

雪国向きLED信号機

青森県立名久井農業高等学校

環境システム科2年 井戸上真衣、福田将大

環境システム科3年 川村健勝、小向美沙紀

1 アイデアを思いついた動機や背景

省エネルギーを目的に実用化されたLED信号機。全国の道路で従来の電球型に代わって設置されている。青森県でも2030年には100%LED化を目指して、2003年から導入が始まっている。ところがLED信号機は雪が付着して見えにくく大きな問題となっている。理由はLED信号機の表面温度の低さである。電球型より低いため雪が溶けないのである。現在、雪が付着しないようにレンズのひさしをなくしたフラット型、逆にレンズ前に透明カバーをつけたカプセル型が開発されているが、それでも雪の付着があり、現在は警察官が定期的に信号機のレンズ面の雪を長い棒でかき落している。そこで今年、警察やメーカーによる研究が始まっているが、私たちも新しいアイデアで雪の付着しにくい信号機を考えてみることにした。

2 アイデアの目的

着雪しにくいLED信号機の考案

3 内容・アイデアのもととなる原理

フラット型は雪の付着部分をなくすためレンズのひさしをなくしたデザインで、レンズ面に雪が着かないよう路面に20度傾けて設置している。カプセル型はレンズの前に透明なカバーをつけたもので、着雪しても下から少し見えるように工夫したデザインである。しかし、いずれも雪は付着し完全に課題は解決できていない。

写真 フラット型



カプセル型 (出典「ゼロしすてむ。」)



そこでこれらの新型信号機を改良しようと考えた。一般に雪害を軽減させる撥水性塗料が知られている。付着した雪の水分を瞬時にはじき、氷になってしまう前に物体から落ちてしまうからである。スキー板の着雪を防ぐ撥水スプレーや屋根や壁の着雪を防ぐ撥水コーティングはすでに実用化されている。そこで新型信号機に撥水コーティングすることを考えたが、いずれ撥水剤は剥がれ効果がなくなる。再度コーティングするのは手間とコストがかかり根本的に解決できない。

そこで思いついたのが付着しないヨーグルトのふたである。2013年に日本の企業がロータス効果を利用して開発した超撥水性資材である。

図1：ナノテクノロジーハイグロスガードHPより

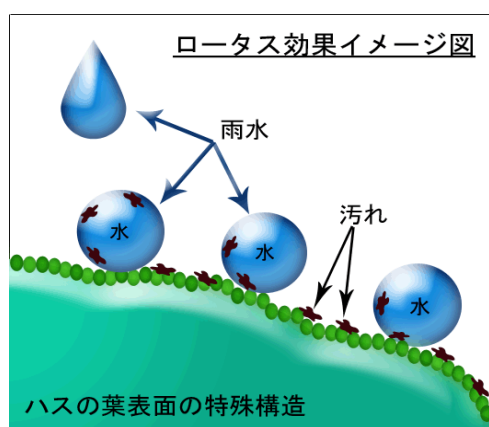


図2 水滴の接触角

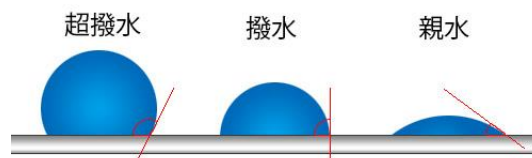


図3 撥水性資材



ハスの葉には小さな突起があり、その突起により水をはじくことが知られている。(図1) これをロータス（蓮）効果という。開発された撥水性資材にも小さな突起があり、接触角が170度と超撥水性能を持っている。(図2) この技術を信号機の表面やレンズカバーに施したら少なくとも雪が付着しにくくなるだろうと考えた。そこでメーカーから透明の撥水資材を取り寄せ、着氷実験を試みた。

<実験の手順>

- ① 透明で表面ツルツルのポリプロピレンのフィルムと透明のポリエステル撥水資材を用意する。
- ② -5℃の冷凍庫に設置する。
- ③ しばらく放置したら霧吹きで水を全面に散布する。
- ④ 半日したらまた霧吹きで散布し、24時間後に取り出して着氷の様子を分析する。

写真 左：撥水資材

右：ポリフィルム



その結果、写真のように撥水資材にはほとんど着氷が見られなかった。この実験を3回繰り返し、表面の氷重量を測定したところ、平均で撥水資材はポリフィルムの約30分の1しかなかった（表1）。低温下でもロータス効果が認められた。

表1：A4サイズのフィルムに付着した氷の重量（g）

区	付着重量（g）
ポリフィルム	2.7
撥水資材	0.1

また表面に小さな突起がついているので、乱反射し届くLEDの光量が減少してしまうのではないかと考え、透過光の照度を測定してみた（表2）。その結果、8%減少するだけで見た目には大きな影響はなかった。

表2：素材によるフィルムの透過光の照度（Lux） 着氷なし

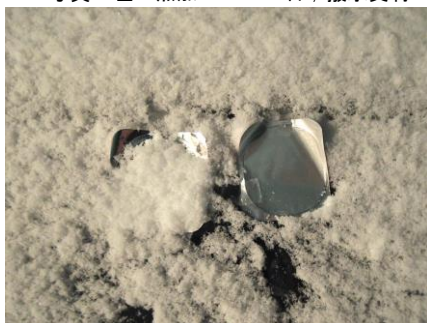
区	白色LED照度（Lux）
ポリフィルム	2,614
撥水資材	2,414

表3：素材によるフィルムの透過光の照度（Lux） 着氷なし

区	赤色LED照度（Lux）	青色LED照度（Lux）
ポリフィルム	118	678
撥水資材	125	674

さらに従来と撥水資材でできたヨーグルトのふたを雪の降る夜、壁に設置してみた。すると一時は表面につくが、写真のとおり、風などによってすぐ剥がれてしまうことがわかった。これにより雪がある程度降っても、付着しにくいことがわかった。

写真 左：無加工 右：撥水資材



4 新規性

着雪、着氷を防ぐために物体の表面に撥水剤をコーティングする技術はすでにある。し

かし物体そのものの表面にロータス加工をして、雪が付着するのを防ぐアイデアは今までになかった。新型の信号機にこの技術を付加することでより効果が高まると思う。

5 利点

この加工をフラット型信号機表面、及びカプセル型のレンズカバーに施すとコーティングのように定期的に塗布しなおす必要がない。全国には現在、20万基以上の信号機があるが、初期投資はかかるが長期的にはメンテナンスの手間やコストが大幅に減少すると思われる。この技術は信号機に限らず、雪国のソーラーパネルでも利用できる。

6 実現の可能性と問題点

私たちの住む青森県の太平洋側は比較的雪は多くない。しかし雪の降り方は地方によって量や雪質などが違うため一律には解決できない。雪の多い地帯では、ロータス効果で着雪を抑制し、それでも着いた雪は透明のソーラーシートで発電して融かしたり、風などの振動でふり落とすというように複数のアイデアを組み合わせるとよいと思われる。また雪が水になればより大きな撥水効果を得られることから、従来の融雪ヒーターのように40℃も熱を出す必要はなく、1℃程度発熱する薄型ヒーターをつけるだけで良いと思われる。

7 参考資料及び協力

生物の多様性に学ぶ新世代 バイオミメティック材料技術の新潮流 下村政嗣
東洋アルミニウム株式会社