

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

～次世代放射光NanoTerasuへの東北大学の役割～

<https://sris.tohoku.ac.jp/>



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長
村松 淳司





国内初の大型研究基盤整備手法

官民地域
パートナーシップ

2018年7月3日 官民地域パートナーの決定
建設費概算総額：約380億円程度
(整備用地の確保・造成の経費を含む)

官 国の主体 分担 約200億円

量子科学技術
研究開発機構
QST



平野俊夫理事長

枢要部の建設・運営
●入射器・蓄積リング
ビームライン ~3本

民 民間企業 コアリションメンバー
有志連合活動への参画

加入金：一口5000万円（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
専有、研究者マッチング支援、他施設を活用した利用準
備支援（現在60社以上、学術との先行マッチング）

加入企業：約100社（分析会社7社/2022年1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

地域 パートナー 分担：約180億円
宮城県、仙台市、寄付金等：
約100億円

代表機関
光科学イノベーションセンター
PhoSIC
Photon Science Innovation Center



高田昌樹 理事長

一般社団法人
東北経済連合会
むきたつ東北 - 結び、ほぐし、未来をひらく -



海輪誠 会長

宮城県
Miyagi Prefectural Government



村井嘉浩 知事

仙台市
SENDAI CITY



郡和子 市長

TOHOKU
UNIVERSITY



大野英男 総長

- 基本建屋、研究交流施設
ビームライン ~7本
- コアリション活動の推進
- コアリション活動の支援
- 土地造成
- 誘致企業への支援
- 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
- 土地提供
- 学術研究（国内外連携の推進）
- 産学連携の強化
(コアリション活動支援)

利用予定者が支払う加入金、多様な資金源を活用して、施設を整備
民間資金を活用した今後の施設・整備・運用のモデル

財務省 歳出改革部会
(令和3年11月1日開催)



東北大学薬学研究科

東北大学理学研究科

東北大学農学研究科

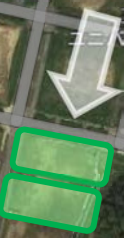
地下鉄青葉山駅

東北大学 青葉山新キャンパス

東北大学工学研究科

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棟 (2024/1竣工予定)

次世代放射光施設NanoTerasu 建設中



次世代放射光施設

地下鉄東西線

角点(三等点・青葉2)

山公園ゴルフ練習場

東北全

研究

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



2022/12 次世代放射光施設「NanoTerasu」建設中



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 **S**ynchrotron **R**adiation **I**nnovation **S**mart (SRIS)

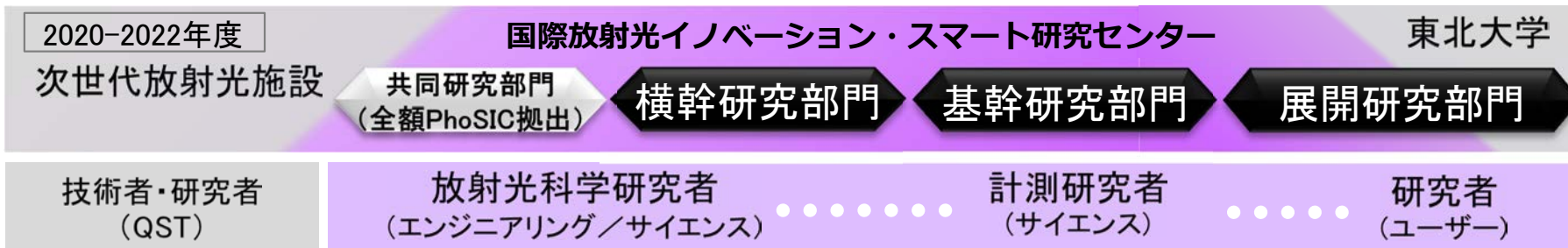
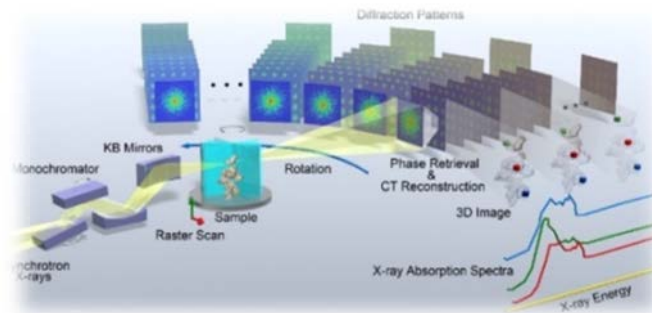
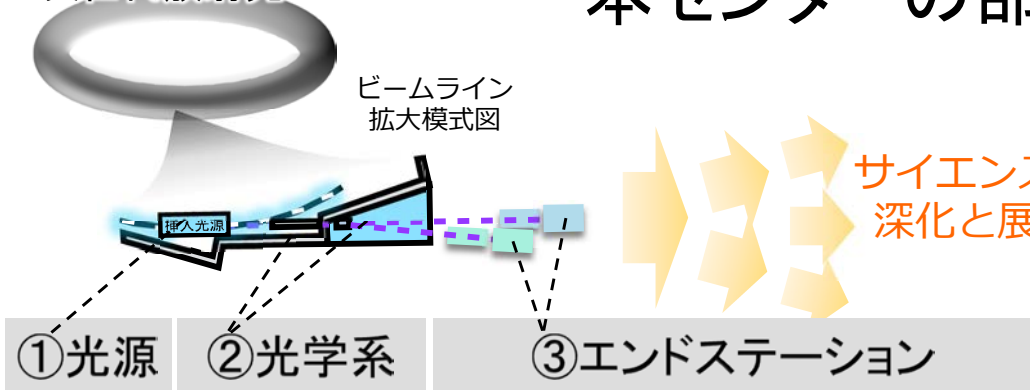
多様なディシプリン(専門分野)、課題(産/学)、技術、人材が集積



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

本センターの部門構成



次世代計測技術と放射光科学をつなぐR&D

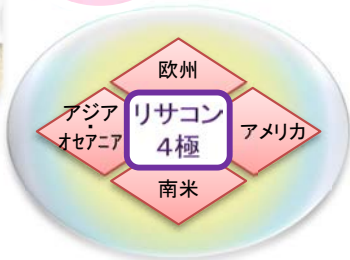
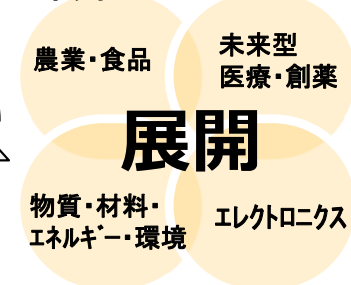
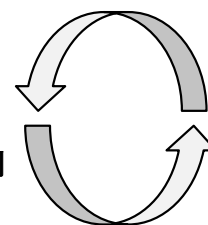
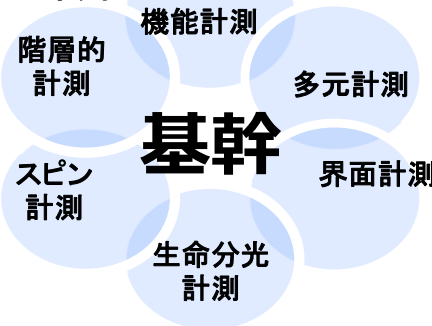
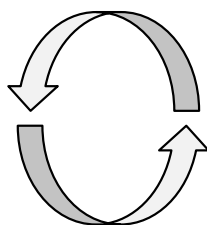
次世代計測技術の研究開発

社会連携、分野融合研究の推進

4スマートラボ

6スマートラボ

4スマートラボ



リサコン4極構想

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

次世代放射光の活用分野を開拓する多彩なメンバー

横幹研究部門



触媒
資源化学プロセス
センター長・村松淳司



コヒーレント
X線イメージング
教授・高橋幸生



X線CT
イメージング
教授・矢代航



環境・リサイクル
液相反応プロセス
准教授・篠田弘造



データ科学
インフォマティクス
教授・DAM Hieu-Chi



触媒表面科学
オペランドX線分光
准教授・山本達



フレキシブルスピネレクトロニクス
電界効果
教授・千葉大地

准教授・野村 光

展開研究部門



有機ハイブリッド
材料, 構造解析
教授・蟹江澄志



スピン物性
電子状態計測
教授・佐藤宇史



ナノメディシン
病態と薬効の解析
教授・権田 幸祐



農学生命科学
分子生物学
教授・原田昌彦

准教授・高山祐貴

基幹研究部門



金属生産工学
超高温材料
副センター長・福山博之



電子密度解析
時分割計測
教授・高田昌樹



材料構造科学
電子状態・局所構造
教授・西堀麻衣子



表面構造解析
電子状態計測
教授・虻川匡司



構造生物化学
動的構造解析
教授・南後恵理子



金属無機材料
ランダム構造解析
教授・杉山和正



放射光構造科学
X線回折・散乱
講師・真木祥千子



軟X線光学
軟X線可視化計測
准教授・江島文雄

准教授・吉田純也

准教授・星野大樹

准教授・Zhong.Yin

共同研究部門



磁石材料
軟X線吸収分光
教授・中村哲也

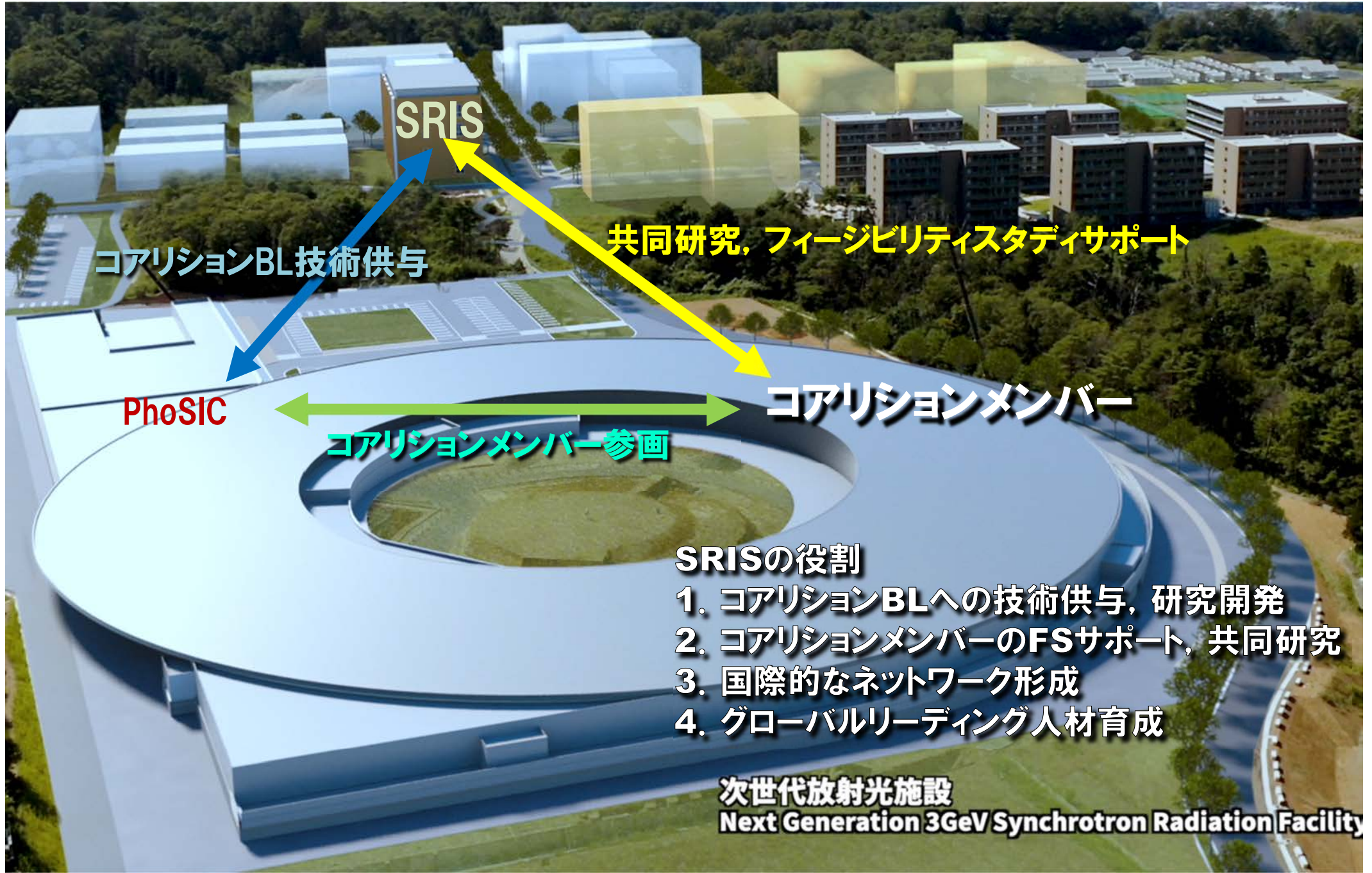


固液界面
軟X線発光分光
客員教授・原田慈久
東大・物性研



原子層・界面科学
時分割X線分光
客員教授・松田巖
東大・物性研

コアリションメンバーとSRISとの関係



国およびパートナーが整備するビームライン

共用BL

国側

3本

世界最高性能で自然科学を先導

- BL06U 軟X線ナノ光電子分光
- BL13U 軟X線ナノ吸収分光
- BL02U 軟X線超高分解能共鳴非弾性散乱

コアリションBL

パートナー側

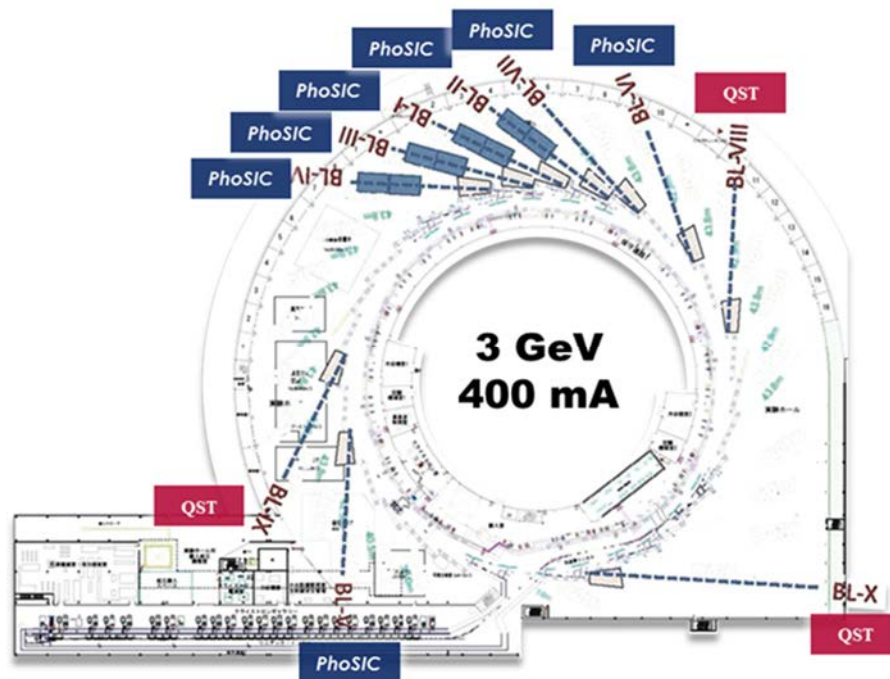
7本

様々な物質の機能を可視化

- BL07U 軟X線電子状態解析
- BL08U 軟X線オペランド分光
- BL14U 軟X線イメージング
- BL10U X線コヒーレントイメージング
- BL08W X線構造-電子状態トータル解析
- BL09U X線オペランド分光
- BL09W X線階層的構造解析

軟X線

硬X線



ビームラインワーキンググループ(BL-WG)



WG主査
中村哲也



センター長
村松淳司

BL10U X線コヒーレントイメージング

BL08W X線構造-電子状態トータル解析

BL09U X線オペランド分光

BL09W X線階層的構造解析

BL07U 軟X線電子状態解析

BL08U 軟X線オペランド分光

BL14U 軟X線イメージング

テンダーX線～硬X線

BL09W 材料内部の構造と電子状態



X線CT
イメージング
教授・矢代航

BL09U X線オペランド分光



触媒表面科学
オペランドX線分光
准教授・山本達

BL08W 階層構造

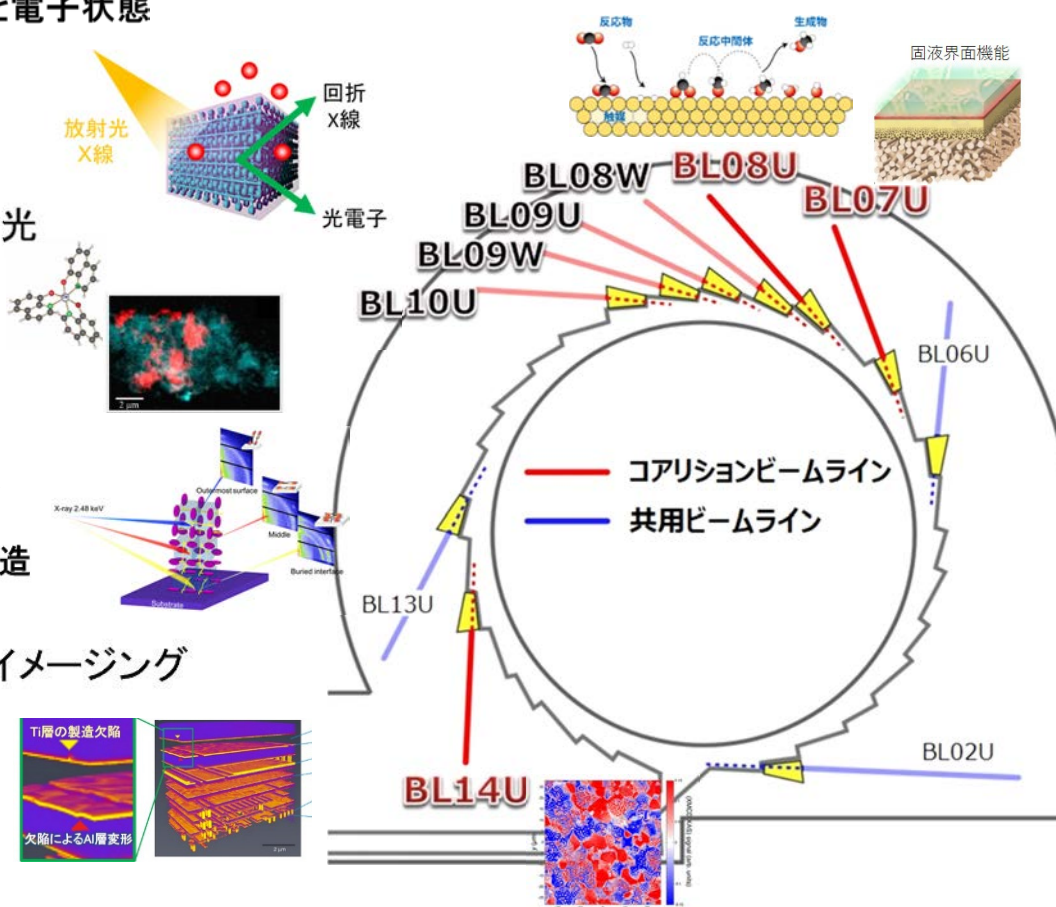


材料構造科学
電子状態・局所構造
教授・西堀麻衣子

BL10U X線コヒーレントイメージング



コヒーレント
X線イメージング
教授・高橋幸生



軟X線

BL07U 軟X線電子状態解析



固液界面
軟X線発光分光
客員教授・原田慈久

BL08U 軟X線オペランド分光



原子層・界面科学
時分割X線分光
客員教授・松田巖

BL14U 軟X線イメージング

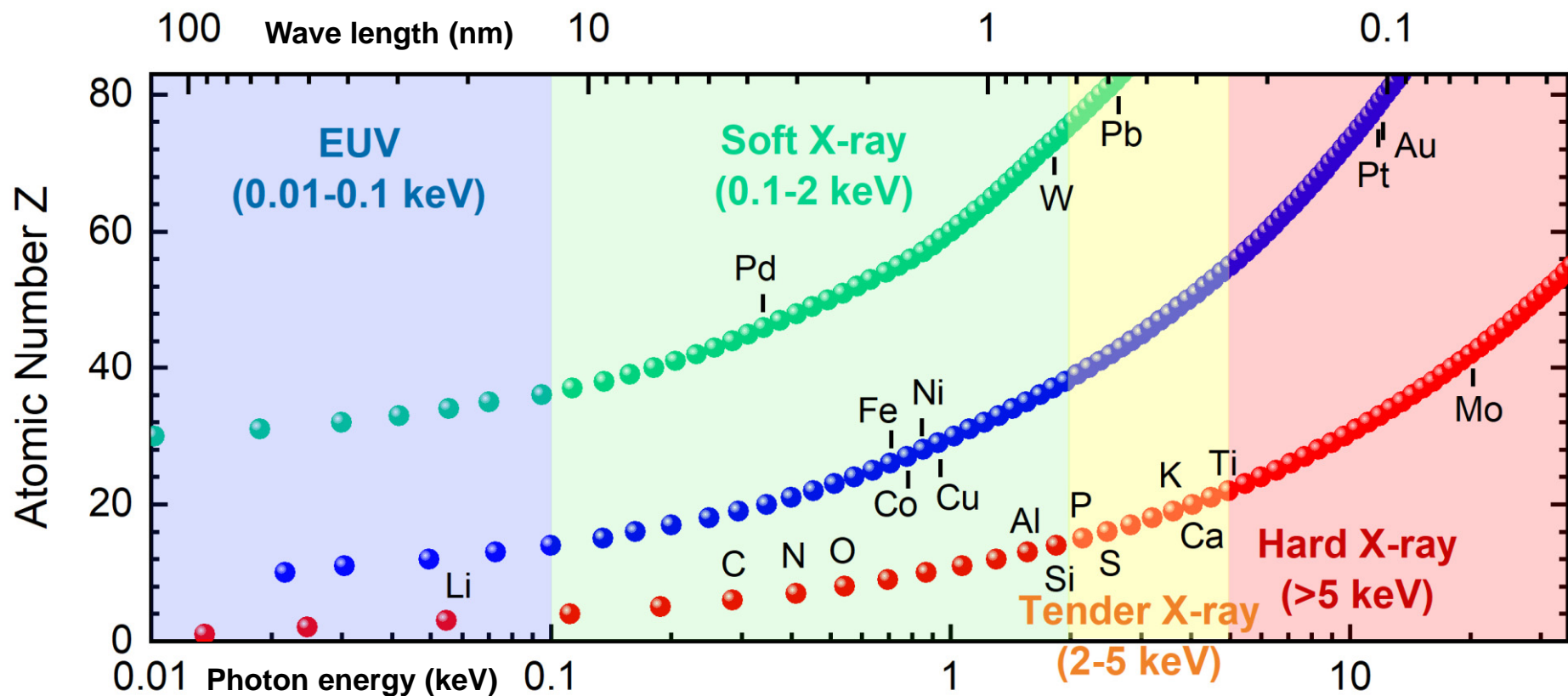


磁石材料
軟X線吸収分光
准教授・江島丈雄

東大・物性研
東大・物性研

各ビームラインで利用可能なエネルギー範囲

EUV (50eV) ~ 硬X線 (約15keV*) をカバーする7 BLの横断的利用で、
 ほぼ全ての原子種のデータ計測が可能

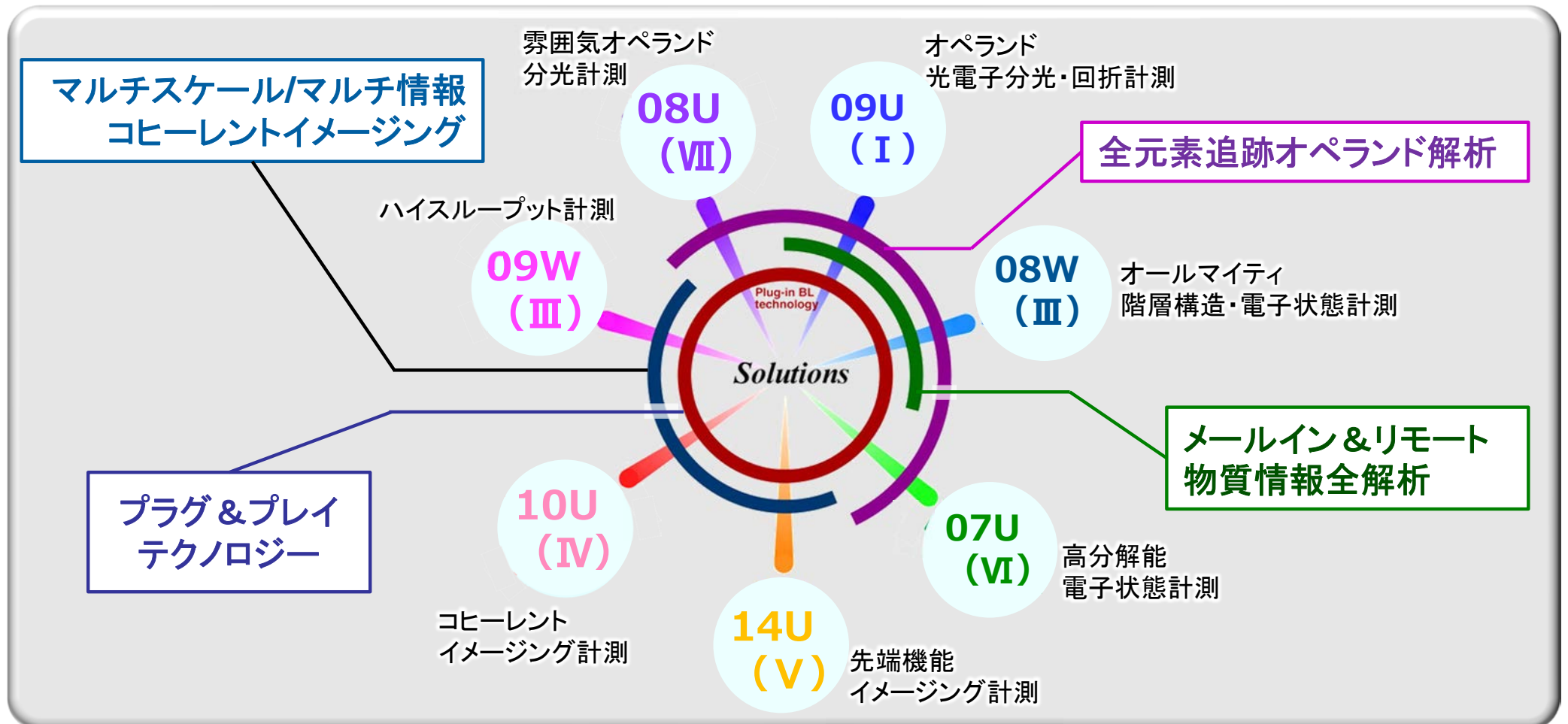


次世代放射光による先端計測ソリューション

○ コアレーションビームライン(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本のコアレーション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

硬X線4本(〜30keV) 軟X線3本(50eV〜)



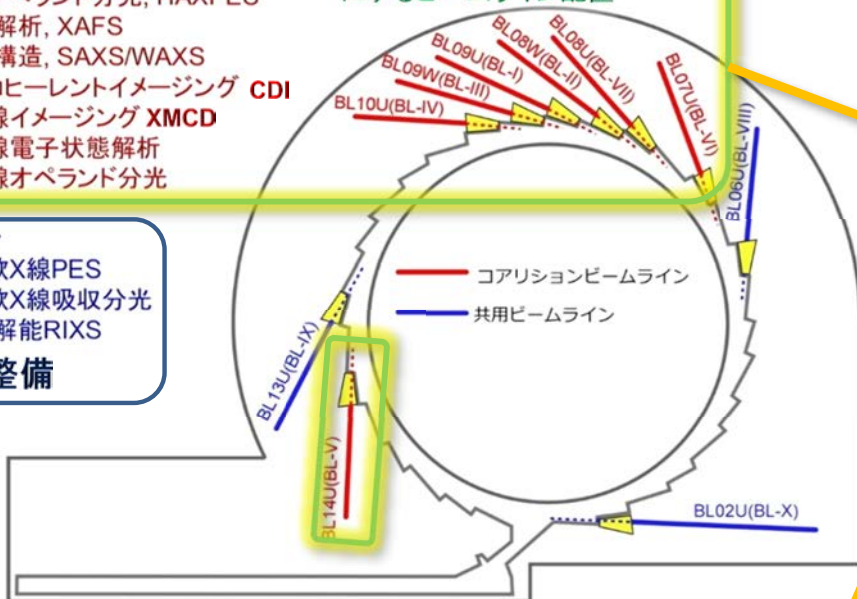
実験ホール内部

協力: 理化学研究所、東京大学物性研究所

○ コアリションビームライン

- 09U(I)硬 X線オペランド分光, HAXPES
- 08W(II)硬 構造解析, XAFS
- 09W(III)硬 階層構造, SAXS/WAXS
- 10U(IV)硬 X線コヒーレントイメージング CDI
- 14U(V)軟 軟X線イメージング XMCD
- 07U(VI)軟 軟X線電子状態解析
- 08U(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

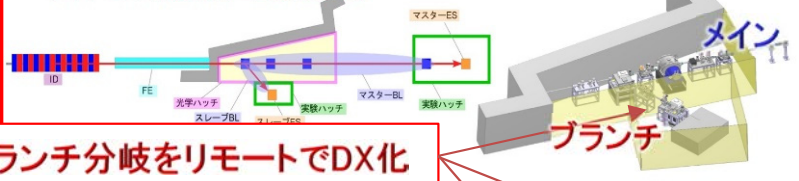
- 06U(VIII)軟 ナノ軟X線PES
- 13U(IX)軟 ナノ軟X線吸収分光
- 02U(X)軟 高分解能RIXS

国・QSTが整備

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

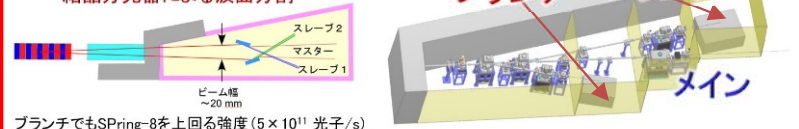
メイン: 先端計測、イノベーションベンチの導入 ブランチ: ルーチン計測、リモート、メールイン

- 真空封止型アンジュレータ光源 (BL-I) 2分岐を検討
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分岐を検討
結晶分光器による波面分割

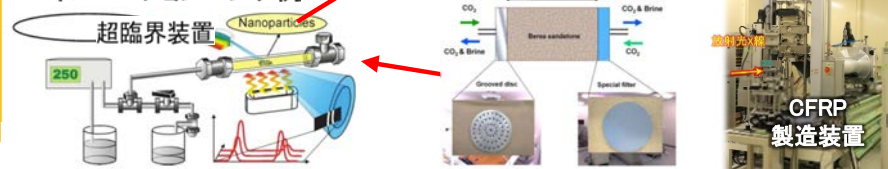


活用分野

- 09U(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
- 08W(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
- 09W(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
- 10U(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
- 14U(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
- 077U(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
- 08U(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



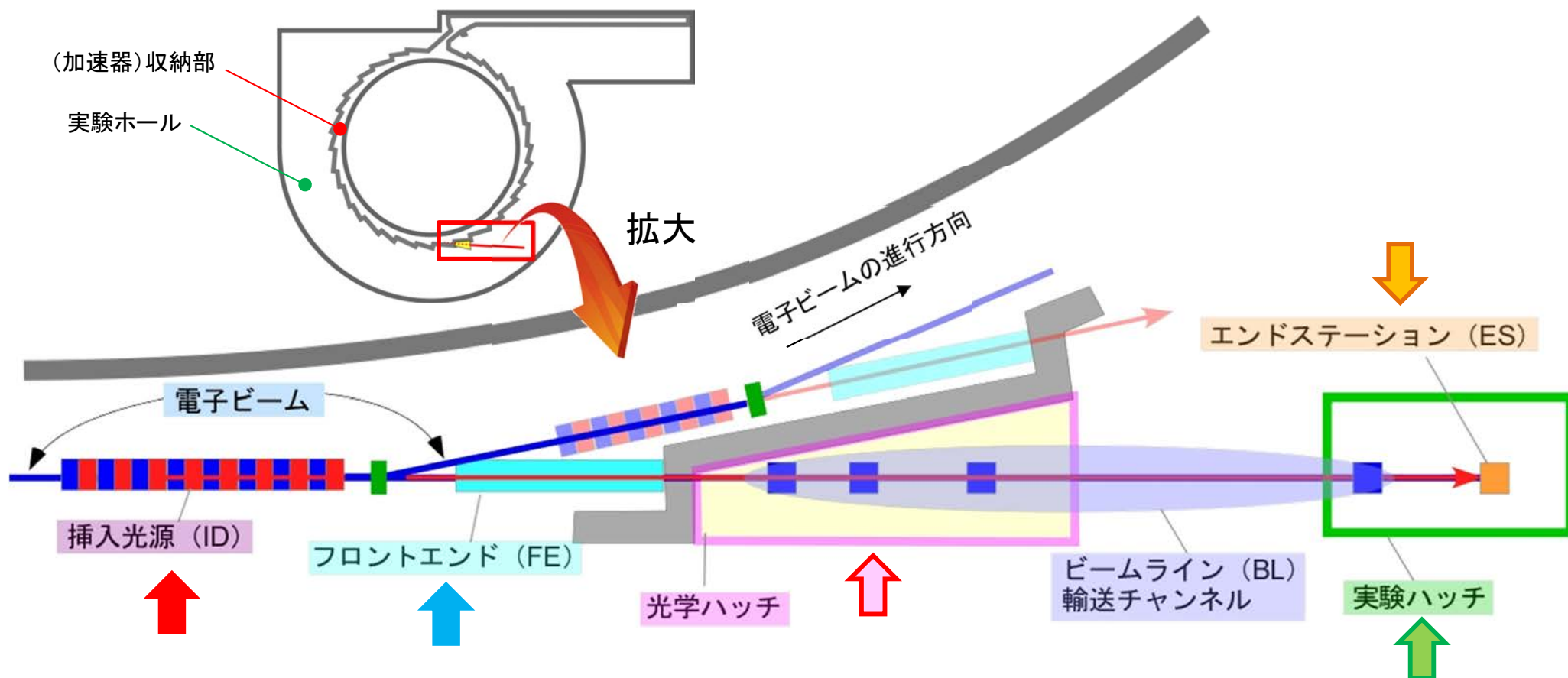
コアリジョンビームラインの各役割

BL No. (旧番)	BL名称	エネルギー	主要装置	特徴
07U (VI)	軟X線電子状態解析	0.05~1.0 keV	軟X線発光分光	デバイスや溶液を含む複雑系の電子状態や化学状態の分析
08U (VII)	軟X線オペランド分光	0.18~2.0 keV	雰囲気光電子分光	固体の電子状態・化学状態のオペランド時空間マッピング、リアルタイム観察
14U (V)	軟X線イメージング	0.20~1.4 keV	軟X線顕微鏡	ナノ構造の元素分布、磁性、ダイナミクスを含む高分解能分光イメージング
08W (II)	局所構造解析	2.1~13 keV	X線吸収分光 (XAFS), SAXS, WAXS, XRD	構造解析および自動測定
09U (I)	X線オペランド分光	5~15 keV	硬X線光電子分光	バルク内部や埋もれた界面の化学状態
09W (III)	階層構造	4.4~30 keV	4D高速X線トモグラフィ	X線CTによる内部構造の可視化
10U (IV)	X線コヒーレントイメージング	2.1~15 keV	コヒーレント回折イメージング	内部構造の高分解能可視化

- 従来の施設より**測定時間**が大幅に短縮する。
 - ➔ 「このデータの別の条件は次のビームタイムで...」ではなく、種々の条件でのデータが取得できるようになる。
- 測定結果の**質**が抜本的に向上する。
 - ➔ 一般に、質の悪いデータは積算しても大幅には改善しない（時間的に徐々に変化する系統誤差などのため）

NanoTerasuビームラインの基本構成

- 挿入光源 ⇒ 通過する電子軌道を蛇行させて強力なX線を発生する装置
- フロントエンド ⇒ 実験に不要な波長の光（熱）を除去するセクション
- 光学ハッチ 実験ハッチ ⇒ 放射線シールドルーム
- BL輸送チャンネル ⇒ 実験に必要な波長選択や集光を担う光学系
- エンドステーション ⇒ 試料をセットして計測する実験装置





International Summit on SR innovation – AOBA summit

Chair: Hideo Ohno, President of Tohoku University

「1st Next Generation Synchrotron International Forum」

(April 21-23, 2019, The Westin Sendai, Tohoku University)

AOBA communique April 22, 2019

- Congratulate Japan on successfully initiating the next generation 3GeV Synchrotron Radiation facility construction in Sendai Tohoku and hosting the 1st International Forum for innovation in Next Generation SR. This proves to the world Japan's full-fledged recovery from the Great East Japan Earthquake.
- Establish the Summit Meeting amongst SR facilities worldwide to be held on a regular basis as a forum for development of alliances between universities, industry and the facilities to promote basic and applied research.



「2nd International Summit on SR innovation – AOBA summit 2」

(April 24, 2020 Held online)

AOBA communique2 April 24, 2020

- Sharing information and developing cross-cutting efforts in scientific research to address the COVID-19 pandemic
- Construction of a global network of X-ray science research facilities
- Promoting research and development of IT systems
- Sharing experiences of remote systems that can be operated remotely and mail-in systems that send experimental samples and perform experiments
- Promoting coordinated efforts with other analytical laboratories



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

「3rd International Summit on SR innovation – AOBA summit 3」

(July 1, 2021 In-person & online, Aobayama Commons, Tohoku Univ.)

- Plenary lecture was by Dr. Francesco Sette and keynote ones by other directors of the world's major synchrotron radiation facilities.
- Young researchers gave lectures on the most advanced measurement science and technology.



「4th Next Generation Synchrotron International Forum」

(October 25, 2022 Sendai Garden Palace / Metropolitan Sendai)

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)

募集期間
延長!
2/11まで!



対象：宮城県内の小学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。

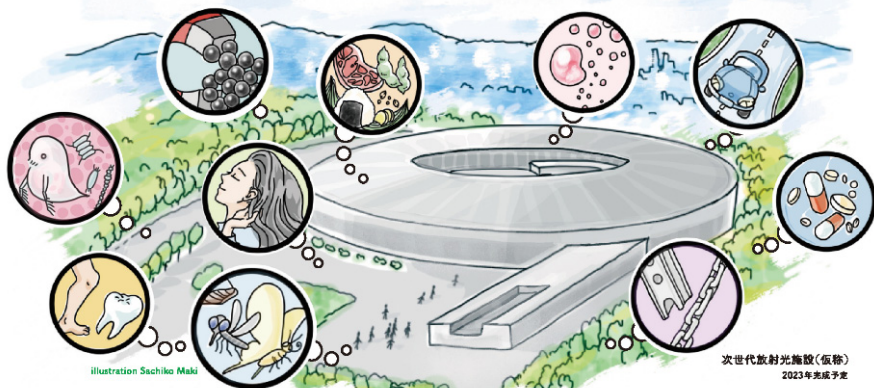


Illustration Sachiko Maki

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!

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チームライン(主催者指定)の一日使用权・図書カード5,000円分

次賞 未来のひかり・デザイン賞 (1名)
図書カード5,000円分

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

佳作 イノベーション・パートナー賞 (50名)
記念品

詳しくは、裏面や、ホームページをぜひご覧ください。

【主催・共催】 国立大学法人 東北大学 / 一般財団法人 光科学イノベーションセンター / 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 【後援】 宮城県 / 宮城県教育委員会 / 仙台市 / 仙台市教育委員会

ナノの世界をのぞくと、未来がみえる!?



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せ)

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 応募期間

宮城県内の小学校1年生～6年生

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「八つ切り」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。

八つ切り
380×270mm

B4
364×257mm

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。



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、作品と一緒に送付ください。配達完了は、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・次賞・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。■応募作品は返却いたしません。■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。



放射光
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「シンクロトロン光」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。

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)

〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1 TEL.022-217-5204 http://www.sris.tohoku.ac.jp/index.html

第1回「次世代放射光と仙台の未来」絵画コンクール
見えたらしいなの世界展



ナノワールド・チャレンジ賞

特別賞：ナノの進歩賞・科学イノベーション賞・夢がいっぱいで賞



「ぼくが科学者になったらやってみたいこと」

仙台市立東二番丁小学校 2年 佐藤 剛人

恐竜を復活させ、虫を大きくさせ、彼らと友だちになる。火山のエネルギーやダークマターを解明し人類の発展に貢献する科学者になる。

審査員より

- とても夢のある未来で、「人類の発展に貢献したい」という気持ちが良く表現されている。是非、将来科学者になって、実現して欲しい。
- ぜひ人類そして世界の発展につながるような大発見をする科学者を自覚してください。そんな期待がふくらむ作品です。
- 一緒に夢を追い続けるパートナーになれるような作品。絵もしっかりしている。
- 将来をイノベーションで豊かにしようとする未来像を上手く描けている点
- 科学者としての壮大な夢を応援しています。
- ダークマターを解明すれば、ノーベル賞がとれるかも。がんばりましょう!
- やってみたいことがたくさんありすぎて、それが絵にも現れているのが面白いです。その情熱を持って科学者になってください。
- 科学者になってやってみたいことがたくさんあるという可能性にも好感をもちますし、その多様性に発散する期待を絵で表現していて素晴らしいと思いました。
- 新しい発見ができそうですね。
- 「ぼく」がちゃんと主役になってさまざまな挑戦をしている絵が楽しいですね。放射光の明るい未来が感じられました。
- サイエンスに関心がありそう。楽しく色もきれい。
- 科学者になってほしい。



第1回「次世代放射光と仙台の未来」絵画コンクール
見えたらしいなの世界展



未来のひかり・デザイン賞



「いどう楽々じしゃく」

聖ドミニコ学院小学校 2年 鈴木 佐保

力の強い「じしゃく」の中みを見てみたい。いつかじしゃくが人やもの、どうぶつ、しぜんをあんぜんにはこぶエネルギーになったらいいな。

審査員より

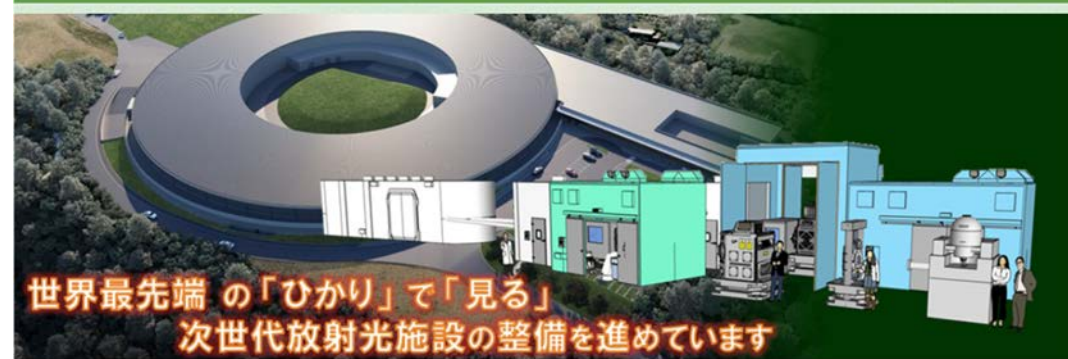
- 磁石のもつ特性に着目し、未来の世界を想定してしている着想が良い。
- エネルギーを使わず、磁石だけで全ての生物・ものが安全に移動できる未来の暮らしが描かれた夢のある作品
- 子供の希望や願望が、いつの日か現実のものとなるといいですね。絵に説得力があります。
- 磁石の目に見えない力を観察しようとした着眼
- 磁石をエネルギーに活用する発想が素晴らしいです。技術開発にぜひ挑戦してください
- 強力な磁石を開発できれば、いろいろな産業に活用でき、私たちの生活がより便利になりますね。
- 磁石の中が見てみるという発想が面白いと思いました。
- 磁石、磁力を社会に活用する製品はまだまだあるはず。視野を広げて全く新しい「磁石の活用」ができたらいいですね。
- 磁石の中身を見てみたいですね。
- 磁石によって引き起こされる「力」を見てみたいという着眼点がおもしろいですね!またその「力」の活用を自分なりに想像して描いている点もユニークです。



Webサイト

<https://sris.tohoku.ac.jp/>

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



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

PhoSIC 財団紹介 INTRODUCTION
PhoSIC 財団紹介 INTRODUCTION

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

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