

# CNTコーティング系の製織工程における作業環境評価

## 第一報 粒子濃度の時間変化による評価

甲田茂樹 鷹屋光俊 小野真理子 篠原也寸志 久保田久代

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所

## はじめに

- 多層カーボンナノチューブ ( **MWCNT** 以下**CNT** ) は、グラフェンシートが円筒状に形成され、同心円状に層をなす、主成分が炭素からなる、代表的なナノマテリアルであり、軽量で堅牢であり、樹脂等の混合することで導電性を付与できることから、新素材として期待されている。
- 生体影響を懸念する動物実験データも報告されており、労働現場で**CNT**を取扱う場合、予防的なリスク管理が求められている。 **CNT**はその繊維状の形状から、アスベストに関連した毒性が懸念されている。
- 当研究所では、**CNT**の生産現場における作業環境測定を実施し、労働者へのばく露評価を行ってきたが、気中では複数のナノマテリアルが凝集した形で存在し、非凝集での**CNT**のばく露を確認するには至っていない。

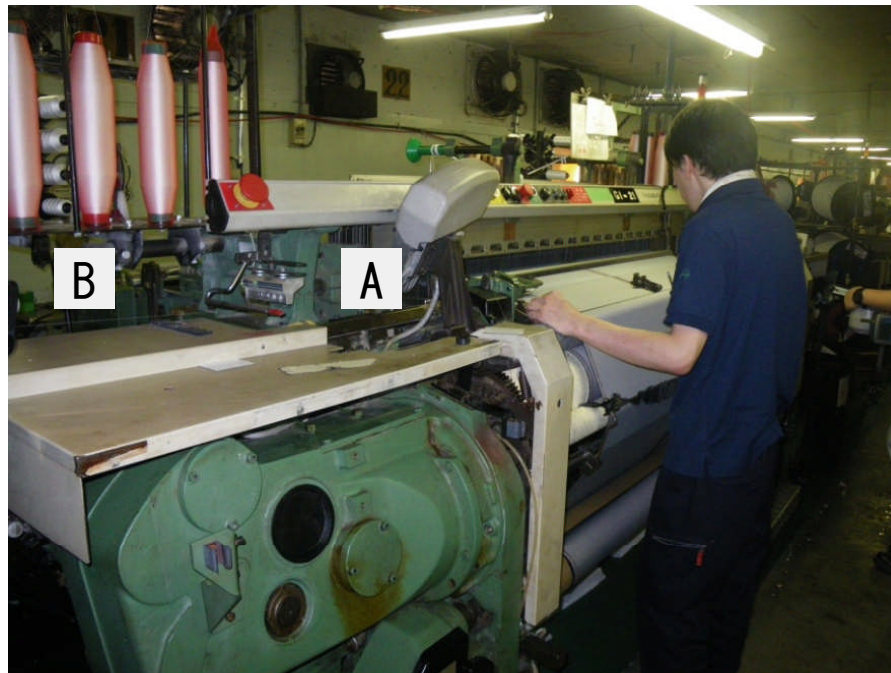


## はじめに

- 本研究では、ポリエステル繊維に**CNT**で被覆した導電繊維（**CNT**コーティングポリエステル加工糸：以下**CNT**コーティング糸、**CNT**はBaytube, Bayer社製）を用いて、織物を製作する現場において**CNT**などの飛散状況を測定・評価したので、報告する。
- ナノマテリアルの加工現場では、すでに半製品化されるなど、ナノサイズでは存在しない可能性が高いが、今回の加工現場では**CNT**コーティング糸が自動織機による機械的な摩擦力で**CNT**自体が剥離する可能性もあり、労働現場ではナノサイズの**CNT**ばく露が懸念される。
- なお、**CNT**コーティング糸は6団体の産官学コンソーシアム（北海道大学、クラレリビング、茶久染色、松文産業、愛知県尾張繊維技術センターと三井物産）の共同開発による製品であり、6者のご理解とご協力でのこの研究を実施した。

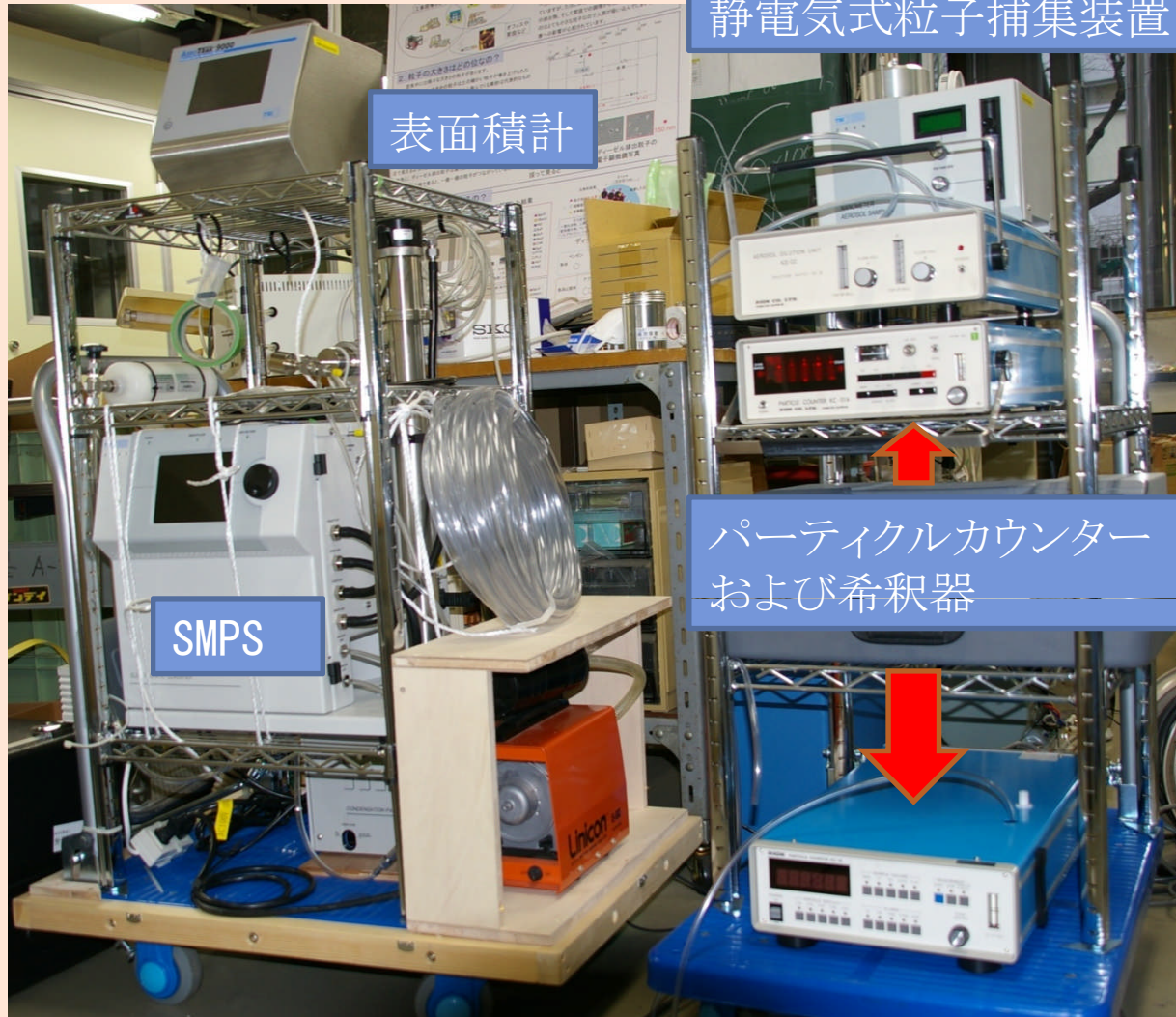
# 研究方法

- 作業環境測定は(A)織機の近傍、(B)織機から1.5m程度離れた場所、(C)作業者近傍、(D)屋外、(E)別の建物の会議室、の5点で実施した。
- 作業環境測定は1. 光散乱式パーティクルカウンター(OPC)、2. 凝縮核カウンター(CNC)、3. 粒径分布測定装置: 走査型移動度粒子計測器(SMPS)、4. 表面積計を用い、さらに、個人ばく露サンプラーを用いて、測定点(B)と(C)で粒子を捕集し、重量測定した。





# 測定機器一式



静電気式粒子捕集装置

表面積計

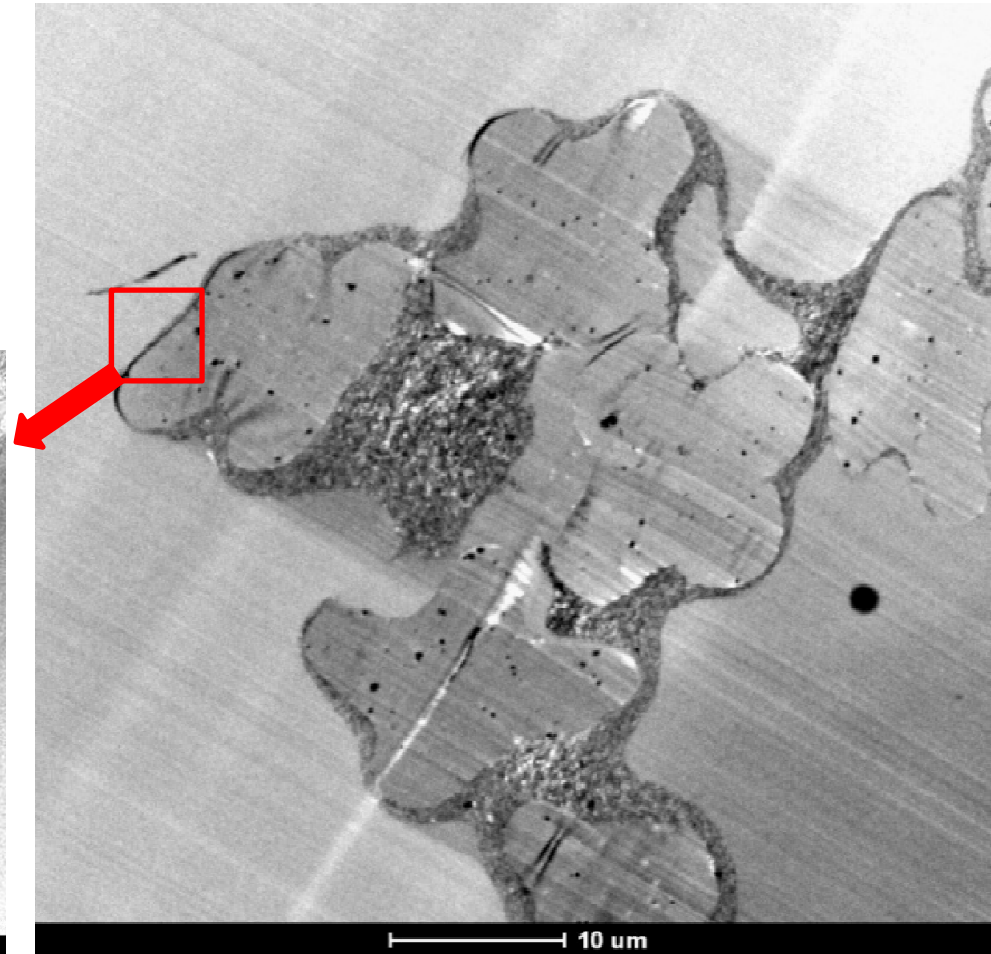
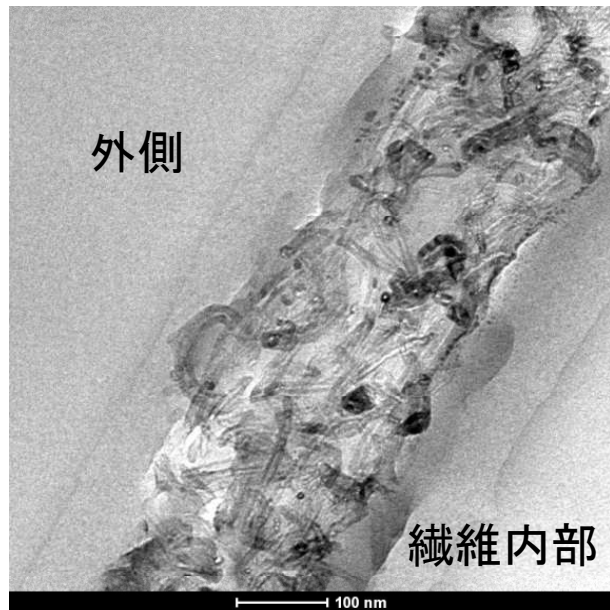
SMPS

パーティクルカウンター  
および希釈器

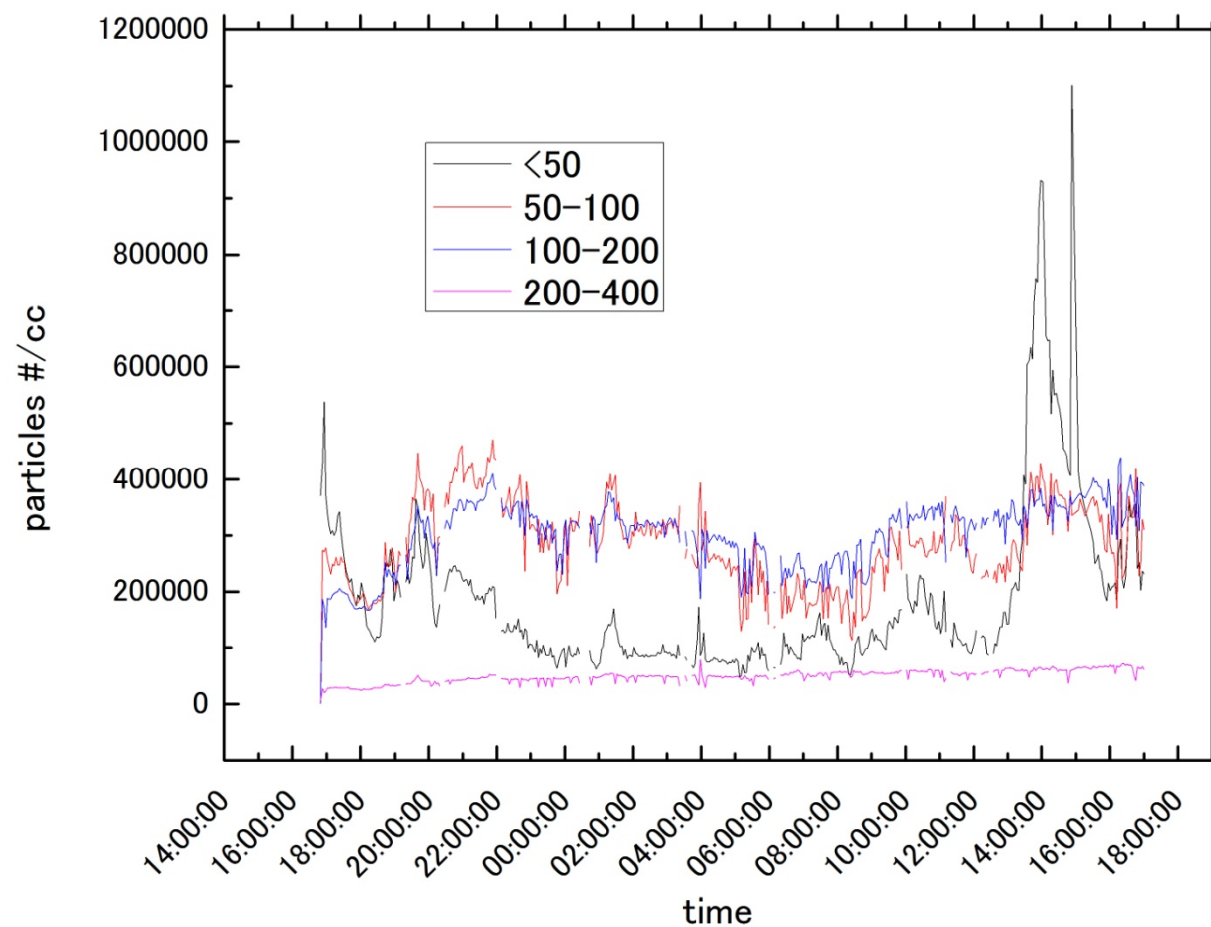
CNC



# CNTコーティング糸の断面のTEM観察像



# 気中のナノ(サブミクロン)粒子の変化 測定点(B)においてSMPSで測定

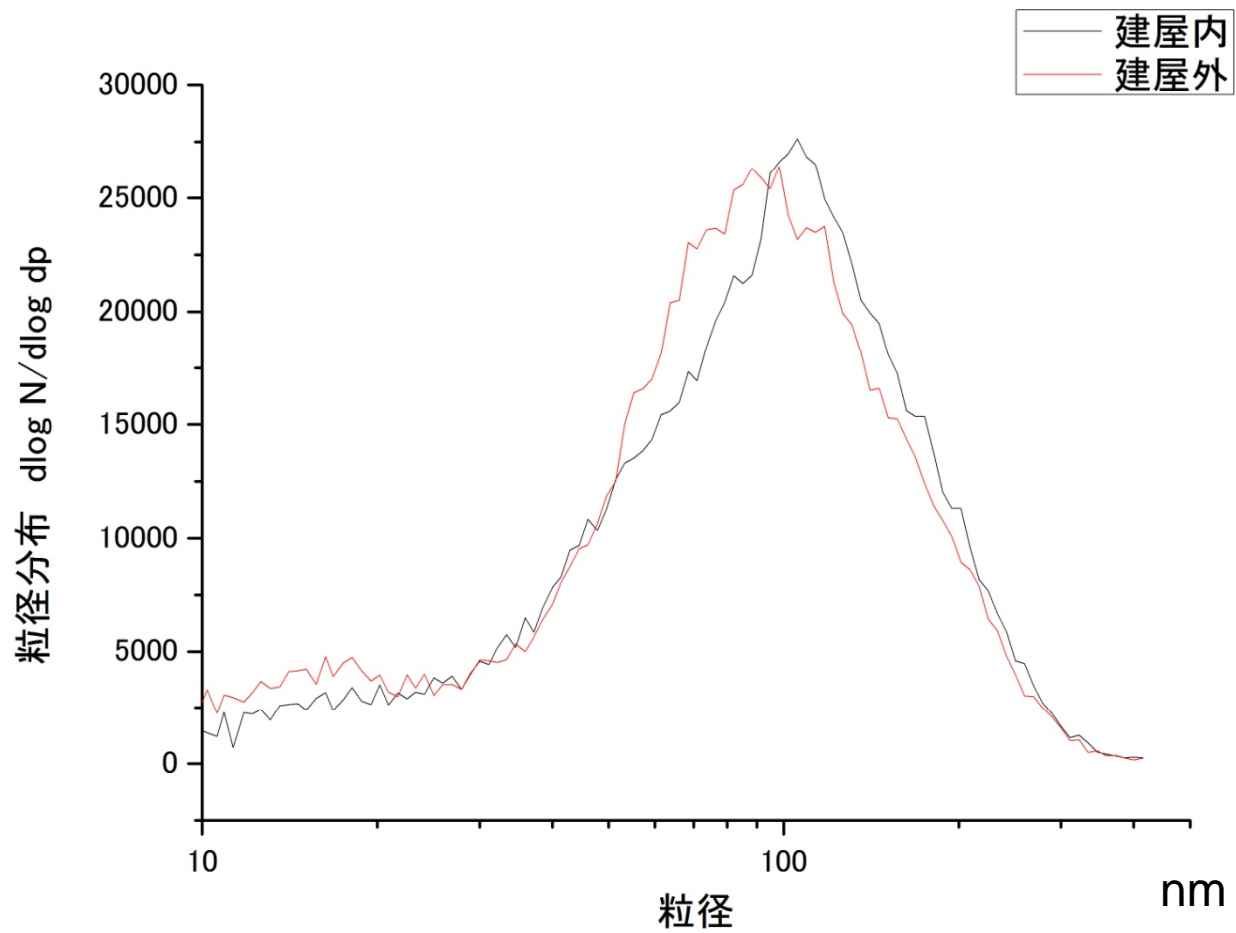


## その他の作業環境測定の結果

- 測定点 (B) における光散乱式パーティクルカウンター (OPC)、凝縮核カウンター (CNC) と表面積計を用いた測定結果でも作業に対応する明らかな個数濃度の上昇は検出することが出来なかった。
- デジタル粉じん計を用いた総粉じんの計測では、測定点 (B) では40～60cpm、測定点 (E) では15cpmであった。
- 粒子の重量濃度の測定では、
  - 測定点 (B) 0.066mg/m<sup>3</sup> (PM4), 0.092mg/m<sup>3</sup> (総粉じん)
  - 測定点 (C) 0.093mg/m<sup>3</sup> (PM4), 0.159mg/m<sup>3</sup> (総粉じん)自動織機近くでは、作業者の立ち位置に比べて、粉じんばく露が約1.5倍程度に上昇していたが、CNT由来の粉じんであるとは確認できなかった。

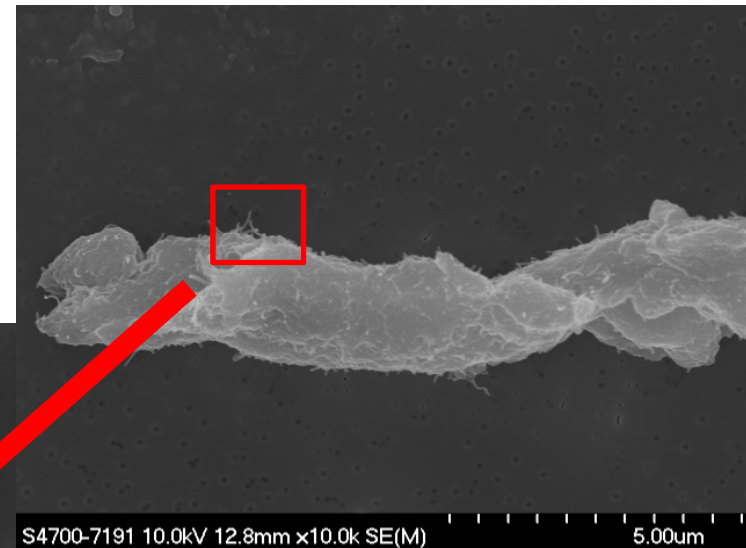
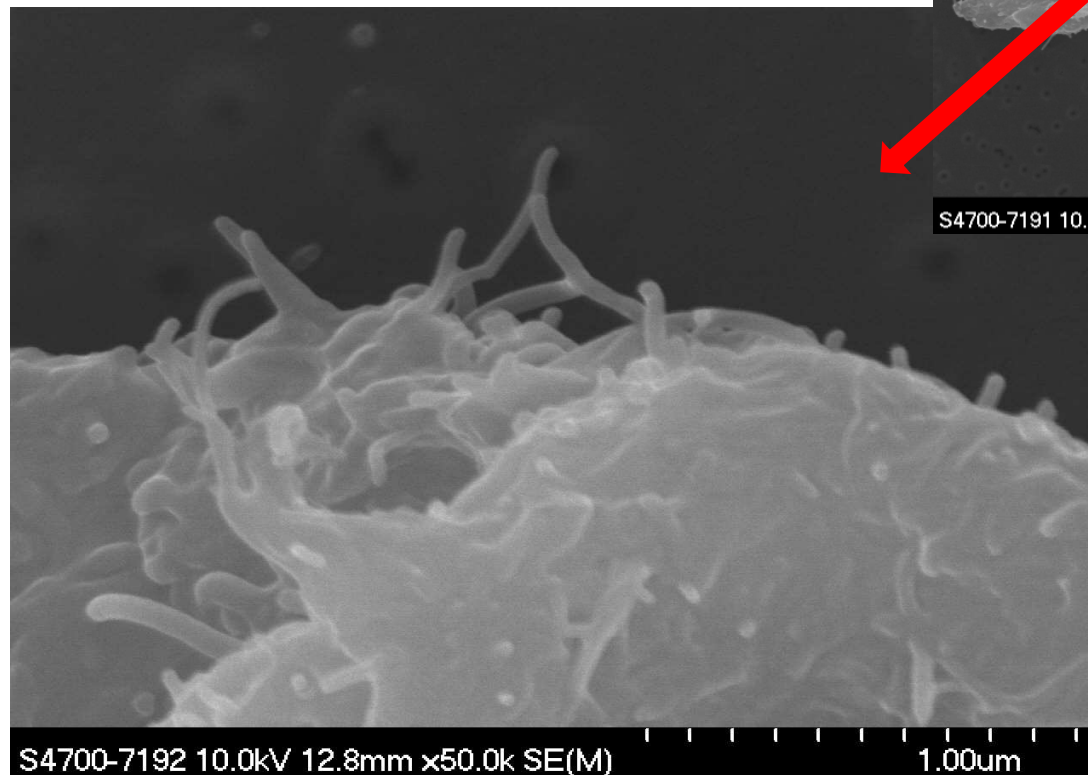


# 自動織機動作中の粒径分布 (SMPS)



# 現場で浮遊していた粒子のSEM観察像

剥離したCNTコーティング糸  
シウタスStage A (>2500nm)



## まとめ

- 測定原理の異なる粒子濃度の測定装置を用いた作業環境測定では、CNTコーティング糸の製織工程で、作業に対応する明らかな個数濃度の上昇は検出しなかった。
  - 粒子の重量濃度の測定では、自動織機近傍は、作業者の立ち位置に比べ、粉じん及びPM4レベルの粉じんばく露は約1.5倍程度高かったが、CNT由来とは確認できなかった。
  - 作業環境へのCNTコーティング糸の影響を評価するためには、電子顕微鏡観察や炭素分析が必要となる。
- 第二報 シウタスサンプラでステージA (>2500 nm) で剥離したCNTコーティング糸が確認されたが、CNT単独の粒子の飛散は確認できなかった。CNTコーティング層から表面に出ている50nm以上のCNTの本数は、製織の前後で変化がなかった。