

結果より、サーマルプレシピテーターを用いて、形態観察のための FE-SEM 用試料捕集、また必要に応じて行える、FE-STEM 用の試料捕集が可能となった。本実験では TEM 用グリッドを直接サーマルプレシピテーターに設置したが、図 2.7.27 左図のように、FE-SEM 用捕集板を作製できたことを活かし、図 2.7.27 右図のように TEM 用の捕集板を作製することによって、より確実に粒子が捕集できることが期待される。

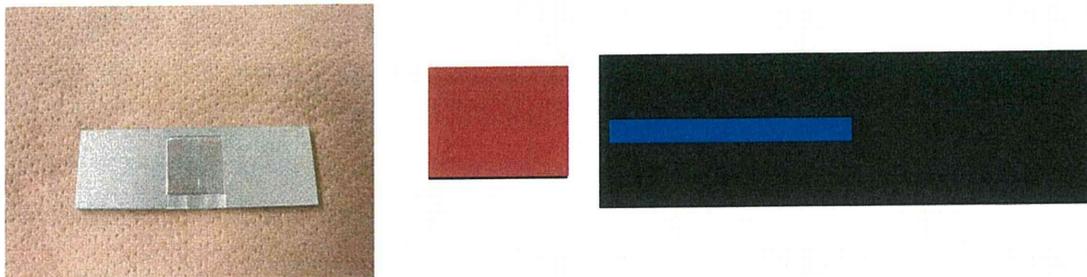


図 2.7.27 TEM 用捕集板概要

2.8 現場測定

2.8.1 現場概要

測定を行った現場は、CNT 取扱い作業場である。測定は3回にわけて行った。N 県にある機械メーカーで、射出成形機、金型、複合材料などを製造・販売している。射出成形機とは、熱可燃性樹脂等を原料にして製品を作る機械である。ナノマテリアルには、樹脂コーティングされた CNT を使用していた。測定作業項目は以下の2点である。

(1) 射出成形機試験用材料製作作業（ナノマテリアル切断作業）

射出成形機を試験するための材料を作製する工程で、押出機と呼ばれる機械、水槽およびカッターで構成されている。まず押出機に、CNT を導入する。導入する際、作業者が CNT にばく露する恐れがあるので、作業者は防護服を着用して作業を行っている。また、導入部はビニールで覆われている。測定を行った作業場の見取り図を図 2.8.1 に示す。押出機は、導入された CNT に熱を加えながら圧縮し、CNT は熱を持ったまま水槽へと押し出され、径約 2mm の紐状に引き伸ばされる。細長い金属製の水槽に水（水温:25℃）が満たされ、その中を熱いままの CNT 材料が設置されたローラーに沿って通過し、急激に冷やされて固められたのち、水槽の先端に接続されたカッターで粒径約 1mm の粒になるように切断される。この作業は、図 2.8.1 に示されているように、縦約 20m、横約 50m のビニールカーテンによって隔離された場所で行われていた。

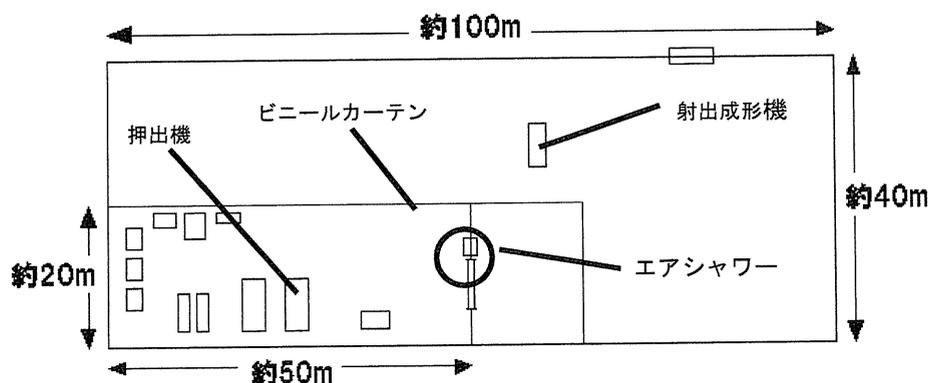


図 2.8.1 CNT 取扱い作業現場の見取り図

(2) 射出成形機試験作業（ナノマテリアル熱加工作業）

(1)で作製した粒状の CNT 材料を入れたホッパーから少しずつ材料が落ち、加熱されながら押し出され、金型で成型されて製品となる。加熱移動～金型充填時に、外気に露出するため飛散する可能性がある。

2.8.2 使用機器

本測定では、3回にわけて測定を行った。各回に使用した測定機器(3章参照)は下記の通りである。

(1) 1回目

CPC、Sioutas、NW-354、オープンフェイス

(2) 2回目

WPS、CPC、Sioutas、NW-354、オープンフェイス

(3) 3回目

2.8.3 測定点

(1) 1回目

ナノ粒子が飛散していると思われる測定点を以下のように6点選定し、測定を行った。測定点の見取り図を図2.8.2に示す。

- ① 押出機脇
- ② 押出機カッター脇
- ③ ドラフト前
- ④ 専用作業所入口前
- ⑤ 成型機操作盤側
- ⑥ 成型機操作盤反対側

測定点③は、ナノマテリアル切断作業から遠い点であり、ドラフトは作動していなかった。また、④はエアシャワーの設置された専用の入口の手前で実際にナノマテリアル切断作業が行われている部屋の外である。

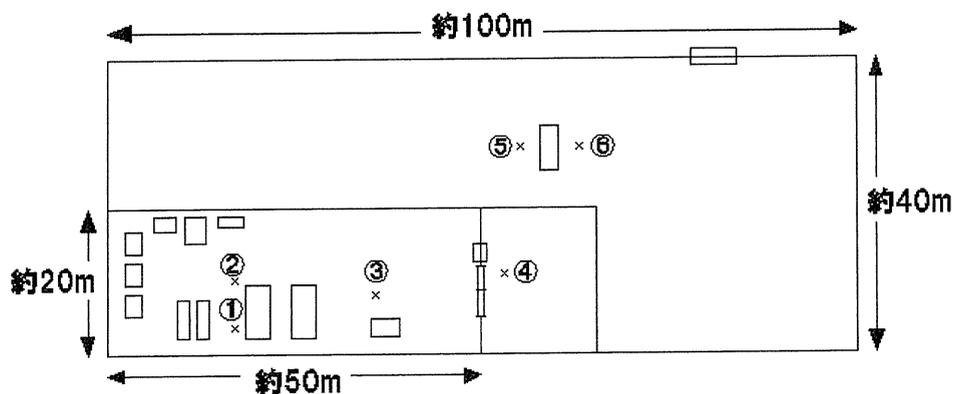


図 2.8.2 測定点(1回目)の見取り図

(2) 2回目

1回目の結果を受けて、ナノ粒子濃度が高いと思われる点を以下のように2点および工場外に1点選定し、測定を行った。測定点の見取り図を図2.8.3に示す。③は工場外のため、図には記載していない。

- ① 押出機カッター脇
- ② 成型機操作盤側
- ③ 工場外

測定点③の工場外は、WPSによる粒度分布において大気粒子との比較のため行った。

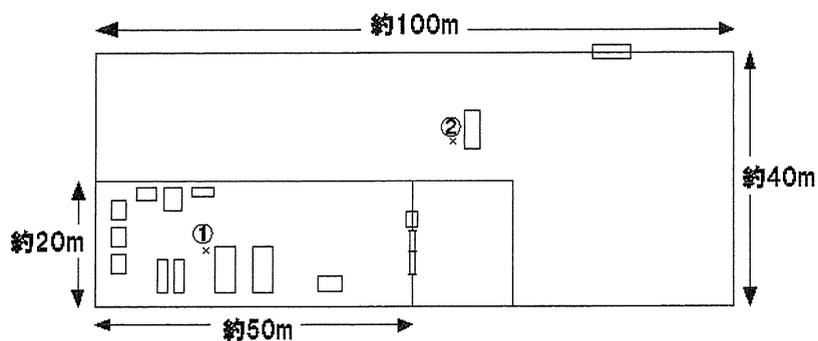


図 2.8.3 測定点(2回目)の見取り図

(3) 3回目

1回目、2回目の測定結果を受けて、ナノ粒子濃度が高いと思われる点を以下のように2点選定し、そこをビニールで囲って、周りの影響を除去した上で、測定を行った。測定点の見取り図を図 2.8.4 に示す。

- ① 押出機カッター脇
- ② ホッパーローダー

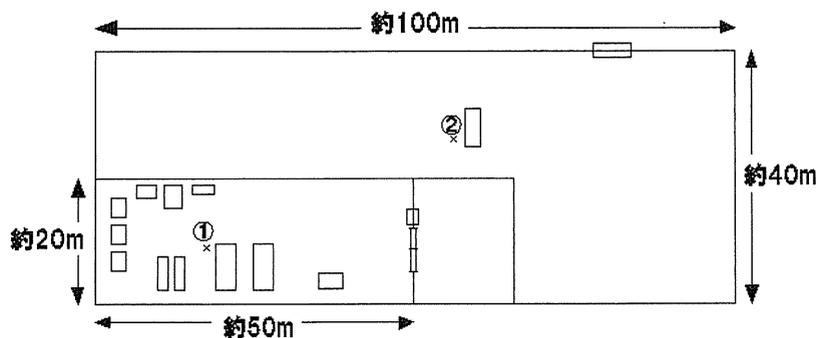


図 2.8.4 測定点(3回目)の見取り図

ホッパーローダーとは、CNT 材料を攪拌しながら 120℃で乾燥させ、押出機から射出成形機に試料を充填する工程を自動化する機器である。測定点①、②において、それぞれ押出機カッター、ホッパーローダーをビニールで覆って測定を行った。

2.8.4 測定条件

(1) 1回目

1回目の測定条件を表 2.8.1 に示す。

表 2.8.1 1回目の測定条件

測定時間		各測定点で 30 分
Sioutas	流量	9L/min
	フィルター	A～D 層:T60A20(25mm)、E 層:T60A20(37mm)
	装置①	全測定点における総捕集量
	装置②	測定点①、②における総捕集量
	装置③	測定点③～⑥における総捕集量
NW-354	流量	20L/min
	フィルター	T60A20(25mm)
		全測定点における総捕集量
オープンフェイス	流量	2.5L/min
	フィルター	ニュークリポアフィルター

(2) 2回目

2回目の測定条件を表 2.8.2 に示す。

表 2.8.2 2回目の測定条件

測定時間		各測定点で 60 分
Sioutas	流量	9L/min
	フィルター	A～D 層:T60A20(25mm)、E 層:T60A20(37mm)
	装置①	測定点①における総捕集量
	装置②	測定点②における総捕集量
NW-354	流量	20L/min
	フィルター	T60A20(25mm)
	装置①	測定点①における総捕集量
	装置②	測定点②における総捕集量
オープンフェイス	流量	2.5L/min
	フィルター	ニュークリポアフィルター
WPS 分解能		10～500nm で 12Ch

(3) 3回目

3回目の測定条件を表 2.8.3 に示す。

表 2.8.3 3回目の測定条件

測定時間		各測定点で 60 分
Sioutas	流量	9L/min
	フィルター	A～D 層:T60A20(25mm)、E 層:T60A20(37mm)
		測定点②における総捕集量
オープンフェイス	流量	3.5L/min
	フィルター	ニュークリポアフィルター
	装置①	各測定点における総捕集量
WPS 分解能		10～500nm で 12Ch
サーマルプレシピテーター	温度差	200℃
	流量	0.3L/min
	平板間隔	0.3cm

2.8.5 測定結果

(1) 1回目

(a) ナノ粒子測定器測定結果

CPC の測定結果を図 2.8.5 に示す。

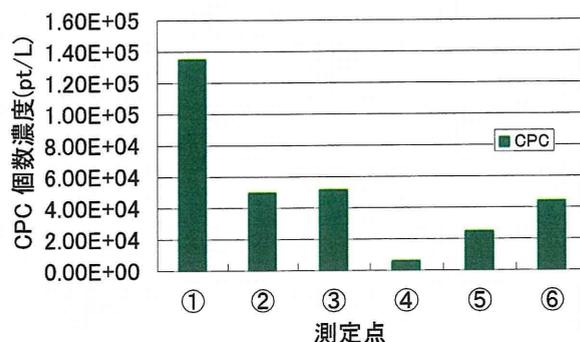


図 2.8.5 CPC の測定結果

(b) サンプラーによる捕集結果

Sioutas の各層における重量、NW-354 による重量をそれぞれ表 2.8.4、2.8.5 に示す。オープンフェイスのフィルターを FE-SEM で観察した像をそれぞれ図 2.8.6~2.8.16 に示す。

表 2.8.4 Sioutas の各層における重量(mg)

	Sioutas①	Sioutas②	Sioutas③
A 層(>2.5 μm)	0.00	0.03	0.00
B 層(2.5-1.0 μm)	0.00	0.01	0.01
C 層(1.0-0.5 μm)	0.02	0.02	0.00
D 層(0.5-0.25 μm)	0.01	0.05	0.02
E 層(<0.25 μm)	0.16	0.17	0.01

表 2.8.5 NW-354 による重量(mg)

衝突板	0.04
フィルター	0.26

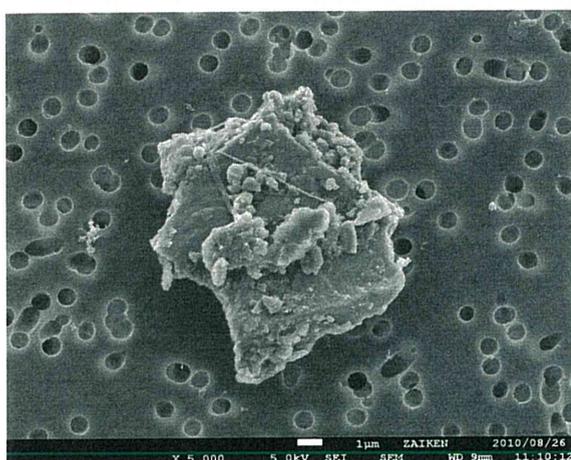


図 2.8.6 オープンフェイス (測定点①×5,000)

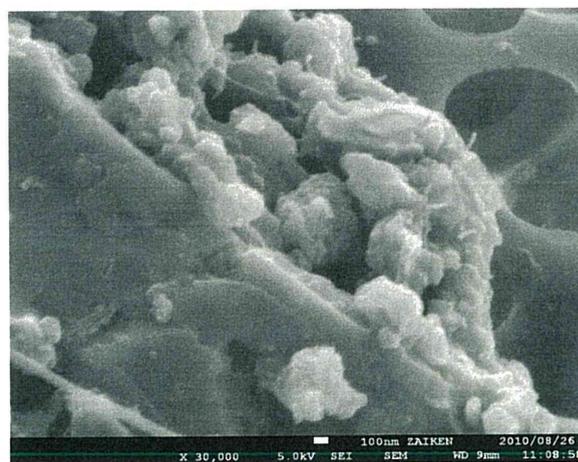


図 2.8.7 オープンフェイス (測定点①×30,000)

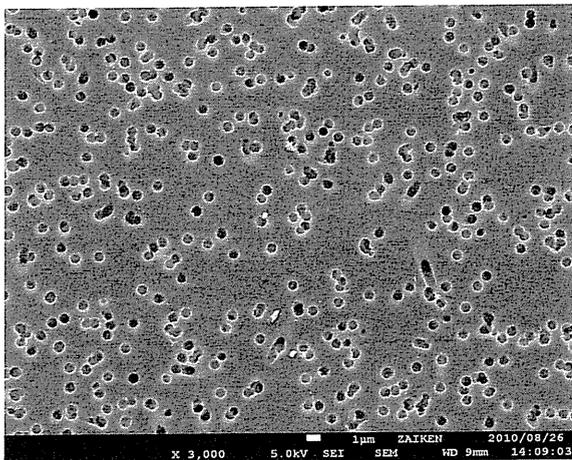


図 2.8.8 オープンフェイス (測定点②×3,000)

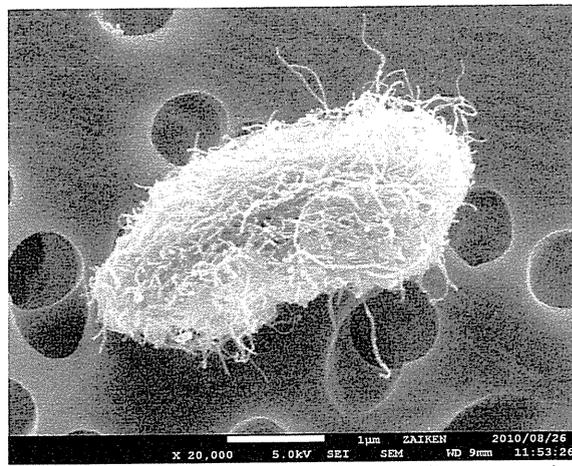


図 2.8.9 オープンフェイス (測定点②×20,000)

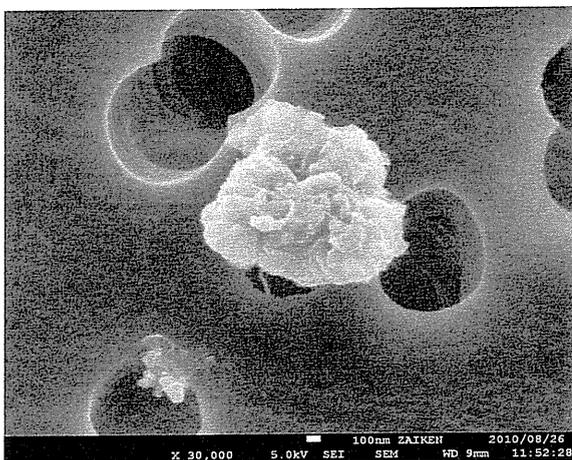


図 2.8.10 オープンフェイス (測定点②×30,000)

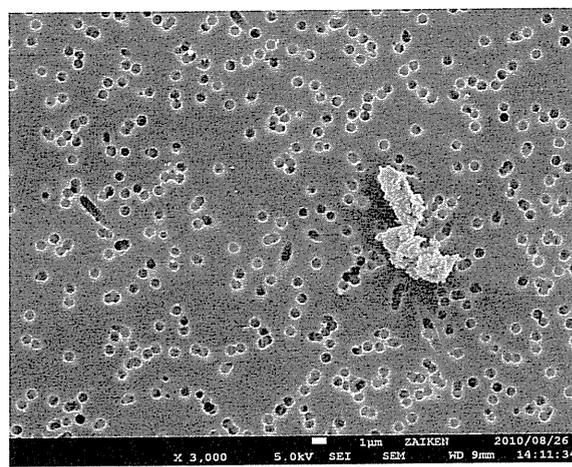


図 2.8.11 オープンフェイス (測定点③×3,000)

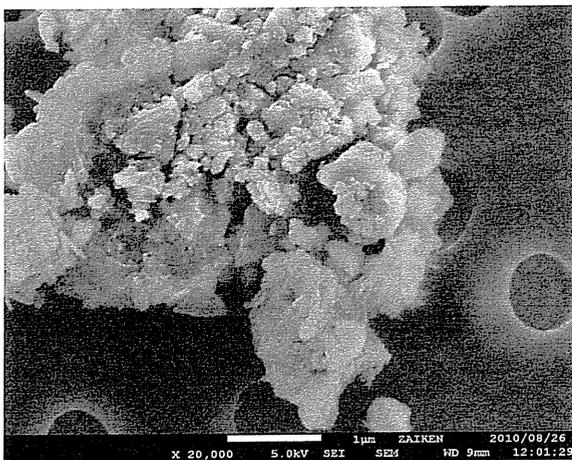


図 2.8.12 オープンフェイス (測定点③×20,000)

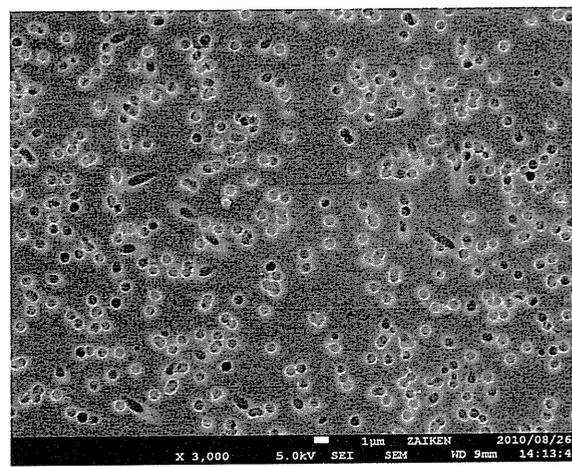


図 2.8.13 オープンフェイス (測定点④×3,000)

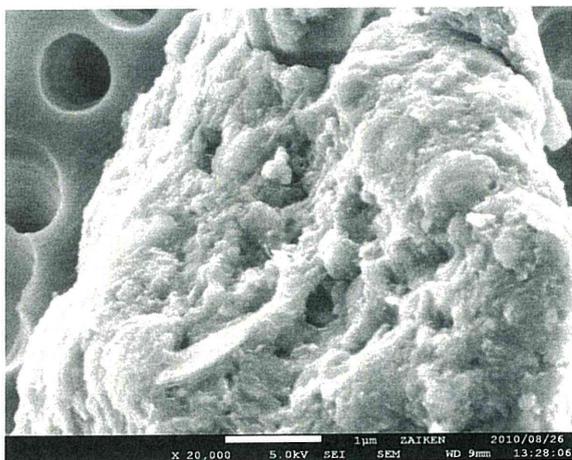


図 2.8.14 オープンフェイス (測定点④)×20,000

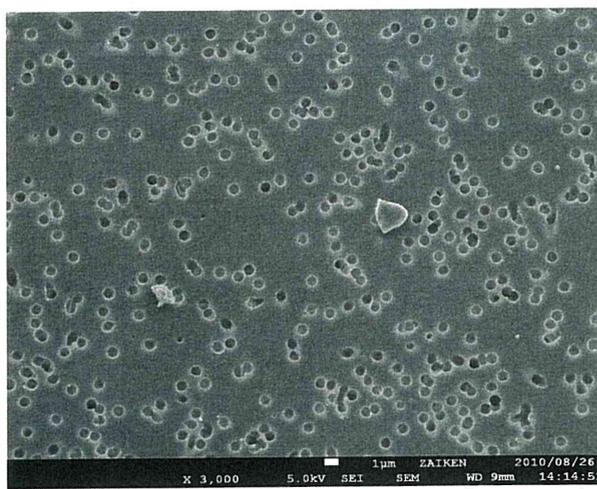


図 2.8.15 オープンフェイス (測定点⑤)×3,000

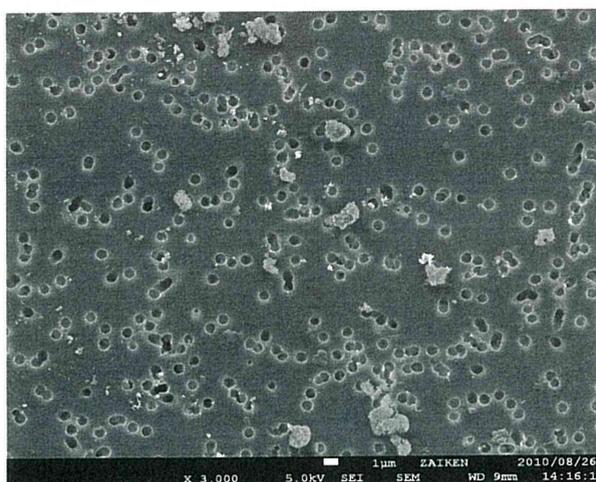


図 2.8.16 オープンフェイス (測定点⑥)×3,000

(2) 2回目

(a) WPSによる粒度分布

WPSによる粒度分布を図 2.8.17 に示す。

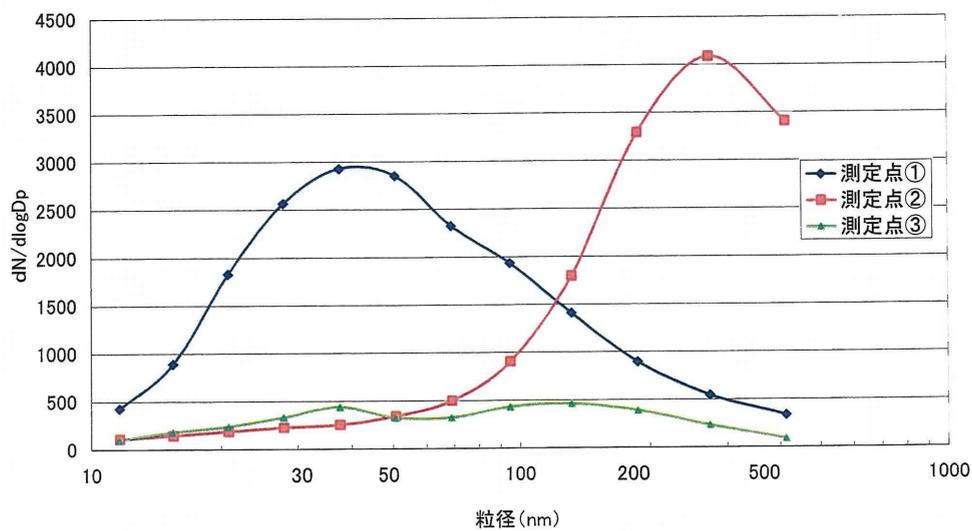


図 2.8.17 WPSによる粒度分布

(b) CPC による個数濃度測定

CPC による個数濃度測定の結果のうち、押出機側の結果を図 2.8.18 に、射出成形機側の結果を図 2.8.19 に示す。

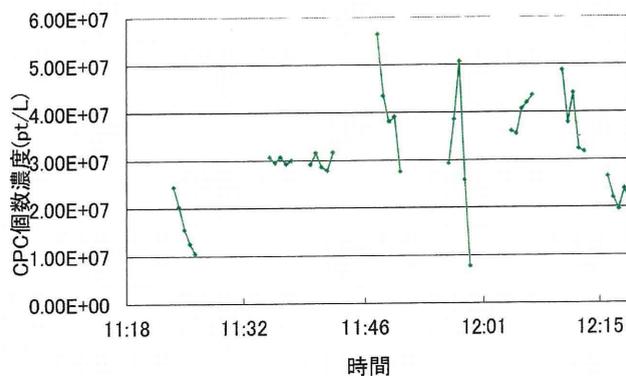


図 2.8.18 押出機

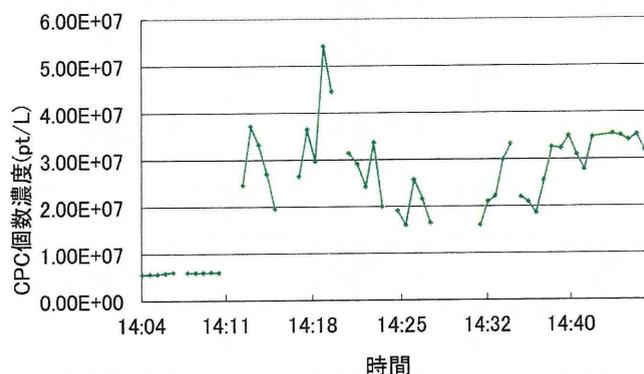


図 2.8.19 成型機側

(c) サンプラーによる捕集結果

Sioutas の各層における重量、NW-354 による重量をそれぞれ表 2.8.6、2.8.7 に示す。

表 2.8.6 Sioutas の各層における重量(mg)

	Sioutas①	Sioutas②
A 層(>2.5 μm)	0.00	0.28
B 層(2.5-1.0 μm)	0.07	0.24
C 層(1.0-0.5 μm)	0.04	0.15
D 層(0.5-0.25 μm)	0.07	0.25
E 層(<0.25 μm)	0.12	0.07

表 2.8.7 NW-354 による重量(mg)

	NW-354①	NW-354②
衝突板	0.15	0.29
フィルター	0.29	2.04

各測定点での、オープンフェイスで使用したフィルター(ニュークリポアフィルター)、Sioutas の E 層で使用したフィルター(T60A20)、NW-354 で使用したフィルタ(T60A20)の FE-SEM 観察像をそれぞれ図 2.8.20~2.8.32 に示す。表 2.8.6 より、ナノオーダーの CNT が捕集されていると思われる $0.25 \mu\text{m}$ 以下の質量濃度を求めると、Sioutas①より測定点①の質量濃度は $0.22\text{mg}/\text{m}^3$ 、Sioutas②より測定点②の質量濃度は $0.13 \text{mg}/\text{m}^3$ となった。表 2.8.8 として結果を示す。

表 2.8.8 $0.25 \mu\text{m}$ 以下の質量濃度

測定点①	測定点②
$0.22\text{mg}/\text{m}^3$	$0.13 \text{mg}/\text{m}^3$

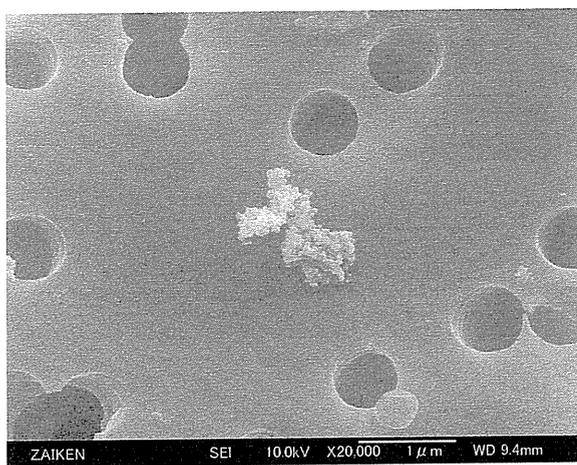


図 2.8.20 オープンフェイス(測定点①×20,000)

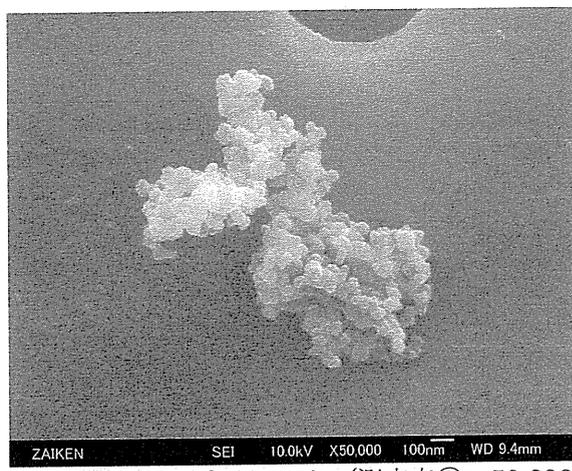


図 2.8.21 オープンフェイス(測定点①×50,000)

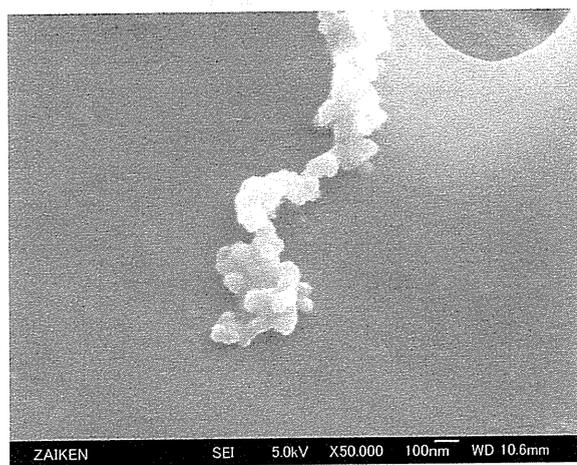


図 2.8.22 オープンフェイス(測定点②×50,000)

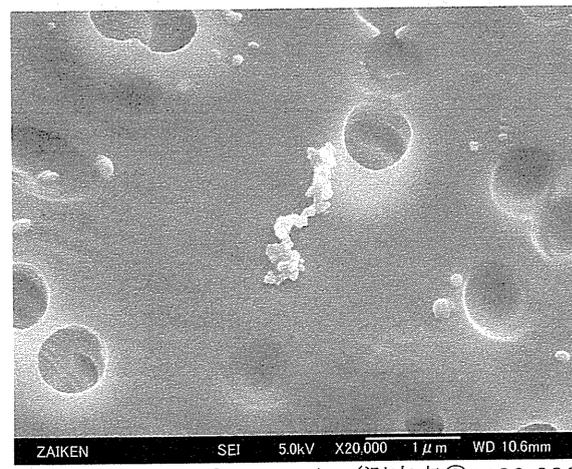


図 2.8.23 オープンフェイス(測定点③×20,000)

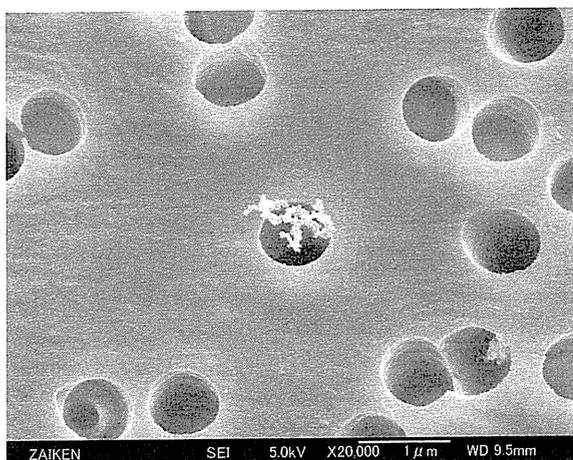


図 2.8.24 オープンフェイス(測定点③)×20,000)

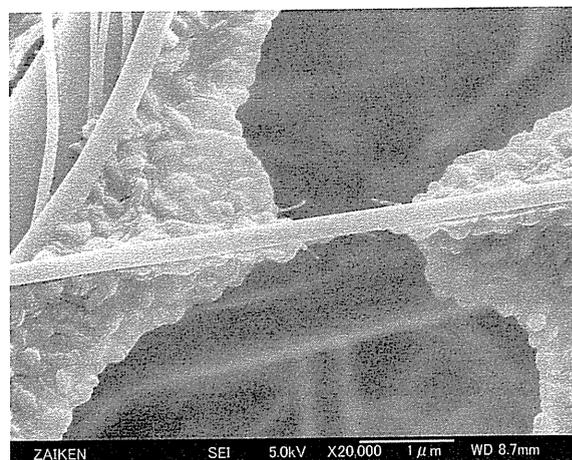


図 2.8.25 Sioutas E 層(測定点①)×20,000)

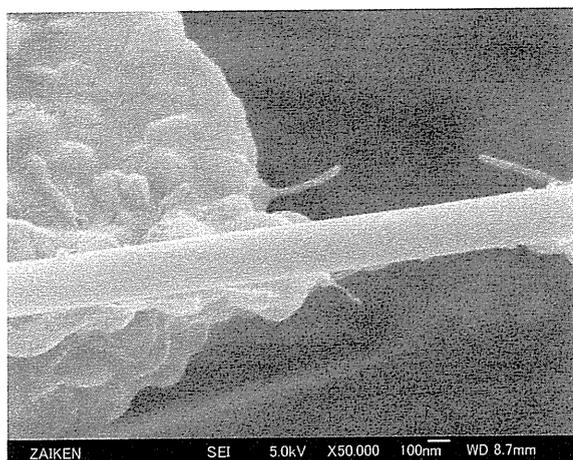


図 2.8.26 Sioutas E 層(測定点①)×50,000)

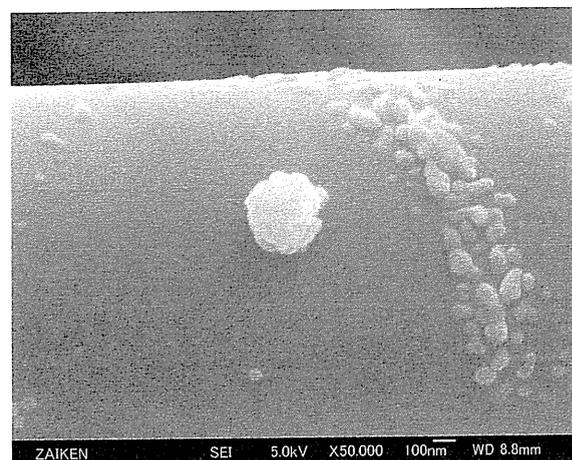


図 2.8.27 NW-354(測定点①)×50,000)

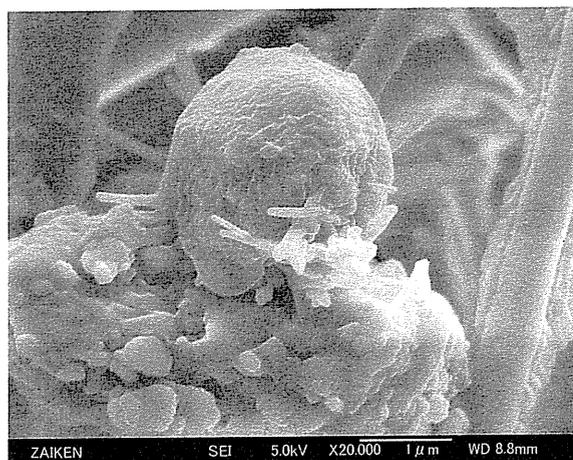


図 2.8.28 NW-354(測定点①)×20,000)

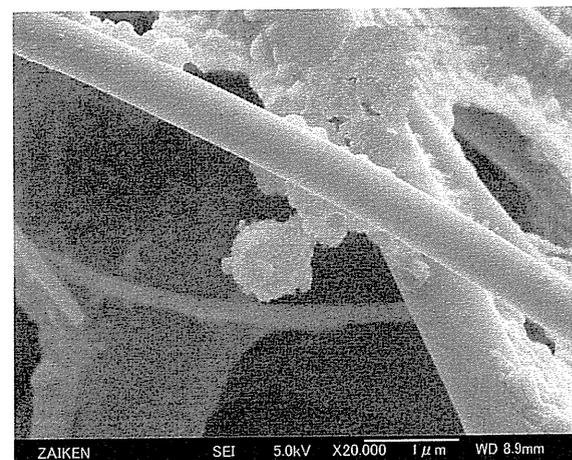


図 2.8.29 Sioutas E 層(測定点②)×20,000)

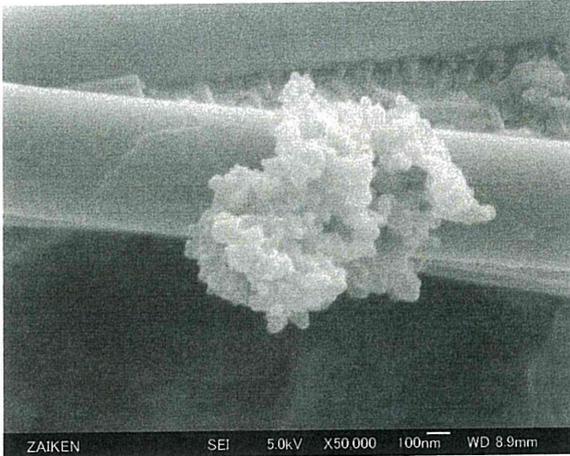


図 2.8.30 Sioutas E 層(測定点②×50,000)

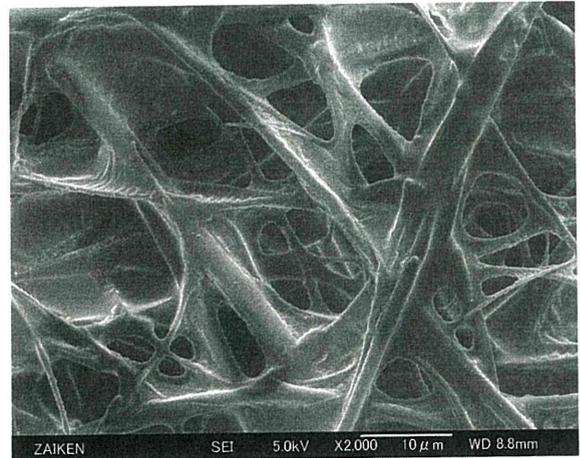


図 2.8.31 NW-354(測定点②×2,000)



図 2.8.32 NW-354(測定点②×10,000)

(3) 3 回目

(a) WPS による粒度分布

WPS による粒度分布を図 2.8.33 に示す。

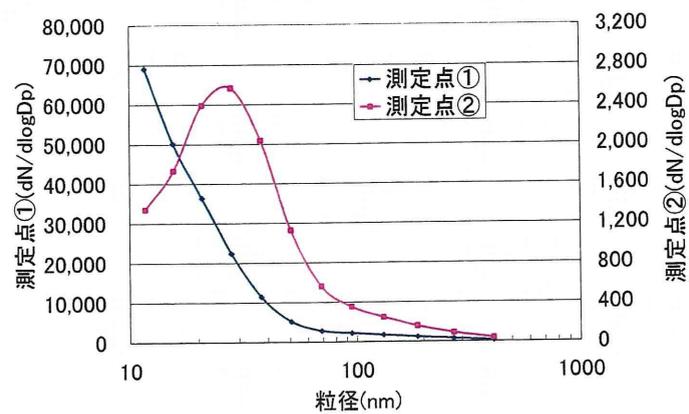


図 2.8.33 WPS による粒度分布(3 回目)

(b) CPC による個数濃度測定

測定点①での個数濃度測定の結果を図 2.8.45 に示す。このとき、CPC の不具合のため、測定点②のデータを取ることができなかつたため、測定点①のみ報告する。

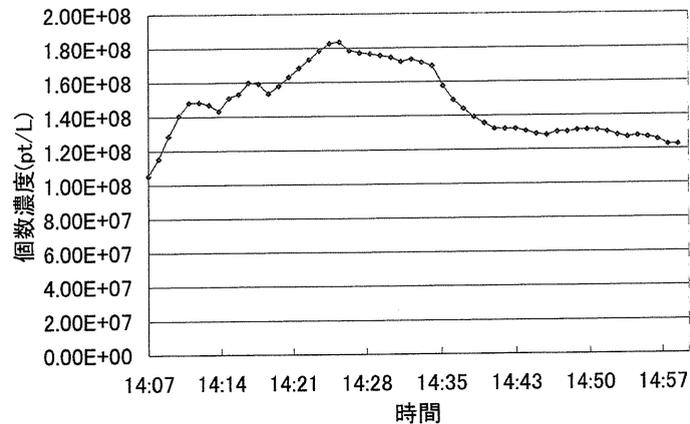


図 2.8.34 CPC 個数濃度(測定点①)

(c) サンプラーによる捕集結果

測定点②での Sioutas の各層における重量を表 2.8.9 に示す。

表 2.8.9 Sioutas の各層における重量(mg)

層	Sioutas①
A 層(>2.5 μm)	0.00
B 層(2.5-1.0 μm)	0.00
C 層(1.0-0.5 μm)	-0.01
D 層(0.5-0.25 μm)	-0.05
E 層(<0.25 μm)	0.00

表 2.8.9 より、ナノオーダーの CNT が捕集されていると思われる 0.25 μm 以下の質量濃度は、0.25 μm 以下の粒子が捕集されていなかったため、算出していない。

測定点①および測定点②におけるオープンフェイスの FE-SEM 観察像をそれぞれ図 2.8.46~2.8.49 に示す。また、サーマルプレシピテーターの結果を図 2.8.50 に示す。

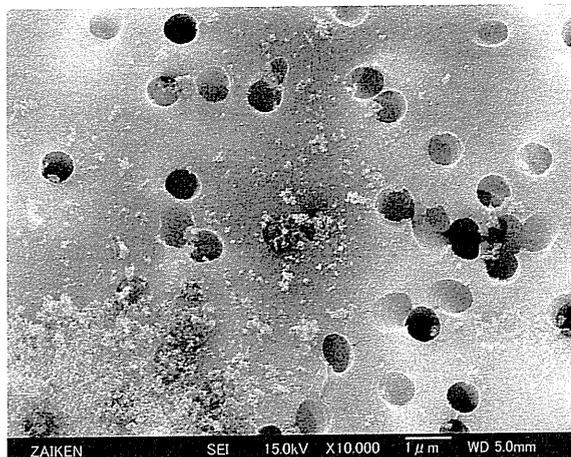


図 2.8.35 オープンフェイス(測定点①×10,000)

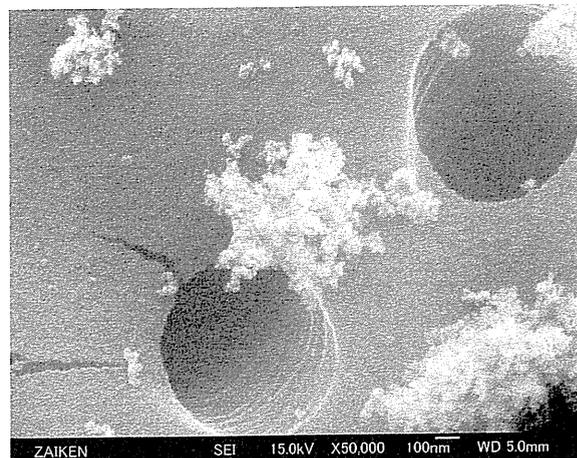


図 2.8.36 オープンフェイス(測定点①×50,000)

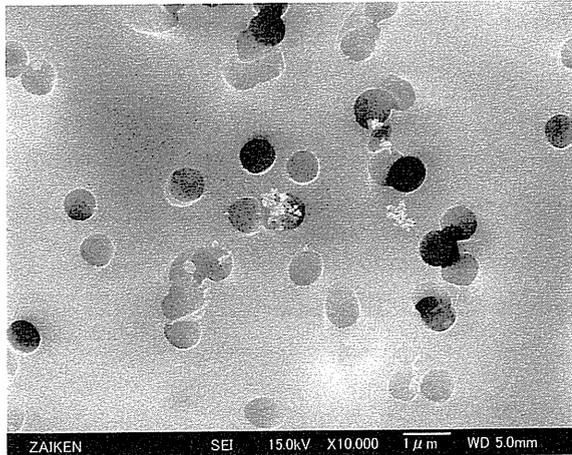


図 2.8.37 オープンフェイス①(測定点②)×10,000

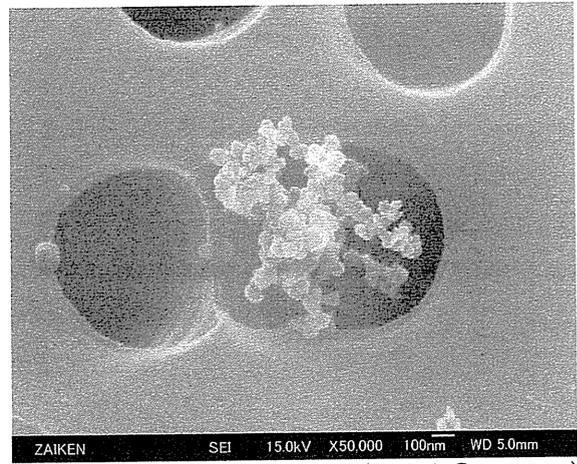


図 2.8.38 オープンフェイス①(測定点②)×50,000

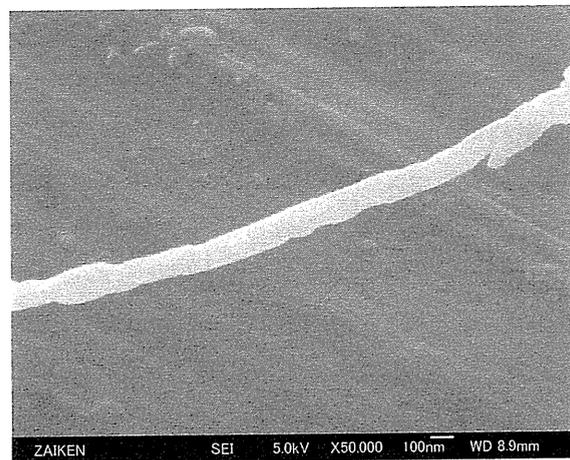


図 2.8.39 サーマルプレシピテーター (測定点①)×50,000

2.8.6 検証

(1) 1回目

図 2.8.5 において、押出機に一番近い測定点①、②で高い値となり、ナノマテリアル切断作業から遠い測定点③、④では低い値、射出成形機脇の測定点⑤、⑥で高い値となった。射出成形機脇(測定点⑤、⑥)よりも押出機脇(測定点①)の方が、カウントが大きいいため、ナノマテリアル切断作業の方が、粒子が飛散していたと考えられる。

また、サンプラーによる捕集結果を見ると、表 2.8.4 より、重量が電子天秤の最小感度を下回る結果となった。この結果と図 2.8.5 から、CPC によってカウントは認められるものの、電子天秤の最小感度を上回る粒子が捕集されていなかったと考えられる。それをふまえると、電子天秤の最小感度を下回っているものの、計測値の存在から、Sioutas①A 層の 0mg と E 層の 0.16mg では、個数濃度としては、かなりの差が出てくるのではないかと考える。特に、押出機での捕集結果(Sioutas②E 層)と射出成形機での捕集結果(Sioutas③E 層)を比べると、押出機の方が、重量が見られるため、ナノマテリアル切断作業の方が、粒子が飛散していたことがわかる。

表 2.8.5 から $4\mu\text{m}$ 以上の粒子よりも $4\mu\text{m}$ 以下の粒子の方が、重量が得られていることから、吸入性粉じんが比較的多く飛散していたと考えられる。

オープンフェイスの FE-SEM 画像の確認では、図 2.8.6 より、写真中央左にあるような $1\mu\text{m}$ よりも小さな凝集体から、写真中央の $4\mu\text{m}$ を超える大きさの粒子も捕集された。図 2.8.7 は、その拡大図

である。ところどころに、細い繊維状物質が確認できるが、その形状および大きさから、これが CNT であると思われる。このように CNT は、それが単体で飛散しているのではなく、樹脂のようなものに包まれてマイクロオーダーの凝集体を形成して飛散していたと考えられる。

図 2.8.8 のように、測定点②ではほとんど粒子が捕集されていなかったが、少ない粒子数の中で、図 2.8.9 のように CNT がいくつも連なって、それ自体で成長し、マイクロオーダーの凝集体を形成しているものが確認された。また図 2.8.10 を見ると、測定点①でも見られたような凝集体が見られ、その表面から CNT がはみ出ているのが確認できる。図 2.8.11～2.8.16 でも、測定点①、②と同様な凝集体が多く見られた。特に図 2.8.16 より、測定点⑥では粒子数が比較的多く見られた。

(2) 2 回目

WPS の測定結果(図 2.8.17)より、測定点①と測定点②の粒度分布を比べると、明らかに異なる結果が得られている。測定点①では、約 40nm の粒子が多く存在し、測定点②では約 300nm の粒子が多く存在していたことがわかった。押出機では、CNT を作業者が直接導入するため、ビニールカーテンで覆っているものの、そこから漏れて、ナノ粒子が飛散していたのではないかと考える。CPC の測定値を見てみると、一般大気中粒子が約 1.00×10^7 (pt/L) に対し、 5.00×10^7 (pt/L) を超えていることから、それほど高濃度になるような原因があったと考えられる。これはおそらく押出機からナノ材料が冷却水に導入されるときに生じていたミストではないかと考えられる。

サンプラーによる重量分析では、表 2.8.6 を見ると、Sioutas①は 1 回目の結果と同様の結果であると思われるが、Sioutas②については A～D 層においてほぼ電子天秤の最小感度をみたす重量が計測でき、1 回目の結果とは逆の結果となった。図 2.8.17 の粒度分布より、約 300nm の粒子が多く存在していたことから、今回の結果で重量がとれていることは妥当であると考えられる。また、表 2.8.7 の NW-354 の結果を見ても、NW-354②のフィルターでは 1 回目に比べ重量が大きかった。以上の結果から、測定点①ではカウントは認められるものの、重量が認められないので、一粒子の比重の非常に軽いものが飛散しており、測定点②ではカウントが認められ、かつ重量も認められるので、一粒子の比重が測定点①に比べて、重いものが飛散していたと考えられる。

オープンフェイスにより捕集された粒子を FE-SEM によって観察してみると、全体的に粒子数が少なく、その中でも CNT 粒子と思われるものは確認できず、図 2.8.20～図 2.8.24 のような粒状ナノ粒子の凝集体が確認された。これは一般大気中でも確認できる粒子なので、押出機および射出成形機から発生したものではないと思われる。

一方、図 2.8.25 及び図 2.8.26 より、測定点①での Sioutas E 層では、フィルター繊維にくっつくように CNT と思われるナノ粒子が確認された。先に述べた一粒子の比重の非常に軽いものは、この粒子のことであると考えられる。

測定点②では、図 2.8.20～2.8.24 と同じような粒子が多く確認され、CNT の凝集体というよりはむしろ樹脂のようなもののみが固まって形成された凝集体であるように見えた。図 2.8.31 および図 2.8.32 から、フィルターの繊維と繊維の間に有機溶剤のような液体が固まったようなものが全体に付着していた。これは射出成形機がナノ材料を金型に導入する際に発生する蒸気がサンプラーに吸入され、フィルター上に捕集されたものであると思われる。

ここで、2 章に記載した、NEDO の「ナノ材料リスク評価書」で提案されている CNT の作業環境における許容暴露濃度は 0.03mg/m^3 とされている。測定点①の質量濃度は 0.22mg/m^3 、測定点②の質

量濃度は 0.13 mg/m^3 となったことから、質量濃度のみで評価するならば、対策が必要な作業現場といえる。しかしながら、質量濃度が $0.25 \mu\text{m}$ (250nm) 以下の濃度であり、ナノ粒子とされる 100nm の粒子より大きい粒子を測定していること、また FE-SEM の画像を見てみると、CNT よりは、樹脂や環境中ナノ粒子のような CNT 以外の粒子の割合のほうが多くみられるため、許容曝露濃度を超えているからといって、正当に評価されていないことがわかる。このように質量濃度だけで管理してしまうと、実際の作業現場の実態を誤って評価してしまう可能性があることから、ナノマテリアルを取り扱う作業現場においては、質量濃度だけでなく、実際に FE-SEM による観察が必須といえる。

(3) 3 回目

WPS のよる粒度分布である図 2.8.33 から、測定点①の粒度分布が極端にナノ粒子に偏っている結果となった。WPS は電気移動度によって分級する DMA を使用しているが、このとき、DMA がうまく作動しておらず、正味の粒径よりも低くでていたと思われる。測定点②では、約 20nm の粒径でピークが見られ、全体的にナノ粒子が飛散していた可能性が見られた。また、CPC の結果からも、一般大気中粒子の測定結果が $1.00 \times 10^7 \text{ pt/L}$ であることから、10 倍以上の粒子が発生していたことがわかる。

サンプラーの捕集結果から、表 2.8.9 を見ると、Sioutas の各層において、重量がまったくとれていないことがわかる。このことから、粒子数が多くても、重量として計測に寄与するような大きさの粒子が飛散していなかったと考えられる。

サーマルプレシピテーターの結果である図 2.8.39 を見てみると、CNT の捕集が確認された。このことから、実験系での最適捕集条件は、現場測定でも有効であることが示されたが、一方、CNT の飛散は Sioutas の結果と照らし合わせると分かるように、ごく少量であったことから、この捕集結果が直ちに現場の状態を判断できるものではないことが分かった。

本研究の主たる目的は、サーマルプレシピテーターの現場適応ということであった。今回 3 つの現場で使用することができ、すべての現場でサーマルプレシピテーターの有効性が実証できたことから、今後もサーマルプレシピテーターの現場での活用は有効であるといえる。しかしながら、課題点もいくつか存在する。1 つは取り込み風速の問題である。今回 3 つの現場すべてにおいて、外乱気流があまりない作業所であった。現場測定では、サーマルプレシピテーターの吸引流量の条件を 0.3L/min に設定していたが、外乱気流がある作業現場では、必ずしも取り込めていない可能性もあるので注意が必要である。もう 1 つは、サーマルプレシピテーターの冷却部である冷却水の部分である。サーマルプレシピテーターは、熱泳動力により粒子を捕集する機器であるので、温度勾配がなければならない。そのため、ヒートプレートで平板上面を加熱し、冷却水を流すことで、平板下面を冷やしているのであるが、冷却水部が大きくなってしまうと、装置全体が大きくなってしまう。現場適応には、小型化、軽量化が必須であるため、冷却部の小型化は非常に重要である。この問題が解決できれば、ナノ粒子使用現場中におけるサーマルプレシピテーターの有効性は格段に上昇すると考える。

3 防じんマスクのナノ粒子に対する捕集特性

3.1 環境ナノ粒子の防じんマスクフィルター通過粒子確認試験

大気中に浮遊する粒子にはナノサイズの粒子が多く含まれている。そこで、防じんマスクフィルターのナノ粒子に対する捕集性能を調べるため、そのような環境ナノ粒子に対する防じんマスクの性能の検証を行った。

3.1.1 実験方法

(1) 試験フィルター¹⁾²⁾

本実験では、Sample1、Sample2、Sample3の3種類の取替え式防じんマスクに使用されているフィルターと、比較用としてサージカルマスク及びNIOSH（米国労働安全衛生研究所）が認定するN95基準に適合した医療用マスクを使用した。本実験で検討を行った各フィルターの仕様を表3.1.1に、各フィルターの外観を図3.1.1に示す。また、各フィルターの表面形状のFE-SEM観察画像を図3.1.2～図3.1.6に示す。

表 3.1.1 試験フィルターの仕様

フィルター	フィルター種類	メーカー	用途
Sample1	メカニカルフィルター	興研	作業環境
Sample2	メカニカルフィルター 捕集効率 82%	重松製作所	オイルミスト 土石に適応
Sample3	静電フィルター 捕集効率 95%	興研	溶接作業
サージカルマスク	メカニカルフィルター	アゼアス	ハウスダスト、花粉
N95 マスク	メカニカルフィルター 捕集効率 95%(0.3 μ m)	Tecnol	医療現場で使用 微生物、血液に適応

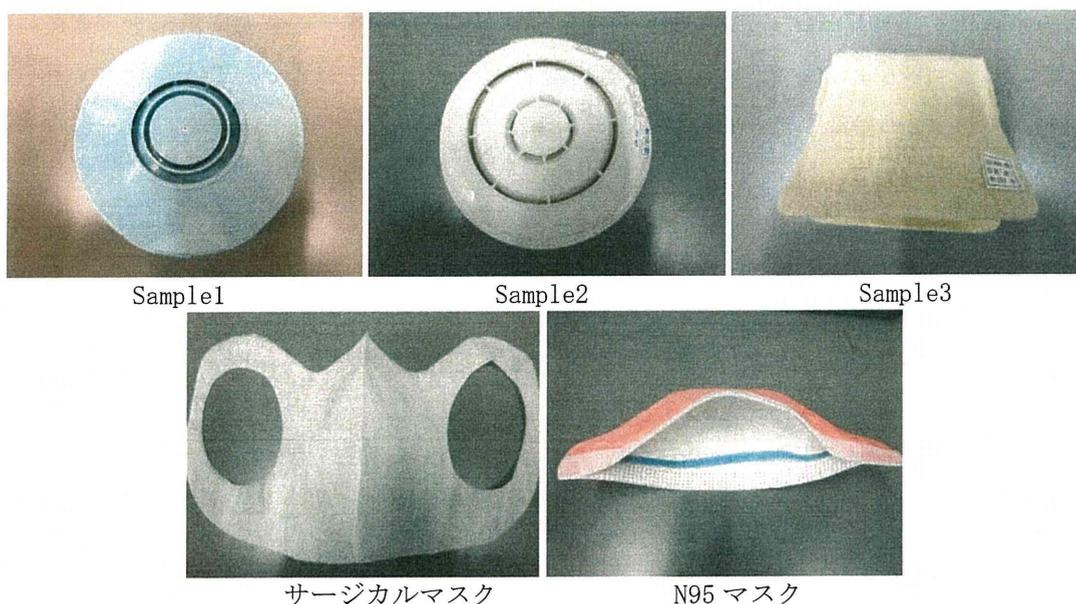


図 3.1.1 防じんマスクフィルター外観

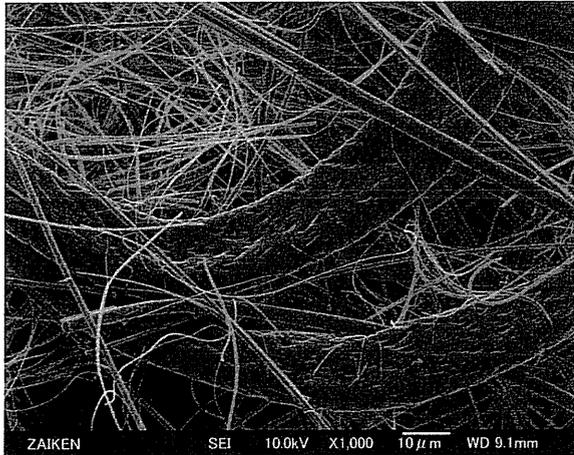


図 3.1.2 Sample1 表面形態 (×1,000)

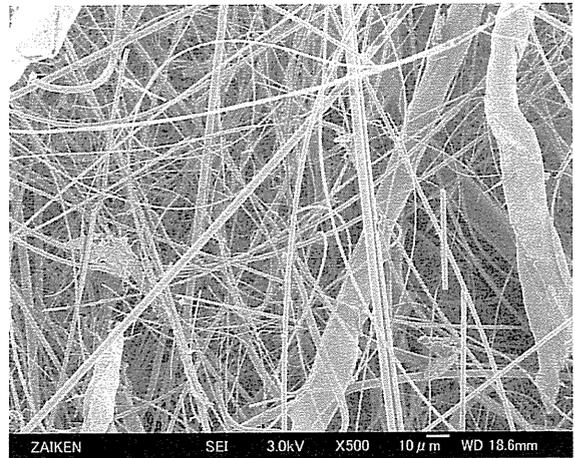


図 3.1.3 Sample2 表面形態 (×500)

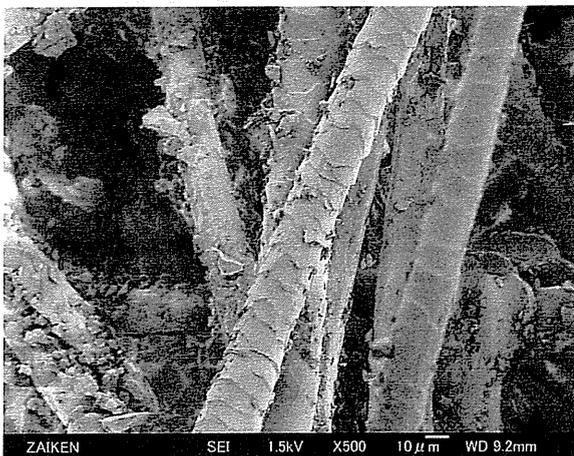


図 3.1.4 Sample3 表面形態 (×500)

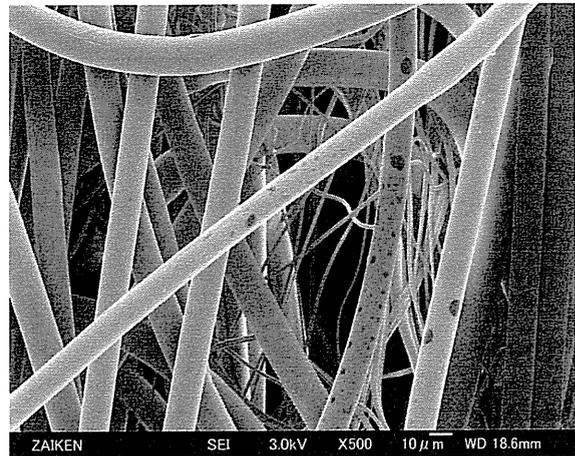


図 3.1.5 サージカルマスク表面形態(×500)

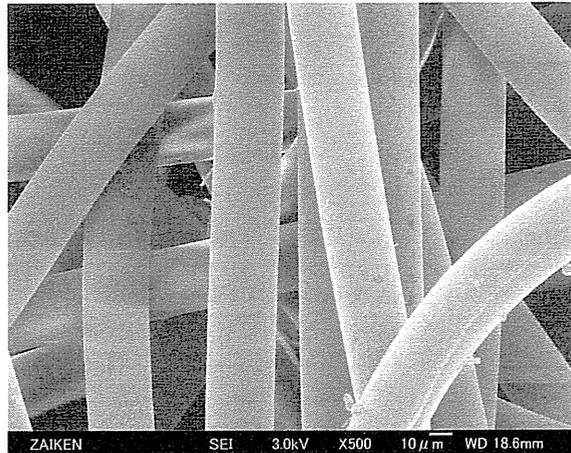


図 3.1.6 N95 マスク表面形態 (×500)

(2) 方法

環境ナノ粒子の通過粒子捕集実験装置の概略図を図 3.1.7 に示す。各フィルターを通過する粒子を調べるため、各試験フィルターについてそれぞれ、直径 25mm の円形に切り取ったフィルターをセットしたディスポーザブルサンプラーに、その後ろにバックアップとしてニュークリポアフィルターをセットしたディスポーザブルサンプラーを接続し、ポンプで吸引した。各試験フィルターを通過した環境中粒子が捕集されたニュークリポアフィルターを FE-SEM (日立ハイテクノロジーズ製 S-4500S) で

観察した。

なお、併行して、ニュークリポアフィルターのみを装着したオープンフェイスサンプラーを用いて環境中粒子を捕集し、同様に FE-SEM で観察を行った。

捕集位置を図 3.1.8 に示す。捕集実験は明治通り沿道と 51 号館屋上の 2 か所で行った。明治通り沿道での捕集実験の様子を図 3.1.9 に、51 号館屋上での捕集実験の様子を図 3.1.10 に示す。

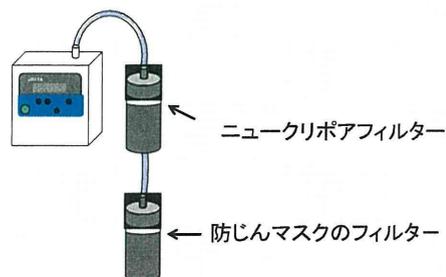


図 3.1.7 通過粒子捕集実験装置概略図

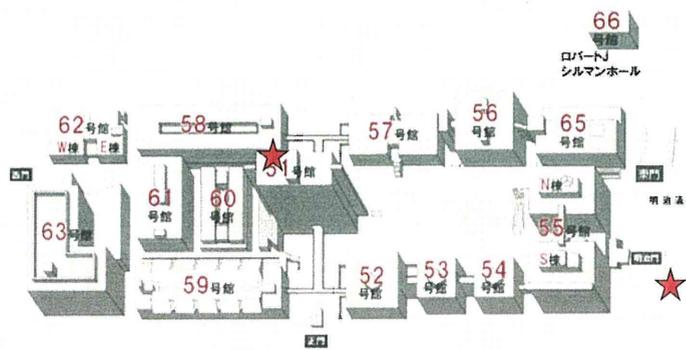


図 3.1.8 捕集実験位置
(★印、場所：早稲田大学西早稲田キャンパス)



図 3.1.9 明治通り沿道での捕集実験の様子



図 3.1.10 51 号館屋上での捕集実験の様子

主な捕集実験条件を表 3.1.2 に、FE-SEM での観察条件を表 3.1.3 に示す。

表 3.1.2 捕集実験条件

吸引流量	1.5L/min
捕集時間	30 分
チューブ	タイゴンチューブ

表 3.1.3 FE-SEM 観察条件

捕集場所	明治通り沿道	51 号館屋上	(ブランク)
使用装置	S-4500S	JSM-7001F	JSM-6500F
蒸着粒子	Pt-Pd	Pt-Pd	Pt-Pd
蒸着膜厚	12nm	11nm	12nm

3.1.2 実験結果

(1) 明治通り沿道における捕集実験

- ・明治通り沿道の環境中粒子

オープンフェイスサンプラーを用いて捕集した環境中粒子の FE-SEM 観察画像を図 3.1.11～図 3.1.13 に示す。粒径約 40～50nm の粒子から直径約 300nm までの凝集体が捕集されていた。

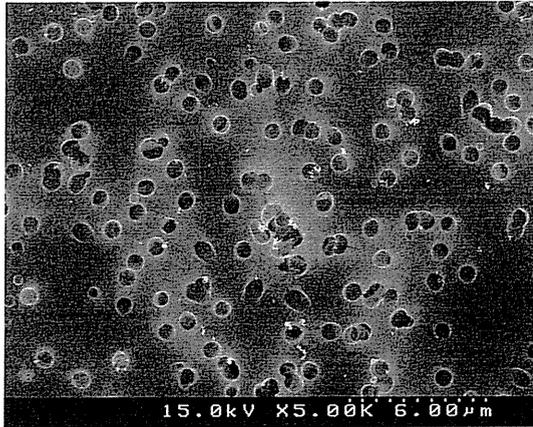


図 3.1.11 環境中粒子-沿道-(×5,000)



図 3.1.12 環境中粒子-沿道-(×50,000)

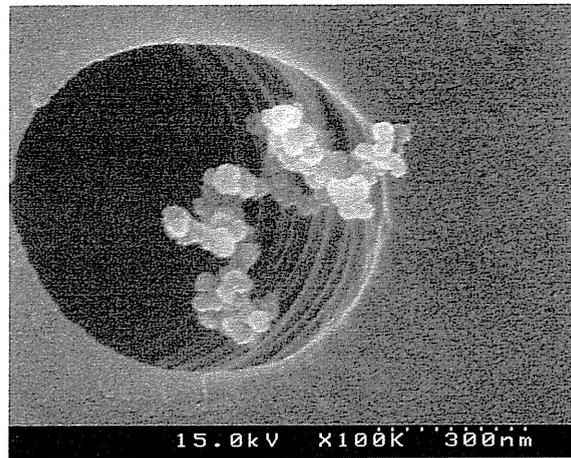
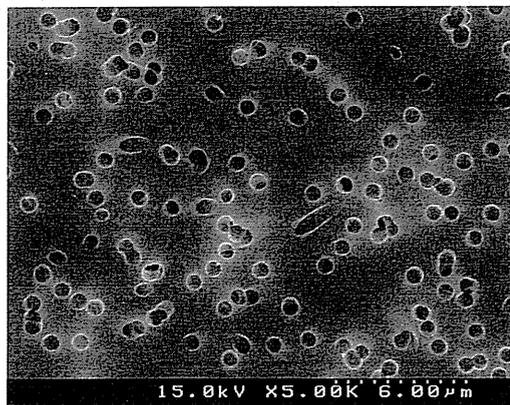


図 3.1.13 環境中粒子-沿道-(×100,000)

・試験フィルターを通過した環境中粒子

各フィルターを通過した粒子の FE-SEM 観察画像を図 3.1.14～図 3.1.23 に示す。各フィルターを通過した粒子は、サージカルマスクで比較的多く凝集体の通過が観察された。これに対して、その他のフィルターについては、サージカルマスクと比較すると少量の凝集体が通過していた。また、その凝集体の直径はサージカルマスク、N95 マスク及び Sample1、Sample2 を通過した粒子は約 300nm～約 150nm の凝集体が多くあった。一方、Sample3 を通過した粒子は、約 100nm と比較的小さい凝集体が多く、約 300nm の凝集体の通過は観察出来なかった。



(×5,000)



(×100,000)

図 3.1.14 Sample1 を通過した粒子