

# J-PARC・神岡間長基線ニュートリノ振動実験 における陽子ビームプロファイルモニターの 研究開発

東大理 田辺健治、岩崎昌子、相原博昭

KEK 山野井豊、野海博之、他Target/Monitor-SG

## Outline

Introduction

陽子ビームプロファイルモニター：

Segmented Secondary Emission Monitor (SSEM)

KEK-PSニュートリノビームラインにおけるビームテスト

まとめ、今後の予定

# J-PARC・神岡間長基線ニュートリノ振動実験



JAERI(東海村) → Super-Kamiokande(神岡)

ν

J-PARCのproton beam  
= K2Kの約100倍のBeam Power

Beam power : 750kW  
Beam kinetic energy : 50GeV  
 $3.3 * 10^{14}$  protons/pulse

# Beam Profile Monitor : SSEM ( Segmented Secondary Emission Monitor)

Beam Monitors

Neutrino生成

→ Targetに当たるProton Beamの制御

J-PARC : 高輝度 proton beam

→ Beam lossによる放射線損傷

何種類かのBeam Monitors

Beam Position Monitor (BPM)

Beam Intensity Monitor

Beam Profile Monitor →

Loss Monitor (BLM)

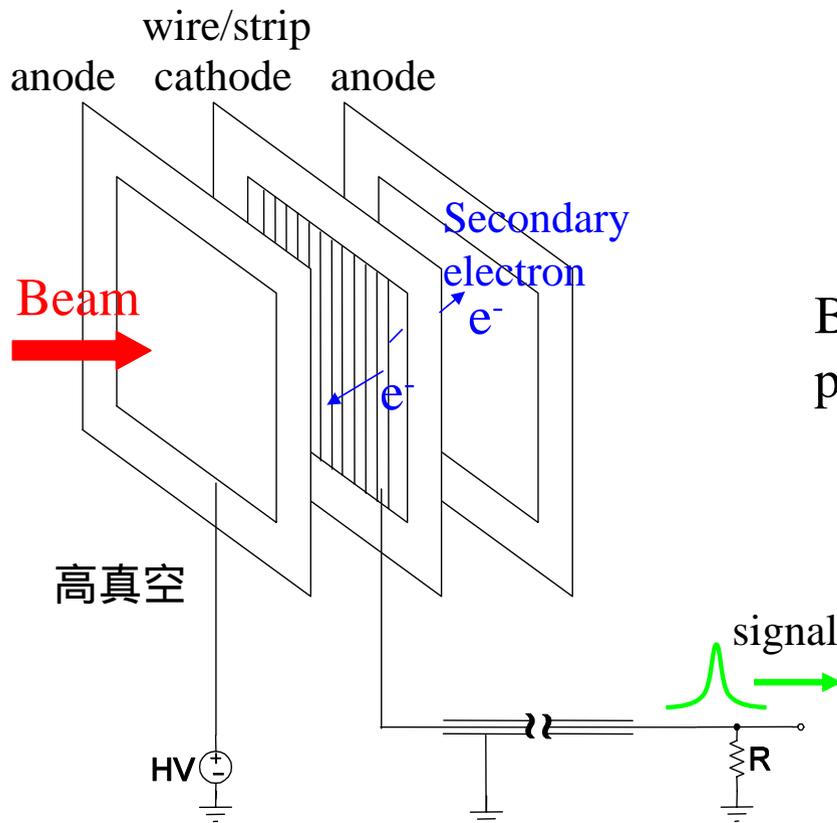
etc...

残留ガスの電離を用いた  
モニター (RGBPM)

2次電子放出を用いたモニター  
(SSEM)

# SSEM — 動作原理 —

SEM (Secondary Emission Monitor)



金属製の薄膜にBeamを当てる。  
cathode電極から放出された  
2次電子をanode電極で吸収。



Cathode電極をwire/stripに  
することでSegment化。

Beam強度の位置分解能を持たせ  
profile monitorとして用いる。

K2K Beamlineでは、  
cathode電極1chで読み出し、  
Beamの強度モニターとして  
使用されている。

長年使用されてきた実績

# SSEM — 検討課題 —

## Beam Profile Monitorへの要求性能

J-PARCの高輝度 proton beamのため、残留放射能が高い。

→ 少物質、長寿命、メンテナンス性。

Beamline立ち上げ時の tuning を含めた、測定範囲。  
( $10^{12} \sim 10^{14}$  protons/pulse)

## SEMの場合

Signal量 → cathode電極に用いた材料の2次電子放出効率による。  
(表面状態、仕事関数、etc....)

物質も電極に用いる材質によって変化する。



基礎的なデータを得るため、試作機を用いたKEK-PS  
Neutrino Beamlineにおけるビームテストを行った。

# SSEM — ビームテスト:目的 —

K2K proton beam ( $\sim 6 \times 10^{12}$  protons/pulse)  
に対するsignalの確認。

電極材質間によるsignal量の比較。

cathode電極材料



W Cu-Be Ti Cu Al

# SSEM — ビームテスト: セットアップ —

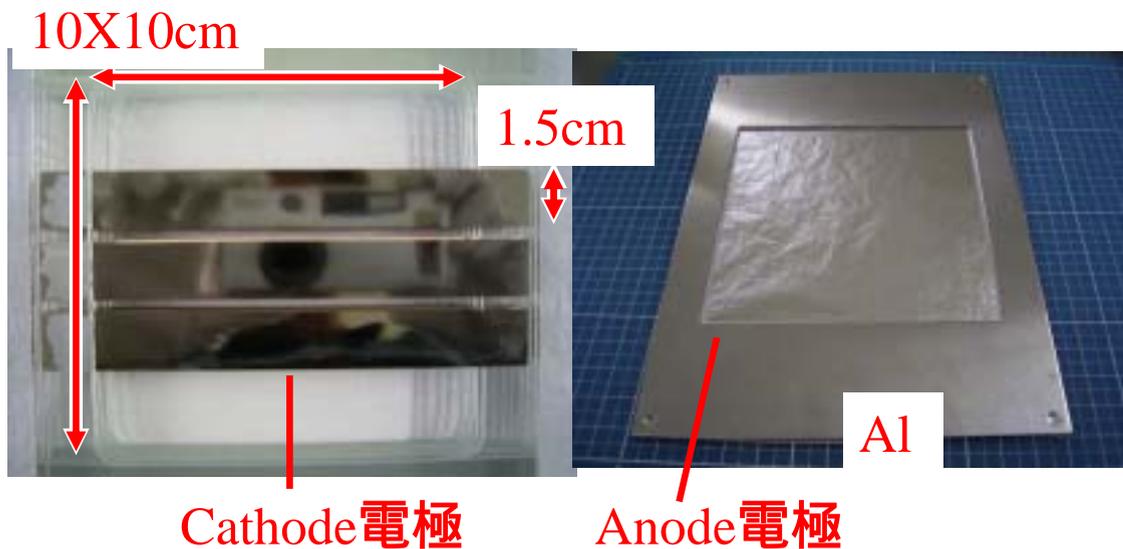
ビームサイズ:  
長さ4cm程度の縦長ビーム。

今回は各ch、数nC/pulseを要求。  
strip幅を1.5cmとし、横向きに張った。



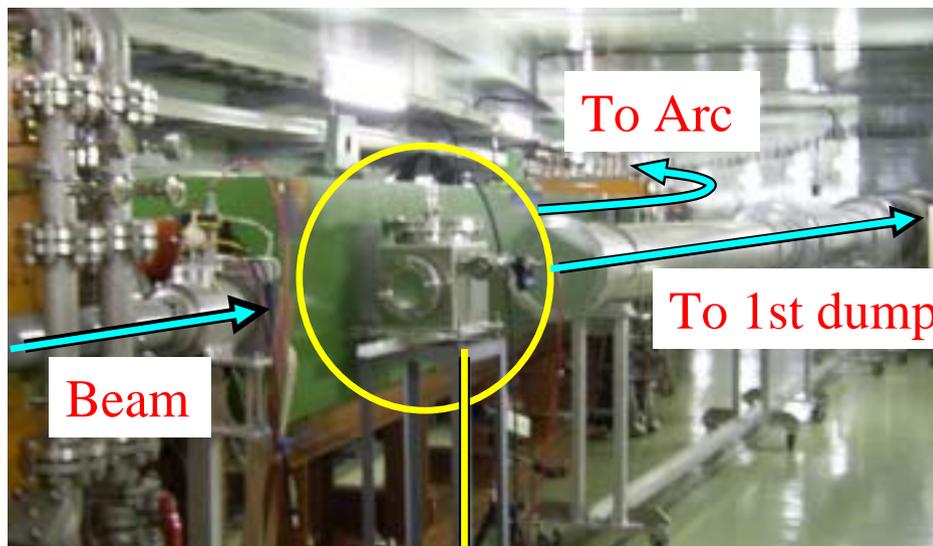
真空容器

真空度  $\sim 1e-06$  Torr



7mm間隔で  
交互に重ね、  
固定。

# SSEM - ビームテスト: セットアップ -



~ 150m、ツイストペアケーブル

オシロスコープ

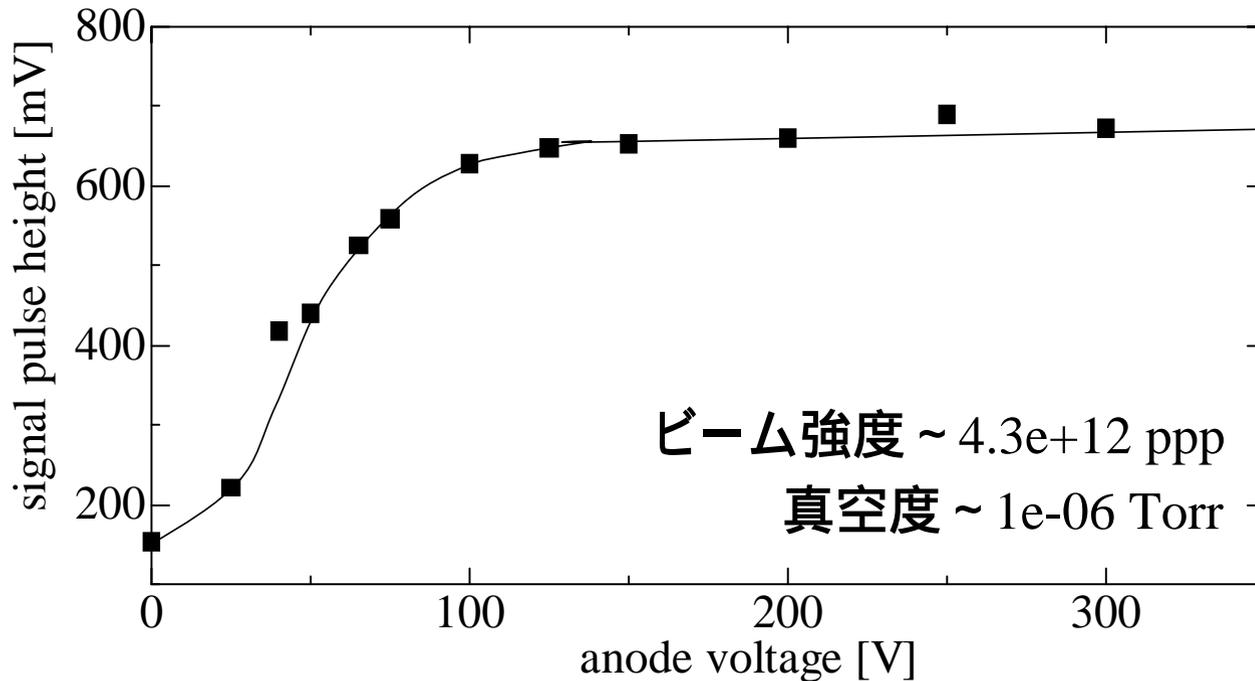
1st dump への分岐点へ  
インストール



Tuning時のビームを  
用いたBeam Test

# SSEM — ビームテスト:基本動作確認 —

Anode電圧の変化に対するシグナル強度の変化



例:Cu : ch2(中心) pulse height

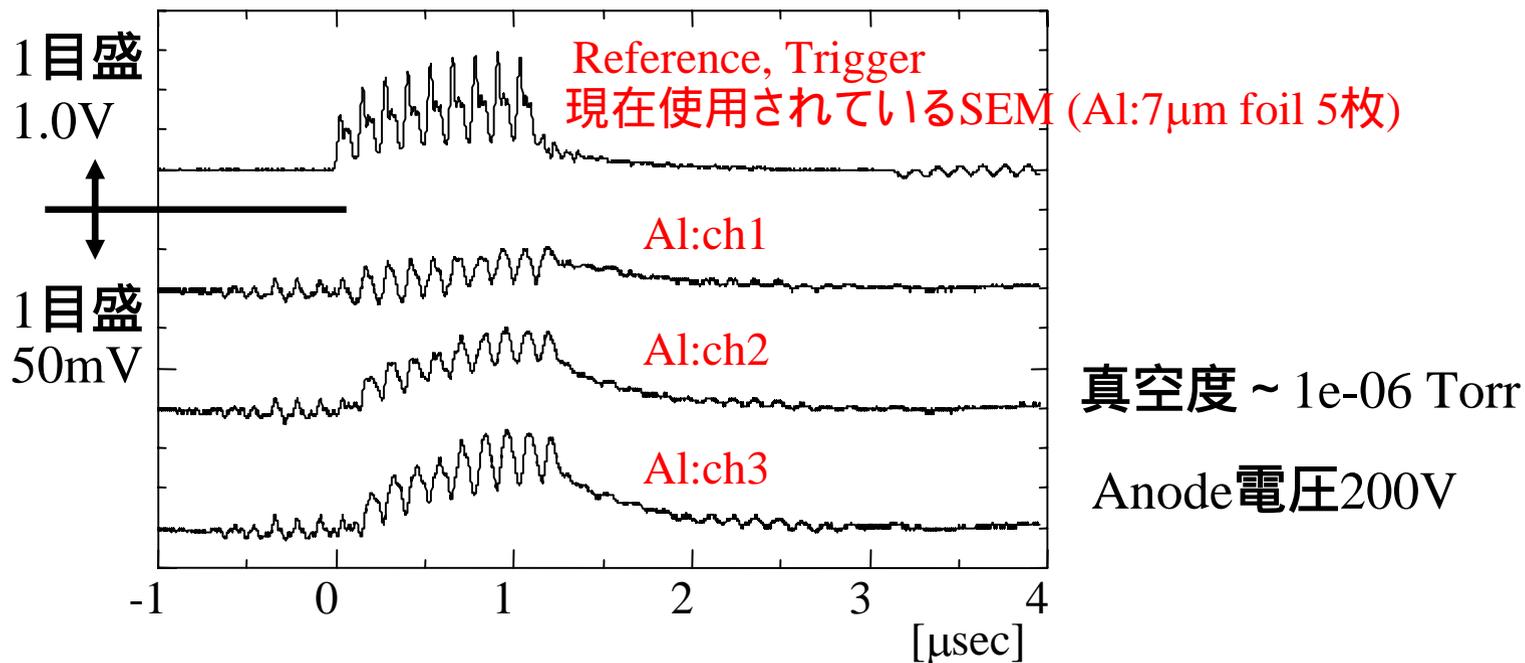
100V以上程度で2次電子を集められており、  
signalが飽和することを確認。



以下では  
anode電圧200V  
にして測定

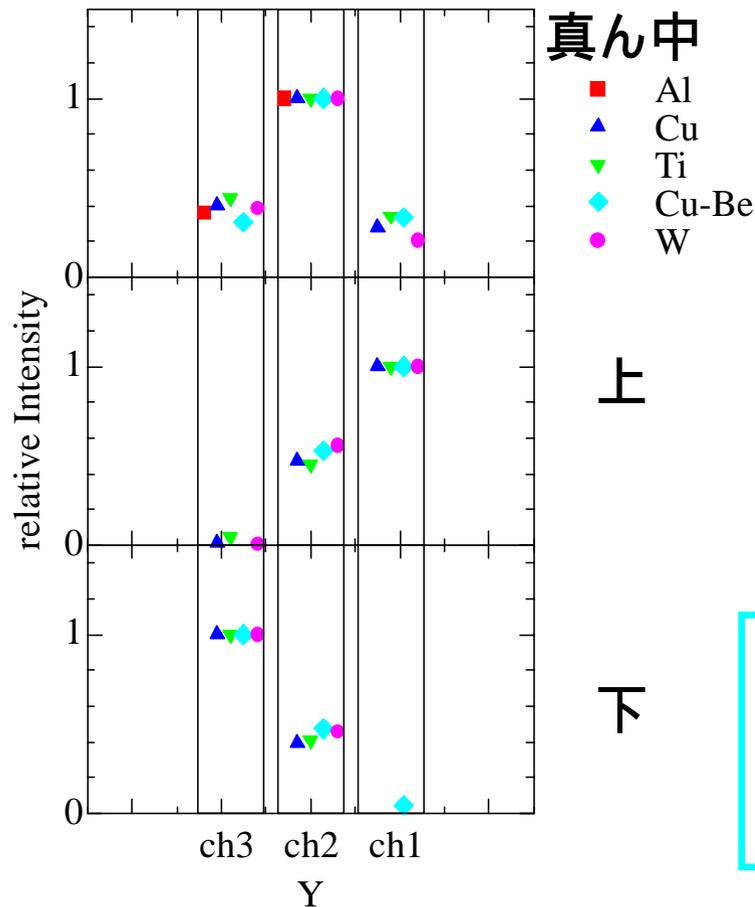
# SSEM — ビームテスト:基本動作確認 —

縦長ビームに対する応答 (オシロスコープによるシグナルの様子)



ビームに同期したシグナルを得、ビーム構造 (9bunch/1spill)に相当するピークを確認。

# SSEM — ビームテスト:基本動作確認 —

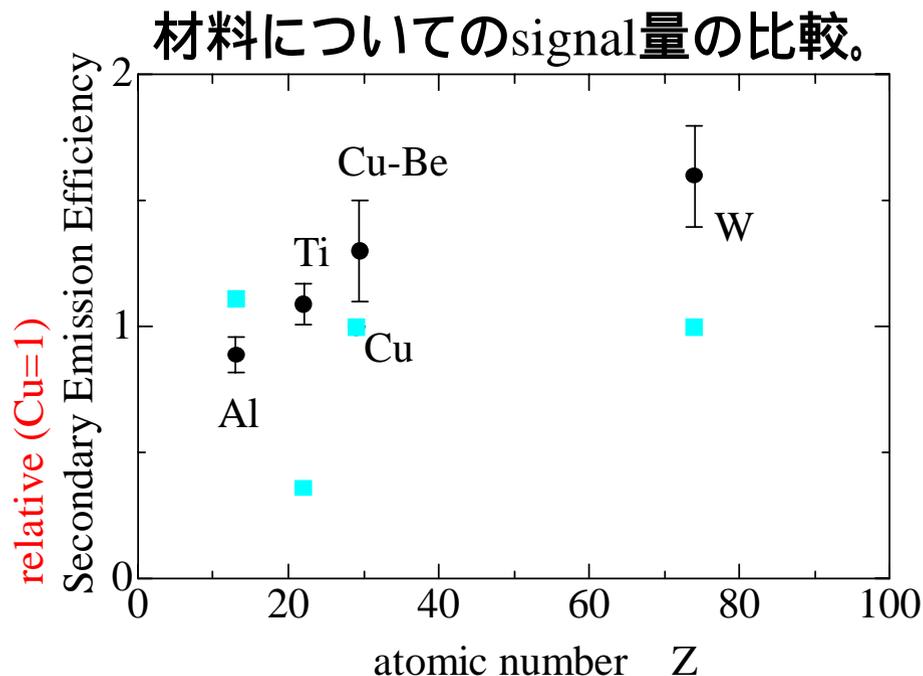


横長の形状にチューンした  
ビームを上下に振った際の  
応答。

各材料ごとに最も高いchを  
1と規格化してある。

ビームの移動に対する応答を確認。  
どの物質を用いてもプロファイルに  
大きな違いはない。

# SSEM — ビームテスト:材質の比較 —



Signal量は材質間でオーダーとして変わらない。

:論文より予想された比

文献による比(70MeV electronによる実験での2次電子放出比、NIM 39 (1966)p.303)からは多少異なる結果になっている。

Wでは物質量が増加する。  
(Wの物質量は同じ形状でAlの約4倍)



Al、Ti(寿命、加工、良?)  
の方が好ましい。

# SSEM — まとめ、今後の予定 —

今回のビームテストにおいて、

SEMとしての基本的な動作を確認。

今回試した材質間ではsignal量では大きな違いは無かった。

→10月以降のビームを用いた次のビームテストを予定。

J-PARCで要求される1~2mm程度のchannelピッチに対応すべく、  
1~2mm幅程度のstrip、もしくはワイヤーをcathode電極にする。

物質質量としては $1e-5 \lambda_{int}$  オーダーにする。

K2Kビームライン上にインストールし、長期間ビームに  
さらした時のsignal量の変化を調べる。