

## Spring-8 に関する質問への理研殿のご回答

2024.01.17

日本技術士会 原子力・放射線部会／機械システム部会

| # | 分類 | 質問事項   | 質問者  | 回答   | 備考 |
|---|----|--|------|--|----|
| 1 | 原理 | 放射光（X線）の発生範囲（波長とビームのエネルギー量（エネルギーフラックス？、強度））はどのくらいですか？<br>またそれはどのようにして変更していますか？   | 大西祥作 | SPring-8 でユーザーが利用している波長は10nm から 0.01nm 程度です。フラックスは光源に依存しますが、1012-1015（単位は 0.1%バンド幅に含まれる毎秒辺りの光子数）です。波長は挿入光源と呼ばれる特殊な磁場発生装置の磁場強度を調整して変更します。 |    |
| 2 | 原理 | 電子を 8 GeV に加速した場合、電子は光速に対しどの程度の速さになりますか？   | 大西祥作 | 99.999999796%です。   |    |
| 3 | 原理 | 放射光を作成する場合、どのくらいの電力を使用しますか？  | 大西祥作 | どこまでの範囲が含まれるか不明なため、回答できません。  |    |
| 4 | 原理 | 放射光の発生原理をもう少し詳しく教えてください。<br>（「シンクロトロン放射は、高エネルギーの電子等の荷電粒子が磁場中でローレンツ力により曲がるとき、電磁波を放射する現象である」とウイキペディアには記載がありますが、どのような粒子がどのくらいの高エネルギーでどのくらいの曲率で曲がるとどのような放射光が発生するのでしょうか？） | 大西祥作 | SPring-8 の偏向磁石では、エネルギー 8 GeV の電子が曲率半径 40m で曲げられることで、中心波長 0.043nm の広帯域（白色）光を発生します。  |    |
| 5 | 原理 | ビームラインマップにはたくさんのラインがある。挿入光源から試験体までの経路、硬い X 線と軟 X 線での経路の違いはどのようなもののでしょうか。   | 茂木政春 | 基本的に放射光の輸送経路は真空中になります。大気による吸収の大きさを考慮して硬 X 線では一部が大気中で輸送されます。  |    |
| 6 | 原理 | このようなビームラインのような形状をすることのメリットは何ですか？（電子を同じ方向に加速させるので電磁波の共用による効率化？ より良い環境（磁界）とするためのスケールメリット？）  | 茂木政春 | 円形の加速器を利用するのは、電子を止めることなく利用できるのと、接線方向にビームラインを多数配置できるため、同時に多くの場所での利用を可能にしているという点です。  |    |

| #  | 分類   | 質問事項  | 質問者  | 回答   | 備考 |
|----|------|---|------|--|----|
| 7  | 原理   | 実験の準備で、光の波長の選定はトライアンドエラーで行うことがおおいのでしょうか。それとも原子間隔の理論値ベースで選定するのでしょうか。(明確に識別した結果を得るために、原子間隔の何分の1くらいの波長がいるのでしょうか) | 茂木政春 | 様々な実験が行われており、手法毎に使用波長が決まっているものや、トライアンドエラーで決めるもの等、様々です。例えば吸収端波長の特徴を利用するものであれば波長はほとんど決まりますし、吸収長を利用するイメージング等は、透過度を調整するために最適な波長を探す必要があります。                       |    |
| 8  | 原理   | 実験直後は、ひばく防止等のために装置や試験体に近づけないようなことはありますか？(時間的には作業に影響しないほどの短時間ですか?)   | 茂木政春 | 放射光実験では基本的に試料が放射化することはありません。   |    |
| 9  | 施設全般 | SPring8 は世界の放射光施設のなかでどのような規模にありますか？   | 大西祥作 | 電子の加速エネルギー、蓄積リングの大きさで世界一です。  |    |
| 10 | 施設全般 | 仙台で供用が始まる放射光施設ナノテラスとの関係は？違いはあるのでしょうか？   | 土田昇  | SPring-8 ではナノテラスに比べて短い波長領域での実験にアドバンテージがあります。   |    |
| 11 | 施設全般 | SPring-8 の高度化である SPring-8-II はどういう方向性を目指しているのでしょうか？   | 土田昇  | 短波長領域で世界最高性能の放射光を省電力で供給することを目指しています。   |    |
| 12 | 運用   | SPring-8/SACLA の年間の運転日数は？   | 土田昇  | 2022 年度 SPring8 5,184 時間(216日)/SACLA 5,808 時間(242日)  |    |
| 13 | 運用   | ビームラインなどの実験施設の利用率は？   | 土田昇  | 2022 年度 ユーザー運転時間 SPring-8 4,440 時間(185日)/SACLA 4,464 時間(186日)  |    |
| 14 | 運用   | SPring-8/SACLA の年間運営費はどのくらいなのでしょう？年間電気料金はどのくらいなのでしょう？   | 土田昇  | 2018 年度の SPring-8 および SACLA の施設運転・維持管理等に係る予算はそれぞれおよそ 85 億円および 56 億円、また利用者選定・利用支援等に係る予算は、およそ 14 億円です。なお、後者の利用者選定・利用支援等に必要予算は SPring-8 と SACLA、両方の利用促進に使用されます。 |    |

| #  | 分類 | 質問事項  | 質問者  | 回答  | 備考 |
|----|----|---|------|---|----|
| 15 | 運用 | 年間に何人くらいの外部研究者が SPring-8/SACLA に来るのでしょうか？ そのうち海外からの人数は？   | 土田昇  | 稼働している期間中は、毎日 250 人ほどの利用者（ユーザー）が実験しています。  |    |
| 16 | 運用 | 常駐している研究員の数はどのくらいなのでしょう？  | 土田昇  | 2017 年 10 月現在で、SPring-8 と SACLA を併せておよそ 441 名の職員が働いています。このほか SPring-8 サイト内では、サイト内の他の施設・機関（ニュースバル放射光施設、兵庫県放射光ナノテク研究所、日本原子力研究開発機構、量子科学技術研究開発機構）の職員や、専用ビームラインの職員なども働いています。 |    |
| 17 | 運用 | SPring-8/SACLA の運営、運転維持に従事している人数は？  | 土田昇  | 約 300 人（2022 年度）  |    |
| 18 | 運用 | 実験者・施設運転者の立場から 施設についてここがこうだったらなあ、と思うところ、残念なところはありますか。   | 茂木政春 | 光軸調整などを手動で行っているところあり、もう少し自動化できる余地があると思う。  |    |
| 19 | 運用 | 試験体の厚さ、大きさ、純度（雑分）は、期待する実験結果を得るためには制約はありますか？   | 茂木政春 | 実験によって様々ですが、放射光ビームの大きさ（数 mm 以下）X 線の吸収長等により最適化されます。  |    |
| 20 | 運用 | この施設で活用が多いのはどのようなビームラインですか（硬 X 線？）  | 茂木政春 | 他施設と比べて短波長領域を利用する実験が多いです。   |    |
| 21 | 運用 | 装置で劣化していく部位はありますか。施設の維持で労力がかかるのはどのようなところですか。（磁界や装置が年々変化することはありますか）  | 茂木政春 | 装置の劣化については逐次最新のものに更新しており性能の維持あるいは向上に努めています。最近では、インフラ設備（特に冷却系）の劣化対策に力を入れています。  |    |
| 22 | 運用 | 安全は最重要。しかし、その安全を培う活動・ルール順守のために実験の成果に影響や制約ができるような状況の部位はありますか。（見学者としては何もできませんが、技術士の見学参加者で共有出来たら将来ブレイクスルーをした設備提案につながるかもしれません。） | 茂木政春 | 安全面はインターロックシステムや遮蔽により担保していますが、利便性向上を目的としたシステム（安全インターロックと機器インターロックの分離）や遮蔽方法の見直し（遮蔽ハッチ扉床のフラット化）も進めています。   |    |

| #  | 分類   | 質問事項  | 質問者  | 回答   | 備考 |
|----|------|---|------|--|----|
| 23 | 運用   | ループでは多実験者での活動になるので、安衛法での製造現場で遵守させられる「混在作業現場」でのルール順守が求められているのですか。製造現場でないため適用外でしょうか。（「統括管理者－各実験者の安全体制・管理のフロー」がいますのでしょうか）                    | 茂木政春 | 上記 22 を参照ください。   |    |
| 24 | 活用事例 | 運転開始当初から現在まで、利用者の傾向は変わってきていますか（医療関係の研究が増えているのですか→効果が顕著なところがリピーター増か）   | 茂木政春 | 近年の傾向として、運用開始時は共用 B L の利用が多かったのですが、直近 5 年では専用 B L の利用が増加傾向にあります。   |    |
| 25 | 活用事例 | ビームラインでの実験についてですが、どのような実験結果がでてどのようなデータになっていくのでしょうか。分析するためには別途データベースがいますのでしょうか（スペクトル分布でしょうか、原子配列の画像でしょうか、それは原子配置・間隔で傾向が特徴づけられるものとなるのでしょうか） | 茂木政春 | 実験データは実験や研究により様々です。測定データである一次データだけでなく、研究においては中間処理データ、最終データ等様々なデータフォーマットで発生します。SPring-8 ではそれらを集約して保存、処理、共有するためのデータセンターの整備を進めています。 |    |
| 26 | 活用事例 | 1 つの実験を計画、実施、完了するまで、おおよそどのくらいの期間を要することが多いでしょうか。   | 茂木政春 | 実験や研究によって様々ですが、SPring-8 の共用課題では、課題実行後 3 年以内の論文公開を義務づけています。   |    |

| #  | 分類    | 質問事項   | 質問者  | 回答  | 備考 |
|----|-------|--|------|---|----|
| 27 | 活用事例  | それぞれのビームラインの成果は具体的にどのような事柄に利用されていますか？（利用事例データベースは使用しづらいです、またHP（「放射光の利用」に記載の内容は大まかすぎて素人には分かりづらいです）<br>ビームラインごと、産業分野別に過去のものや現在進行形のものを紹介願います。尚、公開不可のものは可能な範囲で結構です。例えば、和歌山毒物カレー事件での毒物分析（なぜ他の方法で出来なかったのか？）で事件解決に寄与した。 | 大西洋作 | ① はやぶさIIのサンプル分析 リュウグウには水分が存在した可能性があることが判明しつつある。<br>② トヨタの MIRAI(燃料電池車)の燃料電池の水排出路設計 燃料電池は生成した水をうまく排出しないと反応が継続しないが、水の生成がどこで生じて、どのくらい得られるかを放射光で解析し、その水排出経路設計にフィードバックした。<br>③ 和歌山毒物事件<br>微量ヒ素の分析を実施する為には不純物元素の種類と量を決定する必要がある。不純物の分析を調べはじめて同一性が証明されるため、少量の元素の種類が多いという制約では、高エネルギー、高輝度の放射光を使う必要があった。 |    |
| 28 | 活用事例  | SPring-8 のような大規模な設備で得られた成果で世界から高く評価されているものをご紹介します。   | 三好勉  | 例えば①です。   |    |
| 29 | 活用事例  | それらが今後さらに次の成果につながっていくと期待されるものはどんなことが考えられますか？   | 三好勉  | 地球誕生の謎解明につながる。  |    |
| 30 | トピックス | 現在、大ニュースになるような実験がおこなわれていますか。(機密情報開示不可なら放念ください)   | 茂木政春 | 例えば①です。   |    |
| 31 | トピックス | 1月1日の令和6年能登半島地震の影響はありましたか？   | 土田昇  | 現在調査中です。  |    |

以上