

「東北放射光施設構想の概要」

早稲田嘉夫・浜広幸*・武藤俊哉*・日出富士雄*

東北大学名誉教授（多元物質科学研究所）

* 東北大学電子光理学研究センター

2011年3月11日に起こった東日本大震災からの復旧は、まだ収束からは程遠い状況です。とくに福島原発事故の影響を受けておられる方々にとっては、つらい日々だと思います。一方、被災状況が比較的軽微であった大学等の公的機関に所属する有志によって、「大震災からの復興を含め東北地方全体のため、かつ基礎的な科学技術に基づく構想」の検討が開始されました。その結果が、2011年12月に基本案がまとまった「東北放射光施設構想」です。この計画内容については、日本放射光学会の「放射光将来計画特別委員会」で議論頂いて、「本計画は地域振興・産業利用を包含し、多数のユーザーの要望を満たす極めて優れた光源計画であると評価し、学会として強く支援する」等の内容で、「中間まとめ」をホームページ上に掲載頂くことができました。詳細は、日本放射光学会ホームページ、<http://www.jsrr.jp/>、Topics「放射光将来計画特別委員会の設置について」の欄で、5月12日の公開シンポジウムで提供された関連資料と共に、ご覧ください。

本構想は、東北地方にある7つの国立大学が連携して、復興とイノベーションの両立性を維持しつつ、東北全体の求心力となり得る「省エネルギー・イノベーション型の中型(3-GeV)高輝度放射光施設（略称：東北放射光施設）」を整備する新規の計画です。しかも、本構想は、SPring-8/SACLAで開発された真空封止アンジュレータやCバンド加速器等の本邦独自の最新技術を活用することによって、海外で整備が先行している最先端の中型リング光源の光源性能に、約2年の建設期間で追いつくことを目指すチャレンジングなものです。また、①東北地方及びその周辺地域での産業復興と産業強化・発展等を強力に支援する東北の拠点形成、②将来の東南海沖地震等にも備える我が国の科学技術上のリスク管理の視点に立つことが特徴でもあります。（関連HP：<http://www.mech.hirosaki-u.ac.jp/~furuya/SRSite/>）

東日本大震災により、はからずも東北地域が工業製品の重要部品の全国的・世界的サプライヤーとして機能していることも明らかになりました。このことから、東北放射光施設構想は「基礎科学と産業応用の密接な連携」に裏打ちされた独創性豊かな産業の着実な発展を目指すことが、重要だと思います。東北放射光施設構想の実現により、全国かつアジア圏を含む広い視野に立つ「放射光コミュニティの拡大・発展」が期待できるでしょう。

本講演では、放射光リングの基礎パラメーターを含む「東北放射光施設構想」の概要を紹介します。構想の主旨をご理解いただき、ご支援をお願いします。

「東北放射光施設構想」について

(東日本 → 東北に変更)

早稲田 嘉夫
東北大学(多元物質科学研究所)

2011.3.11大震災からの復旧は、最優先課題:

各大学・各部局の執行部等が懸命に対応し、災害そのものの解析、将来の災害に対する予知・防御などに貢献するプラスのプランを含めて、復旧に邁進している

東北経済が国内総生産に占める割合は高くないが、東北地域は重要部品の生産工場が多く、我が国のみならず世界のサプライチェーンとしての機能が確認された

甚大な被災に同情は集まったが、リスク分散の視点からも、重要部品の生産拠点が、東北以外の地域に移動する傾向も現われた → 職場の減少 → したがって、地域振興として根本的な対策が必要

例えば、5年後(2016年)の復旧完了後を見据えた施策、「ものづくり」拠点として東北を着実に再機能させる復興策が重要

そのためには、広範なイノベーション推進研究を強力に支援する「東北地区の拠点形成の実現」が不可欠 = 東北における科学技術・産業技術の革新的振興で、ものづくりの優位性維持と発展を図る と言う考え方が浮上した

研究者有志の議論の中で、基礎科学に立脚した物質・材料研究が、「ものづくり」の新たな展開を提供した例などが話題となり、拠点の中心に放射光源を据えると言う考え方が醸成された

世界的にみると、スイスのSLS、フランスのSOLEIL、英国のDIAMOND、中国上海のSSRF、オーストラリアのVICTORIA、スペインのALBAなど、「3GeVクラスの高輝度光源」、とくに、リング型光源の建設が積極的に行われ、供用が始まっている。

さらに台湾のTPS、米国のNSLS-II、スエーデンのMAX-VIの計画も進行中であり、「**中型リング光源の建設ラッシュ!**」

世界的な建設ラッシュの理由は、物質・材料、生命・バイオ、エレクトロニクス、エネルギーなど、広範な分野における新たなイノベーションを生み出すために不可欠な「最先端解析ツール」として、放射光がもたらす「**高輝度ナノビーム**」の重要性・必要性が、認知されたからだと理解されている。

言い換えると、リング型高輝度光源は、多様な課題に対する利用ニーズに、一度に多数の機会提供を実現し、研究開発にソリューション与える「利活用の多様性と同時性」を兼ね備えているとの認識が、世界の常識になっている。

参考要因: 自らの経験による「放射光施設」利用のメリット → 液体、水溶液、ガラス、薄膜などの構造解析、とくに、X線異常散乱の利用 → 技術者が長年の経験で保有していたノウハウの基礎科学的解明を達成 → そのような基礎的情報に基づく「ものづくり」の新提案が可能になった

我が国の現状は、第4世代光源としてのERL計画がPFの構想として進められているが、**中規模高輝度光源の建設に関する積極的な計画がない**。したがって、リング型光源では、2014年の台湾の新光源TPSの完成により、SPring-8ですら、アジアで最高輝度の地位をゆずることになる

今後、SPring-8のアップグレードなどにより、一部のマイナス要因はカバーできる可能性もあるが、とくに、中規模の高輝度光源を利用する広範な領域の産業技術分野のイノベーションの実現について、我が国が取り残されかねない状況であることが、徐々に衆目の一致するところとなりつつある

本計画は、そのような我が国が抱える研究開発の隘路を、一挙に打開するものである。合わせて東北の復興を着実に、長期的に後押しできるものである



放射光が解き明かす驚異のナノ世界
魔法の光が拓く物質世界の可能性
日本放射光学会編 講談社 2011年9月より

東北地区に放射光施設が空白という事実

↓

将来発生が予測されている東南海沖地震などを考えると、リスク分散に繋がる

東北地区(最初から場所は決めず)に放射光施設設置を実現し、広範なイノベーション推進研究を強力に支援する拠点形成と位置づける。その結果科学技術・産業技術の革新的振興に基づいて、我が国のものづくりの優位性維持と発展に繋がる復興をはかる (これこそが復旧の次の施策)



本施設の特徴及び主たるターゲット

- 光源性能は、既存の最先端施設(例えばSPring-8, PF)の水準を確保しつつ、**建設コストは約5分の一、建設期間も約3年以内の新時代中型高輝度放射光施設**・同時に**省エネ設計**で施設の使用電力18.5 MW以下; 例えば、120~140米四方の太陽光パネル発電(約2MW)で**地産地消が可能**
- 広範なイノベーション推進研究を強力に支援する東北地区の拠点形成を実現** → 東北地方およびその周辺地域での科学技術・産業技術の革新的振興によって、東日本大震災からの復興ならびに我が国全体の**ものづくりの優位性維持と発展に利活用**

東北地区における新時代中型高輝度放射光施設 省エネ・イノベーション支援型放射光施設 (略称: 東北放射光施設)

STIR: Science, Technology, Innovation and Reconstruction

The STIR 3GeV-SR Center in the North East Japan

*STIR: Science, Technology, Innovation & Reconstruction

Machine performance	
Beam energy	3GeV
Horizontal emittance	1~2 nmrad
Beam current	300~400 mA
Circumference	< 300 m
Pulse duration	< 20 ps

The SR facility newly proposed strongly supports a solution innovation for various subjects by giving key probes covering IR and X-rays.

産業応用について

予備調査(第2回) 官学 460件 産業界 280件
試算: 東北地区のみの産業界 1/3 利用でも 20%
 各大学で広範なテーマで幾つものプロジェクトが展開されている

例1 高密度磁気記録媒体のナノレベル構造評価・磁気特性の解析
 東北大学、秋田大学、弘前大学、NECTーキン、TDK、アルプス電気、本田精機

例2 レアメタル等の高純度化・省資源・リサイクルプロセスの確立
 東北大学、秋田大学、岩手大学、宮教大、DOWA、秋田製鐵、太平洋金属

例3 構造材料部材の局部残留応力精密解析・材料寿命評価
 東北大学、岩手大学、東北特殊鋼、JFE東鋼、東北電力、新日鉄釜石、高周波鋼造

例4 新しい医薬品開発を加速するタンパク質構造の動的解明
 東北大学、山形大学、弘前大学、秋田大学、医薬品企業

例5 低炭素・超ハイブリッド材料等の開発に係る基盤技術研究
 東北大学、山形大学、福島大学、ユアテック、東北東ソー化学、東北化学薬品

(注: 早稲田の責任で整理した内容)

次世代磁気デバイス創成とナノ計測 (秋田大学・秋田産業技術センター)

—放射光マイクロビームを利用したナノ領域の磁気特性、結晶構造評価—

次世代2D・3D磁気デバイスの創成の研究

研究中の次世代デバイス(秋田大学)
 ・ビットパターニングデバイス (BPM)
 ・磁気ランダムアクセスメモリー (MRAM)
 ・交換結合型BPM
 ・光変調素子
 ・3D多層記憶メモリー
 ・次世代希少元素フリー永久磁石

μ-XMCD
 Fe/Pt 微小領域測定

μ-XRD
 Fe/Pt 微小領域構造解析

MFM
 Fe/Pt 単一ドット磁気評価

XAFS
 電子状態・構造

Nano-XMCD
 Co₉₀Pt₁₀ 単一ドット磁化測定

共同研究を実施する大学・企業群
 東北大学、岩手大学、弘前大学
 情報ストレージ・コンソーシアムSRC(東芝、昭和電工 他)
 産学共同基盤基盤研究プロジェクト(JST、日立金属、復健化学 他)
 日東光器、日本精機

有機エレクトロニクス分野(有機EL/太陽電池/メモリ/Liイオンバッテリー)における高輝度放射光の利用

有機ELの特徴

- 面発光体
- フレキシブルが可能

機能発現
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π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=LUMITEC、東北ハイテック、ハナツニック、NECアイシンDNP等

東北から世界へ発信する産学官イノベーション

次世代エネルギー ライサイエンス○○
次世代金属材料○○○
資源回収 磁気記録技術●●
有機エレクトロニクス○○△
バイオ○○○
次世代医療産業○○○○

東北大学マイクロシステム融合研究拠点IPより
http://www.sicm.hirosaki-u.ac.jp/visua.html

● 地域卓越研究者報酬的結集プログラム(JST) ● 先端融合領域イノベーション抽出拠点形成(JST)
● 地域イノベーション創出型支援事業(JST) ○ 地域イノベーション戦略推進地域(MEXT) ○ 産学官ネットワーク(MEXT)
● 産学共創基礎基盤研究プログラム(JST) ○ 都市エリア産学官連携促進事業(MEXT) ▲ 最先端研究開発支援プログラム(SJIS)
○ 産学官連携推進センター(産学官連携推進センター) ○ 産学官連携推進センター(産学官連携推進センター)

高輝度量子光源が加速する東北産学官イノベーション

STIR center

- 岩石材料: 保磁力発生メカニズムを支配する電子状態を、結晶境界スケールで解明するナノXCD分析
- 構造材料: 強度をもちたす原子結合力や、加工性をもちたす格子欠陥の挙動を電子結合論に解明するナノXRD分析
- 電池材料: 電池活性・耐久性を左右する、電極・電解質材料のナノ構造を明らかにするナノXRD分析
- 電子材料: 導電性、光物性、誘電率、超電導など導電子物性を支配する電子状態を明らかにするHAARP分析
- 熱媒材料: 有機合成において、活性触媒の遷移状態における電子状態を明らかにするナノXAFS分析
- 高分子材料: 材料特性の鍵を握る、 \AA ~ μm の階層構造を明らかにするX線・音波分析
- 環境分析: 環境中微量元素の生体・環境影響を左右する化学形態を解明するナノXAFS分析
- 有機エレクトロニクス: 電子輸送能力を左右する、分子配列構造を明らかにする小角散乱分析
- フレキシブル・ディスプレイ、電子ペーパーなど次世代エレクトロニクスの実現

レアメタルの使用を大幅に低減した次世代高保磁力磁石開発

高性能・高耐久性を兼ね備えた、電池電極材料の開発

軽元素から構成される、次世代高活性触媒デザインの実現

安全安心かつサステイナブルな次世代軽元素材料の開発

汚染物質の移動・環境影響の高精度予測と的確な除染対策

放射光利用バンク(仮称)の整備

例えば、東北地区にある7つの国立大学、公設研究所・センター等の研究者が、放射光利用に関する自らの得意分野を登録・連携して支援する十の支援を全国規模に拡大

放射光利用に関するナノアプリケーションのルーチン化等を建設当初から積極的に導入する

企業が抱える種々の課題について、最先端の解析ツールである放射光利用を容易にすることによって課題解決を図り、結果的に基礎科学に立脚する産業のイノベーションを促進させる → **韓国・台湾・中国等の追随を許さない「ものづくり産業」の確立+国内の雇用の拡大・安定にも貢献**

東日本省エネ・イノベーション支援型放射光施設構想

Light Source in East Japan -The STIR 3GeV-SR Center-

Promotion of Construction of the Synchrotron Radiation Facility in Tohoku Area

CRINT -Hiroaki University-
Center for Research and Innovation in North-Tohoku Area

<http://www.mech.hirosaki-u.ac.jp/~furuya/SRSite/>

東北地区にある7つの国立大学の力を結集させて東北地区に広範なイノベーション推進研究を強力に支援する拠点形成をぜひ実現したい

↓

それによって、東北地方およびその周辺地域での震災復興および科学技術・産業の革新的振興を基礎科学の裏付けと融合によって達成し、我が国のものづくりの優位性維持と長期的かつ着実な発展に活用したい

ご協力とご支援をお願いします