

スーパーカミオカンデ検出器 エネルギー較正用電子加速器開発

産業技術総合研究所 鈴木良一

2022.1.25 FY2021東大宇宙線研共同利用研究成果発表会

SKエネルギー較正用ライナック



1 | タンク上部

天井はドーム状になっており、エレクトロニクスハットの他、様々な検出器較正装置が設置されています。

Dome area

In the dome area electronics huts and several calibration systems are located.

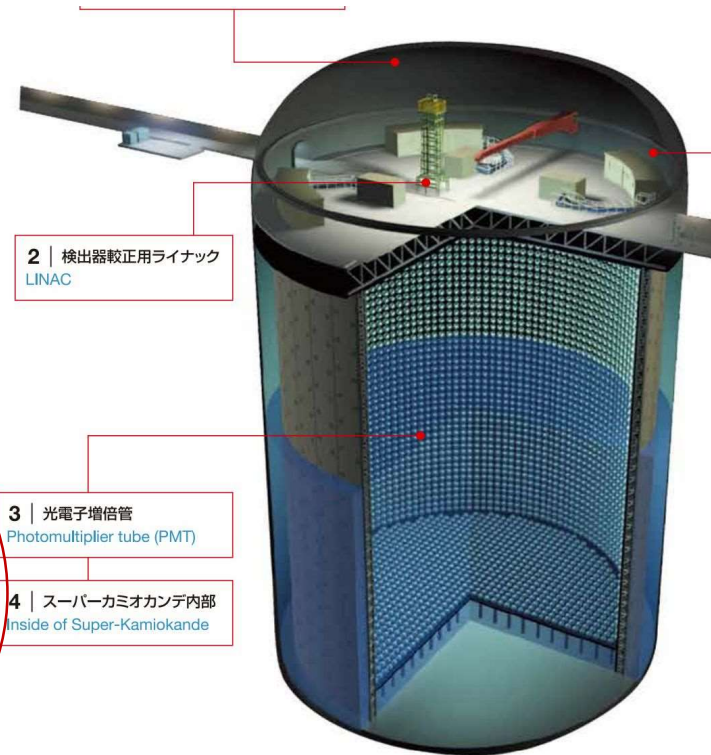


2 | 検出器較正用ライナック

この装置によりニュートリノのエネルギーを精度よく測定することが出来ます。

LINAC

The detector is precisely calibrated by the LINAC system.



2 | 検出器較正用ライナック LINAC

3 | 光電子増倍管 Photomultiplier tube (PMT)

4 | スーパーカミオカンデ内部 Inside of Super-Kamiokande



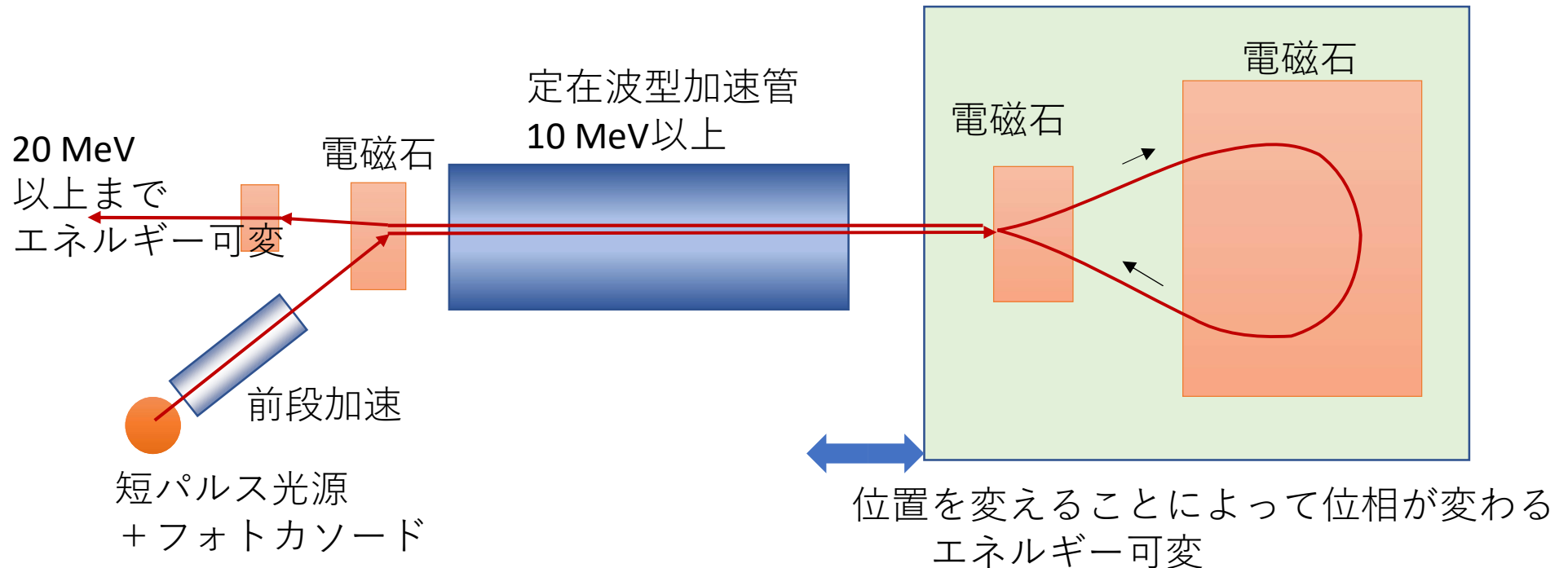
超新星背景ニュートリノのエネルギーレンジである
20 MeV-30MeVでのエネルギー較正が必要

SK新エネルギー較正用加速器

最大エネルギー 20 MeV以上

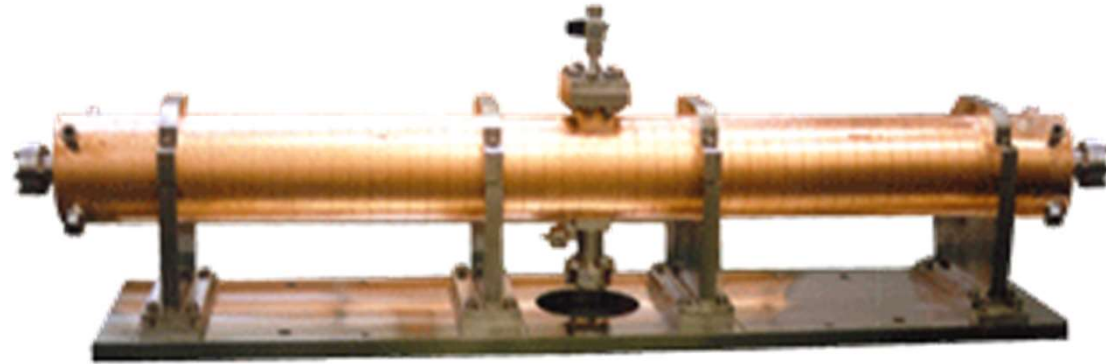
コンパクト：1つの加速管で**往復加速**：全長2m程度

エネルギー可変



極微弱電子加速器用加速管

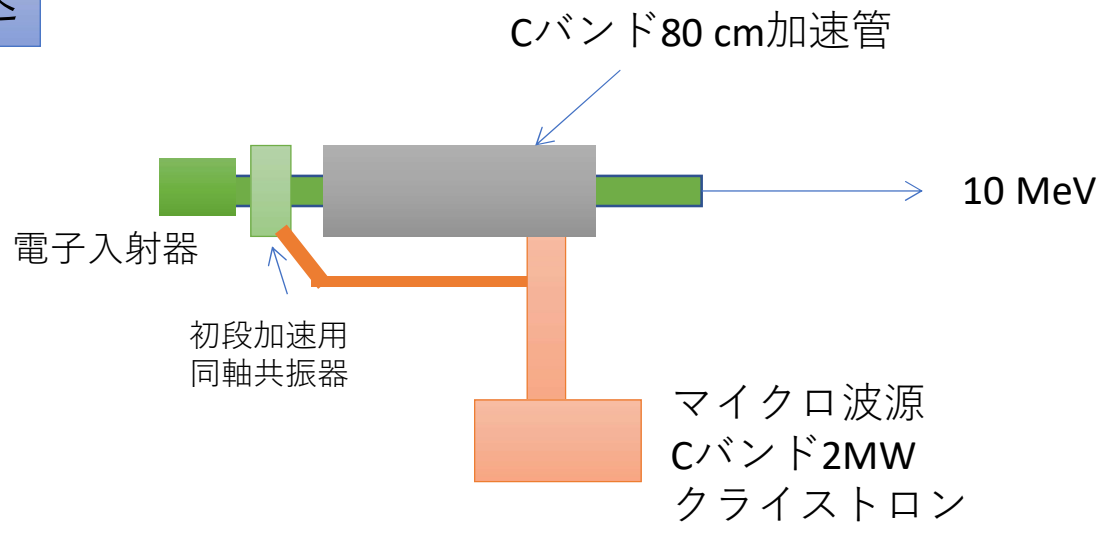
Cバンド (5.712GHz 80 cm 定在波加速管)



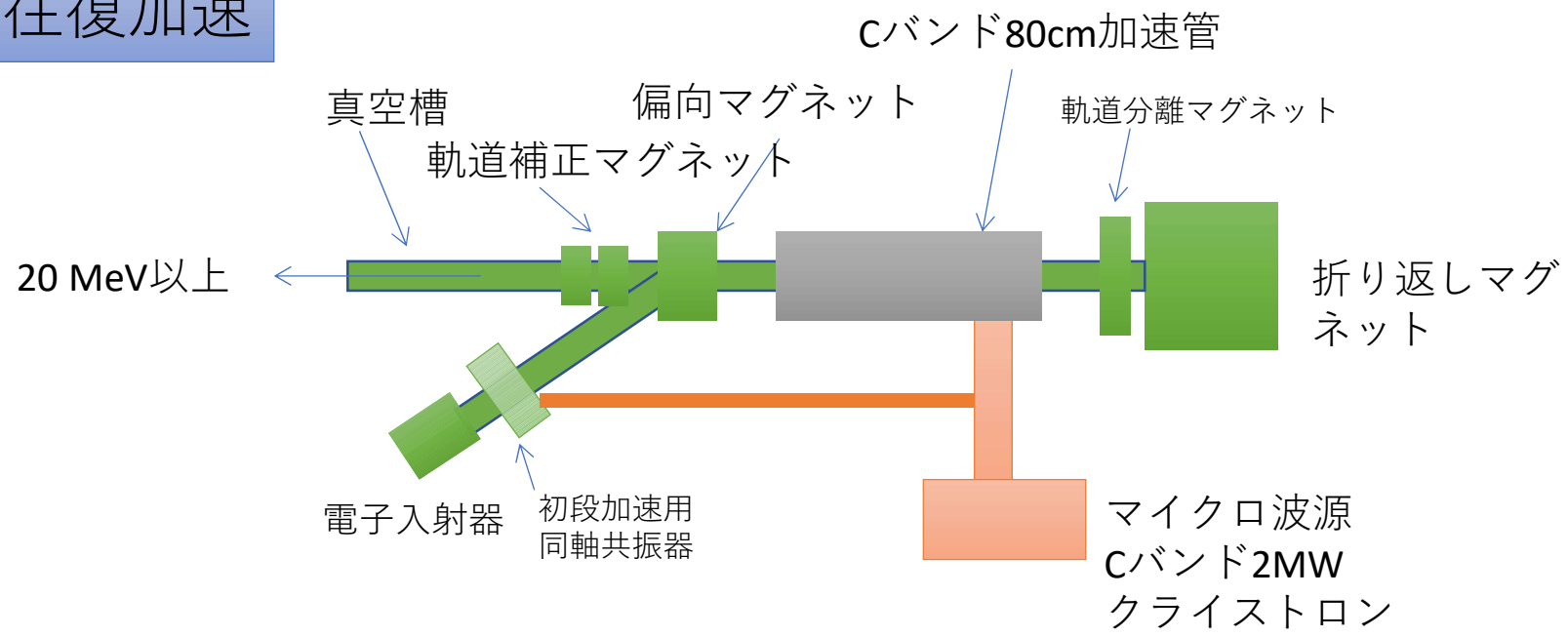
仕様

加速構造	オンアクシス定在波型
加速管材質	OFHC
加速管長	80 cm
加速周波数	5712±0.1 MHz
Q ₀ 値	11,000
シャントインピーダンス	75 MΩ/m
微弱電流エネルギーゲイン	10 MeV @~2 MW

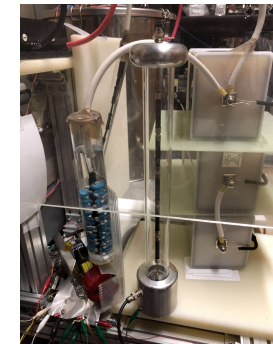
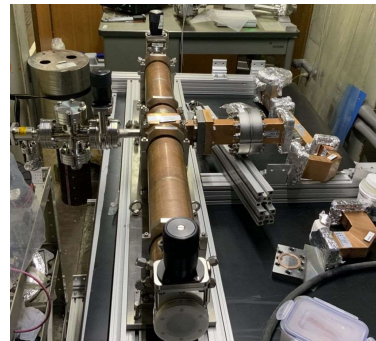
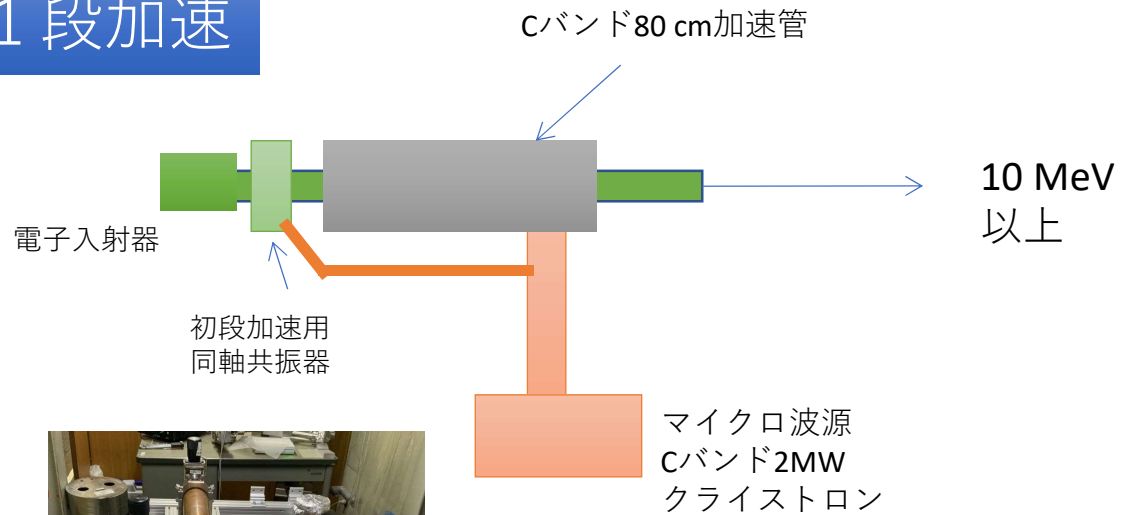
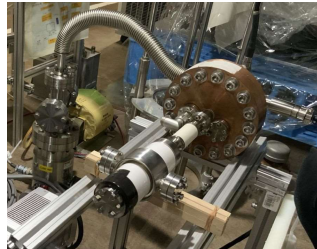
1 回加速



往復加速



較正用電子加速器 1 段加速



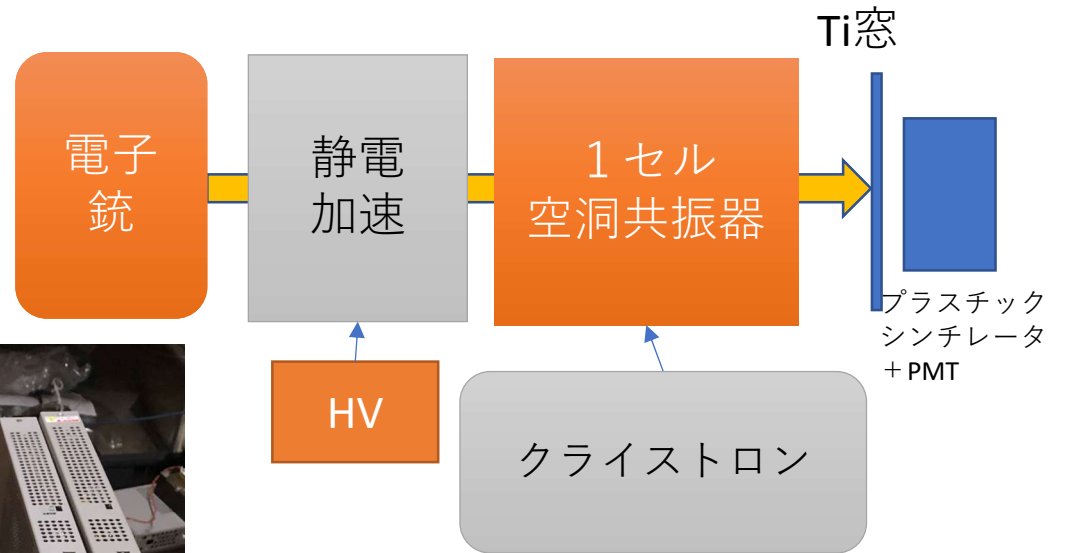
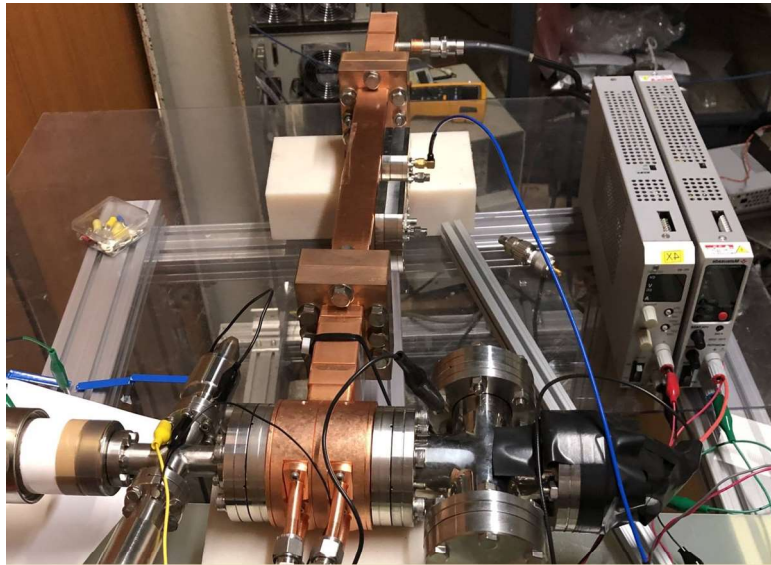
電子加速システムの立ち上げ（共同研究経費消耗品利用）

電子入射器・前段加速部の加速実験

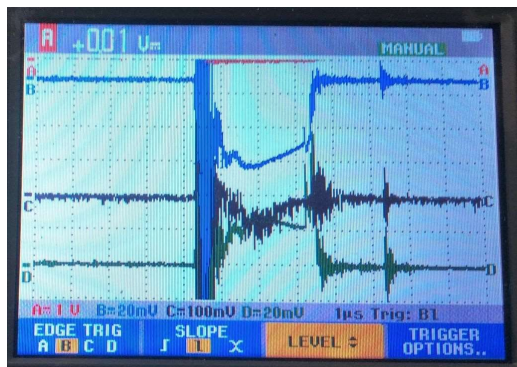
クライストロン：現在最大500 kW程度（スイッチングできる高電圧で制限）
新たな半導体SWを発注済：納入されれば2 MW以上得られる予定

初段加速実験

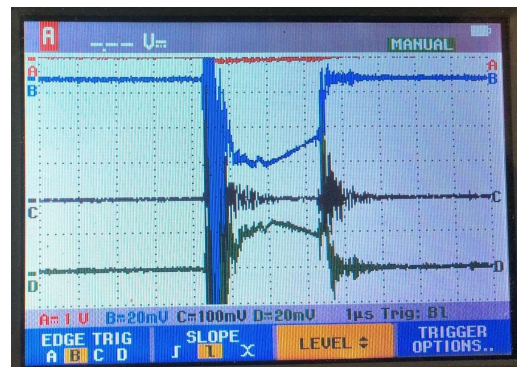
主加速管に200 keV以上のエネルギーで入射



電子が真空窓を通過して大気中に出ている
(エネルギーゲイン100 keV以上)



電子ビーム & マイクロ波ON

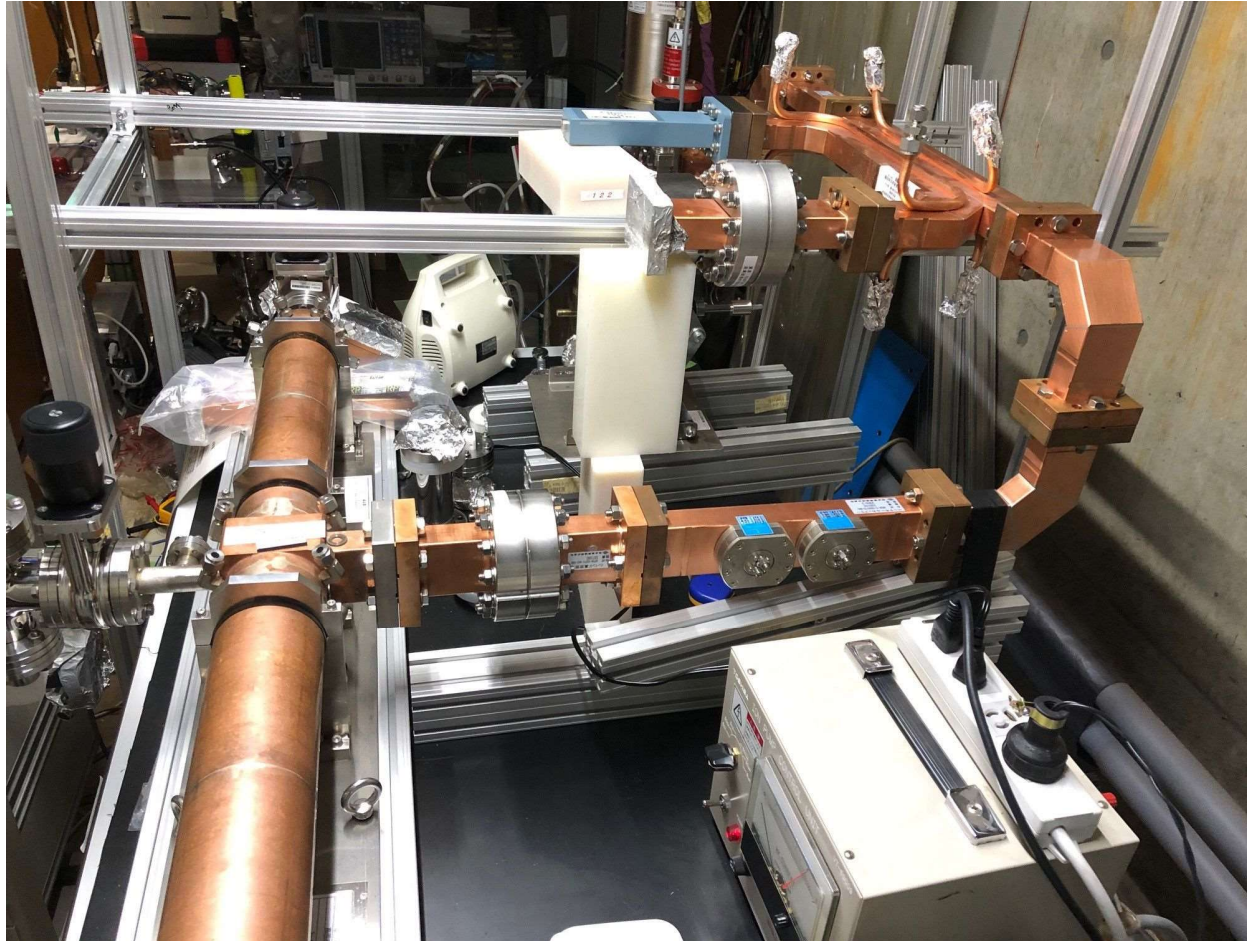


マイクロ波のみON

電子空洞共振器による加速を確認

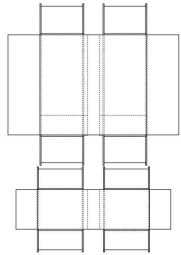
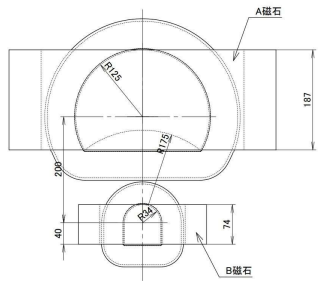
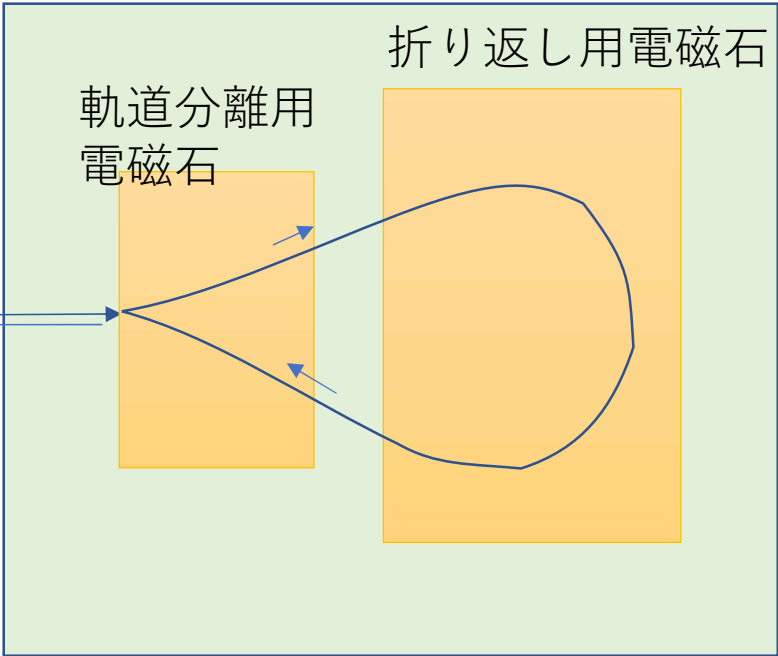
PMT
信号

主加速管へのマイクロ波系接続



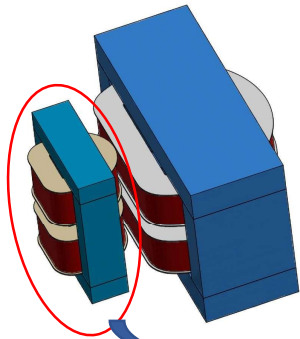
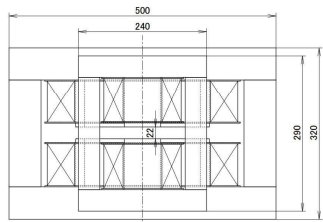
電子ビームの折り返し

加速管先端



A 磁石仕様
 磁場強度 約0.35[Tesla]
 励磁電流 10[A]
 電圧 約20[V]
 冷却方式 自然空冷
 温度上昇分(Δt) 約35[°C]
 重量 約250[kg]

B 磁石仕様
 磁場強度 約0.25[Tesla]
 励磁電流 10[A]
 電圧 約6[V]
 冷却方式 自然空冷
 温度上昇分(Δt) 約25[°C]
 重量 約50[kg]



まとめ

20 MeV以上の電子を加速できる往復加速型のSK検出器較正用電子加速器の開発を行っている。

大電力マイクロ波系を立ち上げ、初段の電子加速を確認。

往復加速部を構築中。

今後、マイクロ波の出力を上げ、主加速管による電子加速を目指す。

