

ERG / LEP-i の開発

斎藤研究室

白井 康裕

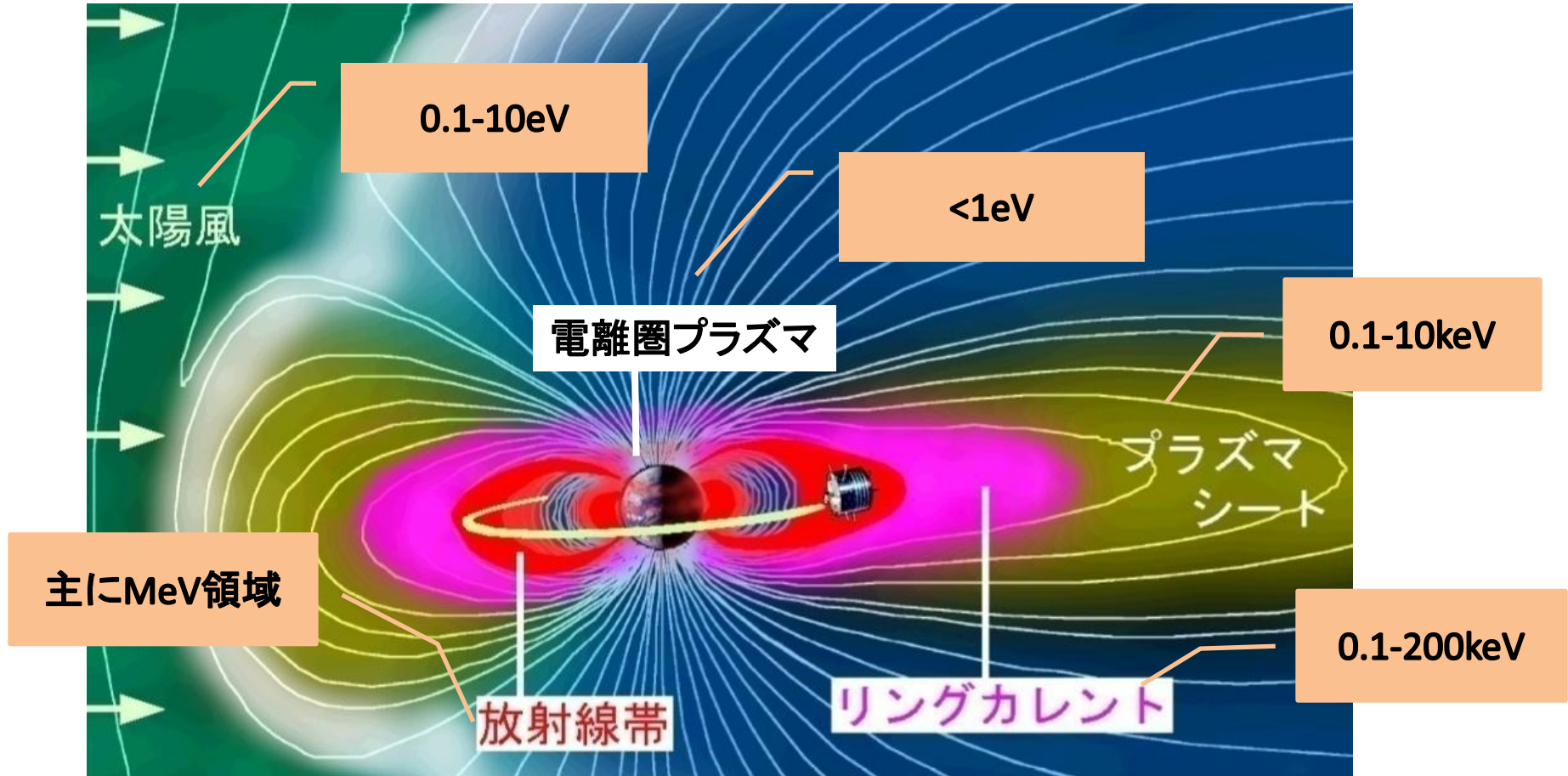
目次

- ERG / LEP – i の開発意義
- 計測原理
- 静電分析部の開発
- まとめ
- Future work

低エネルギーイオンの観測意義

内部磁気圏

内部磁気圏は様々なエネルギー粒子が共存する領域



これまで高エネルギー粒子による背景ノイズが原因で低エネルギー粒子の観測が困難だった



背景ノイズを除去可能な観測器の開発が必要となっている

高エネルギー粒子によるノイズ

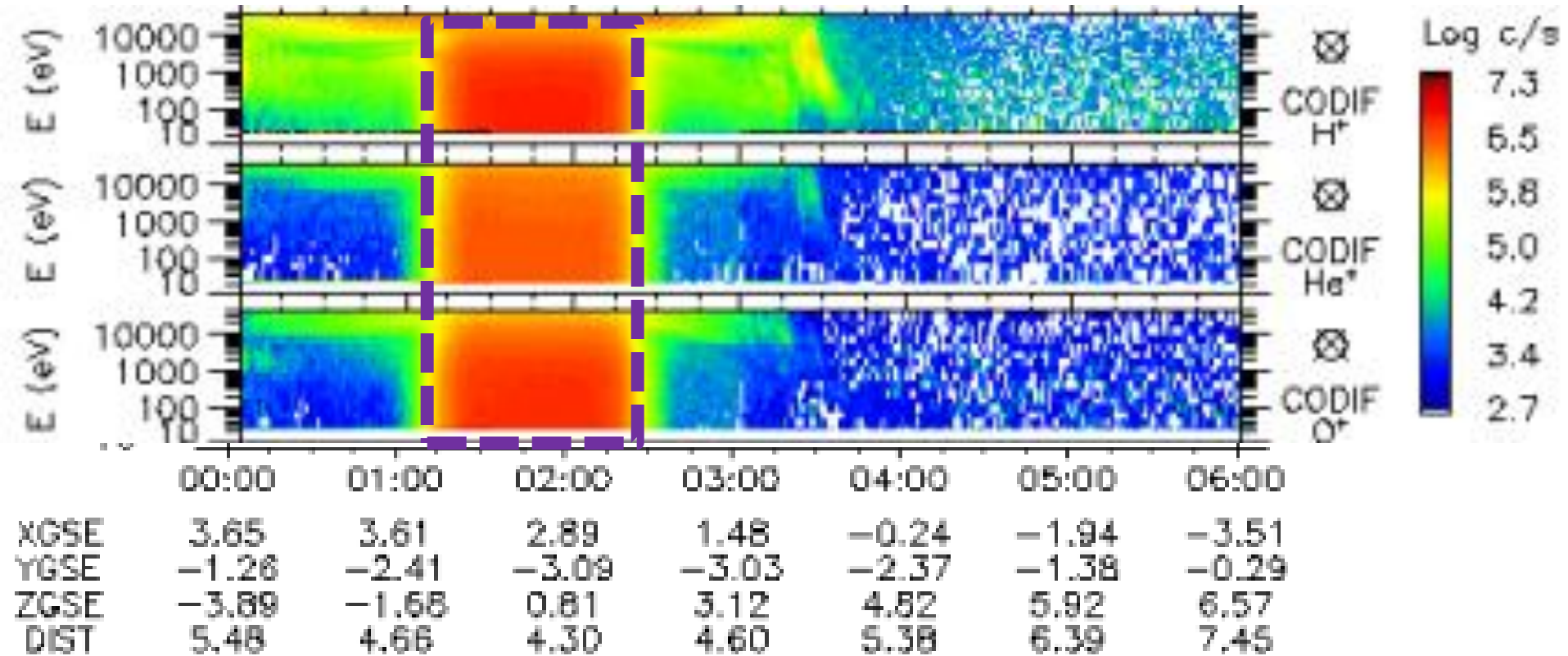


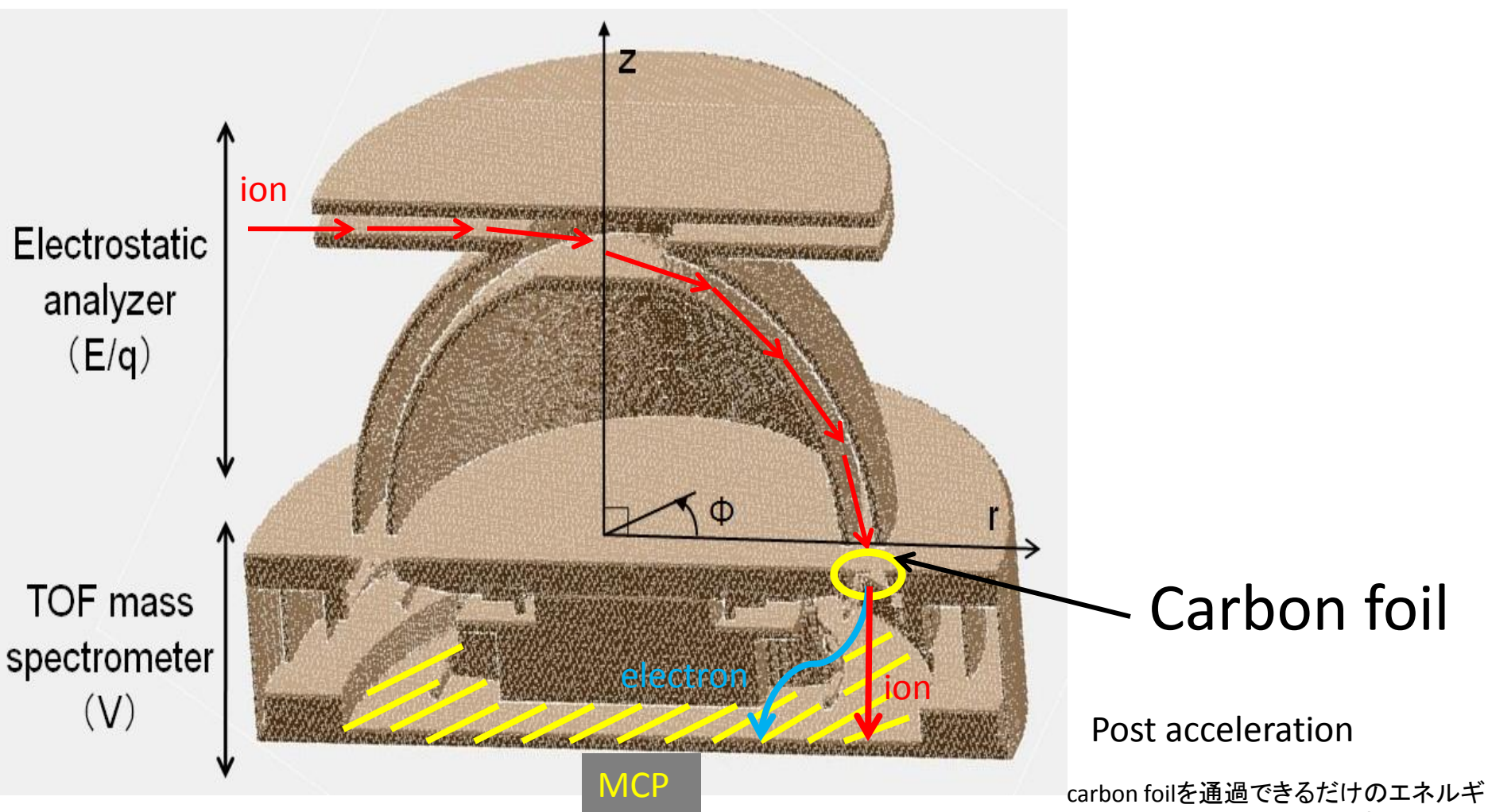
図 cluster衛星によって観測した低エネルギーイオン

信号が高エネルギー粒子による
背景ノイズに隠れてしまう

ERG / LEP – iの計測原理

LEP-i

飛行時間分析部は16セクタ(22.5° 分割)で構成され、どのセクターも同じ構造になっている。

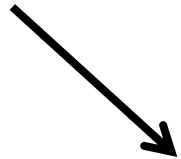


[Uchida 2008] modified

carbon foilを通過できるだけのエネルギーをもたせるために+5kV加速させる

LEP-iの計測概念

incoming ion



静電分析部



飛行時間分析部(TOF unit)



E/q



v



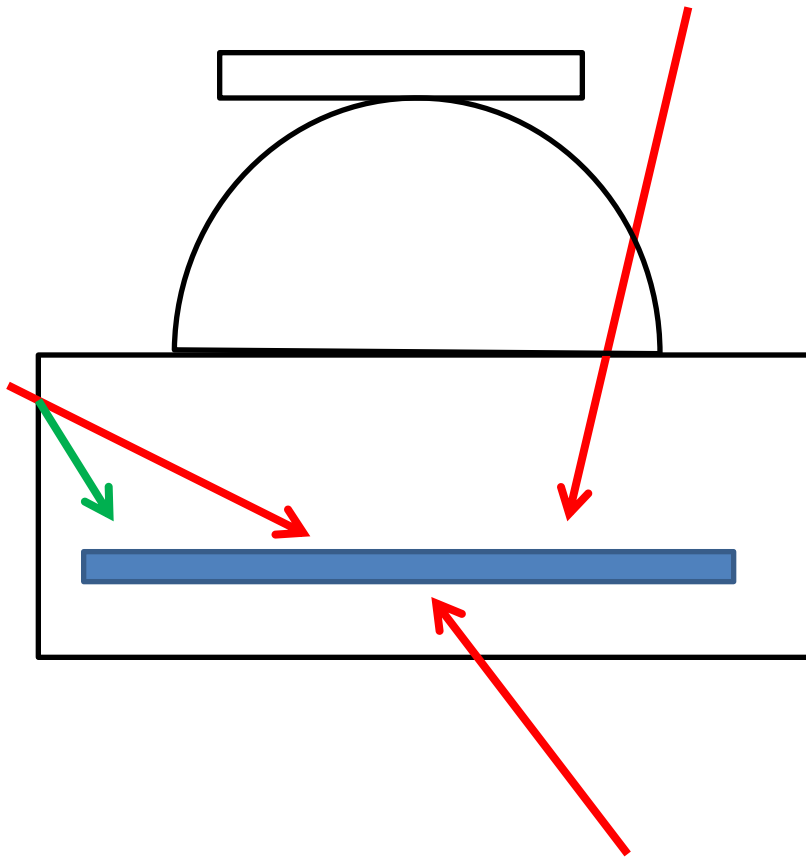
M/q

静電分析部の開発

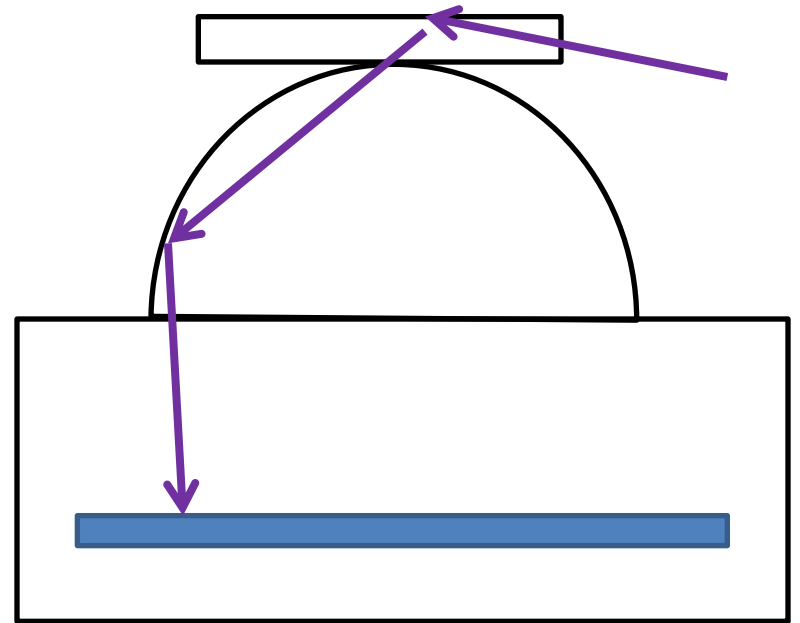
ノイズに強く高感度な計測器の開発をしよう

主なノイズの原因

高エネルギー粒子



紫外線

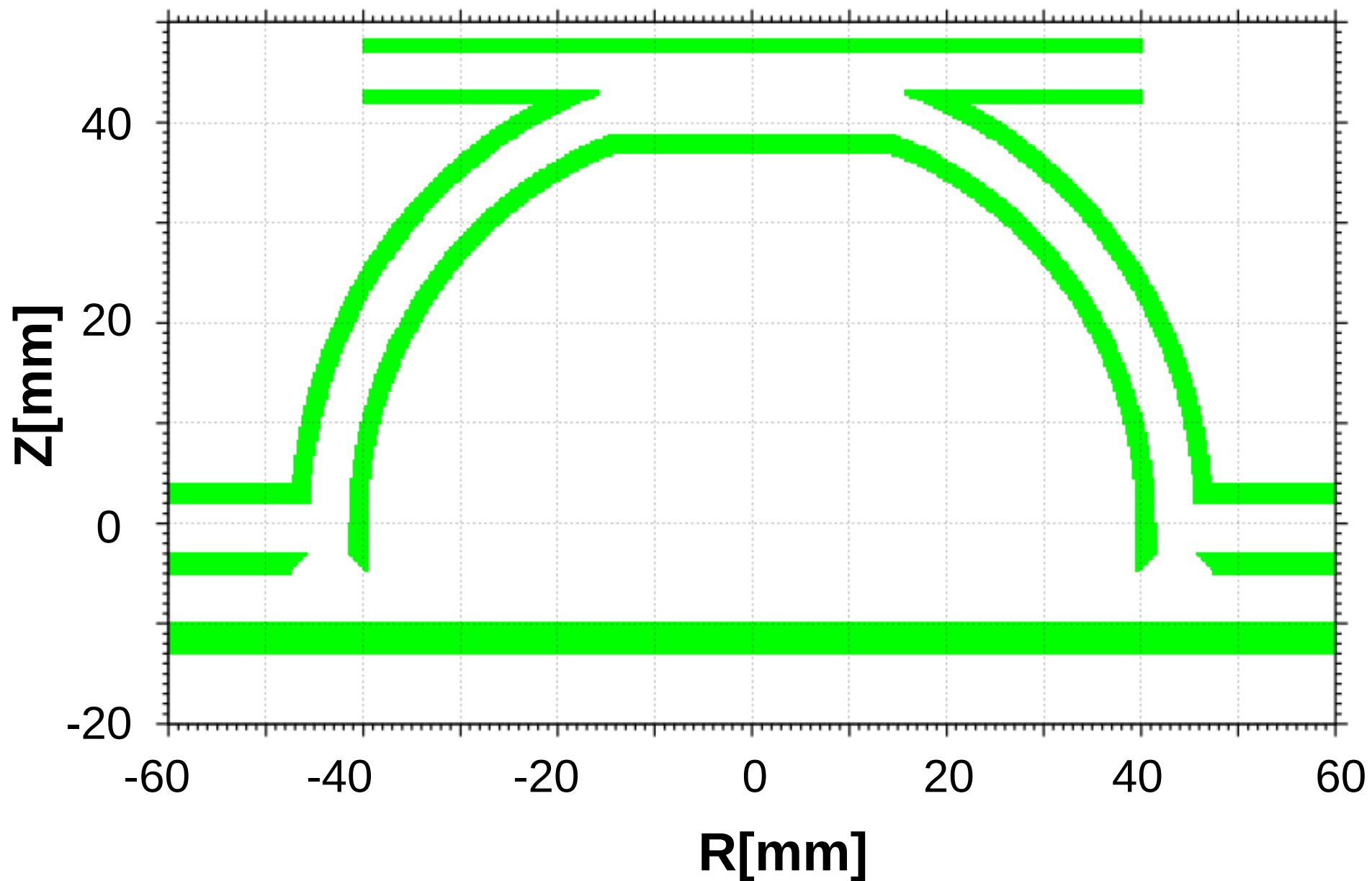


主なノイズの原因

高エネルギー粒子

紫外線

紫外線対策を施していない静電分析部

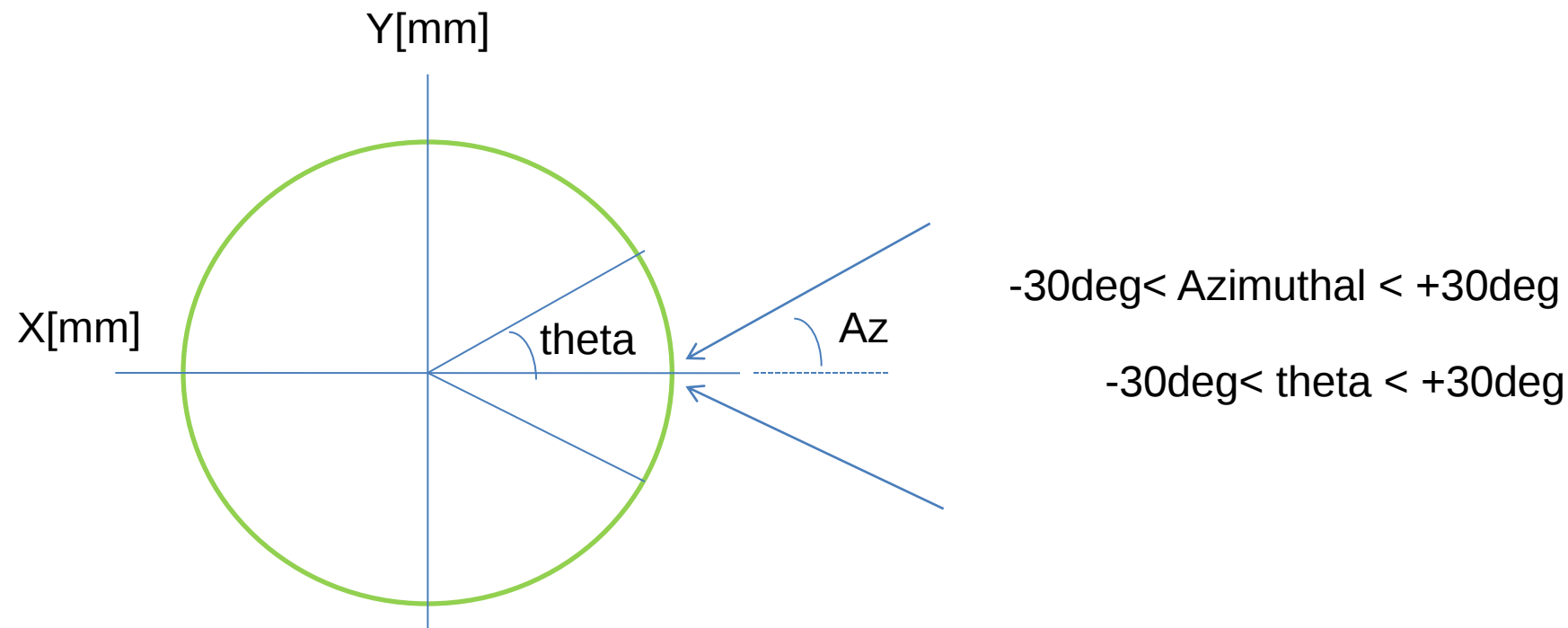
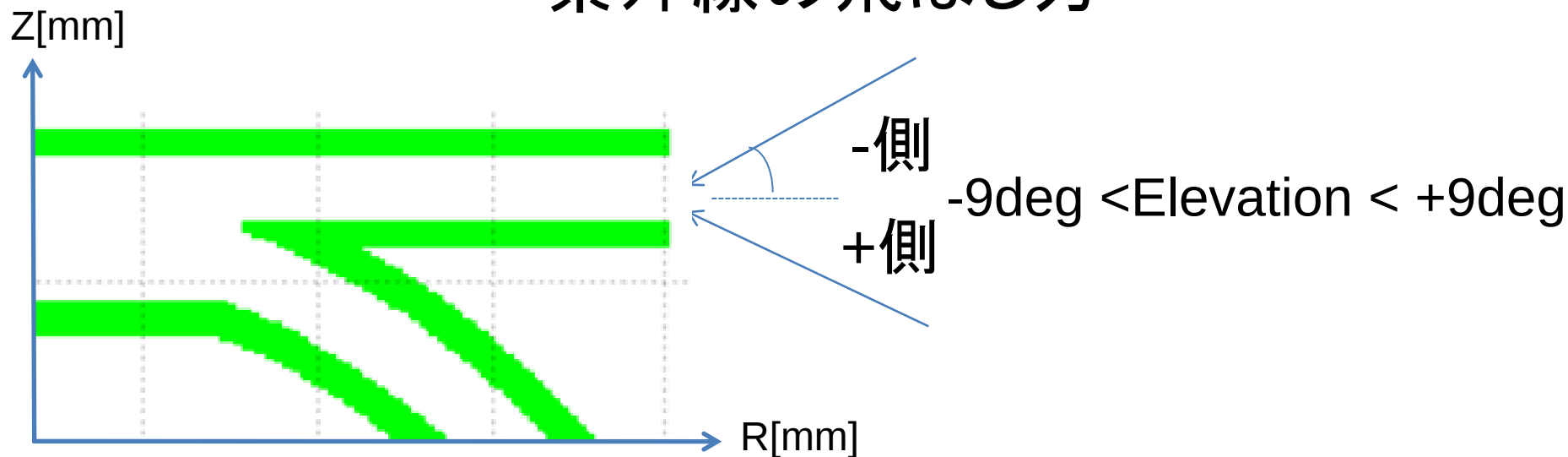


紫外線対策をしていないモデルの性能

Energy range	10eV/q~25keV/q
Time resolution	8sec (spacecraft spin period)
Angle resolution(azimuth)	22.5°
Angle resolution(elevation)	5° (FWHM)
Energy resolution	16% (FWHM)
G-factor	$2.6 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ sr keV/keV/22.5}^\circ$

現状の性能を可能な限り維持しつつ、
紫外線が検出されないような設計にする

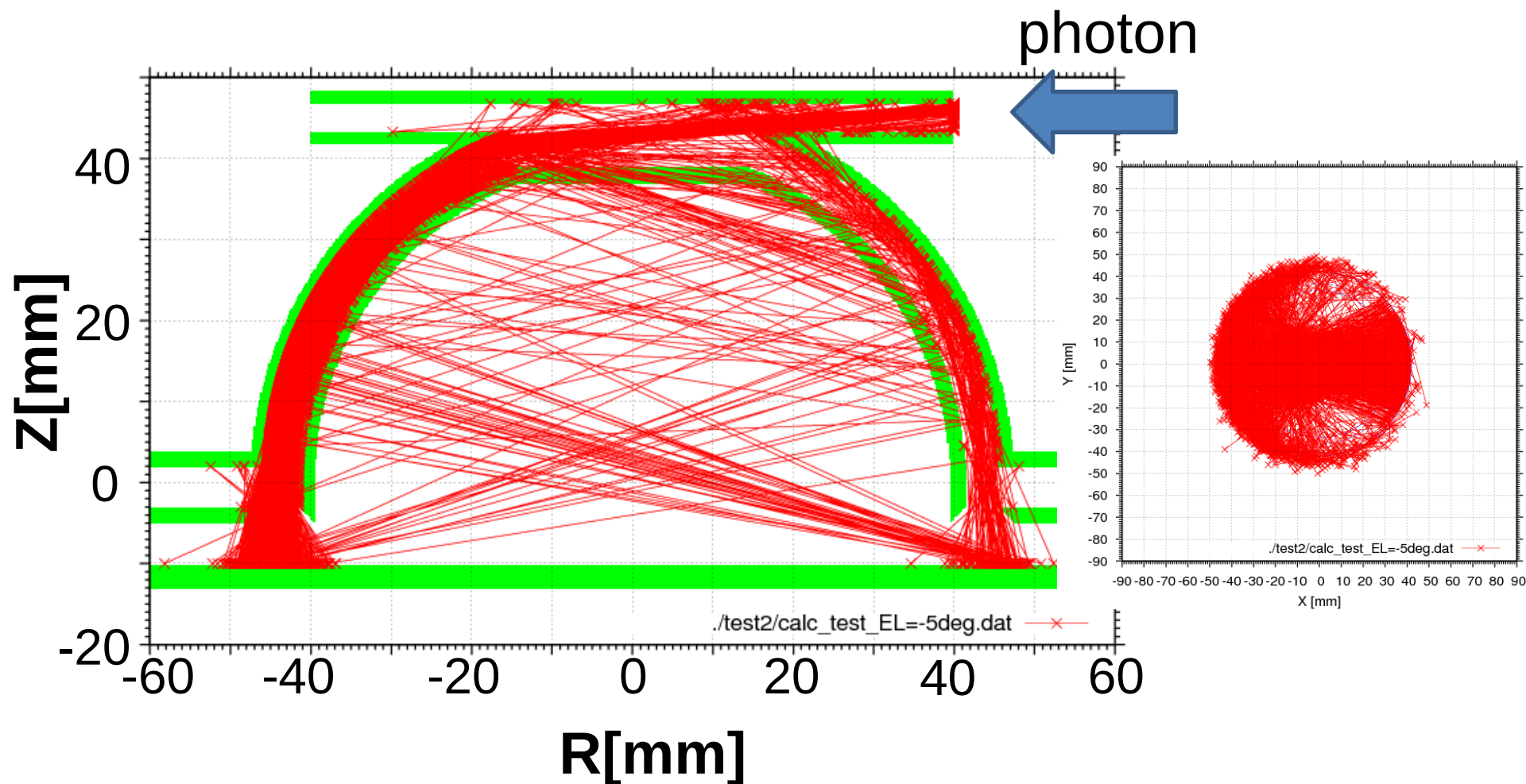
紫外線の飛ばし方

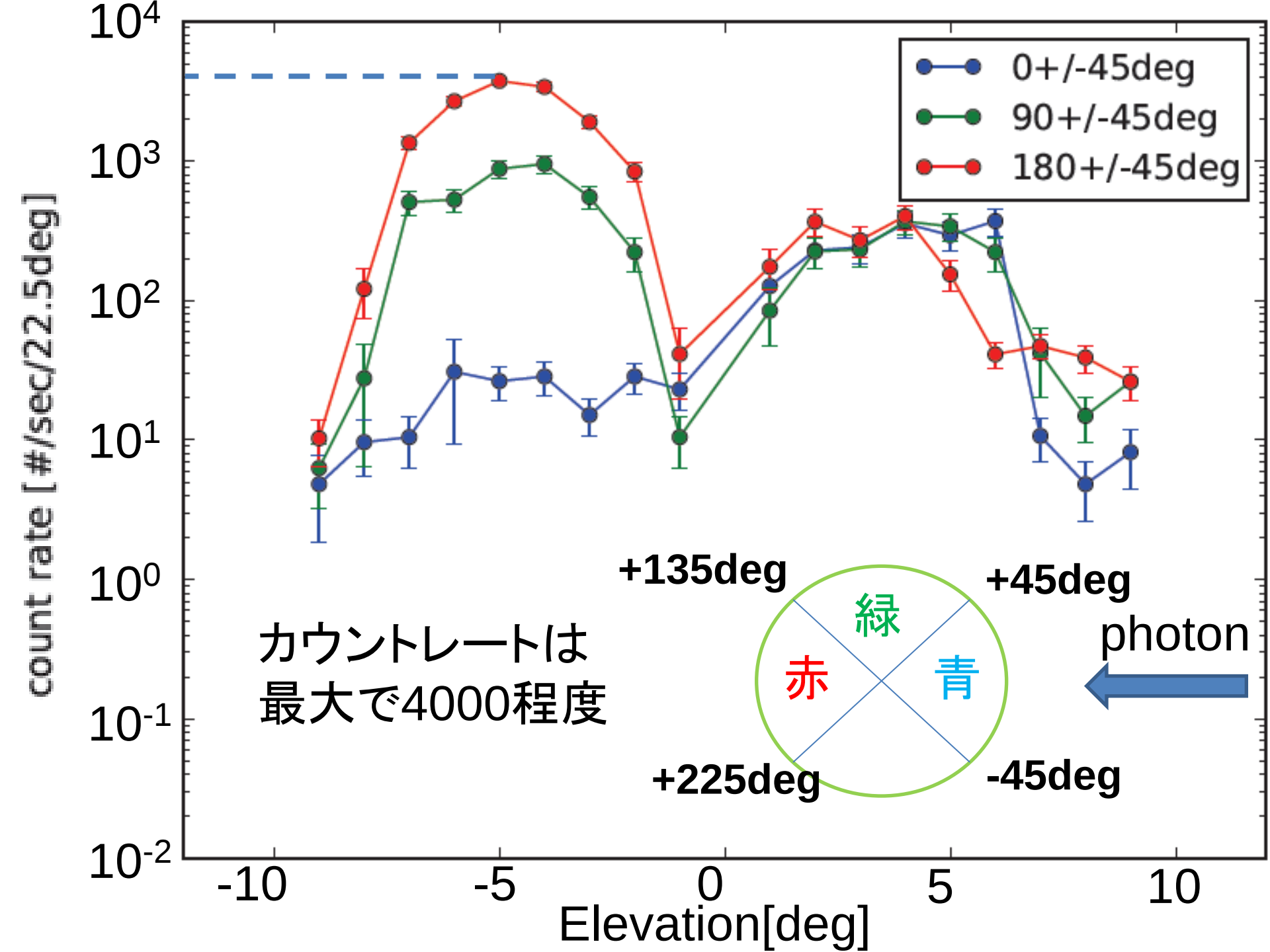


紫外線の軌道の例

紫外線は 2π strに対して一様にランダムに反射する

紫外線の反射率は10%





1 count level vs noise count level

1 count level

$$\begin{aligned} J &= 1/(\varepsilon * G * \tau * E) \\ &= 4.16 * 10^5 / E [(\text{cm}^2 \text{ sec str kev})^{-1}] \end{aligned}$$

noise count level

$$\begin{aligned} C &= C_{\text{start}} * C_{\text{stop}} * \Delta t \\ &= 4000 * 4000 * 150 * 10^{-9} \\ &= 2.4 [1/\text{sec}] \end{aligned}$$

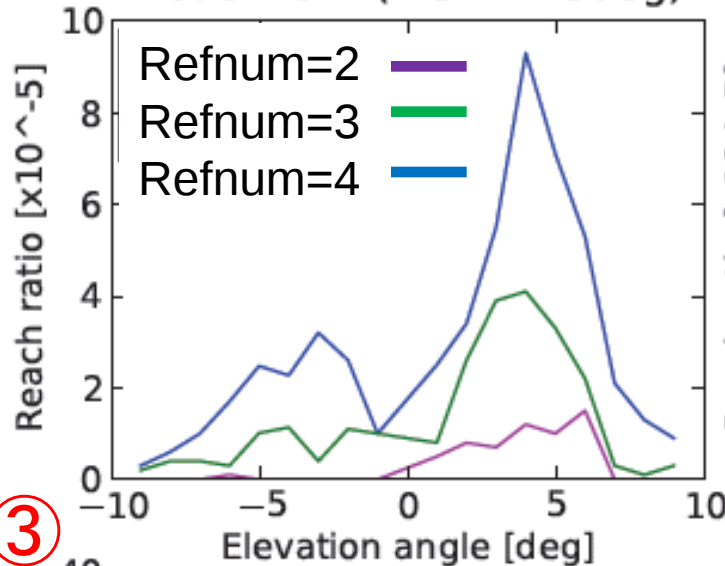
$$\begin{aligned} J &= C * \tau / (\varepsilon * G * \tau * E) \\ &= 1.6 \times 10^4 / E [(\text{cm}^2 \text{ sec str kev})^{-1}] \end{aligned}$$

1 count level の0.04倍程度⇒もっと下げる必要がある

反射回数別分布

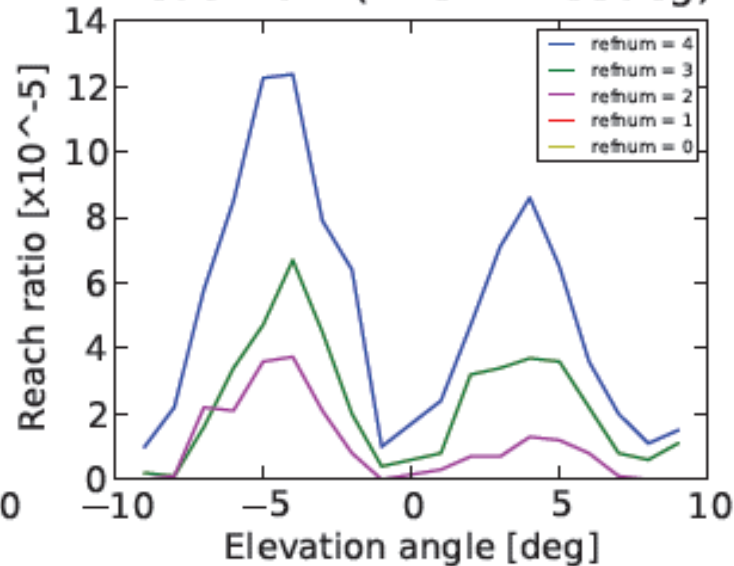
①

Reachnum (-45 - +45deg)

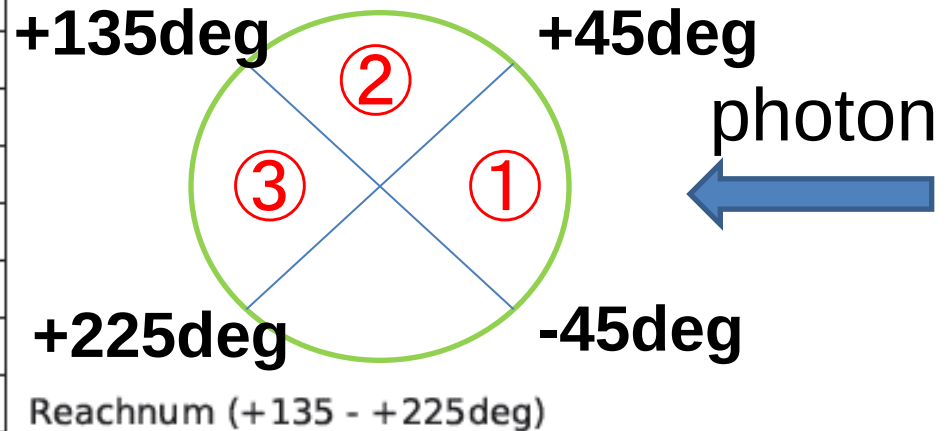
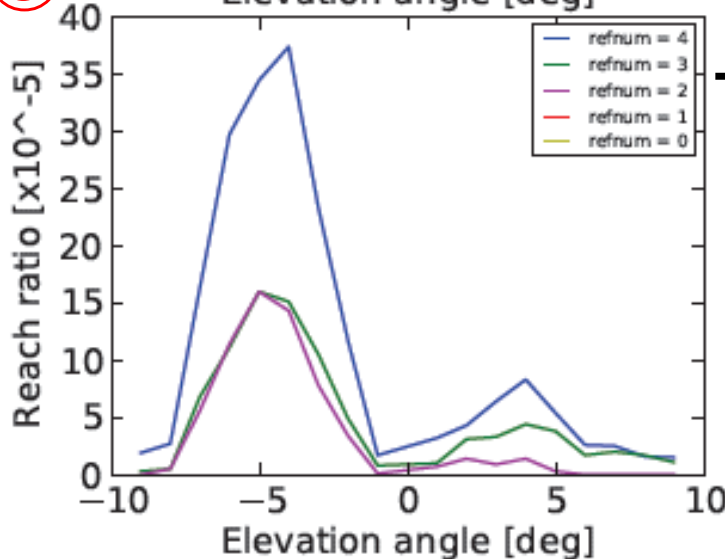


②

Reachnum (+45 - +135deg)

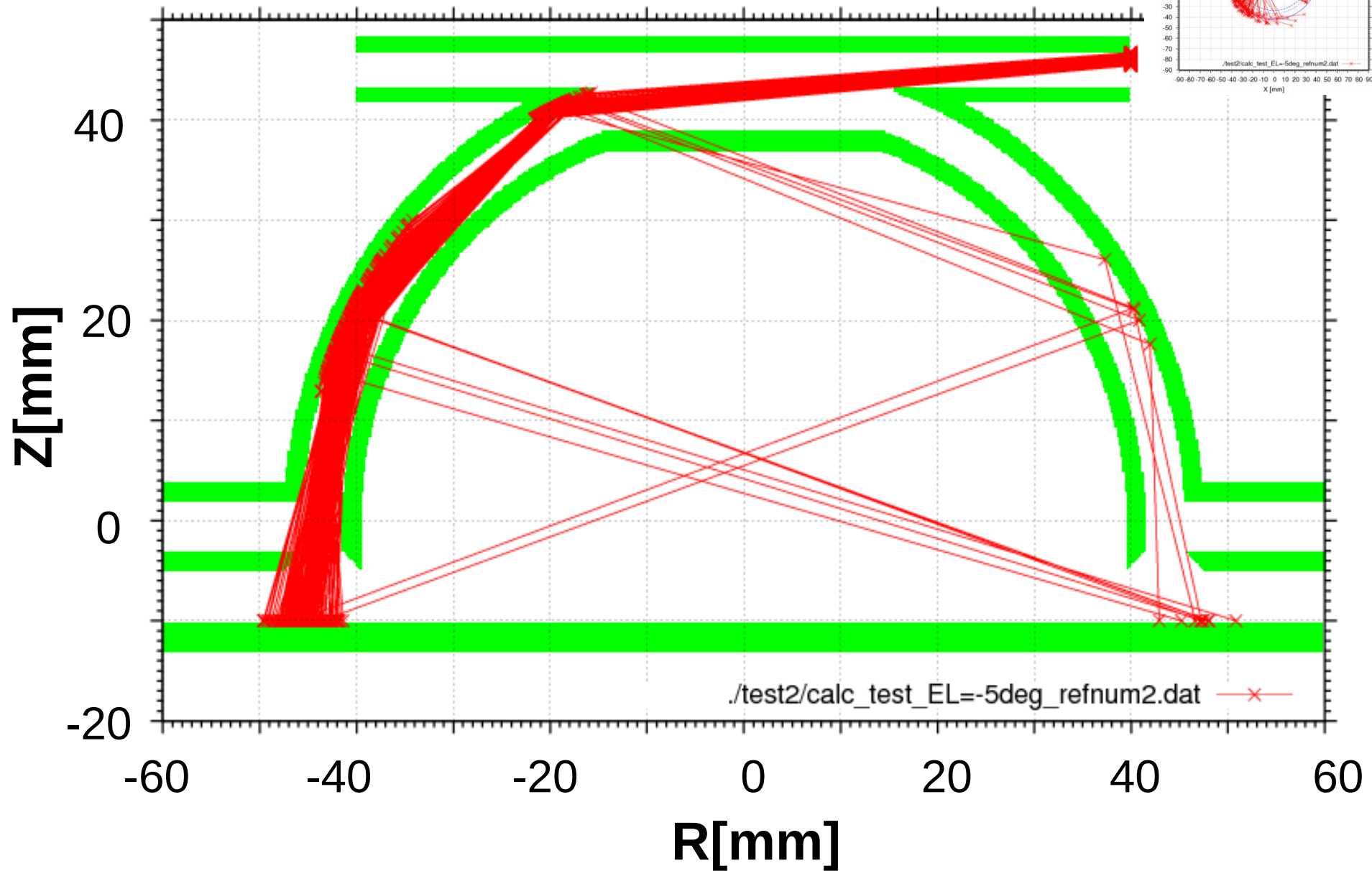


③

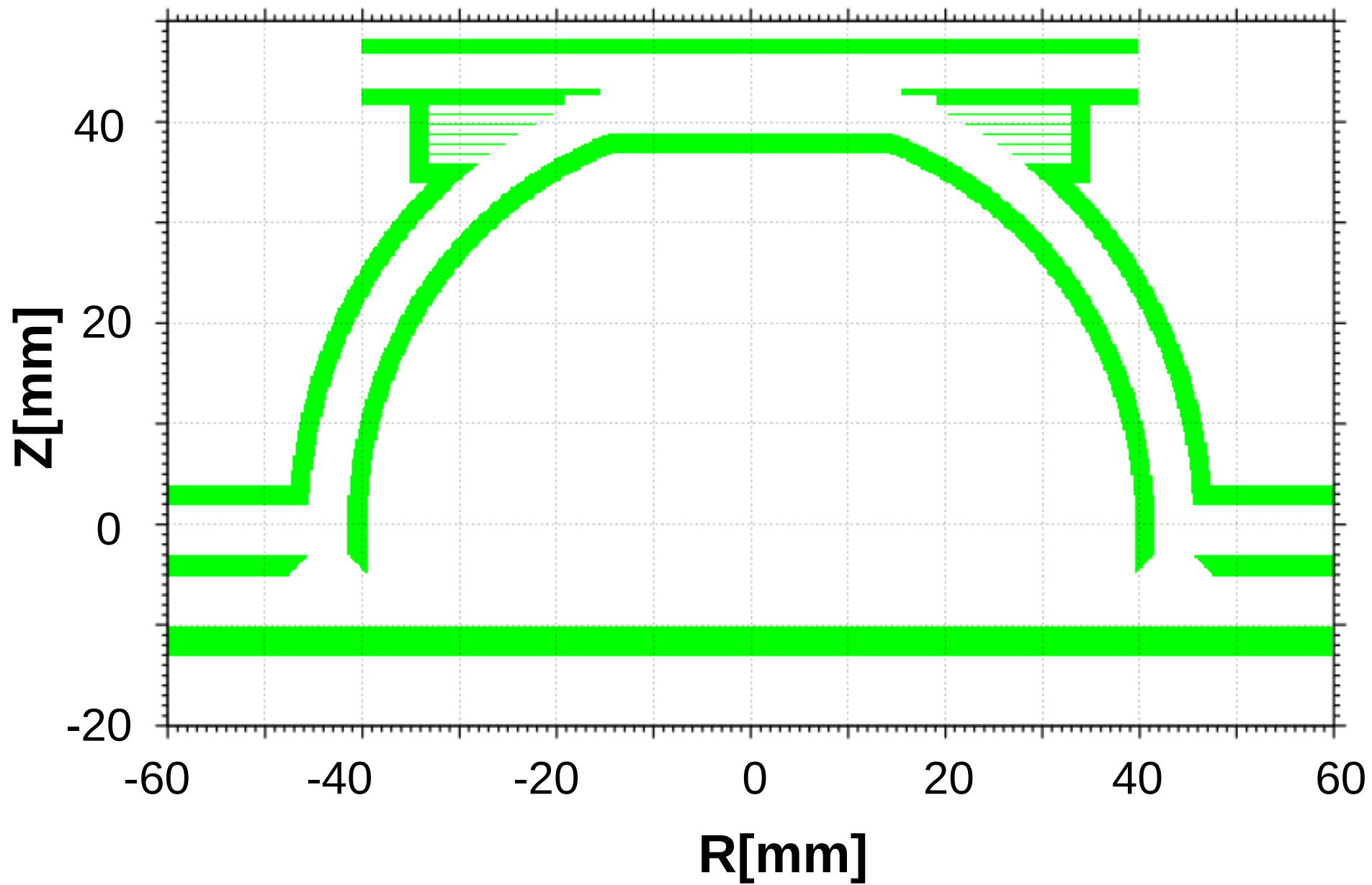


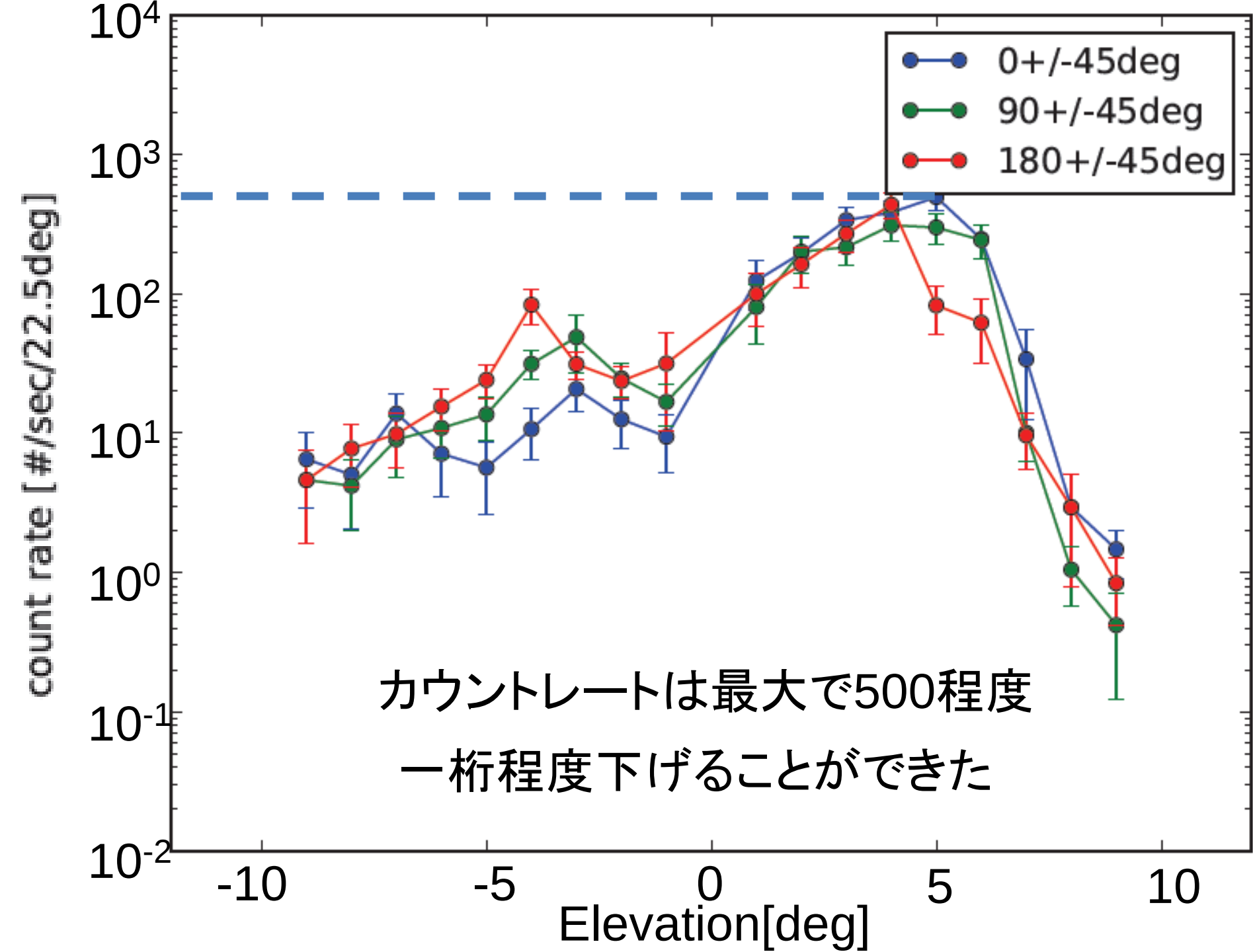
-5deg付近で二回反射が特に多い

Refnum=2



testmodel2

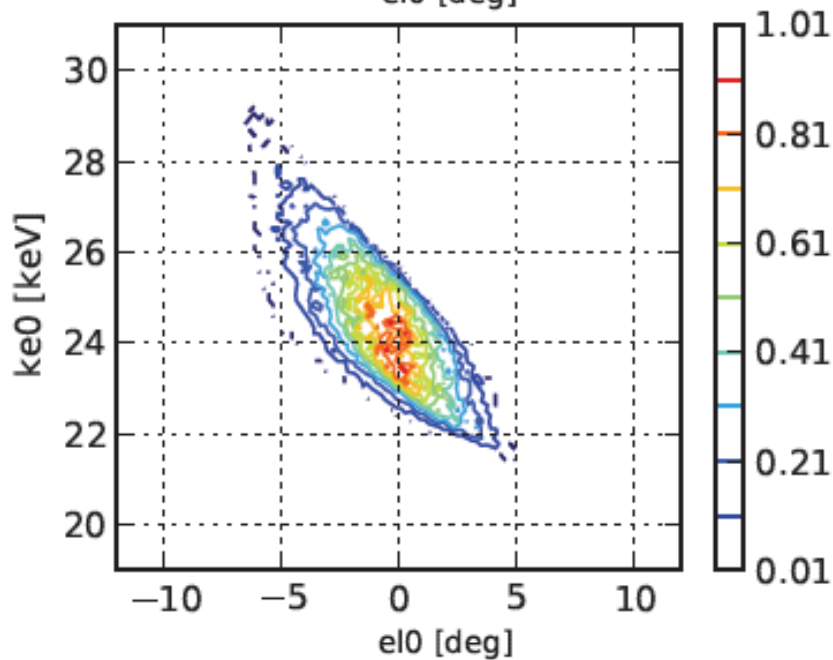
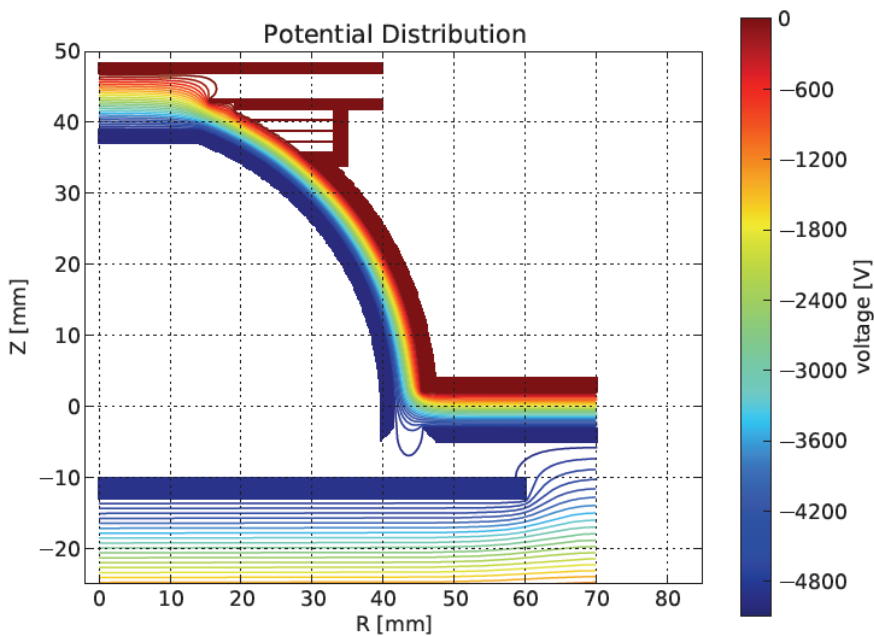
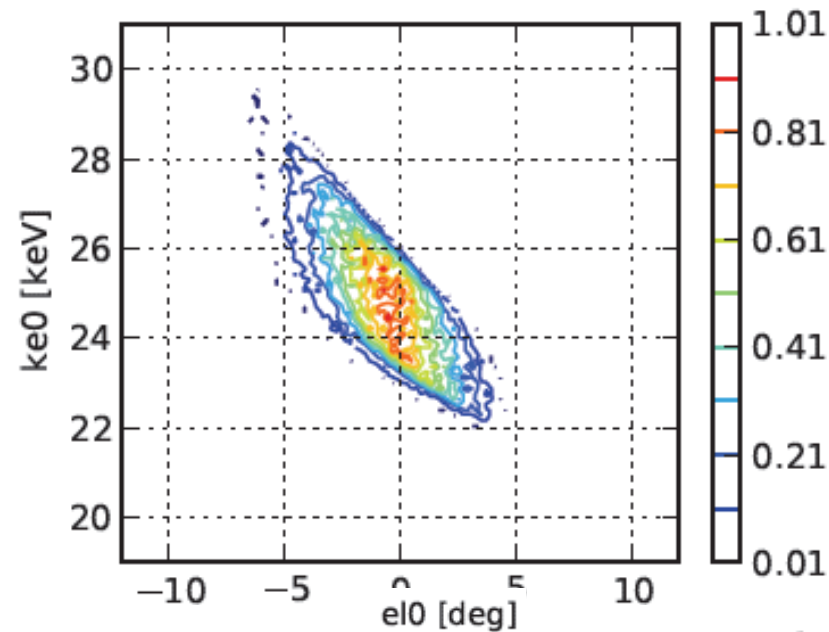
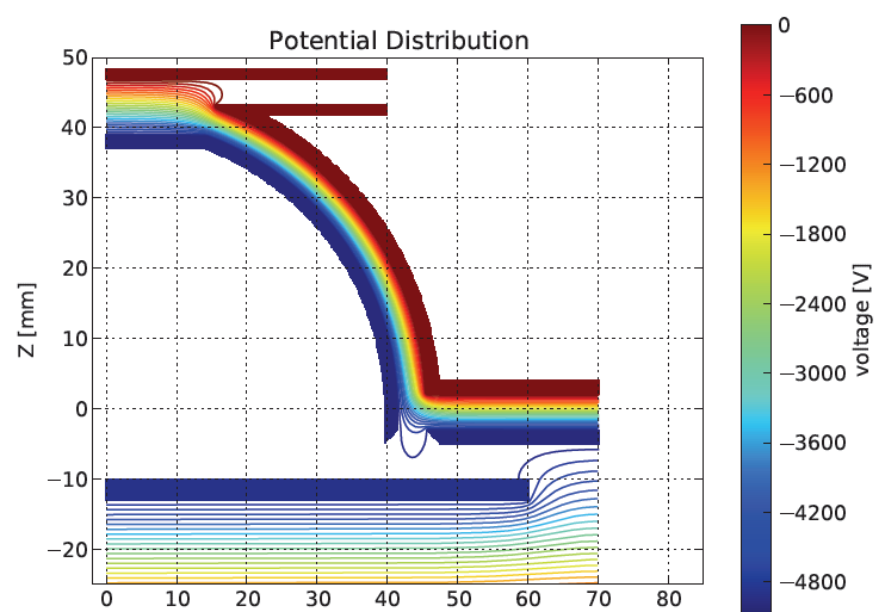


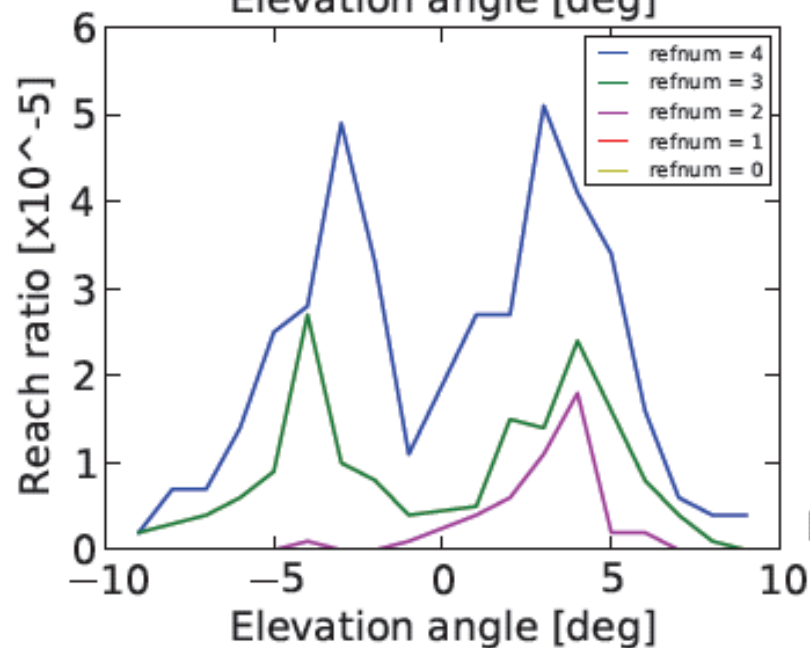
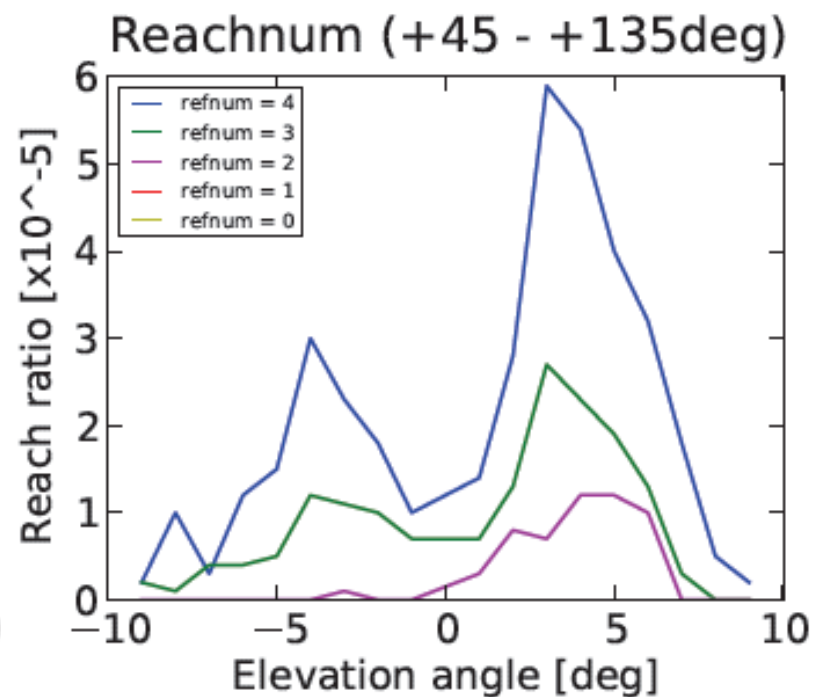
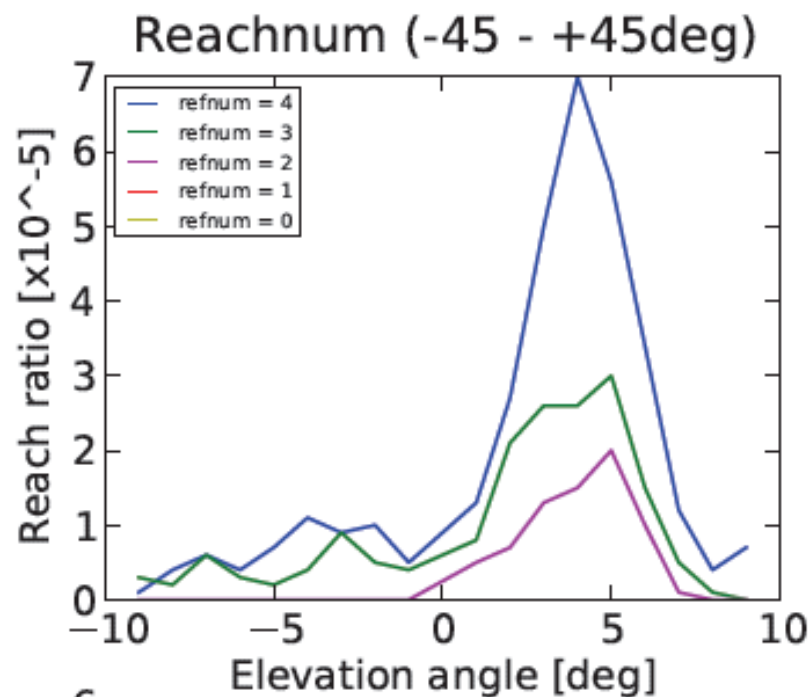


上図: testmodel

下図: testmodel2

性能確認

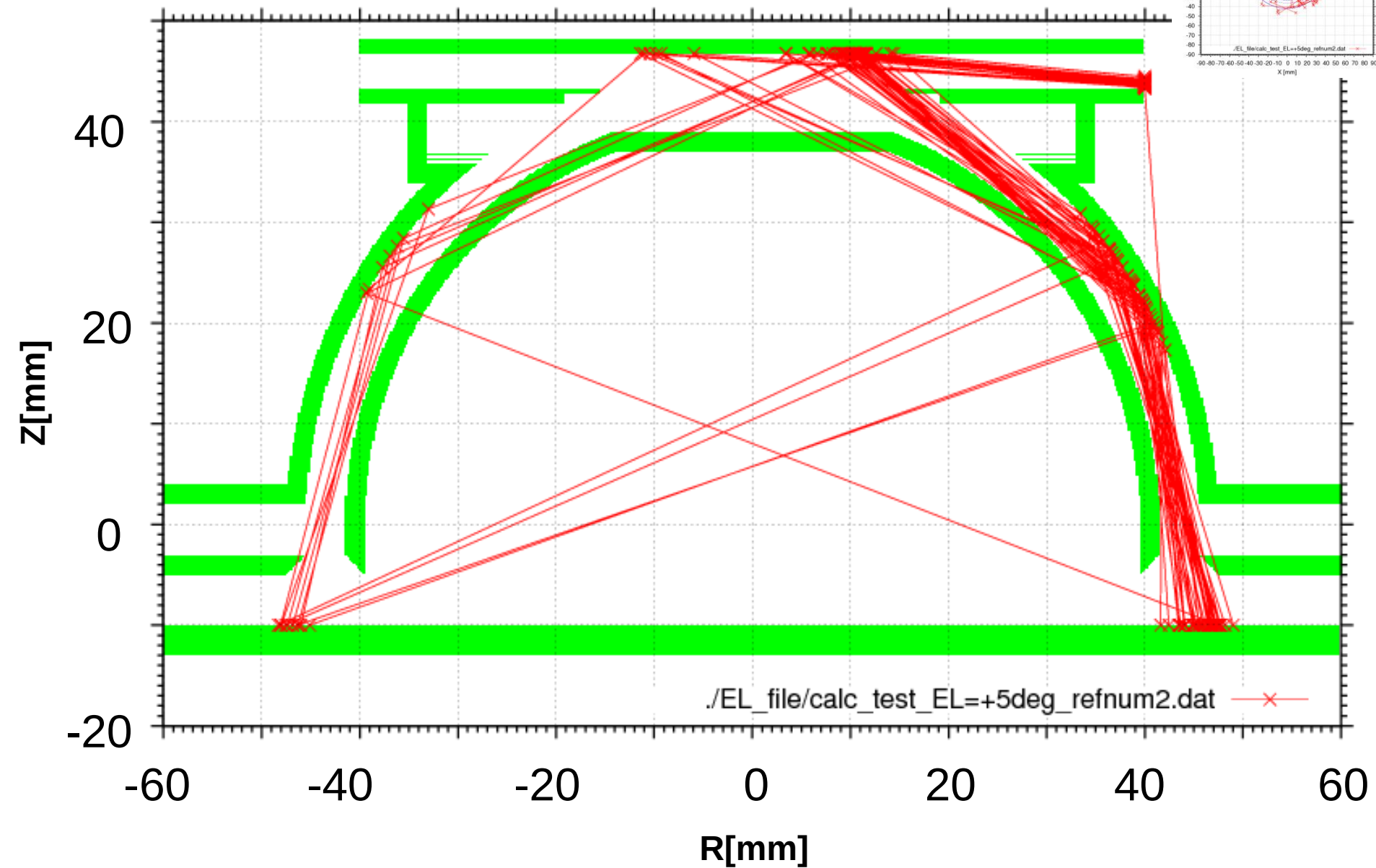




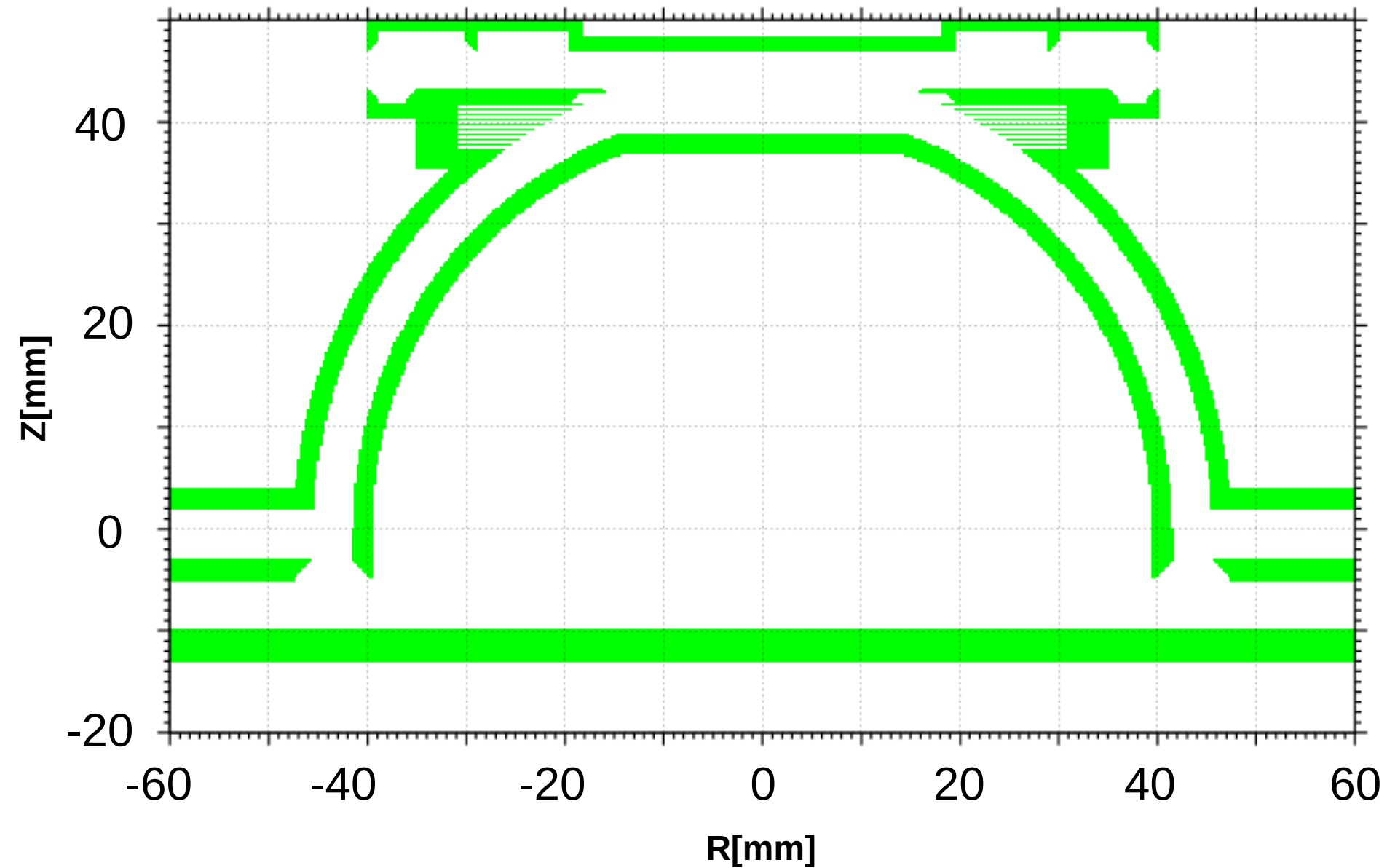
Reachnum (+135 - +225deg)

+5deg付近で二回反射が多くみられる

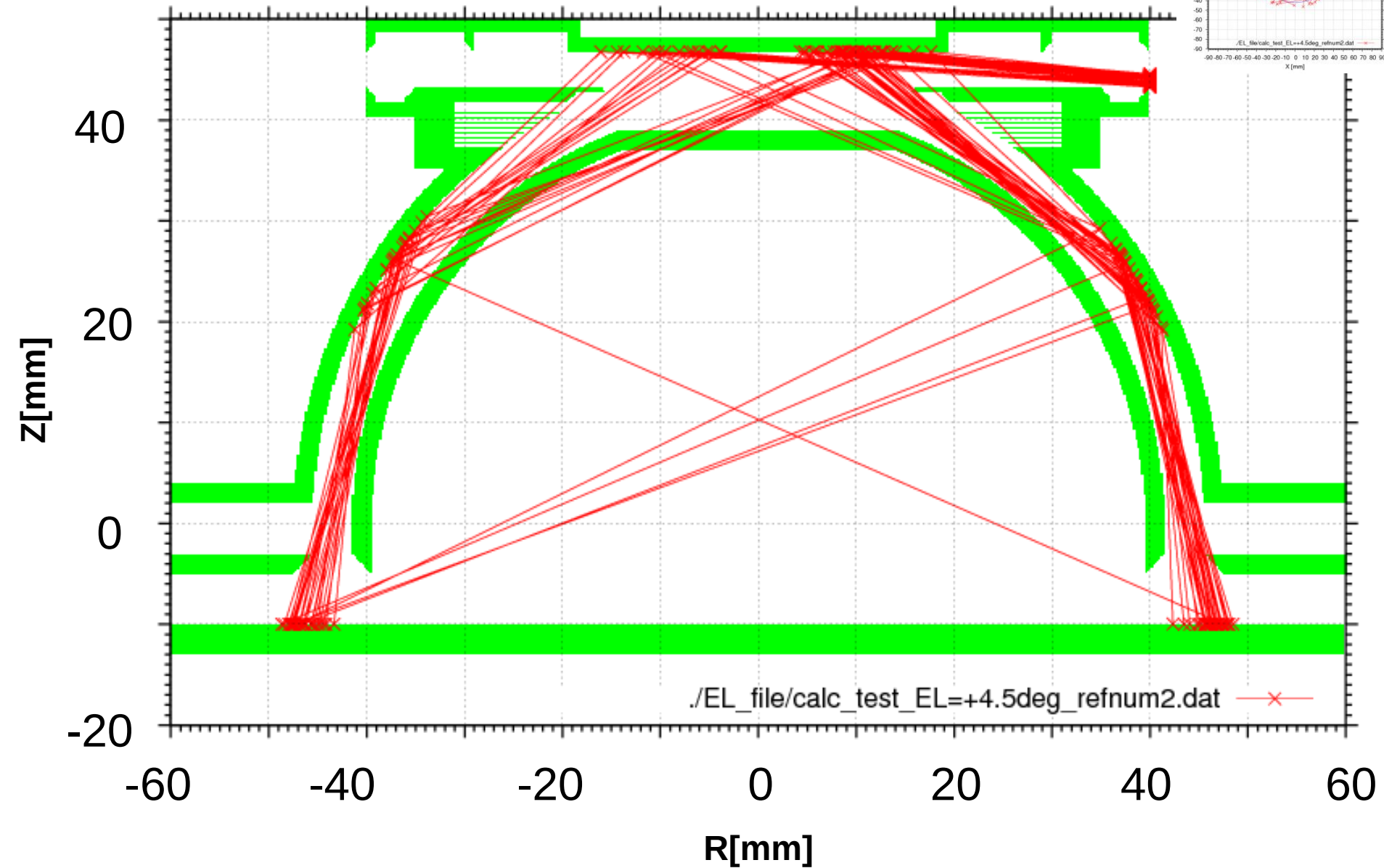
Refnum=2

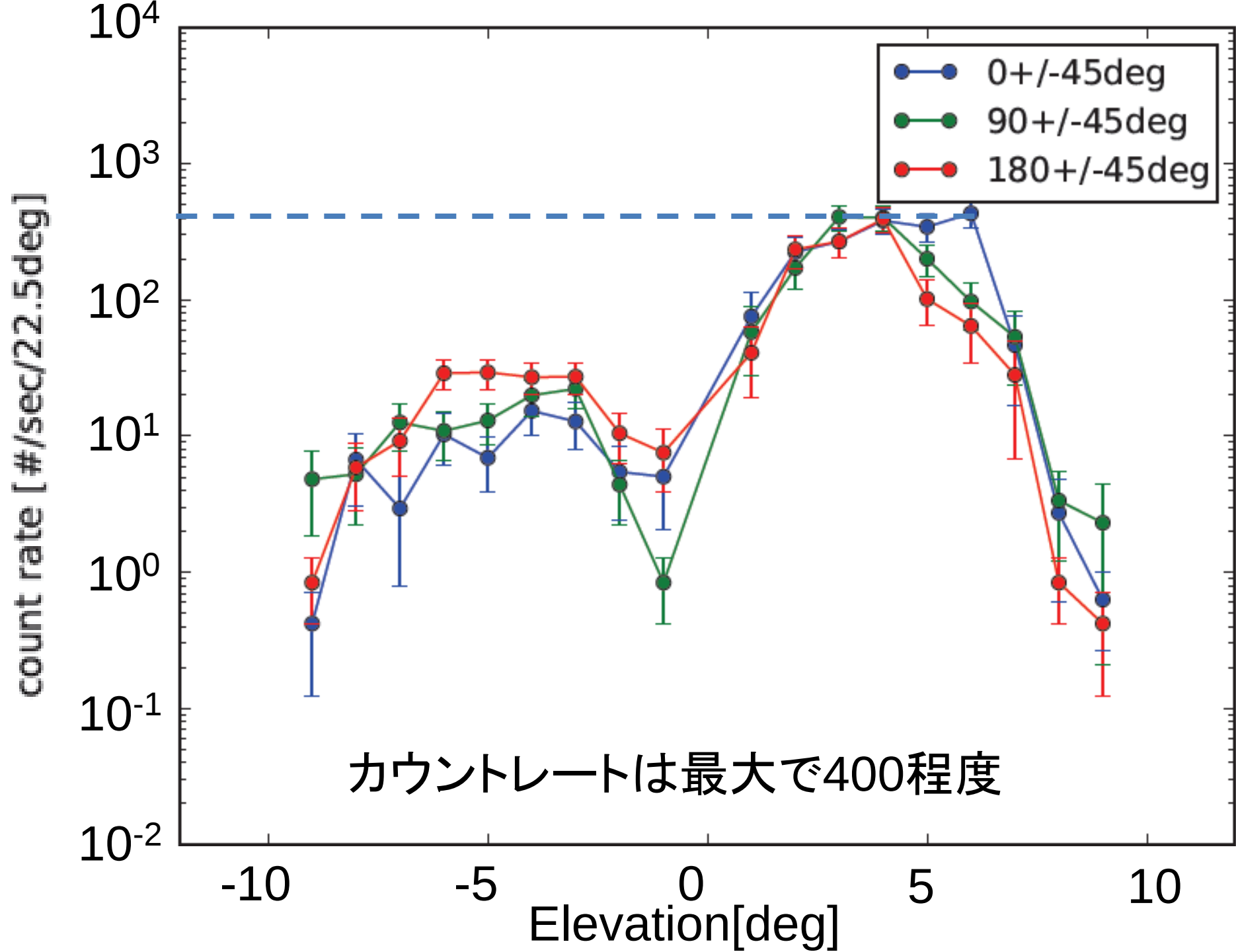


Testmodel3



Refnum=2

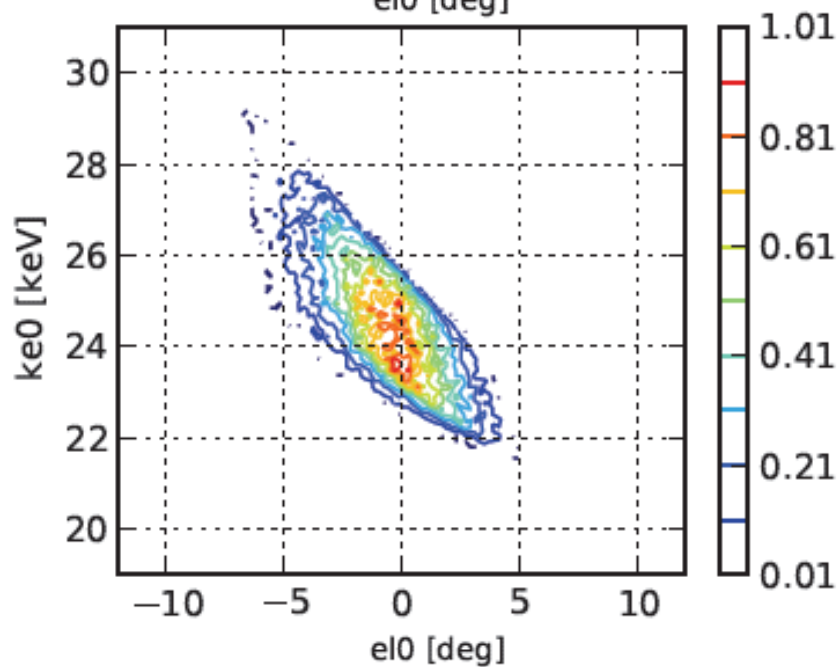
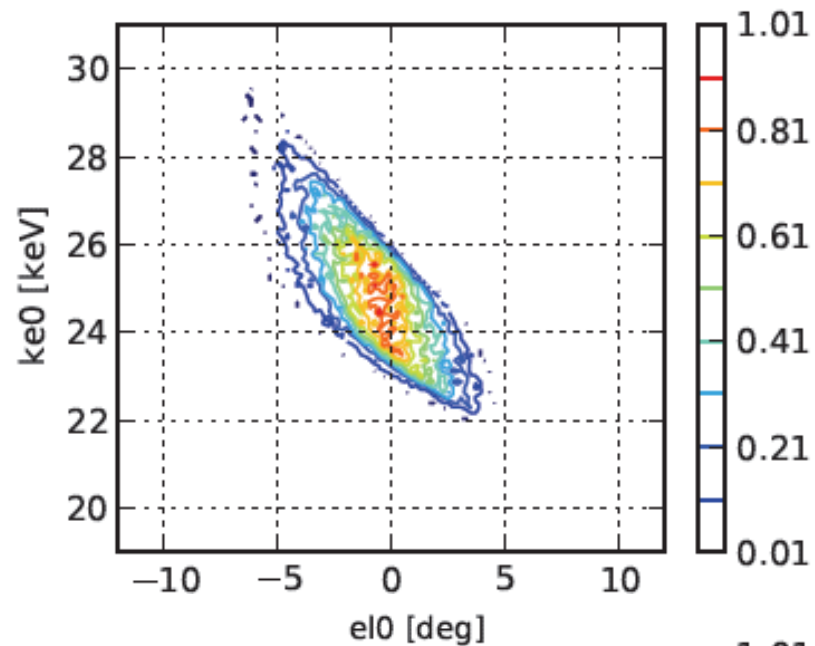
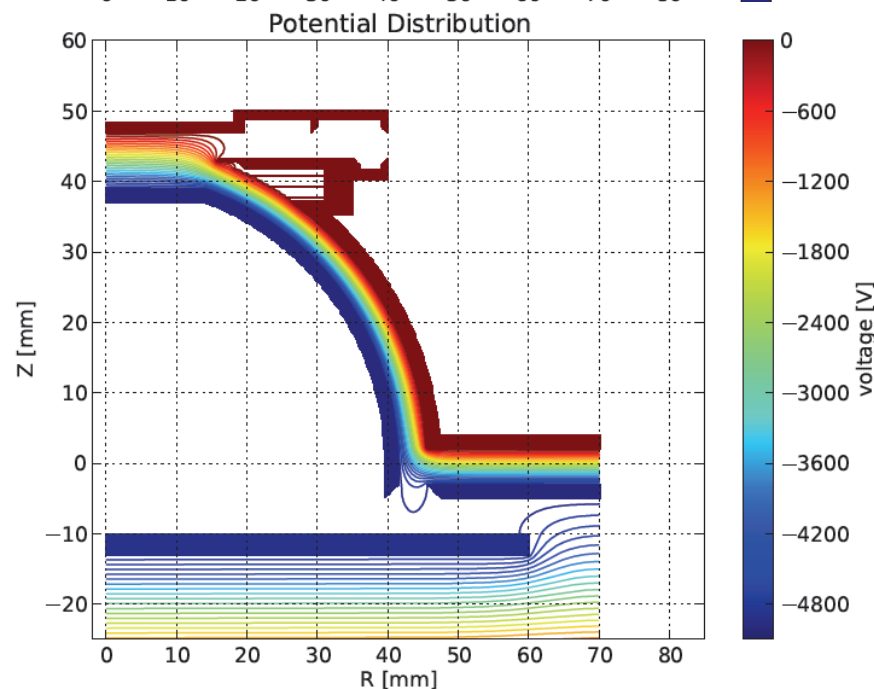
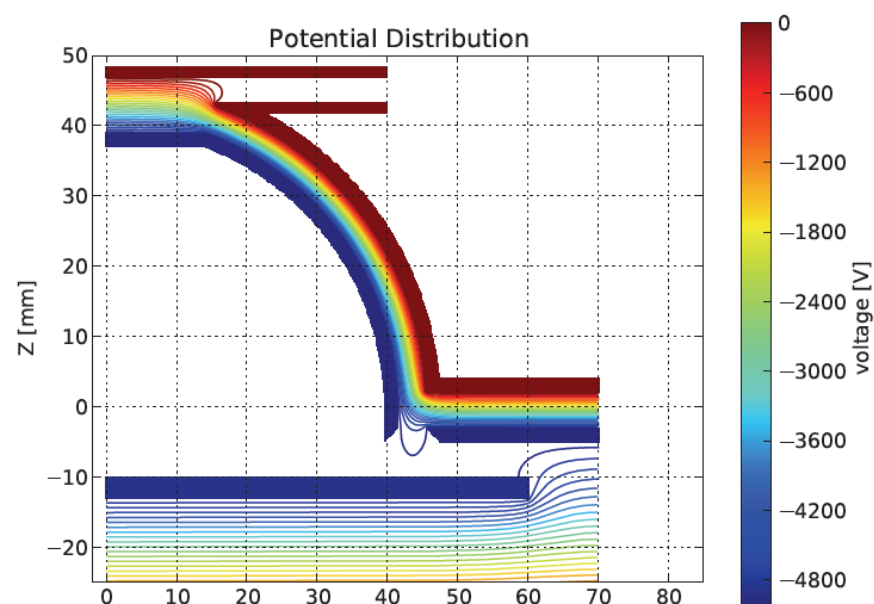


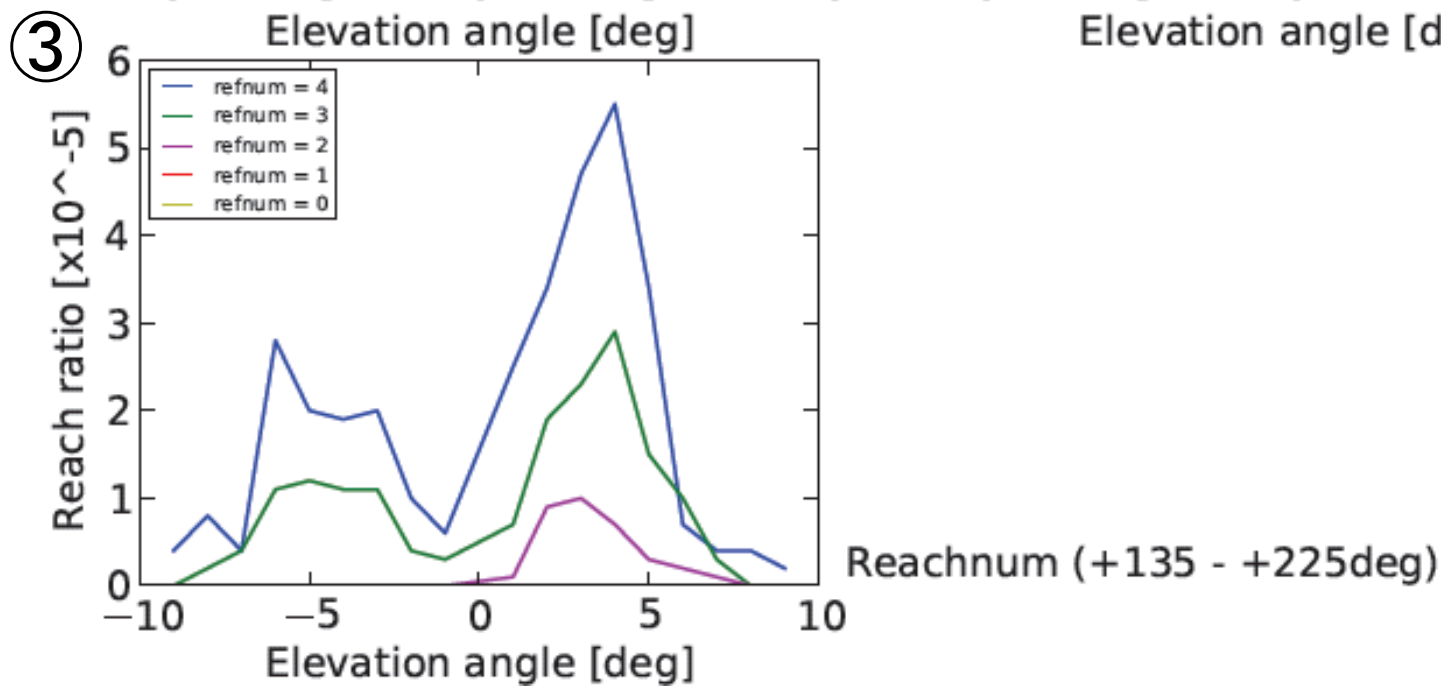
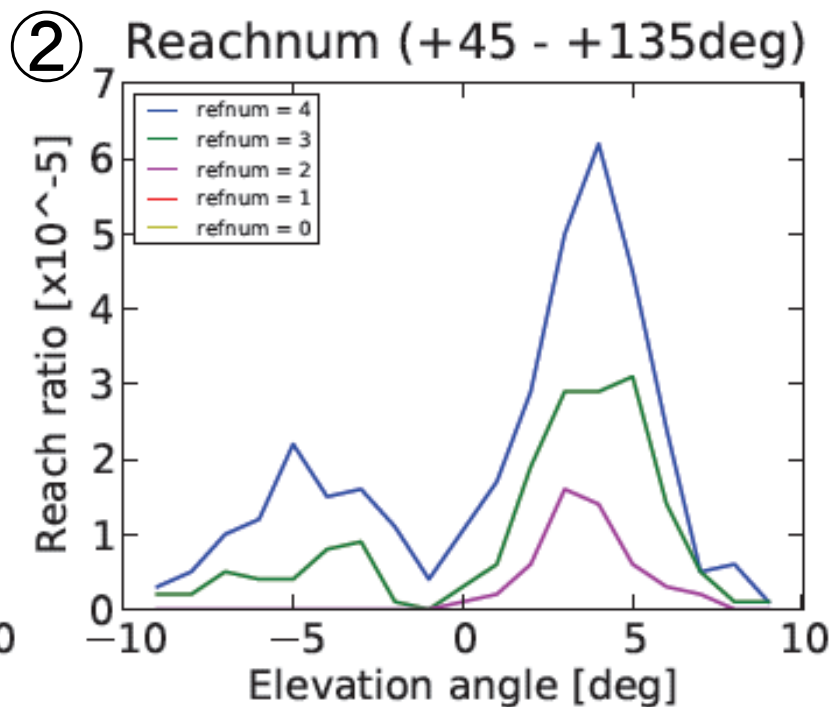
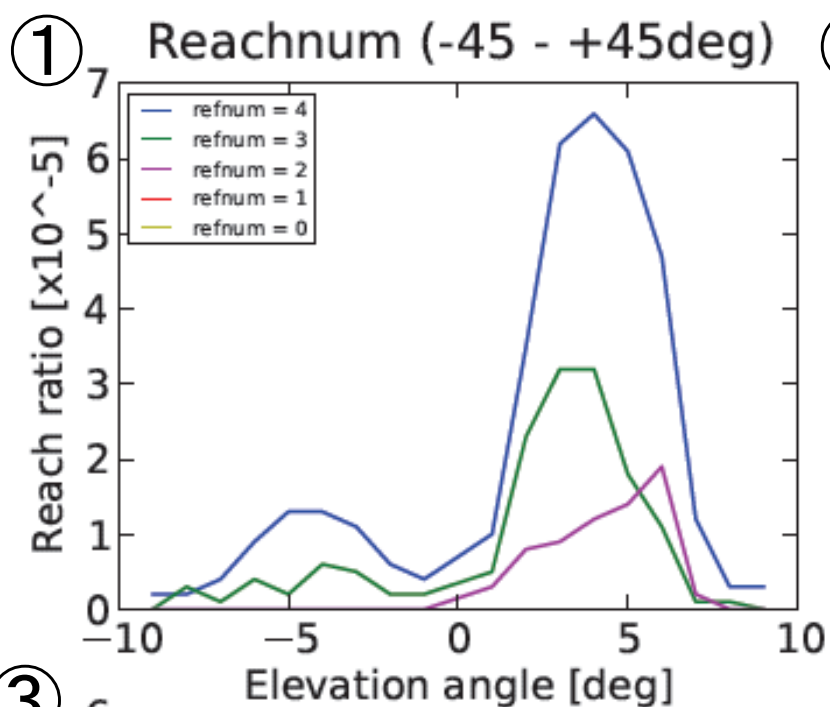


上図: testmodel

下図: testmodel3

性能確認

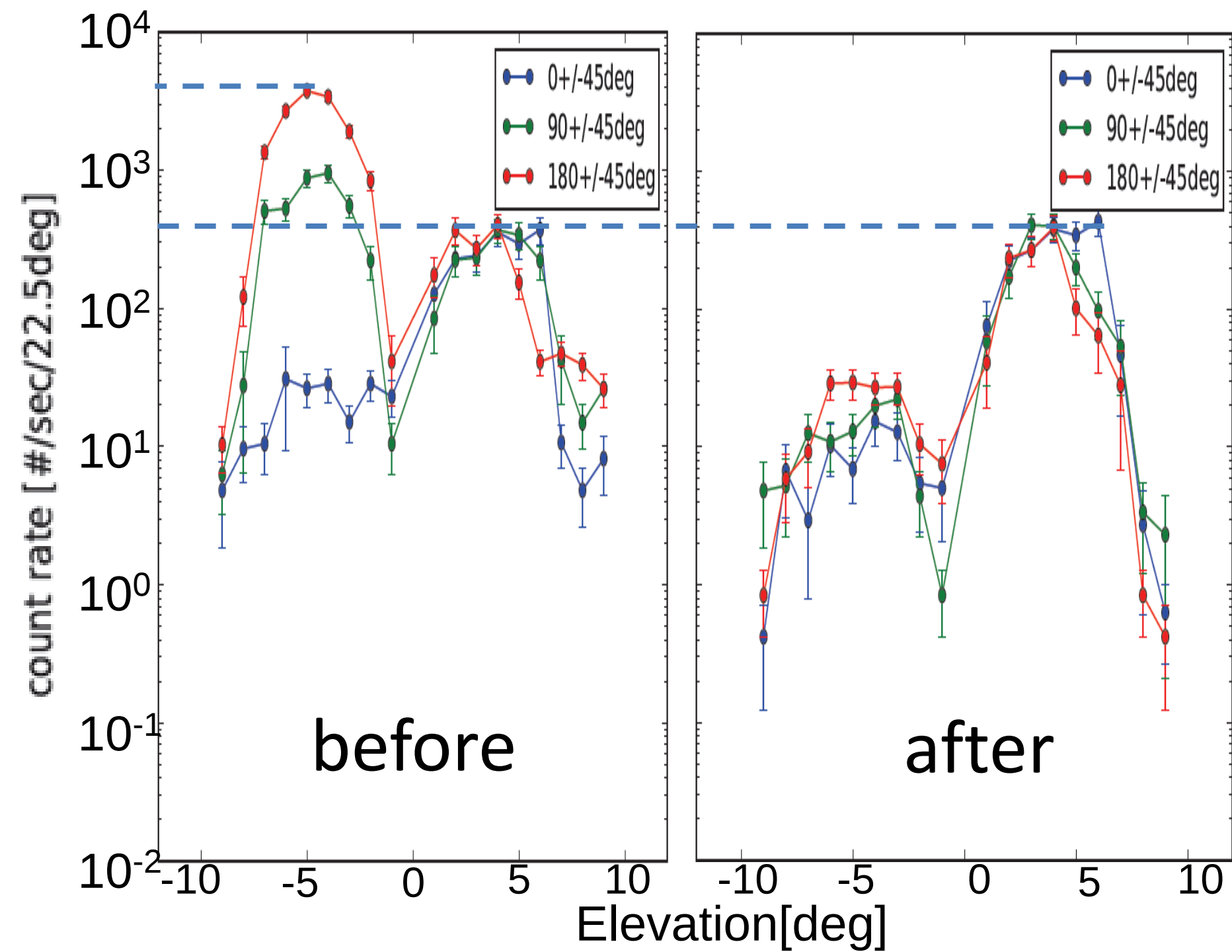




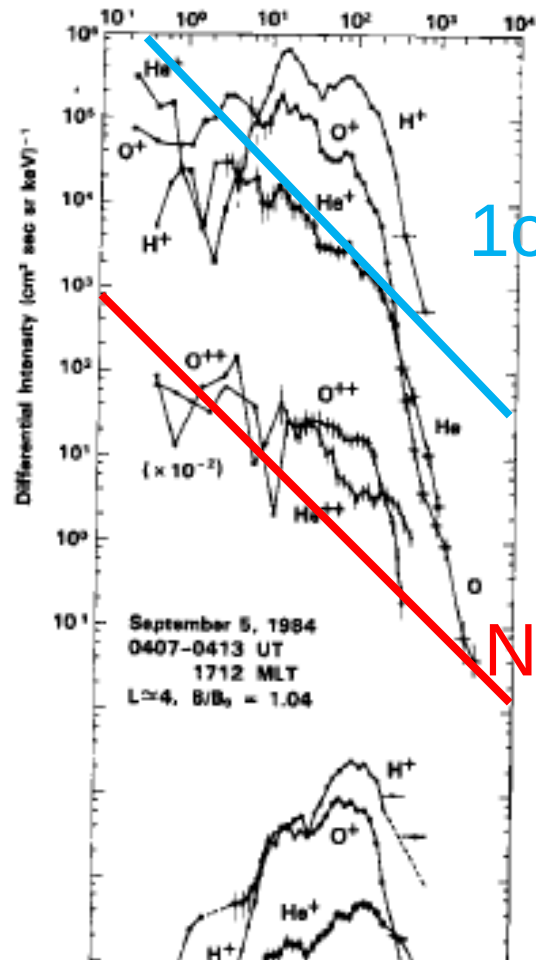
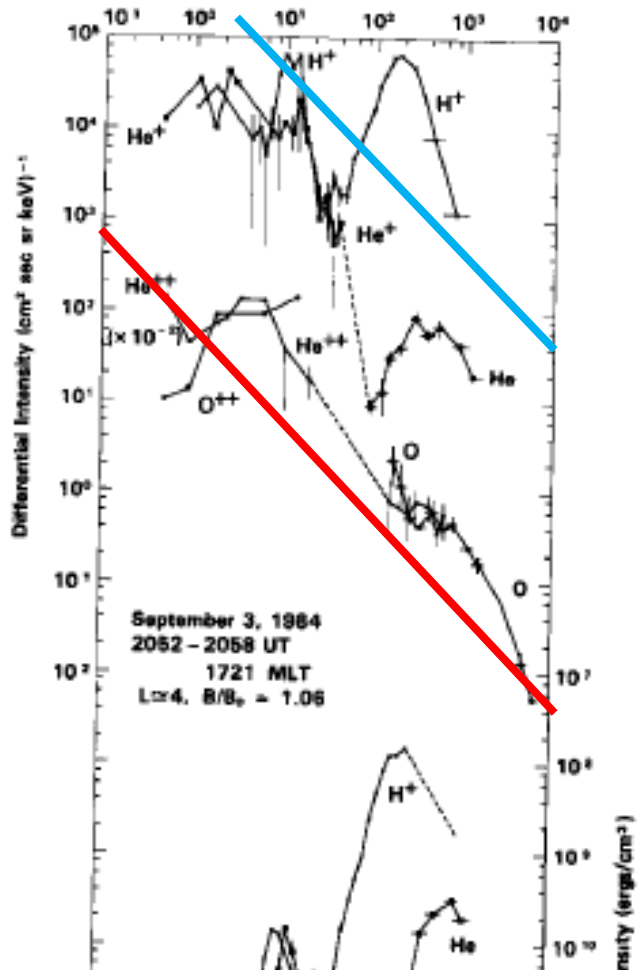
③に対して+5deg付近の二回反射が1/10になった

紫外線対策を施した性能(after)

Energy range	10eV/q~25keV/q
Time resolution	8sec
Angle resolution(azimuth)	22.5°
Angle resolution(elevation)	5° (FWHM)
Energy resolution	~13%(FWHM)
G-factor	$2.6 \times 10^{-3} \text{cm}^2 \text{ sr keV/keV/22.5}^\circ$



AMPTE Charge Composition Explorer

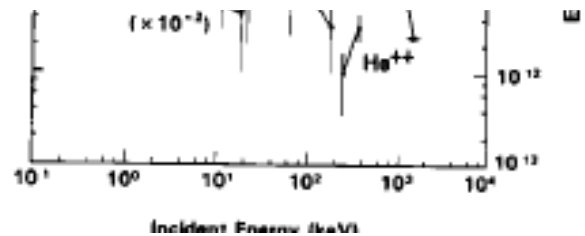
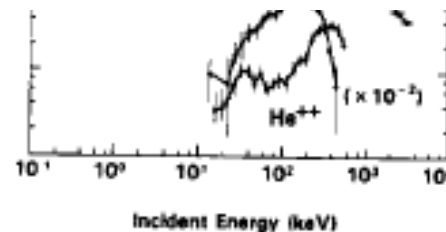
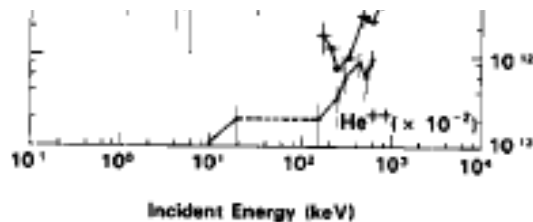


1count level

Noise count level

Noise count levelは1 count levelより3桁小さい値にした

- H^+
- O^+
- He
- He
- O^{++}
- O
- He^{++}



まとめ

- 静電分析部の設計に紫外線対策を施し、紫外線によるノイズを可能な限り小さくするモデルを計算機シミュレーションによって設計した。

futurework

- 放射線対策
- 製作と実験

