

素粒子物理学教室

1 超微粒子原子核乾板における増感剤を用いた陽子線がん治療のための放射線感度向上の評価

酒井 悠行

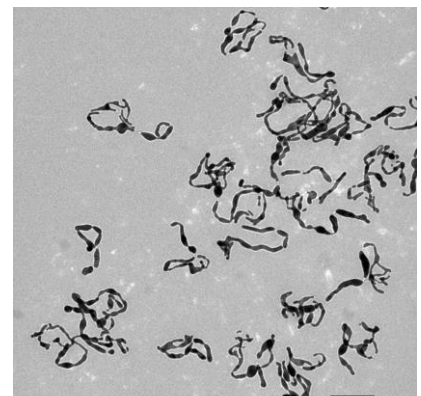
図等
(自由に)

現在放射線治療の一種として、水素の原子核である陽子を加速してがんにつけることで、がん細胞を死滅させる陽子線治療というものが行われており、治療の際に放射線が人間の体内の物質と相互作用し、そこで生まれる二次粒子が二次被ばくの原因の一つとなっている。超微粒子原子核乾板NITを用いて陽子線による二次反応を精密に評価する実験が行われているが、反応の元となる一次陽子線はエネルギー損失が低くNITでの直接検出は現状難しい。そこで、本研究ではNITによる陽子線の二次反応の評価の際に現標準的に使われている亜硫酸ナトリウムを用いたHA増感を、トリエタノールアミンを用いたTEA増感に変更することで、一次陽子線の直接の検出の可能性について検討した。

2 透過電子顕微鏡における直接的な原子核乾板の観察

中川 洋樹

NIT(Nano Imaging Tracker)とは、方向感度を持った暗黒物質探索実験において、暗黒物質による反跳原子核飛跡を記録するために開発された超微粒子原子核乾板のことである。本実験では、透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて結晶にどれだけの潜像核が形成されているのかを観察し、 α 線やイオン、電子、光などの種類によって潜像核の形成状態に違いがあるのかを検証した。また、TEMでは、観察対象に電子線を当て、透過してくる電子線を結像し観察を行うが、この観察原理上、観察対象をマイクロトームを用いて非常に薄い切片にする必要がある。しかしながら、原子核乾板を切り出す際に乳剤が剥がれてしまい結晶を観察することが難しかった。ゆえに、本実験ではマイクロトームを用いずに直接グリッドに乳剤を塗布して現像し観測した。



光を当てた NIT の TEM 画像

3 超微粒子原子核乾板における溶解物理現像法による低速イオン飛跡の光輝度イメージング法の開発

森山 祐一

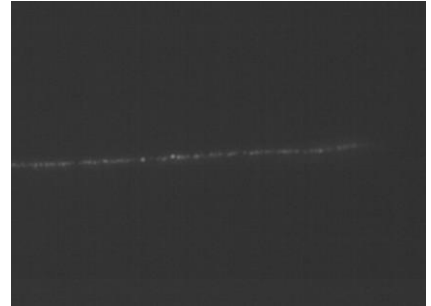
図等
(自由に)

弱相互作用質量粒子(WIMPs)の探索において、より飛跡の短い低エネルギーの信号を検出することが重要である。結晶サイズを70nmから40nmに変えることによって、結晶密度を高くし、陽子が貫通するグレイン数を増やすことが、高分解能化の一つの方法である。しかし、40nmに変えることによって光学輝度や結晶感度が落ちてしまう問題が挙げられる。そこで、現在70nmNITで行われているReversal現像液を40nmで用いることで、輝度を高められると期待できる。本論文では70nmNITと40nmNITに対して炭素イオンの照射を行い、MAA現像液とReversal現像液の比較を行った。

4 超微粒子原子核乾板内の飛跡の前後関係による入射方向検出

里村 悠輔

ダークマターが超微粒子原子核乾板（NIT）内の原子核と衝突すると、その飛跡が残るが、低いエネルギーの場合飛跡が短くなり、前後方向まで分からない。そこでまず荷電粒子の前後方向が分かる飛跡を用いて、そこから前後方向検出する事を目的とする。エネルギーを持った荷電粒子が NIT 内に入ると電離損失によりエネルギーが失われていき、電離した電子と NIT 内の銀イオンが反応し銀ができ、それが最終的に飛跡となる。本研究では既知のエネルギーを持った入射荷電粒子の飛跡の平均飛程、電離損失が求まるのでそこから得られる情報と飛跡から得られる情報をパラメータ化し、相関関係があるか調べた。



He 600 MeV の飛跡

5 原子核乾板を用いた運動量測定における位置・角度決定精度の測定

田中 丈翔

Emulsion Cloud Chamber (ECC) は原子核乾板を使った検出器であり、ニュートリノの反応によって生成された娘粒子の振る舞いから、親となったニュートリノの識別や運動量測定をすることができる。運動量の測定には位置差や角度差を用いるため、より高い位置・角度決定精度が求められる。本研究では、原子核乾板のベースの素材にポリスチレンとガラスを使い、素材ごとの位置・角度決定精度の比較を行った。結果として、ガラスを用いた乾板の方がより高い位置・角度決定精度が得られると確認できた。

図等
(自由に)

6 コンパクトエマルシヨンスペクトロメータの解析手法の再現性と最適化

関川 拓斗

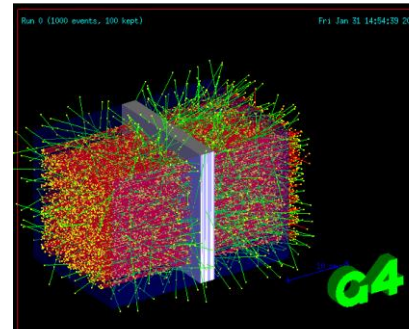
SHiP 実験では、ビームダンプ法を用いてタウニュートリノの直接観測を行う。Compact Emulsion Spectrometer (CES) は磁場中において荷電粒子の電荷と運動量を測定することができる検出器であり、タウニュートリノと反タウニュートリノの識別を目的としている。本研究では、磁場をかけない状態で宇宙線を照射し、乾板の位置関係補正について研究し、解析手法の再現性と最適化の確認を行った。解析の結果、伸縮効果はおおよそ1であることが推定され、伸縮効果を1とした場合では最適化が確認された。

図等
(自由に)

7 多重電磁散乱のシミュレーションを用いた運動量測定精度向上のための研究開発

大林 顕治

Scattering and Neutrino Detector (SND) 実験への応用を目指し、ニュートリノ反応で生成された娘粒子の運動量測定のため、Emulsion Cloud Chamber (ECC) の開発を行った。先行研究では宇宙線照射実験を行い Compact Emulsion Spectrometer (CES)、ECC の性能評価が行われてきた。しかし、これらの検出器についての理想的な場合でのシミュレーションについてはまだ行われていない。本研究では、Geant4 を用いて CES, ECC のシミュレーションを作成し、実験との比較から多重電磁散乱の影響の評価を行った。金属の放射長の違いによる運動量測定向上が示唆されたことから、ECC での高エネルギー領域 (100GeV 以上) での運動量測定精度の向上を目指している。



ECC に 1000 本のミュー粒子を入射