

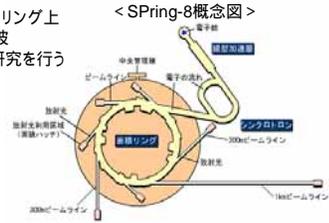
# 先端技術の限界突破を目指す例 放射光技術

- ◆ 放射光は、科学技術の様々な分野で、基礎研究から応用研究まで広く利用され、物質の解析や分析などの画期的な手段となっている。
- ◆ 高性能の放射光発生装置の研究開発は、1960年代から大学や公的研究機関によって継続的に進められてきており、世界最高水準の技術を有するに至っている。

## 放射光

- ・電子ビームをほぼ光速まで加速し、リング上で進行方向をまげて発生させる電磁波
- ・これをビームラインから取り出して研究を行う

極めて明るく指向性が良い上に物質との相互作用を持つことから、原子配列・構造の解析、物質の成分分析、生体の状態観察、材料の改質や新材料の創生などの先端研究を行うことができる。



放射光を利用した研究に関して、我が国は初期からパイオニアとしての役割を果たしてきた。

<主な出来事(日本を中心に)>

- 1947年: 電子シンクロトロンを利用して放射光が初めて観測される
- 1963年: 放射光を利用する本格的な研究がアメリカで初めて実施される
- 1965年: 東京大学にて本格的な研究が実施される
- 1974年: 世界初の放射光専用の電子蓄積リングを建設(初の第2世代の放射光施設、東京大学原子核研究所(当時)内)
- 1982年: 高エネルギー加速器研究機構に放射光研究施設の専用光源を建設(以降、2度にわたる高輝度化改造を経て、現在でも最新の研究に対応した高性能の光を供給中)。
- 1994年: 欧州が第3世代大型放射光施設を建設し、利用開始
- 1996年: 米国が第3世代大型放射光施設を建設し、利用開始
- 1997年: 日本の第3世代大型放射光施設(SPRING-8: Super Photon ring 8 GeV)の利用開始

出典: 高エネルギー加速器研究機構ホームページ、日本物理学会ホームページ、SPRING-8ホームページ

世界中で様々な規模、目的の放射光施設の建設や計画が進んでいるが、第3世代と呼ばれる最新の大型施設は世界で3施設のみ。



施設名称	ESRF (European Synchrotron Radiation Facility)	SPRING-8	APS (Advanced Photon Source)
設置者	ヨーロッパ18カ国政府	原子力研究所 理化学研究所	米国エネルギー省
設置場所	フランス・グノーブル	兵庫県播磨科学公園都市 (財)高輝度光科学研究センター	米国・アルゴンヌ国立研究所

出典: SPRING-8ホームページ

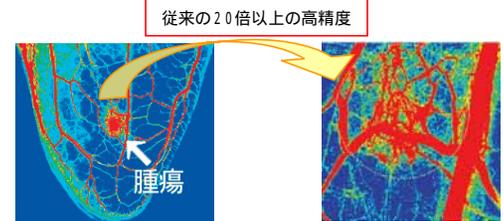
## 放射光 (SPRING-8) による研究の成果例

SPRING-8の放射光X線を用いた結晶構造解析により、自動車排ガス浄化触媒の自己再生現象を原子レベルで解明。研究内容が「Nature(2002年7月11日号)」に自動車業界としては初めて掲載されると共に、2002年10月から実用化。

触媒が自動車運転中に自然に若返る(自己再生)ため、走行距離が伸びても浄化性能が劣化しない。



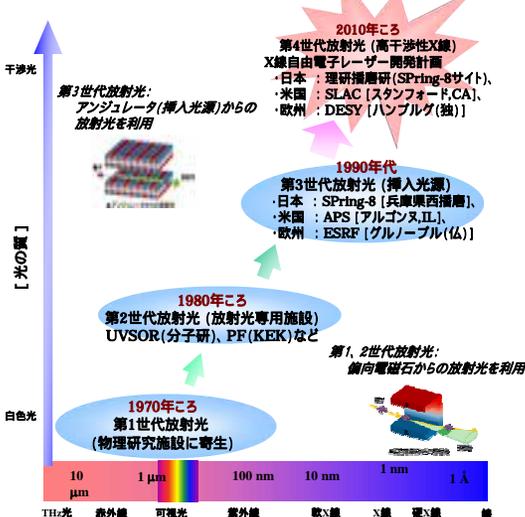
がんは増殖のために多量の栄養補給を必要とし、自身の周りに新たな血管網の形成を行うため、この血管形成からがん診断ができる。放射光を用いることで、従来では発見困難な非常に小さな初期がんの発見が可能となる。



出典: SPRING-8ホームページ、ダイハツホームページ

高性能の放射光は、ライフサイエンス、ナノテクノロジー、ITなどの先端科学技術を牽引するものとして期待されており、欧米は現在の第3世代の放射光の次の世代(第4世代)の計画を進めている。

## <放射光開発の方向性>



出典: 科学技術・学術審議会 基本計画特別委員会 参考資料集

## <次世代放射光の特徴>

放射光による強力な「高干渉性硬X線」の実現。従来の光源に比して次の特長を有する。

- ・短い波長【硬X線(波長0.1ナノメートル)】 → 原子・分子レベルでの構造解析
- ・短いパルス【フェムト秒パルス(10兆分の1秒)】 → より高速な動態・変化を捕捉
- ・強力な光【超高輝度(SPRING-8の10倍)】 → 物質深部の解析、瞬時のデータ取得
- ・質の良い光【高干渉性(高コヒーレント性)】 → よりシャープな像の取得・精密計測

## <次世代放射光によって拓かれる世界>

ライフサイエンス分野

- ・膜タンパク質の構造解析
- ・生体ナノマシンの研究

生命現象の解明に重要であるが、結晶化が困難な膜タンパク質を結晶化せずに同時に構造解析

生命現象の解明、創薬研究から分子治療技術の開発へ

生体や環境に優しいバイオ・ナノテクノロジーの実現

べん毛の回転機構の解明 → ナノモーター(生体ナノマシンの開発)

出典: 文科省資料

## <次世代放射光源に関する欧米の計画>

### ◆ 欧州

【ヨーロッパX線自由電子レーザー施設】

- ・ドイツ電子シンクロトロン研究所( DESY )
- ・欧州9カ国政府の共同出資

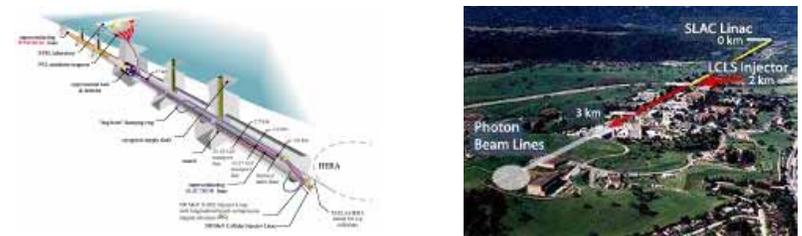
- ・2012年完成予定
- ・加速エネルギー 20GeV
- ・発振波長 0.085ナノメートル
- ・全長 3.4キロメートル
- ・建設経費 約1,200億円

### ◆ 米国

【線型加速器コヒーレント(高干渉性)光源】

- ・スタンフォード線型加速器センター( SLAC )
- ・米国エネルギー省の提出

- ・2009年完成予定
- ・加速エネルギー 13.6GeV
- ・発振波長 0.15ナノメートル
- ・全長 2キロメートル
- ・建設経費 約420億円(既設分約330億円を除く)



出典: 文科省資料、SPRING-8ホームページ、DESYホームページ、SLACホームページ