

広範囲同時測定による 超高エネルギー宇宙線探索

理論物理チーム 伊勢千沙子

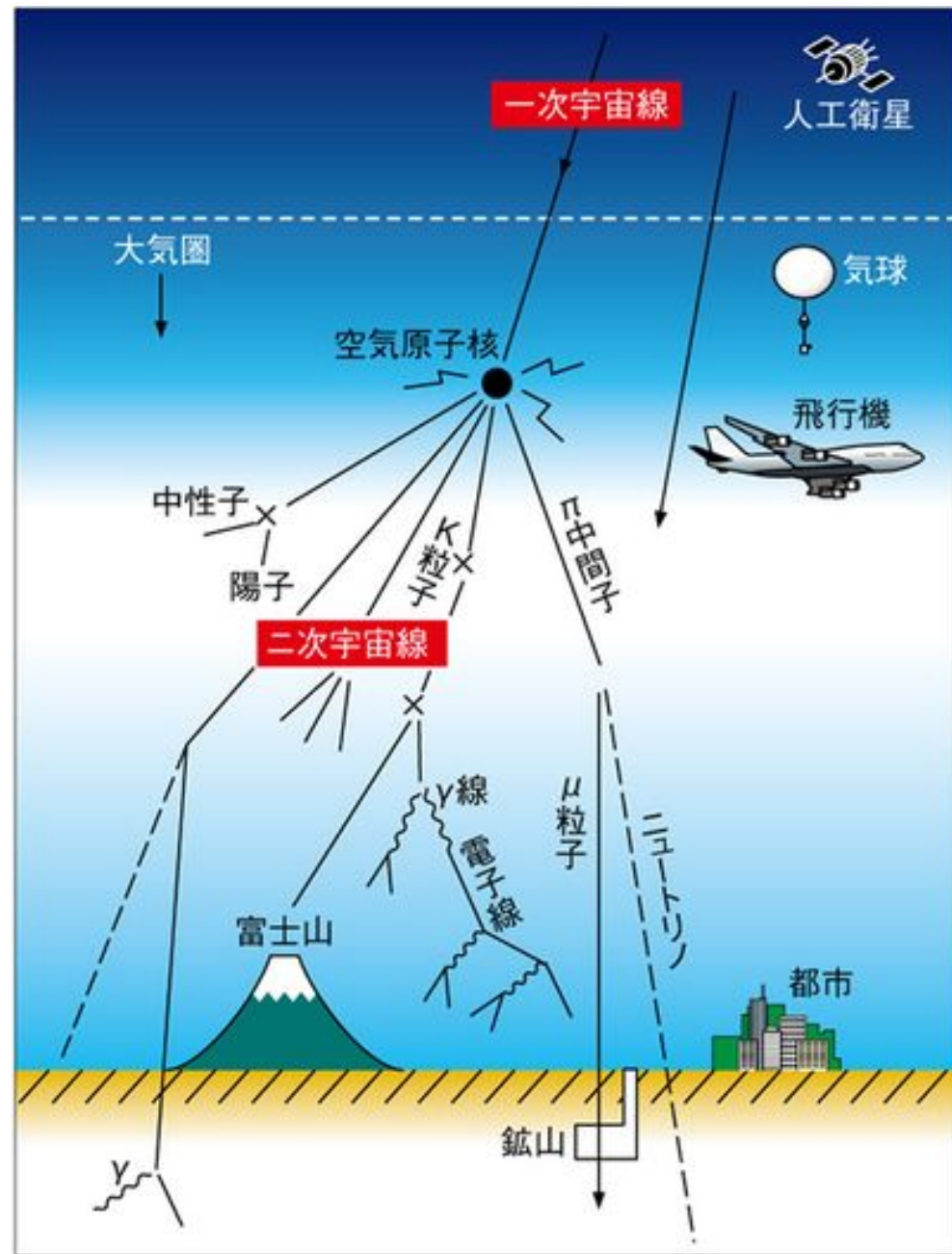
宇宙線とは？

宇宙空間を高エネルギーで飛び交っている粒子のこと。

主な成分は、陽子と中性子からなる原子核。

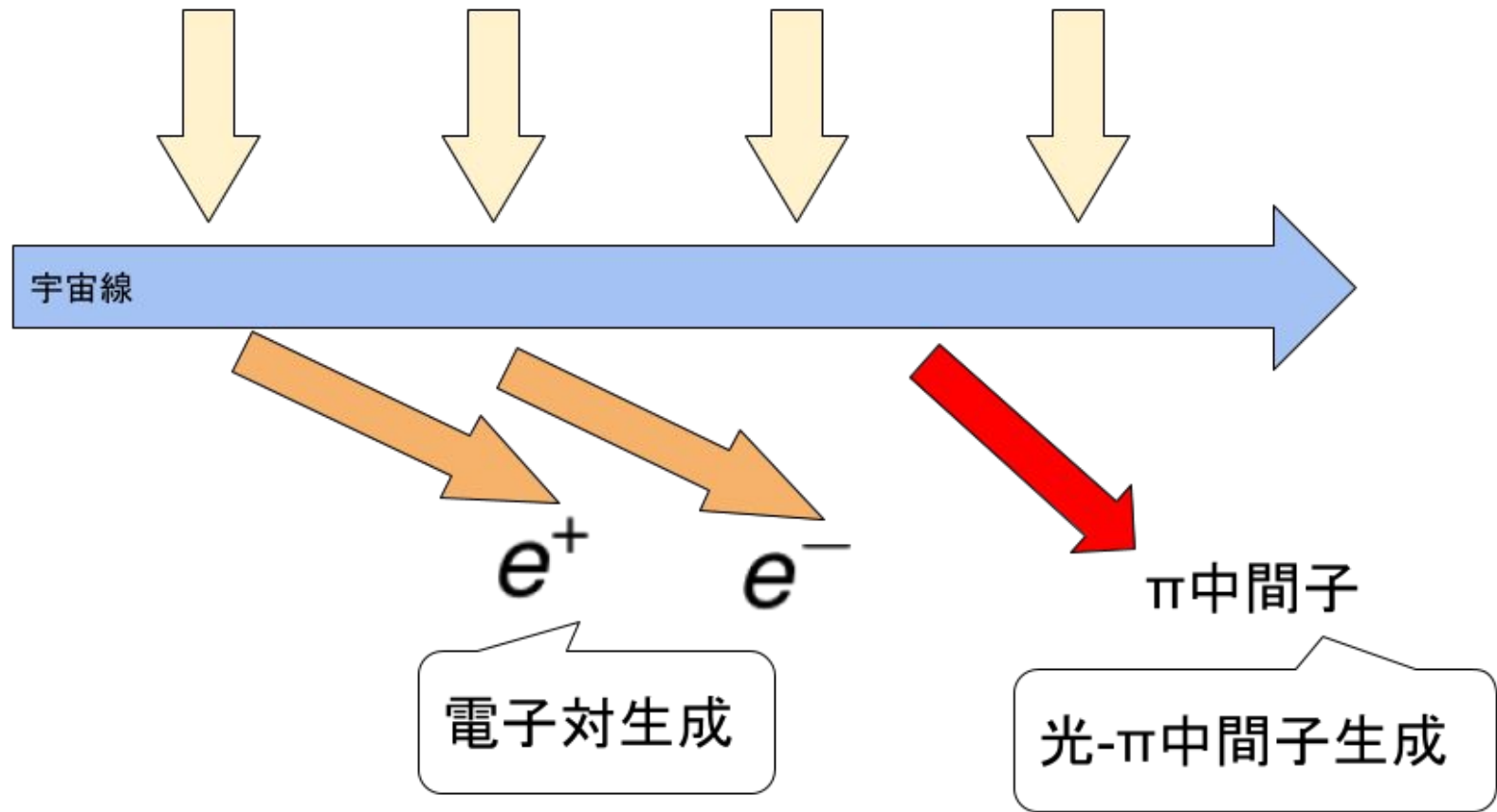
超高エネルギー宇宙線

$$E \geq 10^{15} \text{ eV}$$



GZK効果

宇宙背景放射



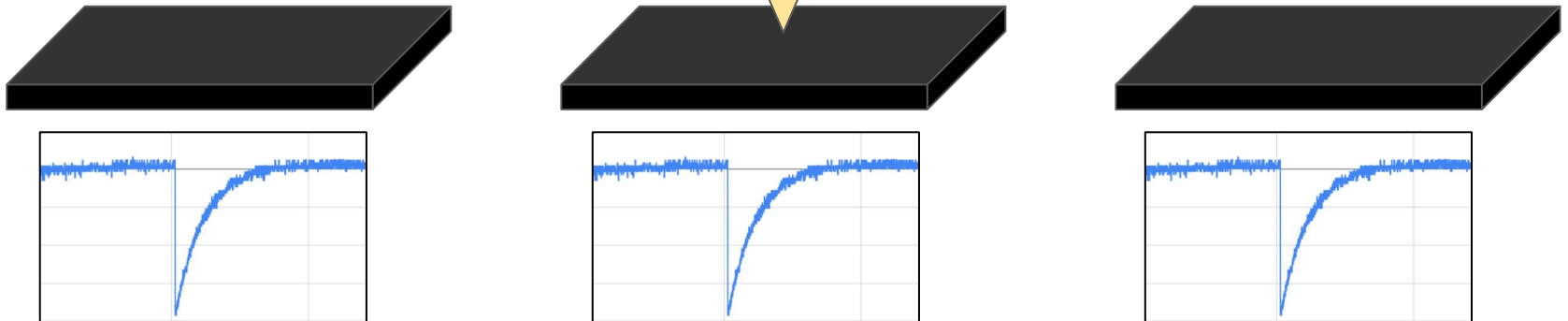
GZK限界 $E = 10^{20} eV$

観測の仕組み

宇宙線

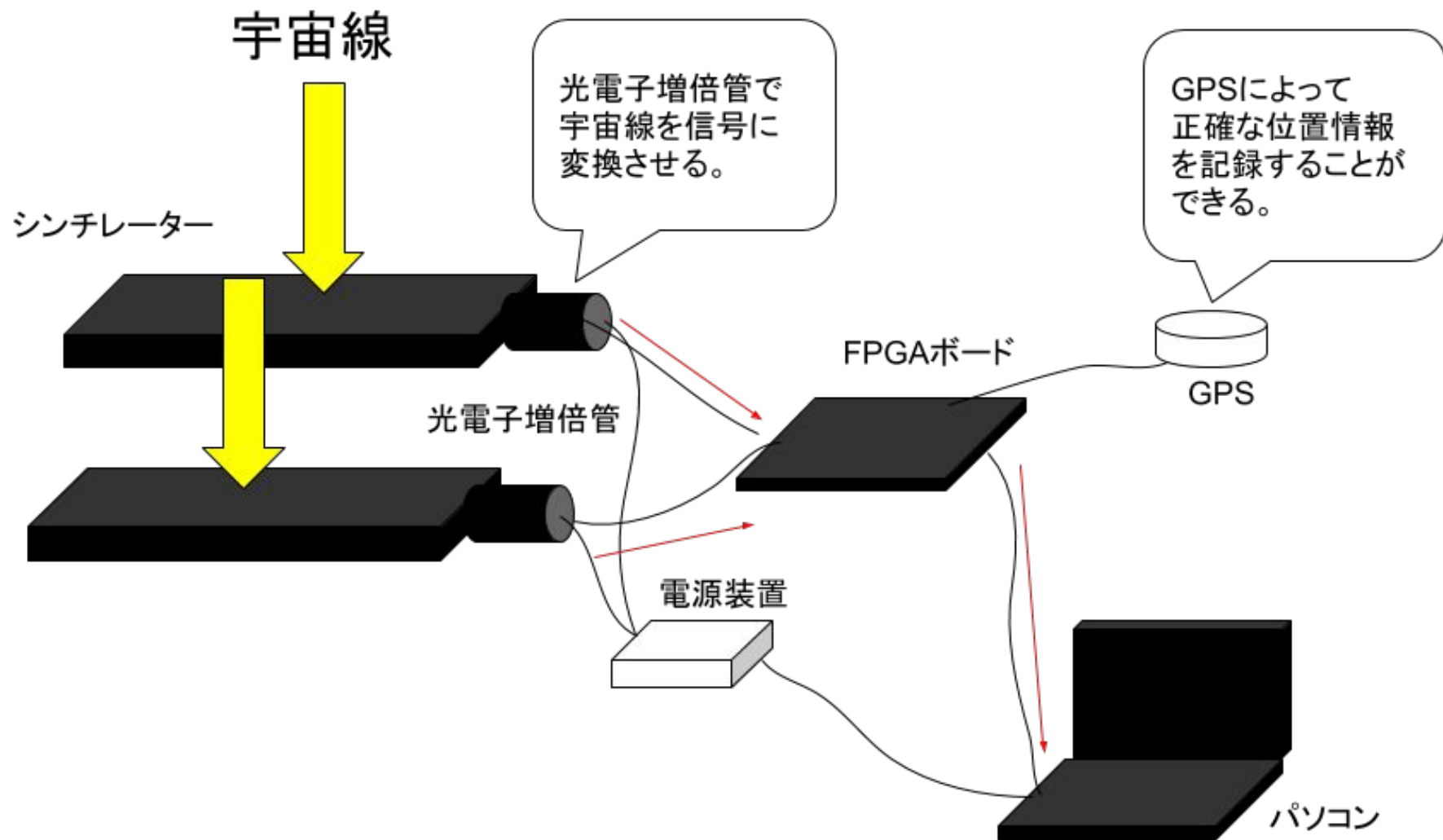
1次宇宙線のエネルギーが大きいほど広範囲に分散

大気圏

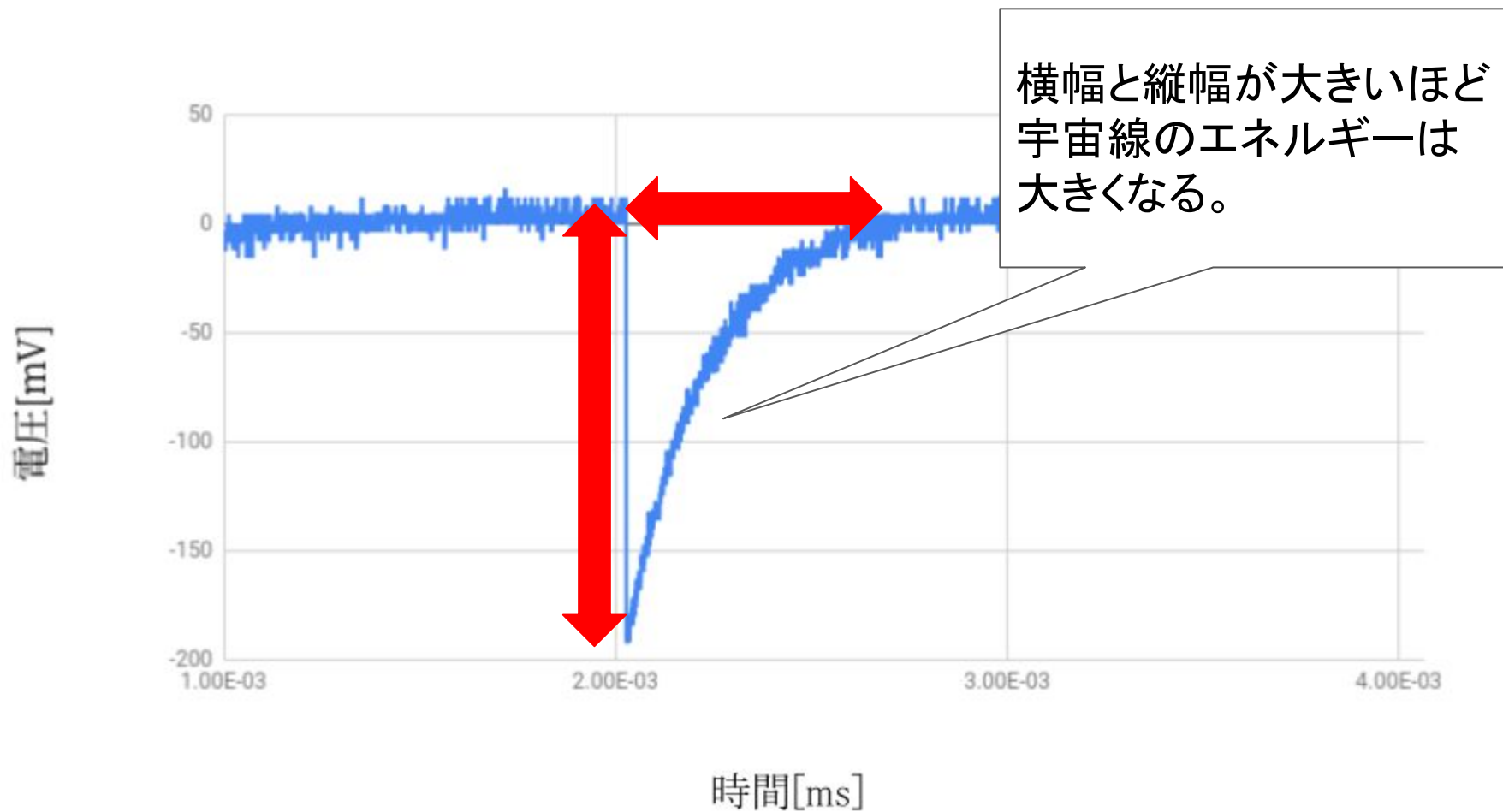


→ 同時であるものの相関をとって統計処理をする

観測装置



オシロスコープで観測された宇宙線の波長



2校同時測定の解析

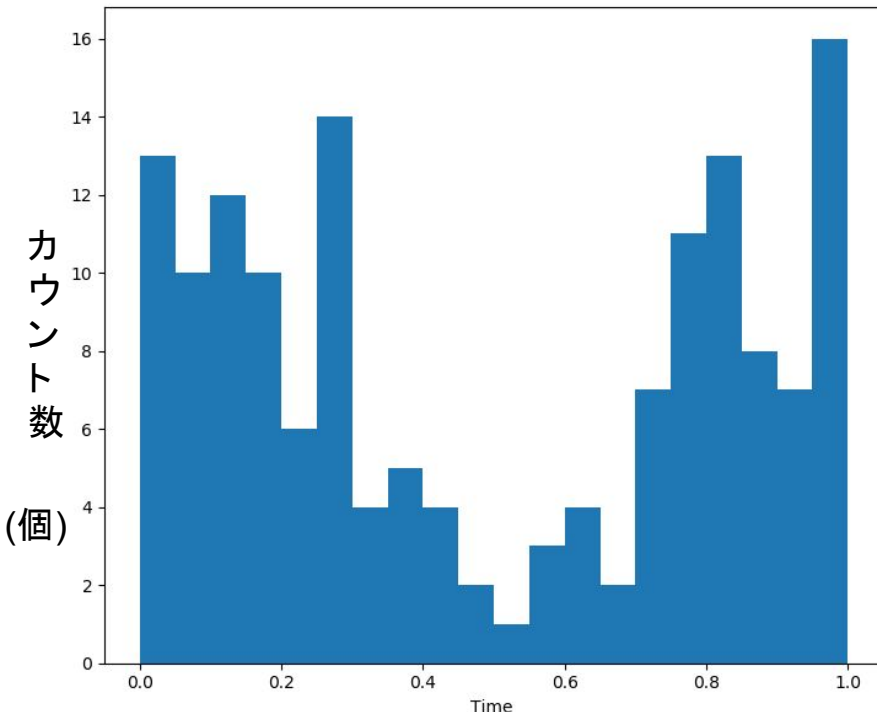
2地点で3日間の間観測したデータを用いた。
Pythonを用いて以下のような解析を行い、
ヒストグラムと累積分布の2つのグラフで表した。

地点	A	B
	t_1^A	t_1^B
	t_2^A	t_2^B
	t_3^A	t_3^B
	t_4^A	t_4^B
	⋮	⋮

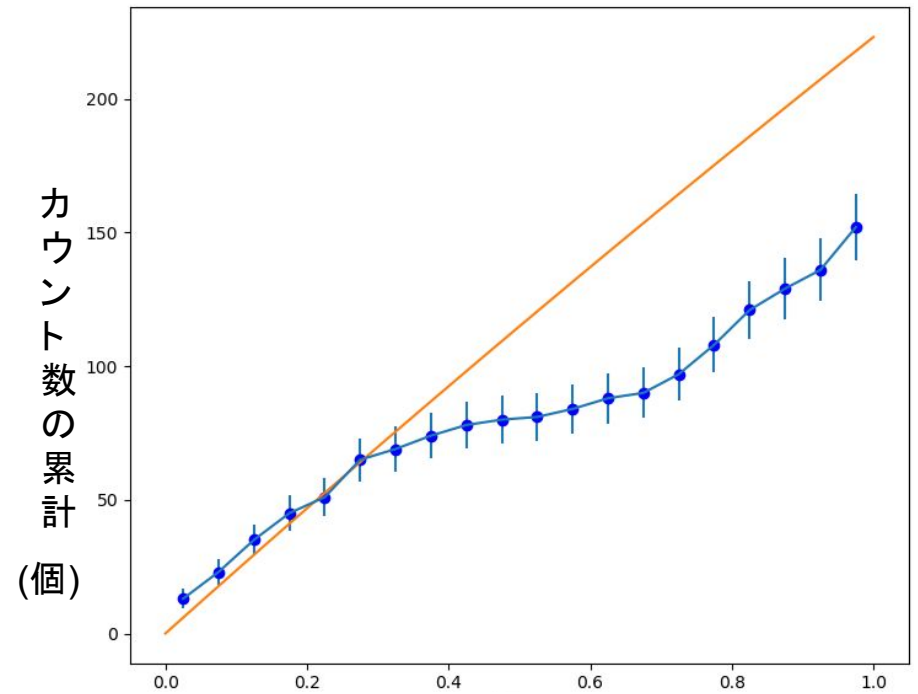
$$|t_1^A - t_2^B| < 0.1 \text{ 秒}$$

2校同時測定の結果

simultaneous measurement analysis



2地点間の検出時間の差 T (s)



2地点間の検出時間の差 T (s)

同時とみなす時間幅を変えたときのカウント数の変化

宇宙線が2地点間で同時に観測される頻度

一様な時間分布で宇宙線が2つの地点で同時に観測される数Rは以下のように定義される。

$$R = r_A(1 - e^{-r_B T}) + r_B(1 - e^{-r_A T}) \\ \approx 2r_A r_B T$$

r: それぞれの宇宙線検出器が一秒間に何回宇宙線を検出するか。

T: どれだけ時間が短ければ同時に検出されたといえるか。

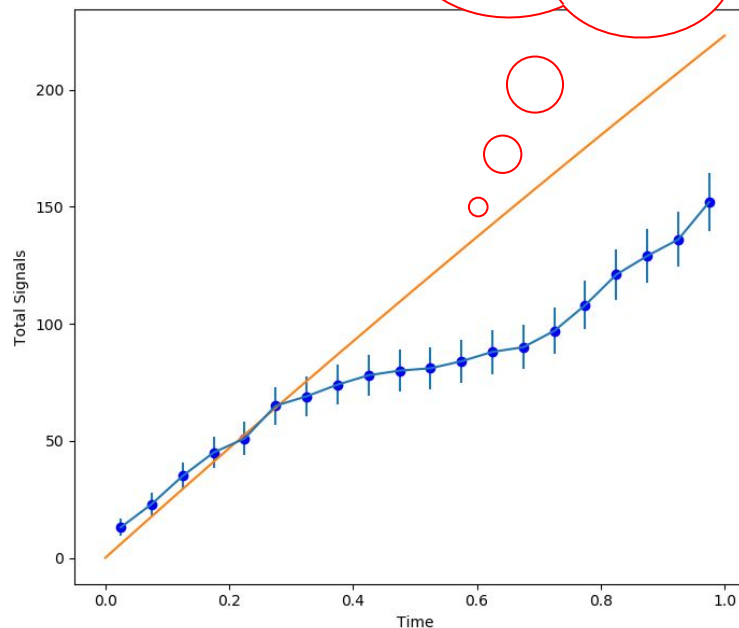
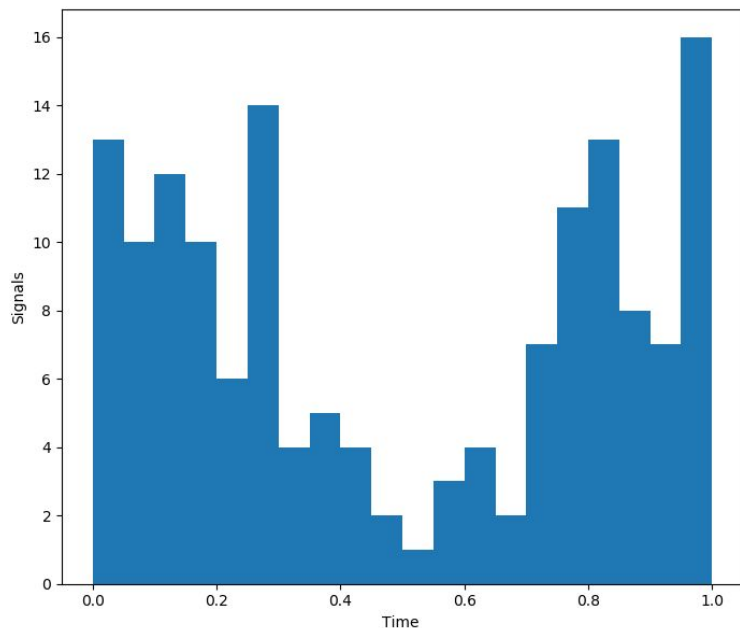
本庄早稲田 $r = \text{約}0.0018 \text{回/秒}$

静岡北 $r = \text{約}0.2541 \text{回/秒}$

$R = 0.0091476 \text{回/秒}$

考察

simultaneous measurement analysis



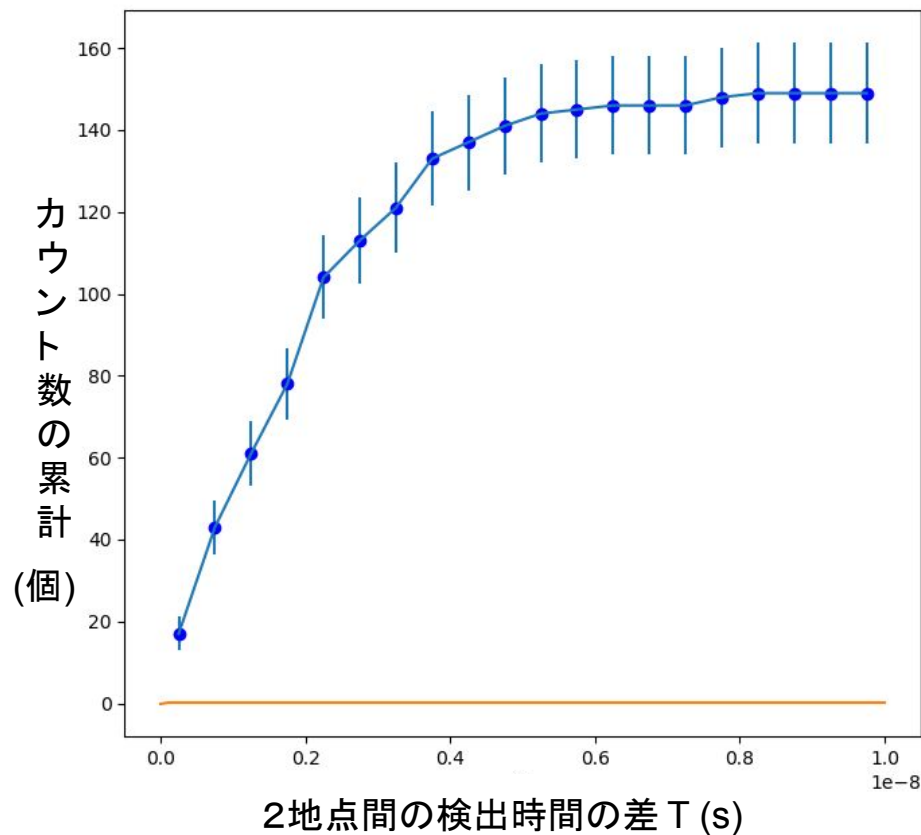
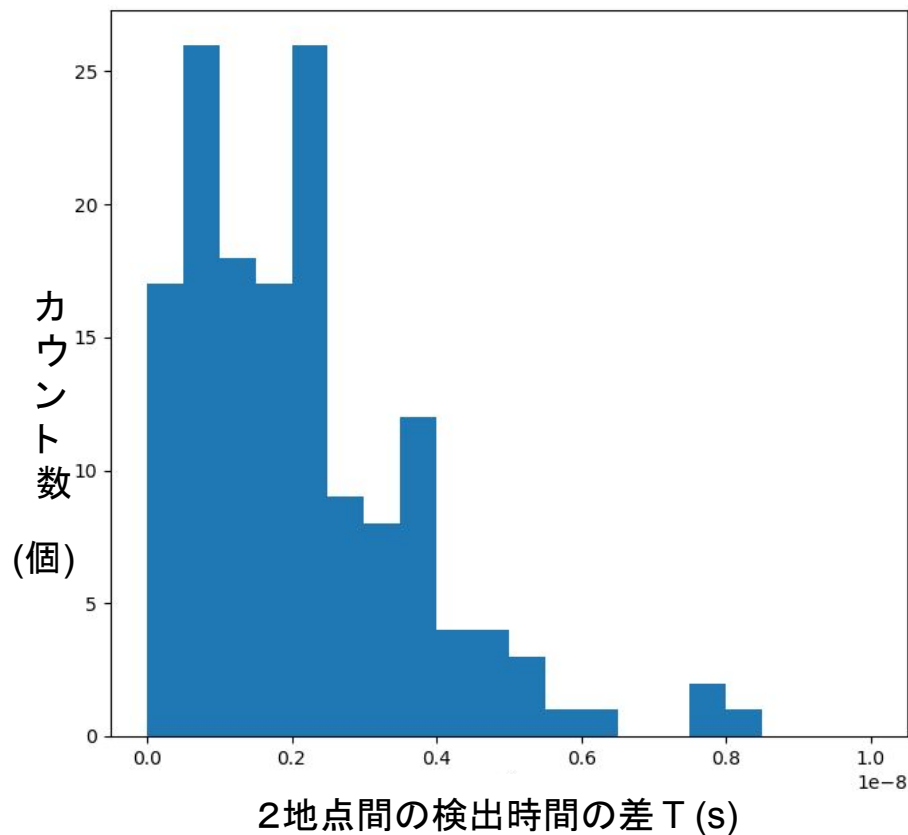
考えられる原因

データ量の不足

検出器の設定の違いや不具合

シンチレーターを1m離れたときの宇宙線の数の相関

simultaneous measurement analysis



$$R = 7.49 \times 10^{-15} \text{ 回 / 秒}$$

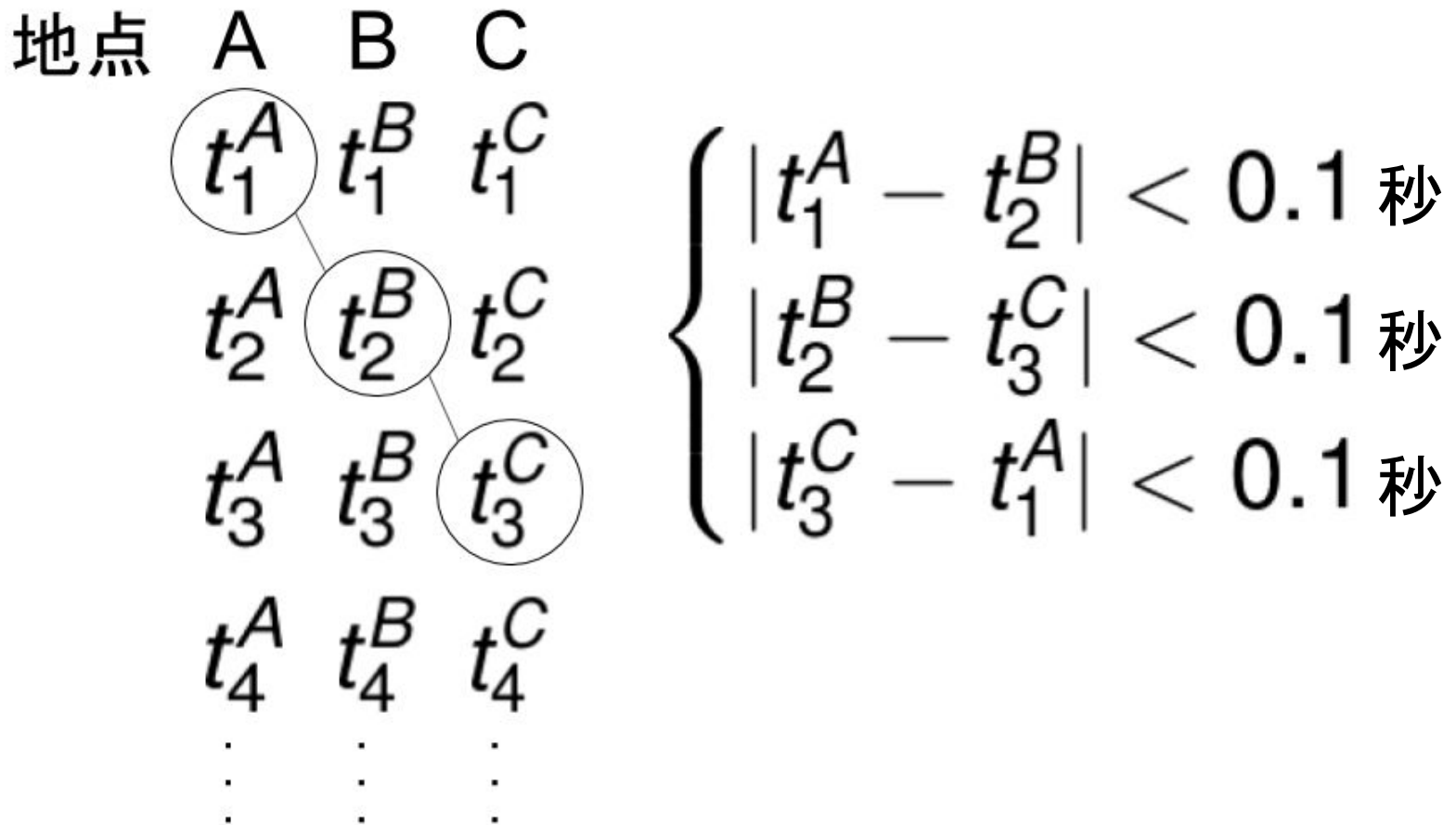
今後の展望

- ・データ量を増やして宇宙線を測定する。
- ・正確なデータを用いて解析をしたい。

予備スライド

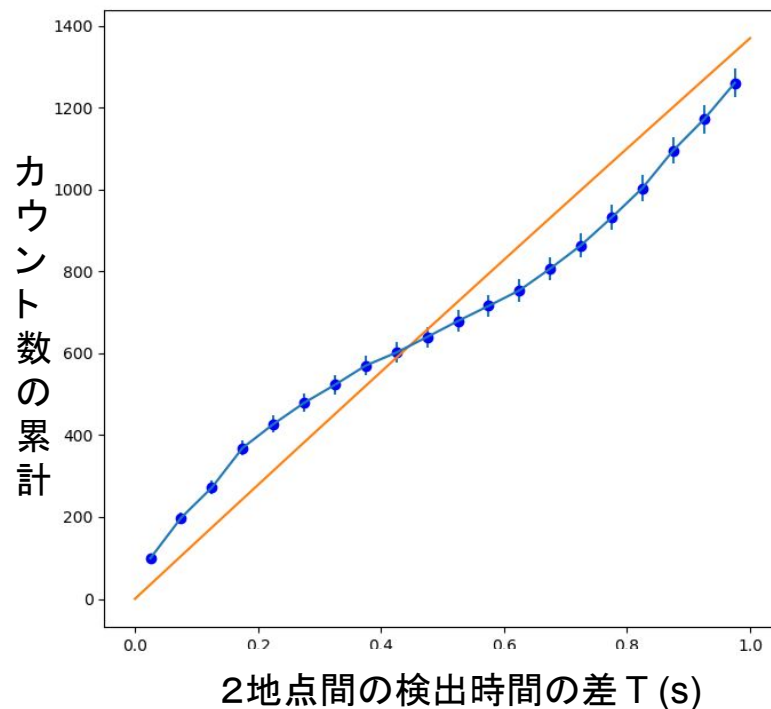
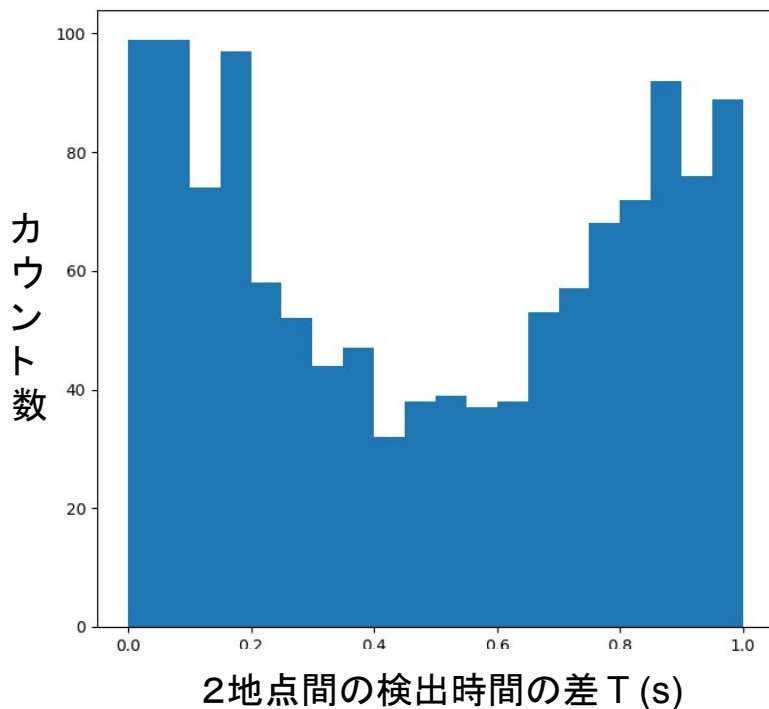
3校同時測定の解析

3地点で7日間の間観測したデータを用いた。
Pythonを用いて以下のような解析を行い、
ヒストグラムと累積分布の2つのグラフで表す。



3校同時測定の結果

広尾学園と早稲田大学本庄高等学院における結果



ほかの2つの地点の組み合わせでもほぼ同じ形となった。

近似曲線

宇宙線検出器が2ヶ所同時に反応したとき
たまたま2つの検出器に宇宙線が同時に入ってきたと仮定
すると

2ヶ所同時に飛来してきた宇宙線の数は

$A(1 - e^{-Bt})$ に比例する。

根拠

宇宙線がたまたま同時に検出する割合Rは
以下のように定義される。

$$R = 2r_A r_B T$$

r: それぞれの宇宙線検出器が一秒間に何回宇宙線を検出するか。

T: どれだけ時間が短ければ同時に検出されたといえるか。

展望

- ① 3校同時測定の実istogramと累積分布を作成し、結果を見て考察する。
- ② 検出器の不具合を直し、設定を揃えられるようにする。
- ③ 地点数を増やし期間を伸ばして測定を行い多くのデータ量で精密な解析を行いたい。