

# 車載用静電霧化装置のイオン放出性能の向上と静音化

## Improvement of Ion Emission Performance of Electrostatic Atomizing Devices for Vehicles

矢野 武志\* ・ 須川 晃秀\* ・ 渡辺 英樹\*\* ・ 渡邊 純一\*\*  
Takeshi Yano Akihide Sugawa Hideki Watanabe Jun-ichi Watanabe

車載用のペルチェ式静電霧化装置の開発において、霧化部の放熱フィン冷却用送風ファンの風を分流して電極部に送り帯電微粒子水（「nanoe」イオン）の放出性能を高める構造と、消音器により「nanoe」イオン生成時の音を低減する構造の開発によって、「nanoe」イオンを効率良く車内に分散させて脱臭と除菌効果を得ることと静音化を実現した。

In the development of Peltier type electrostatic atomizing devices for vehicles, low operation noise and efficient dispersion of electrified fine particles water ( " nanoe " ions) have been achieved by developing a structure for improving the " nanoe " ion emission performance. These improvements have been made possible by utilizing the airflow divided from the heat-sink cooling fan of the atomizing unit and a structure for reducing the noise during " nanoe " ion generation with a silencer. The device thereby achieves effective deodorizing and eradicating effects.

### 1. ま え が き

ペルチェ素子の熱電冷却で生成する結露水を利用した帯電微粒子水（以下、「nanoe」<sup>\*1)</sup>イオンと記す）発生装置が空気清浄機などに搭載されている。この「nanoe」イオンが付着臭の除去、花粉やダニアレルゲンの不活化に効果があることをすでに報告してきた<sup>1)~6)</sup>。

ペルチェ式「nanoe」イオン発生装置（以下、「nanoe」システムと記す）はペルチェ素子を有する霧化部、霧化部の放熱フィンを冷却する送風ファン、高電圧発生部および静電霧化放電の制御部で構成されている。これらの構成部品をパッケージに収めた車載用「nanoe」システムの開発を行い、「nanoe」イオンの放出性の向上と静音化に取り組み、車室内での付着臭除去と除菌効果と静音性を実現した。

本稿では、これらの技術開発内容について報告する。

### 2. 車載用「nanoe」システム

#### 2.1 システムの構成

図1に「nanoe」システム霧化部の概略を示す。ペルチェ素子の冷却側に霧化電極を、発熱側に放熱フィンを配置し、ペルチェ素子により霧化電極を露点温度以下に冷却することによって、電極表面に結露水を生成させる。この結露水に高電圧を印加することによって、霧化電極先端の放電部

ではテイラーコーン<sup>6)</sup>と呼ばれる円錐形の水柱が形成され、さらにRayleigh（レイリー）分裂<sup>3), 6)</sup>によりナノメートルサイズの「nanoe」イオンが得られる。

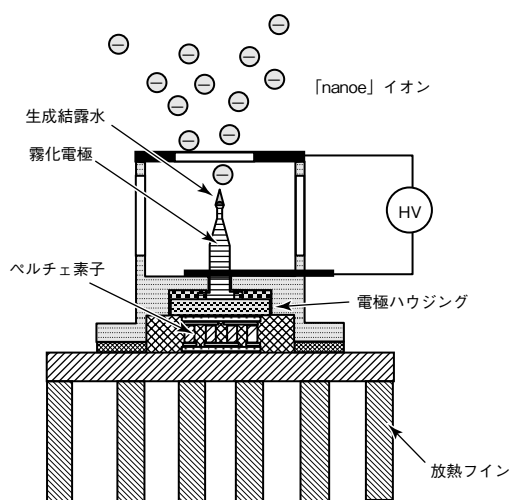


図1 「nanoe」システム霧化部の概略

図2に車載用「nanoe」システムの構成図を示す。

このシステムは霧化部、消音器、放熱フィンの熱を冷却する送風ファン、高電圧発生部、静電霧化が安定動作するためにペルチェ素子への印加電圧を制御している制御部と

\* 電器事業本部 電器デバイス開発事業部 Devices Development Division, Home Appliances Manufacturing Business Unit

\*\* 先行技術開発研究所 Advanced Technologies Development Laboratory

各部を保持するケースで構成されている。

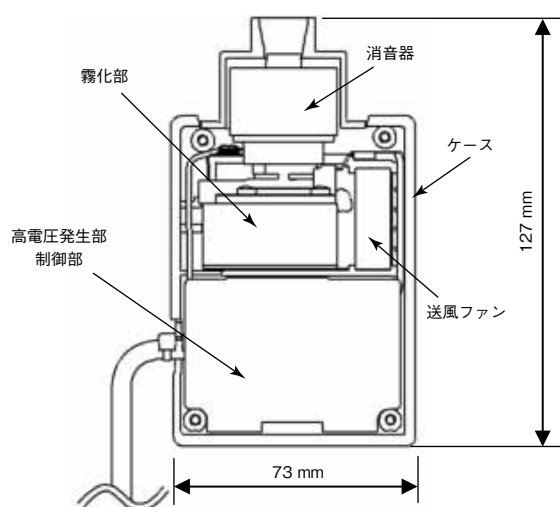


図2 車載用「nanoe」システムの構成

## 2.2 「nanoe」イオン放出性能の向上

静電霧化による「nanoe」イオンは前方に放出されるが、圧力が小さいため、そのままでは十分な「nanoe」イオンを送り出すことができない。そこで、電極ハウジングの側壁に空気流入穴を4箇所設け、ケースに設けたリブで流路を密閉することにより、分流された送風ファンからの吹出し風をこの流入穴を通して外部へ流れるようにするとともに、空気流入穴の形状を調整することで電極ハウジング内に流入する風の均一化を図り、スムーズに「nanoe」イオンを送り出している。

図3に分流構造の概略図を示す。

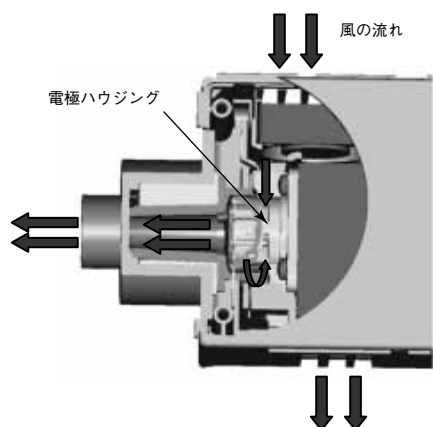


図3 分流構造の概略図

### 2.2.1 分流構造のシミュレーション

ケースの分流構造としては、3次元モデルによる流体解析により最適な空気流入穴の形状を決定している。図4に最適化した形状における流体解析結果を示す。この図から放電部においては空気がスムーズに出口へ流れていることがわかる。

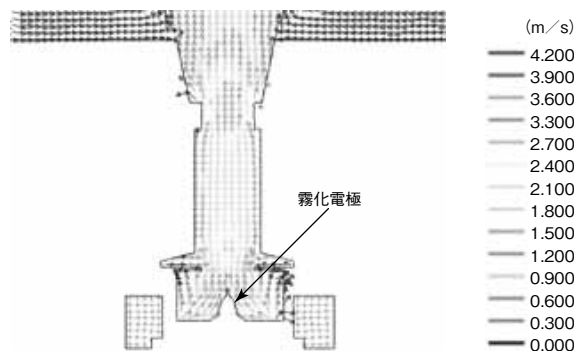


図4 分流構造の流体解析結果

### 2.2.2 シミュレーション結果の検証

ケースに分流構造を設けたモデルと分流構造を設けないモデルのそれぞれの先端にホースを取り付け、その長さを変えて「nanoe」イオン個数と出口の風速を測定する。その測定結果を図5に示す。

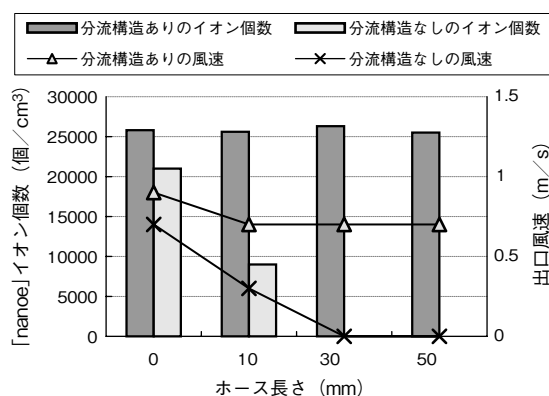


図5 分流構造有無の「nanoe」イオン個数測定結果

図から分流構造としたサンプルはホースを長くしても「nanoe」イオン個数と出口風速の減衰はみられないことがわかる。これは送風ファンから吹き出す風によって前方に送られるためである。したがって、解析結果で得られた分流構造とすることによって、「nanoe」イオンの放出性能を高めることができる。

### 2.3 静音化の検討

ナノメートルサイズの「nanoe」イオンを生成する際に霧化音が発生する。そこで、車に搭載してエアコンディショナ動作時に霧化音を感じさせないことを目標に消音器の設計を行う。

消音器は穴あきの内筒と外筒および吸音材で構成している（図6）。内筒は消音材を保持するとともにできるだけ開口面積を大きくし、吸音材が音を吸収するようにしている。また、外筒は音が吸音材から外へ漏れないように吸音材を覆うように設けている。さらに、限られた取付空間において、効果的に騒音を低減できるように内筒形状、外筒

形状および消音材の材質を選定している。

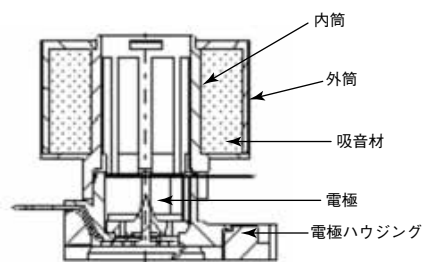


図6 消音器の概略図

図7は最適化した消音器のありとなしで、30 cm 離れた位置での騒音レベルを評価した結果を示す。消音器により約 5 dB (A) 低減されていることがわかる。

図8は車内に車載用「nanoe」システムを搭載し、エアコンディショナを動作させた状態で、このシステムの動作時と停止時のそれぞれの騒音レベルを評価した結果を示す。このシステムの動作時と停止時の騒音レベルはほぼ同等であることがわかる。また、このシステムの動作音が聞こえないことは5人の実聴によって確認している。

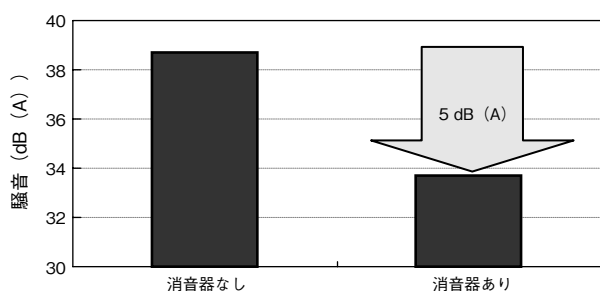


図7 騒音評価結果

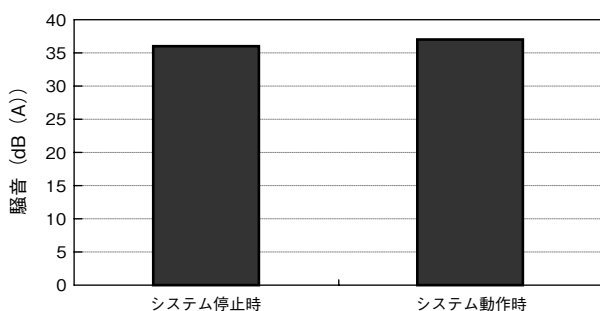


図8 実車での騒音評価結果

### 3. 実車での付着臭除去効果

#### 3.1 実車空間での「nanoe」イオン拡散のシミュレーション

車内空間を3次元モデル化し流体解析により、車内でイオンがほぼ均一に分布するような車載用「nanoe」システムの設置条件を設定する。解析に際して、エアコンディショナの設定条件は VENT モード、内気循環、風速 Lo (風量  $30 \text{ m}^3/\text{h}$ ) で行う。

図9は得られた最適な条件での流体解析結果を示す。この結果からほぼ車内の「nanoe」イオン濃度は均一であることがわかる。図中の高濃度部分は「nanoe」イオンの放出口である。

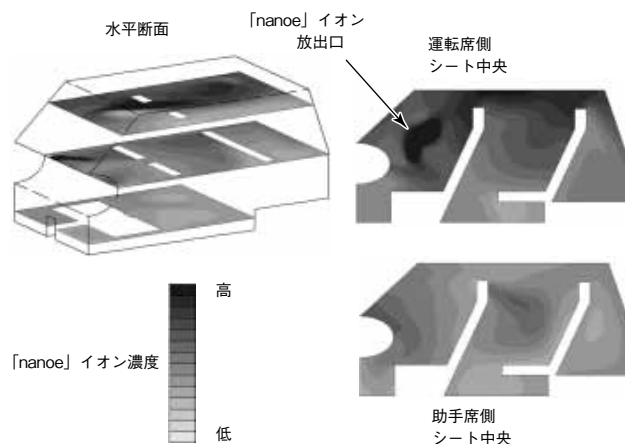


図9 車内空間での流体解析結果

#### 3.1.1 「nanoe」イオン拡散シミュレーションの検証

実車での解析と同じ位置に車載用「nanoe」システムを設置し、エアコンディショナの設定条件は VENT モード、内気循環、風速 Lo として「nanoe」イオン個数 (個/ $\text{cm}^3$ ) を測定する。

図10にその測定結果を示す。

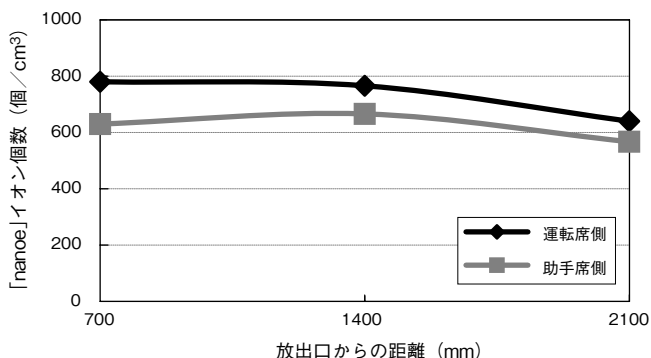


図10 実車での「nanoe」イオン測定結果

この結果から、エアコンディショナが風速 Lo の設定であっても車内に「nanoe」イオンが十分に拡散されていることが確認できる。 $3.75 \text{ m}^3$  の空間では「nanoe」イオンの総数は約 25 億個存在しており、脱臭効果および除菌効果が期待できる。

#### 3.1.2 実車での付着臭除去試験

付着臭除去試験は  $0.25 \text{ m}^3$  チャンバ内でタバコ 5 本分の煙で 24 分間いぶして調製した布地片 ( $10 \times 15 \text{ cm}$ ) を付着臭試験片とする。

この試験片を車内に設置し、エアコンディショナの助手席側吹き出し口付近に設置した車載用「nanoe」システムを作動させる (図11)。

評価は被験者6人で、表1に示す6段階臭気強度表示法による官能試験を実施する。

「nanoe」イオンありとなしの条件でエアコンディショナを運転した2時間後の布地片から、においに対する官能試験を実施する。

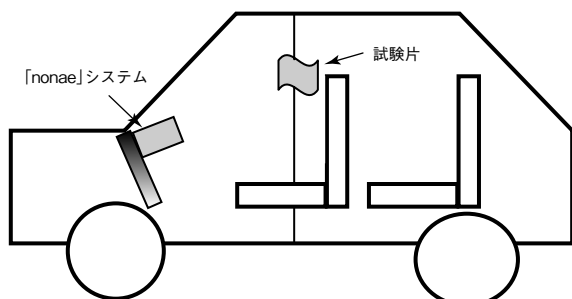


図11 実車での付着臭除去試験の概略

表1 6段階臭気強度表示法

| 臭気強度 | 内容             |
|------|----------------|
| 0    | 無臭             |
| 1    | やっと感知できるにおい    |
| 2    | 何のにおいかわかる弱いにおい |
| 3    | 楽に感知できるにおい     |
| 4    | 強いにおい          |
| 5    | 強烈なにおい         |

### 3.1.3 付着臭除去試験結果と考察

試験の結果、初期に4.6であった臭気強度が2時間後にシステム動作時は2.1、停止時は3.1で、臭気強度差が1.0となり、脱臭効果がみられる（図12）。

車載用「nanoe」システムから発生するナノメートルサイズの「nanoe」イオンと布地片に付着した臭気成分が反応し、このイオン中のヒドロキシラジカル等のラジカル<sup>2)</sup>が、臭気成分を分解除去すると考えられる<sup>5)</sup>。

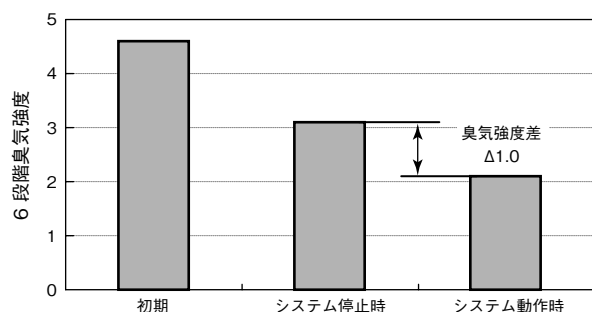


図12 実車での付着臭除去評価結果

## 4. 除菌効果

### 4.1 チャンバによる除菌評価

除菌試験において、約 $10^8$ 個/mLの大腸菌懸濁液を1 mL 染み込ませたガーゼを試験片とする。

安全上実車での評価は困難なため、実車空間を想定して $3.75\text{ m}^3$ チャンバ内にこの試験片を設置し、車のエアコンディショナの助手席側吹出し口付近に車載用「nanoe」システムを設置して「nanoe」イオンありとなしの条件で2時間動作する（図13）。

その後、10 mLのスルホジオクチルNa液にて大腸菌をガーゼより抽出し、 $35^\circ\text{C}$ 、24hで菌を培養して菌数を測定する。

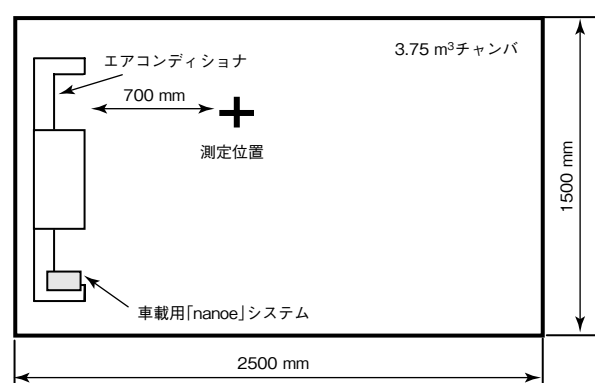


図13 チャンバ試験の概略図

### 4.2 評価結果と考察

測定の結果、菌数は「nanoe」イオンなしで約40万個/mL、ありで約2万個/mLとなり、95%の除菌効果の傾向が認められる（図14）。

「nanoe」イオンが大腸菌に付着し、「nanoe」イオン中のヒドロキシラジカル等のラジカルが、大腸菌を不活化した結果と考えられる。

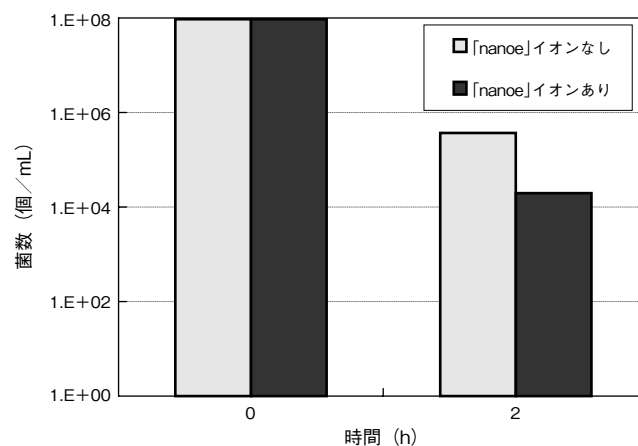


図14 チャンバでの除菌評価結果

## 5. あ と が き

車載用静電霧化微粒子水（「nanoe」イオン）開発において、霧化部の放熱フィン冷却用送風ファンの風を分流して電極部に送り静電霧化微粒子水（「nanoe」イオン）の放出性能を高める構造と、消音器により「nanoe」イオン生成時の音を低減する構造の開発によって、「nanoe」イオンを効率良く車内に分散させて脱臭と除菌効果を得ることと静音化を実現した。

---

### ●注

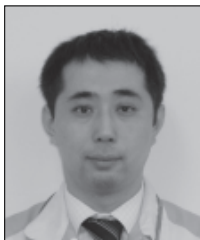
\* 1) nanoe：当社登録商標

### \*参考文献

- 1) K. Okuyama：エアロゾル研究，13, 83（1998）
- 2) 下影 卓二，才本 雅子，奥本 佐登志，宮田 隆弘，山内 俊幸：静電霧化による微粒子水の成分分析法，松下電工技報，Vol. 53，No. 4, p. 11-16（2005）
- 3) N. Iwamoto, H. Suda, Y. Matsui, T. Yamauchi, K. Okuyama：エアロゾル科学・技術研究討論会，p. 59-60（2003）
- 4) H. Suda, N. Iwamoto, Y. Matsui, T. Yamauchi, K. Okuyama：静電気学会講演論文集，p. 237-238（2003）
- 5) 須田 洋，中田 隆行，小豆沢 茂和，田中 友規，山口 友宏，山内 俊幸：静電霧化技術応用空気清浄機の付着臭除去とアレルギー不活化効果，松下電工技報，Vol. 53, No. 3, p. 16-19（2005）
- 6) 小林 健太郎，秋定 昭輔，平井 康一，渡邊 純一，宮田 隆弘：熱電冷却を応用した静電霧化装置「パルチェ式 nanoe システム」，松下電工技報，Vol. 55, No. 1, p. 95-100（2007）

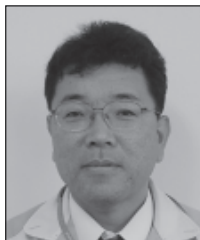
---

### ◆執筆者紹介



矢野 武志

電器デバイス開発事業部



須川 晃秀

電器デバイス開発事業部



渡辺 英樹

先行技術開発研究所



渡邊 純一

先行技術開発研究所