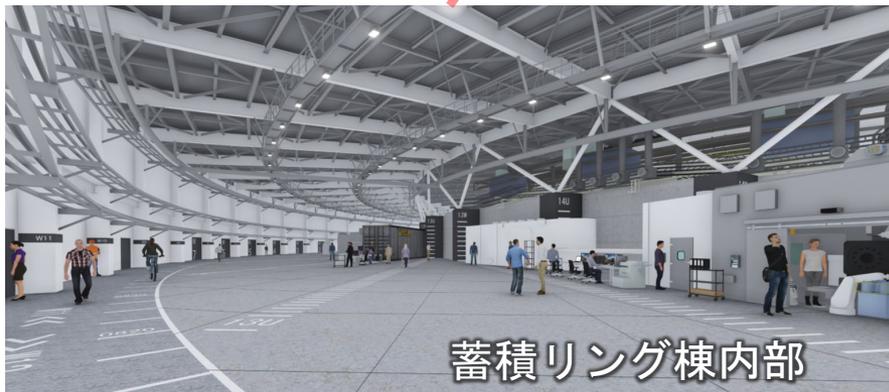


電子エネルギー	3 GeV
蓄積電流	400 mA
方式 MBA	4バンド アクロマット
エミッタンス	1.1 nmrad
周長	348.8 m
セル数	16
ビームライン数	26



C-バンド直線加速器 (110m) フルエネルギー入射

基本建屋の完成予想図(2023年)



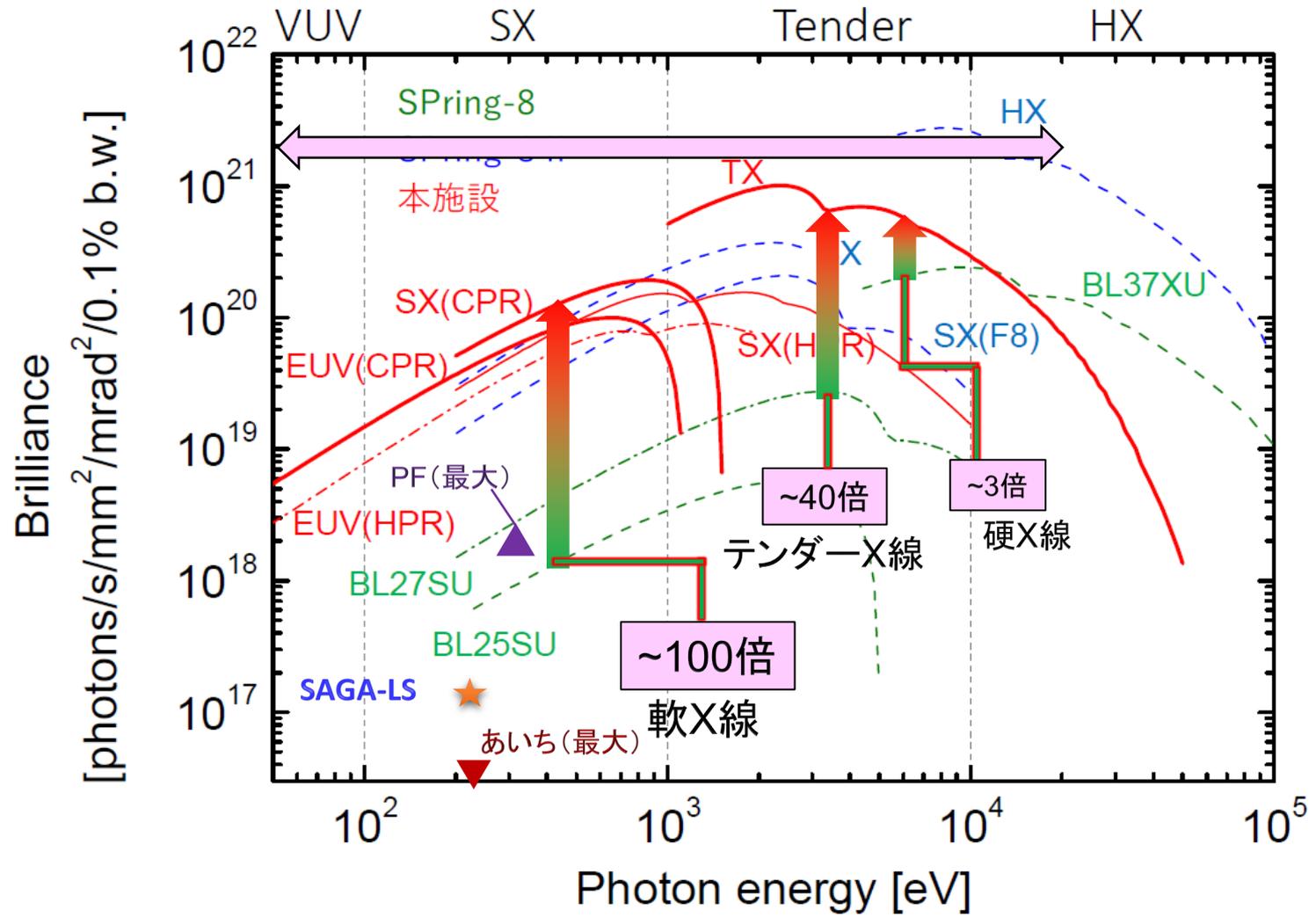
蓄積リング棟内部



蓄積リング棟エントランス

次世代放射光の光源性能

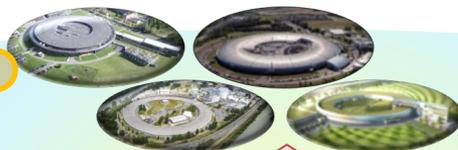
SPring-8との比較 輝度： 軟X線で最大100倍、テンダーX線で最大40倍
 コヒーレンス：最大100倍



世界初・最大規模の連携：「リサコン4極構想」

大学を介した海外の
主要な3 GeV級放射光
施設の活用への連携

2019
AOBA
コミュニケ



SOLEIL + パリ・サクレ大学
DIAMOND + オックスフォード大学
MAX-IV + ルンド大学
SLS + PSI
Associate: ESRF (6 GeV) + PETRA-III (6 GeV) DESY

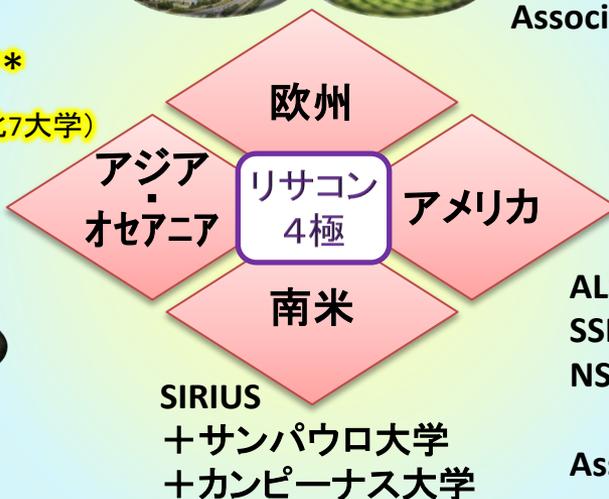
次世代放射光 + 東北大学 + SR7*

(*北大, 東北大, 東大, 名大, 京大, 阪大, 九大 + 東北7大学)

TPS + 清華大学

Australian Synchrotron + メルボルン大学

Associate: SPring-8/SACLA (8 GeV)



ALS + カリフォルニア大学バークレー校
SSRL/SLAC + スタンフォード大学
NSLS-II + ニューヨーク州立大学
ストーニーブルック校
Associate: APS (7 GeV)

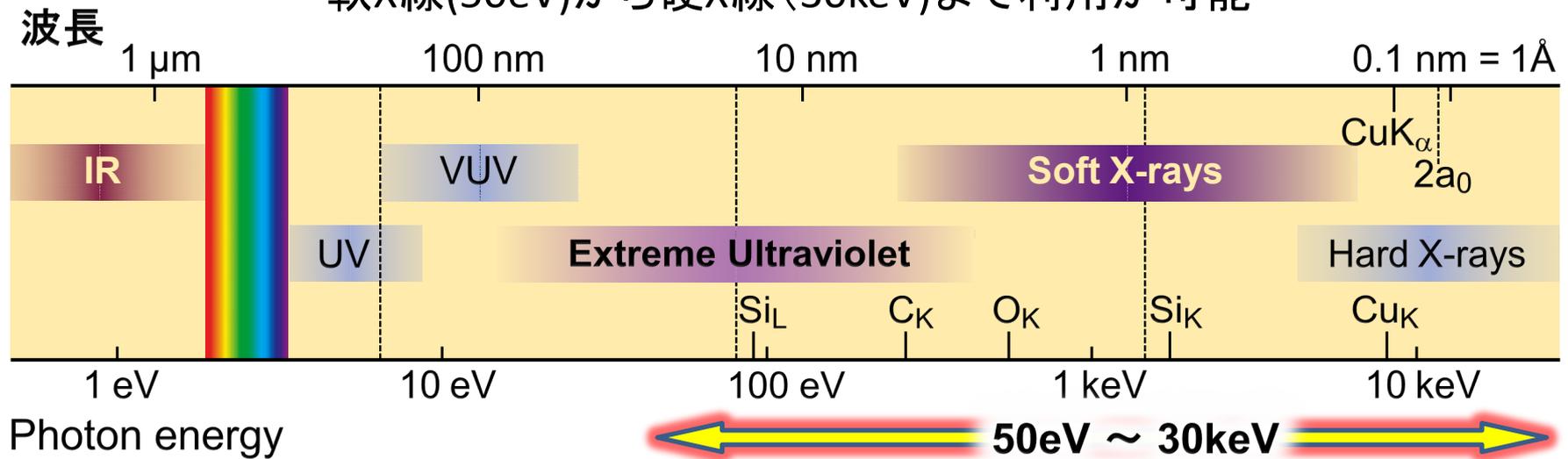
リサコン4極の連携効果

- グローバルな連携による**研究、教育、人材育成**
- 国際的規模での放射光リソースを活用した**フィジビリティ・スタディ**
- 各リサーチコンプレックスの**課題やノウハウを共有、相互発展**
- 特長とする**性能の異なる施設間の相補的利活用**
- **施設相互の戦略的な高度化**

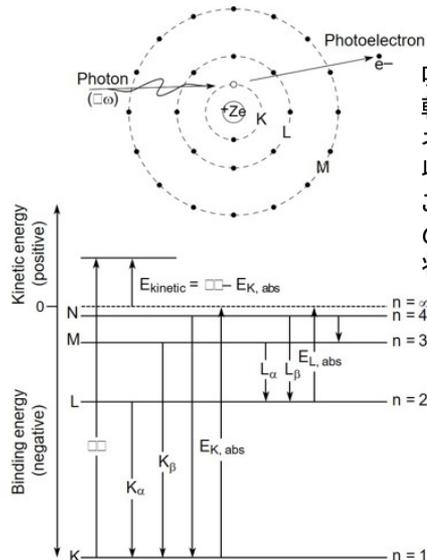
多様な学問分野の集結した大学が産業界を含めた次世代放射光の活用を先導
→ 初の国際連携体制の構築のハブとして新センターを組織

次世代放射光施設の強み：広エネルギー領域

軟X線(50eV)から硬X線(30keV)まで利用が可能



様々な原子の吸収端



Element	Z	$K_{\text{abs-edge}}$ (eV)	$L_{\text{abs-edge}}$ (eV)
Li	3	55	—
Be	4	112	—
C	6	284	—
N	7	410	—
O	8	543	—
Al	13	1,560	73
Si	14	1,839	99
S	16	2,472	163
Ca	20	4,039	346
Ti	22	4,966	454
V	23	5,465	512
Cr	24	5,989	574
Fe	26	7,112	707
Ni	28	8,333	853
Cu	29	8,979	933
Se	34	12,658	1,434
Mo	42	20,000	2,520
Sn	50	29,200	3,929
Xe	54	34,561	4,782
Pt	78	78,395	11,564
Au	79	80,725	11,919

SPring-8に対するアドバンテージ

Li(吸収端55eV)から、B, C, S, など軽い元素の化学状態が可視化

水の材料中の動態の可視化

表面状態の可視化
(破壊・劣化の起点)

コヒーレンスを使った
ダイナミクスの可視化

放射光施設は、大学・企業が集積するリサーチ・コンプレックスの中核となる

海外に次々と建設される3GeV放射光施設と、リサーチコンプレックス

半導体、航空、エネルギー・資源、自動車・機械、
電機・精密、建設、食品、衣料、製薬・医療、IT業界など

世界中で次々新設される3GeV放射光

次世代放射光

スイス 2009 電子エネルギー 2.4 GeV エミッタース 3.0 nm rad 30 nm rad

仏国 2009 LURE 2.75 GeV 2.3 nm rad

英国 2007 diamond 3 GeV

スウェーデン 2009 MAX-IV 3 GeV (目標は3.0、(実効性能)2.5nm; 目標は3.5、(実効性能)3.0 nm rad)

米国 2009 NSLS-II 3 GeV

ブラジル 2009 Sirius 3 GeV (目標は2.5、(実効性能)2.0 nm rad)

スペイン 2009 ALBA 3 GeV 4.3 nm rad

韓国 2009 ULSR 3 GeV

中国(合肥) 2009 Hefei 3 GeV

中国(上海) 2009 SRS 3 GeV 5.8 nm rad

台湾 2015 TPS 3 GeV (目標は1.4、(実効性能)1.5 nm rad)

オーストラリア 2007 ANKA 3 GeV (目標は3.0nm rad)

ASML, Siemens, SAP, IBM, HP, Intel, Motorola, SEMATECH, NanoElec, BASF, Luxfer, GSK, BASF, Infineum, L'Oréal, Nestlé, CEKA, Johnson Matthey, ROLIC, ASML, Siemens, SAP, IBM, HP, Intel, Motorola, SEMATECH, NanoElec, BASF, Luxfer, GSK, BASF, Infineum, L'Oréal, Nestlé, CEKA, Johnson Matthey, ROLIC

フランスにおける2極施設

ESRF / GIANT(グルノーブル)

6GeV 周長844m

SOLEIL / パリ・サックレー クラスタ

2.75GeV 周長354m

EPN Campus, European Photon Source, Residential area, Innovation Management, Fundamental Research, Information Communication, University of Grenoble Alpes, CNRS, Danone, CEA 原子力庁, パリ南大学, 他

研究者6,000人、学生5,000人、企業関係者5,000人
経済効果、約5,300億円、10年間で200社が起業

CEA 原子力庁, パリ南大学, 他
民間企業 約80社

TPS / 新竹(台湾)

ITRI (工業技術院), 国立清華大学, 国立交通大学, NSRRC (TPS), TSMC, UMC

民間企業 約500社以上(約150,000人)
工業技術院, 国立清華大学, 交通大学, 他

MAX-IV / Science Village(スウェーデン)

Lund Univ., MAX-IV, Science Village, ESS

民間企業 約350社(約2,700人) 敷地18ha
ルンド大学, ESS(欧州核破砕中性子源)

主な放射光施設と大学・研究所

- 北米**
- SALC スタンフォード大
 - ALS UC バークレー
 - APS シカゴ大
 - NSLS-II NYストーニーブルック大
 - CHESS コーネル大
 - CLS サスカチュワン大
- 南米**
- LNLS キンピーナス大

- ヨーロッパ**
- MAX-IV ルンド大
 - SOLEIL パリ・サクレ大
 - PETRA III ハンブルグ大
 - SLS PSI/ETH
 - DIAMOND オックスフォード大
 - ESRF グルノーブル工科大
 - Elettra トリエステ大

- アジアオ・セアニア**
- TPS 精華大、交通大
 - SSRF 上海応用物理学研究所
 - PLS 浦項工科大
 - SPring-8 理研
 - AS ANSTO メルボルン大

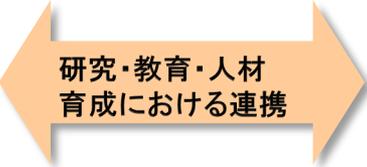
赤字は東北大学とMoUを締結済み

関連機関のミッション

学内共同利用の専門 組織の設置が必要

- 1. 次世代放射光を活用した学術研究・産学連携の先導
- 2. 産官学連携によるイノベーションシステムの構築
- 3. 国際的な大学放射光アライアンスの形成
- 4. 放射光施設を活かした人材育成

国内外の大学 + 放射光施設



学術研究・人材育成

東北大学



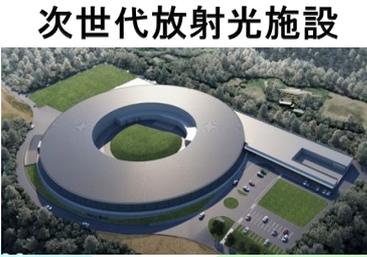
産業技術・研究開発

産業界



整備運営主体

QST



施設運営支援

PhoSIC



- 1. 次世代放射光 光源・光学系デザイン・とりまとめ
- 2. 次世代放射光施設 加速器建設
- 3. 次世代放射光施設管理・運営
- 4. 放射光施設を活かした技術者・研究者育成

- 1. 次世代放射光施設の産業利用推進
- 2. コアリションコンセプトの推進
- 3. センター共同研究部門の設置に基づく有機的連携
- 4. 放射光施設を活かした企業技術者・研究者育成

東北大学 国際放射光イノベーション・ スマート研究センター

Tohoku University,
International Center for
Synchrotron Radiation Innovation Smart (SRIS)

学内措置で2019年10月1日設置



東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センター

Tohoku University, International Center for Synchrotron Radiation Innovation Smart (SRIS)

2019/10/1 学内共同利用組織として設立

多様なディシプリン(専門分野)、
課題(産/学)、技術、人材が集積

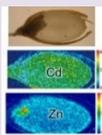
ミッション

1. 新学術の創発と未踏研究領域を開拓する
2. 社会連携に基づき、未来価値創造を支援する
3. 海外施設/大学との国際研究ネットワークを構築する
4. 世界トップレベルのグローバルリーダーを育成する

主要国立大学SR7
東北地域の大学
研究機関
放射光施設

農業、食品

- ・農学研究科
- ・食と農免疫国際教育研究センター



未来型医療、創薬

- ・医学、歯学、薬学研究科
- ・加齢医学研究所
- ・医工学研究科
- ・生命科学研究所

物質・材料・エネルギー・環境

- ・多元物質科学研究所
- ・金属材料研究所
- ・流体科学研究所
- ・災害科学国際研究所
- ・理学研究科
- ・工学研究科
- ・環境科学研究科

エレクトロニクス

- ・国際集積エレクトロニクス研究開発センター
- ・省エネルギー・スピントロニクス集積化システムセンター
- ・電気通信研究所

既存学術の深化
未踏研究領域の開拓

東北大学
新センター

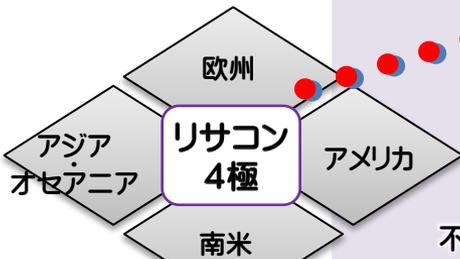
イノベーション・パートナー
への展開

基幹

次世代計測技術の研究・開発

横幹

エント・ステーションと
次世代計測技術の
インターフェースの研究・開発



- ・国内外の共同研究の増加
- ・産学連携を強化する国際的頭脳循環のハブ機能
- ・若手研究者、(海外)特別研究員等の採用

不揮発システムLSI



健康



食の安全



エコカー、有機EL
エネルギー産業

QST

PhoSIC

産業界

製品、価値(概念)の創造

展開

社会連携・分野融合研究の推進

サイエンスの裏付けが必要な基幹計測技術の開発、
設計への助言、産学のフィジビリティスタディまでをカバー

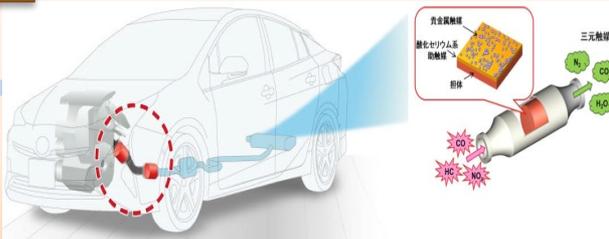
次世代放射光と新センターの協奏効果

- ・次世代放射光施設が可視化を、学術産業の価値に転換するデータドリブンのラボで構成
- ・イノベーションスマートをラボの協奏サイクルの効率化高速化で実現

→イノベーションサイクルを半分に短縮

展開

新たな学理構築 + 産業技術への転換

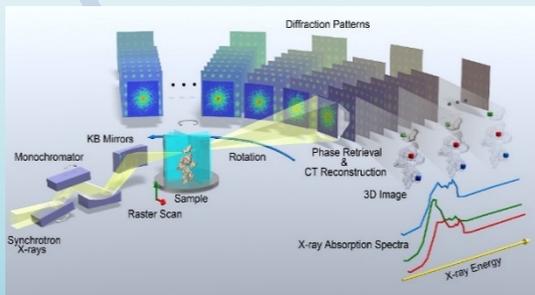


新たな課題の共有

仮説検証サイクルの高速化

基幹

計測・解析法のスマート化
テラバイトの高速計測



新センター利用により
測定時間 5日間(従来)
→数分(次世代)

横幹

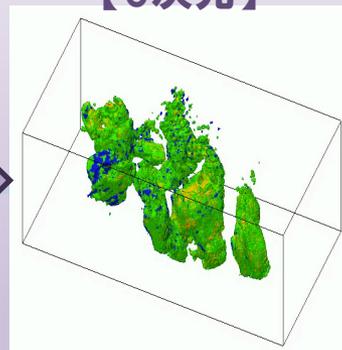
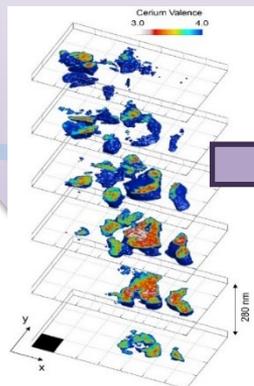
データを価値へ転換
機械学習でスマート化

新センター利用により

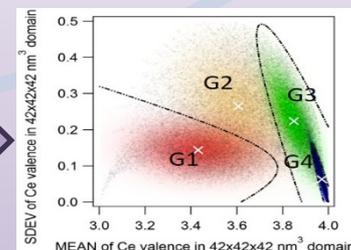
2次元情報(数千点) → 3次元ビッグデータ(1億点以上)

【2次元】

【3次元】



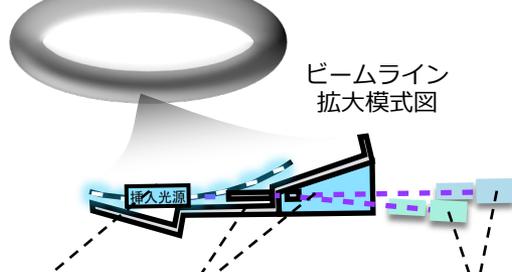
【ビッグデータ】



触媒反応のプロセス

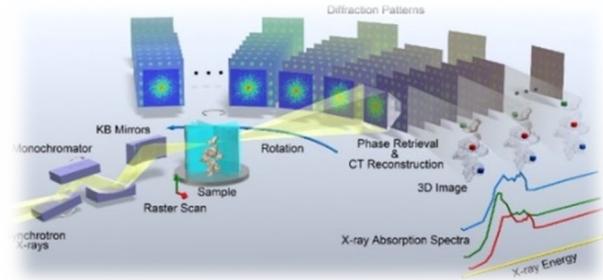
本センターの部門構成

次世代放射光



- ①光源
- ②光学系
- ③エンドステーション

サイエンスの
深化と展開



2020-2022年度

次世代放射光施設

国際放射光イノベーション・スマート研究センター

東北大学

共同研究部門
(全額PhoSIC拠出)

横幹研究部門

基幹研究部門

展開研究部門

技術者・研究者
(QST)

放射光科学研究者
(エンジニアリング／サイエンス)

計測研究者
(サイエンス)

研究者
(ユーザー)

次世代計測技術と
放射光科学をつなぐR&D

4スマートラボ



スーパーコンピュータ



リサコン4極構想

次世代計測技術の
研究開発

6スマートラボ



社会連携、
分野融合研究の推進

4スマートラボ



エンドステーションの設計を裏付けるサイエンス支援から、
産業界との価値共創の牽引まで、本センターが中心となって

学術研究を先導する

横幹研究部門の4つのスマートラボ

全ての研究部門のミッション遂行に必要な相互関連する共通基盤機能

ビッグデータの解析、保存、転送、変換、管理などを、AIとの融合を含め、情報科学を軸にシステム化

「処理する」

分子・ナノレベルでの機能の三次元可視化を実現すべく分野横断的な次世代計測技術を開発

「可視化する」

次世代
検出法

「検出する」

高速・高感度・大面積での高時間・空間・エネルギー分解能検出器の開発

ビッグ
データ

国際
連携

「連携する」

国際ネットワーク形成の要となり放射光施設・大学との連携による国際的な戦略的高度化

データ
可視化



基幹研究部門の6つのスマートラボ

次世代放射光活用事例の創出(展開研究部門)を支える、計測技術の研究開発を担う

「階層構造を」 何を見るか

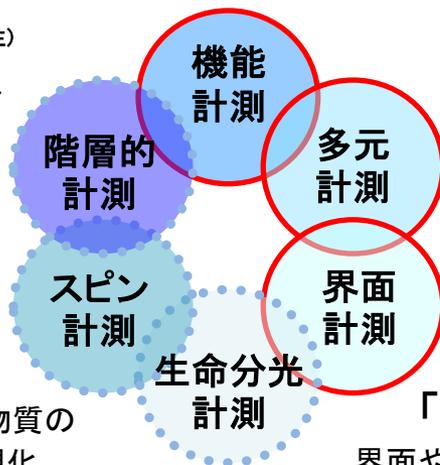
階層構造と機能が強く相関するソフトマター(注)などの構造を可視化。生体、食品、医療材料、ポリマー材料などの研究開発

「電子のスピンを」

スピンの化学状態やダイミクスを可視化。エレクトロニクス、スピントロニクス材料開発

「生体を」

医療、医薬、農業、環境分野として生体内の物質の形、親和性、拡散、結合のダイミクスなどを可視化。分光学的計測手法と放射光を組み合わせた新規計測手法の開拓



「同時に」 どう見るか

構造と化学状態を同時に可視化し、材料の構造と機能の相関を調べる計測技術開発

「多元的に」

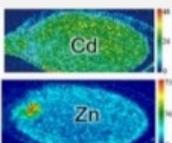
物質の機能と相関する要因を特定するために、有効な統合計測手法は研究対象物質により異なる。展開研究部門と連携し、多様な材料それぞれに有効な多元計測のアプローチを開拓する。

「界面で」

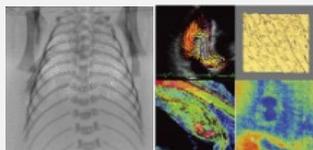
界面や表面は、様々な化学反応の舞台となる。展開研究部門の全ての分野に必要なとされる界面の反応を可視化

展開研究部門の4テーマを「深化・発展させる」

農業、食品



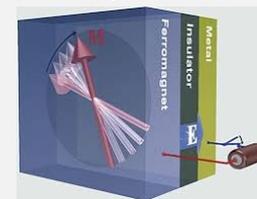
未来型医療、創薬



物質・材料・エネルギー・環境



エレクトロニクス



(注) 高分子、液晶、コロイド(エマルジョン 例:乳液、乳剤、ゾルなど)、生体膜、生体分子(蛋白質、DNAなど)などの柔らかい物質の総称。

展開研究部門の4つのスマートラボ

本学の卓越した研究領域を軸とした放射光活用による成果創出を担う



4スマートラボが
社会連携・分野融合を共同研究開発により推進

研究部門	スマートラボ名	教授 氏名	准教授 氏名	講師 氏名	助教 氏名
		横幹研究部門	次世代検出法	選考中	矢代 航 (本務:多元研) 山本 達
ビッグデータ	選考中				
データ可視化	高橋 幸生		篠田 弘造		石黒 志 姜 正敏
国際連携	村松 淳司 (本務:多元研)				
基幹研究部門	機能情報計測	高田 昌樹	江島 丈雄		羽多野 忠
	多元計測	福山 博之 (本務:多元研)			
	階層的計測	西堀 麻衣子		真木 祥千子	
	界面計測	虻川 匡司			小川 修一
	スピン計測	杉山 和正 (本務:金研)			
	生命分光計測	南後 恵理子 (本務:多元研)			
展開研究部門	物質・材料・エネルギー・環境	蟹江 澄志 (本務:多元研)			
	エレクトロニクス	選考中			
	未来型医療・創薬	権田 幸祐 (本務:医学)			
	農業・食品	原田 昌彦 (本務:農学)			

青色は専任

共同研究部門

放射光次世代計測科学連携	中村 哲也	セハリアミン ホセイン		
--------------	-------	-------------	--	--

コアリションメンバーとSRISとの関係

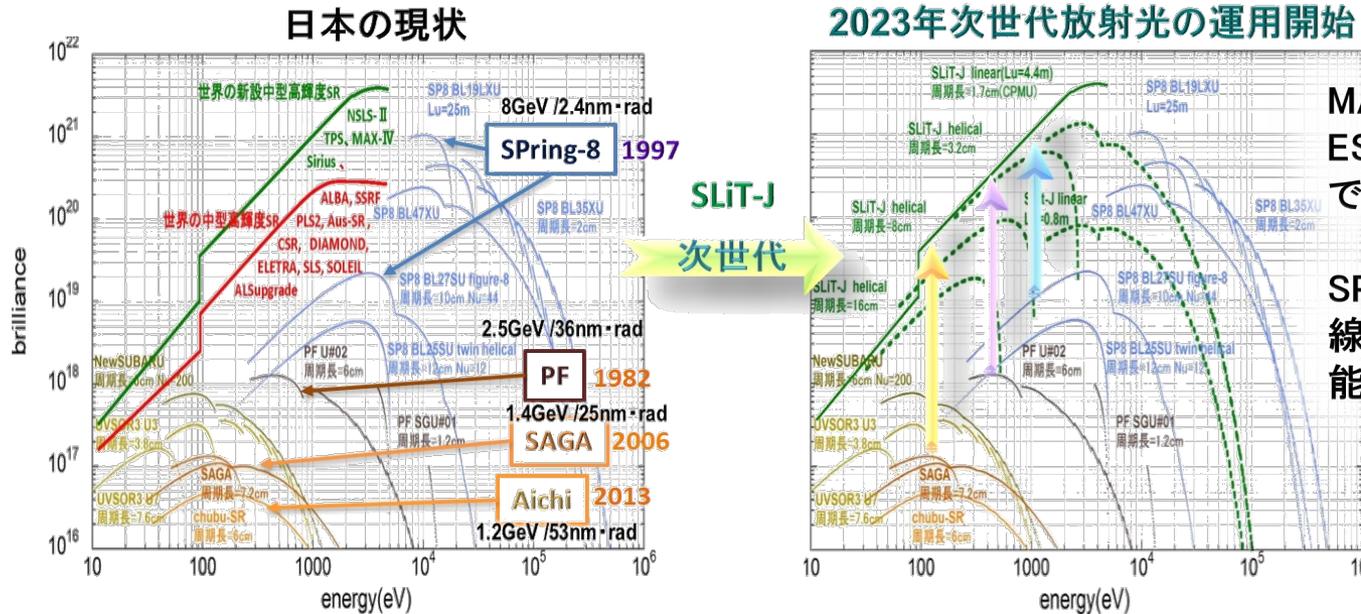


ビームライン ワーキンググループ *BL-WG*

東北大学
国際放射光イノベーション・
スマート研究センター



光源性能 軟X線領域でSPring-8の100倍, 硬X線領域(~30keV)までカバー

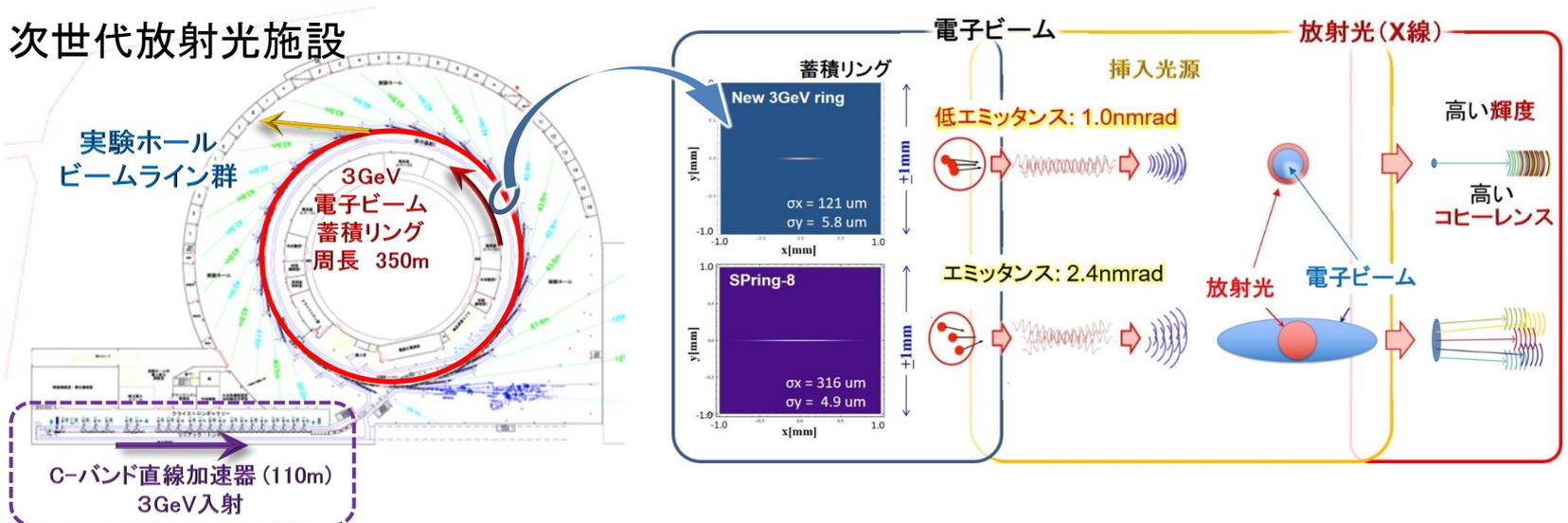


MAX-IV(スウェーデン), ESRF-EBS(EU)に次ぐ世界で3番目の次世代光源

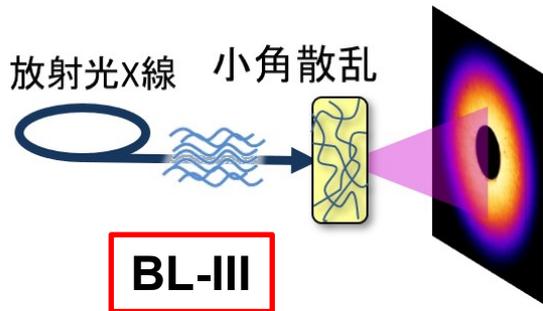
SPring-8との2極体制で軟X線から硬X線光源の先端性能をカバーする

低エミッタンス(1.0nmrad)電子ビーム光源で, SPring-8の100倍の輝度・コヒーレンスを実現

次世代放射光施設



SPring-8との違い: 100倍のコヒーレンスを多面的に活用



分子・組織構造の可視化

小角X線散乱

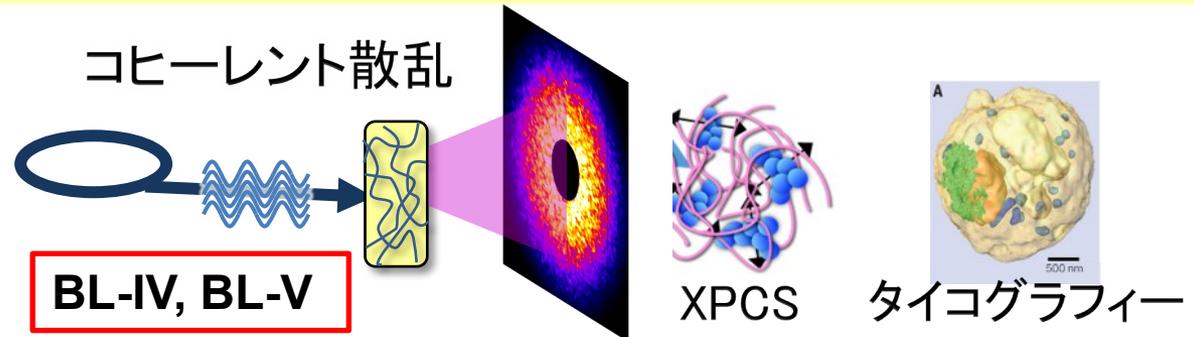
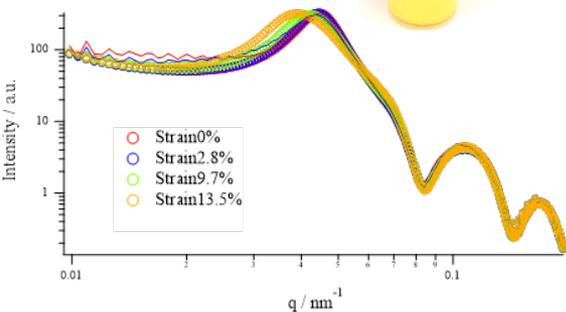
原子・分子レベルでの
平均構造と物性の評価

粒子分散

小角X線散乱データ



顔料



組織動態の可視化

XPCS: X線光子相関法

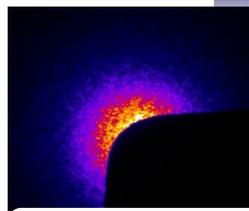
分子レベルでの硬さ・
不均一性の評価

硬化
メカニズム

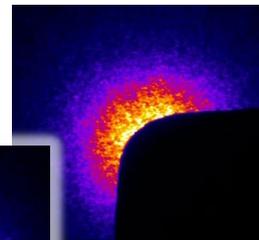
コロイドの運動



熱硬化樹脂



従来の改質剤



新規の改質剤

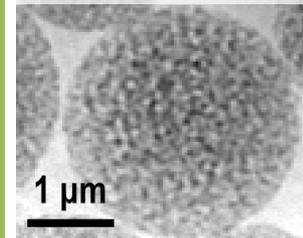
局所構造の2D/3D画像

タイコグラフィー

ナノスケール可視化による
不規則な構造の詳細評価

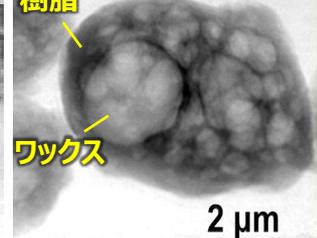
ボイド・粒子分散・相分離構造

液クロ用シリカゲル



1 μm

トナー粒子



2 μm

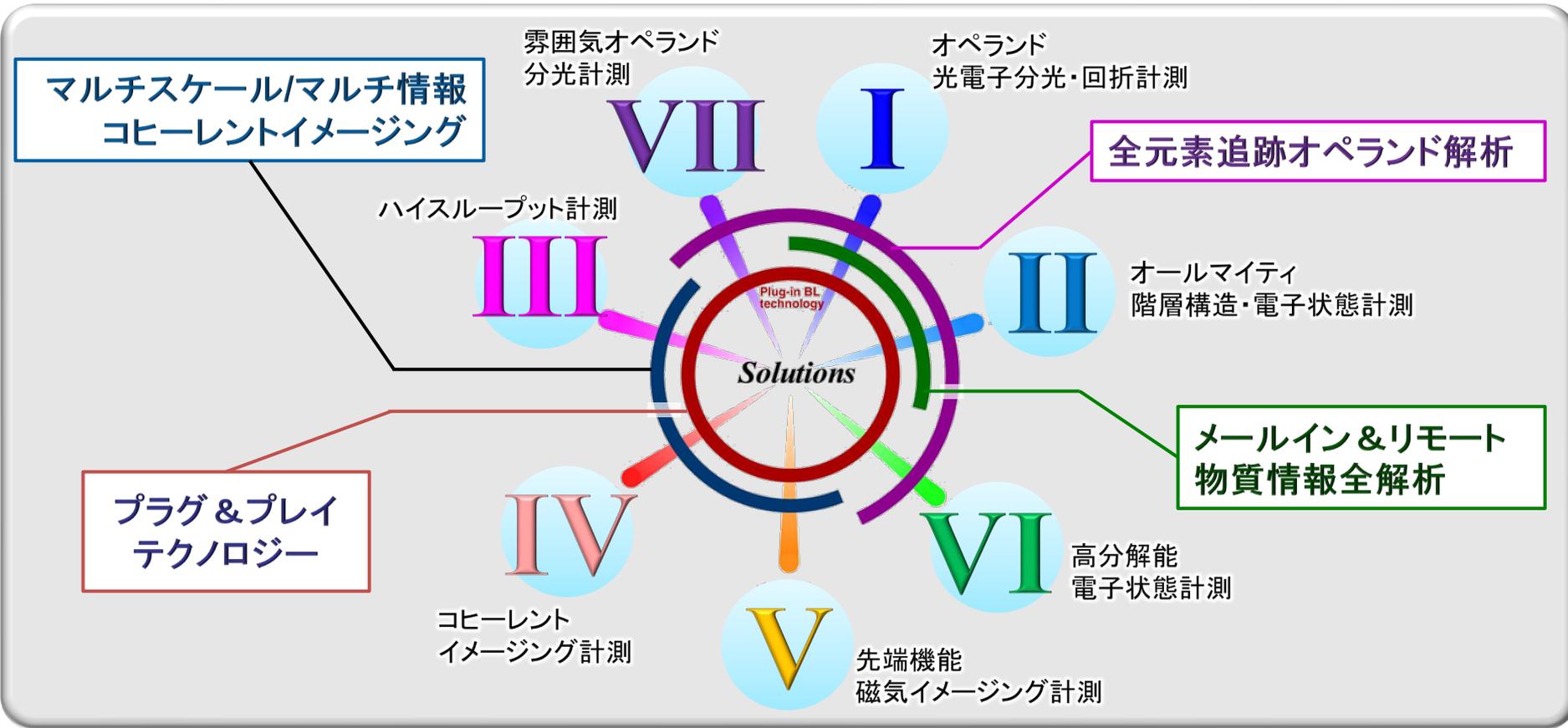
31 nm / pixel

次世代放射光による先端計測ソリューション

○ コアリジョンビームライン(BL)による利用の進化

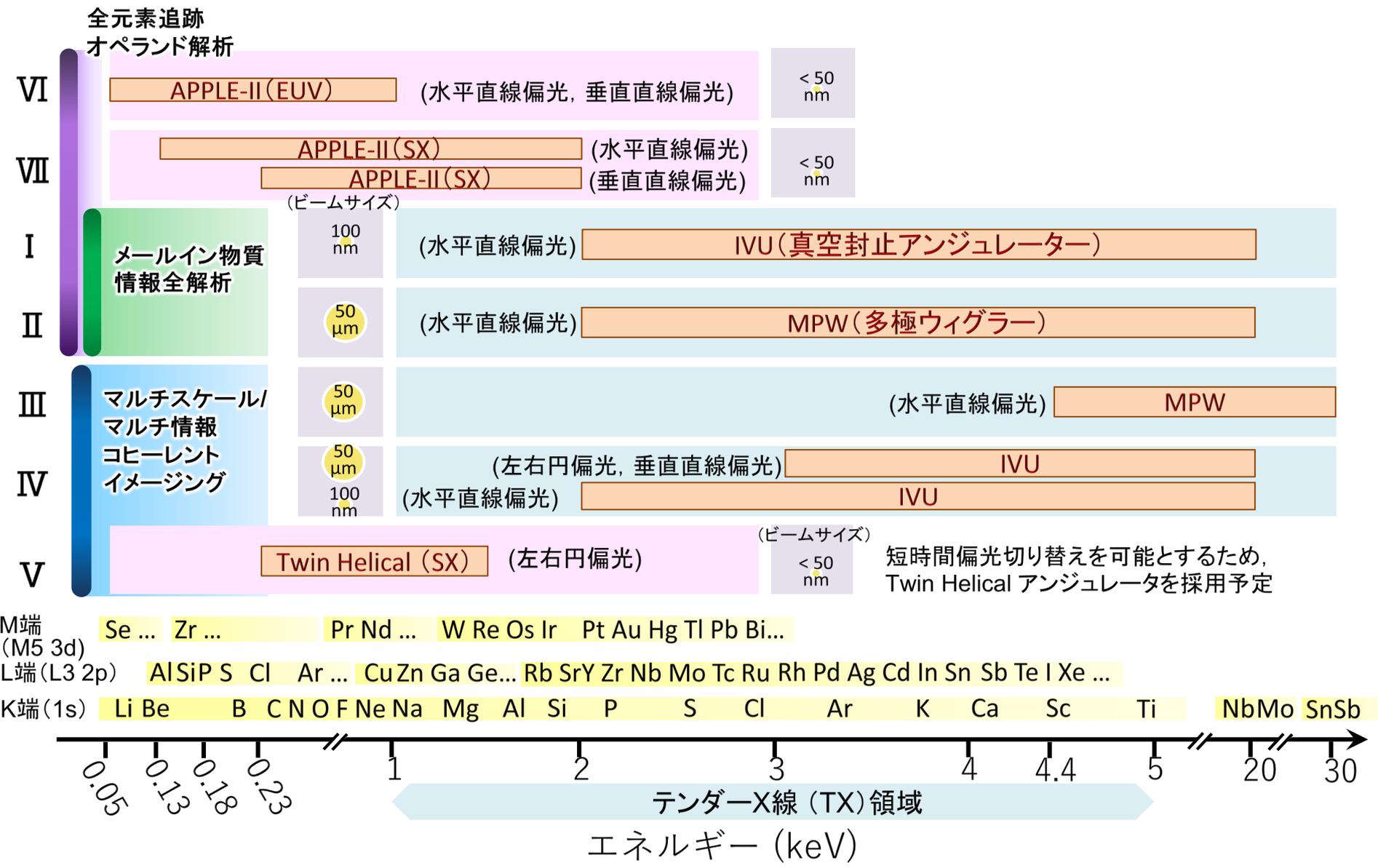
(従来) 複数の放射光施設をまたいでデータ収集

(次世代放射光) → 7本のコアリジョンBLの横断的利用により, 効率よく必要なデータを取得



横断利用に最適化したビームラインのラインナップをデザイン

コアリションBLの光源とエネルギー範囲



地域パートナー COALITION Beamline 7本

- | | | | |
|---------------|------------|--|-------------------|
| BL-I | (U) | X線オペランド分光 | 分岐: メイン 1, ブランチ 1 |
| | | HX: 2-20 keV, Beam Size: 100 nm | |
| BL-II | (W) | X線構造-電子状態トータル解析 | 分岐: メイン 1, ブランチ 2 |
| | | HX: 2-20 keV, Beam Size: 50 μm | |
| BL-III | (W) | X線階層的構造解析 | 分岐: メイン 1, ブランチ 2 |
| | | HX: 4.4-30 keV, Beam Size: 50 μm | |
| BL-IV | (U) | X線コヒーレントイメージング | |
| | | HX: 2-20 keV (偏光に依存), Beam Size: 100 nm or 50 μm | |
| BL-V | (U) | 軟X線磁気イメージング | |
| | | SX: 0.18-4 keV (円偏光), Beam Size: < 50 nm | |
| BL-VI | (U) | 軟X線電子状態解析 | 分岐: メイン 1, ブランチ 1 |
| | | SX: 0.05-1 keV, Beam Size: < 50 nm | |
| BL-VII | (U) | 軟X線オペランド分光 | 分岐: メイン 1, ブランチ 1 |
| | | SX: 0.13-1 keV (偏光に依存), Beam Size: < 50 nm | |

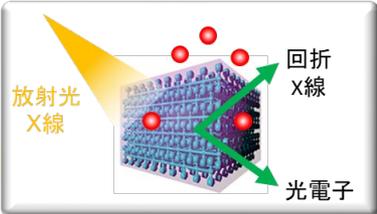
国が整備する Beamline 3本

- | | | | |
|----------------|------------|--|--|
| BL-VIII | (U) | 軟X線ナノ光電子分光 | |
| | | SX : 0.05-1 keV, Beam Size: 50 nm - 10 μm | |
| BL-IX | (U) | 軟X線ナノ吸収分光 | |
| | | SX : 0.13-2 keV (偏光に依存), Beam Size : 50 nm - 10 μm | |
| BL-X | (U) | 軟X線超高分解能共鳴非弾性散乱 | |
| | | SX : 0.25-1 keV, Beam Size : < 500 nm | |

ビームライン仕様決定

BL-I 材料内部の構造と電子状態

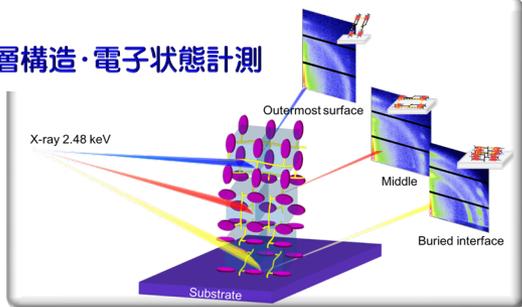
テンダーX線～硬X線
オペラド光電子分光・回折計測



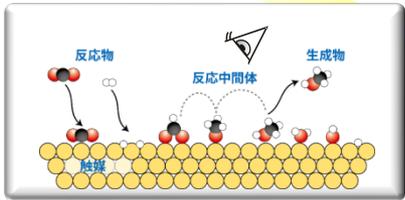
BL-II 階層構造と電子状態・化学状態

テンダーX線～硬X線

階層構造・電子状態計測



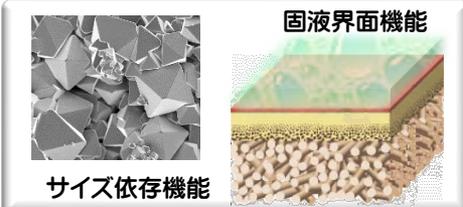
BL-VII 材料表面の電子状態・化学状態



軟X線 雰囲気オペラド分光計測

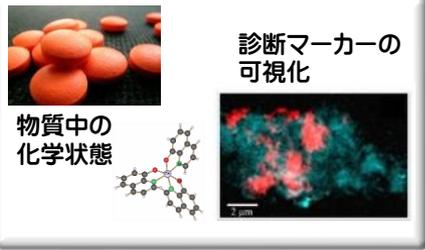
BL-VI

ナノ空間の機能電子状態可視化



軟X線 高分解能電子状態計測

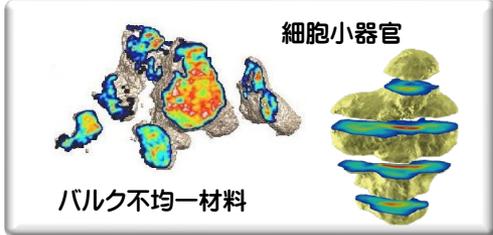
BL-III 物質と機能の階層構造



硬X線イメージング、
トモグラフィ計測

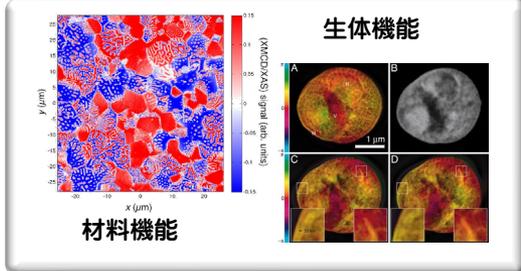
BL-IV

3次元ナノ構造 機能相関



テンダーX線～硬X線
コヒーレントイメージング計測

BL-V 機能分布・発現機構



軟X線～テンダーX線
先端機能磁気イメージング計測





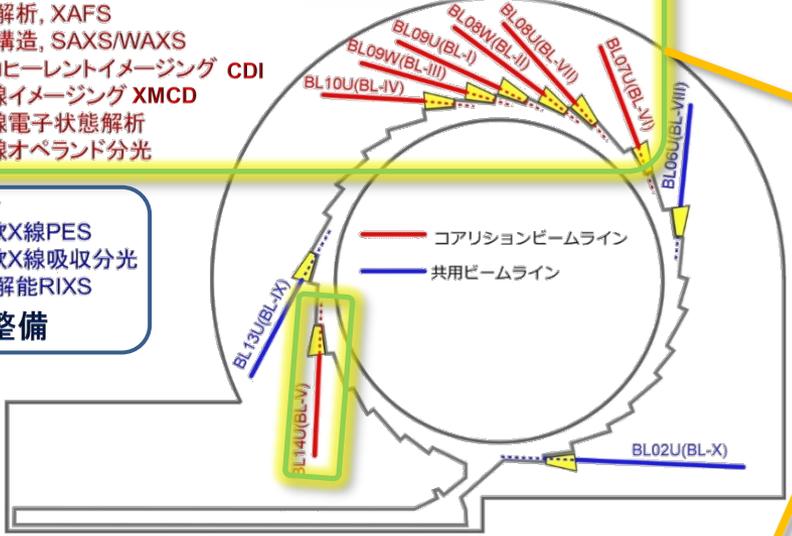
コアリション (Coalition) ビームラインの構成

基盤ビームライン7本 (最大15ステーションを整備)

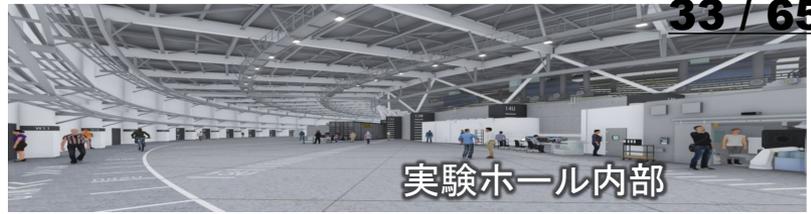
硬X線4本 (~30keV) 軟X線3本

- コアリションビームライン
 - BL-I (硬): X線オペランド分光, HAXPES
 - BL-II (硬): 構造解析, XAFS
 - BL-III (硬): 階層構造, SAXS/WAXS
 - BL-IV (硬): X線コヒーレントイメージング CDI
 - BL-V (軟): 軟X線イメージング XMCD
 - BL-VI (軟): 軟X線電子状態解析
 - BL-VII (軟): 軟X線オペランド分光

マルチモーダル計測を容易にするビームライン配置



- 共用ビームライン
 - BL-VIII (軟): ナノ軟X線PES
 - BL-IX (軟): ナノ軟X線吸収分光
 - BL-X (軟): 高分解能RIXS
- 国・QSTが整備



実験ホール内部

協力: 理化学研究所、東京大学物性研究所

DX時代の多彩な活用を実現するメイン・ブランチ分岐方式

メイン: 先端計測、イノベーションベンチの導入 ブランチ: ルーチン計測、リモート、メールイン

○ 真空封止型アンジュレータ光源 (BL-I) 2分岐を検計
ダイヤモンド薄膜結晶による振幅分割

ブランチ分岐をリモートでDX化

○ MPW光源 (BL-II, III) 3分岐を検計
結晶分光器による波面分割

ブランチでもSPring-8を上回る強度 (5×10^{11} 光子/s)

活用分野

- BL-I: 触媒、電池、水素エネルギー、エレクトロニクスデバイス、構造材、新材料、細胞工学、創薬、構造生物学、歯学、環境科学、農学
- BL-II: 触媒、電池、水素エネルギー、エレクトロニクスデバイス、環境科学
- BL-III: 触媒、ソフトマター、アモルファス、食品科学、創薬・製薬、歯学、バイオテクノロジー、ヘルスケア、水素エネルギー、エレクトロニクスデバイス、文化財、考古学、芸術、環境科学
- BL-IV: 触媒、エレクトロニクス、ナノマシン、ナノ材料、生体軟組織、構造生物学、構造材、ソフトマター、農学、環境科学、レオロジー、トライボロジー
- BL-V: スピントロニクス、固体物理学、磁性、磁気記録、触媒、電池、食品科学、バイオテクノロジー、水素エネルギー、エレクトロニクスデバイス、ヘルスケア、医学、農学、構造生物学
- BL-VI: ナノテクノロジー、量子コンピューター、触媒、電池、バイオテクノロジー、食品科学、水和反応
- BL-VII: 触媒、電池、水素エネルギー、エレクトロニクスデバイス、環境科学、表面化学



イノベーションベンチ例

超臨界装置: Nanoparticles

CFRP製造装置: Carbon fiber

分岐デザインとビームライン分岐の実例

硬X線ビームの分割方法

振幅分割方式 BL-I で採用予定

分光結晶(ダイヤモンド単結晶) ⇒ 振幅分割方式

波面分割方式 BL-II, III で採用予定

分光結晶(Si単結晶) ⇒ 波面分割方式

軟X線ビームの分割方法

波面分割方式 BL-V, VII で採用予定

$2\theta = 4^\circ$

平面ミラー(表面Auコート) 反射率 約80% @ 1 keV

エッジを鋭く研磨したミラー ⇒ 購入可能

既存放射光施設におけるビームライン分岐の例

○ SPring-8 BL12XU **ダイヤモンド薄膜結晶による振幅分割**
C. Yong et al., AIP Conference Proceedings 705, 340 (2004).

エネルギー可変であるが、変更時間に時間と手間の問題
 ⇒ **コアリジョン BL-I** ではエネルギー固定で使用。
 上記問題を回避して効率的利用を実現。

○ SACLA: SXFEL (日本)、FLASH(独)
ミラーによる波面分割

Sharp mirror edge
 Grazing incidence

Delay: $(-3 < 0 < 20)$ ps

R. Mitzner et al., Opt. Express 16, 19909 (2008).

実例では、30~200 eVを対象としているが、エネルギー範囲はDelay回路によって制限されていると考えられるので、1000 eVでも実用可能と考える。

○ Diamond Light Source (UK) I15

**分光結晶による分岐と類似原理
 マスクによる波面分割**

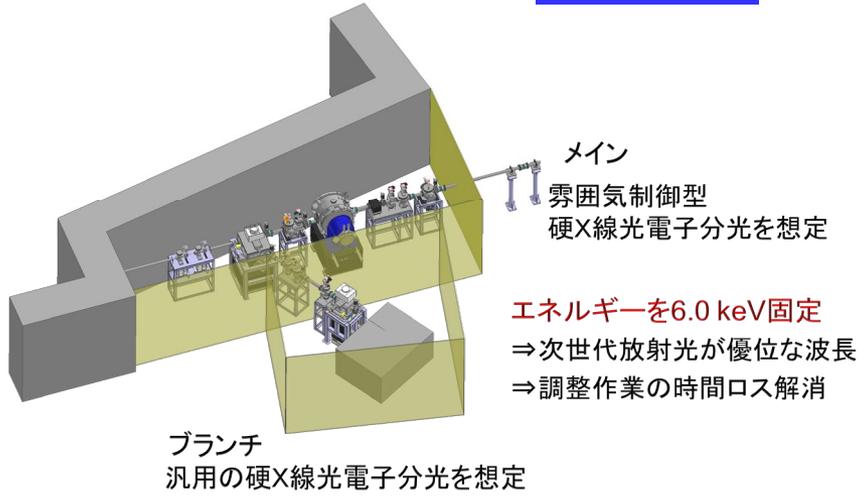
コアリジョン BL-II, III と同種光源
 MPWビームラインでの分岐実例

<https://www.diamond.ac.uk/>

次世代放射光 コアリションビームラインの分岐技術

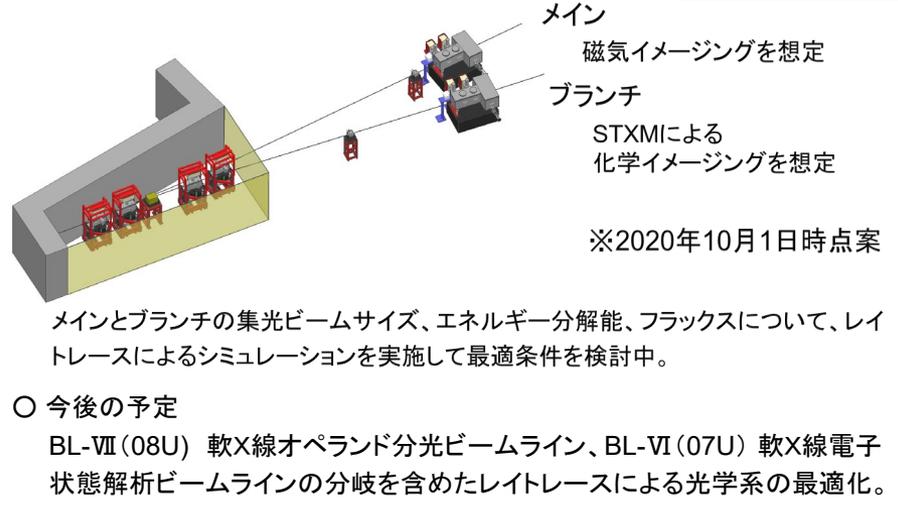
BL-I (09U) X線オペランド分光ビームライン構成

ダイヤモンド薄膜結晶による振幅分割 **硬X線 2分岐**



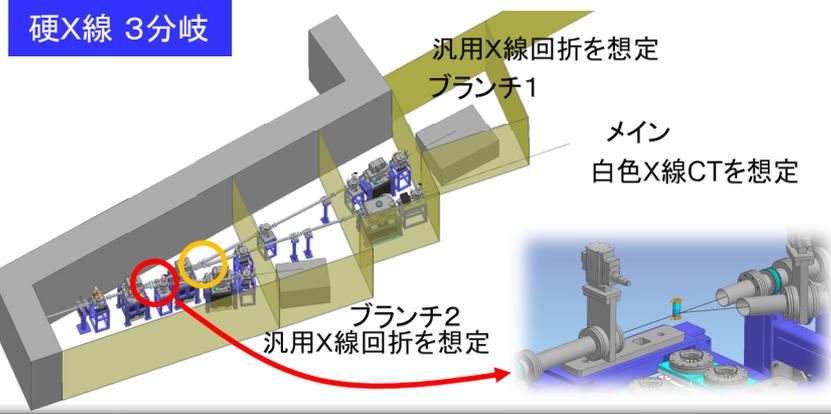
BL-V (14U) 軟X線磁気イメージングビームライン構成

高精度エッジ処理ミラーによる波面分割 **軟X線 2分岐**

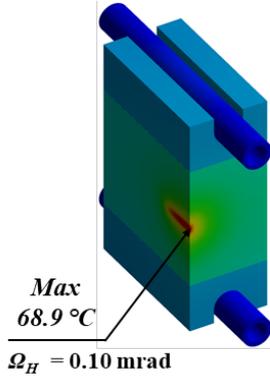


BL-III (09W) X線階層的構造解析ビームライン構成 ⇒ BL-II (08W)も分岐方式は同様

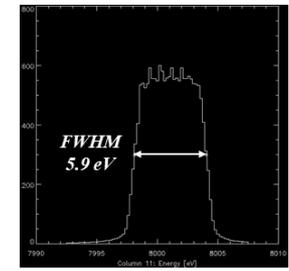
Si分光結晶による波面分割



熱負荷評価



エネルギー分解能評価



光量評価

$5 \times 10^{11} \text{ Ph/s}$

上記の条件において、
 光量はSP8 BM-BLの
 典型値を約5倍上回る。

$\Delta E/E = 7.3 \times 10^{-4}$

$E = 8.0 \text{ keV} (\theta_B = 14.3 \text{ deg})$

その他のWG

- ▶ **COVID-19対策チーム** (2020/3/20設置)
 - ▶ 3社と共同研究開始。
 - ▶ うち1社はNEDO大型プロジェクトに申請中
 - ▶ 農学研究科内に「SRIS抗菌抗ウイルス研究ユニット設置」(8/1付)
 - ▶ FSによるオゾン, 光触媒などのウイルス不活化研究開始
- ▶ **データサーバ・ネットワークWG** (2020/8/20設置)
 - ▶ サイバーサイエンスセンターと連携
 - ▶ サイバーフィジカル共同研究, スーパーコンピューター利活用
 - ▶ 1次ストレージ, 超高速光ファイバー敷設計画の推進
 - ▶ データセンター構想推進 (サイエンスパークと連携)
- ▶ **液体ヘリウムWG** (2020/8/20設置)
 - ▶ ヘリウム回収システム構築
- ▶ **液体窒素・高圧ガスWG** (2020/10/7設置)
 - ▶ in-situ測定用高圧ガス関連の種々の問題解決
- ▶ その他
 - ▶ ソフトマテリアル研究拠点WG
 - ▶ 国際サミット実行委員会
 - ▶ 小学生絵画コンクール実行委員会
 - ▶ 放射線安全性委員会への委員の出席

COVID-19対策チーム

2020年3月20日設置
2020年4月20日取り纏め

東北大学
国際放射光イノベーション・
スマート研究センター



SARS-CoV-2 (新型コロナウイルス) 感染症 (COVID-19) 対策 のために期待される放射光技術

1. 創薬支援技術に関する研究 2020年4月20日取り纏め

Phase III 生きてウイルスの構造変異部位を可視化し、予測する計測・解析技術の確立

- 研究開発対象：ウイルスの構造解析、ダイナミクスの迅速計測技術
(例) 可視化されたウイルスのダイナミックな構造-化学状態変化と変異部位との相関研究

新たな解析技術の構築

Phase II 抗ウイルス剤の新規開発に資する高速・高確度計測プロトコルの構築

- 研究開発対象：ウイルス感染を阻害する薬剤とウイルス表在因子、
ウイルス増殖を阻害する薬剤と標的因子の相互作用計測技術
(例) 構造生物学的解析による薬剤の反応部位と親和性の可視化、
計算科学の活用による薬効の確度の高度化

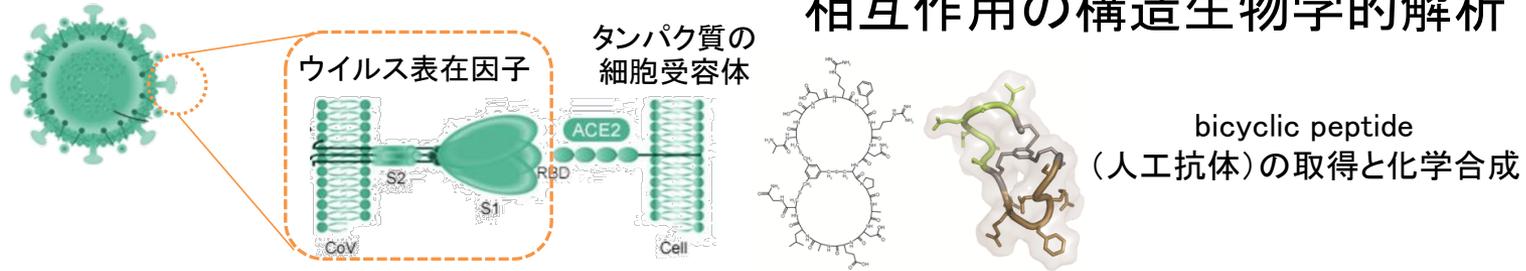
既存解析プロセスの高度化・高速化

Phase I 既存の抗ウイルス薬とウイルス、ヒト細胞の相互作用の研究

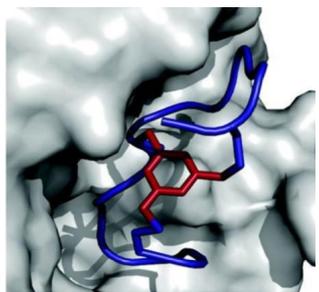
- 研究開発対象：ウイルスとヒト細胞の相互作用、
ウイルス増殖制御因子の構造生物学的計測技術
(例) COVID-19タンパク質に対する人工抗体の開発および
(感染・非感染)細胞内元素動態の解析

研究提案例A: ウイルス感染を阻害する抗体医薬とウイルス表在因子の相互作用の構造生物学的解析

<https://www.nordichiosite.com/news/sars-cov-2-2019-ncov-antigens>



課題



放射光施設

感染反応のトリガーを精密に解析

試料選別
詳細構造

実験室系

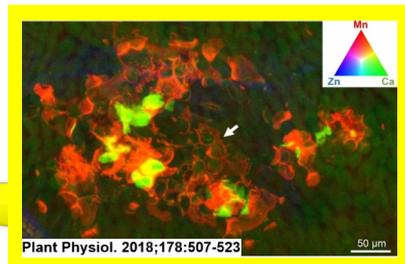
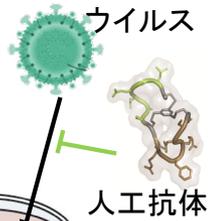
蛍光顕微鏡
イメージング



- 抗体医薬反応部位が感染制御因子の機能発現を確かに阻害している状態を精密に可視化する。
- この情報を利用したシミュレーションによって薬効の最適化を図り、さらに強力な薬剤開発へ展開する。

<https://www.efmc.info/medchemwatch-2011-3/researcher.php>

次世代放射光の将来活用



構造評価、 フィッティング

人工抗体の改良

ハイスループット計測、計算科学等と融合した次世代放射光計測が、ウイルス変異予測と連動した創薬技術開発を加速

変異予測

次世代放射光による可視化

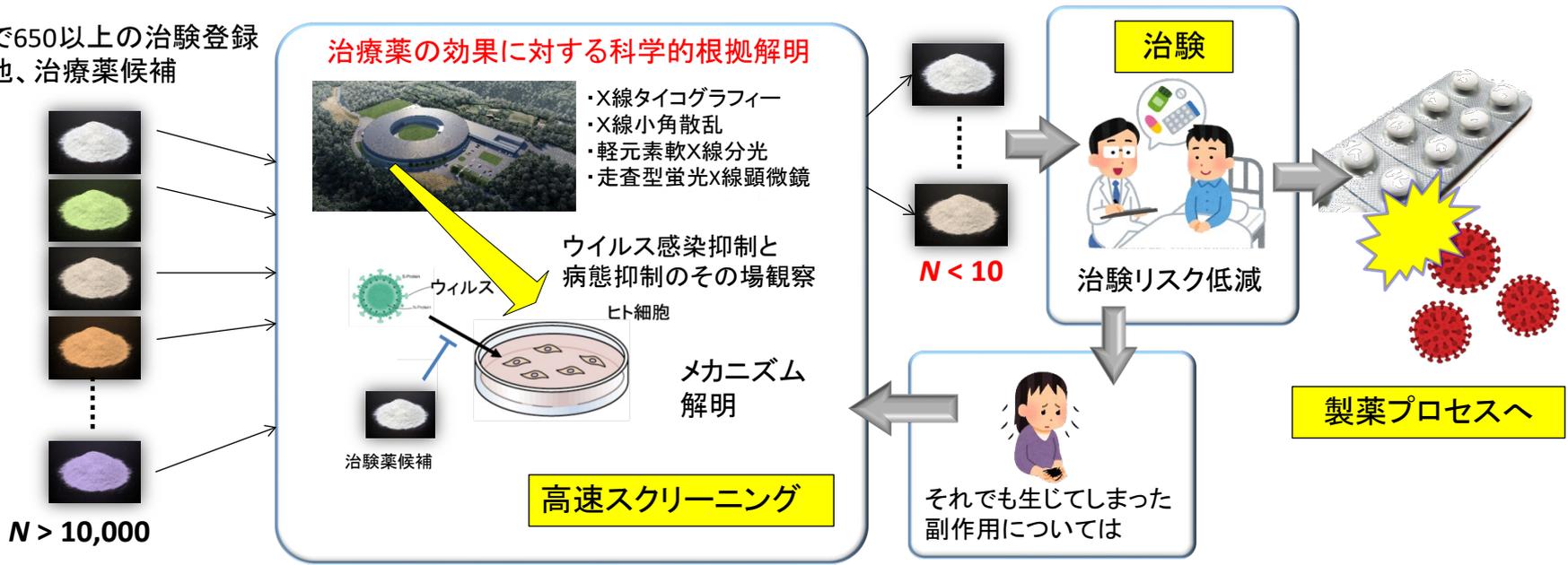
■ 研究提案例B-1: ウイルス変異の予測と併せた治験サイクルの高速化

課題: 治療薬・ワクチンの早期開発

至急、全世界200万人以上の感染者に直ちに有効な治療薬を届け、
 順次、全世界約80億人に効果的なワクチンを接種する

次世代放射光の将来活用

- ・世界で650以上の治験登録
- ・その他、治療薬候補



創薬プロセス

製薬プロセス

研究提案例B-2: 創薬・製薬研究開発テーマと放射光計測活用例

創薬

高効率創薬 バイオ医薬品 ターゲット, 診断マーカー探索 モデル生物系構築

製薬

不純物解析 立体構造異性体などの多形制御 凝集状態制御

微小単結晶XRD **ターゲット・タンパク質/糖鎖等の立体構造解析**

肺炎球菌が宿主生物の細胞に取り憑くのに使われるシアリダーゼNanCの構造を解析。薬剤耐性肺炎球菌に対するワクチンと治療薬のターゲットとして検討。XRD(英Diamond)

タンパク質の微小多結晶体のハイスループット自動測定構造解析システム XRD(欧州ESRF)

粉末XRD **医薬品の品質管理** **小角散乱**

薬剤の品質管理を目的として、微量不純物、残留した溶媒、目的薬剤の多形結晶等の問題がないかを精密測定 XRD(英Diamond)

リンパ芽球性白血病向けバイオ医薬品エルウィニア L-アスパラギナーゼ 酵素(製品名Erwinase)の臨床グレード品質管理。立体構造異性体の検出, SAXS(英Diamond)

バイオ医薬品 モノクローナル免疫グロブリンG1抗体の低分子薬との抗体-薬物複合体。水中でのコロイド不安定性を発見, SAXS(仏SOLEIL)

フラグメント・スクリーニング

微小単結晶XRD **粉末XRD**

evotec

フラグメント・スクリーニングのためハイスループット装置を英国the Structure Genomics ConsortiumとDiamond Light Sourceが開発。浸漬～結晶化～測定～解析までの各段階を自動化、測定までのXRD(英Diamond)

抗ウイルス薬開発

イメージング **X線分光**

有機オスミウム剤の卵巣がん細胞内の分布を測定、ミトコンドリアに入り込むことを発見 XRF(欧州ESRF)

抗腫瘍活性Ga化合物の化学状態と細胞内分布の可視化 KAS, XRF(英Diamond)

診断マーカー探索

X線分光

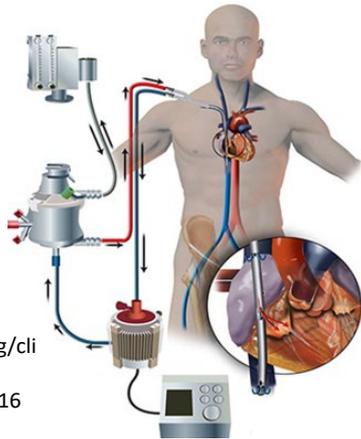
アルツハイマー病変部で酸化還元活性のある鉄元素を見だし、さらに反強磁性秩序状態にあることを発見。アルツハイマー痴呆症の初期段階でのNMR等での診断の可能性 XAS, XMCD(英Diamond)

モデル生物系の開発

イメージング

ヒト幹細胞の内部構造の3次元可視化など μ CT(米APS)

2. 生命維持・治療技術、診断技術、感染拡大防止技術に関する材料開発



PennMedicine.org/cli
nical-briefings
FY-16_10007 05.16

生命維持・治療装置材料

(例)体外式膜型人工肺(ECMO)材料の
開発

- ・高性能膜(フィルター)
- ・血栓形成を軽減する生体適合材料
- ・人工肺に組み込まれるセンサー

殺菌材料・プロセス

(例)界面活性剤利用の吸着殺菌
(例)ナノバブルの殺菌効果の応用

- ・100 nmサイズのウイルス内の化学状態分布のイメージング
- ・脂質二重膜エンベロープ構造を持つウイルスと界面活性剤の吸着状態の可視化

フィルター材料

(例)ナノ~マイクロフィルター材料の開発

- ・エアロゾルの挙動と化学状態の可視化
- ・フィルター製造工程の開発
- ・フィルター機能を活かした診断キットの開発

ウイルスを分解する光触媒材料

(例)光触媒材料の衣類、生活資材、
衛生材料、車両内装材への応用

- ・塗布加工技術の開発
- ・成膜プロセスの可視化
- ・光照射条件in situ 触媒反応の可視化
- ・耐久性等の評価(形状、化学状態)



3. 次世代の施設活用の標準化：

ロボット導入によるリモート実験 → オンラインディスカッション

→ 研究成果の流れを強化する

現状

リモート測定やメールイン測定は、世界の各施設それぞれが独自に実施しており、その形態は、常時スタッフがビームラインにおいて面倒を見ている場合も、完全自動化によって遠隔操作している場合もある。

課題

次世代の放射光施設の活用方法として、人の移動を伴わないリモート計測から、オンラインディスカッションを経て、研究成果まで繋げる一連の流れを可能とする環境の整備を、COVID-19の対策課題研究を推進しながら強化する。この流れを、放射光施設間アライアンス等を利用して国内外の放射光施設の次世代活用方法として標準化することを目指す。



国際放射光サミット

第1回 2019年4月22日 仙台
第2回 2020年4月24日 Zoom
第3回 2021年7月1日 ハイブリッド

東北大学
国際放射光イノベーション・
スマート研究センター



国際サミット:放射光を中核とするグローバルネットワークの拠点づくり

シリコンバレー・パリサクレールコンプレックス等の先進の海外施設の所長を集め開催



J. B. Hastings
SLAC USA

AOBA コミュニケ 2019年4月22日

- ・ 東北の仙台市で、次世代3 GeV放射光施設の建設を始められ、第一回次世代放射光イノベーションフォーラムを開催された日本に祝意を表す。このことは、日本の東日本大震災からの本格的な復興を世界に証明することである。
- ・ 放射光を利用した基礎研究や応用研究の利用を推進するために、大学、産業界、施設の連携を進める定期的なフォーラムとして開催する、世界規模のサミット会議を設置する。

1st International Forum for Innovation in Next Generation Synchrotron Radiation (SR)
21st-23rd April, 2019
Westin Hotel Sendai and Katahira Sakura Hall, Tohoku University, Japan

Invited International Guests:

 SOLEIL Director, Jean Dailant	 Stanford University, Prof. (research) Jerome Hastings	 APS Director, Stephen Streiffer
 PSI, Prof. Rafael Abela	 ESRF Science Director, Harald Reichert	 SLAC Director, Chi-Chang Kao
 RIKEN Spring-8 Center Director, Tetsuya Ishikawa	 NSLS-II Director, John Hill	 UC Berkeley, Prof. Roger Falcone
 NSRRC Director, Gwo-Huei Luo	 Host; President of Tohoku University, Hideo Ohno	 ALS Director, Stephen Kevan

21st April, Sunday
17:00-18:00 SR7 University Forum



東北大学が国際連携の強化を主導

『SR20 SUMMIT on COVID-19』

～ 第2回 国際フォーラム開催 2020/4/24

AOBA SUMMIT 2

SR20

April 24, 2020 (Fri)
From 3:00 pm JST / 6:00 am UTC
Online meeting by Zoom



TOHOKU
UNIVERSITY

SLAC, APS, NSLS-II, ALS, CHESS, ESRF, DESY, Euro-XFEL, SOLEIL, DIAMOND, MAX-IV, PSI, ALBA, Elettra, SPring-8, SACLA, Australian Synchrotron, PAL, PAL-XFEL, TPS & Tohoku University

Holding of the world's major synchrotron radiation facility summit

Agenda

- Chair: Jerome Hastings (Stanford University)
- Welcome: Hideo Ohno (President of Tohoku University)
 - Introduction of delegates
 - Approve of Agenda: Jerome Hastings
 - Highlights: SR activities to contribute overcoming the COVID-19 pandemic
 - Action Plan to activities to contribute overcoming the COVID-19 pandemic
 - Entire range of emergency cooperation
 - Consolidate of SR network with universities & Industry
 - Foster and strengthen the tele-utilization scheme globally
 - Closing: Atsushi Muramatsu (Director, International Center of Synchrotron Radiation Innovation Smart;SRIS)

USA

Europe

Delegations

Asia Oceania



Chi-Chang Kao
Director, SLAC National
Accelerator Laboratory
CKao@slac.stanford.edu



Jerome Hastings
(Chair, AOBA SUMMIT)
Professor, SLAC National
Accelerator Laboratory
jerryh@stanford.edu



Hideo Ohno
(Host, AOBA SUMMIT)
President, Tohoku University



Atsushi Muramatsu
(Co-host, AOBA SUMMIT)
Director, Tohoku University
International Center of SR
Innovation Smart (SRIS)

AOBA SUMMIT 2



Paul McIntyre
Director, SSRL
pcm1@stanford.edu



Michael Dunne
Director, LCLS
mdunne@slac.stanford.edu



Stephen Streiffer
Director, APS
streiffer@anl.gov



John Hill
Director, NSLS-II
hill@bnl.gov



Stephen Kevan
Director, ALS
skevan@lbl.gov



Andrew Peele
Director, Australian
Synchrotron, ANSTO
andrew.peele@synchrotron.
org.au



Roger W Falcone
Professor, UC Berkeley
President, American Physical
Society
rwf@berkeley.edu



Richard Garrett
Senior Advisor, Strategic
Projects ANSTO
garrett@ansto.gov.au



Luo, Gwo-Huei
Director, TPS
luo@nsrrc.org.tw



Joel D. Brock
Director, Cornell High Energy
Synchrotron Source
Cornell University
joel.brock@cornell.edu



Tetsuya Ishikawa
Director, RIKEN SPring-8
Center, SACLA
ishikawa@spring8.or.jp



In Soo Ko
Director, PAL-XFEL
isko@postech.ac.kr

AOBA SUMMIT 2



Francesco Sette
Director General, ESRF
sette@esrf.fr



Edgar Weckert
Head, DESY Photon Science
division
edgar.weckert@desy.de



Jan Lüning
Scientific Director, BESSY II
jan.luning@helmholtz-
berlin.de



Robert Feidenhansl
Chair of European XFEL
robert.feidenhansl@xfel.eu



Jean Dailant
Director, SOLEIL
jean.dailant@synchrotron-
soleil.fr



Andrew Harrison
CEO, DIAMOND Light Source
andrew.harrison@diamond.a
c.uk



Caterina Biscari
Director, ALBA
Chair, LEAPS (the League of
European Accelerator-based
Photon Sources)
cbiscari@cells.es



Claudio Masciovecchio
Director,
FERMI Free Electron Laser
claudio.masciovecchio@elettra.
eu



Ian McNulty
Director, MAX-IV
ian.mcnulty@maxiv.lu.se

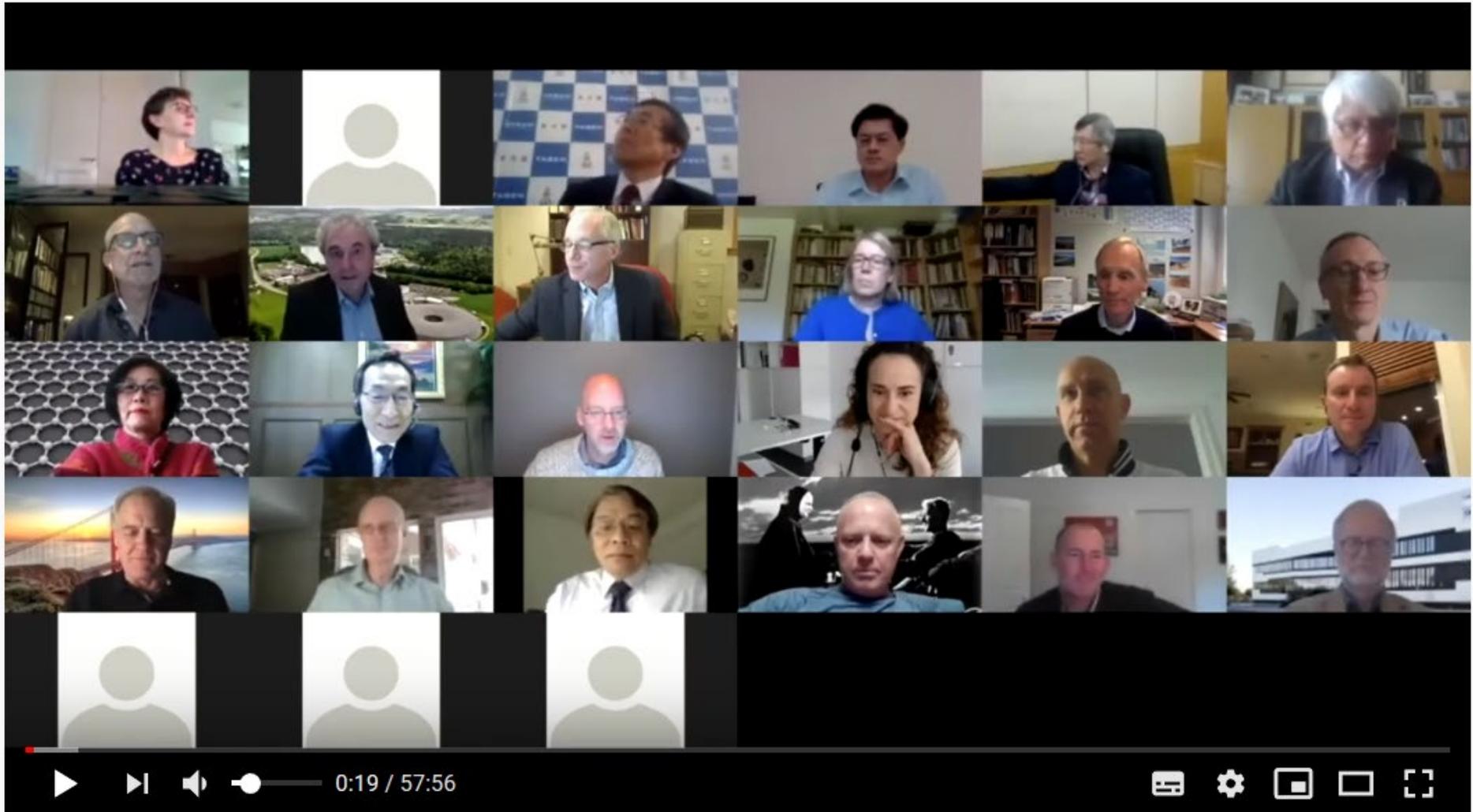


Gabriel Aeppli
Head, Photon Science
Division, PSI
gabriel.aeppli@psi.ch



Sven Lidin
Dean, Lund Univ.
President of IUCR
sven.lidin@chem.lu.se

議長： 大野東北大学総長



AOBA SUMMIT 2 (updated on May 10th, 2020)

⇒ 限定公開

第2回

リモート会議の様子

AOBA COMMUNIQUE 2

AOBA COMMUNIQUE 2 WORLD X-RAY SCIENCE FACILITIES ARE CONTRIBUTING TO OVERCOMING COVID-19

The COVID-19 pandemic is, more than ever, uniting scientists and the X-ray Science Facilities worldwide, in their sorrow for the loss of life and the suffering the virus has caused for the people around the world. They also express heartfelt admiration and lasting gratitude to all frontline health workers for their tireless dedication to treating the people impacted by the pandemic.

The international network of X-ray Science Facilities, composed of the X-ray Synchrotron Radiation and X-ray Free Electron Laser Facilities, is deeply engaged with overcoming the pandemic. The X-ray Science Facilities role is to create and implement scientific and technological research activities to effectively study, understand and contribute solutions to the COVID-19 pandemic, including new drugs, therapeutic strategies and medical equipment developments.

This engagement has already started worldwide, and many X-ray Science Facilities are carrying out research focused on the SARS-CoV-2 virus, and making available their instruments with rapid access and remote channels to scientists desiring to address specific COVID-19 research topics.

The X-ray Science Facilities gathered to align intents and strategies on “**development of alliances between universities, industry and facilities**” at their first SR9 Summit, which was held in Sendai, Japan in April 2019.

The X-ray Science Facilities, with the intent to further coordinate and strengthen their support of scientific research and solutions to the COVID-19 pandemic, assembled for a remote access video *SR20 Summit* on 23-24 April 2020. They shared their experience on facility activities in the recent weeks, and decided to develop a cooperative strategy across all facilities worldwide to work jointly to overcome the pandemic.

The X-ray Science Facilities adopted the following Action Plan:

- 1) Share information and contribute to the coordination of efforts across all X-ray Science Facilities on scientific research addressing the COVID-19 pandemic
- 2) Explore the establishment of a worldwide X-ray Science Facilities network including university and industrial users for a comprehensive mobilization of facilities
- 3) Study the development of a shared IT system to accelerate the process of information distribution, favor global cooperation among facilities, and enable the most rapid and effective access for scientific projects across facilities
- 4) Exchange experience on remote access and sample mail-in procedures by the user community to maintain and strengthen experimental activities without user travel.
- 5) Coordinate efforts of the X-ray Science Facilities with those of other analytical facilities as, for example, those using neutrons, cryo-electron-microscopy, lasers and nuclear magnetic resonance

2020年4月24日、東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センターが主催して、世界の主要X線科学研究施設、約20の代表者が、パンデミックのさなか、バーチャルなリモート会議に出席し、活発な議論を交わした。その結果、全施設が相互に連携して、COVID-19の克服のための研究開発を支援することなどを盛り込んだ、AOBA COMMUNIQUE 2 (公文書) が、緊急に採択された。

Delegates:



Prof. Dr. Hideo Ohno
President
TOHOKU University



Prof. Paul McIntyre
Director
SSRL



Dr. Stephen Streiffer
Director
Advanced Photon Source

 5/1/2020

Dr. John Hill
Director
NSLS-II



Prof. Andrew Peele
Director
ANSTO Australian Synchrotron



Dr. Tetsuya Ishikawa
Director
RIKEN SPring-8 Center



Dr. Francesco Sette
Director General
ESRF

Prof. Robert Feidenhans'l
Managing Director
European XFEL



Dr. Andrew Harrison
CEO
Diamond Light Source Limited



Dr. Chi-Chang Kao
Director
SLAC National Accelerator Laboratory



Prof. Michael Dunne
Director
LCLS



Dr. Stephen Kevan
Director
Advanced Light Source



Prof. Joel Brock
Director
CHESS



Dr. Gwo-Hui Luo
Director
NSRRC



Dr. In Soo Ko
Director
Pohang Accelerator Laboratory



Prof. Edgar Weckert
Research Director
DESY



Dr. Jean Daillant
Director
Soleil Laboratory



Dr. Caterina Biscari
Director
ALBA



Prof. Gabriel Aeppli
Professor, Head Photon Science Division
Paul Scherrer Institut, ETH and EPFL



Prof. Jan Lüning
Scientific Director
BESSY II @ Helmholtz-Zentrum Berlin



Dr. Ian McNulty
Director
MAX-IV



Dr. Claudio Masciovecchio
Director
FERMI Free Electron Laser

青葉コミュニケ2

世界中の X 線科学研究施設が取り組む COVID-19 の克服

COVID-19 パンデミックで、世界中の人々がコロナウイルスにより命を奪われ、病に苦しみ、悲しみに暮れる中で、全世界の科学者と X 線科学研究施設は、これまでになく、結束を強めています。そして、パンデミックに見舞われた人々の治療に最前線で携わる、すべての医療従事者の方々の弛まぬ献身に、心からの敬意と永遠の感謝の気持ちを表します。

X 線科学研究施設、すなわち、X 線放射光施設と X 線自由電子レーザー施設を結ぶ国際的なネットワークは、このパンデミックの克服に深く携わっています。これらの施設の役割は、新薬の開発、治療法、医療機器の開発において、COVID-19 パンデミックを調査し、知見を得、課題を解決するために、効果的な研究・技術開発を考案し、実行することです。

この取り組みはすでに世界中で始まっており、多くの X 線科学研究施設が、SARS-CoV-2 ウイルスに焦点を当てた研究で培った技術や設備を、COVID-19 に特化した研究テーマに取り組む科学者たちが迅速に利用する機会を与え、遠隔からネットワークを介して実験できる設備を提供しています。

2019 年 4 月、X 線科学研究施設は、日本の仙台で開催された最初のサミット“Summit Meeting of Innovation in SR”(SR9)に集まり、「**大学、産業、施設の連携の展開**」について、進むべき方向

2019年4月、X線科学研究施設は、日本の仙台で開催された最初のサミット“Summit Meeting of Innovation in SR”(SR9)に集まり、「**大学、産業、施設の連携の展開**」について、進むべき方向性と戦略を協議しました。

この度、X線科学研究施設がさらに協力、連携し、COVID-19パンデミックの研究と課題解決にむけた研究のサポートを強化することを目的として、2020年4月23～24日の第2回SR20サミットをWeb会議で開催しました。そして、世界中の施設が過去数週間にわたり取り組んできた経験を共有し、全施設が戦略に国際協力を展開することを決議しました。

集まったX線科学研究施設は、以下の活動計画を採択しました。

- 1) すべてのX線科学研究施設は、COVID-19パンデミックに対処する科学研究において、情報を共有し横断的な取り組みを発展させる。
- 2) あらゆる課題に施設を活用するために、大学および産業界の利用者とともに、世界的なX線科学研究施設ネットワークの構築を検討する。
- 3) 情報の共有を促進し、施設間のグローバルな協力を加速し、施設横断的な科学プロジェクトに最も迅速かつ効果的に取り組めるよう、ITシステムの研究開発を推進する
- 4) 利用者が施設へ移動することなく、利用者が遠隔操作で実験できるリモートシステムや、実験試料を送付して実験するメールインシステムの経験について情報を交換する。
- 5) X線科学研究施設と他の分析施設、例えば中性子、クライオ電子顕微鏡、レーザー、核磁気共鳴などを用いる施設、との組織的な取り組みを進める。

(Provisional Program)

3rd International Forum for Innovation in Next Generation Synchrotron Radiation - SR Science in a Post-COVID-19 World -

1st July 2021

Tohoku University, Aobayama, Sendai, Japan

Organized by: Tohoku University

Co-organized by: National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST), Photon Science Innovation Center (PhoSIC)

Supporting Organizations: The University of Tokyo, National Institute for Material Science (NIMS), National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), RIKEN, Institute for Molecular Science (IMS)

Chair: Hideo Ohno (President, Tohoku Univ.)

Vice Chair: Motoko Kotani (Executive Vice President, Tohoku Univ.)

1. The International Symposium on Next Generation Engineering for Synchrotron Radiation Innovation

(On-site & On-line Hybrid Meeting)

Venue: TBA

10:00 - 10:10 Welcome Address Hideo Ohno (President, Tohoku University)

10:10 - 10:20 Congratulatory Address

TBD (MEXT)

Toshio Hirano (President, QST)

Masaki Takata (President, PhoSIC)

10:20 - 11:20 Plenary Lecture (TBC)

Francesco Sette (ESRF, Director, France)

Challenge of ESRF-EBS towards post-COVID-19

11:20 - 11:50 Keynote Lecture 1 (Candidates, TBC)

Rob Lamb (Canadian Light Source, Director, Canada)

Perspective of Canadian light source for agricultural science

12:00 - 13:00 Lunch Break

13:00 - 14:00 Keynote Lectures 2 and 3 (Candidates, TBC)

Sakura Pascarelli (European XFEL, Scientific Director)

Current and future of ultra-high-speed X-ray absorption spectroscopy

Perspective of Canadian light source for agricultural science

12:00 - 13:00 Lunch Break

13:00 - 14:00 Keynote Lectures 2 and 3 (Candidates, TBC)

Sakura Pascarelli (European XFEL, Scientific Director)

Current and future of ultra-high-speed X-ray absorption spectroscopy

So Iwata (Department of Cell Biology, Kyoto University, Professor, Japan)

The role of SR-based life science in post-COVID-19

14:00 - 16:00 Lectures by Rising Stars of SR Science (Candidates, TBC)

Manuel Guizar Sicaïros (SLS, Beamline Scientist, Switzerland)

High-resolution non-destructive three-dimensional imaging of integrated circuits

Iradwikanari Waluyo (NSLS-II, USA)

Optimizing the growth of coatings on nanowire catalysts

Nicolas Jaouen (Synchrotron SOLEIL, SEXTANTS beamline, France)

Chirality in thin films and multilayers probed by soft x-ray (coherent) scattering

Kirsten M. Ø. Jensen (Copenhagen University, Denmark)

New nanostructures from total scattering

Alexandra-Teodora Joita-Pacureanu (ESRF, Junior Scientist, France)

Dense neuronal reconstruction through X-ray holographic nano-tomography

16:10 - 16:20 Closing Remarks

2. The 3rd International Summit of SR Innovation (On-site & On-line Hybrid Meeting)

Venue: TBA

Academia Members: Tohoku University, QST, NIMS, AIST, RIKEN, IMS

Facility Members: Representatives of SLAC, ALS, NSLS-II, APS, ESRF, SOLEIL, SLS, TPS, SPring-8/SACLA

Chair: Hiroyuki Fukuyama (Prof. Tohoku Univ.)

16:30 - Opening Address Hideo Ohno (President, Tohoku Univ.)

16:40 – 19:00 Summit Meeting

Chair: Jerome Hastings (Prof. Stanford Univ.)

19:10 - Closing Address

絵画コンクール

締切: 2月11日

現在, 審査中

東北大学

国際放射光イノベーション・

スマート研究センター



だい かい じせだい ほうしゃこう せんだい みらい かいが
第1回「次世代放射光と仙台の未来」絵画コンクール

応募期間：2020年12月1日(火)～2021年2月11日(木) (当日消印有効)

ぼしゅうきかん
募集期間
 えんちよう
延長!
 2/11まで!



対象：宮城県内の小学校1年生～6年生

科学や芸術の始まりは観察です。いま、仙台に世界最先端の光で「もの」を見る「巨大なけんび鏡」が2023年をめざして建設されています。完成すれば、ここには、「もの」をつくる世界中の人たちが、「ナノの世界」を見て、「なぜ？」をしらべるために集まります。

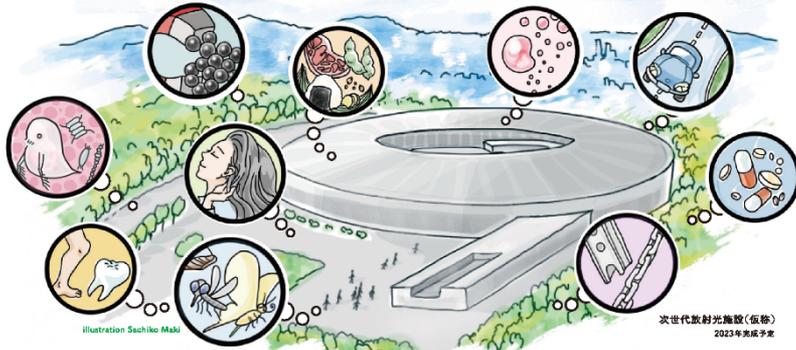


Illustration Sachiko Maki

次世代放射光施設(仮称)
 2023年完成予定

みなさんも、「みえたらいいな」を絵にえがいてみませんか？

特賞受賞者は、この施設が完成したとき、東北大学の研究者と一緒に、この「巨大なけんび鏡」を使って、見たいものを見ることが出来ます。

みなさんの作品をお待ちしています！

とくしょう

特賞

ナノワールド・チャレンジ賞 (1名)

次世代放射光施設の1ビームライン(主催者指定)の1日使用権・図書カード5,000円分

ひんてん

次賞

未来のひかり・デザイン賞 (1名)

図書カード5,000円分

こしょう

入賞

ナノ・サイエンス賞・ナノ・デザイン賞 (各5名)

図書カード1,000円分

さく

佳作

イノベーション・パートナー賞 (50名)

記念品

くわ

詳しくは、裏面や、ホームページをぜひご覧ください。

ナノの世界をのぞくと、未来がみえる!?

イラストでシンクロナン光を解説! 「みえたらいいな」のヒントもあるよ!



www.sris.tohoku.ac.jp/
nanoworld

応募要項

テーマ

「次世代放射光と仙台の未来」(未発表の作品、お一人一点に限ります)

あなたが詳しく見てみたい「もの」
 はなんですか?

身近な「もの」のナノの世界を想像
 しよう!

未来の暮らしの「みえたらいいな」
 を想像しよう!

対象

宮城県内の小学校1年生～6年生

応募期間

2020年12月1日(火)～2021年2月11日(木) 当日消印有効

応募方法

指定の大きさの画用紙に
 絵をえがく

画用紙の指定のサイズは「**ハフ切り**」または「**B4**」とします。画材は自由(絵の具、色鉛筆など)です。サイズをまもらない作品は受賞の対象となりません。

ハフ切り
 380×270mm

B4
 364×297mm

応募用紙を作品の裏面に
 貼る

応募用紙を下のQRコードまたはホームページからダウンロードして印刷してください。必要事項を記入のうえ、1作品に1枚貼り付けてください。



個人用応募用紙 印刷用応募用紙 ホームページ

郵送で応募する

封筒または箱に作品を入れてください。団体応募の場合は、団体用応募用紙をご記入の上、作品と一緒に送ってください。配達完了後は、応募者ご自身で確認できる郵送手段を選んでください。

※作品が折れないようにお送りください。

応募の宛先

〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1
 東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センター 絵画コンクール事務局

お問い合わせ

メールアドレス sris@grp.tohoku.ac.jp

入選発表

2021年3月末

東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センターのホームページ上で発表いたします。

■特賞・次点・入賞の方の表彰式を予定しています。■受賞作品は、次世代放射光施設内での展示を予定しています。■特賞の副賞1の実施にあたっては、受賞者と大学の担当者が、事前に研究テーマの設定や実験方法の打合せを行います。

同意事項

■作品が破損しないようにしっかりと梱包してください。到着時の作品の破損についての責任は負いかねます。■応募作品に関する所有権・著作権等の権利は、主催団体に帰属するものとします。※作品応募にあたってご提供いただきました個人情報、コンテスト運営上、必要な利用目的の範囲内(入賞者へのご連絡、賞状および副賞の発送、ホームページにおける発表)において利用いたします。■応募作品は返知いたしません。■応募作品の到着確認、審査結果などについてのお問い合わせにはお答えできませんので、あらかじめご了承ください。

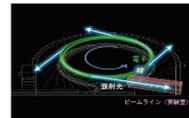
次世代放射光施設



完成予想図

2023年、仙台に「巨大な顕微鏡」(次世代放射光)ができます。

世界初の利用の仕組みが導入され、学術も産業界も研究開発に使うことが出来る新しい施設。地域と共に、新しい製品や技術を生みだし、国と世界をゆたかにするための、国家プロジェクトが進行しています。



資料1
 ビームライン(仮称)

放射光施設とは?

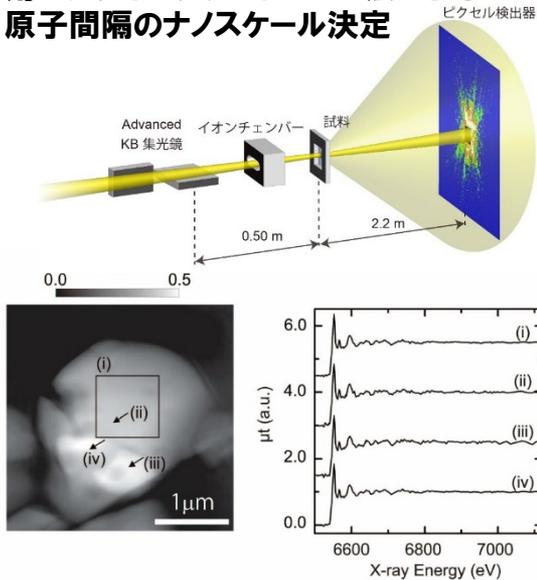
円形の次世代放射光施設では、ほぼ光の速さまで加速した電子ビームを、世界最先端の技術で細くしぼり、周回させています。電子ビームが曲げられたときに、明るく鋭い光「シンクロナン光」が放たれます。軽元素や遷移金属元素を見ることが得意な次世代の光。データ科学との融合などにより、計測技術も進化します。

Activities

東北大学
国際放射光イノベーション・
スマート研究センター



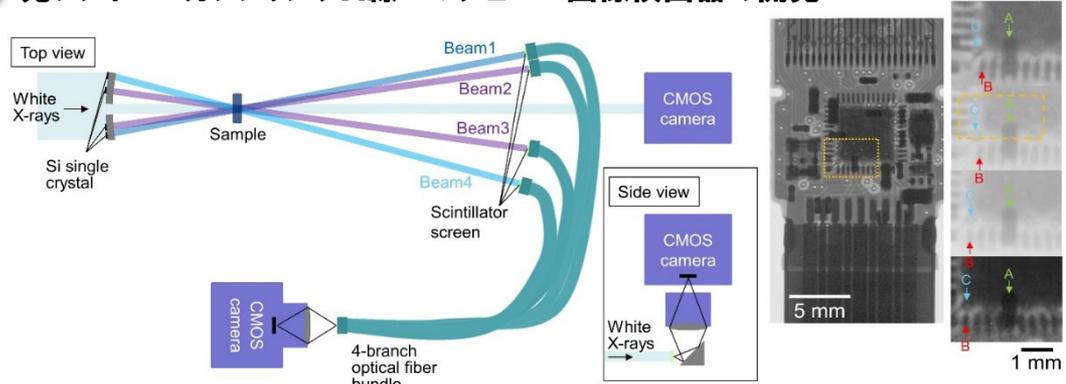
● Adv. Kirkpatrick-Baezミラー集光光学系を用いたタイコグラフィEXAFS法による原子間隔のナノスケール決定



MnO粒子の再構成像とEXAFSスペクトル
J. Synchrotron Radiat., 27, 455 (2020).

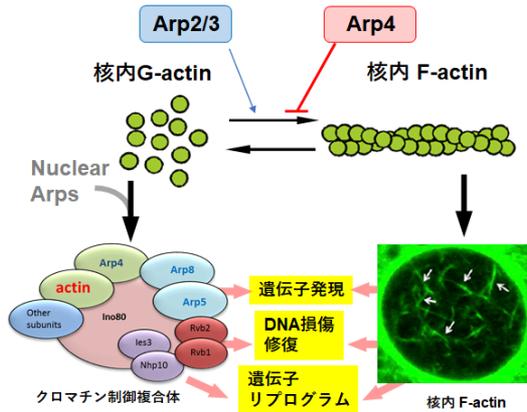
既に研究成果が続々と...

● 光ファイバカップリングX線マルチビーム画像検出器の開発



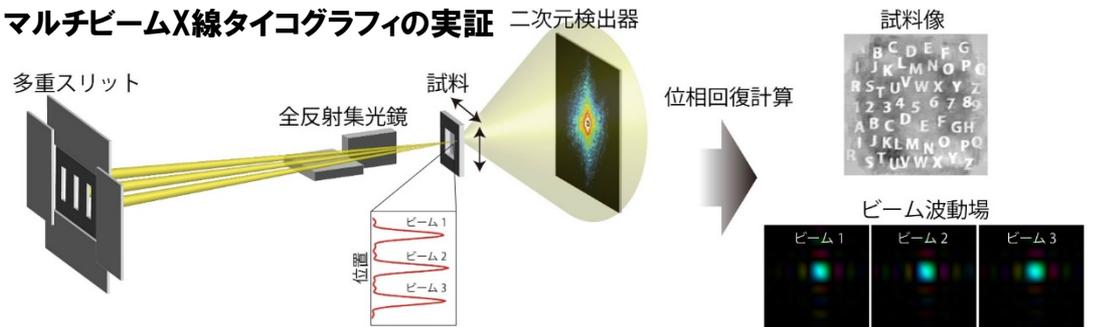
Jpn. J. Appl. Phys., 59, 038003 (2020).

● 細胞核内アクチン繊維形成によるゲノム機能制御機構解明



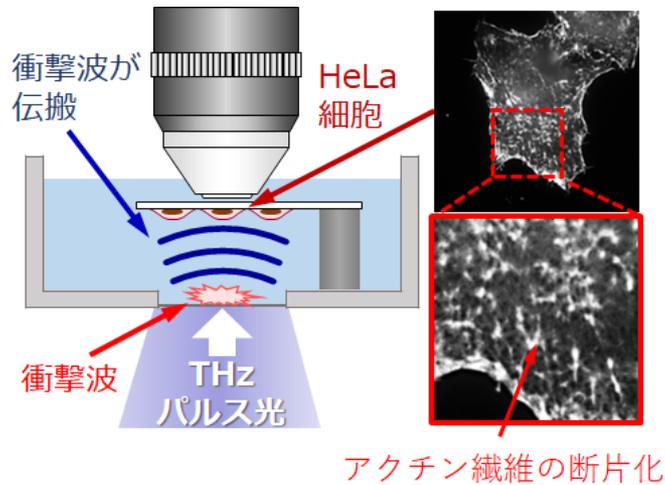
Cells, 9, 758 (2020).

● マルチビームX線タイコグラフィの実証 二次元検出器



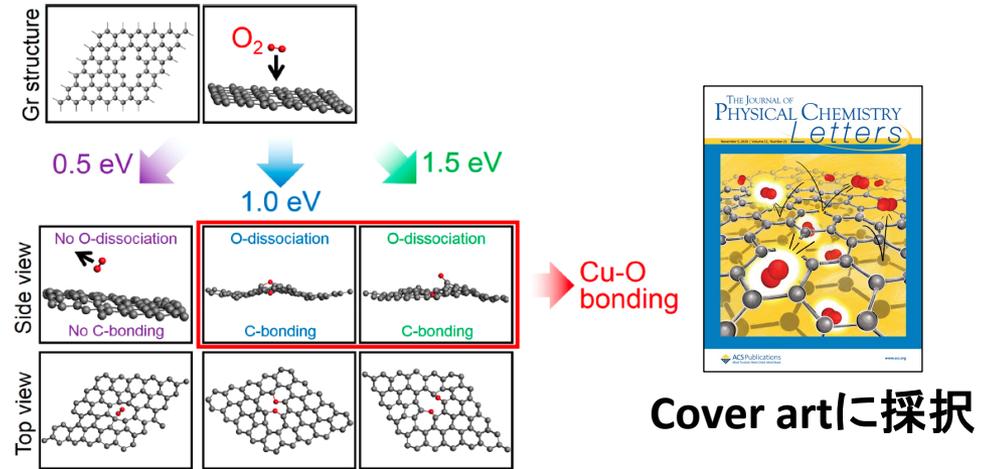
Opt. Express, 28, 1216 (2020).

自由電子レーザーからのTHzパルス光によるアクチン繊維断片化の発見



Sci. Rep., **10**, 9008 (2020).

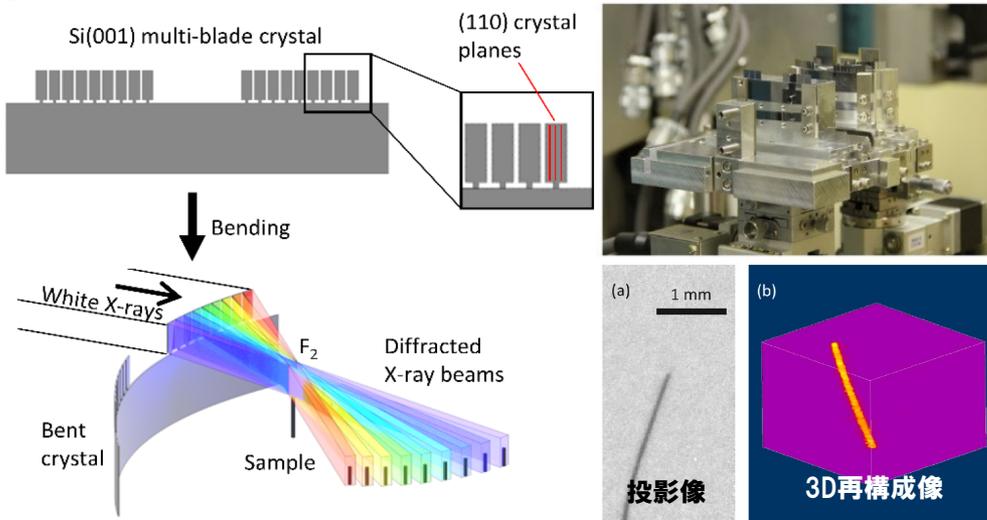
高速O₂分子のグラフェン非破壊透過を発見



Cover artに採択

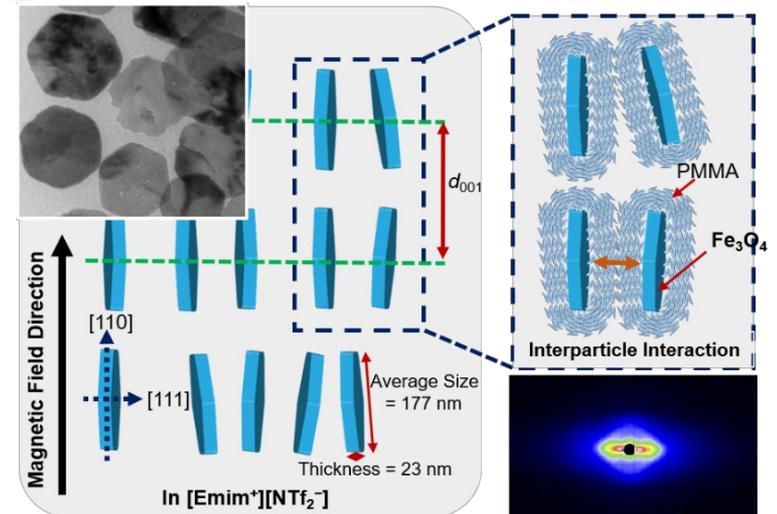
J. Phys. Chem. Lett. **11**, 9159 (2020)

ミリ秒X線CTのための放射光マルチビーム光学系の開発



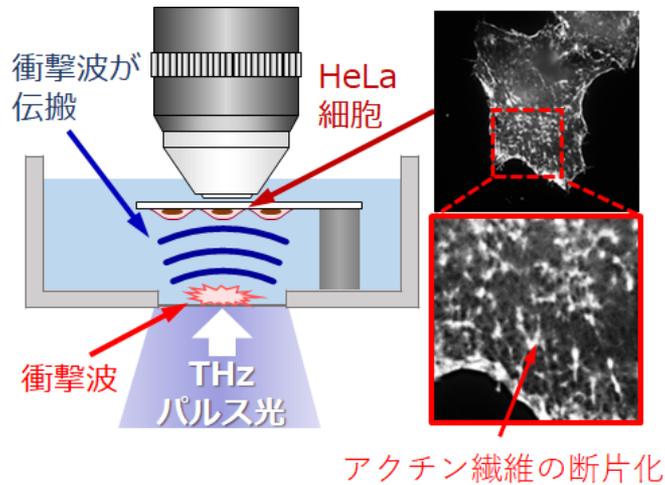
Optica, **7**, 514 (2020).

ナノ粒子液晶の USAXS による動的配向評価



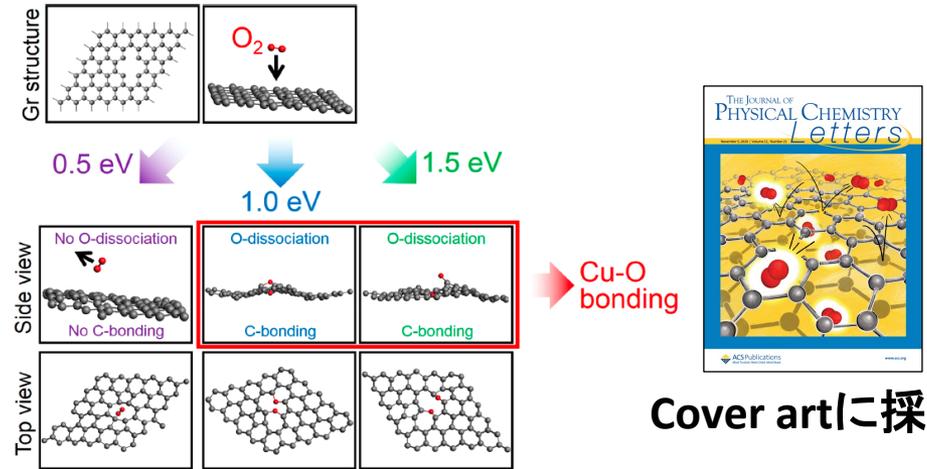
Nanoscale Adv., **2**, 814-822 (2020).

自由電子レーザーからのTHzパルス光によるアクチン繊維断片化の発見



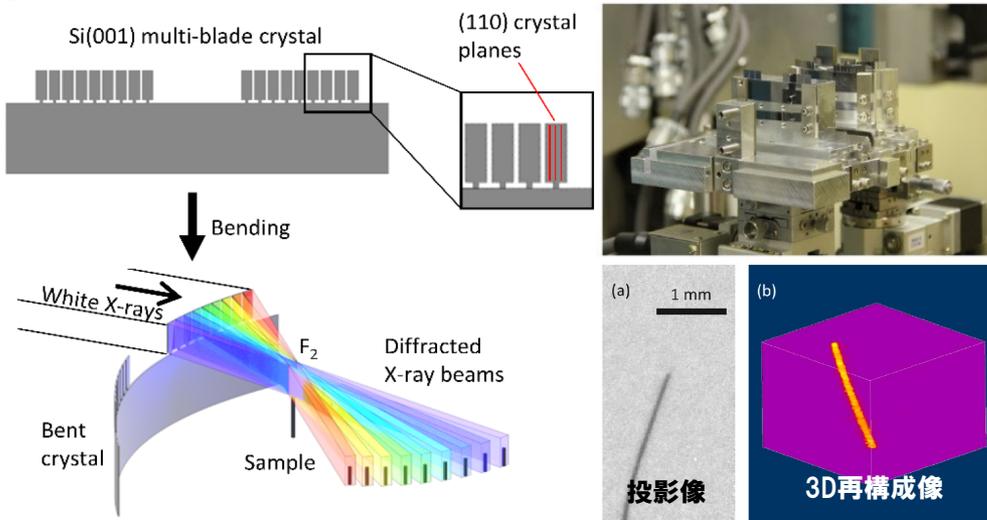
Sci. Rep., **10**, 9008 (2020).

高速O₂分子のグラフェン非破壊透過を発見



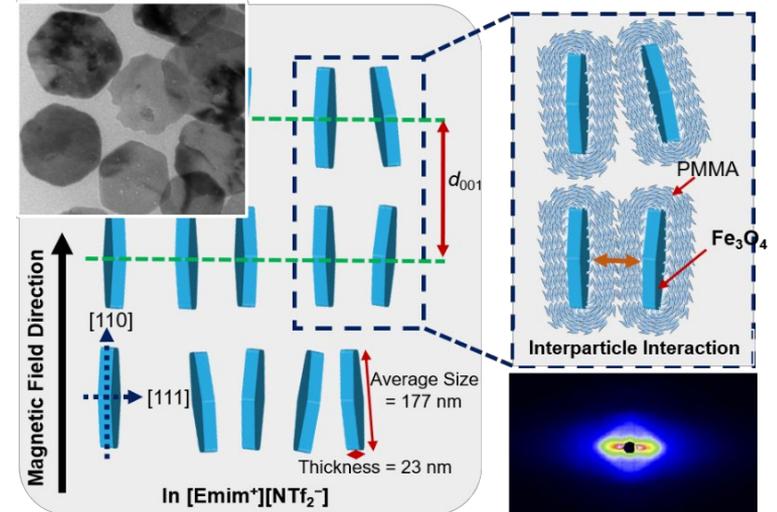
J. Phys. Chem. Lett. **11**, 9159 (2020)

ミリ秒X線CTのための放射光マルチビーム光学系の開発



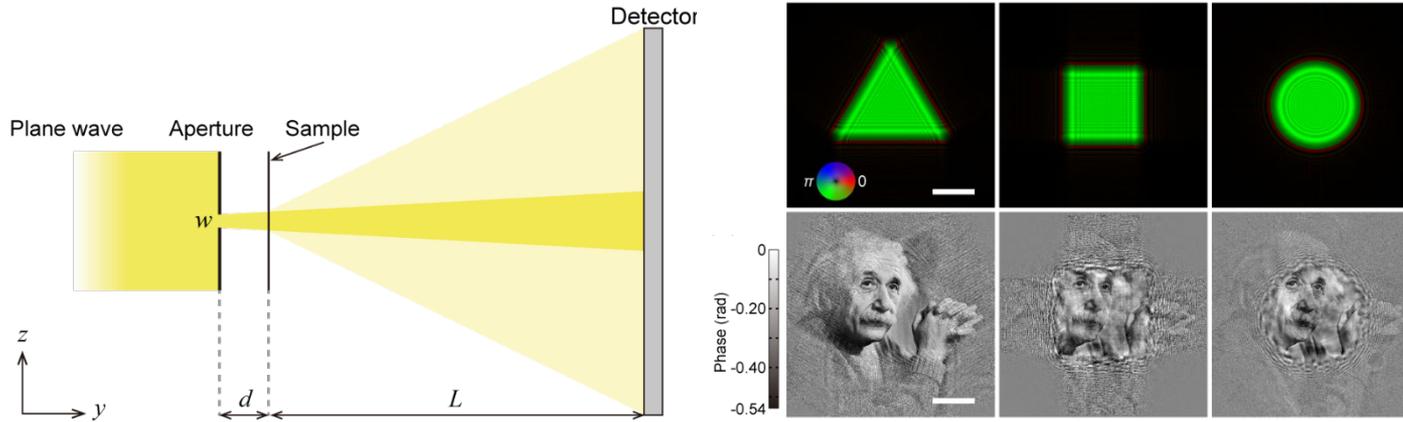
Optica, **7**, 514 (2020).

ナノ粒子液晶の USAXS による動的配向評価



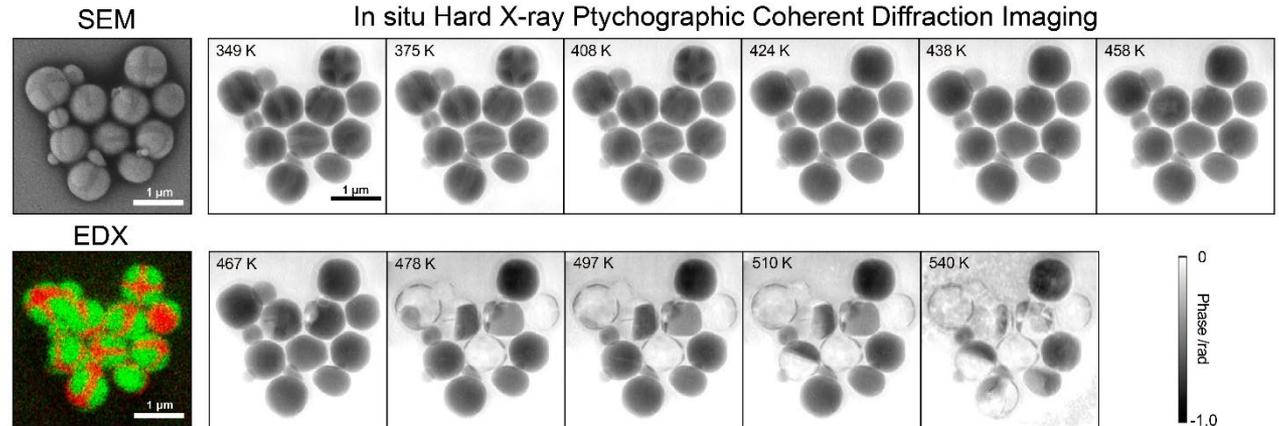
Nanoscale Adv., **2**, 814-822 (2020).

● 三角形開口を用いた非孤立物体のシングルフレームコヒーレント回折イメージング



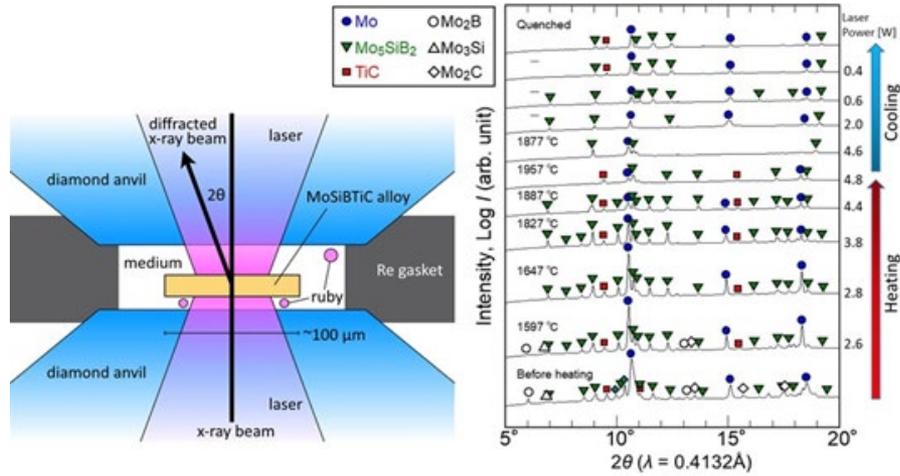
Optics Express, 29(2), (2021)

● その場X線タイコグラフィによるSn-Bi粒子の溶融過程における相転移のナノスケール可視化



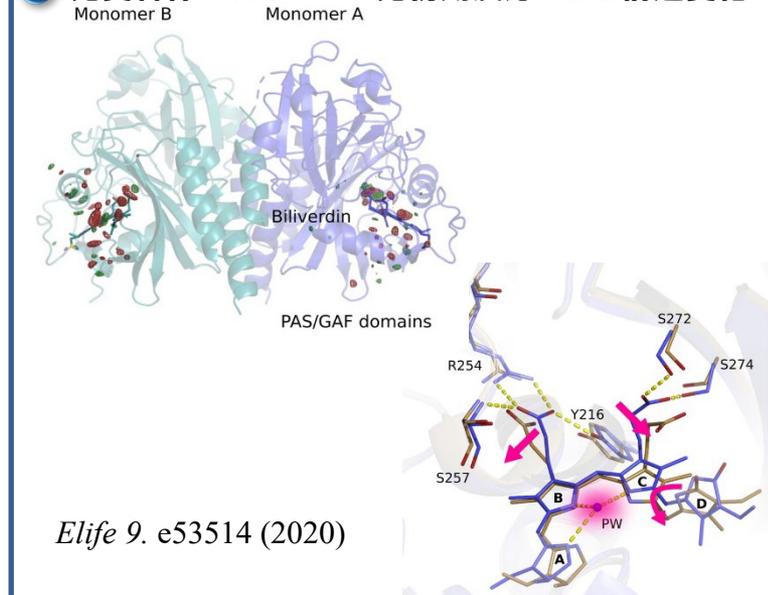
Microscopy and Microanalysis, 26, 878-885 (2020)

超高温その場X線回折によるMoSiBTiC合金の動的相変態過程の解明

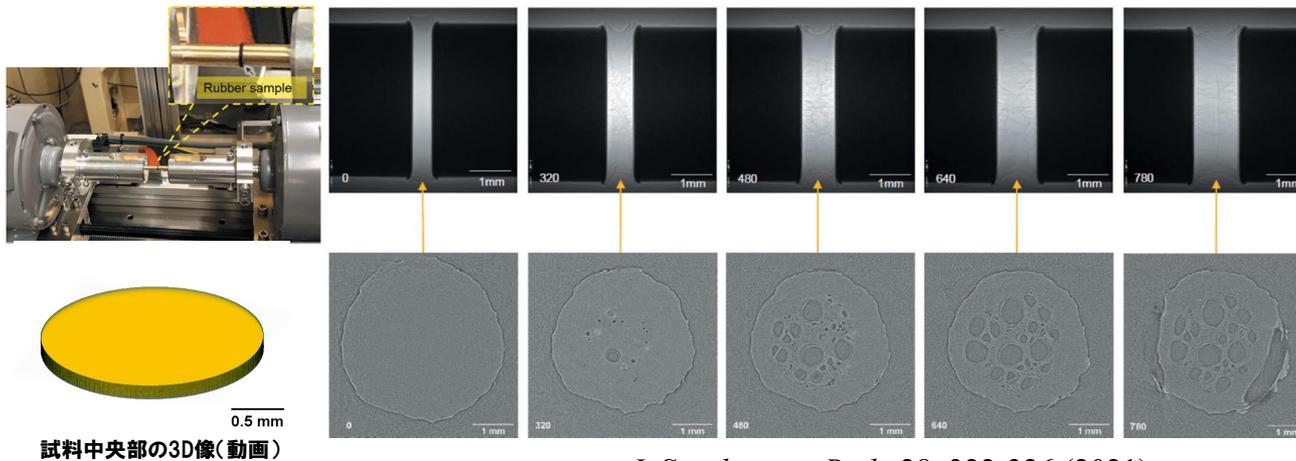


Materialia, 13, 100867 (2020)

光受容体フィトクロムの光初期反応による構造変化

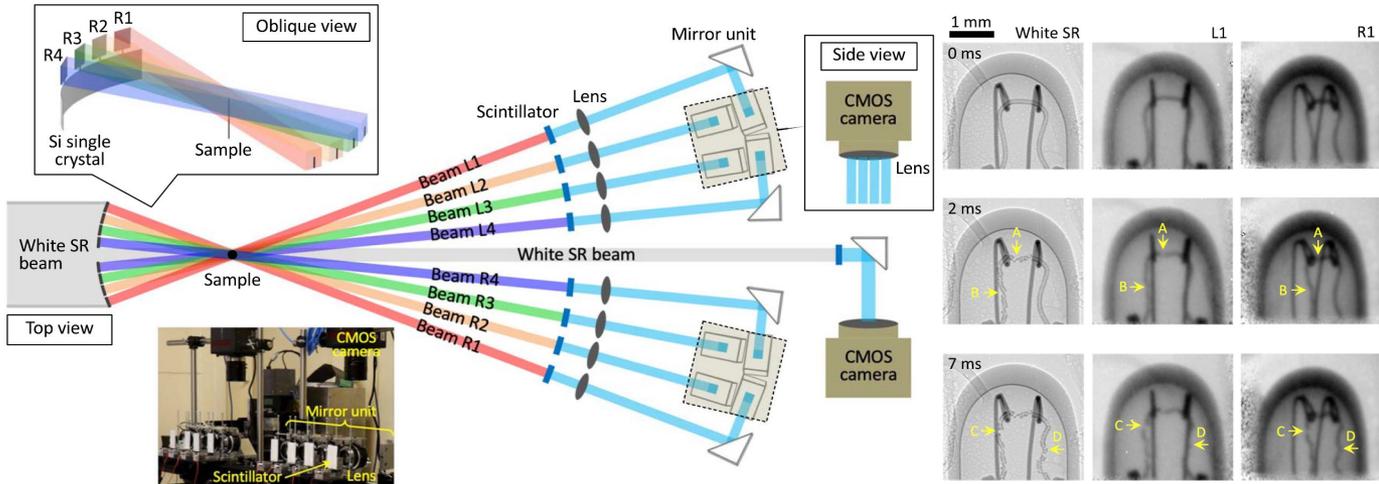


タイヤゴムの引張破壊過程をミリ秒リアルタイム3D観察



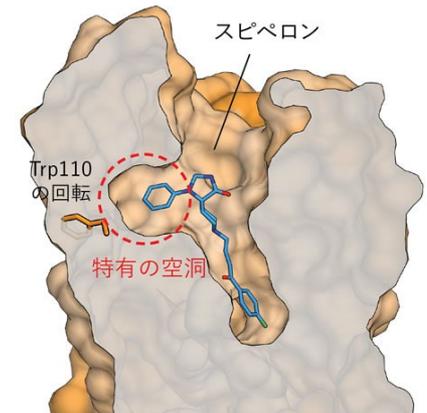
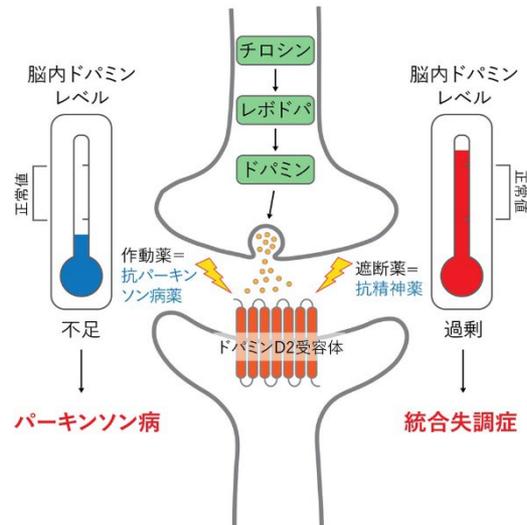
J. Synchrotron Rad., 28, 322-326 (2021)

● レンズカップリング型X線マルチビーム画像検出器の開発



Appl. Phys. Express, 13, 077002 (2020) (Spotlightsに選出)

● 統合失調症に関わるドパミン受容体の構造解明 — 副作用を抑えた薬の迅速な探索・設計が可能に —



Nat Commun 11, 6442. (2020)

世界最先端の ウイルス不活化技術の開発をスタート

- 新種のウイルス被害拡大に向けた不活化技術開発 -

説明者

東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センター センター長
村松 淳司 (むらまつ あつし)

東北大学大学院 農学研究科 教授
原田 昌彦 (はらた まさひこ)

ポエック株式会社 代表取締役社長
采女 信二郎 (うねめ しんじろう)

研究開発スケジュール概要

2020年7月

2021年

2022年

2023年

オゾン抗
ウイルスシステムの確立

安全性・効率性の高い
システム開発

オゾンの効果解析

ウイルス不活化メカニズム検証

オゾン抗ウイルス
システムの製品化

多様なウイルスに作用し安全性の高い
システム確立

放射光技術によるオゾンメカニズム解明～応用～製品開発

ナノバブル技術の応用～製品開発



Webサイト

http://sris.tohoku.ac.jp/

国立大学法人 東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センター
SRIS International Center for Synchrotron
Radiation Innovation Smart

TEL. 022-217-5204
〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1

Photon Science Innovation Center
PhoSiC 一般財団法人
光科学イノベーションセンター

TEL/FAX 022-752-2210
仙台市青葉区荒巻字青葉468番地1 レジリエント棟507

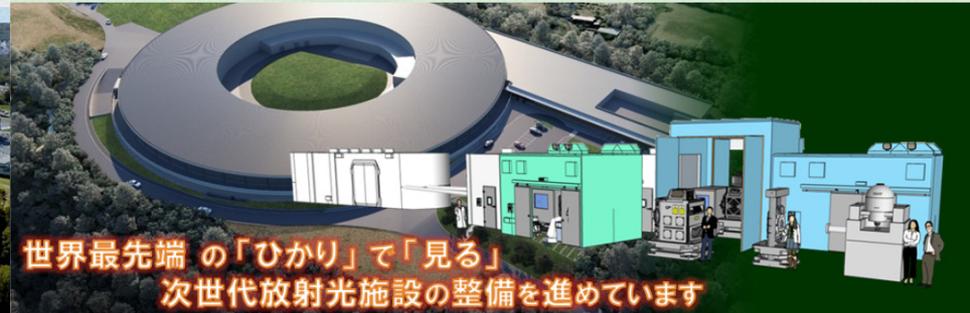
English

トップページ センター目的・方針 センター組織 NEWS・イベント 次世代放射光とSRIS 関連組織・お問い合わせ PhoSiC



http://www.phosic.or.jp/

トップページ 財団紹介 寄附の募集 建設状況 産業界の皆様へ NEWS/イベント コアコンメンター 東北大・SRIS



国立大学法人東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センターが設置されました。
『次世代放射光と仙白の未来』絵画コンクール作品募集中です(対象:宮城県内小学生)
現在『SARS-CoV-2(新型コロナウイルス)感染症(COVID-19)関連研究に資する放射光技術』関連研究課題募集です。
また、全世界の放射光施設が協働して、COVID-19を制圧するために、2020年4月24日(金)15:00～(日本時間)世界主要放射光施設サミットを開催

しました。あおばこ通信が発表されました。

NEXT SEMINAR

- ▶ 2021/1/27 特別講演会「次世代放射光に期待する」石川哲也 理化学研究所放射光科学センター長 (片平さくらホール/ハイブリッド開催)

TOPICS

- ▶ 『放射光施設と仙台の未来』絵画コンクール作品募集中(対象:宮城県内小学生)

Q ナノの世界の探検隊
explorers in nano world

SRIS 組織 Organization

PhoSiC PhoSiC PhoSiC

放射光 SR

新型コロナウイルス
Overcomes COVID-19 COVID-19

国際放射光イノベーション・スマート研究センター

〒980-8577
仙台市青葉区片平2-1-1
国立大学法人 東北大学
TEL 022-217-5204
FAX 022-217-5211

ドームライン技術は「必要」
本館は、放射光施設に付随する施設です。詳しくは、本館のホームページをご覧ください。

過去の予定と工事状況写真

次世代放射光施設は、国家プロジェクトです。当財団は、宮城県、仙台市、東北大学、東北経済連合会とともに「地域パートナー」として、国との「官民地域パートナーシップ」の下、次世代放射光施設の建設と運営を行います。

当財団は、地域パートナーの代表機関として2016年12月に東北経済連合会により設立されました。現在、東北大学の兼任メンバーの協力体制の下で、東北経済連合会からの出向メンバー、民間および地域パートナーメンバーから選任された理事、評議員、監事により運営されております。

「次世代放射光施設って何?」-「ナノまで見える、巨大な顕微鏡です」

明るい「ひかり」=「X線」でモノの形をはっきり見ることだけでなく、モノの化学的な状態まで調べることが出来ます。

次世代放射光が必要な4つの理由

1. ナノでの観察は、様々な分野の科学技術の基本です。



近年の科学技術は、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、創り出してきました。放射光は、太陽の10億倍の明るさでナノを見る、巨大な顕微鏡です。エコタイヤ、カーボンファイバー、電池材料、磁石材料、フラットパネルディスプレイ、パワーデバイス、燃料、ダイオキシン、タフポリマー、虫歯予防カム、チョコレート、アイスクリーム、創薬、呼吸器疾患吸入器、人工関節の開発を実現し、私たちの生活を豊かにし、安全

最終更新 2021.01.08

NEWS & EVENT

PhoSiC 財団紹介
INTRODUCTION
Photon Science Innovation Center

PhoSiC 財団紹介
INTRODUCTION
National Institutes for Quantum and
Biological Science and Technology

QST 量子科学技術研究開発機構
National Institutes for Quantum and
Biological Science and Technology

宮城県
Miyagi Prefectural Government

仙台市
Sendai City

SRIS 国立大学法人東北大学
国際放射光イノベーション・スマート研究センター
International Center for Synchrotron Radiation Innovation Smart

一般社団法人
東北経済連合会

一般財団法人
光科学イノベーションセンター



sris.tohoku.ac.jp

2023年、次世代放射光施設が仙台に完成する



常時1000人以上が集う街ができる

mura@tohoku.ac.jp