

SPring-8ビームラインの 整備・運用について

1. これまでのあゆみ
2. 課題
3. まとめと提言

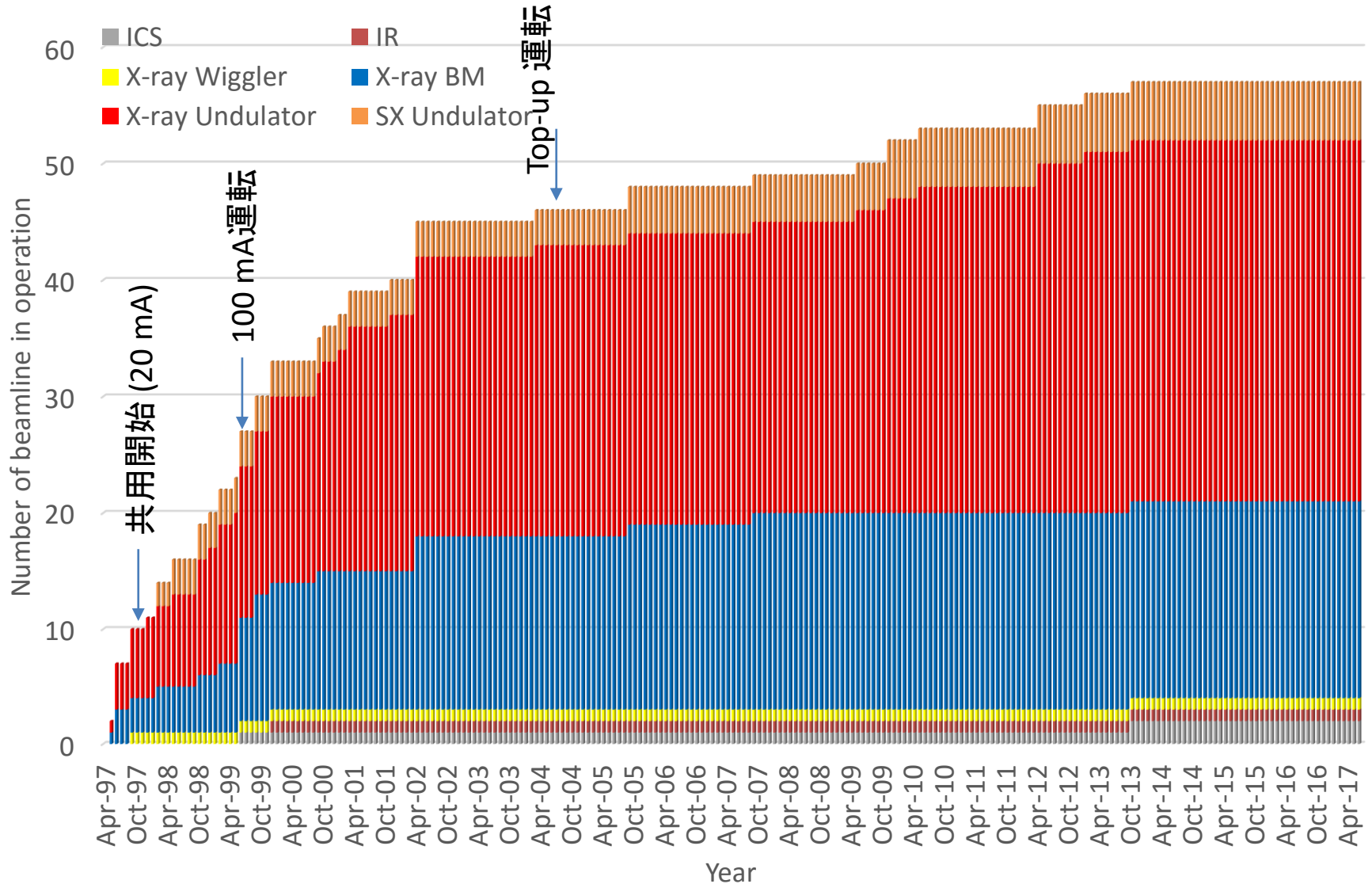
理化学研究所 放射光科学総合研究センター
矢橋 牧名

平成29年8月30日

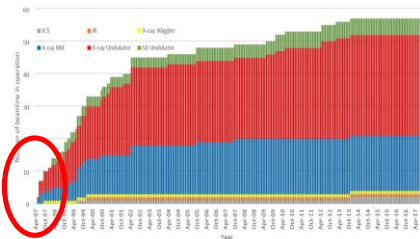
BL整備のこれまでのあゆみ

- SPring-8建設期から共用開始まで (-1997年)
- 共用開始後の拡充期 (1997-2002年)
- 2003年以降
- 専用ビームライン

ビームライン数の推移

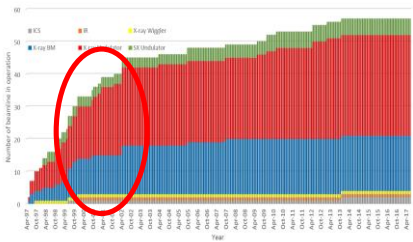


SPring-8建設期から 共用開始まで



- 1993年、共用BL計画趣意書の募集を開始。95年、「ビームライン検討委員会」(委員長: 菅滋正 阪大教授) によって審査が行なわれ、23件の計画提案書から、第I期の共用BL10本が選定された。
- 主に汎用的な用途 (2本の軟X線を含む)。
 - BL01B1 XAFS 硬X線; BM; 化学
 - BL02B1 結晶構造解析 硬X線; BM; マテリアル
 - BL04B1 高温構造物性 (高温高圧) 硬X線; BM; 高圧
 - BL08W 高エネルギー非弾性散乱 硬X線; Wgl; 磁性・物理
 - BL09XU 核共鳴散乱 硬X線; Und; 物理
 - BL10XU 高圧構造物性 硬X線; Und; 高圧
 - BL25SU 軟X線固体分光 軟X線; Und; 物性
 - BL27SU 軟X線光化学 軟X線; Und; 化学
 - BL39XU 生体分析 (磁性材料) 硬X線; Und; 分析・磁性
 - BL41XU 生体高分子結晶構造解析(構造生物学I) 硬X線; Und; 構造生物
- 1994年当初は、99年までにこれらを順次整備する計画であったが、95年の補正予算で時期が早まり、97年の共用開始時に全てが整備されることになった
- 従来は、ビームライン基幹部は個々のBLごとにばらばらに設計・製作されていたが、「規格化・標準化」方針が打ち立てられ、迅速な整備と効率的な維持管理が可能となった

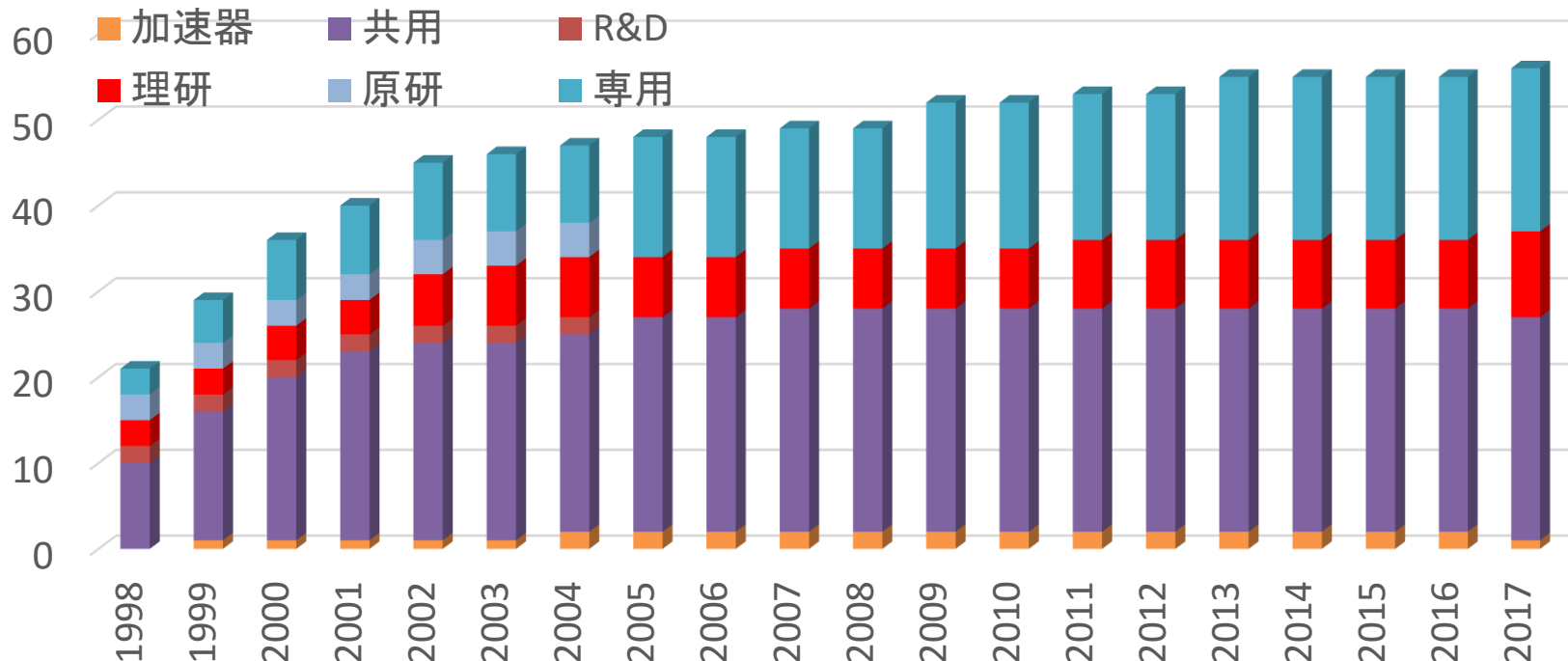
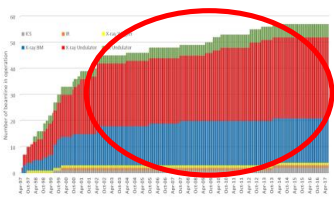
共用開始後の拡充期 (1997-2002年)



- 1996年から、第II期の共用BLの審査が「ビームライン検討委員会」(委員長: 下村理 KEK教授) によって行なわれ、2000年頃までに、下記のBLの共用が開始された

– BL02B2	粉末構造解析	硬X線; BM; マテリアル
– BL04B2	高エネルギー散乱	硬X線; BM; マテリアル
– BL13XU	表面回折	硬X線; Und; マテリアル
– BL20XU	中尺イメージング	硬X線; Und; イメージング
– BL20B2	中尺イメージング	硬X線; BM; イメージング
– BL28B2	白色トポグラフ	硬X線; BM; マテリアル
– BL35XU	高分解能分光	硬X線; Und; 物性
– BL40XU	ハイフラックス	硬X線; Und; バイオ
– BL40B2	構造生物学II	硬X線; BM; 構造生物
– BL43IR	赤外	赤外; BM; 分析
- 中尺イメージングBL (20XU) や、当時世界最大級のBL35XU等、特徴的なビームラインを含む
- 同時期に、理研ビームラインとして、1kmBL (29XU) や、25m長尺アンジュレータBL (19LXU) が整備され、後のSACLAへつながった
- 建設ラッシュが数年間続いたが、ビームライン基幹部の「規格化・標準化」戦略によって、遅滞なく整備が完了した
- 2002年に稼働ビームライン数は45本に達し、現SPring-8の骨格が完成

2003年以降



- 共用BLの新設は、2004年のBL14B2 (産業利用) が最後。10年以上にわたって26本のまま
- 一方で、専用BLは漸増
- 2005年には、原研が法人改革に伴いSPring-8の運営から撤退。原研BL4本も専用BLの扱いとなった
- スクラップ&ビルドは少数にとどまった
 - 2011年に、創薬コンソがBL32B2の運営から撤退。2017年から、理研ビームラインとして運用
 - 2017年に、加速器診断BL (05SS) が理研BL (05XU) と再定義された

専用ビームライン

- 当初の定義「原研及び理研以外によって設置され、設置者が利用するビームライン」
- 当初は、全BL62本のうち、共用BL約30本、理研・原研BL数本、残りの20本強が専用BLと想定された
- JASRIの「専用施設審査委員会」で新設、継続等の検討がなされる
- 設置者が外部の利用を公募しているケースも多い
- 設置主体別：
 - 国内の大学・研究機関・民間法人
 - 東大、阪大、兵庫県、NIMS、トヨタ
 - JAEA、QST（旧原研BL）
 - コンソーシアム
 - サンビーム、ソフトマター、（創薬コンソは撤退）
 - 外部資金プロジェクト
 - NEDO（京大、電通大を通して）
 - 海外機関
 - 台湾NSRRC

(施設者からみた) 課題

- 専用BLのあり方
- BLの運用
- 施設全体としてのBL戦略、スクラップ&ビルド

専用BLのあり方

当初

- 個別の機関でビームラインを設置し、専有利用するメリットが大きいと考えられていた
 - メリット： 共用BLにないユニークな装置、利用機会の確保

現状

- 最近の技術の進歩は極めて急速
- また、個別機関のリソースは限られている（そもそも日本全体で限られている）
- したがって、オペレーション・メンテナンスをしながら、競争力を維持するための不断の高度化を実施することは容易ではない。すぐに陳腐化する
- 専用BLの装置の大部分は共用BLにもあり、特モノは少ない
- 利用機会の確保が主目的になっているように思われるが、必ずしもそれに見合う成果が得られていない

コメント

- 当初想定より、デメリットが増えてきている
- 極論をいうと、利用機会さえ確保できる仕組みがあれば、「汎用的」な専用BLは不要？ さらに、現状専有されているリソースを有効活用できれば、共用BLの競争率も緩和可能？ 最先端装置を皆で使うことは、既存の専用BLユーザー、共用BLユーザー、さらには新規ユーザーを含む幅広い層に恩恵があるのではないか？

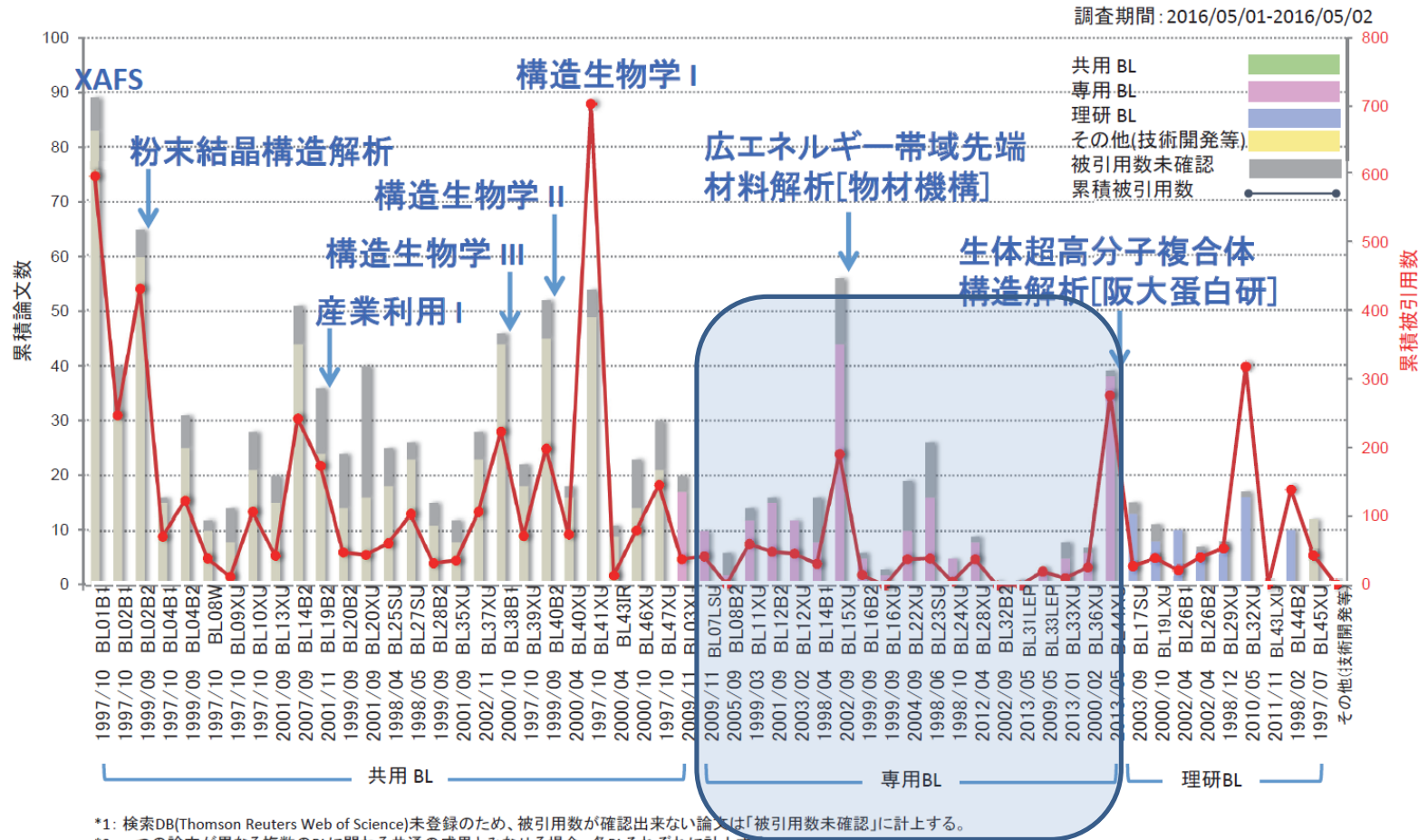
補足

- 最近の国の有識者会議等で、研究資源の有効活用に関し、「競争的資金を利用して、研究室単位で個別購入・管理がなされている設備・機器を、より大きな単位で共用化する」ことの重要性が指摘されている。専用ビームラインの問題もこれに類似しているが、「設備・機器」の規模はずっと大きい

成果の比較

論文など成果の公開件数と論文被引用数

SPring-8のBL別年間総論文数と総被引用数の比較(2014年の発表論文)



*1: 検索DB(Thomson Reuters Web of Science)未登録のため、被引用数が確認出来ない論文は「被引用数未確認」に計上する。

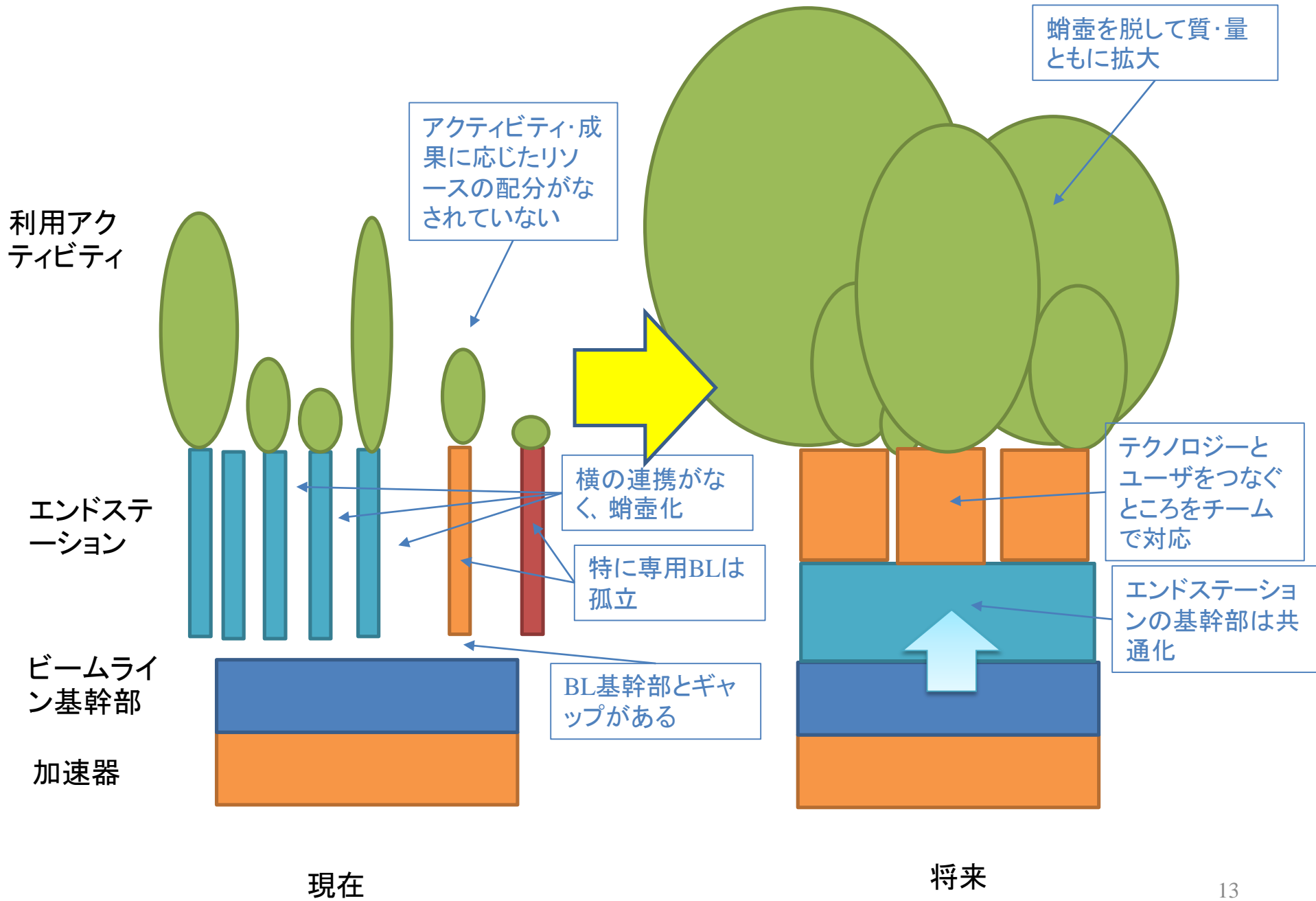
*2: 一つの論文が異なる複数のBLに関わる共通の成果とみなせる場合、各BLそれぞれに計上する。

BLの運用

- 個々のビームライン担当者は大変な努力をしている
- 但し、ノウハウの共有が弱く、同じような苦労を皆がしている (蛸壺方式)
- 20年前はともかく、今や蛸壺方式では競争力を保てない
- 実際に、装置の新陳代謝が、海外と比べて遅くなってきている
- さらに今後、検出器・DAQの重みが指数関数的に増し、オートメーションも必須。このままでは競争力の喪失が顕著に
- BL基幹系で成功した「規格化・標準化」の取り組みを参考に、新たなスキームの検討が必要

SACLAの場合

- 検出器・DAQや、実験装置の開発を手がけるチームを、ビームラインサイエンティストのチームと別に設置
- この上で、実験装置については、供用開始前に豪華な専用装置を作ることはせず、軽めの装置を段階的にアップグレードしていくという方針とした
- 結果として、新しいアイデアをどんどん取り入れながら、ユニークで利便性に優れた装置をタイムリーに投入できている。国内のみならず、海外ユーザーからも非常に評価が高く、先行するLCLSと互角の戦いをしている。
- 対照的に、European XFELは、ほぼ10年前の設計で重厚なエンドステーションをつくった。今後を注視



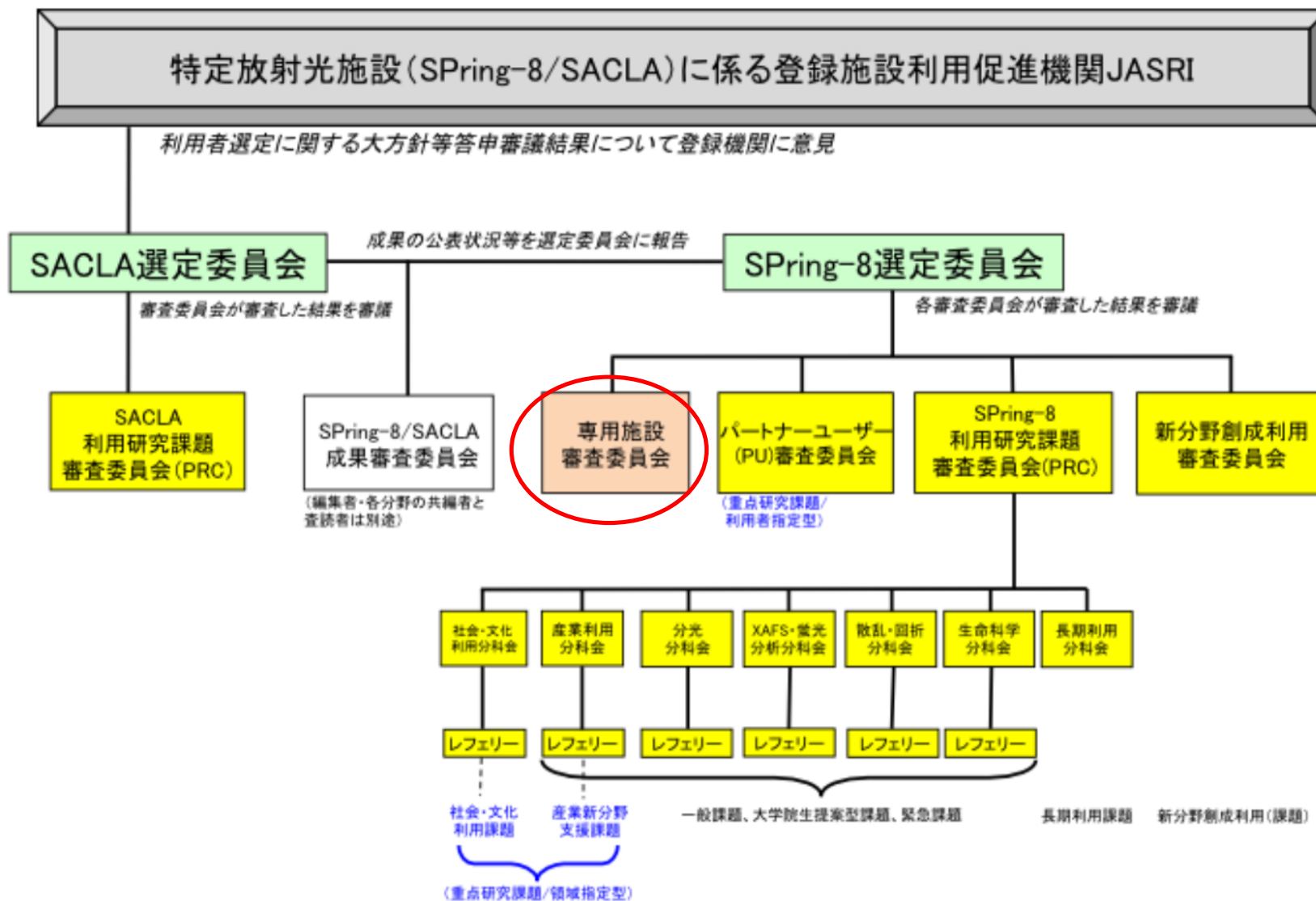
施設全体としてのBL戦略とスクラップ&ビルド

- これまで、BLのスクラップ&ビルドが殆ど行なわれてこなかった
- 一方で、類似の装置が共用・専用BLにまたがって多数設置されているケースが多い



- リソースを戦略的に活用しながら競争力を保持・強化するためには、共用・専用・理研BLをまたいだポートフォリオ (例: 汎用・ハイスループット型、最先端利用型、革新型) を作成し、この実現に向けスクラップ&ビルドを実施していく必要がある
- しかしながら、共用・専用・理研BLを一元的かつクリティカルに評価する機能が、現状では極めて弱い
 - 「専用施設審査委員会」が登録機関におかれているが、登録機関のミッションである「利用者選定」「利用者支援」の枠組みではカバーできない部分が多い

JASRI利用者選定業務の体制



ESRFの場合

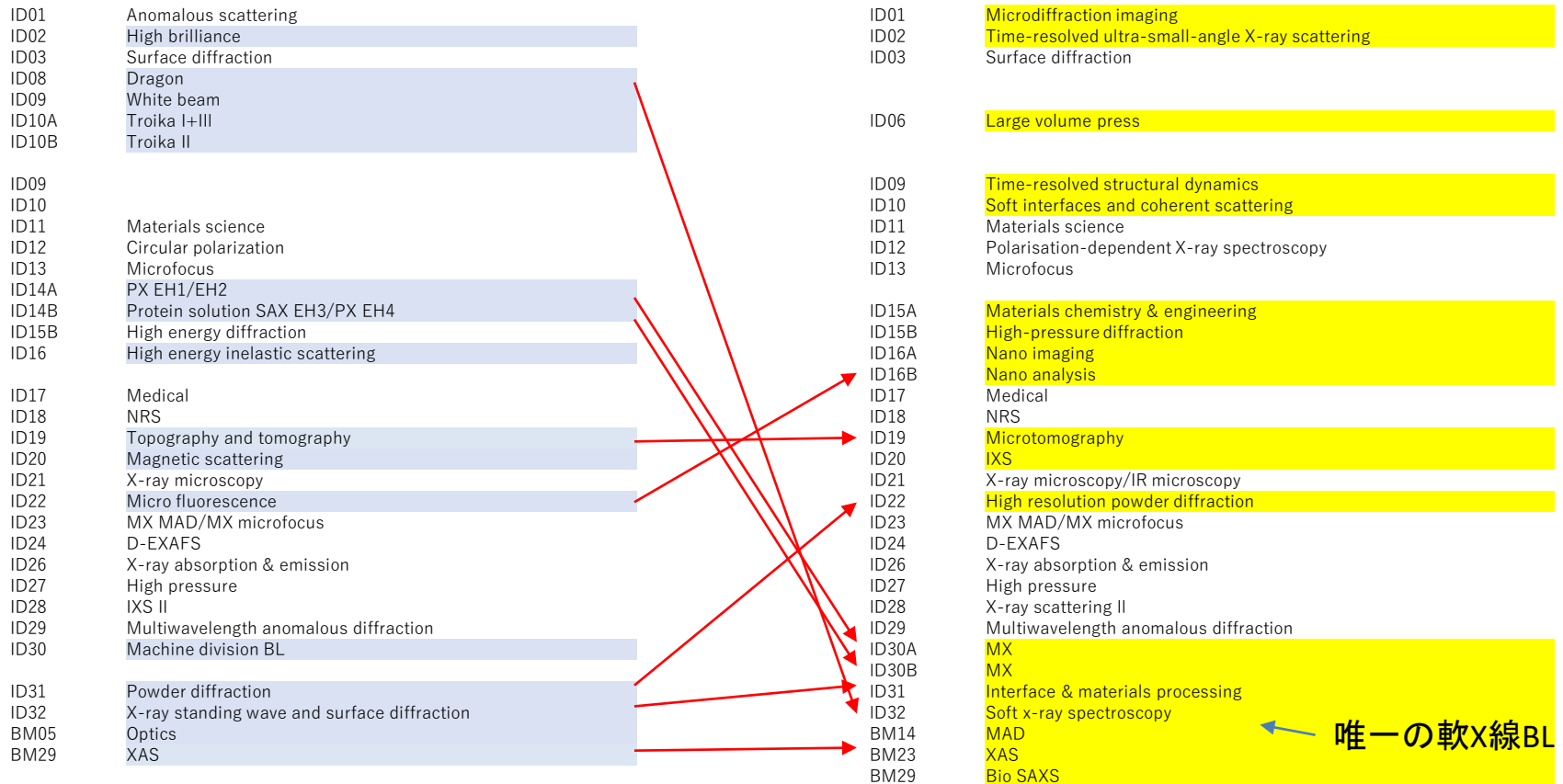
- ビームラインの個別レビューと、Science Advisory Committee (SAC) による一元的な施設レビューのもと、ビームラインのポートフォリオを定め、2009年より大胆なスクラップ&ビルドを実施
- 同時に、かつて蝸壺方式だった技術部隊を再編し、共通技術チームが、ビームライン基幹部からエンドステーションまでの共通装置の面倒をみるようになった
- リングのアップグレード (2020年) を見越して、次世代ビームラインを選定

2009年

スクラップ 16本

2017年

ビルド 19本 (全32本中)



今後の方向性

- 世界と戦いながら我が国の競争力強化に資するためには、お家芸であるX線オプティクスに加えて、SACLAで培った検出器・制御・DAQの技術を「共通技術」としてエンドステーションに展開することが必須
- 施設全体にまたがったBLの再編 (ポートフォリオ、スクラップ&ビルド) が必要
- この際に、次世代BLを新たに検討・設置し、BL再編の基点とすることが極めて有益と考えられる
- BL再編にあたっては、SPring-8内のみならず、日本全体を考えた議論が必要
 - 特に3GeV光源には、軟X線領域と汎用・ハイスループットに期待
- 同時に、施設として徹底した効率化を図る必要がある。特に、90年代の設計に基づく加速器システムをアップグレードすることにより、電気代は約半分近くまで圧縮可能と試算。これにより、他の追従を許さない世界一の研究基盤も実現。従来より懸念されてきたブラックアウト問題も、3GeV光源の活用により相当緩和される

3GeV光源への提言

- 「つくる」ところは、日本の力を結集することで、優れた施設が間違いなくできる
- 利用開始後、陳腐化・蛸壺化を防ぎながら競争力を維持・強化し続けるところは課題がある
- 問題点の抽出はほぼできているので、これに対応した仕組みをつくっていくことが求められる