

## (1) 放射光科学の将来計画

### ① 将来計画の概要

日本における放射光科学をさらに発展させるためには、リング型光源と線形型光源の2つが必要である。大型のリング型光源については、現在、KEK・PFとSPring-8の2つが相補的に稼働し、数多くの成果を創出している。今後も物質科学の更なる発展を支え、世界的な競争に打ち勝つためには、それぞれの光源の高度化が必要不可欠である。1) KEK・PFについては、Super-KEKB計画と連携を取り、高エネルギー物理実験との共用リングとして軟X線を含む超高輝度X線を供する光源を検討する。この光源が実現する場合は、現在のARリングを廃止する(KEK-X計画)。2) SPring-8については、これを改造して回折限界エミッタンスを持つ輝度1万倍のX線用蓄積リング型放射光源を実現する。併せて、可能な限りの省エネルギー設計を実施し、CO<sub>2</sub>排出量削減、運転経費削減を目指す(SPring-8II計画)。なお、2019年以後のKEK-ERL(エネルギー回収ライナック)の実現に向けたR&Dを引き続き行う。線形型光源に関しては、まもなく完成予定(2011年完成予定)のXFEL(X線自由電子レーザー)を用いて世界最高のフェムト秒、コヒーレントX線を用いた新しいサイエンスを展開する。今後2年程度を目安に改訂することを想定した、今後20年を視野に入れた放射光将来計画ロードマップ(線表)を図1に示す。なお、予算規模は小さいが、VUVを中心とした

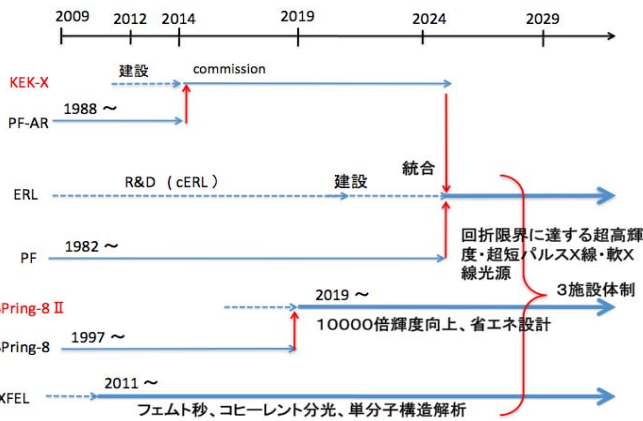


図1 今後20年にわたる大型施設のロードマップ

### ②科学的な意義

放射光は、広範な科学技術分野に利用されており、今後も国が進める新成長戦略分野であるグリーンイノベーションやライフイノベーションなどに果たす放射光の役割は大きい。放射光は、回折・散乱法と分光法が利用できるために原子構造(原子の並び)、及び電子構造(電子状態)の静的、動的な振舞いを直接観測できることが大きな特長である。

1) グリーンイノベーション: 環境、エネルギー問題は世界的規模で考えていかなければならないグローバルな問題である。これを支えるのは物質科学であり、超伝導体、触媒、熱変換材料、情報通信電子デバイスなどに関する研究開発、その成果である新物質、新機能性材料の発見・創製なくしては安全・安心な持続性可能は社会の実現はない。これらの研究開発の共通のキーワードは、ナノ領域(局所領域)、不均一、ダイナミクスであり、将来の放射光源はこれらの利用に焦点を合わせている。放射光は、物質の主役である電子の属性全て、すなわち電荷、軌道、スピンと直接相互作用するプローブであり、物質の物性や機能は電子が励起されて発現していることを考えると、電荷、軌道、スピンの励起状態をエネルギー・運動量空間、あるいはそれらの時間発展などのダイナミクスを直接観測することによってグリーンイノベーションを強力に推進することが期待できる。さらにXFELやアップグレードリング型SRからの超高輝度光は、ナノ加工や新物質創製のためのポンプ光としての利用も期待される。

中小型施設の高度化も不可欠である。UVSORでは世界最高輝度の低エネルギー放射光の利用研究を展開しており、HiSORでは人材養成、特化した利用研究に集中して成果を挙げている。さらに、立命館大学、兵庫県、佐賀県、愛知県(建設中)の施設では産業利用に力を入れている。これらの施設が相補的に放射光科学を推進しているところが世界のトップランナーたる日本の強みであり、日本が世界に誇る層の厚さに繋がっている。

2) ライフイノベーション：生命科学は、生命現象の複雑かつ精緻なメカニズムを解明する基礎科学として重要であるとともに、革新的な医薬品や医療技術の開発、食料・環境問題の解決につながるなど、生活の向上および経済の発展に大きく寄与する。その中でも、生物機能の直接の担い手であるタンパク質の立体構造と機能の相関を解明する構造生物学は、生命科学全体の基盤としての役割を果たすと同時に、その研究成果が医薬開発や産業利用につながることから、極めて重要な戦略的研究分野といえる。いうまでもなく放射光施設は構造生物学の基盤的研究ツールであり、今後も生命科学のための最先端研究施設として、その重要性はさらに高まると予想される。特に、従来の結晶試料を対象とした構造生物学に留まらず、次世代 X 線光源の空間コヒーレンスを最大限に有効利用した測定により、非結晶性試料の構造解析（タンパク質の構造揺らぎの解析、タンパク質の離合集散状態や細胞小器官そのものの構造解析など）が実現し、新たな構造生物学分野が切り拓かれるであろう。

### ③所要経費

- 1) KEK-X 計画 建設経費：80 億円（運転経費：15 億円／年）
- 2) SPring-8II 計画 建設経費：400 億円以内（運転経費：60 億円／年）

### ④年次計画

- 1) KEK-X 計画 2012～2014 年：建設、2014～：運転・実験
- 2) SPring-8II 計画 2017～2019：改造、2019～：運転・実験

### ⑤実施機関

理化学研究所、高輝度光科学研究センター、KEK

### ⑥学術コミュニティの合意状況等

ERL 計画と SPring-8 II 計画に関しては、日本放射光学会を中心に議論を重ね、将来計画の重要性が認識されている。ERL 計画に関しては、日本放射光学会の特別委員会において次期リング型光源とすることが確認されている。また、SPring-8 II 計画に関しては、SPring-8 の次期計画として提案され、コミュニティの合意が得られている。

KEK-X に関しては、高エネルギー物理学分野との議論が開始されており、同時に放射光コミュニティ内での議論が開始されたところである。

一方、世界 3 極（日、米、欧）の一角として XFEL に対する期待が大きい。レーザーコミュニティとの連携も新しく構築されつつあり、全く新しいサイエンスの息吹、期待が強く感じられる。

### ⑦国際協力・国際共同

次世代蓄積リング型放射光源は、ドイツの PETRA-III がこの方向の計画として先頭を走っている。また、米国 SLAC 国立加速器研究所でも PEP-X が検討されている。Super-KEKB との連携を前提として進める KEK-X はこのような国際的な潮流の中に位置づけられ、様々な R&D を分担して行うことによって経費の削減がはかれる可能性が高く、国内外の協調を大切にしていきたい。

SPring-8 II 計画については、米国アルゴンヌ国立研究所、ブルックヘブン国立研究所、ローレンス・バークレー国立研究所、SLAC 国立加速器研究所と連携して共同開発を実施している。また、大幅性能向上と同時に省エネルギー化改造を実施し、CO<sub>2</sub> 排出量削減、運転経費削減を目指す。

ERL 計画は、共振器型 XFEL も含めてリング型放射光としての極限の光源性能をもった放射光施設を開発するものであり、国際的にもさきがけ的な基盤設備となる。既にコーネル大学および APS とは MOU を結んで加速器要素技術開発に関して国際協力体制を構築している。小型実証機コンパクト ERL も平成 24 年度中に運転開始し、PF 後継機としての ERL 実験施設の早期実現を目指す。

XFEL については、SLAC 国立加速器研究所、Euro-XFEL と連携して実施しており、2011 年の供用開始に向けて順調に進んでいる。