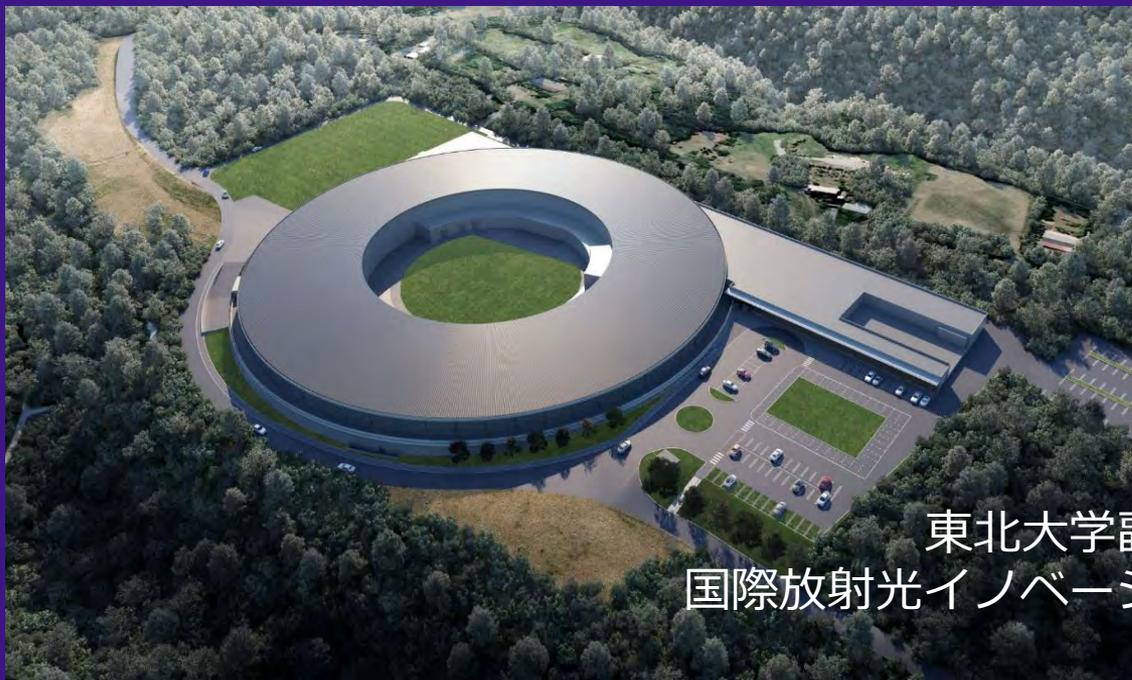
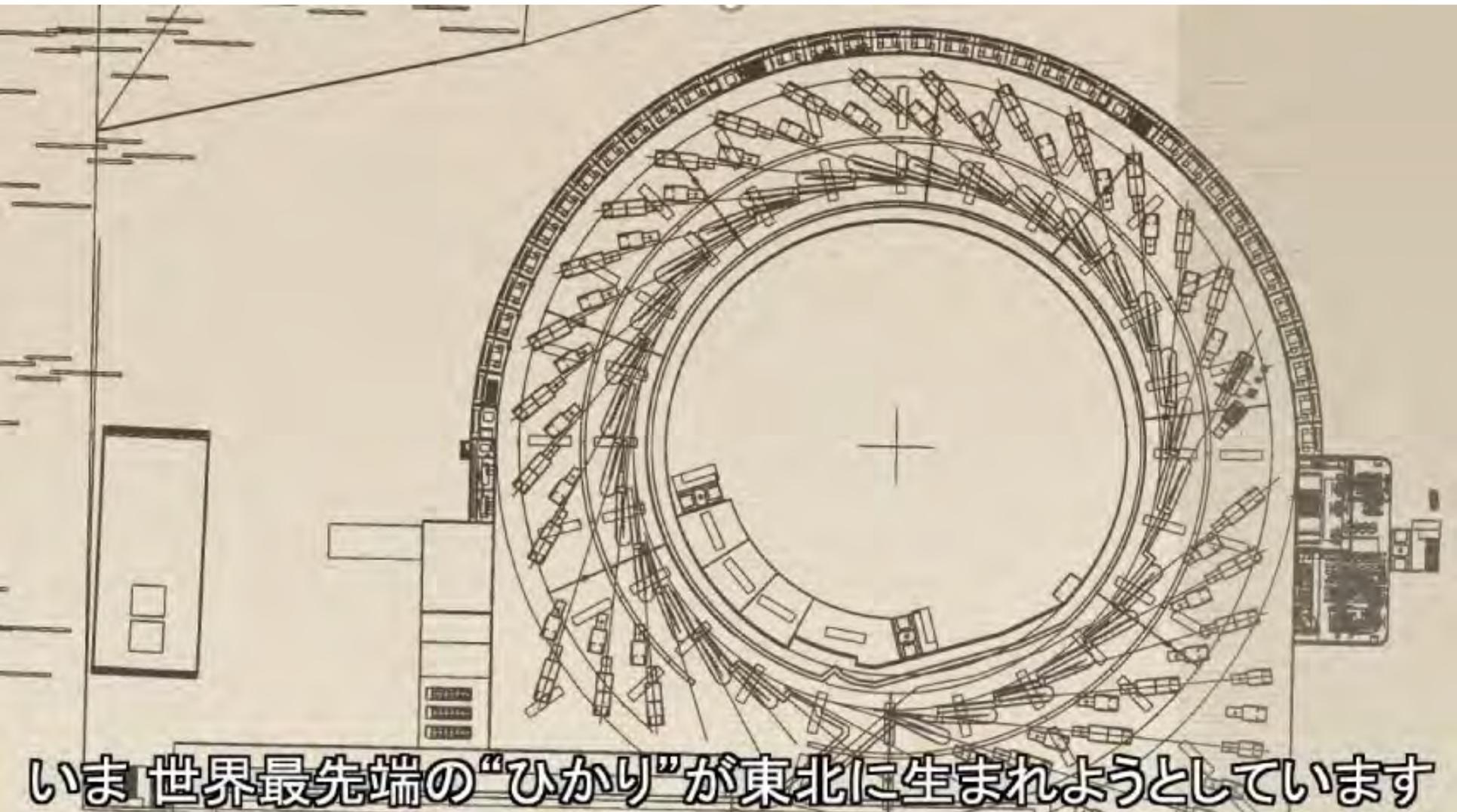


# 次世代放射光と東北大学



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





いま 世界最先端の“ひかり”が東北に生まれようとしています

# 青陵キャンパス



## 青葉山キャンパス

## 川内キャンパス

## 仙台駅

次世代放射光施設

## 青葉山新キャンパス

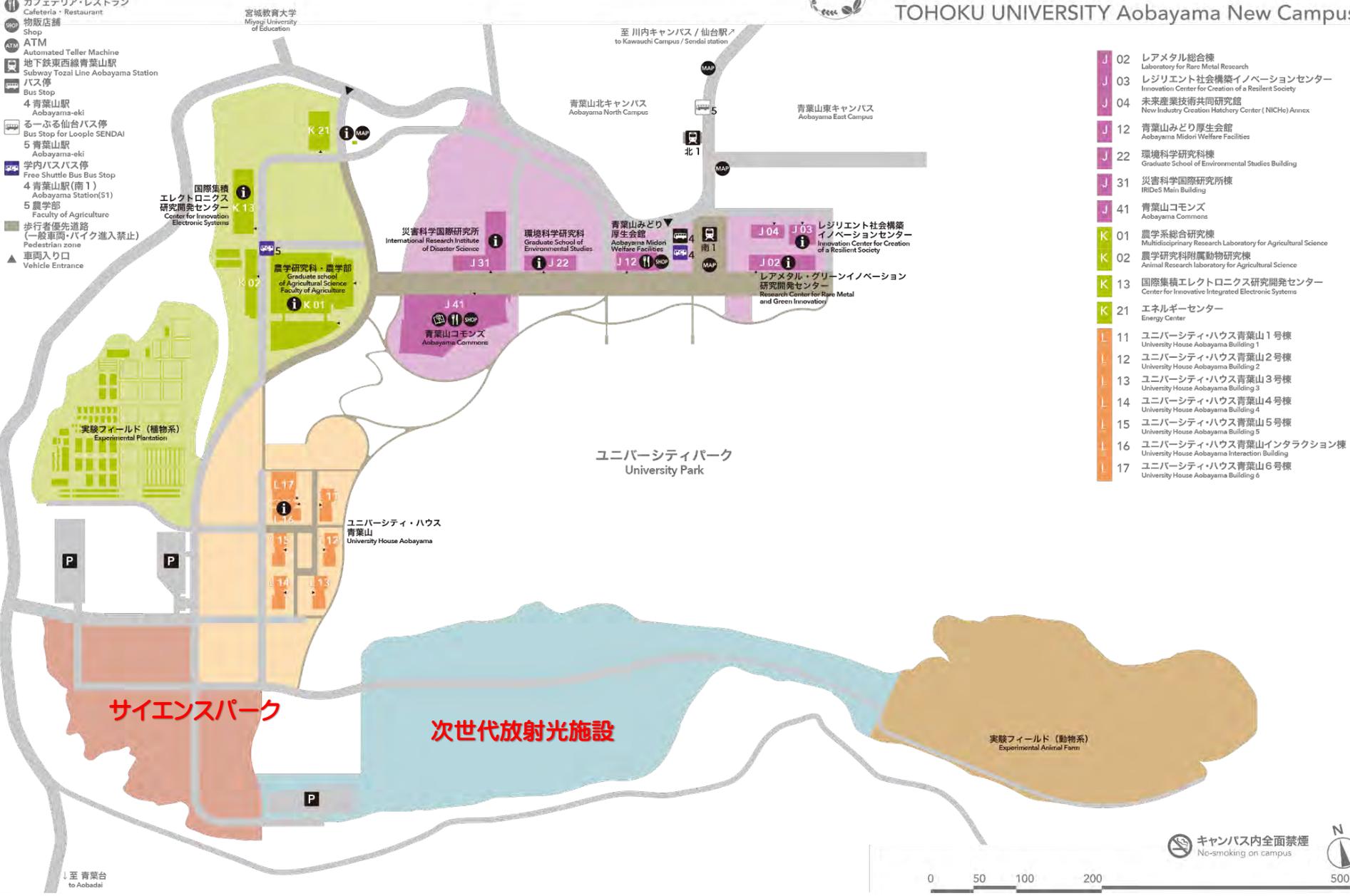
## 片平キャンパス



# 東北大学 青葉山新キャンパス

## TOHOKU UNIVERSITY Aobayama New Campus

- インフォメーション  
Information
- MAP  
キャンパスマップ  
Campus Map
- カフェテリア・レストラン  
Cafeteria・Restaurant
- 物販店舗  
Shop
- ATM  
ATM
- Automated Teller Machine
- 地下鉄東西線青葉山駅  
Subway Tozai Line Aobayama Station
- バス停  
Bus Stop
- 4 青葉山駅  
Aobayama-eki
- 5 青葉山駅  
Aobayama-eki
- るーふる仙台バス停  
Bus Stop for Loopie SENDAI
- 5 青葉山駅  
Aobayama-eki
- 学内バスバス停  
Free Shuttle Bus Stop
- 4 青葉山駅(南1)  
Aobayama Station(S1)
- 5 農学部  
Faculty of Agriculture
- 歩行者優先道路  
(一般車両・バイク進入禁止)  
Pedestrian zone
- 車両入り口  
Vehicle Entrance



- J 02 レアメタル総合棟  
Laboratory for Rare Metal Research
- J 03 レジリエント社会構築イノベーションセンター  
Innovation Center for Creation of a Resilient Society
- J 04 未来産業技術共同研究館  
New Industry Creation Hatchery Center (NICHe) Annex
- 12 青葉山みどり厚生会館  
Aobayama Midori Welfare Facilities
- J 22 環境科学研究科棟  
Graduate School of Environmental Studies Building
- J 31 災害科学国際研究所棟  
IRiDeS Main Building
- J 41 青葉山コモンス  
Aobayama Commons
- K 01 農学系総合研究棟  
Multidisciplinary Research Laboratory for Agricultural Science
- K 02 農学研究科附属動物研究棟  
Animal Research Laboratory for Agricultural Science
- K 13 国際集積エレクトロニクス研究開発センター  
Center for Innovative Integrated Electronic Systems
- K 21 エネルギーセンター  
Energy Center
- L 11 ユニバーシティ・ハウス青葉山1号棟  
University House Aobayama Building 1
- L 12 ユニバーシティ・ハウス青葉山2号棟  
University House Aobayama Building 2
- L 13 ユニバーシティ・ハウス青葉山3号棟  
University House Aobayama Building 3
- L 14 ユニバーシティ・ハウス青葉山4号棟  
University House Aobayama Building 4
- L 15 ユニバーシティ・ハウス青葉山5号棟  
University House Aobayama Building 5
- L 16 ユニバーシティ・ハウス青葉山インタラクション棟  
University House Aobayama Interaction Building
- L 17 ユニバーシティ・ハウス青葉山6号棟  
University House Aobayama Building 6

キャンパス内全面禁煙  
No-smoking on campus



500m

↓ 至 青葉台  
to Aoba-dai

# 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



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



## パートナー

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

■ Coalition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

■ 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)

## 民

### 民間企業

■ Coalition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



# 次世代放射光施設における東北大学の役割

## 1. パートナーの中での東北大学の役割

次世代放射光計画の学術利用・産学連携をリードする役割を担うのが東北大学である。

## 2. 次世代放射光の学術研究への寄与

次世代放射光では、既存の施設では不可能であった機能の可視化が、高い光源性能で可能となり、活用のサイエンスケースが飛躍的に拡大する。

特に、元素だけでなく、機能に関わるイオン状態、電子のスピン状態等を可視化する。

東北大学の強みとして基盤を整備してきた、スピントロニクス、エレクトロニクス、磁性材料、農学、生命科学、環境エネルギー等の研究を加速し、さらなる深化をもたらす。

## 3. イノベーションにおける役割

可視化の革新により、産業界のモノづくりと放射光の距離が格段に縮まり、東北大学が得意とする、スパコンシミュレーション、AIやデータ科学との融合分野等が新たに創成されようとしている。

## 4. 将来展望

指定国立大学である東北大学は、全国主要7大学及び東北地区7大学との放射光を中核とするアライアンスを形成すべく準備を進めている。そのネットワークを通じて、企業や地域も巻き込んだ、次世代のイノベーション人材の育成にも活用する。

この官民地域パートナーシップによる都市型大型研究基盤を中核とするリサーチ・コンプレックス駆動型のイノベーションモデルの構築を学術の中心として東北大学が先導していく。



# 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



# 青葉山新キャンパス (2019/3/28造成工事開始)



理学部

工学部

地下鉄「青葉山」駅

ユニバーシティハウス

農学部

ユニバーシティハウス

次世代放射光施設  
(想像図)

サイエンスパーク(想像図)

放射光施設とサイエンスパークは想像図

2023年にファーストビーム(予定)

# 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



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。



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

**Invited International Guests:**

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

21<sup>st</sup> April, Sunday  
17:00-18:00 SR7 University Forum



# 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

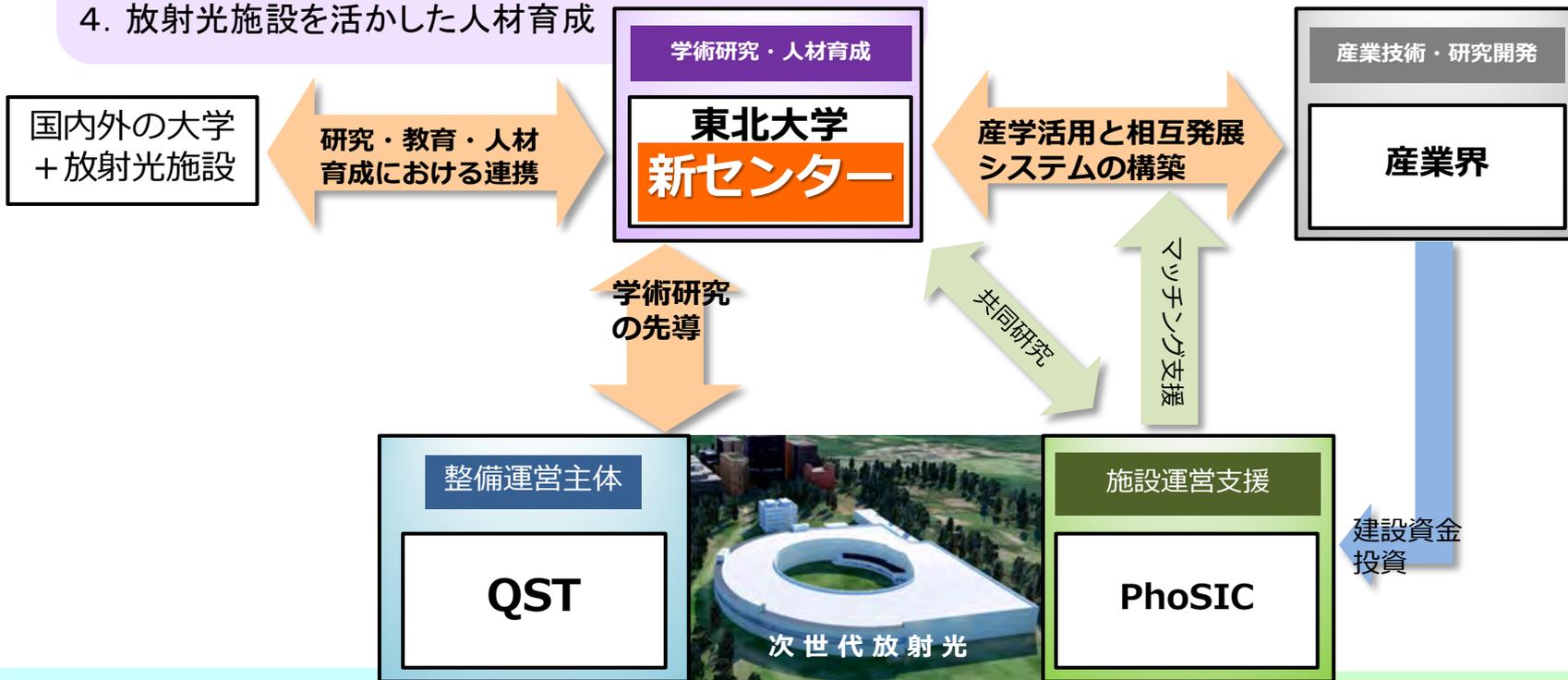
2019年10月1日設置

大型研究施設を中核とする  
融合型産学共創拠点の形成



# 次世代放射光施設における関連機関のミッション

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



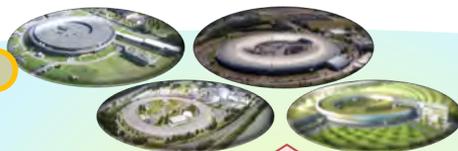
1. 次世代放射光 光源・光学系デザイン・とりまとめ
2. 次世代放射光施設 加速器建設
3. 次世代放射光施設管理・運営
4. 放射光施設を活かした技術者・研究者育成

1. 次世代放射光施設の産業利用推進
2. コウ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

# 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

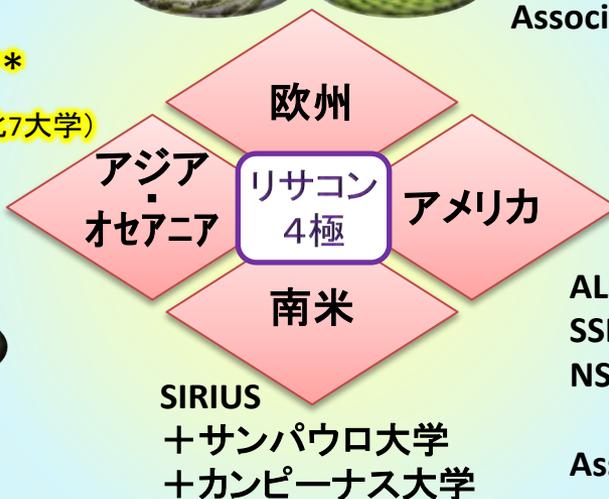
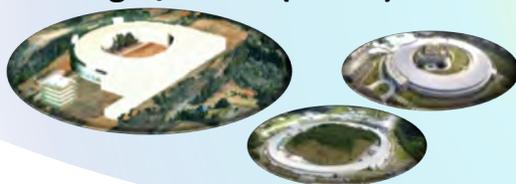
## 次世代放射光 + 東北大学 + SR7\*

(\*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)



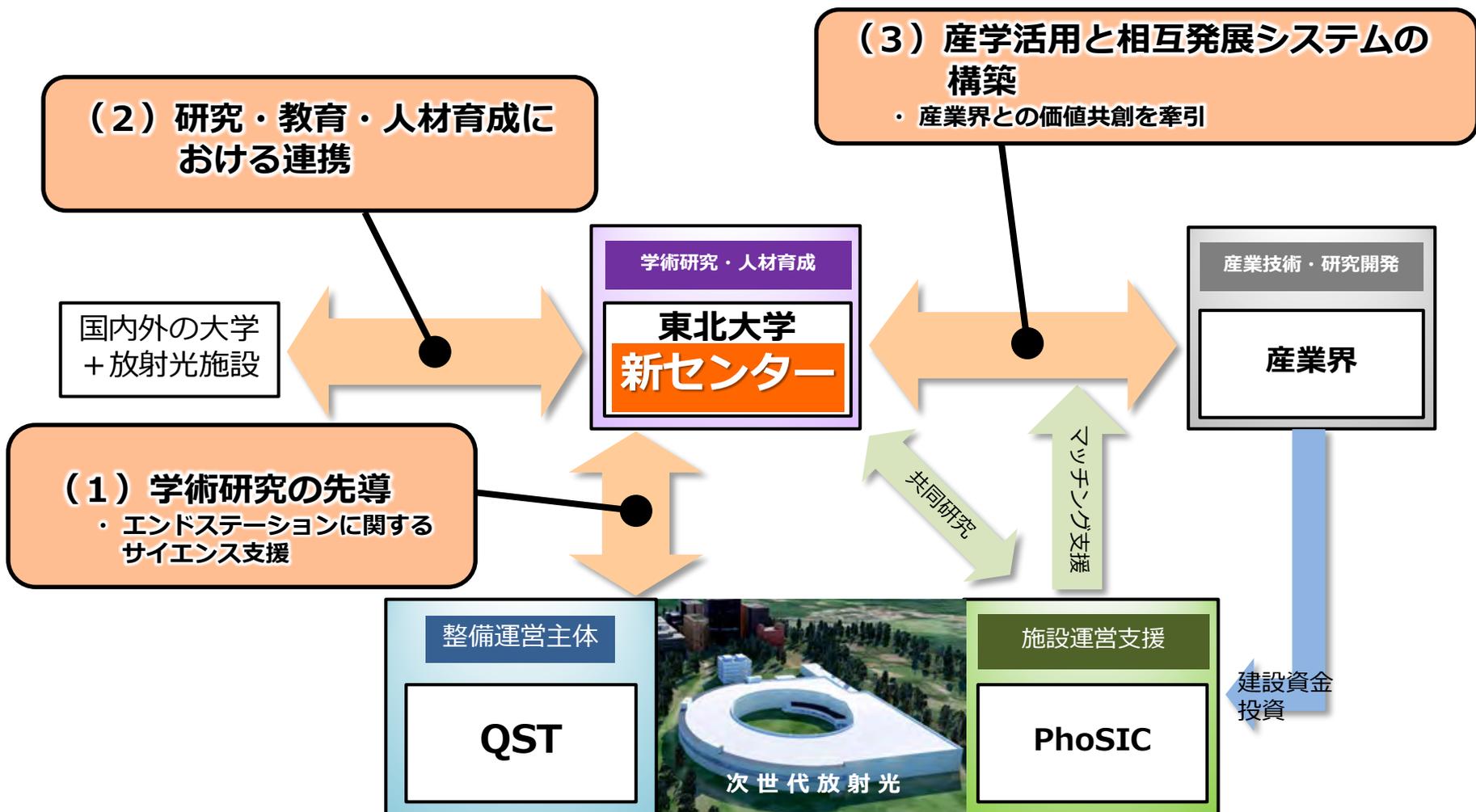
ALS + カリフォルニア大学バークレー校  
SSRL/SLAC + スタンフォード大学  
NSLS-II + ニューヨーク州立大学  
ストーンブルック校  
Associate: APS (7 GeV)

## 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

# QST, PhoSIC との連携イメージと新センターが解決する課題



# 国際放射光イノベーション・スマート研究センター

## ミッション

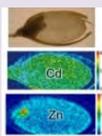
1. 新学術の創発と未踏研究領域を開拓する
2. 社会連携に基づき、未来価値創造を支援する
3. 海外施設/大学との国際研究ネットワークを構築する
4. 世界トップレベルのグローバルリーダーを育成する

多様なディシプリン(専門分野)、  
課題(産/学)、技術、人材が集積

主要国立大学SR7  
東北地域の大学  
研究機関  
放射光施設

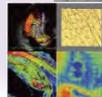
### 農業、食品

- ・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
- ・生命科学研究科



### 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、環境科学研究所



### 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

## 基幹

次世代計測技術の研究・開発

## 横幹

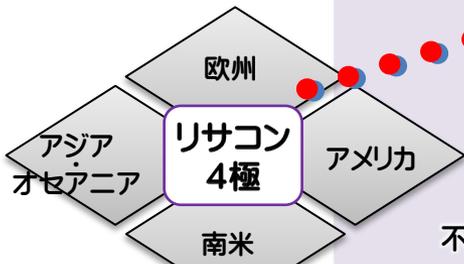
エント・ステーションと  
次世代計測技術の  
インターフェースの研究・開発

イノベーション・パートナー  
への展開

QST

PhoSIC

産業界



- ・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



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

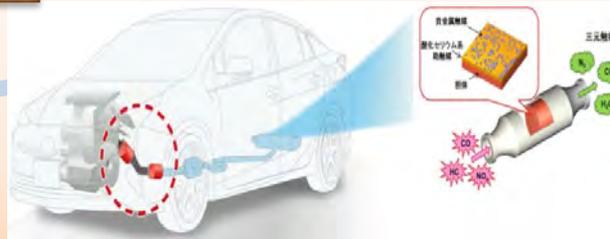
# 次世代放射光と新センターの協奏効果

- ・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

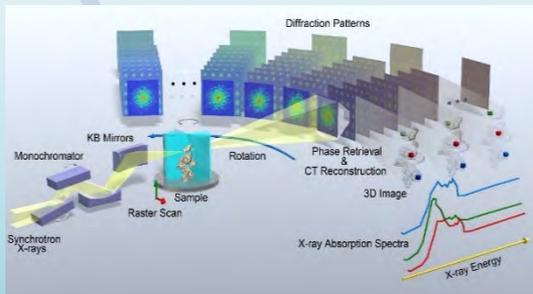


新たな課題の共有

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)

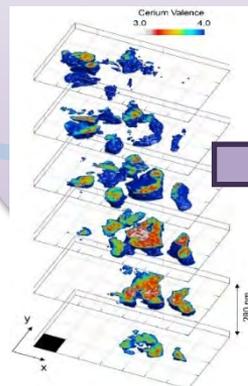
**横幹**

データを価値へ転換  
機械学習でスマート化

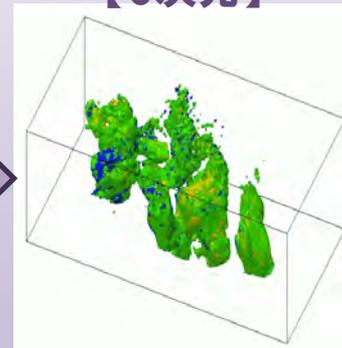
新センター利用により

2次元情報(数千点)→3次元ビッグデータ(1億点以上)

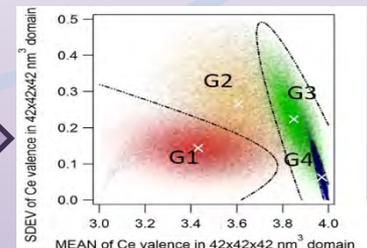
【2次元】



【3次元】



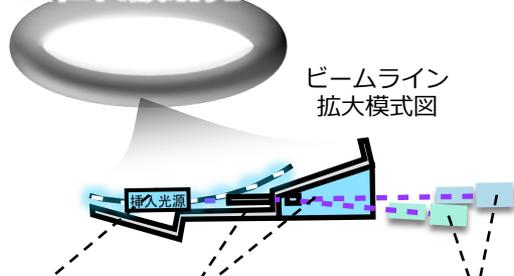
【ビッグデータ】



触媒反応のプロセス

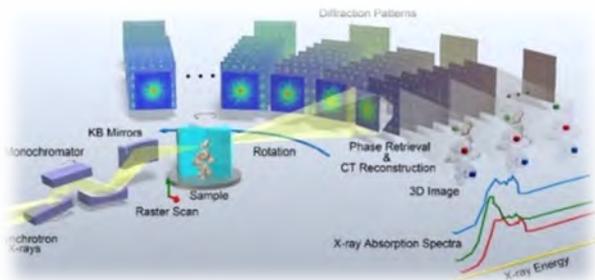
# 本センターの部門構成

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**

- 2019年10月01日 「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) 設置
- 2019年10月17日 日本化学会秋季事業 第9回CSJ化学フェスタ2019 テーマ企画「次世代放射光～化学における利活用～」にて講演(タワーホール船堀)
- 2019年10月24日 SAKES「Sendai Albi Knowledge in Engineering Seminars」『Expectation to Next Generation 3GeV SR Facility Constructed in our Campus for Materials Characterization』
- 2019年10月31日 石油学会・山形大会(第49回石油・石油化学討論会) 市民講座『未来の光 ～次世代放射光プロジェクト～』
- 2019年11月8日 Tohoku-Melbourne Workshop 『Next Generation 3GeV Synchrotron Radiation Facility Project in Japan』(沖縄科技大)
- 2019年11月14日 第4回東日本キャタリシスセミナー『次世代放射光への触媒科学からの期待』(作並温泉「岩松旅館」)
- 2019年12月12日 東北大学多元物質科学研究所 研究発表会2019(東北大学片平さくらホール)
- 2019年12月13日 多元物質科学研究所「イノベーションエクステンジ ～未来を照らす光～」にて講演(東北大学片平さくらホール)
- 2019年12月23日 次世代放射光シンポジウム開催(産業技術総合研究所つくば中央)
- 2020年1月9日 農芸化学会東北支部『次世代放射光施設と食・農の未来』開催(東北大学青葉山コモンズ)
- 2020年1月10日 第4回次世代放射光施設ユーザー共同体総会(ウインクあいち)
- 2020年1月11日 第33回日本放射光学会年会・企画講演2『次世代放射光施設計画の進捗状況(2)』(ウインクあいち)
- 2020年1月17日 産学官金連携フェア2020 みやぎ にブース出展(仙台国際センター)
- 2020年1月27日 2019年度産総研東北センターTAIプロジェクト～EBISワークショップin山形～『わが社で使える放射光』(山形県工業技術センター講堂)
- 2020年1月28日～31日 早坂忠裕理事、村松淳司センター長らがSLAC国立加速器研究所とブルックヘブン国立研究所NSLS-IIを訪問
- 2020年2月14日 2019年度産総研東北センターTAIプロジェクト～EBISワークショップin八戸～『わが社で使える放射光』(八戸プラザホテル)
- 2020年2月26日 2019年度産総研東北センターTAIプロジェクト～EBISワークショップin秋田～『わが社で使える放射光』(ホテルメトロポリタン秋田)
- 2020年2月27日 未来のひかり～次世代放射光利活用～説明会【秋田大学】(秋田大学理工学部) **(COVID-19感染拡大防止のため中止)**
- 2020年3月23日 次世代放射光施設説明会 物質・材料研究機構(NIMS千現地区第一会議室) **(COVID-19感染拡大防止のため中止)**
- 2020年4月23日 Joint International Symposium for Next Generation Synchrotron Radiation Science Summit with International Center for Synchrotron Radiation Innovation Smart (SRIS) Kick-Off Workshop **(COVID-19感染拡大防止のため中止)**
- 2020年4月24日 SR20 Summit(アオバサミット) 世界主要放射光施設緊急サミット Zoom会議(東北大学主催)
- 2020年8月3日 次世代放射光セミナー web+リアル会議【東北大学片平さくらホール】

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



# 次世代放射光ビームラインラインナップ

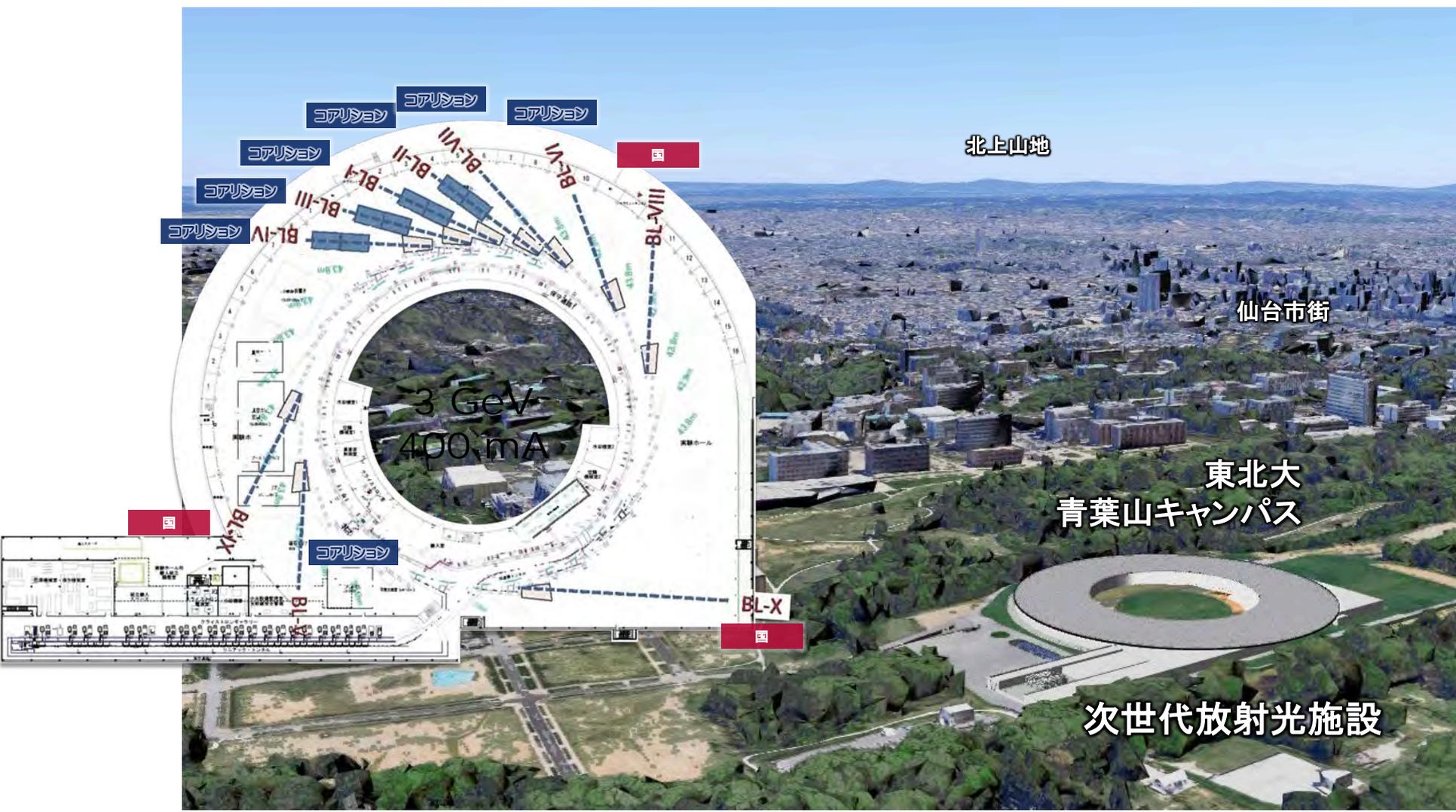
## 地域パートナー COALITION Beamline 7本

BL-I (U) X線オペランド分光	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	HX: 2-20 keV, Beam Size: 50 $\mu$ m
BL-III (W) X線階層的構造解析	HX: 4.4-30 keV, Beam Size: 50 $\mu$ m
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 $\mu$ m
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	SX: 0.05-1 keV, Beam Size: < 50 nm
BL-VII (U) 軟X線オペランド分光	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 $\mu$ m
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 $\mu$ m
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

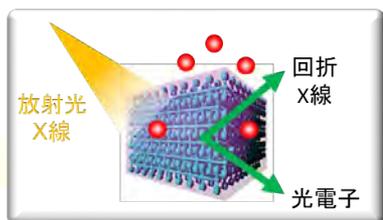
# 次世代放射光ビームラインラインナップ



# ビームライン仕様決定

## BL-I 材料内部の構造と電子状態

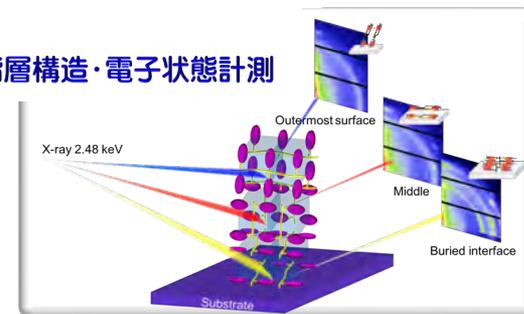
テンダーX線～硬X線  
オペラド光電子分光・回折計測



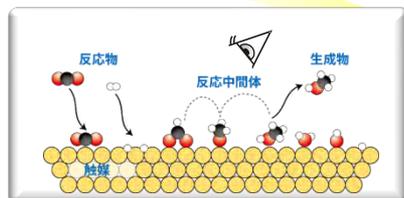
## BL-II 階層構造と電子状態・化学状態

テンダーX線～硬X線

階層構造・電子状態計測

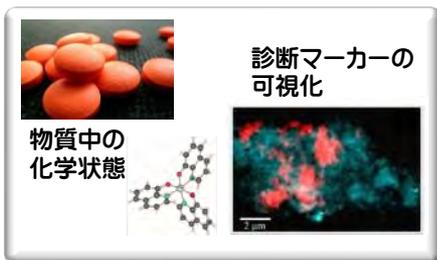


## BL-VII 材料表面の電子状態・化学状態



軟X線 雰囲気オペラド分光計測

## BL-III 物質と機能の階層構造

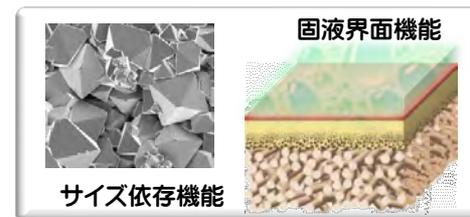


硬X線イメージング、  
トモグラフィ計測



## BL-VI

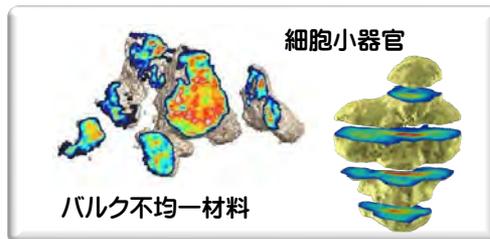
ナノ空間の機能電子状態可視化



軟X線 高分解能電子状態計測

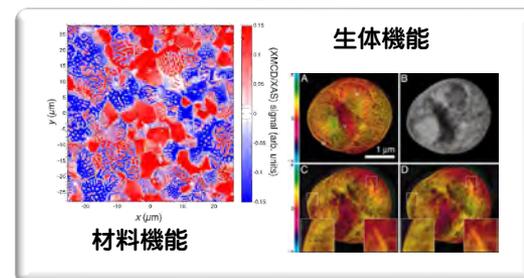
## BL-IV

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

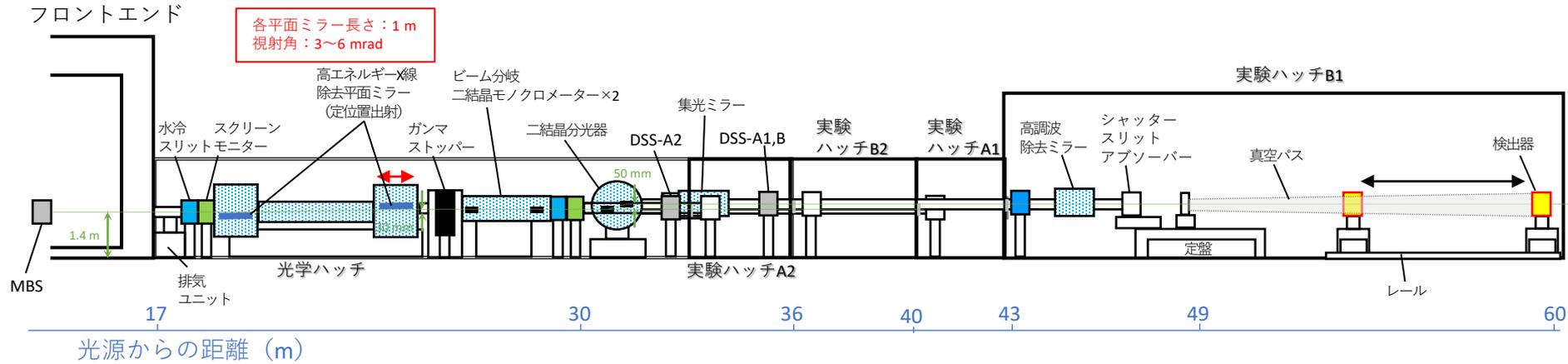
番号	分岐方法	裏付け	実現可能性	ブランチ数	波長可変性	分光方法
BL-I	振幅分割 (結晶透過)	SPring-8 12XU, 24XU, PETRA-III P02などで実績	90%以上	マスター 1	可変	LN2冷却Si縦振り二結晶分光器。
				スレーブ 1	固定	水冷ダイヤモンド横振り1結晶、or2結晶配置。
BL-II	波面分割 (結晶挿入)	2分割は DiamondLight Source I15 で実績	90%以上	マスター 1	可変	LN2冷却Si縦振り二結晶分光器。
				スレーブ 最大2	固定	水冷(or LN2)Si横振り第1結晶+非冷却第2結晶配置
BL-III	波面分割 (結晶挿入)	2分割は DiamondLight Source I15 で実績	90%以上	マスター 1	白色	なし(白色利用)
				スレーブ 最大2	固定	水冷(or LN2)Si横振り第1結晶+非冷却第2結晶配置
BL-IV	分岐無し					
BL-V	最上流で 波面分割 (ミラー挿入)	独FLASH-FELで同種実績あり	70%程度 (今後、CAD図により要確認。)	マスター 1	可変	リング方向orストレート。回折格子分光器。
				スレーブ 1	従属	上流ミラーでホール方向に跳ね回折格子
BL-VI	振幅分割 (回折格子)	新規アイデア	60%(今後、CAD図により要確認)	マスター 1	可変	回折格子分光器の1次光を使用。
				スレーブ 1	従属	回折格子の0次光(ピンクビーム)使用。
BL-VII	分光後に 波面分割 (ミラー挿入)	独FLASH-FELで同種実績あり	85%程度 (今後、CAD図により要確認)	マスター 1	可変	ストレート。回折格子分光器。
				スレーブ 1	従属	分光後ミラー部分挿入。リング方向に跳ねる。

- 1) 分岐検討対象の6本については、熱負荷を含めた光学系の最適化が必要であるが、分岐は技術的に可能であるとの結果を得た。今後、光学素子駆動系、真空槽などの取り合いを機械図面により精査・検討する必要がある。
- 2) BL-I はダイヤモンド結晶による振幅分割を採用する。
- 3) BL-II、IIIは、シリコン結晶による波面分割を採用する。その際、最大分岐数を3とする(マスター1, スレーブ2)。
- 4) BL-V、BL-VIIについては、ミラーエッジを用いた波面分割を採用する。このうち、BL-Vについては、分岐ミラーを含めた光学系の最適化を要する。
- 5) BL-VIのマスター側は既存の手法であるが、スレーブ側の分岐方法については、今後、光学系の最適化を要する。

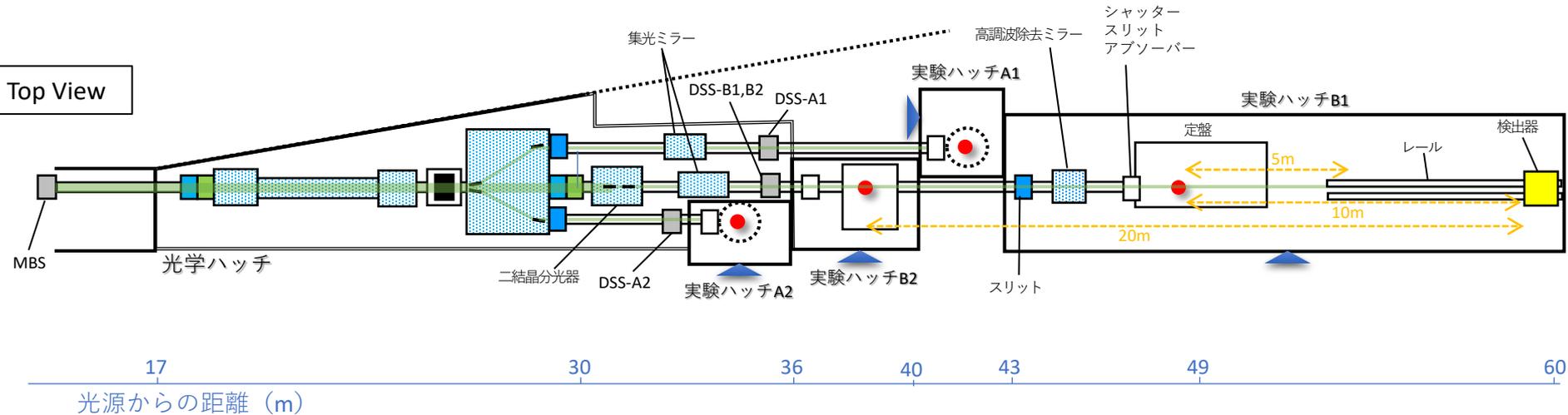
# BL-II (X線構造・電子状態トータル解析) 分岐レイアウト案1

2020/3/25版 (Ver. 4.1)

Side View



Top View



● 試料位置  
▲ 出入口

反射面	$E$ (keV)	$2\theta_B$ (deg)
Si 111	8.0 (Cu $K\alpha$ )	28.5
Si 111	17.4 (Mo $K\alpha$ )	13.0
Si 333	17.4 (Mo $K\alpha$ )	39.8
Si 333	25.0	27.4

# 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

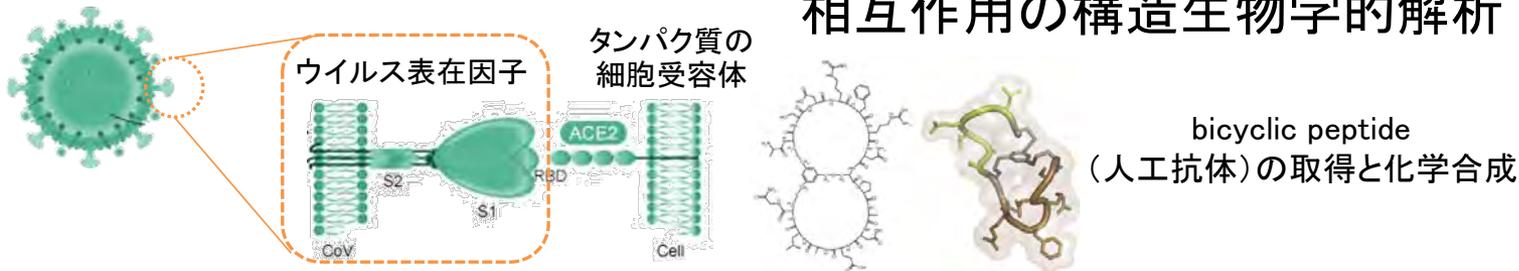
### Phase I 既存の抗ウイルス薬とウイルス、ヒト細胞の相互作用の研究

#### ■ 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

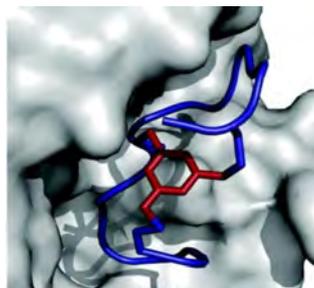
(例) COVID-19タンパク質に対する人工抗体の開発および  
(感染・非感染)細胞内元素動態の解析

# 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-antigen>



## 課題



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

### 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

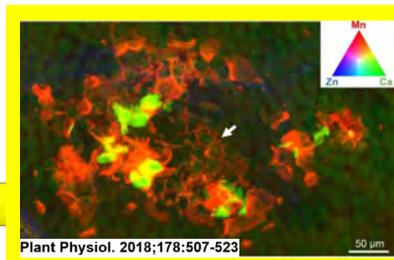
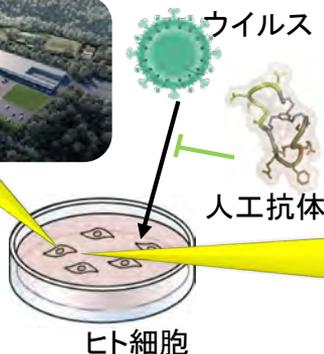
### 実験室系

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。

## 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

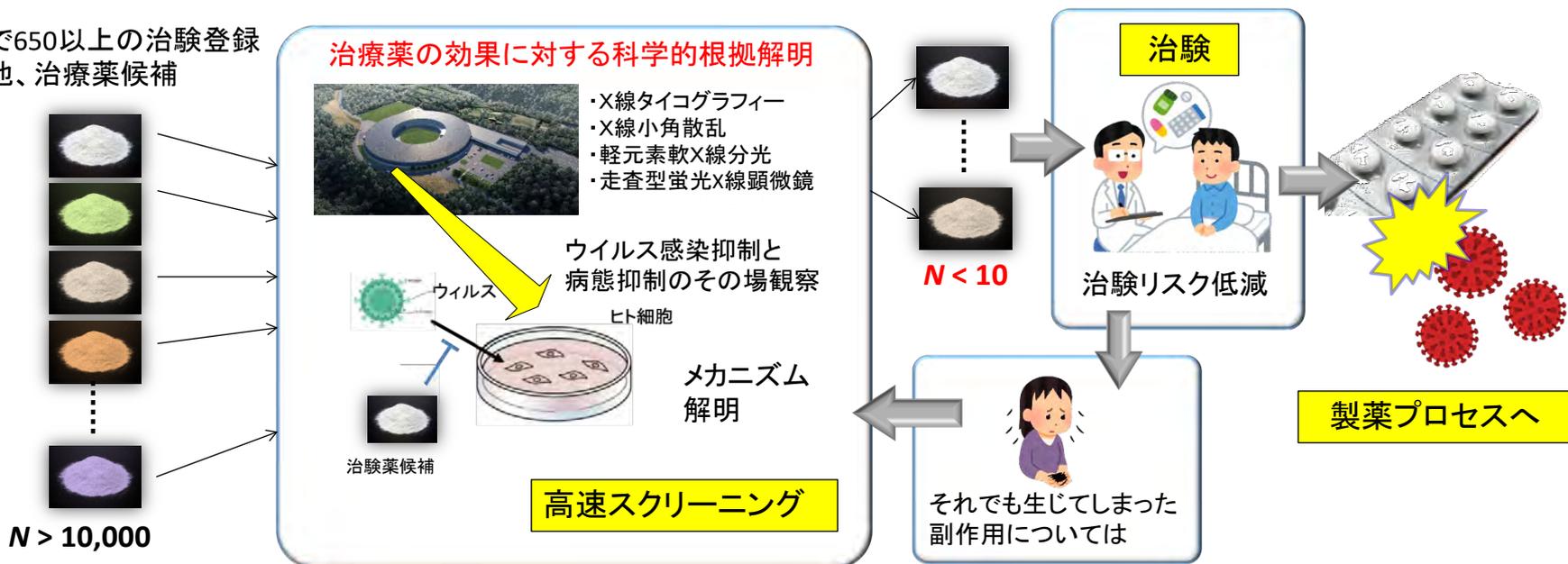
## ■ 研究提案例B-1: ウイルス変異の予測と併せた治験サイクルの高速化

### 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

ターゲット, モデル生物系  
診断マーカー探索 構築

高能率創薬 バイオ医薬品

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

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mium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**

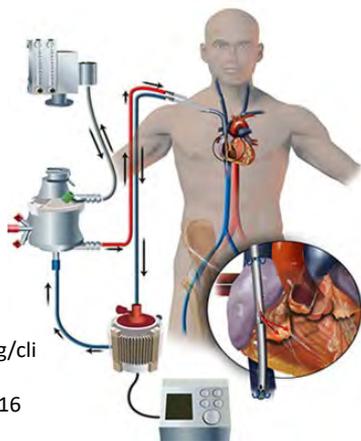
アルツハイマー病変部で酸化還元活性のある鉄元素を見いだし、さらに反強磁性秩序状態にあることを発見。アルツハイマー痴呆症の初期段階でのNMR等での診断の可能性 XAS, XMCD(英Diamond)

**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 μCT(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。



# 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, SACLAS, 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
6. Closing: Atsushi Muramatsu (Director, International Center of Synchrotron Radiation Innovation SmartSRIS)

USA Europe

#### Delegations

Asia Oceania



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



Jerome Hastings  
(Chair, AOBA SUMMIT)  
Director, Tohoku University  
International Center of SR  
Innovation, Smart SRIS  
jehyh@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, SSRIL  
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



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



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



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



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



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



Tetsuya Ishikawa  
Director, RIKEN SPring-8 Center, SACLAS  
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 Dailiant  
Director, SOLEIL  
jean.dailiant@synchrotron-soleil.fr



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



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



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



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



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



Sven Lidin  
Dean, Lund Umeå  
President of IUCr  
sven.lidin@chem.lu.se

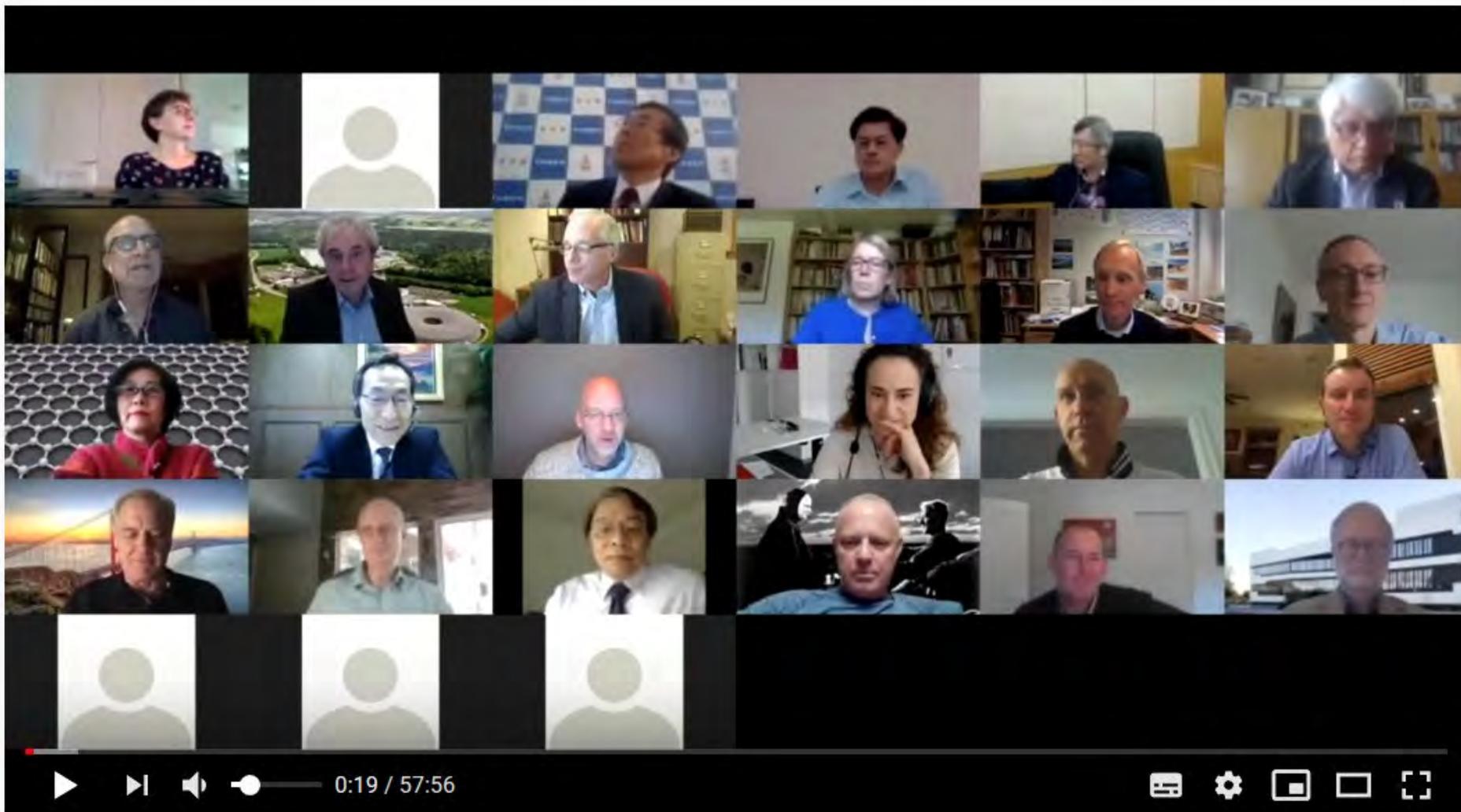
AOBA SUMMIT 2 (updated on May 10th, 2020)

☞ 限定公開

36 回視聴・2020/05/10

SRISセンターのwebページに緊急課題と動画を公開  
<http://www.sris.tohoku.ac.jp/covid-19.html>

# 議長： 大野東北大学総長



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

☞ 限定公開

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.

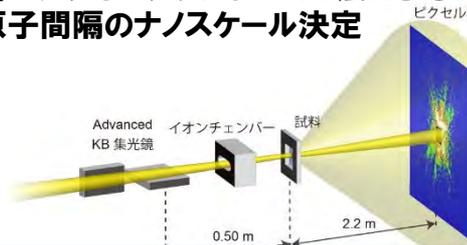
The X-ray Science Facilities adopted the following Action Plan:

- 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

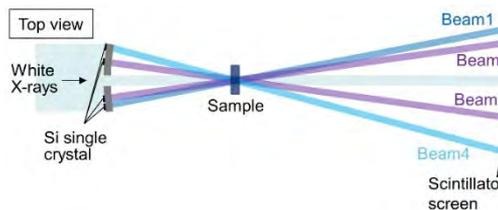
2020年4月24日、東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センターが主催して、世界の主要X線科学研究施設、約20の代表者が、パンデミックのさなか、バーチャルなリモート会議に出席し、活発な議論を交わした。その結果、全施設が相互に連携して、COVID-19の克服のための研究開発を支援することなどを盛り込んだ、AOBA COMMUNIQUE 2 (公文書) が、緊急に採択された。

# 既に研究成果が続々と...

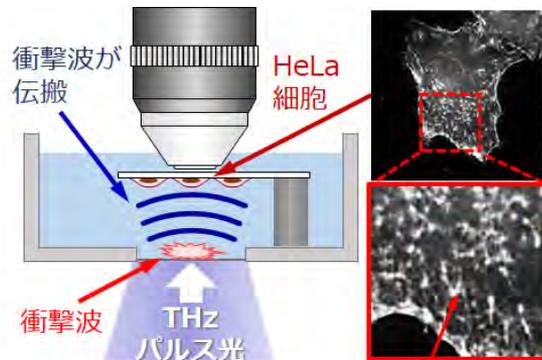
● Adv. Kirkpatrick-Baezミラー集光光線を用いたタイコグラフィEXAFS法による原子間隔のナノスケール決定



● 光ファイバーカップリングX線マルチビーム

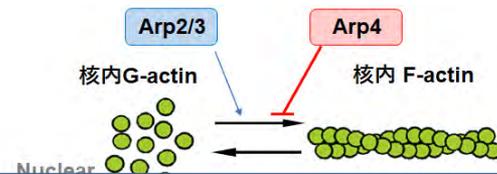


● 自由電子レーザーからのTHzパルス光によるアクチン繊維断片化の発見

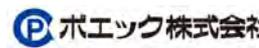


Sci. Rep., 10, 9008 (2020).

● 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



令和 2年 7月 28日



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

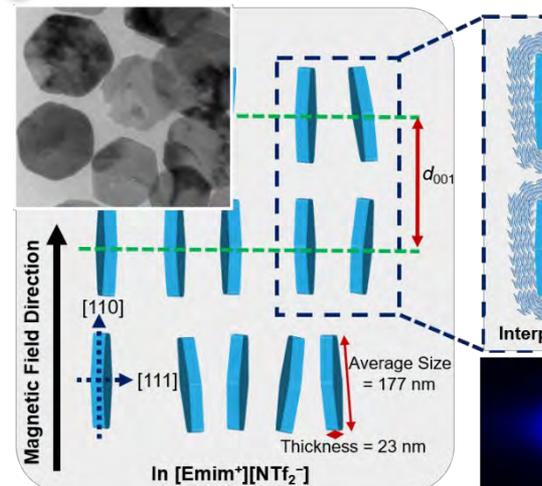
説明者

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  
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)

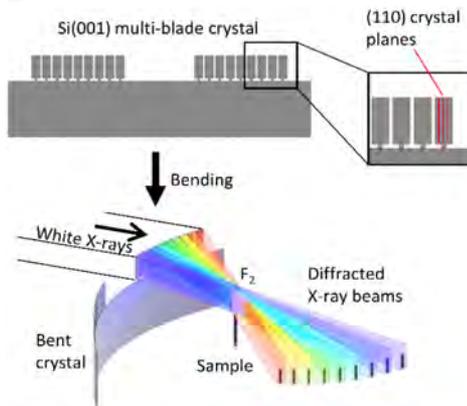
ポエック株式会社 代表取締役社長  
米女 信二郎 (よねめ しんじろう)

● ナノ粒子液晶の USAXS による動的配向評価



Nanoscale Adv., 2, 81

● ミリ秒X線CTのための放射光マルチ



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  
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

ナノバブル技術の応用～製品開

# 2023年 次世代放射光施設が仙台に完成する

