

次世代放射施設（軟X線向け高輝度3GeV級放射光源）の進捗状況 及び 第1期整備ビームラインラインアップ

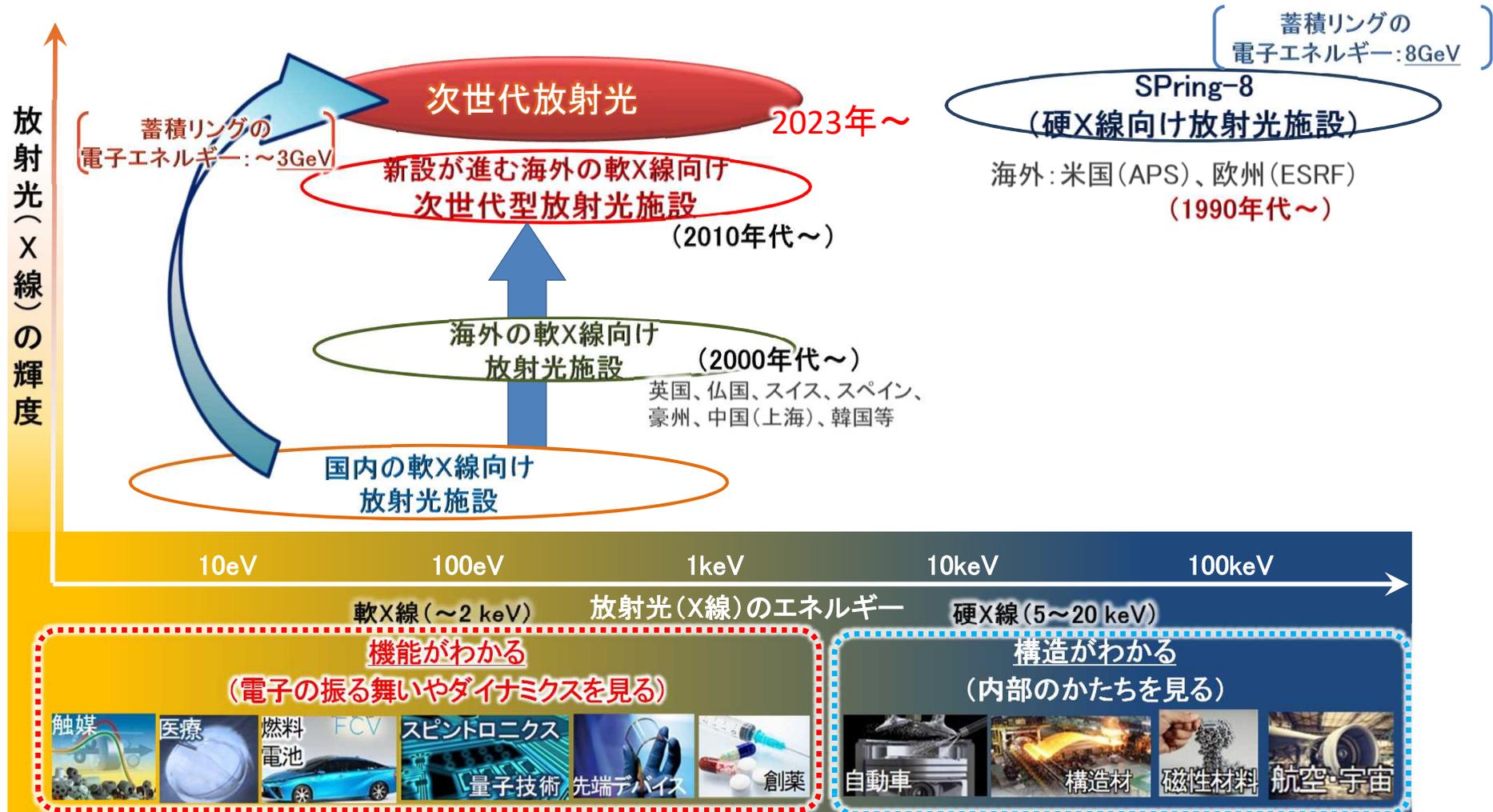
量子科学技術研究開発機構
次世代放射光施設整備開発センター



次世代放射光施設立地場所 東北大学青葉山新キャンパス



次世代放射光施設の目指すもの



- 1) **先端性と安定性**を兼ね備えたコンパクトな高輝度3GeV放射光源を整備し、放射光による世界レベルの**最先端学術研究**及び**多彩な産業利用**成果を創出する。
- 2) 国内の他放射光施設との役割分担や相補性を考慮し、「**軟X線、コヒーレント光**利用研究の促進」、「**本格的産学連携**」の推進、産業利用の拡大、「汎用測定の高スループット化」などに重きを置いた整備運用を行う。

これまでの経緯

年月	
2016年 11月	文科省第1回「量子ビーム利用推進小委員会」開催
2017年 2月	量子ビーム小委員会「中間的整理」
7月	量研を「計画案の検討を行う主体候補」に指名
2018年 1月	量子ビーム小委員会「最終報告書」、パートナー提案募集開始
	量研を「整備・運用の検討を進める国の主体」に指名
8月	光科学イノベーションセンター（代表機関）、宮城県、仙台市、東北大学、東経連をパートナーとして選定
9月	量研と光科学イノベーションセンターが、連携協力協定を締結
11月	「次世代放射光施設シンポジウム」共同開催
12月	施設整備費の政府予算案内示
2019年 3月	量研を「整備・運用を進める国の主体」に指名

官民地域パートナーシップ

(官)

(民・地域)

国

「整備運用を進める
国の主体」を指名

国立研究開発法人
量子科学技術研究
開発機構



連携協力協定

(理化学研究所)
(JASRI)



パートナー

公募により選定

一般財団法人
光科学イノベーションセンター
(代表機関)

宮城県
仙台市
国立大学法人 東北大学
東北経済連合会

2019年9月、
連携協力
協定締結



連携協力協定

官民地域パートナーシップによる整備役割分担

項目	内訳	役割分担
加速器	ライナック、蓄積リング、輸送系、制御・安全	国において整備
ビームライン	当初10本 (パートナーは最大7本)	国及びパートナーが分担
基本建屋	建物・附属設備	パートナーが整備
研究準備交流棟	建物・附属設備	
整備用地	用地取得・造成	

総額 約370億円 (国負担:約200億円、パートナー負担:約170億円)

次世代放射光施設整備スケジュール

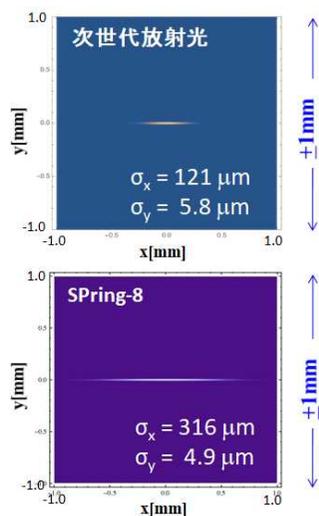
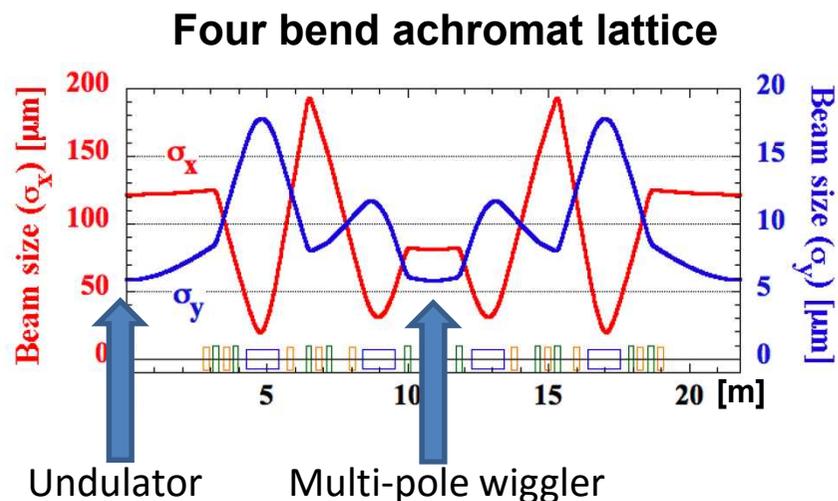
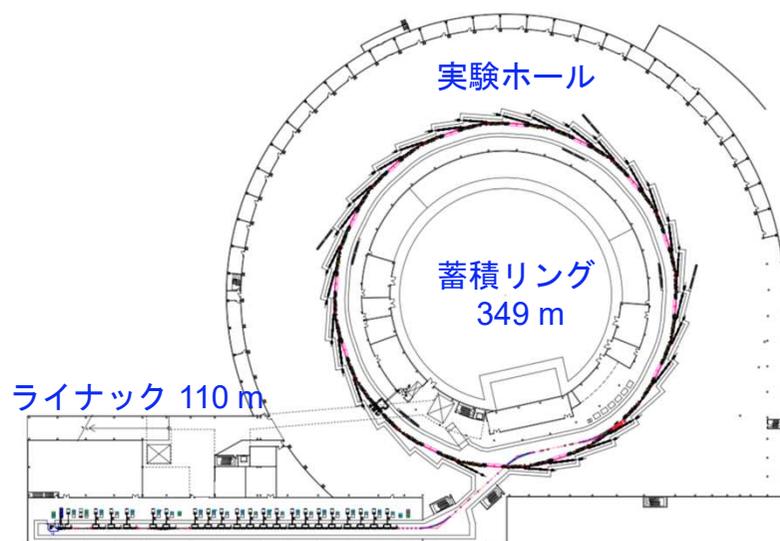
○国において整備

	全体設計／開発	機器設計／機器製作			機器製作／据付	アライメント・総合調整
	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
加速器 (ライナック及び蓄積リング)	施設の調査/加速器開発					▼ファーストビーム
	蓄積リングの磁石セル試作	整備着手	入射器 (ライナック) 製作 (据付・調整)			
			蓄積リング製作 (据付・調整)			
			ライナック・蓄積リング輸送系			
		制御・安全装置				
ビームライン (3本)		仕様検討				

○パートナーにおいて整備

基本建屋						
ビームライン (7本)		仕様検討				
研究準備交流棟	研究者の実験準備・実験検証や異分野を含む産学の交流・融合促進等の機能を有し、施設の顔となる建屋					
整備用地						

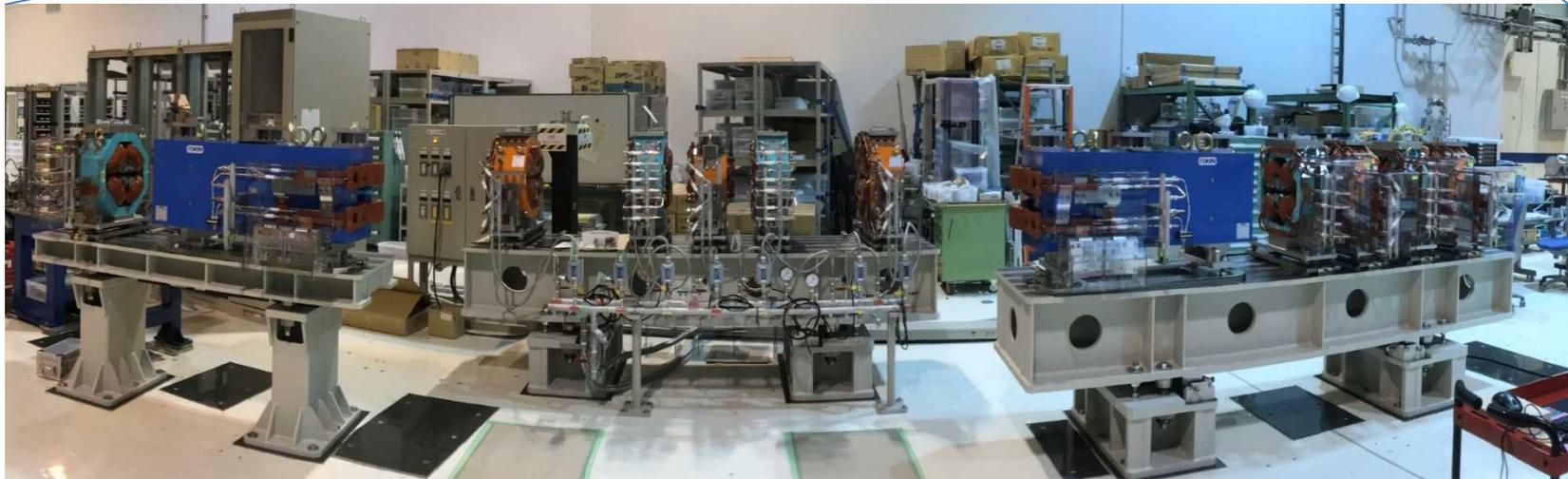
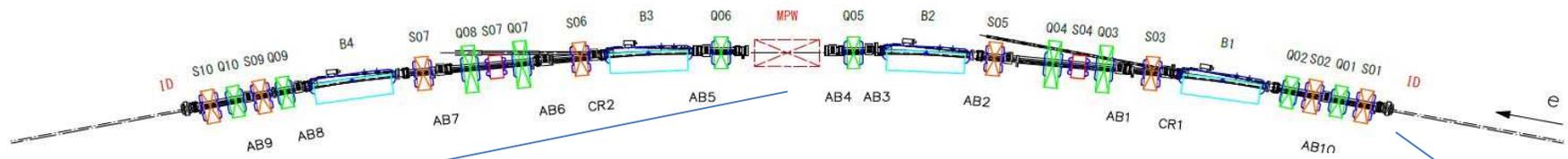
加速器の設計



	次世代放射光施設		SPring-8
	小委員会報告書	設計	
加速器エネルギー	3 GeV	2.998 GeV	8 GeV
蓄積電流	400~600 mA	400 mA	100 mA
リング周長	325~425m 程度	348.8 m	1436 m
セル数		16	44
エミッタンス	1 nmrad 程度	1.14 nmrad	2.4 nmrad
消費電力		5 MW	40 MW
最大ビームライン数	25 本程度	26 本	63 本

- ・軟～テnder-X線領域においてSPring-8の輝度を大幅に凌駕する高輝度光源を周長350m以下で実現
- ・理研/JASRIの協力により、SPring-8,SACLAで得られた知見・技術を最大限に活用

加速器R&D



蓄積リング設計・製作のため、磁石配列最小単位の半分（ハーフセル）の磁石、架台を試作

多極磁石の磁場強度の強いMBAでビームを安定に周回させるには、磁石の高精度な製作・アライメントが要求される（磁場中心を数 μm 精度でアライメントする手法の確立）

これまでに行われてきたビームライン検討

年月	
2016年 7月	東北大学東北放射光施設計画推進会議が外部有識者に委嘱した外部専門委員会（委員長：壽榮松宏仁 東大名誉教授）による「東北放射光施設計画（SLiT-J）エンドステーション・デザインコンペ」公募
2017年 2月	量子ビーム小委員会「中間的整理」
7月	「東北放射光施設計画（SLiT-J）エンドステーション・デザインコンペ」検討結果を東北大学に答申
2018年 1月	量子ビーム小委員会最終報告書
8月	光科学イノベーションセンター理事の諮問委員会として設置された「ビームライン構想委員会」（委員長：有馬孝尚 東京大学教授、個別出資を行う参画企業を代表する委員と学術アドバイザーにより構成）の検討内容をまとめた報告書（初期ビームライン答申）を光科学イノベーションセンターに答申
12月	量研と光科学イノベーションセンターが共同で「次世代放射光施設ビームライン検討委員会」を設置

次世代放射光施設ビームライン検討委員会

- ・量研とPhoSICの「連携協力協定」に基づき、「次世代放射光施設ビームライン検討委員会」（委員長 有馬孝尚東大教授：量研・光イノベーションセンター職員及び外部有識者 計14名の委員で構成）を設置（2018年12月）
- ・2018年12月～19年5月の間に4回の委員会を開催し、①挿入光源やビームライン光学系に関する技術課題の検討及び標準化、②第1期整備10本のビームラインラインアップを決定
- ・「ビームラインに関する意見募集」を実施（2018年12月26日～19年2月15日）
 - （1）国が整備するビームラインとして、具体的な利用、研究活動を踏まえたビームラインの種類、諸元、性能等についてどのようなものが求められるかについての具体的なご提案あるいはご意見
 - （2）パートナーが整備するビームラインに関する、光科学イノベーションセンターの諮問機関「ビームライン構想委員会」報告書に関するご意見・ご要望

	2018年 11月	12月	2019年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
ビーム ライン 検討		▼ 第1回BL 検討委員会	▶ ビームラインに関する 意見募集	▼ 第2回BL 検討委員会		▼ 第3回BL 検討委員会		▼ 第4回BL 検討委員会	▲ 報告書公開 10本の ビーム ライン アップ	▶ BL基本設計	

意見募集に寄せられた国ビームライン提案、意見・要望

(1) 国ビームラインに関する提案

	ビームライン提案
1)	ナノ集光スピン分解ARPES 実験ステーション (ARPES)
2)	先端材料開発のためのナノスピン電子状態解析ビームライン (ARPES)
3)	磁性・スピントロニクス材料科学ビームライン (MCD)
4)	超高エネルギー分解・運動量分解共鳴非弾性軟X線散乱ビームライン (RIXS)
5)	ガンマ量子の基礎・応用研究ビームライン (コンプトン散乱)

(2) 一般的な意見・要望 総件数：31件 (複数記載の整理により55件)

	意見・要望の概要	
1)	光源性能等に対する要望	13件
2)	計測装置・試料環境等に対する要望	28件
3)	運営・ユーザー支援等に対する要望	14件

ビームラインラインアップ策定の方針

- 1) 「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」(共用促進法)の適用を受けられることを想定
 - 「先端的な科学技術分野において比類のない性能」
 - 「科学技術の広範な分野における多様な研究等に活用」
- ビームライン性能(エネルギー、輝度、コヒーレント性など)が適切であるか、
- 科学技術の現状・将来性と合致しており高い学術研究・産業利用ニーズが見込まれるか
- SPring-8など他の国内放射光施設との役割分担が明確であるか など
- 2) 「官民地域パートナーシップ」による整備・運用が行われる
 - パートナービームラインに関して、利用収入が十分に得られるか



- ・パートナービームラインについては、「ビームライン構想委員会」報告書を出発点とし、技術的観点などを踏まえて、合理的に実現できるビームライン編成を検討
- ・国ビームラインについては、国の量子ビーム小委員会での検討を踏まえつつ、海外施設の動向、意見募集に寄せられた具体的ビームライン提案などを参考に、新たな検討を実施

第1期整備ビームラインラインアップ（パートナー整備BL）

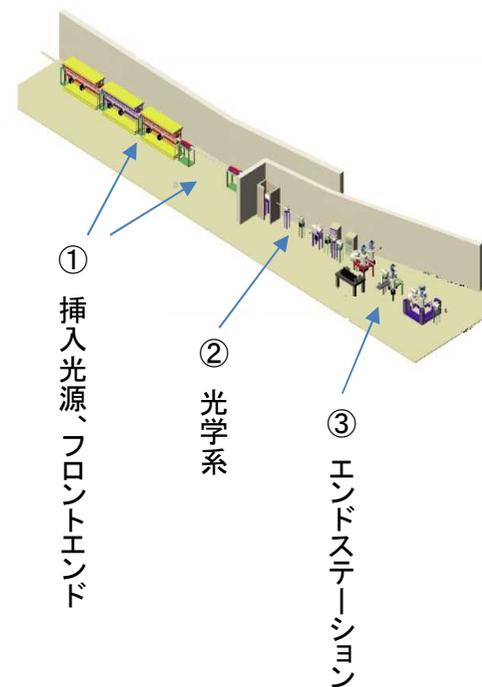
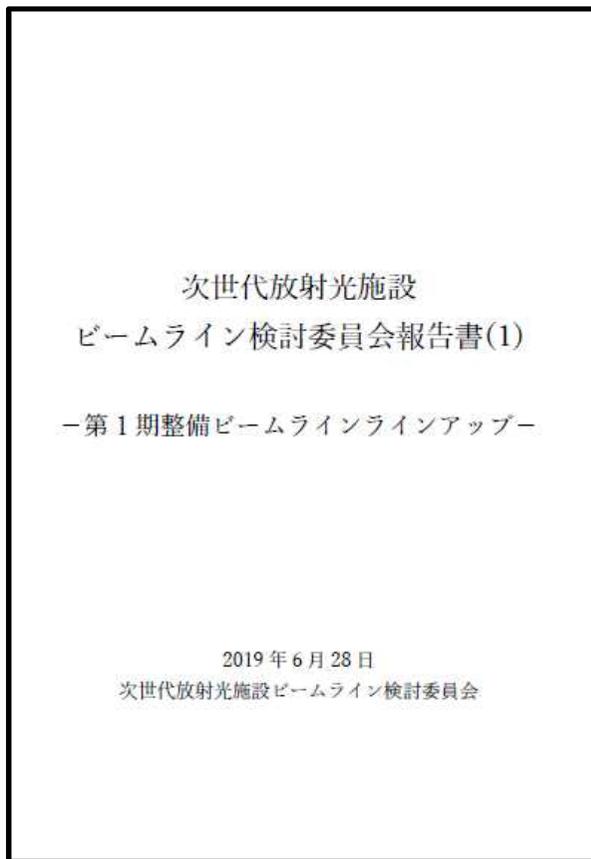
所掌	BL 番号	名称	計測手法例*)	光源	エネルギー (偏光)	エネルギー 分解能	ビーム サイズ
パートナー	BL-I	X線オペランド分光	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大気圧X線光電子分光 ・ 大気圧X線吸収端微細構造分光 ・ X線回折 	IVU	2-20 keV (水平直線)	E/ΔE=7,000	100 nm
	BL-II	X線構造・電子状態トータル解析	<ul style="list-style-type: none"> ・ 走査型透過X線顕微鏡 ・ X線小角・広角散乱 ・ X線吸収端微細構造分光 	MPW	2-20 keV (水平直線)	E/ΔE=7,000	50 μm
	BL-III	X線階層的構造解析	<ul style="list-style-type: none"> ・ 吸収・位相イメージング ・ 走査型蛍光イメージング ・ X線回折・散乱 ・ 蛍光X線ホログラフィー 	MPW	4.4-30 keV (水平直線)	E/ΔE=7,000	50 μm
	BL-IV	X線コヒーレントイメージング	<ul style="list-style-type: none"> ・ コヒーレント回折イメージング ・ タイコグラフィー ・ タイコグラフィー-X線吸収端微細構造分光 	IVU	3.1-20 keV (左右円) 2-20 keV (水平直線) 3.1-20 keV (垂直直線)	E/ΔE=7,000	50μm (非集光) 100 nm (集光)
	BL-V	軟X線磁気イメージング	<ul style="list-style-type: none"> ・ 位相イメージング ・ 走査型透過吸収イメージング ・ 走査型蛍光イメージング ・ 磁気イメージング ・ 円二色性 ・ X線磁気円二色性 ・ X線磁気線二色性 ・ X線磁気光学カー効果 	APPLE-SX	0.18-1.2 keV (左右円) 0.13-2 keV (水平直線) 0.23-2 keV (垂直直線)	E/ΔE=10,000-30,000	< 50 nm
	BL-VI	軟X線電子状態解析	<ul style="list-style-type: none"> ・ ナノ光電子分光 ・ 共鳴非弾性X線散乱 	APPLE-EUV	0.05-1.0 keV (水平直線) 0.05-1.0 keV (垂直直線)	E/ΔE=10,000-30,000	< 50 nm
	BL-VII	軟X線オペランド分光	<ul style="list-style-type: none"> ・ 準大気圧X線光電子分光 ・ 準大気圧X線吸収微細構造分光 ・ 軟X線光電子分光 	APPLE-SX	0.13-2 keV (水平直線) 0.23-2 keV (垂直直線)	E/ΔE=10,000-30,000	< 50 nm

第1期整備ビームラインラインアップ（国整備BL）

所掌	BL 番号	名称	計測手法例*)	光源	エネルギー (偏光)	エネルギー分解 能	ビーム サイズ
国 (共用)	BL-VIII	軟X線ナノ光電子分光	・ ナノスピン分解光電子分光	APPLE-EUV	0.05-1.0 keV (左右円) 0.05-1.0 keV (水平直線) 0.05-1.0 keV (垂直直線)	E/ΔE= 10,000- 30,000	50 nm- 10 μm
	BL-IX	軟X線ナノ吸収分光	・ X線吸収分光 ・ X線磁気円二色性 ・ X線磁気線二色性 ・ X線磁気光学カー効果 ・ X線線二色性 ・ X線強磁性共鳴	分割APPLE-SX	0.18-2 keV (左右円) 0.13-2 keV (水平直線) 0.18-2keV (垂直直線) [偏光高速切替]	E/ΔE >10,000	50 nm- 10 μm
	BL-X	軟X線超高分解能共鳴非弾 性散乱	・ 超高分解能共鳴非弾性X 線散乱 ・ 軟X線非弾性回折	APPLE-SX	0.25-1.0 keV (左右円) 0.25-1.0 keV (水平直線) 0.25-1.0 keV (垂直直線)	E/ΔE >150,000	< 500 nm

*) ここに挙げた計測手法はあくまで例示であり、各ビームラインの実際の用途については、今後別途検討がおこなわれる

次世代放射光施設ビームライン検討委員会報告（1） —第1期整備ビームラインラインアップ—



https://www.3gev.qst.go.jp/BL_report.html

今後、「ビームライン構想委員会」（光科学イノベーションセンター）、「次世代放射光施設利用研究検討委員会」（量研）において、各ビームラインにおける利用研究の詳細やエンドステーションの仕様等を検討するとともに、ビームラインの基本設計を開始する。

立地場所における土地造成の進捗



2019年6月13日現在

光科学イノベーションセンター提供