

超微粒子原子核乾板における 化学現像処理が果たす役割と 現像液の種類による検出効率 輝度変化

- NEWSdm概要
- 現像プロセス
- 現像液の変更によるFog density
- カラーカメラによる輝度情報
- まとめ

東邦大学 理学部物理学科
素粒子物理学教室
学部4年 陳 夏姫

NEWSdm実験の概要

NEWSdm...

Nuclear **E**mulsions for **W**IMP **S**earch - **d**irectional **m**easurement

超微粒子原子核乾板(NIT)を用いた暗黒物質の直接方向探索を目標とする実験

暗黒物質は電荷を持たない→検出器を直接鳴らすことはできない

しかし、
物質と相互作用を起こして
跳ね飛ばされた荷電粒子は観測することができる



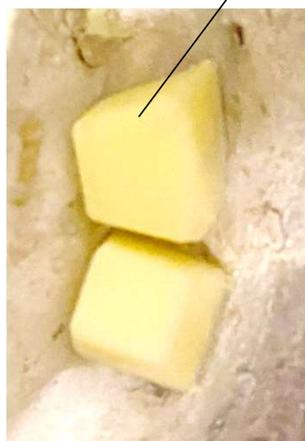
→NEWSdmでは

WIMPSに反跳された原子核の飛跡を**超微粒子原子核乾板(NIT)**によって直接観測

検出器：超微粒子原子核乾板(NIT)の作成

@東邦大学

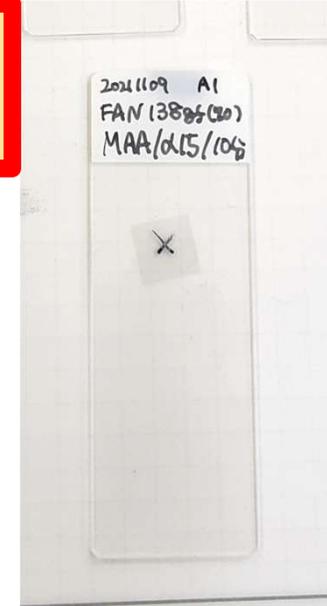
ゼラチン+AgBr(I)



超純水による
水洗 → 塗布



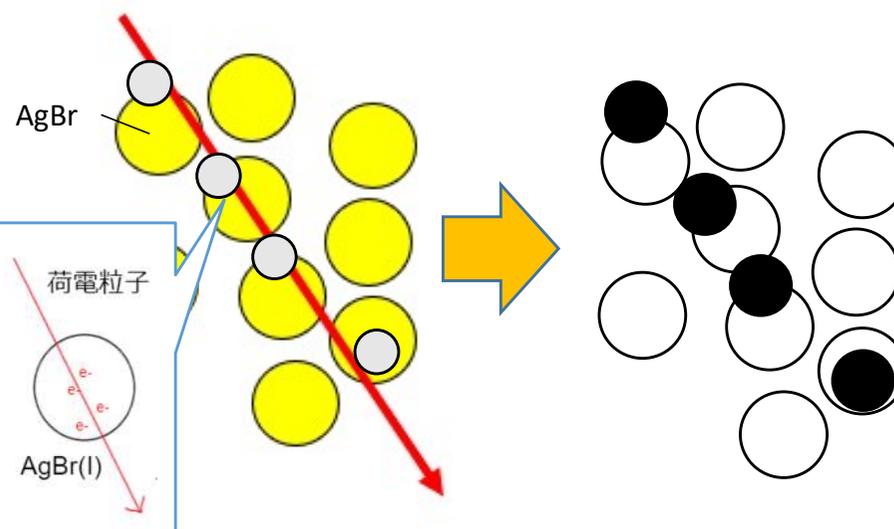
現像



名古屋大学で作成
したNIT乳剤

現像...

荷電粒子の飛跡である潜像核を現像処理
することで顕微鏡で観測可能なサイズの
現像銀を形成する



現像液の構成

- 現像主薬

現像に主に関わる。銀イオンを還元する還元剤

ex)メトール(p-アミノフェノール類)、ヒドロキノン、フェニドン(p-フェニレンジアミン類)、ピロガロール...

- 保恒剤(酸化防止剤)

現像液の酸化を防止し、現像液の特性が変化するのを防止する

- アルカリ剤

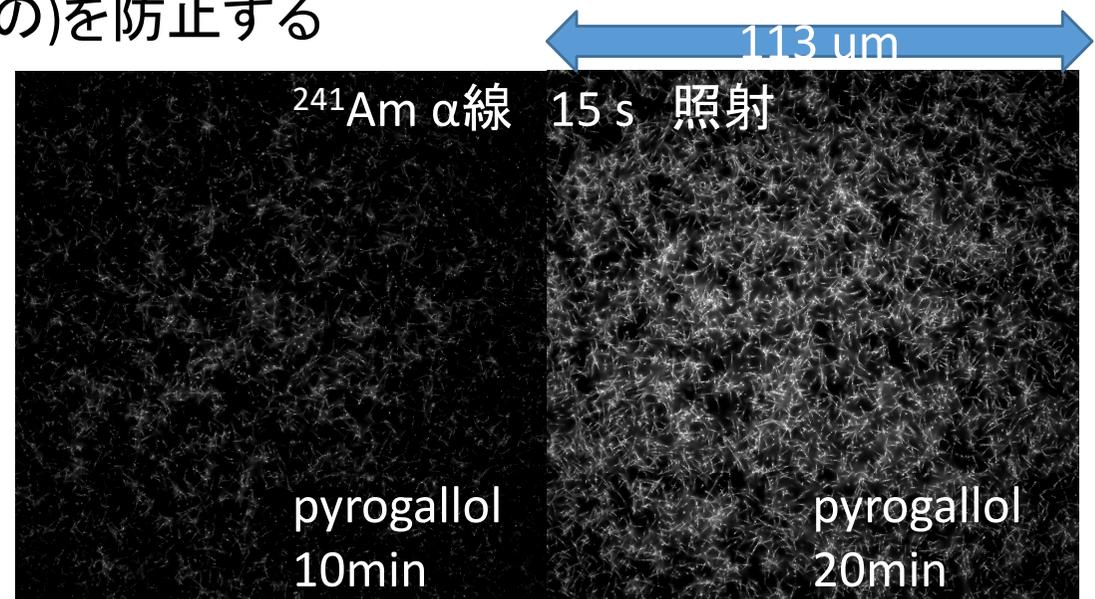
現像液の還元力はpHに大きく依存する

- カブリ防止剤

カブリ(潜像核がなくても現像されるもの)を防止する

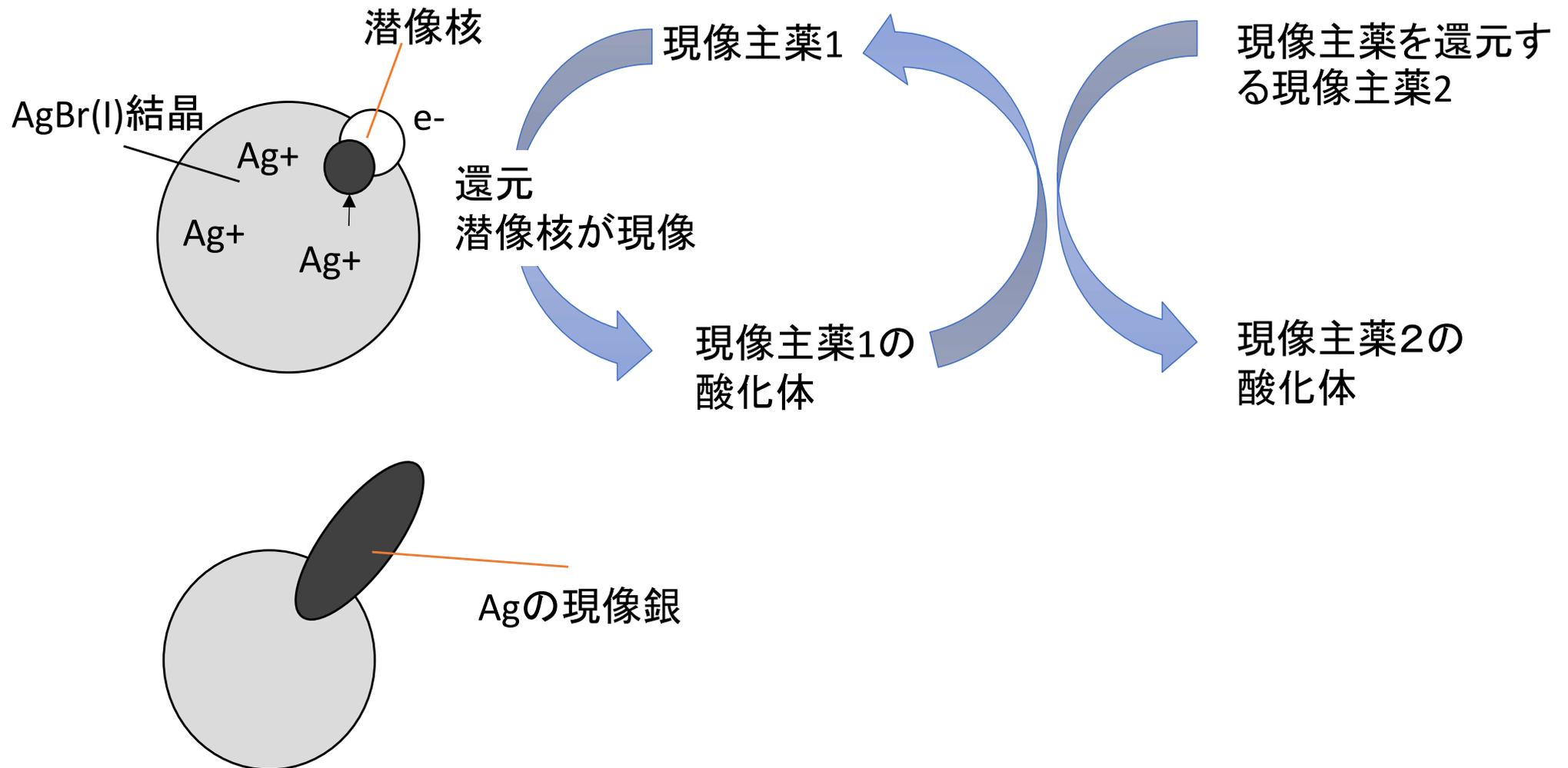
<現像調子を決めるパラメータ>

- 現像時間
- 還元力
- 現像液のpH



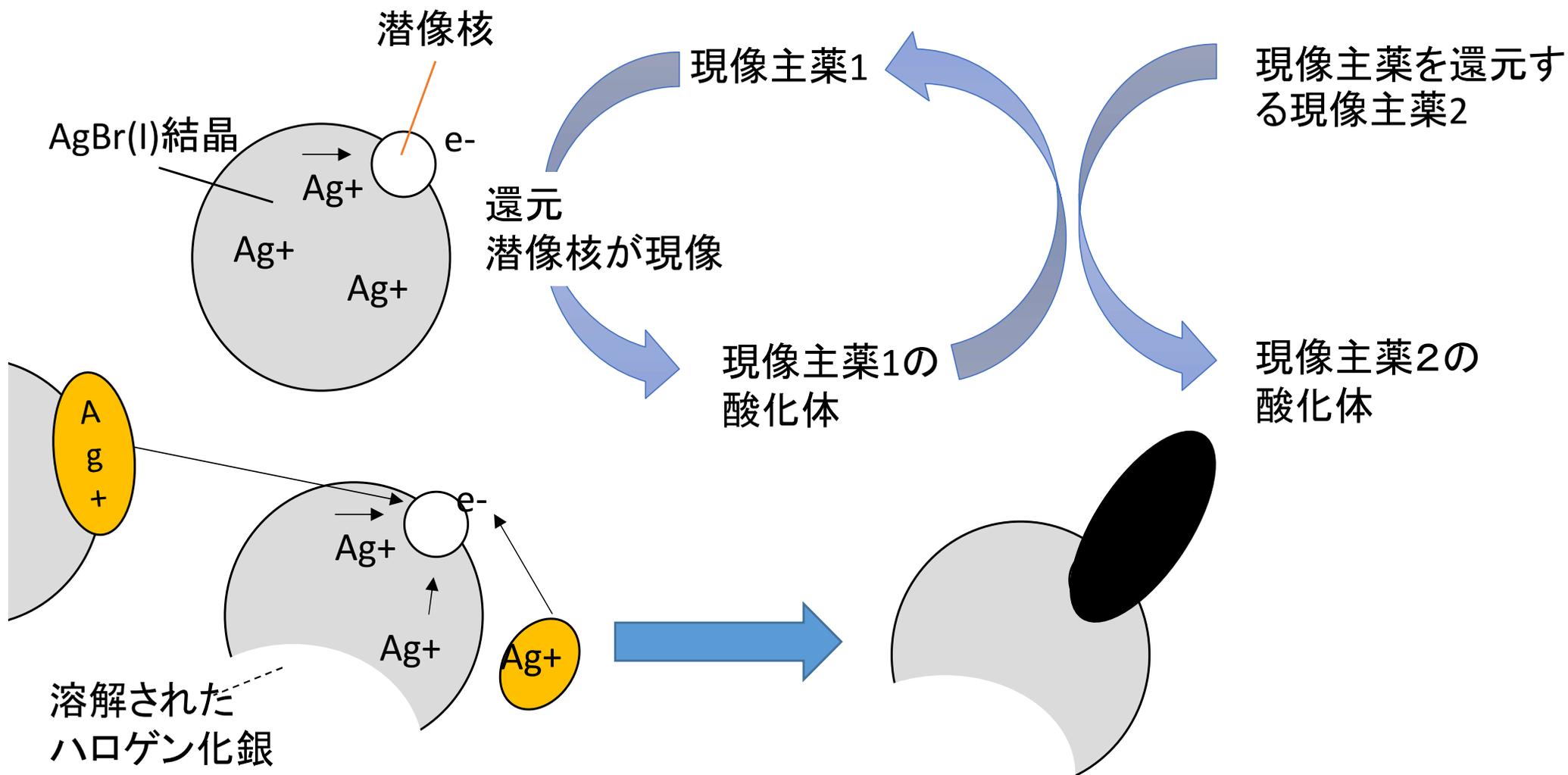
化学現像のプロセス

現像液中の現像主薬が潜像核を還元することにより、AgBr粒子中のAgが潜像核に供給されることで現像銀を形成する現像法



溶解物理現像のプロセス

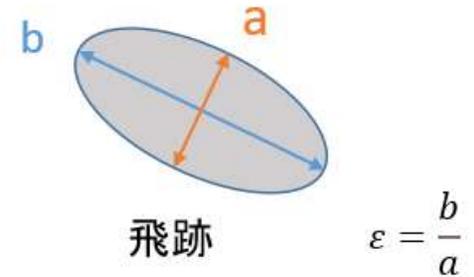
亜硫酸塩を含む現像液がAgBr結晶中のAgを溶解し、潜像核に供給する現像法



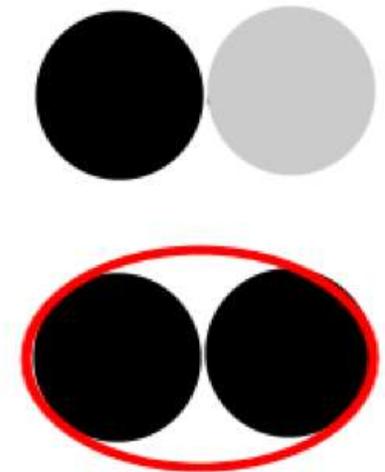
現像処理の果たす役割

<現像液変更のモチベーション>

grainの輝度を上げ、背景とのコントラストを高めることで
個々のgrainの縁が明確になり楕円形状解析の検出効率が向上
することが期待される



プラズモン振動による光学応答は微粒子金属の
表面状態に依存



→観察しているのは現像銀
現像による作用が光学像に大きく関与する

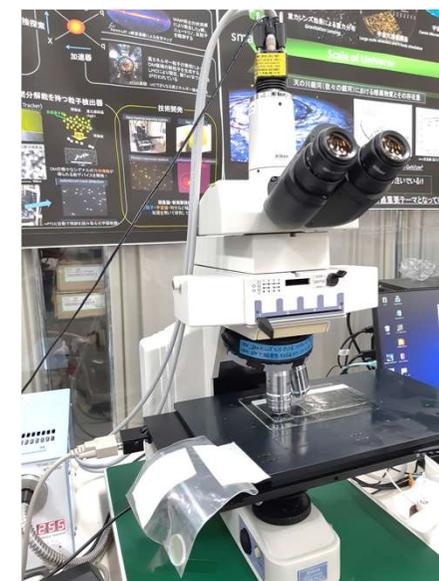
現像液とFog density

NEWSdmにおける現在のスタンダードはMAA現像10分 (pH10.00±0.01)

- ・MAAのFog density を基準とする
- ・写真現像で使用されている現像液レシピをもとにpH10.00に合わせた各現像液の現像時間を決定する

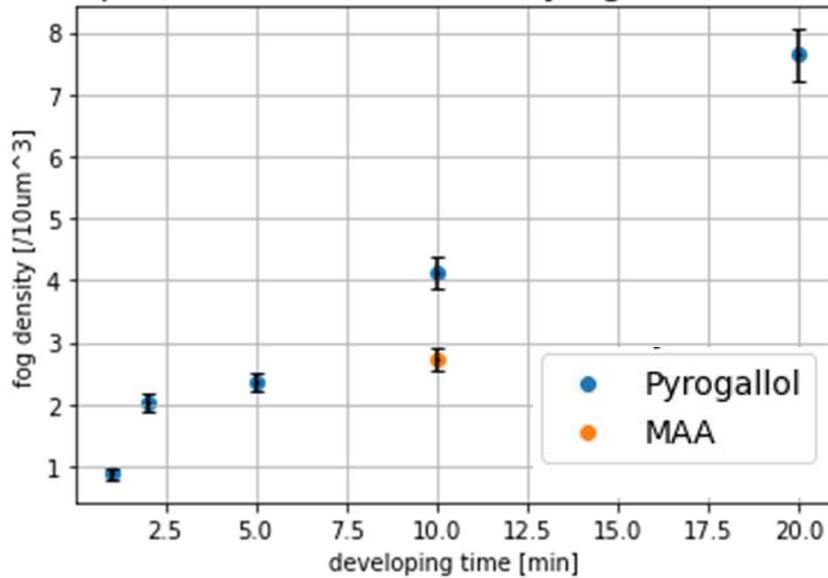
g/0.5L	現像液	MAA	Pyrogallol	FX-Na ₂ SO ₄	FD-104
主薬	メトール	1.250			1.500
	ハイドロキノン			3.000	1.250
	ピロガロール		5.000		
	フェニドン			0.050	
酸化防止剤	アスコルビン酸	5.000			
	亜硫酸水素ナトリウム		2.500	0.175	
アルカリ剤	亜硫酸ナトリウム		12.500	50.000	15.000
	炭酸ナトリウム		16.500	4.650	
	メタホウ酸ナトリウム4水和物	23.700			10.200
カブリ防止剤	NaI		0.045		
	NaBr	0.432		0.691	0.216

E-600 落射型顕微鏡

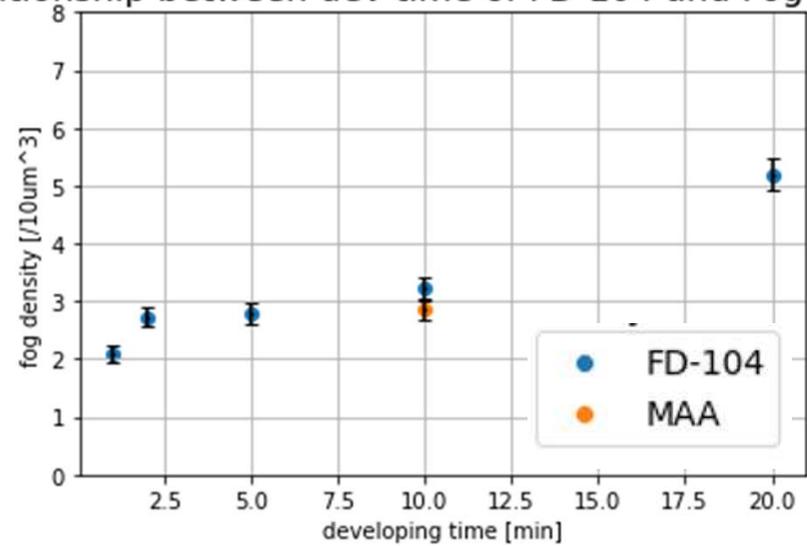


現像時間とFog densityの増加

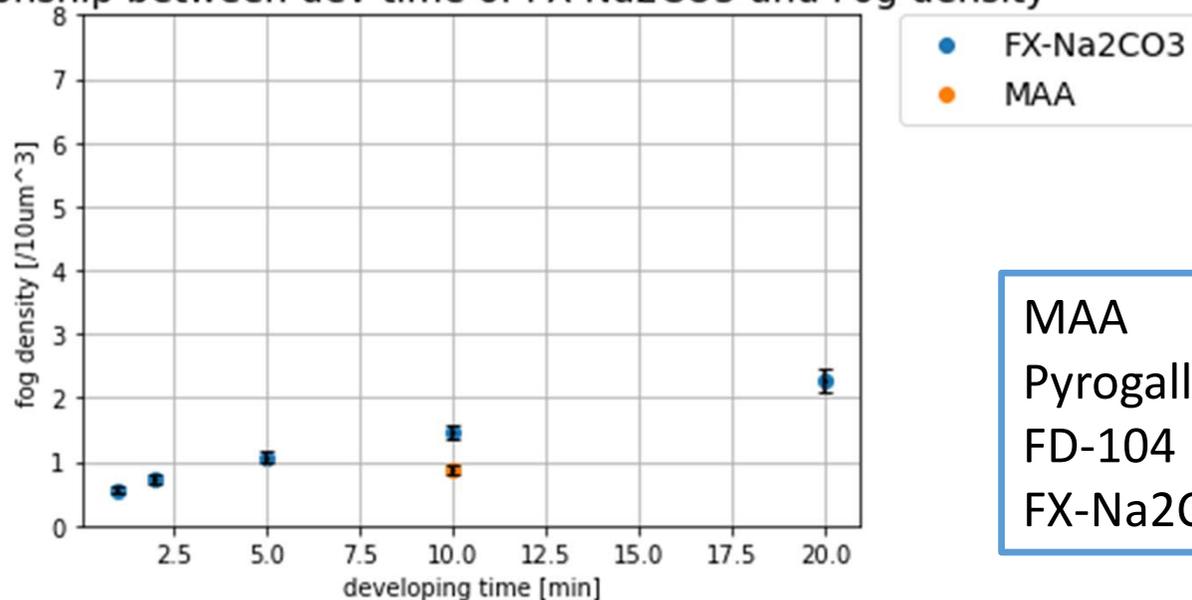
relationship between dev-time of Pyrogallol and Fog density



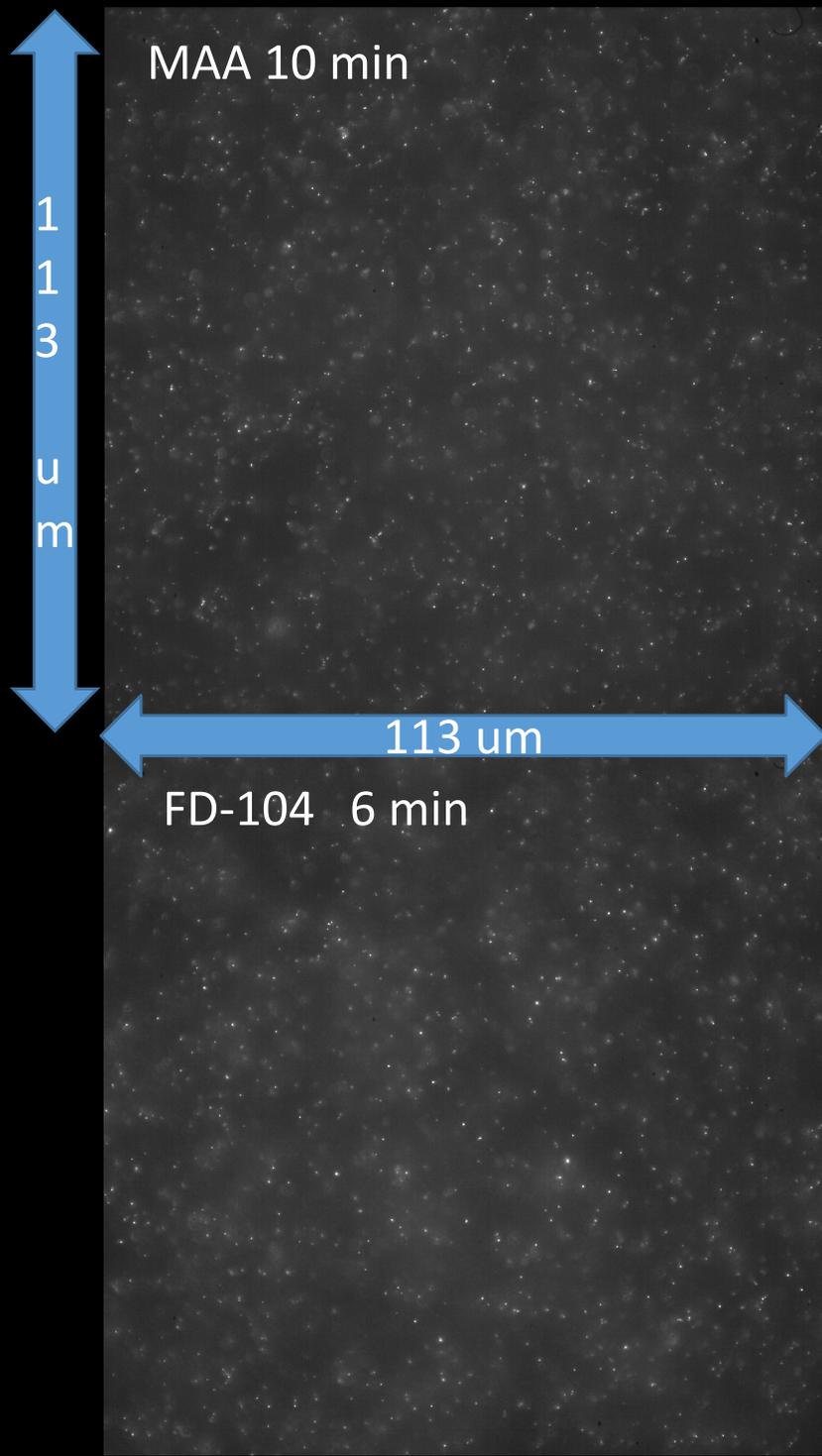
relationship between dev-time of FD-104 and Fog density



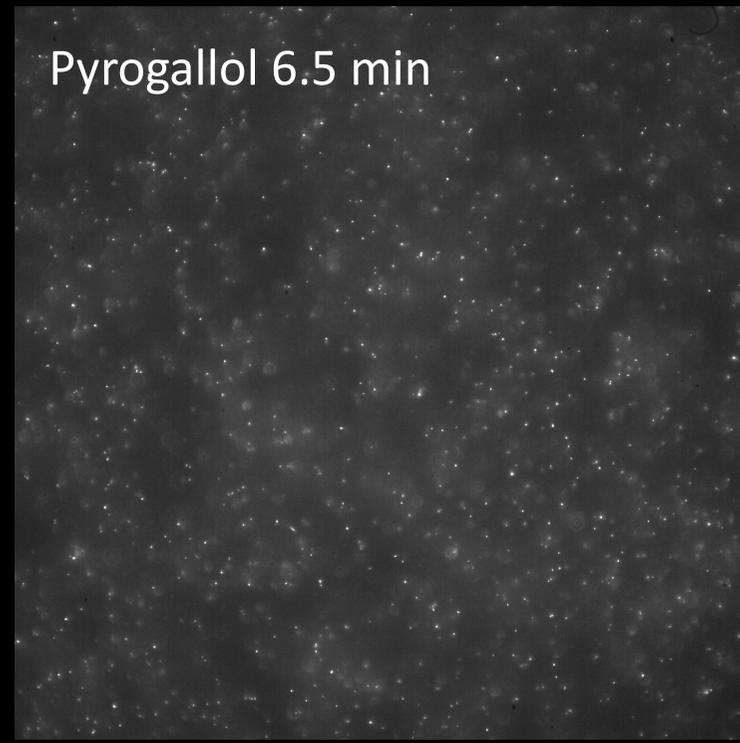
relationship between dev-time of FX-Na2CO3 and Fog density



MAA	10 min
Pyrogallol	6.5 min
FD-104	6 min
FX-Na2CO3	3.5 min

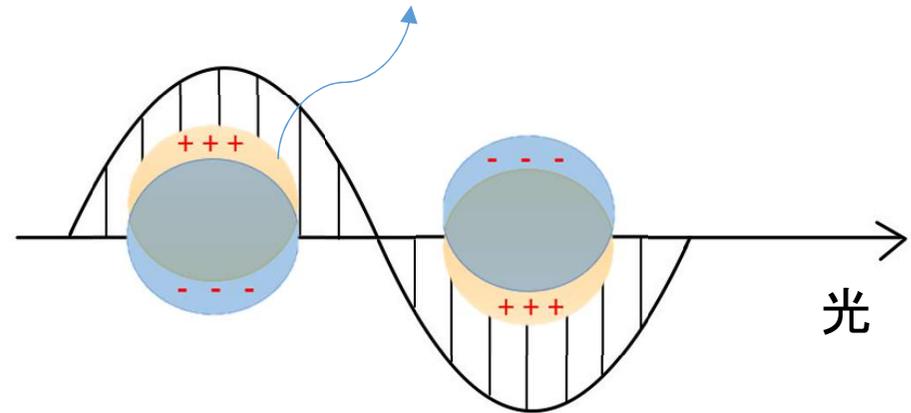


PTS-4
(落射)
 ^{241}Am



局在表面プラズモン共鳴

金属ナノ粒子中の電子分極と、顕微鏡の光波長との共振により起こる現象



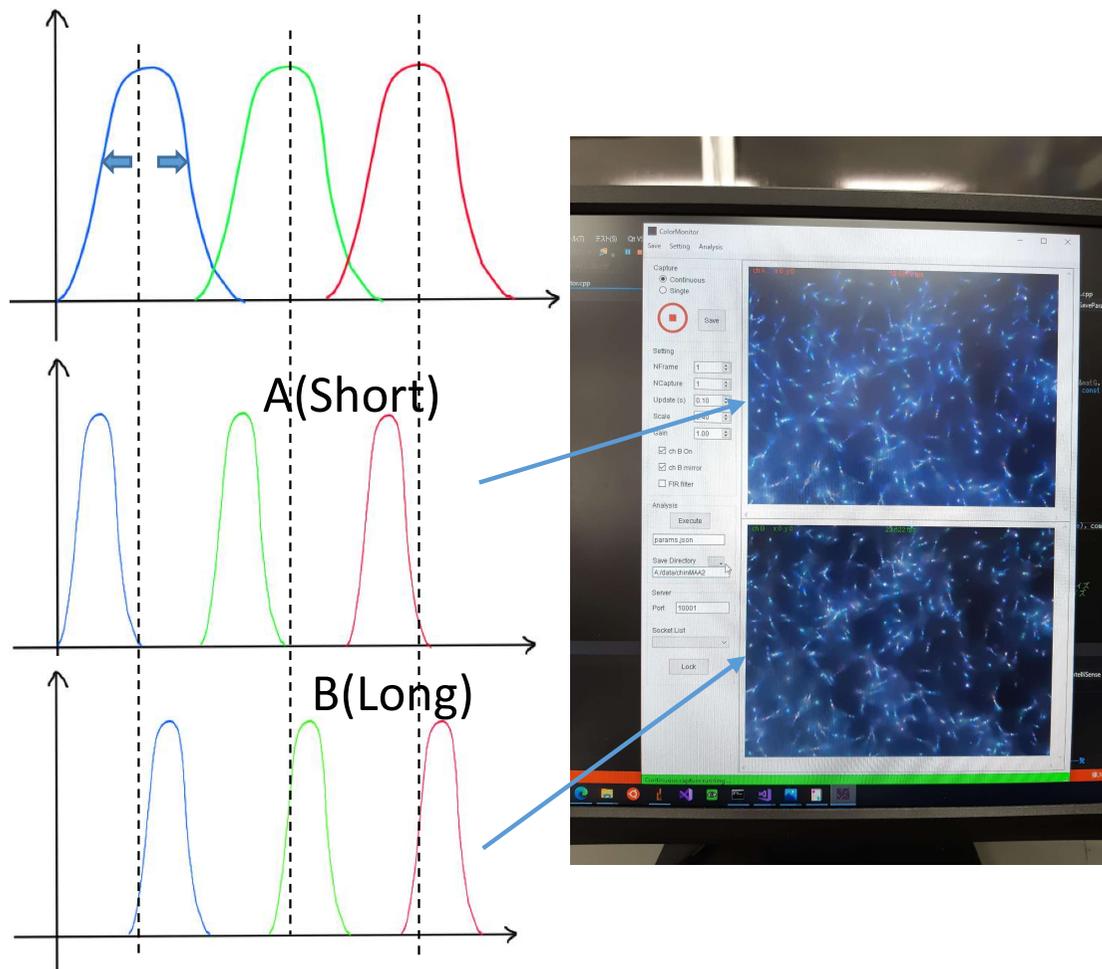
→詳しくは後の森崎トークで

局在表面プラズモン共鳴は金属ナノ粒子のサイズ、表面状態に依存
顕微鏡の光学分解能を超えた情報を引き出すことができる

NITでは見ている飛跡は現像されたものなので
現像の作用が大きく関与した現像銀がこの役目を果たす

C_PTSについて

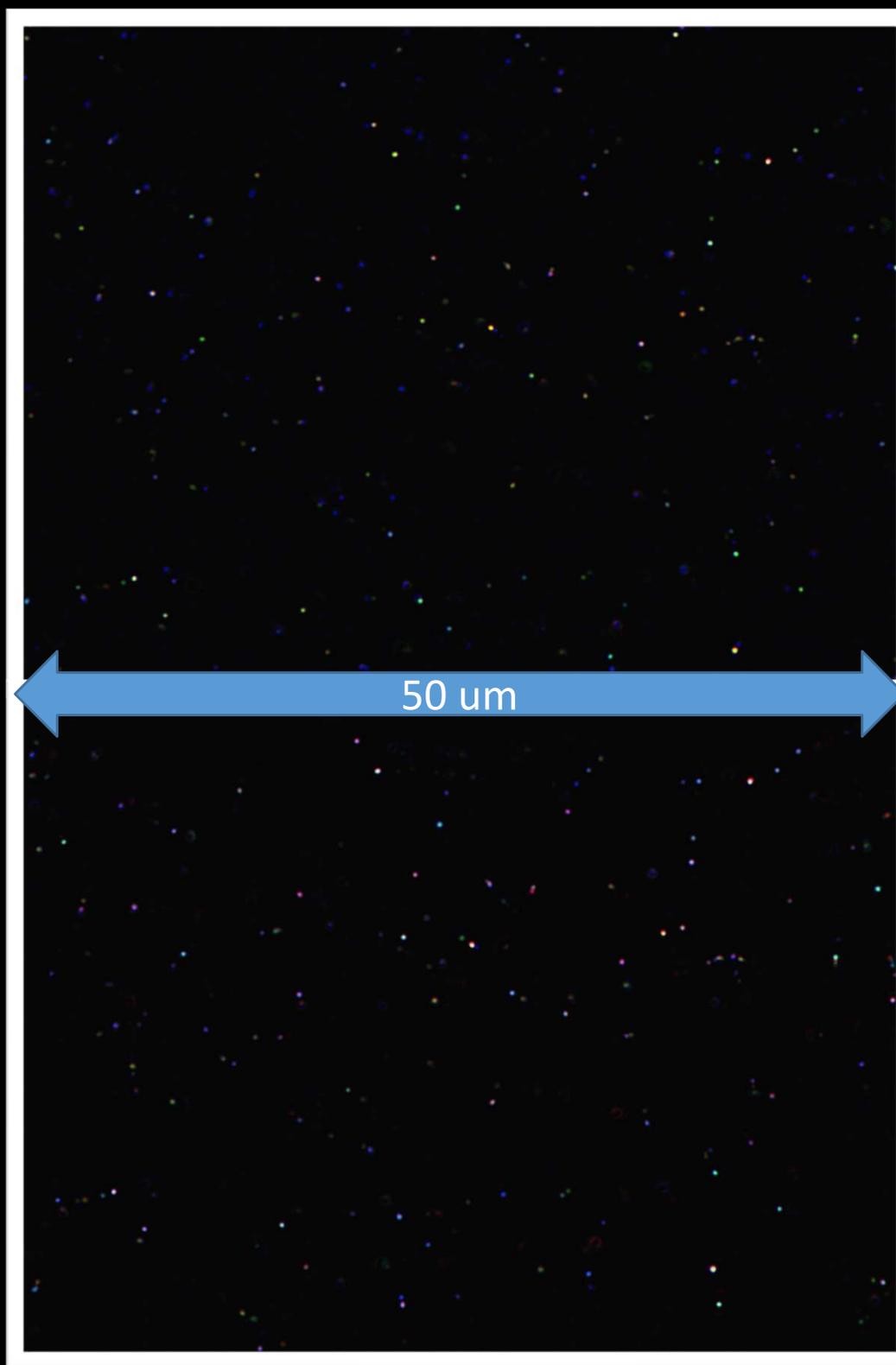
- 6波長でのカラー撮像、飛跡解析が可能
- プリズム分光カメラにより可視光波長のオーバーラップ小 (立ち上げ中)



C_PTS 撮像画像

A:短RGB波長側

B:長RGB波長側

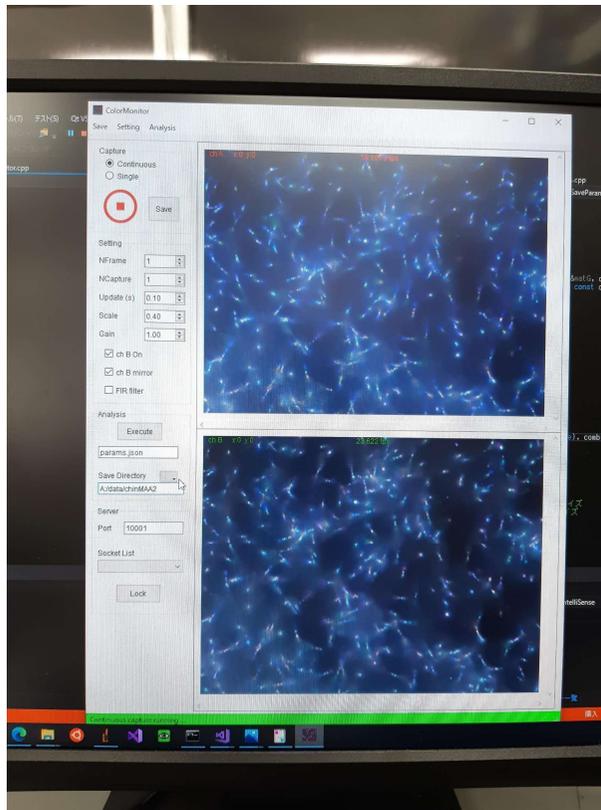


37 um

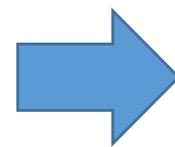
50 um

MAA
10min
 ^{241}Am

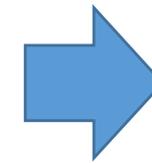
C_PTSデータ取得法



背景輝度を差し引く



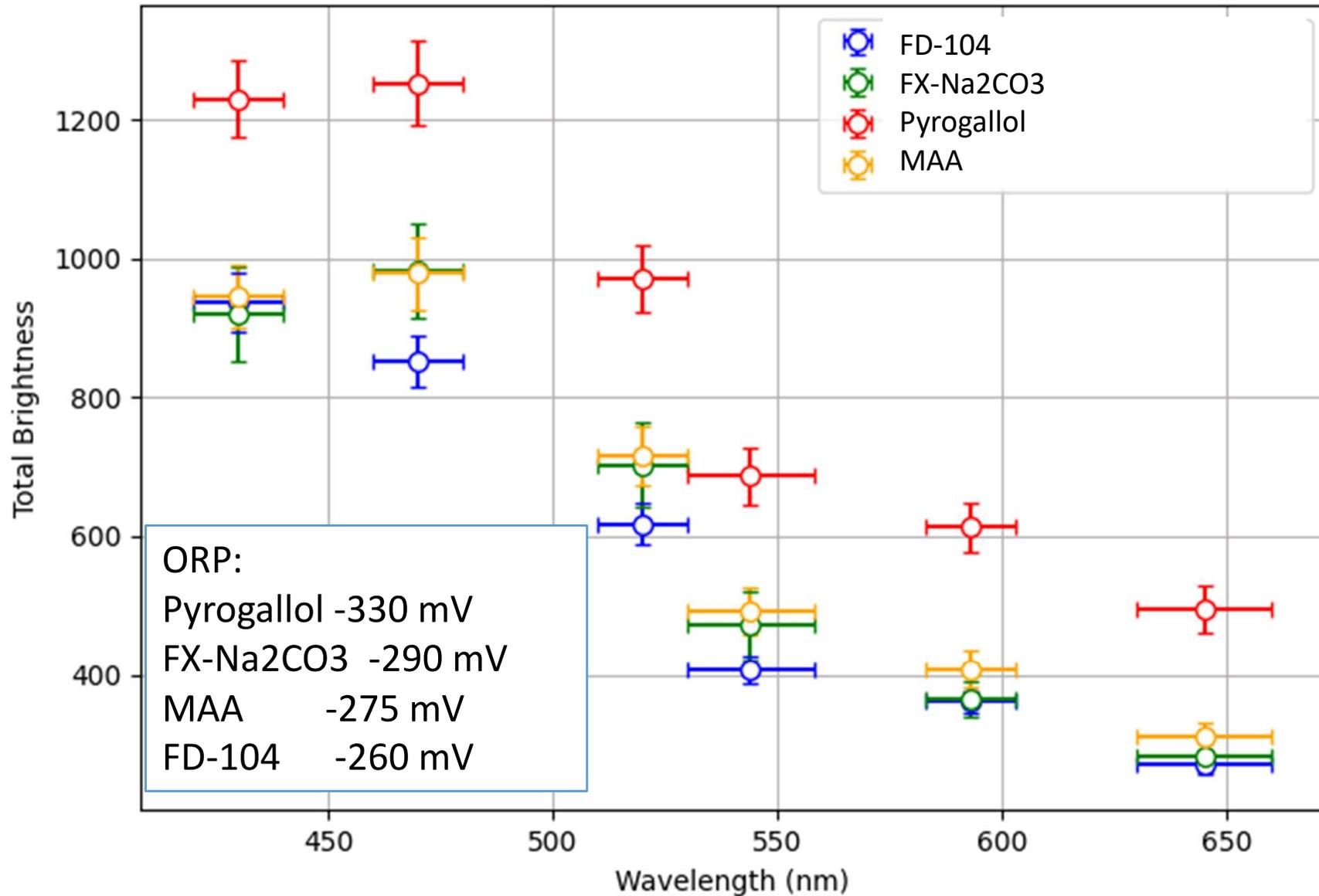
設定した輝度 threshold で二値化



パターン マッチング

grainごとにカラー解析

C_PTSによる6波長解析



まとめ

超微粒子原子核乾板(NIT)の飛跡観察には現像が必須
→飛跡の光学像、光学情報に大きく関与する

期待されること

grainの輝度を上げることで楕円解析の検出効率の向上
プラズモン振動による光学応答の変化

現像時間長くなると飛跡の輝度は上昇するが、Fog density も高くなる
→MAAのFog density を基準に現像時間を決定

相対的に輝度はORPに依存？

展望

- ・ α 線でない飛跡のカラー輝度分布
- ・楕円形状解析の検出効率評価