

シングルイオンヒット技術を開発

1個1個の高エネルギーイオンで
ミクロの標的を自動狙い撃ち

平成13年2月13日
日本原子力研究所

開発の目的

先端バイオ・材料の研究開発の推進

—研究開発の先導的ビーム技術—

開発のねらい

重イオンの照射効果に着目

生きた生物細胞・組織：大気中での照射が必須

高エネルギー重イオン

狙った位置を正確に照射：マイクロビーム形成技術

イオン1個を照射： シングルイオンヒット技術

イオン照射の効率化： 自動標的化技術

自動シングルイオンヒット技術

細胞加工（突然変異の誘発・制御、ラジオマイクロ・サージェリー）
や材料開発（イオン穿孔）に応用

応用分野

1. 細胞加工

1) 突然変異の誘発・制御

- ・細胞の狙い撃ち照射により、突然変異誘発を制御
- ・レーザー光などでは、動植物内部への照射が不可能
- ・多彩な特質を持った品種の創出を期待

2) ラジオマイクロ・サージャリー技術

(放射線による微細な外科手術)

- ・生物組織中の特定の組織・器官を選択的に破壊
- ・生物の発生・分化過程や形態形成への影響研究が可能
- ・高度な細胞加工・操作が可能
- ・細胞内の各種作用機構の解析が可能

突然変異誘発の制御、生物の発生・分化を明らかにする
唯一の先端解析技術であり、生物学で多大な知見をも
たらすことを期待

2. 材料開発への応用

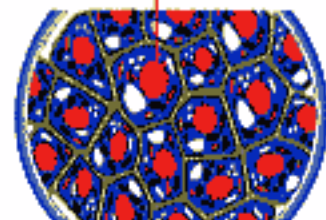
- ・高アスペクト比のイオン穿孔膜の作製、穿孔位置の制御が可能

シングルイオンヒット

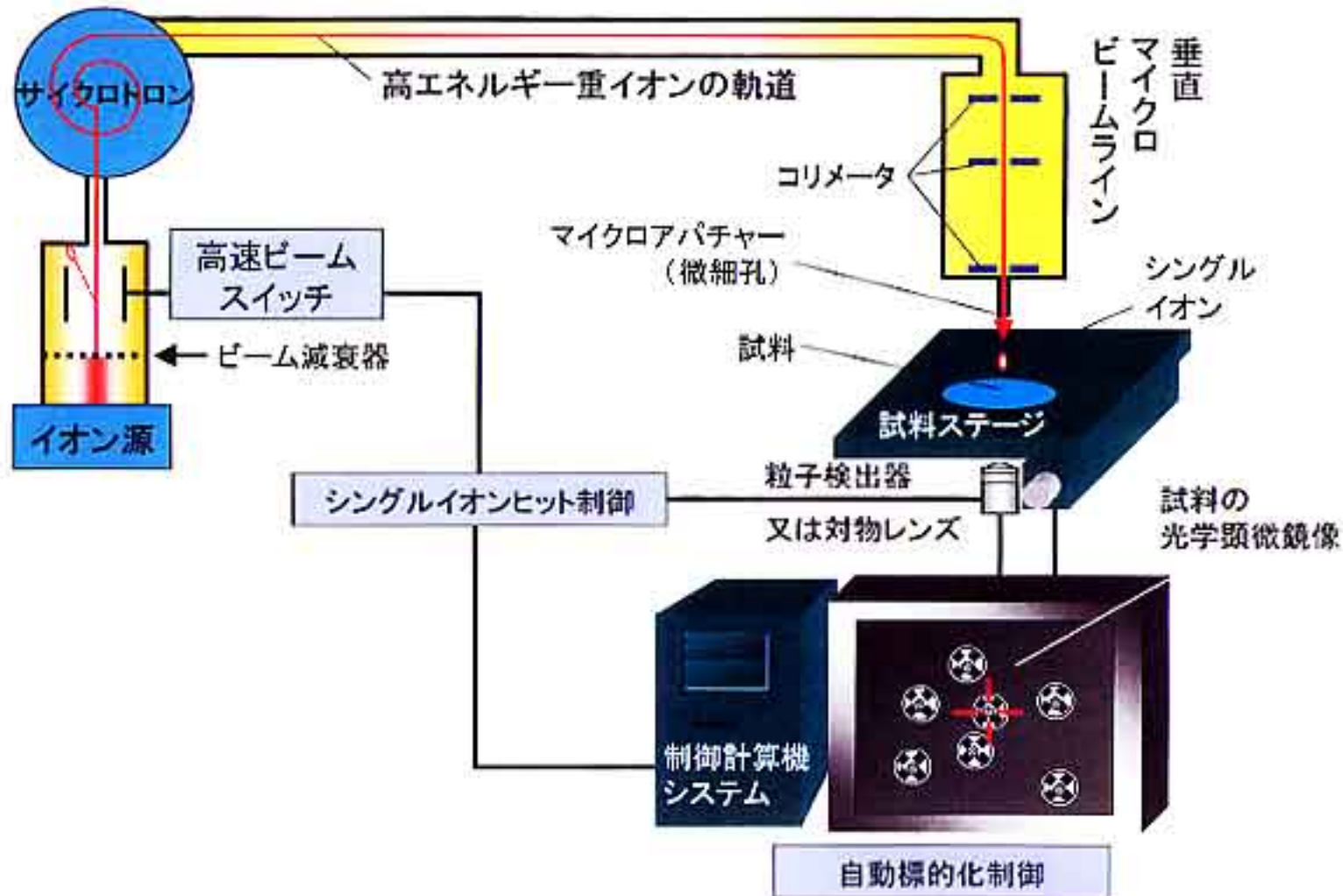


細胞中の染色体の
一部を狙い撃ち

シングルイオンヒット



細胞の塊の中の一つの
細胞を狙い撃ち

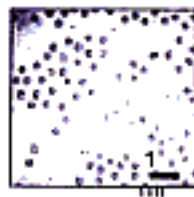


高エネルギー重イオンマイクロビーム・シングルイオンヒットシステム概念図

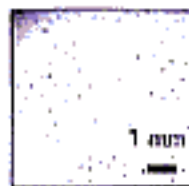


自動標的化システムを用いた実験風景

(a') 四角内の
顕微鏡写真



(b') 四角内の
拡大写真→



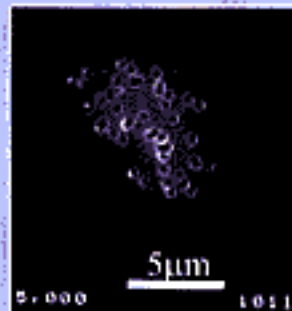
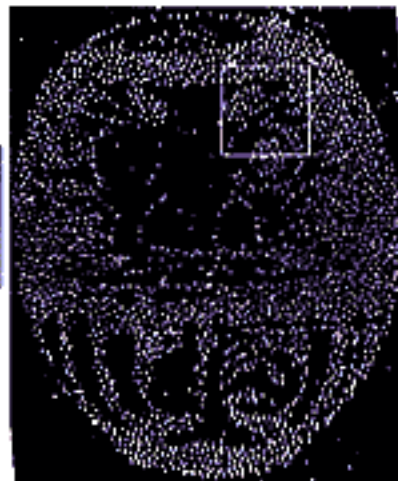
識別された試料座標
へのシングルイオン
(460MeV Ar)照射



(a) 点状する細胞を模擬
する試料

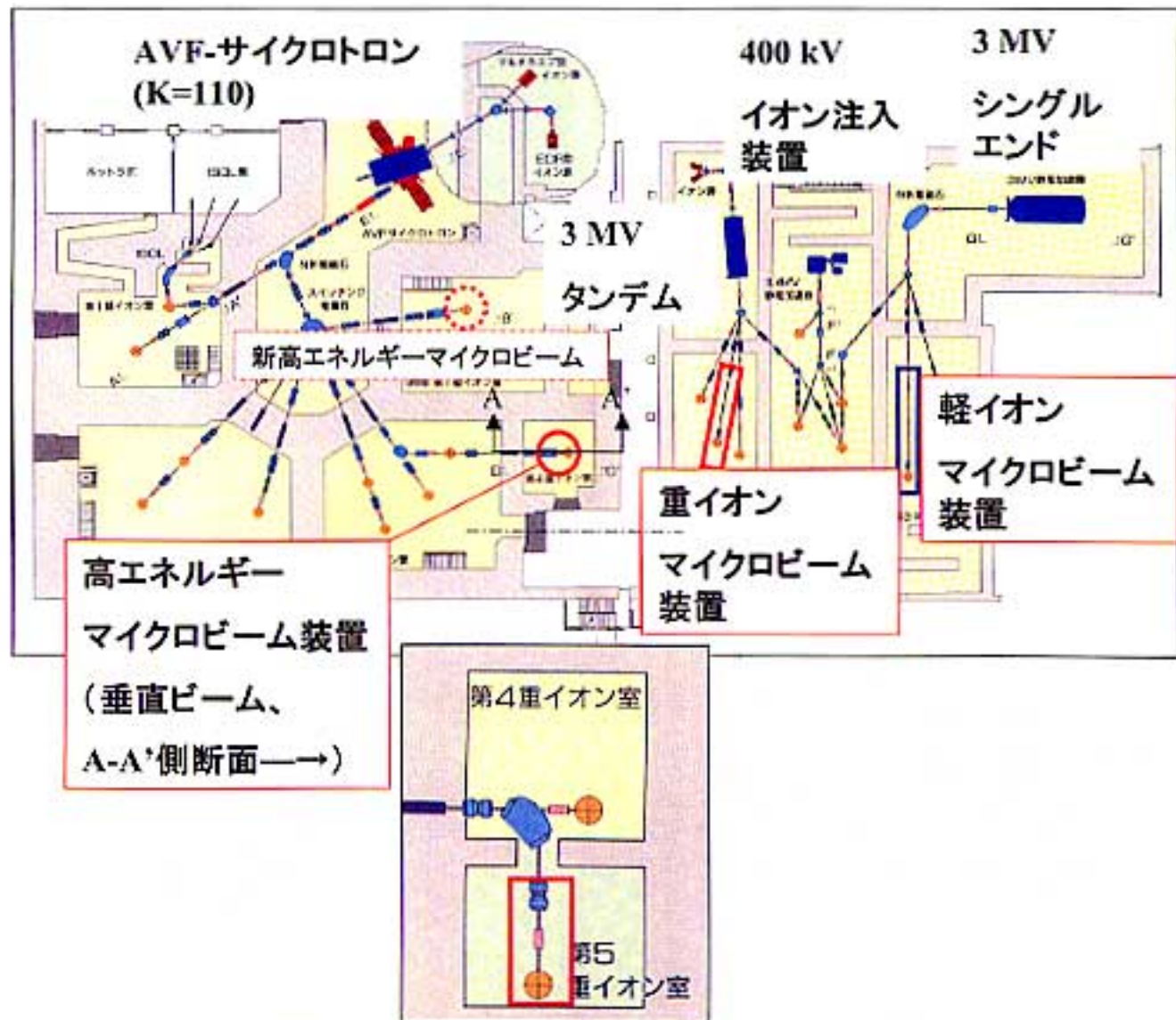


(b) 固体飛跡検出器(CR-39)に残
された照射痕によるドットパターン



460 MeV Ar イオン
40個の照射痕

シングルイオンヒット模擬実験。高崎名物だるまのドットパターン。



TIARA施設とマイクロビーム装置の配置

表 世界の主要なシングルイオンヒット装置

原研の高エネルギーマイクロビーム装置は、高エネルギー重イオンによる大気中試料への垂直方向からの自動シングルイオンヒットが可能である点で世界初のものである。現在開発中の新しいレンズ方式の装置が完成すればビームサイズ・照射速度の点においても世界最高の性能となる。

		ビーム形成方法	最小ビームサイズ	イオン	エネルギー MeV	大気	垂直	ビーム照準	自動化	
既存		原研 重イオン (3MVタンデム)	レンズ	1 μ m	重イオン (Si, Ni等)	10~20	×	×	試料ステージ & ビーム走査	△
今回の開発		原研 高エネルギー (AVFサイクロトロン)	コリメータ	5 μ m	重イオン (C, Ar等)	数100	○	○	試料ステージ	○
開発中 (H12-H13)	【	原研 新高エネルギー (AVFサイクロトロン)	レンズ	1 μ m (目標)	重イオン (C, Ar等)	数100	○	○	試料ステージ & ビーム走査	○
		ドイツ 重イオン研究所	レンズ	1 μ m	重イオン (C, Ar等)	数100	×	×	試料ステージ & ビーム走査	×
		英国 グレイ研究所	コリメータ	2.5 μ m	軽イオン (H, He)	3~4	○	○	試料ステージ	○
		米国 コロンビア大学	コリメータ	3.5 μ m	軽イオン (H, He)	3~4	○	○	試料ステージ	○