

# 東北放射光施設(SLiT-J)の実現に向けて

## Synchrotron Light in Tohoku, Japan

～ 復興リングが牽引する東北の再生 ～  
～ 希望の東北の創造 ～

平成26年10月

東北放射光施設推進会議/推進室/支援協議会

# 東北放射光施設(SLiT-J)構想の主要ターゲット

1. 復興リング(SLiT-J)における、最先端放射光科学技術の利活用で、東北地域が持つ産業ポテンシャルを最大限迄引き出して強化
2. 同時に農業革新など我が国における食料資源の戦略的新展開
3. 復興リング(SLiT-J)に、我が国の英知を戦略的に結集させて、汚染・除染・廃炉という緊急・中長期的課題解決のソリューションを提供

→ 設置後10年で予想される生産誘発効果は3000億円以上、雇用創出は約1万4千人

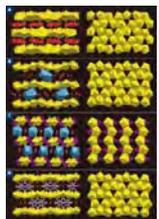
→ 我が国の強靱化に貢献！ + 被災地の生活基盤を再生し、早期帰還を実現！

→ 東北の再生・希望の東北の創造 = 東日本大震災からの復興シンボルにも！

注：東北放射光施設(SLiT-J)は、Spring-8、SACLAの実績である独自技術を集約・活用 → 建設コストはSpring-8の5分の1(約300億円)、建設期間は3年以内と短期間ながらも、世界最高水準の放射光ナノアプリケーションを提供可能

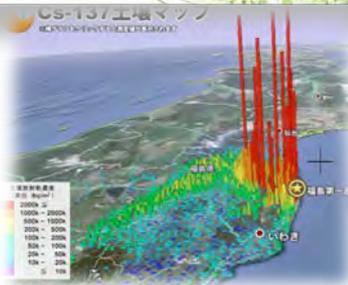
# 復興リングが牽引する東北の再生 希望の東北の創造

**1. 産業復興支援**  
迅速かつ長期的に東北を  
イノベーションの発信地に



復興リング (SLiT-J)

**2. 農業革新**  
科学に基づく農林水産業を  
強化



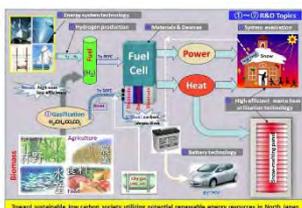
**3. 汚染除去**  
迅速かつ長期的に  
科学に基づく高効率 除染を

東北の未来を拓き、我が国の  
ものづくり新産業を創出

今日の東北の課題解決は  
明日の日本の課題解決

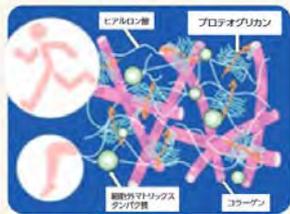
# 1. 復興支援・産業強化等を科学の力で加速する拠点(SLiT-J)

## 次世代エネルギー



(弘前大学 北日本新エネルギー研究所HP)

## ライフサイエンス(★☆☆)



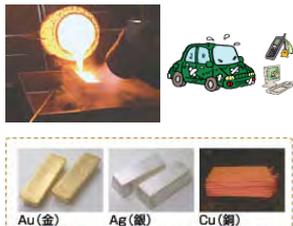
(青森県産業技術センターHP)

## 次世代金属材料(★☆☆▲) バイオ、農・漁業(▲)



(JST復興促進センター成果事例集2014)

## 資源回収(★☆☆)



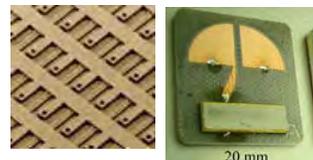
(秋田エコタウンセンターHP)

## 先端プロセス・医工連携(★☆☆▲)



(秋田県産業技術センターHP)

## マイクロシステム融合拠点(○□)



(東北大学 マイクロシステム融合拠点 HP)

## レアメタル・グリーンイノベーション研究開発拠点(○)



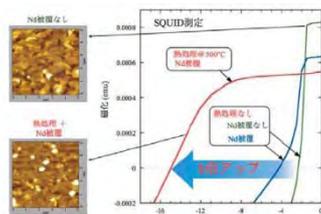
(東北大学 プレスリリース)

## 有機エレクトロニクス(★☆☆▲)



(山形大学 城戸・笹部研究室HP)

## 新規磁性材料(●)



(山形大学 加藤・安達・小池研究室HP)

## イノベーションエコシステム拠点(★)



(「再生可能エネルギー先駆けの地ふくしま」平成25年度研究成果発表会) (JST復興促進センター成果事例集2014)

## 放射性物質検出・除去技術(▲)



● : 産学共創基礎基盤研究プログラム (JST)

★ : 地域イノベーション戦略推進地域 (MEXT)

▲ : 復興促進プログラム (JST)

■ : 低酸素研究ネットワーク (MEXT)

○ : 先端融合イノベーション創出拠点 (JST)

☆ : 地域イノベーション戦略推進プログラム (MEXT)

△ : 各種 NEDO 事業

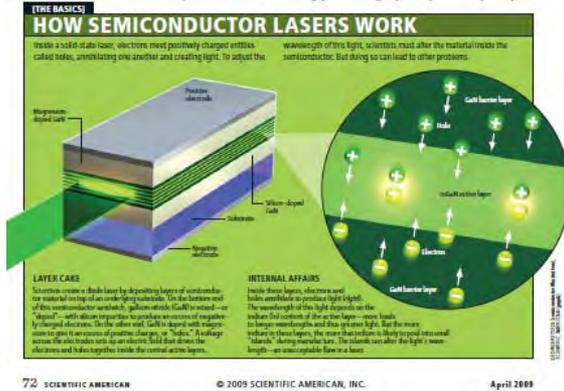
□ : 最先端研究開発支援プログラム (JSPS)

◎ : 先端技術実証・評価設備等事業 (METI)

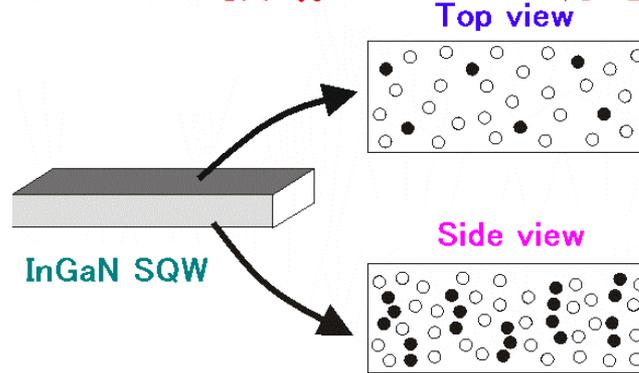
東北地域には、産業イノベーションを先導する多彩な産業クラスター地域が存在

# LED物質の高機能化(発光効率の向上)

(弘前大学、東北大、岩手大、アイリスオーヤマ、旭化成等の企業)

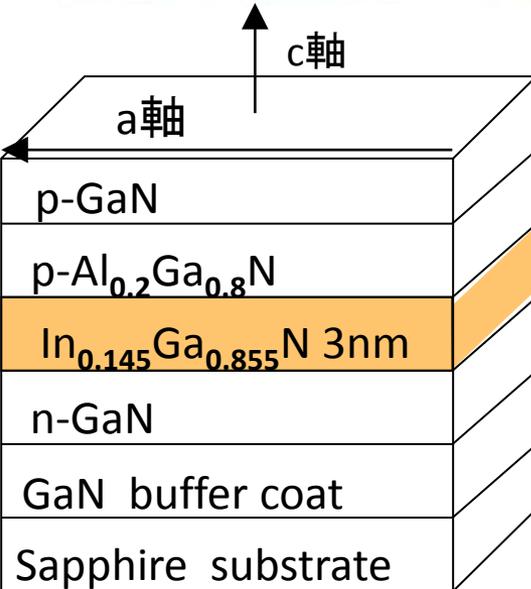


**偏光XAFSによる局所構造解析  
⇒3nmの領域におけるIn原子の局在度がわかる**



- In
- Ga

**C軸方向にIn原子が局在している**



**In原子の局在度が発光効率と関係！が見つかる**

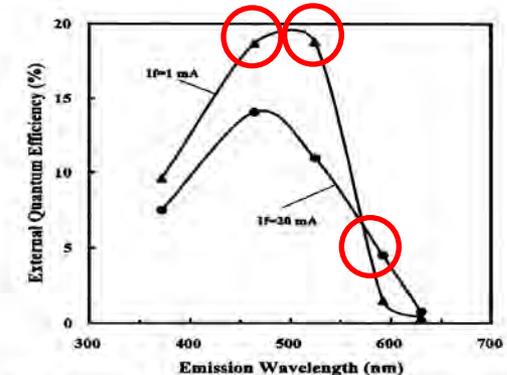
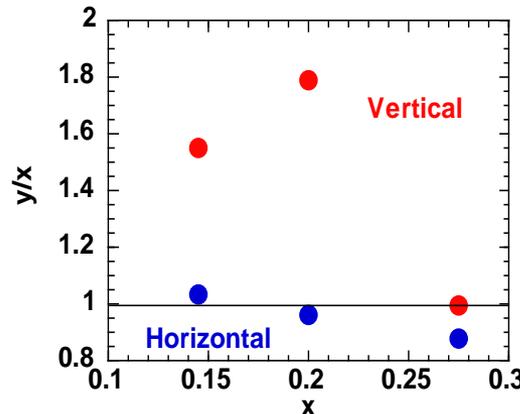


Fig. 7. External quantum efficiency as a function of the emission wavelength of InGaN-based UV, blue, green, amber and red LEDs.

**c-InGaN SQW**

# 有機エレクトロニクス分野(有機EL／太陽電池／メモリー／Liイオンバッテリーに)における新展開(高輝度放射光が不可欠)



## 有機ELの特徴

- ・面発光体
- ・フレキシブルが可能

機能の発現

有機薄膜が「アモルファス」

しかし・・・完全な無秩序ではない

- ・分子配向＝部分的な $\pi$ スタッキング → キャリア移動度に影響
- ・Emitter-HOST系混合膜における凝集 → 発光特性に影響

デバイス性能の向上 → 膜質の把握・定量化が最重要の課題

山形大学有機エレクトロニクス研究センター

有機エレクトロニクスイノベーションセンター

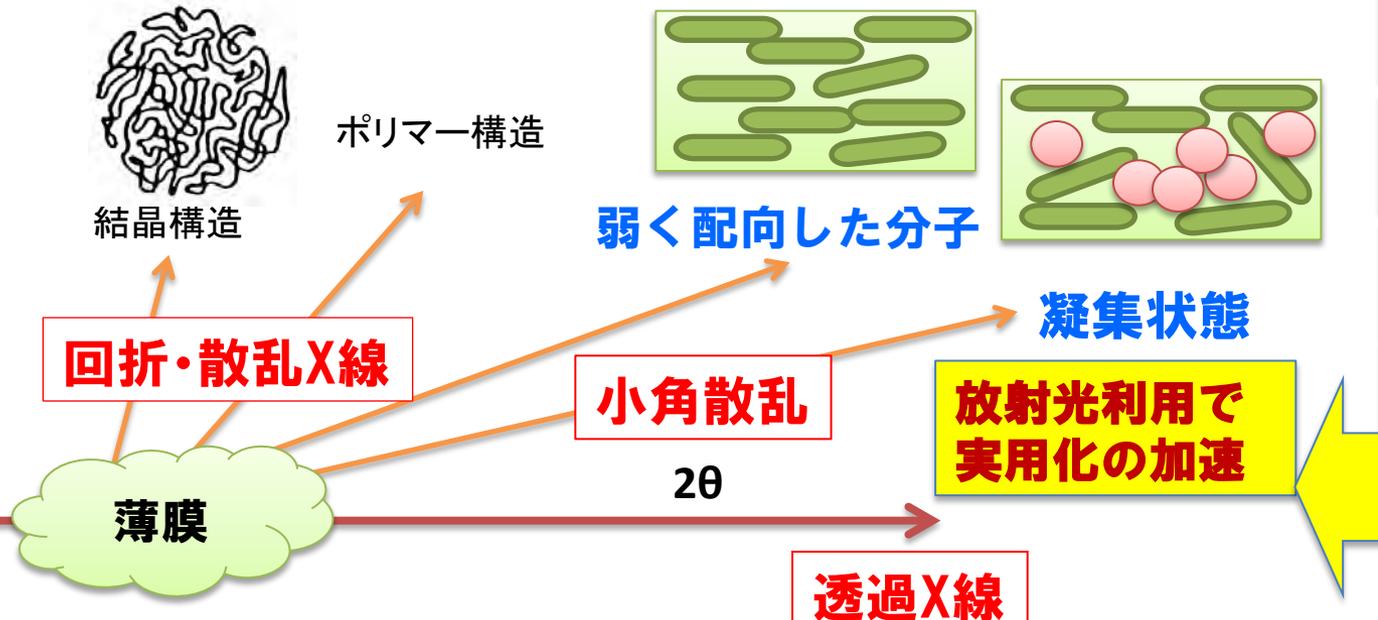
東北大、岩手大等

企業群＝LUMIOTEC、東北パイオニア、パナソニック、NECライティング

DNP 等



放射光



# 21世紀を拓くキーテクノロジー(軽元素戦略)例:

## 炭素を大量消費・排出する時代から、炭素を材料として利用する時代への大きなパラダイムシフト

ダイヤモンド



地上で最高硬度  
高熱伝導度

グラファイト



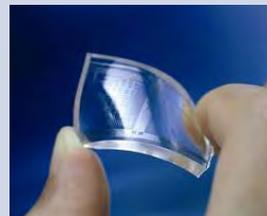
高耐熱(3000°C)  
高熱伝導度

炭素繊維



軽量・高強度

グラフェン



最高の移動度

ナノチューブ



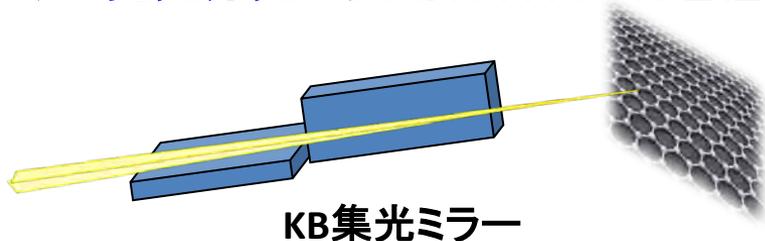
高電流密度  
高引っ張り強度

この目的には軟X線ナノアプリケーションが不可欠

偏光制御ナノ吸収分光: 配向構造評価

ナノ光電子分光: 炭素-炭素結合状態評価

In-situナノ発光分光: 実用材料、合成過程評価



炭素材料がもたらすイノベーション例

**電子デバイス**

高速・大容量通信技術

**構造材料**

軽量・高強度を兼備した省エネ材料

高強度・低摩擦特性を持つ低損失材料

**熱伝達材料**

精密な温度・熱制御による省エネ材料

軟X線ナノアプリケーションによる電子状態・機能解析によって  
新たなナノ炭素材料の精密合成条件と新規機能を探索・確立

# 21世紀は高輝度放射光の産学連携と産業利用の時代

(東大尾嶋正治教授)

機能を直接支配する電子状態の解析は産業利用に直結

放射光利用  
解析基礎研究

産学連携

放射光利用  
解析応用研究

特に動作中オペランド解析は死の谷  
の克服に必須

産業利用

放射光利用  
劣化診断、信頼性

商品開発

新物質・新物性発見、  
新デバイス発明

新素材開発、  
新デバイス開発

"Valley of  
Death"

The Darwinian Sea



# 2. 農林水産業革新を実現する農商工戦略連携の拠点(SLiT-J)

高付加価値化の課題を解決し、TPPや低価格競争による消耗からの脱却へ

生産者

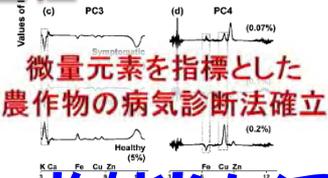


加工業者

高生産性

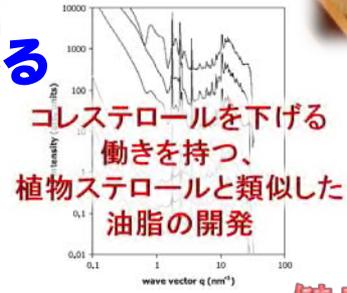
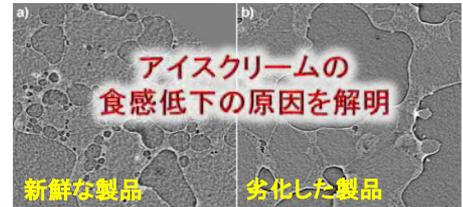
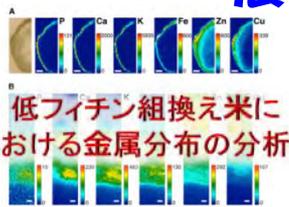
低環境負荷

廃棄物低減



人為的に放出されたナノ粒子が食物連鎖が与える影響を解明

放射光ナノアプリケーションによる農林水産資源の精密分析例



安全・安心

高品質

健康増進

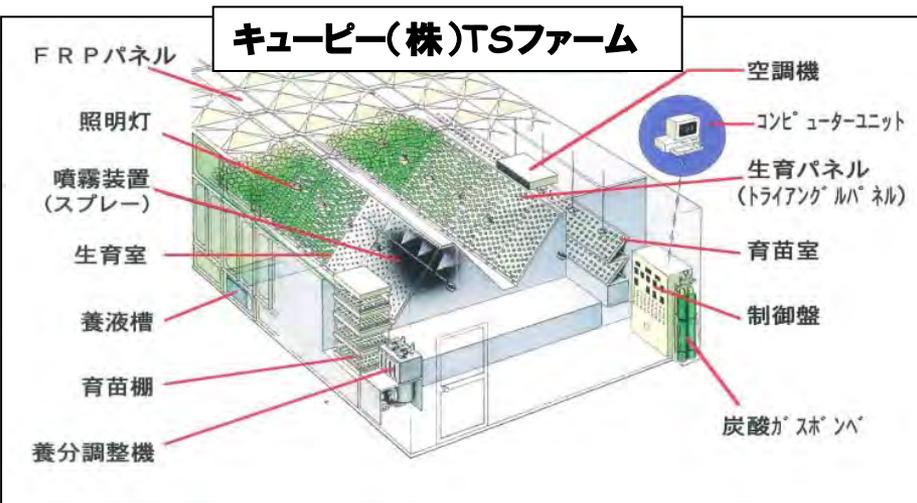


販売業者

ソリューション: “東北から発信する国際ブランドを創成

# 植物工場 の高効率展開のための放射光技術の利用

メリット:安心安全な食材 + 価格が安定 + 低利用農地の活用

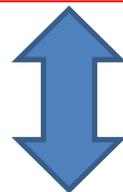


無農薬の実現・寒冷地対応の農業ビジネスとしても有効  
完全制御型閉鎖空間植物工場

への技術的課題

- ★蛍光灯の赤青色成分強化
- ★光合成に有利なLEDの低価格化

(例:青森県産業技術センター  
旭エンジニアリング(株))



- 「シンクロトン光」を利用して誕生する素材
- 太陽電池の効率化  
Siを始めとする、各種太陽電池材料素材の開発と高効率化への挑戦
  - より明るいLEDの開発  
LEDの結晶構造をナノレベルで解明し、  
明るいLED開発を促進



LEDメーカーのロームは、LED光源を採用した完全人工光型植物工場でのイチゴ栽培を実現。(2014.9.3)

# タンパク質科学を基盤とする害虫駆除薬の開発

タンパク質の立体構造を基にした薬物設計は、新薬開発における有用な手段として、近年急速に進展している。

シンクロトロン放射光は、植物病理学・害虫駆除技術のキーテクノロジー

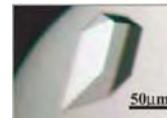


## ズッキーニ黄斑モザイクウイルスワクチン

(京都府農林水産技術センター、宇都宮大学、株式会社微生物化学研究所)

例) カスガマイシン：農業分野で広く利用されている抗生物質  
“たんぱく3000”プロジェクトにおける構造解析の結果、従来用いられてきた抗生物質のリボソームでのほたらきとは異なる新規なメカニズムで真菌・微生物の繁殖を抑えることが判明

課題：サイズが大きく、高品質のタンパク質結晶を作成することは一般的に困難。



SLIT-Jのマイクロビーム光学系で、微小・低品質単結晶の回折パターンを高いS/N比率で測定可能

例)：様々な情報伝達物質を運ぶ害虫アリの輸送タンパク質(NPC2)をターゲットとする薬剤開発により、人体やほかの生物には悪影響を及ぼさない、環境に優しい害虫駆除薬の開発につながると期待。  
(独立法人農業資源研究所)



# 甲殻類・イカ由来の生体材料を用いた新素材の開発

## キチン+ノファイバー

- エビ・カニなどの甲殻類外皮やイカ中骨の構成要素.
- 生体特性(生体適合性, 生体内分解性)や力学的特性(高強度, 高弾性)に優れる.
- イカ中骨のキチン利用は産学連携プロジェクトとして現在も推進中(JST復興促進プロジェクト: 岩手県)

カニ殻



イカ中骨



廃棄部位の有効活用

## 原料からのキチンの抽出・処理方法が製品の物性に大きく影響

### ● 機能性材料素材

繊維・シート補強剤, 重金属, 化学物質吸着素材など



### ● 医療・食品

人工皮膚, 錠剤, 機能性食品, 食品添加物など



## 放射光を用いた材料分析技術の応用

- 変形に伴う構造変化のリアルタイム観察
- 有機高分子の高次構造の解析
- 重金属, 化学物質の吸着メカニズムの分析

### 将来展望

水産業+マテリアルサイエンス  
が創成する新産業

# 水産物資源回遊ルート の 解明 と 資源 の 保全

たとえば、佐賀県玄海地区におけるケンサキイカは、高値で取引される春その水揚げ量が大きく減少している。水産資源保全のためにも、季節群の特徴や生活史を解明することが重要である (佐賀玄海水産振興センターより)

## 「シンクロトン放射光」を利用した イカの平衡石の微量化学分析

○平衡石は、イカの成長年輪のSr/Ca化学分析

生息していた環境の推定に重要情報を提供

いつどんな温度領域で生育したかの判別

○うなぎの回遊生態などの解明にも有効

「耳石微細構造の解析によるニホンウナギの

初期生態の解明」(科研費 一般研究 塚本勝巳教授より)



ケンサキイカ

研究成果:ケンサキイカの平衡石の蛍光エックス線分析の結果、ケンサキイカは、

成長期に黄海 冷水塊が張り出す東シナ海で生息していたことが判明

水揚げ量の減少は、成長する東シナ海北部で大きな漁獲圧を受けている影響の可能性

⇒ 科学的根拠を示しつつ近隣諸国と資源保全を考えた課題解決が不可欠

**将来展望:貴重な水産資源の成長システムを制御することによって、安定な食材提供を実現する。さらには自然生態系に倣った完全養殖技術の開発につなげる**

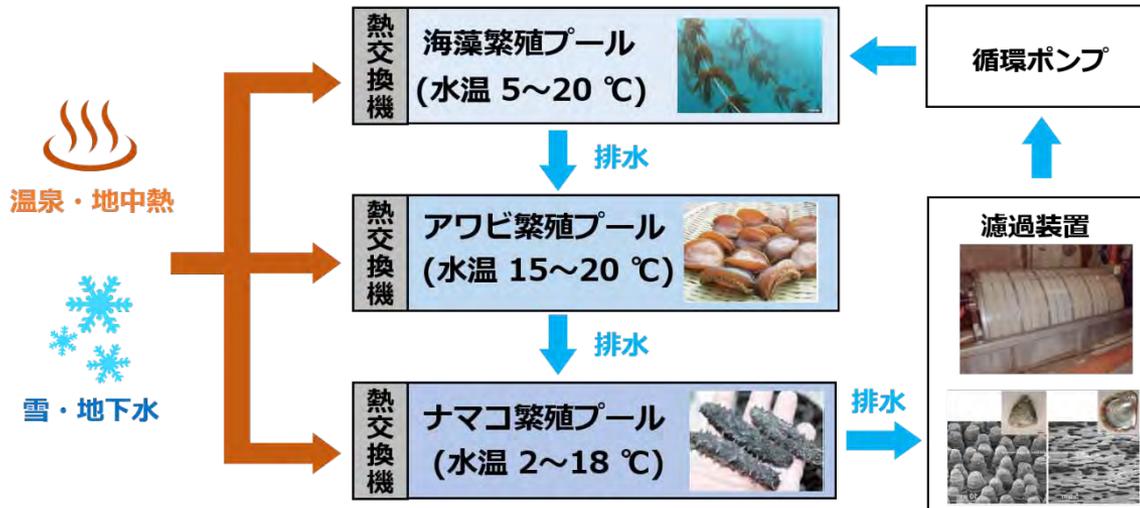
# 次世代型（閉鎖循環式）陸上養殖技術の開発



**水替えをせずに養殖水を完全に循環、不確定要素の低減**

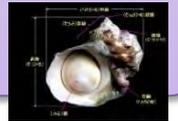
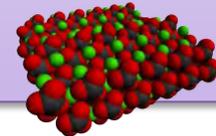


- 低環境負荷・高歩留まり（伝染病等のリスク低減）
- 安定供給・通年収入可能（設置場所の制約無し）
- 高付加価値による新ブランド化（食の安全性保証）



## 重要な研究開発要素

- ・人工海水開発  
物質同定・構造解析
- ・人工飼料開発  
素材構造解析
- ・排水（排泄物毒性）処理  
排泄物の構造・毒性解析  
海水フィルター用素材開発
- ・生育構造解析  
貝殻、海藻など海洋生物  
資源の成長構造解析



・放射光での物質十ノ構造・原子分子解析が不可欠！

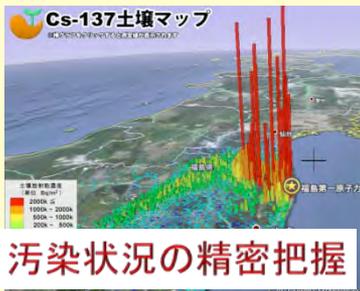
**Na, Ca, Mgなどの重要な元素（低励起エネルギー）解析は SLIT-J の特性にマッチ**

弘前大 前田健、古屋泰文

**将来展望：新しいアブローチでの東北地方における水産業振興、  
育成技術の蓄積による世界的な食糧不足への対策。**

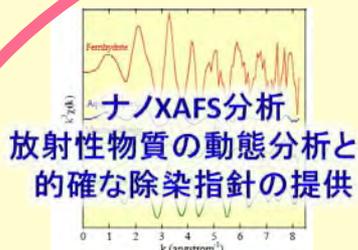
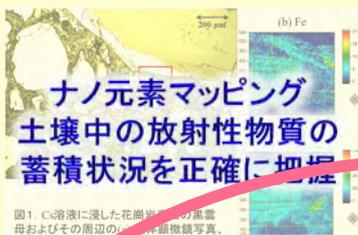
# 3. 復興リングが貢献する汚染・除染問題の解決

## 安全・安心の確保： 汚染状況の精密把握技術



### 汚染状況の精密把握

- 〈関連メーカーの例〉  
 シンチレータ: 三菱電気  
 シンチレータ: 帝人  
 〈ファイトレメディエーション〉  
 福島県農業センター  
 大成建設



全国の英知を

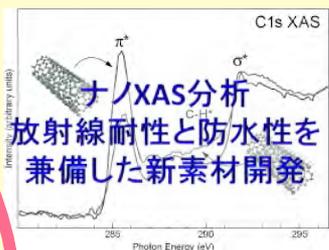
## 汚染水の安定貯蔵・漏洩阻止： 固化・防水技術



### 汚染水の漏洩阻止

- 〈関連メーカーの例〉  
 固化安定剤: ネオナイト  
 ゲル化剤(水ガラス): 東曹産業  
 放射線遮蔽シート: 東洋紡  
 遮蔽コンクリート: IHI

ナノ小角散乱・回折分析  
 ゲル化・固化された土壌・汚染水の構造・物性分析による、効果的な固化試薬の開発指針探索



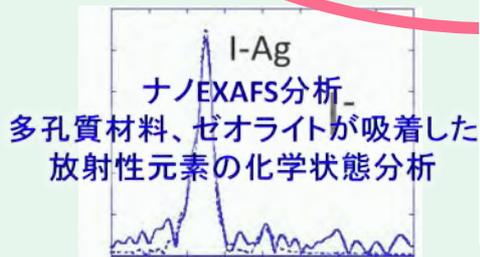
## 福島問題の解決に向け、緊急/中長期的課題に対して科学技術ソリューションを提供

### 効率性・実効性を兼ね備えた、除染技術と減容技術



- 〈関連メーカーの例〉  
 磁性吸着剤: 三菱製紙  
 Cs沈殿剤: アース製薬  
 Cs吸着紙: 凸版印刷  
 Cs吸着シート: ユニチカ  
 Cs吸着シート: クラボウ  
 減容技術: 前田建設

ナノX線回折分析  
 多孔質材料、ゼオライトに対する放射性物質の吸着性能分析



### 安全・確実な廃炉作業に不可欠な、耐放射線材料



- 〈耐放射線材料開発例〉  
 耐放射線ゴム: 早川ゴム  
 高遮蔽スーツ: 山本化学工業

ナノ小角散乱分析  
 軽量・高遮蔽性を発現する高分子素材の構造解析

約1 μm

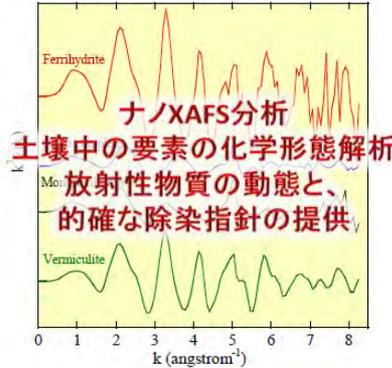
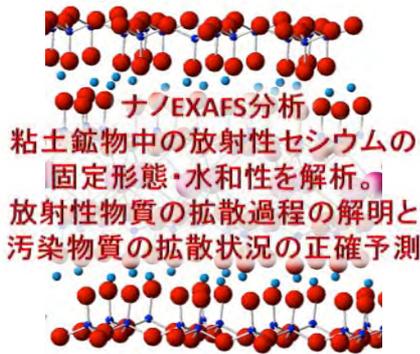


復興リングに結集

# 汚染除染の先端技術開発の拠点

## 放射光ナノアプリケーションにより、分子レベルで汚染実態を正確に把握

### 汚染状況の正確な把握



### 効率的な除染方法の開発

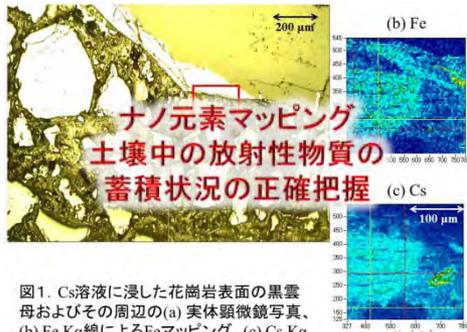
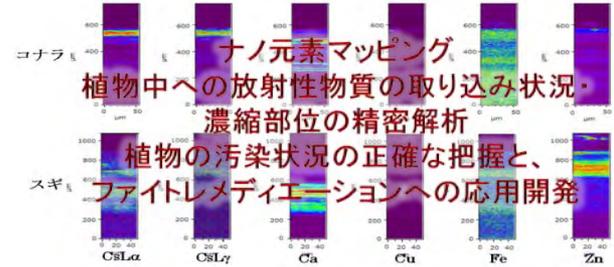
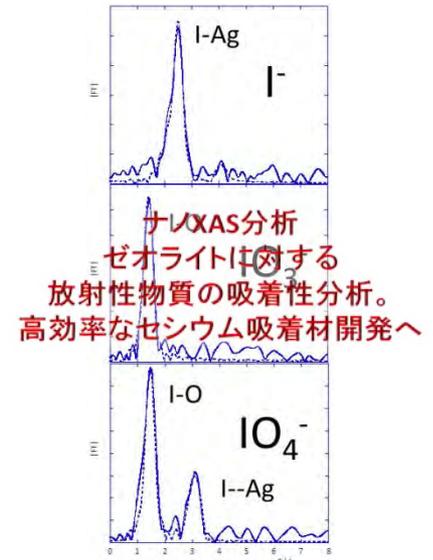
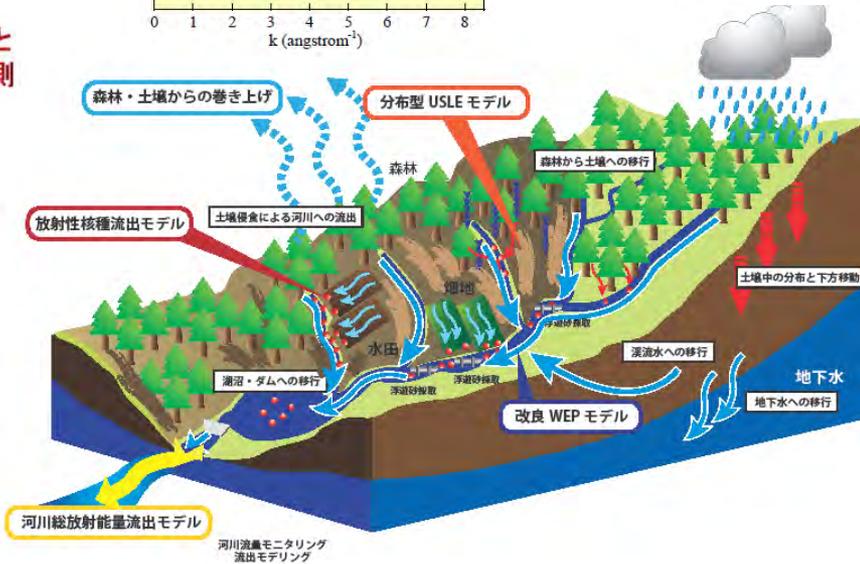


図1. Cs溶液に浸した花崗岩表面の黒雲母およびその周辺の(a)実体顕微鏡写真、(b) Fe Kα線によるFeマッピング、(c) Cs Kα線によるCsマッピング。



福島陸域・水域モニタリング大学連合チーム第三期 HPより  
研究事例は、いずれもSPring-8利用実験課題報告書より抜粋

ソリューション：安全安心な早期復興、国際的信用の早期回復



# 復興リングが牽引する 希望の東北の創造

## ・産官学 産業イノベーション

製品の品質向上指針を科学的に明示  
東北地域の工業・産業の新たな付加価値  
新産業を創成し産業を活性化

- ・次世代エネルギー / ライフサイエンス
- ・資源回収 / 磁気記録技術
- ・有機エレクトロニクス / バイオ
- ・次世代金属材料
- ・マイクロシステム
- ・次世代医療産業

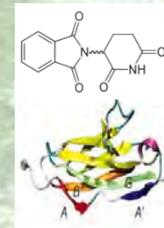
## ・汚染・除染対策

汚染水の漏洩を阻止  
廃炉作業を確実に完遂  
新技術・耐放射線材料開発支援

## ・農林水産業技術革命

### ・農工商連携促進

土壌等の科学的分析、病気の新診断法  
開発。高生産性・低環境負荷を実現。  
農林水産品の生産・加工・販売の全体を  
通して、製品の品質を左右する因子を科  
学的に解明し、商品のブランド化・高付加  
価値化に貢献



## ・安全・安心

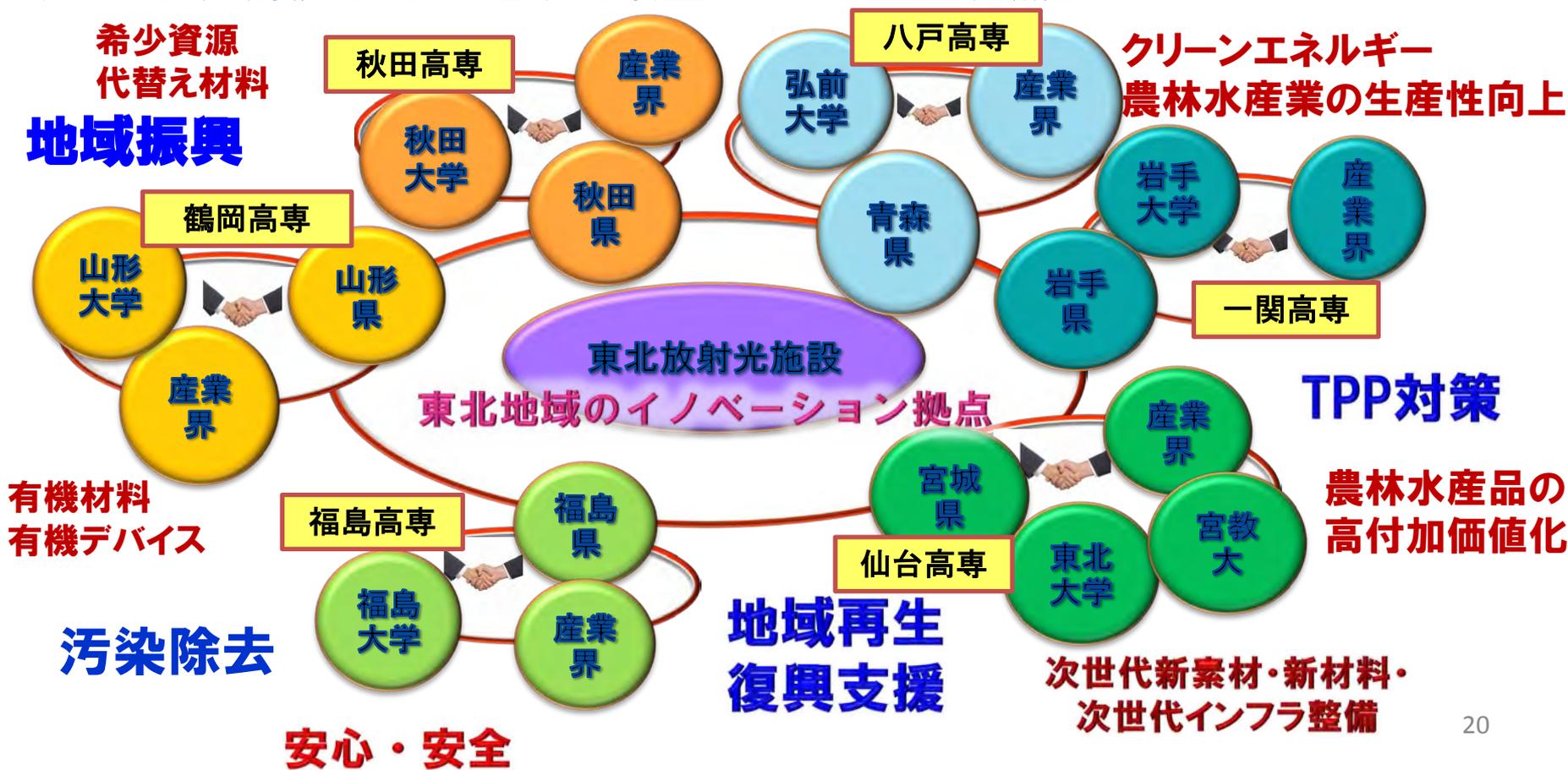
土壌・水質汚染の精密分析・土壌改良  
効率的かつ確実な環境負荷低減



復興リングの光が、東北の緊急課題を解決し、  
再生・発展する未来を照らす

# 課題解決型イノベーションを実現する 東北放射光施設 (SLiT-J) の戦略的連携体制例

- ・東北6県の自治体・7大学・6高専等が密接に連携共働し、企業のシーズ＋ニーズを積極的に取り上げ、ベストなマッチングを図る
- ・東北放射光施設 (SLiT-J) は、知と産業化を結び、基礎科学に裏付けされた戦略的に課題解決を図る「地域結集型イノベーション拠点」となる



# 東北復興・再生で域内外に広がる連携リング

## <東北地域外>

- 放射線医学総合研究所
- 量子ビーム応用研究センター
- 理化学研究所
- 物質・材料研究機構
- 科学技術振興機構
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
など

## 研究機関 支援連携リング



## 東北放射光施設 (SLiF-J)

## 復興・再生 イノベーションリング

## <東北地域内>

- 福島県郡山：産総研  
福島再生可能  
エネルギー研究所
- 福島大学：環境放射線研究所  
：うつくしまふくしま未来  
支援センター
- 弘前大学：被ばく医療総合研究所
- 東北大学：災害科学国際研究所  
：災害復興新生研究機構  
など

## 周辺市町村 活性化連携リング

- 宮城県岩沼市：自然共生・国際  
医療産業都市整備基本構想  
など

- 福島・国際研究産業都市  
(イノベーション・コースト)  
構想研究会
- 内閣府  
：原子力被災者生活支援チーム  
など