

SPring-8の高度化に関する タスクフォース 報告書

2023年8月

SPring-8の高度化に関するタスクフォース

SPring-8の高度化に関するタスクフォースの報告書のポイント

1. はじめに

○SPring-8は世界有数の放射光施設として1997年に**共用が開始され、以降25年以上が経過**。この間、**経済安全保障や脱炭素・循環型社会の重要性の増大、生成AIの登場**など、社会経済の在り方が大きく変容。

※注：SPring-8の建設工事は1991年11月着手

○こうした中、我が国において整備・運用される放射光施設のうち、**SPring-8は、設置者である理化学研究所の卓越した研究力を基に常に技術の限界に挑戦し、革新を続け、放射光科学技術を牽引していく使命を果たす**。そして、そこから生み出される技術をNanoTerasuを含むその他の放射光施設に反映していくとともに、**それぞれの施設の強みを生かしつつ連携して、我が国の放射光に関する技術と利用の裾野を広げていくようなサイクル**が重要。

2. 技術の高度化の必要性

○2030年頃は、次世代半導体の量産やGX社会の実現など、我が国・世界にとって大きな契機となる時期。SPring-8の高度化は、これらを実現していく上で不可欠となる最重要基盤施設の一つ。**2030年から先の社会・産業を見据え、いま、SPring-8の高度化（SPring-8-II）は待ったなしのタイミング**。

○他方で、SPring-8と同様の硬X線の大型放射光施設について、**欧米ではアップグレードが、中国では新規建設が進んでいる**。国内に施設を有していれば、海外研究者の来日を通じて国際頭脳循環が促進される一方、SPring-8が**このまま陳腐化すると我が国の研究者は海外施設に頼らざるを得ず、施設利用に際し他国に研究内容を開示する結果になるなど、経済安全保障の観点からも大きな課題が生じる**。

○**施設の運転に係る電気代は年々増加**。SPring-8は旧世代の施設であるため、特に加速器部分の電力効率が悪く、消費電力も大きい。また、**老朽化による保守コストは年々増加**。更に、**技術伝承・人材育成の観点からもSPring-8の高度化は先送りすることは大きな損失**。

○新たな産業など新領域への挑戦には、DX・データ駆動開発や実現象の非破壊観測（オペランド測定）が必要であり、そのためにも高解像度かつ大量のデータを取得できるようになることが必要。このため、SPring-8の高度化により、**放射光の輝度を約100倍に向上させ、高精細なデータが短時間で取得可能**にすることが必須。**最高輝度が現行の約100倍となれば、2位に2倍以上の差をつけて世界1位となる**。

○高度化に着手する時点での技術的限界を開発目標として設定。運用開始後も技術開発を継続し、技術限界を突破することにより、常に最先端の施設として進化し、**世界の放射光施設をリードしていくという意欲的な戦略を取るべき**。

○**世界最高峰のSPring-8の高度化という高い目標を掲げ、令和6年度から取組を進めるべき**。

SPring-8の高度化に関するタスクフォースの報告書のポイント

3. 仕組みの高度化の必要性

- SPring-8が卓越性を発揮していくためには、産学における先端ニーズの集約や先端的な利用環境を整備することが肝要。このため、現行のSPring-8の段階から、**テック系ベンチャー支援機能との連携や、中小企業を含む産業界の利用拡大、立地地域の自治体による支援策の充実**などにより、施設利用を通じた新たな成長モデルを作っていくことが必要。
- 例えば、コンシェルジュ機能やサンプル調整機能、協調領域におけるデータ共有機能など、**ユーザーにとって使いやすい利用環境の充実**が必要。
- 人材育成のための相互交流が必要であり、**企業の人材をSPring-8側で受け入れ、SPring-8の人材を企業で受け入れるなどの取組**が必要。
- 施設やその成果の国内外への**広報・アウトリーチ**については、**国民生活に関連付けた取組が重要**。このため、①誰に向けて発信するのかターゲットを明確に定めること、②効果的かつ高頻度に地道な広報活動を継続すること、③施設の強みを見出し既成概念にとらわれず新たなメディアを活用することが重要。
- SPring-8の高度化が実現した際の利用の在り方として、**企業が抱える課題解決（ボトムアップ）だけでなく、新たな投資先となる産業を見出し勝ち筋を作っていく（トップダウン）の双方が必要**。共用開始までには、施設が戦略的な研究基盤として、学术界はもとより産業界の未来のニーズを開拓するような、SPring-8の高度化ならではの新たなコンセプトを打ち出していくべき。

4. 終わりに

- SPring-8は、私たちに身近な製品の实用化や安全安心な国民生活に貢献している他、アカデミアの革新的な研究開発を支えている。SPring-8の高度化により、今まで以上に出来ることや、未知なる領域への挑戦の機会が増え、より豊かな社会が実現できる。
- この報告書は、世界最高峰のSPring-8の高度化を実現するとともに、その戦略的な活用により、我が国が地球規模の課題解決に貢献しながら成長していくための第一歩。関係者とともに取組を進めていきたい。

目次

報告書のポイント

1. はじめに
2. 技術の高度化の必要性
3. 仕組みの高度化の必要性
4. 終わりに

1. はじめに（経済社会の変容）

- ✓ SPring-8は世界有数の放射光施設として1997年に共用が開始され、以降25年以上が経過。この間、経済安全保障や脱炭素・循環型社会の重要性の増大、生成AIの登場など、社会経済の在り方が大きく変容。

※SPring-8の建設工事は1991年11月着手。



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）

なぜ今、研究加速か？

環境の激変

グリーン: 2050脱炭素化、循環経済への転換が国際的に浸透し、技術の大転換時代に突入

経済安全保障: エネルギー、半導体などのサプライチェーンリスクの顕在化

新型コロナ: データ駆動創業、感染モニター管理、リモートワークなど、DX実装が加速

AIの革新: 生成AIによる、知の経済価値の再定義が急務

未来技術の早期到来: EUVリソによる先端半導体、計算科学の躍進と大規模基盤モデル、量子古典ハイブリッド、ミリ波からテラヘルツに到る大容量無線技術

最先端科学知見の社会導入が不可欠

社会は先端科学による研究加速を求めている

脱炭素、完全循環型社会、包摂社会の実現に資する行動
限界突破の基礎科学を推進する世界拠点の形成へ

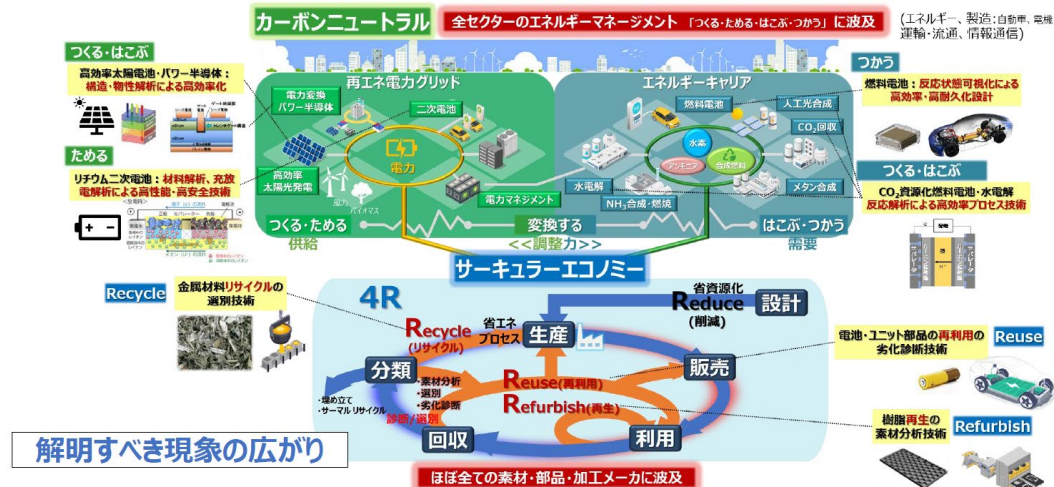
➔ **先端科学の社会的インパクトを示す必要**

3

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

2. トヨタにおけるSPring-8利用の今後の展望

産業界：カーボンニュートラルとサーキュラーエコノミーの実現



CN/CEのためには多岐に渡る原理解明が不可欠

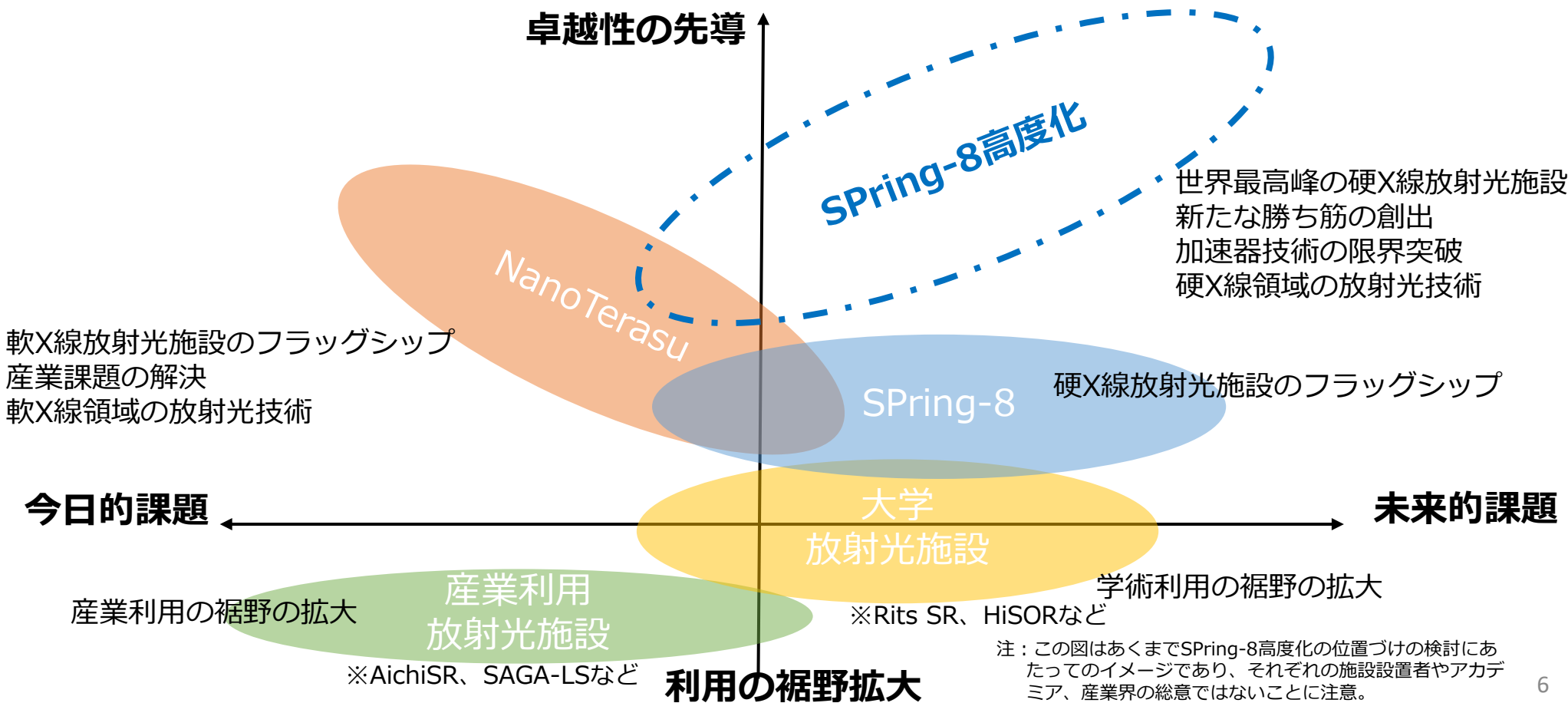
※CN:カーボンニュートラル、CE:サーキュラーエコノミー

出典：第2回SPring-8の高度化に関するタスクフォース（令和5年6月16日）
トヨタ自動車加古統括部長 ご講演資料より

1. はじめに (SPring-8の役割のイメージ)

✓ こうした中、我が国において整備・運用される放射光施設のうち、SPring-8は、設置者である理化学研究所の卓越した研究力を基に常に技術の限界に挑戦し、革新を続け、放射光科学技術を牽引していく使命を果たす。そして、そこから生み出される技術をNanoTerasuを含むその他の放射光施設に反映していくとともに、それぞれの施設の強みを生かしつつ連携して、我が国の放射光に関する技術と利用の裾野を広げていくようなサイクルが重要。

※世界では軟X線、硬X線の双方の放射光施設が整備されており、我が国でもNanoTerasuとSPring-8は相補的な関係。NanoTerasuが既存産業技術の底上げを図るコアリション方式を採っているのに対し、SPring-8高度化では既存の産業界の手が届かない未来への投資を先導。世界最高レベルの高輝度を実現し、産業界との協創で我が国の成長機会を創出することが重要。



2. 技術の高度化の必要性（2030年頃の経済社会の状況）

- ✓ 2030年頃は、次世代半導体の量産やGX社会の実現など、我が国・世界にとって大きな契機となる時期。SPring-8の高度化は、これらを実現していく上で不可欠となる最重要基盤施設の一つ。2030年から先の社会・産業を見据え、いま、SPring-8の高度化（SPring-8-II）は待ったなしのタイミング。

※高度化SPring-8が運用を開始する2030年頃は、次世代半導体（ゲート長2nmクラス）の国内量産が見込まれる時期。さらに、Beyond 2nm世代の半導体構造では3D集積に向かうとされており、非破壊による内部構造解析や動作中デバイス観測（オペランド計測）などの技術が必要。これらはいずれも硬X線放射光計測が該当。

GX社会実現については、燃料電池車の更なる普及（乗用車換算80万台目標/450万台）や全固体電池の実用化が見込まれ、2030年代には新車販売に占める電動車率100%が予想。また、バイオものづくりの世界市場約92兆円、サーキュラーエコノミー市場約80兆円など、再生材の物性・分子構造評価といった放射光技術が必須または有望視される市場が次々と成長。

出典（全固体電池実用化、電動車率、バイオものづくり、サーキュラーエコノミー等）：GX実現に向けた基本方針～今後10年を見据えたロードマップ（令和5年2月10日閣議決定）

出典（燃料電池車普及）：水素基本戦略（令和5年6月6日再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議）



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)

我が国の半導体復興戦略を支えるSPring-8-II

- SPring-8の100倍輝度のX線で、1nmの分解能で非破壊観察が可能
- 先端半導体開発では、“何が”起きているかにとどまらず、“なぜ”起こるかを追及することが不可欠
- チップを壊さずにナノ観察することで、“なぜ”を解明し、新たな学理を構築し、

幅広い分野におけるイノベーションの創出へ

例：半導体

【現在】分析可能なロジック半導体はミドルレンジ(40ナノメートル)どまり

Beyond 2nm時代のチップ(超微細立体構造)開発に必要な評価技術は？

- アトミックレベルからマクロまでマルチスケールでの一貫した観察
- 3次元非破壊の内部構造観察
- 実動作中のデバイスの観察(オペランド計測)

SPring-8-IIはこれらをカバーし、我が国の半導体復興戦略・経済安全保障上の戦略的不可欠性に必須の分析ツールとなる

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

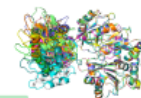
12



7. アカデミアでもSPring-8-IIで新展開

- 溶液をつかった実験（SAXS）の分解能向上が期待される。それにより、より動的なタンパク質分子の振る舞いを理解可能に
- 高効率構造解析の実現により、構造データベースにより多くの構造が蓄積されて、AIを活用した構造研究も加速すると期待

小角散乱CORAL解析



8. バイオ産業へもSPring-8-IIの貢献が期待

- 洗剤のさらなる小型化・高性能化
- ゴムや洗剤、化成品などバイオものづくりの分野でも構造解析が高効率になれば分子設計が可能に。
- 甘味料の大半はバイオものづくり技術で生産されているが、高効率化はまだ！これもSPring-8-IIの射程の範囲内。



昭和

粉末洗剤

→

令和

液体洗剤

出典：第3回SPring-8の高度化に関するタスクフォース（令和5年6月29日）大阪大学栗栖教授 ご講演資料より（一部改変）

7

2. 技術の高度化の必要性（放射光施設の国際動向、経済安全保障の観点）

- ✓ 他方で、SPring-8と同様の硬X線の大型放射光施設について、欧米ではアップグレードが、中国では新規建設が進んでいる。
- ✓ 国内に施設を有していれば、海外研究者の来日を通じて国際頭脳循環が促進される一方、SPring-8がこのまま陳腐化すると我が国の研究者は海外施設に頼らざるを得ず、施設利用に際し他国に研究内容を開示する結果になるなど、経済安全保障の観点からも大きな課題が生じる。

※欧州ESRF-EBS(2020年運用開始)、米国APS-U(2024年運用開始)、中国HEPS(2025年運用開始)、ドイツPETRA IV(2028年運用開始)。

※施設の利用に当たっては、国内施設を利用する際と同様に申請が必要となるが、その際に分析対象を明らかにすることになってしまふ。分析対象を明らかにすることにより、その背後にある情報の推測が容易となってしまふ。

1-2. 硬X線放射光施設を取り巻く国際情勢

なぜ必要か

施設名	状況 (計画/稼働/建設中)	所在国 (地域)	建設開始(予定)年	運用開始(予定)年	エネルギー [GeV]	電流値 [mA]	エミッタ サイズ [nm·rad]	最高輝度 (アンジュ レータ) [$\times 10^{20}$ ph/s/ mm ² /mrad ² in 0.1%]	ビームライン[本]		リング周長 [m]	運営主体 (機関名)	アップグレード/建 設予算
									現在	最大			
硬X線 第3世代	SPring-8	日本 (播磨)	1991	1997	8	100	2.4	7	57	62	1435.43	理研・JASRI	
	SPring-8-II アップグレード	日本 (播磨)	2024	(2029)	6	200	0.05	863	57	62	1435.43	理研・JASRI	480億円
硬X線 第4世代	APS-U アップグレード	米国 (アリゾナ)	2017	2024	6	200	0.042	325			1104	ANL/ DOE	815MUSD (1141億円) @140円/USD
	ESRF-EBS アップグレード	フランス (グルノーブル)	2015	2020	6	200	0.147	66			44	ESRF	610MEuro (854億円) @140円/USD
	PETRA IV アップグレード	ドイツ (ハンブルク)	2025	2028	6	200	0.02	300			35	DESY	
	HEPS 新規	中国 (北京)	2019	2025	6	200	0.06	100			90+	IHEP	869億円 @18.1円/RMB



ESRF-EBS(仏、グルノーブル)



APS-U(米、アルゴンヌ)



PETRA-IV(独、ハンブルク)



HEPS(中国、北京)光源イメージ

硬X線施設はこれまで日米欧で競ってきたが現在、欧州は既に第4世代にアップグレード済で米国も来年度から運用予定であるため、第3世代であるSPring-8との性能差は二桁差となる。さらに、アジアにおいても中国・韓国でも同性能の硬X線施設を建設中という情勢であり、SPring-8で3年かかる実験も、第4世代では計算上は5日間で済んでしまうほどの世代間格差がある。

14

1. なぜ今SPring-8のアップグレードが必要なのか

なぜ必要か

SPring-8が世界トップから陥落すれば・・・



最先端の分析能力を求めて、我が国の産学研究者は、海外の最先端施設に拠点を移す
経済安全保障上、取り返しのつかない損失に

1. 何をみたいか、情報が漏洩

- > 半導体、蓄電池、燃料電池・水素、高分子、ハードマテリアル、化学物質等の幅広い分析対象
- > 海外施設でも、有償の「成果専用」利用は可能。しかしながら、最重要機密である筈の「分析対象」は、「安全審査」で詳細に至るまで開示しなければならない。

2. どうやってみるか、情報も筒抜け

- > 現在は動作下の分析が主流になっており、急速充放電装置や、ガスセルなどの重要な関連技術が余さずコピーされる。

(日本が恩恵を受けた事例)

SACLAの稼働当初、XFEL光源は世界的に極めて希少であったため、欧米の研究者が関連技術を抱えて来訪、バイオ分野では、国内ユーザーがその様を盗み、ノウハウを取得した結果、数年後には国内で「分子動画像」技術として結実した。

3. 研究者のネットワークごと、海外に引き抜かれる

- > 日本の学術研究が諸外国の産学分野において「要素技術」として取り込まれ、「最下流の花形の研究成果」を支える一部品に成り下がった結果、我が国発の論文・特許等の減少を招き、国益を大きく棄損する恐れ

国際競争は、「舞台」の提供者が勝利する

6

2. 技術の高度化の必要性（省エネ・老朽化対策）

- ✓ 施設の運転に係る電気代は年々増加。SPring-8は旧世代の施設であるため、特に加速器部分の電力効率が悪く、消費電力も大きい。また、老朽化による保守コストは年々増加。更に、技術伝承・人材育成の観点からもSPring-8の高度化は先送りすることは大きな損失。

※高度化によるリプレースができれば従来の年間20～30億円から約10億円の電気代削減効果が見込まれる（なお、SPring-8（SACLA除く）では年間約80億円を要しているが、これは人件費や建屋・ビームラインでの電気代を含むためである）。また、高度化が5年遅れば累積の逸失コストは74億円、10年遅れると211億円にも達する。

※また、大規模施設の建設に伴う人材育成、技術伝承が重要。式年遷宮のように、20年に一度など、定期的実施する必要があるとの指摘がある。

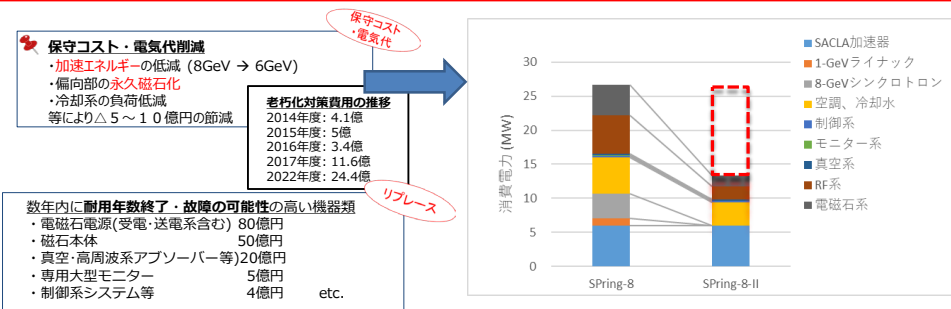
1-1. 老朽化対策・省エネ対策として

なぜ必要か

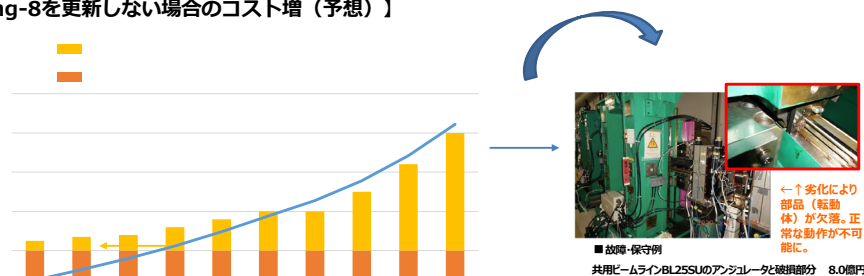
【SPring-8を更新しない場合のコスト増】

共用開始25年以上が経過し、保守・修繕コストは年々増加の一途を辿っている。特に加速器部分は今後、電磁石電源を中心にリプレースが必須だが、修繕による置き換えでは性能向上にはなりえないというデメリットも。

➡一方で、アップグレードによる省エネは消費電力を年間20～30億円から△約10億円削減できる見込みである。今後SPring-8-Agedの保守コスト上昇分も考慮した場合、このままSPring-8-IIの更新時期が5年遅れば累積の電力・保守コスト差額は50億円にも達するという試算。



【SPring-8を更新しない場合のコスト増（予想）】



共用開始25年以上が経過し、保守コストは年々増加の一途を辿っている。特に加速器部分は今後、電磁石電源を中心にリプレースが必須だが、修繕による置き換えでは性能向上にはなりえないというデメリットも。

➡今後SPring-8-Agedの保守コスト上昇分も考慮した場合、このままSPring-8-IIの更新時期が5年遅れば累積の逸失コストは74億円、10年遅れると211億円にも達するという試算となっている。

一部電磁石をリブは設置故障年度に大きまた、上記以外の老るため、保守コストはれるが、突発的な故障停止もあり得る。

2. 技術の高度化の必要性 (SPring-8の高度化により実現すること)

- ✓ 新たな産業など新領域への挑戦には、DX・データ駆動開発や実現象の非破壊観測（オペランド測定）が必要であり、そのためにも高解像度かつ大量のデータを取得できるようになることが必要。このため、SPring-8の高度化により、放射光の輝度を約100倍に向上させ、高精細なデータが短時間で取得可能にすることが必須。

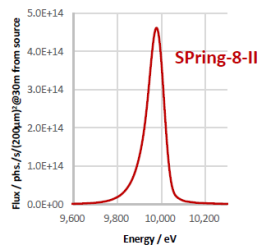
- ✓ 最高輝度が現行の約100倍となれば、2位に2倍以上の差をつけて世界1位となる【次頁参照】。

※SPring-8は2000年代の放射光施設である第3世代に該当するが、世界では第4世代化が進んでいる。また、輝度が向上すると取得できるデータが高速かつ高精度となり、データの質・量が増大することで、ビッグデータ解析（インフォマティクス）が可能となる。



4. SPring-8-IIの明るいキレイなビームへの期待

- これまではSPring-8のビームは波長に広い幅があるので、**分光器で目的波長を切り出して下流のビームラインに導入**していた。
- ビームラインでは**結晶マウントの自動化や検出器の高度化**を進めてデータ収集のスピードアップを図って世界に対抗してきた。
- しかし、ビーム自身の更新がないと工夫にも限界が・・・



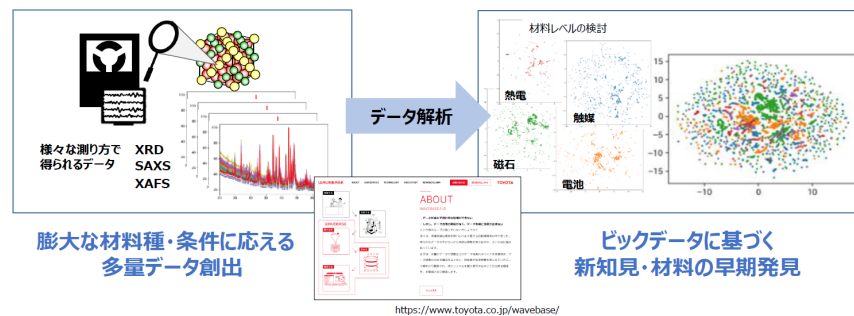
- **明るく質の高いビーム**を切り出さずにそのまま使い、(今より更に) **高速・高精度のデータ収集が期待**される！
- 少量のサンプルで高速に測定する**Big Data解析**が可能に

出典：第3回SPring-8の高度化に関するタスクフォース（令和5年6月29日）大阪大学栗栖教授 ご講演資料より

2. トヨタにおけるSPring-8利用の今後の展望

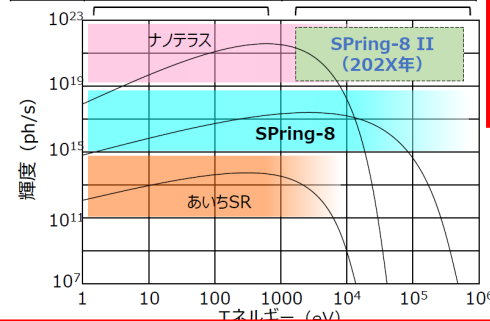
材料開発におけるDX・データ駆動開発・インフォマティクス

【材料種は10⁶⁰個以上】



SPring-8の機能向上(精度・情報量)は新領域への挑戦に不可欠

	低エネルギー	高エネルギー
対象	FC, 電池, 磁性材など	FC, 電子部品, 排ガス
ネットワーク	軽元素, 表面	遷移金属・重元素, ナノ



- <SPring-8>
高輝度・高エネルギー領域の期待
 (1) 実現象の把握
 高い透過力で非破壊で
 ありのままを観察
 (2) 高速データ創出
 ビッグデータで早期の知見創出

<ナノテラス>
 低エネルギー領域の期待
 原理原則の追求

<あいちSR>
 汎用的利用

SPring-8の機能向上(高輝度・高エネルギー化)が不可欠

出典：第2回SPring-8の高度化に関するタスクフォース（令和5年6月16日）トヨタ自動車加古統括部長 ご講演資料より

2. 技術の高度化の必要性（高度化のスケジュール）

- ✓ 高度化に着手する時点での技術的限界を開発目標として設定。運用開始後も技術開発を継続し、技術限界を突破することにより、常に最先端の施設として進化し、世界の放射光施設をリードしていくという意欲的な戦略を取るべき。
- ✓ 世界最高峰のSPring-8の高度化という高い目標を掲げ、令和6年度から取組を進めるべき。

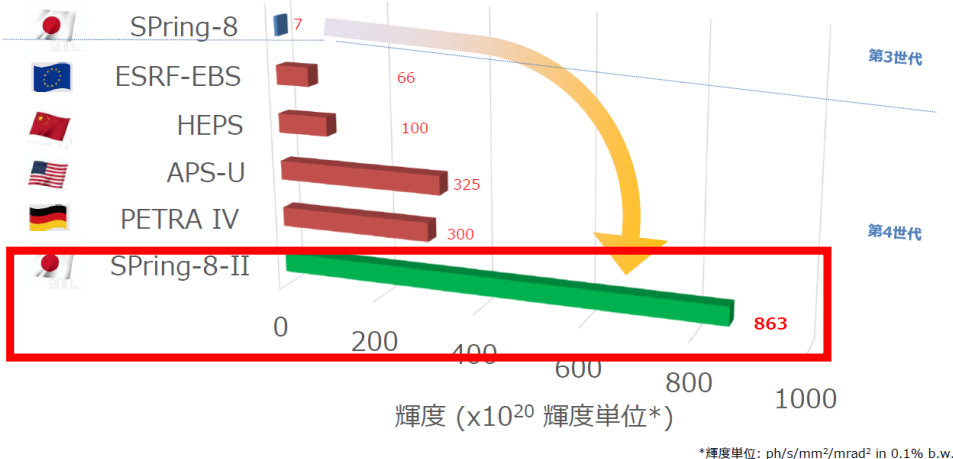
※アップグレード後の最高輝度比較において、我が国が2位の米国の2倍以上上回る世界1位を実現。

※SPring-8高度化を令和6(2024)年度から開始する場合、1年間のプロトタイプ製作、4年間の整備・建設期間（運転停止は2027年後半から2028年前半の約1年間）を経て2029年度に共用が開始できる。これは、2030年という次世代半導体やGX社会の実現に向けて極めて重要なタイミングとなる。

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ている。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		
SPring-8																		
APS-U																		
ESRF-EBS																		
HEPS																		

★ 逃さないタイミング

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

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

3. 仕組みの高度化の必要性（産業界・地域との連携）

- ✓ SPring-8が卓越性を発揮していくためには、産学における先端ニーズの集約や先端的な利用環境を整備することが肝要。
- ✓ このため、現行のSPring-8の段階から、テック系ベンチャー支援機能との連携や、中小企業を含む産業界の利用拡大、立地地域の自治体による支援策の充実などにより、施設利用を通じた新たな成長モデルを作っていくことが必要。

※NanoTerasuではコアリションコンセプトにより産業界を巻き込みながら整備を進めるとともに、仙台市等の立地自治体が産業界に対する支援施策を展開している。



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)

理研の卓越性を社会変革へつなげ成長機会を創出



分野横断的な最先端サイエンスと最先端大型研究基盤を持つ理研が先端半導体、量子戦略、Beyond5G戦略といった国家戦略と連携し、同志国間の産学官国際連携によって、戦略的なテックベンチャー支援機能を組み合わせることで、

知をベースとした新たな成長モデルを作り、我が国の産業における勝ち筋となる

自治体による地域の中小企業への利用拡大

事例：仙台市既存放射光施設活用事例創出事業 コアリションの拡がり

産業界、地域（仙台市、農協、宮城県食品産業協議会など）、他施設（SPring-8）のコーディネートから連携研究までを推進

<https://www.city.sendai.jp/rekesuishin/jigyosha/kezaizai/sangaku/housyokou.html>

年度	事例1	事例2	事例3	事例4	事例5
令和元年度	アイリスオーヤマ株式会社 (仙台市) 食味の定量化	アヒコフインテック株式会社 (新庄市) 醤油加工	株式会社青島光学製作所 (美郷町) 結晶	仙台農協同組合 (仙台市) 仙台産大豆および枝豆	東洋対糖株式会社 (宮崎市) 対糖等の調味料製造
令和2年度	株式会社阿部魚商店 (塩釜市) かつお節	株式会社魚山鉄工所 (仙台市) ナノシート物質製品	株式会社アドバンス・ケミカルズ (厚木市) フラチナ等の界面	仙台農協同組合 (仙台市) 枝豆	株式会社アグリサイエンスイノベーション (仙台市) 農産物の評価方法
令和3年度	青島化成株式会社 (仙台市) 魚油粉末	アヒコフインテック株式会社 (新庄市) 光学薄膜	株式会社ウエキコーポレーション (宮崎市) 波膜構造	三和油脂株式会社 (天童市) 米粉	ゼライス株式会社 (多賀城市) ゼラチンゼリー
令和4年度	会津天竺醸造株式会社 (会津若松市) ニンニク	阿野光学レンズ株式会社 (換手市) レンズ	株式会社三井光機製作所 (秋田市) 有機物由来の不純物	株式会社三井光機製作所 (秋田市) 乾燥フカメ	株式会社アグリサイエンスイノベーション (仙台市) 日本産 農産物
令和4年度	株式会社舞台ファーム (仙台市) 植物工場の土	株式会社山形メタル (新庄市) 完全無塵塗料	理研食品株式会社 (多賀城市) 乾燥フカメ		株式会社マルセイ秋山商店 (石巻市) 冷凍水産物
令和4年度					兵庫屋手塚薬料協同組合 (たつの市) 手延べ素麺
令和4年度					東北製菓株式会社 (米沢市) ナノファイバー
令和4年度					福島県農産物協同組合 (二本松市) 醤油

出典：第3回SPring-8の高度化に関するタスクフォース（令和5年6月29日）東北大学高田教授 ご講演資料より

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

3. 仕組みの高度化の必要性（利用環境・人材交流）

- ✓ 例えば、コンシェルジュ機能やサンプル調整機能、協調領域におけるデータ共有機能など、ユーザーにとって使いやすい利用環境の充実が必要。
- ✓ 人材育成のための相互交流が必要であり、企業の人材を SPring-8 側で受け入れ、SPring-8 の人材を企業で受け入れるなどの取組が必要。

※コンシェルジュ機能とは、企業ユーザーがやりたいことに対して、どの施設でどのような測定を行えばよいかということをおアドバイスしてくれるような機能。また、データを蓄積する機能も含めて自動化される必要があるほか、測定に入る前のデータ処理に周辺設備の整備が必要となるため、附帯施設への配慮が必要。

3-1. SPring-8へ期待すること 仕組み

- ・各種量子ビーム施設との連携の体制、全体最適化；
産業としては、どの施設であるかへのこだわりは無い（中性子もX線も関係ない）
国内でコンベする構造を脱却
1つの相談窓口で自動的にマルチビーム、マルチ施設を横断的に検討できることが理想。
放射光施設をただだけでなく、量子ビーム全体をまたぐ仕組み
（放射光と中性子の垣根を低くする制度が欲しい）
- ・海外施設との連携；
海外施設も含めたコンサル機能
国際的な人材交流、海外から学べる枠組み
（これまでは、個人間のつながりが大きく、異動やテーマ変更で関係継続が難しい）
- ・施設構築における産業界との連携；
データ統合や自動化においては、施設構築段階から産業界の巻き込み
（ビッグデータ：IT業界、ロボティクス；産業機械業界）

3-2. SPring-8へ期待すること 技術・ハード

- ・測定環境(評価環境)の整備；
サンプル準備（グローブボックス、FIBなど）
企業の開発品は複雑な前処理や評価直後の解析が必要な場合が多い。
企業内ラボの仮実験室が必要。
- ・自動計測/データ解析の環境整備；
計測の完全自動化（サンプルローディング→条件変更・検出器・ステージ動作）
大容量ストレージへ外部からアクセス、高速データ転送
データ環境の整備（データセンターの充実、データ処理ツールの共有、データ共有化）
データサイエンティストの巻き込み
- ・施設能力の着眼点；
産業応用には、広い視野での情報取得が必須
ビームを広げても高輝度を維持、収束ビームでも高速マッピングできる技術・標準化
マルチビーム・マルチプローブに対応する設計（ダントツ性能よりも多情報の必要）

3-3. SPring-8へ期待すること …(人材育成・資金・その他)

- ・人材育成のため人的交流；
ある共通サンプルを通じた、各量子ビームの強みを生かした共同研究
人が育っていく、流動していく組み
（例えば、企業の人をSPring-8側で受け入れ、SPring-8の人を企業側で受け入れ）
海外からの人材を受け入れる制度
- ・有償サービスの拡充；
大量のデータ管理やポスト処理などの有償対応
測定データの解析サービス
（場合によっては、他量子ビーム施設、ラボ等も含めた総合解析）
- ・計画性、透明性のある資金計画

3. 仕組みの高度化の必要性（広報・アウトリーチ）

- ✓ 施設やその成果の国内外への広報・アウトリーチについては、国民生活に関連付けた取組が重要。このため、①誰に向けて発信するのかターゲットを明確に定めること、②効果的かつ高頻度に地道な広報活動を継続すること、③施設の強みを見出し既成概念にとらわれず新たなメディアを活用することが重要。

※近畿大学では地道かつ高頻度なプレスリリース活動の結果、他大学に比べて新面で取り上げられる割合が高い。

※近畿大学ではブランディングに向けて、既成概念にとらわれない広報活動を展開。

令和4年度プレスリリース発信数

	【全紙】			昨年度 通年掲載率(b)	通年掲載率の 増減(a-b)
	配信件数	通年実績 掲載件数	掲載率(a)		
近畿	509	265	52.1%	59.1%	-7.0%
A大学	91	24	26.4%	52.6%	-26.2%
B大学	196	31	15.8%	33.2%	-17.4%

	【5紙】			昨年度 通年掲載率(b)	通年掲載率の 増減(a-b)
	配信件数	通年実績 掲載件数	掲載率(a)		
近畿	509	117	23.0%	33.1%	-10.1%
A大学	91	6	6.6%	21.1%	-14.5%
B大学	196	11	5.6%	8.7%	-3.1%

	【テレビ】			昨年度 通年掲載率(b)	通年掲載率の 増減(a-b)
	配信件数	通年実績 掲載件数	掲載率(a)		
近畿	509	70	13.8%	27.9%	-14.1%



3. 仕組みの高度化の必要性（課題解決から新たな産業・勝ち筋の創出へ）

- ✓ SPring-8の高度化が実現した際の利用の在り方として、企業が抱える課題解決（ボトムアップ）だけでなく、新たな投資先となる産業を見出し勝ち筋を作っていく（トップダウン）の双方が必要。共用開始までには、施設が戦略的な研究基盤として、学术界はもとより産業界の未来のニーズを開拓するような、SPring-8の高度化ならではの新たなコンセプトを打ち出していくべき。

※NanoTerasuでは、産業利用を推進する観点から企業のもつ課題解決に資するコアリジョンコンセプトを打ち出した。SPring-8高度化では、本報告書の「1. SPring-8の役割イメージ」を踏まえ、コアリジョンコンセプトとは別な形で、特徴的な新たな枠組みを検討すべきではないか。



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)

SPring-8-IIへの期待

- SPring-8は、放射光X線を利用した広範な分野における分析基盤として広く国内外の研究者や産業界に開放して科学技術の振興に役立てる目的で設置され、1997年10月に共用施設として供用開始。
- 計算科学などと組み合わせることでより高度な解析が可能になり、より幅広い産業利用、文化財研究、犯罪捜査への応用といった、**当初の想像を超える成果を創出している。**
- SPring-8-IIも、**現時点の想像を超えた価値を提供することになる。**

SPring-8-IIが完成する2029年の社会像は？

- Rapidusによる先端半導体量産化
- Beyond 5G
- 次世代スーパーコンピュータ開発
- サイバーとフィジカルの融合、Society 5.0へ

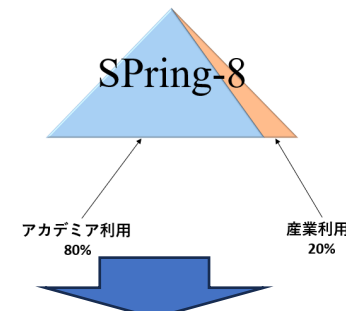
SPring-8-IIはこれらを支える重要な基盤であり、日本のV字回復を支えるインフラになる

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

2-5. 産業界からの期待と課題

何ができるか

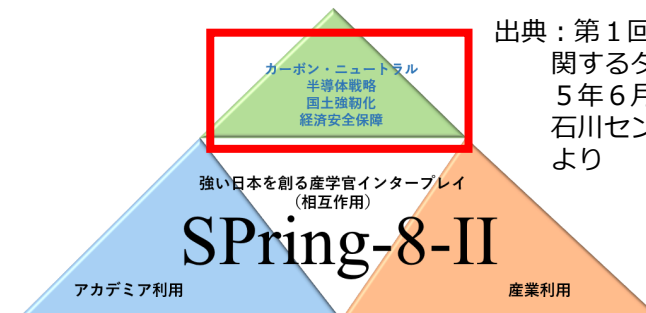
SPring-8-IIにおける産業利用の改革



2-5. 産業界からの期待と課題

何ができるか

SPring-8-IIにおける産業利用の改革



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

4. 終わりに (SPring-8施設利用による製品開発の例①)

- ✓ SPring-8は、私たちに身近な製品の実用化や安全安心な国民生活に貢献している他、アカデミアの革新的な研究開発を支えている。SPring-8の高度化により、今まで以上に出来ることや、未知なる領域への挑戦の機会が増え、より豊かな社会が実現できる。

企業名・製品名

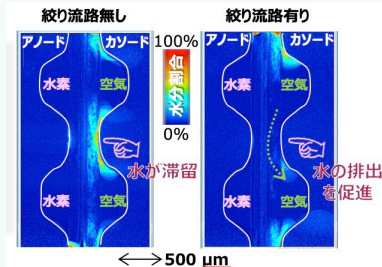
放射光分析の用途

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」



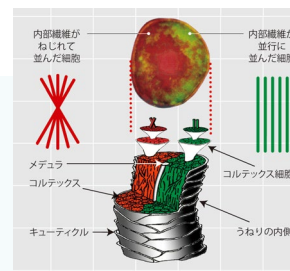
- 親水性や酸素透過性の面で課題のあった従来素材に代わり、透明度・酸素透過性に優れた親水性素材シリコンハイドロゲルが期待。他方で、当該素材は白濁発生が課題。
- 湿潤状態での観測が可能な放射光分析によりシリコンハイドロゲルの白濁の原因を突き止め、これら課題を克服した材料を用いたコンタクトレンズとして実用化。**

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

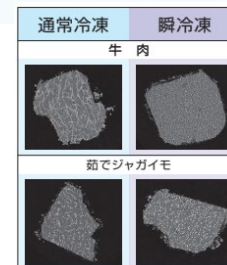
- 年齢とともに髪の毛のハリ・コシ・ボリュームがなくなる現象は毛髪が細くなるのが原因と分かっていたが、「髪の毛のツヤ」が失われる原因は研究されてこなかった。
- 放射光分析により、髪の毛の構造（キューティクル、コルテックス、メデュラ）のうち、コルテックスの細胞分布の偏りがツヤが失われる原因と明らかにし、コルテックスのうねりを改善する成分を含んだヘアケア製品を実用化。**



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。



4. 終わりに (SPring-8施設利用による製品開発の例②)

✓ SPring-8は、私たちに身近な製品の实用化や安全安心な国民生活に貢献している他、アカデミアの革新的な研究開発を支えている。SPring-8の高度化により、今まで以上に出来ることや、未知なる領域への挑戦の機会が増え、より豊かな社会が実現できる。

企業名・製品名

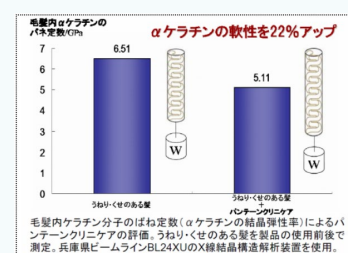
放射光分析の用途

プロクター・アンド・ギャンブル (P&G) ・ジャパン株式会社
ヘアケア製品「パンテーン クリネケア」



画像：兵庫県提供

- 放射光分析によりどのような毛髪処理がくせ毛の緩和に有効かを明らかに。
- 具体的には、毛髪内部構造におけるαケラチンに柔軟性がないと、硬く扱いにくい髪になることを明らかにし、**製品に含まれるビタミンがαケラチンを軟化する効果を分子レベルで検証。**

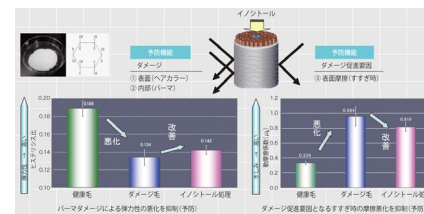


クラシエ ホームプロダクツ株式会社
ヘアケア製品「いち髪」シリーズ



※画像は2019年時点製品

- 米のとぎ汁は、平安時代から整髪剤として使われてきたが、近年、米のとぎ汁に含まれる糖質の1つであるイノシトールに、髪をダメージから守る「予防美髪効果」があることが明らかにされた。
- 放射光分析により、イノシトールが徐々に毛髪内部まで浸透していくことや、毛髪を洗ってもイノシトールは内部にとどまり、予防美髪機能を発揮していることも明らかに。**このイノシトールを配合した製品を实用化。

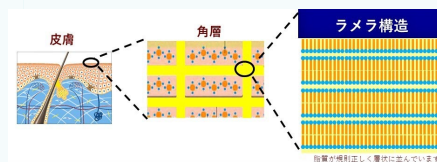


クラシエ ホームプロダクツ株式会社
ボディウォッシュ製品「ラメランス」シリーズ



※画像は2021年時点製品

- 従来のボディソープに含まれる界面活性剤が、皮膚角質中の細胞間脂質に与える影響を放射光分析によって明らかにし、肌を保護する機能を持つ長周期ラメラ構造、ひいては角質への損傷を抑制する機能を持ったボディウォッシュ製品を開発。

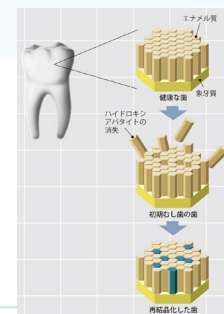


江崎グリコ株式会社
むし歯予防ガム「POs-Ca」シリーズ



画像：江崎グリコ提供

- 放射光分析により、初期むし歯 (初期う蝕) におこる脱灰・再石灰化の結晶変化を初めて観察。初期のむし歯にリン酸化オリゴ糖カルシウムを補うと、失われた結晶が再生することが判明。**
- リン酸化オリゴ糖カルシウムを配合したむし歯予防ガムを開発し、商品化。消費者庁より「特定保健用食品」として認可 (平成22年9月30日付)。



4. 終わりに (SPring-8施設利用による製品開発の例③)

✓ SPring-8は、私たちに身近な製品の実用化や安全安心な国民生活に貢献している他、アカデミアの革新的な研究開発を支えている。SPring-8の高度化により、今まで以上に出来ることや、未知なる領域への挑戦の機会が増え、より豊かな社会が実現できる。

企業名・製品名

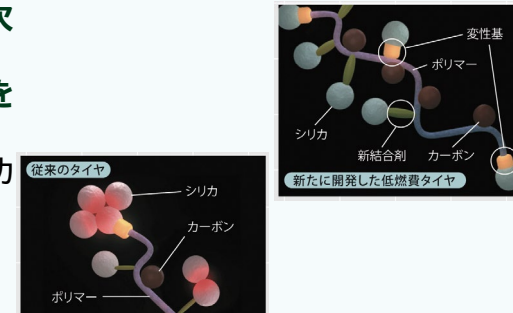
住友ゴム工業
株式会社
自動車用タイヤ
「エナセーブ
NEXT II」
シリーズ



画像：住友ゴム提供

放射光分析の用途

- 放射光を用いてタイヤのゴム中のナノ粒子（シリカ）の三次元配置を計測できる手法を確立し、シリカのネットワーク構造の中で、摩擦力を大きくして燃費性能を下げている部分を特定。
- さらに、シミュレーション結果を反映した分子設計を行い、シリカ粒子が分散した構造をもつ新材料を開発。グリップ性能、燃費性能ともに優れた高性能タイヤが誕生。



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 HPI「暮らしのなかのSPring-8産業利用成果」より掲載。

SPring-8施設利用による国民の安全安心への貢献

科学捜査における利用

- 和歌山カレー事件（1998年7月）で使われた毒素について、SPring-8における蛍光X線分析により、紙コップの内側に付着していたヒ素の由来を特定。
- 押収された麻薬等の成分分析を行い、密造方法や密輸プロセスに関連して異なる種々の特徴を明確化し、薬物の産地や密輸ルート の解明に貢献。

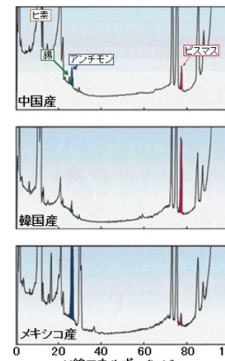


図3 産出地別による亜ヒ酸の蛍光X線スペクトル
[出所] 高輝度光科学研究センター-SPring-8-放射光入門：蛍光X線分析、研究成果、分析科学1、図2、http://prwww.spring8.or.jp/intro_sr/flash/

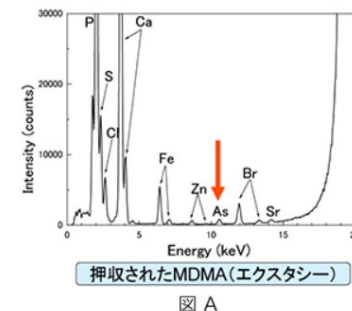


図 A

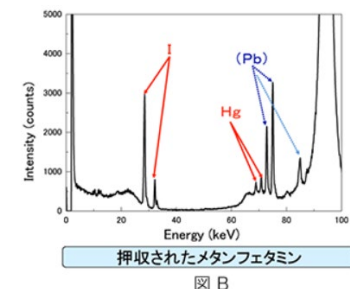


図 B

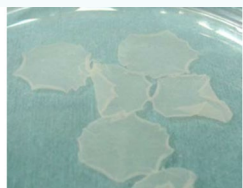
出典：SPring-8ホームページ

4. 終わりに (SPring-8施設利用によるアカデミアの研究成果の例)

✓ SPring-8は、私たちに身近な製品の実用化や安全安心な国民生活に貢献している他、アカデミアの革新的な研究開発を支えている。SPring-8の高度化により、今まで以上に出来ることや、未知なる領域への挑戦の機会が増え、より豊かな社会が実現できる。

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

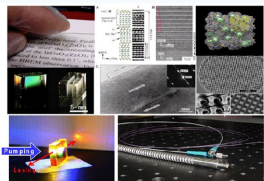


画像：JST

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

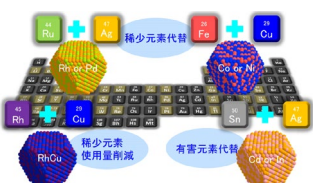


画像：JST

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

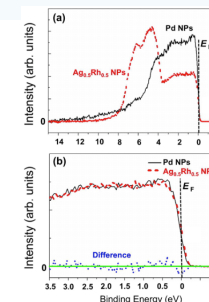
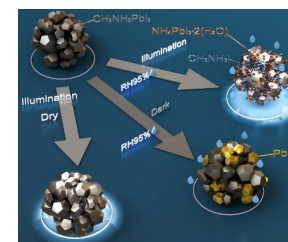
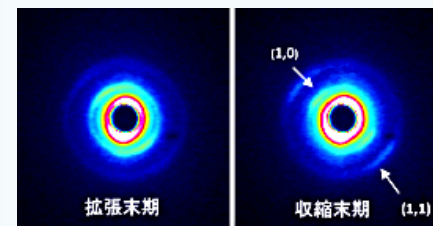


画像：JST

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



※画像は、注記が無いものはJASRI HPより掲載。

4. 終わりに

- SPring-8の高度化の取組は、放射光科学技術の限界を押し上げていく活動である。設置者である理化学研究所の総合的かつ卓越した研究力が技術限界を突破し、産学の利用者等が新たな利用方法を開拓していく。我が国が世界に誇る放射光科学技術をさらにより一層押し上げることになる。
- 世界最高峰のSPring-8高度化の実現により、施設が新たな産業創出の基盤となり、様々な研究成果が製品に結びつく。このように切り拓かれた新たな成長モデルが、社会課題の解決に資することで、我々の生活が豊かになっていく。
- さらに、世界に誇る最先端の放射光施設群を求めて、全世界から最先端の技術や頭脳・人材が集まってくる。
- この報告書は、世界最高峰のSPring-8の高度化を実現するとともに、その戦略的な活用により、我が国が地球規模の課題解決に貢献しながら成長していくための第一歩。関係者ととともに取組を進めていきたい。

SPring-8の高度化に関するタスクフォースの設置について

令和5年5月31日
文部科学省

(別紙)

1. 趣旨

科学技術立国の実現を目指す我が国にとって、先端的な研究施設を整備し、若手研究者を含む産官学の研究者による積極的な利活用を促進することで、学術・産業界における国際競争力を強化していくことが重要である。

このため、1997年に共用を開始した、我が国最初の特定先端大型研究施設である「大型放射光施設SPring-8」について、老朽化対策や技術革新の進展等に対応した施設の高度化等を推進するため、文部科学省においてタスクフォースを開催し、現状と課題を整理するとともに、高度化の方向性等について議論を行う。

2. 主な検討事項

- ① 放射光施設に関する国際動向、国内動向
- ② SPring-8の成果と課題
- ③ アカデミア及び産業界双方のユーザーからの意見・期待
- ④ 施設の国内外へのアウトリーチの在り方
- ⑤ その他の観点（共用、研究基盤、エコシステム、施設間連携、理研内の取組との相乗効果発揮、国際頭脳循環等）

3. 構成員

別紙のとおり。

4. その他

タスクフォースの庶務は、関係局課の協力を得て科学技術・学術政策局研究環境課において処理する。

タスクフォースの会議及び議事は原則として非公開で行う。

SPring-8の高度化に関するタスクフォース 構成員

(顧問)

文部科学副大臣 井出 庸生

(座長)

文部科学大臣政務官 山本 左近

(座長代理)

科学技術・学術政策局長 柿田 恭良

大臣官房審議官（科学技術・学術政策局担当）清浦 隆

科学技術・学術総括官 山下 恭徳

科学技術・学術政策局研究環境課長 古田 裕志

研究振興局基礎・基盤研究課長 西山 崇志

科学技術・学術政策局政策課課長補佐 浅井 雅司

科学技術・学術政策局政策課専門官 森島 健人

科学技術・学術政策局政策課専門官 山本 智久

科学技術・学術政策局政策課専門官 福野 達也

科学技術・学術政策局研究環境課課長補佐 内野 隆

科学技術・学術政策局研究環境課課長補佐 林 周平

研究振興局基礎・基盤研究課課長補佐 春田 諒

SPring-8の高度化に関するタスクフォース 開催実績

○第1回

日時 令和5年6月7日(水) 10:00~11:00

議題

- (1) SPring-8の高度化に関するタスクフォースの設置について
- (2) SPring-8の高度化に関する現状と課題について
- (3) その他

ゲスト 石川 哲也 理化学研究所 放射光科学研究センター長

○第2回

日時 令和5年6月16日(金) 11:00~12:00

議題

- (1) ユーザー企業におけるSPring-8の高度化に関する意見
- (2) その他

ゲスト 加古 慈 トヨタ自動車株式会社 先進技術開発カンパニー材料技術領域統括部長
木下 圭介 トヨタ自動車株式会社 先進技術開発カンパニー材料技術領域電動化・環境材料技術部材料基盤開発室室長
長井 康貴 豊田中央研究所 エマージングエレクトロニクス研究部門部門長

○第3回

日時 令和5年6月29日(木) 11:00~12:00

議題

- (1) アカデミアにおけるSPring-8の高度化に関する意見
- (2) NanoTerasuにおける産業利用拡大に関する取組とSPring-8の高度化への期待
- (3) その他

ゲスト 栗栖 源嗣 大阪大学 蛋白質研究所教授
高田 昌樹 東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センター教授・総長特別補佐
／一般財団法人光科学イノベーションセンター 理事長

○第4回

日時 令和5年7月4日(火) 13:00~14:00

議題

- (1) 理化学研究所内の取組との連携・相乗効果発揮の在り方
- (2) 議論の取りまとめ(たたき台)
- (3) その他

ゲスト 五神 真 理化学研究所 理事長

○第5回

日時 令和5年7月26日(水) 9:30~10:30

議題

- (1) 施設の国内外への広報・アウトリーチの在り方
- (2) 報告書(案)について
- (3) その他

ゲスト 世耕 石弘 近畿大学 経営戦略本部長