

# クリアな視界を実現するベントソリューション

## 結露、土ぼこりや水の侵入からヘッドランプを確実に保護

Ronald Szewczyk (W. L. Gore & Associates, Inc. 車載ランプ担当シニアアプリケーションエンジニア)

ヘッドランプが設計通りに機能し、ドライバーとヘッドランプ内蔵のセンサー類にクリアな視界をもたらすためには、車両の全寿命にわたる効果的な結露の解消と異物・水分の侵入防止が必要です。バッテリーEV (BEV) は、独特の熱力学的特性により、走行時の温度がより高い内燃機関車と同じくらい結露に弱い可能性があるということが、ゴアの実車試験で示されています。このホワイトペーパーでは、ヘッドランプ内で水分や結露を発生させる要因を確認し、また、各種ベントの結露低減効果を比較します。

### 3つの水分発生源

ヘッドランプ内の水分の主な発生源は3つあります (図1)。最大の発生源である吸着 (水分がプラスチック面の中や表面に集まること) は、温度差によって発生します。ヘッドランプ内の水分のおよそ80%はこれが原因です。

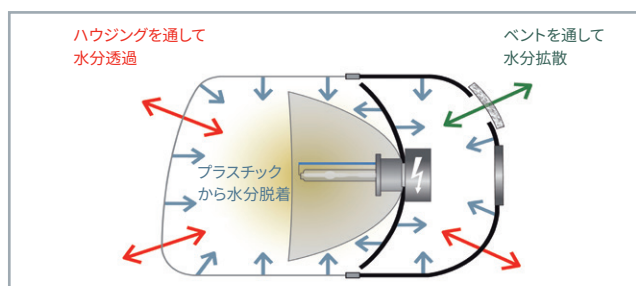


図1: 車両のヘッドランプにおける3つの水分発生源

車両のフロント部分で内燃機関による昇温がないBEVのヘッドランプでは、低温での走行が頻繁にあります。このような走行サイクルでは、水分がヘッドランプ内面の中や表面に (吸着によって) 蓄積されやすくなります。外部の熱源 (日射、急速充電) にさらされると、この水分はヘッドランプ内部へと放出 (脱着) されます。その後、外部からの冷却 (雨、風、日没) を受けると、水分が内側のレンズ面に集まって凝縮します (図2)。

内燃機関車では走行サイクル1回ごとにランプのプラスチックが乾くのにに対して、BEVのランプのプラスチックでは低温走行サイクルの各回ごとに水分が集まり続け、曇り晴れ時間が長くなる場合があります。

第2の発生源は透過です。これは、外部の水蒸気が長期間にわたってプラスチックを透過し、筐体内部へと継続的に侵入します。

第3の水分発生源は、外部水蒸気のヘッドランプ内部への拡散流入です。ベント自体の拡散性能が、ヘッドランプ内外の水分流入を発生させます。

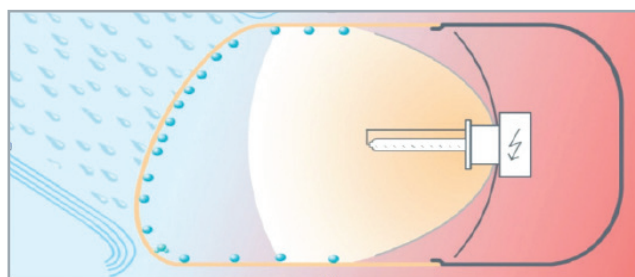


図2: 急速充電後の冷却により、レンズ内部で湿気が集まって結露を形成。

### 水分の測定

ヘッドランプ内の水分レベルは、多くの場合、相対湿度で表されますが、実際には露点で表した方が周囲温度に影響されないため、効果的な表し方です。一例として、22°C、50%RH露点11°Cの条件下での露点と温度の相関関係を以下に示します (図3)。

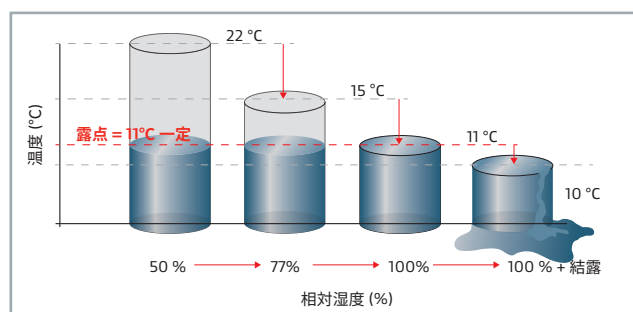


図3: 温度と湿度の相関関係を水の入ったコップをモデルに図示

温度が15°Cに低下すると、相対湿度は77%に上昇します。露点は一定のままです。温度がさらに11°Cに低下すると、相対湿度が100%に達し、空気は飽和して水分を吸収できなくなります。温度が露点を下回ると結露が発生します。

## 対流や拡散による外部への水分放出

基本的に、ヘッドランプから水分除去する方法には対流と拡散の2つがあります。

対流の場合、オープンな横方向の換気で 少なくとも2つのベント・チューブを使用して機能し、空気の流れにより、水分を外部に放出します (図4)。対流換気を引き起こすのは圧力差です。圧力差が発生する原因は、温度変化 (例1:ヘッドランプの点灯中、温められた空気が流出) または車両の動き (例2:外気が下側開口部から流入し、上側開口部から再び流出) です。対流換気のデメリットとしては、特に高価値のLEDランプの場合、車両の走行中かヘッドランプ点灯中にしか対流が機能しないことや、空気とともに異物 (微細な粉じん、粒子、虫) もヘッドランプに吸い込まれることなどがあります。また、ランプやその周囲 (BEVの「フランク」部分) に内蔵されているセンサーなどの部品が、ヘッドランプ周辺の適切な空気の循環を妨げる可能性があります。

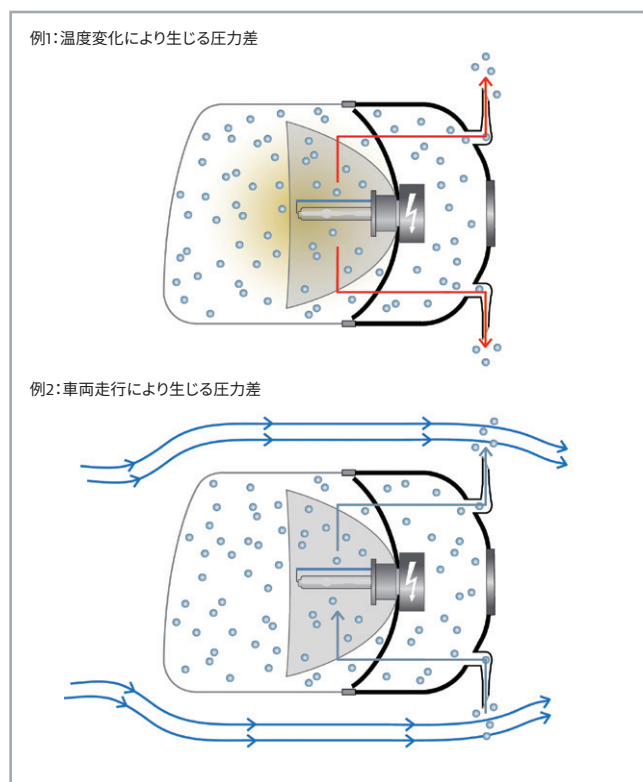


図4：温度上昇と車両の走行により、ヘッドランプ内で空気循環が発生

ヘッドランプからより効果的に水分を除去する方法は、拡散です。拡散は、水蒸気を高濃度部分から低濃度部分へと移動させる物理的プロセスです。次の拡散式はこの動きを説明しています。すなわち  $v_D = -D \cdot A \cdot dc/dx$  で、ここで  $v_D$  は拡散速度、 $D$  は拡散係数です。したがって、拡散速度を上げるには、拡散表面積  $A$  と濃度勾配  $dc/dx$  の少なくとも一方を大きくする必要があります。ここで  $dc$  は絶対湿度の濃度差 ( $dc = c_1 - c_2$ )、 $dx$  は濃度間の距離を示します。拡散速度に対する拡散表面積  $A$  の影響を図5に示しました。

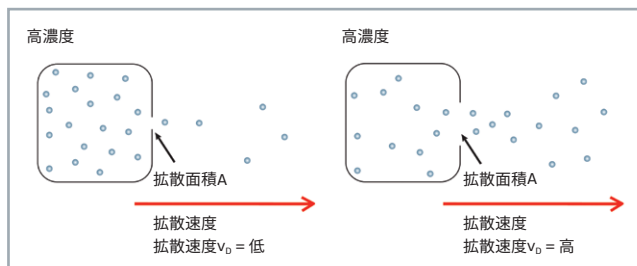


図5：拡散面積が大きいほど拡散速度が上昇

さらに、濃度勾配  $dc/dx$  が限界まで増加したときには拡散速度が上昇します (図6)。これは、ヘッドランプの内側と外側の間で次の条件を満たした時に発生します。

- 濃度差  $dc$  が可能な限り大きくなった場合
- 距離  $dx$  が可能な限り小さくなった場合

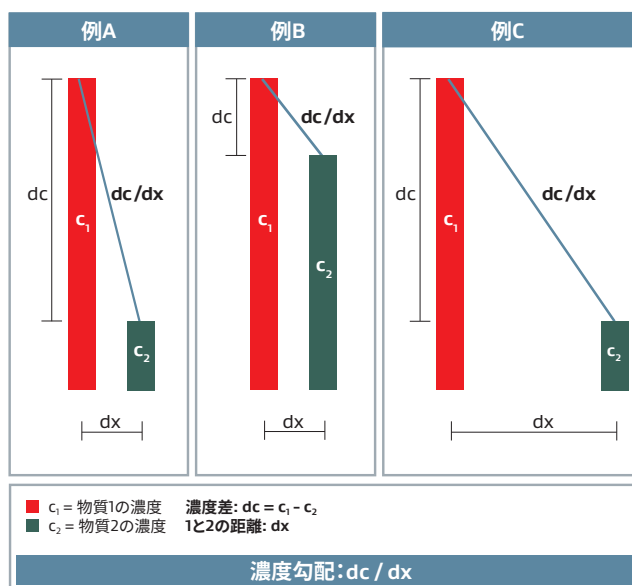


図6：濃度勾配が増加すると拡散速度が上昇

## キャップベントとベントメンブレンの比較

拡散を促進するための実用的な手段には、キャップベントとベントメンブレンの2つがあります。図7で示すように、ヘッドランプのハウジングに貼り付けるベントメンブレン(粘着材付きベント)はより優れた結露低減効果を発揮します。粘着材付きベントは通常、キャップベントに比べて拡散面積Aが大きく、これが拡散速度を速める影響を与えます。さらに、粘着材付きベントの平均的な厚さはわずか約0.3mmであるのに対し、キャップベントは多くの場合、長さが約20mmあります。その結果、キャップベントでは湿った空気が通過する距離(dx)が大幅に長くなり、結露低減の効果が低下します。その上、粉じんや土ぼこり、堆積物がキャップベント内の通気経路の目詰まりを引き起こし、換気をさらに妨げます。

## 通気面積が大きいほど拡散性能も向上

水分の移動に関してベント製品の性能を実証する最も容易な方法は、水蒸気透過率(MVTR)試験の実施です(図8)。この試験は容器に100mlの水を満たして密封し、そこにベント製品を取り付けます。1日あたりに拡散する水分の量を測定するために、2週間にわたり実験室の条件下(23℃、RH50%)で容器の重量を毎日計測します。測定結果によれば、ゴア®オートモーティブベント AVS 120では、1日に約700mgの水蒸気の拡散が可能です。

これは、試験に用いたその他すべてのベント製品を大きく上回る性能です。同様のMVTR試験を28日間実施したところ、AVS 120の水蒸気透過率は、高通気メンブレンを使用したキャップベントやスポンジフィルター付き開放チューブの10倍多くなりました。

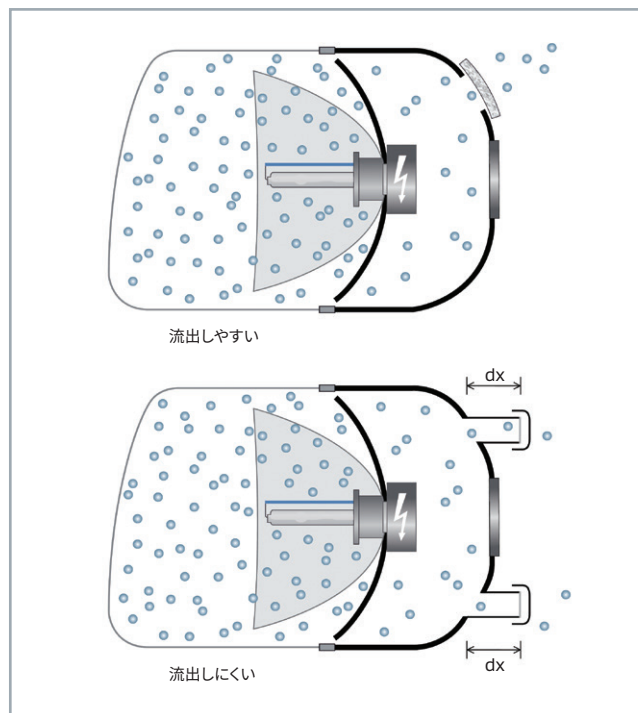


図7: ベントメンブレンは水蒸気の排出に最短経路と最小抵抗を提供

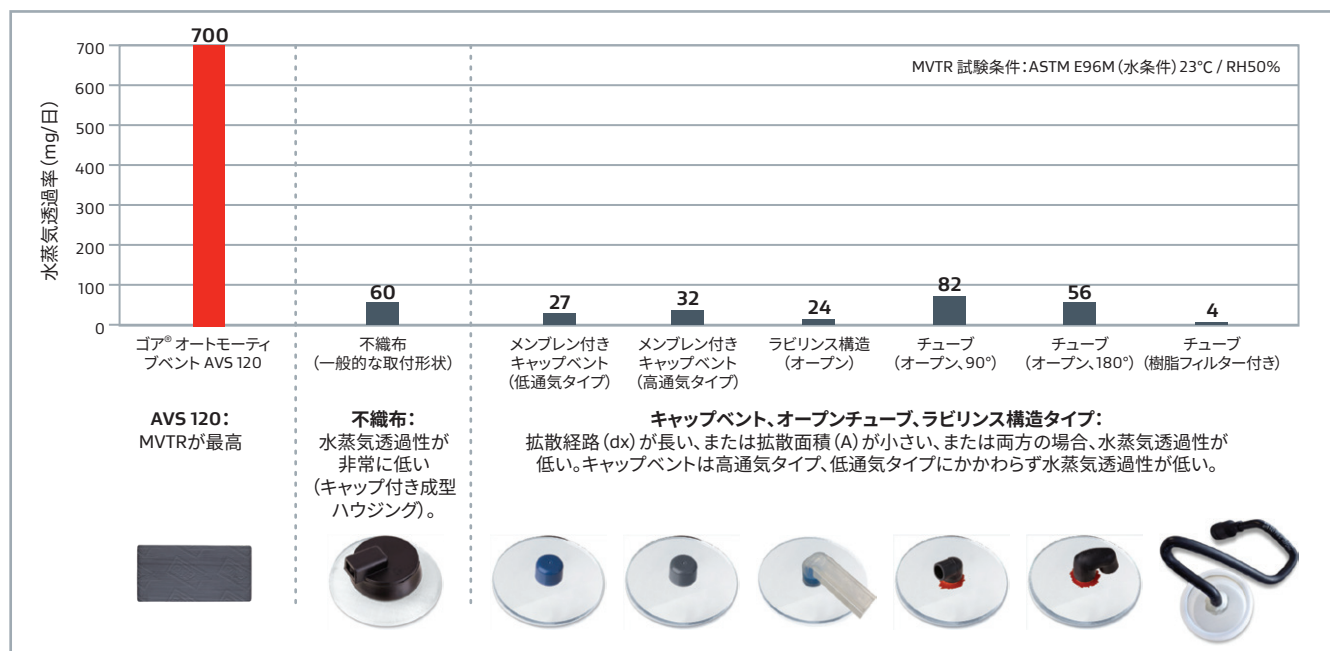


図8: MVTR試験でゴア®オートモーティブベントの優れた拡散性能が実証

同じメンブレン材料を使用した2種類のゴア® オートモーティブベントを比較すると、拡散面積Aの重要性がさらによくわかります。AVS 120 (拡散面積398mm<sup>2</sup>) が1日に700mgの水分を排出させるのに対し、はるかに小さいAVS 5 (拡散面積62mm<sup>2</sup>) が排出させる量は132mgです。ただし、小さい方のAVS 5でも、水蒸気透過率は多くのチューブベントやキャップベントの2倍です(図9)。そのため、AVS 5は特に、リアランプやアクセサリランプに使用される小型のハウジングに適しています。

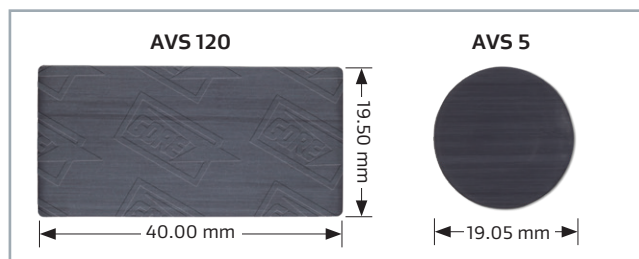


図9：多くのキャップベントやチューブベントと比べると、AVS 120のMVTRIは約10倍高く、はるかに小さいAVS 5でも2倍高い。

ゴアのオートモーティブベントは、他の通気方法を上回る優れた拡散性能を有することが実証されています。この性能により、曇り晴れ時間の短縮と、車両の全耐用年数にわたる防水・防じんおよび圧力調整が可能となります。

- チューブベントには対流による限界があります。車両の走行中にしか結露を低減できず、効果的な防水・防じんは実現できません。
- キャップベントは効果的な防水・防じんを実現できますが、拡散性能は限られているため、結露の低減は不十分です。

一方、ゴアのオートモーティブベントは、車両の全耐用年数にわたる効果的な防水・防じんと結露低減を実現します。

## 確かな性能と価値

ゴアのオートモーティブベントは、あらゆる車載ランプ用途に加えて、電子機器、パワートレイン、バッテリー、音響の各ベント用途でも確かな性能を発揮します。また、ゴアは以下の形でお客様に価値を提供します。

- 科学的根拠に基づく二酸化炭素排出量削減の取り組みなど、イノベーションを重視した材料・技術関連の活動を行っています。
- 数十年にわたって積み重ねてきた製品用途についての専門知識や国際的な産業規格の認証、規制への適合 (REACHなど) に基づいて、グローバルな技術サービスと技術サポートを提供します。
- ゴアのグローバルサプライチェーンは安定しており、迅速な増産も可能です。

## お問い合わせ

ヘッドランプの結露の問題に関するご相談や、BEVのヘッドランプの熱力学的特性に関する実車評価のデータをご希望される場合は、お問い合わせください。

本製品は、一般工業用途に限定してご使用ください。食品、医薬品、化粧品または医療機器の製造、加工、包装工程にはご使用いただけません。

記載された技術情報および推奨事項は全て、ゴアにおける過去の経験または試験結果に基づくものです。可能な限り正確な情報を記載していますが、法的責任を伴うものではありません。製品の動作性能は、運転データが全てそろわない限り判断できないため、お客様の実際のご使用状況において適合性と機能性をご確認ください。上記情報は変更されることがあり、仕様書として使用することはできません。ゴア製品の売買には、ゴアの販売条件が適用されます。

W. L. Gore & Associates, Inc.は、IATF 16949, ISO 9001, ISO 14001の認証を取得しています。

GORE、ゴア、Together, improving lifeおよび記載のデザイン(ロゴ)は、W. L. Gore & Associatesの商標です。

© 2015-2024 W. L. Gore & Associates, Inc. © 2015-2024 日本ゴア合同会社

### 世界のお問い合わせ先

オーストラリア +61 2 9473 6800

中国 +86 21 5172 8299

ドイツ +49 89 4612 2211

インド +91 22 6768 7000

日本 +81 3 6746 2570

韓国 +82 2 393 3411

メキシコ +52 81 8288 1281

シンガポール +65 6733 2882

南米 +55 11 5502 7800

台湾 +886 2 2173 7799

米国 +1 410 506 7812

### 日本ゴア合同会社

〒108-0075 東京都港区港南 1-8-15 Wビル 14F

TEL 03-6746-2570 FAX 03-6746-2571

gore.co.jp/autovents

