

2026 年 8 月 20 日

国立大学法人京都大学

NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）

世界初、燃料電池・水電解の材料を「動かしながら丸ごと診る」 専用ビームラインを SPring-8-II に建設します

－複数の最先端計測を一度に行い、燃料電池・水電解の研究開発を加速。
脱炭素・水素社会の実現に貢献します－

京都大学は NEDO と共同で、NEDO の「水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための研究開発事業」の一環で、大型放射光施設 SPring-8 の次世代施設「SPring-8-II」に、水素エネルギー分野に特化した世界初の専用ビームライン「BL34XU」を建設します。本ビームラインは、SPring-8-II で最初に新設される専用ビームラインです。SPring-8-II は、放射光の明るさ（輝度）が現行の約 100 倍に高まり世界最高輝度に達する第 4 世代放射光施設であり、本ビームラインはこの世界最高性能の光を最大限に生かします。最大の特長は、一つの材料を、性質の異なる複数の最先端計測で同時に、しかも実際に動作させたまま調べ上げられることです。いわば材料の「総合精密検査（人間ドック）」とも言え、これまで別々の装置で一つずつ調べていた項目を一度に観察できるため、燃料電池や水電解の内部で起きている現象を、動作したまま丸ごと捉えられます。ここに AI・データ科学（DX）を組み合わせることで、従来は複数の施設・装置を横断して数週間を要した解析を、同一条件で一度に、かつ高速に行えるようになり、研究開発を飛躍的に加速します。SPring-8-II の建設に合わせて 2027 年度後半に着手し、2029 年度の利用開始を目指します。本ビームラインは、大学の学術研究・国家プロジェクト・産業利用を一つに結ぶ、我が国の産官学による研究開発の共通基盤として、中長期のエネルギー問題の解決と二酸化炭素排出量の削減に貢献します。

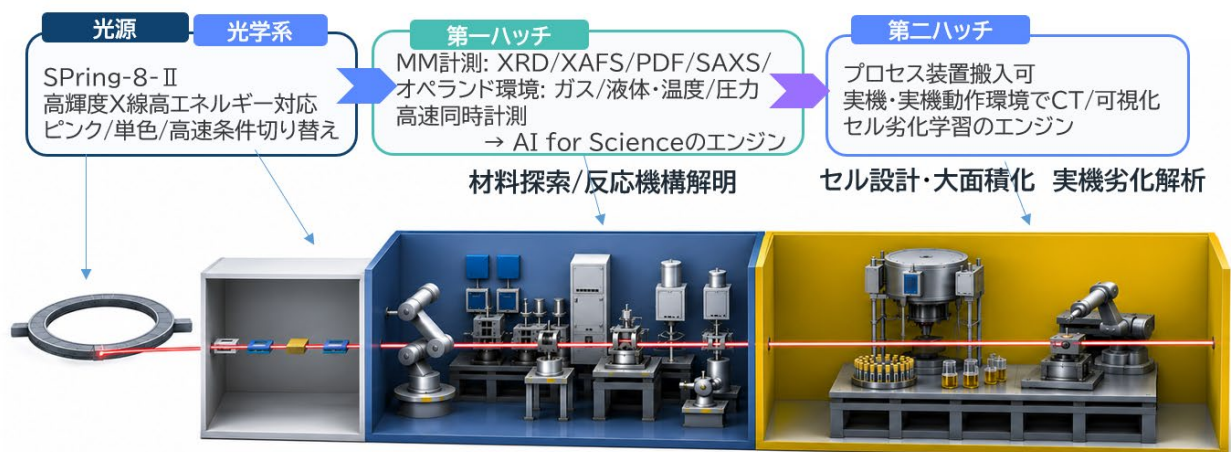


図1 専用ビームライン「BL34XU」のコンセプト

1. 背景

水素は、GX（グリーントランスフォーメーション）やエネルギー安全保障の観点から、国が重点的に推進する戦略分野の一つに位置付けられています。燃料電池、水電解、水素キャリアなどの技術開発は脱炭素社会の実現に向けた重要課題であり、国際的な開発競争も激化しています。日本はこれまで、燃料電池・水電解分野の基礎学術研究で世界をけん引し、知的財産の面で競争力を有してきました。この優位性を早期の社会実装につなげるためには、革新的な材料開発に加え、製造・生産プロセスの技術開発で「勝ち筋」を見いだすことが不可欠です。

燃料電池・水電解デバイスのさらなる高性能化・高耐久化・低コスト化には、触媒層のナノ～ミクロンスケールの多孔構造や電極反応の不均一性など、階層的で不均質な構造を正確に捉える必要があります。単一の計測手法では解析できる要因に限られるため、複数手法の同時計測を行う「マルチモーダル計測※1」と、デバイスが動作している状態で計測する「オペランド計測※2」が求められます。さらに、国際競争に打ち勝つには、大量のデータを高速に取得し、AI・データ科学で活用するDX（デジタルトランスフォーメーション）が必要です。こうした要請に応えるため、NEDOは2025年度から本事業※3に取り組んでおり、京都大学拠点では専用ビームラインの建設を先端評価技術開発の柱の一つとして進めています。

2. プロジェクトの概要

（1）世界初、材料を「多角的に同時計測」する専用ビームライン

本ビームライン（正式名称：水素エネルギーマテリアル・マルチモーダル計測ビームライン、BL34XU）は、光源からビームラインまでをSPRING-8-II※4仕様で一体設計し、材料からデバイス、製造プロセスまでを一つの研究基盤上で連結します。硬X線の高い透過力を生かし、4.5～35 keV および100 keVの広いエネルギー領域で、性質の異なる複数の計測法である、XAFS（局所構造・電子状態）、XRD（結晶構造）、PDF（結晶・非晶質構造）、SAXS/USAXS（ナノ～階層構造）、HERFD-XANES/RIXS（電子状態・化学結合状態）、X線CT/ラミノグラフィ（3次元イメージング）※5などを、目的に応じて選択し、同一試料・同一条件で同時に計測します。一つずつでは見えなかった複雑な材料・界面の状態を、一度に、高い信頼性で捉えられます。

（2）第1実験ハッチ：材料・反応機構をオペランドで解く

燃料電池・水電解デバイスの触媒や電解質膜を対象に、温度・ガス・電位などの条件を制御しながら、反応や劣化が進行している状態のまま、複数の計測を同時に行います。反応機構の解明、劣化の前触れ（前駆現象）の検出、性能を左右する要因の特定を一度に行い、材料探索とメカニズム解明を高速化します。従来は複数のビームラインを横断して約1カ月を要した計測が、同時計測により約1日で完了し、およそ30倍の高速化が見込まれます。取得した大量のデータはマテリアルズ・インフォマティクス（MI）※6に活用します。

（3）第2実験ハッチ・延伸ハッチ：科学とものづくりを橋渡し

燃料電池・水電解デバイスに用いる触媒インクの混錬・塗布・乾燥を行う製造プロセス装置や、大面積セル・実機部材をビームラインに持ち込み、SAXS/USAXSとX線CT/ラミノグラフィの同時計測により、0.1 nm から100 μm にわたる階層構造を可視化します。塗布・乾燥プロセスのメカニズムや、面内の不均一・クラックの起点などの課題を解明し、プロセス・インフォマティクス（PI）※6による製造条件の最適化につなげます。

(4) 世界最高輝度の SPring-8-II を最大限に活用

SPring-8-II は、放射光を生み出す電子ビームを極めて細く絞る（超低エミッタンス化する）第 4 世代放射光施設で、放射光の輝度は現行 SPring-8 の約 100 倍に達し、世界最高輝度を実現します。あわせて光のコヒーレンス（干渉性）も飛躍的に向上します。本ビームラインは SPring-8-II で最初に新設される専用ビームラインであり、この世界最高性能を生かして、100 nm 級の集光ビームを用いた高速走査型顕微 XAFS や、100 keV ピンクビームによる X 線全散乱 PDF 計測など、従来は困難であった高難度・高精度の計測を実現します。

(5) 建設スケジュール

SPring-8-II への更新に伴うシャットダウン期間（2027 年度後半～2028 年度）に建設を行い、第 4 世代放射光施設への生まれ変わりに合わせて 2029 年度の利用開始を計画しています。装置類の設計・発注は 2025 年度から順次開始しています。

3. 今後の予定・社会的意義

本ビームラインの意義は、世界最先端の計測技術の一つ増やすことにとどまりません。京都大学と NEDO は、本ビームラインを「学術研究」「国家プロジェクト」「産業利用」を一つの研究基盤上で結び付ける、日本の産官学による水素エネルギー研究開発の共通基盤として整備します。今後は、大学などによる先端的・基礎的な研究に加え、個社では整備が難しい世界最高水準の解析環境を産業界に開き、企業の実課題に直結する解析支援を並行して実施することで、燃料電池・水電解デバイスの開発期間の短縮と競争力の向上に直接貢献します。また、自動車・エネルギー関連企業に産業界からのアドバイザーとして本ビームライン設置に向けた取り組みに参画いただき、現場のニーズを反映した運用を行います。

本ビームラインは、目先の個別技術の開発にとどまらず、燃料電池・水電解をはじめとする水素エネルギー技術の基盤を長期にわたって支えます。世界をリードしてきた日本の水素関連技術の蓄積を確かなものとし、産官学が一体となって研究開発を進めるこの共通基盤を通じて、京都大学と NEDO は、日本が直面する中長期のエネルギー問題の解決と、二酸化炭素排出量の削減、ひいてはカーボンニュートラル社会・水素社会の実現に貢献します。

【用語解説】

※1 マルチモーダル計測（多角的な同時計測）：一つの試料を、性質の異なる複数の放射光計測法（XAFS・XRD・PDF・SAXS・CT など）で同時（または連続）に調べ、得られた情報を統合して解析する手法。人間の「総合精密検査（人間ドック）」のように、これまで別々の装置で行っていた検査を一度に行うことで、単一手法では捉えられない複雑な材料の状態を総合的かつ高い信頼性で把握できます。

※2 オペランド計測：燃料電池や水電解セルなどのデバイスを、実際に動作させた状態のまま計測する手法。動作条件下での材料・界面の構造や電子状態の変化を捉えます。

※3 本事業：

事業名：水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための研究開発事業

事業期間：2025 年度～2029 年度

事業概要：水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための研究開発事業

https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100336.html

実施：京都大学拠点（JASRI、理化学研究所等の協力を得て建設）

本ビームラインは、本事業の委託費により、京都大学が実施する取り組みの一つとして、建設します。

※4：SPring-8-II：兵庫県・播磨科学公園都市にある世界最高性能クラスの大型放射光施設、SPring-8がアップグレードする次世代（第4世代）のSPring-8-IIは、電子ビームを極めて細く絞る（超低エミッタンス化する）ことにより、放射光の明るさ（輝度）が現行の約100倍に高まって世界最高輝度に達し、光の揃い方（コヒーレンス）も飛躍的に向上します。

※5 XAFS（局所構造・電子状態）、XRD（結晶構造）、PDF（結晶・非晶質構造）、SAXS/USAXS（ナノ～階層構造）、HERFD-XANES/RIXS（電子状態・化学結合状態）、X線CT（3次元イメージング）：いずれも放射光を用いた計測・解析手法。局所構造・電子状態、結晶構造、非晶質構造、ナノ～階層構造、3次元イメージングなど、対象や目的に応じて用います。

※6 MI/PI（マテリアルズ・インフォマティクス/プロセス・インフォマティクス）：AI・統計的手法を用いて、材料の組成・特性や製造プロセスを予測・最適化するデータ駆動型の研究開発手法。

【お問い合わせ先】

（本ニュースリリースの内容について）

京都大学 成長戦略本部

TEL：075-753-5555 E-mail：pr-iac@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

NEDO 水素・アンモニア部 水素共通基盤ユニット

TEL：044-520-5261 E-mail：fuelcell@ml.nedo.go.jp

（NEDO 事業全般について）

NEDO 経営企画部 広報企画・報道課

TEL：044-520-5151 E-mail：nedo_press@ml.nedo.go.jp

※新聞・TVなどで名称をご紹介いただく際は、「NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）」または「NEDO」のご使用をお願いいたします。

世界初、動いている燃料電池・水電解の「中」を丸ごと診る

専用ビームラインを世界最高性能の放射光施設「SPring-8-II」に新設し、
水素社会を支える材料とデバイスの開発を約 30 倍加速させる。

3つのポイント

- **【世界初】** 燃料電池・水電解を「動かしたまま」、材料やデバイスの中を「複数の眼で同時に」観る、世界初の専用ビームライン。
- **【けた違いに速い】** これまで約 1 か月かかった解析が約 1 日に（約 30 倍）。AI と組み合わせ、材料とデバイスの開発を一気に加速。
- **【作り方も世界初】** 「作り方」（製造）でも、条件と材料の状態を同時に測って AI に生かすのは世界初。開発時間を大幅に短縮。

クリーンな水素で走る車、家庭やビルの電気をつくる燃料電池、再生可能エネルギーから水素をつくる水電解。二酸化炭素を出さない「水素社会」は、日本がめざす重要な将来像です。京都大学とNEDOは、その実現に欠かせない「材料」と、それを使った「デバイス（燃料電池・水電解のセル）」の開発を「けた違い」に速める世界初の研究装置、専用ビームライン「BL34XU」を、世界最高性能の放射光施設「SPring-8-II」（兵庫県）に建設します。SPring-8-II で最初に新設される専用ビームラインで、2027 年度後半に着手し、2029 年度の利用開始をめざします。

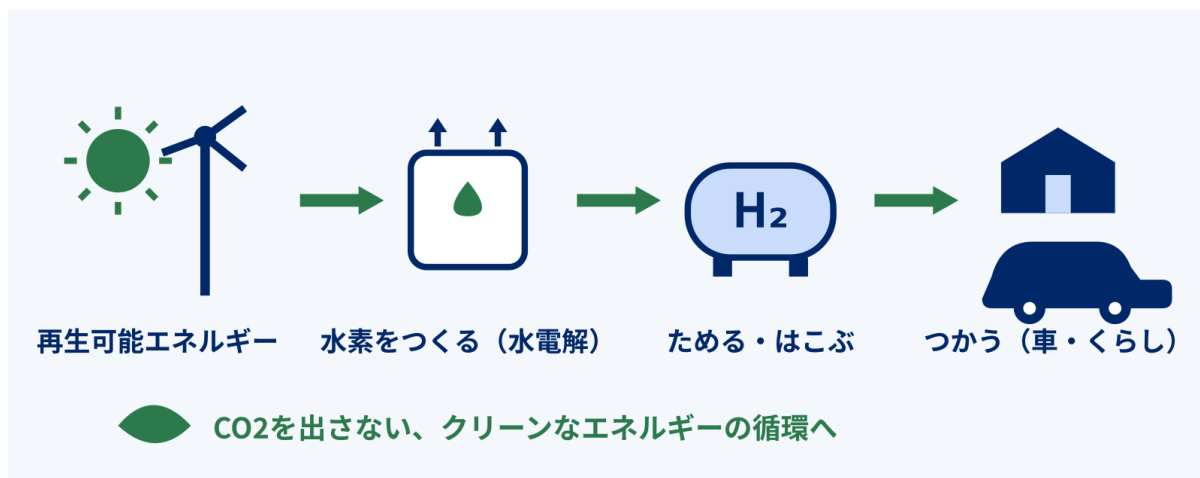


図1 水素社会のイメージ（再生可能エネルギーから水素をつくり、ためて、車・発電・くらしで使う）

1. めざす未来：水素で、暮らしとものづくりを支える

水素は、使っても二酸化炭素を出さないクリーンなエネルギーです。燃料電池車やトラック、家庭・産業用の燃料電池、再生可能エネルギーから水素をつくる水電解などが広まれば、私たちの暮らしとものづくりを、クリーンな水素が支える社会が近づきます。そのカギは、これらの機器の心臓部である「材料」と、それを組み込んだ「デバイス（セル）」を、もっと高性能に、もっと長もちに、もっと安くしていくことです。

2. 世界初：動いている電池の中を、複数の「眼」で同時に観る

材料やデバイスの性能は、目に見えないナノの世界で起きる反応で決まります。しかも、燃料電池が電気をつくり、水電解が水素をつくる、その「はたらいている最中」にこそ、本当の姿が現れます。これまでは装置を止めて、しかも一つずつしか調べられませんでした。新しいビームラインは、燃料電池・水電解を「動かしたまま」、性質の異なる複数の計測を「同時に」行えます。動かしながら観ることと、複数の眼で同時に観ることを、一つのビームラインで両立させたのは世界初です。いわば、はたらいている電池の「人間ドック」。材料だけでなく、それを組み込んだデバイス（セル）そのものの改良にもつながります。

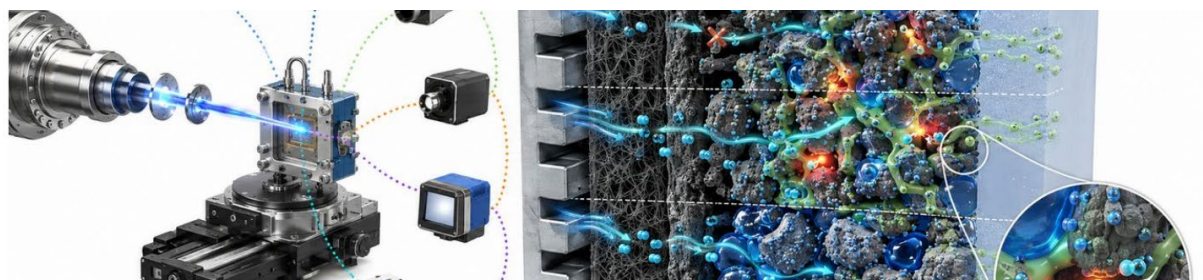


図2 BL34XU のイメージ（燃料電池・水電解を動かしたまま、中の材料やデバイスを複数の計測で同時に観る）

3. AI で、開発が「けた違い」に速くなる（約 30 倍）

複数の計測を一度に行うことで、これまで約 1 か月かかっていた解析が、約 1 日で済みます（約 30 倍）。得られた大量のデータを AI（マテリアルズ・インフォマティクス）で解析すれば、有望な材料やデバイスの形をすばやく見つけ、これまでにない速さで開発できます。

解析にかかる時間（同じ調査を行った場合）

従来（複数の施設・装置を横断）

約1か月

BL34XU（複数の同時に計測）

約1日

約30倍 速く

図3 開発スピードの比較（同じ調査が、従来は約1か月、BL34XUなら約1日）

4. 世界初、「作り方」も変える：製造プロセスをその場で観て大幅に短縮

すぐれた材料やデバイスも、量産できる「作り方」が伴わなければ製品になりません。触媒を塗って乾かすといった製造は、これまで経験と多くの試行錯誤に頼ってきました。新しいビームラインでは、製造装置をそのまま持ち込み、作っている最中の「作り方の条件」と「材料の状態」を同時に測ります。この同時計測をAI（プロセス・インフォマティクス）に生かして最適な作り方を導く仕組みは世界初で、開発にかかる時間を大幅に短縮できます。

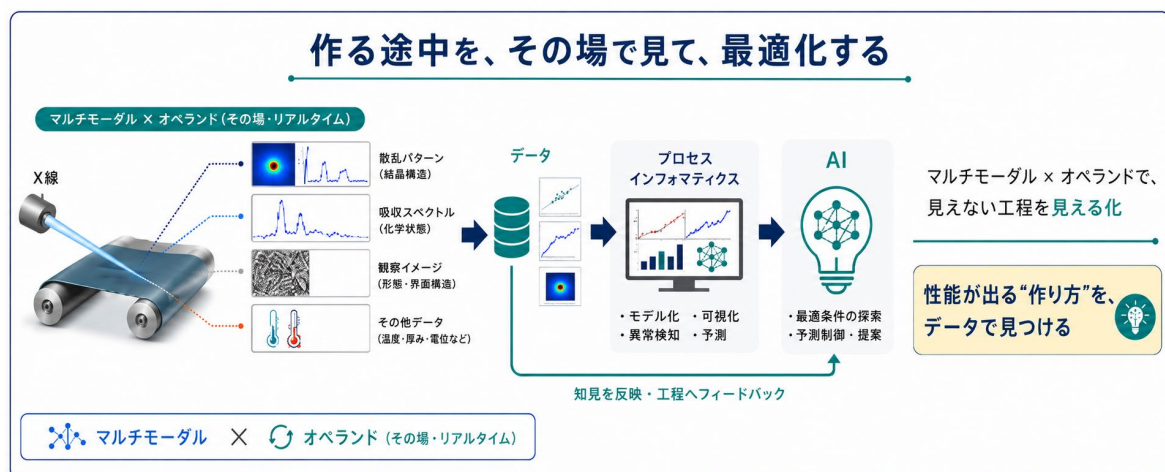


図4 製造プロセス最適化のイメージ（その場計測、データ活用、AI・PIによる条件最適化）

5. 世界最高の「眼」：SPring-8-IIを最大限に活用

SPring-8-IIは、放射光（強力なX線）の明るさが今の約100倍になる、世界最高性能の施設です。本ビームラインはそこで最初に新設される専用ビームラインで、世界最高の明るさを生かし、これまで難しかった観察を可能にします。

京都大学がつくる新しいビームラインで、すべての段階を高精度に“見る”

世界最高レベルの放射光を使って、材料から実機セルまでをマルチモーダルかつオペランドで解析できる専用基盤を構築します

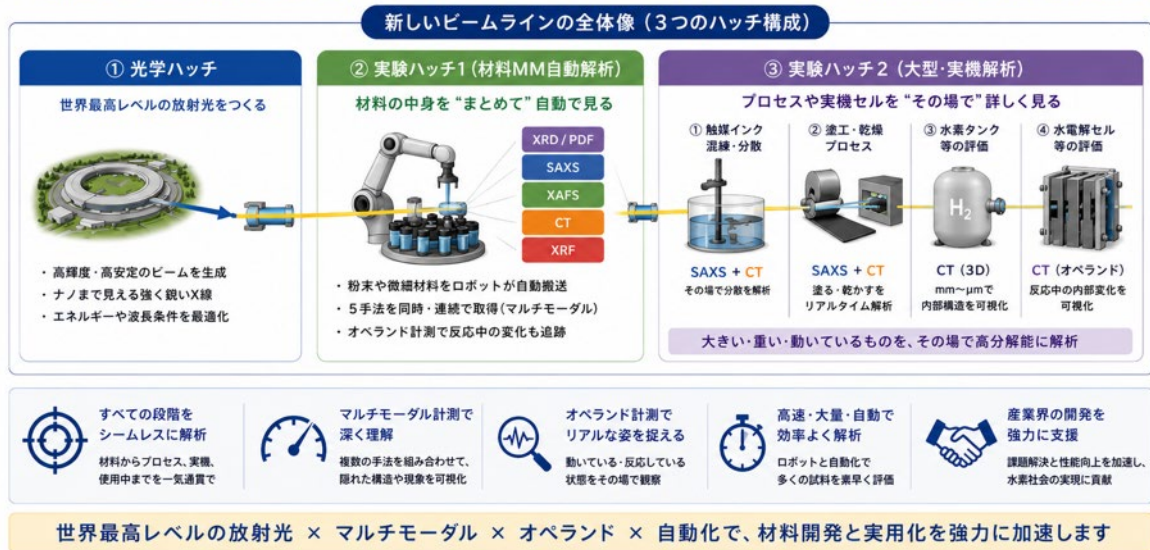


図5 BL34XU の全体像（3つのハッチ構成：材料自動解析とプロセス・実機解析を一体化）

6. 産官学の共通基盤へ：日本の強みを、社会実装に

本ビームラインは、大学の研究、国のプロジェクト、企業の開発を一つに結ぶ、産官学の共通基盤として整備します。個社では持てない世界最高水準の解析環境を産業界に開き、材料とデバイスの開発を後押しします。中長期のエネルギー問題の解決と二酸化炭素の削減、そしてカーボンニュートラル社会・水素社会の実現に貢献します。

参考

スケジュール：2025 年度に設計・発注を開始。2027 年度後半から 2028 年度に建設。2029 年度の利用開始を計画。

用語（かんたん解説）

- **マルチモーダル計測：**複数の計測を同じ試料で同時に行い、まとめて解析する方法。人間ドックのように、別々の検査を一度に行うイメージ。
- **オペランド計測：**燃料電池や水電解などの装置を、実際にはたらかせた（発電・水素製造をしている）状態のまま観察する方法。装置の作動条件下での材料の変化を、そのまま捉えます。
- **SPring-8／SPring-8-II：**兵庫県にある世界最高クラスの放射光施設と、その次世代（第4世代）施設。輝度が現行の約100倍に高まる。
- **MI／PI（マテリアルズ／プロセス・インフォマティクス）：**AI・データ科学で、材料や製造プロセスを予測・最適化する方法。

本事業：水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための研究開発事業（2025 年度から 2029 年度）。実施：京都大学拠点（JASRI、理化学研究所等の協力を得て建設）。