

NanoTerasuにおける ビームライン増設計画の方向性



国立研究開発法人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

内海 渉
センター長



一般財団法人光科学イノベーションセンター

高田 昌樹
理事長



2023年12月7日

ファーストビーム 達成！

2024年4月運用開始に向けて順調に整備が進捗

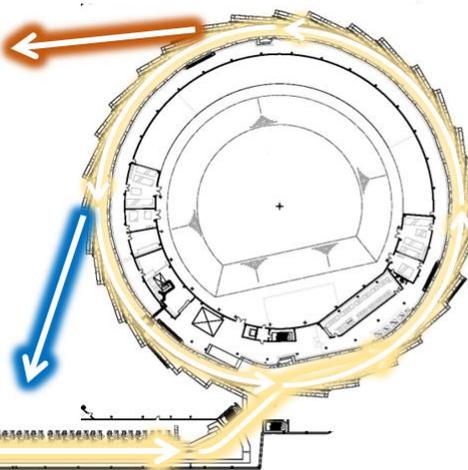


4月27日 予定より1か月早く直線加速器で
3GeV電子加速に成功



BL10U

BL13U



6月16日 予定より1.5か月早く円型加速器で
3GeV電子蓄積に成功

2つの利用制度（共用とコアリション）

共用利用

- **すべての者が課題申請可能**
- **課題審査あり**，年数回程度の課題募集
- **個人探求型・イノベーションシーズを涵養**
- **原則成果公開**，ビーム利用料負担にて成果専有も可能

担当機関



登録施設利用
促進機関※

▲ ニーズ

▼ シーズ

コアリション利用

- **加入金を出資した会員による利用**
- **課題審査なし**，原則1か月前まで利用予約が可能
- **組織ニーズプル型・イノベーションを加速**
- **ビーム利用料負担**，**すべて成果専有**利用可能

担当機関



※特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律（平成六年法律第七十八号）に基づき，文部科学大臣より登録を受けた登録施設利用促進機関。

NanoTerasu ビームラインの現状

第1期整備 共用ビームライン (QSTが整備)

- ・世界トップクラスの性能
- ・科学の最先端領域を開拓
- ・高度な計測技術を探求

BL	目的	光源	エネルギー (eV)	主たる実験装置
BL02U	軟X線超高分解能共鳴非弾性散乱 (RIXS)	APPLE-II アンジュレータ	250-2000	2D-RIXS分光器
BL06U	軟X線ナノ光電子分光 (ARPES)	APPLE-II アンジュレータ	50-1000	ナノ集光スピン分解ARPES マイクロ集光高分解能ARPES
BL13U	軟X線ナノ吸収分光 (XMCD)	分割APPLE-II アンジュレータ	180-2850	強磁場装置 XFMR STXM

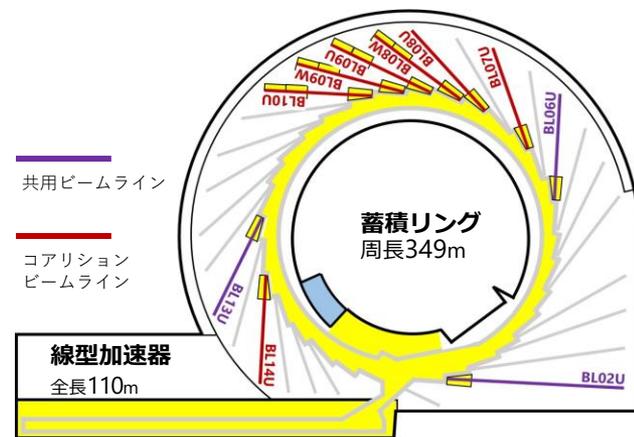
第1期整備 コアリジョンビームライン (地域パートナーが整備)

- ・現実の社会課題解決、重要政策目標への対応
- ・広範な分野での利活用
- ・データ科学などとの異分野融合を課題解決型で

BL	目的	光源	エネルギー (eV)	主たる実験装置
BL07U	軟X線電子状態解析	APPLE-II アンジュレータ	50-1000	共鳴軟X線非弾性散乱 (RIXS) 軟X線吸収分光 (XAS) ナノX線光電子分光 (NanoESCA)
BL08U	軟X線オベラント分光	APPLE-II アンジュレータ	180-2000	雰囲気(軟X線)光電子分光 (AP-XPS) 高分解能(軟X線)光電子分光 (XPS) 汎用型nm- μ m集光軟X線分光 (軟X線)吸収端近傍微細構造 (NEXAFS) インフォマティクス・ロボット制御
BL08W	構造解析	多極ウィグラー	2100-13000	X線吸収微細構造 (XAFS) 小角X線散乱 (SAXS) 広角X線散乱 (WAXD)
BL09U	X線オベラント分光	真空封止 アンジュレータ	2100-15000	硬X線光電子分光 (HAXPES)
BL09W	階層構造	多極ウィグラー	4400-30000	白色X線4DCT (サブミリ秒) 白色X線イメージング (マイクロ秒) 単色X線CT 単色X線イメージング 分散型XAFS 分散型SXRD
BL10U	X線コヒーレントイメージング	真空封止 アンジュレータ	2100-15000	コヒーレント回折イメージング (CDI) X線吸収微細構造 (XAFS) 結像型透過X線顕微鏡 (TXM) 走査型蛍光X線顕微鏡 (SXFM) X線光子相関分光 (XPCS)
BL14U	軟X線イメージング	ツインヘリカル アンジュレータ	200-1400	軟X線イメージング (SXM, STXM) 軟X線吸収分光 (XAS) 軟X線磁気円二色性分光 (XMCD)

■ 軟X線ビームライン

■ 硬X線ビームライン



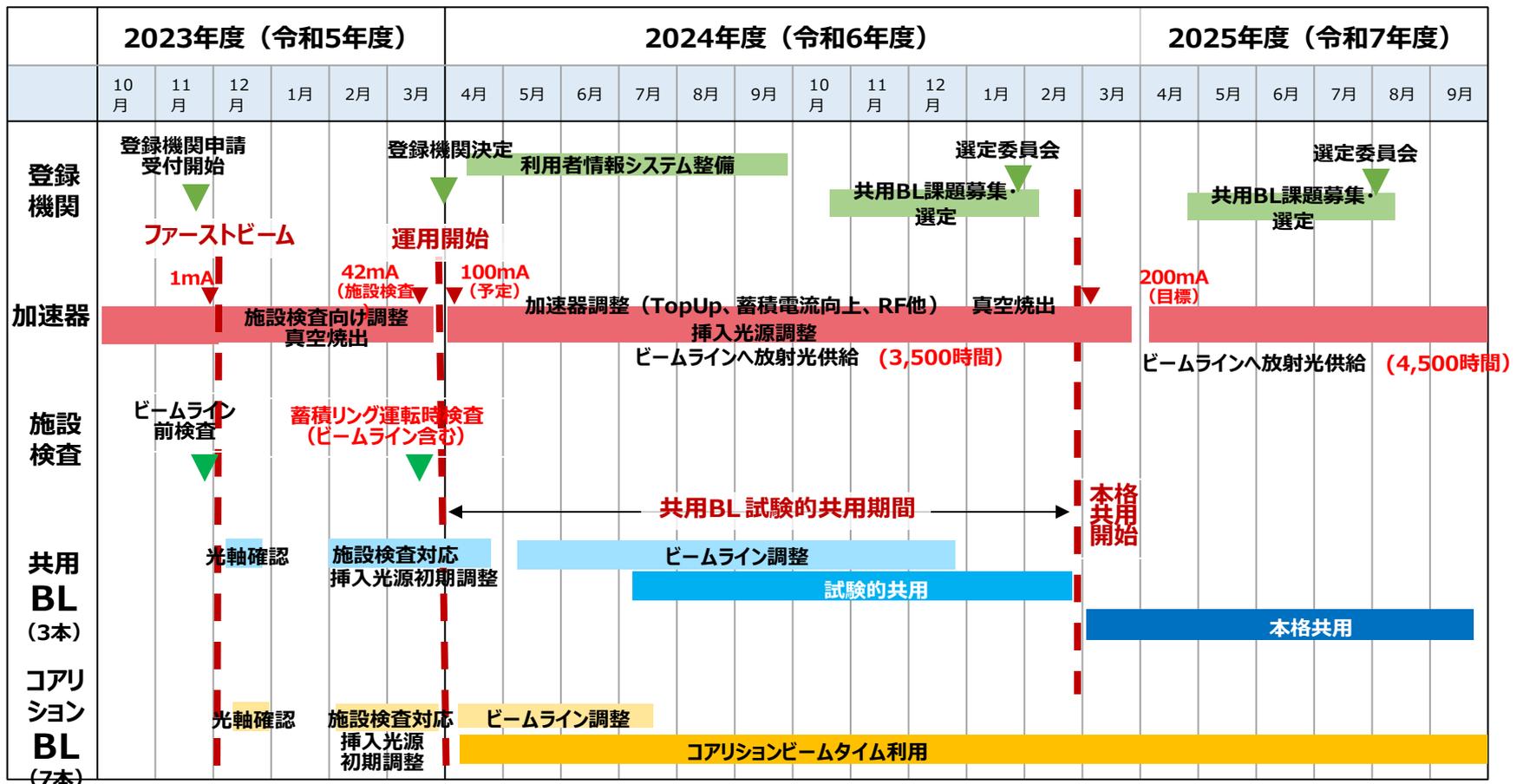
整備が可能なビームライン数

BL		アンジュレータポート数	ウィグラーポート数	合計ポート数
総数		14	14	28
第1期整備	共用	3	0	3
	コアリジョン	5	2	7
残り		6	12	18

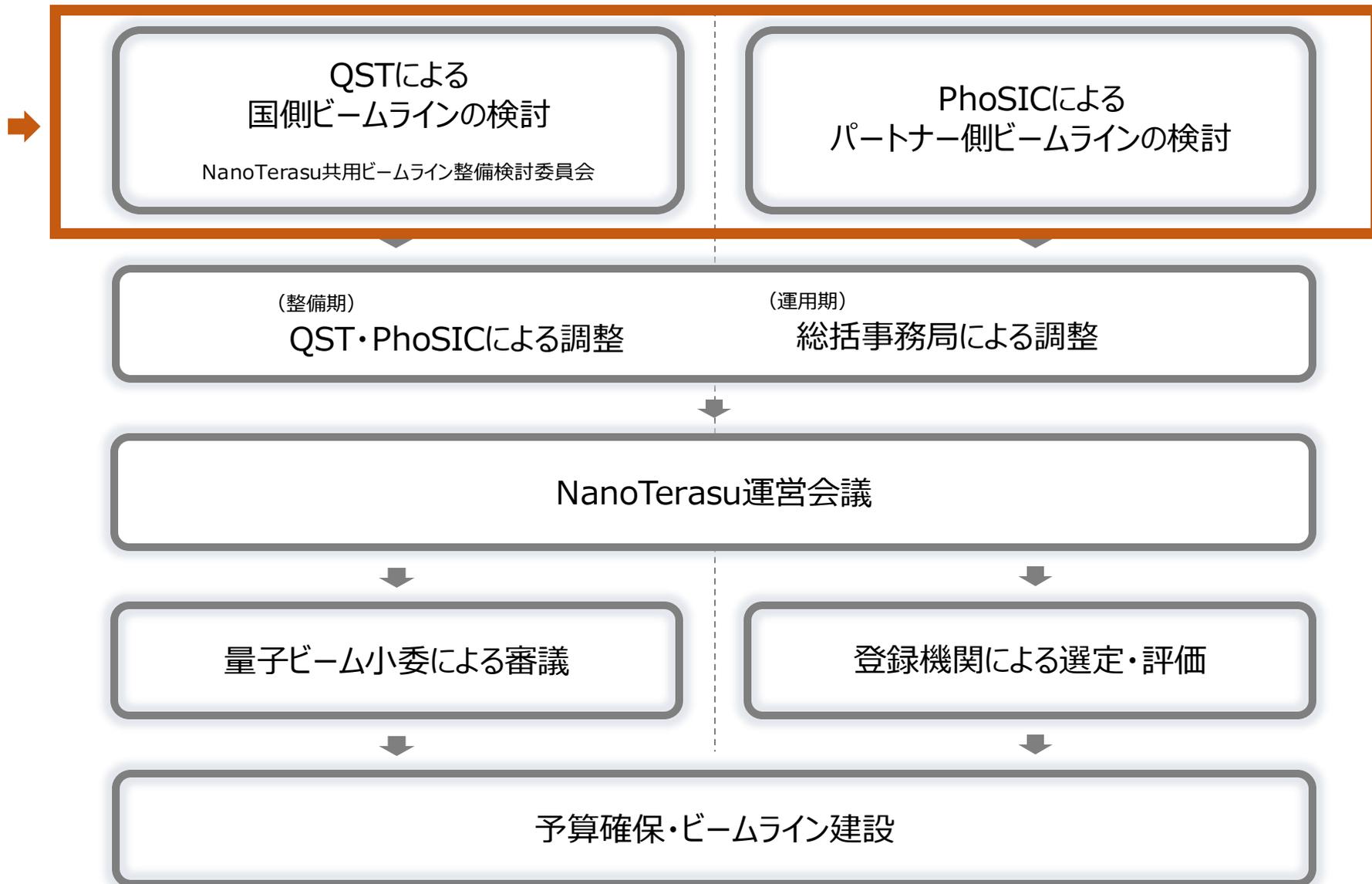
- ・残り18本のビームラインの早急な整備が必要
- ・ウィグラーを光源※とするビームラインの有効活用
※ 5-6keVを中心とする中庸な強度 (SPring-8偏向磁石光源の約10倍)

運用開始スケジュール

- ・2023年12月のファーストビーム、2024年3月の施設検査合格ののち、利用者へのビーム供給が可能に。
- ・共用ビームラインについては2024年4月～2025年2月までを「試験的共用期間」とし、ビームライン調整と試験的な共用を並行して行う。
- ・本格共用の課題募集を2024年秋頃に行い、2025年3月から本格共用を開始する。
- ・コアリションビームラインについては、ビームライン調整を終えたものから順次ユーザー利用を開始する。



NanoTerasuにおけるビームライン増設計画に係る検討の流れ



NanoTerasu共用ビームライン整備検討委員会

委員会の目的

- (1) 現在整備中の NanoTerasu における共用ビームラインのあり方、役割について、放射光分野の専門的見地から提言を行う。
- (2) 今後整備すべき新規ビームラインの候補をまとめる。

委員名簿

氏名	所属
原田 慈久 (委員長)	東京大学 物性研究所極限コヒーレント光科学研究センター 教授 同 シンクロトロン放射光連携研究機構 機構長
朝倉 清高	北海道大学 触媒科学研究所 教授
雨宮 健太	高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 教授・副所長
金子 美智代	トヨタ自動車株式会社 電動化・環境材料技術部 材料基盤開発室 主査
解良 聡	自然科学研究機構 分子科学研究所 教授 同 極端紫外光研究施設 施設長
為則 雄祐	東京都立大学 総合研究推進機構 教授
西堀 英治	筑波大学 数理物質系物理学域 教授 同 エネルギー物質科学研究センター センター長
原田 昌彦	東北大学 大学院農学研究科 教授
松田 巖	東京大学 物性研究所極限コヒーレント光科学研究センター 教授
百生 敦	東北大学 多元物質科学研究所 教授
内海 渉	量研 次世代放射光施設整備開発センター センター長
高橋 正光	量研 次世代放射光施設整備開発センター 高輝度放射光研究開発部 次長
堀場 弘司	量研 次世代放射光施設整備開発センター 高輝度放射光研究開発部 ビームライングループ 上席研究員

委員会開催

第1回 令和5年9月29日

- ・ ナノテラスビームラインの状況について
 - ・ 今後整備すべき共用BLの方針・諸条件について
- 他

第2回 令和5年11月15日

- ・ 産業利用からのコメント
 - ・ 国の科学技術施策の動向
 - ・ 国内外の放射光施設の動向
 - ・ ビームライン技術開発の動向
- 他

第3回 令和5年12月22日

- ・ 新規整備が望まれるビームラインについて
- 他

国側のビームライン増設のポイント

初期整備10本のラインナップ

国内における高輝度軟X線利用研究の空白状態の解消し、構造解析、分光、イメージングなど先端計測に必要とされる代表的な光源を最低限カバー

SXナノ光電子分光

SXナノ吸収分光

SX超高分解能
RIXS

SX電子状態解析

SXオランダ分光

SXイメージング

構造解析

コヒーレント
イメージング

オランダ分光

階層構造

共用BL (3本)
世界最高性能で自然科学を先導

コアリジョンBL (7本)
様々な物質の機能を可視化

増設

残りの空きポート早期整備で投資効率を最大化

ユーザーニーズ

- NanoTerasu、SPring-8においても満たせないほどの需要が予想されるビームライン
- 国際競争が激しい国の戦略分野において、研究機会を奪わないよう早期整備

分野多様性

- 研究活動を活性化し、多様な分野で高インパクトな研究を生み出せるビームライン
- 半導体・デジタル産業、グリーンイノベーション、量子技術、バイオ・健康医療など国の戦略分野を加速すべく早期整備

NanoTerasuの強み

- 軟X線～テンダーX線領域での高輝度コヒーレント光源
- SPring-8等既存施設の偏向磁石光源の10倍の3-25keV白色光源

新規性開拓

- 量子技術など国の戦略分野の推進に必要とされる新たな先端計測を開拓する挑戦的ビームライン
- 10年後を見据え、革新的な光源開発に早期着手

国側の整備フェーズの考え方

		フェーズⅠ 2019-2023	フェーズⅡ 2024-2027	フェーズⅢ 2028-2030	フェーズⅣ 2031-
整備期 共用BL	<ul style="list-style-type: none"> 国内における高輝度軟X線利用研究の空白状態の解消 軟X線分光の主要測定手法をカバー 	建設・整備	高度化		
高ユーザー ニーズ共用 BL	<ul style="list-style-type: none"> 全ての研究者への利用機会、需要に応える測定基盤の提供 半導体・デジタルなど国の戦略分野における先端シーズ開拓に早期着手 		検討 建設・整備		
応用拡大 共用BL	<ul style="list-style-type: none"> 拡大する応用範囲への対応 フェーズⅡの実施状況を見つつ、フェーズで対応すべき応用範囲を見極める 		状況に応じ随時計画を見直し		
			フィージビリティスタディ	建設・整備	
先端利用 共用BL	<ul style="list-style-type: none"> 技術開発を要する先端的放射光利用 マルチモーダル測定 		既存BLにおける技術開発		建設・整備
R&D BL	<ul style="list-style-type: none"> 新しい放射光利用の地平を拓く フェーズⅡ～Ⅲにおいて、フェーズⅣに必要な研究開発に着手する 		研究開発	建設・整備	共用化

パートナー側の検討

- NanoTerasuがイノベーションエコサイクルのコアとしての役割を高いレベルで担い続け、我が国の学術、産業の国際競争力の強化、および、人が安全・安心に生活する基盤となる持続的社会的の実現を目指すべき
- 既存ビームラインBL09W、09Uのブランチを計画どおり設置
- 重要な機微技術の研究開発は、よりセキュアな環境で、という企業の要望
- 東側の拡張エリアにセキュアゾーンを設定し、セキュアな実験が可能なビームラインを新設
- 拡張エリアには、光源からのライン長さを活かした光学系のビームラインを設置（アンジュレータービームライン）

