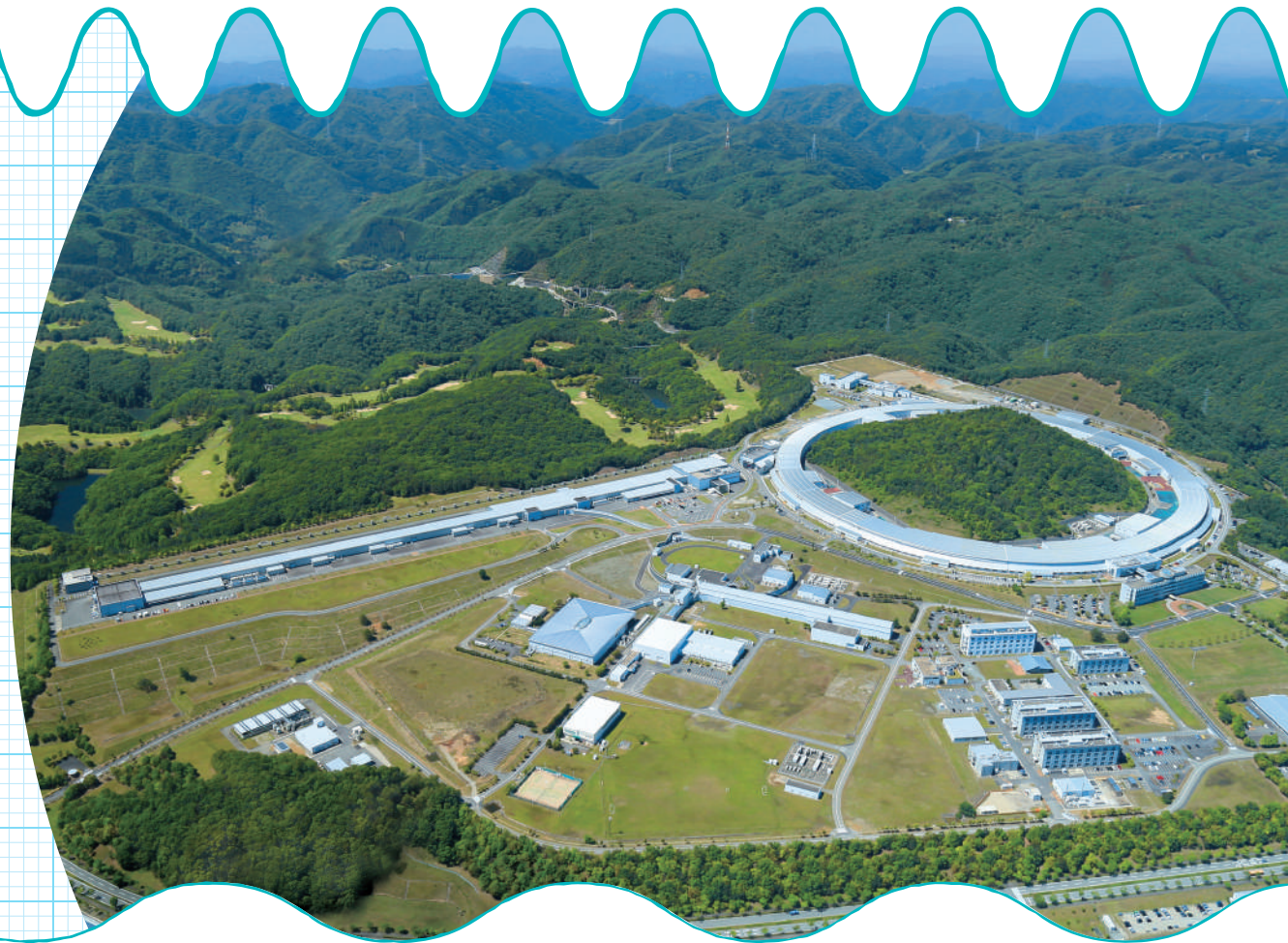


なぜ放射光施設が必要なのか



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。

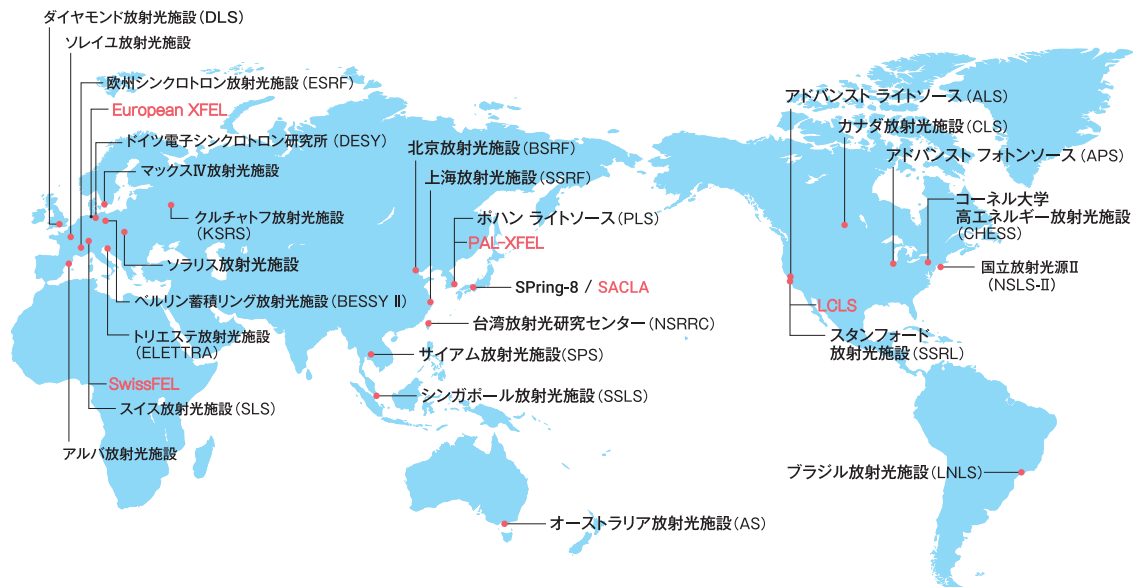
加速器で電子が曲がるときに出てくる放射光は、電子のエネルギーを大きくするととても強力なX線源になることが解り、1960年代から次第に利用されるようになってきました。前世紀の終わりころからナノの世界での物質の構造や機能を知りそれを制御するナノサイエンス・ナノテクノロジーが

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。

世界の放射光施設



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が、
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。

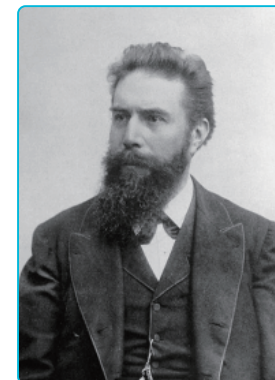
Q1

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

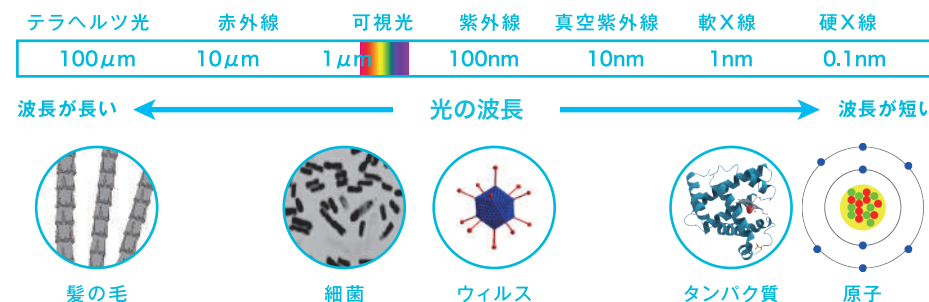
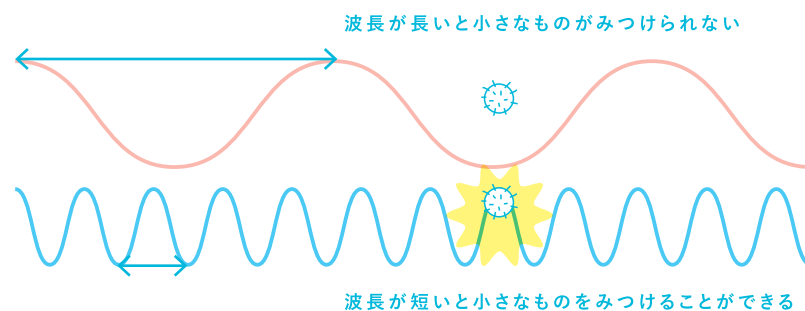
X線でなぜ小さいものがみえるのですか？

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～



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

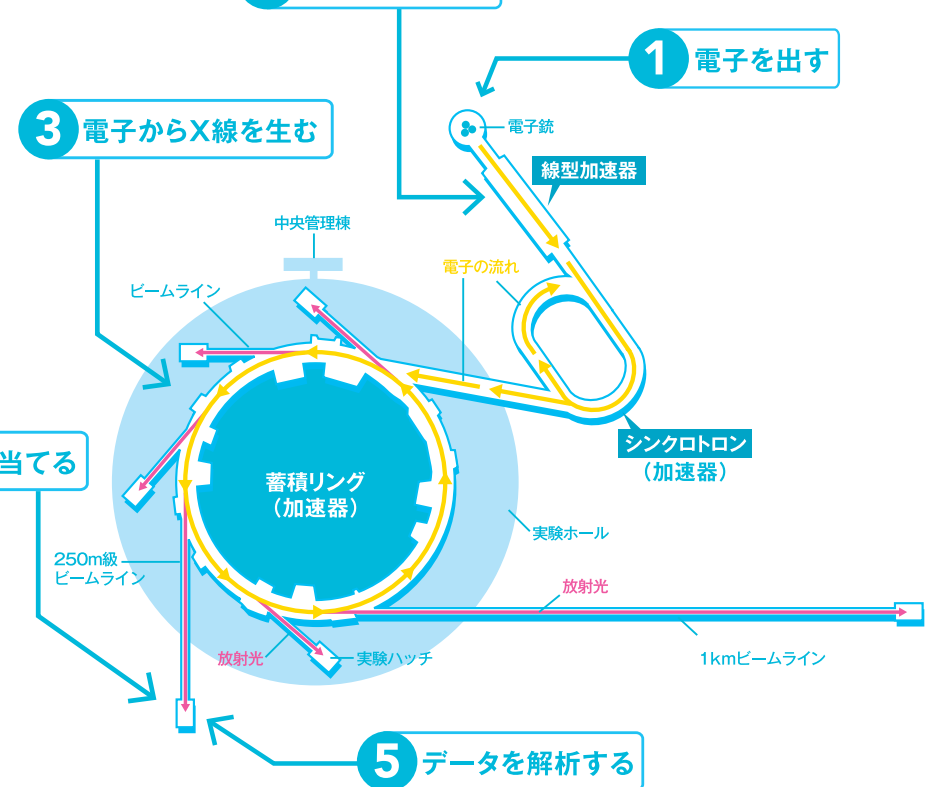
4 X線を試料に当てる

2 電子を加速する

1 電子を出す

3 電子からX線を生む

5 データを解析する

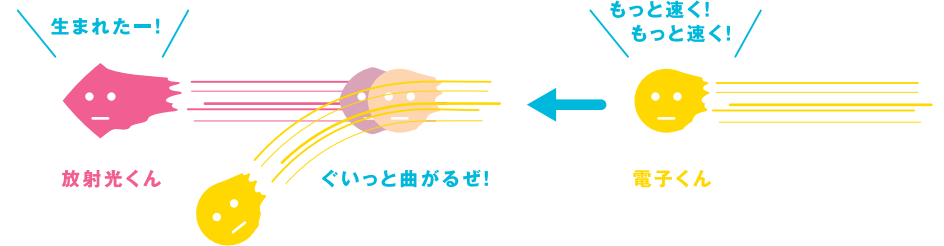


Q4

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

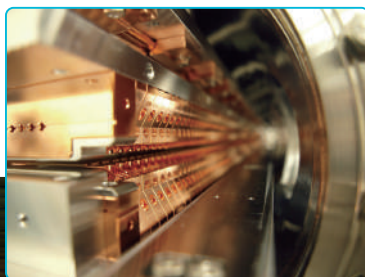
A5

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



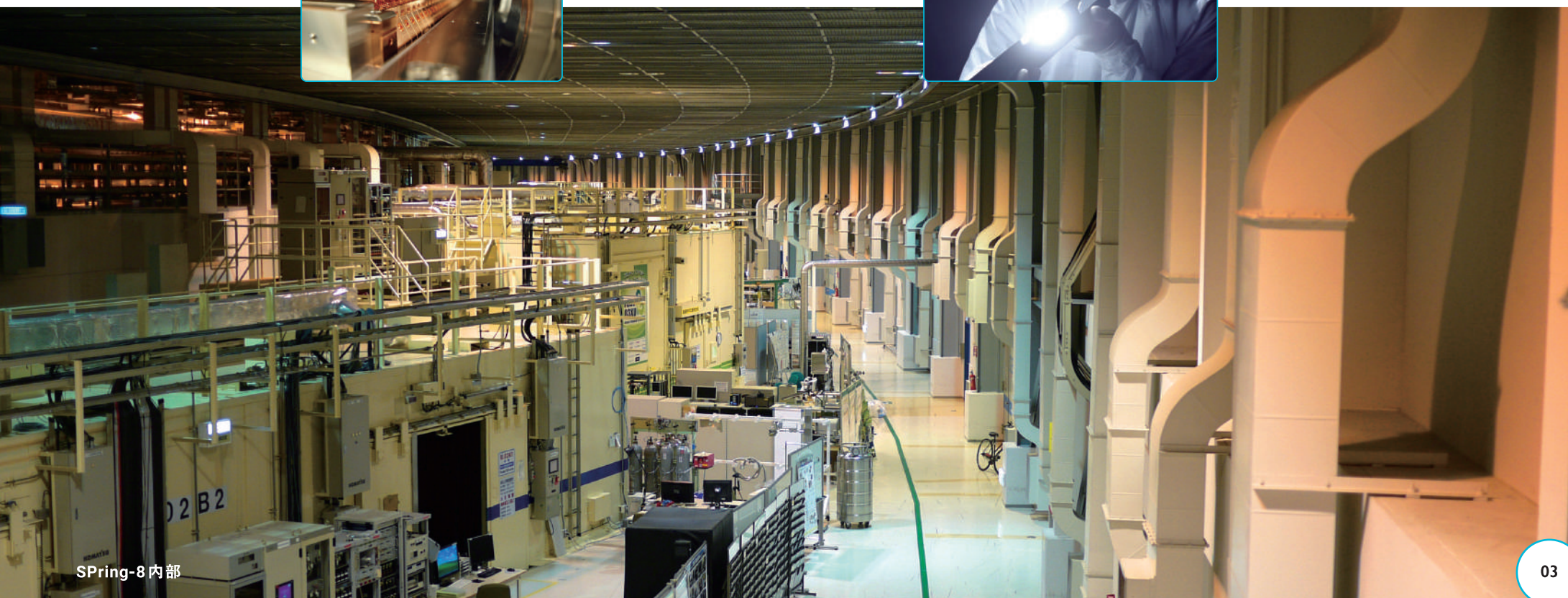
真空封止型アンジュレータという装置を世界で初めて導入し、とても強い光が出せるようになりました。この装置は後に世界標準となりました。また、強力な光を小さい面積に集め、光の密度を高めるために作られたOsakaミラーは世界中の最先端放射光施設に導入されています。



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

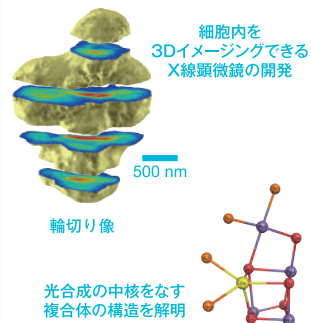
SPring-8ではどんな研究がされているのですか？

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

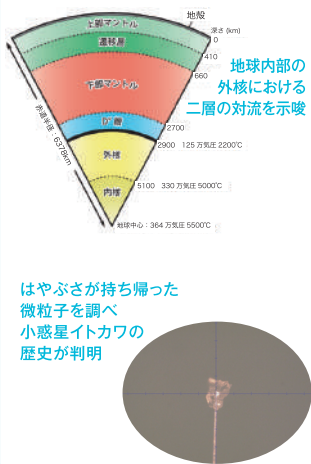


SPring-8には発生させた放射光を使って実験できる場所（ビームライン）が57ヶ所あり、それぞれのビームラインで多様な研究が進められています。
みなさんの生活に欠かせないものもここからたくさん生まれています。

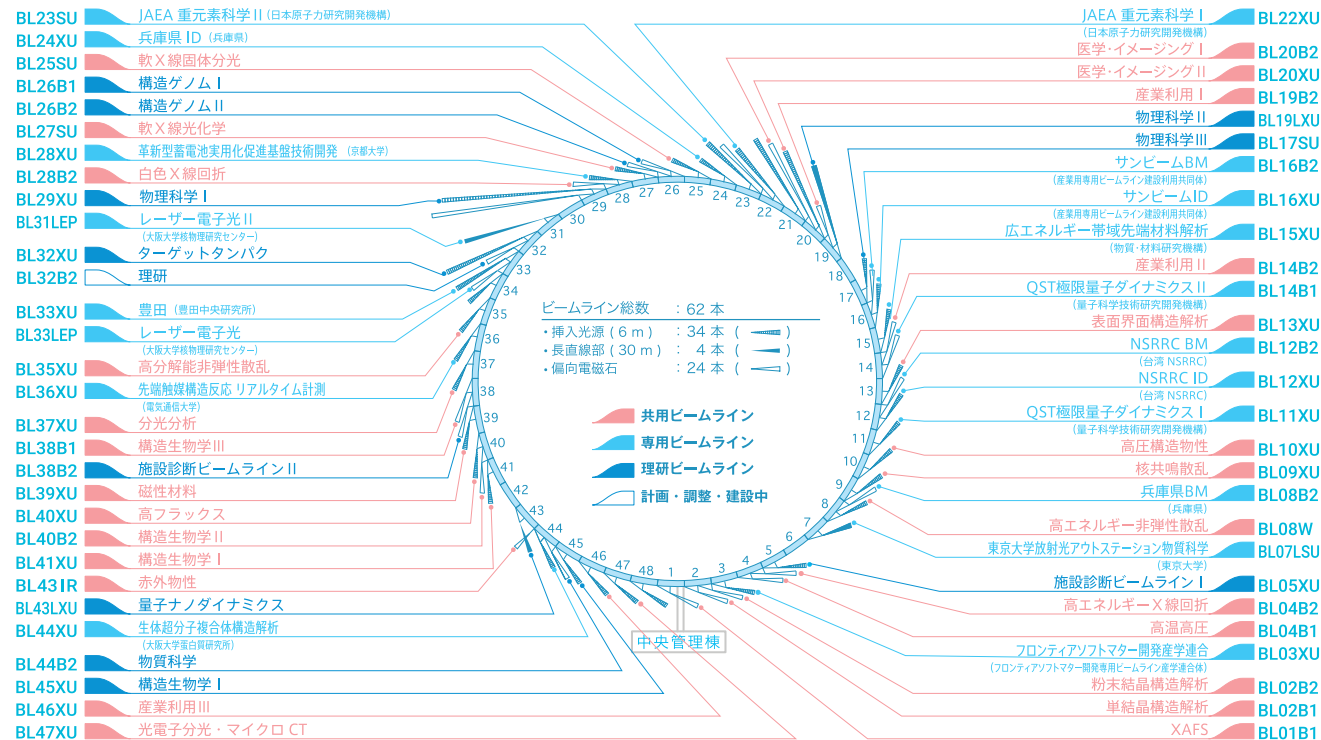
医学・生命科学



環境・地球科学



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



泉屋博古館 所蔵

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



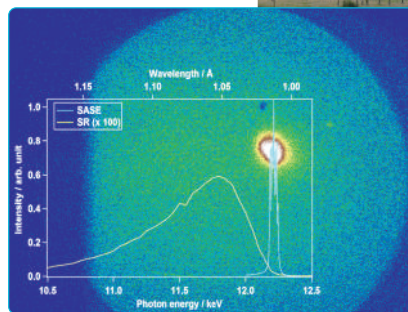
Q7

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1 Å（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

Q8

A8

SACLAと海外のX線自由電子レーザーとの違いを教えてください。

海外と比べてずば抜けてコンパクトでありながら、世界一の性能を誇っています。

海外の施設の長さ比べると…



こんなに短いピコ？！

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

Q9

A9

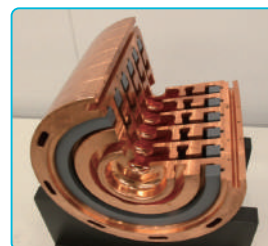
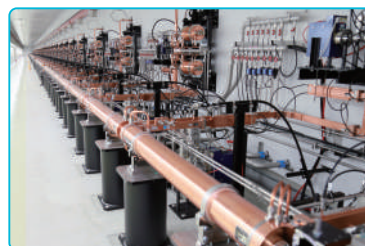
SACLAはどうやってレーザーを作りますか？

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。

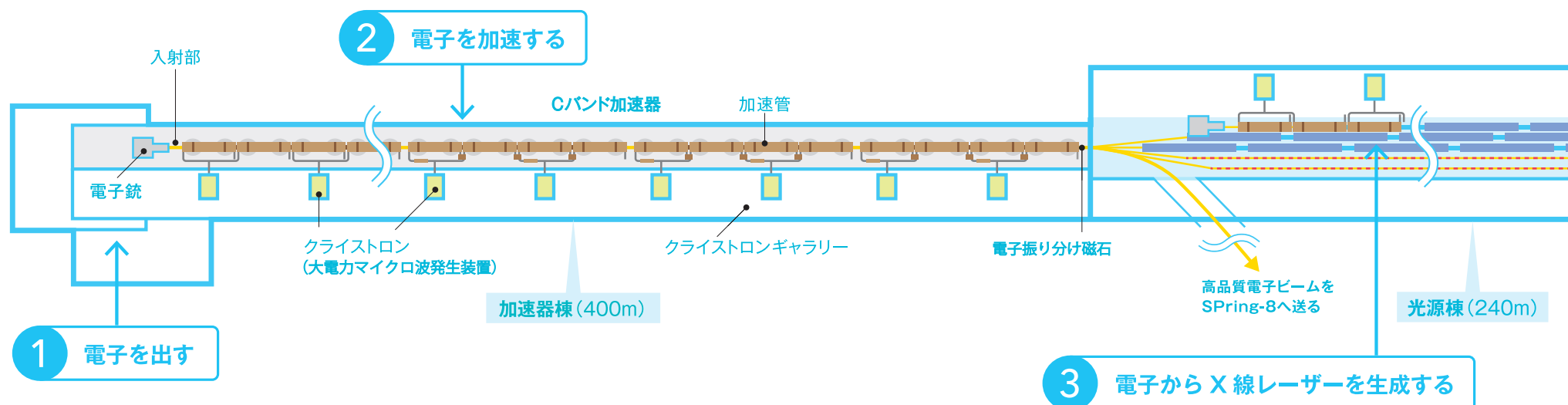
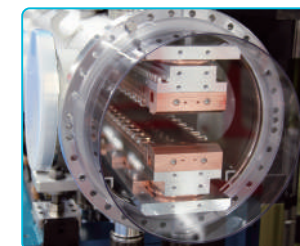
これだけ長い距離にたくさんの装置がつまっているんだぞ



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



Q10

A10

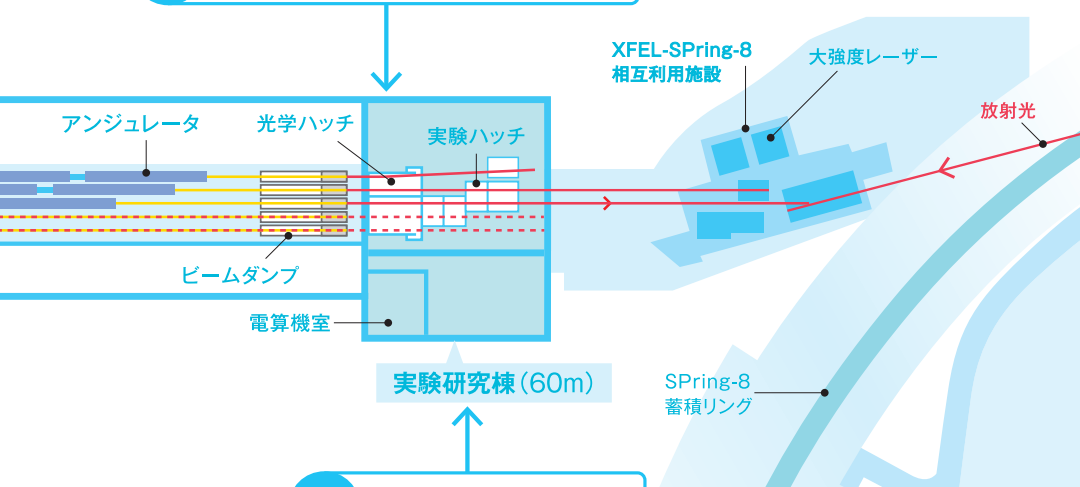
SACLAによって、われわれの生活はどのように変わる可能性がありますか？

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。

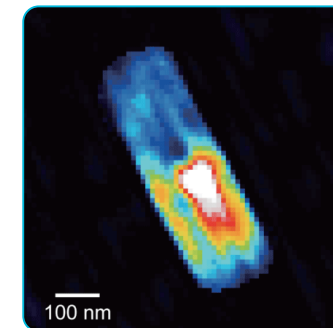


こうやって少しずつ調べていくことで
未来は作られていくんだポン

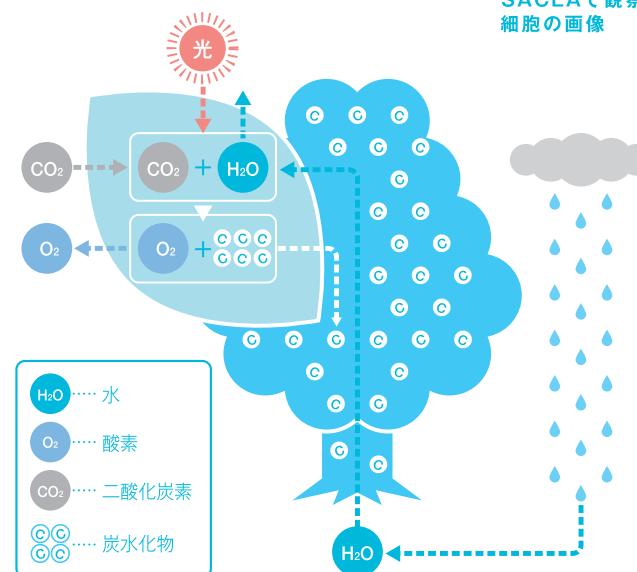
4 X線レーザーを試料に当てる



5 データを解析する



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。

Q11

A11

SACLAはどうやって作ったのですか？

日本の技術力の結晶なのよ



SPring-8の技術を元に、開発されました。

装置や部品のほとんど全てが日本のメーカーの高い技術によって作られています。

あ

(株) ARKUS
アークハリマ (株)
(株) アールアンドケー
アールエスコンポーネンツ (株)
(株) アールデック
(株) アイ・アール・システム
(株) IHI検査計測
(株) IHI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)
(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
アゲハ産業 (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) アスク
アスコット (株)
アズビル (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) アンザ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)
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) イオンテクノセンター
石田精機 (株)
(株) 和泉テック
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) イメーザワン
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
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) エーラボ
(有) エー・ワイ・エンジニアリング
(株) エコー電子
(株) SRA
(株) SIJテクノロジ
SAPジャパン (株)
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) エヌ・アンド・エー
NECプラットフォームズ (株)
(株) エヌエフ回路設計ブロック
エヌ・ディ・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)
エム・アールエフ (株)
(株) エムスクエア
エムティティ (株)
(株) エリオス
(株) エルエッチエス
(株) エルセナ
(株) エレクトロニクスエンドマテリアルズコーポレーション
(株) 塩山製作所
エンベック (株)
(株) 応用技研
応用光研工業 (株)
応用電機 (有)
(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
大阪ラセン管工業 (株)
オーシャンフォトニクス (株)
(株) オオツカ
(株) 大塚商会
(株) オーツカテック
(株) 大菱計器製作所
(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) 鬼塚硝子
(株) オフィールジャパン
(株) オプティマ
(有) オプトキューブ
(株) オプトクエスト
(株) オプトサイエンス
オプトシリウス (株)
オプトテック (株)
オリエンタルモーター (株)
(株) オリエントマイクロウエーブ
オリンパスメディカルサイエンス販売 (株)

か

樫山工業 (株)
カスケード・マイクロテック (株)
(株) カツラ・オプト・システムズ
(株) かとうテック
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) 神崎組
(株) 神崎組
カンタムエレクトロニクス (株)
(株) キーエンス
キーサイト・テクノロジー (同)
(株) キーストインターナショナル
北野精機 (株)
北原商事 (有)
(株) 北山工商
(株) キャトルアイ・サイエンス
キャンノアネルバ (株)
(株) キャンドックスシステムズ
京セラ (株)
(株) 協同インターナショナル
(株) 京都タカオシン
京都電機 (株)
協立電機 (株)
(株) 協和印刷
(株) 共和電子製作所
協和ファインテック (株)
(株) 共和溶材
金属技研 (株)
(株) きんでん
(株) クウエイ
工藤電機 (株)
(株) グラノフト
クリアパルス (株)
(株) グリーンテック
(株) クリスタル光学
(株) クリハラント
CroverEngineering
(株) グローブテック
グローリーシステムクリエイト (株)
グローリーメカトロニクス (株)

(有) ケイ・サイエンス
ケイネックス (株)
(株) ケーバック
ケニックス (株)
コアスタッフ (株)
コアマイクロシステムズ (株)
(株) 工苑
(株) 光学技研
(株) 光晷
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 (株)
(株) 小坂研究所
コスモ・テック (株)
国華電機 (株)
コトバキ精密 (株)
寿鉄工 (株)
小林計測器 (株)
(株) 小林製作所
コヒレント・ジャパン (株)
ゴフェル (株)
(株) ゴフェルテック
(株) コベルコ科研
コミヤマエレクトロン (株)
(株) コムクラフト
(株) コメッツ
コンピュータ・システム (株)
コンピュータダイナミックス (株)

さ

(株) サートンワークス
(株) サーマ理工
(株) サイエンス・サービス
サイエンスプラス (株)
(株) サイエンスラボラトリーズ
(株) サイエントックス
斎久工業 (株)
(有) 斉藤商店
サイバネットシステム (株)
一般財団法人材料科学技術振興財団
サエス・ゲッターズ・エス・ピー・エー
(株) 栄興業

阪本 (株)
佐藤精機 (株)
サワダ精密 (株)
サンインシステム (株)
三栄技研 (株)
(有) サンカッティング
三機工業 (株)
山九プラントテクノ (株)
三協電子部品 (株)
(株) 三啓
サンコー (株)
サンゴパン (株)
(株) 三笑堂
(株) サンテム
(有) サンプラス
サンリツオートメーション (株)
(株) シーアイ工業
(有) ジー・エヌ・ディー
シーマ電子 (株)
(株) ジーン・コヒーレント
JFE商事コーメック (株)
(株) ジェイテックコーポレーション
(株) ジェピコ
シエンタオミクロン (株)
(株) ジオシス
シグマ光機 (株)
シグマテック (株)
シスメックス (株)
島津サイエンス西日本 (株)
(有) 清水商会
(株) シミステック
(有) ジャスティアー
シャランインシステム (株)
(株) 昌新
(株) 城南製作所
昭和オプトロニクス (株)
(株) シルバコ・ジャパン
(株) 城山
(株) 進映社
信越化学工業 (株)
新川電機 (株)
真空光学 (株)
(株) 伸興
(株) 伸精機
(株) シンテック

新日本空調 (株)
(株) 新陽製作所
(株) 鈴木商館
(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)
スペクトラ・フィジックス (株)
(有) スマートラムズ
住友大阪セメント (株)
住友重機械工業 (株)
住友重機械ファインテック (株)
(株) 三笑堂
(株) サンテム
(有) サンプラス
サンリツオートメーション (株)
(株) シーアイ工業
(有) ジー・エヌ・ディー
シーマ電子 (株)
(株) ジーン・コヒーレント
JFE商事コーメック (株)
(株) ジェイテックコーポレーション
(株) ジェピコ
シエンタオミクロン (株)
(株) ジオシス
シグマ光機 (株)
シグマテック (株)
シスメックス (株)
島津サイエンス西日本 (株)
(有) 清水商会
(株) シミステック
(有) ジャスティアー
シャランインシステム (株)
(株) 昌新
(株) 城南製作所
昭和オプトロニクス (株)
(株) シルバコ・ジャパン
(株) 城山
(株) 進映社
信越化学工業 (株)
新川電機 (株)
真空光学 (株)
(株) 伸興
(株) 伸精機
(株) シンテック

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) 大興製作所
(株) 大成化研
(株) 大電社
ダイトロン (株)
大洋バルブ製作所
(株) 大和テクノシステムズ
(株) ダウ
(株) 高木製作所
(株) 伸興
(株) 伸精機
(株) 竹中機械製作所
(株) 竹中工務店

細かい部品までたくさんの方が
関わってくれているんだブ



タツミ産業 (株)
田中光化学工業 (株)
多摩川精機販売 (株)
タレスジャパン (株)
(株) ダン・タクマ
(有) チップ
中央精機 (株)
(株) 中央電機計器製作所
中央電子 (株)
中部日本マルコ (株)
(株) 千代田テクノ
(株) ツカサテック
ツジ電子 (株)
(株) ツボサカF-C
ツボサカ機鋼 (株)
(株) ティ・アンド・ディ
TACC (株)
(株) TSLソリューションズ
TSK (株)
(株) DTSインサイト
(株) 帝国電機製作所
(株) ティサポート
(株) ティ・ディ・シー
(有) テクサム
(株) テクニカル
(有) テクニカルラボ
(株) テクノ・アイ・システム
テクノ・ケミックス (有)
(株) テクノポート
(株) テクニクス研究所
(株) テクサイエンス
デフシード (同)
デル (株)
レタイン・レクロイ・ジャパン (株)
(株) 電研精機研究所
(株) デンソー・テンテックノロジー
(株) 東栄科学産業
東海高熱工業 (株)
東海パネ工業 (株)
(株) 東京インスツルメンツ
東京エレクトロンデバイス (株)
(株) 東京精密
(株) 東京測振
(株) 東京測器研究所
東京ダイレック (株)

東京貿易テクノシステム (株)
東西化学産業 (株)
(株) 東芝
東芝エレベータ (株)
東芝電子管デバイス (株)
東芝電波プロダクツ (株)
東芝ナノアナリシス (株)
(株) 東陽テクニカ
東洋メディック (株)
(株) 東レリサーチセンター
DOWAエレクトロニクス (株)
トーキン (株)
(有) トーバック
トワ電機 (株)
(株) トーエネック
常盤電機 (株)
(株) 豊島製作所
特許機器 (株)
轟産業 (株)
(株) 巴商会
(株) トヤマ

な
(株) 内藤設計
中島工機 (株)
夏目光学 (株)
(株) ナノコントロール
ナノフoton (株)
仁木工芸 (株)
(株) ニコンインステック
(株) ニコントリンブル
西商事 (株)
(株) 西日本工業
西村製作 (有)
ニチコン (株)
ニチコン草津 (株)
日鈴精機工業 (株)
(株) ニチフ
(株) 日建設計
日商エレクトロニクス (株)
(株) 日進機械
日新電機 (株)
日鉄住金テクノロジ (株)
(株) 日東光器 (株)
(株) 日本技術センター
日本コムシス (株)

日本測器 (株)
日本電気 (株)
日本トムソン (株)
日本バルカー工業 (株)
日本フィジカルアコースティクス (株)
日本アイ・ビー・エム (株)
日本板硝子 (株)
日本エクスシード (株)
日本SGI (株)
日本オートマテック・コントロール (株)
日本調子 (株)
日本建設工業 (株)
日本高周波 (株)
(株) 日本コンピューティングシステム
日本スウェーデンロックFST (株)
日本スピンドル製造 (株)
日本精密測器 (株)
(株) 日本テック
日本電計 (株)
日本電磁工業 (株)
日本電子材料 (株)
日本ナショナルインスツルメンツ (株)
(株) 日本ネットワークサポート
(株) 日本バーカーライジング広島工場
日本ビルティ (株)
(株) 日本ファインケム
日本防振工業 (株)
(株) 日本レーザー
(株) 日本ローバー
(株) ニラコ
ネオアーク (株)
NEOMAXエンジニアリング (株)
(株) ネツシン
ネットワンシステムズ (株)
のぞみ (株)
(株) ノダRFテクノロジーズ
は
パイオニア精工 (株)
ハインル (株)
(株) ハイロックスジャパン
伯東 (株)
(株) パシフィックテクノロジ
(株) バスカル
(株) パスコ
(有) バックス

(有) パッケージングテクノロジー
発光電機 (株)
(株) 服部
(株) ハナムラオブティクス
(株) ハマナカ
浜松ホトニクス (株)
林時計工業 (株)
(株) 原マシナリー
バルカー・ガーロック・ジャパン (株)
(株) バルスパワー技術研究所
(株) バルテック
(有) バロクインターナショナル
(株) 播新設備
(株) ハンテック
(株) ビーアイシステム
ビーアイ・ジャパン (株)
日置電機 (株)
(株) 光コム
光貿易 (株)
日立キャピタル (株)
日立金属商事 (株)
(株) 日立建設設計
日立造船 (株)
(株) 日立ハイテクノロジーズ
(株) 日立ハイテクフィールドイング
(株) 日立パワーソリューションズ
ビットラン (株)
姫路科学 (株)
姫路電機材料 (株)
姫路ナブコ (株)
(株) ヒメブラ
檜山工業 (株)
(株) ヒューリンクス
(株) 兵庫精密工業所
広瀬化学薬品 (株)
(株) ファーストメカニカルデザイン
(株) ノダプラボ (株)
ファイン・インテリジェンス・グループ (株)
(有) ファインテック
(株) ファナティック
(株) VICインターナショナル
VAT (株)
(株) フィジックス テクノロジー
(株) フェローテック
フォトテクニカ (株)

フォトプレジジョン (株)
(株) フォトロン
補助機工 (株)
福電 (株)
福西電機 (株)
(有) 藤アイテック
藤井光学 (株)
藤岡産業 (株)
藤倉商事 (株)
(有) フジ精工
富士通 (株)
(株) 富士通エフサス
(株) フジ・データ・システム
富士電機 (株)
フジック (株)
(有) 船引工業所
ブネウム (株)
芙蓉総合リース (株)
フラクシ (株)
古河電気工業 (株)
古河電子 (株)
(株) ブリックマン テクノロジ
(株) フルヤ金属
(株) プレイン
(有) ブロードバンド
プロトラブズ (同)
(株) プロリンクス
(同) フロンティア・アライアンス
ヘキサゴン・メトロロジー (株)
(株) ヘルヴェテア
ベンギンシステム (株)
穂高電子 (株)
ま
(株) マイクロジェット
(株) マイタックジャパン
前田機工 (株)
(株) マグネスケール
マコト (株)
マスワークス (同)
(株) 松浦電弘社
松岡商事 (株)
松定プレジジョン (株)
松本建設 (株)
松本商事 (株)
マテリオンブラッシュジャパン (株)

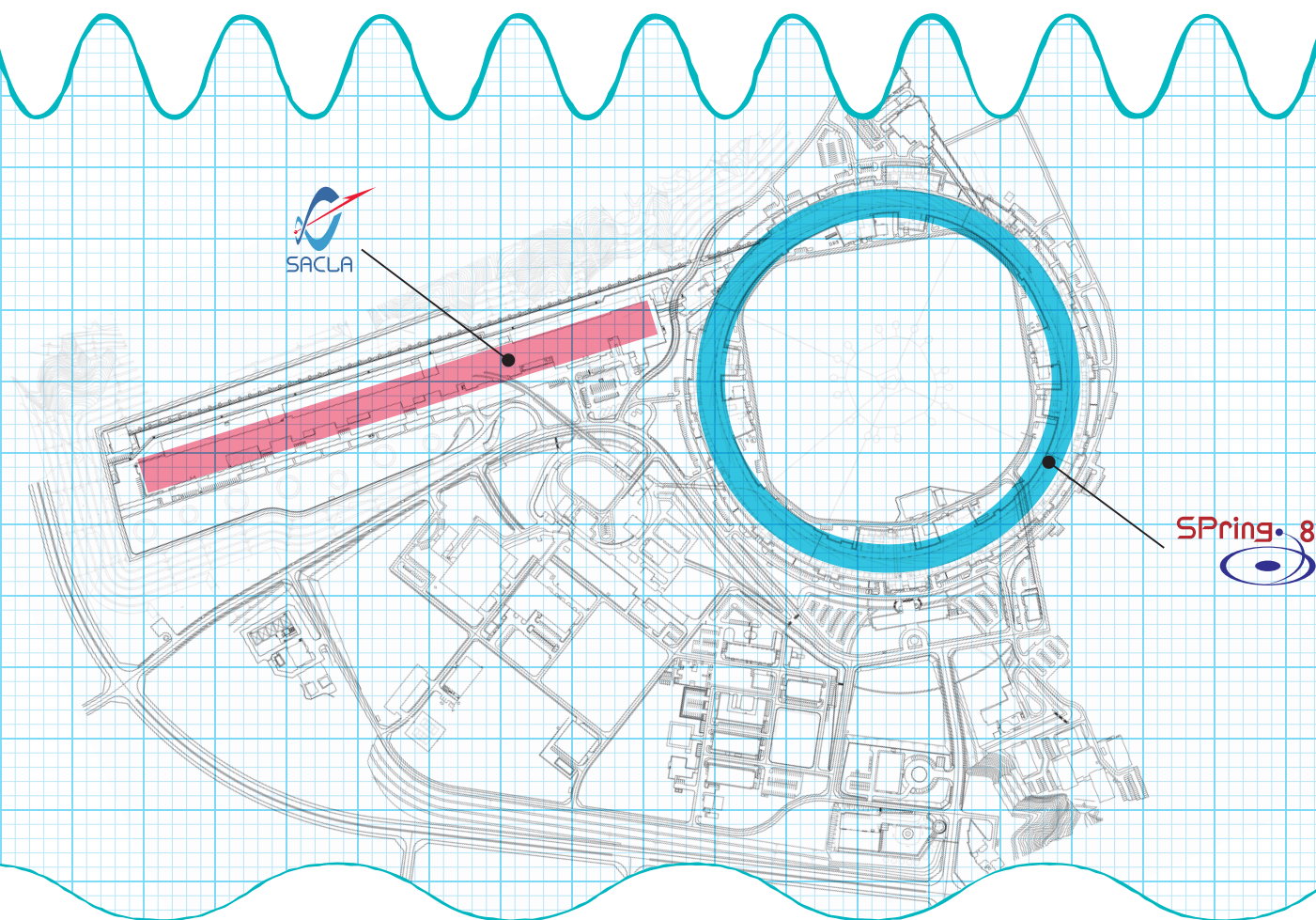
(株) 丸川建築設計事務所
丸文 (株)
三浦工業 (株)
三重光学 (株)
水本鉄工 (株)
三井造船システム技研 (株)
(有) ミッシュインターナショナル
三菱重工業 (株)
三菱重工メカトロシステムズ (株)
三菱重工冷熱 (株)
三菱スペース・ソフトウェア (株)
三菱電機 (株)
三菱電機特機システム (株)
三菱電機ビルテクノサービス (株)
ミツ製作 (株)
ミドリ安全姫路 (株)
緑屋電気 (株)
(有) ミニサーキットヨコハマ
(有) ミヤザキ理化学
宮野医療器 (株)
(株) ミラプロ
ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ (株)
(株) ムサシノエンジニアリング
明昌機工 (株)
明伸工機 (株)
明星電気 (株)
(株) Maywa
(株) 明和グランツ
(有) メガトラスト
(株) メステック
メレスグリオ (株)
(株) メレック
メンター・グラフィックス・ジャパン (株)
(株) モーテック
(株) モリテックス
(株) 森村設計
森本化成 (株)
や
八坂テクノス (株)
(株) ヤスヒラ
(株) ヤマイチ
(株) 山口商店
山下マテリアル (株)
山根機工 (株)
山村フォトニクス (株)

山本産業 (株)
(株) 友玉セラミックス
UPSソリューションズ (株)
(株) ユニットコム
ユニバリス (株)
横河商事 (株)
(株) 吉川製作所
ヨシザワLA (株)
(株) 四電工
ら
ラドデバイス (株)
ラピスセミコンダクタ (株)
リード・エレクトロニクス (株)
(株) リガク
(株) 理学相原精機
リカザイ (株)
利昌工業 (株)
(株) リッチモアインターナショナル
(有) リテック
(株) 菱光社
菱高冷熱 (株)
(株) 両備システムズ
林栄精器 (株)
リンク・リサーチ (株)
(株) ルクスレイ
(株) ルシール
(株) ルミネックス
レイチャーシステムズ (株)
レニショー (株)
レモジャパン (株)
ロックゲート (株)
わ
(有) ワイテック
和研薬 (株)
和工電気設備工事 (株)

(五十音順)
2018年3月時点

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/>



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。

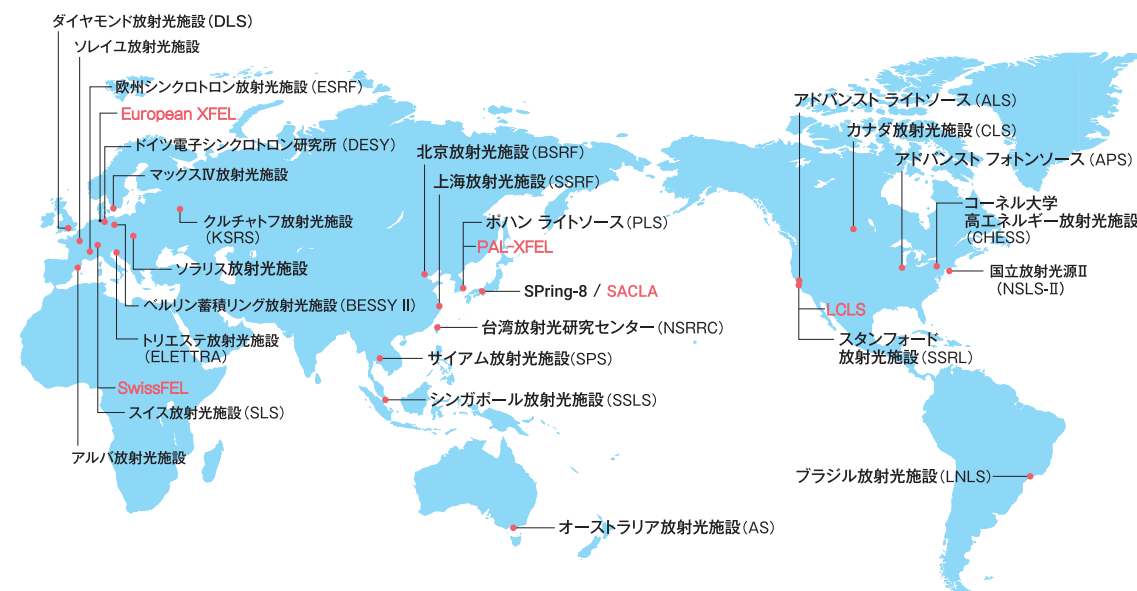
加速器で電子が曲がるときに出てくる放射光は、電子のエネルギーを大きくするととても強力なX線源になることが解り、1960年代から次第に利用されるようになってきました。前世紀の終わりころからナノの世界での物質の構造や機能を知りそれを制御するナノサイエンス・ナノテクノロジーが

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りました。

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。

世界の放射光施設



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が、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。

日本の放射光施設



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。

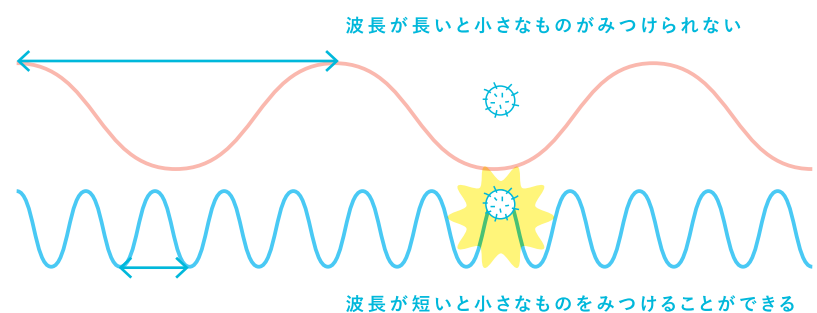


Q2

X線でなぜ小さいものがみえるのですか？

A2

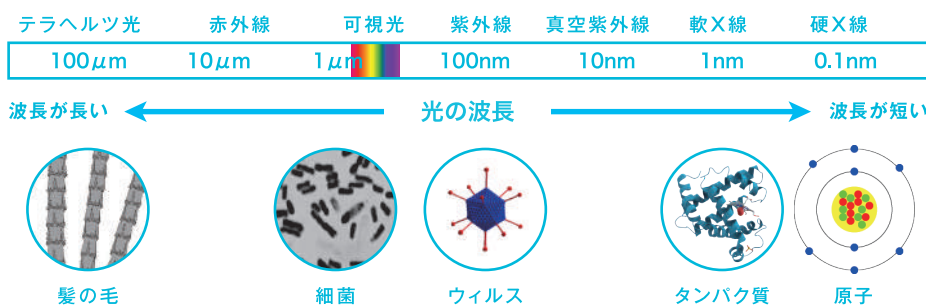
X線は、とても波長が短い光だからです。



光って波なんだにゃ～



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。



Q3

A3

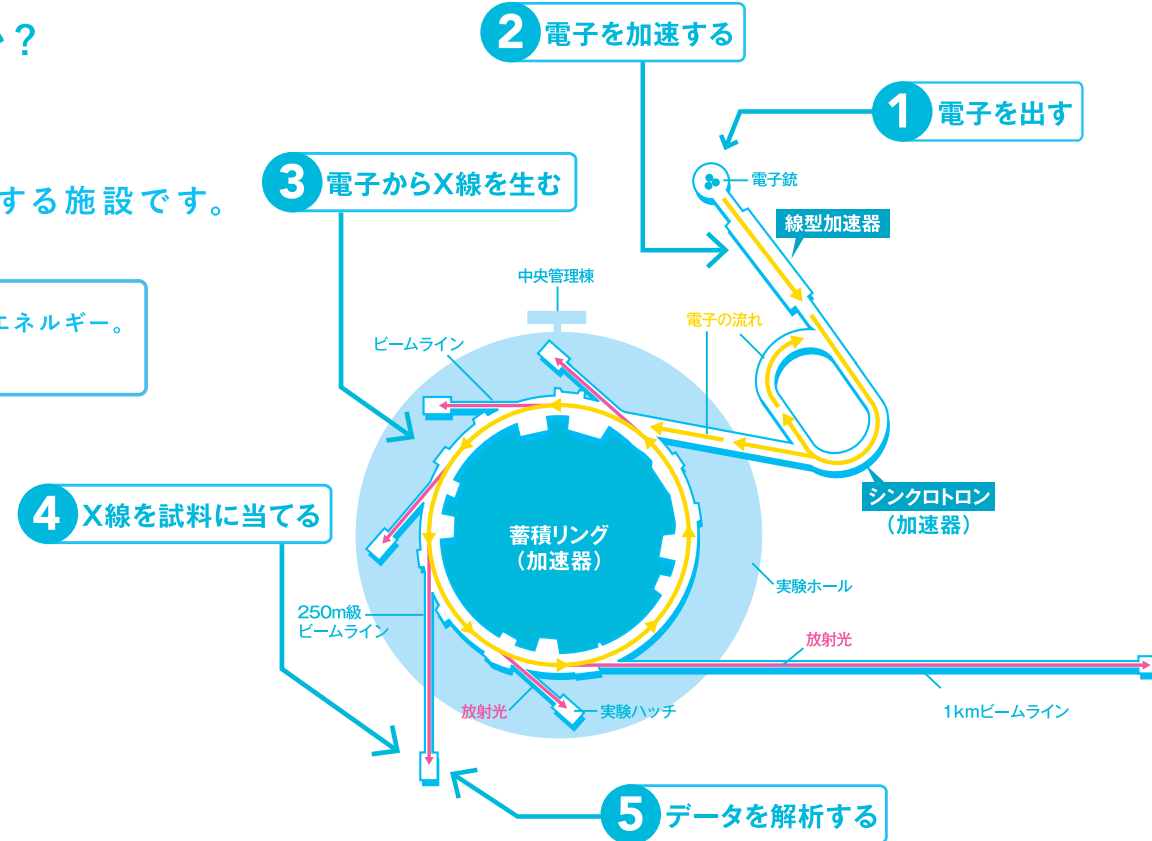
SPring-8とは何をする施設ですか？

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

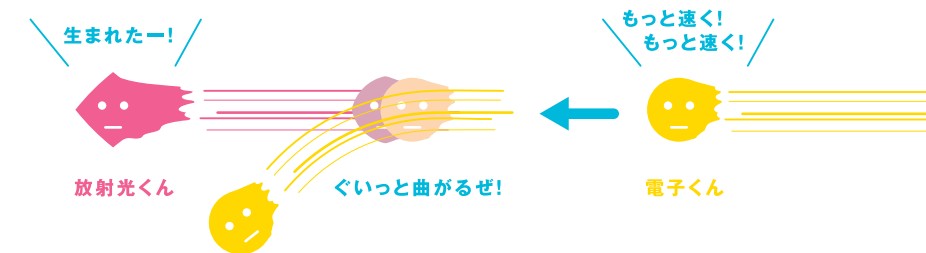


Q4

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

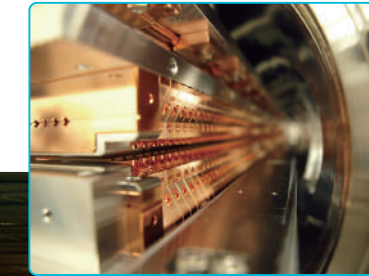
A5

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



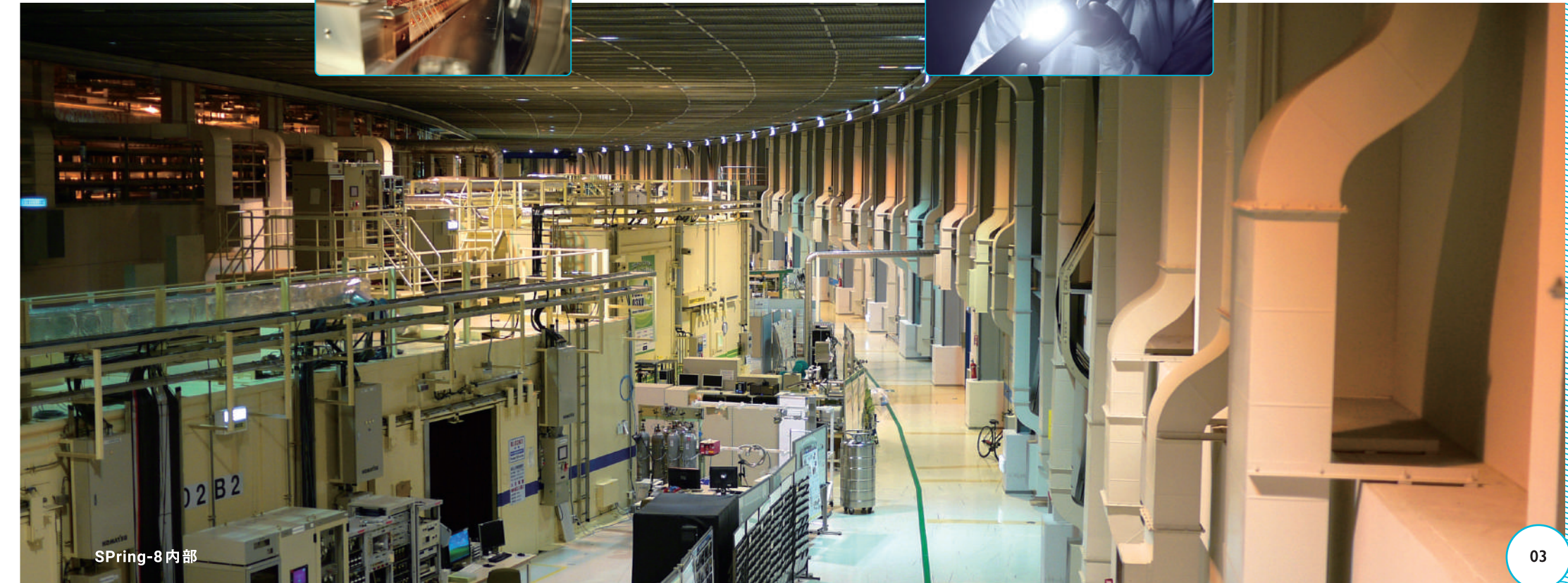
真空封止型アンジュレータという装置を世界で初めて導入し、
とても強い光が出せるようになりました。この装置は後に世界標準となりました。
また、強力な光を小さい面積に集め、光の密度を高めるために作られたOsakaミラーは
世界中の最先端放射光施設に導入されています。



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

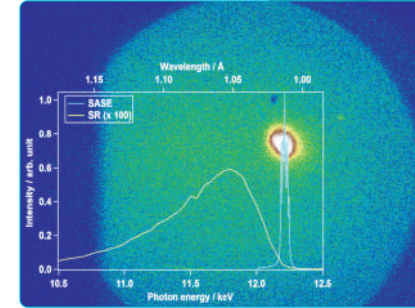
A7

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。



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



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。

Q8

A8

SACLAと海外のX線自由電子レーザーとの違いを教えてください。

海外と比べてずば抜けてコンパクトでありながら、
世界一の性能を誇っています。

海外の施設の長さ比べると…

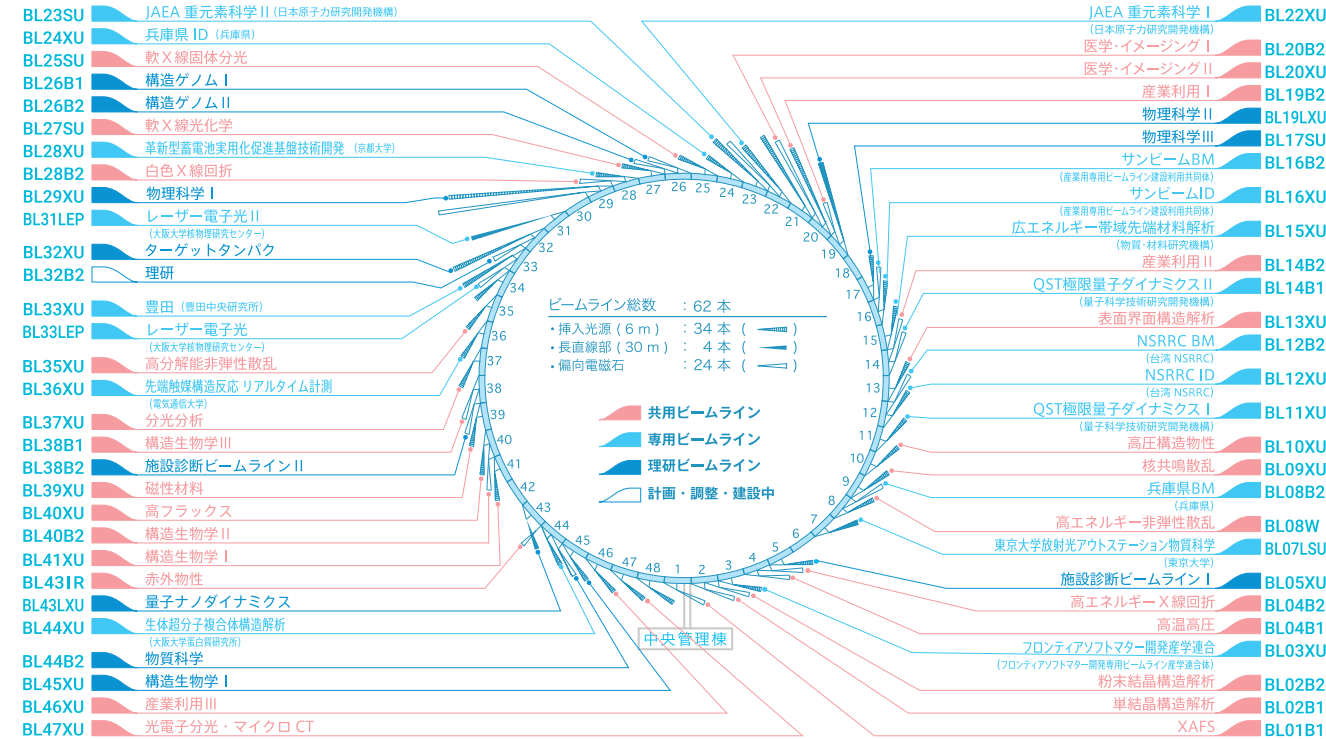
欧州XFEL（ドイツ） 3.4 km
LCLS（アメリカ） 4 km
SACLA（日本） 700m



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



泉屋博古館 所蔵

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

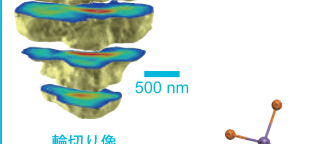


虫歯予防ガム



医学・生命科学

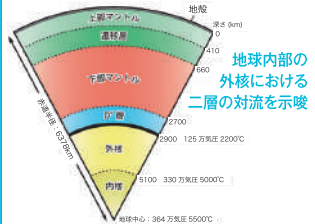
細胞内を
3Dイメージングできる
X線顕微鏡の開発



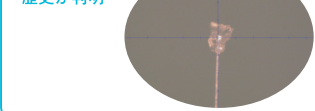
輪切り像
光合成の中核をなす
複合体の構造を解明



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



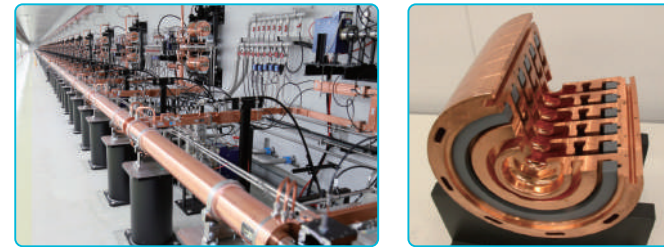
Q9

A9

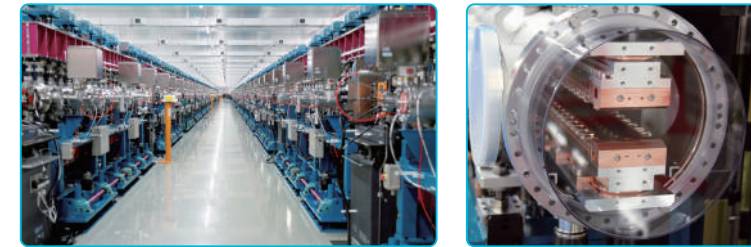
SACLAはどうやってレーザーを作るのですか？

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



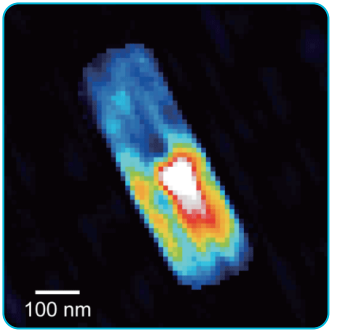
Q10

A10

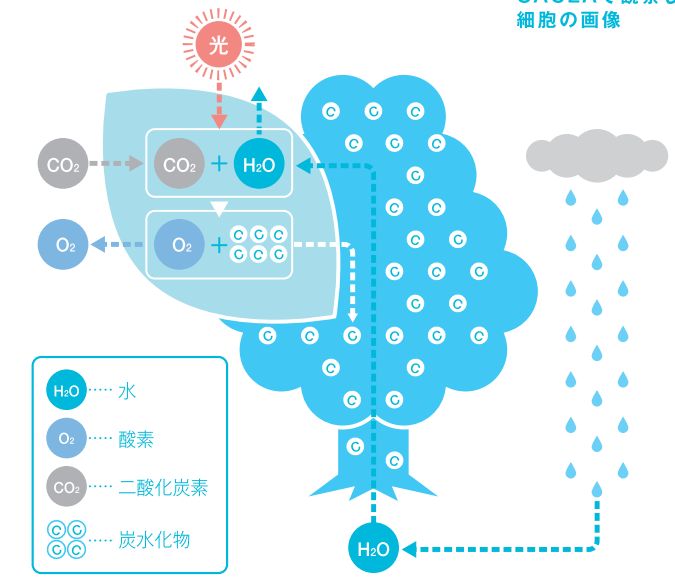
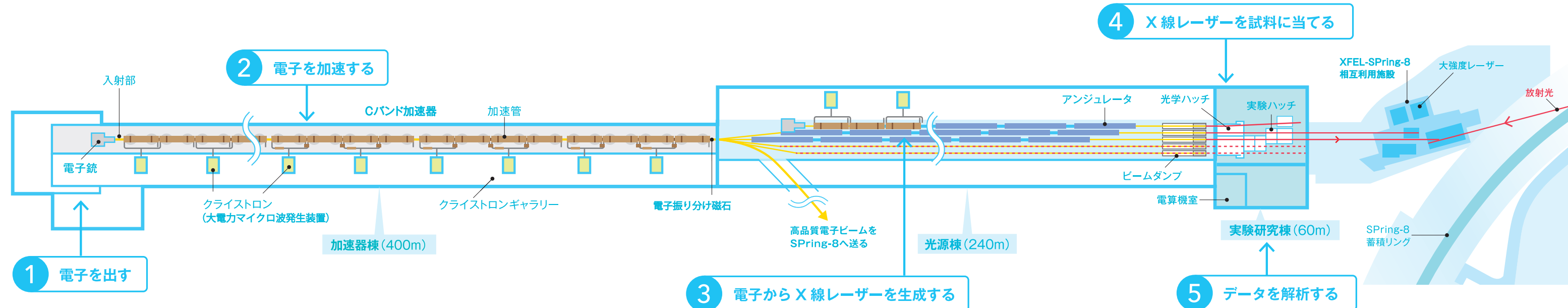
SACLAによって、われわれの生活はどのように変わる可能性がありますか？

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



(株) ARKUS	アルバックテクノ (株)	(有) エス・アンド・エー	か	(有) ケイ・サイエンス	阪本 (株)	新日本空調 (株)	タツミ産業 (株)	東京貿易テクノシステム (株)	日本測器 (株)	(有) パッケージングテクノロジー	フォトプレジジョン (株)	(株) 丸川建築設計事務所	山本産業 (株)
アークハリア (株)	アルバック販売 (株)	NECプラットフォームズ (株)	磐山工業 (株)	ケイネックス (株)	佐藤精機 (株)	(株) 新陽製作所	田中光化学工業 (株)	東西化学産業 (株)	日本電気 (株)	(株) 発紘電機 (株)	(株) フォトロン	(株) 丸文 (株)	(株) 友玉園セラミックス
(株) アールアンドケー	アルファ工業 (株)	アルファ回路設計ブロック	アルバックマイクロテック (株)	(株) ケーパバク	(株) サワダ精密 (株)	カスケードマイクロテック (株)	多摩川精機販売 (株)	(株) 東芝	(株) 服部	(株) 福助機工 (株)	福島精工 (株)	三浦工業 (株)	UPSソリューションズ (株)
(株) アールエスコボーネンツ (株)	(株) アルオン社	エヌ・ティ・ディアドバンステクノロジ (株)	(株) カツラ・オート・システムズ	ケニックス (株)	サンインストルメント (株)	センシティブメント (株)	タレスジャパン (株)	東芝エレベータ (株)	日本バルカー工業 (株)	(株) ハナムラオプティクス	福島電 (株)	三重光学 (株)	(株) ユニットコム
(株) アールデック	アールエスコボーネンツ (株)	NTTファイナンス (株)	かとうテック	(株) カトウテック	コアスタッフ (株)	コアスタッフ (株)	(株) ダン・タクマ	東芝電子管デバイス (株)	福島西電機 (株)	(株) ハバナナカ	福島西電機 (株)	水本鉄工 (株)	ユニバルス (株)
(株) アイ・リアルシステム	アンシス・ジャパン (株)	アンスィス・ジャパン (株)	アンスィス・ジャパン (株)	加藤電機 (株)	コアマイクロスシステムズ (株)	コアマイクロスシステムズ (株)	(有) チップ	東芝電波プロダクツ (株)	日本アイ・ビー・エム (株)	浜松トホニクス (株)	(有) 藤アイデック	三井造船システム技研 (株)	横河商事 (株)
(株) IH検査計測	安立計器大阪販売 (株)	FITリーディングテック (株)	(株) カマトニ	(株) カマトニ	(株) 光苑	(株) 光苑	スプリングエイトサービス (株)	東芝ナノアナリシス (株)	日本板硝子 (株)	林時計工業 (株)	藤井光学 (株)	(有) ミッションインターナショナル	(株) 吉川製作所
(株) IHIビジネスサポート	EMFジャパン (株)	EMFジャパン (株)	川平電機 (株)	エム・アルエフ (株)	(株) 光苑	(株) 光苑	スベクトラフィジックス (株)	(株) 中央電機計器製作所	日本エクシード (株)	(株) 時洋ナロー	福岡産業 (株)	三菱重工業 (株)	ヨシダFWLA (株)
(株) アイエムエス	(有) イーキューブ	(株) エムスクエア	(株) 川本製作所	(株) 川本製作所	(株) 光響	(株) 光響	(有) スマートラムス	中央電子 (株)	日本SGI (株)	バルカー・ガーロック・ジャパン (株)	鎌倉商事 (株)	三菱重工メカトロシステムズ (株)	(株) 四電工
(株) アイテム電子	イーグルブルグマンジャパン (株)	エムティティ (株)	関西化工 (株)	関西化工 (株)	神津精機 (株)	神津精機 (株)	住友大阪セメント (株)	(株) 東レリサーチセンター	日本オートマチック・コントロール (株)	(株) バルスパワー技術研究所	(有) フジ精工	三菱重工冷熱 (株)	
イクラフト (株)	(株) アイテムセンサー	(株) アイオス	関西電子 (株)	関西電子 (株)	(株) 興電社	(株) 興電社	サンコー (株)	DOWAエレクトロニクス (株)	日本碍子 (株)	(株) バルテック	富士通 (株)	三菱スペース・ソフトウェア (株)	ラドデバイス (株)
(株) アイシーエス	石田精機 (株)	(株) エルエッチエス	関西リビング	関西リビング	(株) 鴻池組	(株) 鴻池組	サンゴパン (株)	(株) ツサカタック	日本建設工業 (株)	(有) パロッティングインターナショナル	(株) 富士通エフサス	三菱電機 (株)	ラピセミコンダクタ (株)
(株) IDX	(株) アイジーエス	(株) 和泉テック	(株) 島根ゼナ	(株) 島根ゼナ	(株) 神崎組	(株) 神崎組	住友商事 (株)	ツジ電子 (株)	日本高周波 (株)	(株) 播磨設備	(株) フジデータシステム	三菱電機特機システム (株)	リードエレクトロニクス (株)
(株) AIDEX	伊藤喜商事 (株)	伊藤喜商事 (株)	(株) エルクロニクスエンドマテリアルコーポレーション	(株) エルクロニクスエンドマテリアルコーポレーション	カンタムエレクトロニクス (株)	カンタムエレクトロニクス (株)	住友電設 (株)	(株) ツボサカFC	(株) 日本コンピュータ	(株) ハンデック	富士電機 (株)	三菱電機ビルテクノサービス (株)	(株) リガク
(株) Aiden	伊藤忠テクノソリューションズ (株)	伊藤忠テクノソリューションズ (株)	(株) 塩山製作所	(株) 塩山製作所	(株) キーエース	(株) キーエース	スリーエス (株)	ツボサカ機器 (株)	日本スウェーデンロックFST (株)	(株) ビーアイシステム	フジコ (株)	ミヅ星製作 (株)	(株) 理学相原精機
相野産業 (株)	伊藤電子工業 (株)	伊藤電子工業 (株)	エンベック (株)	エンベック (株)	キーサイトテクノロジーズ (同)	キーサイトテクノロジーズ (同)	常盤電機 (株)	(株) ディ・アンド・ティ	(株) ディスビッドル製造 (株)	(有) 船引工業所	ピーアイ安全処置 (株)	モドリ安全姫路 (株)	リカザイ (株)
アイリス (株)	(株) 井上商店	(株) 井上商店	(株) 応用技研	(株) 応用技研	(株) キーストンインターナショナル	(株) キーストンインターナショナル	(株) シーアイ工業	セイコーイージーアンドジー (株)	日本精密測器 (株)	日置電機 (株)	ペネウム (株)	緑屋電気 (株)	利昌工業 (株)
(株) アイリン真空	(株) 井上電設	(株) 井上電設	応用光研工業 (株)	応用光研工業 (株)	北野精機 (株)	北野精機 (株)	(有) ジー・エヌ・ティー	(株) TSLソリューションズ	(株) 日本テック	(株) 光コム	芙蓉総合リース (株)	(有) ミニサーキットヨコハマ	(株) リッチモアインターナショナル
(株) AO技研	(株) イボキン	(株) イボキン	応用電機 (株)	応用電機 (株)	北原商事 (有)	北原商事 (有)	ジーマ電子 (株)	誠南工業 (株)	日本電計 (株)	光貿易 (株)	フラクシ (株)	(有) ミヤザキ理化	(有) リテック
青木鉄工 (株)	イメーラボ	イメーラボ	(株) 大井芳修製作所	(株) 大井芳修製作所	(株) 北山工商	(株) 北山工商	(株) ジーン・コヒーレント	西部電気建設 (株)	日本電磁工業 (株)	日立キャピタル (株)	宮野医療器 (株)	(株) 菱光社	(株) 菱光社
アクセス (株)	(株) イメージワン	(株) イメージワン	(株) 大熊	(株) 大熊	(株) キャラルアイ・サイエンス	(株) キャラルアイ・サイエンス	JFE商事コーメック (株)	西和産業 (株)	日立金風商事 (株)	日立金風商事 (株)	(株) ミラプロ	菱高冷熱 (株)	(株) 菱光社
(株) アクティオ	入江工研 (株)	入江工研 (株)	大倉電気 (株)	大倉電気 (株)	キャンパリアルバ (株)	キャンパリアルバ (株)	寿鉄工 (株)	ゼネラル物産 (株)	(株) 巴商会	古河電子 (株)	(株) 日立建設設計	三菱電機 (株)	(株) 西備システムズ
(株) アクロラド	岩井産業 (株)	岩井産業 (株)	(株) 大阪真空管工務製作所	(株) 大阪真空管工務製作所	(株) キャンドックスシステムズ	(株) キャンドックスシステムズ	小林計測器 (株)	(株) セルミック	日本ナショナルインストルメンツ (株)	(株) ブルックマン テクノロジ	(株) 日立造船 (株)	(株) ムサシエンジニアリング	(株) 林栄精器 (株)
(株) アゲハ産業 (株)	岩通計測 (株)	岩通計測 (株)	大阪ラセン管工業 (株)	大阪ラセン管工業 (株)	京セラ	京セラ	(株) 小林製作所	(株) ZOA	(株) 日本バーカーライジング広島工場	(株) プレン	(株) 日立ハイテクソリューションズ	(株) リンクリサーチ (株)	(株) リンクリサーチ (株)
(株) 朝日光学機製作所	ウメトク (株)	ウメトク (株)	オーシャンフォトリクス (株)	オーシャンフォトリクス (株)	(株) 協同インターナショナル	(株) 協同インターナショナル	ゴフレック (株)	(株) 創芸社	日本ビルティ (株)	(有) ブロードバンド	(株) 日立ハイテクフィールドイング	(有) メガトラスト	(株) ルクスレイ
(株) 旭工業所	(有) ウラヤマ	(有) ウラヤマ	(株) 京都タカオシン	(株) 京都タカオシン	(株) グラフェルテック	(株) グラフェルテック	シグマ光機 (株)	ソーラコンパクト (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) 朝日工業社	(株) エイアールテック	(株) エイアールテック	(株) 大塚商会	(株) 大塚商会	(株) オーツカテック	(株) オーツカテック	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) 旭製作所	HPCシステムズ (株)	HPCシステムズ (株)	(株) オーツカテック	(株) オーツカテック	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) 旭測器	(株) HPCソリューションズ	(株) HPCソリューションズ	(株) 大要計器製作所	(株) 大要計器製作所	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
旭ダイヤモンド工業 (株)	HPCテクノロジーズ (株)	HPCテクノロジーズ (株)	(株) 岡崎製作所	(株) 岡崎製作所	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) ASICON	(株) HPCテック	(株) HPCテック	(株) 岡村製作所	(株) 岡村製作所	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
アジレント・テクノロジー (株)	栄和産業 (株)	栄和産業 (株)	(有) 岡本光学加工所	(有) 岡本光学加工所	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) アスク	エイワンテック (株)	エイワンテック (株)	(有) 岡元工業所	(有) 岡元工業所	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
アスコット (株)	(株) エイ・イー・ティー	(株) エイ・イー・ティー	岡本無線電機 (株)	岡本無線電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
アスビル (株)	(株) AMT	(株) AMT	(株) きんでん	(株) きんでん	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) アドバネット	(有) エービーエフ	(有) エービーエフ	(株) 鬼塚硝子	(株) 鬼塚硝子	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) アドバンテック	(株) エーラボ	(株) エーラボ	(株) オフィールジャパン	(株) オフィールジャパン	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
アドバンテック東洋 (株)	(有) エー・ワイ・エンジニアリング	(有) エー・ワイ・エンジニアリング	(株) クリアパルス (株)	(株) クリアパルス (株)	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
アネスト岩田 (株)	(株) エーロン電子	(株) エーロン電子	(株) グリーンテック	(株) グリーンテック	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) アノテック	(株) SRA	(株) SRA	(株) クリスタル光学	(株) クリスタル光学	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) アポロウエーブ	(株) SIJテクノロジ	(株) SIJテクノロジ	(株) クリアラント	(株) クリアラント	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) アムテックス	SAIPジャパン (株)	SAIPジャパン (株)	クロウエーテック	クロウエーテック	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
アムミ工業 (株)	SCSK (株)	SCSK (株)	CroverEngineering	CroverEngineering	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) アルゴ	エドモンド・オブティクス・ジャパン (株)	エドモンド・オブティクス・ジャパン (株)	(株) グローリーシステム	(株) グローリーシステム	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール
(株) アルゴグラフィックス	エドワーズ (株)	エドワーズ (株)	オリバシステム	オリバシステム	(株) 協立電機 (株)	(株) 協立電機 (株)	シグマテック (株)	ソニー (株)	(株) ナノコムテック	フロトラブズ (同)	(株) 日立パワーソリューションズ	明星電気 (株)	(株) ルシオール

5

ラドデバイス (株)

ラピセミコンダクタ (株)

リードエレクトロニクス (株)

リガク (株)

理学相原精機 (株)

リカザイ (株)

利昌工業 (株)

リッチモアインターナショナル (株)

リテック (有)

菱光社 (株)

菱高冷熱 (株)

西備システムズ (株)

林栄精器 (株)

リンクリサーチ (株)

ルクスレイ (株)

ルシオール (株)

ルミネックス (株)

レイチャ・システムズ (株)

レニショー (有)

レモジャパン (株)

ロックゲート (株)

わ

ワイテック (有)

和研薬 (株)

和工電気設備工事 (株)

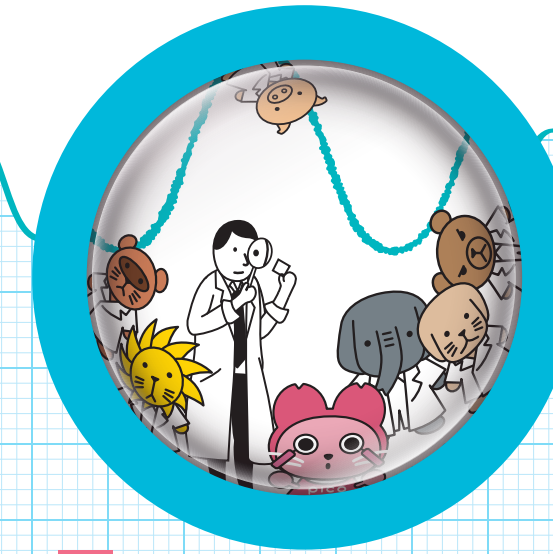
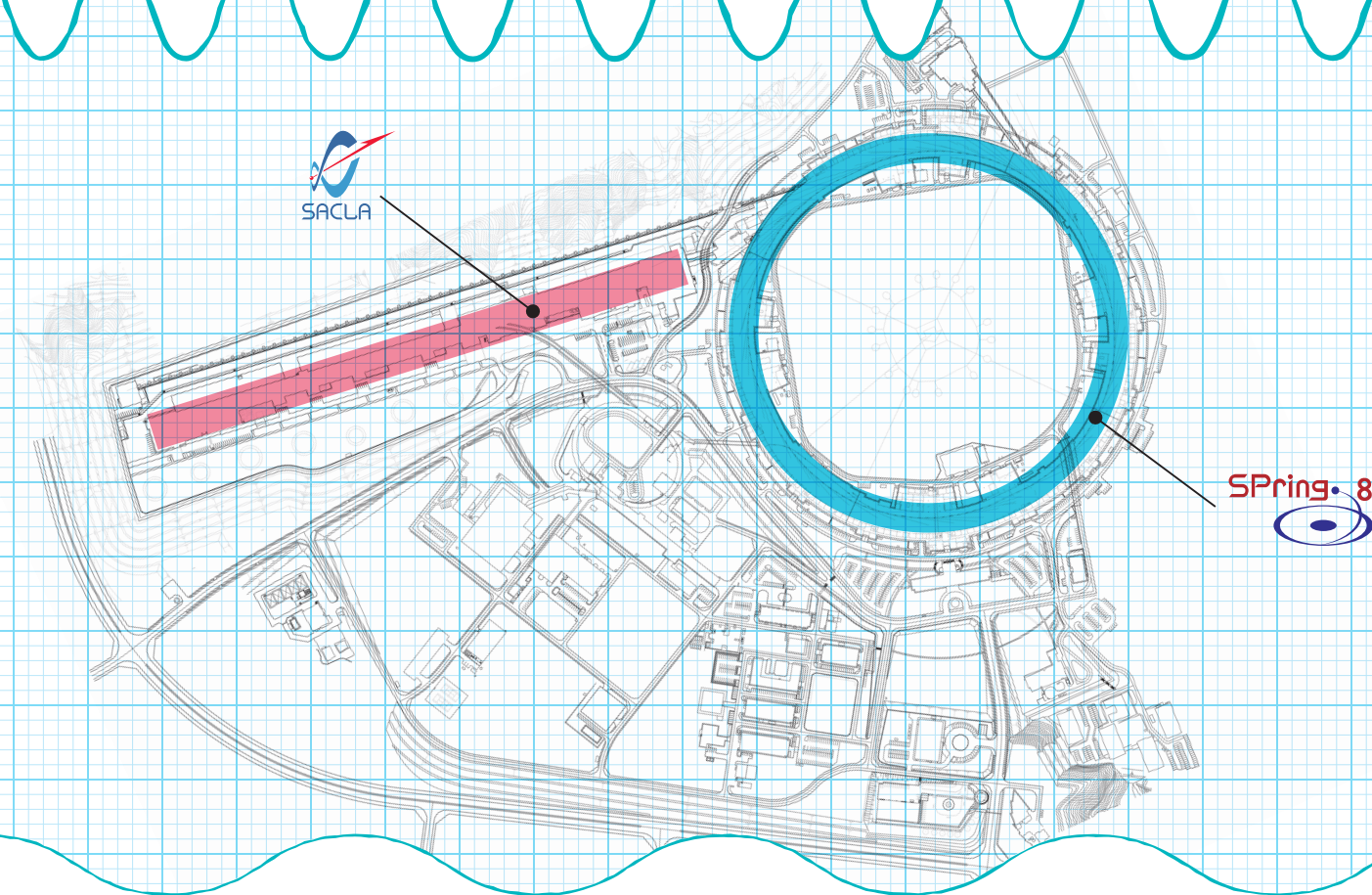
五十音順

2018年3月時点

なぜ放射光施設が必要なのか

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/>



SPring-8
SACLA

