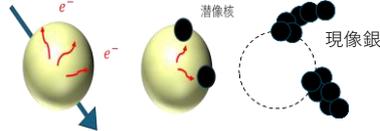


原子核乾板における画像解析を用いたイオンビーム飛跡の電荷識別

<超微粒子原子核乾板(NIT)>

超微粒子原子核乾板は写真フィルム的一种で、素粒子実験における検出器の一種。臭化銀の結晶とゼラチンを混ぜ合わせた乳剤を、ガラスに塗布することで作成する

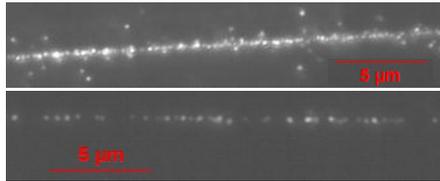
入射した荷電粒子は、AgBr 結晶内の電子を電離させ潜像核をつくる



現像銀（現像後の潜像核）の像をGrainと呼び、単位長さ当たりのGrain数を**GrainDensity (GD)**と呼び、**入射荷電粒子のエネルギー損失に相関**を持つ

<デルタ線>

重荷電粒子の通過時、電離した電子がさらに飛跡やGrainを形成することがある
⇒**デルタ線**と呼ぶ



上: Fe 500[MeV/amu] イオンビームの飛跡
下: C 290[MeV/amu] イオンビームの飛跡

電荷識別に利用できる可能性がある

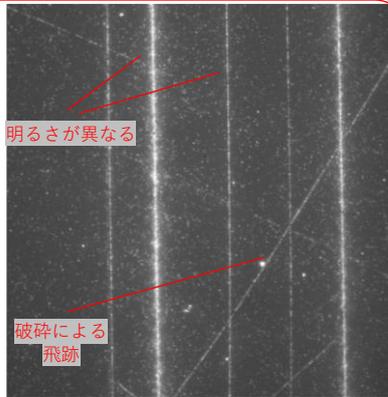
<イオンビームと核破碎>

放射線治療などにおいて**ビーム粒子の核破碎は問題**となる

入射重荷電粒子はターゲット内での破碎によりそれより軽い粒子に

→乾板内部の飛跡に違い

輝度、GD、デルタ線などを定量的に利用して飛跡識別



Pb 150GeV/n beam の飛跡

第32回原子衝突セミナー
放射線飛跡検出器「原子核乾板」の基礎と応用 応用編 中 竜大 より

<解析目標>

飛跡のエネルギー損失、デルタ線の個数から粒子種別を行う
画像処理を用いて効率よく「エネルギー損失の指標として、GrainDensity、二値化プロブの面積を測定 & デルタ線の情報を取る」

まずは処理が簡単な

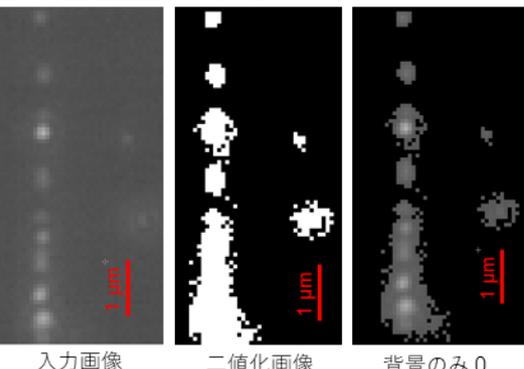
「視野内を横断するほどの長い飛跡 & 他の飛跡と交差していない」飛跡に絞る

<画像について>

画像はピクセルで構成され、色合いや輝度を表す数字 = **画素値** が割り振られている

画像はモノクロで1ピクセル 70.4[nm] 深さ方向のみに0.3[μm]ずつ撮影

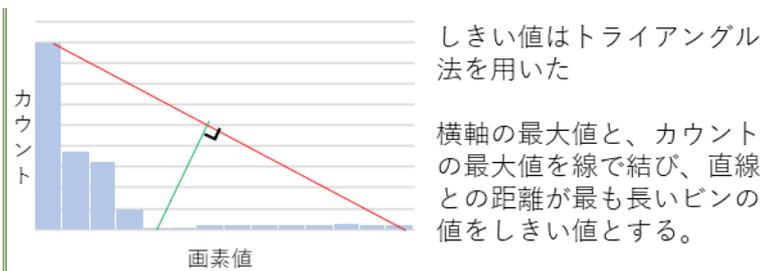
<背景分離：二値化>



各ピクセルの画素値において**閾値以上を全て1 閾値以下を全て0**にする
↓
二値化という

二値化画像の白い塊を**プロブ**と呼ぶ

・二値化画像と背景のみ画素値0にした画像の二枚を用いる



<Grainの判定：極大値抽出>

Grainは中心から離れるにつれ画素値を落としていく像

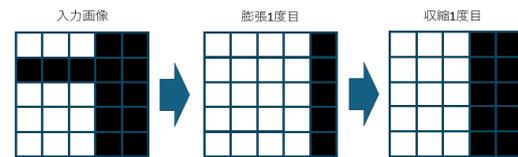
⇒周囲のピクセルと画素値を比較し、**最も高いもの**をGrainの中心とする

これを二値化したものを**Grainプロブ**とする

<飛跡認識：クロージング&ラベリング>

クロージング・・・膨張処理と収縮処理を繰り返す処理

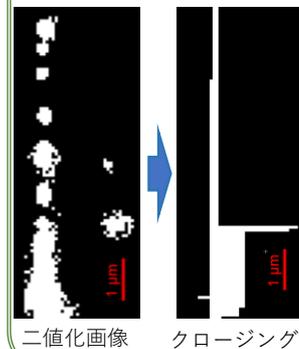
膨張(収縮)処理・・・あるピクセルにおいて、指定した範囲のピクセルの中で一番高い(低い)画素値を自身に適用する



クロージングのイメージ図

クロージング処理を画像間も含め行う

⇒**Grainプロブを一本の線状プロブにする**

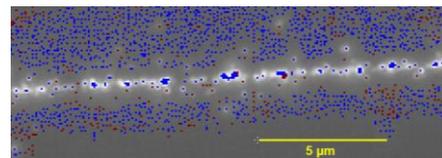


画像を重ね、ラベリングという処理により**Grainプロブ & 線状プロブに番号付け**

⇒重なりからどの**Grain**が飛跡を構成するかをリスト化
⇒Grainをカウントできる

同時に線状のプロブの慣性主軸 = 飛跡のベクトル とする

<走査結果：誤検出>



入力画像と検出したGrain中心
赤(青)色は1(2)枚目の入力画像

画素値が1だけでも周囲より大きければ、検出されてしまうため

ぼやけをGrainとしてしまう誤カウントが多くみられる

<まとめ、展望>

飛跡の認識は達成できたが、物理的情報の取得には至らず

①背景の分離に用いたトライアングル法は、最適であるとは言えず根拠も希薄
→別のしきい値の決め方の考案

②極大値のみではGrainとして扱えない
→像の広がり(AiryDisc半径)内での画素値の分布による精査

③他と交差する飛跡の解析が出来ない
→画像間でのラベリングを実装する