

令和3年2月3日

株式会社ナノシード様

ナノシード α による空間除菌の可視化報告

— 1万分の1mm以下の超微粒子の放出・拡散の可視化と除菌効果 —

- 1 本報告書の要旨
- 2 空間除菌の可視化の目的
- 3 「ナノシード α からの微粒子」の可視化の難しさ
- 4 透明な微粒子を可視化する方法
- 5 煙による間接的可視化の実験条件
- 6 放出粒子による煙の静止画と動画
- 7 放出粒子の到達範囲
- 8 放出粒子の速度
- 9 ナノシード α の粒子の「速度」と「飛ぶ距離」が除菌に与える効果
- 10 謝辞
- 11 参考文献

令和2年2月3日

群馬大学 理工学部
知能機械創製部門 博士(工学)

教授 石間経章

〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1

1 本報告書の要旨

予備実験の結果、ナノシード α から放出される粒子は、「透明」であり、レーザー光線に反射せず、レーザー測定器では検出できない粒子であることが分かった。

レーザー光線に反射しない粒子の動きを可視化する一つの方法として、細かい煙を、室内に浮かせておき、透明な粒子を煙にぶつける。粒子がぶつかれば、煙が動く。この煙の動きを可視化することにより、粒子の動きを「間接的」に可視化する方法を用いた。100畳相当の部屋の天井（高さ3m）および部屋の隅（ナノシードから10mの位置）の煙が動いていることは、目視で、確認できた。このことにより、ナノシード α からの粒子は、100畳相当の広い部屋の隅々まで、飛んでいることを確認した。

2 空間除菌の可視化の目的

前橋工科大学が実施した除菌試験において、「ナノシード α （除菌装置）は、100畳相当の広い部屋（床面積180m²、天井までの高さ3m）でも、1時間弱で、除菌がおおむね可能である」との報告がされている（参考文献[1]）。

前橋工科大学でのナノシード α の除菌効果を、学術的に裏付ける一つのアプローチとして、ナノシード α から放出される「目に見えない超微粒子」の流れを、可視化し、100畳相当の広い空間（180m²）の隅々まで、超微粒子が実際に飛んでいることの学術的根拠を示すことを最終目標とし、本研究は、その第1歩として、「透明で、1万分の1mm以下の超微粒子」の放出・拡散の運動を、可視化する「煙による間接的方法」により微粒子の運動の可視化を試みる。

3 「ナノシード α からの微粒子」の可視化の難しさ

ナノシード α から放出される粒子は、「透明」で、レーザー光線に反射しないため、レーザー測定器では検出できない。可視化の難しさは、粒子が「透明」であることに起因する。透明人間は、透明であるため、可視化できないから、透明人間と呼ばれている。

4 透明な微粒子を可視化する一つの方法

細かい煙を、室内に浮かせておく。放出された透明な粒子は、煙にぶつかる。

粒子が煙にぶつかれば、煙は動く。煙が動くということは、ナノシード α の粒子が、そこまで飛んでいることを意味する。

本研究では、ナノシード α の粒子で、煙を動かし、煙の動きにより、粒子の運動を、間接的に可視化する方法を試みる。

5 煙による間接的可視化の実験条件

(1) 微粒子の発生装置

製品名：ナノシードα

製造者：株式会社ナノシード

〒385-0051 長野県佐久市中込 1267-1

外観：図1

使用容液：A2Care 溶液（精製水 99.99%、亜塩素酸ナトリウム 0.01%）

溶液放出：1 分間 1 mL 放出の連続放出

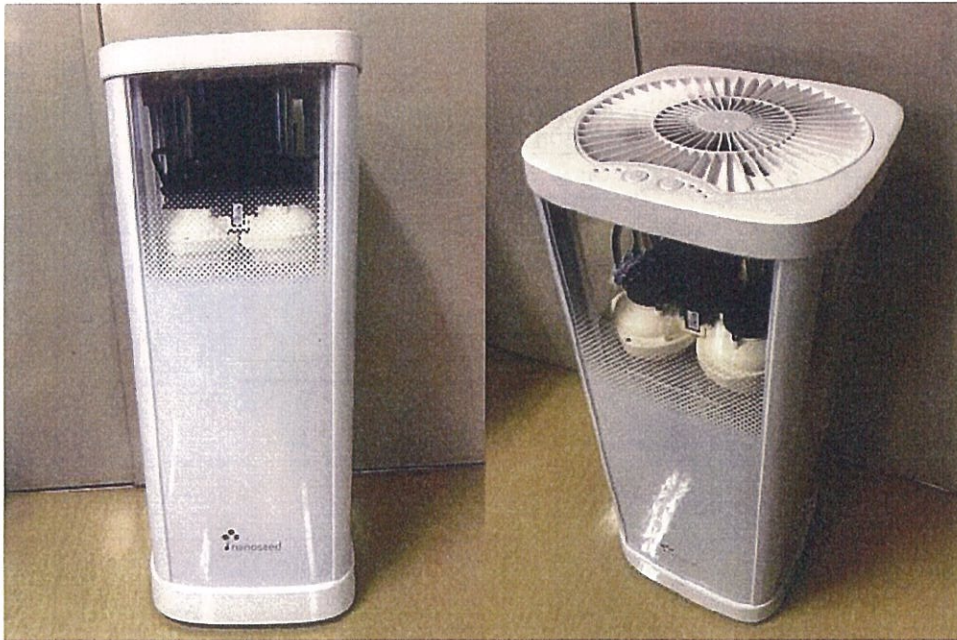


図1 ナノシードα

(2) 煙溶液

製品名 「SAFEX」(オランダ製)

取り扱いメーカー「Dantec Dynamics」(デンマーク)

煙の大きさ 粒径(平均値) $1\ \mu\text{m}=0.001\text{mm}$ (文献[1])



図2 煙発生装置

(3) レーザー測定器

製品名 「連続光 DPSS レーザ」

型式 「レイパワー2000 (RayPower 2000)」

製造者 「Dantec Dynamics (デンマーク)」

(5) 煙の運動の動画撮影装置

製品名 「高速度ビデオ装置」

型式 「Q1v」

製造者 「ナックイメージテクノロジー (日本)」

(6) 動画の撮影条件

1 秒当たり 250 コマ

(7) 実験場所

群馬大学理工学部 プロジェクト棟 304 実験室

実験室の広さ 横 7 m×幅 7.7 m×高さ 2.7 m (図面上. 柱などで
でっぱりあり)

(8) 速度解析のソフト

製品名 「Dynamic Studio」

製造者 「Dantec Dynamics (デンマーク)」

6 放出粒子による煙の静止画と動画

図3に放出粒子による煙の静止画を示す。

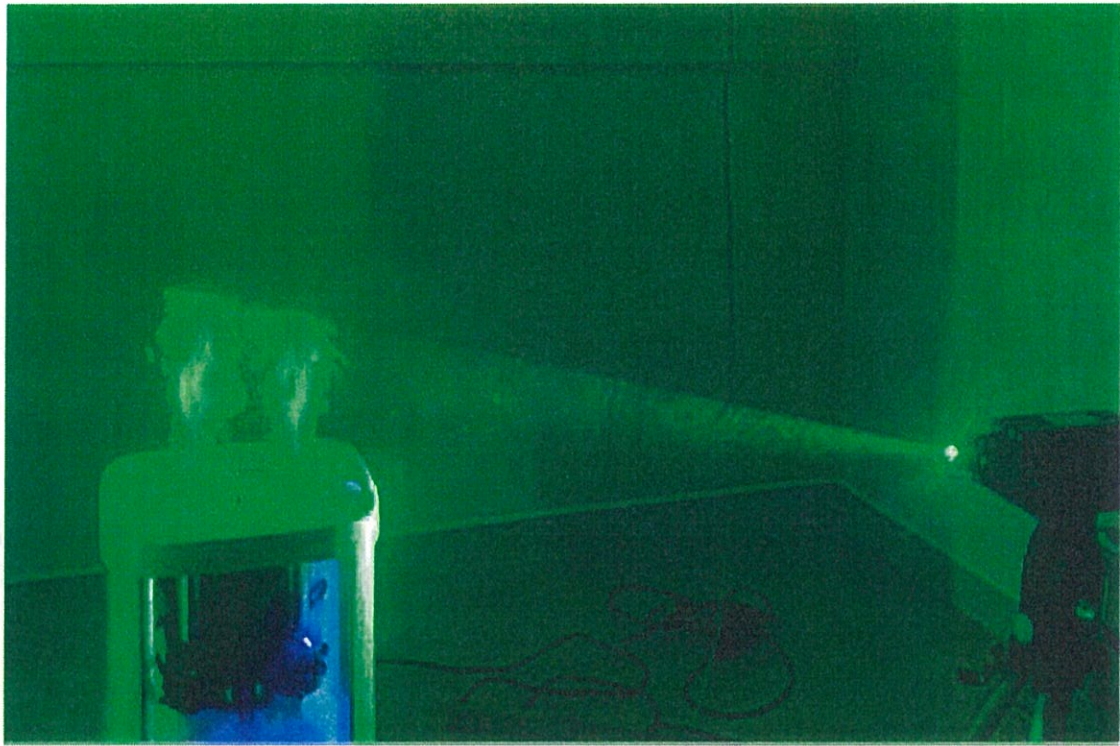


図3 ナノシード α の放出粒子による煙の動き（その1）

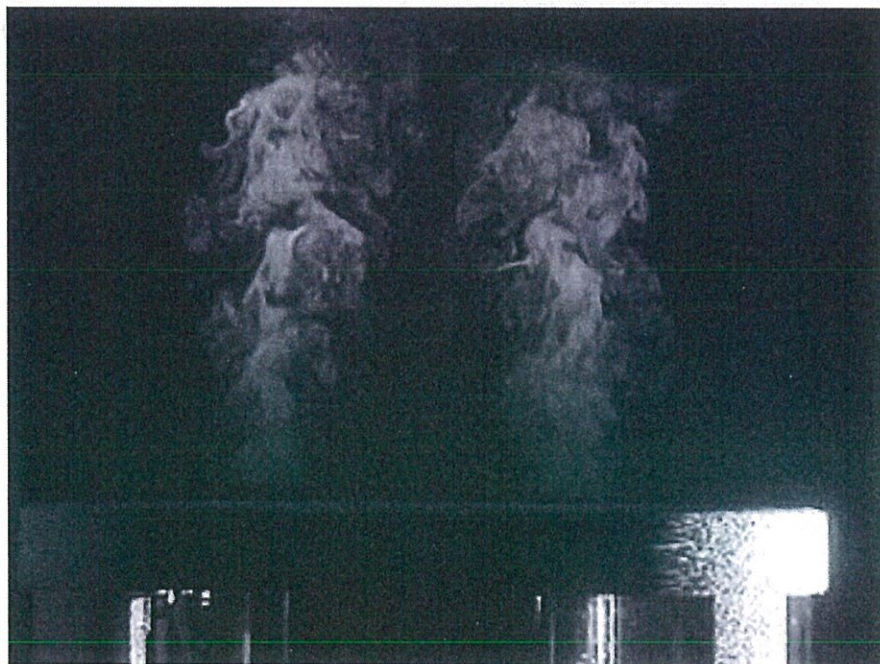


図4 ナノシード α の放出粒子による煙の動き（その2）

動画を、次のアドレスにアップロードしている。

<https://nanoseed.jp/mvg/>

7 放出粒子の到達範囲

図3のカメラの先端において、煙が動いている。ナノシード α とカメラの距離は1.5mであるので、上に放出された微粒子は、少なくとも、横方向に1.5mは飛んでいることが分かる。

実験室の天井（高さ3m）および実験室の隅（ナノシードから10mの位置）で、煙が動いていることを、目視で、確認した。

このことにより、ナノシード α からの粒子は、100畳相当の広い部屋（注1）の隅々まで、飛んでいることを確認した。

（注1）ナノシード α を100畳（床面積 165m^2 ）の中央に置くとし、部屋を正四角形とすると、 $165\text{m}^2 = 12.85 \times 12.85\text{m}$ より、部屋の中央から部屋の隅までの距離 l は

$$l = \sqrt{(12.85/2)^2 + (12.85/2)^2} \doteq \sqrt{41+41} = \sqrt{82} = 9.06 \doteq 9\text{m}$$

となり、粒子が10m飛んでいれば、100畳相当の部屋の隅々まで、飛んでいると云える。

8 放出粒子の速度

図5に、放出微粒子の「垂直方向の速度分布図」を示す。

図5における色は、速度を示す。速度が速いところは、図5で「黄色」からうすい「だいたい色」のところで、秒速0.35mと読み取れる。

放出粒子は、1秒間に約35cm進んでいると云える。

図6に、微粒子の「流れ方向の速度分布図」を示す。この図から、粒子の流れは、単に垂直方向の流れだけではなく、斜め上方向にも向かっており、複雑な流れをしていることが分かる。

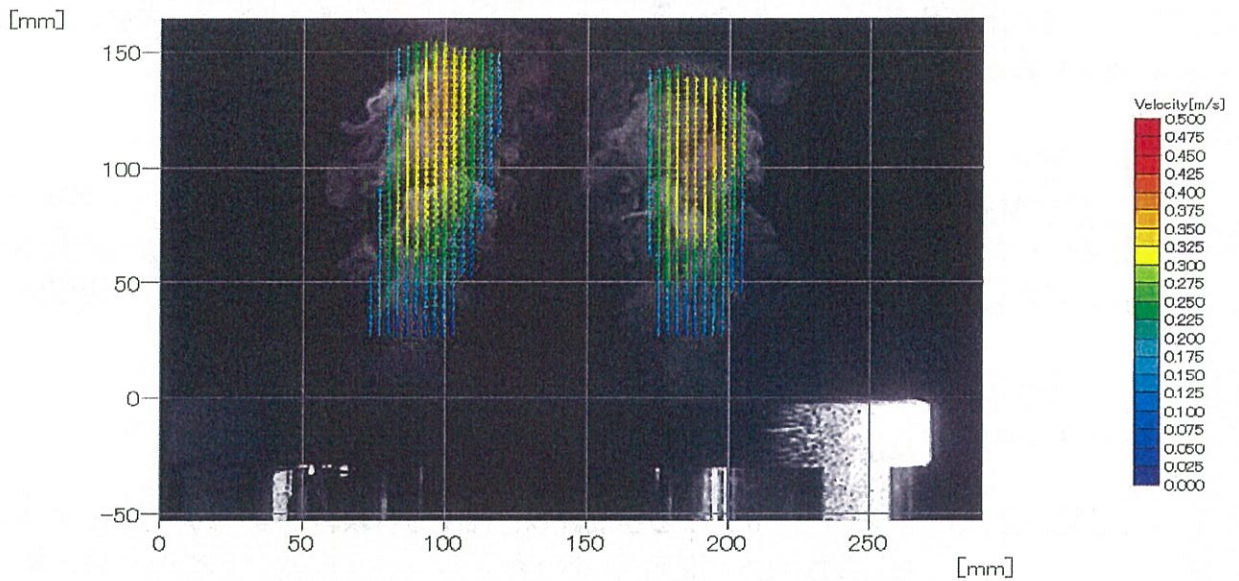


図5 放出粒子の垂直方向の速度（色で速度を示している）

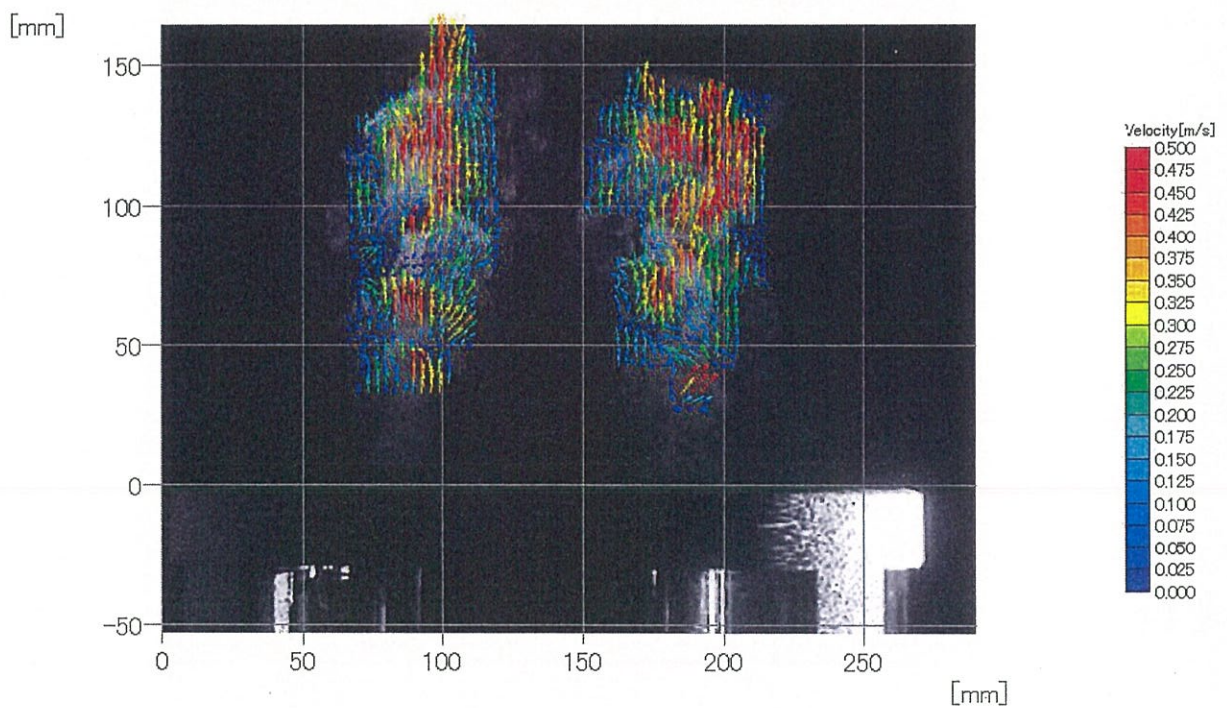


図4 流れの方向と速度（色で速度を示している）

9 ナノシード α の粒子の「速度」と「飛ぶ距離」が除菌に与える効果について
 前橋工科大学における理論解析（文献[2]のp.8以降）では、ナノシード α の粒子は、
 超音波加湿器の噴霧より、遙かに小さいため、粒子の速度は速く、遠くまで飛ぶこと
 が、理論的に解明示されている。本研究は、前橋工科大学での解析結果を、実証する
 ことが出来たと考える。

粒子の速度が速くなると、粒子が菌にぶつかる割合が高くなるため、除菌効果が高まり、飛ぶ距離が長くなることにより、100 畳相当の広い空間での除菌が可能になったと考えられる。

10 謝辞

除菌試験[2]をして頂いた前橋工科大学 教授善野修平博士には、微生物の種類と特性についての情報を提供して頂きました。前橋工科大学客員教授 下田祐紀夫博士には、研究をまとめるに当たっての助言を頂きました。両博士には感謝申し上げます。

12 参考文献

[1] Technical Information , 「SAFEX」、Nebel Fluid Extra Clean F&D,
2011/2020、vol. 19、No. 01、2020

[2] 善野修平、「ナノシード α による空間除菌に関する試験報告書—100 畳相当の室内におけるナノシード α での除菌効果」、公立大学法人前橋工科大学、
令和2年12月26日