

# 3GeV高輝度放射光施設(NanoTerasu)の整備・共用等に係る中間評価結果(概要)

## ① 中間評価の実施

- 量子ビーム施設利用推進委員会において、設置者のQST(国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構)と登録施設利用促進機関のJASRI(公益財団法人高輝度光科学研究センター)、地域パートナー代表機関のPhoSIC(一般財団法人光科学イノベーションセンター)からのヒアリングと現地視察を踏まえ、NanoTerasuの中間評価に係る審議を実施。

## ② 進捗状況

1

加速器・蓄積リング

稼働初年度から、非常に高い光源稼働率で、世界最高水準の高輝度軟X線を安定的に供給


- 2019年度の整備着手以降、2023年度までに加速器・蓄積リングの整備を終え、2024年4月から、予定の42mAを上回る蓄積電流160mAで運用開始。
- 同年7月から200mAで運用し、世界最高水準の高輝度軟X線を安定供給し、国内外の他施設と比較しても高い光源稼働率99.6%等(2024年度)を達成。
- 2025年7月には、世界最高水準の蓄積電流400mAで安定運転に成功し、同年9月からは、400mAまで蓄積電流を徐々に上げてユーザー運転を実施。

2

ビームライン・その他

共用ビームライン3本とコアリションビームライン7本の整備を終え、利用開始

- 共用ビームラインを3本整備し、2024年度に試験的共用を実施した上で、2025年3月から共用利用を開始。
- コアリションビームラインを7本整備し、2024年4月からコアリション利用を開始。
- 2023年5月にG7科学技術大臣会合の視察が実施されるなど、国内外から多くの視察・見学者を受け入れ。



## ③ 各観点の評価結果

- 必要性
- 共用促進法に基づく特定先端大型研究施設として、官民地域パートナーシップによる共用制度とコアリション制度を通じ、産官学の研究開発に幅広く貢献。
  - 日本の国際競争力を支える基盤として、国が関与する必要性等は十分に妥当。

- 有効性
- 世界最高水準の高輝度軟X線は、我が国の国際競争力を支える基盤として、既にトップジャーナルへの掲載など、世界をリードする学術的インパクトを創出。
  - 産学連携の新たなマッチングの仕組みをはじめ、NanoTerasuを核とした新たな産学官連携の創出、リサーチコンプレックスの形成が着実に進行。
  - 若手研究者の参画等により、学生を含めた若手人材の育成を積極的に推進。
  - 国際シンポジウムの開催や、MAX IV(スウェーデン)との連携協力に関する覚書の締結など、国内外の研究機関等との連携を推進。

- 効率性
- 共同の運営会議やQST総括事務局の設置など、管理運営体制を整備。
  - 2026年度からのコアリションビームラインの共用供出に向け着実に準備が進行。
  - 諸外国と比較し、ビームライン1本当たりの成果創出の費用対効果は高く、フェーズⅡ※のビームライン増設により、さらなる向上が維持されることが期待。

## ④ 今後の方向性

- 本課題は継続する
- NanoTerasuは、科学技術・イノベーション基本計画や共用促進法等でもその意義は明確に位置づけられており、着実に整備・共用・高度化を推進していくことが重要。
  - 早急に整備が必要なフェーズⅡ※の共用ビームライン5本のうち、1本(X線回折)の整備は2024年度に着手したが、まだポートの3割強しか活用できていない状況。
- ※フェーズⅡでは、高ユーザーニーズという観点から放射光施設の基本的な用途を持ったビームラインを5本整備することが望ましい。これらのビームラインは既存のSPring-8で利用ニーズが高い測定手法にも対応しており、ユーザーに世界最高水準の研究機会・測定環境を提供することが期待できる。(量子ビーム利用推進小委員会報告書(令和6年))
- 今後、学術・産業の多様な分野において、多くの利用と成果創出が期待されることから、我が国の重要な大型研究施設として、以下に留意し、成果の最大化等に努めること。

NanoTerasuの進捗を踏まえた成果の検証と今後の方向性

別紙参照

✓

放射光施設を基盤とした研究開発の国際競争が激化している状況等を踏まえ、NanoTerasuの技術的優位性を活かし、日本発の革新的な成果を創出するため、広範な測定手法の整備と多様な研究者が利活用できる仕組みの両立が必要。

✓

特に、現状、ポートの約3割強しか活用できていないため、ビームラインの早急な整備により、費用対効果や経済効果等を最大化していくことが求められる。

- 2027年からのSPring-8ブラックアウトに向け、国内放射光施設のリソースも活かしつつ、NanoTerasuの成果専有利用等も含め、具体的な検討を加速する必要。
- 今後の施設整備と併せて、ユーザーの利用支援や利用環境の充実を図る必要。

## ⑤ その他

- 次回の評価については、特に注力すべきとされた増設ビームラインの整備状況を踏まえて、3年後を目途に適切な時期に実施する。

# NanoTerasuの進捗を踏まえた成果の検証及び今後の方向性

## (1) 成果の検証

### ① 加速器・蓄積リング

- 加速器は、令和6年4月の運用開始後、約1年強の類稀なスピードで、同規模施設として世界最高水準の「安定性」と「性能」の両立を達成(蓄積電流400mAの安定運転を達成)し、輝度・強度ともに世界最高水準の放射光を、理論上28本の全ビームラインに供給可能な状態。
- 一方、ビームラインは、現状、28本中10本しか埋まっておらず(令和6年度より1本建設中)、世界最高水準の軟X線を、ポートの約3割強しか活用できていない状況。

### ② ビームライン・その他

#### A. 学術的インパクト

- 運用開始直後に、軟X線共鳴非弾性X線散乱装置として世界最高エネルギー分解能を達成するなど、軟X線領域において、既に世界をリードする研究成果を創出。
- 例えば、論文について、
  - ・Nature Commun.等トップジャーナルへの掲載
  - ・Top10%論文数の割合(Q値) 11%
 というように、既に国際的に高い注目を獲得。
- ビームライン1本の国費投入額当たりのTop10%論文数について、国際比較で、NanoTerasuの費用対効果は高い。(共用開始1年目の論文生産性は、代表的な軟X線領域の放射光施設MAX IVの2倍程度)※QST試算

(例)世界最高エネルギー分解能 $E/\Delta E \sim 58,000$  @930 eVの達成 (BL02U)

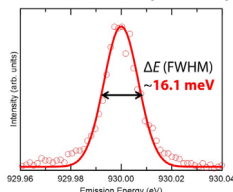
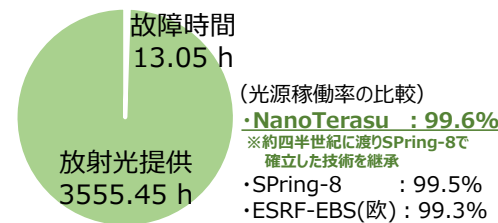


図3 NanoTerasu BL02U 2D-RXS分光器のエネルギー分解能  
出典：QSTプレスリリースより

諸外国の軟X線領域における放射光施設と比較しても、既に高い学術的インパクトを創出し、国際的な学術研究ネットワークを牽引し始めている。

#### 年間稼働時間



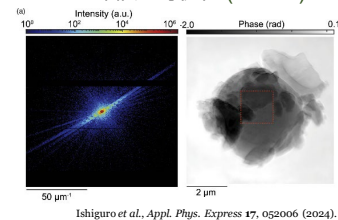
#### 目標蓄積電流に達するまでの期間

第4世代 軟X線放射光施設	目標の蓄積電流 までに要した年数
NanoTerasu(日本)	約1年90日 (400mA)
MAX IV(スウェーデン)	約9年90日 (500mA)
SIRIUS(ブラジル)	— (350mA)

#### B. 社会的インパクト

- 我が国初の官民地域パートナーシップにより、放射光施設の利用の在り方を変え、今まで放射光の利用経験がない中小企業等に、利活用の機会が拡がり、新たな産官学金連携が創出されるなど、裾野が着実に拡大。
- 今後、NanoTerasuを核としたリサーチコンプレックスの形成が進行することで、トップを走る技術革新や新産業創出等に期待。
- 東北経済連合会の試算によると、日本全体へ大きな経済効果が期待。

(例)リチウム硫黄電池カソード材料の内部構造可視化 (BL10U)



- ・経済効果 1兆9,017億円(10年間)
- ・全国の市場創出効果 1兆6,240億円
- ・宮城県内の地元波及効果 2,777億円
- ・雇用創出効果 1万9123人(宮城県内)

※東北経済連合会の試算

NanoTerasuを核に、地域の中小企業等も参画した産官学金連携やサイエンスパークの形成が活発に進められている。

## (2) 今後の方向性

- ✓ 軟X線は物質の「機能」理解のツールとしてマストアイテムであり、軟X線領域における放射光施設が各国に整備され、国際的な競争が激化している状況を踏まれば、NanoTerasuの技術的優位性を最大限活かし、日本発の革新的な成果を創出することで、相対的に低下した日本の研究力や産業競争力を反転させ、あらゆる学術・産業分野への貢献が見込まれる。
- ✓ 今後、ビームラインを早期に増設することで、NanoTerasuのポテンシャルが最大限発揮され、費用対効果や経済効果等が最大化されることが求められる。2