

## 序

### ーフォトンファクトリー将来計画についてユーザーとの会話を再開するにあたってー

高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・放射光科学研究施設の 2.5 GeV リングは放射光専用リングとして 1982 年から 23 年間稼働している。また、同じく 6.5 GeV リングは 1986 年から寄生的に、1997 年からは放射光専用として、すでに 20 年近く運転されている。このふたつのリングおよびそれらに設置されたビームライン、実験装置を利用してこれまで多くの実験成果がだされており、今後も多くのユーザーのニーズに応えてゆくことが求められている。しかしながら、今後 20 年～30 年にわたって現在の光源リングをもって時代に応じて進歩してゆく放射光ユーザーのニーズに十分応えることが難しいことは、これまでの加速器科学、放射光科学の歴史を振り返れば明らかである。海外の代表的な第 2 世代光源を持つ英国では Daresbury の SRS に代わるものとして Diamond を建設中であり、米国ブルックヘブン国立研究所の NSLS が NSLS-II という光源を提案している。このように考えると、フォトンファクトリー (Photon Factory, PF) において、どこかの時点で放射光利用研究のもっとも基本となる光源を時代のニーズにあった新たなものとする必要がある時期が迫ってきている。

このレポートは、PF の将来についてユーザーコミュニティの皆さんと足取りを揃えた議論・検討を再開するために、たたき台となるものを PF スタッフが中心になってまとめたものである。これまで、PF では 1997 年頃から 4 GeV クラスのストレージリングの可能性の議論を経て、2002 年度には Energy Recovery Linac (ERL) の可能性を検討した。2003 年度には、新たに着任された小間所長の要請に基づいて VUV/SX 高輝度光源でのユーザーニーズを満たす可能性のあるものとして 2.7GeV クラスのリングの可能性についても検討を始めたが、その途中で VUV/SX リングに取って代わるものを KEK において実現できる可能性が高くないということが判明した時点で、もう一度振り出しに戻って将来計画を検討することとなった。

これを受け、2004 年に入って PF 内部では放射光源研究系の春日俊夫研究主幹、放射光科学第 2 研究系の河田洋研究主幹を中心として検討を行うことにした。もちろん、PF の将来を考えるのは所内スタッフのみで行うべきことではなく、ユーザーと PF スタッフが協力して行うことが不可欠である。実際、2002 年度に行った ERL の検討の際には、当時の運営協議員会の下に「放射光研究施設将来計画検討ワーキンググループ」が形成され、PF スタッフ、KEK 加速器研究施設スタッフ、PF ユーザーが協力して検討作業を行った。しかしながら、それ以降の経緯を振り返ると結果として PF の将来計画の議論はやや迷走気味という批判を受けてもやむを得ない面もあり、方向性を再度整理することなしにいたずらにユーザーの方々に種々の検討作業に参加していただくことをお願いすることは憚れると考えた。そこで、まず PF 内部である程度の議論・検討を行うことにした。今回のこのレポートは、このような作業の結果をまとめたもので、これから PF ユーザーの皆さんと PF の将来について具体的な議論を行うための材料、たたき台として、2003 年 3 月にまとめた「放射光将来計画検討報告書ーERL 光源と利用研究ー」と合わせて利用していただくことを念頭において準備した。

今回 PF の将来について考えるにあたって、PF として放射光が物質・生命科学研究分野に対して果たしてきたふたつの役割、すなわち (1) それまでには他の手法では見ることができなかったのを見えるようにするという極めて先端性の高い研究・解析・分析ツールとしての役割、と (2) それまでには存在しなかった新しい機能をもつ新物質、新材料について放射光だからこそ得られる原子・電子レベルの静的・動的構造情報をタイムリーに提供するという高度な汎用的ツールとしての役割、の両方をバランスよく果たして行くことを目指すべきということを再確認した。(1) のような視点は、PF の出現によりそれまで実験室 X 線源を利用する場合に比べ達成された大きな飛躍や、PF 稼働の 15 年後に稼働し始めた SPring-8 のアンジュレータービームラインを利用することによりそれまで PF のビームラインではできなかった実験が実現できたというような飛躍と、同様な飛躍を PF の次期計画でももたらすこ

とができることを目指すということである。(2)のような視点は、年間 3000 人近くのユーザーが繰り返し PF を訪れ物質科学、生命科学分野の多種多彩な研究を行っている現状をさらに発展させる方向性を目指すものである。

このために、光源加速器としては多くのビームラインの設置が可能であると同時に、極めて先端的なツールという視点を満たすものを想定すべきと考えている。2年前に ERL (Energy Recovery Linac) の可能性を考えたときには、多くのビームラインを設置できると同時にサブピコ秒の時間幅を持つパルス光の実現、空間的コヒーレンスの高い光源の実現、ナノメートルサイズの微小プローブの実現などを考えた。その後、超低エミッタンスのストレージリングに長直線部を設け適切なデバイスを置くことにより、サブピコ秒 X 線パルスや水平、垂直エミッタンスが 10 pm クラスのビームを実現できる可能性のある提案があることがわかり、そのようなストレージリングも PF の将来を担うことができる可能性があるものとして ERL とともに検討の対象に加えることとした。

さて、将来計画といったときにいつ頃の実現することを想定するかは、いくつかの要因が関係することであるが、ここでは 8~10 年後の 2013~15 年頃には新光源が稼動し始めることを想定している。この頃になると、PF リングは稼動後 30 年を越す状態になり、種々の性能向上の努力を継続したとしても、今後次々と稼動し始める Diamond, Soleil, Shanghai Synchrotron Radiation Facility などの先進的汎用光源が本格的利用の時期にはいっており、それらと比べて PF リング、PF-AR は競争力が相対的に下がってゆくことは否めず、新光源の実現がそれ以上遅れることは避けなければならない。一方、高エネルギー加速器研究機構では現在日本原子力研究所と共同で大強度陽子加速器施設 J-PARC を建設中であり、その計画の完成の目処が立つまでは別の大きな施設を建設するための予算を KEK において実現できる可能性はあまり高くないという状況がある。また、既存の第 3 世代リングに比べ大きな飛躍をもたらすことのできる光源、ビームラインの建設のためには、技術的な問題を解決するための R&D も行う必要がある。そこで、われわれはこれから具体的な検討や R&D をおこないつつ約 2 年後には、加速器、ビームラインについての詳細なデザインレポートを用意し計画実現のために予算要求などの動きを開始することを想定している。

PF では、挿入光源を設置できる直線部の数を 7 から 13 に増やすことを可能とするために 2.5 GeV リングの改造を 2005 年 3 月から開始したが、この作業と将来計画の関連あるいは位置づけを述べておくことが必要と思われる。新光源が 8~10 年先に稼動することを想定すると、それまでの PF でのアクティビティーを活力ある状態に保つためには、既存の資源すなわち 2.5 GeV リング、6.5 GeV リングおよびそこに設置されたビームライン、実験装置を最大限有効利用する必要がある。2.5 GeV リングは 1987 年と 1997 年の 2 度にわたるエミッタンスの向上（現在 36 nrad でさらに 27 nrad まで下げる努力が行われている）を行っており、また 2005 年 3 月からの挿入光源用直線部の数を 7 から 13 に増やすための改造により、カナダで最近稼働を始めた Canadian Light Source（周長 171 m、2.9 GeV、500 mA（目標値、現在は 115 mA）、 $\epsilon=15$  nm-rad、挿入光源用直線部 11）やオーストラリアで建設中の Australian Synchrotron（周長 212 m、3 GeV、200 mA、 $\epsilon=15.8$  nm-rad、挿入光源用直線部 11）と比べても、ほぼ同等の性能をもつということができる。さらに、リングのみでなく、挿入光源ビームラインを積極的に整備・活用してゆくことが重要である。具体的内容をここで述べることは控えるが、実際、最近整備された PF-AR の NW-2、NW-12、2.5 GeV リングの BL-5、BL-28、現在建設中の PF-AR・NW-14、2.5 GeV リング・BL-17 は、第 3 世代といわれる放射光施設のビームラインとくらべてもほぼ同等の性能をもつと言える。これらのおよび今後建設するビームラインは、単に新リング建設までにアクティビティーを高いレベルに保つために利用するのみでなく、新リングでのビームライン技術、利用実験に関する R&D をおこなうことができる。さらに、最新の技術を反映したものを建設すれば、多少の改造を行うことにより新光源へビームラインを移設することも十分意義があることとなり、現在のビームライン増強の努力がさらに有効に活かされることのできる。

ここまで、「序」としてはかなり長めにこのレポートを出版するに至る経緯、背景を説明してきた。PF

の将来を考えることは、単に一施設、一組織の将来を考えることではなく、3000人近くいるユーザーの研究活動の将来に直接影響を与えることであり、さらには日本の放射光関連分野の将来に影響あるものといえる。このことを十分踏まえて、ユーザー、PFを含むKEKスタッフが力をあわせて、PFの将来計画を魅力あるものとし実現の努力を行うことを願う。

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所  
副所長 松下 正