

平成２６年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「病原菌の自己融解を誘導する生分解性高分子ナノポリマーを用いた新抗菌用品の創製と
グリーン・ライフイノベーション展開」

研究開発成果等報告書

平成２７年 ３月

委託者 関東経済産業局

委託先 よこはまティーエルオー株式会社

目 次

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1. 研究開発の背景

(1) 医療・福祉に関する事項

1) 医療・福祉機器における安心・安全の実現

2) 環境配慮

2. 研究目的

3. 目標

(1) 抗菌性能の目標

(2) 抗菌ナノポリマー生産の目標

1-2 研究体制

1. 研究組織

2. 管理体制

(1) 事業管理機関

(2) 再委託先

(3) 研究者氏名

(4) 協力者

1-3 成果概要

1. 各商品適応分野における抗菌効果の実証・安全性課題への対応

2. 環境負荷軽減課題への対応

3. 各分野における抗菌用品・製品開発と商品の多様化展開

4. 抗菌ナノポリマー粒子の中規模安定生産への対応

1-4 当該研究開発の連絡窓口

1. 事業管理機関

2. 統括研究代表者

第2章 本論

1. 各商品適応分野における抗菌効果の実証・安全性課題への対応

抗菌ナノポリマーの抗菌性に関する基礎性能の検証

抗菌ナノポリマーの安全性確認

繊維に担持する抗菌ナノポリマーの基本配合処方の確立

2. 環境負荷軽減課題への対応

天然繊維への抗菌ナノポリマー担持技術の開発

抗菌ナノポリマー担持製品サンプル作成と、サンプル特性の評価

抗菌ナノポリマーの保持性、拡散性の評価

3. 各分野における抗菌用品・製品開発と商品の多様化展開
 抗菌繊維の応用分野別処方データ収集と品質目標の設定
 抗菌繊維の応用分野別配合処方確立
4. 抗菌ナノポリマー粒子の中規模安定生産への対応
 中規模生産プラントによる運転条件の検討（10g／ロット）
5. 今後の課題

第1章 研究開発の概要

特に近年、抗菌技術において環境の保全・生態に対する安全性の訴求が顕著に高まっているが、それに応える技術開発は遅れている。化学系抗菌技術では消毒効果は強いがヒトの体や生物環境に対する負荷が高く、金属系抗菌剤では蓄積毒性や重金属汚染の懸念など、その使用あるいは破棄により思わぬ地球環境の汚染から生態系のかく乱や環境破壊が大きな危惧問題となっている。また、消毒剤や抗菌剤の使用は耐性菌の発生拡大に繋がり、従来の技術では限界がある。

本研究開発の目的は、有害な加工薬剤に代えて、①新規抗菌機序を持つ生分解性の抗菌性ナノポリマー技術を実用化段階へブラッシュアップし、②この抗菌機能を十全に発揮できる抗菌繊維への複合化技術を開発して、③生体・生態系に優しく薬剤耐性を生じない新たな抗菌繊維加工技術によって、グリーン・イノベーション並びにライフ・イノベーションを通して安心安全な社会へと貢献することである。

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1. 研究開発の背景

繊維加工技術において、以下の課題とニーズがある。

（1）医療・福祉に関する事項

1) 医療・福祉機器における安全・安心の実現

感染症を引き起こす菌は薬剤によって一時的に活動を抑えられるが、やがて薬剤に対して耐性を持つ耐性菌へと進化し、新しい薬剤の開発を行なってもそのまた新しい耐性菌が生まれるスパイラル現象にある。

即ち、感染症の拡大を未然に防ぐ新しい技術、特に薬剤耐性病原菌に対し有効な高機能抗菌技術・製品が求められている。

抗菌業界においては、各商品分野における化学系薬品・無機系抗菌剤使用に対する生体安全性についての消費者ニーズが高まり、特に、人体に安全な抗菌技術が求められている。

2) 環境配慮

繊維加工技術においても環境負荷低減のニーズは強い。各分野において使用されている防菌・防カビ用品には、化学系薬品・無機系抗菌剤を多用しているが、有害で環境保全性から望ましくなく、新しい抗菌技術が求められている。

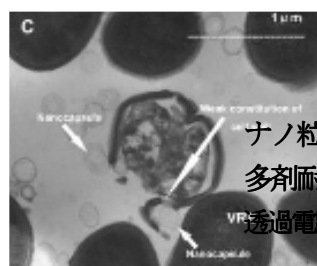
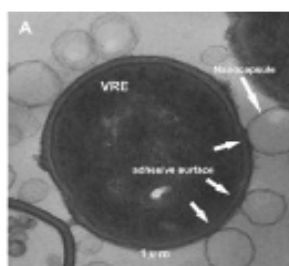
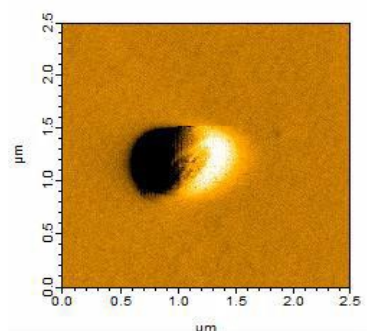
即ち、その使用や破棄によって、人や動物に蓄積されることによる思わぬ環境問題（生態系のかく乱等）を引き起こす危惧がある。本研究開発では有害物質を用いることなく、この課題の解決を図るものである。

2. 研究目的

研究代表者は、長年の研究の結果、細菌の細胞壁のみに結合して細菌細胞壁の自己融解を誘導する新規抗菌ナノポリマーを開発した。この抗菌ナノポリマーは、原理的に耐性菌を生まず、また耐性菌にも有効なものである。また細菌の細胞壁以外には結合しないので、体細胞が細胞壁を持たない人や動物に対しては安全と考えられる。

＊昨年度、抗菌ナノポリマーが菌の細胞壁ムレインとの特異な接合により、菌の自己融解を誘導することを動画手法を用いて直接観察することに成功した

黄色ブドウ球菌
の融解



ナノ粒子の接合に基づく
多剤耐性VREの殺菌機序
透過電顕像；Ax30000,Bx15000

このため、本抗菌ナノポリマーは、原理的に薬剤耐性を生まないものである。

本研究開発では、抗菌製品の中でも用途が広く、多く用いられている繊維製品を対象とし、

- ・ 抗菌ナノポリマーの機能・安全性に関する基礎性能検証
- ・ 抗菌ナノポリマーの繊維への担持技術の開発
- ・ 抗菌繊維製品の分野別処方データ収集を行い、各商品適応分野における業界基準を考慮しながら、安心安全な抗菌性繊維製品の基礎仕様を確立

する
ことを目的とする。
併せて、

- ・ 品質を保持した状態での抗菌ナノポリマーの中規模安定生産を目指し、中規模生産プラントの運転条件の検討を行い、1 ロット 10 g 規模の生産を目指す。

3. 目標

新技術の実用化に際し、「抗菌性能」と「安全性」の科学的実証が必須要件である。本事業プロジェクトの技術目標を、①抗菌効果の実証・安全性課題への対応では抗菌性能が確実で安全・安心な抗菌技術の実現、②環境負荷軽減課題への対応では環境負荷軽減を目指した抗菌ナノ粒子含有商品開発、③抗菌用品・製品開発と商品の多様化展開では多くの処方データ収集、そして④抗菌ナノ粒子の中規模安定生産への対応を目指した。

(1) 抗菌性能の目標では、特に

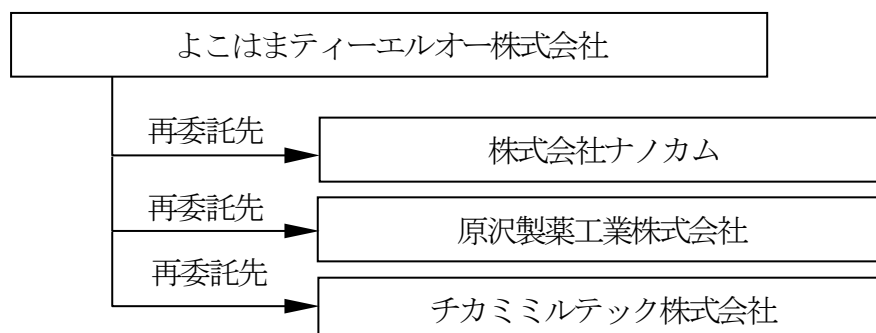
- ・ 使用する抗菌ナノポリマーの MIC 値（最小発育阻止濃度）が $100 \mu\text{g/ml}$ 以下
 - ・ 抗菌ナノポリマーを担持した繊維製品において寒天培地法により 25 cm^2 当たりの対象菌数が 1 桁の抗菌性を示す
- を抗菌性の目標値とする。

(2) 抗菌ナノポリマー生産の目標では、

抗菌ナノポリマー粒子の中規模生産プラント（1 ロット 10 g 規模）の設計・施工を行い、運転条件の検討を行う。
こととした。

1-2 研究体制

1) 研究組織



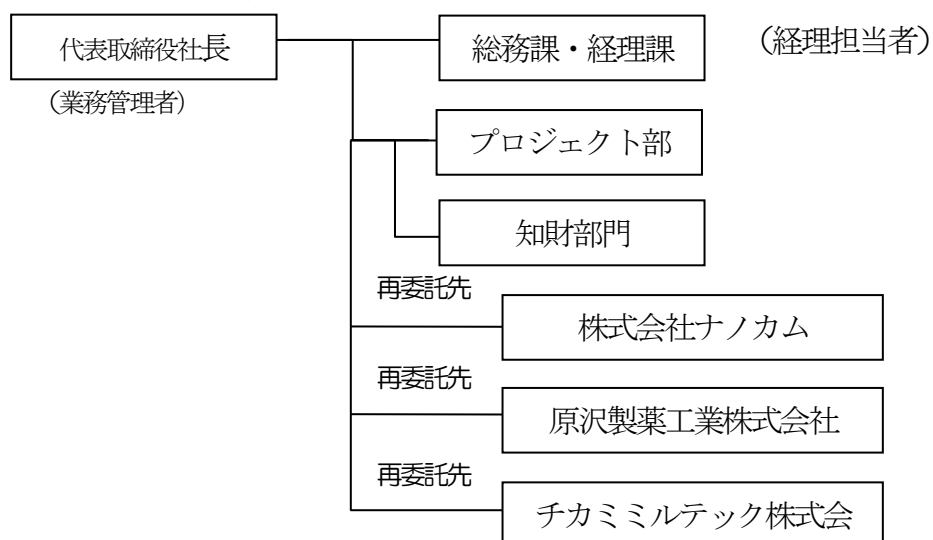
総括研究代表者（P L）
株式会社ナノカム
代表取締役社長 城武 昇

副総括研究代表者（S L）
株式会社ナノカム
主任研究員 中野 益代

2) 管理体制

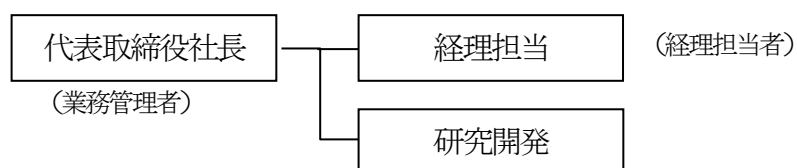
(1) 事業管理機関

[よこはまティーエルオー株式会社]

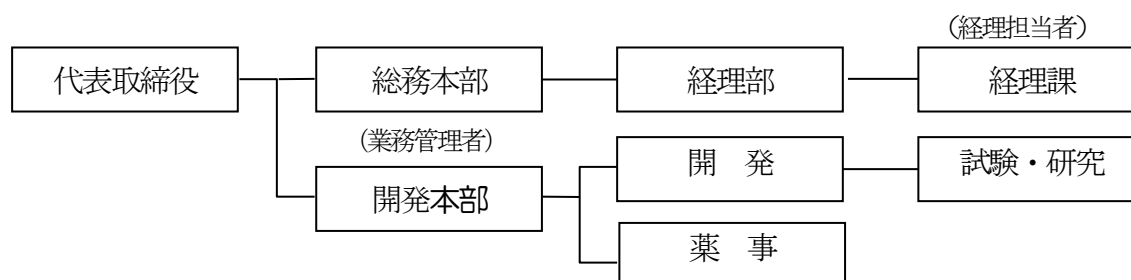


(2) 再委託先

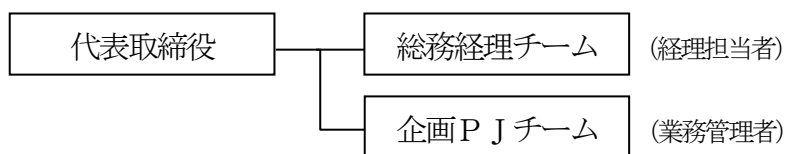
[株式会社ナノカム]



[原沢製薬工業株式会社]



[チカミルテック株式会社]



3) 研究者氏名

[株式会社ナノカム]

城武 昇一 代表取締役社長

中野 益代 主任研究員

[原沢製薬工業株式会社]

廣島 彰彦 開発本部長

[チカミミルテック株式会社]

山本 繁男 企画P J チーム主査

4) 協力者

大島 俊一郎 国立大学法人高知大学 総合研究センター海洋部門 教授

豊岡 利正 公立大学法人静岡県立大学大学院 薬学研究院長

飯島 浩 横浜市総合リハビリテーションセンター地域リハビリテーション部 担当部長

羽野 洋之 ニッポー株式会社顧問

1-3 成果概要

1. 各商品適応分野における抗菌効果の実証・安全性課題への対応

i) 抗菌ナノポリマーの抗菌性に関する基礎性能の検証

- ・ 抗菌ナノポリマーに抱合されるアミノ酸の種類を変えることにより、黄色ブドウ球菌、多剤耐性・メチシリン耐性黄色ブドウ球菌、多剤耐性・バンコマイシン耐性腸球菌、抗菌剤の効きにくい結核菌、非結核性抗酸菌等に対する抗菌効果を確認した。
- ・ 実用性基盤検証において、消毒効果は、抗菌ナノポリマー0.01%以上の濃度で6時間程度保持することができ、これが消毒用アルコールに対する決定的な優位性となり得ることを確認した。
また、抗菌ナノポリマー製品により処理した個所の目標値である「寒天培地法により25 cm²当たりの対象菌数が1桁」を達成できる目処が立った。
- ・ 上記病原菌に加え、ウイルスおよび真菌に対する抑制効果を検討した。今後さらに基礎的研究を要するが、ウイルスや真菌に対しても抑制効果を示す可能性があることを究明した。

ii) 抗菌ナノポリマーの安全性確認

- ・ in vitro in vivo の多くの観点から安全性を評価した。
ナノポリマーの気管内投与による催腫性評価、農業用に使用した場合の作物の発芽に対する傷害の有無等の観点からも安全性評価を行い、いずれも悪影響がないことを確認した。

iii) 繊維に担持する抗菌ナノポリマーの基本配合処方確立

ウェットティッシュ、ガーゼ等による使用を想定した実用性基礎試験で、濃度 0.01% で効果があり、抗菌性は 6 時間維持されるという基本処方の目安を確立した。

2. 環境負荷軽減課題への対応

i) 天然繊維への抗菌ナノポリマー担持技術の開発

抗菌ナノポリマーの組成（抱合するアミノ酸の種類）、抗菌ナノポリマーの粒径を選択することにより、特に天然繊維に対し良好な結合を示す条件を把握した。

ii) 抗菌ナノポリマー担持製品サンプル作成と、サンプル特性の評価

対象物への直接投与、あるいはウェットティッシュ、ガーゼ等を介した使用を想定して、抗菌スプレー、抗菌ジェルの商品化イメージのサンプルを作成し、展示会出展等により企業の強い関心を得ることができた。
スプレータイプについては、ナノオーダーの物質の散布であるため、スプレー容器の最適化について検討した。

3. 各分野における抗菌用品・製品開発と商品の多様化展開

i) 抗菌繊維の応用分野別処方データ収集と品質目標の設定

応用分野としてトイレタリーを中心に開発を進め、上記安全性の確認および基本配合処方確立により当初の目的は達成された。

4. 抗菌ナノポリマー粒子の中規模安定生産への対応

i) 中規模生産プラントによる運転条件の検討（10g/ロット）

抗菌ナノポリマーの中規模生産プラントの運転条件を確立し、良質のポリマーの安定生産が可能になった。また、抗菌ナノポリマーの重合・精製工程の標準化を図り、将来の技術移転に備えた。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

1. 事業管理機関

- (1) 所属 : よこはまティールエルオー株式会社
- (2) 氏名 : 小原 郁
- (3) 電話 : 045-339-4441
- (4) FAX : 045-340-3541

2. 統括研究代表者

- (1) 所属 : 株式会社ナノカム
- (2) 氏名 : 城武 昇一
- (3) 電話 : 045-871-6678
- (4) FAX : 045-871-6678

第2章 本論

1 成果概要

1. 各商品適応分野における抗菌効果の実証・安全性課題への対応

新抗菌技術の事業化に際し、最も重要な条件は「抗菌性能の実用性」と「安全性である。以下その検討結果を述べる。

1-1 抗菌ナノポリマーの抗菌性に関する基礎性能の検証

i) 抗菌効果の基礎実験結果 (*in vitro*系)

前年度に、抗菌ナノポリマーに抱合されるアミノ酸の種類を変えることにより、黄色ブドウ球菌、多剤耐性・メチシリン耐性黄色ブドウ球菌、腸球菌、多剤耐性・バンコマイシン耐性腸球菌、肺炎球菌、化膿連鎖球菌、ストレプトコッカス、ペプトストレプトコッカス、ジフテリア菌、プロピオニバクテリウム・アクネ菌、大腸菌、緑膿菌や抗菌剤の効きにくい結核菌、非結核性抗酸菌に対する抗菌効果を、UCL S（米国臨床検査学会基準）に準拠した MIC（最小発育阻止濃度）にて評価を行い、抗菌ナノポリマーの抗菌性の目標；「MIC（最小発育阻止濃度）で $100\mu\text{g/ml}$ 以下」は、既に達成されている。

ii) ウィルス、真菌に対する抑制効果の分析・評価

既に確認されている病原菌（結核菌・抗酸菌を含む）に対する抗菌効果に加え、ウィルス、真菌に対する効果を検討した。今後さらに基礎的検討を要するが、ウィルスや真菌に対しても抑制効果を示す可能性があることを究明した。

iii) 生活抗菌における実用性基盤検証

in vitro の抗菌性評価は、密閉系で行われるが、実用上は、一旦病原菌が減少したとしても、その後空気や人手により再度病原菌が付着する。したが

て、抗菌効果の「持続性」が問題となる。

実用を想定した条件での抗菌性能が実用上十分かどうか、特に抗菌効果は抗菌剤の量(濃度)に依存すると考えられるので、実用を想定した条件での量的関係の把握も必要となる。

一般生活を想定し、抗菌ナノポリマー溶液あるいはアルコール含浸ウェットティッシュにより掌拭き取り後の菌コロニー数の変化を測定した。

結果は次の通り。

	処 理 前	払 拭 直 後	払 拭 後 3 0 分	1 時 間 後	3 時 間 後	6 時 間 後
消毒用 ア ル コ ー ル						
菌数	32	0	35	27		
ナ ノ 粒 子 0.1%						
菌数	130	15	0	1	5	25
ナ ノ 粒 子 0.01%						
菌数	288	2	0	17	6	23

アルコールは、払拭直後は菌数が0となるが、効果が持続しない。

これに対し本抗菌ナノ粒子は、消毒効果は、0.01%以上の濃度で6時間程度保持できる。これが消毒用アルコールに対する決定的な優位性となり得る。また、抗菌ナノポリマー製品により処理した個所の目標値である「寒天培地法により 25 cm²当たりの対象菌数が1桁」を達成できる目処が立った。

この成果を元に、本年度は配合処方およびスプレー容器の検討を行い、スプレータイプの試作品（サンプル）作成を行った（後述）。

1-2 抗菌ナノポリマーの安全性確認

従来の無機系抗菌剤（銅、銀、チタン化合物等）や化学系薬剤は、生物に有害で、分解されずに蓄積あるいは分解産物の毒性により、その使用または破棄により思わぬ地球環境の汚染や生態系のかく乱、環境汚染の危惧がある。

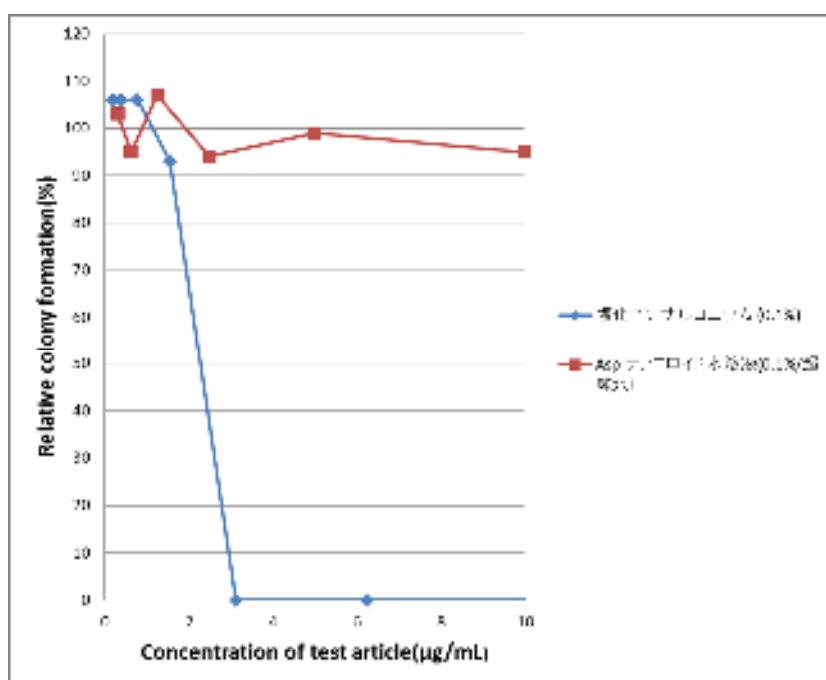
本研究開発の対象である抗菌ナノポリマー（シアノアクリレートポリマー）は、生分解性・生体分解性であり蓄積せず、自然環境を壊さない。この点が既存技術との差別化点であり本事業の根幹で、製品コンセプトの主要点と認識している。
以下、成果の一部を示す。

i) 市販消毒薬との安全性比較

全

市販の低水準消毒薬として広く用いられている「塩化ベンザルコニウム」との安全性比較を行った。

ほ乳類培養細胞（V79）を用いたコロニー形成試験により、塩化ベンザルコニウム液と本抗菌ナノポリマーのコロイド溶液を用いて細胞毒性を検討した。
結果は下図のとおり。



iii) 抗菌ナノポリマー含有繊維シートによる農作物種子の発芽安全性の検討・評価

抗菌ナノポリマー含有繊維シートをマルチフィルムや種苗シートとして用いることを想定して、種子の発芽に対する影響を検証した。

シートとして、抗菌ナノポリマー含有繊維シートと、抗菌ナノポリマーを含まない繊維シート（Cont.）の2種を供試して比較検討した。

作物を発芽させ、発芽率、カビ発生状況、胚軸長、根長を評価した。

その結果、チンゲンサイ、ナス、トマト、メロン、キュウリについて、発芽に対する悪影響は認められなかった。

現在までの安全性評価結果の要約

安全性の評価は、in vitro 試験と in vivo 試験の両結果から評価することが重要である

In vitro 試験においては、催奇形性試験と細胞毒性試験があり、催奇毒性は発がん性と密接に関連し労基法の試験項目の一つで、大腸菌法とサルモネラ菌を用いた試験法がある。本抗菌ナノ粒子は、両試験法にいても陰性であった。

抗菌ナノ粒子の In vitro 安全性が確保されたので、次に in vivo 試験を実施し結果を以下にまとめた。

①毒性試験(単回投与急性毒性)；

経口、腹腔、尾静脈内投与：マウス；LD₅₀>400 mg/kg（最大投与量で死亡が無い）。

経皮：ラット；LD₅₀>400 mg/kg（最大投与量で死亡が無い）

吸入(気道投与)：ラット；LD₅₀>40 mg/kg（最大投与量で死亡が無い。）

②皮膚腐食性及び皮膚刺激性；

ヒト：手・指への噴霧で手指への影響はなかった(10例)

犬：繰り返しシャンプー洗浄しても異常なし(炎症性メディエーターの発現なし)

ヒト・及びマウス：24時間パッチテスト(ヒトホランティア11例、男性3例(アルコール過敏症1例)

女性8例(アレルギー体質2例)：影響無し。

③眼に対する重篤な損傷性又は眼刺激性；

ウサギ眼刺激試験：陰性(無刺激物)

④呼吸器感受性；

ラット；単回気道投与において特異的な呼吸器過敏症は認められない。

⑤皮膚感受性；

モルモット(ATP法)：陰性。

⑥発熱性試験；

JP一般試験法；ウサギ；陰性。

⑦生殖細胞変異原性；

Amse 試験：陰性、

大腸菌テスト；陰性、

サルモネラ菌テスト；陰性。

⑧癌原性試験；

コメット試験(ヒトリンパ芽球)：陰性。

1－3 繊維に担持する抗菌ナノポリマーの基本配合処方確立

前記の実用性基盤検証において、ウェットティッシュやパッド、ガーゼ等への製品化を目指し、一般生活使用を想定して、高分子ナノポリマーの配合濃度を探索した。

現在までに実施したデータでは

「抗菌ナノポリマー濃度 0.01%で目標値である「寒天培地法により 25 cm²あたりの対象菌数が1桁」を達成でき、その抗菌性は6時間程度維持される」ことが判明したので、トイレタリーのような生活抗菌においては、これを処方の基本とした。

2. 環境負荷軽減課題への対応

2-1 天然繊維への抗菌ナノポリマー担持技術の開発

1) 試作品作成

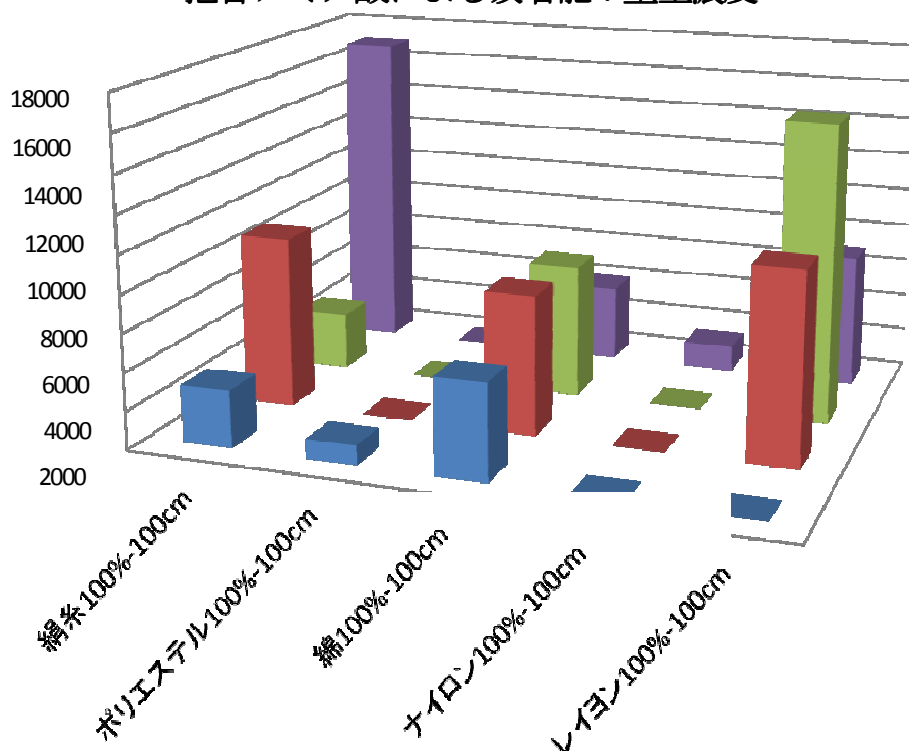
繊維(布)に抗菌ナノポリマーを担持した抗菌製品を得るべく、抗菌ナノポリマー溶液をディッピングして乾燥し、ポリマーの付着状態を走査電顕にて観察しているが、抗菌ナノポリマーの付着量はいまだ十分ではない。そこで、基礎的な検討が必要と判断し、後述の検討を行った。

2) 基礎検討(繊維への吸着)

抗菌ナノポリマーと繊維との親和性に関する要因について、検討した。結果として、抱合アミノ酸(20種)の種類、およびナノポリマー粒径が影響因子の一部であることが判明した。抱合アミノ酸(20種)の種類、およびナノポリマー粒径の最適化により、繊維への高濃度(1000ppm以上)の担持が可能であることを確認し、高濃度担持技術を基礎的に確立した。

After Washing with DW at 3 times

抱合アミノ酸による吸着能：重量濃度



上のデータは、ディップ後3回水洗したときの残留ナノポリマー量である。

絹糸、綿、レイヨンの天然繊維には、高濃度で抗菌ナノポリマーが担持(吸着)され残存する。抗菌ナノポリマー(抱合アミノ酸)の種類により吸着量が異なる。この結果により、アミノ酸の種類と、繊維の種類との親和性の関係が基本的には把握できた。

2-2 抗菌ナノポリマー担持製品サンプル作成と、サンプル特性の評価

本事業化研究の大きな目的は、長時間抗菌を狙った抗菌ポリマーの担持繊維製品の開発であるが、高分子ポリマー単独であっても一般生活下の手指消毒に安全性の点からも消毒用アルコールに勝っていることが判明した。

そこで、第一段階として、担持製品の開発過程で得られた抗菌ノウハウを用いて抗菌スプレー剤と抗菌ジェル剤の開発を並行し、本サポイン事業の成果優先として検討を行うこととした。これらの成果は、ウェットティッシュやガーゼ等の繊維製品に直結するものである。

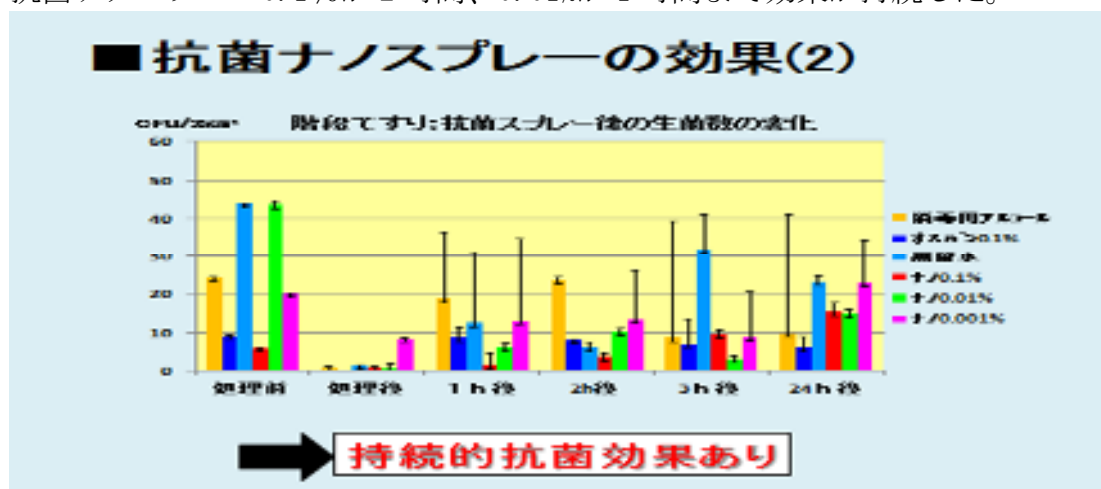
1) スプレータイプサンプルの作成

1) - 1 スプレーによる抗菌効果確認

不特定多数の人が常時通行する渡り廊下や階段などにおいては、一旦消毒しても、新たに人が触れることにより細菌数が増加する。抗菌ナノポリマーをスプレー散布した場合の効果については継続検討し、基礎的知見を得ている。その一例を以下に示す。

多数の人が常時使用する階段ですりににおいて、抗菌ナノポリマー液をスプレー散布し、一定時間毎にコロニー数を計測した。比較対照として、消毒用アルコールスプレー、オスバン 0.1%スプレー、なにも手を加えない方法とした。

消毒用アルコールは 1 時間後以降に菌数増加がみられたが、0.01%以上含有抗菌ナノスプレーは 十分な抗菌効果が期待できた。抗菌ナノスプレー0.1%が 2 時間、0.01%が 1 時間まで効果が持続した。



1) - 2 スプレー容器の検討

ナノ粒子を含む液体のスプレーは、前例がないため、スプレー容器の目詰まりや成分の分離などのおそれもある。そこでスプレーを異常なく行うためのスプレー容器の検討を行った。

以下の容器（ディスペンサー）について、評価を行ったところ、散布量均一化、目詰まり防止、適正濃度など基礎条件を検討してクリアした。

ii) 試験採用ディスペンサー

	種類	径×高	噴霧量 (CC)	参照図
①	TM22 用 天フラ TOPCAP (PCT)	22φ×40	0.05	
			0.15	
			0.2	
②	TM22 用 金冠用天フラ OVCAP (PCT)	26φ×45	0.05	
			0.15	
			0.2	
③	フィンガースプレー TOPCAP (PP)	27.8φ×45.6	0.1	

1) - 3 サンプル作成

上記したナノポリマーのスプレーによる抗菌効果と、スプレー容器検討結果に基づいて、評価を得るための商品イメージのサンプルを作成した。

第5回国際化粧品開発展東京ビッグサイト(2014. 10. 20)に出展する等して、サンプルを配布した。

出展の反響は大きく、国内 外 28 社より技術照会があった。



2) ジェルタイプサンプルの作成

2) - 1 ジェルタイプ抗菌効果の基礎検証

ジェルタイプの抗菌スプレーの抗菌性評価を行った。

市販の抗菌ジェルは約 50 % を占めるアルコールで抗菌成分であり、残りは粘稠性を持たせる成分が占めている。

そこで、市販の抗菌・除菌剤と本研究開発で用いる抗菌ナノポリマーを併用して相乗効果があれば、原価低減により市場化への確度が高まるこ

とになる。ジェルの組成を決めるための基礎検証の一部は下記のとおり。

培地スタンプ法による抗菌試験

試験方法

1. 指定濃度の菌液を無菌手袋に接種（10 の 3 乗、10 の 4 乗）
2. この手袋にサンプル（2ml）を加えて手袋表面になじませる
3. SCDLP 培地のハンドスタンプ培地に手袋を接触
4. 36℃・2 日間培養



黄色ブドウ球菌と大腸菌について評価した。

黄色ブドウ球菌の結果：

黄色ブドウ球菌 (Staphylococcus aureus NBRC 13276) 10 の 4 乗

10 の 3 乗

抗菌ナノポリマー	200.0 0 μ g/mL	0	ND	ND	ND	ND
	66.67 μ g/mL	0	ND	ND	ND	0
	22.22 μ g/mL	+	ND	ND	0	ND
	7.41 μ g/mL	+	ND	+	ND	ND
	2.47 μ g/mL	+	+	ND	ND	ND
	0	++	+	+	+	+
	0	++	+	+	+	0
アモルデン		0 4.1 ppm	12.3 ppm	37.0 ppm	111.1 ppm	



コントロール

アルコールのみ

判定基準 0 のもの

これらの知見を生かして、サンプルを作成した。

2) - 2 サンプル作成

ジェルテクスチャーの選択（清涼感、乾燥速さ等）、抗菌性の観点からのアルコール濃度、抗菌ナノポリマー濃度を選定し、実製品を想定して持続性と抗菌作用の確認を行ううために、商品イメージのサンプルを作成し、第5回国際化粧品で配布した。品開発展東京ビッグサイト(2014. 10. 20)等において配布した。



3. 各分野における抗菌用品・製品開発と商品の多様化展開

3-1 抗菌繊維の応用分野別処方データ収集と品質目標の設定

トイレタリーを中心に開発中；特に業界規格等はないので、安全性と長時間抗菌性のデータの積み上げて、卓越性をアピールする必要がある。

基礎試験では、抗菌性、安全性ともデータを蓄積し、実用レベルにあると判断しており、現在までの知見を総合し商品イメージの求評サンプルまで進んだ。

4. 抗菌ナノポリマー粒子の中規模安定生産への対応

4-1 中規模生産プラントによる運転条件の検討（10g／ロット）

抗菌ナノポリマーの抗菌性は、その高次構造（かさ高さ等）に起因すること、また未反応成分が有害である可能性があることから、限外濾過・限外濃縮濾過の部分に新規装置を導入して、生産量増加を図り所期の目標を達成した。

また、現在までの製造ノウハウの蓄積を文書化して標準化し、将来の技術移 に備えた。

抗菌ナノポリマー製造装置



試薬・器具



重合過程



限外濾過



限外濃縮濾過

第3章 全体総括

1. 各商品適応分野における抗菌効果の実証・安全性課題への対応

- i) 抗菌ナノポリマーの抗菌性に関する基礎性能の検証においては、病原菌について詳細に検討し、更にウイルスおよび真菌についても、効果を示す可能性があることが判明した。
- ii) 抗菌ナノポリマーの安全性確認においては、想定し得る多くの観点から安全性の確認を行った。安全性評価は完了したものと判断する。
- iii) 繊維に担持する抗菌ナノポリマーの基本配合処方の確立
ウェットティッシュ、ガーゼ等による使用を想定した実用性基礎試験で、濃度 0.01% で効果があり、抗菌性は6時間維持されるという基本処方が確立された。

2. 環境負荷軽減課題への対応

- i) 天然繊維への抗菌ナノポリマー担持技術の開発においては、抗菌ナノポリマーの組成（抱合するアミノ酸の種類）、抗菌ナノポリマーの粒径を選択することにより、特に天然繊維に対し良好な結合を示す条件を把握した。試作品作成の基本指針が得られた。
- ii) 抗菌ナノポリマー担持製品サンプル作成と、サンプル特性の評価においては、対象物への直接投与、あるいはウェットティッシュ、ガーゼ等を介した使用を想定して、抗菌スプレー、抗菌ジェルの商品化イメージのサンプルを作成し、

展示会出展等により企業の強い関心を得ることができた。

3. 各分野における抗菌用品・製品開発と商品の多様化展開

- i) 抗菌繊維の応用分野別処方データ収集と品質目標の設定においては、応用分野としてトイレタリーを中心に開発を進めてきたが、上記安全性および基本配合処方確立をもって当初の目的は達成された。

4. 抗菌ナノポリマー粒子の中規模安定生産への対応

- i) 中規模生産プラントによる運転条件の検討（10g／ロット）においては、抗菌ナノポリマーの中規模生産プラントの運転条件は確立し、良質のポリマーの安定生産が可能になった。

基礎技術は確立したが、量産技術の開発が課題となる。製造に関しては、研究実施企業である（株）ナノカム単独では対応できないので、事業化計画の中で生産委託等を考慮していく必要がある。

本事業において、強みは「科学的なエビデンスがある抗菌性・安全性」であり、その観点から多くの企業が関心を示すところまで行ったことで、事業化に近付いていると評価している。「自前主義」では難しいので、蓄積したノウハウ、知的財産権を基礎に、事業化希望各社との連携で事業化を進めていきたい。



この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。