

# SPring-8・SACLA 中間評価フォローアップ

令和4年12月27日

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ディレクター

SACLAビームライン基盤グループディレクター

矢橋 牧名

# 目次

1. 2018年度中間評価及び前回フォローアップの論点
2. 近況
3. BL再編
4. データセンター・DX整備
5. 運用改革・利用制度改革
6. 世界の情勢

# 指摘事項一覧

【カテゴリー】

A：実施中

B：実施に向けて準備中

C：検討中

## (1) SPring-8、SACLAの政策的位置づけと発展の方向性

	ID	担当	今後速やかに講ずべき取組
SPring-8の発展の方向性	1-1	国	国は、諸外国の放射光施設の整備状況や我が国の研究開発基盤全体を俯瞰した上で、施設・設備の高性能化を含むSPring-8の位置付け・発展の方向性を検討する。
	1-2	R,J	理研は、施設・設備の高性能化や利用支援の在り方などについて、産学官のユーザーの意見を把握する。
	1-3	R,J	SPring-8の分析装置や周辺設備の整備等の在り方について、理研やユーザーコミュニティ等の関係者間で議論を進め、今後の施設の運営方針に反映する。
SACLAの発展の方向性	1-4	R,J	SACLAの光源特性を最大限活用した研究開発を推進する。
	1-5	R,J	SACLA独自の技術を活用して、産業利用にも応用可能な最先端の計測技術を開発するとともに、産・学のユーザーに供することができる計測装置の汎用化に取り組む。
SPring-8及びSACLAの発展の方向性	1-6	R,J	SPring-8、SACLAを相互利用した先端的な研究開発を推進する。
	1-7	R,J	我が国を代表する放射光・XFEL施設として、国内の他施設に対する知見等の積極的な展開等の協力を行うなど、我が国の放射光科学全体の発展を支援する。
経営基盤の強化	1-8	国,R,J	着実な予算措置及び運営費の効率化、技術革新等により、SPring-8、SACLAについて安定的に、これまで以上の運転時間、利用時間を確保する。
	1-9	国,R,J	従来のピアレビューによる課題選定を経ずとも、ユーザーが利用料金を付加的に負担することで利用時間を確保できる仕組み（例、入口課金制度）をはじめ、柔軟な利用料金制度の導入を検討する。
	1-10	R,J	SACLAからSPring-8への電子ビーム入射の実施や支援体制の共通化など、運営費の効率化に向けた取組を継続的に進める。
	1-11	R,J	その際、施設全体の運営改善に向けて、理研とJASRIの役割分担等について検討する。
施設を最大限に活用したイノベーション・エコシステムの形成	1-12	R,J	SPring-8とニュースバルを相補的に利用するため、兵庫県との連携・協力を推進する。
	1-13	R,J	兵庫県が整備する放射光ナノテク研究所の実験室や装置を活用したユーザーへの支援を検討する。

# 指摘事項一覧

【カテゴリー】

A：実施中

B：実施に向けて準備中

C：検討中

国際連携・国際協力	1-14	R,J	海外施設との継続的な共同研究、情報交換、人材交流等を推進する。
	1-15	J	海外の研究機関等に所属するユーザーが成果公開利用を行う場合、国内ユーザーの利用時間とのバランスの確保に留意しつつ、公平性・透明性の高い課題選定及びビームタイム配分等を行う。
	1-16	J	海外の研究機関等に所属するユーザーによる成果専有利用又は海外企業による産業利用など、選定に当たり慎重な判断が求められる課題の取扱いについて、ガイドラインを策定する。

## (2) 研究成果の最大化

成果指標の検討	2-1	R,J	ユーザーに提供した利用時間自体など、研究開発基盤として、ユーザーによる最先端の研究開発を十分に支援できているか、適切に評価できる指標を検討する。
	2-2	J	産業利用の支援について、利用者へのアンケートなどを活用した顧客満足度の視点を導入する。
オープンデータ・オープンアクセス	2-3	R,J	ユーザーの意見や最先端の技術動向等を踏まえ、適切なデータポリシーを策定するとともに、可用性の高いデータベースの構築及びオープン化に向けた検討を進める。
ビームラインの改廃と高度化の実現	2-4	R,J	ビームラインを再定義し、①アウトプットの量や利用料収入の増を目指すビームライン、②新たな研究領域の開拓や最先端の研究成果を目指すビームライン、③新しい共通基盤技術・手法の開発を目指すビームライン、といった位置付けの明確化を行う。
	2-5	R,J	専用ビームラインの設置や改廃について、実効性のある評価が行われる仕組みを導入する。
	2-6	R	専用ビームラインの上流部分（光学ハッチまでの基幹部分）など、共通化できる設備は理研により整備・高度化し、既存の専用ビームラインを利用するユーザーは下流部分（エンドステーション）のみを整備するなど、専用ビームラインを設置するユーザーが迅速かつ経済的に研究開発を開始できる新たな仕組みを導入する。
	2-7	R,J	利用料収入については、装置整備等のビームラインの高性能化等に積極的に活用することとし、その際、利用者のニーズを十分に取り入れることとする。
ビームラインの有効利用による研究成果の最大化	2-8	国,R,J	共用・専用・理研ビームラインの枠組を超えて、横断的にビームラインを利用できる共用枠（共用ビームタイム）の導入を検討する。
	2-9	R,J	実験データの自動解析など、効率的な成果創出を支援するシステム等の導入を検討する。

# 指摘事項一覧

【カテゴリー】

A：実施中

B：実施に向けて準備中

C：検討中

## (3) 産学官共用による利用促進

産学官の共用施設としての利用促進：利用者本位の施設運営	3-1	J	利用者本位の視点に立ち、更なる利用促進に向けて、課題募集の時期や頻度、産業利用の時間制限緩和などの運用方針を継続的に見直す。
	3-2	R,J	利用者の利便性向上に向けて、利用環境の改善・充実に積極的に取り組む。
	3-3	R,J	産・学・施設間の連携強化や企業ニーズ等の把握に向けて、SPRUC とSPring-8 利用推進協議会の統合を含むユーザーコミュニティを有効活用する仕組みを導入する。
	3-4	R,J	産学の情報交換や共同研究を推進するため、施設が主催する研究会や講習会等の開催時期や頻度を見直し、一層の充実を図る。
	3-5	J	産業利用ユーザーの積極的な利用が見込まれる遠隔実験（メールインサービス等）の導入を検討する。
	3-6	J	学術と産業界をつなげるコーディネート機能を充実、強化するとともに、コーディネーターの評価やキャリアパス等を見直しを図る。
	3-7	R,J	SPring-8 における「フロンティアソフトマター開発専用ビームライン（FSBL）産学連合体」の活動は、産学コンソーシアムの好事例として、利用者の拡大や人材育成に貢献している。こうした取組を産学連携のモデルケースとして拡大する。
新たな研究領域の開拓及び利用者の拡大	3-8	R,J	民間企業等の新規ユーザーを取り込むため、これまで放射光利用経験の少ないユーザーに対し、積極的に放射光利用の機会を提供できるよう、適切な支援を行う。
	3-9	R,J	既存ユーザーについて、新たな成果創出が期待できる複数ビームラインの活用支援など、ユーザー支援の拡充を検討する。
	3-10	J	潜在的なユーザーの開拓に向けて、ウェブサイト上での成果事例の公開や、利用申請を行うウェブサイトのユーザビリティ向上等を図る。

## (4) 人材育成及び国民理解の醸成

人材育成	4-1	R,J	大学等におけるウェブセミナーの活用や施設における学生向け研究実習プログラムの推進など、大学等と施設との連携により、放射光を利用する人材又は施設を支える人材の育成に資する、学生・若手研究者向けの取組を実施する。
	4-2	国	国は、SPring-8 やSACLA などの研究開発基盤との連携により、戦略的な人材の育成・確保・交流のための人事・予算を含めた具体的方策を検討する。
	4-3	R,J	施設の研究者・技術者がモチベーションを維持できるよう、自身の研究・研鑽等に充てる時間を確保できる環境を整備する。
施設の広報、利用支援のための情報発信	4-4	J	利用制度に関する情報や利用支援に関する取組、研究成果等を、ウェブサイトや成果報告会等を通じて、利用者にわかりやすい形で積極的に発信する。
	4-5	R,J	ウェブサイトや施設見学会などを活用したアウトリーチ活動や成果発信等により、施設の広報活動を強化する。

# 1. 2018年度中間評価及び前回フォローアップの論点

## 中間評価の論点

- **施設・ビームラインの整備・再編・高性能化**  
→指摘事項（政策的位置づけと発展方向性1-1～7、研究成果の最大化2-1～9）
- **利用者本位の施設運営・利用制度**  
→指摘事項（産学官共用による利用促進3-1～10）
- **施設の経営基盤の強化**  
→指摘事項（政策的位置づけと発展方向性1-8～11）
- **イノベーションエコシステムの形成、国際連携の強化**  
→指摘事項（政策的位置づけと発展方向性1-12～16）
- **広報戦略、人材育成**  
→指摘事項（人材育成及び国民理解の醸成4-1～5）

## 前回FUの論点

- データセンターの運用
- ビームラインの持続的なオペレーションの仕組みづくり
- ユーザーニーズに沿った利用制度改変

## 2. SPring-8の運転状況

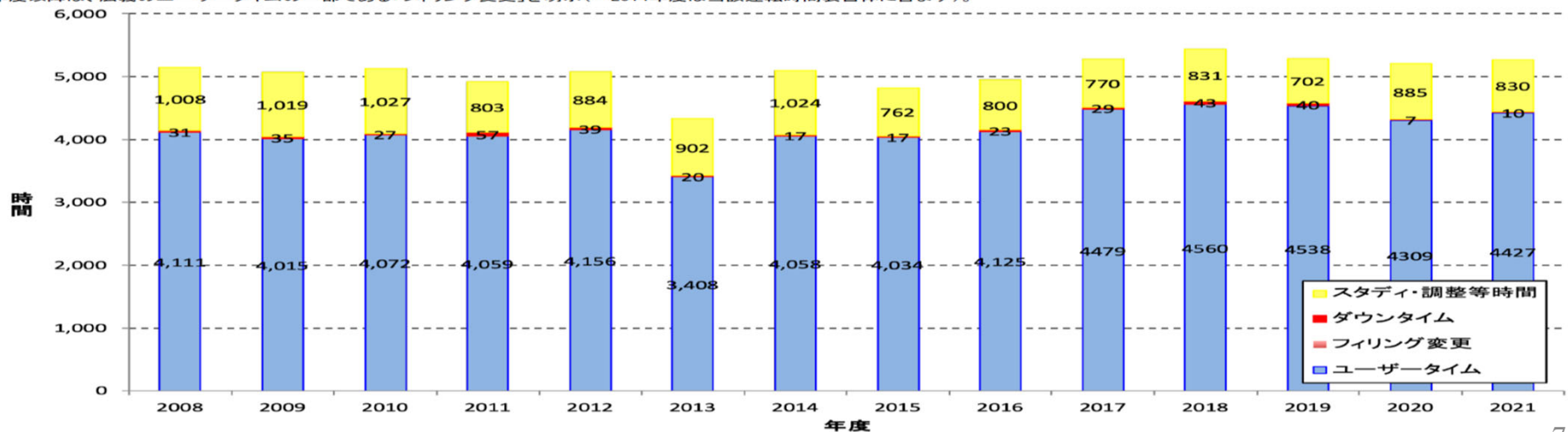
指摘事項との関連  
経営基盤の強化1-8

- 2021年度: 運転時間 5,270h、ユーザータイム4,427h
- 2022年度(当初計画): 運転時間 5,184h、ユーザータイム4,430h
- 最近の光熱水費問題
  - 2022B期の課題選定時には、2023年2月の1週間(168時間)の運転の可否が未確定 → R4年度補正予算により確保
  - 2023年度は依然厳しい状況が続く
  - SACLA加速器からの電子ビーム入射による効率化 (2020年度～)
  - しかしながら、加速器装置・インフラは老朽化が進行し、更新の必要性が増している

単位：時間

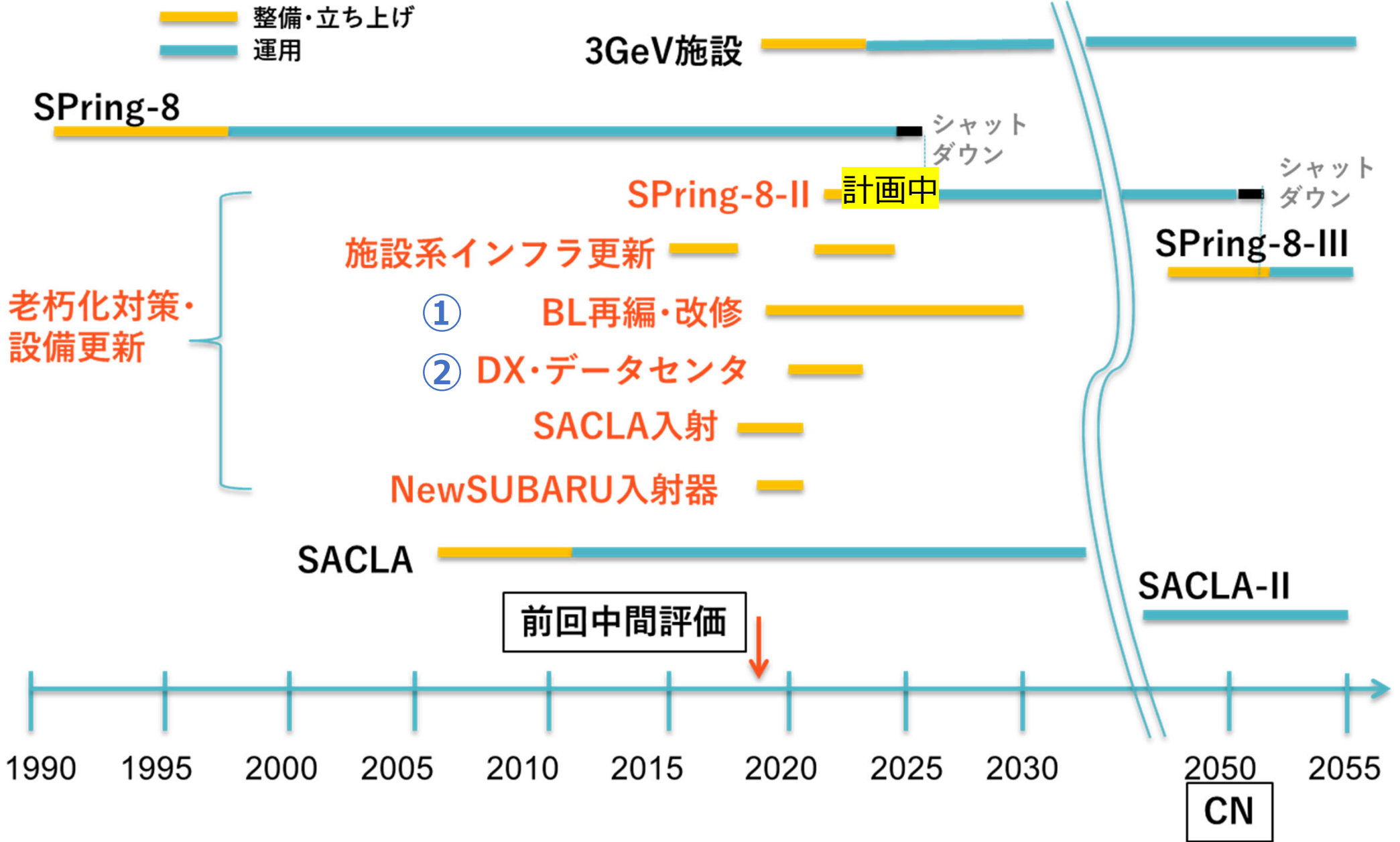
年度	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
年間運転時間	5,150	5,069	5,126	4,919	5,079	4,330	5,099	4,818	4,952	5,282	5,439	5,286	5,205	5,270
スタディ・調整等時間	1,008	1,019	1,027	803	884	902	1,024	762	800	770	831	702	885	830
ユーザータイム	4,111	4,015	4,072	4,059	4,156	3,408	4,058	4,034	4,125	4,479	4,560	4,538	4,309	4,427
ダウンタイム	31	35	27	57	39	20	17	17	23	29	43	40	7	10
フィリング変更								5	4	4	5	6	4	3

\* 2015年度以降は、広義のユーザータイムの一部である「フィリング変更」を明示(～2014年度は当該運転時間表自体に含まず)。



# 老朽化対策・設備更新の取り組み

指摘事項との関連  
 発展の方向性1-2~5,7  
 オープンデータ・オープン  
 アクセス2-3  
 BLの改廃と高度化2-4~7





### 3. ビームライン再編: 基本方針

指摘事項との関連  
発展の方向性1-2~5,7  
オープンデータ・オープン  
アクセス2-3  
BLの改廃と高度化2-4~7

- 将来の光源性能のジャンプも見据えながら、ビームライン再編を実施
- 既存の利用ニーズとともに、将来の潜在ニーズも汲み取る
- NanoTerasuの稼働を念頭に、高エネルギー領域をより重点的に
- ポートフォリオを設定し、部分最適ではなく総体として最適な解を探す
  - “Measurement” (production BLs), “Experiment”, “R&D” の3つのカテゴリー
  - 共用・理研・専用BLの枠を超えた議論
- BL再編・DXによる自動化により、パイ(=実効ビームタイム)を増やし、多様なニーズに応える

# Beamline portfolio

Public **RIKEN** Contract

		Measurement ("Production BLs")	Experiment				R&D
Diffraction & Scattering	PXD	<u>02B2</u> <b>44B2</b>					
	XRD	02B1	<u>13XU</u> <b>15XU</b>			<b>19LXU</b>	
	PDF	<u>04B2</u>				<b>05XU</b>	
	SAXS	19B2 40B2	03XU	<u>40XU</u>			
	HP	<b>38B1</b>	04B1		10XU		
Spectroscopy	XAFS	<u>14B2</u> 01B1 <b>32B2</b>		37XU	<u>39XU</u> <b>36XU</b>		
	HAXPES	<u>46XU</u> <u>09XU</u>					
	IXS/NRS				<u>35XU</u>	<b>43LXU</b>	
	Compton		08W				
	IR		43IR				
Imaging		<u>28B2</u> <u>20B2</u>	47XU	20XU		<b>29XU</b>	
MX		<u>45XU</u> <b>26B1</b> <b>26B2</b>	44XU	<b>32XU</b>	41XU		
Soft X-ray			25SU	27SU	<b>17SU</b>	<b>07LSU</b>	
Contract BLs		16B2 08W	12B2 24XU	16XU	28XU 11XU	12XU 14B1	33XU 23SU 22XU 33LEP 31LEP

# 直近の大型改修のまとめ

指摘事項との関連  
 発展の方向性1-2~5,7  
 オープンデータ・オープンアクセス2-3  
 BLの改廃と高度化2-4~7

現在

BL	改修 キーワード	20A前半					20A後半					21A					21B					22A					22B					(23A)					(23B)					(24A)				
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
35XU	NRS移設	共用：IXS					大規模改修					共用：IXS,NRS																																		
20B2	DMM導入	共用：Imaging					大規模改修					DMM					UHV-DCM導入																													
09XU	HAXPES専用化	共用：HAXPES,NRS					大規模改修					共用：HAXPES										アクセスモード対応																								
13XU	回折散乱集約	共用：表面・界面構造解析										大規模改修					共用：X線回折・散乱																													
46XU	HAXPES専用化	共用：HAXPES,回折															共用：HAXPES					大規模改修																								
39XU	発光ES整備	共用：磁性材料																									大規模改修																			
40XU	SAXS専用	共用：高フラックス																														大規模改修														
07LSU	光学開発	東大																				理研																								
05XU	DMM導入	理研					DMM40keV					DMM100keV					N2DMM100keV					Microbeam										機器移設														
15XU	DMM導入	NIMS										理研															大規模改修					ID・ハッチ更新					DMM									

- SPring-8シンポジウム、ワークショップ、研究会等で利用者と議論をしながら方針策定
- 改修、立ち上げとともに順調に実施中
- 運用状況を注視しながら、次の計画を策定

# 自動X線CT装置@BL28B2

指摘事項との関連  
BLの改廃と高度化2-4~7  
産学官共用による利用促進3-5

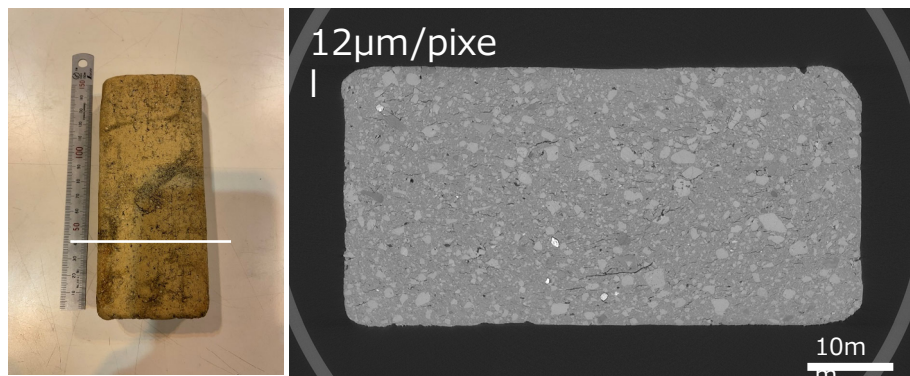
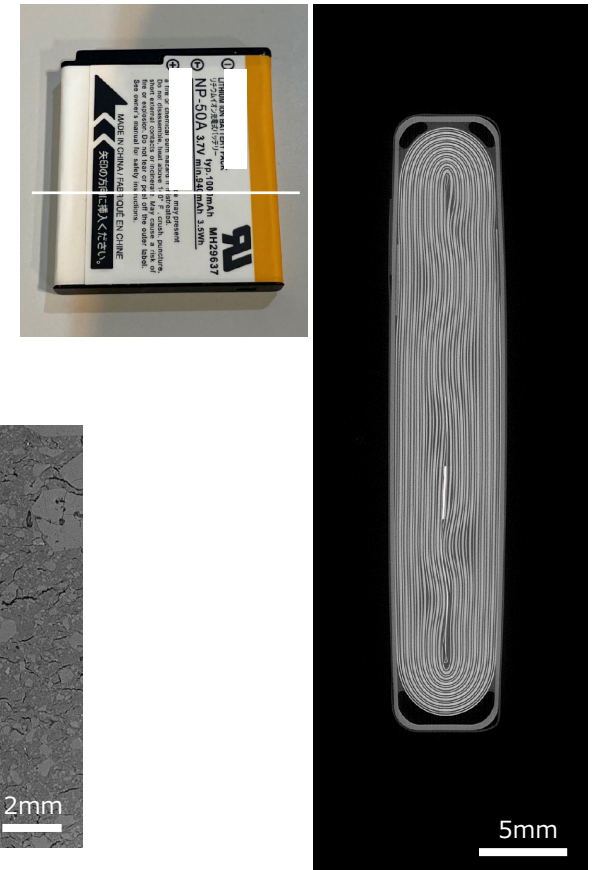
## プロダクションCTの特徴

- 放射光CTは、ラボベース装置では困難な高精細・高コントラストのCT画像の提供が可能。
- 一方で、放射光CTは、ラボCTと比べて敷居がかなり高い
- 放射光自動CT装置を開発。ユーザーは、専用ホルダーに試料を入れて送付し、オンラインで結果を受け取る  
→ラボ感覚の利用体験
- 利用料金：1時間あたり約9万円 (画像再構成処理および簡単なノイズ除去処理を含む)  
※一般課題でも利用可能

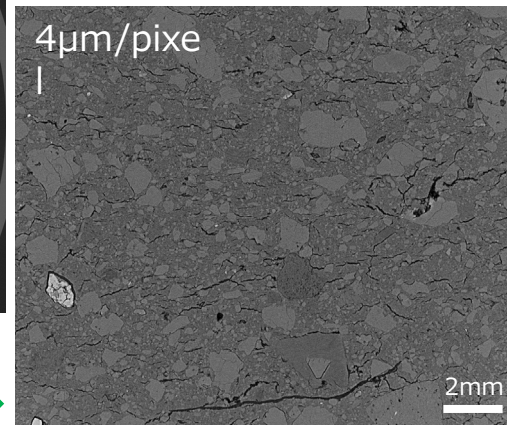
## 予想される利用例・測定対象

- 電子デバイス等接合部(疲労試験との組み合わせ)
- 電池関係(in-situ以外)
- 化石
- 木材・セメント・コンクリート関係
- (鉄鋼材)溶接内部の割れの可視化 など

測定事例2 リチウムイオン電池

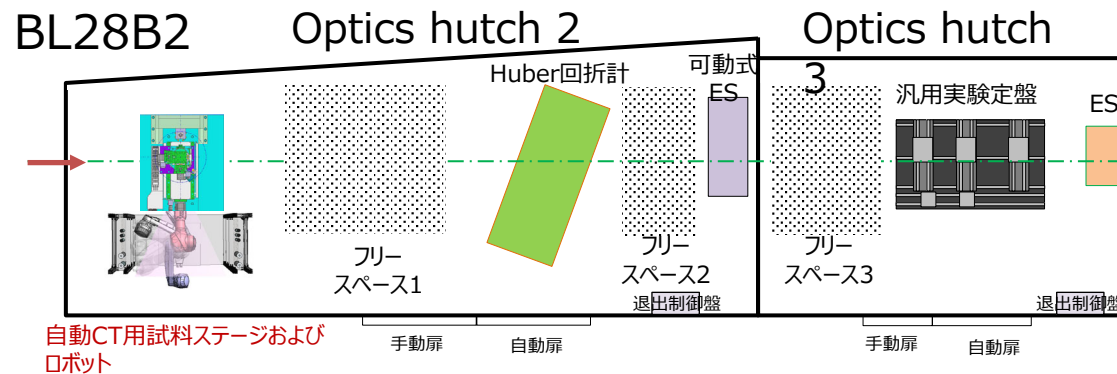
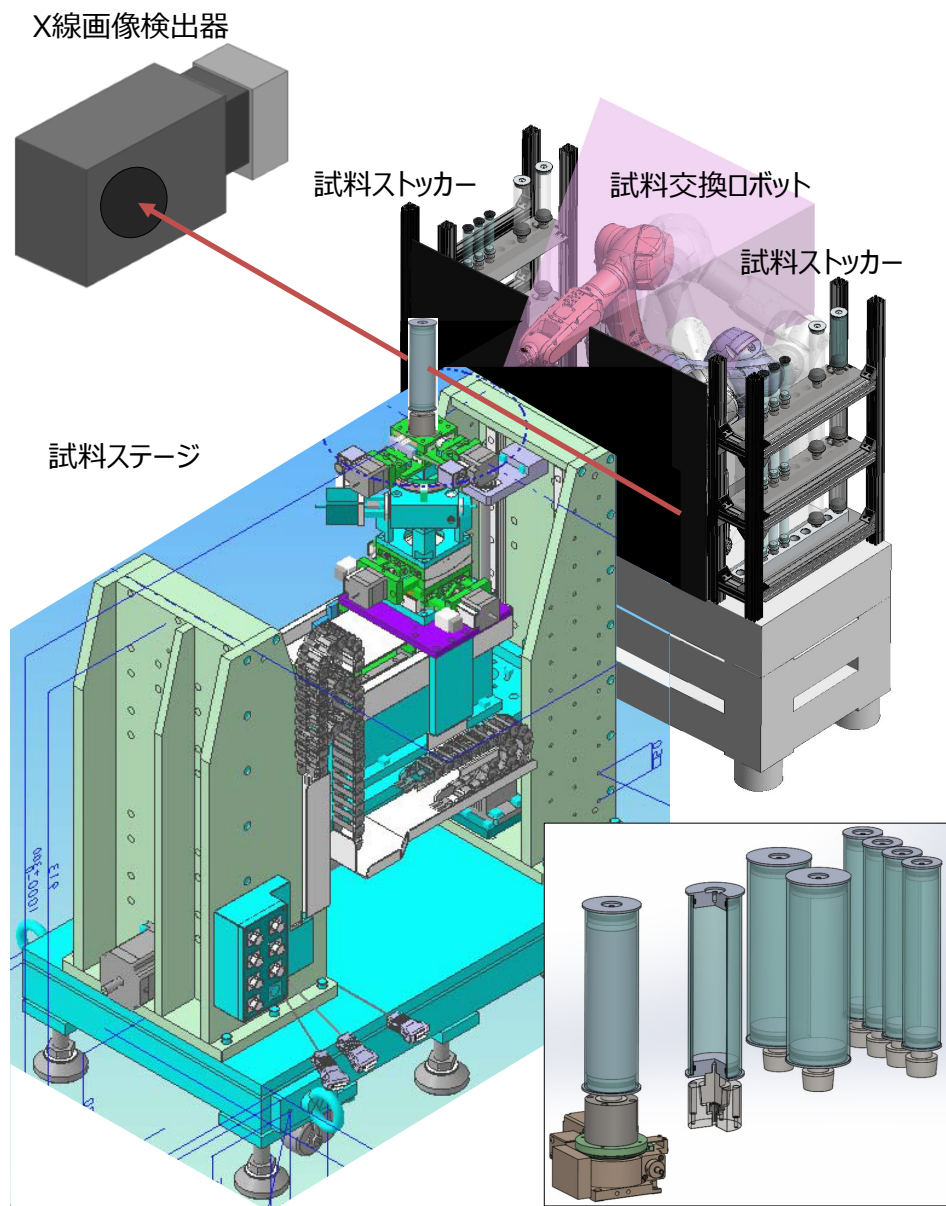


測定事例1  
ブロック状試料の広視野計測と高分解能計測



# (参考資料) 自動X線CT装置@BL28B2

## 装置の概要



## 装置性能 (暫定スペック)

### 広視野計測

- 投影像視野サイズ: 50mm(H)×1.5mm(V)
- 画素サイズ: 12 $\mu$ m/pixel
- 1CTあたりの測定時間: 6min +  $\alpha$   
(1時間あたり測定可能なボリューム $\Phi$ 50mm×12mm)

### 高分解能計測

- 投影像視野サイズ: 16mm(H)×1.5mm(V)
- 画素サイズ: 4 $\mu$ m/pixel
- 1CTあたりの測定時間: 6min +  $\alpha$   
(1時間あたり測定可能なボリューム $\Phi$ 16mm×12mm)

BL28B2における高エネルギーX線CTの測定代行の開始について (プレスリリース)

公開日  
2022年11月28日

いいね! 0

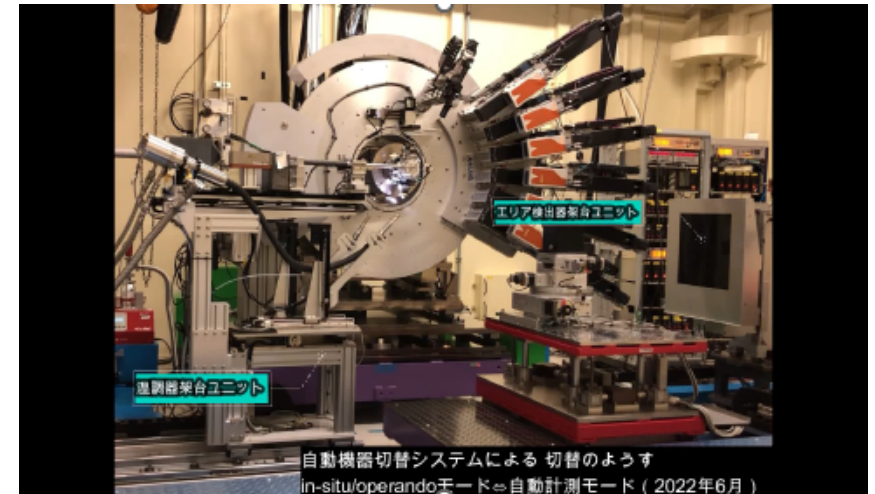
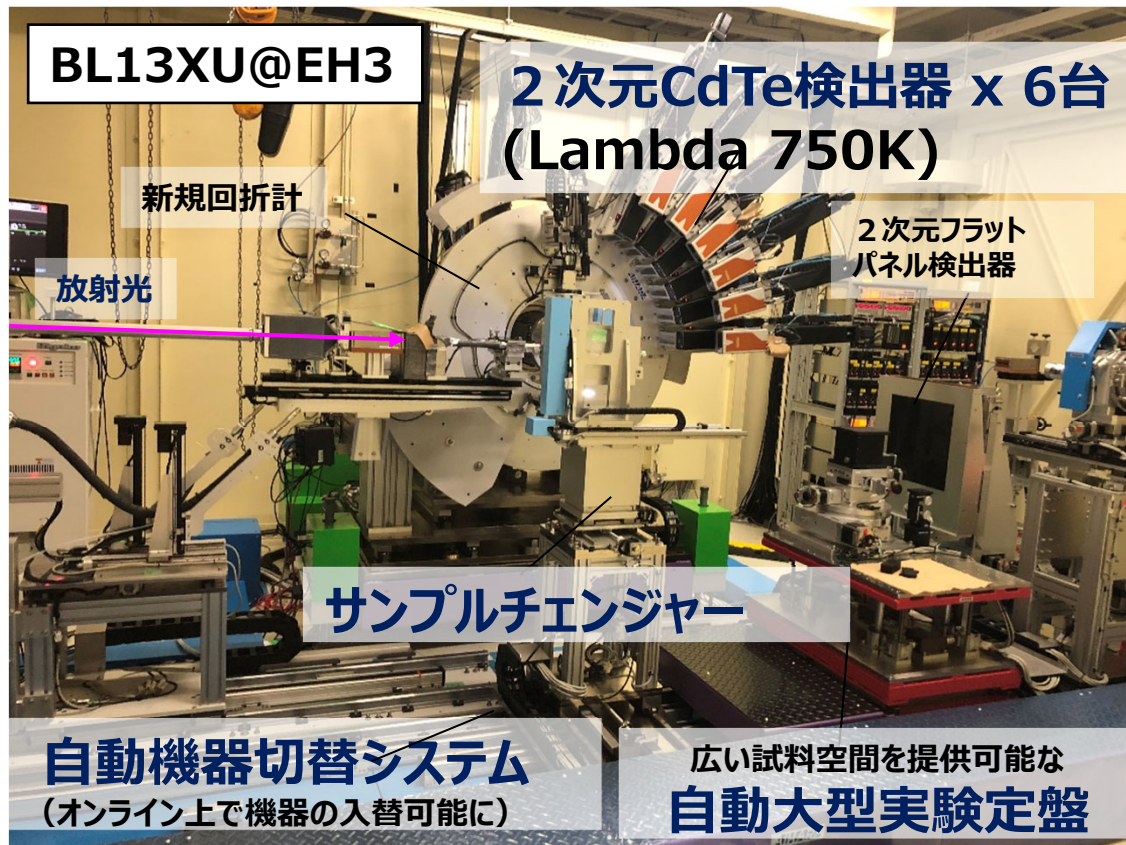
ツイート

BL28B2 (白色X線回折)

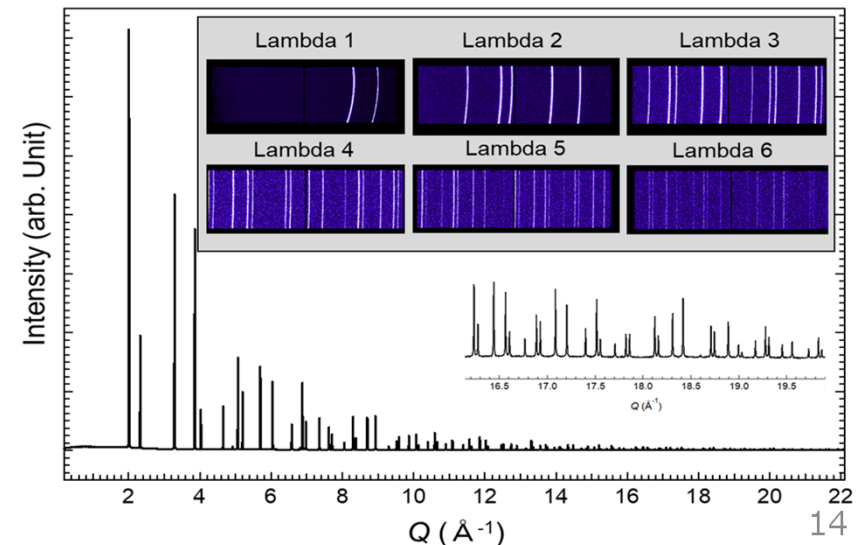
専用試料ホルダー

# 高分解能粉末回折装置@BL13XU

指摘事項との関連  
BLの改廃と高度化2-4~7



## Lambda多連装検出器で撮像した 標準試料の粉末回折データ



- 自動化 (計測～試料準備まで実験全体)
- 結晶性材料を対象とした原子配列/局所構造のハイスループット ex-situ構造解析
- ミリ秒オーダーの計測・広い試料環境の利用による *in-situ* /オペランド構造解析 (16-72keV)

# 4. データセンターの整備

指摘事項との関連  
オープンデータ・オープンアクセス2-3

## 目的

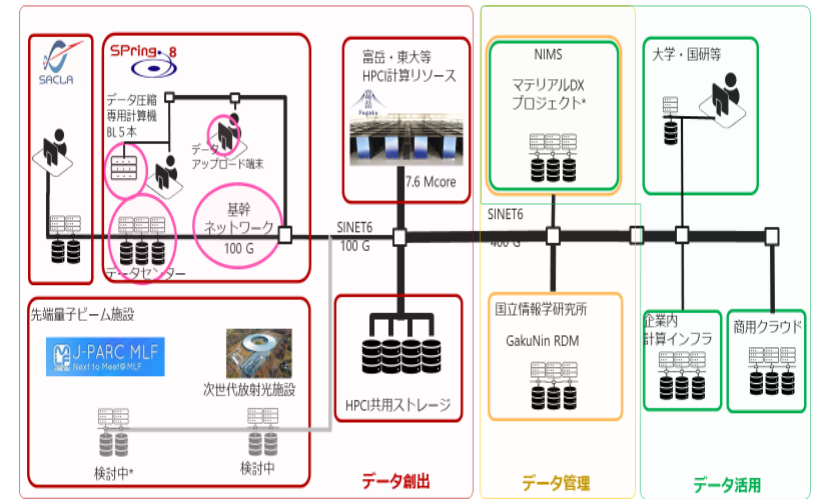
- 「解析律速」を解消し、次世代の解析基盤を形成 (例: >100TB/試料の迅速解析)

## システム

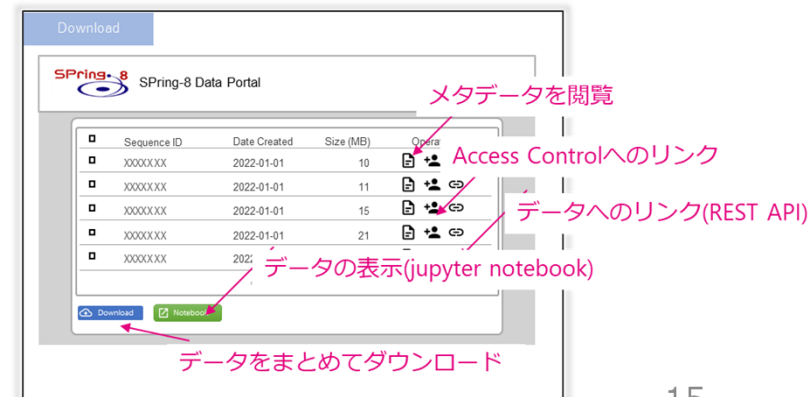
- サイト内基幹ネットワークの100 G化
- エッジコンピューティング (圧縮、迅速解析による実験へのフィードバック)
- オンサイトデータセンター (実験中の解析サポート、データ保存期間: 3年を目標)
- オフサイト計算資源 (富岳、HPCI、パブリッククラウド)

## 連携

- GakuNin RDMによるデータ管理機能
  - 研究室内機器、J-PARC、ナノテラスのデータを統合的に扱う
- 共同研究者間の**データ共有**を促進
  - 情報科学研究者・技術者の参画促進
  - パブリッククラウドからのアクセス (企業ユーザ)
- メタデータの付与
  - 放射光学会 (データ構造化諮問委員会) との連携



利用者向けデータアクセスポータル (開発中)



## スケジュール

- 2021/12-2022/4 データワークショップを3回開催
- 2023年夏に試験運用開始 (ビームライン5本分)
- 本運用時(2024年頃~)に課金を検討中
  - 大データについては従量制課金が必要
  - ユーザー単位の課金の必要性も検討中

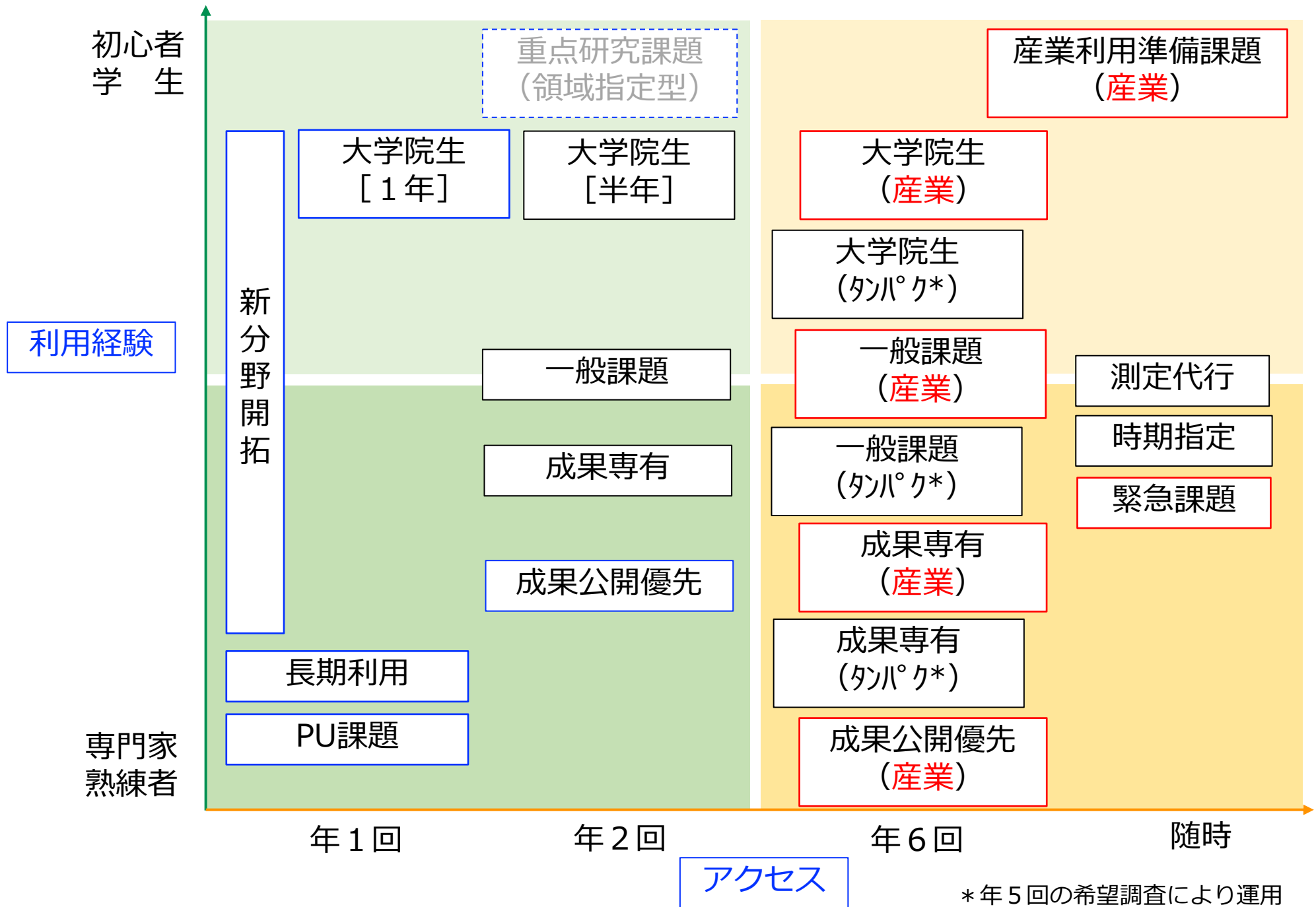
## 5. ユーザーニーズに応える 運用改革: 利用制度改革

指摘事項との関連  
産学官共用による利用促進  
3-1~2  
新たな研究領域の拡大と利用  
者拡大3-8~9

- SPring-8における様々なユーザーニーズ (相反する要素もある)
  - 秘匿性: 実験計画・結果について、内容を明らかにしたくない (実験結果のみならず、課題申請書も秘匿したい)
  - 即時性: 必要なときにすぐ使いたい (年2回の公募では間に合わない)
  - 計画性: 長期にわたってBTの確保をしたい (課題選定では担保されない)
  - 多様性: 複数のBLを組み合わせて使いたい。産学の相乗りをしたい (課題選定ではBL毎に申請の必要)
  - 先端性: ここでしかない装置を使いたい
- SPring-8の大きなキャパシティを活用しながら、利用制度を改変し多様なニーズに対応
  - 短時間の専有利用 (秘匿性、即時性)
  - 年6回公募の拡大 (即時性)
  - 長期優先利用の導入 (計画性)
  - 産業・学術のビームラインの仕切りをなくす (多様性)
  - 基盤開発プログラム (先端性)
- これらを踏まえ利用制度を改正
  - 従来の制度に接ぎ木するのではなく、整理・簡素化を図る
- 従来の一般利用とも共存可能なよう、ビームライン再編により全体のキャパシティをさらに拡大

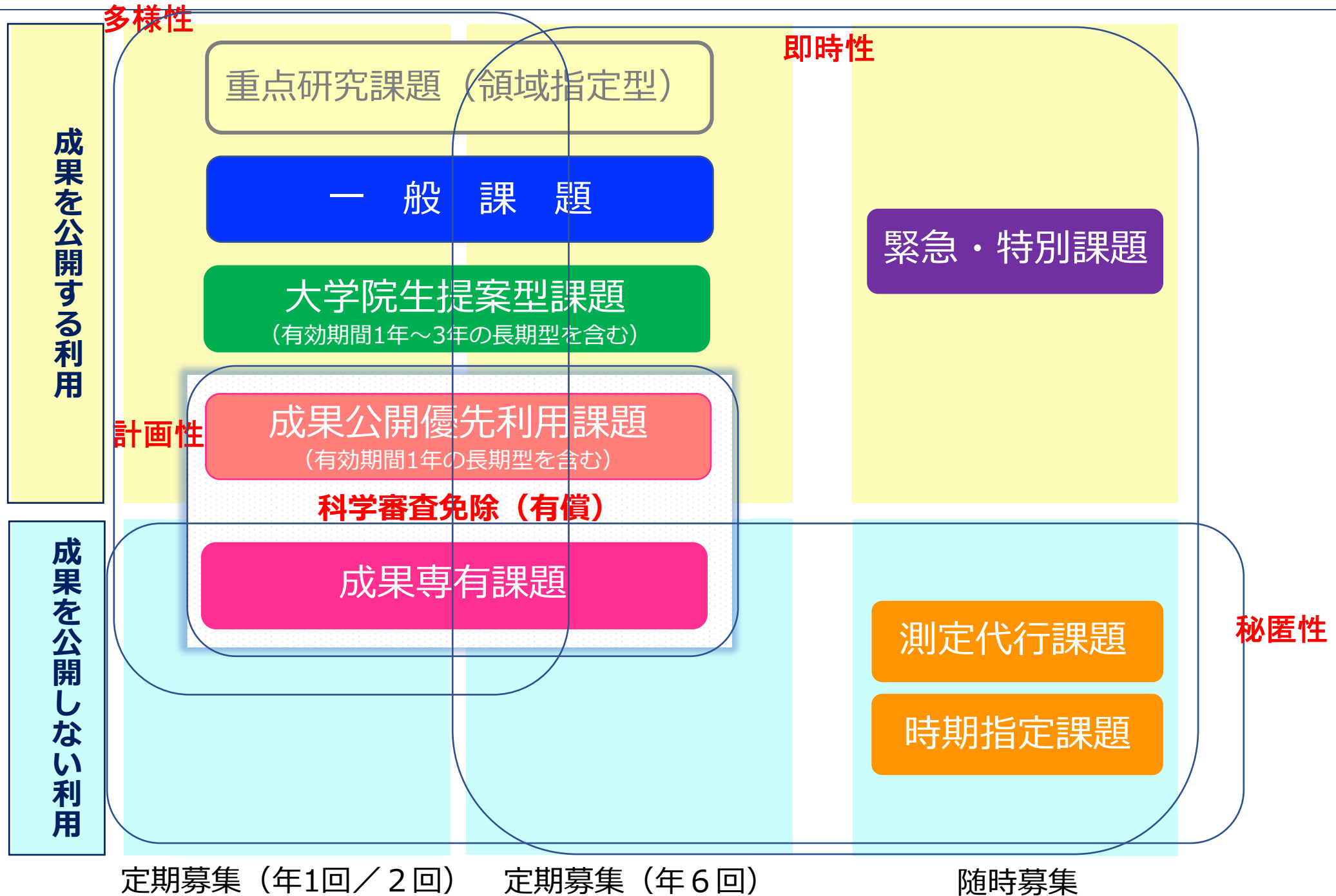


# 利用制度改正前の課題種整理 (2021A期時点)



\* 年 5 回の希望調査により運用

# 利用制度改正による課題種整理イメージ（2023A期～）



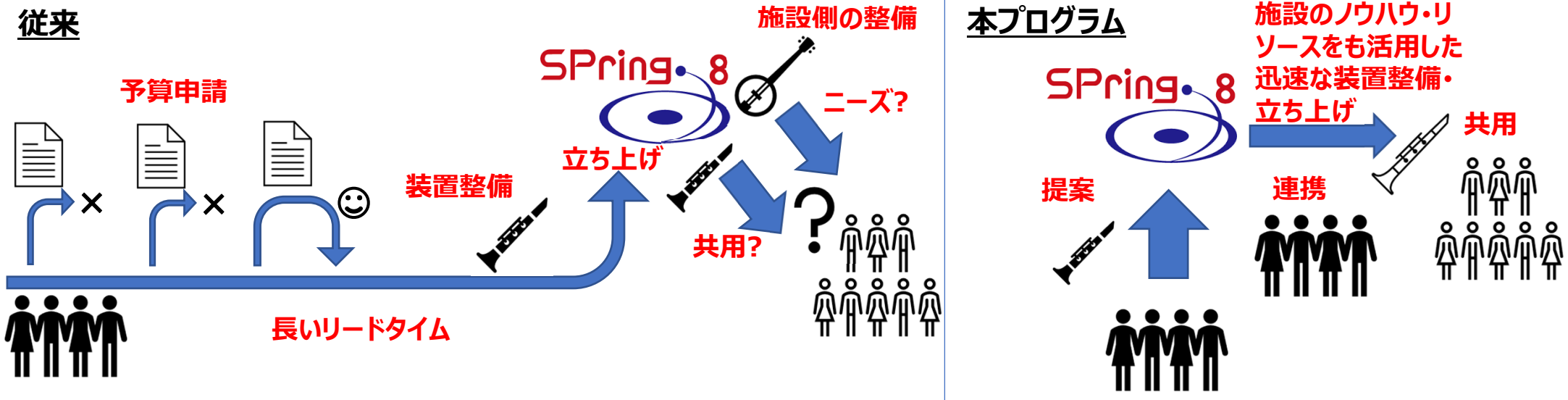
# SACLA/SPring-8基盤開発プログラム： 自律的な先端開発を促進

指摘事項との関連  
発展の方向性1-2~5  
BLの改廃と高度化2-4~7

## 先端性

- SACLA基盤開発プログラム (FY2018~): ユーザーニーズを取り込みながら迅速に実験装置の高度化を実施
- 公募により利用者から新装置の提案を募る。採択された課題に対し、施設が予算計画を策定し、施設と提案グループが緊密に連携しながら開発を実施 (提案グループへの直接の予算配分はなし)
- 装置のコミッショニングは共同で実施。立ち上げ後には広く共用に供する
- 利用者のアイデアをダイレクトに施設に伝えて頂くチャンネル
- 2022年度 10件を採択

[http://xfel.riken.jp/topics/sacla\\_basic\\_development\\_2022.html](http://xfel.riken.jp/topics/sacla_basic_development_2022.html)



# 実施中の運用改革

指摘事項との関連

発展の方向性1-2~5

BL有効利用による研究成果最大化2-9

産学官共用による利用促進3-5

## • 専用施設のニーズへの対応

- 「秘匿性」「即時性」「計画性」のニーズには適合しているが、「多様性」「先端性」の維持にはコストがかかる
- ビームライン資産を保有する「ストック型」のみならず、利用料を支払って使う「フロー型」のオプションも選択可能に(理研外部利用制度)

## • 新規ユーザー・ポテンシャルユーザーの「ニーズ」の把握

- 「声なき声」の把握
- ライトユースが主体と想定 (放射光分析の専門家になるつもりはない)
- DXを活かした測定代行/メールインサービスのさらなる充実
- 施設側で分析サービスを一部受け持つ必要がある? → 利用相談から分析サービスまでのパッケージ型のサポートの検討

## • その他ユーザーリクエストへの対応

- 運転スケジュールの修正: 2022A期の利用開始を4/11に (年度明け直後を避けた)
- リモートオンリーユーザーの身分: 「取扱等業務従事者»: 健康診断、個人線量計の持参が不要に。SACLAの海外ユーザーでは広く使われている

## 課題

### • プロダクションビームラインの運用

- DXを含むビームライン高度化により、ユーザーの利便性が大幅に向上し、実験期間も短縮
- オペレーションの密度が高まり、ユーザーサポートを特定の研究者(=ビームライン担当者)が全てこなすという我が国の従来スタイルは困難に
- 「共用ガイドライン」(R4年3月文科省)も参考にしながら、持続的な運用のための検討が求められる
- 仕組み・人材: オペレーションをなるべく定型化した上で、担当研究者以外にも作業分担を可能に → SACLAの例
- 財源: 一定の受益者負担も要検討

[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/163/toushin/mext\\_00004.html](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/163/toushin/mext_00004.html)

### • 幅広いアウトカムの発信

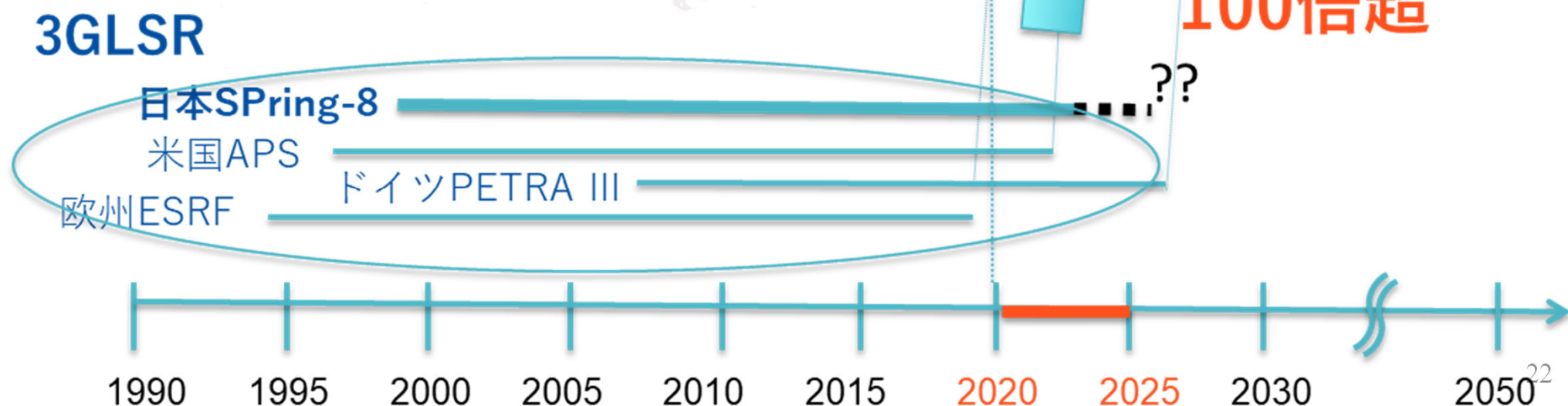
- SPring-8の産業利用のアウトカムは、必ずしも社会に広く認知されていない
- 現制度では、「社会的にインパクトがあるが学術論文にできない」場合は、「成果専有利用」しか選択肢がない → ユーザーはアウトカムを発信するインセンティブを喪失
- 一方、「成果公開利用」を選択した場合は、産業ユーザーは「学術論文」を書くが、必ずしも社内で評価されるわけではないし、社会に大きなインパクトを与えるわけでもない
- 産業ユーザーに、(学術論文以外の) アウトカム発信を促すようなインセンティブ設計が必要
  - 例: 成果専有利用の中で、「アウトカム発信型」というサブカテゴリーを設け、利用料金を減免する

## 6. 国際情勢:

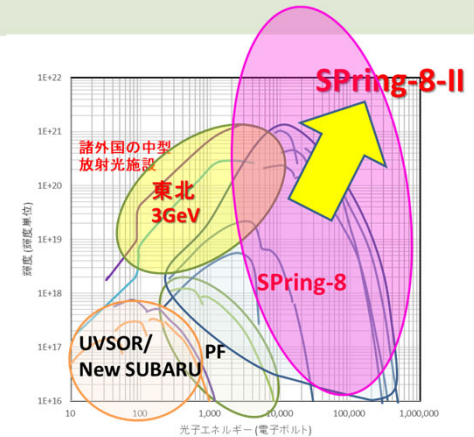
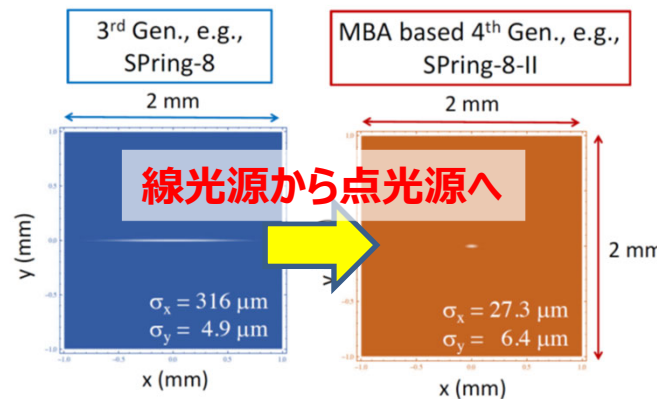
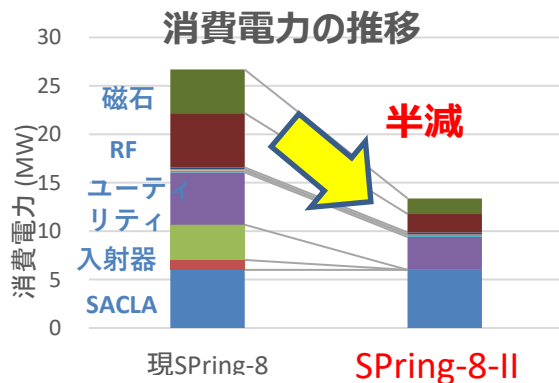
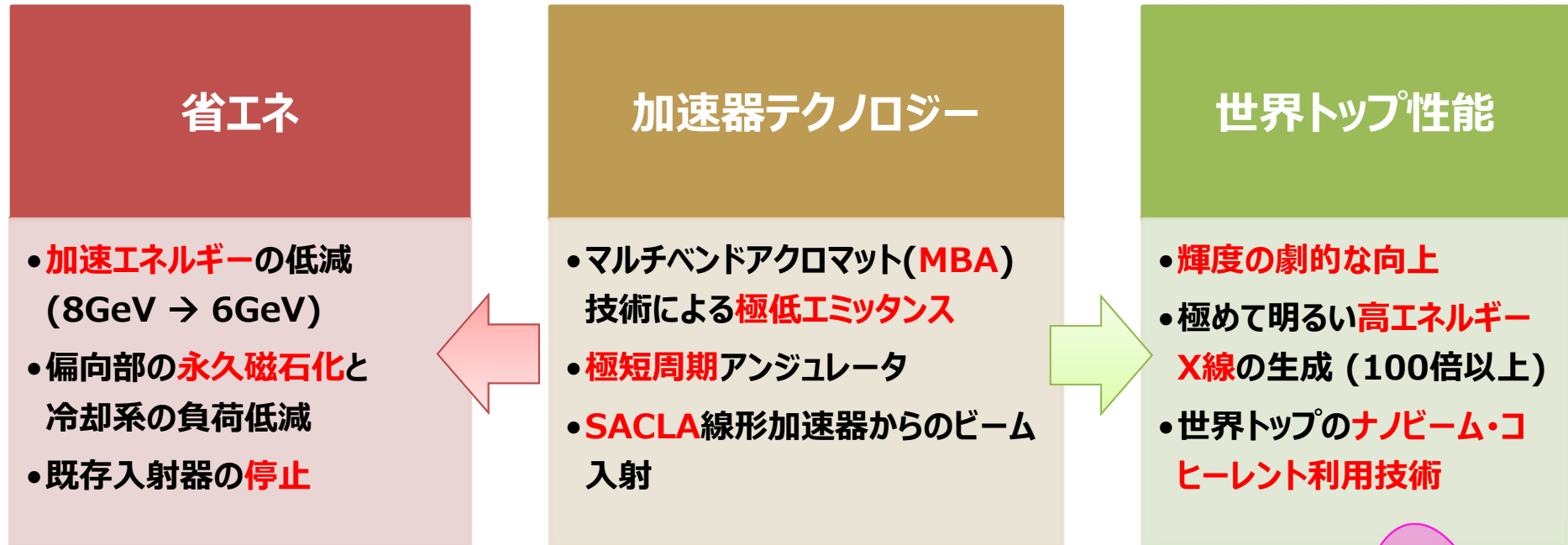
# 第3世代(3G)から第4世代(4G)へ進化する大型放射光施設

## イノベーション・国際競争力の新たな源泉に

2020年代には欧州、米国、ドイツの4GLSRへのアップグレードに加え、中国、韓国でも4GLSRが新設される。各国でイノベーションを長期にわたって支える体制が確立



# SPring-8-II計画: エネルギー消費を大幅に削減しながら グリーン国際競争力の強化に貢献



現状より100倍以上明るい、世界トップ性能を、大幅な省エネと両立させ、低コストで実現

# おわりに

- 海外の大型放射光施設は第4世代がスタンダードに
- SPring-8は、国際競争力の喪失に大きな懸念
- 老朽化も進行し、保守費が高騰。光熱水費の削減にも限界
- SPring-8-IIアップグレードに向けた議論を是非お願いしたい