

# 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

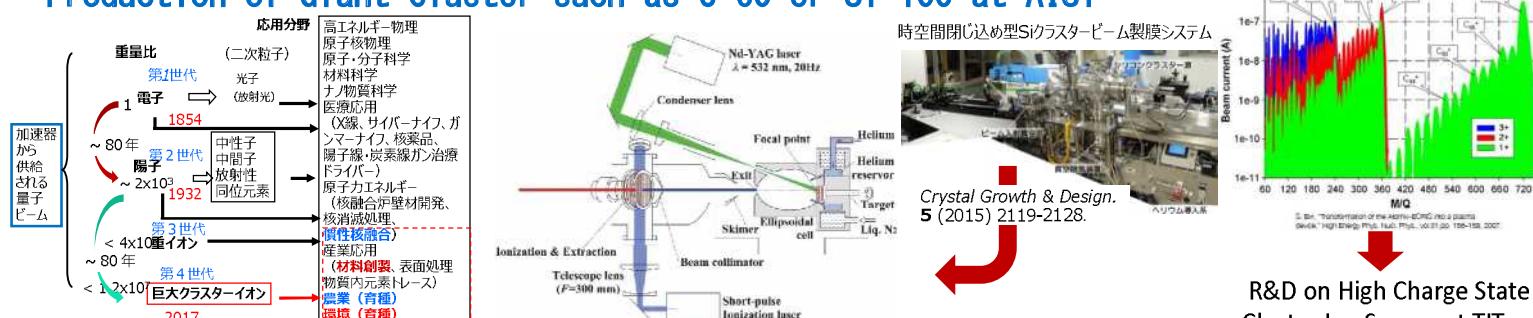
### 概要

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

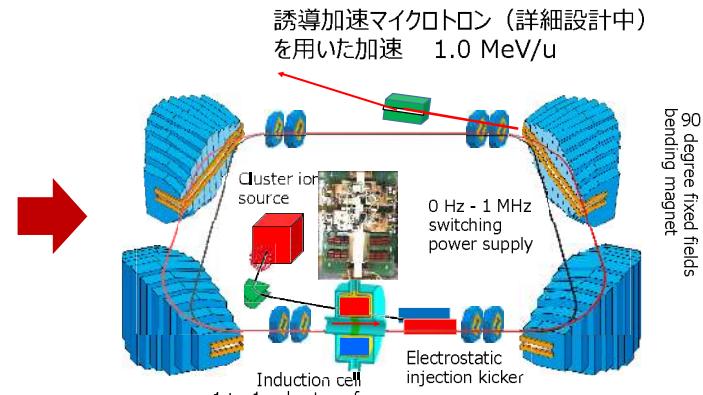
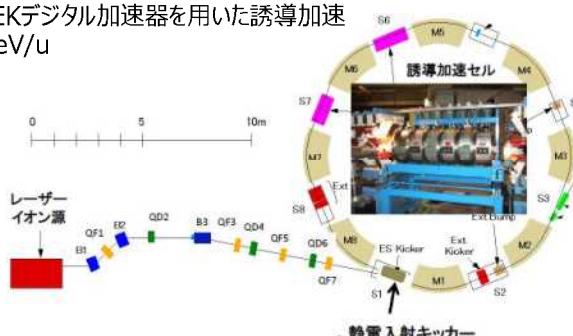
#### Production of Giant Cluster such as C-60 or Si-100 at AIST



### 巨大クラスターイオンの加速

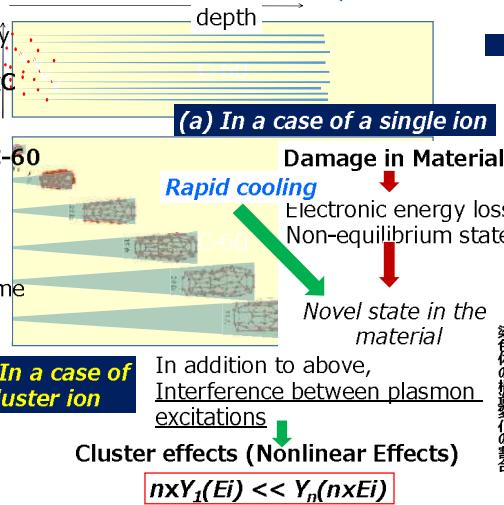
#### Acceleration of Giant Cluster Ions in Circular Rings at KEK

既存KEKデジタル加速器を用いた誘導加速  
0.2 MeV/u



### 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

##### ガムマ線、重イオン、C-60による細胞照射と死、染色体構造変化

ガムマ線  
重イオン  
C-60イオン

400 Gy, 12...16 eV/mm  
LET=100 keV  
LET > 4.8x10<sup>4</sup> keV/mm

生成する2次電子が高密度生成  
C-60領域とのオーバーラップ  
DNA巨大分子の解離

生成する2次電子が局的に高密度で生成C-60領域の水加熱に従って  
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  
新規構造創成

高LET  
超高速LET  
クラスター

単原子イオン  
LET  
高効率  
遺伝子消失

構造死とドーピングの関係

損傷DNAの修復に  
失敗して死滅した細胞

欠失サイズ

##### 新機能性材料創出： 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

SHI => SI  
Si<sub>100</sub> x3  
C<sub>60</sub>  
Bi  
Energy (MeV)

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

新材料への展開  
>酸化物高温超電導体の磁束ビンディング超伝導対称性欠陥の導入  
>ナノ孔フィルター  
>情報通信波長域光学素子

一般の結晶で  
表面金属ナノ粒子の整形

光導波路の形成