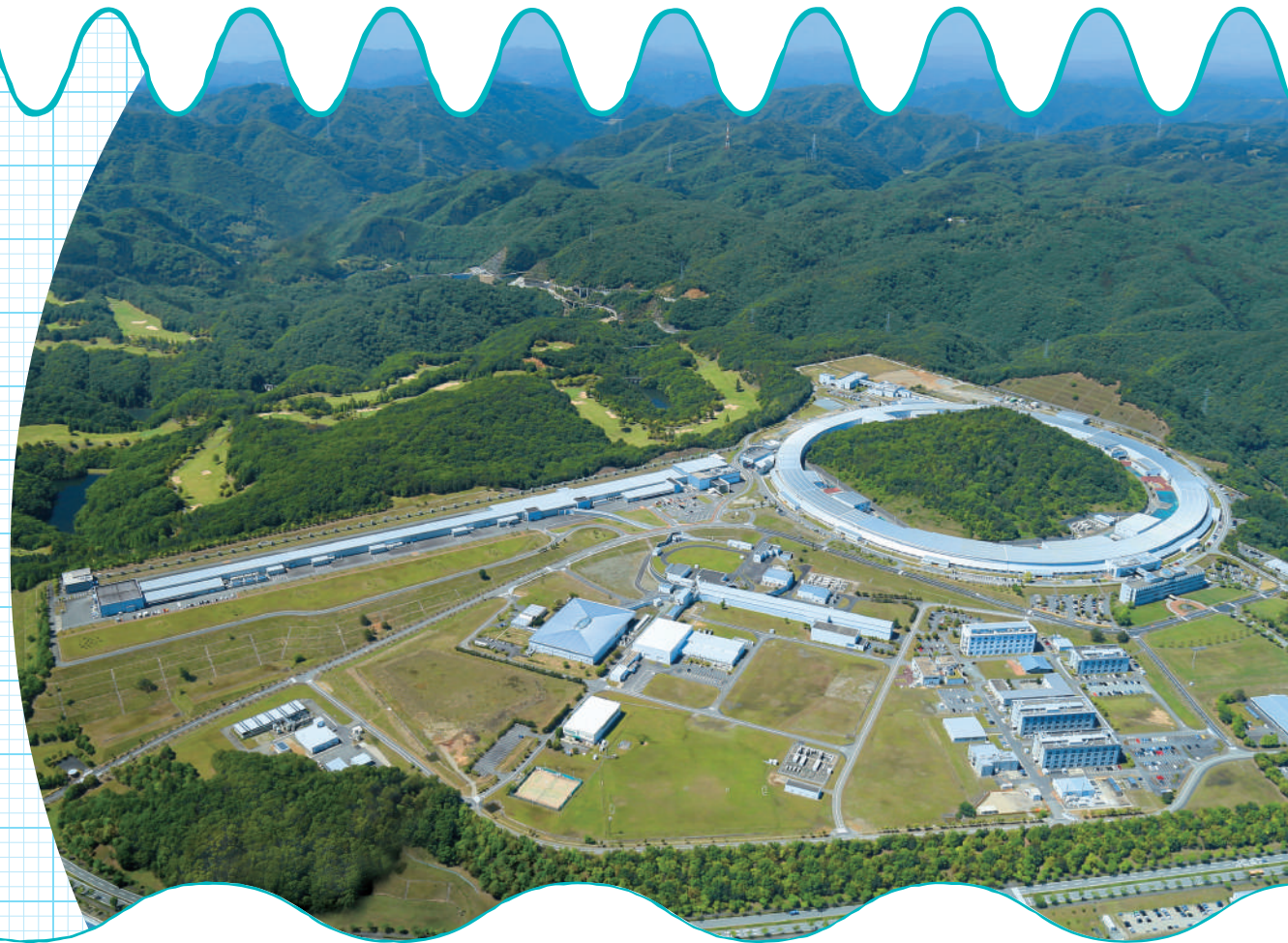


なぜ放射光施設が必要なのか



SPring-8
SACLA



国立研究開発法人 理化学研究所
放射光科学研究センター

センター長 石川 哲也



私たちが何かを観察するときに光を使います。遠くの星は望遠鏡で、また小さなものは顕微鏡で目にみえる光を使って観察してきました。もっと小さな「ナノの世界」を観察するための光がX線ですが、120年ほど前に発見されて以来、長い間強力なX線源が探し求められていました。

加速器で電子が曲がる時に出てくる放射光は、電子のエネルギーを大きくするととても強力なX線源になることが解り、1960年代から次第に利用されるようになってきました。前世紀の終わりころからナノの世界での物質の構造や機能を知りそれを制御するナノサイエンス・ナノテクノロジーが

盛んになるとともに、ナノの世界をみる光として必要不可欠なものとなってきました。

SPring-8は世界の放射光科学を牽引する数々の新しいテクノロジーを開発してきましたが、それらを総合して全く新しいX線レーザー光源SACLAを作り上げました。世界中に多数の放射光施設が建設されていますが、それらはSPring-8で作られた技術が使われています。

ナノの世界を照らすSPring-8/SACLAは、単なる観察のための照明を超えて、ナノの世界が創り出す新機能の原因を解き明かす「ソリューション」を与えています。

Q1

X線とはなんですか？

A1

X線とはレントゲン博士が発見した、電磁波（光）です。

1895年、ものを透過する性質を持つ光を発見。
未知数を意味する「X」（エックス）からX線と名付けました。
今では皆さんが病院などでよく目にするレントゲン写真ですが、最初に撮影されたのは博士の夫人の手の写真でした。



Q2

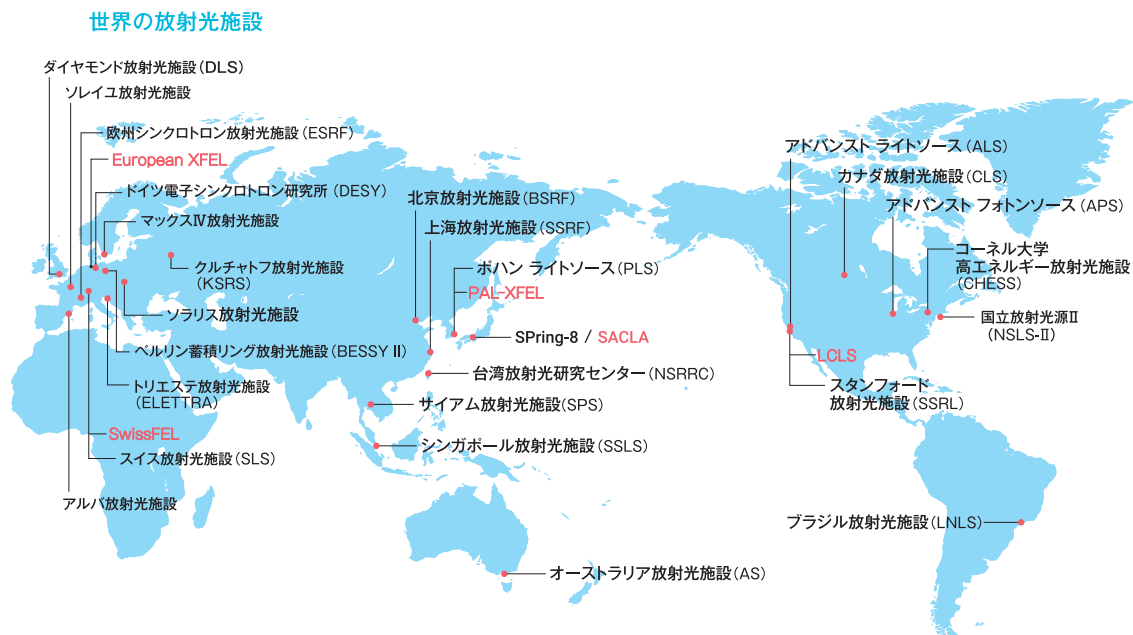
X線でなぜ小さいものがみえるのですか？

A2

X線は、とても波長が短い光だからです。

人は光でものをみますが、波長が短い光ほど、より小さいものがみえます。

光って波なんだにゃ〜

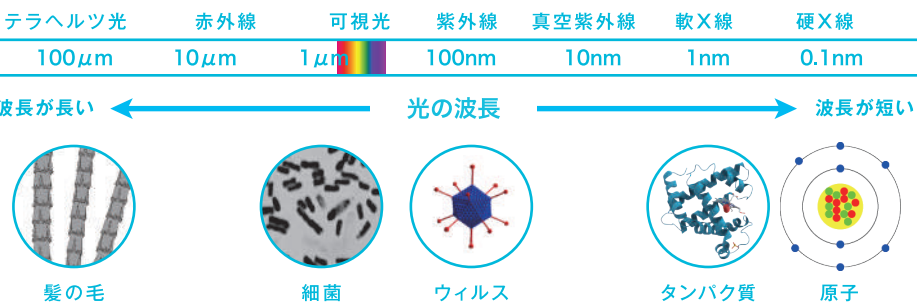
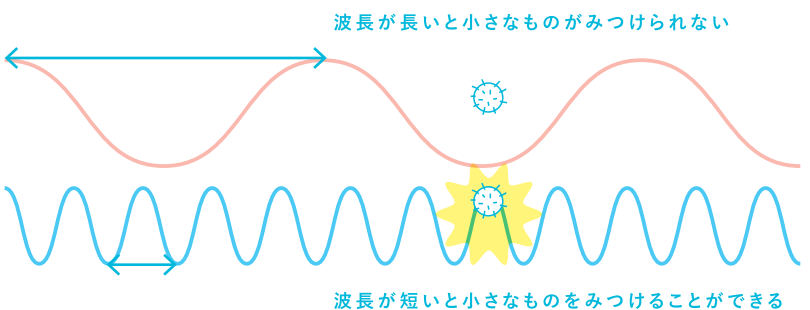


日本の放射光施設



放射光施設は加速された電子を曲げることで発生させた強力なX線（放射光）で、限りなく小さなものをみるための施設です。

世界各国はもちろん、日本各地にも多くのX線放射光施設が作られています、
SPring-8（スプリングエイト）とSACLA（サクラ）は世界最高峰の性能を誇っています。



Q3

A3

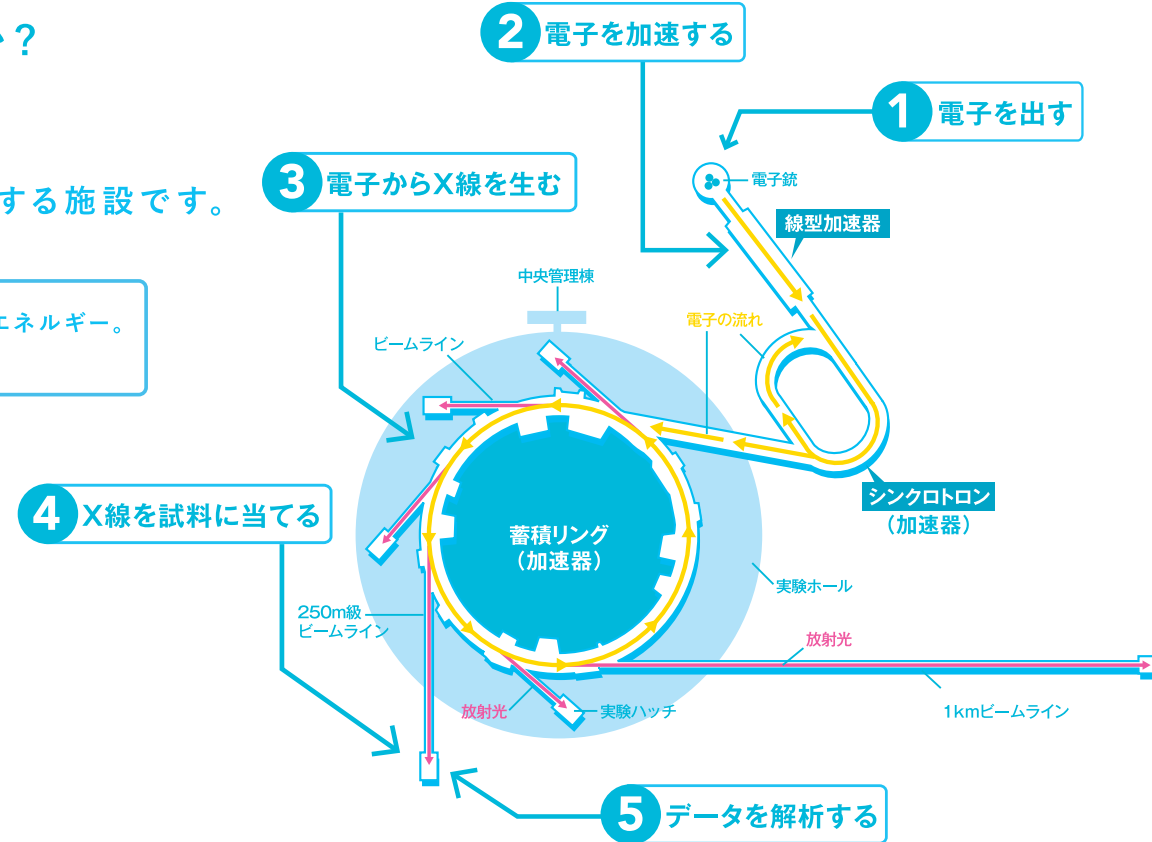
SPring-8とは何をする施設ですか？

大きな加速器が作り出す強いX線で、
今までにみえなかった小さいものを観察する施設です。

周長1436メートルの蓄積リング（加速器）は世界最大エネルギー。
1997年から運転を開始して、現在に至っています。



とても小さなものをみるためには、
こんなに大きな施設が必要なんだ

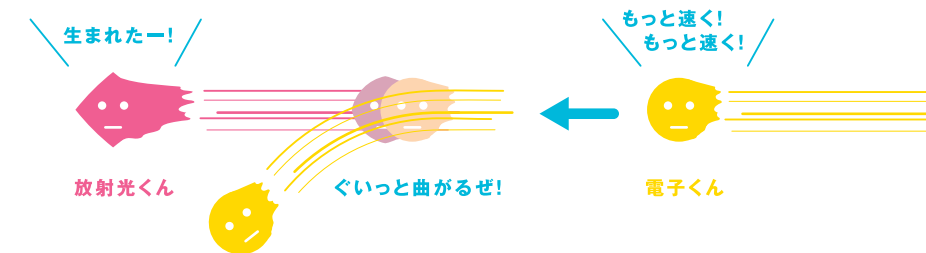


Q4

A4

どうやって強いX線を発生させるのですか？

電子を光速近くまで加速し、磁石で曲げることで
強いX線を発生させています。
より強いX線を発生させるために、
磁石を並べたアンジュレータという装置で
電子を何度も曲げています。



Q5

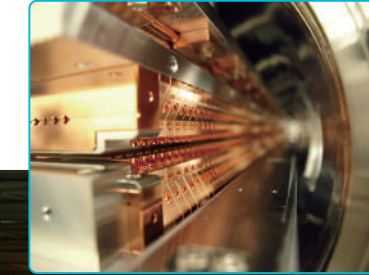
A5

SPring-8の技術のすごいところを教えてください。

世界をリードしてるんだゾウ



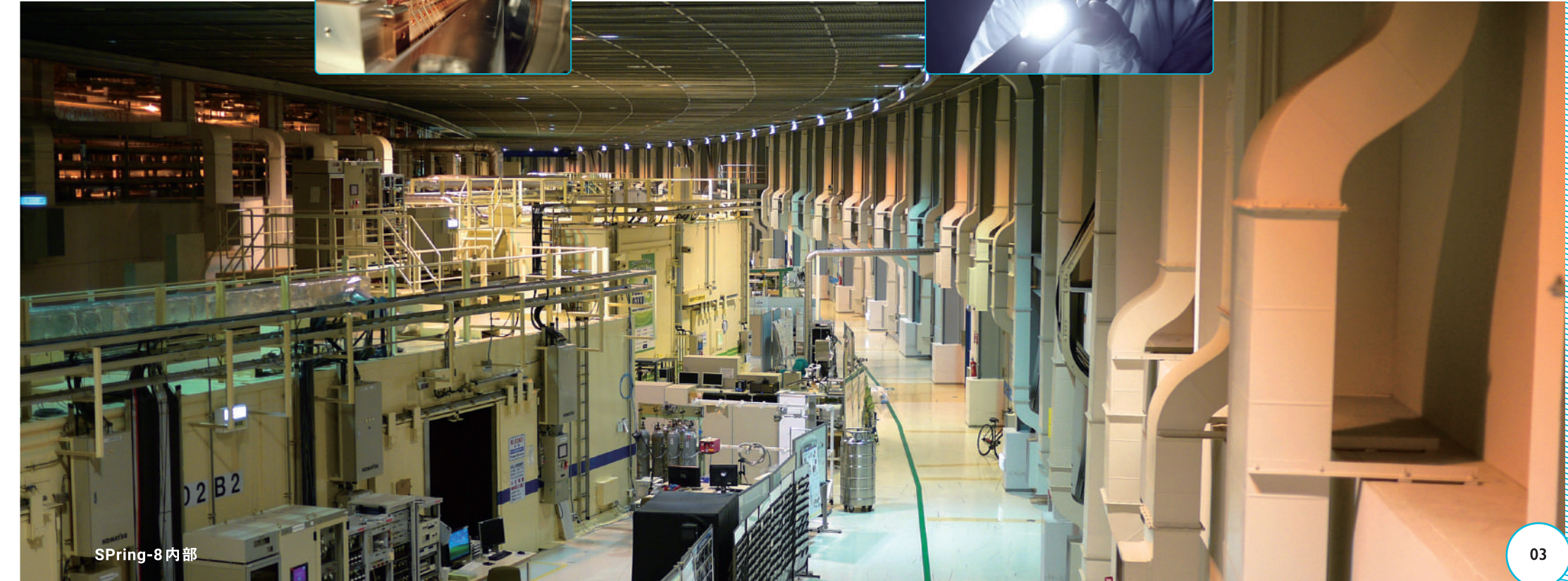
真空封止型アンジュレータという装置を世界で初めて導入し、
とても強い光が出せるようになりました。この装置は後に世界標準となりました。
また、強力な光を小さい面積に集め、光の密度を高めるために作られたOsakaミラーは
世界中の最先端放射光施設に導入されています。



SPring-8で独自開発した真空封
止型アンジュレータ
磁石同士を電子の通り道に近付ける
ことで、より強いX線を発生させる。



Osakaミラー
(高精度X線集光ミラー)
表面を極限までなめらかにし、
集光性能を向上させた。



SPring-8 内部

Q6

A6

SPring-8ではどんな研究がされているのですか？

SPring-8には発生させた放射光を使って実験できる場所（ビームライン）が57ヶ所あり、それぞれのビームラインで多様な研究が進められています。
みなさんの生活に欠かせないものもここからたくさん生まれています。

宇宙のことから身近なことまで
幅広く研究しているんだね



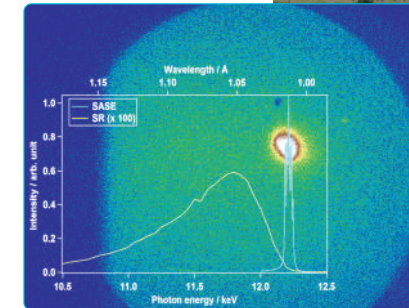
Q7

A7

SACLAとは何をする施設ですか？

X線自由電子レーザー（XFEL）という新しい仕組みで、化学反応など今まで速すぎて捉えることができなかった原子や分子の一瞬の動きがくっきりとみえる施設です。

X線自由電子レーザー施設SACLA（サクラ）は、2011年6月7日にX線レーザーの発振に成功し、世界最短波長となる1Å（オングストローム）を達成しました。

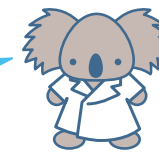


世の中に たえてSACLAのなかりせば 春の心はのどけからまし

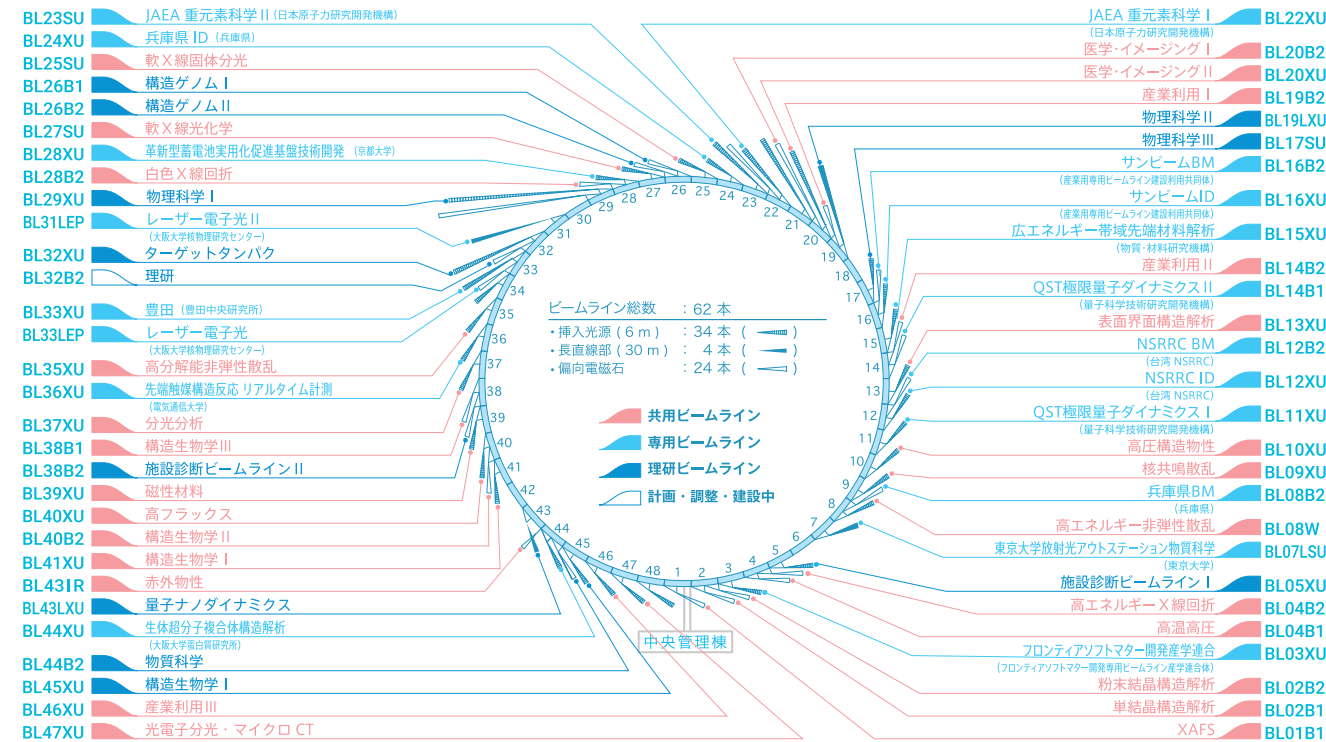
海外の施設の長さ比べると…

欧州XFEL（ドイツ） 3.4 km
LCLS（アメリカ） 4 km
SACLA（日本） 700m

こんなに短いピコ？！



SPring-8のビームラインマップ



考古学・科学鑑定

三角縁神獣鏡の
原材料を調査



木製古面の
原材料を特定



写真提供 八代市立博物館

犯罪捜査のための
分析・鑑定



産業

低燃費タイヤ
の開発



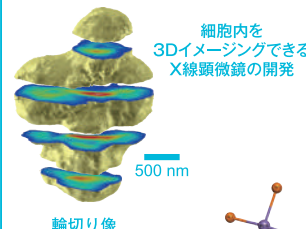
毛髪の解析から
ヘアケア商品へ



虫歯予防ガム

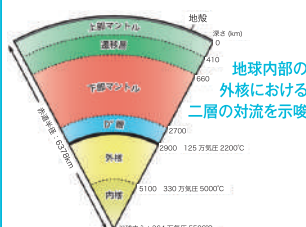


医学・生命科学

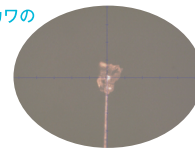


細胞内を
3Dイメージングできる
X線顕微鏡の開発

環境・地球科学



はやぶさが持ち帰った
微粒子を調べ
小惑星イトカワの
歴史が判明



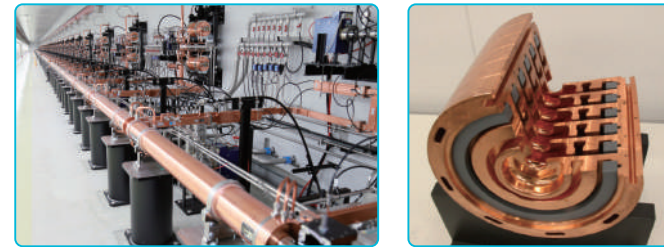
Q9

A9

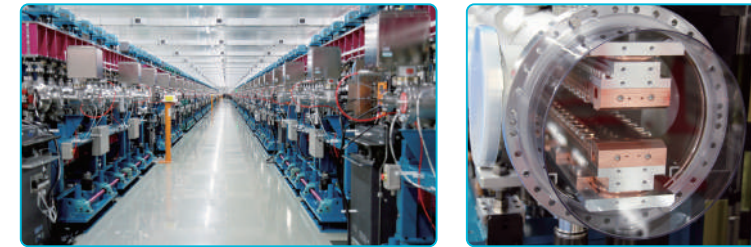
SACLAはどうやってレーザーを作るのですか？

円形のSPring-8とは違って、直線加速器で一気に電子を加速し、長いアンジュレータでレーザーを作ります。

電子を効率よく加速するCバンド加速器



X線レーザーを生み出す真空封止型アンジュレータ



これだけ長い距離にたくさんの装置がつまっているんだぞ



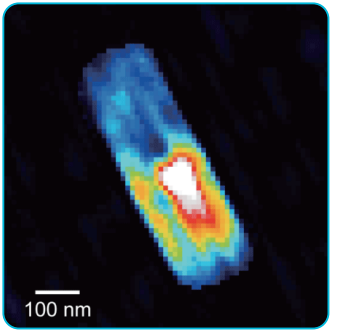
Q10

A10

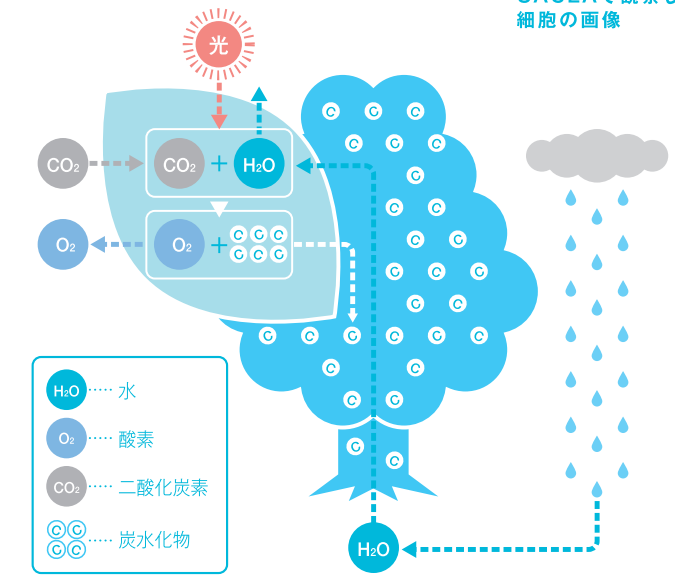
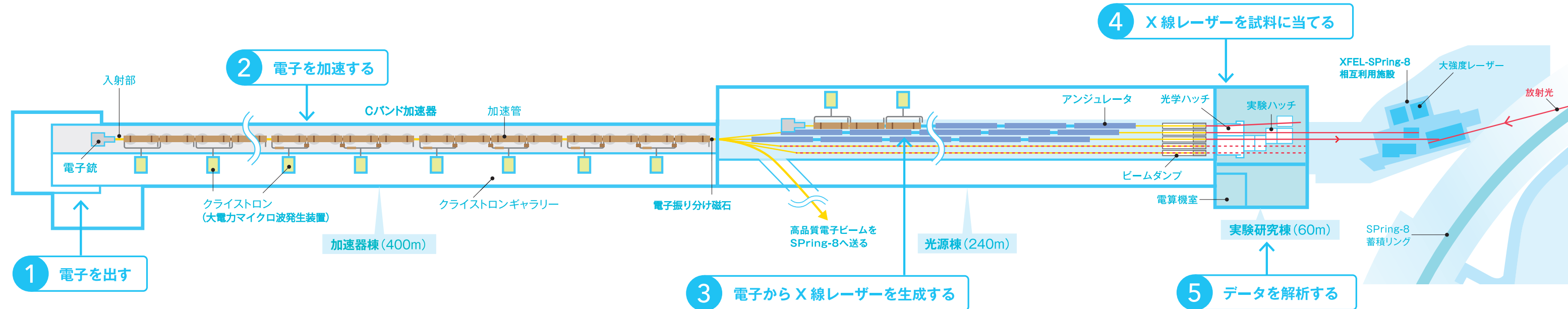
SACLAによって、われわれの生活はどのように変わる可能性がありますか？

たとえば光合成を解明し、エネルギー問題を解決することが期待されています。また、生きた細胞をナノレベルで観察することができるようになり、医療分野などへ大きく貢献する可能性があります。

こうやって少しずつ調べていくことで未来は作られていくんだボン



SACLAで観察した生きている細胞の画像



光合成の基本的な仕組みはおなじみですが、なぜそのような反応が起きるのかは大きな謎でした。SACLAではその一端を解明することができました。

A11

SPring-8の技術を元に、開発されました。

日本の技術力の結晶なのよ



細かい部品までたくさんの方々が
関わってくれているんだブ



あ	アールバックテクノ (株) (株) ARKUS アークハルマ (株) (株) アールアンドケー アールエスコボーネンツ (株) (株) アールデック (株) アイ・アール・システム (株) IH検査計測 (株) IHビジネスサポート (株) アイエムエス (株) アイエム電子 アイクラフト (株) (株) アイ・シイエス (株) IDX (株) アイデン 相野産業 (株) アイリス (株) アイリン真空 (株) AO技研 青木鉄工 (株) アクセス (株) (株) アクティオ (株) アクロラド アグハ産業 (株) (株) 朝日光学機製作所 (株) 旭工業所 (株) 朝日工業社 (株) 旭製作所 (株) 旭測器 旭ダイヤモンド工業 (株) (株) ASICON アジレント・テクノロジー (株) (株) アस्क アスコット (株) アスビル (株) (株) アドバネット (株) アドバンテック アドバンテック東洋 (株) アネスト岩田 (株) (株) アノテック (株) アポロウエーブ (株) アムテックス アユミ工業 (株) (株) アルゴ (株) アルゴグラフィックス	アルバックテクノ (株) アルバック販売 (株) アルファ工業 (株) (株) アロン社 (株) アンサイオー・エーサービス アンシス・ジャパン (株) 安立計器大阪販売 (株) (株) EMFジャパン (株) (有) イーキューブ イーグルブルグマンジャパン (株) (株) アイエム電子 アイクラフト (株) (株) アイ・シイエス 伊藤喜商事 (株) 伊藤忠テクノソリューションズ (株) 伊藤電子工業 (株) (株) 井上商店 (株) 井上電設 (株) イボキン イメーザラボ (株) イメージュワン 入江工研 (株) 岩井産業 (株) 岩通計測 (株) ウメトク (株) (有) ウラヤマ (株) エイ・アール・テック HPCシステムズ (株) (株) HPCソリューションズ HPCテクノロジー (株) (株) HPCテック アジレント・テクノロジー (株) 栄和産業 (株) エイワンテック (株) (株) エーイーティー (株) AMT (有) エービーエフ (株) アドバンテック (有) エー・ワイ・エンジニアリング (株) エーサー電子 (株) SRA (株) SJJテクノロジー (株) SAPジャパン SCSK (株) エドモンド・オブティクス・ジャパン (株) エドワーズ (株)	(有) エス・アンド・エー NECプラットフォームズ (株) エヌエフ回路設計ブロック エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジ (株) NTTファイナンス (株) 荏原冷熱システム (株) FITリーディングテックス (株) EMFジャパン (株) (株) エム・スクエア エムティティ (株) (株) エリオオス (株) エルムッチェス (株) 和泉テクノ (株) エレクトロニクスエンドマテリアルコーポレーション (株) 塩山製作所 エーベック (株) (株) 応用技研 応用光研工業 (株) 応用電機 (株) (株) 大井発條製作所 (株) 大熊 大倉電気 (株) (株) 大阪真空機器製作所 (株) 大阪ラセン管工業 (株) オーシャンフォトニクス (株) (株) オオツヤマ (株) エイ・アール・テック HPCシステムズ (株) (株) HPCソリューションズ HPCテクノロジー (株) (株) HPCテック アジレント・テクノロジー (株) 栄和産業 (株) エイワンテック (株) (株) エーイーティー (株) AMT (有) エービーエフ (株) アドバンテック (有) エー・ワイ・エンジニアリング (株) エーサー電子 (株) SRA (株) SJJテクノロジー (株) SAPジャパン SCSK (株) エドモンド・オブティクス・ジャパン (株) エドワーズ (株)	か 磐山工業 (株) (株) ケース・マイクローテック (株) (株) カツラ・オート・システムズ (株) カス・クラウドテック 加藤電機 (株) (株) カマタニ 川平電機 (株) (株) 川本製作所 関西化工 (株) 関西電子 (株) 関西リビング (株) 川本製作所 関西化工 (株) 関西電子 (株) (株) エルムッチェス (株) 和泉テクノ (株) エレクトロニクスエンドマテリアルコーポレーション (株) 塩山製作所 エーベック (株) (株) 応用技研 応用光研工業 (株) 応用電機 (株) (株) 大井発條製作所 (株) 大熊 大倉電気 (株) (株) 大阪真空機器製作所 (株) 大阪ラセン管工業 (株) オーシャンフォトニクス (株) (株) オオツヤマ (株) エイ・アール・テック HPCシステムズ (株) (株) HPCソリューションズ HPCテクノロジー (株) (株) HPCテック アジレント・テクノロジー (株) 栄和産業 (株) エイワンテック (株) (株) エーイーティー (株) AMT (有) エービーエフ (株) アドバンテック (有) エー・ワイ・エンジニアリング (株) エーサー電子 (株) SRA (株) SJJテクノロジー (株) SAPジャパン SCSK (株) エドモンド・オブティクス・ジャパン (株) エドワーズ (株)	け ケー・サイエンス (株) (株) ケーパルク ケニックス (株) (株) コ・スタッフ コアマイクロシステムズ (株) (株) 光苑 エム・アーク技研 (株) 光響 神津精機 (株) (株) 興電社 (株) 鴻池組 神島化学工業 (株) (株) 神戸製鋼所 向洋電機 (株) コーンステック・ロジジー (株) (株) 小坂研究所 コスモテック (株) 国華電機 (株) 北原商事 (有) (株) 北山工商 (株) キャラル・アイ・サイエンス キャン・アール・バ (株) (株) キャンドックス・システムズ 京セラ (株) 協同インターナショナル (株) 京都タカオシシ 京都電機器 (株) 協立電機 (株) (株) 協和印刷 (株) 岡崎製作所 (株) 岡村製作所 (有) 岡本光学加工所 (有) 岡元工業所 岡本無線電機 (株) (株) きんでん (株) クウエイ 工藤電機 (株) (株) グラフプロ クリアバルス (株) (株) グリーン・テック (株) クリスタル光学 (株) クリテラント Crover Engineering (株) グローブ・テック (株) グローリー・システムズ グロリー・システムズ・クリエイト (株) オリンパスメディカルサイエンス販売 (株)	こ (有) ケイ・サイエンス ケイ・テックス (株) (株) ケーパルク ケニックス (株) (株) コ・スタッフ コアマイクロシステムズ (株) (株) 光苑 エム・アーク技研 (株) 光響 神津精機 (株) (株) 興電社 (株) 鴻池組 神島化学工業 (株) (株) 神戸製鋼所 向洋電機 (株) コーンステック・ロジジー (株) (株) 小坂研究所 コスモテック (株) 国華電機 (株) 北原商事 (有) (株) 北山工商 (株) キャラル・アイ・サイエンス キャン・アール・バ (株) (株) キャンドックス・システムズ 京セラ (株) 協同インターナショナル (株) 京都タカオシシ 京都電機器 (株) 協立電機 (株) (株) 協和印刷 (株) 岡崎製作所 (株) 岡村製作所 (有) 岡本光学加工所 (有) 岡元工業所 岡本無線電機 (株) (株) きんでん (株) クウエイ 工藤電機 (株) (株) グラフプロ クリアバルス (株) (株) グリーン・テック (株) クリスタル光学 (株) クリテラント Crover Engineering (株) グローブ・テック (株) グローリー・システムズ グロリー・システムズ・クリエイト (株) オリンパスメディカルサイエンス販売 (株)	く くさみ産業 (株) 新日本空調 (株) (株) 新陽製作所 (株) 多摩川精機販売 (株) (株) スターブリッジ (株) スタック (株) スナミ スプリング・エイトサービス (株) (株) スベクトラ・フィジックス (株) (有) スマートラムス 住友大阪セメント (株) (株) 千代田テクノル (株) ツカサテック ツジ電子 (株) (株) ツボサカFC ツボサカ機鋼 (株) (株) ディ・アンド・ディ セイコー・イー・ジー・アンド・ジー (株) 誠南工業 (株) 西播科学 (株) 西部電気建設 (株) (株) 帝国電機製作所 ゼネラル物産 (株) (株) セルミック (株) ZOA (株) 創芸社 ソーラ・パワー・ジャパン (株) ソニー (株) ソーニー・セミコンダクタソリューションズ (株) ソニー・マーケティング (株) (株) ソフテック た (株) 大起 (株) ダイキン・アプライド・システムズ ダイキン工業 (株) (株) 昌新 (株) 城南製作所 昭和オプトロニクス (株) (株) 大電社 (株) 城山 (株) 進映社 (株) 信越化学工業 (株) 新川電機 (株) (株) 真光光学 (株) 伸興 (株) 伸精機 (株) シンテック	く くさみ産業 (株) 新日本空調 (株) (株) 新陽製作所 (株) 多摩川精機販売 (株) (株) スターブリッジ (株) スタック (株) スナミ スプリング・エイトサービス (株) (株) スベクトラ・フィジックス (株) (有) スマートラムス 住友大阪セメント (株) (株) 千代田テクノル (株) ツカサテック ツジ電子 (株) (株) ツボサカFC ツボサカ機鋼 (株) (株) ディ・アンド・ディ セイコー・イー・ジー・アンド・ジー (株) 誠南工業 (株) 西播科学 (株) 西部電気建設 (株) (株) 帝国電機製作所 ゼネラル物産 (株) (株) セルミック (株) ZOA (株) 創芸社 ソーラ・パワー・ジャパン (株) ソニー (株) ソーニー・セミコンダクタソリューションズ (株) ソニー・マーケティング (株) (株) ソフテック た (株) 大起 (株) ダイキン・アプライド・システムズ ダイキン工業 (株) (株) 昌新 (株) 城南製作所 昭和オプトロニクス (株) (株) 大電社 (株) 城山 (株) 進映社 (株) 信越化学工業 (株) 新川電機 (株) (株) 真光光学 (株) 伸興 (株) 伸精機 (株) シンテック	く くさみ産業 (株) 新日本空調 (株) (株) 新陽製作所 (株) 多摩川精機販売 (株) (株) スターブリッジ (株) スタック (株) スナミ スプリング・エイトサービス (株) (株) スベクトラ・フィジックス (株) (有) スマートラムス 住友大阪セメント (株) (株) 千代田テクノル (株) ツカサテック ツジ電子 (株) (株) ツボサカFC ツボサカ機鋼 (株) (株) ディ・アンド・ディ セイコー・イー・ジー・アンド・ジー (株) 誠南工業 (株) 西播科学 (株) 西部電気建設 (株) (株) 帝国電機製作所 ゼネラル物産 (株) (株) セルミック (株) ZOA (株) 創芸社 ソーラ・パワー・ジャパン (株) ソニー (株) ソーニー・セミコンダクタソリューションズ (株) ソニー・マーケティング (株) (株) ソフテック た (株) 大起 (株) ダイキン・アプライド・システムズ ダイキン工業 (株) (株) 昌新 (株) 城南製作所 昭和オプトロニクス (株) (株) 大電社 (株) 城山 (株) 進映社 (株) 信越化学工業 (株) 新川電機 (株) (株) 真光光学 (株) 伸興 (株) 伸精機 (株) シンテック	く くさみ産業 (株) 新日本空調 (株) (株)
---	---	---	--	---	---	--	--	--	--	------------------------------------

国立研究開発法人 理化学研究所
放射光科学研究センター

〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL: 0791-58-2800 / FAX: 0791-58-2898
e-mail: riken@spring8.or.jp
URL: <http://rsc.riken.jp/>

