

# DEVELOPMENT PROPOSAL OF AN ACCELERATOR FOR NUCLEAR INCINERATION

Shin'ichi TŌYAMA, Kenji KONASHI, Nobuyuki SASAO, \*Hisashi WATANABE,  
\*Takao URANO, \*Satoshi OHSAWA, \*Atsushi ENOMOTO, \*Hitoshi KOBAYASHI,  
\*Shōzō ANAMI, \*Kazuo NAKAHARA, \*Isamu SATO

Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation(PNC)

\* Zuihou Sangyou Co. Ltd

\$ National Laboratory for High Energy Physics(KEK)

## ABSTRACT

Development proposal of an accelerator for nuclear incineration is described. As the first stage, a test linac which accelerates electrons up to 10 MeV with duty factor 20% is designed for preparatory study of next phase machine(100MeV-100mA). The major items of this year are the study of CW(Continuous Wave) accelerating tube, the development of high power CW krystron and the analysis of thermal stress induced by high power RF.

## 消滅処理用加速器の開発計画

### 1. はじめに

原子炉からの使用済み燃料中には、長寿命の放射性核種が含まれている。これらの核種の処分方法として核反応により短寿命核種または安定核種へ変換するいわゆる消滅処理方法が考えられている。放射性核種の中で、特に中性子反応断面積の小さい核種 ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  等) は、原子炉単独での消滅処理は難しく加速器を用いた消滅処理が研究されている。動力炉・核燃料開発事業団(動燃事業団)では、光核反応を用いた消滅処理技術開発を行っており、その為の $\gamma$ 線源として大強度CW電子加速器の開発研究を行っているので発表する。

### 2. 大強度CW電子加速器の開発計画

消滅処理用加速器の特徴としては、粒子ビーム強度が大きいこと、エネルギー効率が良い事が挙げられる。図1に、パイロット規模を想定した際の電子による消滅用加速器の位置づけが世界の既存の電子加速器と比較して示されており、既存の加速器の水準を大きく越えており、われわれの検討の結果ではCW(連続波)のRF線形加速器の開発が必要と考えられる。

そこで大電流のビーム加速の要素技術開発を目的として、10MeV-100mA、デューティファクター20%(ビーム出力200kW)のCW電子線形加速器開発を計画し、現在高エネルギー物理学研究所(KEK)と共同して設計を進めている。この加速器の基本的な性能は表1の如くになっており有数のビーム出力を有し、大電流ビーム加速技術を確立する事を目的としている。この加速器からのデータは工学試験規模(100MeV-100mA)の加速器開発に貴重である。尚ここで得られる成果は将来の新型光源や電子加速器のみでなく、大強度陽子加速器(高 $\beta$ ライナック)開発に

とっても有用であると考えられる。

要素技術開発用加速器の概略は図2に示されるように、2本のクライストロンからのマイクロ波を4分岐し計8本の加速管に注入するものであり、前段の2本はプレバンチャー、バンチャーである。加速能率の向上のためマイクロ波はLバンド帯を用いる。加速器仕様は表2に纏められている。この加速器は動燃事業団東海事業所内に建設される予定である。

### 3. 開発項目

要素技術開発用加速器の場合、開発項目はビーム不安定性対策、CW加速管、大電力給電システム、大電力クライストロン、電子銃、熱対策、真空技術、加速器制御等多岐に渡るが、ここでは、特に重要で今年度開発が予定されているCW加速管及び大電力クライストロンに関する開発について述べる。

#### ①CW加速管

消滅処理用加速器としては高いエネルギー効率が必要である。この為の加速管の特長として進行波型加速管にマイクロ波を還流させる省エネルギー型マイクロ波給電システムを用いる。また、加速管周期構造に伴うビーム発散現象は大電流加速器開発に於て最も重要な問題点であり、この様なビーム加速に起因する誘発電場モード対策を研究する必要がある。

#### ②大電力クライストロン

現在のところ、1GW出力のCWクライストロン管は製造された経験がなく、高能率、高安定動作の可能な高周波部、高電力に耐える電子銃・コレクタ・出力窓を開発する必要がある。

#### ③加速管の熱変形解析

デューティーファクターの増大にともなって一本当たり200kW以上に達するマイクロ波に依る加速管の熱変形により、加速空洞内の周波数のずれが生じる。この対策として熱計算、モデル試験により加速管の冷却構造の検討を行う。

エネルギー (MeV)	10
エネルギー分散 (%)	$1 \times 10^{-4}$
最大ビーム電流 (mA)	100
平均ビーム電流 (mA)	20
パルス幅 (ms)	4
繰り返し数 (Hz)	50
デューティー (%)	20

表1 加速器基本性能

加速周波数 (MHz)	1249
マイクロ波波長 (cm)	24.0
加速モード	$2\pi/3$
加速管の本数	8
加速管の長さ (m)	1.2
加速器の全長 (m)	16.0
クライストロン数	2
クライストロン出力 (MW)	1.0

表2 加速器仕様

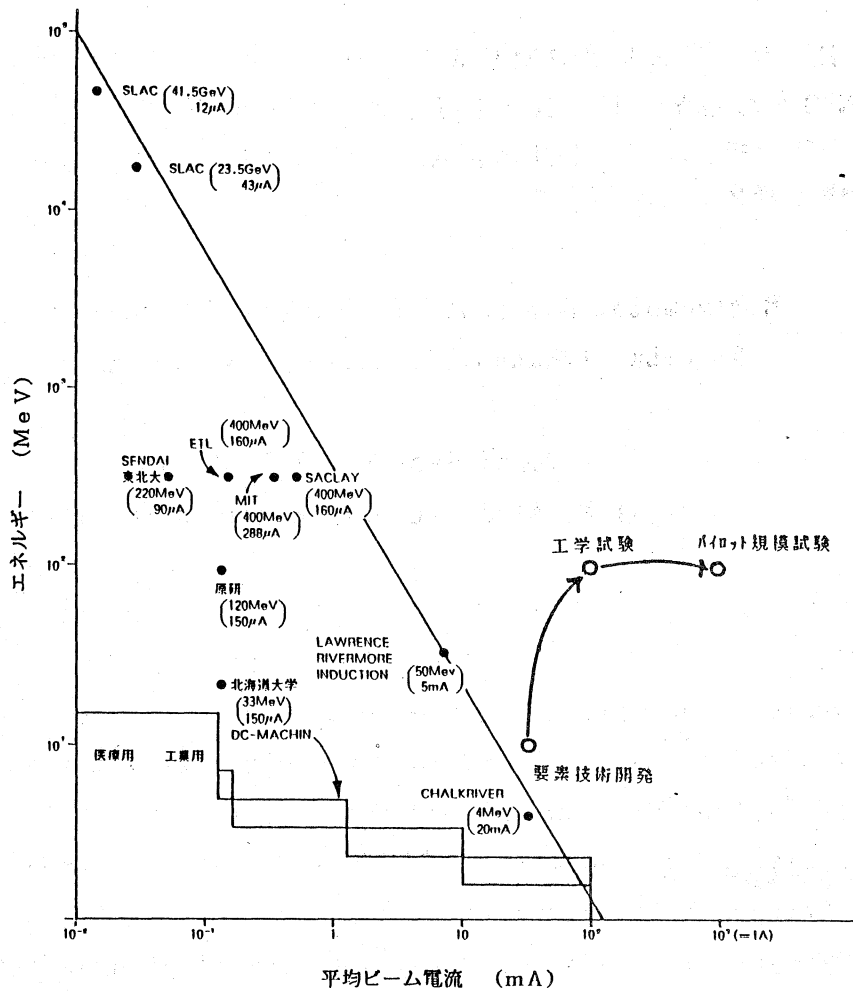


図1 代表的電子加速器のビーム出力図

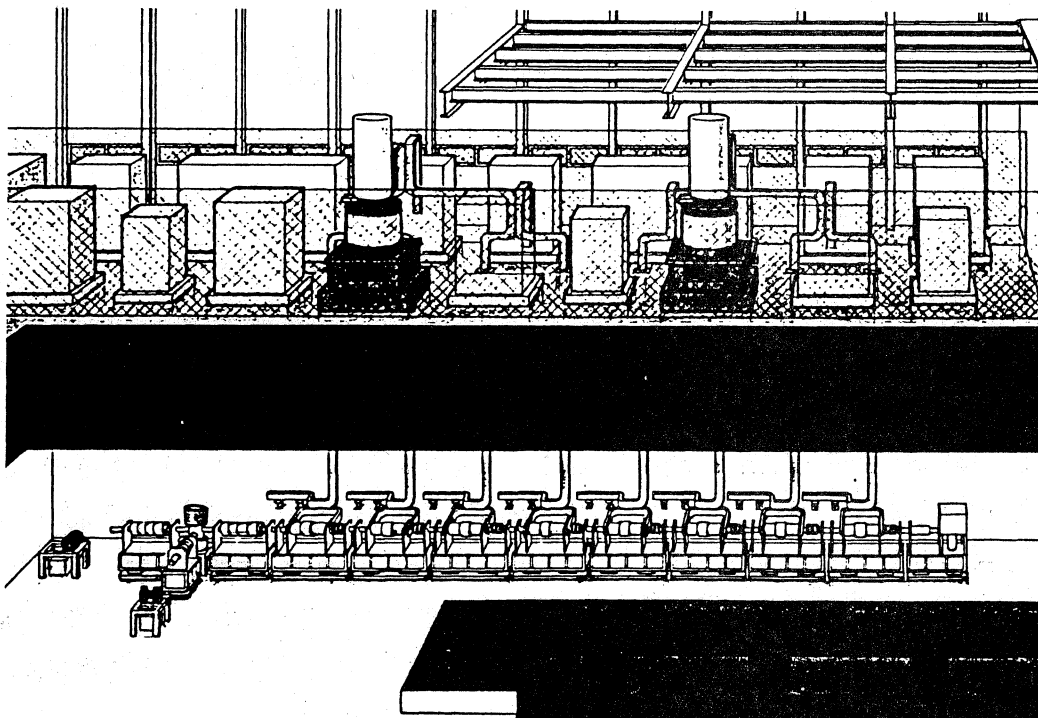


図2 要素技術開発用加速器の概観