

## 放射光将来計画特別委員会経過報告

委員長 尾嶋正治 (東京大学大学院工学系研究科)

東北地方国立7大学の研究者によってまとめられた「東日本中型高輝度放射光施設計画」構想が昨年暮れに文部科学省に提出された。これに関して、放射光科学の専門コミュニティとして、科学技術的見地から計画の妥当性、施設の建設・運営・利活用の観点からも評価し、かつ提言としてまとめるため、日本放射光学会に標記特別委員会が設置され、委員長を拝命した。日本の放射光科学が世界トップクラスの状態を維持すべく、今後20年間の放射光光源の将来計画を策定することがねらいであるが、今回は特に、提案されている東北放射光計画に関して、昨年度日本放射光学会が策定した将来計画報告書(放射光光源WGと放射光サイエンス特別委員会)に基づいて評価すること、また2013年に予定されている日本学術会議大型計画マスタープラン大幅改訂に向けて、放射光将来計画をまとめていくことが趣旨である。委員会メンバーは以下の19名(敬称略)で、委員会には水木純一郎会長と木村洋昭庶務幹事が参加した。

(委員長)尾嶋正治, (委員)雨宮慶幸, 朝倉清高, 石川哲也, 太田俊明, 加藤政博, 熊谷教孝, 妹尾与志木, 曾田一雄, 下村理, 辛埴, 高原淳, 谷口雅樹, 平井康晴, 若槻壮市。(第2回から)片桐元, 佐藤衛, 村上洋一, 山田和芳

特別委員会は合計3回開催され、第1回は2012年2月19日(日)、第2回は2012年4月8日(日)、そして第3回は2012年5月12日(土)に公開シンポジウムとして開催した。また、「放射光将来光源利用サイエンス若手シンポジウム」を第4回という位置づけで追加開催した。いずれも東大工学部5号館で実施した。

### 【第1回】2月19日

特別委員会設置の経緯・ミッションについて確認したあと、委員会の委員構成について各施設、懇談会、産業界の代表者および有識者からなること、産業界からもう一名委員を追加すること、さらに今後の委員会の進め方について東北放射光施設検討会(仮称)有志代表の早稲田嘉夫氏、マシン設計を行っている浜広幸氏に非公開ヒアリングを行うこと、さらに別途公開討論会を設けることを決めた。また、ヒアリングでの質問事項として、1)建設予算額やリングの大きさ、光源性能が決まった経緯について、2)建設するBLの種類と戦略、3)産業利用と学術利用

の割合、どのように産業利用を進めていくか、4)建設場所の候補地について、5)建設主体はどう計画しているのか、6)運営をどのように考えているのか、を中心に行うことが議論された。また、当委員会の最終的な報告は、学会誌に掲載することとした。

### 【第2回】4月8日

早稲田嘉夫氏、浜広幸氏に東北放射光計画について説明して頂いた後、質疑応答を行った。主な議論は以下の通りである。

- 設置場所に関してはまだ何も決まっていない。今後コンベ方式で決定したい。
- 短パルス(100 fsec)はC-bandリナックとアイソクロナスリングという手法で実現を考えている。超伝導加速空洞使用も考えている。XAFSなどにはMPWに対応する。
- 東日本という名前に関しては、今後調整していく。
- メインの東北大学が復旧に忙しく現役の先生方の顔が見えないが、今後整っていくはずである。
- 復興計画の一環として提案する地域振興が目的のリングであるが、まだ具体的な内容は詰めているところである。最先端のことをやりながら産業に役立つことをやりたい。
- 建設の主体はまだ決められないが、公的なところがまず建設する。運営に関しては、7大学がコミットするかも含めてまだ決まっていない。
- 復興予算を使っている計画ではない。しかし、ここ1年頑張っただけ進めていき、できるだけ早いタイミングでの建設を目指している。

続いて今後の進め方に関する自由討論を行った。主な議論は以下の通りである。

- 本特別委員会は基本的にこの提案を支援する。ただし、放射光学会としては復興支援という位置付けを採らない。
- ヒアリングで明らかになった課題を学会の立場としていくつか指摘し、それについて公開シンポジウムで提案者(早稲田氏、浜氏)から答えてもらう。
- 公開シンポジウムは5月以降に開催し、そこでは学術会議から求められる大幅改訂に向けた放射光将来計画策定の一環と位置づけて、学会長からの報告、東日本放射光計画、ERL計画、などについて発表し、会員の意見

を伺う。

- 学会としての中間まとめはこの公開シンポジウムの後に作成し、学会ホームページに掲載する。まとめの中には加速器技術の進歩を見据えた最先端放射光源の重要性も指摘する。

### 【第3回】5月12日

公開シンポジウムとして開催し、89名もの参加者があった(写真1)。最初に水木純一郎会長、次に東北放射光施設検討会(仮称)の早稲田嘉夫氏、浜広幸氏が東北放射光計画について、最後にKEK-PF村上洋一施設長がERLについて説明を行い、全体討論に入った。

#### (1) 放射光将来計画の概要(水木会長：写真2)

- これまでの経緯について説明があり、東日本放射光計画検討特別委員会という名前で発足したが、東日本の計画だけでなく全体のロードマップの見直しを行うので、放射光将来計画特別委員会という名前に変更した。
- 今のロードマップは学会が認めたもので、各計画に優先順位はつけていない。



写真1 公開シンポジウムの会場(参加者：89名)

#### (2) 東北放射光計画(早稲田名誉教授、浜教授：写真3, 4)

- 名称の東日本を東北に変更した。場所は決めずに進めている。
- 復興の第三次補正予算に潜り込ませたらどうかという意見が出されたが、放射光学会などの専門家集団の意見を反映することを優先して、そうしなかった。
- 建設主体は、7大学をベースにした共同の組織を基本にし、関連の専門家の支援を得る形、運営は登録機関のようなものを作る、あるいはすでに東北地区で活動する公共的組織団体の活用を考えている。今後、放射光学会で計画を議論してもらってから、予算獲得と組織作りを進めていく。
- この計画が日本にとっても必要であり、実現すれば同時に東北の復興にも役立つと考える。
- 加速器の個々の機器に関して殆ど開発項目はなく、今の技術で周長290 m, エミッタンス1.8 nmradのリングが建設可能である。日本全体で連携の取れた建設体制を作り対応したい。



写真3 東北放射光計画の説明を行う早稲田嘉夫氏



写真2 概要説明を行う水木純一郎会長



写真4 東北放射光リングの説明を行う浜広幸氏



写真5 KEK-ERL計画の説明を行う村上洋一氏

(3) KEK-ERL計画 (KEK-PF施設長 村上教授: 写真5)

- コンパクト ERL は順調に進んでおり、来年の3月には電子銃より電子ビームを取り出す。
- 3 GeV-ERL を2015年から建設したいと考えている。
- 2013年の秋にはコンパクト ERL で電子ビームが周回するので、それは3 GeV-ERL が技術的に可能であるというメッセージになる。
- 将来、KEKのILC計画が始まると、筑波サイトのアクティビティはPhotonサイエンスしかないと考えており、KEKはERLを中心としたAdvanced Light Sourceの国際拠点になる計画がある。
- 放射光のコミュニティでこの計画を将来構想としてしっかり推してもらえれば、KEKのロードマップの中に3 GeV-ERLを書き込むことができる。今のタイミングで、完成時点で十分な先端性を有するリング型光源として最有力候補はERLであり、その実現のために開発研究に早期に着手すべきであるということを出してもらうのが希望である。
- 放射光学会にコミュニティの意見をまとめる役割はあるが優先順位をつけることはできない。放射光施設は1回作ったら終わりではなく、必ず壊して作り続けるということが絶対に必要だということを出して、放射光学会が強く表に出していくことが重要である。

(4) 全体討論 (司会 尾嶋委員長)

- 最先端のストレージリングについての議論を、何年間か日本は全くしていなかった。SACLAでのライナックに関する技術開発もあり、今の技術ではこのようなものができる。この10年で、電源の安定性等の技術が進み、又ビームダイナミクスの理解がもの凄く進んだ。
- 東北計画では、10 keV以下のHX領域からSX領域でSPring-8の10倍の輝度になる。産業利用の割合はまだ答える段階にない。建設・運営の母体や若い人たちの顔がまだ見えてこないが、今後学会で認知された後7大学で設置構想検討委員会をつくる。そうすれば組織的な

活動が始まり、改善されていこう。

- ERLは当初5 GeVで計画していたが、マシンの大きさと技術的な問題があり、SXをしっかりとやる必要もあるので、3 GeVになった。HXには短周期アンジュレータで対応する。将来、XFEL-O等には一部のバンチをダブルループで回して6 GeV運転での対応を考えている。1.3 GHzで回しているが、孤立バンチを作って時分割実験に対応する。要素技術開発はほぼ終わりに近づいており、3 GeV-ERLも2015年には建設できる。KEKではこの年にSuper KEKB建設が終わり、絶好のタイミングである。
- SPring-8 IIは2年前に2019年としていたが、今の国の状況ではそれより後になると考えている。
- 日本には東北の計画があり次にERLがあって、FELも含めたSR光源を利用するコミュニティとしては、両方も必要であるという考えで良いのではないかと。時間が違うのだから、マスタープランで時間をうまく考慮し、予算の取り方も考えて、プランを作るというのは可能ではないかと思う。
- 東北計画は復興だから支援するのではなく、既存の技術で作り、日本で空白になっているSX領域での先端性と、産業利用・人材育成の観点から支援する。ERLに関して開発要素はあるが、XFEL-Oも含めて将来性のある先端的な光源ということで両方も支援する。
- 2つの計画のコンセプトやカテゴリーが如何に違うものかを、明確に説明出来るかどうかが問題になる。2つの計画の異なる特徴が強調され相互に矛盾なく両方もうまく説明できれば、両方アピールできる。時間差をつけて、2年でできるという東北計画を先に書き、ERLはその後で良いのではないかと。
- SPring-8 IIの計画も入れると10年前と同じ三つ巴である事を危惧している。今の国の財政事情の中ではそれらに優先順位をつけなければならないのではないかと。
- 二つとか三つ、同時に出ていくと全部つぶれる。一つ一つ片付けていかなければいけない。機が熟したプロジェクトが上がってきた時に、すぐに学会が即応体制をとってやるのが特別委員会であるはず。ERL計画やロードマップは別に議論するとして、東北計画に対してきちんとシャープに報告書を書くべきである。
- 学会としては、時間軸をつけて2つの計画を推す方向にしたい。学会内部的には、東北を最初に持ってきて、ERL計画を2015年から、SPring-8 IIを2019年以降という時間軸で良いのではないかと。特別委員会として今回一計画だけで結論を出すことは考えていない。
- ERLをやるのは最終的には日本だけと言われたが、加速器グループの人たちと協力して、この時間軸で完成するようにKEKは全力で取り組む。
- サイエンスの話として、ERLでしかできないものは何なのかが明確でなかった。古い第三世代リングと比較し

ているが、新しい第三世代リングやFELの現実的なビームサイズ・広がりを使って比較するべきである。

- 日本で一番大変なのはサポートのマンパワーである。相当な予算が必要だが、ハードだけではなくてオペレーションのソフトウェアを含めて、今後世界と競争できるものを東北計画は考えて欲しい。
- これまでの特別委員会での議論、および今回の公開シンポジウムでの議論に基づいて中間まとめ（付属資料を参照）を作り、特別委員会の承認を得た上で学会ホームページに掲載する。

#### 【第4回】8月18日

第4回という位置づけで、「放射光将来光源利用サイエンス若手シンポジウム」を東京大学工学部5号館講義室において開催した。実は、特別委員会公開シンポジウムで若手からほとんど意見が出なかったことに委員会は大きな危惧を抱き、若手に思う存分主張してもらいたい、と考えて企画した。お盆休みにもかかわらず、若い人たちの参加が目立ち、参加者は61名であった。新しい放射光将来光源（コヒーレンス、極短パルス（時間構造）、高輝度、ナノビーム）を用いてどのようなサイエンスが展開出来るか、について、放射光若手研究者がビジョン・夢を語り合い、どのような性能をもつ将来光源が必要かに関して議論を深めた。今回は若手シンポジウムの第1回として開催したが、第2回目以降は若手が中心になって運営し、継続的に議論を行うことを決めた。今回の実行委員会は雨宮慶幸氏、辛 埴氏、足立伸一氏、松田 巖氏（行事幹事）、原田慈久氏で構成した。

プログラムは以下の通りで、質問時間を10分とってじっくりと議論した。

〈コヒーレンス〉 司会：水木会長

1. 10:00-10:30  
玉作賢治氏（理研播磨研）  
「X線非線形現象」（写真6）
2. 10:30-11:00  
高橋幸生氏（阪大院工）  
「次世代光源によるコヒーレント回折イメージングのブレイクスルー」
3. 11:00-11:30  
大和田謙二氏（原子力機構 SPring-8）  
「強相関系物質の相転移ダイナミクスのXPCS測定」
4. 11:30-12:00  
篠原佑也氏（東大院新領域）  
「コヒーレンスを用いた非晶質試料のダイナミクス解析」

昼食

〈時間分解〉 司会：雨宮委員

5. 13:00-13:30  
岩井伸一郎氏（東北大院理）



写真6 若手シンポジウムで講演する玉作賢治氏



写真7 若手シンポジウムで講演する岩井伸一郎氏

「フェムト秒レーザー光誘起相転移」（写真7）

6. 13:30-14:00  
足立伸一氏（KEK）「時間分解構造解析の展望」
7. 14:00-14:30  
秋山修志氏（分子研）  
「時計タンパク質のダイナミクス」
8. 14:30-15:00  
松田巖氏（東大物性研）  
「時間分解キャリアダイナミクス」

Coffee break

〈ナノビーム、高輝度〉 司会：尾嶋委員長

9. 15:20-15:50  
船守展正氏（東大院理）「極限超高圧の科学」
10. 15:50-16:20  
堀場弘司氏（東大院工）「ナノ領域電子分光の展望」
11. 16:20-16:50  
石井賢司氏（原子力機構 SPring-8）  
「共鳴非弾性散乱」
12. 16:50-17:40 全体討論（司会：水木会長）

最後の全体討論では1時間以上にわたって熱心な議論が行われた。主な意見を以下に示す。

- レーザーと放射光では分野が違う、というよりむしろ文化が違う、と感じている。同じ時間分解で同じような研究対象をやっている文化が違う。これから100 fs, 10 fsを始めるのでは時間分解の実績がない日本は勝てないのではないか？ 10年後に1 fsで勝負する、と決めて今から戦略的に進めるべき。
- 30代前半～20代後半の若手会員が減っている。これには大きな危機感を持っている。
- 施設にいる立場から言うと、今は大学が病んでいる、と痛感している。(論文3報ないと博士が取れないなど) つまらない制約が多すぎて大学とのコラボがやりにくい。もっと大らかさがほしい。
- 他学会では若手が affiliate 制度をやり、学会などの後に若手同士が飲み会などで積極的に交流を行っている。これで若いリーダーが育つ。放射光学会では近い仲間だけで固まっているだけで、異分野への広がりが少ない、と感じている。
- 仲間作り、ネットワーク作りが重要である。牧歌的な大らかさがほしい。専門的になりすぎているので、異分野との交流の場を積極的に持ってシナジー効果をねらうべき。
- 放射光施設には AFM など他の characterization の手段がない。本当にナノをやろうとした時に大きな障害になる。放射光ビームタイム分しか旅費が出ない。
- 最近の放射光では最先端と汎用の乖離が起こっている印象がある。しかし、それは元素戦略など対象を実用的なものにすることで対処できる。最先端技術は必ず汎用技術として波及する。
- 放射光学会ではいつも同じメンバーが議論している。放射光はかなり裾野が広がっているはずなのにそういう人たちは放射光学会合同シンポジウムには参加してこない。これについては(全員会員制を取った) PF や SPring-8 で施設のシンポジウムにおいて昔のような研究発表、議論を行い、異分野との幅広い議論を行えばよい。
- 将来のことを考えている時間はない。とにかく懸命に今を乗り切る努力をすれば将来は見えてくる。

これらの意見も踏まえて、今後はさらに議論を深め、放射光将来計画を策定していきたいと考えている。ご協力頂いた全ての方々に厚くお礼申し上げます。

#### 付属資料

2012年5月23日

#### 放射光将来計画特別委員会中間まとめ

委員長 尾嶋正治

東北地方国立7大学の研究者によってまとめられた「東日本中型高輝度放射光施設計画」構想が2011年暮れに文部科学省に提出された。これを受けて日本放射光学会では評議員会で「東日本放射光計画検討特別委員会」(その後「放射光将来計画特別委員会」と名称を変更)の設置を

承認した。特別委員会は、「今回提案されている東北放射光計画に関して、昨年度策定した将来計画報告書(放射光光源 WG と放射光サイエンス特別委員会の報告:放射光学会誌2011年9月号に掲載)に基づいて評価するとともに、2013年に予定されている日本学術会議大型計画マスタープラン大幅改訂に向けて、放射光将来計画をまとめていく」ことを目的とした。

委員会メンバー(あいうえお順、敬称略)は、雨宮慶幸、朝倉清高(第2回目からオブザーバー)、石川哲也、太田俊明、尾嶋正治、片桐元(第2回目から委員)、加藤政博、熊谷教孝、佐藤衛(第2回目から委員)、妹尾与志木、曾田一雄、下村理(第2回目からオブザーバー)、辛埴、高原淳、谷口雅樹、平井康晴、村上洋一(第2回目から委員)、若槻壮市、山田和芳(第2回目から委員)の合計19名で、水木純一郎会長も加わって議論を行った。

まず、2月19日(日)に第1回特別委員会を開催して今後の進め方を議論した。続いて4月8日(日)に第2回特別委員会を開催し、東北放射光施設検討会(仮称)有志代表の早稲田嘉夫氏、マシン設計を行っている浜広幸氏に非公開でヒアリングを行った。その結果、この計画に関する課題4点を指摘した上で基本的にこの計画を学会として支援することとした。また、マスタープランに記載した KEK-ERL 計画について、その後5 GeV から3 GeV に設計変更がありそのために KEK 側からも放射光学会に新しい計画に対してヒアリングの希望が出された。これに基づき、5月12日(土)に放射光将来計画公開シンポジウム@東大工学部を開催し、東北放射光施設計画と KEK-ERL 計画について説明を受けた。その結果、本特別委員会として以下を中間まとめとすることになった。

#### 【中間まとめ】

1. 本東北放射光施設計画は、東北地域の創造的復興が一つの目的とされている。本学会では「復興のための計画」という観点からの評価は行わないものの、本計画は地域振興・産業利用を包含し、多数のユーザーの要望を満たす極めて優れた光源計画であると評価し、学会として強く支援する。低コストで、建設開始後早期の運用開始が可能であるとしており、また使用電力2 MW を太陽光発電でまかなうとした省エネ型の施設である。線形、リング加速器に関しては、SACLA で開発された日本の独創的技術が多く活用されており、実現のための新たな技術開発は必要としない。運営経費についても、現在運転中の大型放射光施設の1/5程度となることが推算されており、時代にマッチした優れた光源である。この高い光源性能(1.8 nrad という国内最高のビームエミッタンス)は地域振興・産業利用だけではなく、学術利用も積極的に進めるのが望ましい。

ただし、1)建設・運営の主体、2)予算・運営形態(ユーザーサポート体制)、3)地域振興・産業利用の形態、4)サイトの選定、などの課題について明確になっていない点が見られたので、各方面と連携して早急に課題を解決し、具

体化することを要望する。

2. 一方、KEK-ERL 計画は、放射光源として3つの発展軸（①先端性、②地域・産業、③研究・教育の3軸）において①先端性を極限まで追求する可能性を秘めたものであり、1.3 GHz 繰り返し、コヒーレンス、ナノビームを利用した動的な局所情報に基づくサイエンスは非常に魅力的である。本 ERL 計画は、建設10年後、20年後における世界の放射光を牽引する可能性を持つチャレンジングな計画であると判断する。その実現には、光源としての安定性や経済性を含めて、ERL の可能性を実証することが重要

である。その意味で、実証機として現在建設中のコンパクト ERL は重要な意味を持ち、ERL 計画の技術的妥当性を確実なものとするために、その性能、利用技術、ERL へ繋げるための技術、等に関してオールジャパンでの建設的な議論を進めていく必要がある。コンパクト ERL は、本年度（2012年度）末には建設が完了し、来年度にはそのテスト実験が予定されている。本学会としては、この実験結果に大きな期待と関心を払いつつ、ERL によって初めて実現可能なサイエンスの議論を更に活発化し、引き続き、ERL 計画の推進を強くサポートする。