

# SPring-8の高度化（SPring-8-Ⅱ） 説明資料

令和6年9月  
文部科学省 科学技術・学術政策局 研究環境課

# SPring-8の高度化 (SPring-8-II)

令和7年度要求・要望額

132億円

(新規)



文部科学省

- ✓ SPring-8は1997年の共用開始から25年以上が経過。世界では次世代放射光施設の整備が進んでいることから、**SPring-8の加速器、ビームライン等を刷新。**
- ✓ 現行の100倍以上の輝度を持つ**世界最高峰の放射光施設**として、**約1年間の停止期間を含む4年間でSPring-8-IIの整備**を行う。**消費電力も現行の6割程度に削減。**
- ✓ これにより実用分解能が1ナノメートルになることで、2030年頃に実現する次世代半導体等に貢献し、**未来の産業を先導する最重要基盤施設となる。**

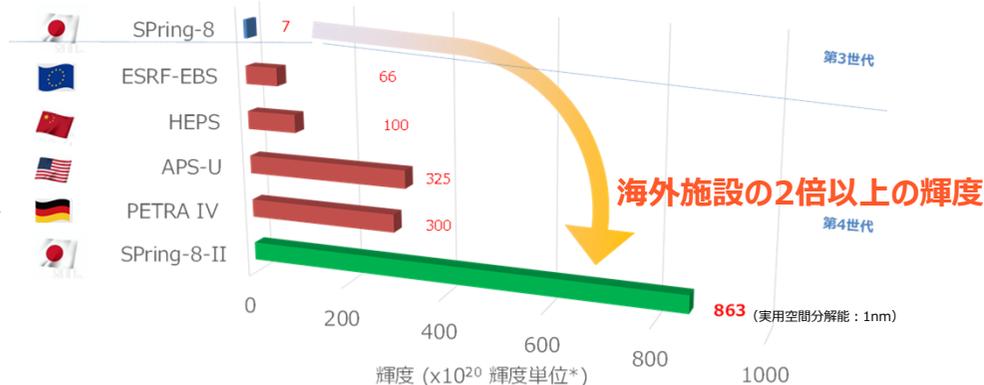


蓄積リング  
(円形加速器)



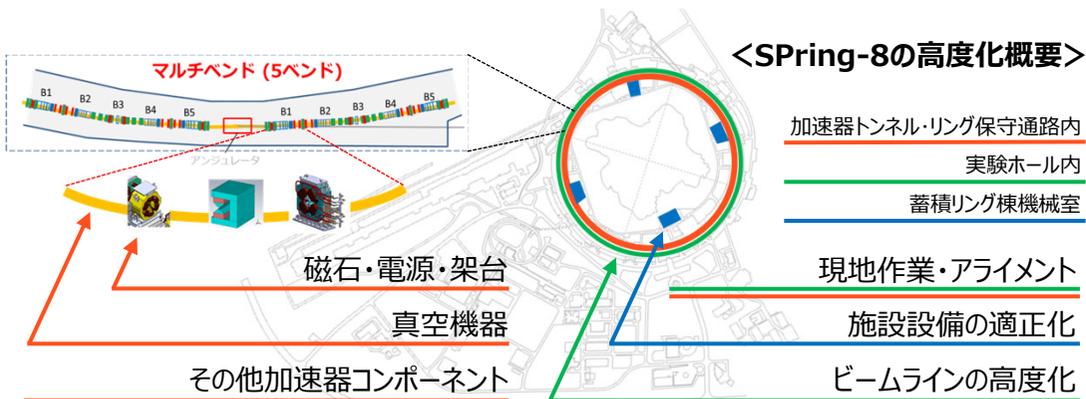
ビームライン

最高輝度の比較



\*輝度単位: ph/s/mm<sup>2</sup>/mrad<sup>2</sup> in 0.1% b.w.

## ● SPring-8-II 整備費 事業実施期間総額 約500億円



## ● 整備スケジュール (想定)



## ①成果目標

現行の100倍の輝度をもつ世界最高峰の放射光施設を目指し、SPring-8- II の整備を実施する。

## ②成果指標及び成果実績（アウトカム）

- ・成果指標①：ファーストビーム※の達成。

※整備後に初めて出る放射光のこと。ファーストビームの確認をもって、施設として機能することが確認できる。

成果実績：令和10年度中にファーストビーム達成。

- ・成果指標②：SPring-8- II の共用開始

成果実績：令和11年度中の施設の利用開始

- ・成果指標③：研究論文の発表件数が増加

成果実績：研究論文の発表件数

- ・成果指標④：SPring-8- II に関係した研究の社会還元

成果実績：SPring-8- II に関係した研究成果の社会実装還元の様況

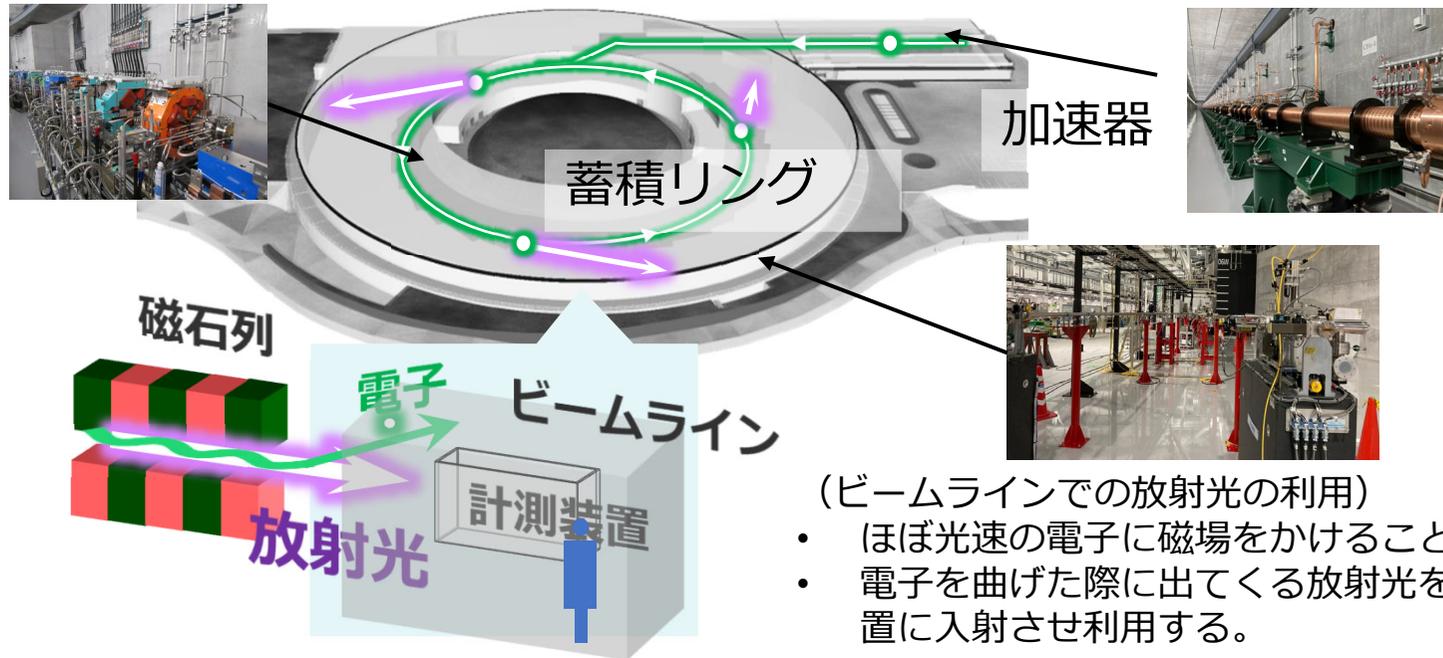
## ③活動指標及び活動実績（アウトプット）

- ・活動指標：SPring-8- II の整備進捗状況（R7年25%→R10年100%）]

既存の加速器やビームライン等を入れ替えることで、第4世代放射光施設SPring-8- II の整備を行う。

# 成果指標①関連：放射光施設の概要とファーストビーム

放射光施設とは、加速器により電子を光速近くまで加速し、磁石で曲げることで作り出す**放射光**（明るいX線）を利用し、物質の構造や性質を調べる施設のこと。基礎研究から産業分野まで広範な利用が可能。



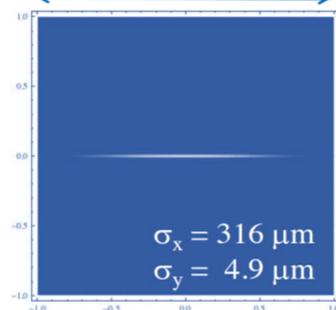
(ビームラインでの放射光の利用)

- ほぼ光速の電子に磁場をかけることで進行方向を曲げる。
- 電子を曲げた際に出てくる放射光をビームライン/計測装置に入射させ利用する。

## 電子ビーム断面の形状

SPring-8

2 mm



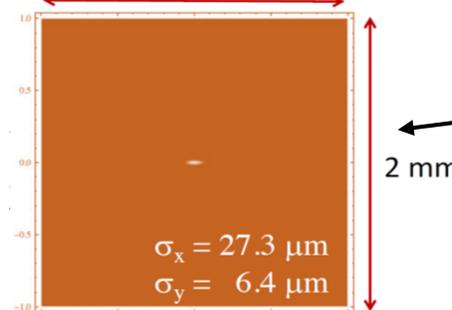
水平方向に広がっている (線光源)

アップグレード



SPring-8-II  
(シミュレーション)

2 mm



水平方向の広がりを抑制し、点光源へ

この点光源からの放射光を初めて実現するのが、成果指標①であるファーストビーム。ファーストビーム実現をもって、施設として機能することが確認できる。

# 成果指標②関連：特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律 (共用促進法) の概要

## 目的

先端的な大型の研究施設について、国内外の多くの研究者のために幅広く開放し、共用を促進することで、研究開発基盤の強化・多様な知識の融合等を図り、もって科学技術振興に寄与することを目的としている（平成6（1994）年制定）。

## 概要

### (1) 特定先端大型研究施設の定義【第2条第1項・第2項関係】

3つの要件（①重複設置することが多額の経費を要するため適当でない、②先端的科学技術分野において比類のない性能を有する、③広範な分野の多様な研究等に活用されることで価値が最大限に発揮される）を満たす「先端大型研究施設」のうち、国が共用すべき施設を「特定先端大型研究施設」として定義する。

### (2) 設置者による施設の共用等の業務の実施【第5条関係】

施設を設置する独立行政法人は、特定先端大型研究施設の設置者として、施設を研究者等の共用に供すること等の業務を行う。

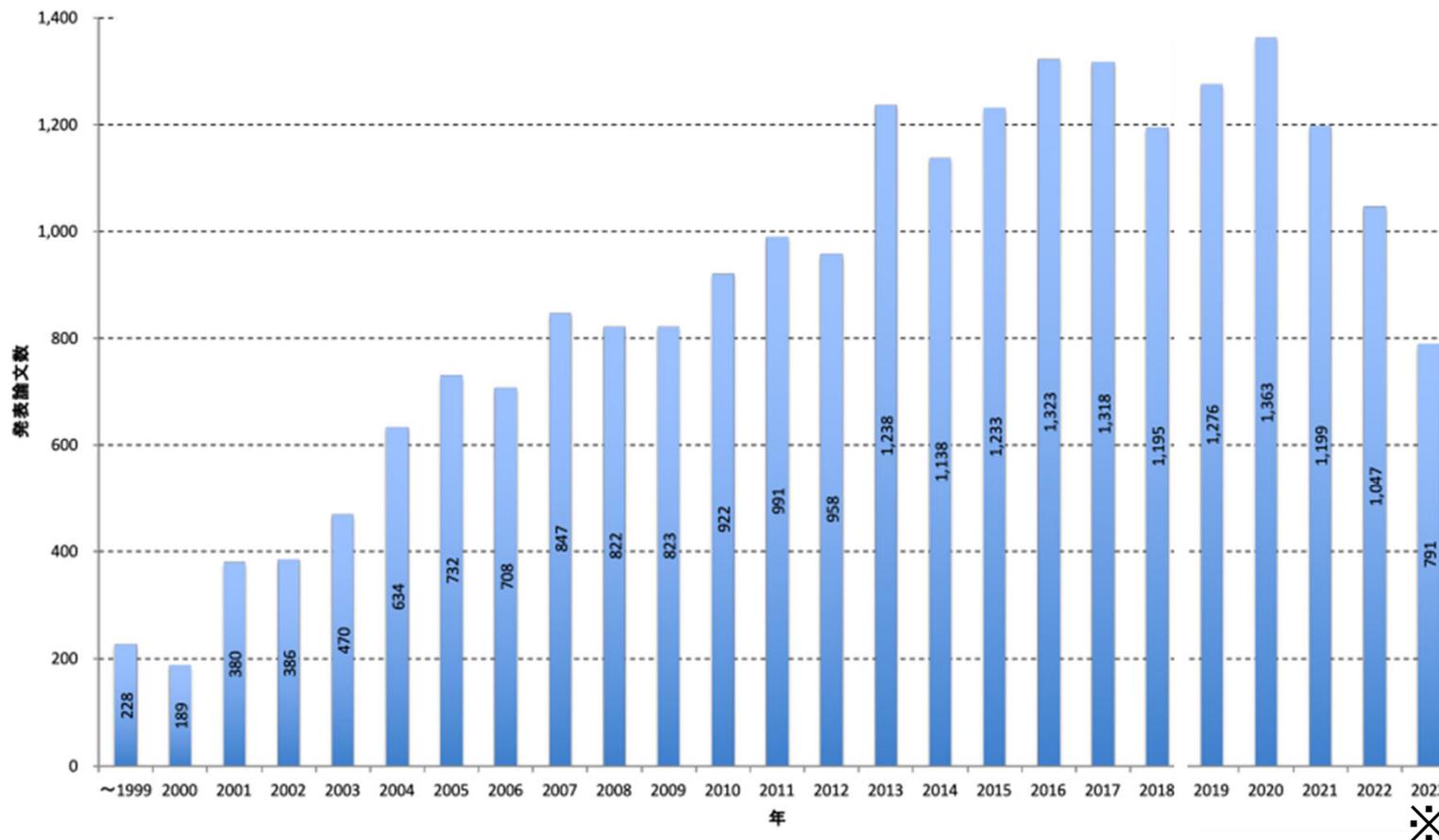
### (3) 登録施設利用促進機関による利用促進業務の実施等【第8条・第21条関係】

文部科学大臣は、施設の設置者が行うものとされた業務のうち、利用者の選定及び支援に係る業務を登録施設利用促進機関に行わせるとともに、当該業務に必要な費用を交付することができる。

## ◆共用促進法に基づく特定先端大型研究施設の共用の枠組み



## SPring-8発表論文数(2024年3月31日時点)



SPring-8の主要統計データ — SPring-8 Web Site ([spring8.or.jp](http://spring8.or.jp))

SPring-8の研究論文のうち約10%がTop10%論文  
(国全体では約5%)

※令和6年3月時点で申告済みのもののみカウントしており、今後、各年度（特に直近の令和5年度）の研究論文数は増える見込みである。

# 成果指標④ 関連1/3 : SPring-8施設利用による製品開発の例

## 企業名・製品名

## 放射光分析の用途

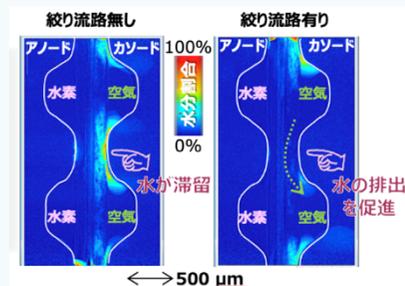
トヨタ自動車  
株式会社  
燃料電池車  
「MIRAI」



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」



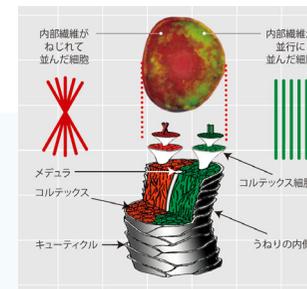
- 親水性や酸素透過性の面で課題のあった従来素材に代わり、透明度・酸素透過性に優れた親水性素材シリコンハイドロゲルが期待。他方で、当該素材は白濁発生が課題。
- 湿潤状態での観測が可能**な放射光分析によりシリコンハイドロゲルの白濁の原因を突き止め、これら課題を克服した材料を用いたコンタクトレンズとして実用化。

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

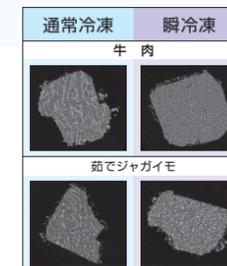
- 年齢とともに髪の毛のハリ・コシ・ボリュームがなくなる現象は毛髪が細くなるのが原因と分かっていたが、「髪の毛のツヤ」が失われる原因は研究されてこなかった。
- 放射光分析により、髪の毛の構造**（キューティクル、コルテックス、メデュラ）のうち、**コルテックスの細胞分布の偏りがツヤが失われる原因と明らかにし、コルテックスのうねりを改善する成分を含んだヘアケア製品を実用化。**



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。



## 研究対象・研究者

### iPS細胞心筋シート



画像：大阪大学

大阪大学医学系研究科教授 澤芳樹 ほか

- ・ 移植されたiPS細胞由来心筋細胞が心臓機能改善に寄与するメカニズムは証明されていなかった。
- ・ 心筋梗塞を発生させたラットの心臓について、**放射光分析により、移植されたiPS細胞由来の心筋細胞が、宿主心臓と電氣的に接合して同期運動していることを証明。**

### ペロブスカイト太陽電池

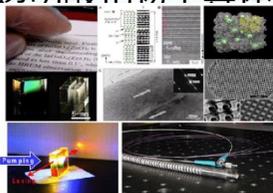


画像：JST

桐蔭横浜大学専任講師 柴山直之、特任教授 宮坂力 ほか

- ・ ペロブスカイト太陽電池は、従来のシリコン太陽電池よりも製造コストが低く、高い光変換効率を持ち、軽量かつ柔軟性にも富む次世代太陽電池として期待されている。
- ・ **ペロブスカイト太陽電池に用いられるハロゲン化ペロブスカイト結晶の多結晶薄膜の光と湿度の共存環境下における劣化機構の原理を放射光を用いて解明。**

### 透明酸化物半導体



画像：JST

東京工業大学フロンティア研究センター教授 細野秀雄ほか

- ・ セメントの材料である $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$  (C12A7) に電子を入れることで、**金属に匹敵する電気伝導度をもつ物質の構造を放射光分析により解明。**
- ・ 液晶パネルや有機ELなどへの応用やインジウム等の希少金属の代替が期待。

### 元素間融合

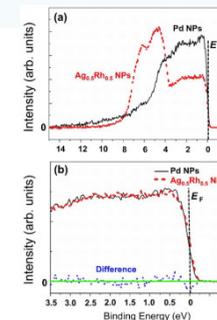
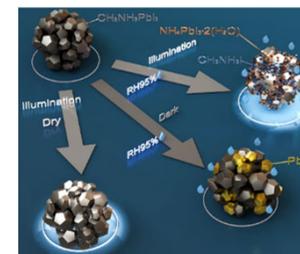
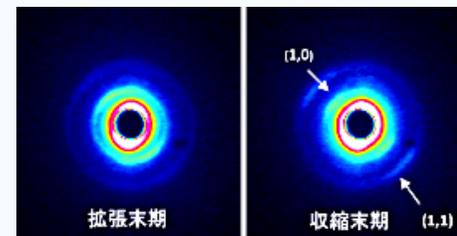


画像：JST

京都大学大学院理学研究科化学専攻教授 北川宏 ほか

- ・ 原子レベルでの合金の作製法は、その成分と構成元素の組み合わせを変えることによって、材料の化学的・物理的特性をコントロールできる重要な方法。
- ・ **放射光分析により、銀-ロジウム合金ナノ粒子は、銀とロジウムが分離した混合物ではなく原子レベルで混成しており、その電子構造はパラジウムの電子構造と極めて類似していることを突き止め、元素間融合の原理解明に向けて重要なエビデンスとなった。**

## 放射光分析の用途

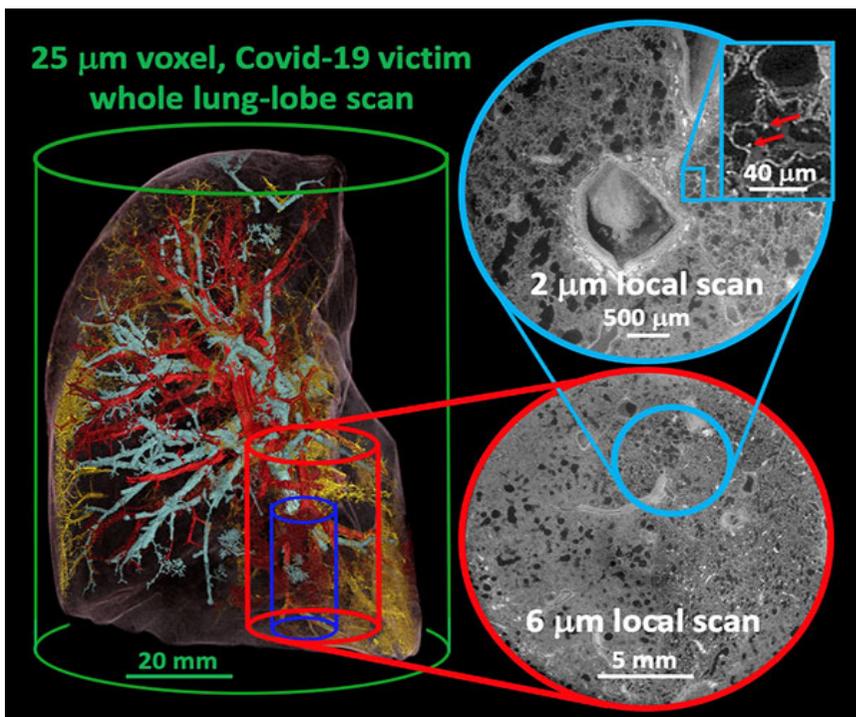


# 成果指標④関連3/3 : (参考)SPring-8- IIで何が見えるようになるのか

- ✓ 第3世代放射光施設であるSPring-8の第4世代化により、放射光の輝度が約100倍に向上し、高精細なデータが短時間で取得可能になる。
- ✓ これによって、臓器全体の精細なマッピングや、次世代半導体の検査・分析能力の獲得、燃焼炉中の燃焼反応分布など、ビッグデータ時代の研究開発に対応。

## 海外事例 (ESRF-EBS : 欧州)

- Human Organ ATLAS プロジェクトが進行中
- ヒトの全臓器に対して、高精細の立体地図をつくる
- 最近の例: **COVID-19罹患者の肺のマッピング**



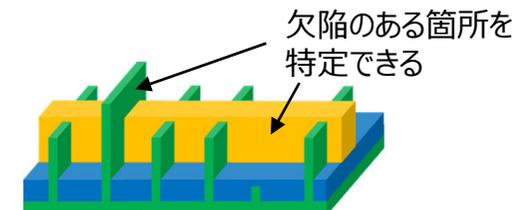
## 例1 : 次世代半導体の開発と量産

【現状】  
分析可能なロジック半導体はレガシー技術であるミドルレンジ(40nm)どまり。

大まかな全体像しか分からない



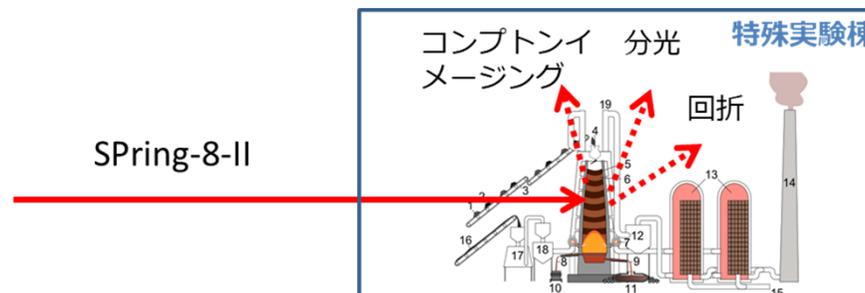
【これから】  
分解能 1 nmを実現し、国の半導体戦略で重要となる次世代半導体の開発に対応。



## 例2 : 炉内の燃焼・反応分布

【現状】  
高温下における燃焼分布・反応分布は、燃焼炉が固い鉄で覆われているため、シミュレーションに頼るしかない。

【これから】  
SPring-8- II では高輝度の硬X線により燃焼炉を貫通でき、内部の燃焼の状況をリアルタイムに把握可能。



ターゲット: 小型試験炉中で精製される鉄

# 量子ビーム利用推進小委員会における評価について 1/2

○評価主体： 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

※「国の研究開発評価に関する大綱的指針」に沿って作成された「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」に基づき評価

○日時：	令和5年 7月20日	第48回	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
	8月30日	第49回	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
	10月19日	第50回	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
	令和6年 1月24日	第51回	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
	3月4日	第52回	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
	3月21日		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
	8月1日	第55回	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
	8月5日		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	書面審議
	8月22日	第94回	科学技術・学術審議会	研究計画・評価分科会	了承	

とりまとめ

## ○評価の観点

	必要性	有効性	効率性
評価項目	国費を用いた研究開発としての意義	新しい知の創出への貢献、研究開発の質の向上への貢献	研究開発の手段やアプローチの妥当性
評価基準	国や社会のニーズに適合した事業となっているか。	本事業を通じて、革新性、発展性のある研究成果の創出が期待されるか。	目的達成に向けた研究開発の手法やアプローチが妥当であるか。

## ○総合評価

### (1) 評価概要

1997年に共用が開始された第3世代の大型放射光施設SPring-8は、25年以上にわたり硬X線領域で世界トップの分析能力を誇ってきたが、放射光施設に関する国際情勢等を鑑みれば、**SPring-8-IIの整備開始は待ったなしのタイミングであり、現行の100倍となる輝度を持つ世界最高峰の放射光施設を目指し、ナショナルプロジェクトとして早期に実現すべき**である。また、事後評価については事業終了後1年以内を目途に実施することが適当である。

### (2) 科学技術・イノベーション基本計画等の上位施策への貢献見込み

「経済財政運営と改革の基本方針2024」における、研究の質を高める仕組みの構築や、「新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画」における、次世代素材産業において研究開発段階から量産段階に至るまで長期にわたり継続的に成長できる仕組みの構築、「第6期科学技術・イノベーション基本計画」における、研究DXを支えるインフラ整備と高付加価値な研究の加速への貢献が期待される。

## 委員名簿

(◎：主査、○：主査代理、敬称略、五十音順)

※利害関係を有する可能性があると思われる矢橋委員は、本評価に加わっていない。

	石坂 香子	東京大学大学院工学系研究科 教授
	大竹 淑恵	国立研究開発法人理化学研究所光量子工学研究センター中性子ビーム技術開発チーム チームリーダー
	川北 至信	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・J-PARCセンター物質・生命科学ディビジョン 副ディビジョン長
	岸本 浩通	住友ゴム工業株式会社研究開発本部先進技術・イノベーション研究センター センター長
◎	小杉 信博	大阪大学核物理研究センター 特任教授
	阪部 周二	京都大学化学研究所 名誉教授
	高橋 正光	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構NanoTerasuセンター センター長
	高橋 瑞稀	第一三共株式会社研究開発本部研究統括部モダリティ第一研究所第七グループ グループ長
○	高原 淳	九州大学ネガティブエミッションテクノロジー研究センター 特任教授
	唯 美津木	東海国立大学機構名古屋大学物質科学国際研究センター 教授
	古川 はづき	お茶の水女子大学基幹研究院自然科学系 教授
	森 初果	東京大学物性研究所 教授
※	矢橋 牧名	国立研究開発法人理化学研究所放射光科学研究センター 物理・化学系ビームライン基盤グループ グループディレクター
	山重 寿夫	トヨタ自動車株式会社電動化・環境材料技術部材料基盤開発室 主幹

# 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（令和6年3月19日） 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、**約1年間の停止期間を含む4年間でSPring-8-Ⅱの整備**を行う。
- SPring-8-Ⅱの整備と並行しながら、**第5世代放射光施設も見据えた技術限界の突破のための取組を進めていく**。

#### 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**、その考え方を時代に即したものとする。

#### 4. その他事項

- 潜在ユーザーや国民に向けて広報を行うべく、**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**。
- **放射光人材の育成・交流のため**、大学・企業・他機関等に応じて最適な取組を検討するとともに、**各機関が相互に連携していく必要がある**。
- **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**。

