ナノマテリアル情報提供シート

材料名	カーボンナノチューブ
事業者名	日本ゼオン株式会社
法人番号	9010001008834

経済産業省

令和6年8月時点

項目	概要		添付資料	備考 （測定方法等）
1．SDSの添付				
			添付有	参考資料1
2．ナノマテリアルの特性				
特性	・単層カーボンナノチューブ ・高強度、高柔軟性 ・高熱伝導性 ・高電流密度 ・比表面積が大きい			
結晶構造	グラファイト螺旋円筒結晶			
凝集状態／分散状態	製品中ではミクロンオーダーの凝集状態で存在している。			＜測定装置＞ ＳＥＭ
粒度分布	データなし			
平均一次粒径	およそ４ （チューブ平均径）	ｎｍ		＜測定装置＞ ＴＥＭ
製品粒径	凝集体で数μｍから数ｍｍ程度	ｎｍ		＜測定装置＞ ＳＥＭ

製品形状	粉体 一次粒子は繊維状			
密度	データなし	g/cm3		
比表面積	８００以上	m2/g		＜測定装置＞ ＢＥＴ法
表面電荷	データなし	mV		
化学組成	炭素（含有量：９９％以上）			＜測定装置＞ ＴＧＡ
その他物理化学的特性（気孔率、拡散、重力沈降、収着、湿式及び乾式移動、酸化還元と光化学反応の影響等）	データなし			

3．ばく露情報

（1）製造・輸入に関する情報

製造・輸入量 （令和５年度・概数）	262t-312t（会員企業の令和5年度製造量合計:NBCI調べ）		製造量

（2）ばく露情報

主な用途	主な用途①　用途分類 139 詳細分類 b		
	主な用途②　用途分類 127 詳細分類 y		
	主な用途③　用途分類 128 詳細分類 y		
	主な用途④　用途分類 詳細分類		
	主な用途⑤　用途分類 詳細分類		
製造・加工施設及びプロセス	スーパーグロース法を用いて製造している。		
労働者のばく露情報 （ばく露対象者、ばく露活動・時間等）	作業：ＣＮＴ製造 時間：平均６時間／日・人		
工程からの環境排出量	研究室のＣＮＴ製造所で使用されるＨＥＰＡフィルター付着物をラマン分光光度計で測定した結果、ＣＮＴは検出されていない。なお、ＣＮＴ工場でも研究室と同様の設備としている。	添付有	参考資料2

	計測技術と計測結果	研究室のＣＮＴ製造所で使用されるＨＥＰＡフィルター付着物をラマン分光光度計で測定した結果、ＣＮＴは検出されなかった。 ＣＮＴの作業環境計測方法に関しては、産総研のＨＰにて公開されている。 URL：http://www.aist-riss.jp/main/modules/product/nano_tasc.html なお、パイロットプラントにおけるＣＮＴ製造時におけるＣＮＴの飛散状況を測定した結果に関しては、以下の論文を参照されたい。 Ogura I, Kotake M, Hashimoto N, Kishimoto A (2012). Release characteristics of single-wall carbon nanotubes during manufacturing and handling. The 3 International Conference on Safe Production and Use of Nanomaterials - NANOSAFE 2012, Nov. 13-15, 2012, Grenoble, France.	添付有	参考資料2

4．リスク評価・管理の状況

	リスク評価結果	本材料は、下記文献にリスク評価結果等が記載されている。 「スーパーグロース単層カーボンナノチューブ（SG-単層CNT）安全性データおよびTASC自主安全管理の紹介」(2016年) 　監修：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 他 　発行：技術研究組合 単層 CNT融合新材料研究開発機構(TASC) 　委託元：独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) 上記試験評価に加え、ラットを用いた腹腔内投与試験を実施した結果、中皮細胞に発がん性は認められなかった。 また、13週吸入暴露試験においても、肺や他器官の病理組織学的変化は認められなかった。 更に、マウスのリンパ腫細胞を用いた遺伝子突然変異試験を実施した結果、遺伝毒性誘発性は認められなかった。 これらの追加試験情報については当社SDSに追加している。		
	労働者への教育	・作業従事者に対して、上記ばく露対策の説明、保護具着用の徹底を実施 ・関係官庁の動向説明		

5．その他

		当社のホームページにCNTに関する情報を公開しています。 https://www.zeon.co.jp/ 〔トピックス〕 国立研究開発法人　産業技術総合研究所との共同研究により、細胞内でのSG-CNTの生分解性が確認された（上記ホームページのプレスリリース参照）。		

安全データシート

1. 化学物質等及び会社情報

製品名	ZEONANO® SG101
成分	カーボンナノチューブ
会社名	日本ゼオン株式会社
住所	東京都千代田区丸の内1-6-2
電話番号	03-3216-1766
FAX番号	03-3216-1767
緊急時連絡番号	0834-21-8501（日本ゼオン徳山工場警備室）

2. 危険有害性の要約

GHS分類区分

物理化学的危険性	分類基準に該当しない （各危険性は分類対象外、区分外または分類できないのいずれか）
健康有害性	分類基準に該当しない （各有害性は分類対象外、区分外または分類できないのいずれか）
環境有害性	水生環境有害性（長期間）　区分2 （その他の有害性は分類対象外、区分外または分類できないのいずれか）
GHSラベル要素 絵表示	
注意喚起語	なし
危険有害性情報	H411　長期継続的影響により水生生物に毒性
注意書き 安全対策	P273　環境への放出を避けること。
救急措置	P391　漏出物を回収すること。
廃棄	P501　内容物/容器を国際/国/都道府県又は市町村の規則に従って廃棄すること(廃棄物の処理及び清掃に関する法律など)。
その他の危険有害性	本製品は、ナノマテリアルを含む。適切な保護具を着用して製品との接触を避け、製品を吸入しないよう細心の注意を払う。全体換気を設けた屋内作業場でのみ使用し、粉塵が飛散しないように局所排気装置などの飛散防止対策を講じる。製品を含んだ排気・換気はHEPAフィルターあるいはそれと同等以上の性能を有するフィルターで製品を捕集後、排出する。

3. 組成及び成分情報

単一製品・混合物の区別　　単一製品

化学名又は一般名	濃度又は濃度範囲	官報公示番号		CAS番号
		化審法	安衛法	
カーボンナノチューブ（単層CNT）	≧99.5　　%	ー	ー	7440-44-0 (carbon)

化学組成　　炭素

分子構造　　グラファイト六角螺旋円筒構造

4. 応急措置

吸入した場合　　新鮮な空気の所へ移動させ、水でうがいをし、口の中をよく洗浄する。
気分が悪い時は、医師の手当て、診断を受けること。

皮膚に付着した場合　　皮膚刺激が生じた場合、医師の診断、手当てを受けること。
石鹸と水で皮膚を速やかに洗浄すること。
気分が悪い時は、医師の手当て、診断を受けること。

眼に入った場合　　擦らずに水で最低15分間注意深く洗うこと。
眼の刺激が持続する場合は、医師の診断、手当てを受けること。
気分が悪い時は、医師の手当て、診断を受けること。

飲み込んだ場合　　口をすすぐこと。
気分が悪い時は、医師に連絡すること。
気分が悪い時は、医師の手当て、診断を受けること。

応急措置をする者の保護　　適切な保護具を着用して製品との接触を避け、製品を吸入しないよう細心の注意を払う。

5. 火災時の措置

消火剤　　粉末泡消火器、粉末炭酸ガス消火器、散水、噴霧水、乾燥砂等を使用する。
大火災：散水、噴霧水、通常の泡消火剤
小火災：粉末消火剤、二酸化炭素、砂、土、散水、噴霧水、一般の泡消火剤

使ってはならない消火剤　　棒状注水や散水によって火災が広がる恐れがある場合には、棒状注水や散水をしないこと。

特有の危険有害性　　火災によって刺激性及び/又は毒性のガスを発生するおそれがある。

消火を行う者の保護　　消火作業の際は、適切な空気呼吸器、化学用保護衣を着用する。

6. 漏出時の措置

人体に対する注意事項、保護具及び緊急措置　　漏洩物に触れたり、その中を歩いたりしない。
危険でなければ漏れを止める。

		粉じんの発生を防止する。 直ちに、全ての方向に適切な距離を漏洩区域として隔離する。 関係者以外の立入りを禁止する。 風上に留まる。 回収作業者は適切な保護具(『8. 暴露防止措置及び保護措置』の項を参照)を着用し、眼、皮膚への接触や吸入を避ける。
環境に対する注意事項		環境中に放出してはならない。 河川等に排出され、環境への影響を起こさないように注意する。
回収、中和、封じ込め及び浄化の方法・機材		HEPAフィルター付き掃除機などで吸い取るなど、粉塵を飛散させないように掃き集め、密閉容器に回収する。吸引による清掃を行うことが困難な場合又は適当でない場合には、湿った布による拭き取りによって行う。[1)] 回収したナノマテリアルは、湿潤状態に保つ、二重梱包、密閉容器保管などの飛散防止措置を実施の上、できる限り飛散させないように丁寧に取り扱うこと。[2)]
二次災害の防止策		排水溝、下水溝、地下室あるいは閉鎖場所への流入を防ぐ。 製品の飛散防止に努める。

7. 取扱い及び保管上の注意

取扱い	技術的対策	『8. 暴露防止及び保護措置』に記載の設備対策を行い、保護具を着用する。
	局所排気・全体換気	『8. 暴露防止及び保護措置』に記載の局所排気、全体換気を行う。
	安全取扱い注意事項	ー
	接触回避	『10. 安定性及び反応性』を参照。
	衛生対策	取扱い後はよく手を洗うこと。
保管	技術的対策	保管場所の床は、床面に水が浸入し、又は浸透しない構造とすること。
	混触禁止物質	『10. 安定性及び反応性』を参照。
	保管条件	酸化剤から離して保管する。 冷所、換気の良い場所で保管すること。 容器を密閉して保管すること。
	容器包装材料	国際輸送法規で規定されている国連容器等を使用する。

8. 暴露防止及び保護措置

許容濃度	ナノ粒子取扱い作業時許容濃度: 0.03mg/m^3 (時限付きの許容濃度)[3)] この数値は、本製品(単層CNT)を直接粉体として取り扱う作業者の吸入暴露によるリスクを考え、暴露管理がなく、1日8時間、週5日間、15年間の作業時間を想定した際の許容暴露濃度である。 【参考】 日本産業衛生学会(2022年度) 第2種粉塵(カーボンブラック)

吸入性粉塵: 1 mg/m^3 、総粉塵 : 4 mg/m^3
第3種粉塵（その他の無機および有機粉塵）
吸入性粉塵: 2 mg/m^3 、総粉塵: 8 mg/m^3

ACGIH TLV-TWA(2020)
他に分類できない非水溶性又は難溶性物質（レスピラブル粒子）: 3mg/m^3

設備対策		ナノマテリアルの製造・取扱装置は原則として密閉式構造とする。密閉式構造ができない場合、状況に応じて囲い式フード等の局所排気装置、あるいはプッシュプル型換気装置を設置し、発生した粉塵は発生源にて除去する。[1)] 局所排気装置の排気口は直接外気に向かって開放し、排気口から製品が放出されないように製品を捕集できるフィルターを備えた除塵装置を局所排気装置に設ける。使用するフィルターは、製品の捕集が可能な適切なHEPAフィルター又はこれと同等以上の性能を有するフィルターを使用する。使用後のフィルターは、ポリエチレン製ポリ袋の中に封入し、焼却処分する。 屋内作業場において浮遊粉塵濃度を極力下げるため、全体換気を設ける。[1)]
保護具	手の保護具	皮膚への付着を防止する適切な材質の保護手袋を使用する。なお、保護手袋は洗濯等により清潔な状態を維持できる場合を除き、使い捨てとする。使用した手袋は、不浸透性の破れにくい袋に封入して適切に廃棄する。[1)]
	眼の保護具	ナノマテリアル等の粉体、ナノマテリアル等を含む飛沫等が眼に入る恐れがある場合は、ゴーグル型保護眼鏡を着用すること。[1)]
	呼吸器の保護具	設備対策を講じてもナノマテリアルへのばく露の恐れがある場合、作業者は有効な呼吸用保護具を着用する。例えば、 ・送気マスクなど給気式呼吸用保護具 ・粒子捕集効率99.9%以上の国家検定付き防じんマスク ・JIST8157に適合した面体形、フェイスシールド形又はフード型の粒子補集効率が99.9%以上の電動ファンつき呼吸用保護。[1)]
	皮膚及び身体の保護具	適切な顔面用の保護具を着用すること。 適切な保護衣を着用する。なお、保護衣の材質は不織布のものが望ましい。製品が付着した保護衣を廃棄等のため施設外に持ち出す場合には、不浸透性の破れにくい袋の中に封入して、製品の施設外への拡散を防止する。[1)]

9. 物理的及び化学的性質

外観	物理的状態	固体
	形状	固体（粉末）
	色	黒色
臭い		無臭
燃焼性(固体)		可燃性固体に該当しない。[22)]
分解温度		550℃以上（TG/DTA空気中)
溶解度		不溶性
凝集状態		凝集
その他		比表面積:　≧800 m^2/g　(BET比表面積法、窒素吸着、一点法) 最小構成サイズ:　径 : 1～5nm（透過型電子顕微鏡による測定） 自然発火性物質に該当しない。[22)] 自己発熱性物質に該当しない。[22)] 静電気による粉じん爆発の危険性は低い。[23)]

10. 安定性及び反応性

反応性	通常の条件では安定
化学的安定性	通常の条件では安定
危険有害反応可能性	通常の条件では安定
避けるべき条件	特になし
混触危険物質	酸化剤
危険有害な分解生成物	情報なし

11. 有害性情報

急性毒性	本製品に関する急性毒性データがないため分類できない。 ＜参考データ：本製品（単層CNT）＞ 本材料をSDラットに0.1, 0.5, 1 mg/匹の用量で単回気管内投与し、気管支肺胞洗浄液の分析、肉眼的所見とも、いずれの投与量においても有害事象は認められなかった[27]。
皮膚腐食性及び皮膚刺激性	本製品は区分外。 本材料0.5 g相当（0.5% Olive oil 懸濁液を2.5cm角に塗布）をNZW系雄ウサギ皮膚に塗布し皮膚刺激性試験（OECDテストガイドライン404）を行った結果[8]、投与後1～72時間のすべての観察時点で刺激反応は認められなかった。
眼に対する重篤な損傷又は眼刺激性	本製品は区分外。 本材料 5 µg 相当(0.5% Olive oil 懸濁液を 1mL)を NZW 系雄ウサギに点眼し眼刺激性試験（OECD テストガイドライン 405）を行った結果[8]、投与後 1～72 時間のすべての観察時点で刺激反応は認められなかった。
呼吸器感作性	本製品に関する呼吸器感作性データがないため分類できない。
皮膚感作性	本製品は区分外。 本材料0.4 g相当(0.4gを Olive oil 懸濁液にて感作後、惹起した)をHartley系雄モルモット皮膚に塗布しBuehler法による皮膚感作性試験（OECDテストガイドライン406）を行った結果[8]、惹起後1～72時間のすべての観察時点で紅斑や浮腫は認められず、過剰免疫反応による遅延性アレルギー発症の可能性は低いと判断した。
生殖細胞変異原生	本製品は区分外。 in vivo試験：マウスを用いたin vivo小核試験は陰性[9]。 in vitro試験：細菌（サルモネラ菌、大腸菌）を用いた復帰突然変異試験は陰性。 哺乳類培養細胞（チャイニーズハムスター肺線維芽細胞）を用いた染色体異常試験は陰性[9]。 マウスリンパ腫細胞を用いた遺伝子突然変異試験の結果、遺伝毒性誘発性は認められなかった[26]。
発がん性	本製品に関する発がん性データがないため分類できない。 ＜カーボンナノチューブの発がん性に関する IARC 作業グループの報告＞ 単層カーボンナノチューブ及び多層カーボンナノチューブを含むカーボンナノチューブの発がん性を評価した結果、多層カーボンナノチューブの一製品である MWCNT-7 に関して“ヒトに対する発がん性が疑われる（Group 2B）”として分類することに多数が同意した。一方でひとつのカーボンナノチューブのタイプから他のタイプに一般化することは不可能であると決定し、単層カーボンナノチューブ及び

MWCNT-7 以外の多層カーボンナノチューブは”ヒトに対する発がん性が分類できない(Group 3)”として分類された。
したがって、本製品の単層カーボンナノチューブは”ヒトに対する発がん性が分類できない(Group 3)”として分類される。
参照：Grosse, Y. et al. on behalf of the IARC Working Group. (2014). Carcinogenicity of fluoro-edenite, silicon carbide fibres and whiskers, and carbon nanotubes. The Lancet Oncology

＜参考データ：本製品（単層 CNT）＞
腹腔内投与試験において中皮細胞に発がん性は認められない[24]。

＜参考データ：単層 CNT＞
類似の単層 CNT を用いた長期がん原性試験（ラット 24 ヶ月反復投与試験など）に関するデータは得られていない。

<参考データ：カーボンブラック>
日本産業衛生学会ではカーボンブラックが発がん分類 2B の「ヒトに対しておそらく発がん性があると判断できる物質（疫学研究からの証拠が限定的であり、動物実験からの証拠が十分でない物質）」、IARC でカーボンブラックが評価ランク 2B の「ヒトに対して発がん性を示す可能性がある」に分類されている。

生殖毒性

本製品に関する生殖毒性データがないため分類できない。

特定標的臓器毒性（単回ばく露）

本製品に関する特定標的臓器毒性（単回ばく露）データがないため分類できない。

特定標的臓器毒性（反復ばく露）

本製品に関する特定標的臓器毒性（反復ばく露）データがないため分類できない。

＜参考データ：単層CNT＞
Matsumotoら（2012）は、単層CNT（純度95%以上、製造元：日機装）をSD系雌雄ラットに0.125、1.25および12.5 mg/kg/日の用量で28日間反復経口投与した結果、いずれの性および投与量においても毒性学的所見は認められなかった（NOAEL：12.5 mg/kg/日）ことを報告している[7]。

吸引性呼吸器有害性

本製品に関する吸引性呼吸器有害性データがないため分類できない。

その他の毒性データ

生体内運命（体内動態）

本材料のマウスへの投与後に近赤外吸収法による測定を行い生体内分布の経時変化を観察し、肺では肺胞マクロファージによる貪食によって60日以内にほぼ観察されなくなることを確認した[28]。

＜参考データ：本製品（単層CNT）＞
本材料は、マクロファージの貪食作用によって分解される[31]。

疫学調査および事例

本製品の疫学調査による知見および事例に関する報告はない。

実験動物に対する毒性　呼吸器系に対する毒性

本材料を SD 系雄ラットに 0.04～2 mg/kg の用量で気管内投与した結果[5]、用量依存的に肺での炎症反応が確認された。0.04 mg/kg 投与群では生体への影響は見られず、0.2 mg/kg 投与群では肺における一過性の炎症反応が見られ、1 および 2 mg/kg 投与群では投与後 3 または 6 ヶ月まで肺組織の炎症および炎症バイオマーカー値の有意な増加に加え、CNT を貪食したマクロファージの泡沫化や肉芽腫が確認された。なお、いずれの投与群においても肝臓、

腎臓、大脳、脾臓に病理組織学的変化はなかった。
　本材料を SD 系雄ラットに 0.04 または 0.2 mg/kg の用量で週 1 回 4 週間（計 5 回）反復気管内投与した結果 [6]、0.04 mg/kg 投与群では 0.2 mg/kg 単回投与群で見られた肺における炎症反応が見られ、0.2 mg/kg 投与群では 1 mg/kg 単回投与群で見られた病理学的所見が観察された。
　本材料をWistar系雄ラットに0.03または0.13 mg/m^{3}の気中CNT濃度で4週間（6時間/日、5日/週）全身吸入暴露した結果[6]、いずれの暴露群においても肺の炎症反応や肉芽腫が認められず、また、他の組織（大脳、小脳、鼻腔、精巣、肝臓、腎臓、脾臓）に病理組織学的変化も見られなかった。本試験結果から、本材料のラット4週間吸入暴露時の無毒性量NOAELは、0.13 mg/m^{3}とした。
　本材料をWistar系雄雌ラットに、0.05、0.5および5.0mg/m^{3}の気中CNT濃度で13週間（6時間／日、5日／週）鼻吸入暴露した結果、いずれの暴露群においても肺の炎症性、変質や増殖性など病理組織学的変化は認められず、また、他の器官（脳、骨髄、鼻腔、精巣、卵巣、心臓、肝臓、腎臓、脾臓など）も同様に病理組織学的変化は見られなかった。本試験結果から、本材料のラット13週間吸入暴露時の無影響量（NOEL）および無毒性量（NOAEL）は、5.0mg/m^{3}とした。[25]

12. 環境影響情報

水生環境有害性（急性）		本製品はデータ不足のため分類できない。
水生環境有害性（長期間）		本製品は区分2に分類される。
生態毒性（急性）	藻類	藻類（72時間、OECD201）：EC_{50} > 10 mg/L （Pseudokirchneriella subcapitata）[16]
	無脊椎動物	オオミジンコ（72時間、OECD202）： EC_{50} > 10 mg/L (Daphnia magna)[17]
	魚類	ヒメダカ（96時間、OECD203）： LC_{50} > 10 mg/L （Oryzias latipes）[19]
生態毒性（慢性）	藻類	藻類（72時間、OECD201）：NOEC = 0.32 mg/L （Pseudokirchneriella subcapitata）[16]
	無脊椎動物	オオミジンコ（21日間、OECD211）： NOEC = 0.32 mg/L (Daphnia magna)[18]
残留性・分解性	非生物的分解性	加水分解を受けやすい化学結合がないため、水環境中での加水分解は起こらない。 ＜参考データ：本製品（単層CNT）＞ 　本材料を濃度 5、50、100 mg/L で超音波分散した水分散液に、次亜塩素酸ナトリウムを添加して濃度 1.25wt% とし、37℃ で反応させたところ、すべての濃度の水分散液で本材料は時間とともに分解され、吸光度分析によって96時間でほぼゼロになることを確認した[29]。 　本材料の水分散液と濃度 2.26wt% の次亜塩素酸ナトリウム溶液の混合液（本材料の濃度 1mg/mL）に、室温（25℃）において、波長 254nm、305nm、365nm の紫外線を光強度 10mW で照射した結果、いずれの波長でも約2時間でほぼ分解されることを吸光度分析により確認した[30]。
	生分解性	MITI(I)試験（OECDテストガイドライン301C、GLP準拠）[12]の結果、被験物質濃度 100 mg/L、標準活性汚泥濃度 30 mg/L、試験期間28日の条件下において、生物化学的酸素消費量（BOD）および溶存有機炭素量（DOC）測定での分解率はいずれも0であった。マノメータ呼吸測定法試験（OECDテストガイドライン301F、GLP準拠）[13]の結果、被験物質濃度 100 mg/L、久留米市下水処理場汚泥濃度30 mg/L、試験期間28日の条件下において、生物化学的酸素消費量（BOD）および

溶存有機炭素量（DOC）測定での分解率はいずれも0であった。
本質的分解性試験（OECDテストガイドライン302C、GLP準拠）[14]の結果、被験物質濃度 30mg/L、標準活性汚泥濃度 100mg/L、試験期間28日の条件下において、生物化学的酸素消費量（BOD）および溶存有機炭素量（DOC）測定での分解率はいずれも 0 であった。

＜参考データ：本製品（単層CNT）＞
本材料は土壌細菌（Shewanella種）により酸化分解されることを確認した[32]。

生物濃縮性

コイ（Cyprinus carpio）を用いた濃縮度試験（OECDテストガイドライン305、GLP準拠）[15]の結果、被験物質5および 50μg/L、暴露期間 60日における供試魚の体長および体重推移は非暴露群と差がなかった。

オゾン層への有害性

本製品は分類対象外。
（本製品はハロカーボンではない。モントリオール議定書の附属書に列記された規制物質ではない。）

その他の環境影響データ

大気中での安定性

対流圏大気中でのOHラジカル、オゾンおよび硝酸ラジカルとの反応性に関する検討は行っていないが、それらとの反応性は低いと推察される。

13. 廃棄上の注意

残余廃棄物

国際/国/都道府県又は市町村の規則に従って廃棄すること(廃棄物の処理及び清掃に関する法律など)。
本品の廃棄処理は、確実に焼却処理が行われるよう措置する必要がある。[2]
都道府県知事などの許可を受けた産業廃棄物処理業者、もしくは地方公共団体がその処理を行っている場合にはそこに委託して処理する。

汚染容器及び包装

湿潤状態に保つ、二重梱包、密閉容器保管などの飛散防止措置を実施の上、できる限り飛散させないように丁寧に取り扱うこと。[2]

14. 輸送上の注意

国際規制	海上規制情報	IMOの規定に従う。
	UN No.	UN3077
	Proper Shipping Name.	Environmentally hazardous substance, solid, n.o.s.（Carbon nanotubes）
	Class	9
	Packing Group	Ⅲ
	Marine Pollutant	Yes
	Harmful Liquid Substances	Not applicable
	航空規制情報	ICAO／IATAの規定に従う。
	UN No.	UN3077
	Proper Shipping Name.	Environmentally hazardous substance, solid, n.o.s.（Carbon nanotubes）
	Class	9
	Packing Group	Ⅲ
国内規制	海上規制情報	船舶安全法の規定に従う。
	国連番号	UN3077
	品名	環境有害物質（固体）
	クラス	9

容器等級	Ⅲ
海洋汚染物質	該当
有害液体物質	非該当
航空規制情報	航空法の規定に従う。
国連番号	UN3077
品名	環境有害物質（固体）
クラス	9
容器等級	Ⅲ
緊急時応急措置指針番号	171

15. 適用法令

労働安全衛生法	名称等を通知すべき危険物及び有害物（政令第18条の2別表第9の130（カーボンブラック））
粉じん障害防止規則	作業内容により粉じん作業に該当する（規則別表1）
じん肺法	法第2条、施行規則第2条別表粉じん作業
航空法	環境有害物質（固体）（施行規則第194条危険物告示別表第1）
船舶安全法	環境有害物質（固体）（危規則第3条危険物告示別表第1）
TSCA（米国）	この製品は、米国内ではConsent Order（P-15-0054）の条件に従わなければなりません。

16. その他の情報

参考文献

1)「ナノマテリアルに対するばく露防止等のための予防的対応について（2009年3月31日 基発第0331013号 厚生労働省労働基準局発行）
2)「工業用ナノ材料に関する環境影響防止ガイドライン」の公表について」(2009年3月10日 環境省発行)
3)「ナノ材料リスク評価書」（2011年8月17日発行 2012年2月17日改定 NEDOプロジェクト“ナノ粒子特性評価手法の研究開発”）
5) Kobayashi N, Naya M, Mizuno K, Yamamoto K, Ema M, Nakanishi J (2011). Pulmonary and systemic responses of highly pure and well-dispersed single-wall carbon nanotubes after intratracheal instillation in rats. *Inhal Toxicol.* **23**(13):814-828.
6) Morimoto Y, Hirohashi M, Kobayashi N, Ogami A, Horie M, Oyabu T, Myojo T, Hashiba M, Mizuguchi Y, Kambara T, Lee BW, Kuroda E, Shimada M, Wang WN, Mizuno K, Yamamoto K, Fujita K, Nakanishi J. (2012). Pulmonary toxicity of well-dispersed single-wall carbon nanotubes after inhalation. *Nanotoxicology.* **6**(7):766-775.
7) Matsumoto M, Serizawa H, Sunaga M, Kato H, Takahashi M, Hirata-Koizumi M, Ono A, Kamata E, Hirose A. (2012). No toxicological effects on acute and repeated oral gavage doses of single-wall or multi-wall carbon nanotube in rats. *J.Toxicol.Sci.* **37**(3): 463-474.
8) Ema M, Matsuda A, Kobayashi N, Naya M, Nakanishi J (2011). Evaluation of dermal and eye irritation and skin sensitization due to carbon nanotubes *Regul.Toxicol. Pharmacol.***61**(3):276-281.
9) Naya M, Kobayashi N, Mizuno K, Matsumoto K, Ema M, Nakanishi J (2011). Evaluation of the genotoxic potential of single-wall carbon nanotubes by using a battery of in vitro and in vivo genotoxicity assays. *Regul.Toxicol. Pharmacol.***61**(2):192-198.
12） TASC 未発表試験データ (2011).（試験番号 15652）.
13） 産総研未発表試験データ (2011).
14） TASC 未発表試験データ (2011).（試験番号 15653）.

15）TASC 未発表試験データ (2011).（試験番号 45707）.
16）産総研未発表試験データ (2011).
17）産総研未発表試験データ (2011).
18）TASC 未発表試験データ (2011).（試験番号 A110431）.
19）産総研未発表試験データ (2011).
22）国連勧告　可燃性物質類自然発火性物質判定試験・燃焼速度試験結果
23）粉じん爆発危険性試験結果
24）単層カーボンナノチューブの腹腔内投与試験, Shinya Toyokuni, Li Jiang, Ryo Kitaura, and Hisanori Shinohara. Minimal inflammogenicity of pristine single-wall carbon nanotubes. Nagoya J. Med. Sci. 77. 195-202, 2015
25) 13週吸入暴露試験結果（Carbon Nano Tube: 13-week Inhalation Toxicity Study with Recovery Period in the Wistar Rat）
26）未発表試験データ (2020)
27) Toxicity assessment of single-wall carbon nanotubes (SWCNT) after intra-tracheal instillation to male Sprague-Dawley rats, 2015
28) Clearance of Single-Wall Carbon Nanotubes from the Mouse Lung: A Quantitative Evaluation, M. Zhang et al., Nanoscale Advances, 2 (4), 1551-1559 (2020)
DOI: 10.1186/s12989-020-00377-9
29) A Simple Method for Removal of Carbon Nanotubes from Wastewater Using Hypochlorite, M. Zhang et al, Scientific Reports, 2019, 9:1284
DOI: 10.1038/s41598-018-38307-7
30) Rapid room temperature degradation of carbon nanotubes by sodium hypochlorite and UV-light irradiation, M. Zhang et al., Carbon, Volume 208, May 2023, pp. 238-246
DOI: 10.3389/fmats.2019.00225
31) Biodegradation of Carbon Nanotubes by Macrophages, M. Yang et al., 2019, Front. Mater. 6:225
DOI: 10.26434/chemrxiv-2023-rcjv5
32) Takahashi S, Hori K. Long-term continuous degradation of carbon nanotubes by bacteria-driven Fenton reaction. ChemRixv. Chmbridge: Cambridge Open Engage; 2023
DOI: 10.26434/chemrxiv-2023-rcjv5

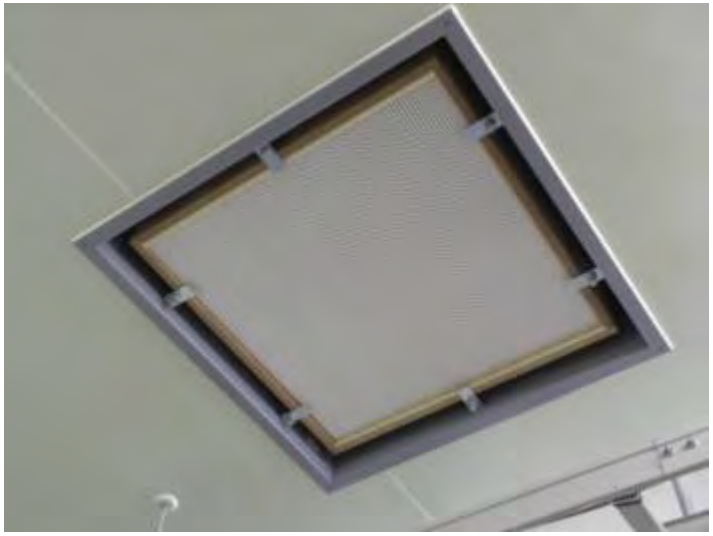
参考情報

A)「ヒトに対する有害性が明らかでない化学物質に対する労働者ばく露の予防的対策に関する検討会（ナノマテリアルについて）報告書について（厚生労働省発表, 2008 年 11 月 26 日）
B）報告書：平成 18 年度超微細技術開発産業発掘戦略調査「ナノテクノロジーの研究・製造現場における適切な管理手法に関する調査研究」（経済産業省製造産業局ナノテクノロジー・材料戦略室, 2007 年 10 月 9 日）
C)「ナノマテリアル製造事業者等における安全対策のあり方研究会」報告書の公表について（経済産業省　製造産業局化学物質管理課, 2009 年 3 月 31 日）
D)「ナノマテリアルの安全対策に関する検討会報告書」厚労省医薬食品局発行（2009 年 3 月 31 日発行）
E)「ヒトに対する有害性が明らかでない化学物質に対する労働者ばく露の予防的対策に関する検討会」厚労省労働基準局発行（2008 年 11 月 26 日発行）
F)「ナノマテリアルに関する労働安全衛生法上の取扱いについて」厚労省労働基準局発行（2008 年 11 月 26 日発行）
G)「ナノテクノロジーの研究・製造現場における適切な管理手法に関する調査研究」経産省製造産業局ナノテクノロジー・材料戦略室発行（2007 年 10 月 9 日発行）
H)「ナノマテリアル製造事業者等における安全対策のあり方研究会報告書」経産省製造産業局化学物質管理課発行（2009 年 3 月 31 日）

その他	本品は、European Commission の定義するナノマテリアルを含みます。 記載内容の取り扱い：本記載内容は、現時点で当社が入手した情報を提供するものであって、保証値ではありません。 ここに挙げられたデータ・情報は、当社の現在の知識・経験に対応しているもので、職業安全衛生上の潜在的な問題点に関し本品を説明することを意図したものです。 今後新たな情報を得た場合、本記載内容は修正される可能性があります。 本品の使用者は、取り扱い、輸送、保管等の際には、適切な安全対策や安全性評価を実施し、関連法規制が適用されるかどうか判断し、遵守する責任を持つものとします。

添付資料2

研究室のCNT製造所HEPAフィルター調査



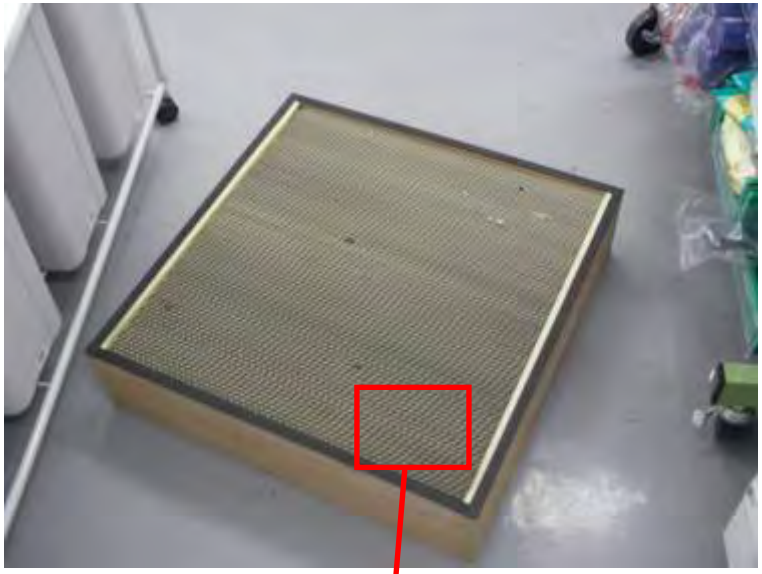
取り付け状態

製造者	近藤工業
名称	Absolute Filter Model 1LA-100 0.3μm粒子99.97%+捕集
使用期間	H17.2.28～H18.2.15 (353 days)
フィルタ総面積	13.0 m^2
エア処理量	4080 m^3/h

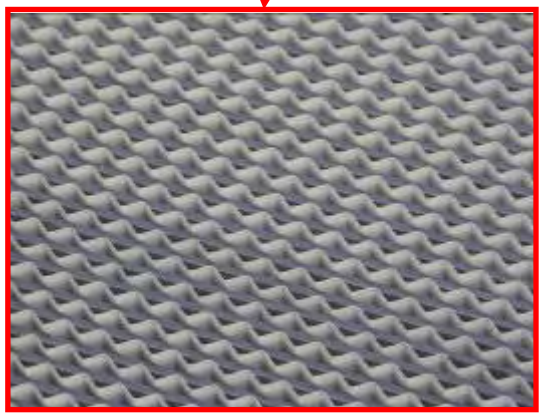
単位面積(1m^2)当たりのエア処理量総計

4080×24×353/13 = 2,658,905 m^3/m^2

取り外したフィルター

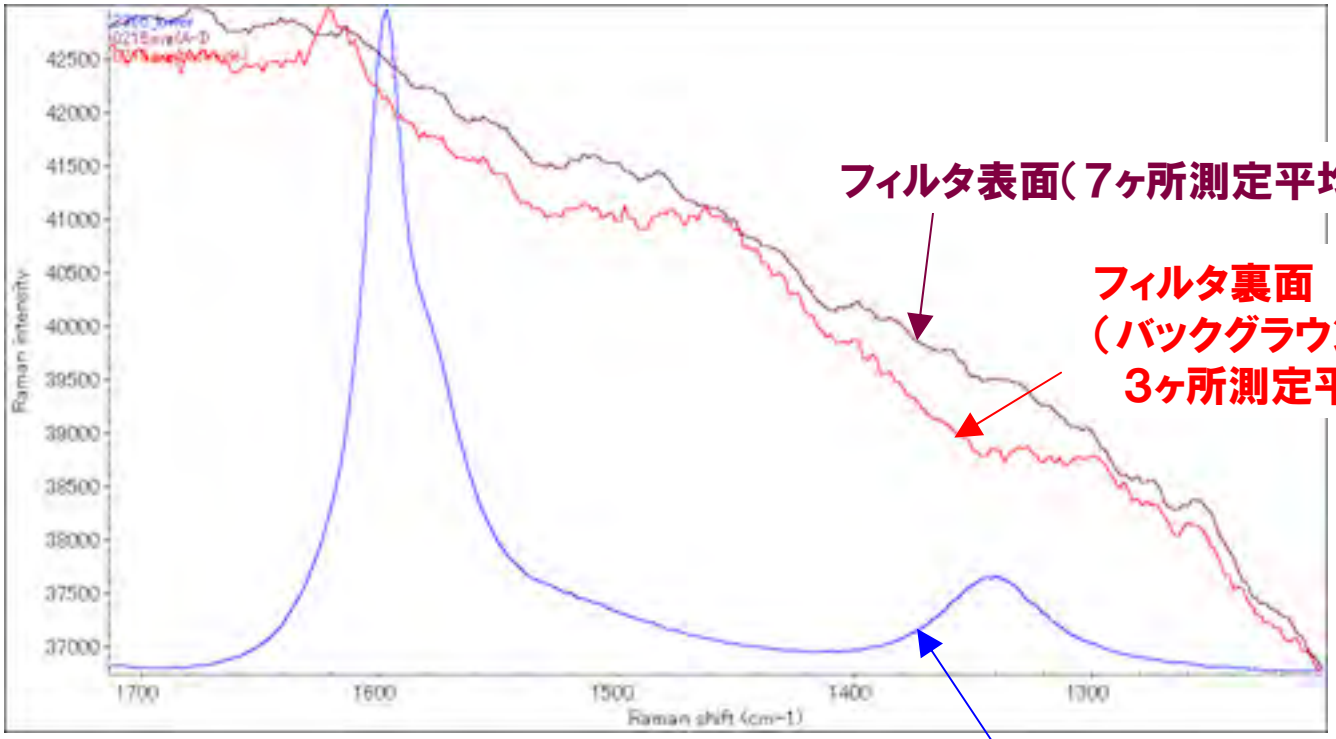


拡大



新品のフィルター

ラマン分光分析　～HEPAフィルタの直接分析～



フィルタ表面（7ヶ所測定平均）

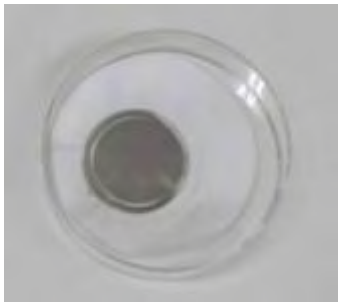
フィルタ裏面
（バックグラウンドとして測定、
3ヶ所測定平均）

マクロ測定（測定エリア＝約$5e^{-8}$ m^2）

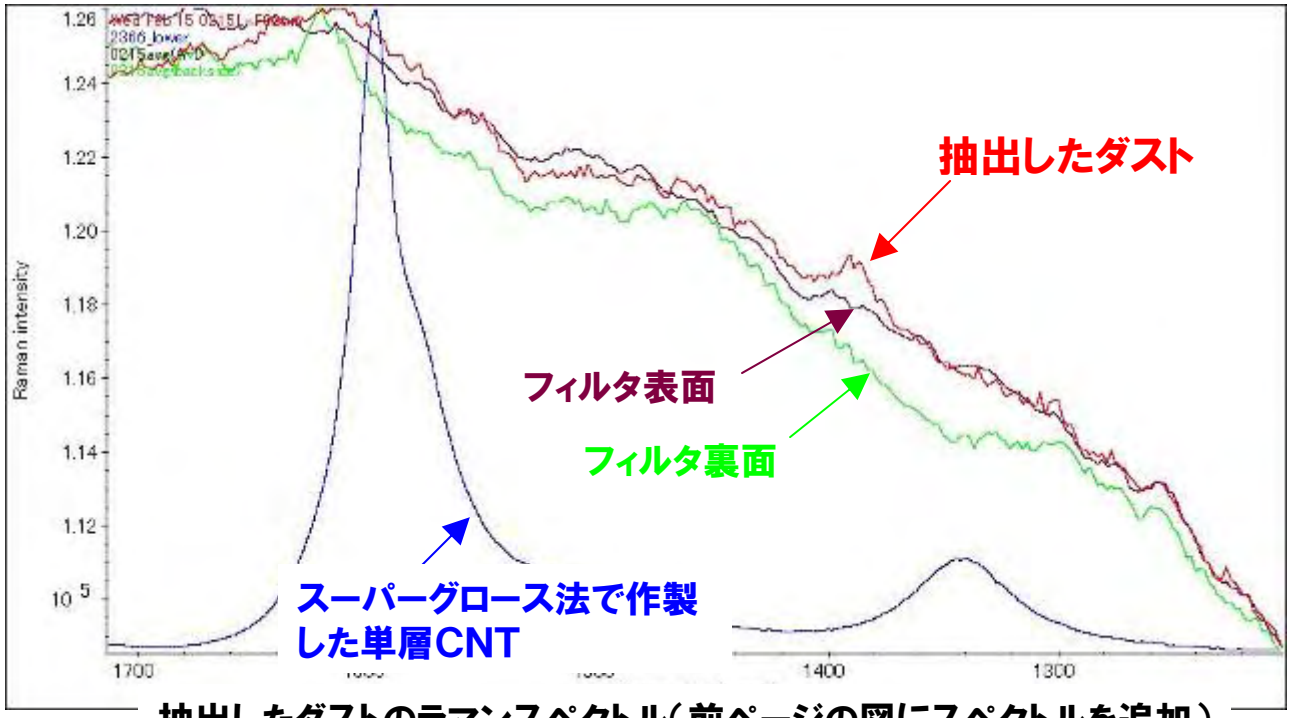
スーパーグロース法で作製した
単層CNT
（HEPAフィルター付着物でなく、別途単層
CNTを直接測定した結果）

HEAPフィルターに付着した単層CNTは検出限界以下

ラマン分光分析　～HEPAフィルター付着ダストの測定～



フィルター片（41 cm^2）からダストを抽出
（エタノールに浸して超音波処理
→孔径0.2μmのメンブレンで濾過）



抽出したダストのラマンスペクトル（前ページの図にスペクトルを追加）

HEAPフィルター抽出ダストを測定しても単層CNTは検出限界以下