

# ナノテクノロジー消費者製品調査

Frank Stuer-Lauridsen、Anja Kamper、Pernille Borling、Gitte I. Petersen、Steffen Foss  
Hansen および Anders Baun

デンマーク水理・環境研究所 (DHI)

デンマーク工科大学  
環境・資源研究所

消費者製品に含まれる化学物質調査、2007年 第81号

デンマーク環境保護局（EPA）は、機会が許す限り当局を介して資金提供された環境関連研究開発プロジェクトに関連した報告・投稿を公表しています。

報告の内容は必ずしも EPA の見解を反映するものではないことをご留意下さい。

しかしながら、EPA は、これらの研究報告がデンマークにおける環境政策に関する議論に、貴重な貢献をすると考えるため、公表することにしました。

## 目次

序文.....	4
結論.....	6
1. ナノテクノロジー消費者製品調査の概要.....	10
1.1 ナノテクノロジーとは? .....	10
1.2 ナノテクノロジー製品の消費市場.....	11
1.3 法令の概要 .....	12
1.4 分類.....	13
1.5 目的と閲覧上の注意.....	15
2. デンマーク市場における関係者調査.....	16
2.1 生産業者と革新的環境.....	16
2.2 産業界と事業者団体.....	17
2.3 消費者用完成製品の供給業者 .....	18
3. 製品調査.....	19
3.1 製品分野.....	19
3.2 2006年当初のデンマークでの状況.....	20
3.3 ウッドロウ・ウィルソン・データベースによる消費者製品の特定.....	20
3.4 調査データ分析.....	28
4. 用途と曝露.....	33
4.1 曝露評価.....	33
4.2 方法－調査製品のグループ分類 .....	33
4.3 製品利用量に基づく曝露定量化 .....	38
5. 結論.....	41
6.参考文献 .....	44
添付資料 A 調査方法.....	47
添付資料 B 曝露.....	50
添付資料 C デンマークにおける 2006年消費者製品調査 .....	58

## 序文

近年、先進国ではナノテクノロジーに対する投資が大きくなっており、そのため、この分野は高速で発展し続けている。この分野ではほぼ毎日のように新しい産業可能性が発表されている。しかしながら、ナノテクノロジー製品が益々消費市場向けに開発される中、デンマーク環境保護局（DEPA）は「ナノ粒子を含むまたはナノテクノロジーに基づく製品の調査」を提案した。この調査はデンマーク工科大学（DTU）環境・資源研究所の協力の下、デンマーク水理・環境研究所（DHI）によって行われた。

消費者製品市場は活動が活発で、製品入れ替えが速い。本プロジェクトが完了された 2007 年初期時点で既に本報告書に記載の一部の製品は市場から消え去り、本調査で対象とされなかった新製品が登場している。このため、本プロジェクトの結論では個別の製品ではなく製品グループと開発動向について、よりの的を絞った形になっている。

デンマークでは本格的な消費者製品向けのナノ粒子生産は行われておらず、ナノテクノロジーに基づいた商品は主に最終製品として直接輸入されるか、国内製品の生産用に輸入されている。

調査関係者：

Anja Kamper（製品調査）

Pernille Borling（曝露評価）

Gitte Petersen（業界関係者）

Frank Stuer-Lauridsen（プロジェクト管理）

Steffen Foss Hansen（分類）

Anders Baun（開発環境）

調査作業は以下をメンバーとする運営委員会による監督のもと行われた。

Dorte Lerche Bjerregaard（委員長）

Frank Stuer-Lauridsen（DHI プロジェクト責任者）

DEPA 職業グループの代表

Anne-Mette Jørgensen、Poul Bo Larsen、Flemming Ingerslev およびプロジェクト・グループの代表。運営委員会会議は 3、7、9 および 11 月に開催。

個別企業および事業者団体の双方を含む市場関係者は、本プロジェクトにおいて非常に建設的に貢献してくれた。革新環境、研究機関や管轄官庁についても本プロジェクトに大

きな関心を示しており、彼らの前向きな取り組みに感謝したい。

報告書への投稿は 2007 年 1 月にて締め切った。

## 結論

近年、先進国ではナノテクノロジーに対する投資が大きくなっており、そのため、この分野は高速で発展し続けている。この分野ではほぼ毎日のように新しい産業可能性が発表されている。しかしながらナノテクノロジー製品が益々消費市場向けに開発される中、デンマーク環境保護局（DEPA）は「ナノ粒子を含むまたはナノテクノロジーに基づく製品の調査」を提案した。現調査はデンマーク工科大学（DTU）環境・資源研究所の協力の下、デンマーク水理・環境研究所（DHI）によって行われた。

### 関係者および消費者製品調査

主な情報源はデンマーク国内の関係者に対するインタビューおよびアンケート、インターネット検索、更に米国のデータベース（ウッドロウ・ウィルソン・データベースと称されるナノテクノロジー消費者製品調査一覧）における消費者製品の検索結果の追跡調査である。焦点は一般使用法において使用者がナノテクノロジーに曝露される消費者製品のみに向けた。つまり、ナノテクノロジーによって生産されたメモリー・チップを製品の奥に含む電子製品などは含まれず、ナノテクノロジーによって表面処理したテニスラケットやゴルフボールは含まれた。

一般的に、調査対象となったデンマーク国内の事業者団体はその加盟企業によるナノ製品についての情報を有しておらず、現在までのところ、ナノ材料を含む消費者製品の生産、配合または輸入に関連する活動は一部に限られているだろうと報告している。この例外がデンマーク化粧品・石鹸・洗剤産業協会（SPT）であり、既に協会における会合や小規模会議においてナノテクノロジーを扱っている。これらの会議での焦点は健康への潜在的な影響評価にあった。しかし、協会等はナノテクノロジーの可能性と規制について更に多くの疑問や問い合わせを報告している。

デンマークにおける主要な関係者は、産業用および消費者向けの表面処理用製品専門のネット販売企業、また小売業に出されているブランドの化粧品製造業者および供給業者多数である。一般的にスポーツ用衣類や電子製品などのブランド製品の流通業者もナノテクノロジーを含む商品を販売していることがある。

調査はサプライチェーンから直接得られる情報、また広告、ウェブページ、カタログなどの公的に入手可能な情報に基づいて行った。製造業者または輸入業者にナノ材料の内容物を発表する法的規制はない。このため、製品について製造業者および輸入業者が使用する「ナノ」という言葉はナノ粒子が含まれることを意味するのか、または使用の際に形成される材料表面層のナノメートル規模の薄さを意味するのか、それとも「ナノ」が付く

は製品の背景にある技術なのかについては明確にはできない。「ナノ」が本当のナノテクノロジーを背景に持たずに広告に使用されている可能性はわずかであると評価される。

調査ではデンマーク消費市場においてナノ材料に基づく製品を 243 種類確認した。ウッドロウ・ウィルソン・データベースを使用したデンマーク国内の輸入業者および流通業者の検索、またそれら商品を販売するデンマーク国内のウェブショップの検索では米国で登録されている製品のおよそ 3 分の 2 がデンマークでも販売されていることが分かった。

ナノ材料を含む製品は特に表面処理、化粧品およびスポーツ用品の分野で市場に流通している。自動車および住宅用表面処理分野ではデンマーク市場は非常に活発で、米国よりもデンマークで登録されている製品の数がかかなり多くなっている。

デンマーク市場に存在する製品の 3 分の 2 以上である 154 種類がガラス、コンクリート、金属（特に自動車メンテナンス）、グラスファイバーおよび繊維の表面処理用各種液体製品および特に日焼け止めローションなどの肌保護用製品である。残りの製品は特にスポーツ用品と衣類であり、残る 99 製品のうち 60 種類を占める。これらにおいてはゴルフボールやテニスラケットのようにナノ材料は構造的に製品に封入されている。

デンマーク市場に存在する消費者製品のうち半数以上が欧州製である。このデンマーク市場にある 135 の欧州製品のうち、約 100 種類ほどはドイツ製であり、残りは英国、フィンランドおよびフランスのものであった。デンマークにおいて配合された日焼け止めローションが 3 製品あった。

243 製品のうち 202 種類において製品中のナノ材料を特定することが不可能であった。ナノ材料が特定された 41 種類のうち半数は化粧品であり（6 種類が酸化亜鉛、13 種類が二酸化チタン）、10 種類が繊維および家庭用電化製品で抗菌効果のある銀を含み、12 種類がカーボンチューブまたは球形カーボンを含むもの（7 種類がカーボンチューブを含むスポーツ用品、5 種類がフラーレンを含む化粧品）であった。

二酸化チタンは欧州委員会の消費者製品科学委員会（SCCP）によって評価され、日焼け止めへの使用は、粒度にかかわらず 25%の濃度まで消費者にとって安全であるとされている。酸化亜鉛は着色剤としての利用が許可されているが、化粧品における UV フィルターとしては許可されていない。殺生剤としての銀は EU において現在リスク評価中である。フラーレンは EU 外で配合された製品として輸入されていることが推定される。

消費者製品の相当な割合がデンマーク国内および海外のウェブショップによって販売さ

れており、特に「自動車用製品」、「家庭・ガーデニング」および「パーソナルケア・スポーツ用品」の製品区分に入る表面処理用製品が多いが、実際の商店で売られる割合も小さいながら増加している。

塗料はナノ材料関連としては特殊な製品である。黒色塗料の一部には「カーボン・ブラック」(20~100nm)が着色剤として利用され、増粘剤であるシリカがナノサイズ(最小で約10nm)で使用されていることもある。これらの材料はどちらも長年使用されてきているが、現在になってようやくナノ材料として認識され始めた。デンマーク製品登録制度では膨大な数の個別製品がカーボン・ブラック(約9,500)または二酸化ケイ素(約15,500)として登録されている。物質の形態がより大きな粒子なのか、ナノ粒子であるのか、また液体・固体のどちらの状態であるかについては登録されていないため、これらのうち何種類が実際にナノ材料を含むのかを確定することは不可能である。塗料についての使用に登録された量はカーボン・ブラックが483トン、二酸化ケイ素が622トンである。これらの材料を含む個別製品についてはこれ以上分析しなかった。

#### ナノ材料を含む製品に対する消費者の曝露

消費者製品に含まれるナノ材料に対するリスク評価は、製品に含まれる該当するナノ規模化学物質の有害性評価に通常基づいている。ここでの第一の問題は、製品に含まれる化学物質とその濃度の特定となる。この情報は製造業者から入手可能であるが、化学物質についての情報やその性質は機密であるため、特定の調査対象製品についての組成情報を得ることはできなかった。

ナノ規模化学物質の特定が可能な場合、次の問題はその物質の毒性影響を特定することである。ナノ材料については入手可能なデータが少なく、ナノ粒子の毒性は用量よりもその物質の表面積によって異なる場合もある。

このため、また特定種類の製品について作業を優先するため、調査対象製品についての曝露可能性評価を開発した。

曝露シナリオは入手可能な情報に基づくため、いささか理論上のものである。ナノ規模物質が実際に人体に吸収されるのか否か判明していないため、製品の使用に関連するリスクを推定することは不可能である。日焼け止めには二酸化チタンが長年使用されており、欧州委員会の消費者製品科学委員会が消費者向けの使用について安全との評価を出している。

デンマーク市場に存在するほとんどの製品に含まれるナノ材料は表面処理用製品の多く



から構成される「液体に懸濁したナノ粒子」の区分に入る。残る製品はナノ材料が多くの場合封入されるか表面に結合している状態の「固体材料に封入されたナノ粒子」、「ナノメートル規模の厚さの被膜」、「表面結合型ナノ粒子」および「ナノ構造膜」に該当する。遊離状態でナノ材料を含む消費者製品は確認されていない。

消費者にとって製品による曝露リスクが最も高いのは、表面処理または肌に化粧用途で使用する液体製品である「液体に懸濁したナノ粒子」区分であると評価された。スプレー製品は、吸入および皮膚との接触の両方における曝露を引き起こすと予測されるが、確認されたスプレー製品はごく僅かであった（噴射剤ガスを使用しないポンプ型のもの）。

市場関係者によると、ナノ材料は表示や分類が必要となるほどの濃度では製品に含まれないということであった。このため製品に含まれる有効なナノ材料について入手できる情報が存在しない。製品の他の成分については、製品安全データシートが頻繁に提供され、ナノ材料の一般的性質については、製造業者によってたびたび公表される。

## 1. ナノテクノロジー消費者製品調査の概要

### 1.1 ナノテクノロジーとは？

1 ミリメートルの長さは百万ナノメートル (nm) に相当し、ナノテクノロジーは約 0.1nm から 100nm までの管理プロセスに基づく。この新しい技術は「実現技術」と称され、材料科学、環境、健康の分野において他の多くの新しい技術や製品の基盤を築くものとされている。インド、中国を含む工業国のほぼすべてがナノテクノロジー研究に多大な投資を行っている (COM、2004 年)。デンマークにおいてもナノテクノロジー研究開発は急速に成長している。出版物および電子メディアではナノ・ナイフ、血液中または食品材料に封入されたナノ測定機器による革新的な疾病治療、洗浄を必要としない表面処理材料、目に見えないベネチアン・ブラインド内蔵の窓等々による素晴らしい可能性をしばしば報告している。

これら「ナノ・ビジョン」の多くはもしかしたら実現する程度かもしれない、技術的可能性は確かに存在する。この新しい技術により我々は原子・分子の配列がそれぞれコントロールされた物質を開発することができる。一般にナノ形態において、化学物質の反応に基づく製品は従来の化学に基づく製品よりもはるかに正確で、効果的に機能すると言われている (Davis、2005 年)。これはある化学物質の特性を設計する方がずっと管理がたやすく、例えば開発者達は温度感受性の化学指示薬となるナノ粒子や食品内のサルモネラ菌との接触で識別色コードを発生するナノ粒子に関して、非常に進んだところまで来ている。

デンマーク技術展望運営委員会は 2004 年にナノテクノロジーをこう定義している。「新しい物理的・化学的機能および生物機能を有する物質、成分またはシステムを設計、生産、操作または応用するために 0.1~100nm 規模において原子、分子および超分子レベルで作業を行う能力。これらの新しい性質は構造規模の微小さによるものであり、他の方法で得ることはできない。」

ナノテクノロジーの産物としてのナノ粒子は Oberdörster 等 (2005) により「特定の物理化学的構成および構造を有し、その規模に関連する性質や機能を利用するためにナノ規模で人工的に構築または生産された粒子」と定義された。

ナノ粒子は直感的にほぼ空間的な有限実体と考えられるため、この表現を表面処理、チューブやファイバーと関連付けることは難しい。このため、本報告書ではナノテクノロジーにより生産された産物を一般的にナノ材料と表現することにした。ナノテクノロジーという表現はその背景にあるプロセスについて使用する。「ナノ粒子」という名称は粒子特性

をもったナノ材料に使用する。

## 1.2 ナノテクノロジー製品の消費市場

開発から製品、または研究から納品伝票までの道筋はナノテクノロジーの場合短いことが多い。ウェブ雑誌の *Nanotech Briefs* では毎年その年の最も興味深いナノテクノロジー製品および開発者 (NASA 2006) 50 種類をノミネートしている。これら最先端製品は、数ヶ月程度しか知られていないものでも、その表面処理製品やスポーツ用品が消費市場に確認できる。最も活発なのは米国 (ウッドロウ・ウィルソン・センター2006) およびアジア (Nano Frum 2006) であるが、EU 市場においてもナノテクノロジー基盤に基づいた消費者製品は繁栄している。

雑誌「フォーブス」ではここ数年ナノテクノロジーに基づいた消費者製品のうち最も有望な製品をノミネートしている。ここ最近ノミネートされた製品を下記の表に示すが、このリスト作成者である解説者 Josh Wolfe 氏の選択は当たっており、iPod、化粧品、スポーツ用品、繊維製品、塗料およびフロントガラス処理製品はどれもそのナノテクノロジーによる特性を理由に販売されている。

表 1: 「フォーブス」誌によるナノテクノロジーに基づいた消費者製品トップ 10 (2006 年)

2004 年	2005 年
フットウォーマー (ナノゲル)	i-Pod ナノ
表面処理済みトップ・マットレス	カプセル入りナノビタミン健康オイル
ゴルフボールおよびクラブ	チョコレート味チューインガム
スキンローション (老化防止)	スキンローション
傷口洗浄絆創膏	野球用バット
筋肉痛用ローション	表面処理済みジャケット
消毒薬	呼吸防止ソックス
撥水塗料	洗浄不要塗料
歯のエナメル質用接着剤	自浄型ガラス
フロントガラス用ナノ薄膜	空気清浄器

ナノテクノロジーは特定の生産や製品の種類に限られるものではなく、実現技術としてあらゆる可能な業種や製品に応用できることがしばしば強調される。しかし、消費者製品の主要な部分は化粧品であり、一部が各種表面処理用製品とスポーツ用品となっている。

化粧品および「ヘルスケア」分野の企業は長い年月をかけて製品開発を行ってきており、

このような消費者製品は、今後 5～10 年の間相当な量が販売されると考えられる。更に、医療機器やインプラント、動物用・人間用薬剤、殺生剤・殺虫剤などの消費者製品に沿った分野も、その間にナノテクノロジーによる多大な影響を受けるものと予測される (Luther、2004)。これらは人間に対して直接または間接的に影響する応用分野でもある。一部の製品はナノ結晶銀を含む絆創膏の場合と同様に消費者製品として市場へ導入されるであろう。

### 1.3 法令の概要

化学物質法令では、人および環境に対する影響に基づき既存化学物質の分類と表示について各種要求が定められている。一般に、分類が課せられる最低濃度は、製品に含まれる化学物質の成分として 0.1% である。この限界値未満であれば有害性に関係なく（一部例外を除き）化学物質の分類および表示は必要とされない。既存のナノ規模物質は特徴が異なるものの、バルク形態での相当物質として分類・表示される。

欧州市場へ新規物質を導入するには製品または輸入化学物質の用途および量によって特定の文書提出が必要となる。ナノ規模化学物質が新規物質である場合は既存の新規化学物質通知手順が適用される<sup>1</sup>。

REACH 法令では、既存化学物質および新規化学物質のどちらの場合も登録の対象となる最低トン数は生産業者または輸入業者につき毎年 1 トンである。

化粧品は特別の法令が適用され、規制が決定される前に欧州委員会の消費者製品科学委員会 (SCCP) による物質の評価が実施される。SCCP は日焼け止めローションに含まれる UV フィルターとしての二酸化チタンおよび酸化亜鉛の評価においてナノ規模粒子についての情報蓄積・利用を既に行っている<sup>2</sup>。

基本的に消費者の健康にとって安全な製品のみを販売する責任を有するのは化粧品の製造業者または輸入業者である。それらの評価は関係書類として管轄官庁 (DEPA) へ提出されなければならない。化粧品については製品の成分を申告することも規定されている。

製品安全性法令は危険性の無い製品だけが販売されることを保証するための消費者保護法令である。製品を販売する場合、その製品のサプライチェーンの起点と以前の繋がり の社名および住所を文書として提出しなければならない。生産業者および流通業者は販売す

<sup>1</sup> 2002 年 11 月 19 日法令第 928 号 (Statory=Statutory として訳しました。)

<sup>2</sup> 二酸化チタンは欧州委員会の消費者製品科学委員会 (SCCP) により粒度に関係なく 25% までの濃度で日焼け止めへの使用において消費者にとって安全として評価された。酸化亜鉛は着色剤としての使用は認められているが、化粧品における UV フィルターとしては許可されていない。

る製品が消費者にとってリスクを及ぼす物であることを知った場合は、消費者へのリスクを予防する手段についての情報を管理する管轄官庁へ直ちに伝えなければならない。原則として、製品安全性の法令は、他の特別な法令には含まれていないナノ製品に関連するすべての安全性の側面を包括するものでなければならない。

#### 1.4 分類

本調査では個別企業により販売される製品およびデンマーク市場における販売量についての情報を収集した。更に可能な場合には製品の組成と製品成分の割合についての情報も収集する。系統だった調査とするため、ナノ粒子およびナノテクノロジーを含む各種製品を特定すると同時に以下の製品区分に分類する。

- Ia. ナノ構造を1つの相に含む固体物質
- Ib. ナノ構造を複数の相に含む固体物質
  
- IIa. ナノ構造を表面に含む物質
- IIb. ナノメートル規模の厚さを有する薄膜
- IIc. ナノ構造薄膜
  
- IIIa. 表面結合型ナノ粒子
- IIIb. 液体に懸濁したナノ粒子
- IIIc. 固体に懸濁したナノ粒子
- IIId. 空中に浮遊するナノ粒子

ナノ材料の分類は DTU による開発的研究に基づく (Hansen 等、2007)。本調査の基本的手法は、製品に含まれるナノ材料の人への曝露を以下により説明することである。1) ナノ材料は DTU により開発された分類法によって特徴付ける。2) 分類は製品の利用にも関連付ける。3) 通常の使用法による標準的な曝露。

製品はウッドロウ・ウィルソン・データベース米国版においては以下のように分類された。バルク (I)、表面 (II) および粒子 (III) 区分にそれぞれ 2%、10% および 75%。残る製品は分類不可であった。

消費者製品は、その製品ライフサイクルの過程で、異なる分類に当てはまる可能性が高い。例えば、浴室のタイルの表面処理用製品は通常 IIIb. 「液体に懸濁したナノ粒子」に当てはまるボトル入り液体として販売されるが、タイルに処理し新しい表面を形成後は IIIa. 「表面結合型ナノ粒子」に分類されることになる。

## ナノ材料

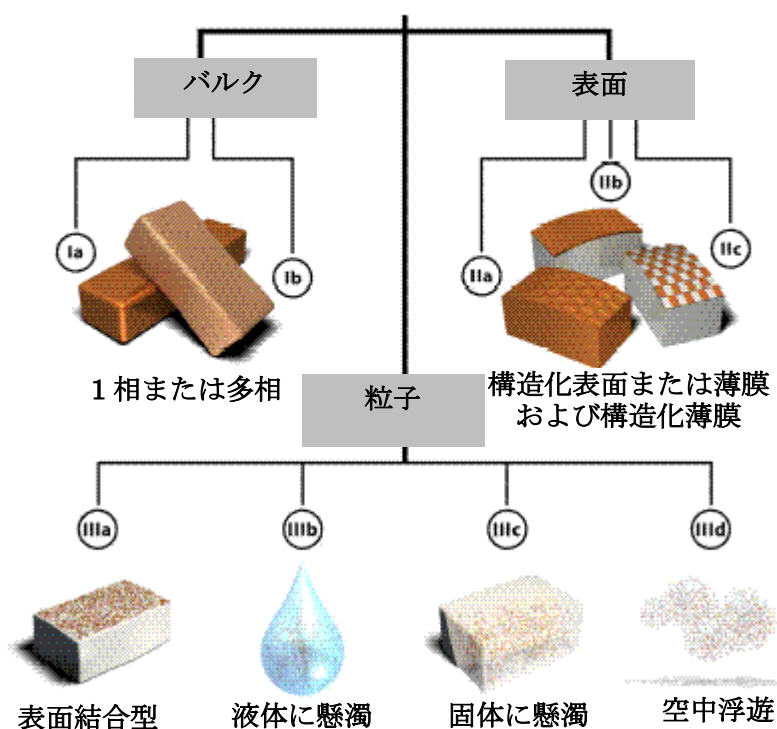


図1 DTUによる開発型研究 (Hansen 等、2007) に基づくナノ材料分類

大分類 I は小分類 Ia および Ib に分けられる。分類 Ia のナノシステムは 1 種類の材料からなり、Ib は 2 つ以上の成分または材料から構成される。Ia に分類されるものの例としてはナノ結晶銅があり、Ib の例としては産業触媒であるナノ細孔物質の支持材として使用されるセラミック・ゼオライトがあり、これはつまりナノ構造の構成要素の一つが空気であるということである。

分類 II において、ナノ構造は表面に存在する (図 1 を参照)。分類 II は IIa (同物質の表面および固体上のナノ規模の構造化表面)、IIb (他の物質を基質とする構造化していないナノ規模の厚さを有する薄膜、例: 窓のコーティングなど)、および IIc (薄膜がナノ規模厚さの基質上の構造化薄膜または表面構造がナノ規模の寸法のもの) の 3 つの小分類に分けられる。ハードディスクやラポチップシステムの読取・書込用ヘッドの多くは IIc に分類される。

分類 III は少なくとも 2 次元でナノ規模を有する自由構造のナノ粒子を含み、量子ドット、フラーレン、ナノチューブやナノファイバーが含まれる。III の小分類はナノ粒子の媒体によって設定されている。分類 IIIa は不均一触媒のように別の固体構造の表面に結合したナノ

粒子を含む。分類 IIIb は化粧品内の二酸化チタンのように液体に懸濁したナノ粒子などの系統を含む。IIIc はテニスラケットに含まれるカーボンチューブなどの固体に懸濁したナノ粒子である。最後の 4 つ目の分類 IIId はおそらく消費者製品には含まれないと考えられるカーボンナノチューブやフラーレンなどの空中に浮遊するナノ粒子から構成される。

## 1.5 目的と閲覧上の注意

DEPA による提案に関連して、本プロジェクトの目的は、デンマーク市場に存在するナノ粒子を含むまたはナノテクノロジーに基づく消費者製品の調査と、ナノ粒子またはナノテクノロジー使用による潜在的な健康に関する問題についての調査のための準備をすることである。

本報告書は消費市場における関係者調査およびデンマーク市場における製品リストを含む。第 4 章では各種製品に含まれるナノ材料の曝露を計算する初めての試みを行っている。

添付資料は調査手法、曝露推定値および消費者製品のデータベースから構成される。

消費者製品は数多くの構成要素からなり、電子分野のチップなど一部はナノテクノロジーによる工程において生産されるものもある。製品に含まれるナノ材料の曝露が、直接消費者への曝露を引き起こす可能性のある製品についてのみ焦点を置くことが決定された。

デンマーク環境保護局の消費者製品には殺虫剤、殺生剤、薬剤および医療機器、食品、食品生産用、調理用および保存用の機器は含まれないという事実には注意が必要である。

## 2. デンマーク市場における関係者調査

### 2.1 生産業者と革新的環境

#### 消費者製品—デンマークにおける革新とナノテクノロジー

「ナノテクノロジーに関する技術的展望」(VTU、2004)において、デンマークの「ナノ企業」が特定されている(Andersen および Rasmussen、2006 も参照のこと)。しかしながら、これら企業のうち数社はナノテクノロジーにおいて活動しているわけではなく、ナノテクノロジーの可能性に興味をもって良い。Andersen (2006) は現在デンマークにおいてナノテクノロジーの主な関心は研究開発にあると言及している。ナノ研究機関と企業との相互関係は Haldor Topsoe A/S を企業パートナーとしたナノ触媒の分野など特定の分野を除いては弱いと考えられる。Andersen (2006) はデンマーク国内の主要企業のうちナノサイエンスまたはナノテクノロジーに関わっているのは 10 社未満であると推定している。

「技術的展望」(VTU、2004)に関連して、デンマークのナノ研究者等により合計 58 社の国内開発企業が特定された。これらの企業は消費者製品を生産せず、開発中のナノテクノロジー製品は通常の消費者製品ではなく、企業向け製品である。

表 2：一般ナノテクノロジー分野により分類されたデンマーク国内企業の数  
(Andersen、2006)

技術分野	デンマーク国内企業数
電子ポリマー・ポリマーフォトンクス	10
監視&診断	25
ナノ構造表面	15
ナノコンポジット材料	6
ナノ多孔物質	3
ナノ粒子・ナノファイバー	2
エネルギー生産	2
化学物質の触媒生成	1
触媒による空気清浄	4
他の分離・洗浄工程	7

デンマーク国内既存の生産工場の多数がナノテクノロジー研究を行っており、数年後には直接または他の生産業者への納入業者として、消費市場に導入できる製品の開発が可能になると思われる。これら企業の製品プロフィール、デンマーク基準ナノネットワーク



グ・グループへの参加および「Højteknologifonden」への申請と計画により判断すると、Velux、Hempel、Dyrup、Coloplast、Aalborg Portland および Fibertex はこの様な企業の例であると考えられる。

## 2.2 産業界と事業者団体

本調査プロジェクトでは各種業界における重要な関係者を特定し、可能であれば販売されるナノ製品を特定するため、様々な事業者団体と直接連絡を取った。その結果を以下に報告する。製品についての情報はデータベースに入力し、第 3 章にて報告する。選択された事業者団体は消費者製品におけるナノテクノロジーの先端にある業界を代表するものと考えられる。

### デンマーク化粧品・石鹸・洗剤産業協会 (SPT)

SPT 加盟企業は現在既に特に二酸化チタンなどのナノ粒子を製品に適用しており、主な用途は日焼け止めローションである。また、リポソームやナノソーム（封入型作用物質）およびナノエマルジョン（水油洗剤）も利用されている。

本プロジェクト中に SPT は加盟企業に直接それぞれがどんな製品を生産または／および販売しているかについて問い合わせている。SPT によるとナノ材料を含む製品開発は事業者団体の会議において検討されているが、特定の戦略や共通した開発プラットフォームは存在していない。

### デンマーク繊維・衣類連合 (DTB)

DTB はこの分野において「インテリジェントテキスタイル・センター」と緊密に協力しており、DTB 独自の活動は行っておらず、加盟企業の活動についても把握していない。センターではこの分野での新規開発の繊維素材や将来的な製品などについてデンマーク国内企業に対し相談を行っている。

インテリジェントテキスタイルは米国、英国およびドイツにおいて非常に急速に発展している分野であり、その潜在的可能性は非常に高いと考えられている。将来のインテリジェント衣類およびテキスタイルは電子テキスタイル、「ナノ」処理テキスタイルおよび新機能素材に基づくこととなる。例えば乳児が呼吸していない時に警報を発するアラーム付きベビー服があげられる。鍵やたばこを忘れていないかチェックしてくれるバッグや脈や体液の状態を測定するセンサー付きスポーツウェア、例えば作業服などに使用できる感染を防ぐ細菌抑制物質を含む衣服などもそうである。このセンターによると、特に今後 1~2 年以内にナノ処理作業服がデンマーク市場に導入されるであろうとのことである。

### 接着剤・フィラー協会、デンマーク塗料生産者協会（FDLF）

数十年以上使用されてきているカーボン・ブラックなどの色素やシリカ増粘剤を除けば、この協会では加盟企業によるナノテクノロジーの利用は見込んでいない。しかし、協会によると、ナノ粒子またはナノテクノロジーを含む原材料サンプルをデンマークの個別企業向けに注文し始めた加盟企業がある。

### デンマーク化学物質取引流通協会

この協会では加盟企業によるナノテクノロジーに基づくと思われる製品について情報を収集していない。

## 2.3 消費者用完成製品の供給業者

デンマークにおける関係者の多数は特に表面処理用製品を供給するウェブショップを有するデンマーク企業である。例として NanoCover、Nanosalg TCnano、Nano-tec および NanoRen などがある。

小売業に出されている独自ブランドや「プライベート・ブランド」を販売する多数の化粧品製造業者（Persano、Blumoller など）も関係者である。また国際ブランド品の供給業者も商品の中にナノ材料を含む製品が含まれることがある（例えば Lancôme や L'Oreal）。

一般的にスポーツ用衣類や電子製品などのブランド製品の流通業者もナノテクノロジーを含む商品を販売していることがある（添付資料 C を参照）。

### 3. 製品調査

#### 3.1 製品分野

消費者製品の調査は供給業者と直接連絡を取ること、または、インターネット、広告などの情報源の利用に基づく。製造業者や輸入業者にナノ材料の内容を申告する法的義務は無いため、製品について製造業者および輸入業者が使用する「ナノ」という言葉はナノ粒子が含まれることを意味するのか、または使用の際、形成される材料表面層のナノメートル規模の薄さを意味するのか、それとも「ナノ」が付くのは製品の背景にある技術なのかについては明確にはできない。「ナノ」が本当のナノテクノロジーを背景に持たずに広告に使用されている可能性はわずかであると評価される。

数ある中でも特に、ウッドロウ・ウィルソン国際学術センターとピュー慈善財団の協力によるデータベース「ナノテクノロジー消費者製品調査一覧<sup>3</sup>」に基づいて、製品の特定を行った。定期的に更新される本データベースの製品（2006年11月の時点で356種類）は主に以下の条件を満たす。消費者により直接購入することができる製品または製造業者かそれ以外の情報源によりナノテクノロジーに基づくものとして確認される製品で、製品に含まれるナノ材料についての情報が確実と思われるもの。

本データベースでは製品を次のように分類する。

- 家電製品（暖房・冷房および空調、大型キッチン製品、空気清浄器および空調機器、家庭用製品、バイオアップおよび繊維保護製品）
- 自動車（外装）メンテナンスおよび付属品
- 子供用グッズ（基本製品、玩具およびゲーム）
- 電子製品およびコンピュータ（オーディオ、カメラ・フィルム、コンピュータハードウェア、ディスプレイ、モバイル機器や通信、TV、ビデオ）
- 食品（調理、食品、保存、栄養補助食品）
- 健康・フィットネス（衣類、化粧品、フィルター、パーソナルケア、スポーツ用品、日焼け止め）
- 家庭・ガーデニング（掃除、建設材料、家庭用調度品、贅沢品、塗料）
- 表面処理（いくつかの区分に重複）

本調査ではデータベースに登録された製品がデンマークでも販売されているか、または

---

<sup>3</sup> 「新興ナノテクノロジーに関するプロジェクト」において編集されたウッドロウ・ウィルソン・データベース

ウェブショップから入手可能であるかについて調べた。現在デンマークにおいて販売されていない製品が隣国で販売されていて国境を越えたショッピングによりデンマークへ輸入が可能である場合、または今後デンマーク市場に導入される可能性のある場合はその製品を登録した。

### 3.2 2006年当初のデンマークでの状況

2006年の調査開始時には米国市場には約80種類の消費者製品が存在した(Bullis, 2005)。米国ウッドロウ・ウィルソン・データベース設立後まもなく相当数の消費者製品が登録され、2006年3月8日の時点で212種類、2006年5月半ばで276種類、そして2006年11月初めのプロジェクト終了時には356種類が登録されていた。

2005年には既にデンマークで最初の表面処理用ナノ製品および一般消費者向けケア製品を扱う専門ウェブショップが登場している。2006年初頭にはナノ銀粒子処理済みソックスやナノフィルター入り日焼け止めローションなど、最も良く知られる製品が集中して宣伝された。また長年、一部の黒色塗料は着色剤として使用される「カーボン・ブラック」(20~100nm)を使用し、塗料によっては増粘剤としてナノ規模のシリカ(最低で約10nm)が使用されている。

### 3.3 ウッドロウ・ウィルソン・データベースによる消費者製品の特定

2006年にSPTは洗剤および化粧品業に携わる加盟企業83社に対し、ナノテクノロジー製品を販売しているか尋ねたところ、約37.5%に相当する31社が回答した。洗剤業界の企業にはデンマーク市場に出回る製品にナノテクノロジーを適用しているところは無かったが、化粧品を製造する企業4社がデンマーク市場で主に日焼け止めローションを含む特定製品にナノテクノロジーを適用していた。

本調査では「カーボン・ブラック」または二酸化ケイ素ナノ材料を含む個別製品を数に入れていない。Hempel A/Sによると塗料に使用される割合は0.01%未満ということである。

上記の企業への問い合わせとは別に、本調査ではウッドロウ・ウィルソン・データベースに登録される製品がデンマーク市場に存在するか、またはウェブショップから入手可能であるかについても特定した。ナノ製品を販売するデンマーク企業についてインターネット検索を行い、多数の製品を確認した。確認された企業は主にインターネットを介して製品を販売している。

提案された調査方法は、ナノ粒子を含む製品またはナノテクノロジーに基づく製品のデンマーク国内製造業者または供給業者に連絡を取ることが主体となっていたが、この方法は満足できる結果とならなかった。このため、消費者製品の調査は主にウッドロウ・ウィルソン・データベースに基づくものとなった。執筆時での本データベースの登録製品数は356であった。しかし、このすべてが本調査プロジェクトによる消費者製品の定義に当てはまるわけではない。例えば食品、栄養補助食品および食品生産、調理および保存用器具はウッドロウ・ウィルソン・データベースには登録されるが、DEPAによる調査には含まれない。調査対象製品のすべてが直接消費者によって購入が可能であった。ウェブショップを介して購入または提供可能な製品を登録するためのローカルデータベースを設立した。このデータベースに含まれる製品は以下のように分類される。

- 子供用製品（ケア製品、ゲームおよび玩具）
- 家電製品（暖房、空気清浄および冷房、冷蔵庫、洗濯機）
- 分野横断型製品（広範に適用される表面処理用製品を含む）
- 電子製品およびコンピュータ（オーディオ、カメラ・フィルム、コンピュータハードウェア、ディスプレイ、モバイル装置および通信、TV、ビデオ）
- 自動車付属品（外装・内装ケアおよび付属品）
- 家庭・ガーデニング（掃除補助製品、建築材料、家庭用調度品、贅沢品、塗料）
- パーソナルケアおよびスポーツ用品（衣類、化粧品、日焼け止め、フィルター、パーソナルケア、スポーツ製品）

デンマークの現データベースに使用した製品分類はウッドロウ・ウィルソン・データベースと同じであり、日焼け止めは一つのグループとして登録している。通常日焼け止めは化粧品と同じ区分になるが、ナノ材料を使用する日焼け止め製品が同様に多数存在するため、別途分類することとした。

現在デンマークにおいて販売されていない製品でも隣国で販売されていて国境を越えたショッピングによりデンマークへ輸入が可能である場合、または今後デンマーク市場に導入される可能性のある場合はその製品を登録した。ウッドロウ・ウィルソン・データベースの他にも、デンマークのナノテクノロジー消費者製品製造業者および輸入業者に対する直接連絡により多数の製品が確認されている。

以下に上記の製品区分毎の製品数を計算した。数値はウッドロウ・ウィルソン・データベースに登録された製品との比較を示す。比較により対象となった区分においてデンマーク国内で確認される製品数の全体像が得られる。

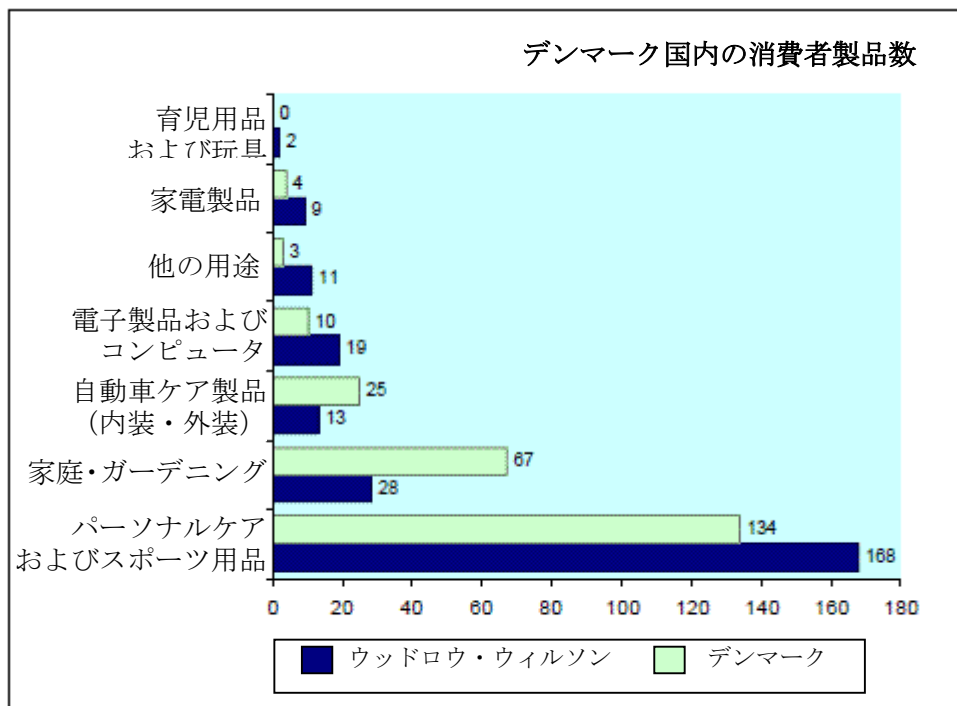


図2：デンマーク国内およびウッドロウ・ウィルソン・データベースにおける製品区分毎の製品数調査

前述した通り、ウッドロウ・ウィルソン・データベースの「食品および保存」区分は本調査では含まれない。しかしながら冷蔵庫は家電製品としても区分できるため調査に含むこととした。図に示す通り、「家庭・ガーデニング」および「自動車付属品」の区分を除けば各区分についてデンマークに存在する製品の方がウッドロウ・ウィルソン・データベースに登録されているものよりも少ない。この2つの区分において製品数が多い理由は多くの製品が表面処理に基づく物であり輸入業者との直接連絡およびインターネット検索で確認されたためである。一般的に言って、デンマークに存在する製品の大部分は「パーソナルケアおよびスポーツ用品」および「家庭・ガーデニング」区分に該当する。下記に各区分についてデンマークでの調査結果に焦点を置いて更に検討する。

ウッドロウ・ウィルソン・データベースでは子供用製品は2種類しか確認されず、一つは玩具、もう一つは銀ナノ粒子を含むウェットティッシュである。ウッドロウ・ウィルソン・データベースではこの区分は子供用日焼け止めローションも含むが、本調査では、これらは「パーソナルケアおよびスポーツ用品 (化粧品)」区分に該当する。このため、「子供用製品」区分に該当する製品はデンマークでは確認されていない。

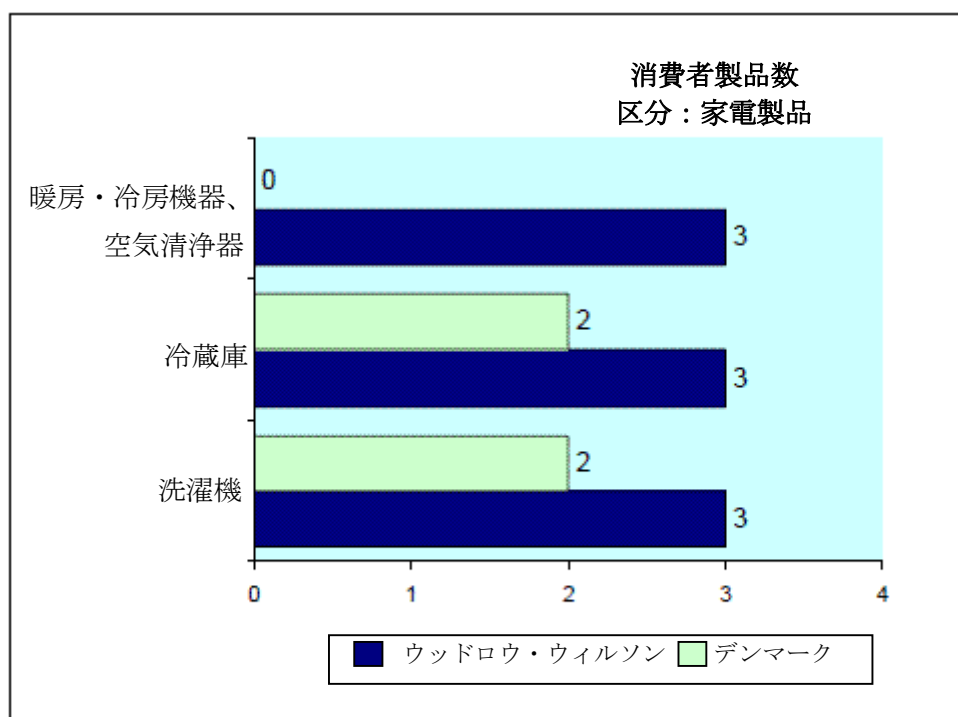


図3：電気製品（暖房、空気清浄器および冷房、冷蔵庫、洗濯機）

冷蔵庫および洗濯機の区分においては3分の2が確認されている。冷蔵庫は抗菌効果のあるナノ銀粒子によるコーティングがなされ、細菌の繁殖および不快な匂いを防止する。洗濯機は抗菌コーティングされているか、または電極から銀イオンをすすぎ用の水に加えるようになっている。銀イオンは設計されたものではないため、後者は実際にはナノテクノロジーではないが、ナノテクノロジーとして報告されることが多い。洗濯機生産業者である Samsung は1製品を登録しているが、実際は Silver Wash 装置を持つ型式を6種類販売している。暖房、冷房および空気洗浄の分野においては確認された製品はない。

デンマークでの「分野横断型製品」の区分には「家庭・ガーデニング」および「自動車付属品」に該当しない用途の異なる表面処理製品3種が含まれる。ウッドロウ・ウィルソン・データベースには相当する製品が11種類存在する。

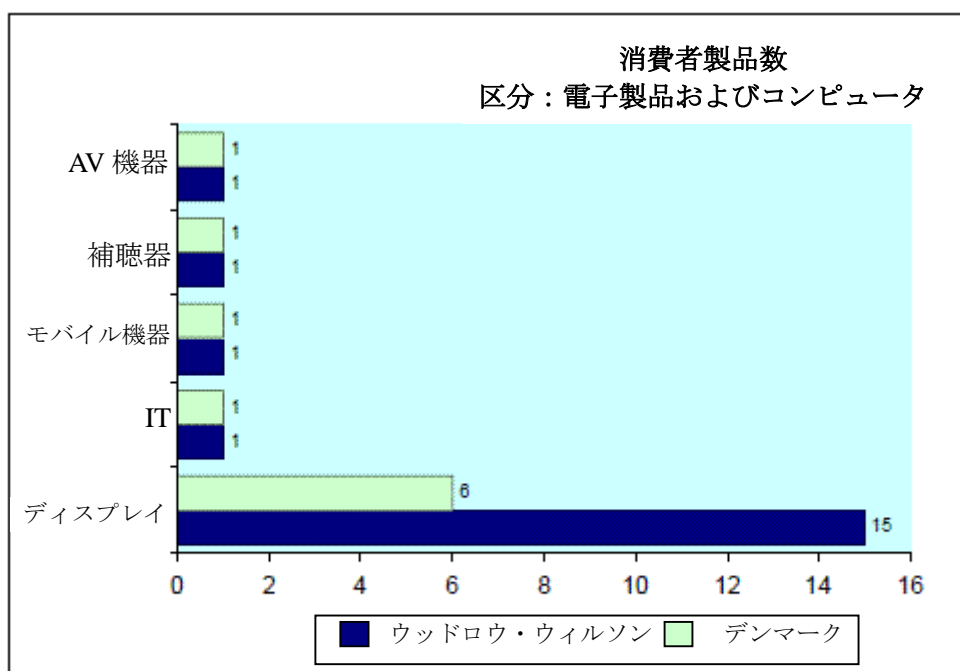


図 4：電子製品およびコンピュータ（オーディオ、カメラ・フィルム、コンピュータハードウェア、ディスプレイ、モバイル装置および通信、TV、ビデオ）

「電子製品およびコンピュータ」の区分は、消費者への曝露の可能性のあるナノ材料を含む製品、または、ウッドロウ・ウィルソン・データベースへの登録条件と同様のナノテクノロジーにより生産されたナノ材料を含む製品のみから構成される。メモリー・チップなどにはのみナノテクノロジーを含むコンピュータ等は含めていない。ほとんどの製品は「ディスプレイ」区分に分類され、これらはビデオと携帯電話およびテレビの両方に該当する。消費者は通常の使用法によりディスプレイと意図的に接する訳ではないが、典型的には掃除をする際などに曝露される。補聴器については汚れ防止用に表面処理が為されている。



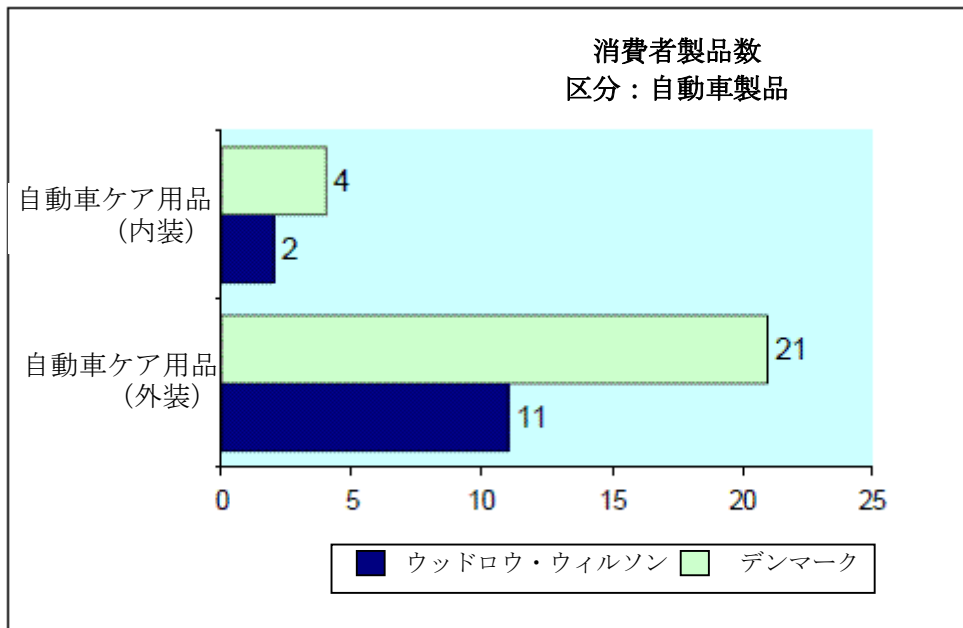


図5：自動車用品（外装・内装保守および付属品）

「自動車」用品の大部分は封止、曇り防止および wax (ワックス) などの外装メンテナンス用品である。その他にも消費者がタンクで混合するガソリンまたディーゼル用添加剤も数種類ある。この市場は輸入業者数社で独占されており、現在消費者製品の中でも最も人気の高い種類である。直接連絡での調査により、デンマーク市場においてはウッドロウ・ウィルソン・データベースにより確認された製品よりもかなり多くの製品を確認できた。

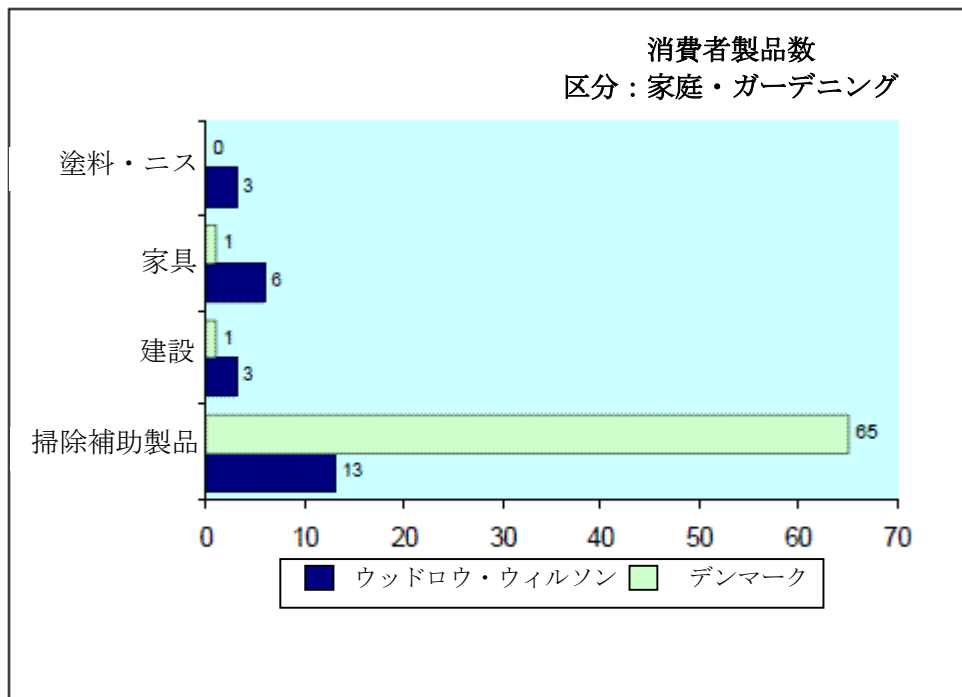


図6：家庭・ガーデニング（掃除用品、建築材料、家庭用調度品、塗料）

「家庭・ガーデニング」の区分においては掃除用品および表面処理用の製品が主要な部分を占める。表面処理により掃除の代わりとなったり掃除がほとんど必要なくなったりするため、製品が表面処理と掃除用とのどちらに当てはまるかは定義の問題である。このためこれらはどちらも「掃除補助製品」として同じ区分に含めた。

特に自動車用の表面処理および掃除補助製品は「自動車用品」に区分されている。「自動車外装メンテナンス用品」の区分の場合と同様に、この区分においてはウッドロウ・ウィルソン・データベースに登録されるよりも多くの製品がデンマーク市場に存在した。これも製品輸入業者との直接連絡により判明したことである。家具の小区分に該当した 1 製品はナノ製品による処理で撥水性を施した家具用繊維である。

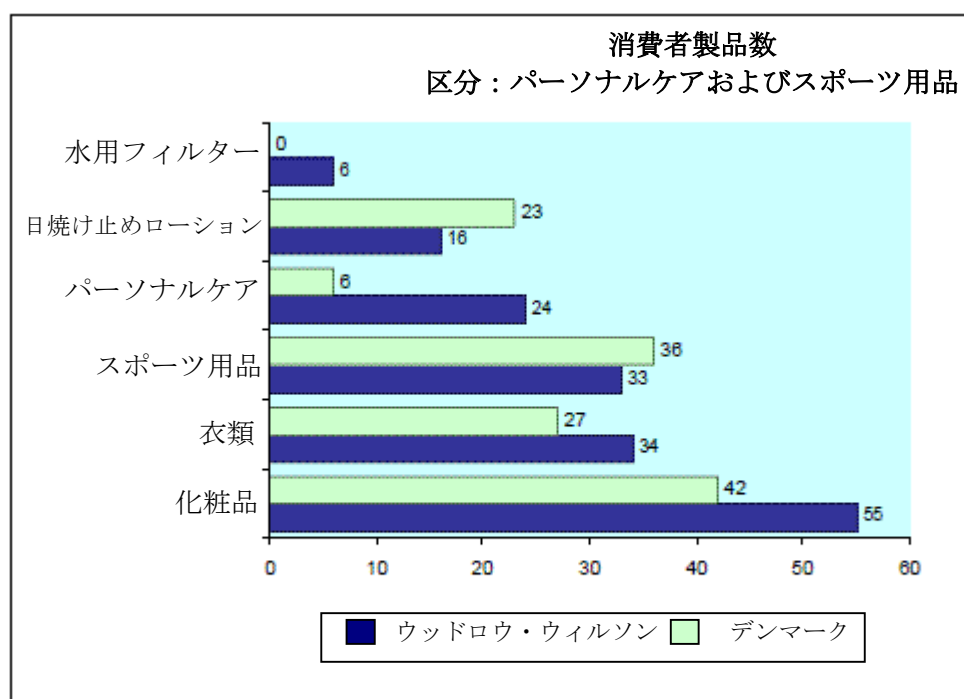


図 7：パーソナルケアおよびスポーツ用品（衣類、化粧品、フィルター、パーソナルケア、スポーツ用品、日焼け止め）（英語でない語がいくつかありますが推定で入れてあります）

「パーソナルケアおよびスポーツ用品」の区分は「掃除補助製品」の次に最も製品数の多い区分であり、この中でも「化粧品」が最も大きな区分となっている。図 7 に示す通り、ウッドロウ・ウィルソン・データベースに登録される製品の大部分はデンマーク市場においても直接販売およびウェブショップでの販売により確認される。一般的に、特に二酸化チタンや酸化亜鉛が典型ではあるが、製品に含まれるナノ粒子の含量について入手できる具体的情報は少ない。他の場合ではケア製品に含まれるのは皮膚のより深い部分へ到達するように意図されたナノエマルジョンまたはナノ規模サイズのカプセルに入った成分であ

る。

日焼け止めローションにおいてはナノ規模範囲の二酸化チタンが UV フィルターとして使用されている。二酸化チタンは欧州委員会の消費者製品科学委員会（SCCP）によって評価され、粒度にかかわらず 25%までの濃度において日焼け止めへの使用が消費者にとって安全であるとされている。

「パーソナルケア」の小区分には例えば抜け毛や薄い髪への対処品など、直接的には化粧品ではない製品が含まれる。

衣類はウェブショップにおいて販売されている製品数種類が含まれるもう一つの区分であり、主に「撥水性衣類」は衣類への汚れの付着を防ぐためナノ製品により表面処理を施している。この区分にはナノ銀粒子を含む消臭ソックスおよび同様のスリッパも含まれる。

デンマーク市場で確認されるスポーツ用品は主にテニスラケットやゴルフクラブなどナノ材料により構造的に強化された製品である。

### 3.4 調査データ分析

#### 3.4.1 製品の原産国

デンマーク市場において確認される製品のほとんどは欧州製であり、米国またはアジア製のウッドロウ・ウィルソン・データベースに登録される製品とは異なる。デンマーク市場の欧州製 135 製品のうち、90 種類はドイツ製、残りがそれぞれ英国、フィンランドおよびフランス製である。上記の国から輸入されたナノ材料に基づいてデンマーク国内で調剤される製品が 3 種類存在する。

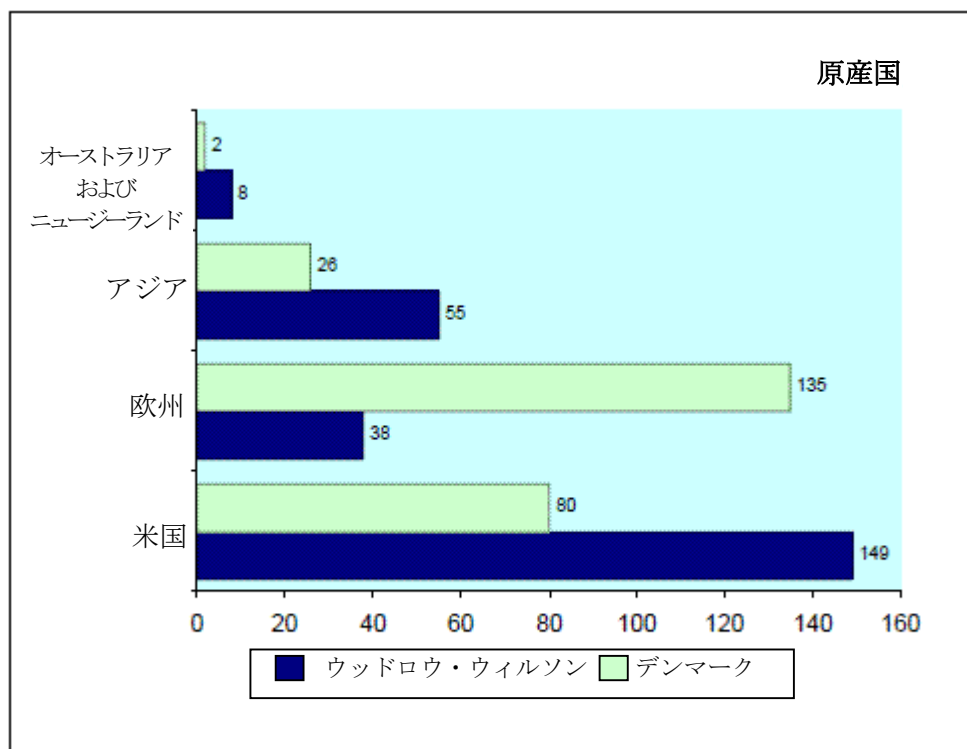


図 8：ナノ製品の原産国

EU 原産の製品が多数存在する主な理由はデンマークの輸入業者に対する直接連絡およびインターネット検索により相当数のドイツ製表面処理製品が調査されたことにある。これらの製品は、原則的には世界全体を対象としてはいるもののおそらく米国国内市場の製品に偏っていると思われるウッドロウ・ウィルソン・データベースには登録されていない。

#### 3.4.2 消費者製品におけるナノ材料

製品の大部分（243 製品のうち 202 製品）については含まれるナノ材料を特定することができなかった。特定できた 41 製品のナノ材料のうち約半数は化粧品区分に該当する（酸化

亜鉛 6 製品と二酸化チタン 13 製品、繊維およびキッチン器具に含まれる抗菌銀 10 製品、カーボンチューブまたは球体 12 製品（カーボンチューブを含むスポーツ用品 7 製品およびフラーレンを含む化粧品 5 製品）。

日焼け止めローションにおいてはナノ規模範囲の二酸化チタンが UV フィルターとして使用されており、これは欧州委員会の消費者製品科学委員会（SCCP）によって消費者にとって安全であるとして評価されている。酸化亜鉛は日焼け止めの UV フィルターとしては現在許可されていない。SCCP では超微細粒子の安全な使用を評価するため業界に更なるデータの提供を求めている。第 4 章では人への曝露を評価した。酸化亜鉛は化粧品の着色剤として使用が許可されている。

調査対象製品においては銀が衣料生産用の繊維に付着させる、または洗濯機内でナノテクノロジーによる方法で放出される消毒剤として使用されている。これは殺生剤と見なされ、銀（CAS No.7440-22-4）は 2000 年以前に市場に存在した殺生剤のリストである EU の既存殺生剤リストにも登録されている。銀については現在 EU において殺生剤リスク評価が行われている。

EU ではフラーレンを新規物質として扱うことが決定されており、そのため登録する必要がある。現在フラーレンを含む製品は EU 外で調剤された製品として輸入されていると推定される。この場合物質の登録の必要は無い。

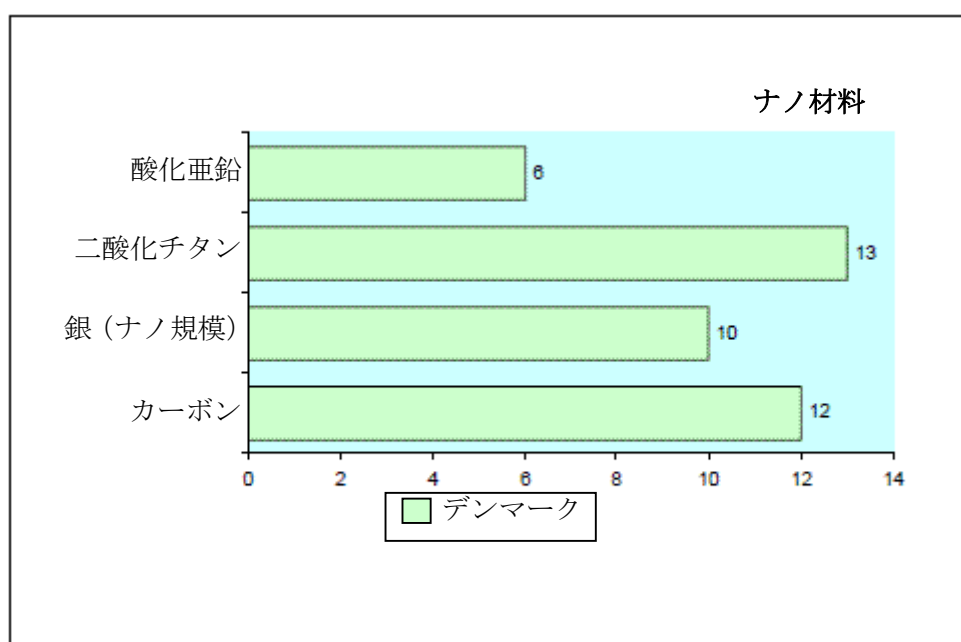


図 9：製品中の特定されたナノ材料（合計 41 のデンマーク製品のうち）

### 3.4.3 ナノ材料による製品分類

下記の図において調査したナノ製品の分類を行った。各製品のナノ材料が「固体材料に封入されたナノ粒子」、「液体に懸濁したナノ粒子」または「表面結合型ナノ粒子」のいずれを含むかについて評価した。分類については第 1.4 項のナノ DTU (Hansen 等、2007) の分類ツールを参照のこと。物品として定義され、また「表面結合型ナノ粒子」の分類にも該当する消費者製品は推定曝露レベルの低いグループに当たると想定した(第 4 章を参照)。

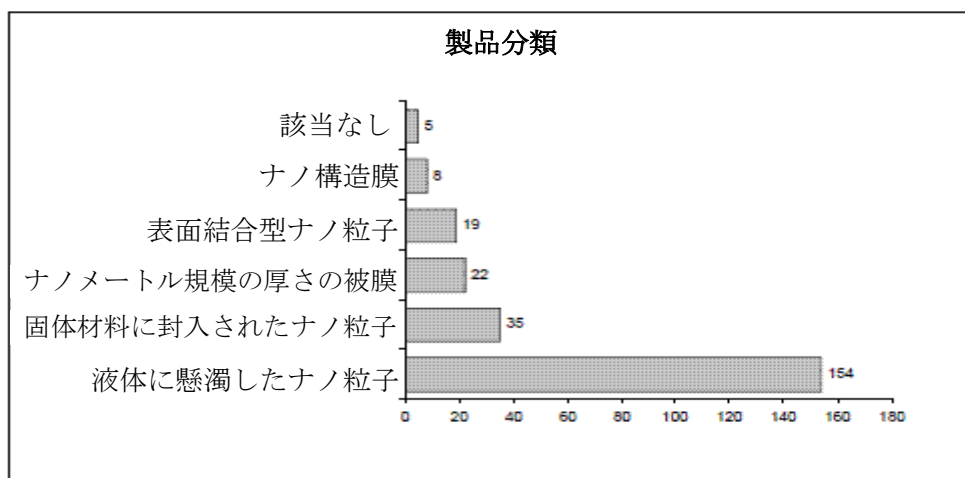


図 10：ナノ材料の種類により分類したデンマークの消費者製品数

デンマーク市場に存在する製品の圧倒的多数に含まれるナノ材料は、表面処理製品の多くを含む「液体に懸濁したナノ粒子」の区分 (154 製品) に入る。残る合計 81 製品は「固体材料に封入されたナノ粒子」、「ナノメートル規模の厚さの被膜」、「表面結合型ナノ粒子」および「ナノ構造膜」に該当する。第 4 章ではこの分類に基づいて人への曝露を評価した。

表 3：ナノ材料の種類および商品グループに基づいたデンマーク消費者製品の分類

	家電製品	他の用途	電子製品 および コンピュ ータ	自動車用 品	家庭・ ガーデニ ング	パーソナ ルケア および スポーツ 用品	合計
液体に懸濁したナノ粒子		3		24	58	69	154
固体材料に封入されたナノ粒子					5	30	35
ナノメートル規模の厚さの被膜			1		1	20	22
表面結合型ナノ粒子	4		1	1	3	10	19
ナノ構造膜			8				8

該当なし						5	5
合計	4	3	10	25	67	134	243

表によりほとんどの製品が液体に懸濁した粒子を含み、次に多いのが固体材料に封入されたナノ粒子であることが分かる。液体に粒子を含む製品については曝露が可能となるが、ゴルフボールなどの固体に封入されたナノ粒子に対する曝露リスクは限れていると予測される。液体に懸濁したナノ粒子を含む製品の約半数が表面処理および掃除用品（掃除補助製品）を主に含む「家庭・ガーデニング」の区分に該当する。残りの半分は「パーソナルケアおよびスポーツ用品」であり、液体に懸濁したナノ粒子を含む製品は一般的に化粧品である。固体材料に封入されたナノ粒子に関してはテニスラケット、ゴルフクラブやスキーなどのスポーツ用品が製品の主要な部分となっている。

#### 3.4.4 製品購入の手段

消費者製品の大部分、特に「自動車用製品」、「家庭・ガーデニング」および「パーソナルケアおよびスポーツ用品」に該当する製品がデンマーク国内および国外のウェブショップにおいて販売されており、デンマーク国内で店頭には置かれていない物はこれに比較して少ない。特に電子製品、日焼け止めローションおよびスポーツ用品は実際の店から入手可能な物が多い。

「パーソナルケアおよびスポーツ用品」区分においては衣類および化粧品は主にウェブショップによる販売であり、スポーツ用品は実際の店での販売となっている。もう一つの大きな分野である日焼け止めローションも実際の店での販売である。ナノ粒子は身体用ローションの日焼け止めとして長年使用されており、その結果市場内でよく確立されたものとなっている。もう一つの大きな分野である「家庭・ガーデニング」においては、確認された 21 の掃除および表面処理用製品は実際の店で販売されるものもあるがその倍以上がウェブショップで販売されている。

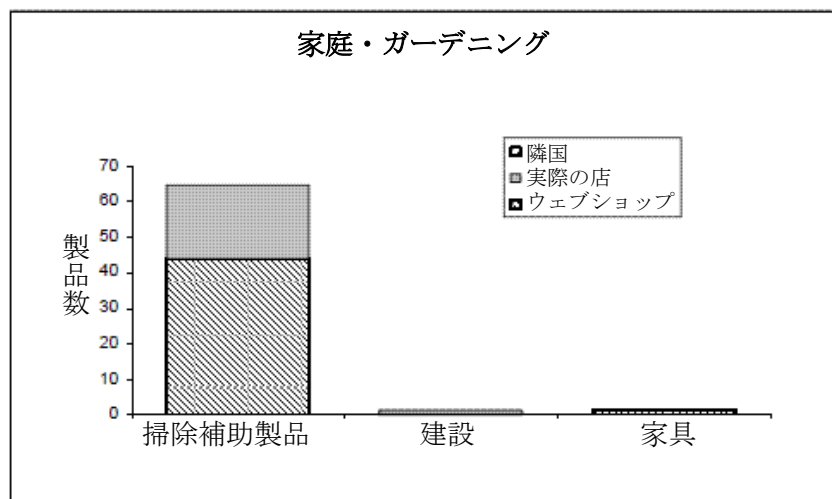
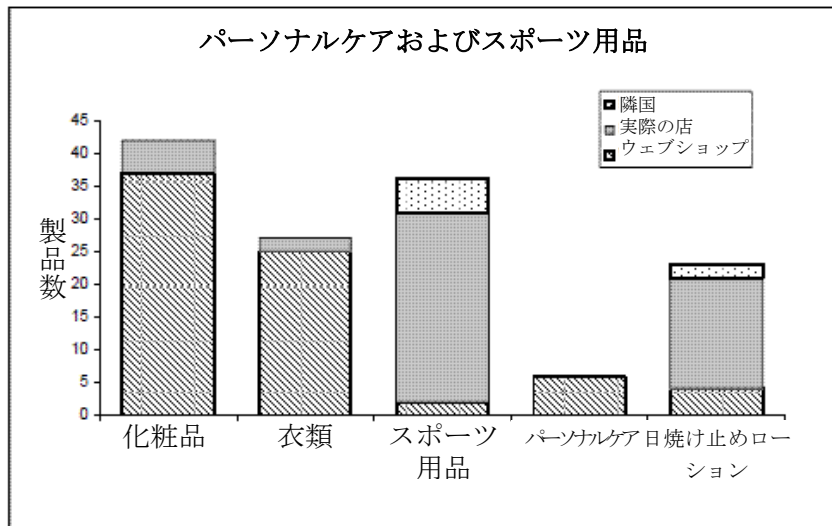
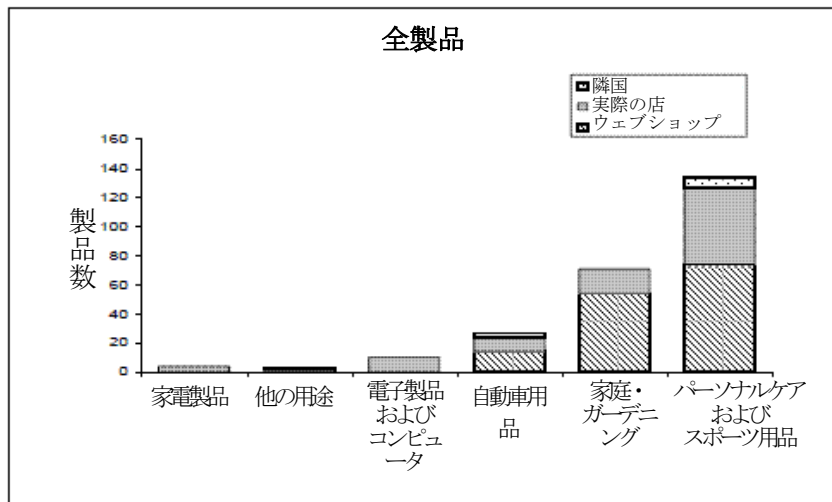


図 11：隣国、実際の店およびウェブショップに確認される消費者製品



## 4. 用途と曝露

### 4.1 曝露評価

法令では化学物質やナノ規模構造の内容について申告することを特に要求していないため、本プロジェクトにおいてナノ製品の特定はほとんどの場合自己申告に基づくものである。このため、ナノ層への適用でありナノ規模の化学物質を含まない「ナノ」と名称が付いた製品も含んでいる可能性がある。

本プロジェクトでは確認された製品のほとんどについて含まれるナノ材料が特定されていない<sup>4</sup>。既知のナノ材料に関しては、物質の摂取、変質、排泄および毒物学的影響は未だ完全に調査されていない。このためリスク評価の基盤となる物質の臨界効果<sup>5</sup>を決定することができない。

このため、本プロジェクトにおける調査対象の製品は使用段階で予測される曝露を基に分類した。適切なリスク評価については各物質についての更なる毒物学的情報が入手可能となることが待たれる。

曝露評価はリスク評価においてきわめて重要な要素である。完全に理想的な曝露評価は生産から使用、廃棄に至るまでの製品のライフサイクルすべてを対象とする必要があるが、本報告書では使用段階に焦点を置いた。使用後の曝露、つまり表面の損傷、また廃棄による曝露は考慮に入れていない。

消費者への曝露に関しては通常意図された製品の使用法と予測可能な他の使用法を考慮に入れるが、事故による曝露や誤用は対象外である。消費者への曝露は製品の種類や使用法によって期間が短いことも長いこともある。曝露シナリオをできる限り実際に近いものにするのが重要である。

### 4.2 方法—調査製品のグループ分類

本プロジェクトでは使用段階において予測される曝露の考慮および第 1.4 項の分類に基づいて調査対象製品の分類を行っている。

---

<sup>4</sup> 日焼け止め製品は二酸化チタンまたは酸化亜鉛を含むことが多い。二酸化チタンは欧州委員会の消費者製品科学委員会 (SCCP) によって評価され、粒度にかかわらず 25%までの濃度において日焼け止めへの使用が消費者にとって安全であるとされている (SCCP, 2000)。酸化亜鉛は十分な書類が SCCP に提出されていないため化粧品における UV フィルターとしての使用は許可されていない (SCCP, 2005)。

<sup>5</sup> 臨界効果：最低限の用量での望ましくない効果。

分類の目的は以下の条件について製品リストを作成することである。

- 曝露を引き起こすことが予測される。
- 曝露を引き起こす可能性がある。
- 消費者への曝露を引き起こすと予測されない。

曝露を引き起こすと予測される製品について最も注目すべきである。本プロジェクトでは分類する製品数が非常に多いため、簡易化した方法で曝露評価を行った。

物品<sup>6</sup>として定義される消費者製品は必ずしも化学物質の放出を意図しないものがある（ただし、香り付きナプキンなどから放出される芳香性化学物質など少数の例外は存在する）。従って、最初の実用的分類は消費者製品が物品または化学製品のどちらに定義されるかに基づいて行った。

物品として定義され、「固体に懸濁」の分類にも該当する消費者製品（例：テニスラケット）は消費者への曝露を引き起こさないと予測される（「曝露無し」）。物品として定義され「表面結合型ナノ粒子」の分類にも該当する消費者製品（例：ナノ銀粒子を含浸させたポリプロピレンから製造したソックス）については、放出は推定が難しい。ナノ粒子は物品において効果を発揮することになっているが、ある程度の損傷とそれによる放出は予想しなければならない（「曝露の可能性」）。

物品ではなく「液体に懸濁したナノ粒子」の分類に該当する残る製品は、使用段階で曝露を引き起こすと予測しなければならない（「曝露が予測される」）。これは「空中遊離状態でナノ材料を含む」分類に該当する製品にも適用されることになるが、本調査プロジェクトにおいてはそのような種類の製品の例は確認されていない。

---

<sup>6</sup> 物品とはその化学的組成が決定するよりも高い割合で、機能を決定する特定の形態、表面またはデザインを生産段階において与えられた製品のことを示す。

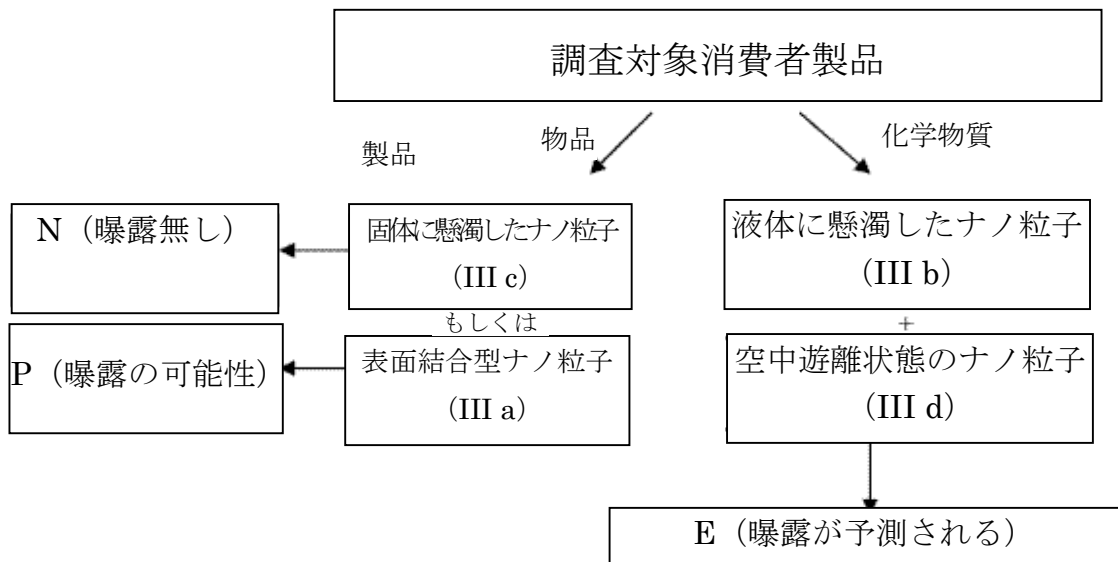


図 12：ナノ材料の種類による製品への相対的曝露の概念

#### 4.2.1 曝露を引き起こさない消費者製品

物品として定義され「固体に懸濁したナノ粒子」に分類される消費者製品は曝露が低いと予測されるグループに属する。これは主にゴルフボールの中心にナノ粒子が封入されているため消費者への曝露を引き起こさないと考えられるスポーツ用品に該当する。これらの製品は添付資料 C に N（曝露無し）と記載している。

#### 4.2.2 曝露を引き起こす可能性のある消費者製品

例えば銀ナノ粒子を含むソックスや銀コーティングの冷蔵庫などの、分類ツールにより「表面結合型ナノ粒子」に分類される物品の一日または一年間の消費量を推定することは不可能である。これらの製品においては、ナノ粒子はソックス内や表面上で効果があるとされているため、銀粒子の放出は考えられていない。しかしながらこれらの製品についてはある程度の損傷とそれによる放出を予測しなければならない。文献にはこれらの製品からの粒子放出についてのデータは存在しない。このため曝露を表すものが無く、添付資料 C において製品には P（曝露の可能性）を記載する。

#### 4.2.3 曝露が予測される消費者製品

物品ではなく「液体に懸濁したナノ粒子」に分類される残りの製品については、第 4.3 項でまず製品の予測使用量と使用頻度の比較に基づいて人への曝露を定量化する。これらの製品は添付資料 C において E（曝露が予測される）と記載する。

定量化は局所的使用データまたは既存物質のリスク評価のための技術指導書（TGD）（欧州委員会、2003）からの既定値に準拠することが可能である。本章では問題の製品グループにおける内部優先順位について完成製品による曝露にのみ基づいて検討する。

添付資料 B に製品中の有効物質（ナノ規模の化学物質）に対する曝露の推定定量化を含む予備シナリオを示す。この推定は曝露が予測されるグループの製品 4 種類について行っている。この製品 4 種類とはフェイス・クリーム、日焼け止めローション、屋内表面処理用スプレー製品および屋外表面処理用液体製品である。

消費者の曝露推定である定量化は、種々の想定および前提条件に基づくものであり、より正確な製品情報が得られた際は調整の必要がある。

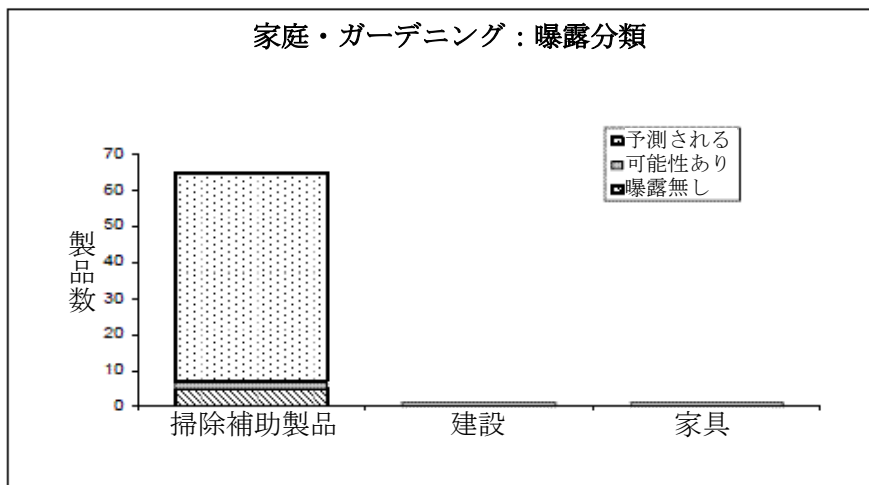
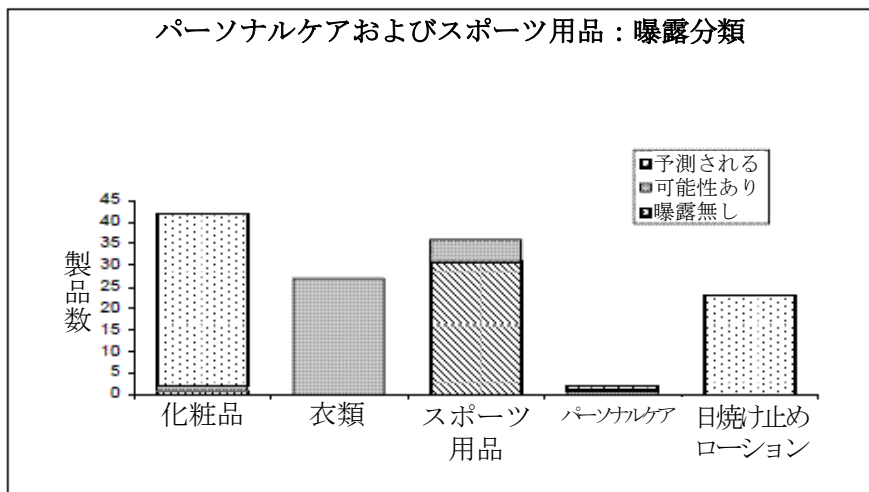
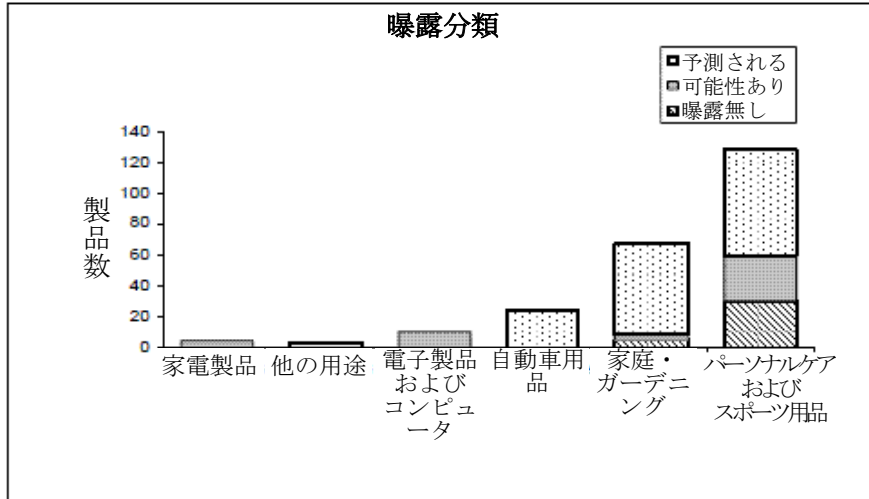


図 13：製品の分類および種類に基づく曝露（予測、可能性または無し）

### 4.3 製品利用量に基づく曝露定量化

曝露が予測される製品を大きく次の2つのグループに分けた。

- 化粧品
- 表面処理用製品

定量化は製品中の有効物質含有量の差には関係なく製品の使用量にのみ基づいて行った。

#### 4.3.1 化粧品

技術指導書 (TGD) には化粧品 (フェイシャル・ケア、ボディ・ケアおよび日焼け止め製品) についての規定値が設定されており、標準的な使用量および頻度が示されている。規定値は既存物質のリスク評価のための技術指導書 (TGD) (欧州委員会、2003) の第1部付録II「消費者の曝露」のものを使用した。該当する曝露が見込まれる化粧品は使用後に希釈されたり洗い流したりしないものである。製品に予測される一日および年間の曝露量を計算することが可能である。

表4：標準的使用法に基づく一日および年間使用量の計算 (欧州委員会、2003)

製品の種類	1回の使用量 (g)	頻度 <sup>a)</sup>	製品の1日使用量 (g/日)	製品の年間使用量 (g/年)
フェイス・ローション	0.8 <sup>d)</sup>	年間を通して 1日1回	0.8	292
ボディ・ローション	7.5	年間を通して 1日1~2回	15	5475
日焼け止め ローション	8.0 <sup>e)</sup>	1年のうち2~3週間 で1日2~3回	24	504
唇ケア用 日焼け止め製品	0.01 <sup>b)</sup>	1年のうち2~3週間 で1日2~3回 <sup>c)</sup>	0.03	0.63

a：頻度に幅がある場合は上位の値を使用して製品の一日および年間用量を計算した。

b：口紅使用のデータに基づく一回の使用量

c：日焼け止めローションの使用に基づく使用頻度

d：ナノ粒子を含むフェイス・ローションが朝・夜用ローションの両方として使用される場合の使用量は1.6gである。

e：日焼け止め剤の効果に関する9月22日付委員会勧告によると、SPF値に示される日焼け

止め効果を得るには試験での使用量に相当する量を使用しなければならない。標準的体格の大人一人について一回の使用量は約 36g とされている。これは TGD が定めた有効物質への曝露に相当する量の 4 倍以上であり、効果を得るために推奨されている量を使用すると曝露量は 4 倍以上となる。

表 4 における各種化粧品において有効物質の濃度は同じであると仮定すると、例えばボディ・ローションの使用によりフェイス・クリームの使用よりも 20 倍も高い曝露を受けることになる。

#### 4.3.2 表面処理用製品

TGD によって未だ構成されていないグループの製品について予測される一日および年間曝露量を定量化することは更に難しい。TGD による表面洗浄用の通常の製品についての規定値を以下の表に示す。

表 5: 表面洗浄に使用する製品の EU における“使用の習慣・慣行”の値 (欧州委員会、2003)

物理的状态	1 回の使用量 (g)			使用頻度 (回/週)			1 回の使用時間 (分)		
	最低	標準	最高	最低	標準	最高	最低	標準	最高
液体 a)	30	60	110				10	-	20
スプレー	5	-	30	1	2	7	2		10

a) 5L の洗浄水で希釈

調査対象製品は通常の表面洗浄用製品 (ナノを含まないもの) よりも長期間汚れを防止し、メンテナンスを必要としない表面にする製品として販売されている。調査対象製品の販売者によると、耐久度とそれにより必要となる使用頻度は処理表面の損傷によって異なり、製品中の有効物質の濃度によっても異なる可能性がある。この種の製品の使用を定量化するのに TGD 規定値は該当しないと考えられる。

布などに浸して使用する液体製品については皮膚への曝露が考えられる。スプレー製品については吸入と皮膚への接触の両方による曝露を考慮しなければならない。吸入による曝露の度合は数ある中でも特に処理表面の面積によって異なる使用時間、および屋内用か屋外用製品であるかによる。このため、表面処理用製品による一日および年間使用量について包括的な値を得ることは不可能である。

添付資料 B に人への曝露についてのシナリオを示す。これらはフェイス・ローション、

日焼け止めローション、屋外型表面処理用液体製品および屋内型表面処理用スプレー製品をそれぞれ代表する架空の製品 4 種類に基づくものである。計算は既存物質のリスク評価のための技術指導書 (TGD) (欧州委員会、2003) の第 1 部付録 II 「消費者への曝露」に示される規定値および計算式をできる限り使用した。TGD にデータが存在しない場合は関係者との接触および一部 DHI による推定値に基づいて既定値を推定した。



## 5. 結論

### 5.1 調査結果

事業者団体およびデンマークのナノ関連研究機関は業務用製品および消費者製品について大きな期待を持っている。現在、デンマークの製造業者は、ナノ材料を含む製品の配合にとどまっている。

ヒアリングや、ウッドロウ・ウィルソン・データベースにおける輸入業者および販売業者の検索、またデンマークにおいてこれらの製品を販売するウェブショップの検索により、全般的に米国で登録されている消費者製品の約 3 分の 2 に当たる 356 製品中 243 製品がデンマークでも販売されていることが示された。

特に表面処理、化粧品およびスポーツ用品の分野で製品は流通している。自動車および住宅用表面処理分野ではデンマーク市場は非常に活発で、米国で登録されているよりもデンマークにおける調査で確認された製品の数がかなり多くなっている。

デンマーク市場に存在する製品の 3 分の 2 以上である 154 種類がガラス、コンクリート、金属（特に自動車メンテナンス）、グラスファイバーおよび繊維の表面処理用各種液体製品および特に日焼け止めローションなどの肌保護用製品である。残りの製品は特にスポーツ用品と衣類であり、これらにおいてはゴルフボールのようにナノ材料は構造的に製品に封入されている。空中に遊離した状態のナノ粒子を含む製品は確認されなかった。

デンマーク市場に存在する消費者製品のうち半数以上が欧州製である。このデンマーク市場にある 135 の欧州製品のうち、約 100 種類ほどはドイツ製であり、残りは英国、フィンランドおよびフランスのものであった。デンマークにおいて配合された製品は 3 種類存在した。

243 製品のうち 202 種類において製品中のナノ材料を特定することが不可能であった。ナノ材料が特定された 41 種類のうち半数は化粧品であり（6 種類が酸化亜鉛、13 種類が二酸化チタン<sup>7</sup>）、10 種類が繊維およびキッチン用電化製品で抗菌効果のある銀<sup>8</sup>を含み、12 種類がカーボンチューブまたは球体を含むもの（7 種類がカーボンチューブを含むスポーツ用品、

<sup>7</sup> 二酸化チタンは日焼け止めの UV 遮断剤として使用される。欧州委員会の消費者製品科学委員会 (SCCP) によって評価され、粒度にかかわらず 25% までの濃度において日焼け止めへの使用が消費者にとって安全であるとされている。酸化亜鉛は SCCP へ十分な書類が提出されていないため化粧品における UV フィルターとしての使用は許可されていない。

<sup>8</sup> ナノ形態の銀は殺生剤として使用される。殺生剤作用のある銀は現在 EU によるリスク評価が行われているところである。

5種類がフラーレン<sup>9</sup>を含む化粧品)であった。

消費者製品の相当な割合がデンマーク国内および海外のウェブショップによって販売されており、特に「自動車用製品」、「家庭・ガーデニング」および健康・フィットネスの製品区分に該当する表面処理用製品が多く、実際の商店で販売される割合は小さい。

塗料は特別な例である。黒色塗料の一部には「カーボン・ブラック」(20~100nm)が着色剤として利用され、増粘剤であるシリカがナノサイズ(最低で約10nm)で使用されていることもある。これらの材料はどちらも長年使用されてきているが、現在になってようやくナノ材料として認識され始めた。これらの材料を含む個別製品については計算に含めなかった。

## 5.2 ナノ材料を含む製品への消費者への曝露

空中に遊離した状態のナノ粒子を含む消費者製品は確認されなかった。評価により、消費者にとって曝露のリスクが最も高いのは表面処理または皮膚に化粧品として使用する液体製品である「液体に懸濁したナノ粒子」に分類される製品であることが分かった。スプレー形態の製品は吸入および皮膚との接触の両方による曝露が引き起こされると予測されるが、スプレー製品で確認されたのは4種類のみであった(ポンプ型のみで、噴射剤使用のものは無し)。

市場関係者によると、ナノ材料は表示や分類が必要となる程の濃度では製品に使用されていないとのことである。このため製品中の有効ナノ材料についての情報が入手できない。化粧品においては全成分を申告しなければならないが、その物質がナノ形態であるかどうかについて開示する必要はない。

## 5.3 全体的な予測は？

デンマークの開発会社は小売業に向けて直接製品を発売するわけではない。従って、デンマークの消費者は米国、アジアおよび他のEU諸国、特にドイツにおける市場の発展によって影響を受ける。

米国における開発によると、材質の性能への高い需要および／または激しい競争により特徴付けられる業界において、ナノ材料またはナノテクノロジーに基づいた製品が迅速に

---

<sup>9</sup> 欧州委員会ではフラーレンを新規物質として扱うことが決定されており、登録する必要がある。現在フラーレンは製品に含まれた状態で輸入され、EUでは生産されていないと推定される。

導入されることが予測される。これらの業界（スポーツ用品、化粧品、家電製品、電子製品および繊維）においては技術的主導権を取るにより市場における優位を得ることができる。

現在ナノ材料は一般的に高価で“高級”製品に使用されているが、例えばプラスチック材質に混合して強度を高めるためのカーボンチューブなどの価格は既に下がり始めており、適用分野が広がる可能性がある。また表面処理用の多くの製品も、製品の効果に対する期待が満たされれば明らかに適用が広がると思われる。

化粧品製造会社の多くは特にリポソーム、フラージェンおよび日焼け止めなどのナノテクノロジーを含む製品を発売する傾向にある。電子製品およびキッチン用家電製品の分野においても特に洗濯機や冷蔵庫の抗菌コーティングや抗菌処理についてナノテクノロジーに向かっている。

## 6.参考文献

Andersen, M.M. (2006). Embryonic innovation – path creation in nanotechnology. DRUID Summer Conference 2006. “Knowledge, innovation and competitiveness: Dynamics of firms, networks, regions and institutions.” June 18-20 2006. Frederiksberg, Denmark.

Andersen, M.M., Rasmussen, B. (2006). Nanotechnology development in Denmark – environmental opportunities and risk. Risø-R Report-1550(EN). Risø National Laboratory. Roskilde, Denmark. ISBN 87-550-3509-4

Asia Nano Forum (2006) <http://www.asia-nano.org/index.php>

Bullis, K. 2005. Can EPA Regulate Nano? Monitoring complex new nanotech materials may be too much for the agency to handle. Technology Review, Tuesday, December 20, 2005.

COM 2004. Towards a European strategy for nanotechnology. COM(2004) 338 Final adopted on 12 May 2004 and approved by the Council of European Union on 24 September 2005

Davies, J.C. (2005) Managing the Effects of Nanotechnology. Woodrow Wilson Centre, 32 pages.

European Commission JRC. Technical guidance document in support of commission directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and commission regulation (EC) 1488/94 on risk assessment for existing substances. <http://ecb.jrc.it> 2003. Available from: <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/>.

European Commission, 2005. Communication from the Commission to the council, The European Parliament and the Economic and Social Committee. ‘Nanosciences and nanotechnologies: An action plan for Europe 2005-2009.COM (2005) 243 final.

Forbes (2006)

[http://www.forbes.com/2006/01/10/apple-nanoin\\_jw\\_0109soapbox.inl.html?boxes=popstories&boxes=custom](http://www.forbes.com/2006/01/10/apple-nanoin_jw_0109soapbox.inl.html?boxes=popstories&boxes=custom)

Hansen, SF., Larsen, BH., Olsen, SI., Baun, A. 2006. Categorization Framework and Hazard Identification Approach of Nanomaterials. Submitted to Environmental Science & Technology

Luther, W. 2004 (ed.) Industrial applications of nanomaterials – chances and risks. Future Technologies no. 54, Düsseldorf, August 2004. ISSN 1436-5928. Report of the EU project Nanosafe.

Nanoforum (2006) Nanotechnology in Consumer Products.

<http://www.nanoforum.org/dateien/temp/Nanotechnology%20in%20consumer%20products.pdf?26102006234613>

Nanoscale science and technology in the Øresund region. Pieter Tellman and Mattias Dinnetz. DTU and Nano Øresund, May 2005.

NASA (2006) [http://www.nanotechbriefs.com/nano50\\_winners.html](http://www.nanotechbriefs.com/nano50_winners.html)

Oberdorster et al. 2005. Principles for characterizing the potential human health effects from exposure to nanomaterials: elements of a screening strategy. Particle and Fibre Toxicology 2005, 2:8

SCENIHR 2005. Opinion on The appropriateness of existing methodologies to assess the potential risks associated with engineered and adventitious products of nanotechnologies, September 2005.

Sundhedsstyrelsen, 2005. Principnotat om håndtering af mulige sundhedsmæssige risici mv. for mennesker ved fremtidige anvendelser af nanoteknologi.

US EPA, 2005. Nanotechnology White Paper. Prepared for the U.S. Environmental Protection Agency by members of the Nanotechnology Workgroup, a group of EPA's Science Policy Council. External review Draft, December 2005.

VTU (2004). Teknologisk Fremsyn om Nanoteknologi.

<http://www.teknologiskfremsyn.dk/site/doc.php?id=29>

Woodrow Wilson Centre (2006) <http://www.nanotechproject.org/>

Selected Danish web datasources:

<http://www.inano.dk>

<http://www.nano.ku.dk>

<http://www.nano.sdu.dk>

<http://www.nano.dtu.dk>

<http://www.nanet.nu>

<http://www.nanobio.aau.dk>

<http://www.nano-oresund.org>

<http://www.nanotek.nu>

## 添付資料 A 調査方法

### 一般製品の調査方法

2006年のナノテクノロジー使用調査は、1950年代初期のプラスチック材料の使用に関する調査・予測に匹敵する。加えて困難な点は、技術が個別の業界に限られたものではないという事実である。

例えば、以前の調査では、特定事業者団体に連絡して個別の製品タイプに関する情報を収集することが行われていた。ナノ製品についてはすべての用途について開発・適用が可能なためこの方法は不可能であり、調査はデンマーク小売市場全体を対象とすることになる。このため、本プロジェクトは調査方法について修正を加えたアプローチに基づいた。関連製品についての情報は「トップダウンおよびボトムアップ・アプローチ」の両方を代表する以下の活動を組み合わせることによって収集した。

### 製造業者および供給業者の特定

ナノセンターおよび技術革新機関

事業者団体

EU 事業者団体

### 製品の特定

製品登録リスト (DEPA)

インターネット検索

メディアの検索

企業への連絡

### 製造業者および供給業者へのトップダウン・アプローチ

デンマークにおけるナノテクノロジーの開発は特にコペンハーゲン大学のナノサイエンス・センター、オルフス・オルボア大学 NANO、およびデンマーク工科大学の NanoDTU において行われている。デンマークにおいてナノテクノロジーを扱っているこれらの企業の多くは大学および上記の機関からのスピンオフ（子会社）であり、この分野で業界は緊密に協力しあっている。特にデンマークに関連する新製品および用途についての情報をこれらの機関から収集した。

デンマーク化粧品・石鹸・洗剤産業協会 (SPT)、接着剤・フィラー協会、デンマーク塗料生産者協会 (FDLF)、デンマーク化学物質取引流通協会、デンマーク繊維・衣類連合 (DTB) など、ナノ粒子を製品に適用すると予測される各種事業者団体に接触した。

事業者団体の連絡窓口以下に個別製品についての情報に関する質問を記載したスプレッドシートを使用して電話によりヒアリングした。社名、製品名、製品の種類、機能分類、製品の物理的状態、使用方法、有効ナノ材料の含有率、可能であれば CAS 番号と製品中の他の物質、製品の供給業者、輸入業者および流通業者。

## 製品へのボトムアップ・アプローチ

調査の中で、ナノ製品の供給業者および製造業者との対話を設定した。デンマーク市場に存在する製品の調査についての対話を設定するため、一部の製造業者に連絡を取った。

市場のスクリーニングはインターネット検索および他の関連メディアの検索により行われた。[www.Statistikbanken.dk](http://www.Statistikbanken.dk) および [www.nanosalg.dk](http://www.nanosalg.dk) 等における情報収集によって選択された輸入製品のリストから情報を得ることが可能である。

ナノ粒子を含むまたはナノテクノロジーにより製造される製品のデンマーク国内製造業者および供給業者への連絡によるボトムアップの調査方法は、当初推奨されていたが、満足できる結果に繋がらなかった。この主な理由はインターネットによる販売の増加である。このため消費者製品の調査は主にウッドロウ・ウィルソン国際学術センターとピュー慈善財団の協力による「新興ナノテクノロジーに関するプロジェクト」により作成されたデータベース「ナノテクノロジー消費者製品登録一覧」

(<http://www.nanotechnproject.org/44/consumer-nanotechnology>) における情報に基づいて行われた。継続的に更新される本データベースの製品のほとんど (pt.276) は以下の基準を満たす。製品は消費者により直接購入できること。製造業者または他の情報源によりテクノロジーに基づくとして特定され、製品中のナノ粒子含有情報が理にかなうと思われること。データベースの製品は以下のように分類される。

- 家電製品（暖房、冷房および空気、大型キッチン用家電、洗濯および衣類ケア）
- 自動車用製品（外装、保守および付属品）
- 子供用製品（基本的製品、玩具およびゲーム）
- 電子製品およびコンピュータ（オーディオ、カメラ・フィルム、コンピュータハードウェア、ディスプレイ、モバイル装置および通信、TV、ビデオ）
- 健康・フィットネス用品（衣類、化粧品、フィルター、パーソナルケア、スポーツ用品、日焼け止め）
- 家庭・ガーデニング（掃除、建設材料、家庭用調度品、贅沢品、塗料）
- 分野横断製品（コーティング）

DHI の調査はデータベースにある製品がデンマーク市場においても販売される、またはウェブショップにより購入が可能な場合に行った。製品がデンマークに現在販売されていなくても隣国に販売され、「国境を越えた取引」により輸入が可能または近い将来デンマーク市場に導入されることが予測される場合は登録した。他にもデンマークのナノテクノロジー消費者製品の製造業者への直接連絡により多数の製品を特定した。



行政機関内の連絡相手の一つである DEPA が分類および表示、物品または製品登録簿など地域の関連する法定指令に関連して通知または問い合わせを受け付けていた場合は調査を行った。

労働環境におけるナノテクノロジーの適用と曝露について情報データベースを設立している国立労働環境研究センターにも連絡した。

## 添付資料 B 曝露

### 4つの架空の製品に含まれる有効物質の人への曝露定量化

本添付資料では4つの架空製品に基づく人への曝露シナリオを説明する。これらの製品はフェイス・ローション、日焼け止めローション、屋外型表面処理用液体製品および屋内型表面処理用スプレー製品をそれぞれ代表する。

計算は既存物質のリスク評価のための技術指導書 (TGD) (欧州委員会、2003) の第1部付録 II 「消費者への曝露」 から得られた規定値および計算式をできる限り使用した。TGD にデータが存在しない場合は、関係者との接触から得られた情報や、DHI による推定値に基づいて既定値を設定した。

有効物質の濃度については、製品中の物質の含有量情報を提供することができた製造業者または流通業者はほとんどいなかった。このため各シナリオの下に示す表の値は DHI が受け取ることのできた非常に乏しい情報から得られた可能な限り最良の推定値である (DHI、2006)。製造業者が明確な値ではなく桁数のみを申告した場合は、最大値を使用して最悪のケースでのシナリオに基づいて推定している。フェイス・ローションのシナリオについては有効物質の含有率についてまったく情報を得ることができなかった。フェイス・ローションの含有率は、有効物質が日光のフィルターとして機能する日焼け止めローションよりは低いことが予測されるため、0.1%という値を使用した。しかしながらこの値は日焼け止めローションや表面処理用製品の値よりも任意のものと考えなければならない。

#### 化粧品のシナリオー昼用フェイス・ローション

化粧品の曝露経路は主に皮膚との接触による。口廻りとの接触による少量の摂取は考慮に入れていない。製品は希釈や洗い流すことのない「付けたまま」にするものであるため、皮膚に付着する有効物質の量 ( $A_{der}$ ) は以下のように推定される。

$$\text{計算式 1: } A_{der} = Q_{pro} * F_{pro}$$

このため、体重 1kg に対する一日の潜在的取り込み量は次のように計算される。

$$\text{計算式 2: } U_{der.pot} = \frac{A_{der} * n}{bw}$$

表 4: 記号および既定値の説明

記号	説明	既定値	単位	参考文献
$A_{der}$	一回の使用による有効物質の皮膚付着量		mg	(欧州委員会、2003)
$Q_{pro}$	大人一人に対する一回の使用による製品の量	800mg	mg	(欧州委員会、2003)
$F_{pro}$	製品中の有効物質濃度	0.1	%	(DHI、2006)
$U_{der,pot}$	有効物質の潜在的な一日の取り込み量		mg / kg 体重 / 日	
$n$	一日の使用回数	1	回 / 日	(欧州委員会、2003)
$bw$	体重	大人の女性で 60、男性で 70	kg	(欧州委員会、2003)

計算式 1 に基づき、ナノ材料を 0.1% の濃度で含む昼用フェイス・ローション一回の使用における皮膚への有効物質の付着量は次のように計算される。

$$A_{der} = 0.8 \text{ mg}$$

有効物質の潜在的な一日の取り込み量は以下に計算される。

$$\text{女性で } U_{der,pot} = 0.013 \text{ mg/kg 体重/日}$$

ナノ材料を 0.1% の濃度で含む昼夜兼用フェイス・ローションの使用における皮膚への有効物質の付着量は一日 2 回に相当するため、 $U_{der,pot}$  値は 0.026mg/kg 体重/日となる。

#### 化粧品のシナリオー日焼け止めローション

化粧品の曝露経路は顔用ローションに関しては主に皮膚との接触による。唇廻りとの接触による少量の摂取は考慮に入れていない。製品は希釈や洗い流すことのない「付けたまま」にするものであるため、皮膚に付着する有効物質の量 ( $A_{der}$ ) は上記計算式 1 および 2 のように推定される。

子供と大人を比較した日焼け止めローション使用量の換算を計算式 3 に示す。

$$\text{計算式 3: } Q_{pro,child} = \frac{k_{child}}{k_{adult}} * Q_{pro,adult}$$

表 5：記号および既定値の説明

記号	説明	既定値	単位	参考文献
$A_{der}$	一回の使用による有効物質の皮膚付着量		kg	(欧州委員会、2003)
$Q_{pro,adult}$	大人一人に対する一回の使用による製品の量	8000	g	(欧州委員会、2003)
$Q_{pro,adult}$	大人一人に対する推奨製品使用量	36000	mg	(欧州委員会、2006)
$Q_{pro,child}$	子供一人に対する一回の使用による製品の量	2600	mg	(欧州委員会、2003)
$Q_{pro,child}$	子供一人に対する推奨製品使用量	12000	mg	(欧州委員会、2006)
$F_{pro}$	製品中の有効物質濃度	2	%	(DHI、2006)
$U_{der,pot}$	有効物質の潜在的な一日の取り込み量		kg/kg 体重/日	
$n$	一日の使用回数	3	回/日	(欧州委員会、2003)
$bw$	体重	2歳児で 12.34	kg	(Lentner C.、1981)
$K_{child}$	体重 12.34kg、身長 86.8 の 2歳児の身体面積	0.55	cm <sup>2</sup>	(Lentner C.、1981)
$K_{adult}$	大人一人(女性)の身体面積	1.69	cm <sup>2</sup>	(欧州委員会、2003)

日焼け止めローションの実際に使用される量については TGD による規定値を基準とし、曝露は以下のように計算した。

ナノ材料を2%含む日焼け止めローションを2歳児に対して一回使用することによる皮膚への有効物質の付着量は次のように計算される。

$$A_{der} = 52 \text{ mg}$$

2歳児による有効物質の潜在的な一日の取り込み量は  $U_{der,pot} = 12.6 \text{ mg/kg 体重/日}$  と計算される。

日焼け止め指数に示される保護機能を得るためには、日焼け止めローションの使用量は試験に使用された量である平均的成人一人に対しての約 36g と等しくなくてはならない。この量は通常消費者が使用する量(委員会推奨、2006)よりも多く、TGD で実際の使用量に規定するよりも 4.5 倍となっている。推奨量使用する消費者の場合、ナノ材料2%を含む日焼け止めローション使用一回による有効物質の皮膚付着量は以下のように計算される。

$$2 \text{ 歳児で } A_{der} = 234 \text{ mg}$$

有効物質の潜在的な一日の取り込み量は次のように計算される。

$$2 \text{ 歳児で } U_{der,pot} = 56.7 \text{ mg/kg 体重/日}$$

## 屋外型表面処理用液体製品のシナリオ

自動車のガラス部分に対する表面処理用の製品を例として選択した。このシナリオにおいては自動車のガラス部分すべてを処理することを想定している。個人的情報に基づく、標準的乗用車1台の推定合計ガラス面積は5.4 m<sup>2</sup> (Carglass、2006) である。製品は布に浸して使用し、使用時に希釈しないことを想定したため希釈係数は本シナリオにおいて必要としなかった。またナノ材料は揮発性ではなく吸入による曝露はないとも想定した。曝露経路は主に皮膚との接触による。より正確な製品データを収集することができなかったため、本シナリオは多くの想定事項に基づいている。下記にシナリオ設定法の例を示す。これらの推定値はより正確な製品情報が得られない限りこの種の製品のリスク評価の基礎として使うことはできない。

標準的な乗用車1台の全ガラス部分を処理するための有効物質合計量は計算式4および5、また下記の規定値を使用して推定される。

$$\text{計算式 4: } A_{der} = Q_{pro} * F_{pro} * f$$

$$\text{計算式 5: } U_{der,pot} = \frac{A_{der} * n}{bw}$$

表 6：記号および既定値の説明

記号	説明	既定値	単位	参考文献
$A_{der}$	一回の使用による有効物質の皮膚付着量		ml	(欧州委員会、2003)
$Q_{pro}$	大人一人に対する一回の使用による製品の量	10ml/m <sup>2</sup> * 5.4m <sup>2</sup> =54ml	ml	(DHI、2006)、 (Carglass、2006)
$F_{pro}$	製品中の有効物質濃度	0.1	%	(DHI、2006)
$f$	皮膚への接触による製品付着量部分に対する割当係数	1	%	(DHI、2006)
$U_{der,pot}$	有効物質の潜在的な年間取り込み量		ml/kg 体重/年	
$n$	一年間の使用回数	2	回/年	(DHI、2006)
$bw$	体重	大人の女性で 60、男性で70	kg	(欧州委員会、2003)

ナノ材料を0.1%含む表面処理用製品の使用一回による有効物質の皮膚付着量は次のように計算できる。

割当係数1%を使用して  $A_{der} = 5.4 * 10^{-4}$  ml

有効物質の潜在的な一回の取り込み量は男性で  $8 * 10^{-6}$  ml/kg 体重/回と計算できる。

年に2回使用すると仮定すると有効物質の潜在的な年間取り込み量は、 $U_{der-pot} = 1.5 * 10^{-5}$  ml/kg 体重/年となる。

想定質量密度 1 g/ml に基づくと、一人に対する有効物質の潜在的な一回の取り込み量は  $8 * 10^{-3}$  mg/kg 体重/回および年から  $1.5 * 10^{-2}$  mg/kg 体重/年（年間使用回数2回に基づく）に相当する。

#### 屋内型表面処理用スプレー製品のシナリオ

本シナリオにおいて、風呂場のタイル表面処理にスプレー製品を使用する。ノズルからの噴霧化および液体ジェットが障害物に衝突した際などの液体蒸気の凝縮、または力学的液状化により液体エアロゾルが形成される（デンマーク労働環境サービス、1983）。このため、特定のエアロゾル形成を回避できるとは予測されず、シナリオでは吸入および布を使用して製品を塗布する際の皮膚との接触による曝露の両方を考慮に入れるべきである。製品は希釈なしで使用されるため、シナリオに希釈係数は必要とされない。デンマーク建造物研究機関（SBI）からの個人的情報によると、デンマークには床面積約 3 m<sup>2</sup> 程度の小型の「水を使用する部屋」が多数存在する。このため、床面積 3 m<sup>2</sup> および天井までの距離 2.5 m に相当する部屋の推定体積 7.5 m<sup>3</sup> がシナリオとして妥当と考えられる（SBI、2006）。この部屋の合計表面積は約 20.5 m<sup>2</sup> である。床と壁 4 面のうち 2 面がタイル張りであると推定すると、11.75 m<sup>2</sup> の面積に相当する。

屋外での表面処理の例と同様に、屋外表面のシナリオは製品データの欠落により多くの想定事項に基づいている。上記にシナリオ設定法の例を示した。このためこれらの推定値はより正確な製品情報が得られない限りこの種の製品のリスク評価の基礎として使うことはできない。

風呂場のタイル処理における皮膚との接触による有効物質の合計使用量と潜在的取り込み量は計算式 4 および 5、また表 7 に示す既定値を使用して推定できる。

表 7：記号および既定値の説明

記号	説明	既定値	単位	参考文献
$A_{der}$	一回の使用による有効物質の皮膚付着量		ml	(欧州委員会、2003)
$Q_{pro}$	一回の使用による製品の量	$10\text{ml/m}^2 * 11.75\text{m}^2 = 117.5\text{ml}$	ml	(DHI、2006)、 (SBI、2006)
$F_{pro}$	製品中の有効物質濃度	0.1	%	(DHI、2006)

$f$	皮膚への接触による製品付着量部分に対する割当係数	1	%	(DHI、2006)
$U_{der,pot}$	有効物質の潜在的な年間取り込み量		ml/kg 体重/年	
$n$	一年間の使用回数	2	回/年	(DHI、2006)
$bw$	体重	大人の女性で 60、男性で70	kg	(欧州委員会、2003)

ナノ材料を0.1%含む表面処理用製品の使用一回による有効物質の皮膚付着量は次のように計算できる。

割当係数1%を使用して  $A_{der} = 1.18 \times 10^{-3}$  ml

有効物質の潜在的な一回の取り込み量は女性で  $2 \times 10^{-5}$  ml/kg 体重/回と計算できる。

年に2回使用すると仮定すると有効物質の潜在的な年間取り込み量は、

$U_{der,pot} = 4 \times 10^{-5}$  ml/kg 体重/年となる。

物質の吸入量を推定するには以下の計算式を使用する。

計算式6によって製品使用後の空気中の濃度 ( $Q_{prod}$ ) を推定する。

$$\text{計算式 6: } C_{inh} = \frac{Q_{pro} * F_{c_{pro}}}{V_{room}}$$

計算式7によって計算式6で計算した空気中濃度に基づく有効物質の吸入量を推定する。

$$\text{計算式 7: } I_{inh} = \frac{F_{resp} * C_{inh} * IH_{Air} * T_{Contact}}{bw}$$

表8：記号および既定値の説明

記号	説明	既定値	単位	参考文献
$Q_{pro}$	一回の使用による製品の量	117.5ml	ml	(DHI、2006)、(SBI、2006)
$F_{c_{pro}}$	製品中の有効物質濃度	0.1	%	(DHI、2006)
$V_{room}$	部屋体積	7.5	m <sup>3</sup>	(SBI、2006)
$F_{resp}$	吸入物質の呼吸可能な部分	1	%	(DHI、2006)
$IH_{Air}$	呼吸率	26	m <sup>3</sup> /日— 軽活動および短時間の曝露	(欧州委員会、2003)
$T_{Contact}$	一回の使用における接触時間	40	分	TGD による最高値に基づく (欧州委員会、2003) : 1分間の使用によりスプレー3g塗布。密度は1g/mlと想定、

				使用時間 117.5 は 40 分となる。
$b_w$	体重	大人の女性で 60、男性で 70	kg	(欧州委員会、2003)
$n$	年間使用回数	2	回/年	(欧州委員会、2003)
$I_{inh}$	一回の使用による物質の吸入量		ml/kg 体重/回	
$C_{inh}$	部屋内の物質濃度		ml/m <sup>3</sup>	(欧州委員会、2003)

上記の想定に基づき、ナノ材料を 0.1% 含む表面処理製品を風呂場において使用後の空気中濃度は  $C_{inh}=0.016 \text{ ml/m}^3$  と計算できる。

使用一回についての推定物質吸入量は女性において  $1.9 \times 10^{-6} \text{ ml/kg}$  体重/回と計算される。

年に 2 回の使用による有効物質の年間吸入量は  $3.8 \times 10^{-6} \text{ ml/kg}$  体重/年と計算できる。

皮膚への接触および吸入によるスプレー製品の使用一回における合計曝露量は次のように計算できる。

女性で  $(2 \times 10^{-5} \text{ ml/kg}$  体重/回  $+ 1.9 \times 10^{-6} \text{ ml/kg}$  体重/回)  $= 2.19 \times 10^{-5} \text{ ml/kg}$  体重/回。

スプレー製品を年間 2 回使用することによる皮膚への接触および吸入による曝露に基づく女性一人の合計年間曝露量は次のように計算される。

$(4 \times 10^{-5} \text{ ml/kg}$  体重/回  $+ 3.8 \times 10^{-6} \text{ ml/kg}$  体重/回)  $= 4.38 \times 10^{-5} \text{ ml/kg}$  体重/回

想定密度 1 g/ml に基づくと、女性による一回の使用での潜在的な有効物質合計取り込み量は、 $2.19 \times 10^{-2} \text{ mg/kg}$  体重/回に相当し、年間取り込み量は  $4.38 \times 10^{-2} \text{ mg/kg}$  体重/回 (年間使用回数 2 回に基づく) に相当する。



## References

European Commission JRC. Technical guidance document in support of commission directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and commission regulation (EC) 1488/94 on risk assessment for existing substances. <http://ecb.jrc.it> 2003. Available from: <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/>.

DHI. Estimeret af DHI i samarbejde med aktører på det danske marked. November 2006.

Carglass. Personlig kommunikation med Carglass. Estimat af samlet rudeareal for en standard personbil. 16. November 2006.

Arbejdstilsynet, Arbejds miljøinstituttet. Basisbog i arbejdsmiljø. Del II. Risikofaktorer i arbejdsmiljøet. 2. oplag. 1983 Nov.

SBI. Personlig kommunikation med Statens Byggeforskningsinstitut. Estimat af badeværelsevolumen efter danske forhold. 16 November 2006.

Lentner C, editor. Geigy Scientific Tables: - 1: Units of Measurement, Body Fluids, Composition of the Body, Nutrition. 8 ed. Basle: CIBA-GEIGY; 1981.

Kommissionens henstilling af 22. September 2006 om effektiviteten af solbeskyttelsesmidler og om angivelser i forbindelse hermed (meddelt under nummer K(2006) 4089) (EØS-relevant tekst) 26.9.2006. Den Europæiske Unions Tidende L 265/39 (2006/647/EF).

添付資料 C デンマークにおける 2006 年消費者製品調査

添付資料 C にナノ材料を含む調査製品のリストを示す。デンマークにおいてまたはウェブショップから購入が可能な消費者製品のみ対象。製品の原産国は表示するが、原材料の原産国は情報が入手可能でないため表示しない。これは一部記載企業はナノ材料を含む製品を製造するがナノ材料そのものは製造しないことを意味する。製品は N（曝露無し）、P（曝露の可能性）および E（曝露が予測される）の 3 つの曝露区分に分類した。

パーソナルケアおよびスポーツ用品＞化粧品

社名	原産国	製品名	DK にて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
株式会社コーセー	日本	Rutina ナノフォース (5 製品)	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
株式会社コーセー	日本	Rutina ナノホワイト	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
La Prairie	スイス	Caviar Ampoules	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Lancome ®	フランス	Hydra zen®クリーム (SPÉCIAL PEAUX SÈCHES)	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Lancome ®	フランス	RENERGIE MORPHOLIFT (3 製品)	国内販売	シリカおよびタンパク質のナノ粒子	液体に懸濁 (IIIb)	E
L'Oreal ®	フランス	RevitaLift®Double Lifting	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Arbonne International, LLC	米国	NutriMinC®RE <sup>9</sup>	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Arbonne International, LLC	米国	NutriMinCTM RE <sup>9</sup>	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Beyond Skin Science, LLC <sup>TM</sup>	米国	Eternalis <sup>TM</sup> 製品	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Enprani ®	韓国	Innermost (8 製品)	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
DERMAdoctor ®	米国	POUTlandish Hyper Moisturizing Lip Paint & Treatment	ウェブショップ	酸化亜鉛	液体に懸濁 (IIIb)	E
MyChelle Dermaceuticals	米国	Revitalizing Night Cream	ウェブショップ	フラーレン	液体に懸濁 (IIIb)	E

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
SIRCUIT ®COSMECEUTICALS INC.	米国	SIRCUIT(R) WHITE OUT	ウェブショップ	フラーレン	液体に懸濁 (IIIb)	E
SIRCUIT ®COSMECEUTICALS INC.	米国	SIRCUIT(R) O.M.G. <sup>TM</sup> 美容液	ウェブショップ	フラーレン	液体に懸濁 (IIIb)	E
SIRCUIT ®COSMECEUTICALS INC.	米国	SIRCUIT(R) Circuit Addict <sup>TM</sup>	ウェブショップ	フラーレン	液体に懸濁 (IIIb)	E
Zelens Dermatological (UK) Ltd.	英国	Zelens(R)フラーレンC-60昼夜用クリーム	ウェブショップ	フラーレン C60	液体に懸濁 (IIIb)	E
AmerElite Solutions ®	米国	The CollagenFusion <sup>TM</sup> 植物性 スキンケアシステム (6製品)	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
MOXIE for men	米国	D-fence <sup>TM</sup> SPF17 抗酸化保湿剤	ウェブショップ	酸化亜鉛	液体に懸濁 (IIIb)	E
Ishizawa Laboratories Co., Ltd.	日本	Nanoce 保湿リキッドファンデーション	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
G.M. Collin	フランス	癒し保湿ローション Nanoemulsion 10 <sup>-9</sup>	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
G.M. Collin	フランス	Sun Veil SPF15 Urban Protection	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
AmorePacific ®	韓国	TIME RESPONSE®スキンリニュー ーアルクリーム	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Greenyarn LLC.	米国	ソフトクロスマスク	ウェブショップ	表示なし	表面結合型 (IIIa)	P
KleinBecker StriVectin <sup>TM</sup>	米国	StriVectin <sup>TM</sup> -NE NanoExfoliant For The Hands <sup>TM</sup>	ウェブショップ	表示なし	固体に懸濁 (IIIc)	N

パーソナルケアおよびスポーツ用品＞日焼け止めローション

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
Blumøller	デンマーク	Neutral solfaktor 15	国内販売	二酸化チタン	液体に懸濁 (IIIb)	E
Blumøller	デンマーク	Neutral solfaktor 22	国内販売	二酸化チタン	液体に懸濁 (IIIb)	E
Dermatone Laboratories	米国	Lips 'n Face 透明酸化亜鉛 Z-COTE 入り保護用クリーム	販売無し、スウェーデン	酸化亜鉛	液体に懸濁 (IIIb)	E
Dermatone Laboratories	米国	Dermatone's 日焼け止めクリーム	販売無し、スウェーデン	酸化亜鉛または二酸化チタン	液体に懸濁 (IIIb)	E
Innovative @Skincare	米国	IS 臨床用 SPF20 保湿トリートメント日焼け止め	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NuCelle @Inc.	米国	SunSense™ SPF30+日焼け止め	ウェブショップ	酸化亜鉛	液体に懸濁 (IIIb)	E
Persano	デンマーク	Matas 日焼け止め製品 (15 製品)	国内販売	二酸化チタン	液体に懸濁 (IIIb)	E
Rosacea Care	米国	SUNSCREEN “30”	ウェブショップ	酸化亜鉛	液体に懸濁 (IIIb)	E
SkinCeuticals ®	米国	保護用日焼け止め製品	ウェブショップ	酸化亜鉛	液体に懸濁 (IIIb)	E

パーソナルケアおよびスポーツ用品＞パーソナルケア

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
Nanogen	英国	Nanogen@Nanofibers	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanogen	英国	Nanogen@Nanogaine	ウェブショップ	表示なし	ikke kategoriseret	
Nanogen	英国	Nanogen@ Nanoguard	ウェブショップ	表示なし	ikke kategoriseret	
Nanogen	英国	Nanogen@Nanothick	ウェブショップ	表示なし	ikke kategoriseret	
Toasty feet	米国	Toasty feet (隔離靴底)	ウェブショップ	表示なし	ikke kategoriseret	
Wilkinson sword	英国	FX Diamond@Razor by	ウェブショップ	表示なし	表面結合型 (IIIa)	P

		Wilkinson Sword®Ltd.				
--	--	----------------------	--	--	--	--

パーソナルケア>スポーツ用品

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
Nanowax	ドイツ	スキーなどの処理用 Vax 製品 (5 製品)	販売無し、ドイツおよびスウェーデン	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Orca	ニュージーランド	ナノシリコン被膜 ウェットスーツ	ウェブショップ	ナノシリコン	被膜 (IIb)	P
Accuflex	米国	AccuFlex evolution ゴルフ用シャフト	国内販売	カーボンナノチューブ	固体に懸濁 (IIIc)	N
Babolat	フランス	Babolat®NS™ Drive テニスラケット	国内販売	カーボンナノチューブ	固体に懸濁 (IIIc)	N
Babolat	フランス	Babolat®NS™ Tour Tennis Racket by Babola	国内販売	カーボンナノチューブ	固体に懸濁 (IIIc)	N
Atomic Snow	フィンランド	Atomic Snow®Izor スキー	国内販売	カーボンナノチューブ	固体に懸濁 (IIIc)	N
Head ®	ドイツ	テニスラケット (5 製品)	国内販売	ナノチタン	固体に懸濁 (IIIc)	N
NanoDynamics	米国	ゴルフボール	ウェブショップ	表示なし	固体に懸濁 (IIIc)	N
Nitro	米国	スノーボード	国内販売	表示なし	固体に懸濁 (IIIc)	N
Montreal Sports Oy	フィンランド	アイスホッケー用 スティック	国内販売	カーボンナノチューブ	固体に懸濁 (IIIc)	N
Grafalloy ®, Inc.	米国	ゴルフクラブ用シャフト	国内販売	カーボンナノチューブ	固体に懸濁 (IIIc)	N
Wilson	米国	バドミントンおよび テニスラケット (10 製品)	国内販売	二酸化ケイ素	固体に懸濁 (IIIc)	N
Wilson	米国	ゴルフボール	国内販売	表示なし	固体に懸濁 (IIIc)	N
Wilson	米国	ゴルフクラブ	国内販売	ナノカーボンおよびチタン	固体に懸濁 (IIIc)	N
Yonex	米国	バドミントンおよび テニスラケット (5 製品)	国内販売	表示なし	固体に懸濁 (IIIc)	N

パーソナルケア＞衣類

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
Dockers®	米国	Dockers®Go Khaki®	国内販売	表示なし	被膜 (IIb)	P
Eddie Bauer	米国	シャツおよびズボン (8 製品)	ウェブショップ	Nano-Tex 処理	被膜 (IIb)	P
Fjällraven	スウェーデン	<a href="#">Fjällräven Fairbanks jakke</a>	国内販売	Nano-Tex 処理	被膜 (IIb)	P
Greenyarn LLC.	米国	リストバンド、肘ガード、 膝ガード (3 製品)	ウェブショップ	表示なし	表面結合型 (IIIa)	P
Greenyarn LLC.	米国	ソックス	ウェブショップ	表示なし	表面結合型 (IIIa)	P
Greenyarn LLC.	米国	靴の中底	ウェブショップ	表示なし	表面結合型 (IIIa)	P
Jack Wolfskin	ドイツ	Nano-Tex 入りズボン 2 種類	ウェブショップ	表示なし	被膜 (IIb)	P
JR Nanotech PLC	英国で販売	SoleFresh™ ソックス	ウェブショップ	ナノ銀	表面結合型 (IIIa)	P
L.L. Bean	米国	汚れ防止・撥水ズボン (4 製品+色多数)	ウェブショップ	Nano-Tex 処理	被膜 (IIb)	P
Lands' End	米国	ズボンおよび半ズボン (2 製品)	ウェブショップ	Nano-Tex 処理	被膜 (IIb)	P
Lee Jeans	米国	ズボン用 Nanocare	ウェブショップ	表示なし	被膜 (IIb)	P
Sharper Image®	米国	抗菌銀入り運動用および 普段着用ソックス	ウェブショップ	銀ナノ粒子	表面結合型 (IIIa)	P
Sharper Image®	米国	Contour-Foam™ 銀スリッパ	ウェブショップ	銀ナノ粒子	表面結合型 (IIIa)	P

家庭・ガーデニング

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
TCNano	ドイツ	TCNano ガラス	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
TCNano	ドイツ	TCnano all One	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
TCNano	ドイツ	TCnano E2U Lak	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
TCNano	ドイツ	TCnano Textile	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
TCNano	ドイツ	TCnano Facade	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	Basic??	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	Universal clearing up	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	MultiCover	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	バス・タイル	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	クロム・ステンレス	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	木材・石材	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	繊維・皮	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	自浄式ガラス	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	曇り防止ガラス	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	合成材料	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	曇り防止合成材料	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	非吸収型床シーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	吸収型床シーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	1 Marine 床シーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E



社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
Nanocover	ドイツ	2 K Marine シーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	F
Nano-Tec Denmark	ドイツ	滑り防止製品	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	Nano シーリング cheramics/enamel	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	Nano シーリングステンレス鋼	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	繊維用シーリング (60℃にて 15 回洗浄)	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	Tired of sour shoes	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	Nano 藻類除去材	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	Nano 皮用シーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	繊維用シーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	合成ゲル被膜 m.m. 10kvm	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	合成クリーナー	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	バス・トイレ	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	クロム	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	Cheramics & Enamel 10kvm	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	クロム・ステンレスおよび銅、真鍮等 m.m.	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	皮	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	Tekstil vask til bil 500 ml	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	窓用ガラス	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	Desinfection 100 ml	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	Metal permanent	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
NanoreN	ドイツ	床用レンガ	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	Terracotta	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	Wood stone facade 500ml	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	Anti. graffiti 5000ml	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	カルシウム除去剤	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	ラッカーおよび合成剤すすぎ用製品	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	Nano、木材、石材	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	Nano ステンレス鋼	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	Nano バス・タイル	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	Nano ガラス・窓	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	Nano 繊維	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	繊維用 Nano TL1.1	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	ナノ繊維	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	ナノ繊維	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	皮用 Nano TL4	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	ナノ床	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	金属用ナノ	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	ナノ植物	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Shenzhen Become Industry & Trade Co., Ltd.	中国	空気消毒剤	ウェブショップ	銀	液体に懸濁 (IIIb)	E

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
NanoFilm ®Ltd.	米国	Clarity Defender™ 自動車フロントガラス処理	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	Nano スポンジ	国内販売	表示なし	表面結合型 (IIIa)	P
LG ®Electronics	韓国	LG®掃除機	国内販売	Solv	表面結合型 (IIIa)	P
Pilkington plc	米国	Pilkington Active™ 自浄ガラス	国内販売	表示なし	被膜 (IIb)	P
JCPenney ®Company, Inc.	米国	350TC Nano-Tex®Sheet Set by Studio	ウェブショップ	表示なし	表面結合型 (IIIa)	P
NanoreN	ドイツ	Nano earth	国内販売	表示なし	固体に懸濁 (IIIc)	N
NanoreN	ドイツ	リンス剤	国内販売	表示なし	固体に懸濁 (IIIc)	N
NanoreN	ドイツ	Speed	国内販売	表示なし	固体に懸濁 (IIIc)	N
Nanosalg	ドイツ	合成ナノ	国内販売	表示なし	固体に懸濁 (IIIc)	N
Nanosalg	ドイツ	ナノ安全ヘルメット	国内販売	表示なし	固体に懸濁 (IIIc)	N

## 自動車用品

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
Eagle One	米国	Eagle One Nano-Polish™	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Eagle One	米国	Eagle One Nanoprotectant™	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Eagle One	米国	Eagle One Nanowax®	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Eagle One	米国	Eagle One Nanowax®スプレー	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Kleinmann GmbH	ドイツ	Nano 縁用シーリング剤	販売無し、スウェーデン	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Kleinmann GmbH	ドイツ	Nano 繊維・皮用シーリング剤	販売無し、スウェーデン	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Kleinmann GmbH	ドイツ	Nano 曇り止め	販売無し、スウェーデン	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Kleinmann GmbH	ドイツ	Nano フロントガラス用スプレーシーリング剤	販売無し、スウェーデン	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	Carglasses	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	Alu-rim シーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	1 Laquer シーリング K	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanocover	ドイツ	2 Laquer シーリング K	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	Auto laquer-faelge	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	フロントガラス用処理剤	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
NanoreN	ドイツ	ラッカークリーナー	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	PD-5 ナノテクノロジー	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	ナノ封止フロントガラス	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	自動車フロントガラス用ナノシーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	ナノ繊維	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
Nanosalg	ドイツ	Nano 自動車および縁用塗料	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nanosalg	ドイツ	ラッカーおよび合成材料用リンス製品	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	自動車フロントガラス用シーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	Nano 縁用シーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	Nano 合成シーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	Nano ラッカー用シーリング	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Oxonica Energy Oxonica®Ltd.	英国	Envirox™ Fuel Borne Catalyst	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Turtle Wax®, Inc.	米国	Turtle Wax®F21™ Super Protectant Wax	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-Tec Denmark	ドイツ	Nano スポンジ	国内販売	表示なし	表面結合型 (IIIa)	P

家電製品

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
Samsung	韓国	洗濯機	国内販売	銀粒子	液体に懸濁 (IIIb)	E
Samsung	韓国	洗濯機	国内販売	銀粒子	表面結合型 (IIIa)	P
Samsung	韓国	冷蔵庫	国内販売	銀粒子	表面結合型 (IIIa)	P
LG®	韓国	LG®冷蔵庫	国内販売	銀粒子	表面結合型 (IIIa)	P

電子製品およびコンピュータ

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
Apple®, Inc.	米国	iPod ナノ®	国内販売	表示なし	構造化フィルム (IIc)	P
Eastman Kodak®Company	米国	Ultima®Photo Paper	国内販売	表示なし	表面結合型 (IIIa)	P
LG®Electronics	韓国	LG®抗菌携帯電話	国内販売	銀	構造化フィルム (IIc)	P
Pioneer®	米国	Pioneer®有機エレクトロルミネセンス (OEL) ディスプレイ	国内販売	表示なし	構造化フィルム (IIc)	P
Pioneer®	米国	Pioneer®有機エレクトロルミネセンス (OEL) ディスプレイ	国内販売	表示なし	構造化フィルム (IIc)	P
Samsung	韓国	Samsung®有機 LED (OLED)	おそらく販売	表示なし	構造化フィルム (IIc)	P
Sanyo®	日本	Sanyo®有機エレクトロルミネセンス (OEL) ディスプレイ	Ja	表示なし	構造化フィルム (IIc)	P
Siemens®Hearing Instruments	米国	補聴器	Ja	ナノ被膜表面	被膜 (IIb)	P
Sony®	日本	Sony®株式会社有機 LED (OLED)	Ja	表示なし	構造化フィルム (IIc)	P
Universal Display Corporation®	米国	Universal Display Corporation®有機 LED (OLED)	おそらく販売	表示なし	構造化フィルム (IIc)	P

分野横断型製品

社名	原産国	製品名	DKにて販売	ナノ材料	製品分類	曝露分類
NanoFilm®Ltd.	米国	Clarity®レンズ、ディスプレイおよび光学クリーナーおよびリフレッシュャー	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
Nano-protex mv.	オーストラリア	ガラス、セラミックス、コンクリート、繊維用表面処理製品	ウェブショップ	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E
TCNano	ドイツ	TCnano Agro	国内販売	表示なし	液体に懸濁 (IIIb)	E