

研究室會議  
2025/03/14

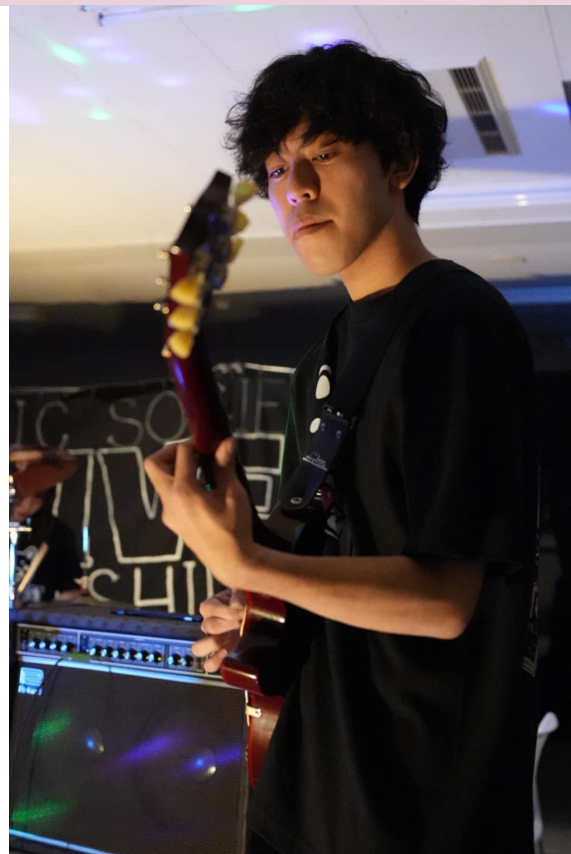
佐野、原田、真鍋

# 自己紹介：原田 隼矢

趣味:ギター、麻雀

出身:東京→一瞬和歌山→千葉

サークル:軽音(佐野と同じ)



# 自己紹介：佐野由汰

出身：新潟県

サークル：軽音

趣味：バスケ、ゲーム、散歩など...



# 自己紹介: 真鍋小春

出身地:

神奈川→東京→千葉(実家ごと)

趣味:

軟式/硬式テニス

好きなもの:

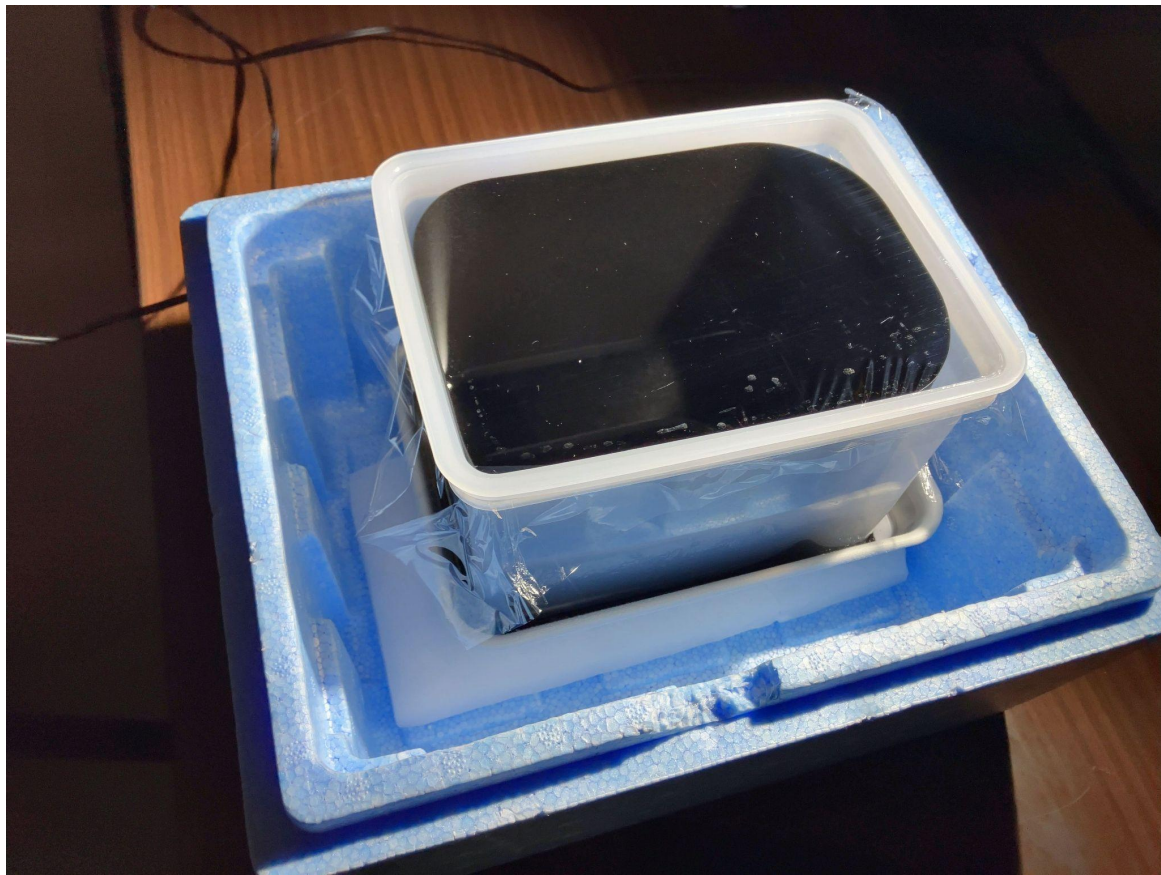
動物、魚(食べ物)、プリン、化石、  
ゲーム、ドラえもん



ミンククジラの骨格標本→

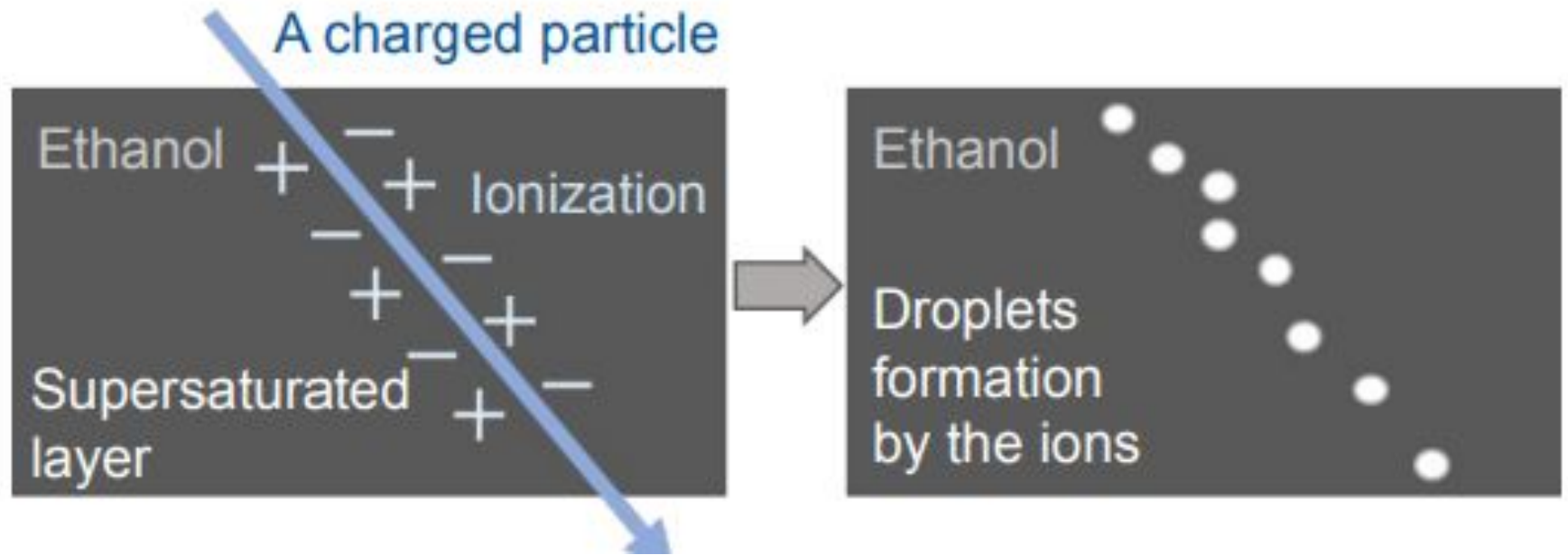
# 今週(20250310~)やったこと

- ・霧箱の作成
- ・飛跡の撮影
- ・霧箱の原理の確認
- ・見えた飛跡の粒子の特定
- ・予想される相互作用
- ・多重極散乱、電離損失で エネルギー測定





# 霧箱の原理



# 見えた飛跡(粒子)の種類、粒子の特定方法

- ・濃さ エネルギー↓、電荷↑、質量↑、ほど濃くなる(~100GeVまで)
- ・曲がり具合 エネルギー↑、電荷↓、質量↑、ほどまっすぐになる
- ・長さ エネルギー↑、電荷↓、質量↓、ほど長くなる



アルファ線

- ・濃い
- ・曲がらない
- ・短い



ベータ線

- ・薄め
- ・よく曲がる
- ・長さはいろいろ



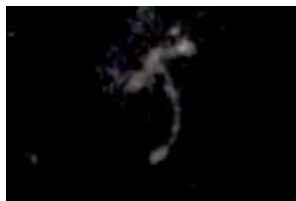
ミューオン

- ・薄め
- ・曲がらない
- ・長い

# いろいろな飛跡と、予想される相互作用



光電効果: ベータ線: 薄い、良く曲がる、長め



コンプトン散乱: ベータ線: 薄い、良く曲がる、短い



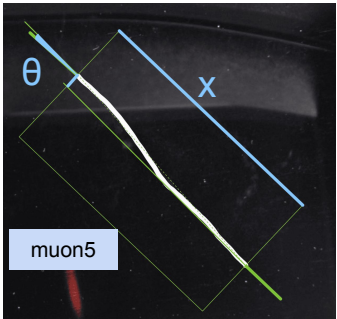
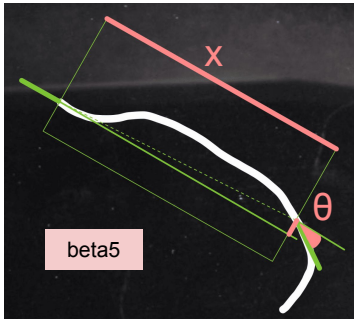
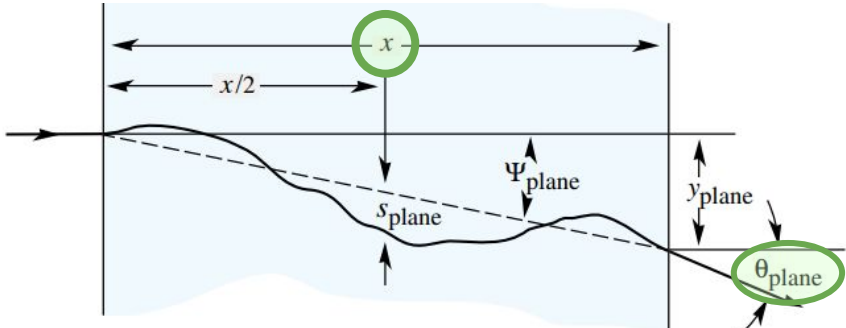
デルタ線: ベータ線: 高エネのミューオン付近から、短い



枝分かれ(Y字)?



# 多重極散乱、エネルギーの測定

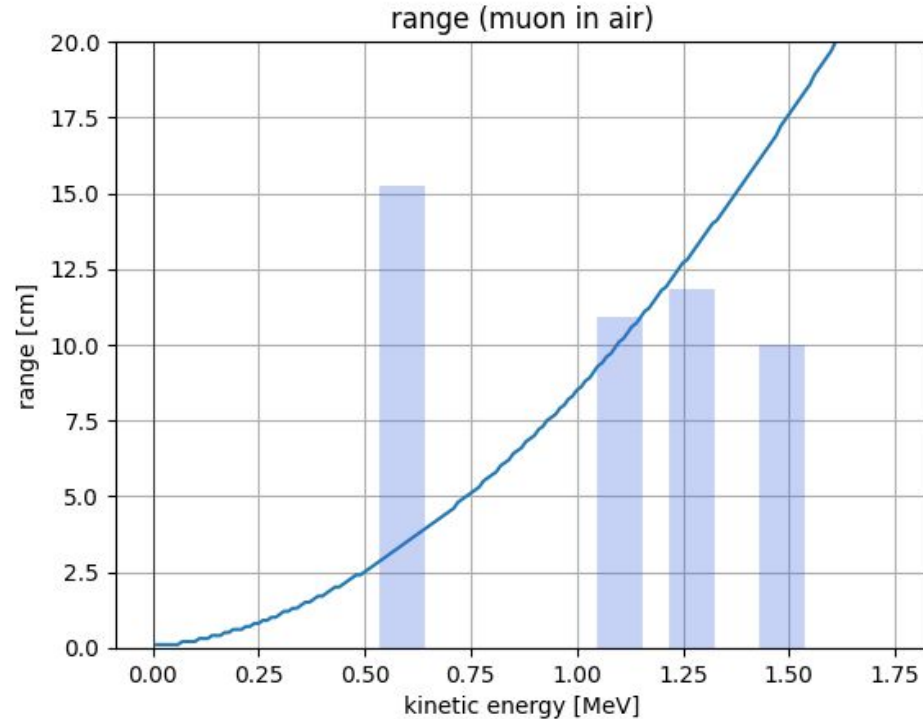
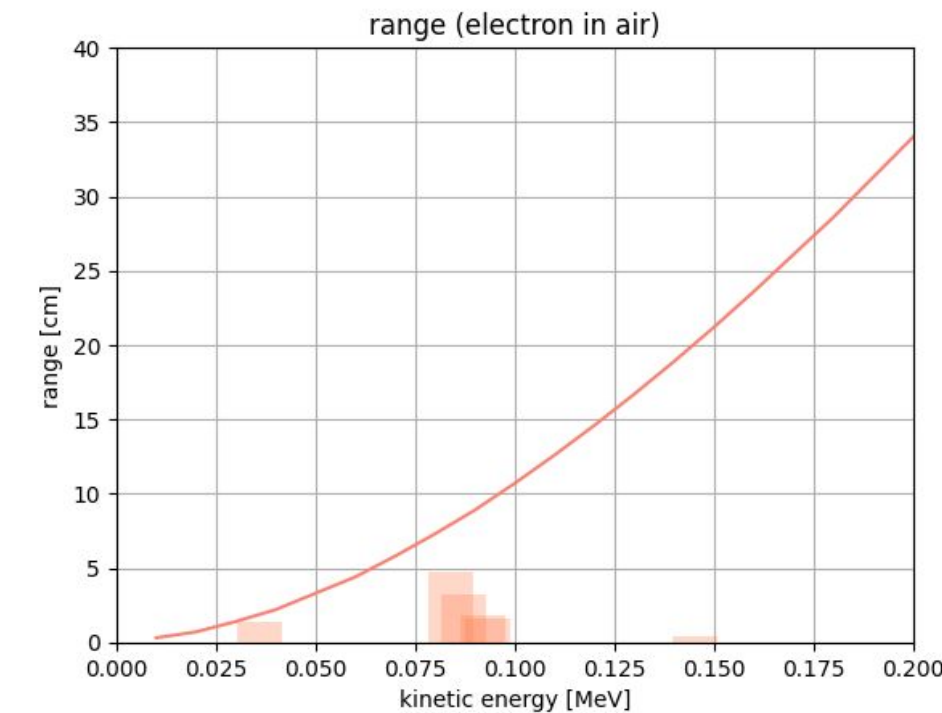


	beta1	beta2	beta3	beta4	beta5	beta6	beta7	beta8	beta9	beta10	muon1	muon2	muon3	muon4	muon5
x [cm]	3.41	12.95	5.68	1.59	7.27	6.82	6.36	10.68	8.86	5.91	15.23	10.68	10.00	11.82	10.91
theta_plane [rad]	0.59	0.19	0.84	1.01	0.59	0.96	0.30	1.12	0.21	0.12	0.23	0.002	0.07	0.09	0.10
y_plane [cm]	1.59	3.41	3.18	1.36	0.45	4.77	1.14	1.82	2.27	2.05	2.27	0.11	0.11	0.34	0.68
beta	0.534	0.915	0.519	0.355	0.627	0.512	0.763	0.532	0.869	0.918	0.105	0.756	0.166	0.154	0.143
kinetic energy [MeV]	0.093	0.754	0.087	0.036	0.145	0.084	0.280	0.092	0.522	0.776	0.589	55.741	1.485	1.273	1.103
total energy [MeV]	0.604	1.265	0.598	0.547	0.656	0.595	0.791	0.603	1.033	1.287	106.25	161.40	107.15	106.93	106.76

$$\theta_0 = \theta_{\text{plane}}^{\text{rms}} = \frac{13.6 \text{ MeV}}{\beta c p} z \sqrt{\frac{x}{X_0}} \left[ 1 + 0.038 \ln \left( \frac{x z^2}{X_0 \beta^2} \right) \right] \quad (\text{PDG sec34.3})$$
$$= \frac{13.6 \text{ MeV}}{m c^2} \frac{\sqrt{1 - \beta^2}}{\beta^2} z \sqrt{\frac{x}{X_0}} \left[ 1 + 0.038 \ln \left( \frac{x z^2}{X_0 \beta^2} \right) \right]$$

- ・ミューオンが遅すぎる？
- ・電子にこの式を適用していいの？
- ・エタノール考慮したらX<sub>0</sub>はどのくらい変わるか？

# 電離損失(Bethe-Bloch)、エネルギーと飛程の概算



$$\begin{aligned} \left\langle -\frac{dE}{dx} \right\rangle &= K z^2 \frac{Z}{A} \frac{1}{\beta^2} \left[ \frac{1}{2} \ln \frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 W_{max}}{I^2} - \beta^2 \right] \\ &= K z^2 \frac{Z}{A} \frac{1}{\beta^2} \left[ \frac{1}{2} \ln \frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2}{I^2} \frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2}{1 + \frac{2\gamma m_e}{M} + \left(\frac{m_e}{M}\right)^2} - \beta^2 \right] \end{aligned}$$

- 電子はエネルギーのわりに飛ばない  
→ Betheの式は、エネルギー損失の重み付け平均だからなんか違う、最確値はより小さくなる
- ミューオンはエネルギーのわりに飛びすぎ
- エタノール考慮したらZ, A, Iはどのくらいかわるか

# 今後できそうなこと

- ・多重極散乱: 同じ飛跡で、複数ヶ所でエネルギーを測定してみる
- ・電離損失: 最確値を計算する方法を調べる
- ・電子について原理を考え直す
- ・エタノール考慮
- ・線源使って同じこととして、測定のばらつきを調べる
- ・磁場かけて運動量測る