

文部科学省における放射光戦略

文部科学省
科学技術・学術政策局
研究環境課長 稲田 剛毅

第13回FC-Cubicオープンシンポジウム

本日お話しすること

➤➤ 1 研究環境課所掌の先端研究施設・設備
の整備・共用について

➤➤ 2 NanoTerasuの最近の動向

➤➤ 3 SPring-8の高度化（SPring-8-II）について

➤➤ 4 中性子線施設と放射光施設の連携構想について

本日お話しすること

➤➤ 1 研究環境課所掌の先端研究施設・設備
の整備・共用について

➤➤ 2 NanoTerasuの最近の動向

➤➤ 3 SPring-8の高度化（SPring-8-II）について

➤➤ 4 中性子線施設と放射光施設の連携構想について

研究施設・設備の整備・共用

- ・研究開発活動において、「研究開発プロジェクト」とそれを支える「研究開発基盤」は**車の両輪**。
- ・大学、独立行政法人等において国費により整備された研究開発基盤は「**公共財**」であり、最大限の活用が必須。



※ 令和6年度よりNanoTerasu追加

これ以外にも大学共同利用機関及び共同利用・共同研究拠点(大学附置研究所)やビッグプロジェクトによる研究インフラ群がある(すばる望遠鏡、スーパーカミオカンデ、ITER、国際宇宙ステーションなど)

世界最高水準の大型研究施設の整備・利活用

令和6年度予算額（案） 510億円
（前年度予算額 482億円）
令和5年度補正予算額 42億円



文部科学省

我が国が世界に誇る最先端の大型研究施設等の整備・共用を進めることにより、産学官の研究開発ポテンシャルを最大限に発揮するための基盤を強化し、世界を先導する学術研究・産業利用成果の創出等を通じて、研究力強化や生産性向上に貢献するとともに、国際競争力の強化につなげる。また、分野・組織に応じた研究基盤の共用を推進し、研究者が研究に打ち込める環境の実現を図る。

① 3GeV高輝度放射光施設「NanoTerasu」

3,808百万円（新規）

令和5年度補正予算額 273百万円

令和5年5月に「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律の一部を改正する法律」が成立し、NanoTerasuが共用法に基づく特定放射光施設となった。これを踏まえ、共用法に基づき令和6年度からの運用や利用促進に必要な経費を措置するとともに、利用環境のDXを行う。



③ 大強度陽子加速器施設「J-PARC」

10,923百万円（10,923百万円）

令和5年度補正予算額 519百万円

世界最高レベルの大強度陽子ビームから生成される中性子、ミュオン等の多彩な2次粒子ビームを利用し、素粒子・原子核物理、物質・生命科学、産業利用など広範な分野において先導的な研究成果を創出。



④ スーパーコンピュータ「富岳」・HPCIの運営

18,938百万円（18,114百万円）

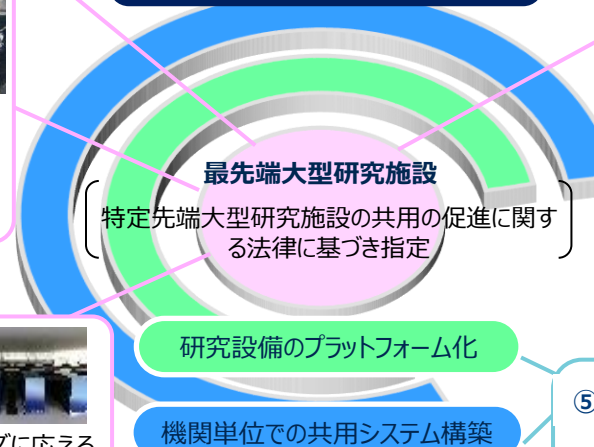
令和5年度補正予算額 701百万円

○スーパーコンピュータ「富岳」を中核とし、多様な利用者のニーズに応える革新的な計算環境(HPCI:革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ)を構築し、その利用を推進することで、我が国の科学技術の発展、産業競争力の強化、安全・安心な社会の構築に貢献。

○次世代計算基盤の開発に当たり、システム構成案及び要素技術の深掘り等の調査研究を実施する。



研究施設・設備の整備・共用



②-1 大型放射光施設「SPRing-8」/ X線自由電子レーザー施設「SACLA」

15,799百万円（15,055百万円）

令和5年度補正予算額 2,741百万円

【SPRing-8】

生命科学や地球・惑星科学等の基礎研究から新規材料開発や創薬等の産業利用に至るまで幅広い分野の研究者に世界最高性能の放射光利用環境を提供し、学術的にも社会的にもインパクトの高い成果の創出を促進。



【SACLA】

国家基幹技術として整備されてきたX線自由電子レーザーの性能（超高輝度、極短パルス幅、高コヒーレンス）を最大限に活かし、原子レベルの超微細構造解析や化学反応の超高速動態・変化の瞬時計測・分析等の最先端研究を実施。



②-2 SPRing-8の高度化(SPRing-8-II)に関する取組

316百万円（新規）

SPRing-8-IIへのアップグレードに向け、プロトタイプ製作による技術実証とともに、未来の研究人材となる一般層などをターゲットに広報活動を実施。

⑤ 先端研究基盤共用促進事業

1,176百万円（1,179百万円）

○国内有数の研究基盤(産学官に共用可能な大型研究施設・設備)：プラットフォーム化により、ワンストップで全国に共用。

○各機関の研究設備・機器群：「統括部局」の機能を強化し、組織的な共用体制の構築(コアファシリリティ化)を推進。



②-1、③、④の令和6年度予算額（案） 457億円
（前年度予算額 441億円）

②-1、③、④の令和5年度補正予算額 40億円

（担当：科学技術・学術政策局研究環境課
研究振興局参事官（情報担当）付計算科学技術推進室）

本日お話しすること



研究環境課所掌の先端研究施設・設備
の整備・共用について



NanoTerasuの最近の動向



SPring-8の高度化（SPring-8-II）について



中性子線施設と放射光施設の連携構想について

3 GeV高輝度放射光施設 NanoTerasu（ナノテラス）について

・我が国の研究力強化と生産性向上に貢献する **3 GeV高輝度放射光施設 NanoTerasu（ナノテラス）** を官民地域パートナーシップによる役割分担に基づき、整備を着実に推進中。

【国側の整備運用主体】

国立研究開発法人 **量子科学技術研究開発機構（QST）**

【パートナー】

一般財団法人 **光科学イノベーションセンター（PhoSIC）**、
宮城県、仙台市、国立大学法人東北大学、
一般社団法人**東北経済連合会**

○施設概要

- ・電子エネルギー：3 GeV
- ・蓄積リング長：340 m程度



出典：一般財団法人光科学イノベーションセンター提供（2022年11月時点）

○整備用地：東北大学 青葉山新キャンパス内（下図参照）



出典：東北大学

○整備費用の概算総額：

約380億円(整備用地の確保・造成の経費を含む)
うち、国の分担：約200億円、パートナーの分担：約180億円

○官民地域の役割分担

項目	役割分担
加速器	国
ビームライン	国(3本)及びパートナー(7本)が分担
基本建屋	パートナー
整備用地	

➡ **2024年度運用開始予定**

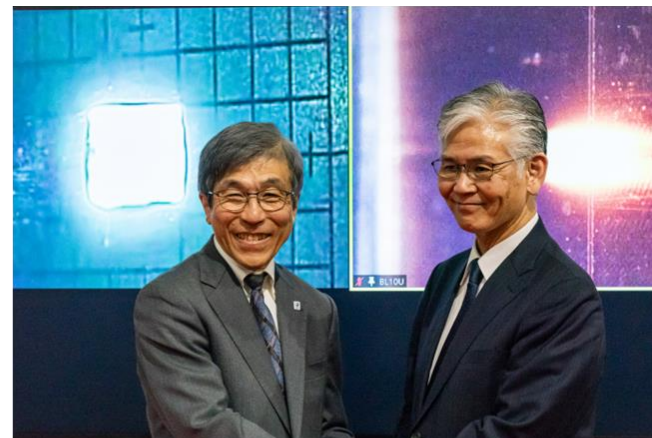
整備進捗状況

資料3
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
量子科学技術委員会
量子ビーム利用推進小委員会(第51回)
令和6年1月24日

2023年12月7日

ファーストビーム 達成！

2024年4月運用開始に向けて順調に整備が進捗



4月27日 予定より1か月早く直線加速器で
3GeV電子加速に成功

PhoSIC
Photon Science Innovation Center

QST

BL10U

BL13U



6月16日 予定より1.5か月早く円型加速器で
3GeV電子蓄積に成功

NanoTerasu ビームラインの現状

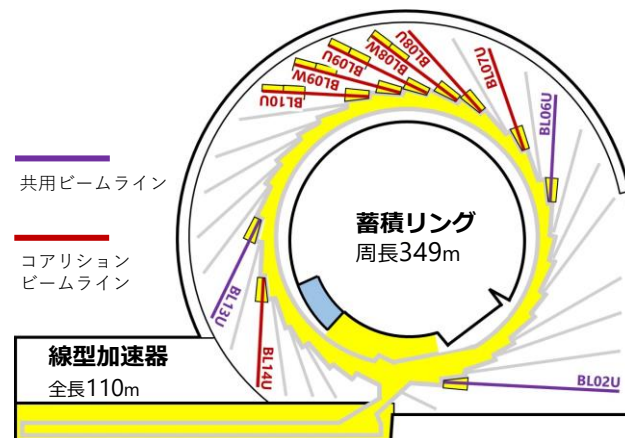
令和6年1月24日開催「量子ビーム
利用推進小委員会(第51回)」資料3
を基に文科省にて編集

第1期 共用ビームライン 3本

(QSTが整備)

- ・世界トップクラスの性能
- ・科学の最先端領域を開拓
- ・高度な計測技術を探求

BL	目的	光源	エネルギー (eV)	主たる実験装置
BL02U	軟X線超高分解能共鳴 非弾性散乱 (RIXS)	APPLE-II アンジュレータ	250-2000	2D-RIXS分光器
BL06U	軟X線ナノ光電子分光 (ARPES)	APPLE-II アンジュレータ	50-1000	ナノ集光スピン分解ARPES マイクロ集光高分解能ARPES
BL13U	軟X線ナノ吸収分光 (XMCD)	分割APPLE-II アンジュレータ	180-2850	強磁場装置 XFMR STXM



第1期 コアリションビームライン 7本

(地域パートナーが整備)

- ・現実の社会課題解決、重要政策目標への対応
- ・広範な分野での利活用
- ・データ科学などとの異分野融合を課題解決型で

BL	目的	光源	エネルギー (eV)	主たる実験装置
BL07U	軟X線電子状態解析	APPLE-II アンジュレータ	50-1000	共鳴軟X線非弾性散乱 (RIXS) 軟X線吸収分光 (XAS) ナノX線光電子分光 (NanoESCA)
BL08U	軟X線オベラント分光	APPLE-II アンジュレータ	180-2000	雰囲気(軟X線)光電子分光 (AP-XPS) 高分解能(軟X線)光電子分光 (XPS) 汎用型nm~μm集光軟X線分光 (軟X線)吸収端近傍微細構造 (NEXAFS) インフォマティクス・ロボット制御
BL08W	構造解析	多極ウィグラー	2100-13000	X線吸収微細構造 (XAFS) 小角X線散乱 (SAXS) 広角X線散乱 (WAXD)
BL09U	X線オベラント分光	真空封止 アンジュレータ	2100-15000	硬X線光電子分光 (HAXPES)
BL09W	階層構造	多極ウィグラー	4400-30000	白色X線4DCT (サブミリ秒) 白色X線イメージング (マイクロ秒) 単色X線CT 単色X線イメージング 分散型XAFS 分散型SXR
BL10U	X線コヒーレント イメージング	真空封止 アンジュレータ	2100-15000	コヒーレント回折イメージング (CDI) X線吸収微細構造 (XAFS) 結像型透過X線顕微鏡 (TXM) 走査型蛍光X線顕微鏡 (SXFEM) X線光子相関分光 (XPCS)
BL14U	軟X線イメージング	ツインヘリカル アンジュレータ	200-1400	軟X線イメージング (SXM, STXM) 軟X線吸収分光 (XAS) 軟X線磁気円二色性分光 (XMCD)

整備が可能なビームライン数

BL		アンジュ レータ ポート数	ウィグ ラー ポート数	合計 ポート数
総数		14	14	28
第1期 整備	共用	3	0	3
	コアリ ション	5	2	7
残り		6	12	18

残り18本のビームラインの
早急な整備が必要

共用ビームライン（国側）の整備フェーズの考え方

		フェーズⅠ 2019-2023	フェーズⅡ 2024-2027	フェーズⅢ 2028-2030	フェーズⅣ 2031-
整備期 共用BL	- 国内における高輝度軟X線利用研究の空白状態の解消 - 軟X線分光の主要測定手法をカバー	建設・整備	高度化		
高ユーザー ニーズ共 用BL	- 全ての研究者への利用機会、需要に応える測定基盤の提供 - 半導体・デジタルなど国の戦略分野における先端シーズ開拓に早期着手		検討	建設・整備	
応用拡大 共用BL	- 拡大する応用範囲への対応 - フェーズⅡの実施状況を見つつ、フェーズで対応すべき応用範囲を見極める			フィージビリティスタディ	建設・整備
先端利用 共用BL	- 技術開発を要する先端的放射光利用 - マルチモーダル測定			既存BLにおける技術開発	建設・整備
R&D BL	- 新しい放射光利用の地平を拓く - フェーズⅡ～Ⅲにおいて、フェーズⅣに必要な研究開発に着手する			研究開発	共用化

フェーズⅢ以降は状況に応じ随時計画を見直し

フェーズⅡ（2024～2027）新規ビームラインラインアップ°（案）

令和6年1月24日開催「量子ビーム
利用推進小委員会（第51回）」資料3
を基に文科省にて編集

分類	光源	エネルギー	エンドステーション	特色・目的
XAFS	多極 ウィグラー	3- 25 keV	(quick) XAFS	全自動DX 自動試料交換
X線回折	多極 ウィグラー	10-20 keV	X線回折・散乱	全自動DX 自動試料交換
イメー ジング	多極 ウィグラー	5-30keV	X線CT（単色、準単 色） 位相差イメージング	階層イメージング 吸収端コントラスト利用
イメー ジング	APPLE-II アンジュレータ	250 -3000 eV	A: SXイメージング B: 共鳴軟X線散乱	軟X線コヒーレント回折イメージン グ、タイコグラフィ、 高分子材料・ポリマー小角散乱 ホログラフィー、共鳴磁気回折
X線分光	多極 ウィグラー	3- 13 keV	HAXPES	全自動DX

高ユーザーニーズを重視したラインアップ°（水素・燃料電池研究にも活用可）

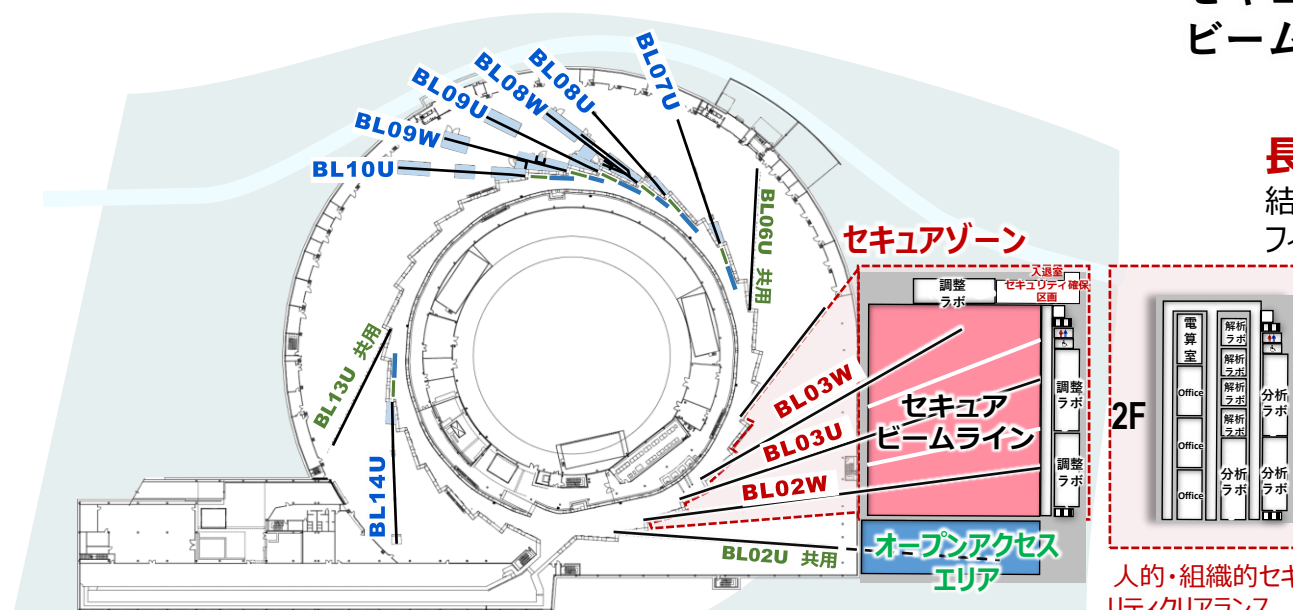
セキュアゾーン構想

- 重要な機微技術の研究開発は、よりセキュアな環境で、という企業の要望
- 犯罪捜査、安全保障など公的機関による機密性の高い計測、研究開発の必要性

- 東側の拡張エリアにセキュアゾーンを設定し、セキュアな実験が可能なビームラインを新設
- 拡張エリアには、光源からのライン長さを活かした光学系のビームラインも設置（アンジュレータービームライン）
- セキュアゾーンは、共用制度、コアリション制度双方にニーズがあり、ビームラインの整備、運用等について、課題が存在するため、引き続き検討を進める

セキュアゾーンに設置される ビームラインの例

長尺・ハイコヒーレンスを活かした
結像型CT、ハイレゾリューション・タイコグラ
フィ-XAFS、X線ラマンイメージング等



人的・組織的セキュ
リティクリアランス、情
報セキュリティ、デー
タセキュリティの確保

本日お話しすること



1

研究環境課所掌の先端研究施設・設備
の整備・共用について



2

NanoTerasuの最近の動向



3

SPring-8の高度化（SPring-8-II）について



4

中性子線施設と放射光施設の連携構想について

企業名・製品名

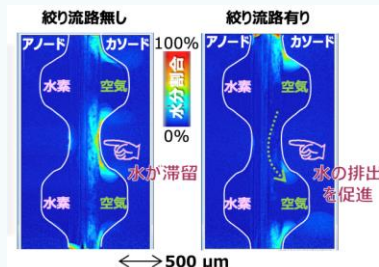
放射光分析の用途

トヨタ自動車
株式会社
燃料電池車
「MIRAI」



画像：トヨタ自動車提供

- 燃料電池では、発電に伴い発生した水がスムーズに移動し排水する必要があるため、水の移動や分布を可視化して把握することが必要。
- 放射光分析により水の挙動を高速かつ定量的に可視化する技術を構築。**供給した空気が滞留した水を押し出して水の排出を促進し、触媒への空気の供給が増えることで発電性能が向上することを明らかに。MIRAIの燃料電池セルに応用。



株式会社メニコン
コンタクトレンズ
「Premio」



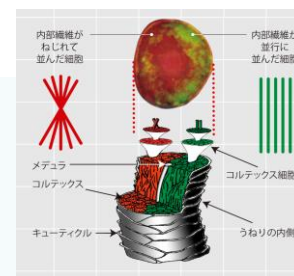
- 親水性や酸素透過性の面で課題のあった従来素材に代わり、透明度・酸素透過性に優れた親水性素材シリコンハイドロゲルが期待。他方で、当該素材は白濁発生が課題。
- 湿潤状態での観測が可能放射光分析によりシリコンハイドロゲルの白濁の原因を突き止め、**これら課題を克服した材料を用いたコンタクトレンズとして実用化。

花王株式会社
ヘアケア製品「セグレタ」シリーズ



画像：花王提供

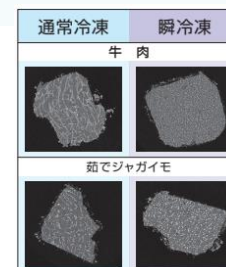
- 年齢とともに髪の毛のハリ・コシ・ボリュームがなくなる現象は毛髪が細くなることが原因と分かっていたが、「髪の毛のツヤ」が失われる原因は研究されてこなかった。
- 放射光分析により、髪の毛の構造（キューティクル、コルテックス、メデュラ）のうち、コルテックスの細胞分布の偏りがツヤが失われる原因と明らかにし、**コルテックスのうねりを改善する成分を含んだヘアケア製品を実用化。



三菱電機
株式会社
冷蔵庫「切れちゃう瞬冷凍」シリーズ



- 従来の計測方法では区別が困難だった食材中の氷分布について、**放射光分析により、過冷却現象（0℃以下の状態になっても凍結のきっかけとなる氷核が作られない状態）を応用した冷凍方法を用いた食材が組織構造への影響が少なく、冷凍しても食感やおいしさが維持されることを立証。**
- 上記冷却機能を搭載した冷蔵庫をシリーズ化。



出典：文部科学省において高輝度光科学研究センター（JASRI）の協力を得て作成。

※画像は、注記が無いものはJASRI HP「暮らしのなかのSPring-8産業利用成果」より掲載。

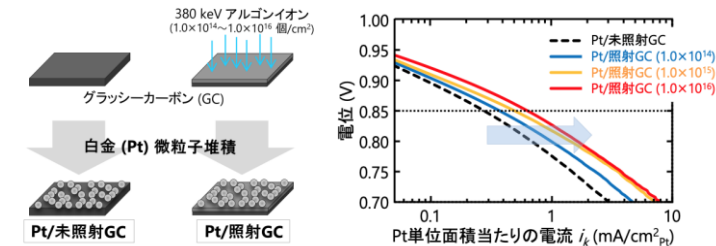
2022年3月31日プレスリリース

燃料電池触媒の酸素還元反応活性を2倍以上向上させることに成功

～触媒性能10倍に向け前進 燃料電池のコスト低減に期待～

QST
東京大学
JAEA

- イオンビーム照射した炭素材料に白金を保持させる新手法により、
燃料電池触媒の酸素還元反応活性を2倍以上向上に成功
- 今後、耐久性の向上や実触媒製造プロセスの実現を図ることで、
白金使用量の大幅削減による燃料電池のコスト低減が期待



出典：SPring-8 プレスリリース

2023年10月11日 プレスリリース

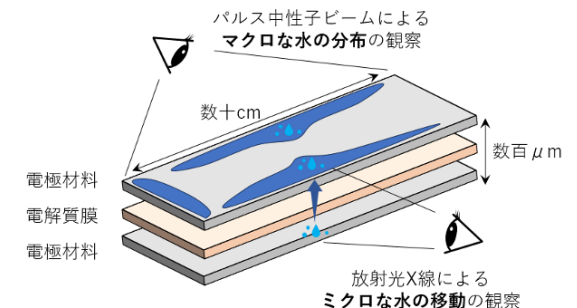
自動車向け燃料電池内部の水の挙動を解明

～中性子と放射光による観察に世界で初めて成功～

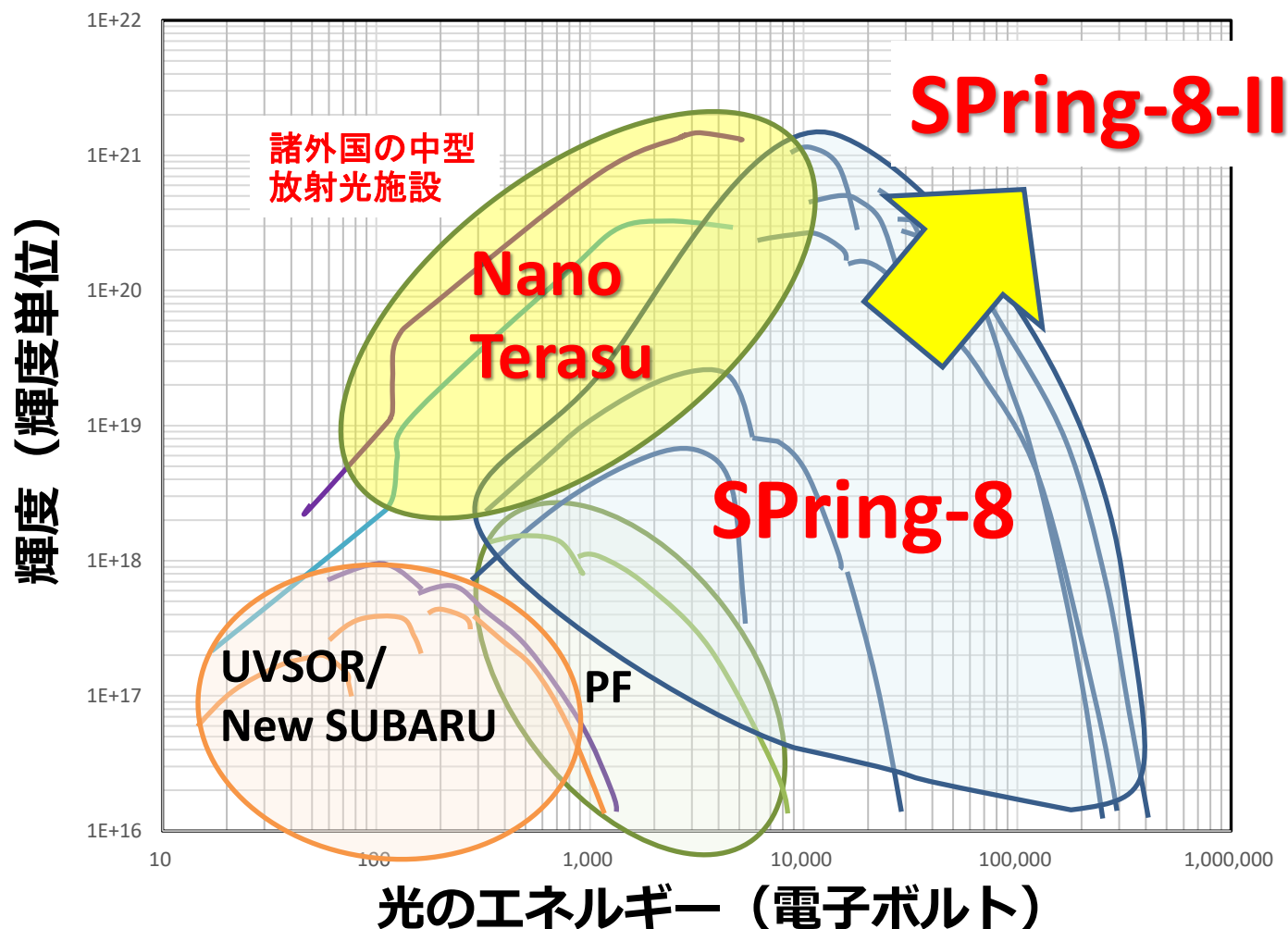
豊田中央研究所
JAEA
J-PARCセンター
CROSS

- 大面積パルス中性子ビームと高分解能放射光X線を組み合わせるという世界初の観察手法により、車載用大型燃料電池内部の水の分布と移動を解析
- マクロな水の分布を決める要因の一つは、燃料電池内部の積層方向数百 μm に沿ったミクロな水の移動であることを実験で明らかに
- 燃料電池の制御方法の最適化、材料・流路のコンセプトの立案とその検証など、燃料電池の研究開発における様々な展開に期待

本研究における解析手法のイメージ



出典：SPring-8 プレスリリース



SPring-8の強み : 光のエネルギーの高い領域 (硬X線領域) で高輝度
NanoTerasuの強み : 光のエネルギーの低い領域 (軟X線領域) で高輝度

SPring-8の高度化（SPring-8-II）の必要性について

SPring-8の高度化に関するタスクフォース報告書より

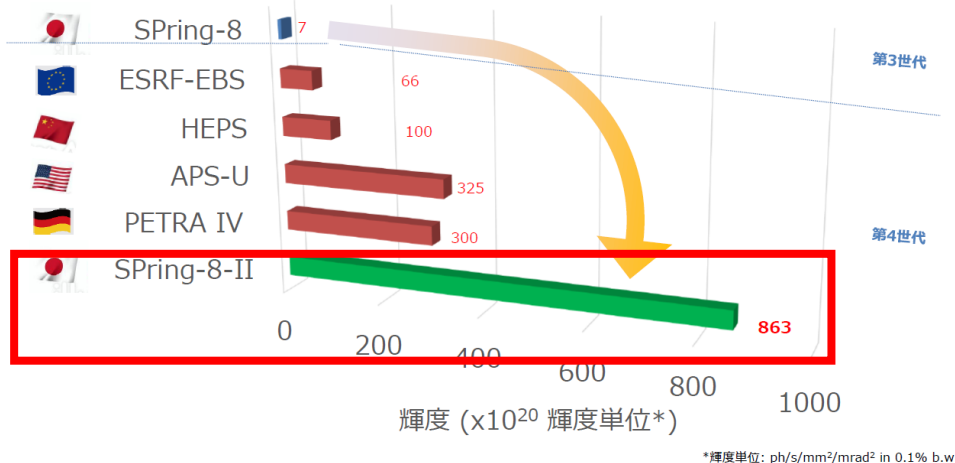


- ✓ 放射光施設は、加速器で生み出される光で物質を照らし、未知の現象を明らかにする大型計測ツール。
- ✓ 1990年代から約30年間、世界の放射光科学を牽引してきた放射光施設SPring-8は、自動車、蓄電池などのハイテク分野から、食品、化粧品などの身近な分野における画期的な製品開発への貢献や、アカデミアの革新的な研究開発に至るまで、私たちの豊かで安全安心な暮らしの実現に大きな役割を果たしてきた。
- ✓ 一方で、老朽化や輝度の低さなど現状では遅れをとっている。次世代半導体やGX社会の実現など産業・社会の大きな転機を見据え、2030年に向けて、現行の100倍となる輝度をもつ世界最高峰の放射光施設を目指し、経済安全保障の最重要基盤施設の一つとしてのアップグレードが必須である。

2-2. 想定性能

何ができるか

最高輝度の比較



出典：第1回SPring-8の高度化に関するタスクフォース（令和5年6月7日）
理化学研究所石川センター長 ご講演資料より



2023/7/4第4回SPring-8の高度化に関するタスクフォース（五神 真）

今こそSPring-8を高度化すべきタイミング

諸外国ではアップグレード（高度化）や新規建設が急速に進み、高精細なデータが短時間で取得可能となってきた。いずれの海外施設とも、広範な科学技術分野の基盤として、放射光施設の次世代化を意義付けている。

Year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
半導体の動向と技術革新					●EUVリソ実用化				●Rapidus設立			●2nm半導体テストベッド				●2nm半導体量産		
									●生成AI急速発展								●次世代スパコン	
SPring-8																		
APS-U																		
ESRF-EBS																		
HEPS																		

AI技術の劇的な発展などで半導体需要がさらに増加する中、技術的に世界の先端をキャッチアップ・テークオーバーし、SPring-8-IIが日本の次世代半導体開発のキラー技術の一つとなる最適時期

10

出典：第4回SPring-8の高度化に関するタスクフォース（令和5年7月4日）
理化学研究所五神理事長 ご講演資料より

大型放射光施設SPring-8-Ⅱの整備及び 我が国放射光施設の今後の在り方に関する報告書(案) 概要

ポイント

第4世代の大型放射光施設SPring-8-Ⅱの整備を進めるため、量子ビーム利用推進小委員会において議論・検討を行った結果、現行の約100倍となる最高輝度を持つ世界最高峰の放射光施設を目指し、**早急にSPring-8-Ⅱの整備に着手する必要がある**、と判断。

議論・検討の結果

1. SPring-8-Ⅱの整備・利用環境の高度化を今行うことの必要性

- 世界で進む硬X線領域の放射光施設の第4世代化により、**第3世代のSPring-8が陳腐化すると、経済安全保障上の観点から大きな課題が生じる**。また、**老朽化による保守コストは年々増加し、更新費用も必要**となる。このため、**SPring-8を早急に第4世代の放射光施設へアップグレードする**。
- SPring-8-Ⅱの価値を最大化し、変化するユーザーニーズに応え続けられるよう、**利用料金の設定を含む利用制度等について不断のアップデートを行う**。
- **SPring-8-Ⅱは、2030年に本格化する次世代半導体の量産やGX社会の実現などの未来の産業を先導し**、我が国の国力の持続的発展や人々の暮らしを支える重要な基盤施設となる。
- **SPring-8は、我が国放射光施設におけるフラッグシップの位置付けであるため、SPring-8-Ⅱはナショナルプロジェクトとして早期に実現すべき**。

2. SPring-8-Ⅱの技術目標や開発期間

- **現行のSPring-8の約100倍の最高輝度を誇る世界トップ性能を目指し**、第4世代の加速器テクノロジーや省エネルギー技術を導入する。
- 諸外国の先行事例やNanoTerasuの整備で得られた知見を活かし、**1年間の停止期間を含む4年間でSPring-8-Ⅱの整備を行う**。

3. SPring-8-Ⅱに向けたユーザー利用環境等の高度化

- 従来のボトムアップ型の産業利用とアカデミア利用に、**トップダウン型の戦略利用を加えた3本柱で利用を促進し、ユーザーニーズに応じて利用制度をアップデートする**。
- データ取得効率の向上やデータ量の増加に対応すべく、**データセンター利用制度のアップデート等を進める**。
- 中小企業を含む産業界の利用拡大に向けて、**公設試や近隣自治体との連携を強化し**、公設試ネットワークの形成や企業版ふるさと納税拡大に向けた取組を進める。
- **利用料金制度をアップデートし、運営費回収分に加え、施設が提供する価値相当分の受益者負担も可能となるよう**、その考え方を現代的なものとする。

4. その他事項

- 潜在ユーザーや国民に向けて**効果的に広報を行うべく、その対象を明確化し、それぞれに対して効果的な広報を進める**。
- **大学・企業・他機関と連携し**、人材育成・交流の最適な取組について検討する。また、各者が相互に連携して**人材育成・交流の取組を進める**。
- **量子ビーム施設間のシームレスな連携を可能とする仕組みや、放射光施設の今後の在り方を政策レベルで議論する場**の必要性等について、国内放射光施設から問題意識が寄せられたことを受け、**今後、小委員会において扱っていく**。



SPring-8の高度化（SPring-8-II）に関する取組

令和6年度予算額（案）

3億円
（新規）



現状・課題

- 1990年代から約30年間、SPring-8は、自動車、蓄電池などのハイテク分野から、食品、化粧品などの身近な分野における画期的な製品開発への貢献や、アカデミアの革新的な研究開発に至るまで、豊かで安全安心な暮らしの実現に大きな役割を果たしてきた。
- 一方で、**老朽化や輝度の低さなど現状では遅れをとっている。次世代半導体やGX社会の実現など産業・社会の大きな転機を見据え、2030年に向けて、現行の100倍となる輝度をもつ世界最高峰の放射光施設を目指し、経済安全保障の最重要基盤施設の一つとしてのアップグレードが必須。**



事業内容

【事業の目的・目標】

SPring-8-IIへのアップグレードの計画を着実にスムーズに行うため、プロトタイプ製作による技術実証を行うとともに、未来の研究人材となる一般層などをターゲットに広報する活動を実施する。

【事業概要・イメージ】

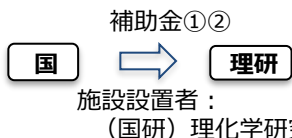
①SPring-8の高度化開発費 3億円（新規）

- SPring-8-IIのプロトタイプ製作・技術実証

②SPring-8-IIに向けた広報活動 0.2億円（新規）

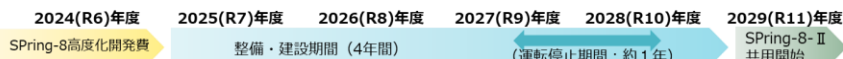
- 統合的広報経費等

【事業スキーム】



【プロジェクトの道行き】

- ・ 初年度のプロトタイプ製作を経て、2025年度から4年間の整備・建設期間を経て、2029年度に完成・共用開始を目指す。

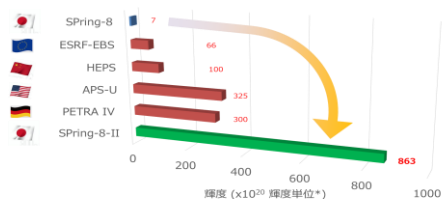


施策の目標・効果

【施策目標】

- ・ 現時点での**技術的限界を開発目標**として設定。
- ・ 最高輝度を**現行の約100倍を目指し**、2位に2倍以上の差をつけて世界1位とする。

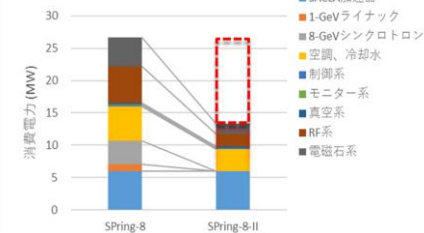
輝度・透過力の劇的向上



【施策効果】

- ・ 輝度向上により取得データが高速・高精度となることで、**生成AI時代の研究開発に対応**。
- ・ 高解像度化により**次世代半導体（ゲート長2nm）やGX社会実現、バイオものづくり等の研究開発にも対応可能**。
- ・ 加速器の最新化により**年間約10億円の電気代等削減効果**。

加速器の省エネ化



（担当：科学技術・学術政策局研究環境課）

本日お話しすること

➤➤ 1

研究環境課所掌の先端研究施設・設備
の整備・共用について

➤➤ 2

NanoTerasuの最近の動向

➤➤ 3

SPring-8の高度化（SPring-8-II）について

➤➤ 4

中性子線施設と放射光施設の連携構想について

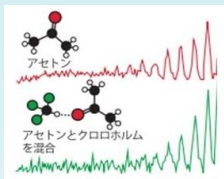
NanoTerasu、SPring-8/SACLA、J-PARCの特徴



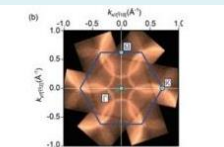
放射光軟X線

物質の化学状態を電子で見る

物質の表面状態を追う



分子の振動状態観察



トポロジカル絶縁体の電子状態

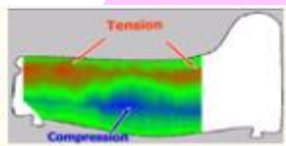
表面反応の解析

中性子

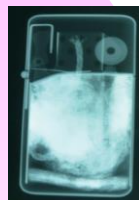
構造を原子核や磁気で見える

内部をイメージする

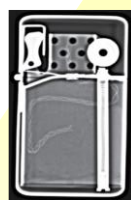
元素により透過率に差



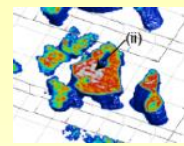
金属内部の歪み



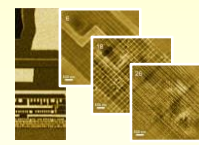
中性子
ライターオイルが影になる



X線
金属部品が影になる



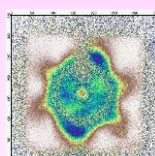
排ガス触媒ナノ粒子内の化学状態の分布



集積回路の立体配線



モーター内部の磁場分布



金属製の装置丸ごと透視して歪み、磁場分布等を、 $\mu\text{m} \sim \text{mm}$ で可視化

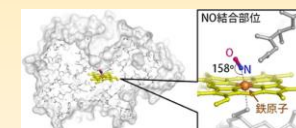
化学状態、電子状態を、 $\text{nm} \sim \mu\text{m}$ で可視化

SACLA

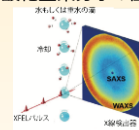
X線自由電子レーザー
動的変化を電子で見る

超高速の動きを追う

SACLAの極めて明るい光では、1,000兆分の1秒という一瞬の動きをコマ送りで見る事が可能



一酸化窒素ガスを取り込んだ瞬間の還元酵素の構造と一酸化窒素分子の位置関係

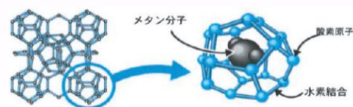


過冷却の水滴が凍る瞬間の分子の凝集状態の変化を観測

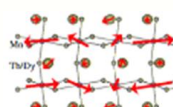
化学反応のダイナミクスを解析

分子構造や結晶構造を解析する

J-PARCの中性子は原子核の位置やスピン配列を調べるのが得意

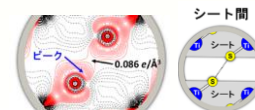


ハイドレート中のメタン分子（水素の位置も含む）

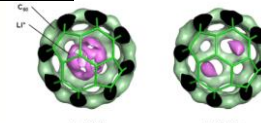


マルチフェロイック材料のスピン配列

SPring-8・SACLAのX線は電子密度分布を調べるのが得意



層状物質の電子密度分布

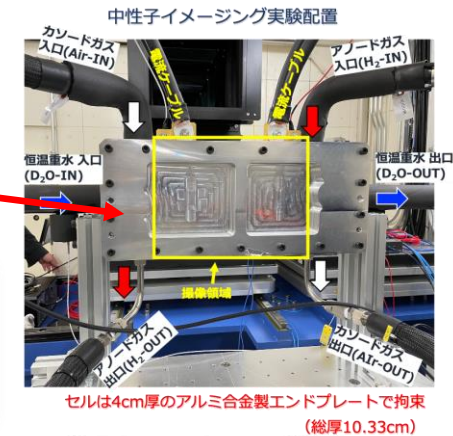
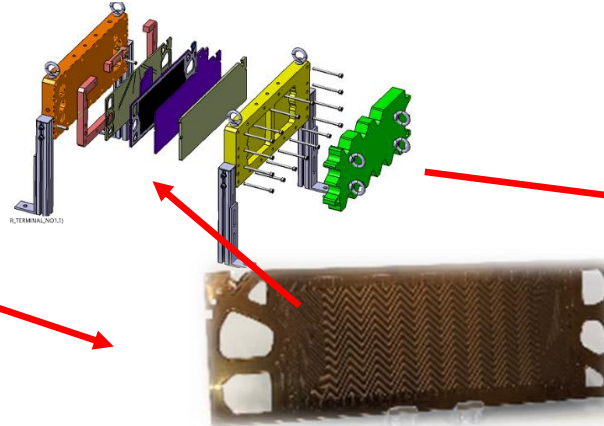


Li包C60の電子密度分布

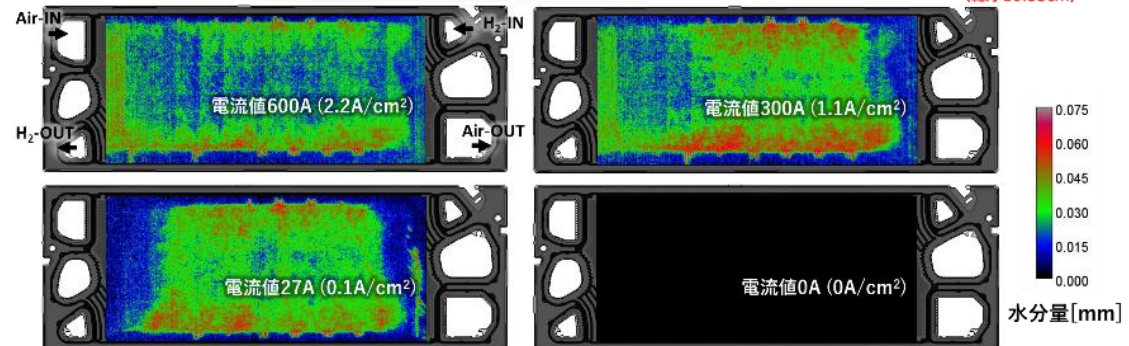
2022.7.12プレスリリース 世界初、パルス中性子ビームで車載用燃料電池セル内部の水の可視化に成功
 —燃料電池のさらなる高性能化で、温室効果ガス排出量削減に貢献—

NEDO、KEK、JAEA、J-PARCセンター、(株)日産アーク、技術研究組合FC-Cubic

- **燃料電池**(Fuel cell: FC)：水素と酸素からCO₂を発生させずに発電、水を排出。**未来のカーボンニュートラルなエネルギー**として期待
- 燃料電池を**実際稼働(発電)**させながら中性子を照射し、内部の**生成水の分布をリアルタイムで観察**
- 中性子ビームの高い透過力を活用した燃料電池観測技術の高度化を企業との共同研究により実施



最適な燃料電池セルや流
 路構造の開発を加速し、
 燃料電池のさらなる高性
 能化・低コスト化に期待



中性子イメージングによる作動中MIRAIセルの凝縮水可視化に成功

低エネルギー中性子の領域で10倍の強度が得られるBL13に産業利用新BLを提案中

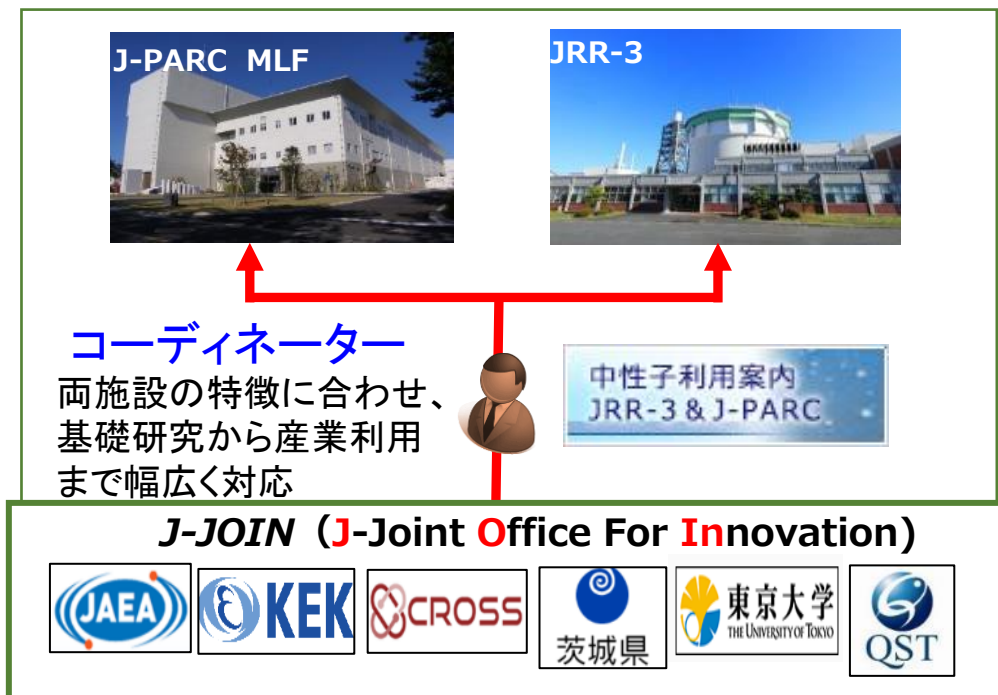
開催経緯

- 令和5年11月～12月にかけて、現地調査を含めた計5回の作業部会を実施し、議論
- 令和6年1月10日、報告書を取りまとめ（文部科学省HPにて公表しております）

今後対応すべき課題

昨今の経済社会の状況の影響等もあり、以下の事項については課題が認められ、今後の対応が必要である。

- 継続的かつ計画的な人員確保
- 高放射化物の減容化に資する技術の獲得や老朽化・高経年化対策など安全かつ安定な施設運営
- 施設の将来計画（青写真）の具体化と若手人材を惹きつけるための方策
- ユーザーの利便性の更なる向上とサイバーセキュリティのバランス
- 施設の持続性に貢献する利用体系の整備や自己収入の獲得
- J-JOINなど中性子・ミュオン利用のプラットフォームの放射光への拡大**
- 一般国民向けも含めた効果的な施設の広報や国際連携
- 競争領域/非競争領域のデータポリシー検討も含む産業利用の拡大と社会実装実現への貢献
- 物価高・燃油高騰への対応を踏まえた利用料収入の自己財源化



目標

1. 産学官の異業種・異分野の人材が集い、新しい連携を創出する
2. J-PARCやJRR-3の学術・産業利用に関する情報を集約し提供する
3. 中性子やミュオンをとりまく支援組織をつなぐ（コーディネーターリソースの糾合）

機能

1. 中性子・ミュオン利用ポータルサイトの運営
2. 中性子・ミュオンの利用相談窓口の一元化
3. 中性子産業利用報告会の企画・実施

- ・ 2021年5月 中性子・ミュオン利用ポータルサイトを運用開始
- ・ 2021年8月 JRR-3 の関係機関が参加し、J-JOINとしてスタート

中性子の潜在的ユーザー掘り起こしのためには
放射光分野への更なる拡大が重要

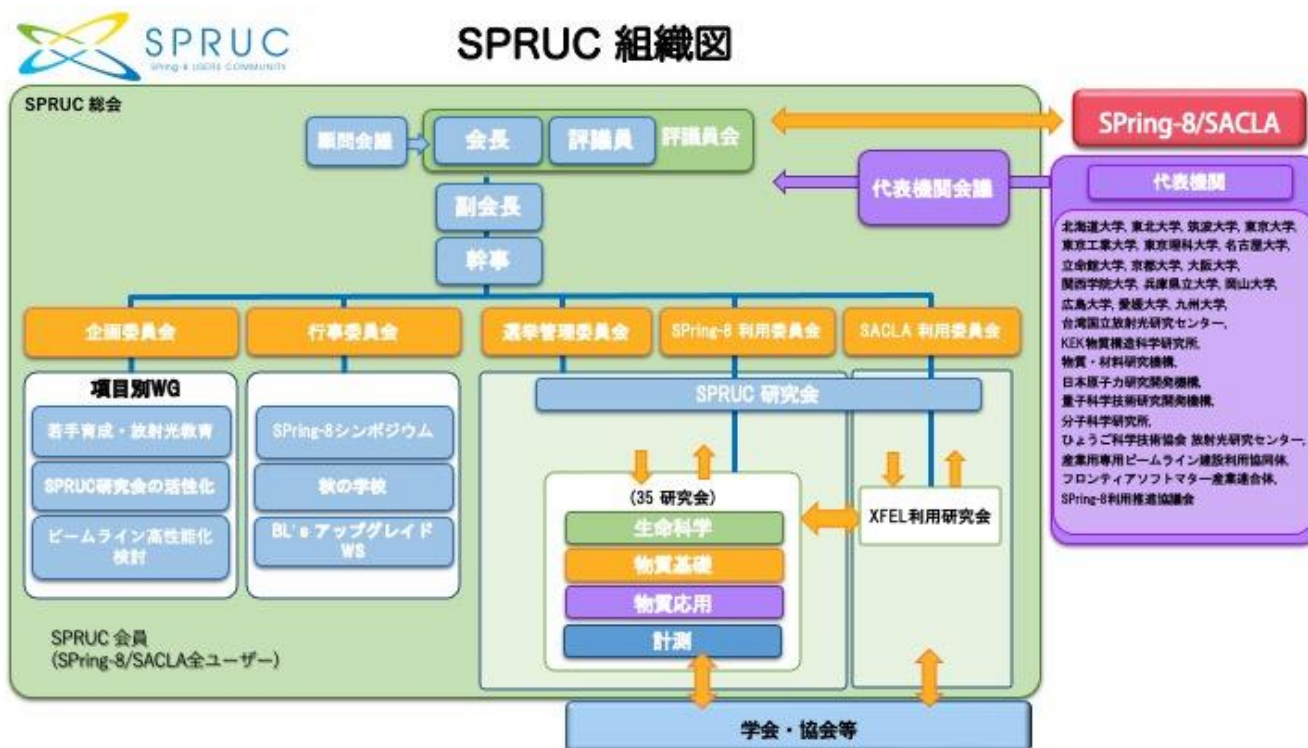
今後の検討課題

- ・ 放射光と連携した利用相談窓口（コーディネーターリソースの糾合など）
- ・ 放射光と共同のアウトリーチ活動、情報発信など

コーディネーターによる利用相談件数

年度	ポータル サイト経由	それ以外	合計
2022	10	74	84
2023（～11月）	6	81	87

SPring-8ユーザー協同体（SPRUC）は、大型放射光施設SPring-8のユーザー組織として、研究基盤としてのSPring-8を有効に利活用していくために、登録施設利用促進機関や施設所有者の理化学研究所等と緊密な連携のもと、SPring-8と学術・産業界の架け橋となり、その利活用の高度化と最適化、科学技術的進展に協力する。また会員相互の交流を通して、放射光科学・量子ビーム科学の発展と分野の展開を図ることを目的とする。



大強度陽子加速器施設（J-PARC）中間評価報告書（2024年1月10日）

（文部科学省 科学技術・学術審議会 大強度陽子加速器施設評価作業部会 J-PARC中間評価報告書から抜粋）

6. 中間評価の結果について（作業部会からの提言）

（3）GX社会等戦略分野も含めて、産業界における中性子等利用の更なる裾野拡大や他の計測手法との融合・連携を通じて社会実装例の創出につなげ、国民生活への還元を図ること。

中性子線やミュオンなどの量子ビーム施設は、2030年頃の社会・産業における戦略分野の研究開発に対して新たな価値を提供できる最重要基盤施設である。このため、各種量子ビームを利用できるJ-PARCの特性を十分に発揮し、産業界における中性子等利用の更なる裾野拡大を図るとともに、放射光等の他の計測手法との融合・連携を通じて社会実装例の創出につなげ、国民生活への還元を図るべきである。

このため、競争領域における利用も含めた施設利用の拡大を図る観点からデータポリシーの検討も含めた利用制度の充実を進めるとともに、**中性子・ミュオン利用のプラットフォームを放射光にまで広げ、量子ビーム利用のゲートウェイを構築し、施設の利用促進を図ることが重要**である。

また、施設利用の成果を効果的に広報し、国民や将来を担う児童生徒・学生に対する周知を図ること、納税者への説明責任を果たすことが、施設への理解や支援を呼ぶことにつながる。

皆様と意見交換したいこと

- 現在ご利用いただいている量子ビーム施設の性能や利用制度に関するご意見等
- 国内には、X線のスペック（輝度・エネルギー）や対象ユーザーに応じた様々な放射光施設がございます。現在の放射光施設の在り方についてのご意見等
- 国内の量子ビーム施設（例えば、放射光と中性子線）の連携利用についてのご意見等
- ナノテラスやSPring-8-II等、将来の量子ビーム施設の在り方についてのご意見等

御清聴ありがとうございました

