

ゲノム改変・極端非平衡材料創製のための準相対論的 巨大クラスター照射センターの調査研究

towards Irradiation Center of Giant Cluster Ions

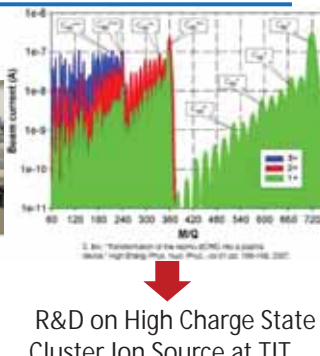
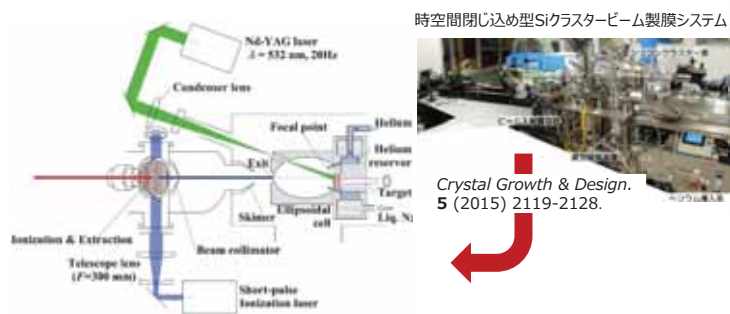
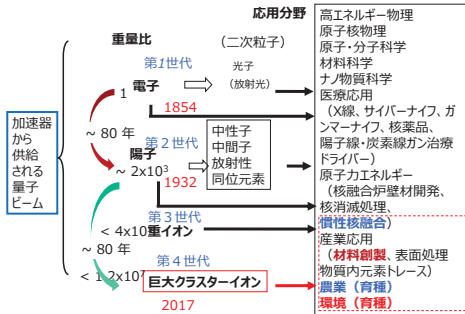
概要

第4の量子ビームである準相対論的クラスターイオンに対する物質と水が持つ電子阻止能の圧倒的大きさから予測される(1) 極端な局所非平衡状態を経由して得られる未知の安定物質相に求める新機能性材料研究と、(2) 生体細胞中に生じるマイクロ衝撃波によるDNAの広域切断によって期待される多様な変位出現を利用した突然変異育種事業を可能にする「準相対論的クラスターイオン照射センター」実現のための準備研究を推進する。

Possibility to realize an irradiation center of giant cluster ions for novel applications in bioscience and material science is studied, where the recently developed high flux Si-cluster production technology, break-through accelerator technology, existing seeds of heavy ion application, and the existing accelerator infrastructure are integrated.

第4世代量子ビーム：巨大クラスター生成

Production of Giant Cluster such as C-60 or Si-100 at AIST

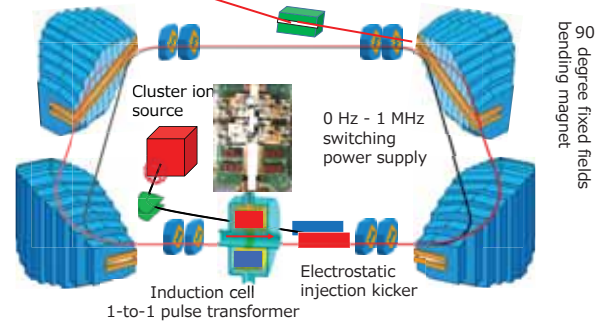
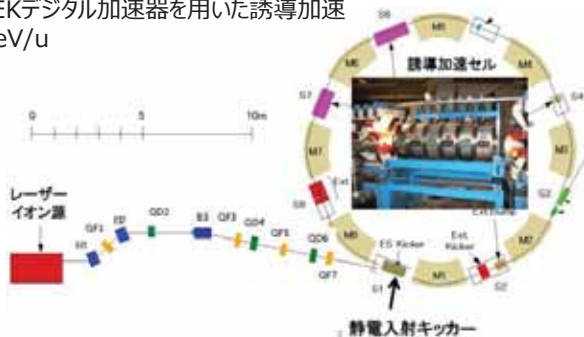


巨大クラスターイオンの加速

Acceleration of Giant Cluster Ions in Circular Rings at KEK

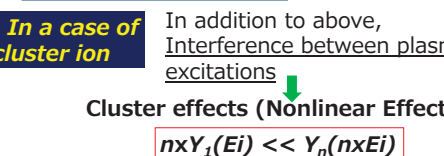
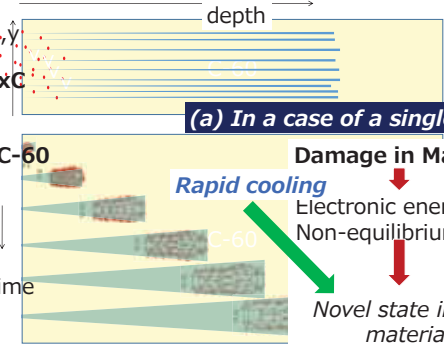
既存KEKデジタル加速器を用いた誘導加速 0.2 MeV/u

誘導加速マイクロトロン (詳細設計中) を用いた加速 1.0 MeV/u



巨大クラスターイオンの応用と展開

Genome Modification/Production of Novel Materials and their Applications at NIMS



at Univ. of Tsukuba/QST-Takasaki

ガンマー線、重イオン、C-60による細胞照射と死、染色体構造変化

ガンマー線 重イオン C-60イオン

2 nm 10 nm

400 Gy, 18... μeV/核子 LET=100 keV/mm 1 MeV/核子 LET > 4.8x10⁴ keV/mm

生成する2次電子が高密度でコア領域とのオーバーラップ DNA巨大分子の解離

生成する2次電子が局所的に高密度で生成コア領域での水加熱に懸って発生するマイクロ衝撃波による圧力差に起因するDNA巨大分子の解離

構造変化による新規ゲノム創成

高LET 超高LET クラスター

単原子イオン 高効率 遺伝子欠失

染色体の構造変化の割合

矢先サイズ

細胞死とDNAの関係

損傷DNAの修復に失敗して死滅した細胞

新機能性材料創製：固体物質へのイオン照射効果 → イオントラック形成

固体中 (半導体基盤物質、金) に 極限非平衡状態の創出 → 急冷 → イオン通過軌道上 (径数nm、長さ数mm) に恒久的な物質の相転移が出現

結晶 → 非晶質化、他結晶相への転移
非晶質材料 → 他非晶質への転移

イオントラック形成

金属ナノ粒子の物質中整形

例外的に小さな電子阻止能

重イオンでは重要半導体 (Si, GaAs, GaN, SiC, ZnO) の電子阻止能の限界を越えられない

一般の結晶で表面金属ナノ粒子の整形

光導波路の形成

新材料への展開

- > 酸化物高温超電導体の磁束ピンニング超伝導対に柱状欠陥の導入)
- > ナノフィルター
- > 情報通信波長域光学素子