

高輝度

光の性質を評価する際に用いられる用語。一定の条件に基づき、量子的に特定される密度の濃い光を当て、望むものを鮮明に検出できる現象を指す。

高品質

スピン(右巻き、左巻き)や飛ぶ方向など、使用目的に沿って意図通りの性質が整えられたビームの状態のこと。レーザーに電子ビームを衝突させてできるX線(量子ビーム)はレーザーの性質を受け継ぐため、その性質を揃えることが可能。精度を上げるべく本プロジェクトにて研究開発が進行中。

バンチ

電子ビームは、バンチと呼ばれる電子の集団が一定の間隔で並んできている。

量子ビーム

光子、イオン、電子、中性子、中間子、ニュートリノなど、ビームの一般的総称。加速器や高出力レーザー装置、原子炉などの施設から供給される種々の広範なビームを含む概念。量子力学に密接な関わりを持つ性質から、近年、他のビームとの区別をつけるために量子ビームという名称が付けられた。

超伝導加速空洞

ニオブ等の超伝導性金属でつくられた加速空洞。液体ヘリウムにより、絶対温度2度(-273.15℃)まで冷却して、超伝導状態で運転する。空気抵抗がほぼゼロになるため、大強度のビームを効率よく加速できる。

用語解説

量子ビーム基盤技術開発プログラム(2008-2012年度)

次世代ビーム技術開発課題「超伝導加速による次世代小型高輝度光子ビーム源の開発」(拠点責任者:浦川順治)

<http://kocbeam.kek.jp/>



大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構(KEK) 小型高輝度光子ビーム源開発室
kocb-sec@ml.post.kek.jp 〒305-0801 茨城県つくば市大穂1-1

The Next-Generation

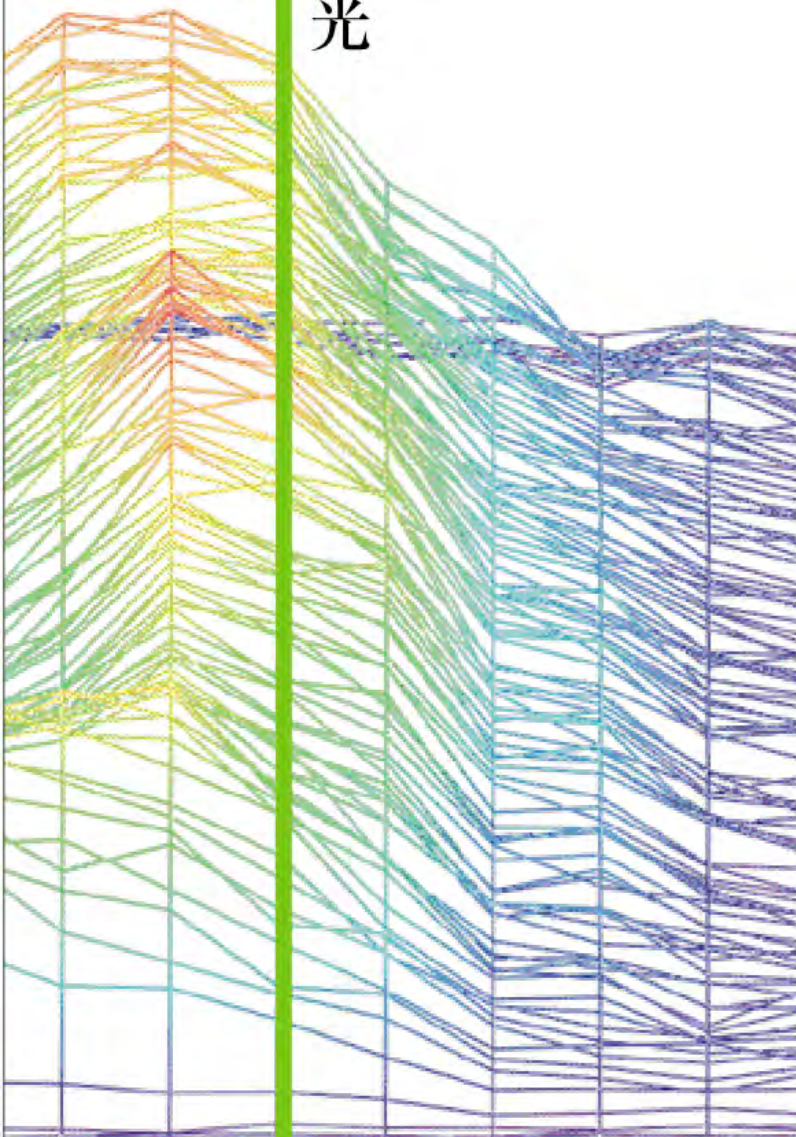
Compact High-Brightness X-ray Source Project

The Next-Generation Compact High-Brightness X-ray Source Project

小型高輝度光子ビーム源開発プロジェクト

「小型高輝度光子ビーム源開発プロジェクト」は、波長の長いマイクロ波、テラヘルツ光から可視光、そして波長の短いX線、さらにはガンマ線までの広範囲にわたる単色光を、高輝度・高品質でつくりだすことをめざしています。しかも、ダウンサイジングをはかり、従来に比べてはるかに小さい装置を開発するので、現在は大型加速器施設でしか行うことのできない研究を、各研究所や企業、病院など、さまざまな場所で行うことができるようになります。このような研究が進めば、まったく新しい製品の開発や、画期的な診断・治療方法の発見が現実のものとなるでしょう。このプロジェクトは、私たちの未来を変革させる大きな力を秘めているのです。

未来を照らす新しい光



レーザーパルスと電子パンチの衝突の精度を確認するための試験データ。1ピコ秒(1兆分の1秒)の精度で衝突していることが確認できる。この精度を0.1ピコ秒まで上げるために精力的な研究開発が続けられている。

電子ビームが曲がる時にはその接線方向に光を出します。「小型高輝度光子ビーム源開発プロジェクト」では、電磁石を並べた装置を使って電子ビームを周期的に曲げ、発生した光の特定のものを強め合うようにして、高輝度のテラヘルツ光や赤外線など波長の長い光をつくります。X線やガンマ線など波長の短い光は、電子ビームとレーザービームとを衝突させてつくります。電子のエネルギーを光子に移し、エネルギーの高い、波長の短い光子ビームにするのです。このようにして、効率よく高輝度・高品質の光ビームをつくるには、いくつかの課題があります。これに果敢に挑戦し、新しい科学技術の地平を切り拓き、安全で安心な社会を実現する豊かな未来を手に入れようとしています。

all Japan

The Next-Generation Compact High-Brightness X-ray Source Project

見えなかったものが見えるようになる

小型高輝度光子ビーム発生装置では、非常に短いパルス光を連続的に出すことができます。この超短光パルスを使えば、生体や物質の超高速な反応を、ストロボ写真のように捉えることができ、まさに「見る」ことができるようになります。

病気の発見率が飛躍的に上がる

シャープで強度の強いX線が得られるため、これをX線画像診断に使えば、画期的な質の画像となります。今まで捉えきれなかったほんの小さな病気の兆しも見出すことができるようになり、診断の精度が大幅に向上するでしょう。また、被験者の放射能被曝量は非常に少なくなるので、利用者の不安を含め、健康リスクは最小限に抑えられます。

密閉された核廃棄物の種類を外から見分けられる

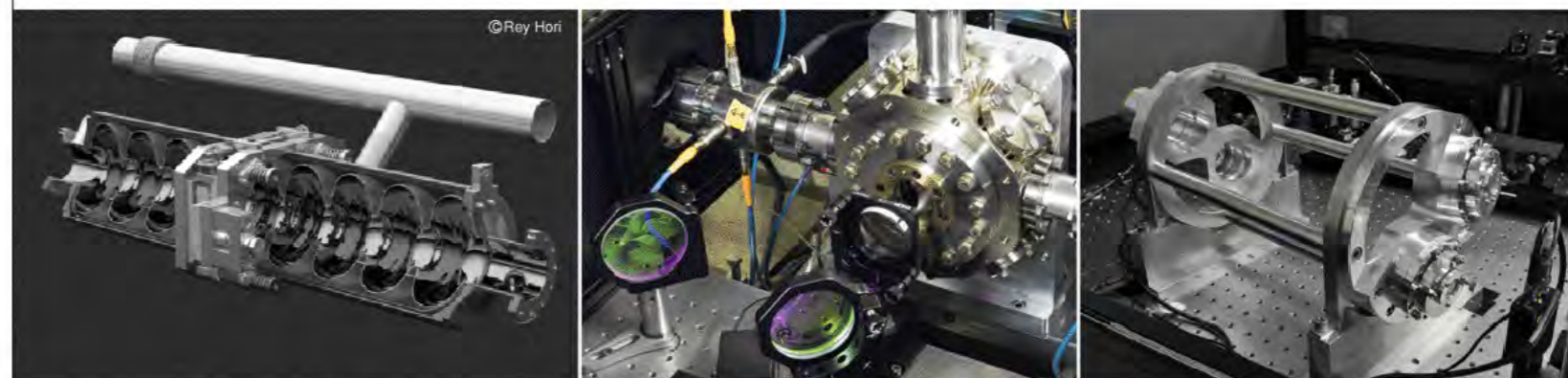
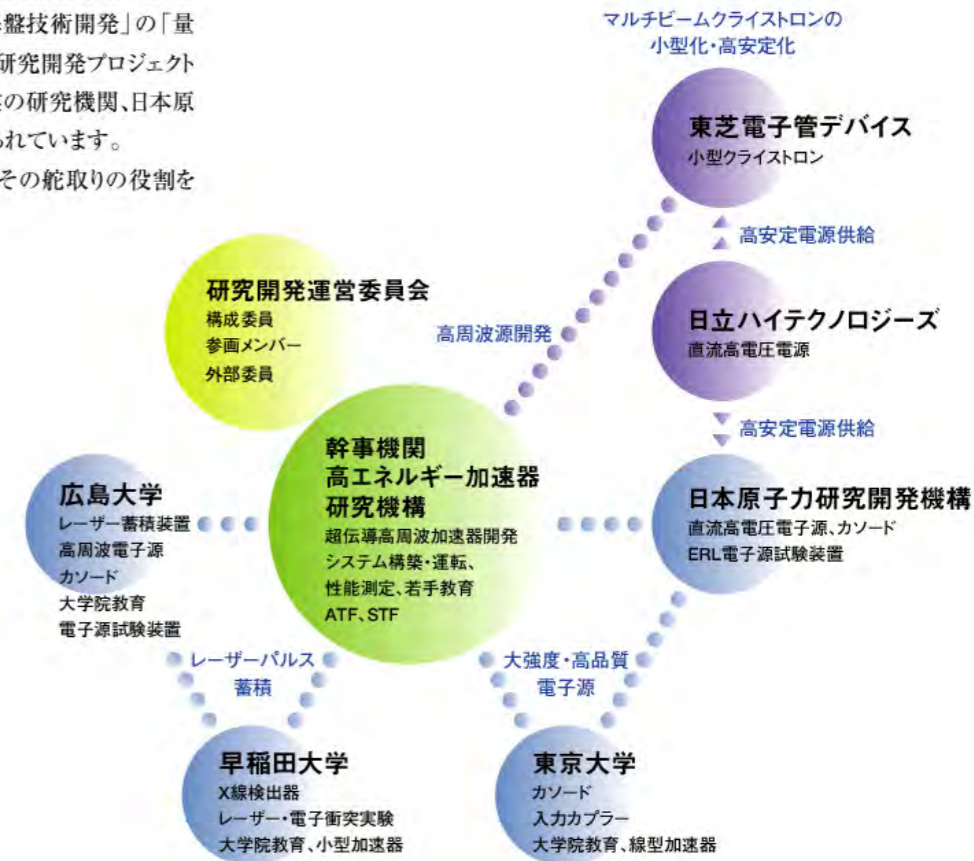
いろいろなエネルギーをもつガンマ線を密閉された核廃棄物に照射し、どのエネルギーのガンマ線が吸収されて再放出されたかを調べれば、核廃棄物の種類と量を明らかにすることができます。

工場、研究所、病院などで、研究・開発の力強い道具となる

装置の小型化により、工場や研究所や病院などに導入することができるようになります。その結果、従来は大型放射光施設でしか行えなかった微小・超高速の生体反応の観測や検出、ナノレベルでの物質の超微細加工などの研究や実践が、さまざまな施設のいろいろな場面で可能になります。科学上の大発見、産業界を圧倒するような製品や加工法の開発、医学を変革するような診断や治療法の発見などに、きっとつながるでしょう。

オールジャパン体制で望む国家的プロジェクト

「小型高輝度光子ビーム源開発プロジェクト」は、文部科学省が公募した平成20年度「光・量子科学研究拠点に向けた基盤技術開発」の「量子ビーム基盤技術開発プログラム」として採択された研究開発プロジェクトです。このプロジェクトは複数の大学や大手民間企業の研究機関、日本原子力研究開発機構というオールジャパン体制で進められています。高エネルギー加速器研究機構は、幹事機関として、その舵取りの役割を果たしています。



超伝導加速空洞の断面図

レーザーワイヤーによるビーム形状計測装置

開発中の4枚ミラー共振器

大強度で高品質な電子源

電子ビームの源になる電子は、電極(光カソード)にパルス・レーザーを当てて取り出します。このパルス・レーザーを高輝度・高品質にすると、大強度・高品質の電子ビームをつくりだすことができます。また、電極の寿命を伸ばす仕組みや、連続的に電子ビームを発生させることのできる方法の開発も欠かせません。

超伝導加速空洞

装置の小型化をはかり、かつエネルギーの高い安定した大強度の電子ビームをつくるには、超伝導加速空洞の開発が不可欠です。超伝導加速空洞は、短い距離で大きなエネルギーを電子ビームに与えることができます。また、大電流ビームの加速が可能で、ビームの品質を乱すこともありません。高性能の超伝導加速空洞の実現に向けて、研究開発が進められています。

レーザーパルス蓄積技術

高輝度・高品質のX線やガンマ線ビームをつくるには、電子ビームだけでなく、これにぶつけるパルス状のレーザービームの強度も上げなければなりません。そのために、レーザービームを鏡で閉じ込め、鏡の間を往復させて光の強め合いをはかります。従来の2枚の鏡ではなく4枚の鏡を使う共振器を開発中で、レーザービームの増倍率を1000倍以上にすることができるようになります。

ビーム衝突技術

ミクロンサイズの、パルス状のレーザービームとパンチ状(*5)の電子ビームを衝突させて、X線などを発生させるためには、衝突の位置とタイミングを精密に制御しなければなりません。基本的な技術はすでに確立されていますが、4枚ミラー共振器を使ったレーザービームの衝突技術の蓄積が今後の課題です。