

バックカメラ雨滴除去装置(クリンカム®)の開発

Development of Rain Drop Removing Device of Rear Camera (Cleancam®)

古石 朋久
Tomohisa KOSEKI

大富 将司
Masashi OTOMI

塚崎 充浩
Mitsuhiro TSUKAZAKI

伊熊 英昭
Hideaki IKUMA

要旨

近年、バックカメラの普及が進んでいるが、雨天の走行時に水滴がレンズに付着して視認性が低下するという現象が従来からユーザの不満として存在していた。その対応としてレンズの撥水処理などが知られているが効果は十分とは言えない。そこで我々はカメラレンズに空気を噴射することで水滴を除去できる製品（クリンカム®）の開発に取り組んだ。ユーザの使い方や既存車両への搭載性を考慮して、シミュレーションや実車評価を行いながら目標仕様や要件を決定し、製品の開発を行った。本稿では特に重要な部品であるポンプユニットとノズルの開発についての取組みを中心に紹介する。

Abstract

Although recently rear cameras have been widely used, there has been a phenomenon that visibility is lowered by water drops attaching to a lens of a camera when driving in rainy conditions as user frustration. In response, a water repelling treatment of a lense has been known, but the effect is not sufficient. Therefore, we worked on the development of a product (Cleancam®) that can remove water drops by spraying air onto a lens of a camera. In view of use by users and mountability on existing vehicles, we determined target specifications and requirements while performing a simulation and an on-vehicle evaluation, and developed the product. This paper mainly introduces efforts for developing a pump unit and a nozzle that are especially important parts.

1. はじめに

近年、ドライバに対し車両側が運転支援する先進運転支援システム (Advanced Driver Assistance System) の技術開発が進んでおり、その構成デバイスとしての車載用カメラは、ドライバが車両周辺の状況を確認するためのビューカメラとして普及してきた。その主な製品はバックカメラであり、アメリカではKT法 (Kids and Transportation Safety Act) が成立し、2017年からは全ての新車へバックカメラの搭載が義務付けられ、さらに普及が進んでいる。

2. 開発の背景

バックカメラは風雨にさらされる車室外環境に搭載されるため、レンズに水滴が付着して視認性が極端に低下してしまう問題がある (図1)。



図1 水滴が付着したカメラの映像

視認性を低下させる水滴は、自車のタイヤが走行中に路面の水を巻き上げて発生する水煙（小さな水滴）がレンズに付着し、それを繰り返すことで徐々に大きくなることが社内の実走実験にて判明している（図2）。

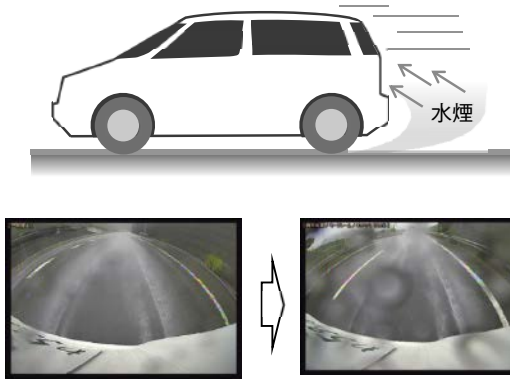


図2 走行中の水滴付着

この視認性の低下は、ユーザにとって不満の一つとして認識されており、その対処の一例としてレンズ表面に撥水コーティングを施すことがあるが、水滴付着防止としては効果が不十分であり、何らかの外力がなければ水滴を取り除くことは困難である。

そこで、われわれはレンズ面にダメージを与えることなく水滴に外力を加えることができる空気噴射方式を採用した雨滴除去装置（クリンカム®）を開発したのでその内容について紹介する。

3. 製品の構成と仕組み

この製品は、ポンプで発生させた圧縮空気がホースを通してノズルに送られ、レンズ上部に設置されたノズルから噴射し、水滴を吹き飛ばす仕組みである（図3）。

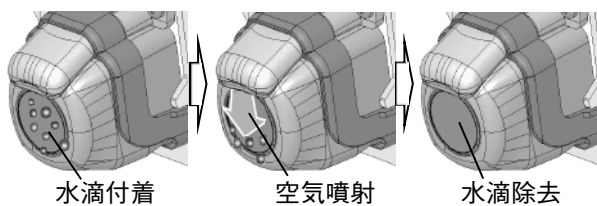


図3 水滴除去の仕組み

製品は主にノズル付きカメラ、ポンプユニット、ポンプブラケットから構成されている（図4）。

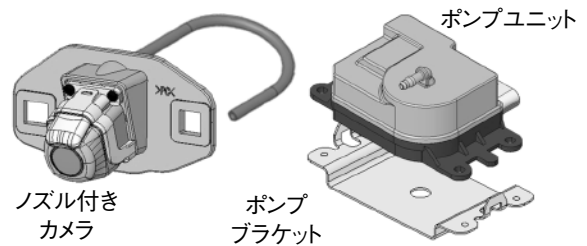


図4 製品構成

ポンプユニットは車両のバックドア内側のアウターパネル面にポンプブラケットで取り付けられ、バックドアパネルを貫通したホースよりカメラ上部に設置されたノズルに圧縮空気を送る（図5）。

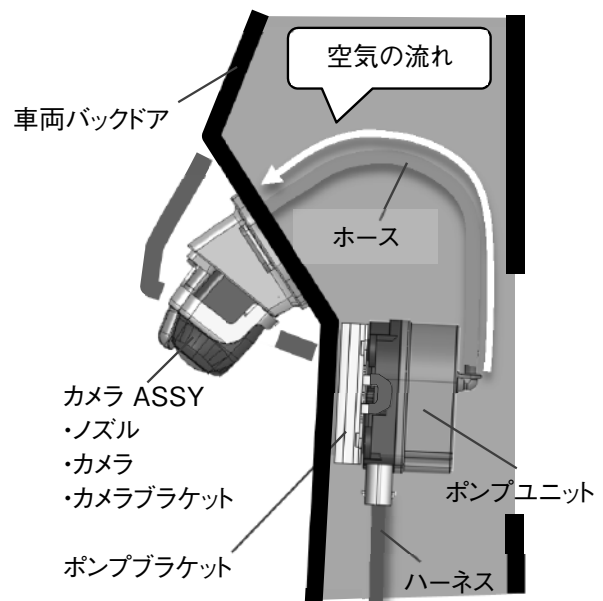


図5 車両搭載状態

4. 仕様の検討

水滴を除去するタイミングは、ユーザの使い方を考慮し、バックカメラ映像がモニタに表示されるまでに除去されていることが望ましいと考え、ドライバがシフトレバーをリバースに入れる操作をトリガとして作動させる。また、ドライバの意思で操作したい場合に備えてマニュアル噴射も可能とした。

水滴を除去する範囲については、車両の後進方向の障害物を確認できることが最優先と考え、モニタ画面上のガイド線内を「優先エリア」とし、水滴除去率の目標を90%以上とした(図6)。



図6 水滴除去の優先エリア(ハッチング部)

5. ポンプユニットの開発

ポンプユニット開発における主な課題は、

- ①動作の安定化と耐久性確保
- ②装置の小型化
- ③噴射の効率化(空気漏れ防止)
- ④操作から噴射までの時間短縮
- ⑤吸気時の水の吸い込み防止

が挙げられる。

ポンプユニットにおいて最も重要な空気圧縮部については、一般的なピストン構造を選択せず、次のような回転式インペラ構造とした(図7)。

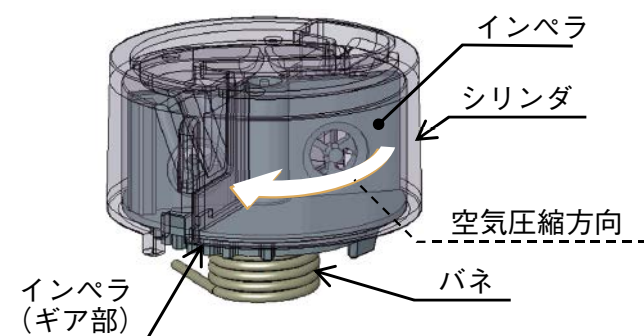


図7 空気圧縮部構造

このインペラ構造は、駆動源であるモータからギア列、空気圧縮部まで全ての動作を、安定性の高い回転運動とすることにより耐久性の向上が可

能である。またピストン構造のように吸気動作時にシリンダから駆動部が突出しないことが特徴のため、製品の小型化に適している。

インペラがスムーズに回転するには、シリンダとのクリアランスが必要であるが、そのクリアランスは空気漏れ(噴射圧の低下)の原因となるため、シリンダとインペラの間に可動式のスペーサを組み込むことにより、摺動負荷を上げずにクリアランスを抑える構造とした(図8、図9)。

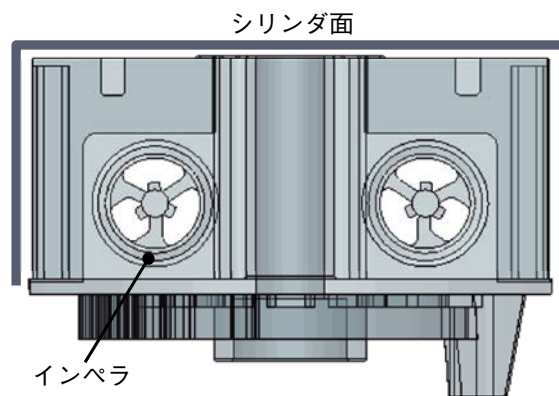
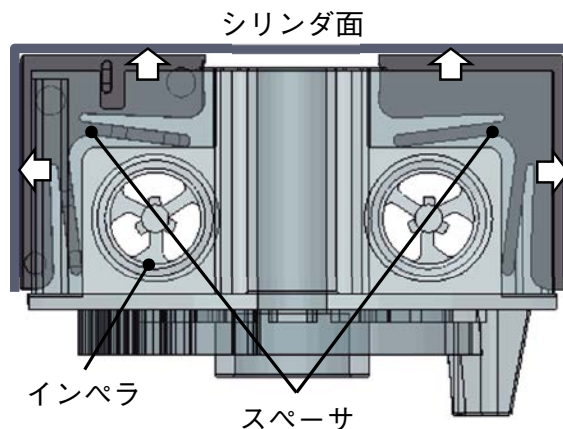


図8 インペラとシリンダ面のクリアランス(スペーサがない場合)



☆: シリンダへのバイアス方向

図9 インペラとシリンダ面のクリアランス(スペーサが有る場合)

次に、圧縮空気をノズルへ供給させるための一連の動作について説明する。

ギアの配列は図10に示すとおりであり、モータからギア列を介してインペラに駆動力を伝達する。

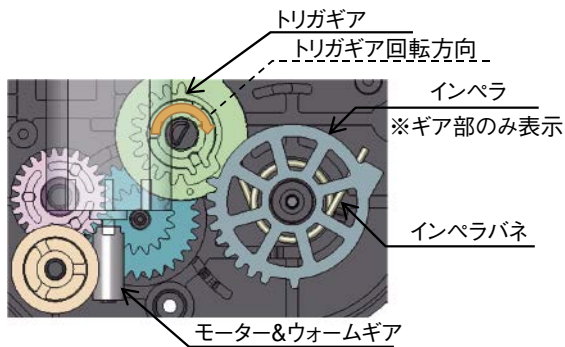
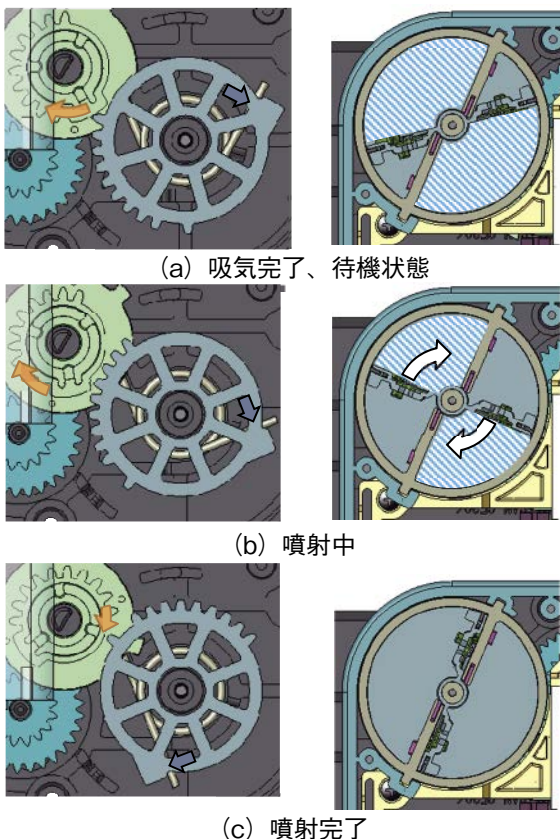


図10 ギア列レイアウト

一連の動作は次のとおりである（図11）。

- (a) 噴射操作から噴射までの時間を短縮するため、吸気が完了した状態で待機する。
- (b) トリガ入力によりギアが回転し始めた直後にかみ合いが外れ、バネ力によりインペラが回転し噴射する。
- (c) 噴射完了後、再度ギアがかみ合い、吸気動作を行った後、状態(a)に戻る。



- ➡ : インペラバネのバイアス方向
- ➡ : トリガギアの回転方向

図11 ギア駆動

最後に、ポンプへの空気の取込経路について説明する。

空気はノズルから取り込むことも可能であるが、噴射口に付着した水滴を吸気時に吸い込んでしまい、空気と共にレンズ面へ噴射される問題があるため、ポンプユニット側に吸気口を設けた（図12）。

吸気口から入った空気はポンプユニットの筐体内部を通ってシリンダに入り、シリンダ上面からホースへ流れる。

ホース・ノズルへ

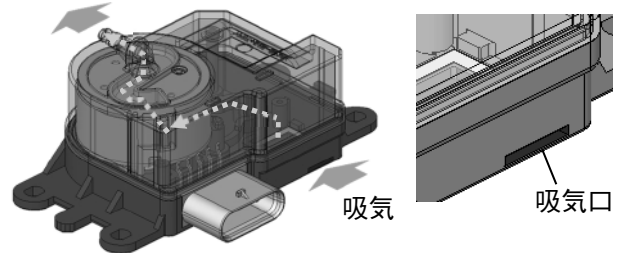


図12 空気の流れ

6. ノズルの開発

ノズルに要求される条件は、レンズ表面に対して流速と圧力を一定以上に保ちながら、効率よく噴流を行き渡らせることであるが、さらに搭載に関する条件として、

- ①既存カメラに取付け可能
- ②車両の加工をせずに搭載可能
- ③映像に映り込まない
- ④カメラ搭載位置を大幅変更しない

など、噴射口の配置や外形サイズに制約があった。

これらの条件を満たす配置は図13に示すスペースに限定され、厚さ3mm以下の薄型で、噴射口はレンズ上部の縁に配置することになり、この中で効率よい噴射を実現しなければならない。

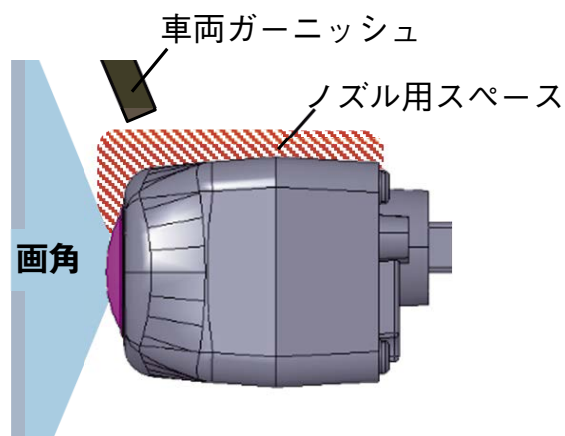


図 13 ノズル搭載スペース

噴流の流速を上げるためには、ホースが接続される丸型断面の流入口よりも噴射口の断面積を小さく絞る必要があり、またレンズの直近からの噴射でも噴流をレンズ面に均等に広く行き渡らせる必要があるため、薄型で幅広の噴射口形状が望ましいと考えた(図 14-1)。

また、流入口から噴射口までの流路でのロスを減らすため、急激な断面形状の変化がない除変断面の流路とし、さらに除去能力を高めるため、さまざまな噴射口形状について、流体シミュレーションと実機での除去性能確認とを合わせて検証し、最終形状を決定した(図 14-2、14-3)。

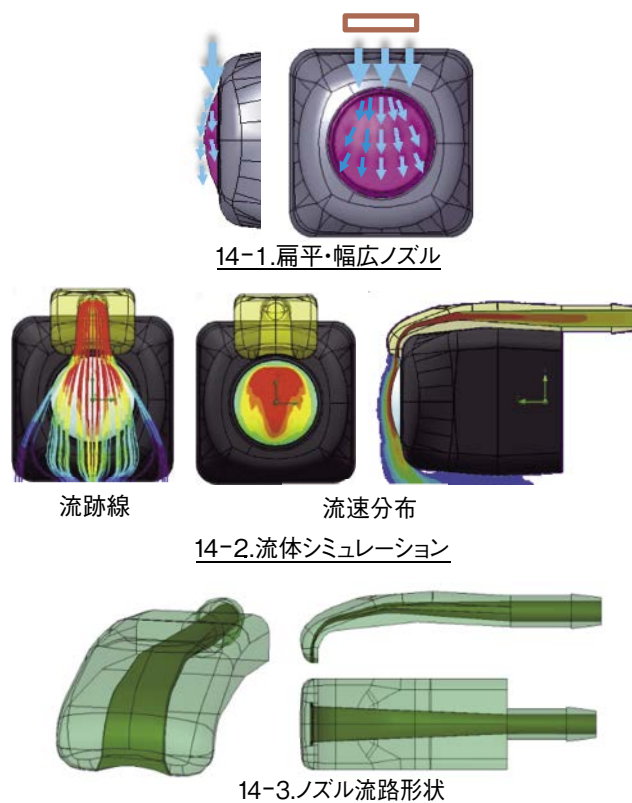


図 14 ノズル形状の決定

このノズルと前述のポンプユニットを組み合わせ、雨滴の除去性能を評価した。

評価方法は、レンズ全面に均一に水滴を付着させ、画面上の優先エリア(赤枠内)と噴射後に水滴除去できた部分との面積比を「除去率」として読み取る方法である。

評価の結果、除去率は90%以上を達成しており、十分な視認性を確保できていることが確認できた(図 15)。

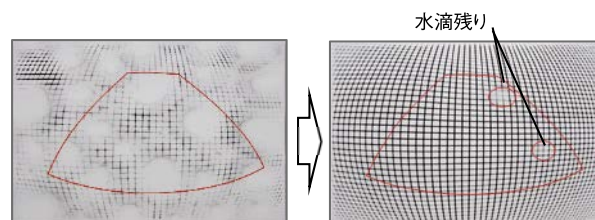
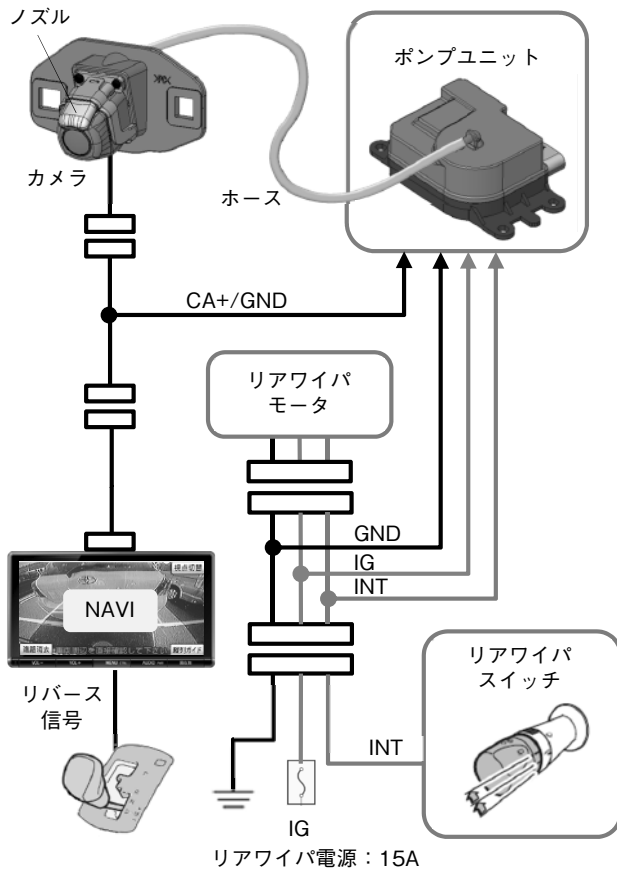


図 15 噴射前後のカメラ映像

7. 車両とのインターフェース

今回の開発におけるもう一つの課題は車両との電氣的な接続である（図 16）。



信号説明

- IG : 電源
- INT : 噴射トリガ（ドライバ操作）
- CA+ : 噴射トリガ（リバース連動）

図 16 車両との接続

クリンカムを動作させるには、ポンプユニットに供給する電源と、前述のとおりリバース操作に連動した噴射、およびドライバの操作による噴射を行うためのトリガ信号が必要である。

取付け作業性を考えると、これらの配線はポンプユニットの搭載位置に近いバックドア内部で完結することで望ましいと考えた。

まず電源については、バックドア内にあるリアワイパの電源を利用する。ポンプユニットの動作条件である電圧・電流を満たしており、動作中の

電圧低下などによって車両側の機能を阻害しないことも考慮して決定した。

リバース連動噴射のトリガ信号は、既存のバックカメラ電源を用いる。バックカメラ電源は、リバース操作に連動してON-OFFが切り替わるため信号として利用でき、バックドア内に配線があるため分岐が容易である。

ドライバ操作による噴射のトリガ信号は、リアワイパスイッチの信号を用いる。噴射を行うタイミングは降雨時が多いため、ドライバがワイパ操作することに違和感がないことと、バックドア内での接続が可能なおから、リアワイパからのスイッチ信号が最適と考えた。

8. 今後の課題

冒頭で述べたとおり車載カメラはセンシングの用途にも広がり、自動運転を支援するデバイスとしても使われる。その場合、雨滴や汚れによって対象物を検出できないことや、誤検出するという課題が残り、アルゴリズムでの対応にも限界があると考えられるため、クリンカムのような機能を適用することは有効な解決手段となる。

一方で、マルチアングルビジョン™や、バックミラーに代わるカメラモニタリングシステム（CMS）などへの適用を考えた場合、搭載場所が車両後方だけではなくるため、搭載性向上に向けてさらなる小型化が必要となり、またバック時以外の通常走行時でも適時水滴を除去する技術が必要になると予想される。

今回、雨滴除去機能に絞った開発となったが、今後の動向を踏まえ、海外市場でニーズのある泥汚れへの対応や、雨滴や汚れの付着検出技術と組み合わせた製品開発を進めていく必要がある。

9. おわりに

潜在的な課題であった雨の日のバックカメラの視認性向上を達成することで、安心・快適な運転に寄与できる製品開発が行なえた。

今後もユーザのニーズと期待に応えられる製品を開発することで、さらに快適なモビリティ社会の実現に向けて貢献していきたい。

最後にこの製品の開発に協力頂いた多くの方々に心から感謝申し上げます。

・クリンカム® は、株式会社デンソーテンの登録商標です。

・マルチアングルビジョン™ は、株式会社デンソーテンの商標です。

筆者紹介



古石 朋久
こせき ともひさ

CI 技術本部
第三技術部



大富 将司
おおとみ まさし

CI 技術本部
第三技術部



塚崎 充浩
つかざき みつひろ

CI 技術本部
第三技術部



伊熊 英昭
いくま ひであき

CI 技術本部
第三技術部