次世代放射光の概要

高田昌樹

(一財)光科学イノベーションセンター 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



C-バンド直線加速器(110m)フルエネルギー入射



放射光による可視化=価値の"見える化"

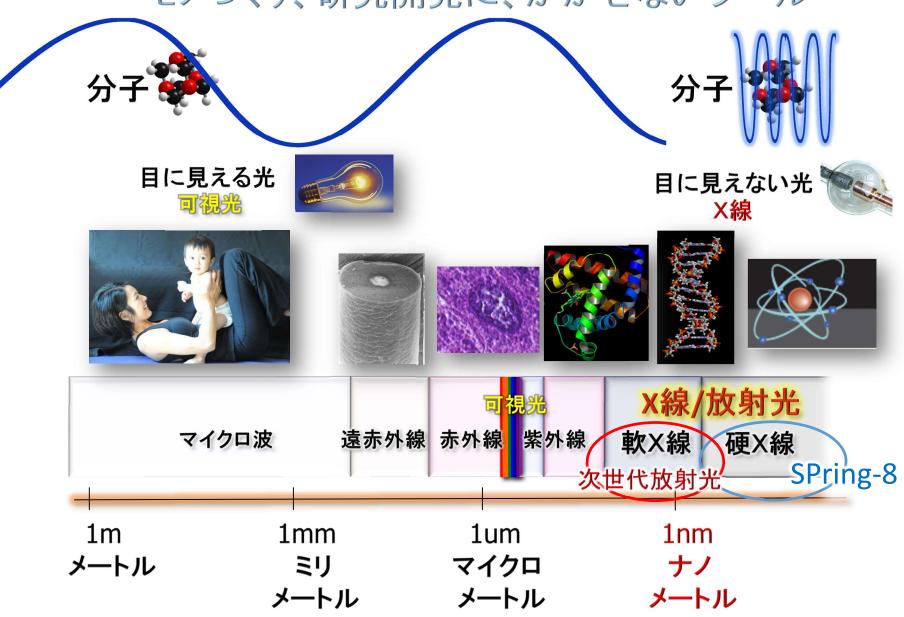
マーケティング管理者や営業管理者には、「専門的な実験データ」ではわからない 高精細に、また3Dや動画によって"ナノを可視化"する一>非専門家にもわかる サイエンスの成果を産業イノベーションに結びつける



SPring-8による先行事例

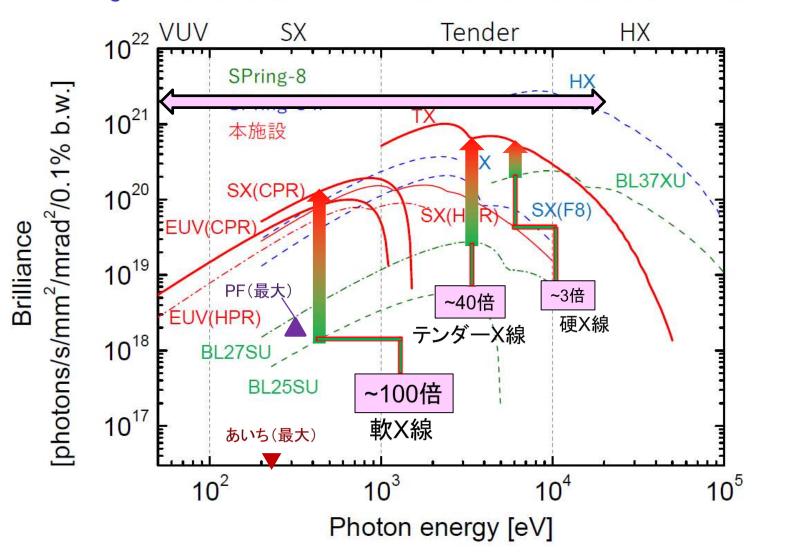


×線(放射光)は、ナノの世界が見える光 モノづくり、研究開発に、かかせないツール



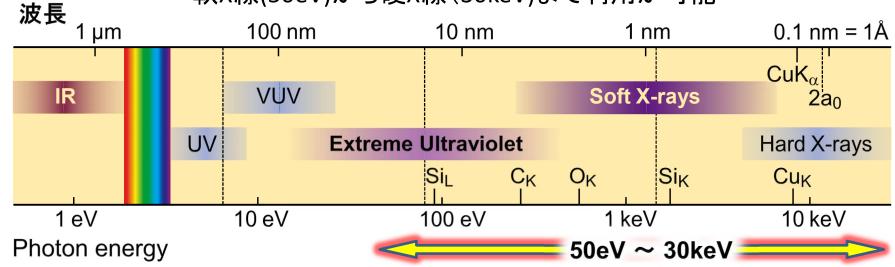
"次世代"放射光: SPring-8の100倍の輝度

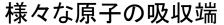
SPring-8に比べ、軟X線、テンダーX線で圧倒的、硬X線領域でも一部有利

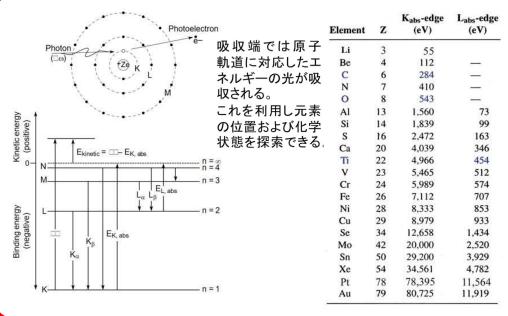


次世代放射光施設の強み: 広エネルギー領域

軟X線(50eV)から硬X線(30keV)まで利用が可能





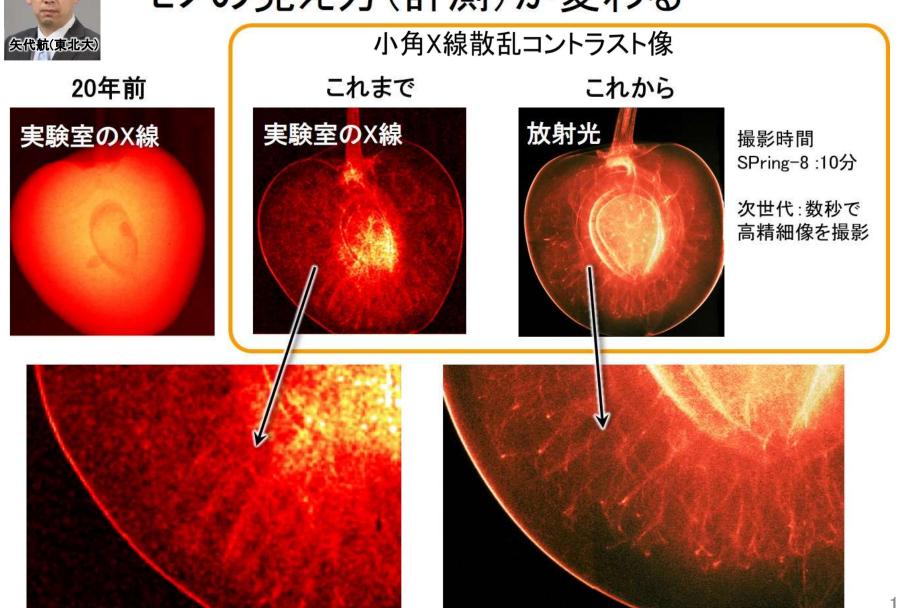


SPring-8で利用できない 軟X線領域(50eV)から 硬X線領域(30keV)まで の光のエネルギーをカバーする。

吸収端のエネルギーに波長を選択し、 Li(吸収端55eV)まで、軽い元素の 位置、化学状態を ナノレベルで可視化する



モノの見え方(計測)が変わる



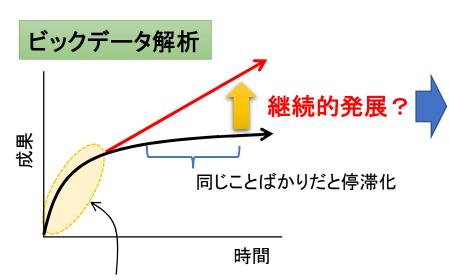




中瀬古広三郎 住友ゴム工業 技監 PhoSIC 理事

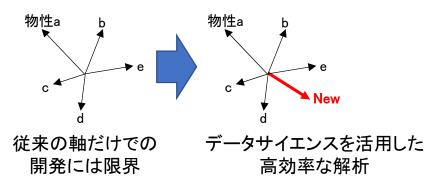
次世代の放射光産業利用とは

データ処理や計測手法の標準化 人材育成と新しい学術分野との融合

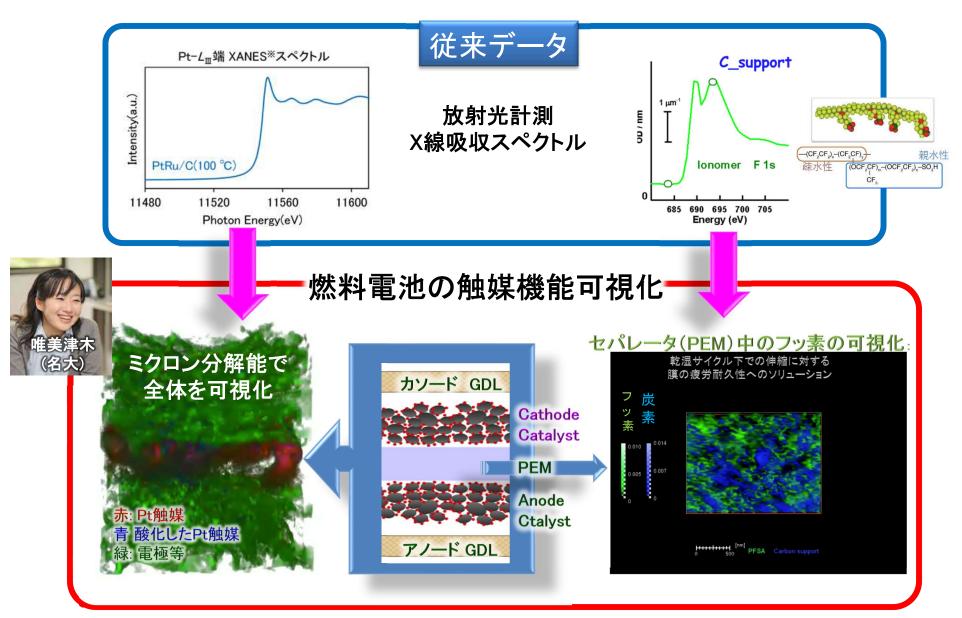


実験すれば成果が出る時期 (新発見の連続)

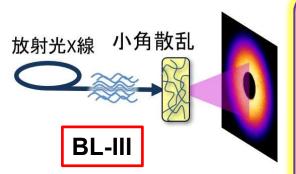
- 1. 学理追及は人を育てる → それだけではダメ
- 2. 学理による新たな物理(特徴量・軸)の発見
- 3. その軸を加えた新たな材料解析

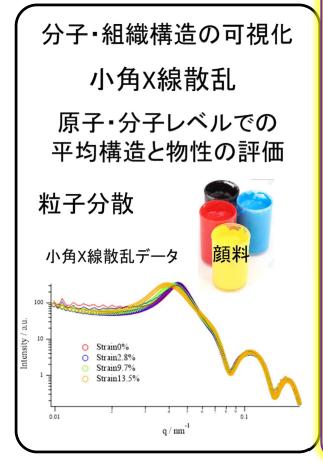


触媒機能の失活を"可視化"



次世代放射光:コヒーレンスの多面的活用

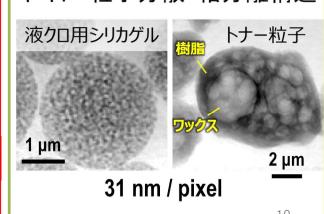




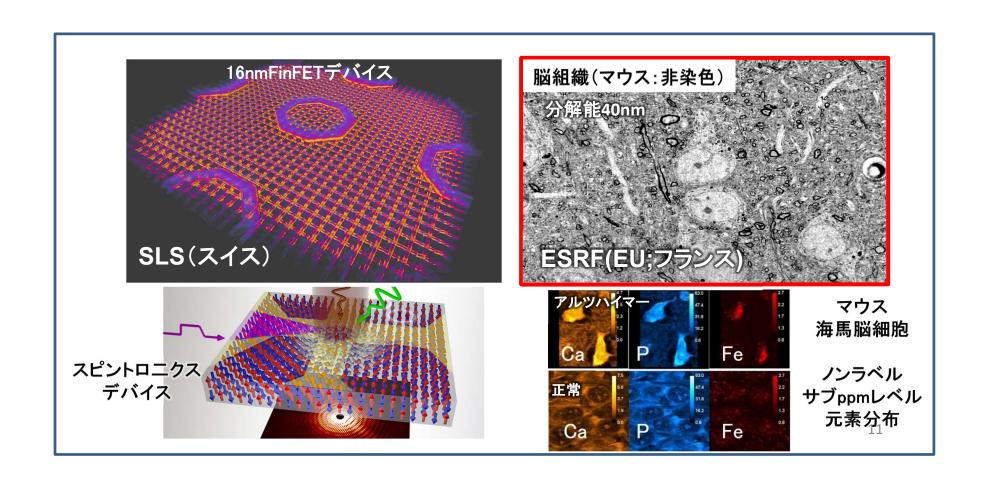


新規の改質剤

従来の改質剤



次世代放射光施設の強み 非破壊でマルチスケールで、機能を可視化



活用が期待されるテーマ(例:自動車)

既存施設の100倍以上の輝度による可視化

自動運転

- パーセプション技術
- 人工知能

車体ボディ

• アーク溶接の残留応力の評価

ワイヤーハーネスの耐久性の向上

塗装のメカニズム解明鋼板

加工歪みの評価

車体構造用樹脂の強靭化

- 透明樹脂の開発
- 接着剤の開発

モーター

- ・ 電磁鋼板の加工
- 高性能磁石の開発

触媒

- 排ガス用触媒
- 助触媒

駆動部

- 潤滑油の開発
- 低摩擦表面·界面
- ベアリングボールの内部歪み

燃料電池

- 白金フリー(代替)燃料電池
- ・ 半永久的触媒の開発
- 高出力をもたらす新規セパレータの開発
- 軽量高圧水素貯蔵用タンク CFRPより軽量で強い力学特性

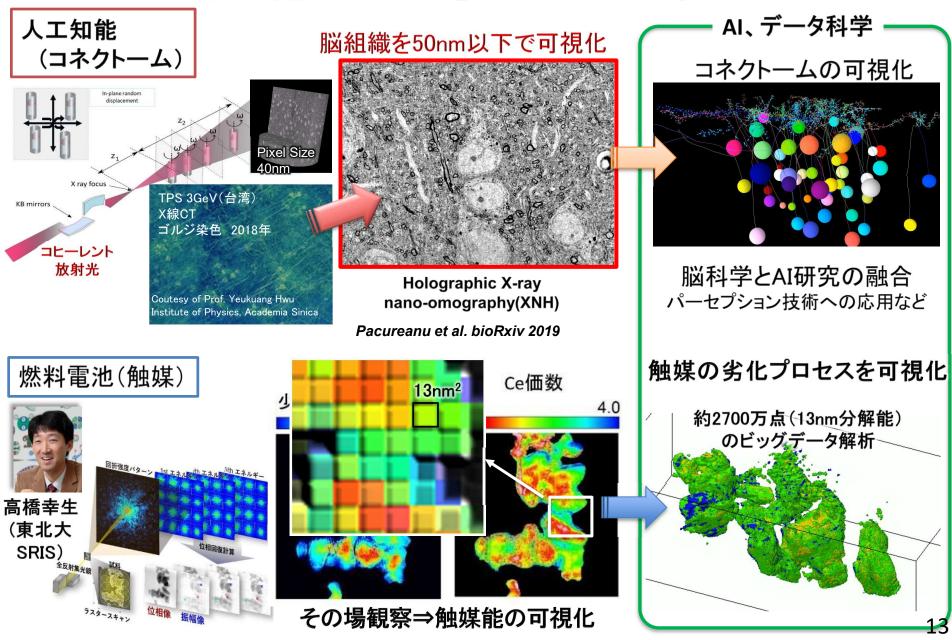
Li2次電池

- 電解液の分解挙動
- 電極電解液界面の被膜
- Liの挙動



可視化がデータ科学と融合する

試行錯誤のモノづくりを、AI・データ科学が変える



官民地域パートナーシップ



施設を"Common"として共有、シェア

学術成果(論文化)を求める利用

+価値(outcome)を求める利用

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

分担: 最大約200億円

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

R

民間企業 大学 国研

■コアリション活動への参画

ステークホルダーとして、建設・運用にコミットする

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

地域パートナ

(代表機関)光科学イノベーションセンター(PhoSIC)理事長 京田県

東北経済連合会 会長 海輪 誠

宮城県 知事 村井嘉浩

仙台市 市長 郡 和子

東北大学 総長 大野英男

分担: 最大約180億円

うち宮城県、仙台市、寄付金等: 約100億円



- 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
- ■ものづくりフレンドリーバンク



- ■土地造成
- 誘致企業への支援
- ■トライアルユース事業



- 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)



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

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

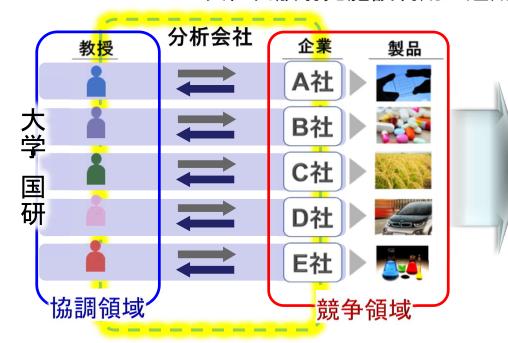


コアリションコンセプトとは

学術が、建設資金を出資した企業と、1対1でユニットを組み製品開発競争の出口イメージを共有し、放射光施設を利活用するCoalition (有志連合)を形成する。



次世代放射光施設利用に適用する活用コンセプト



一口5000万円で10年間の利用権 利用料金は、1時間当たり3.5万円

課題申請や課題審査は、免除 1ヶ月ごとに利用申し込み

得られた成果は、専有できる

学術研究者とマッチングの機会

コアリションへの参画状況

コアリション・メンバーに参画:

全国の企業 80社(分析会社7) ~2020

(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

注)企業名は非公開

公開企業:NTTグループ、ポーラ、アイリスオーヤマ、ポエック、分析会社:7社

全国の学術・研究機関

(内訳)国立大学、私立大学、

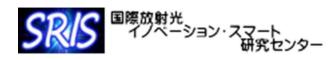
国の研究機関(文科省,経産省,厚労省,農水省、国土交通省)が加入検討中

ものづくりフレンドリーバンク(地域中小企業)

60社(~2020年)

フィージビリティスタディ(FS)

加入意向を表明した企業は、他施設を活用した利用準備実験が行える。現在、50社が、学術との先行マッチングで、実施をし、成果を挙げている。



2019年10月設立

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

- 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

研究・教育・人材 育成における連携 学術研究•人材育成

東北大学新センター

産学活用と相互発展 システムの構築

産業界

産業技術・研究開発

学術研究 の先導

整備運営主体

QST



施設運営支援

マッチング支援

PhoSIC

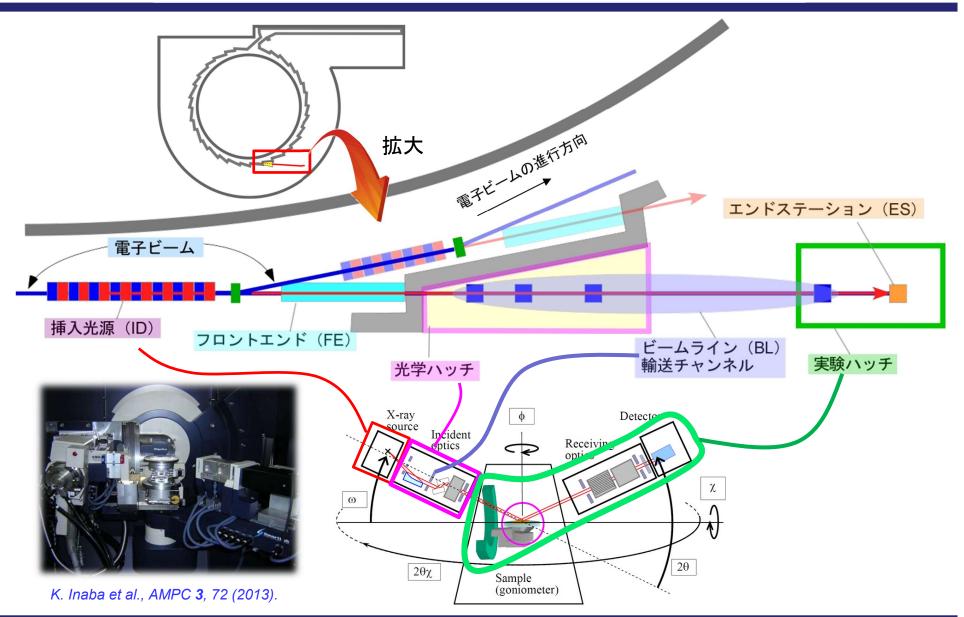
建設資金投資

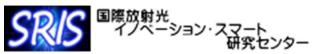
- 1. 次世代放射光 光源・光学系デザイン・とりまとめ
- 2. 次世代放射光施設 加速器建設
- 3. 次世代放射光施設管理•運営
- 4. 放射光施設を活かした技術者・研究者育成

- 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

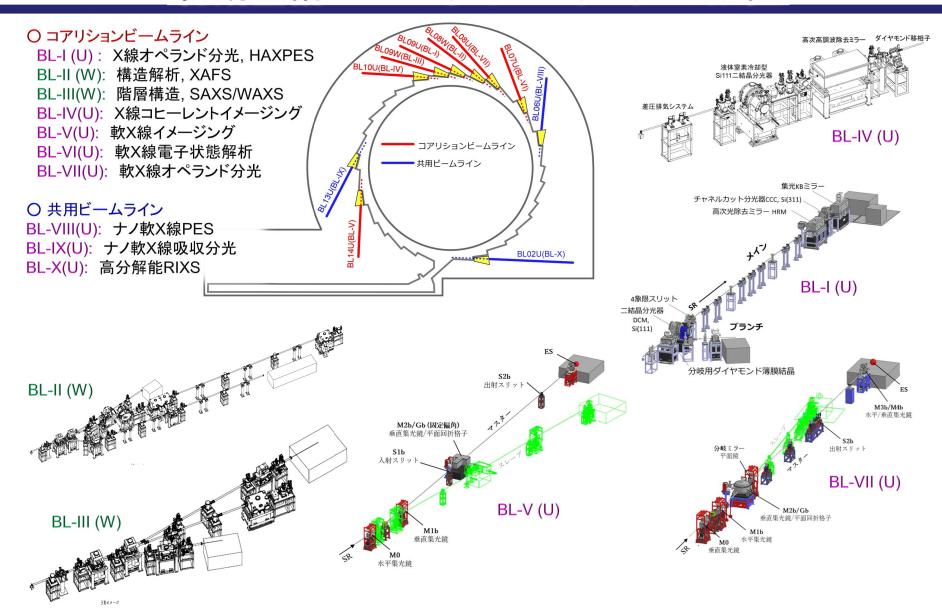


次世代放射光ビームラインの基本構成





初期整備ビームライン(BL)の配置



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 マルチモーダル計測を容易 O コアリションビームライン にするビームライン配置 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 〇 共用ビームライン BL-VIII(軟): ナノ軟X線PES コアリションビームライン BL-IX(軟): ナノ軟X線吸収分光 共用ビームライン 高分解能RIXS BL-X(軟): 国・QSTが整備 BL02U(BL-X)

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、トライポロジー

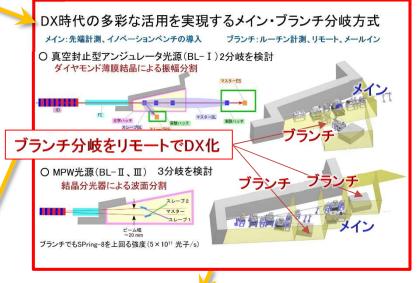
BL-V: スピントロニクス、固体物理学、磁性、磁気記録、触媒、電池、食品科学、バイオテクノロジー、水素エネルギー、エレクトロニクスデバイス、ヘルスケア、医学、農学、構造生物学

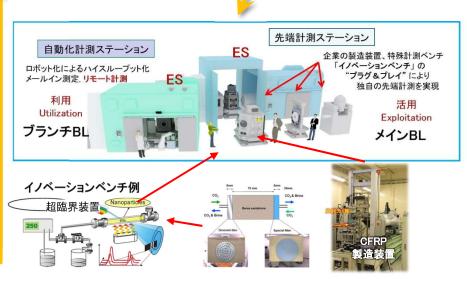
BL-VI: ナノテクノロジー、量子コンピューター、触媒、電池、バイオテクノロジー、 食品科学、水和反応

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

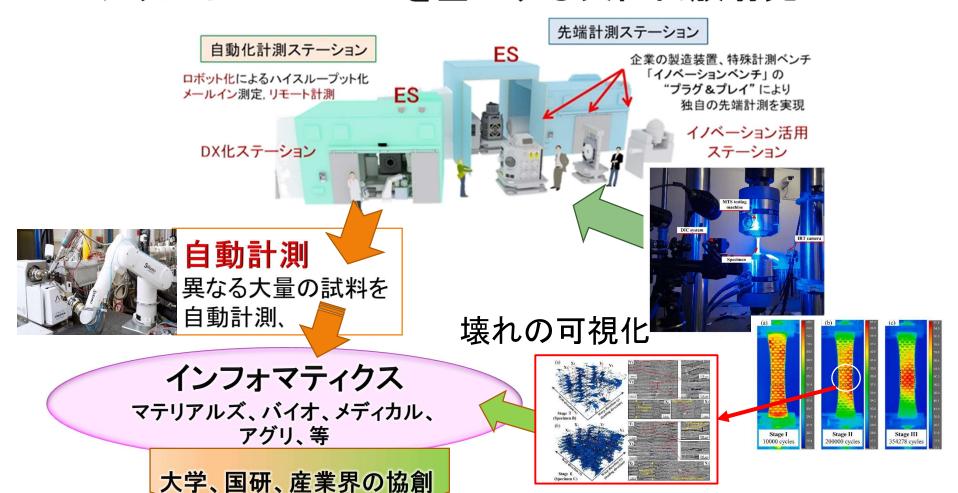


技術協力 東北大学 国際放射光 イノベーション・スマート研究センター





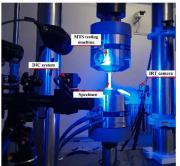
コアリションコンセプトを基にする次世代放射光のBL

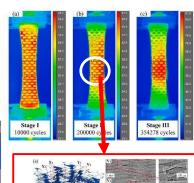


国土強靱化、産業競争力をスマート化 可視化とAI・データ科学の融合が仮説検証サイクルを高速化

先行事例: 構造材料の革新的シーズ創出に寄与する可視化/機能シミュレーション

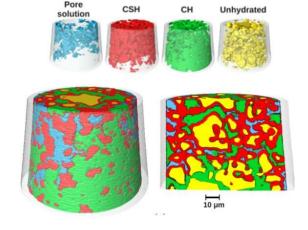
炭素複合材料の 破壊挙動の 可視化(中国) X線CT SSRF





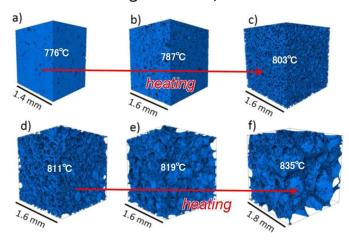
コンクリートの強度を決める ケイ酸カルシウム水和物(CSH)の 状態を可視化(スイス)

Swiss Light Source 2015年 分解能 130nm

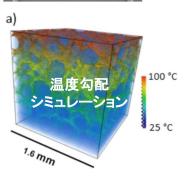


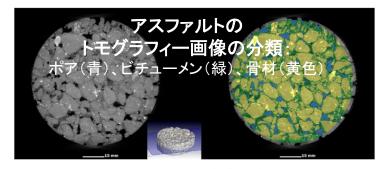
CRTガラスの発泡過程(英)

超高速X線イメージング Diamond Light Source / ESRF 2020

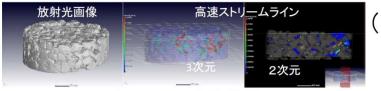








アスファルトの透水性の可視化評価



シミュレーションとデータ同化

(南ア)

ナノの可視化で広がる活用分野



O.00 Phase (rad)

Detector

次世代放射光施設の強み:コアリション・エコシステム

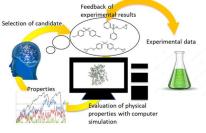
事業化 Stack frame CERTP

データ駆動型アプローチを革新する

Al · Informatics

■開発

予測•探索

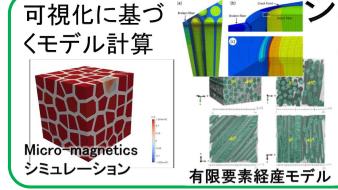


産業界

学術、国研機能 評価

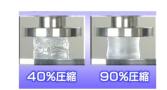




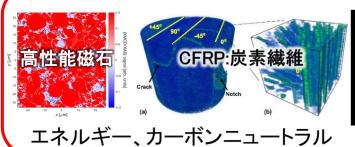


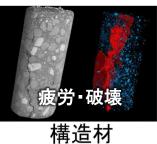
計測基盤施設

可視化

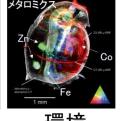


多彩な分野への活用

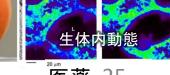




ション







創薬モダリティ の開発支援

環境

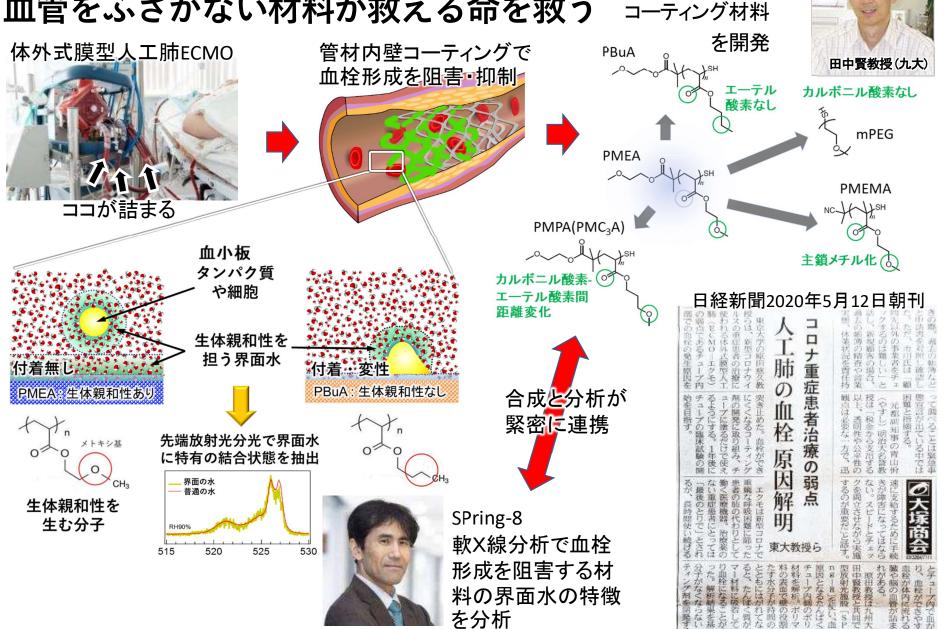
農業、食品

医薬 25

SPring-8新型コロナウイルス対策緊急課題 2020年4月-5月

血管をふさがない材料が救える命を救う コーティング材料

原田慈久教授(東大)



地域産業の放射光活用の成果

精密加工メーカーTDCの事例

東北放射光施設(SLiT-J)

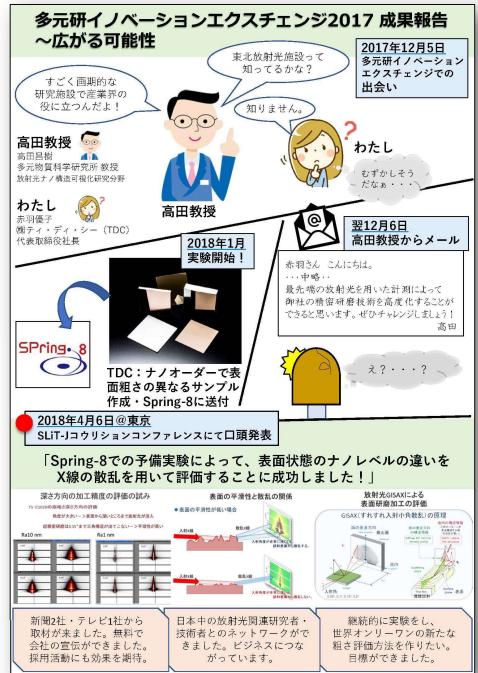
への期待

株式会社ティ・ディ・シー 代表取締役 赤羽 優子









世界トップレベルの「光イノベーション都市・仙台」へ

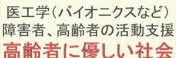
次世代放射光施設を中核としたリサーチコンプレックスの展望

豊かな未来社会を実現 する新産業の創造

- 仙台市
- ・ユニバーサル社会・次世代の観光地域
- の先端テクノロジー実証実験を通じた イノベーション・エコシステムの構築











未来型医療、創薬、セキュリティ技術 安全・安心

自動運転

- ・国家プロジェクト・金融機関
- •投資家

- ·研究開発拠点等誘致仙台市
- •公設試験研究機関連携
- ·施設利用権利活用

次世代放射光施設 産官学金パートナーシップ

次世代放射光を中核とする

・仙台東北の 経済活性化

宮城県





食産業の振興豊かな食



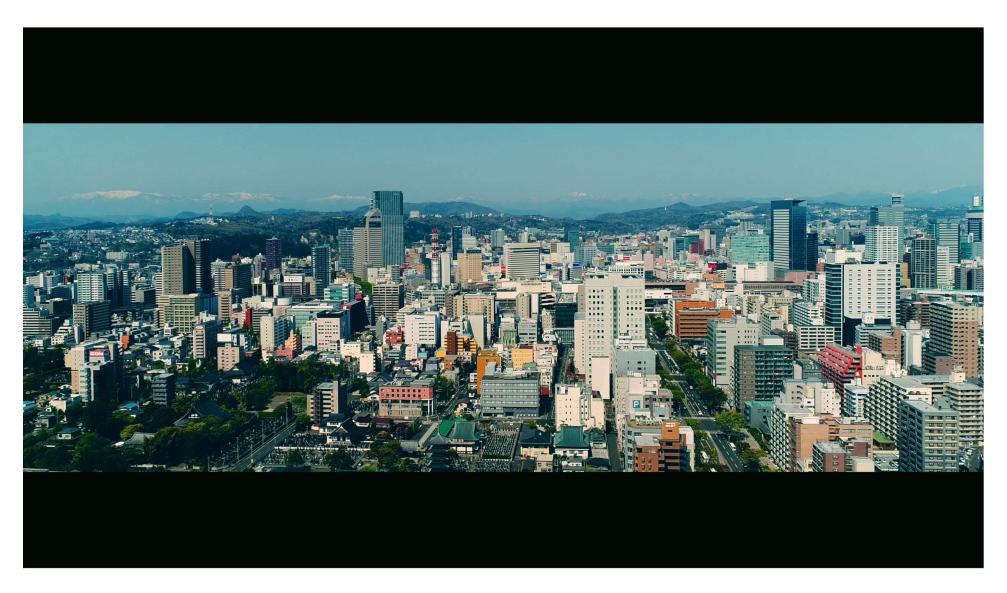


東北大学

NTTアーバンソリューションズ: 仙台エコシステム



東北大学サイエンスパーク構想



ご清聴ありがとうございました

コアリションに加わって、ナノのモノづくりに一緒に取り組みませんか? まずは、今のお困りごとを、FSで解決することから、始めましょう。

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



光科学イノベーションセンター

http://www.phosic.or.jp/ Photon Science Innovation Center TEL/FAX 022-752-2210 PhoSIC 一般財団法人 光科学イノベーションセンター 仙台市青葉区荒巻字青葉468番地1 レジリエント棟507 財団紹介 産業界の皆様へ NEWS/イベント 37リションメンパー 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 NEWS& EVENT 「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。 財団紹介 PhoSIC 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、東北大学の美任メンバーの協力体制の下で、東北総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。 GOST ■「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。 M 仙台市 Sendai City SR/S 国際放射光イパーション・スマート研究センター 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。 海外でも次々とOGeV施設の新設が加速し、 産業界の計画基盤としての大きな役割を果たしていま 東北経済連合会 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 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 一般財団法人 光科学イノベーションセンター ン、タフポリマー、虫歯予防ガム、チョコレート、アイスクリーム、創業、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、安全安 仙台市青葉区荒巻字青葉468番地1

レジリエント社会構築イノベーションセン