

— Instrument Performance test —

ELPI+を用いた作業環境下でのナノ粒子計測例



東京ダイレック株式会社
〒160-0015 東京都新宿区内藤町1内藤町ビルディング
TEL 03(3355)3632 (代)
FAX 03(3353)6895
営業部 内山 裕哉 (uchiyama@tokyo-dylec.co.jp)
技術部 船戸 浩二 (k-funato@tokyo-dylec.co.jp)
URL <http://www.t-dylec.net/>

試験概要: 近年、ナノテクノロジーの開発が日米欧を中心に世界各国で盛んに進められており、デバイス、医療、材料、バイオテクノロジーなど様々な分野で応用され、それらが飛躍的な進歩を遂げている。しかし、その一方でナノテクノロジーは超微細なナノ粒子を扱っていることから、作業環境における吸入暴露による有害性を危惧する声もあり、新たな安全管理体制の必要性が指摘されている。

ナノ粒子は通常1~100nmの粒径範囲で、その小ささからサブミクロンやミクロンサイズの粒子とは挙動が異なり、国際的な計測・評価手法も確立されていないのが現状で、ナノ粒子を高精度に計測する技術を確立することが急務の課題と考えられる。

DEKATI社より新たに開発されたELPI+は、低圧型インパクターと多段エレクトロメータを組み合わせた計測機器で、最小6nmから10 μ mまで広範囲な粒径分布をリアルタイムに計測する。またインパクター原理にて、各粒径毎の粒子を捕集できるので、計測終了後にナノ粒子を含めた捕集粒子を分析することも可能である。これらの特長から、ELPI+は作業環境を含む、様々なアプリケーションに適用できる。

今回、酸化チタンを含有する塗料の塗られた部品にレーザー照射することで、微細な粉塵が発生すると考えられる作業現場にELPI+や捕集サンプラー等を設置し、作業環境中の粉塵の粒子径および粒子濃度の経時変化を計測した。

試験日時: 2011年12月6日(火)

場 所: レーザー照射作業を行う工場内

測定箇所の
詳細:

工場内の下記2箇所にて測定を実施

①1F作業場

- ・ベルトコンベアーで連続して運ばれた部品をレーザー刻印機で自動的に照射し、刻印後の部品を作業者が別枠に組付ける
- ・レーザー刻印機の背面から1m程離れた場所にELPI+を設置
- ・レーザー刻印機に集塵機が付いているが、故障中で稼働していない
- ・レーザー刻印機は簡易チャンバーで囲われているが、密封状態ではない

| | |
|-------------|--------------|
| 11:06 | 計測開始 |
| 11:17 | レーザー刻印開始(数枚) |
| 11:23 | レーザー刻印(連続) |
| 11:49 | レーザー刻印終了 |
| 11:45~12:30 | 昼休み |
| 12:31 | レーザー刻印開始(連続) |
| 13:30 | 計測終了 |

①2F作業場

- ・独立して設置されたレーザー刻印機に作業者が手動で一台毎に部品を挿入し、照射・刻印後の部品を作業者がハンドクリーナーで清掃
- ・レーザー刻印機から30cm程離れた場所にELPI+を設置
- ・レーザー刻印機に集塵機が付いており、稼働していた
- ・レーザー刻印機は簡易チャンバーで囲われているが、密封状態ではない

14:53 計測開始
 15:00 レーザー刻印開始(連続)
 15:47 計測終了

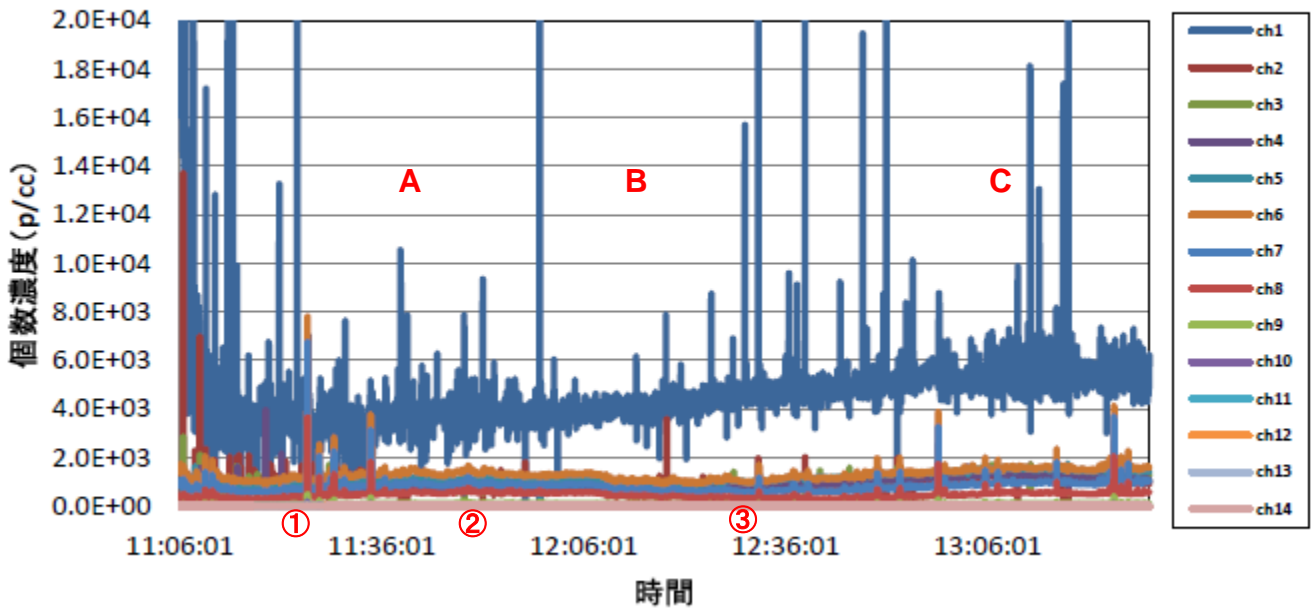
ELPI+の分級特性:

| Ch番号 | D50 カット粒径 (μm) | 捕集粒径範囲 (μm) | 電荷量検出(可/不可) | 分析(可/不可) |
|------|----------------|---------------|-------------|----------|
| 15 | 9.8 | 9.8以上 | 不可能 | 可能 |
| 14 | 6.66 | 6.66~9.8 | 可能 | 可能 |
| 13 | 3.98 | 3.98~6.66 | 可能 | 可能 |
| 12 | 2.38 | 2.38~3.98 | 可能 | 可能 |
| 11 | 1.59 | 1.59~2.38 | 可能 | 可能 |
| 10 | 0.944 | 0.944~1.59 | 可能 | 可能 |
| 9 | 0.61 | 0.61~0.944 | 可能 | 可能 |
| 8 | 0.38 | 0.38~0.61 | 可能 | 可能 |
| 7 | 0.261 | 0.261~0.38 | 可能 | 可能 |
| 6 | 0.156 | 0.156~0.261 | 可能 | 可能 |
| 5 | 0.0942 | 0.0942~0.156 | 可能 | 可能 |
| 4 | 0.0559 | 0.0559~0.0942 | 可能 | 可能 |
| 3 | 0.0279 | 0.0279~0.0559 | 可能 | 可能 |
| 2 | 0.0169 | 0.0169~0.0279 | 可能 | 可能 |
| 1 | 0.006 | 0.006~0.0169 | 可能 | 不可能 |

コメント:

- ①1F作業場では、ELPI+が刻印機から1m程離れていたこともあり、刻印後の急激な濃度変化は見られず、経時的にゆっくりと個数濃度が変化していた。
- ②1F作業場においてレーザー刻印時と昼休み時の個数濃度を比較した場合、明らかな濃度差が見られ、特に5~8chのサブミクロン領域で顕著な変化が確認された(ページ4参照)。
- ③1F作業場の粒径分布グラフを見ると、昼休みでレーザー刻印機の運転を止めたことで5~8chの個数濃度が低減することが確認されたが、1chのナノ粒子は低減せずに経時的に増加していた。これは試験概要でも述べたように、ナノ粒子とサブミクロン粒子の挙動の違いによるものと考えられるが、追って調査が必要である(ページ5参照)。
- ④2F作業場では、ELPI+が刻印機に比較的に近かったため、刻印機の運転状況に伴い、急激な濃度変化が顕著に見られた。
- ⑤2F作業場においてレーザー刻印前後の個数濃度を比較した場合、1Fと同様に明らかな濃度差が見られ、特に5~8chのサブミクロン領域で顕著な変化が確認された(ページ7参照)。
- ⑥2F作業場の粒径分布グラフを見ると、レーザー刻印を運転することで5~8chの個数濃度は大幅に増加していることが確認された。一方でナノ粒子は経時的に増加していた(ページ8参照)。

ELPIの濃度変化グラフ 1~14ch (1F作業場)



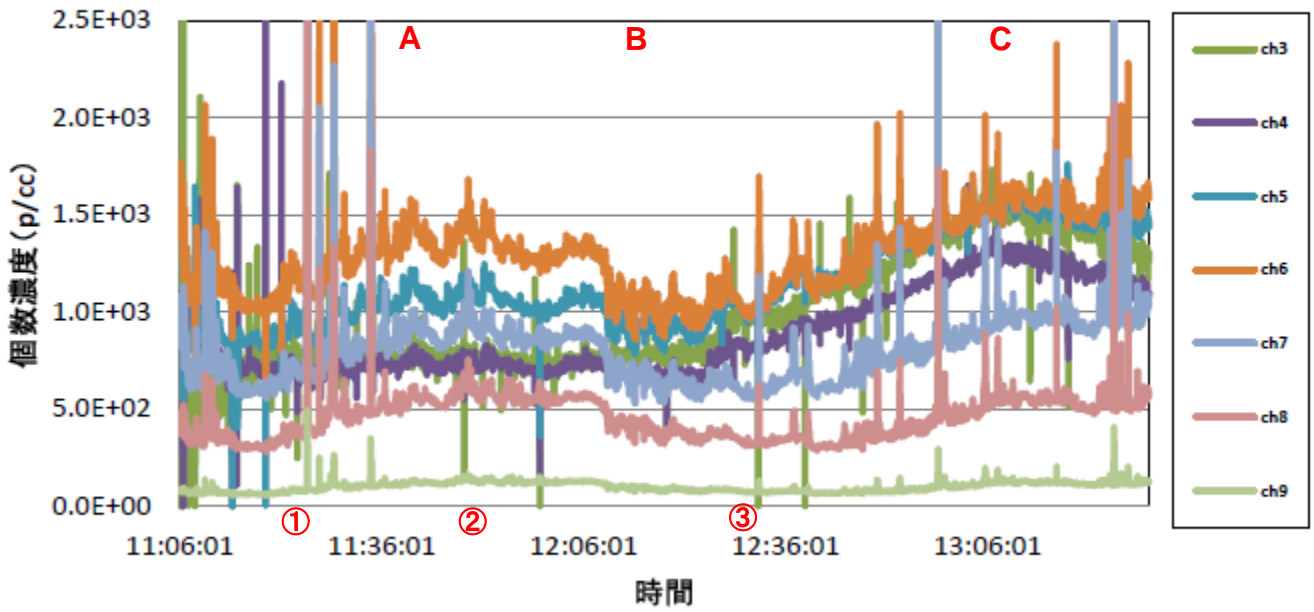
- ① : レーザー刻印開始 (連続)
- ② : レーザー刻印終了
- ②~③ : 昼休み
- ③ : レーザー刻印開始 (連続)

ELPI+の個数濃度変化を1~14chの粒径区分毎に表した。

上記グラフの内、反応が見られた3~9chの濃度変化グラフをページ5に添付。

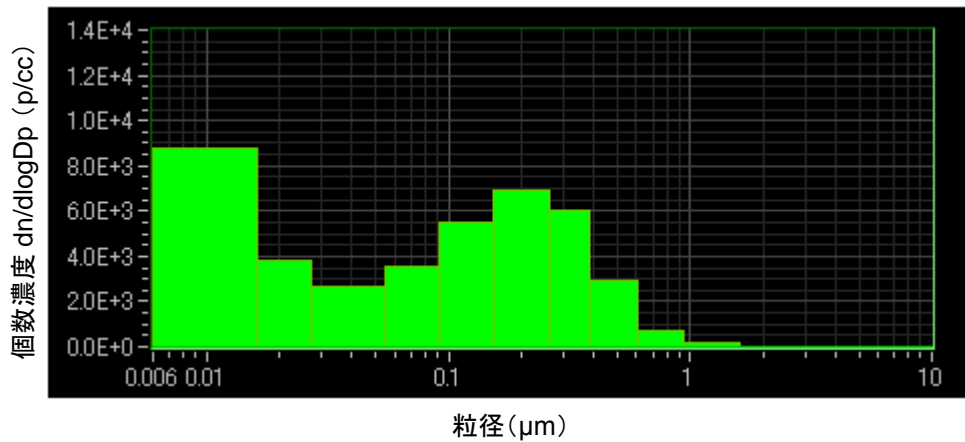
更にページ6にレーザー刻印時 (A、C) および昼休み時 (B) の粒径分布グラフを添付

ELPIの濃度変化グラフ 3~9ch (1F作業場)

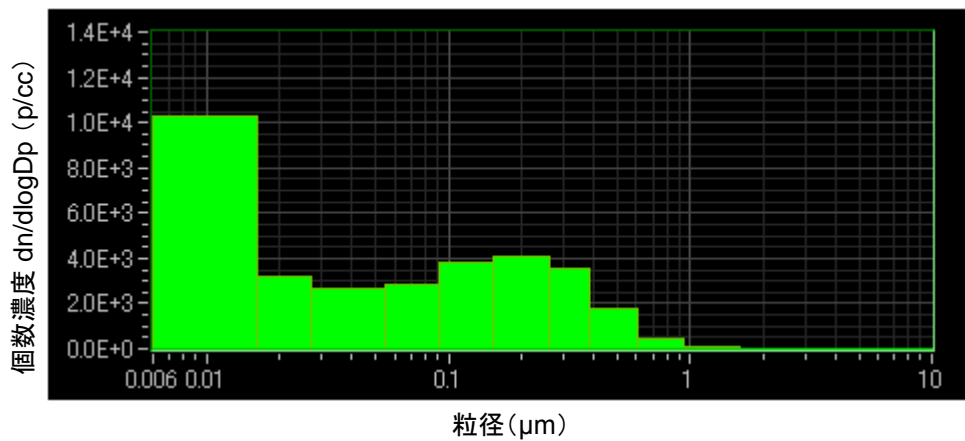


- ① : レーザー刻印開始 (連続)
- ② : レーザー刻印終了
- ②~③ : 昼休み
- ③ : レーザー刻印開始 (連続)

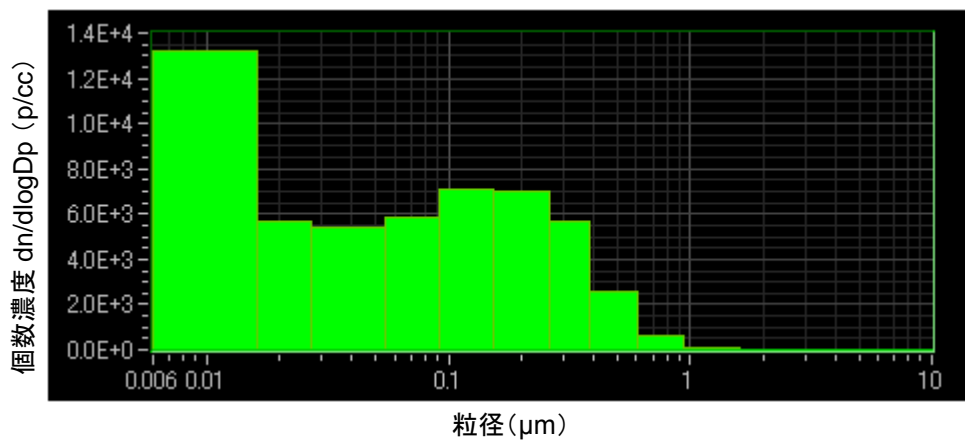
A. レーザー刻印時の粒径分布グラフ(11:40)

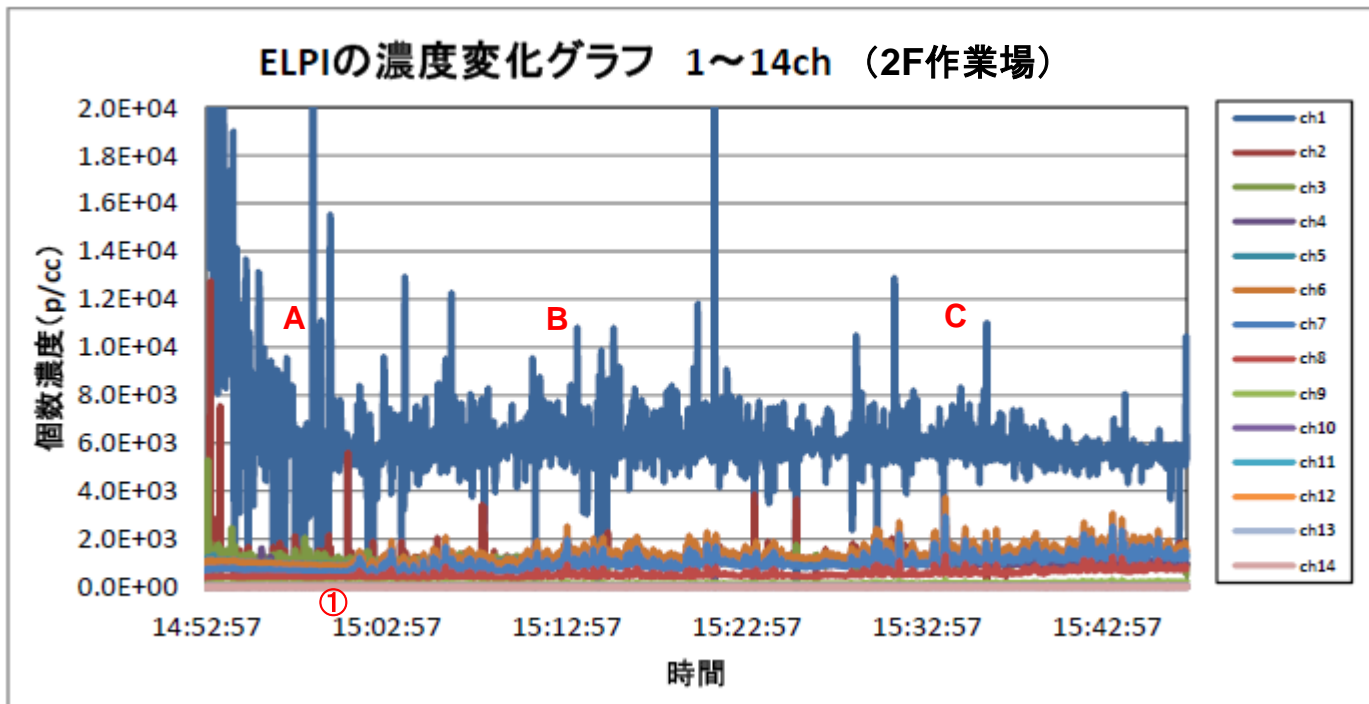


B. 昼休み時の粒径分布グラフ(12:13)



C. レーザー刻印時の粒径分布グラフ(13:08)

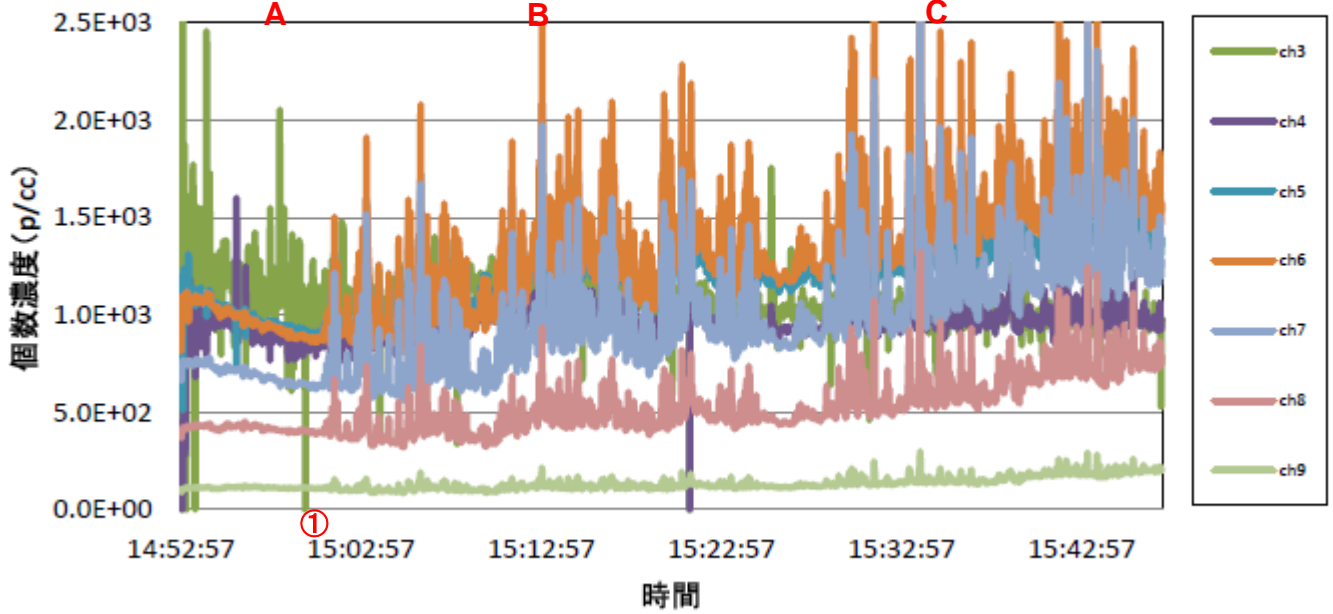




①: レーザー刻印開始 (連続)

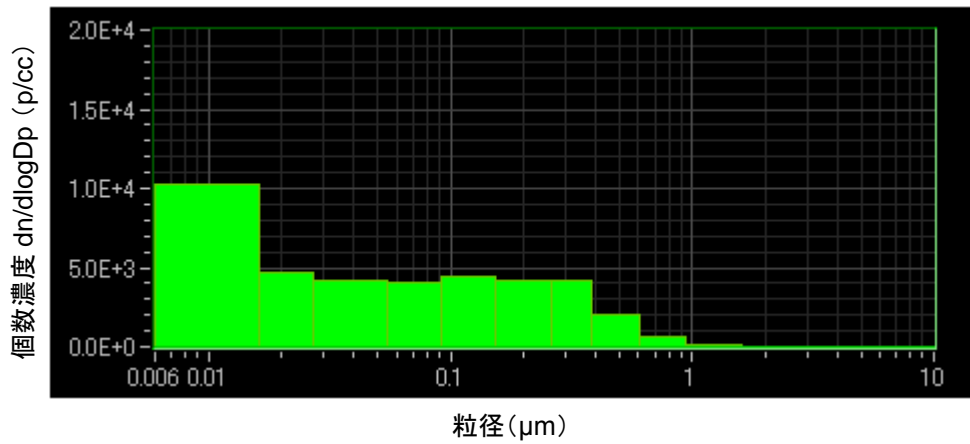
ELPI+の個数濃度変化を1~14chの粒径区分毎に表した。
上記グラフの内、反応が見られた3~9chの濃度変化グラフをページ7に添付。
更にページ8にレーザー刻印前 (A) およびレーザー刻印時 (B、C) の粒径分布グラフを添付

ELPIの濃度変化グラフ 3~9ch (2F作業場)

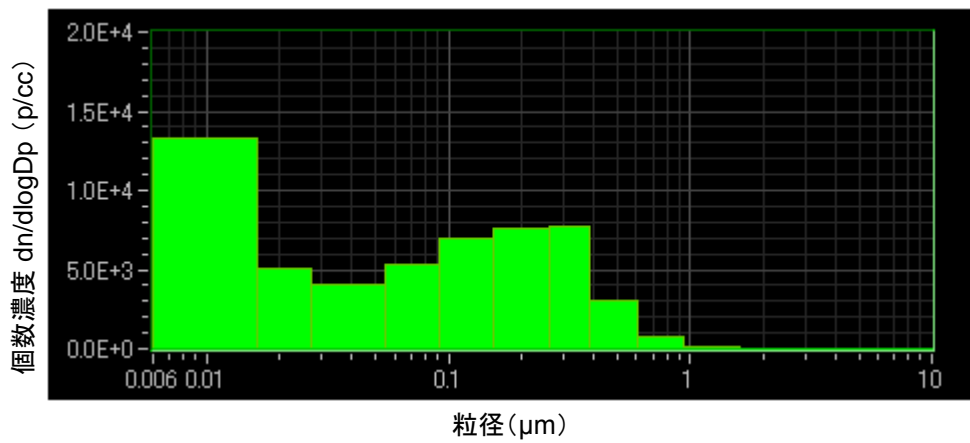


① : レーザー刻印開始 (連続)

A. レーザー刻印前の粒径分布グラフ(14:58)



B. レーザー刻印時の粒径分布グラフ(15:12)



C. レーザー刻印時の粒径分布グラフ(15:34)

