

# 東北からNanoTerasuで変える, 日本のイノベーション

Enlighten the Nano Universe to Drive a Sustainable World



高田 昌樹

一般財団法人 光科学イノベーションセンター (PhoSIC) 理事長  
東北大学 総長特別補佐 国際放射光イノベーション・スマート研究センター (SRIS) 教授

**ナノテラスは**

**私たちがこれから参加し、作り上げていくものだ**とわかった。

令和5年1月24日 仙台第三高等学校

第3回先端科学講演会～君たちが主役となる舞台です！ NanoTerasu～  
**ある生徒の感想より**

[https://sensan.myswan.ed.jp/blogs/blog\\_entries/view/15719/ff75367eb0deb0e6d021c139e0cbcb3b?frame\\_id=529](https://sensan.myswan.ed.jp/blogs/blog_entries/view/15719/ff75367eb0deb0e6d021c139e0cbcb3b?frame_id=529)

**ナノテラスも、建設時は世界一の施設であったとしても、**  
**建設後時間が経つとともに、「古い」ものになってしまうことが懸念されると思うのですが、**  
**世界一の施設を保ち続けるため、どのようなことを行なっていく予定でしょうか？**

令和5年1月24日 仙台第三高等学校

第3回先端科学講演会～君たちが主役となる舞台です！NanoTerasu～  
ある生徒の質問より

[https://sensan.myswan.ed.jp/blogs/blog\\_entries/view/15719/ff75367eb0deb0e6d021c139e0cbcb3b?frame\\_id=529](https://sensan.myswan.ed.jp/blogs/blog_entries/view/15719/ff75367eb0deb0e6d021c139e0cbcb3b?frame_id=529)

# なぜ コアリションを考えたか？

 **名古屋大学**

1988-1997 工学部応用物理学科 助手

 人とともに 地域とともに  
国立大学法人  
**島根大学**

1997-1999  
総合理工学部 助教授

 **名古屋大学**

1999-2002 大学院工学研究科 助教授

 **Spring-8**

2002-2015



**JASRI**

高輝度光科学研究センター  
グループリーダー, 部門長

 **RIKEN**

理化学研究所  
放射光科学総合研究センター  
主任研究員, 副センター長



**東北大学**  
TOHOKU UNIVERSITY

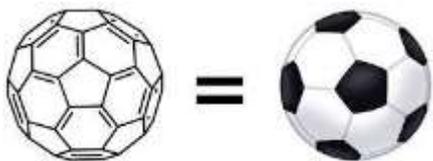
2015 -



2015-2019 多元物質科学研究所 教授

2019- 国際放射光イノベーション・  
スマート研究センター 教授

サッカーボール型分子 $C_{60}$ の発見



[https://note.com/noumu\\_blog/n/nd41371faf8f3](https://note.com/noumu_blog/n/nd41371faf8f3)  
のうむ氏のブログより

## The Nobel Prize in Chemistry 1996

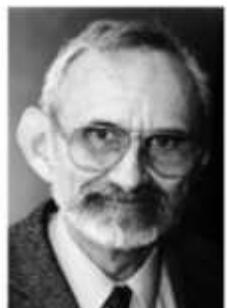


Photo from the Nobel  
Foundation archive.  
Robert F. Curl Jr.  
Prize share: 1/3



Photo from the Nobel  
Foundation archive.  
Sir Harold W. Kroto  
Prize share: 1/3

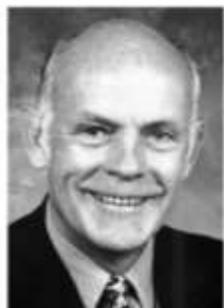


Photo from the Nobel  
Foundation archive.  
Richard E. Smalley  
Prize share: 1/3

<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1996/summary/>

ノーベル賞Web サイトより

## 金属内包フラーレンの存在を証明(1995)

金属がケージ内に安定に入っている事を数ミリグラムの粉末から放射光で証明

### Confirmation by X-ray diffraction of the endohedral nature of the metallofullerene $Y@C_{82}$

**Masaki Takata**<sup>\*</sup>, **Buntaro Umeda**<sup>\*</sup>, **Eiji Nishibori**<sup>\*</sup>,  
**Makoto Sakata**<sup>\*</sup>, **Yahachi Saito**<sup>†</sup>, **Makoto Ohno**<sup>‡</sup>  
& **Hisanori Shinohara**<sup>‡</sup>

<sup>\*</sup> Department of Applied Physics, Nagoya University, Nagoya 464-01, Japan

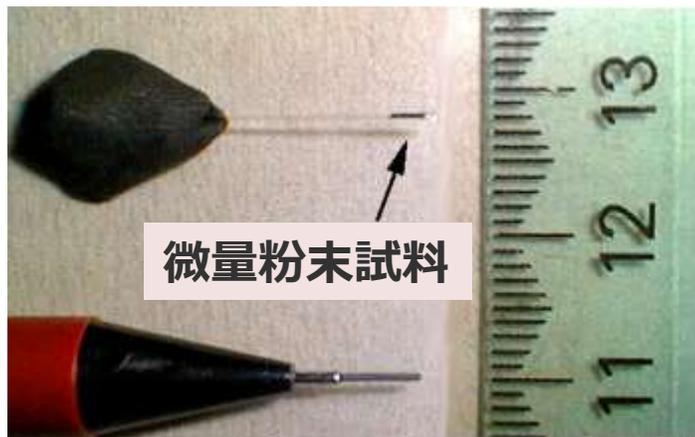
<sup>†</sup> Department of Electrical and Electronic Engineering, Mie University, Tsu 514, Japan

<sup>‡</sup> Department of Chemistry, Nagoya University, Nagoya 464-01, Japan

THE synthesis of fullerenes encapsulating various metal atoms within the carbon cage (endohedral metallofullerenes) has stimulated wide interest<sup>1,2</sup> because of their unusual structural and electronic properties. Most of the metallofullerenes prepared so far have been based on  $C_{82}$ , and have incorporated lanthanum<sup>1,3,5</sup>, yttrium<sup>6,7</sup>, scandium<sup>8,10</sup> and most of the lanthanide elements<sup>11,12</sup>. Although there has been some debate about the endohedral nature of these compounds<sup>2,13,14</sup>, observations using scanning tunnelling microscopy<sup>15,16</sup>, extended X-ray absorption fine structure<sup>17,18</sup>, transmission electron microscopy<sup>19</sup> and electron spin resonance<sup>3,6,8,10</sup> have strongly suggested that the metal atoms are indeed inside the fullerene cages; theoretical calculations<sup>20,21</sup> also indicate that this is the case. But until now, no structural model

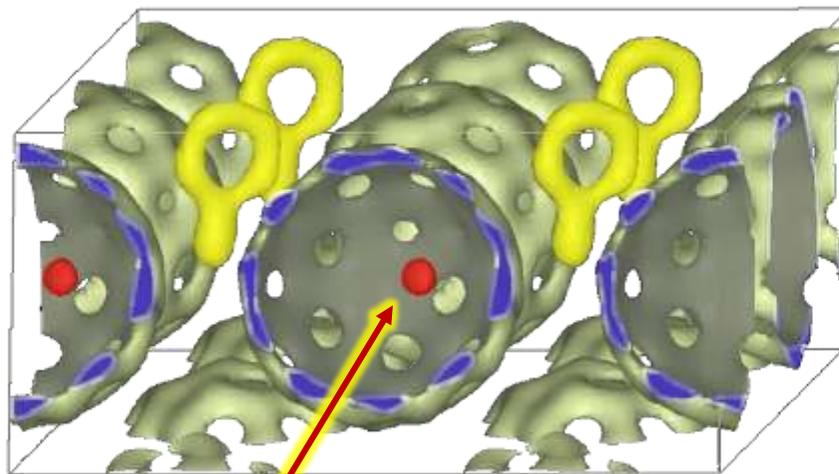
has been derived experimentally to confirm the endohedral of the metallofullerenes. Here we report the results of a synchrotron X-ray powder diffraction study of  $Y@C_{82}$  that confirm the yttrium atom is located within the carbon cage. The yttrium atom is displaced from the centre of the  $C_{82}$  molecule and is strongly bound to the carbon cage.

Soot containing  $Y@C_{82}$  was produced in direct-current (500 A) spark mode under He flow at 50 Torr and cooled under totally anaerobic conditions to avoid degradation of metallofullerene during collection and handling<sup>15,16,22</sup>.  $Y@C_{82}$  fullerene was separated and isolated from various fullerenes ( $C_{60}$ - $C_{110}$ ) by two-stage high-performance liquid chromatography (HPLC)<sup>22</sup>. The isolation of  $Y@C_{82}$  was confirmed by mass spectrometry for the corresponding HPLC fraction. The purity of the fullerene was >99.9%.  $Y@C_{82}$  powder samples grown from toluene solvent<sup>22</sup> were sealed in 0.3 mm inner diameter silica glass capillary. To obtain an X-ray powder pattern with good counting statistics, the Synchrotron Radiation X-ray powder experiment with Imaging Plates as detectors<sup>23</sup> was carried out at Photon Factory BL-6A2. The exposure time was 1 hour. The wavelength of incident X-rays was 1.0 Å. The X-ray powder data for the hollow  $C_{82}$  fullerene were also measured as a reference under the same experimental conditions. The X-ray powder pattern of  $Y@C_{82}$  was obtained up to  $2\theta = 20^\circ$ , which corresponds to 2.9 Å resolution. The resolution is enough to distinguish whether the Y atom is in an endo- or exohedral position. Previous X-ray single-crystal and powder work<sup>24</sup> concluded that the space group of the toluene- $C_{82}$  crystal is  $P2_1$  and determined preliminary structure parameters with a simplified structural model. The present powder pattern of the hollow  $C_{82}$  shows good agreement with the previous result<sup>24</sup>. The powder pattern of  $Y@C_{82}$  is also similar to that of hollow  $C_{82}$ . Therefore

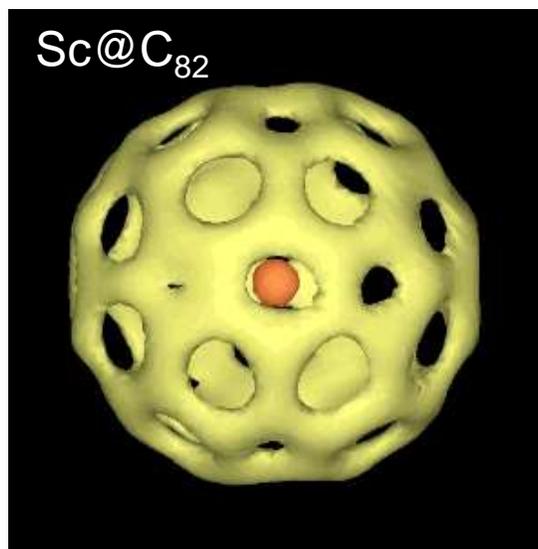
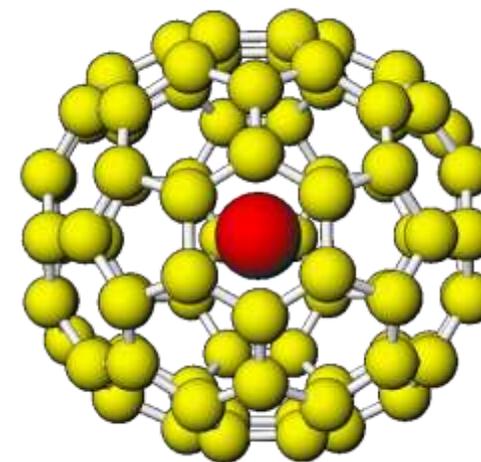


微量粉末試料

0.2φのガラスチューブに  
封入された試料



可視化されたSc原子



## ピコ秒の光記録：合金の結晶-アモルファスのナノの構造変化を解明

パナソニック



故 高尾正敏さん

製品化

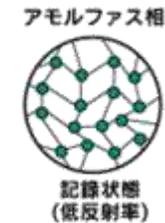
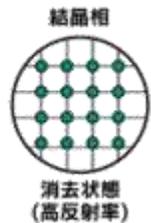
1980年代



DVD

ナノ秒での光記録の仕組み

原子配列が規則と不規則の間でナノ秒で変化

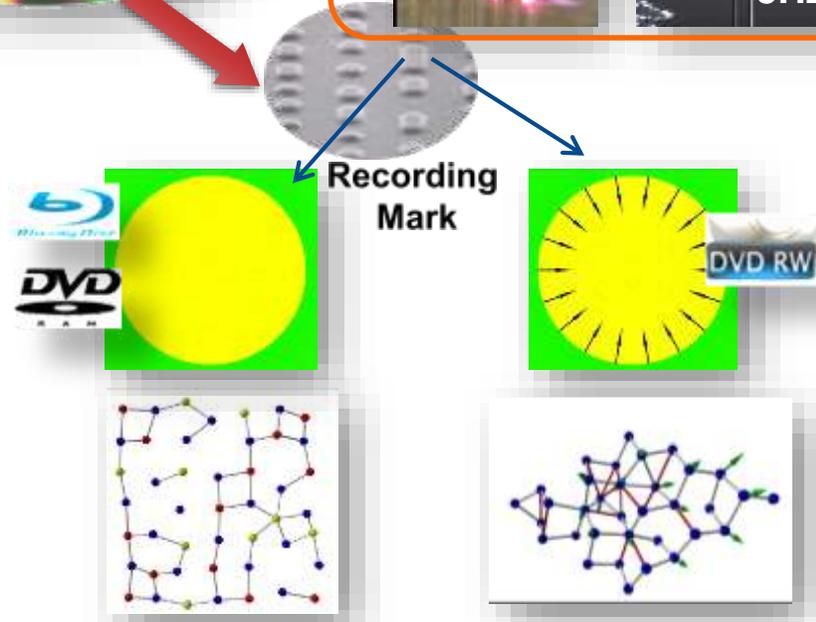
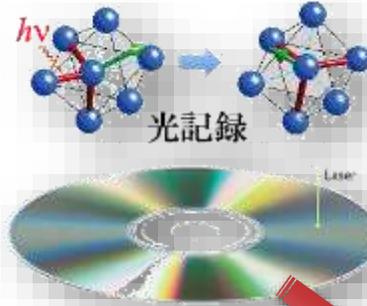


SPring-8 2006~2011

理研



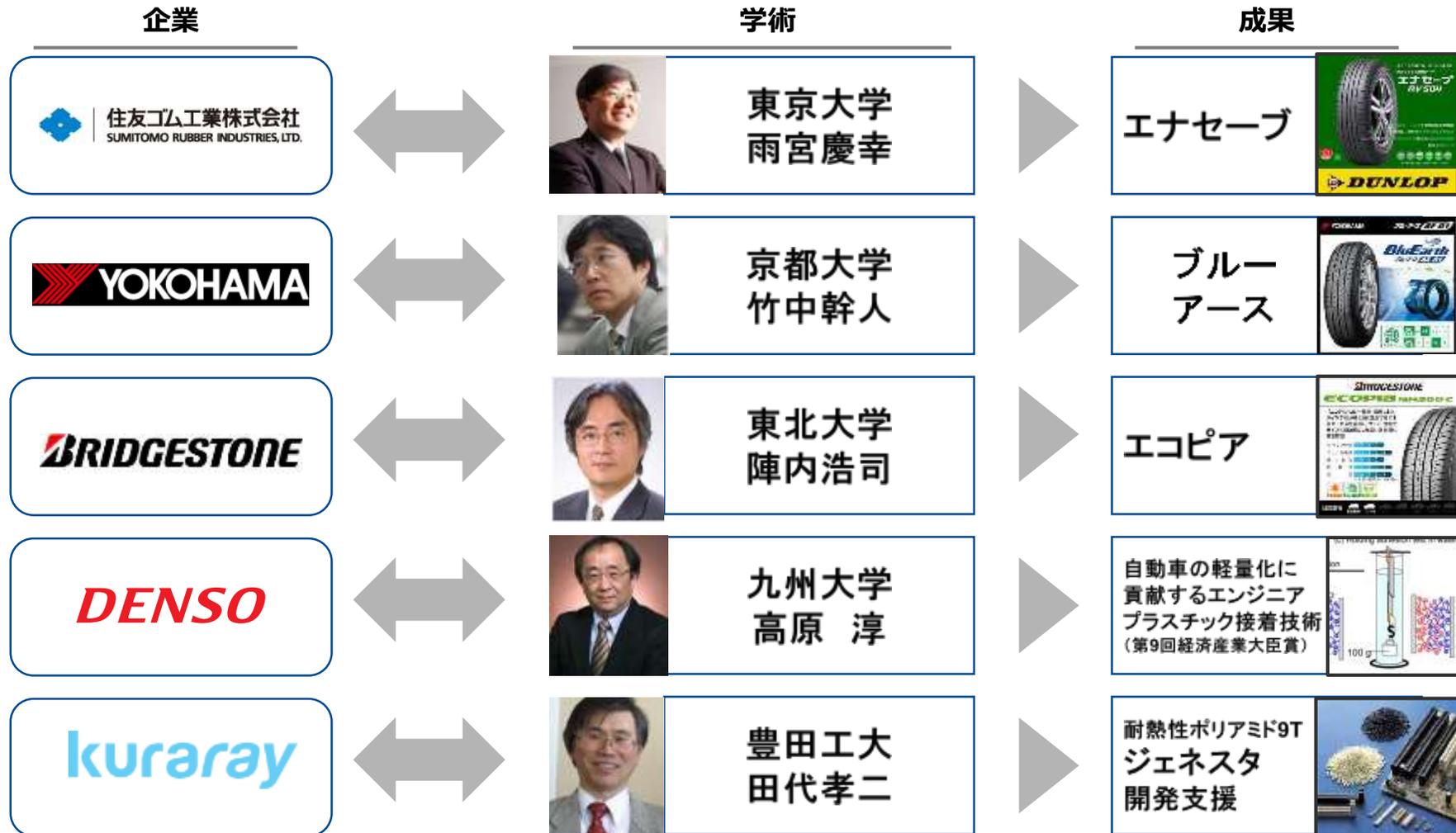
高田昌樹

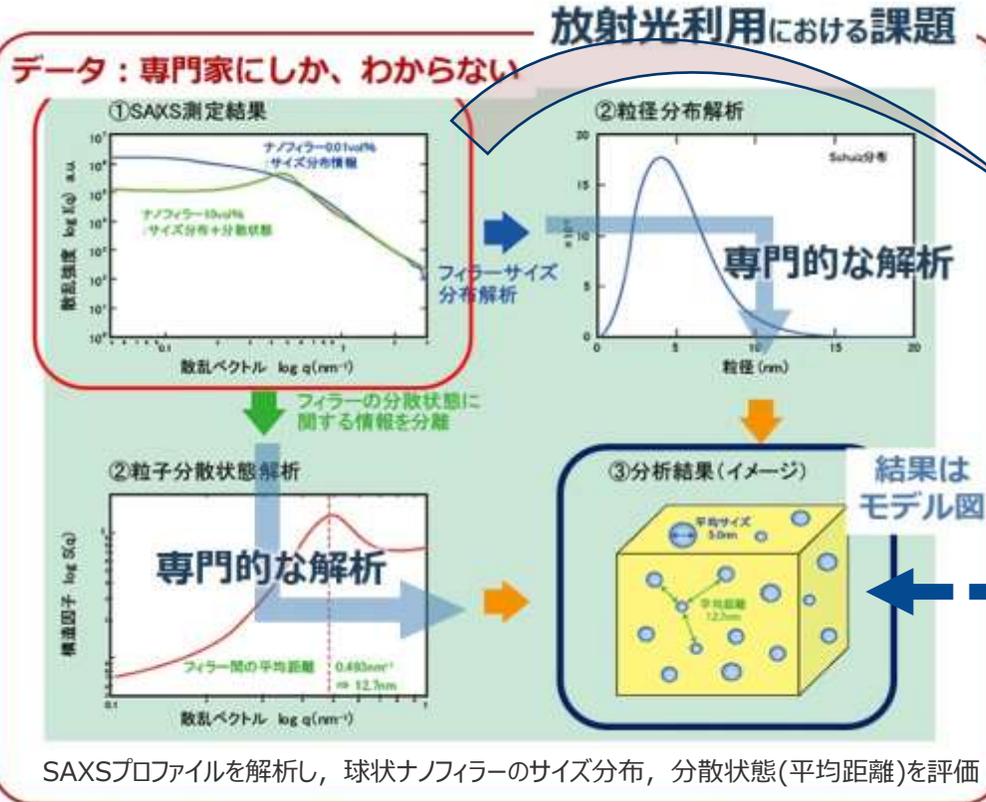


ソフトマテリアル企業18社，関学で専用ビームラインを建設



# SPring-8 産学連合体ビームラインの成果 2012年～





三井化学分析センター株式会社 Webサイト

## 仮説検証サイクルを高速化.



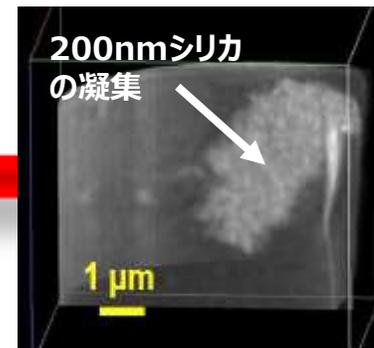
### モノづくり



### ゴム中のフィラーの可視化



### NanoTerasu



高山裕貴(東北大), D社提供

データ科学  
AI 等



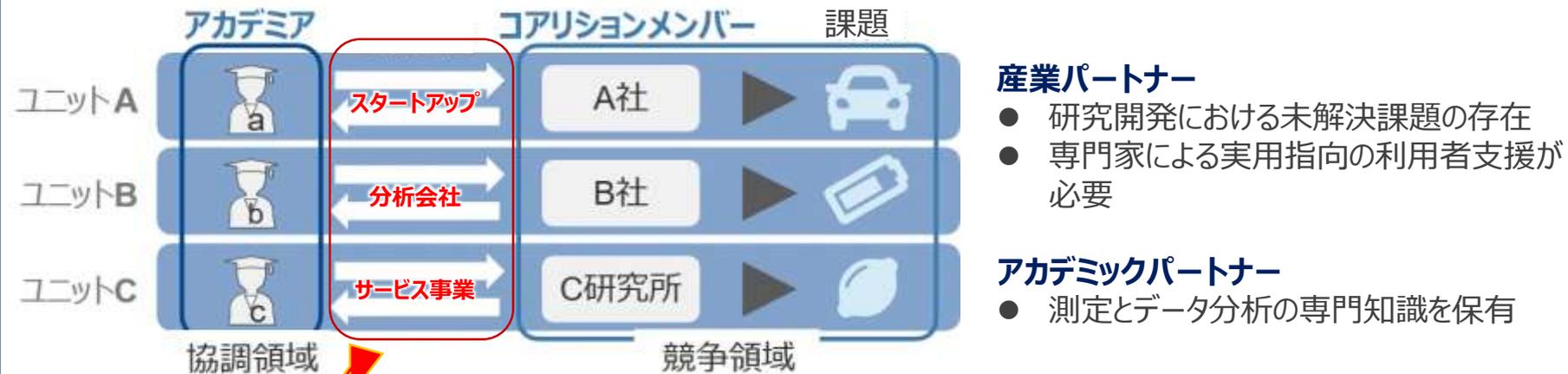
### 課題解決

- 「コアリション（有志連合）」の理念

産学双方が強力な一対一の新チームを結成(新結合)

- 厳格な情報管理のもと、共創で課題解決を企てるスキーム

## コアリションの形成（イノベーションの源泉）



## 協調領域と競争領域をつなぐサービス事業群

計測DX技術開発, 特殊計測ベンチ開発, 可視化ソフトウェア開発, AI・データ解析,  
受託計測サービス, 情報管理, プロジェクト企画, 研究マッチング, 人材開拓, etc.

# 課題解決の本丸 東北大学サイエンスパーク

## GX・DX を加速するイノベーションエコシステムの創造

カーボンニュートラル時代のGXを牽引

革新的電池，省電力半導体，環境負荷を低減する材料，持続可能な農業など多様な研究開発

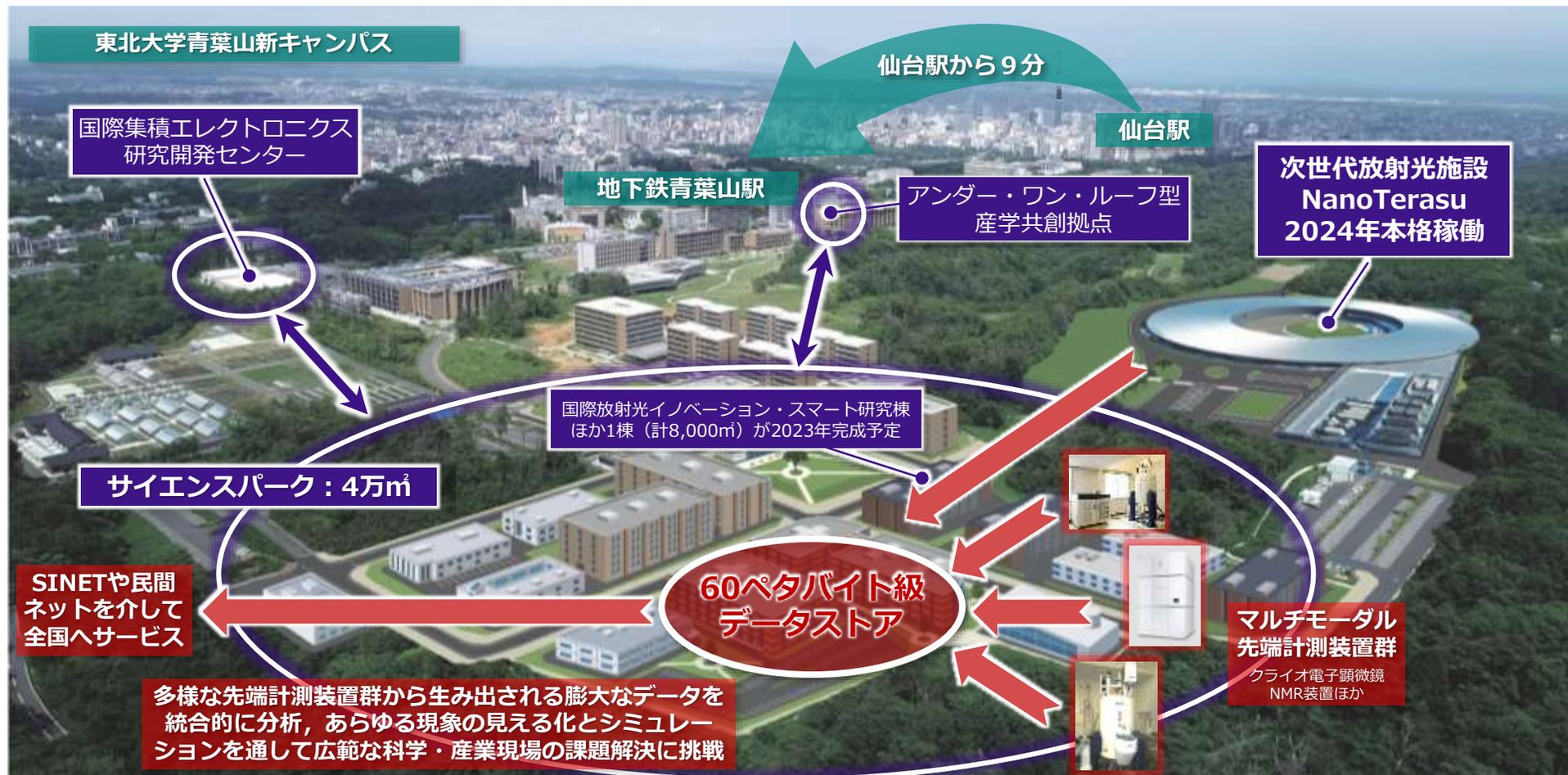
計測・計算融合のDXによる課題解決

NanoTerasu と 先端計測装置群が生成する膨大な画像データでナノ世界をデジタル化



青木孝文

東北大学 プロボスト



## ◆ 加入金:

5000万円/口<sub>(税抜)</sub>（10年間有効，建設資金協力）

## ◆ 優遇措置:

- 利用時間：200時間/年 毎月申請（确实確保）3.5～7万円/時<sub>(税抜)</sub> **注）申請は機密**
  - 課題申請・実験報告：なし
  - 成果：専有
  - 利用支援：あり 研究者マッチング支援もあり
  - 運開までのFS：あり 他施設を活用（現在60社以上，学術との先行マッチング）
- （技術漏洩防止，自社製品のクレーム処理対応）

## 延べ1,500回以上の企業との対話

### ◆ 加入企業：約140社（分析会社7社/2022年9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，食品，農業，金融

### ◆ 学術・研究機関：産学連携の共創プロジェクト等 戦略的活用

内訳）**東北大学，東京大学，東京工業大学，北海道大学，東京理科大学，名古屋大学**など国立大学，私立大学，  
**物質材料研究機構（NIMS）**をはじめとする国立研究開発法人  
活用分野：ナノテク，スピン・エレクトロニクス，物質科学，材料科学，金属材料，  
化学，エネルギー・環境科学，医学，薬学，歯学，工学，建築，食品，農林水産，etc

# 地域コアリションの形成：食品における油脂分布評価法の開発

令和3年度「仙台市放射光施設活用事例創出事業（トライアルユース事業）」

青葉化成株式会社（仙台市）



DHA 100 mg/g入り魚油パウダー



粉末化



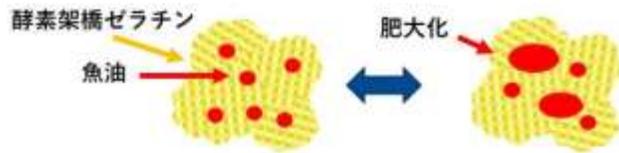
乳化



魚油

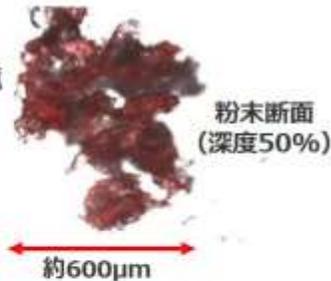
※特許第6217986号公報

- ✓ 粉末魚油の製品改良を検討
- ✓ 内部構造評価が必要



共焦点レーザー顕微鏡

染色した赤色部分の油脂が全体に分散しているのわかるのみ



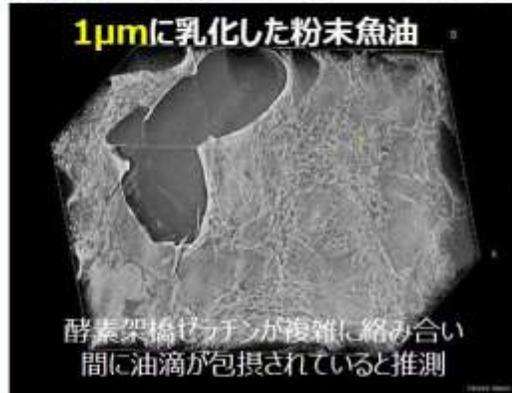
粉末断面 (深度50%)

約600μm

- 油滴の大きさは、酸化安定性等に影響
- 1μmの乳化径の維持を評価したい

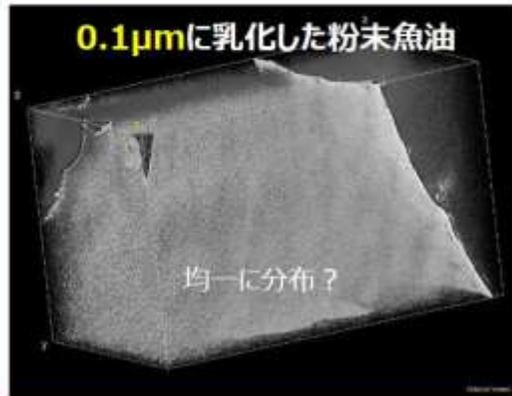
## 結像型X線CTイメージング

1μmに乳化した粉末魚油



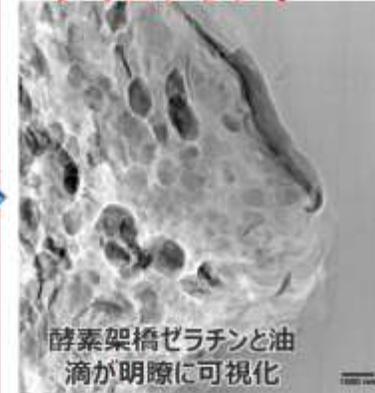
酵素架橋ゼラチンが複雑に絡み合い間に油滴が包摂されていると推測

0.1μmに乳化した粉末魚油

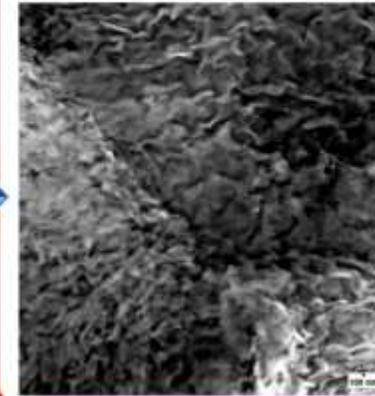


均一に分布？

## タイコグラフィー



酵素架橋ゼラチンと油滴が明瞭に可視化



アカデミック パートナー



高山裕貴  
(兵庫県立大→ 東北大SRIS)

「0.1μmの評価には次世代放射光の高輝度性が必須」

✓ 大型実験ハッチを備え、壊れを可視化.

放射光 →

インフラの長寿命化, 寿命予測の支援

高速 (走行時) の  
タイヤ破壊の可視化

ゴムの破壊が  
高速変形と低速変形で  
異なる

伸長

高速

0.5 mm

低速

2mm

提供 住友ゴム工業株式会社  
岸本 浩通氏

露光時間 : 0.078 msec ← 5 msec / projection  
投影時間 : **10 msec** ← 7.5 sec / scan (180 deg.)

従来の放射光CTを 約1000倍速化

応用 : 免振ゴム,  
次世代モビリティの接着接合 等



青木孝文

東北大学 プロボスト

## 計測・計算融合による イノベーションサイクルの加速

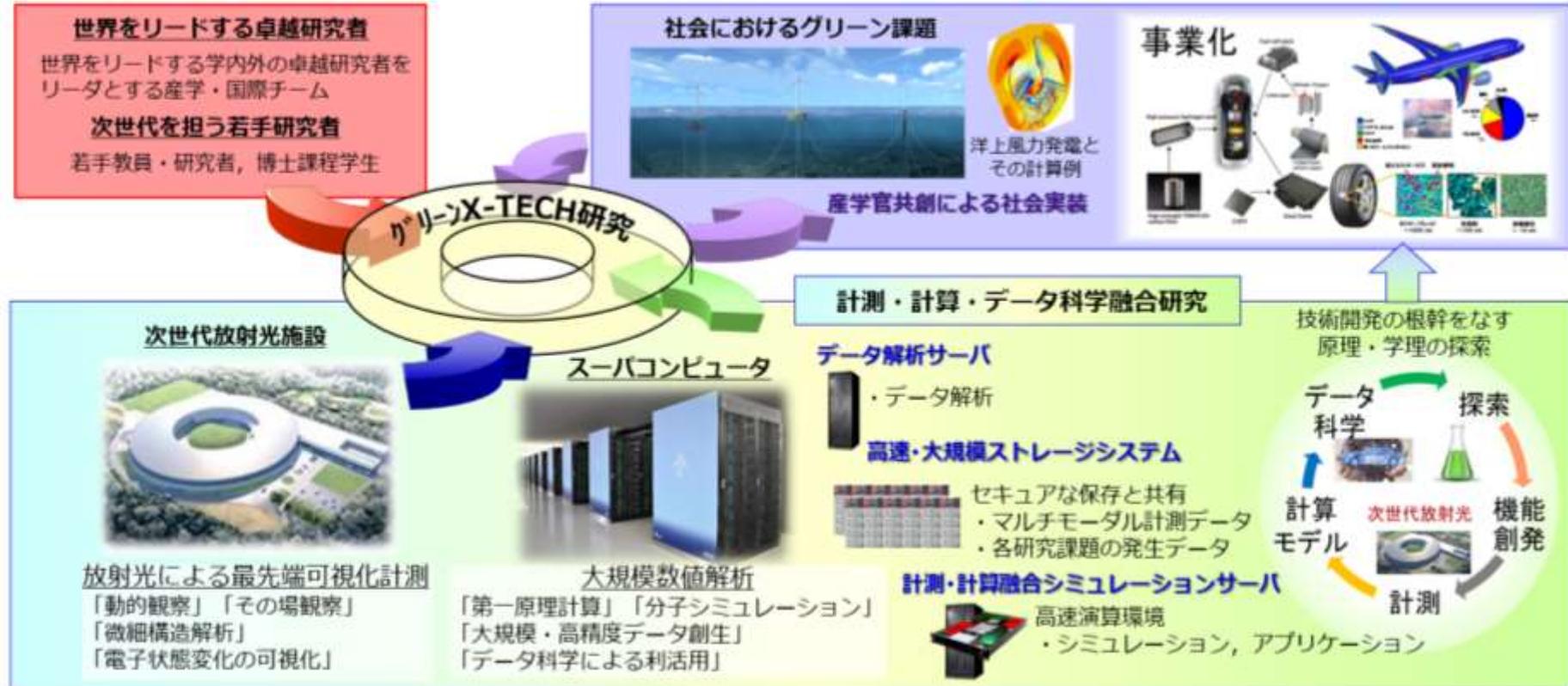


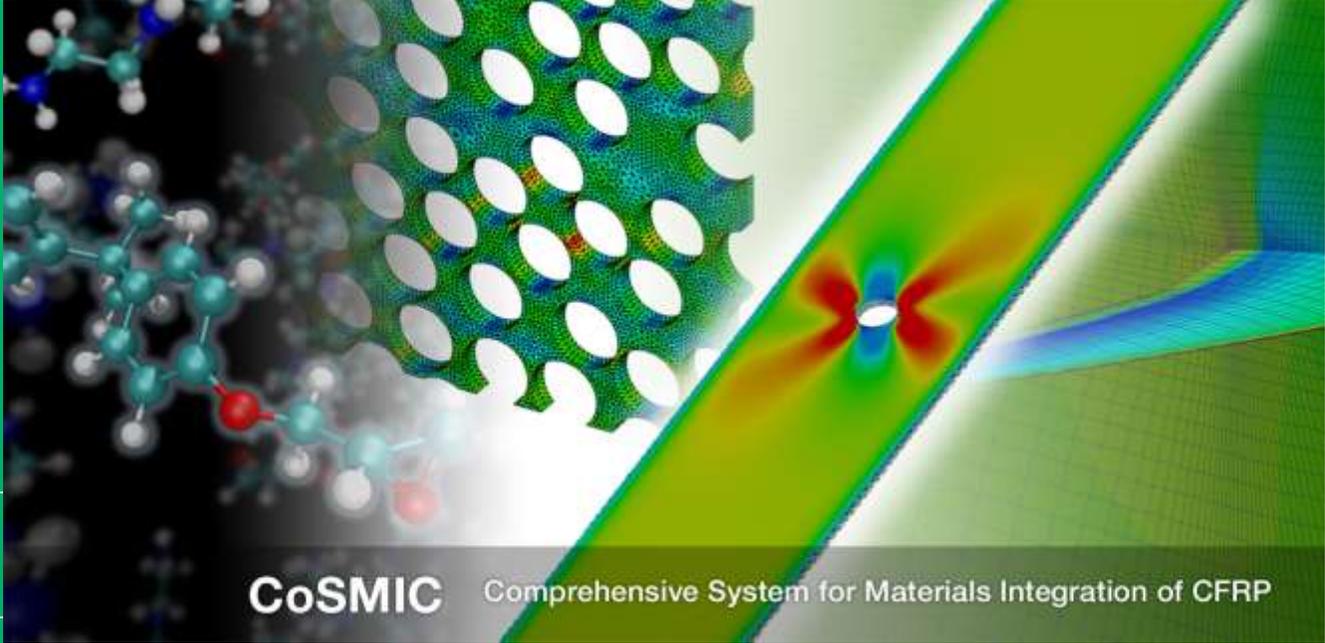


センター長  
岡部 朋永  
東北大 機械系 教授

次世代放射光NanoTerasuを始めとするサイエンスパークを、  
利用企業と伴走し、グリーン課題におけるソリューション提案を促進する。

特に、NanoTerasuから得られたデータを  
製品開発に直接結びつけるデジタル化の取り組みをサポートする。





**CoSMIC**  
Comprehensive  
System for  
Materials Integration of  
CFRP

Home

Programs

Analysis examples

Publications

English

Contact

## 研究概要

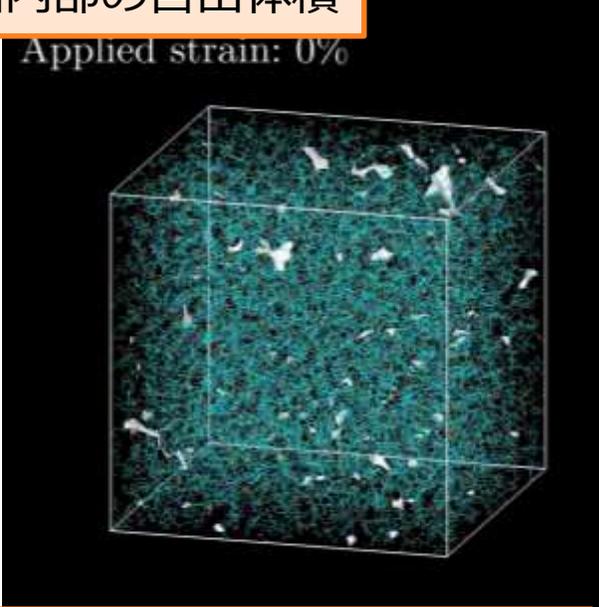
Research Outline

マテリアルズインテグレーション(MI)システムとは、材料工学手法に実験及び理論計算に基づいたデータ科学を活用したデータ科学を計算機上でプロセス・組織・特性・性能をつないで材料開発を加速する統合型材料開発システムであり、計算機上で象をバーチャルに再現することで、材料開発の時間短縮・コスト低減を主目的としています。

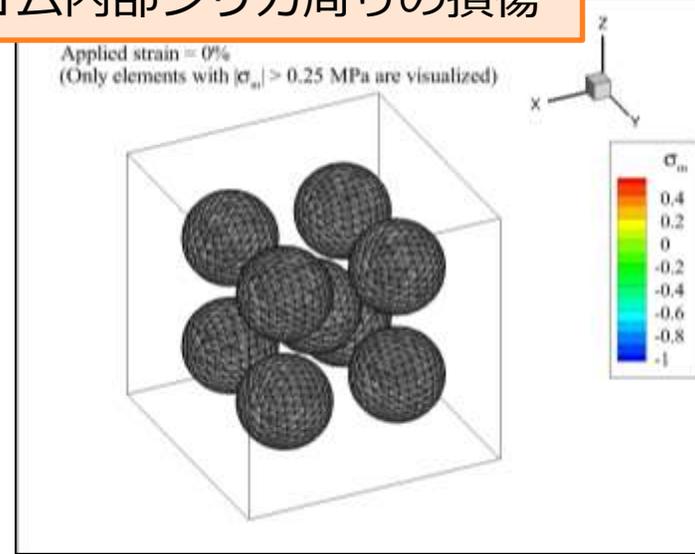
CoSMIC(Comprehensive System for Materials Integration of CFRP)は炭素繊維強化プラスチック(CFRP)を1システムとして、東北大学が中心となり開発が進められています。これまでに航空機構造用のCFRP設計をターゲットとした12個のモジュールを開発してきており、原子・分子スケールから機体構造までのマルチフィジックス/マルチスケールシミュレーションが可です。今後はユーザーニーズの高まりに応え、航空機産業以外の製品開発を支援するためのモジュールも進めていきます。

CoSMIC HPより  
<http://www.cosmic.plum.mech.tohoku.ac.jp/>

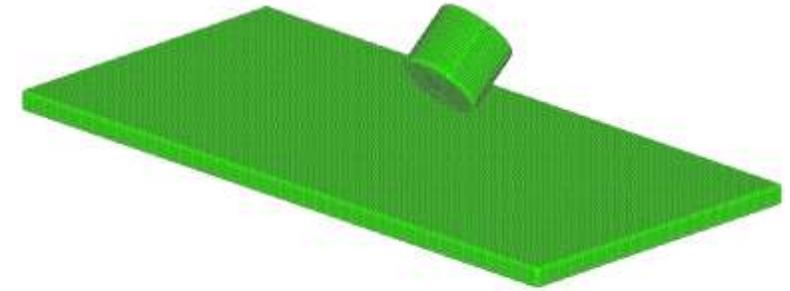
樹脂内部の自由体積



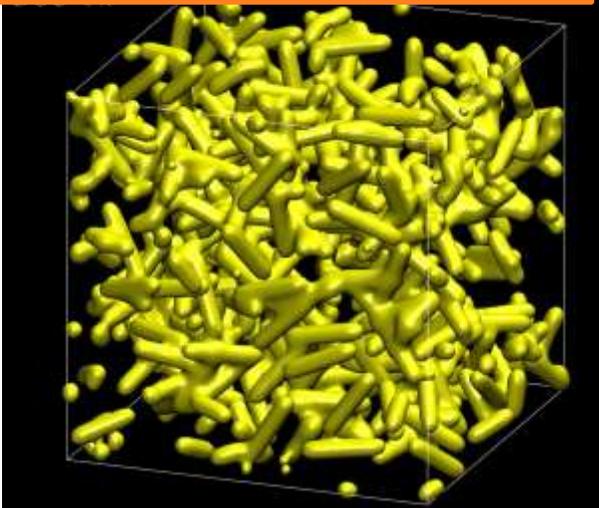
ゴム内部シリカ周りの損傷



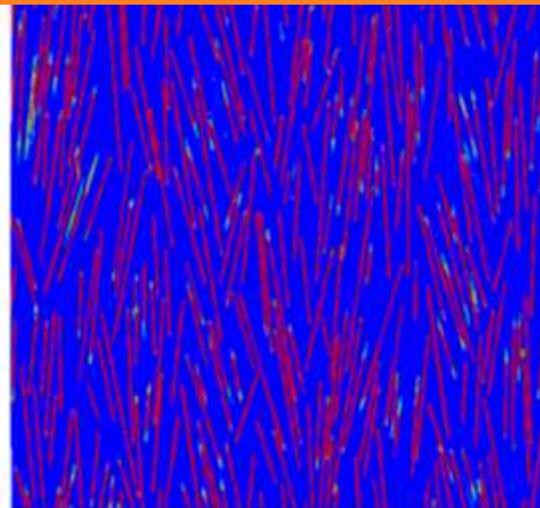
繊維強化複合材の高速衝撃破壊



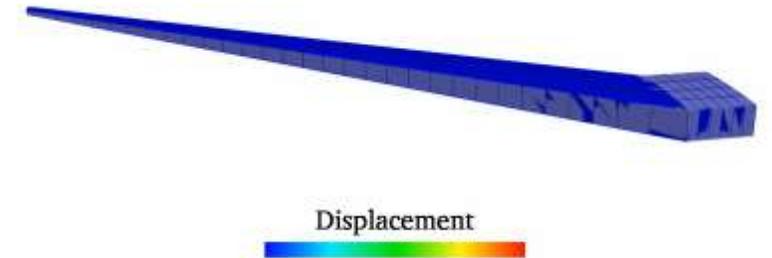
ポリマーアロイの反応誘起相分離



フィラー入り射出材内部の損傷



航空機複合材主翼の変形解析



すべての動画がクリックすると開始します。

## データ・イノベーションの拠点が市街地へ 仙台エコシステム (NTT)

仙台市と「都心部の活性化に関する連携協定」を締結

- ✓次世代放射光施設と連携し、アーバンネット仙台中央ビルを建設
- ✓放射光施設の活用促進に向けたオープンイノベーション・解析空間・機能を整備



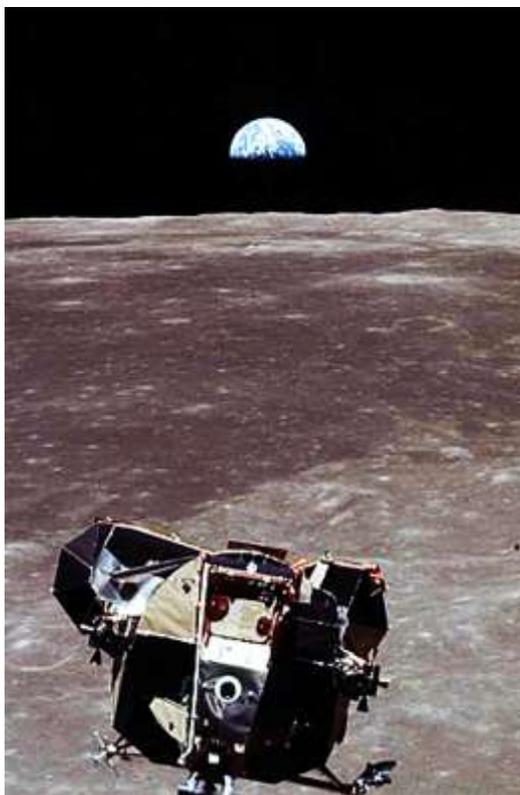


ジョン・メイナード・ケインズ  
(1883 - 1946)  
イギリスの経済学者

**船は港にいれば安全だが、  
それでは船の用をなさない。**

ミッション → 様々な課題 → イノベーション（新しい結合）が生まれる

## ミッション：月へ人類を送り込む



1969年7月20日  
アポロ11号



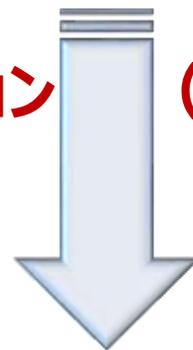
Copyright Rice University

ジョン・F・ケネディ  
第35代米国大統領  
1961年 - 1963年

我々が10年以内に月に行こうと決めたのは、それが容易だからではありません。むしろ困難だからです。この目標が、我々のもつ行動力や技術の最善といえるものを集結しそれがどれほどのものかを知るのに役立つこととなるからです。その挑戦こそ、我々が受けて立つことを望み、先延ばしすることを望まないものだからです。そして、これこそが、我々が勝ち取ろうと志すものであり、我々以外にとってもそうだからです。

1962年9月12日

イノベーション（新結合）



燃料電池，カメラ付き携帯電話，アスレチックシューズ，浄水器，  
フリーズドライ食品，ワイヤレスヘッドホン，粉ミルク，  
義肢，傷つきにくいレンズ，LED，断熱材，緊急ブランケット

**Enlighten the Nano Universe  
to Drive a Sustainable World**

**ナノの世界を照らし  
持続可能な世界を実現する**

## 分野を問わない可視化（一部）

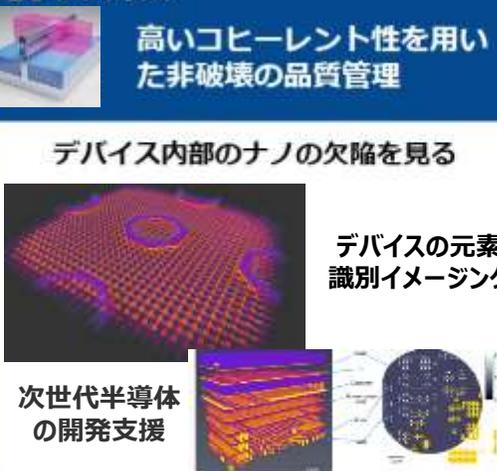
**電子デバイス**

高いコヒーレント性を用いた非破壊の品質管理

デバイス内部のナノの欠陥を見る

デバイスの元素識別イメージング

次世代半導体の開発支援

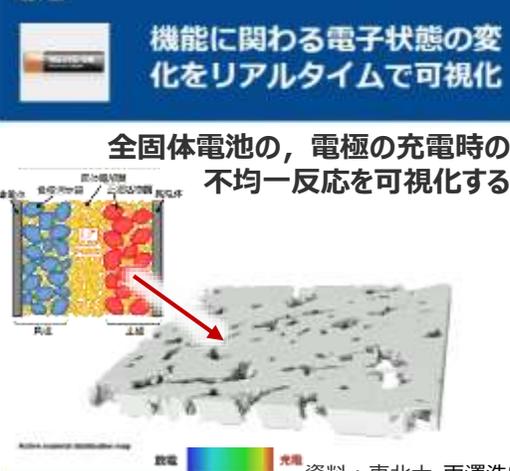


**電池**

機能に関わる電子状態の変化をリアルタイムで可視化

全固体電池の、電極の充電時の不均一反応を可視化する

資料：東北大・雨澤浩史

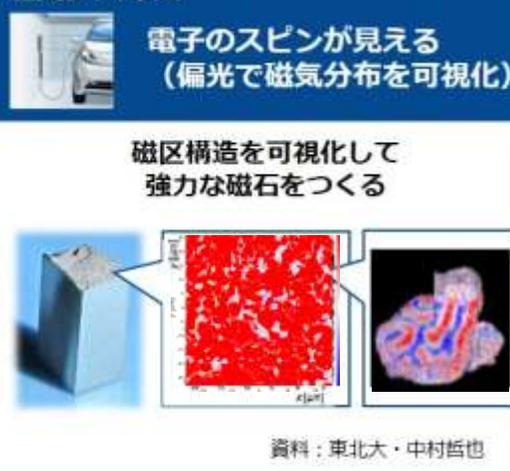


**磁気デバイス**

電子のスピンが見える（偏光で磁気分布を可視化）

磁区構造を可視化して強力な磁石をつくる

資料：東北大・中村哲也

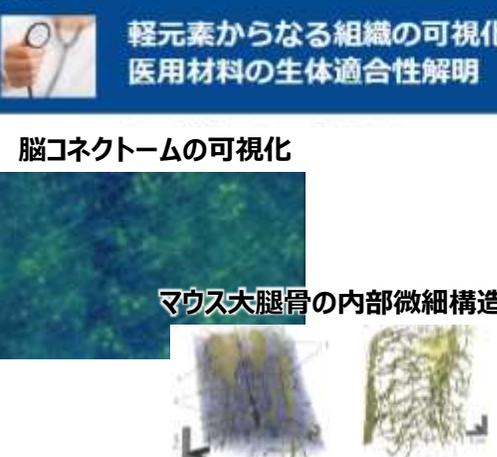


**医療**

軽元素からなる組織の可視化  
医用材料の生体適合性解明

脳コネクトームの可視化

マウス大腿骨の内部微細構造

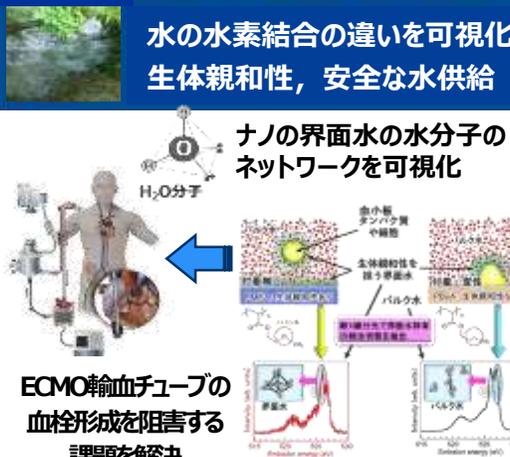


**水・環境**

水の水素結合の違いを可視化  
生体親和性、安全な水供給

ナノの界面水の水分子のネットワークを可視化

ECMO輸血チューブの血栓形成を阻害する課題を解決



**食品・畜産・農・漁業**

軽元素の分布や状態が直接的かつリアルタイムで可視化

食の安全と高付加価値化の実現

サクランボ

資料：東北大 矢代航



## サーキュラーエコノミー（CE）システムの構築

- CE三原則
- 1) 廃棄や汚染を取り除く
  - 2) 製品・原材料を、高い価値を保ったまま循環させつづける
  - 3) 自然を再生する

### 計測計算融合でカーボンニュートラル/資源循環の実現を支援

日本の温室効果ガス全体排出量の1.5%低減を目指し

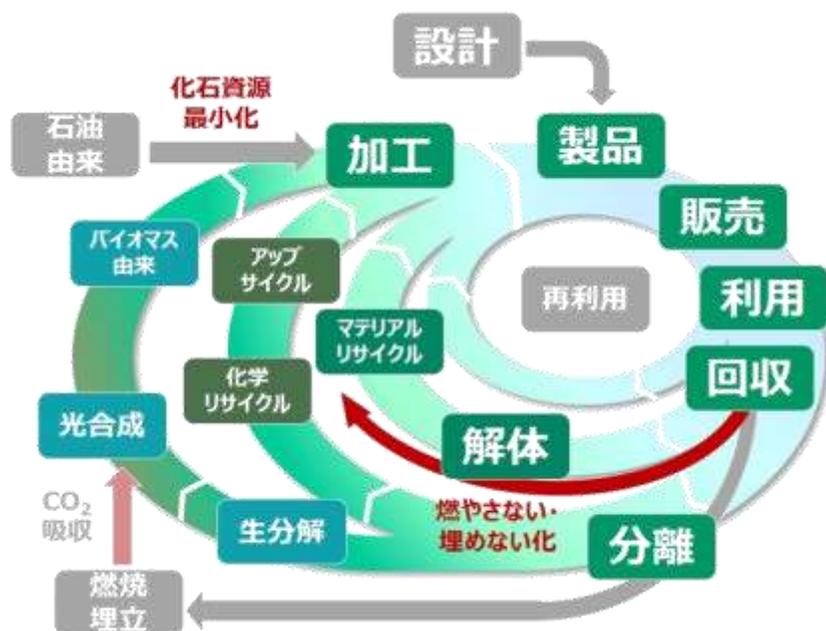
グローバルリーディング企業とアカデミアが連携 **燃やさない・埋めないポリマー素材**を開発



次期SIP  
PD候補 伊藤耕三



岡部朋永  
東北大・工  
機械系



CO<sub>2</sub>排出量削減・資源循環の両立を可能とする  
エコシステムを構築

#### 革新技术開発

最先端化学（動的架橋など）や放射光・MIなどの駆使により、非化石資源由来の原料率と耐久性を両立した革新的ポリマー材料を開発し、海外特に欧州の環境規制や国際標準化における主導権を握ることで、我が国の産業競争力向上を推進する。

- リサイクル革新技术開発
- 革新的資源生産性向上技術開発
- アップサイクル革新技术開発
- 革新技术統合製品開発
- バイオマス由来素材技術開発

#### サプライチェーン全体高度化

プラスチックリサイクル全体を俯瞰した資源循環を促す社会システムの構築が喫緊の課題。他方、リサイクル材やバイオプラスチック等代替素材をはじめとする低環境負荷材料は現状では製造コストが高く、今後、消費者やメーカーをはじめ社会的に受け入れられるシステムづくりが必要。そのためには、サプライチェーン全体での社会イノベーションの実現が必要。

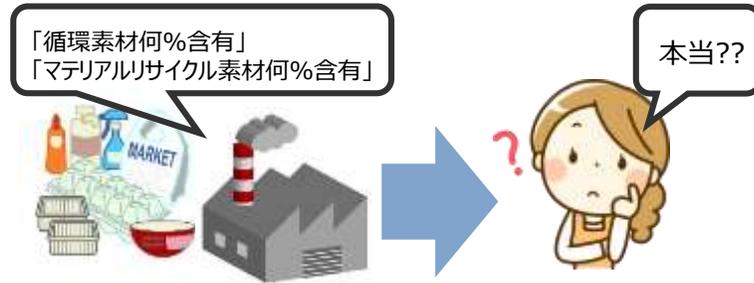
- 情報基盤の構築
- トレーサビリティ
- 分別・回収PF
- 需給マッチングPF
- 環境評価/消費者コミュニケーション

#### プラスチック資源循環の持続可能性追求

プラスチックの3Rに加えバイオプラスチックの導入を基軸としたプラスチックの持続可能な資源循環を実現するための自動車産業と静脈産業の融合を構築することが必要。さらに、環境政策を支える3R技術のアップ展開とバイオプラスチックの導入促進に向けた技術開発を推進する。

- 自動車産業技術をアップ展開する3R技術開発
- バイオ素材導入を可能とする原料化技術開発
- 3R+Renewableの環境影響評価
- サーキュラーエコノミー実現のための社会システム・経済学的評価

## CEに関する標準規格&標準必須特許(SEP)と、CE市場の設計がカギ



### CE素材・製品についての信頼性

- 信頼性を裏付けるための分析手法がわからない。未整備である。
- 科学的な動静脈上の共通プラットフォームがない。
- 知るべき科学的な情報がわからない。共通化されていない。例えば、規格や標準などが無い。

### CE素材・製品のライフサイクルデザイン

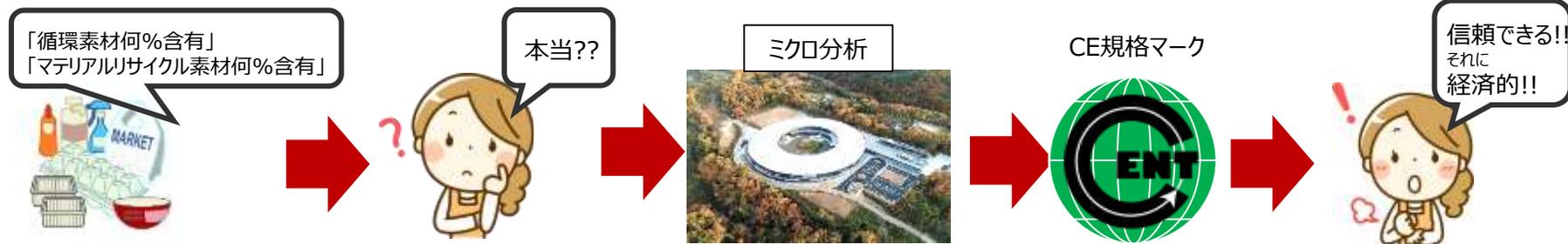
- 用途に適した素材・製品のライフサイクルがわからない。

### 循環因子をマクロ分析とNanoTerasuによるマイクロ分析により規格・標準化する。

NanoTerasuが開発素材・製品（動脈）から分離回収品・リサイクル材（静脈）まで包括的に分析を担い、動静脈企業と連携することで各素材・製品の規格・標準を決定する。

公的共有財産であるNanoTerasuが科学的な精密分析によって客観的に各素材・製品の循環因子を決定(保証)し、標準化の決定や規格をパスポートとして発行する。

### DPP (デジタル プロダクト パスポート)



2011年3月11日の東日本大震災の一週間後に、  
東北放射光施設 建設計画として始まりました。

# 始まり

✓ 2011年3月18日：先端放射光施設による復興支援の企画検討を開始

東北再生経済研究会 News Letter SAISEI (2020) Vol.52 P1-4

✓ 2011年4月12日：省エネ・イノベーション支援型放射光施設構想の策定

✓ 2011年8月6日：東北大学有志に構想資料を託す @京都

**最先端量子ビーム技術の集積と安心ツール化による、  
省エネ・イノベーション支援型放射光施設構想**

震災復興のイノベーションを支援する光技術

- 波長: 0.1KeV~15KeV**  
空間分解能: 100nmスケール  
エネルギー分解能: 10meV  
100psの早さをとらえる
- 環境分析**  
安全安心・環境工学  
セシウム分析・土壌改良
- ナノ・時分割分析**  
材料設計イノベーション  
クリーン材料、ガス貯蔵
- スピントロニクス**  
高効率磁性材料設計  
磁石・高性能モーター  
ストレージデバイス
- 小角・広角散乱解析**  
有機・高分子化学  
有機薄膜・太陽電池  
高密度炭素材料
- ナノX線吸収分光**  
化学結合状態分析  
燃料電池、触媒化学  
高分子材料開発
- 光電子分光分析**  
電子レベル材料設計  
超伝導、熱電材料  
次世代パワーエレクトロニクス開発
- 高エネルギー分解能  
ナノ集光  
短パルス**  
X線
- 超伝導電磁石導入で中性子までカバー！**

**既存の最先端光源・利用計測技術を省エネ運転技術と融合し、  
ハイパフォーマンス放射光施設を低予算(～100億)・短期間(～2年)で建設**

**最先端量子ビーム技術の集積と安心ツール化による、  
省エネ・イノベーション支援型放射光施設構想**

**必要不可欠な光源スペック**

- ✓ 超元素(炭素・窒素・酸素・ケイ素・リン・硫黄)分析に不可欠なエネルギー領域をカバー  
→ 波長範囲: 0.1~15 keV
- ✓ ナノビームならびに、集光光源による集光の完全制御を可能とする低エミッタンス光源  
→ エミッタンス: 3~5 rmmrad
- ✓ ナノ領域の物質構造・機能を解明するための高輝度X線  
→ 輝度:  $10^{19} \sim 10^{20}$  photons/s/mm<sup>2</sup>/mrad/0.1MHz
- ✓ 化学反応や物質変遷のリアルタイム分析のための短パルスX線  
→ パルス幅: 100 ps
- ✓ ナノ集光ビームならびに、超高分解能X線の性能を最大限発揮するための安定光源  
→ トップアップ運転
- ✓ 研究・開発費を大幅に削減させる、省エネルギー光源設計  
→ 運転経費の低コスト化を可能とする、エコ設計ならびに省エネ運転

**既存の最先端光源・計測技術の集積により、ハイパフォーマンスと低コストを両立**

**光源性能と特徴**

**電子**

蓄積リング

シンクロトロン

超電圧加速器

汎用性・利用価値が高い(10<sup>19</sup>~10<sup>20</sup> photons/s)のX線利用に最適化  
有機・高分子・触媒・電子材料等の研究を強力に支援  
超高分解能の集積が可能にする、建設費の大幅な削減  
SRing-2で実現した高効率な電子ビーム技術を移植することで、  
低コストかつ短時間で世界最先端の研究施設を構築  
高効率な量子ビーム発生技術による、省エネルギー運転  
実現されたノウハウによって、高効率X線源・遅延リネータを  
整備し、これまでにない省エネルギー運転を実現

アンジュレータ (SRing-4標準化と同じ規格を想定)  
チップ長: 30~40mm  
電子エネルギー: 3.0GeV  
電子束径: 0.2mm  
電子束エネルギー: 3.0GeV  
電子束エネルギー: 3.0GeV  
電子束エネルギー: 3.0GeV

電子エネルギー: 3.0GeV  
電子束径: 0.2mm  
電子束エネルギー: 3.0GeV  
電子束エネルギー: 3.0GeV

電子エネルギー: 3.0GeV  
電子束径: 0.2mm  
電子束エネルギー: 3.0GeV  
電子束エネルギー: 3.0GeV

電子エネルギー: 3.0GeV  
電子束径: 0.2mm  
電子束エネルギー: 3.0GeV  
電子束エネルギー: 3.0GeV

**イノベーションを加速する研究例**

研究対象	主要な分析手法		
	数値・図形	分光分析	イメージング
<b>再生可能エネルギーへの転換を目指して</b>			
ナノ工学技術の開発	ナノ構造解析	SR-APT	SR-APT
次世代太陽電池の開発	薄膜構造解析	電子分光	SR-APT
<b>エネルギー利用の効率化に向けて</b>			
省エネルギー・省資源技術	薄膜構造解析	SR-APT	SR-APT
エネルギー効率化技術の開発	薄膜構造解析	SR-APT	SR-APT
省エネルギー・省資源技術	薄膜構造解析	SR-APT	SR-APT
<b>国内資源の有効な活用に向けて</b>			
資源の有効な活用技術の開発	薄膜構造解析	SR-APT	SR-APT
省エネルギー・省資源技術	薄膜構造解析	SR-APT	SR-APT
省エネルギー・省資源技術	薄膜構造解析	SR-APT	SR-APT
<b>気候変動の高精度予測に向けて</b>			
気候変動予測技術の開発	薄膜構造解析	SR-APT	SR-APT

この計画を推進してきた私達の中で、

常に、特別なことであり続けています。



2015年5月 七ヶ浜にて撮影 高田

# 東北放射光計画の推進 2011年～2018年

- 2011年 12月 東北七大学有志 「東日本における新時代中型高輝度放射光施設」趣意書
- 2012年 6月 東北七大学 「東北放射光施設推進会議」を発足
- 2014年 7月 「東北放射光施設推進協議会」設立  
(共同代表：宮城県知事、東北経済連合会会長、東北大学総長)
- 2015年 6月 コアリション・コンセプトの創成へ
- 2016年 12月 一般財団法人 光科学イノベーションセンター(PhoSIC)設立



## 2016年6月 施設のコンセプト・デザインの発表と国際評価



濱 広幸  
(東北大学)

東北放射光施設計画 “SLIT-J”  
3GeV 高輝度光線加速器システム提案書  
v2.0

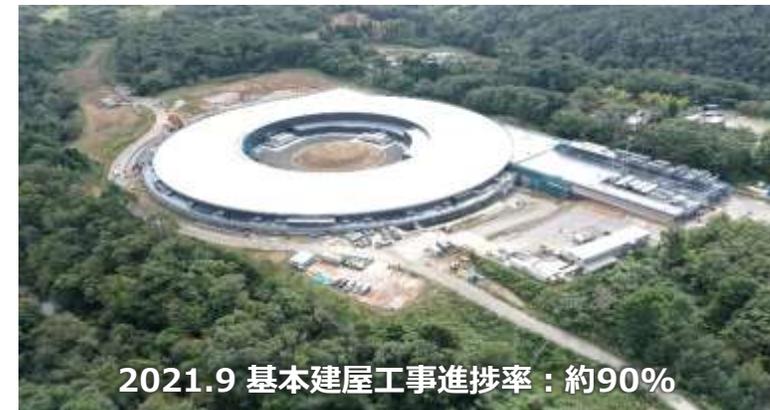
2016年2月  
東北放射光施設設計協議会  
設計Jセミナー

東北放射光施設計画 国際評価委員会メンバー  
“The SLIT-J project International Review Committee”

<p>委員長 Jerome Hastings 教授 (USA) SLAC National Accelerator Laboratory</p>	<p>委員長 石川 賢治 博士 (JPN) Tadashi Ishikawa 東北大学 東北放射光施設推進協議会</p>	<p>Marie-Emmanuelle Couprie 博士 (FRA) Chief Leader of Magnets and Injection Lines SOLEIL</p>	<p>Roger Falcon 教授 (USA) Director, Advanced Light Source Professor of Physics, University of California, Berkeley</p>
<p>Andrew Harrison 教授 (GBR) CEO of Diamond Light Source</p>	<p>委員 近野 典雄 教授 (JPN) Akio Hirose 東京工業大学 応用電子学研究所</p>	<p>委員 岡村 肇 (JPN) Gakuhiro Iwano トヨタ自動車 技術 本部 技術部長 東北大学 工学部 放射光科学技術 推進センター</p>	<p>委員 小杉 博博 教授 (JPN) Masahiro Kuroki 理研 放射光センター 東北大学 工学部 放射光科学技術 推進センター</p>



2018年6月	地域パートナー選定
2018年9月	量研機構及び地域パートナーとの間で連携協力協定締結
2019年度～	量研機構側は加速器の整備，地域パートナー側用地整備開始
2021年12月	基本建屋への加速器搬入開始
<b>2022年6月</b>	<b>施設の愛称が，NanoTerasu（ナノテラス）に決定</b>
2023年3月	基本建屋の竣工
2023年度中	ファーストビーム（施設の稼働）
2024年度	運用開始（予定）



この地域に、計画が向こうから やってきたのではないのです。

この地域が、震災を乗り越えて勝ち取ったものなのです。

2022年9月12日 (月)  
文部科学省 井出庸生 文部科学副大臣



自民党科技イノベ戦略調査会



2022年9月16日 (金)  
**G7科技相会合 仙台開催決定**  
(2023年5月12~14日)

2022年9月26日 (月)  
自由民主党 政務調査会  
科学技術・イノベーション  
戦略調査会 渡海紀三郎 委員長



2022年10月6日 (木)  
トヨタ自動車 天野吉和 顧問

2022年10月13日 (木)  
トヨタ自動車 近健太 副社長  
前田昌彦 副社長  
小林耕士 番頭

**TOYOTA X 東北大学**

2022.10.14 FRI

トヨタ自動車株式会社 近健太 副社長 特別講演  
『トヨタが東北で夢見るモライ  
ー 一度は見た東北の地へのトヨタの想いを共有』

2022年10月18日 (火)  
経団連経済懇談会  
十倉雅和 会長 他(次ページ)

2022年12月15日 (木)  
文部科学省 永岡桂子 文部科学大臣

2023年1月18日 (水)  
文部科学省 山本左近 文部科学政務官

次世代放射光施設NanoTerasu(背景) と  
ミライの傍に立つ大野総長と近副社長



13:00-14:00	特別講演 (要申込)	サイエンスオールセッション (東北大学学生限定、要申込)
14:05-14:20	協定調印式	※災害科学国際研究所 3F多目的ホール
14:30-17:00	サイエンスオールセッション	14:30-15:20 燃料電池 15:30-15:50 水素貯蔵 16:00-16:20 水素貯蔵 16:30-16:50 燃料電池を利用した水素貯蔵研究 詳細はこちら
14:30-17:00	交流の場	交流の場：ポスターセッション・展示 (随時受付) ※災害科学国際研究所 エントランスホール トヨタの社員 (本学卒業生) による仕事内容紹介、 未来からの発想展覧や野営タングなどの展示
14:10-17:00	災害の備え	災害の備え：デイスカッション ※災害科学国際研究所 2F演習室A 災害時の初期について、トヨタ社員と本学学生、教職員が デイスカッションを行います。
11:00-17:00	車両展示	車両展示・試乗会 (随時受付) ※キャンパスモール MIRAI、 キックンカー、 小型トラック、 フォークリフト等の FCV (水素車) を全数展示。 水素エンジン車両も特別展示。 一部車両に試乗できます！
11:00-17:00	試乗会 (MAP4付近にて受付)	

## 会長コメント／スピーチ 記者会見における会長発言 東北地方経済懇談会後の共同記者会見における十倉会長発言要旨(抜粋)

一般社団法人 日本経済団体連合会 2022年10月18日

<https://www.keidanren.or.jp/speech/kaiken/2022/1018.html>

### 【ナノテラス】

次世代放射光施設「ナノテラス」は、物質の反応プロセスを可視化できる素晴らしい施設である。世界中から研究者が集い、先端科学技術の拠点となり、起業が増えることも期待される。東北の新しい魅力を体現する場であるが、潜在力はそれにとどまらない。**日本は断固たる決意で科学技術立国を目指している。ナノテラスがその一翼を担うことを期待している。**

### NanoTerasu視察参加者

役職	氏名	企業名
会長	十倉 雅和	住友化学会長
審議員会議長	富田 哲郎	東日本旅客鉄道会長
副会長	中村 邦晴	住友商事会長
副会長	平野 信行	三菱UFJ銀行特別顧問
副会長	篠原 弘道	日本電信電話相談役
副会長	安永 竜夫	三井物産会長
副会長	東原 敏昭	日立製作所会長
副会長	小路 明善	アヒグループホールディングス会長
副会長	永野 毅	東京海上ホールディングス会長
副会長	遠藤 信博	日本電気特別顧問
副会長	永井 浩二	野村ホールディングス会長
副会長・事務総長	久保田政一	



<https://youtu.be/FTAYs2zSou0>

# コアリジョンビームラインのラインナップ



BL08W (Ⅱ) X線構造-電子状態トータル解析

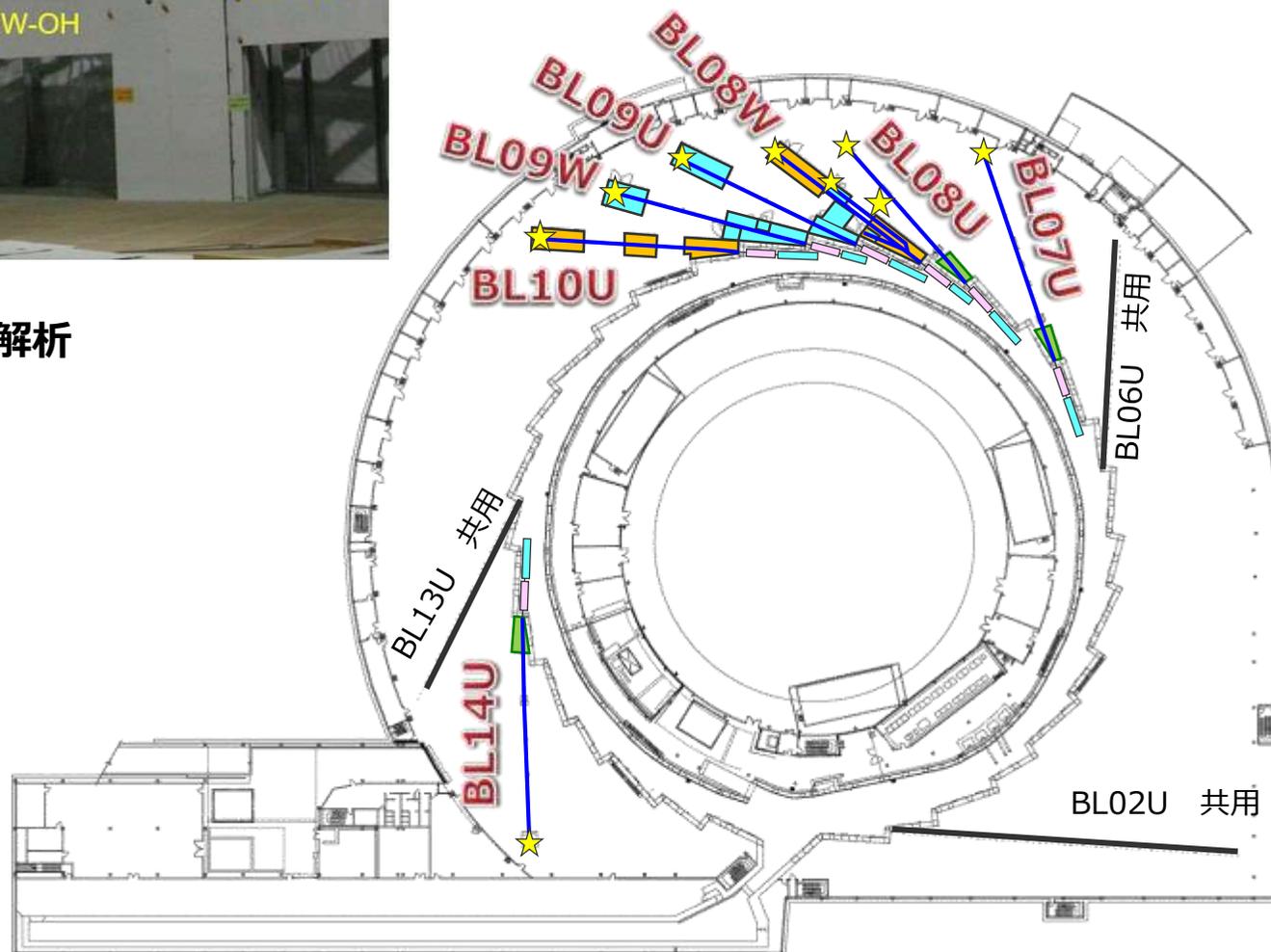
BL09U (Ⅰ) X線オペランド分光

BL09W (Ⅲ) X線階層的構造解析

施設全体で28本のBLが設置可能

アンジュレータBL (U) 14本

ウィグラーBL (W) 14本

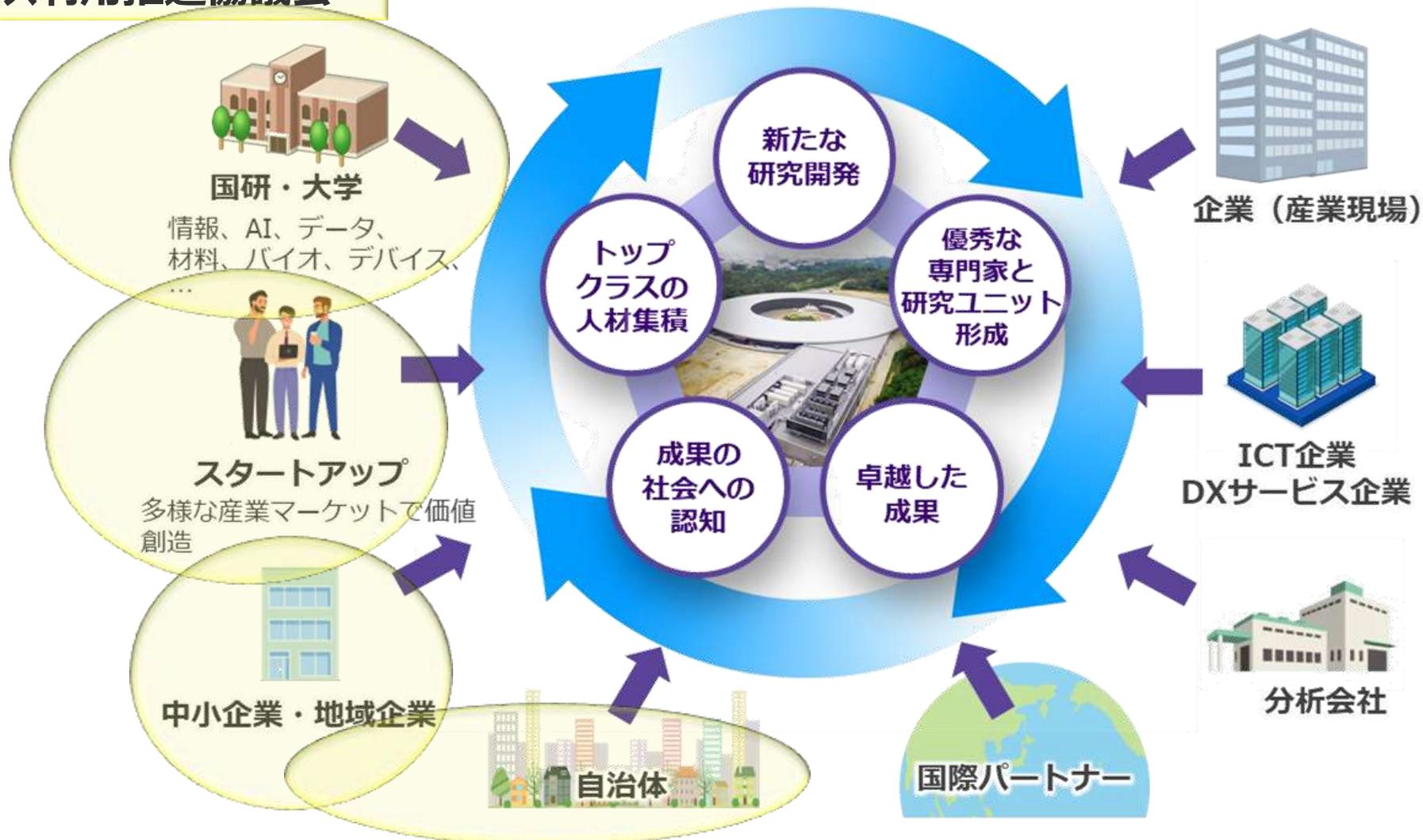


## 7本のコアリションビームラインが取り組む課題

ビームライン 計測種類		07U: SX-電子状態	08W: 構造解析	08U: SX ホラント <sup>®</sup> 分光	09W: 階層構造	09U: X線 ホラント <sup>®</sup> 分光	10U: コヒーレントイメージング	14U: SX-イメージング
機能		化学状態 電子状態	電子状態 結晶構造	化学反応	応力応答	電子状態 変化	分光ナノ画像	磁化 ナノ画像
課題 政策目標	感染症 対策	医療技術 生体適合性 中間水 ナノバブル	創薬、製薬 	抗菌材料 	病変部位 診断 	抗菌材料 	疾患科学 遺伝子治療 	生命科学 疾患科学 
	マテリアル 革新力	ナノ粒子 	次世代 ナノスケール マテリアル 	エネルギー 変換材料 高度循環材料 	極限機能 複合材料 	マルチ マテリアル 	ナノスケール マテリアル 	量子制御 デバイス用 マテリアル 
	Green Innovation	安全な 食・水・大気 	資源循環 	ゼロカーボン カーボン リサイクル 	CFRP エコポリマー アップサイクル 	Liイオン電池 燃料電池 	Liイオン電池 燃料電池 	EV 自然エネルギー 
SDGs		6 安全な水とトイレ も世界中に 	9 産業と技術革新の 基盤をつくろう 12 持続可能な 消費と生産 	7 エネルギーをみんなに そしてクリーンに 	12 つくる責任 つかう責任 	9 産業と技術革新の 基盤をつくろう 7 エネルギーをみんなに そしてクリーンに 9 産業と技術革新の 基盤をつくろう	9 産業と技術革新の 基盤をつくろう 	

ナノテラスに密着した地域の強み → イノベーションエコシステムへの参加

## ナノテラス利用推進協議会





グスタフ・ハッサル（生物学者）

*The usefulness of synchrotron light  
is limited only by our imagination*

**放射光が、どのくらい有用なものになるかは**

**私達の想像力の大きさで決まる**

NanoTerasu（ナノテラス）は、  
東北から日本のイノベーションを変える  
柱石となります。

ご清聴ありがとうございました