

ナノマテリアル情報提供シート

提出年月日

令和5年7月21日

材料名	カーボンナノチューブ
事業者名	株式会社GSIクレオス
法人番号	3010001008666

経済産業省

令和5年6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	資料1
2. ナノマテリアルの特性				
特性	機械的物性向上、電気的物性向上、触媒担持など		添付有	資料2
有害性情報	(1) Role of systemic T-cells and histopathological aspects after subcutaneous implantation of various carbon nanotubes in mice (Carbon 44 (2006) 1079-1092) (2) ROS evaluation for a series of CNTs and their derivatives using an ESR method with DMPO (Journal of Physics Issue 1 (2013))		添付有	
結晶構造	切頭円錐乱層黒鉛積層構造		添付有	資料2
凝集状態／分散状態	通常の状態では、ミクロンサイズの凝集体として存在し容易に一次粒子に解砕されない。		添付有	資料2 (図1)
粒度分布	CNTの平均長さ：およそ5 μm		添付無	資料2
平均一次粒径	CNTの平均外径はおよそ80－100nm	nm	添付有	資料2
製品粒径	CNT凝集体の大きさはおよそ20 μm		添付有	資料2

製品形状	外観：黒色粉体 一次粒子：繊維状 二次粒子：凝集体（繭玉状）		添付有	資料2
密度	嵩密度：およそ0.05g/cm ³	g/cm ³	添付無	JISK6720-2 資料2
比表面積	およそ50m ² /g	m ² /g	添付無	BET一点法 資料2
表面電荷	NA	mV	添付無	
化学組成	炭素98%以上		添付無	資料2
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、土壤中の移動性等）				

3. ばく露情報

（1）製造・輸入に関する情報

製造・輸入量 （令和4年度・概数）	261t-311t （会員企業の令和4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 プラスチック、プラスチック添加剤、プラスチック加工助剤 詳細分類 その他	添付有	資料2
	主な用途② 用途分類 塗料、コーティング剤 詳細分類 その他		
	主な用途③ 用途分類 詳細分類		
	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	国内にCNT生産プロセスは無い。輸入したCNTの国内加工にあたっては局所排気装置等を使用し粉塵を除去している。 基本的に閉鎖系加工である。	添付無	CNT生産は米国内当社関連会社にて実施
労働者のばく露情報 (ばく露対象者、ばく露活動・時間等)	例えば加工装置にCNTを投入する場合、あるいは取り出す場合、平成21年3月に公表された三省(経済産業省、厚生労働省、環境省)のナノ粒子取り扱いガイドラインを参考に、労働者は保護具を着用し、局所排気装置で粉塵を除去し、労働者に暴露しないよう管理されている。加工記録は管理されている。	添付無	
工程からの環境排出量	CNTの加工は極めて限定された空間で行われており、局所排気装置を用いている。CNT粒子の測定方法はまだ確立されていないので、既存のパーティクルカウンターを用いて環境への排出量を見積もっている。	添付無	
計測技術と計測結果		添付無	

4. リスク評価・管理の状況

リスク評価結果	リスク評価は実施していない	添付無	
ばく露・排出抑制対策	例えば加工装置にCNTを投入する場合、あるいは取り出す場合、労働者は保護具を着用し、局所排気装置で粉塵を除去し、労働者に暴露しないよう管理されている。	添付無	

労働者への教育	国内外のCNTに関する安全性情報は社内で共有している。また作業時の安全管理を社内会議で確認し、作業者の安全への意識を高めている。これまでに公表されたナノ粒子取扱ガイドラインについては、作業者へ周知しており、改善検討を適宜実施している。	添付無	
今後の対策等のロードマップ	ISO、JIS等での計測方法の開発状況を確認しながら、新たなナノ粒子排出量測定方法の取り組みを検討している。	添付無	

5. ナノマテリアルの性質等に関する事業者のコメント（ユーザに対するアドバイス等）

	当社CNTは、取扱が容易で通常のCNTに比べ分散性に極めて優れており適応範囲が広い。例えば高強度の複合材料や超長寿命塗料、燃料電池電極材料としての応用が進められている。これらはすべて省エネルギーに寄与するものであり、地球環境の保全に大いに貢献する材料である。	添付有	資料2
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----	-----

6. その他

	CNTの取り扱いについては、NBCI（ナノテクノロジービジネス推進協議会）の以下URLを参考にされたい。 https://www.nbci.jp/faq/index.html		
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

製品安全データシートSafety Data Sheet (SDS)

2023 年 4 月 1 日 改定 14 版

2007 年 1 月 29 日 制 定

1. 製品及び会社情報

製品名： カルベール® (カップスタック型カーボンナノチューブ)

Carbere® (Cup Stacked Carbon Nanotubes, CSCNT)

グレード名： 24PS, 24YD, TJ20A, TJ20A-YD, AR10, 24LHT, 24HHT(各種造粒品を含む)

会社情報

会社名： 株式会社 G S I クレオス

住所： 東京都港区芝 3 丁目 8 番 2 号

担当部門： ナノテクノロジー開発室

神奈川県川崎市川崎区南渡田町 1-12 研究 C 棟 2 階

電話： 044-322-5595 FAX： 044-322-5596

メールアドレス： nanocarbon@gsi.co.jp

緊急連絡先： 上記、ナノテクノロジー開発室 (電話： 044-322-5595)

(参考)

カップスタック型カーボンナノチューブは、多層カーボンナノチューブの一種として分類される。

2. 組成、成分情報

単一製品・混合物の区別： 単一製品

化学名 (または一般名)： 炭素 (多層カーボンナノチューブ)

成分及び含有量： C： 98%以上

官報整理番号： 対象外

CAS 番号： 7782-42-5 (暫定)

米国 EPA から同意指令を受領済み。

PMN 番号 P-10-0115

3. 危険有害性の要約

最重要危険有害性

環境影響： データなし。

物理的及び化学的危険性： なし。

特定の危険有害性： なし。

分類の名称： 分類基準に該当しない。

4. 応急処置

- 眼に入った場合 : こすらないで、清浄な流水で 15 分以上洗眼する。
コンタクトレンズは直ちに外す。
- 吸入した場合 : 直ちに安全で新鮮な空気のところへ移動し、清浄な流水でうがいするなど口の中を良く洗う。
- 飲み込んだ場合 : 多量の水を飲ませるなどして吐き出させた後、清浄な流水でうがいするなど口の中を良く洗う。
- 皮膚に付着した場合 : 石鹼を用いて湯または水を流しながら洗い落とす。汚れ落ちが悪い場合はクレンジングクリームを塗り柔らかい布で拭き取る。洗浄前に粘着テープ等の利用も有効である。
- 上記いずれの場合にも、違和感がある時は、直ちに医師の診断を受ける。

5. 火災時の措置

- 消化剤 : 水、二酸化炭素、窒素ガス、泡薬剤
- 火災時の特定危険有害性 : 一酸化炭素、二酸化炭素の発生
- 特定の消化方法 : 燃焼速度は遅く無煙である。この為消化は、着火部分を大きく取り除き、二酸化炭素、泡などを用いて空気を遮断した後、安全な距離を確保した上で、霧状水で冷却する。
- 消火を行なう者の保護 : 皮膚への付着、吸引等を防止する保護具を着用する。

6. 漏出時の措置

- 人体に対する注意事項 : 皮膚への付着、吸引等を防止する保護具を着用する。
- 環境に対する注意事項 : できるだけ粉塵が飛散しないようにする。
- 除去方法 : 床面等にこぼれた場合は、遅滞無く掃除機など集塵機で吸引し、出来るだけ粉塵が飛散しないようにして空容器に回収する。

7. 取り扱い及び保管上の注意

取り扱い

- 注意事項 : 飛散せぬよう少量ずつ慎重に取り扱う事。全体換気、局所排気設備の設置等、通気の良い作業場所を確保する。作業着に付着した場合は、集塵機などで吸引し取り除く。
- 身体、皮膚などへ付着した場合は、石鹼で洗い流す。
- なお、本製品は導電性を有するので、取り扱い時には電気設備に対する防塵措置が必要である。輸送、貯蔵、詰め替え、使用など取り扱いの施設は局所排気装置、所定の吸引速度を持った集塵機を用い、発生した粉塵は極力発生源にて除去する。本製品を含んだ排気・換気は各種フィルターで捕集し排出する。本製品を含んだ排水はフィルター等で濾過して排出する。

保管

- 適切な保管条件 : 直射日光、高温多湿を避け、火源のない所に保管する。飛散しないように密閉した容器に入れ、吸湿に注意し、安全な場所に保管する。多量に保管する場所では、着火源にな

るような火花、アーク等を発生する機械や火気を使用しない。

水濡れ禁止。開封後は密封し、吸湿に注意する。ポリ袋やビニール袋、樹脂製密閉容器等で保管する。

8．暴露防止及び保護措置

設備対策 : 全体換気装置、局所排気装置。

許容濃度 : データなし。（2022 年 12 月末時点でカーボンナノチューブに関する許容濃度の規定は無い。）

（参考情報）

(1) 許容濃度等の勧告（日本産業衛生学会 2008 年度）

Ⅱ．各種粉塵表中、第 1 種粉塵（黒鉛粉塵）の許容濃度

吸入性粉塵 0.5mg/m³ 総粉塵 2mg/m³

(2)(独) 産業技術総合研究所『ナノ材料リスク評価書』最終報告 2011.08.17) では、8 時間 / 日、5 日 / 週、50 週 / 年、暴露予防無し時、MWCNT の無毒性量 (NOAEL) を 0.08mg/m³ と提案している。

(3) 世界の各機関、企業が提案している CNT に対する主な許容暴露濃度は以下の通り。

① EC (欧州共同体、2010) DNEL(導出無影響量) 0.0335mg/ m³

② Bayer(ドイツ、2010) OEL(職業暴露濃度) 0.05mg/ m³

③ DuPont(米国、2012) AEL(許容暴露濃度) 0.54mg/ m³

④ NIOSH(米国、2013) REL(推定ばく露限界) 0.001mg/m³

(注) 機関ごとに許容暴露濃度の定義は異なる。

保護具：

呼吸器の保護具 : 防塵マスク（例えば、粒子捕集効率 99.9% 以上の防塵マスクまたは JIST8157 に適合した面体形、フェイスシールド形またはフード形の粒子捕集効率が 99.9% 以上の電動ファン付き呼吸用保護具など）

手の保護具 : ゴム製手袋またはポリエチレン製等の非浸透性手袋

目の保護具 : 防塵眼鏡またはゴーグル等の気密性のあるものを用いる

皮膚及び身体の保護具 : 防塵服 非浸透性のもの（例えば不織布保護服等）

靴 : 足全体を覆うもの

帽子・キャップ : 頭部全体を覆うもの（例えばディスポキャップ等）

これら保護具の装着は注意して行い、教育訓練を実施する事が望ましい。

9．物理的及び化学的性質

物理的データ

形状 : 固体、粉体、繊維状

色 : 黒色

臭い : 無臭

引火点 : データなし。

沸点	: データなし。
沸点範囲	: データなし。
融点	: データなし。
昇華点	: データなし。
分解温度	: 450℃～770℃（空気中）
真比重	: 2.07 g/cm ³

溶解性

水	: 溶解しない。
その他の溶媒	: 溶解しない。

10. 安定性及び反応性

安定性	: 通常の取り扱い条件では安定である。
反応性	: 強力な酸化剤で酸化されるが、それ以外の薬品には安定。
危険有害な分解生成物	: 不完全燃焼では一酸化炭素を発生する可能性がある。

11. 有害性情報

変異原性 : ネズミチフス菌 TA98、TA100、TA1535、TA1537 及び大腸菌 WP2uvrA/pKM101 の 5 菌株を用い、試験方法としてプレインキュベーション法³⁾を用い、直接法 (-S9 mix) 及び代謝活性化法 (+S9 mix) で試験を実施した。

用量設定試験は最高用量 5000µg/プレートより公比 4 の 7 用量および公比 2 の 5 用量で実施したところ、TA98、TA100、TA1535、TA1537 及び WP2uvrA/pKM101 の直接法及び代謝活性化法いずれにおいても、陰性対照値の 2 倍以上の復帰変異コロニー数の増加は認められなかった。陽性対照物質はそれぞれの試験菌株において陰性対照値の 2 倍以上の復帰変異コロニー数を誘発した。以上の結果より、24PS の微生物に対する変異原性（細菌に対する復帰突然変異原性）は、陰性と判定される。

なお、本試験は GLP 対応である。（注）

（注）昭和 63 年 9 月 1 日付け労働省告示第 76 号の「試験施設等が具備すべき基準」（改正、平成 12 年 12 月 25 日付け労働省告示第 120 号）及び平成 23 年 3 月 31 日付け薬食発第 0331 第 8 号、平成 23・03・29 製局第 6 号、環境企発第 110331010 号、厚生労働省医薬食品局長、経済産業省製造産業局長、環境省総合環境政策局長連名通知「新規化学物質等に係る試験を実施する試験施設に関する基準について」に準拠し実施した。

局所毒性	: 経口 データなし。
局所効果	: 皮膚、眼等 データなし。
発癌性	: データなし。

その他（参考）：

- (1) カーボンブラックには多環芳香族炭化水素(PAH)等の揮発成分を含んでいる場合がある。
1995 年米国労働安全衛生局 (NIOSH) はカーボンブラックに対して PAH 基準、0.1wt %以下の

含有率を推奨している。本製品は、PAH の含有率を 0.1wt %以下としている。

(2) 多層カーボンナノチューブの有害性情報については、(独)産業技術総合研究所による『ナノ材料リスク評価書』最終報告(2011.08.17)がある。

- ① ラットを用いた CNT 吸入曝露による有害性評価試験では、低濃度では毒性学的に異議のある変化は認められなかった。低用量での気管内投与試験では投与 2 年間にわたる観察では肺組織に良性・悪性の腫瘍は認められなかった。線維化も見られなかった。
- ② 遺伝毒性を調べる遺伝子突然変異、染色体異常、小核試験およびラット肺細胞を用いたコメットアッセイを実施し、染色体異常の数的変化を除きすべて陰性で、CNT の遺伝毒性リスクの懸念は小さいと推定されている。
- ③ 炎症指標である BALF 好中球の増加は、一次粒子の BET 比表面積と強い相関を示す。BET 比表面積が大きければ生体影響も大きく、単層か多層かの区別ない関係が示された。この関係は比表面積、つまり CNT 径が炎症反応を支配している事を示しており、この関係式はカーボンナノファイバーやカップスタック型も含めて関係が成り立つ可能性を示唆している。

(3) 米国 NIOSH は、これまでのアスベスト研究成果と MWCNT の in vitro 試験、マウス咽頭吸引試験などの結果から、次のような傾向を説明している。(*)(**)

- ① アスベスト、MWCNT いずれも生体内滞留性は高い。
- ② 肺胞マクロファージ食食不良について、アスベストは高く、MWCNT では低い。
- ③ 細胞や組織での活性酸素種の発生について、アスベストは高く、MWCNT では観察されない。
- ④ 肺組織での持続的な炎症について、アスベストでは高度に観察されるが、MWCNT では起こらない。

これらの結果から、アスベストと MWCNT は病理学的に異なる挙動を示す、としている。

(*)Progress Toward Safe Technology in the workplace (2008)

(**)Mouse pulmonary dose and time course responses induced by exposure to multi-walled carbon nanotubes(2010)

(4) カップスタック型カーボンナノチューブの in vitro 試験では、活性酸素種の発生は観察されていない。(ROS evaluation for a series of CNTs and their derivatives using an ESR method with DMPO (2013))

(5) 2014 年 9 月 IARC(WHO 世界保健機構下部組織の国際がん研究機関)ワーキンググループが CNT の「ヒトでの発がん性の確からしさ」を分類し 2017 年に 325 ページに及ぶ詳細な報告書を発表した(注 5)。

報告書の概要は以下の通り。

① MWNT-7(多層カーボンナノチューブの一種) = グループ 2B

ラットの実験で中皮腫と腺腫を引き起こすので、ヒトに対して発がん性物質である可能性がある。

② MWNT-7 以外の MWCNT(多層 CNT)、SWCNT(単層 CNT) = グループ 3

一貫した結果が出ていないので、発がん性を分類できない。

①②の結果に対し、IARC WG は「世界的な毒性学者による大多数のコメント」として、以下の通り総括している。

(ア) 発がん性実験の結果を、CNT 特有の発がんのメカニズムの証拠とは考えられない。

(イ) 異なる種類の CNT に、首尾一貫した発がん性の証拠がないことで、MWNT-7 以外の種類の CNT へ一般化することは不可能。

(ウ) MWNT-7 に見られたげっ歯類での発がん性には、CNT 固有の発がん性とはいえない。

(エ) CNT には多様性があり、1 種類を持ってすべての CNT には適用できない。

なお、IARC は 2019 年に分類の考え方を改訂したが、MWNT-7 とその他の CNT に対する 2017 年分類に変更はなかった。2019 年分類法の概要は以下の通り。

「論文で示された証拠の確からしさを、「ヒトでの発がんを示す証拠」及び「実験動物での発がんを示す証拠」では Sufficient (十分) Limited (限定的) Inadequate (不十分) の 3 水準、「機序による証拠」では Strong (強い) Limited (限定的) Inadequate (不十分) の 3 水準で評価し、総合分類として 1, 2A, 2B, 3 の 4 グループに分類する。」

1.2. 環境影響情報

データなし。

1.3. 廃棄上の注意

第7項『取り扱い及び保管上の注意』欄の記載による他、可燃物に関する一般的な注意事項による。廃棄の方法としては、飛散させないように注意して焼却処分対象廃棄物として確認、依頼する。または廃棄物の処理及び清掃に関する法律に従うこと。

1.4. 輸送上の注意

注意事項 : 容器の破損、漏れが無い事を確かめ、衝撃、転倒、落下、水濡れ、破袋のないように積み込み、荷崩れ防止を確実にこなう。

国連分類 : 該当しない

国連番号 : 該当しない

1.5. 適用法令

労働安全衛生法 (粉塵障害防止規則)

じん肺法 (粉塵作業)

本製品は、化学物質排出把握管理促進法、労働安全衛生法、毒物及び劇物取締法における危険有害性情報の通知対象製品ではありません。

1.6. その他

(1)2009 年 3 月、経済産業省、厚生労働省、環境省の各省庁は、カーボンナノチューブを含むナノ材料の安全性に関する論文などを収集・整理し、ナノ材料の安全管理に関する予防的な対応法の例示や推奨を行った (注 1 ~ 3)。

(2) 2015年6月、厚生労働省化学物質リスク評価検討会「第3回有害性評価小検討会」において、厚生労働省の複層カーボンナノチューブに係るがん原性試験の結果について検討が行われ、被験物質「MWNT-7」（保土谷化学工業（株）製。現在の名称はNT-7K及びNT-7）」のがん原性が確認されるとともに、当該物質（MWNT-7）について、化学物質による健康障害防止指針（がん原性指針）による指導が必要であるとされた（注4）。

この指針は MWNT-7 という1種類の MWCNT のみを指針対象としたもので、すべての MWCNT を対象としたものではなく、また MWNT-7 であっても樹脂等の固体に練り込まれている状態で、労働者が MWNT-7 そのものに暴露する恐れが無いときは、指針の対象外である。また MWNT-7 のがん原性試験結果は、ヒトでの発がん性を示すものではない。

2015年のがん原性指針対象物質(MWNT-7)、あるいは指定対象外の他の MWCNT についても、各省庁が発表する取り扱いガイドライン（注1～3）、『カーボンブラック取扱安全指針』（カーボンブラック協会）、『炭素繊維の安全な取り扱い』（炭素繊維協会）などを参考にし、適切な保護具を着用する等して労働者が吸い込まないように許容ばく露濃度の管理をしながら、一般の微粉体と同様、作業環境を十分に管理して作業、また慎重に取り扱う事が強く推奨される。

注1：『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（経済産業省、平成21年3月）』

注2：『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（厚生労働省、平成21年3月31日）』

注3：『工業用ナノ材料に関する環境影響防止ガイドライン（環境省、平成21年3月）』

注4：労働安全衛生法第28条第3項の規定に基づき厚生労働大臣が定める化学物質による健康障害を防止する為の指針の一部を改正する指針（厚生労働省平成28年3月）

注5：IARC Monograph “Some Nanomaterials and Some Fibres”（Vol.111, 2017年）

記載内容の問い合わせ先：

株式会社GSIクレオス ナノテクノロジー開発室

電話：044-322-5595

FAX：044-322-5596

メールアドレス：nanocarbon@gsi.co.jp

「記載内容は現時点で入手できる資料や情報に基づいて作成しておりますが、記載のデータや評価に関しては、情報の完全さ、正確さを保証するものではありません。また、記載事項は通常の取り扱いを対象としたものですので、特別な取り扱いをする等の場合には、新たに用途、用法に適した安全対策を実施し、十分注意の上、慎重に取扱い下さい。」

カルベール®(カップ積層型カーボンナノチューブ)

カルベール®は、金属微粒子を触媒として浮遊CVS法によって得られる高純度のカップ積層型カーボンナノチューブです。

The novel CNT's, Carbere®, so called "Cup-Stacked Type Carbon Nanotubes" are obtained by floating reactant Chemical Vapor Synthesis Method.

炭素網が底の空いたカップ形状で積層されており、中空構造になっています。分散性にたいへん優れており、線長調整、表面処理等を行なう事が可能です。これらの特長を生かし、様々な分野での応用が進んでいます。

CSCNTs have stacking morphology of truncated conical sheets containing some angles to fiber axis. Because of these angles, a large portion of the graphene edges are exposed and opened at the apparent tube surface as well as inner hollow core. These characteristics lead length adjustment and high dispersion into matrix materials, which gives better performance in any kind of applications.

項目	測定法	24PS
直径 Diameter (nm)	SEM, TEM	100前後
線長 Length(μm)	SEM	5前後
かさ密度 Bulk Density (g/cm ³)	JISK6720-2	0.05前後
比表面積 Specific Surface Area(m ² /g)	BET一点法	50前後
粉体抵抗率 Electric Resistivity (Ω・cm) at Bulk State	4点探針法(圧密抵抗値)	0.040前後
Fe(鉄) 濃度 Fe Contents	原子吸光法 AAM	1.4 %以下

* 上記データは代表値です。 * The data listed here are representing typical examples or the measurement.

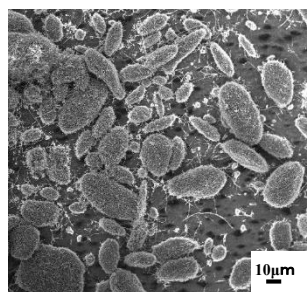


図1. 250倍

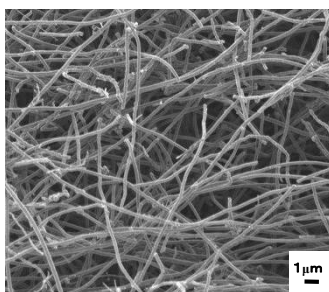


図2. 5000倍

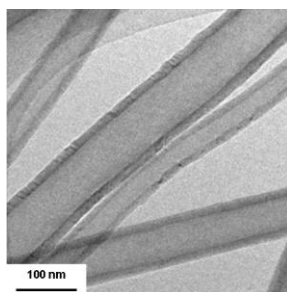


図3.

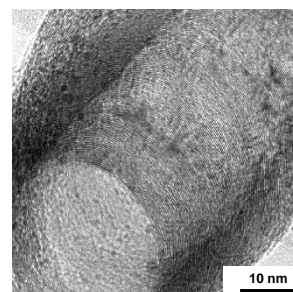


図4.

カルベール® 24PS SEM像

カルベール® 24PS TEM像

応用例
Applications