

共用ビームライン建設の現状

日本原子力研究所・理化学研究所
大型放射光施設計画推進共同チーム
研究開発グループ 石川 哲也、原見 太幹

1. はじめに

SPring-8の第I期に計画されていた10本の共用ビームラインは、昨年度の補正予算により全数の建設が開始された。これらは、平成9年度秋の供用開始を目標に建設が進められており、その状況は本誌で逐次報告する予定である。ここでは、利用者に関連が深い、シールド壁外の実験ホール部分に限って報告する。シールド内部の挿入光源、フロントエンド部分に関しては別途報告があろう。今回、編集部から建設の現状報告を求められているが、初回でもあるので、現時点で、何が進められているかと共にここに至る経過を記録に留めておくことに意味があると考え、どちらかというと後者に重点をおいて報告する。この中には、既にSR科学技術情報誌で報告した内容も含まれるが、重複する点も含めて、本稿のみであらましが理解できるようにしたい。現在、我々は他に例を見ないビームライン同時多数建設を経験しつつある。これに対処するノウハウが確立したとは言いがたいが、少なくとも一つの解は見いだした。将来、万一同様な事態が生じた場合に、良くも悪くも若干の参考にはなる。

ここでは、第I期計画での建設の枠組みが作られた平成7年度のビームライン発注作業の概要と、本年度の作業予定を紹介し、併せて現在検討が進められている諸事項を紹介する。

2. 平成7年度のビームライン建設作業

平成7年度のビームライン建設作業の中心は、仕様確定作業及び発注作業であった。年度当初計画は、平成6年度に開始された2本の挿入光源ビームライン、平成7年度から開始される2本の挿入光源ビームライン、の計4本をそれぞれ平成8年度、平成9年度に完成させるものであった。その後の年次計画としては、平成9～10年度に2

本の挿入光源ビームラインと4本の偏向電磁石ビームライン建設を行う予定となっていた。当初の目論見としては、平成7年度までに建設を開始するビームラインで、ビームライン要素の標準化案を固め、平成8年度以降の建設は、標準部品の組み合わせで進める予定であった。しかしながら平成7年5月の補正予算において、平成8年度以降に建設開始予定の6本のビームライン建設を平成7年度に開始し、すべてを平成9年度に完成させ、供用を開始することが認められた。

原研・理研ビームライン検討委員会では、既に平成6年度内に平成7年度建設開始の2本のビームラインを選定する過程でビームライン併設案の検討が行われた。これは、一つのビームラインを、複数の実験グループで利用するものであり、なるべく多くの利用者に、初期の段階から高輝度放射光を経験して頂くことを意図したものであった。この点においては、多数の利用者のメリットとなる半面、予算上の制約等から、個々の実験ステーションが最終目標仕様を満足することは困難となるデメリットがあったが、ビームライン検討委員会の結論として、最終的に併設案が了承され、利用者グループに提案された。この併設案は、個々のビームライン計画を提案した利用者グループ間で調整作業を行った後に、大筋で原案に近い形での合意が得られ、第I期のビームライン建設をこの案に沿って進めることとなった。

補正予算の成立に伴って、併設案全体を平成7年度に実行開始することが可能となり、共同チームでは6月に全体計画の再調整を行って、平成9年度供用開始に向けての計画変更を検討した。この結果、輸送チャンネル・光学系は可能な限り標準化すること、利用者グループに実験ステーション機器仕様の早期確定をお願いすることで1年前倒しの目途が立ち、発注計画の作成、具体的

な発注作業の検討に移った。以下では、具体的な作業を輸送チャンネル・光学系と実験ステーション機器とに分けて述べる。

2.1 輸送チャンネル・光学系の設計と発注

共同チームでは、個々の利用者グループから提案されていた輸送チャンネル・光学系の検討を行った。これは既に併設案作成作業時に、共通輸送チャンネル構成を共用しての実験ステーション併設可能性についての検討は、すなわち共通光学系に対する2つのタンデムステーションの建設及び実験ステーションの機器自体の共用の2段階の観点からの検討は、概略的になされていたものではあるが、更に詳細に検討を進め、個々の併設ビームラインに対して、輸送チャンネル・光学系の概念設計を行った。アンジュレータを光源とする併設ビームラインについては、前年度に蛋白質構造解析ビームラインで検討されていた標準X線アンジュレータビームラインと、他の併設ビームラインとの擦りあわせを行った。また、2本の単色X線偏向電磁石ビームラインに関しては、ほぼ共通な仕様で利用者の要求を満足することが明らかになり、この共通仕様は更に一般的に単色X線偏向電磁石光源を利用する場合のあらゆる要請を満たし得るものであるため、これを当面の標準単色X線偏向電磁石ビームラインとすることとした。これら2つの標準ビームラインの構成要素は、かねて共同チームで検討が進められていた、標準ビームライン要素を用いることができる。2つの利用者グループから提案されていた、白色/単色X線切り替えのビームラインは、当面白色利用に限定して建設を進めることになった。このビームラインも、構成要素としては標準構成要素に若干の改善を加えたものを用いることが出来る。標準化の枠内に収まらない、軟X線アンジュレータビームラインとウィグラービームラインについては、

分光器等の光学系をも含めて個別に対応することとしたが、これらの内、ウィグラービームラインの光学系を除くコンポーネント類に関しては、標準品の若干の変更で対応可能であったので、いわゆるビームラインコンポーネントカタログにはこれらも包含することとした。

上記概念設計と並行してビームライン建設に必要な項目の詳細な詰めが行われた。まず発注様式として、ビームライン輸送チャンネル及び光学系機器の発注は、ビームライン毎に行うのではなく、個々のコンポーネント毎に行うこととし、可能な場合には、幾つかの異なるコンポーネントを纏めて発注することとした。これは、餅は餅屋にの精神に基づくものであり、得意とするメーカーが得意とするコンポーネントを製造することを期待したものである。発注範囲は、ビームライン共用に必要な放射線シールドハッチ、インターロックシステム、ネットワーク機器を含むビームラインコントロールシステム、ミラー、分光器等の光学系機器、ビームラインコンポーネント等とし、それぞれについての最終技術仕様確定作業を行った。ビームラインコンポーネントは、機器の性格上真空排気ユニット、可動部を持つビームラインコンポーネント、可動部を持たないビームラインコンポーネントの3種類に分けた発注形態とした。

標準的なX線ビームラインについては、要素類の並べ方に関する原則を作って、大まかな構成を決定し、さらに、個々のビームラインの詳細設計を標準コンポーネントに配置することにより行った。各ビームライン毎に、概略図(図1)および要素類配置表(表1)を作製し、コンポーネントの種類ごとに必要数を確定した。最終的な発注仕様書は、各コンポーネントの必要数を記した総表に、コンポーネント毎の「カタログ」を添付した様式とした。

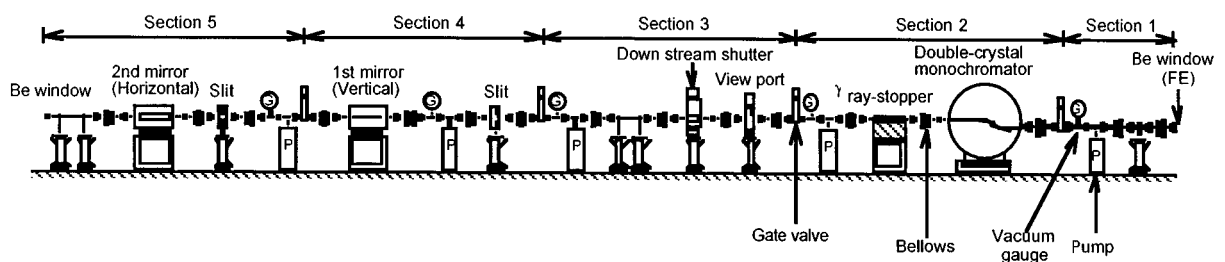


図1. X線アンジュレータビームライン (BL41XU) 概略図

表 1. BL41XU: ビームライン要素類配置

	コンポーネント名称	図 番 等	
Sec. 1	Be (FE)		
	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
	真空パイプ	BL-TC-VTUB-070-F	
	排気ポート	排気セット1	
-----	ゲージポート	ゲージポート + 手形 1	
	ゲートバルブ	VAT 01032-CE44	
	Sec. 2	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F
		分光器	SSM-1型
-----	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
	線ストッパ	BL-TC-GSTP-070-F	
	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
	排気ポート	排気セット1	
-----	ゲージポート	ゲージポート + 手形 1	
	ゲートバルブ	VAT 01032-CE44	
	Sec. 3	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F
		ビューポート	BL-TC-VPRT-070-F
-----	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
	下流シャッタ	BL-TC-DSST-070-F	
	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
	真空パイプ	BL-TC-VTUB-070-F	
-----	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
	排気ポート	排気セット1	
	ゲージポート	ゲージポート + 手形 1	
	ゲートバルブ	VAT 01032-CE44	
-----	Sec. 4	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F
		単色4象限スリット	BL-TC-SLIT-070-MN
	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
	排気ポート	排気セット1	
-----	ゲージポート	ゲージポート + 手形 1	
	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
	1stミラー		
	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
-----	排気ポート	排気セット1	
	ゲージポート	ゲージポート + 手形 1	
	ゲートバルブ	VAT 01032-CE44	
	Sec. 5	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F
真空パイプ		BL-TC-VTUB-070-F	
-----	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
	単色4象限スリット	BL-TC-SLIT-070-MN	
	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
	2ndミラー		
-----	ベローズ	BL-TC-BELS-070-F	
	真空パイプ	BL-TC-VTUB-070-F	
	Be窓	BL-TC-BEWN-070-F	

光学系調整機器としては、標準アンジュレータ X線分光器、標準偏向電磁石 X線分光器、ウィグラー用分光器、軟 X線用回折格子分光器の発注作業を行った。これらの内でアンジュレータ用、偏向電磁石用の標準 X線分光器については、平成 6 年度に発注された試作機とほぼ同一内容で発注仕様書を準備した。他の分光器の発注仕様確定作業は、平成 7 年度に行われた。また、各種 X線ミラー調整機構については、以前には、後年度発注にするとお伝えしていたが、補正予算により全ての建設予算が平成 7 年度に来たので、かねてから進

められていた標準化案をもとに仕様確定作業を行い、第 I 期に要求されていた全ての調整機構の発注作業を完了した。光学系のもう一つの重要項目である光学素子については、必要光学素子・光学素子材料の選定を行い、素子材料としてのシリコン単結晶、光学素子としての各種全反射ミラー、スーパーミラー、ピンポスト冷却シリコン結晶の発注仕様を確定し、発注作業を完了した。輸送チャンネル・光学系機器の最終的な発注件名リストを表 2 に示す。

表 2 . 輸送チャンネル・光学系機器の発注件名リスト

件名	備考
ビームライン真空排気ユニット	X線ビームライン用
ビームラインシャッター及びスリット	X線ビームライン用
X線透過窓等ビームライン要素類	X線ビームライン用
偏向電磁石ビームライン傾斜架台	偏向電磁石 X線ビームライン用
放射光ビームライン放射線遮蔽ハッチ	全ビームライン用
ビームラインインターロック制御系	全ビームライン用
制御用ネットワーク機器	全ビームライン用
ビームライン制御用計算機	全ビームライン用
超精密 X線回折装置	標準分光器 (XU2、R&D1ステーション機器を含む)
磁性研究用ビームライン機器	XW1分光器、(XU4、BM3ステーション機器を含む)
軟 X線放射光ビームライン機器	SU1分光器 (ステーション機器の一部を含む)
X線全反射ミラー調整機構	X線ビームライン用
X線光学素子用シリコン単結晶	X線ビームライン用
高性能冷却分光器結晶加工試作	アンジュレータ X線ビームライン用ピンポスト結晶
X線ミラー	X線ビームライン用
硬 X線スーパーミラー	XU1ビームライン用
軟 X線分光器用回折格子	SU1ビームライン用
X線光学素子冷却用水循環装置	X線ビームライン用
標準ステッピングモータコントローラ	全ビームライン用 (ステーション機器用を含む)
標準ステッピングモータドライバー	全ビームライン用 (ステーション機器用を含む)

2.2 実験ステーション機器の整備

ビームライン併設案が合意された後、共同チームでは各利用者グループに併設案に沿った実験ステーション整備計画の作成を求めた。併設により当初の10ステーションを大幅に上回る数の実験ステーション建設が必要となったため、当初整備するのは基幹設備のみとし、細かいものについては後年度に別途整備していくこととした。これは、今回の補正予算がビームライン建設予算であり、建設予算に馴染まないものは、

別途、運転経費等で計上する必要があったためである。運転開始後の装置のグレードアップに、施設側としてはそれなりの予算上の手当てを考えていることは、かねてから折に触れて利用者グループにお伝えしてきた通りであるが、このことを前提として、利用者グループに利用開始以前に整備すべき設備品目の必要経費付リストの提出を求めた。この最初の調査時には、特に予算上の枠を設けずに要求品目を提示して頂いた。これは、後年度の必要経費を見積もる基礎

資料とする意味もあった。これに対して、利用者グループから総計が総予算の3倍強の要求リストが寄せられた。共同チームでは、要求リストの内容を精査し、基幹設備に限定した購入物品リストを作成し、価格に関しても独自に調査を行って、各利用者グループ毎の予算割り当てを行い、これを利用者グループにお知らせして、予算額を考慮した要求リストの提示を求めた。このリストを基に、共同チームでは全要求物品リストを作製したが、この中にもまだ基幹設備と言いつい難い物が混ざっていたので、基幹設備のみの抽出作業を行った。さらに、計測機器や制御機器等の、施設として共

通化することが望ましい品目に関しては、利用者グループと相談の上で共通化を図り、同一仕様の機器が多数種類存在することを防ぐことが試みられた。このような、共通品目については、共同チームの責任で入札仕様書を纏めた。各実験ステーション固有の機器に対しては、利用者グループに仕様書案の作製を依頼し、表3に示す共同チーム担当者との間で数回のやり取りを行った後、共同チームで最終的に書式を整えて入札仕様書とした。実験ステーション関連機器の発注件名リストを表4に示す。

表3. 共同チーム担当者

ビームライン	名 称	共同チーム担当者
XU1 (BL41XU)	生体高分子結晶構造解析	神谷 信夫
XU2 (BL09XU)	核共鳴散乱	原見 太幹
XU3 (BL10XU)	高圧構造物性	鈴谷賢太郎
XU4 (BL39XU)	生体分析	後藤 俊治
XW1 (BL08W)	高エネルギー非弾性散乱	山岡 人志
SU1 (BL25SU)	軟X線固体分光	斎藤 祐児
SU2 (BL27SU)	軟X線光化学	関口 哲弘
BM1 (BL02B1)	結晶構造解析	小西 啓之
BM2 (BL38B1)	高温構造物性	内海 涉
BM3 (BL01B1)	X A F S	宇留賀朋哉
R&D1 (BL47XU)	R & D	香村 芳樹

表4. 実験ステーション関連機器の発注件名リスト

件 名	関連ステーション
実験ステーション機器制御用計算機	全ステーション
MCD実験装置	SU2
高分解能微小領域元素分析装置	XU4
CVD実験装置	SU2
光化学実験装置	SU2
原子・分子実験装置	SU2
X線回折解析機器	XU1、XU3、BM2
X線計数回路モジュール	全ステーション
X線検出器信号処理回路機器	全ステーション
入射X線モニター計測機器	全X線ビームラインステーション
X線結晶構造解析用ビームライン機器	XU3、XW1、BM1
X線結晶構造解析装置アタッチメント	BM1
試料準備用光学機器	XU4
極低温回折機器	XW1、SU1、BM3
高温高圧X線回折装置	BM2
流体X線回折用高圧容器	BM2

3. 平成8年度の建設計画

平成8年度末(平成9年2月)の蓄積リングの調整運転開始、平成9年5月の一部ビームラインでのビーム試験開始、平成9年度後半(10月)に予定されている供用開始に向けて、ビームライン建設スケジュールの調整が行われている。これは、ビームライン建設チームの中で閉じておらず、蓄積リング棟実験ホール内装工事スケジュールとの整合、放射線安全審査日程との整合、挿入光源、フロントエンド設置調整時期とリング建設・運転スケジュールとの整合等様々な要素が複雑に絡み合っており、自由度の極めて小さいものとなっている。換言すると、どこかのグループでのスケジュール変更が、全体スケジュールに非常に大きな影響を及ぼし再調整に時間が掛かるので、各グループには決定されたスケジュールを遵守することが求められている。

輸送系・光学系機器の設置及び調整は、上記の内、特に内装工事スケジュールと密接に関連している。また、コントロール、インターロックでは、リングコントロールや放射線安全管理との関わりもある。これらを総合的に調整した平成8年度ビームライン工程計画の策定が本原稿執筆時には最終段階にある。この、全体計画に従って、平成7年度発注物品の製造仕様及び工程の確定作業が各々の担当者によって進められている。現在の計画では、内装工事が終わった場所から、放射線シールドハッチの建設を開始し、その後で輸送チャンネルの敷設を行う。輸送チャンネル、光学系の組み立ては一部のビームラインについては、平成7年度の機器発注仕様に含まれているが、含まれていないビームラインについては、全体スケジュールを見ながら、平成8年度と平成9年度に発注作業を行う。

実験ステーション関連機器についても、平成7年度発注物品の製造仕様、工程の確定作業が、共同チーム担当者を中心に進められている。これは、他の部分と比較的独立に進められるが、ビームライン光学系コントロールとの関連は深い。実験ステーション機器制御用計算機から、挿入光源やビームライン機器を制御するための共通手順の決定は、現在最終段階にあり、まもなく公開することが可能となる。また、供用開始までに必要な実験ステーション関連機器の整備計画を検討中であ

り、利用者グループとも相談の上で最終案をつくる方向での検討がなされている。

4. おわりに

本稿では、共用ビームライン建設の現状の一端を紹介した。建設はまだ端緒にすぎないばかりであるが、昨年来ここに至るまでに膨大な作業をこなしてきた共同チーム利用系メンバーに感謝するとともに、発注作業にあたって格別のご配慮、ご尽力を頂いた共同チーム事務グループならびに日本原子力研究所・理化学研究所の関係各位に感謝する。

石川 哲也 *ISHIKAWA Tetsuya*

昭和29年1月12日生
理化学研究所 マイクロ波物理研究室
〒351-01 埼玉県和光市広沢2-1
TEL.(048)467-9327
FAX.(048)462-4652



昭和57年東京大学大学院工学研究科博士課程(物理学専攻)修了、同年日本学術振興会奨励研究員、58年文部省高エネルギー物理学研究所放射光実験施設測定器研究系助手、64年東京大学工学部物理工学科助教授、平成5年理化学研究所客員主任研究員、6年東京大学工学部付属総合試験所助教授、7年理化学研究所マイクロ波物理研究室主任研究員、工学博士。日本物理学会、日本結晶学会、日本放射光学会会員。最近の研究、放射光のための高性能X線光学系の開発。趣味はSpring-8のビームライン設計を趣味とせざるを得ない。

原見 太幹 *HARAMI Taikan*

昭和23年1月20日生
日本原子力研究所 関西研究所
大型放射光開発利用研究部 利用系開発グループリーダー
〒678-12
兵庫県赤穂郡上郡町金出地



Spring-8 リング棟
TEL.(07915)8-0834 FAX.(07915)8-0830
昭和54年京都大学大学院理学研究科物理専攻博士課程修了、独マックスプランク生化学研究所研究員。原研就職後、原子炉安全工学部、研究炉管理部、大型放射光開発室加速器系開発グループを経て、現職。理学博士、日本物理学会、日本放射光学会会員。放射光の核散乱を通して見た生体物性研究を推進したい。

共同利用ビームラインは今後共用ビームラインと称することになりました。