

風の流れを可視化する小型気流センサー「anemolink」を開発

日常生活では、天気予報で風向や風速を気にすることはあっても、室内の空気の流れはあまり気に留めないのではないのでしょうか。しかし、室内空間の気流（空気の流れ）の可視化を必要としている分野は意外と多くあります。当社は現在、低コストで気流を可視化する気流計「anemolink」を開発しています。本製品は住環境改善、農業から新型コロナ対策まで、幅広く活用いただけるものです。

気流測定技術の取り組みを産学共同で

当社が「anemolink」を開発するきっかけとなったのは、スマートホームを推進している協業企業とのディスカッション中のある話題でした。その企業は、住宅内部の空気を効率的に換気するためにシミュレーションを実施しているものの、実際の気流をうまく測定できないという課題を抱えていました。気流を可視化する計測機器はすでに存在していますが、とても高価で大がかりな装置になってしまうため同時に使用できる数が限られ、詳細に測定することが難しいというのがその理由でした。

他方、近年の高気密高断熱住宅の増加に伴い、シックハウス症候群に代表される化学物質アレルギーの対策として、2003年に建築基準法が改正されました。この中で、住宅に換気設備を設置することや、2時間に1回の換気などが義務付けられたこともあり、住宅内部の気流を把握する必要性が高まっていました。

住宅の設計段階で気流をシミュレーションしても、実際には家具などが配置されるため、シミュレーションと同等の換気性能が発揮できているかはわかりません。そこで当社は「より簡単に」、「実際の生活シーンで」、「安価に」気流を測定したいというニーズが高まるのではないかと考えました。

住宅以外の産業分野でも、データセンターのような発熱量の多い機器が数多く設置されている場所で、温度の偏りが生じないように空気を循環させるための安価な測定機器が必要とされているのではないかと想定でanemolinkの開発がスタートしました。

折しも東京工業高等専門学校・電子工学科の水戸研究室が、サーミスタ(Thermal Sensitive Resistor)を用いた風速計測の研究を進めていました。この研究をanemolinkの開発に応用するべく、同研究室と3次元の風の流れを測定する技術の共同研究も始めました。

8個のセンサーで三次元計測を実現

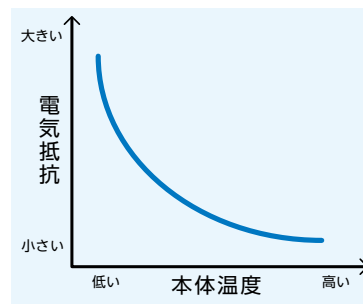


図-1 サーミスタの特性イメージ

anemolinkの筐体には8本のプローブ（探針）が実装され、それぞれの先端にサーミスタが取り付けられています。サーミスタは、金属酸化物半導体を抵抗体として用いた

センサーで、温度変化に対して電気抵抗が大きく変化するという特性があります(図-1)。温度を測定するセンサーにはさまざまなものがありますが、サーミスタは安価でありながら、高感度・高精度を実現できることが利点のひとつです。

サーミスタは、本体の温度変化に応じて電気抵抗が変化します。つまり、サーミスタに風が当たると本体の温度が低下します。温度が低下すると電気抵抗が大きくなるため、その抵抗値を読み取ることで風が当たったかどうかを判断することができます。この電気抵抗は風の強さに比例し、温度は反比例の関係となるため風が弱ければ電気抵抗の低下は少なく、風が強くなれば電気抵抗は大きく低下します。これで風の強さ（風速）を計算することが可能となります。

同様にサーミスタの特性を利用し、風の向き（風向）も測定することができます。図-2はプリント基板にサーミスタが実装されている状態を示しています。図-2の左はサーミスタが実装されている方向から風があたっているため、このサー

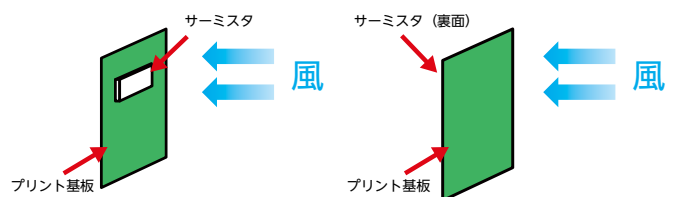


図-2 風向の測定方法（2次元の場合）

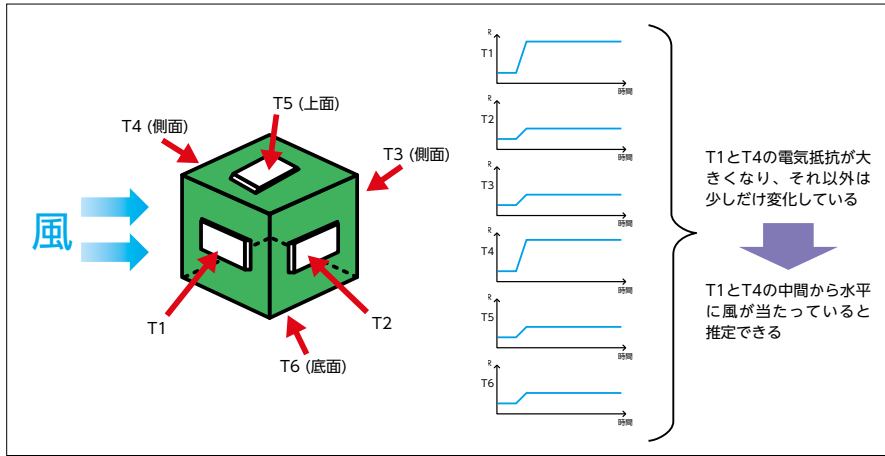


図-3 風向を検知する仕組み

ミスタ本体の温度は低下します。一方、図-2の右はサーミスタが実装されていない面に風が当たっています。この状態では、サーミスタ本体の温度は低下しません。つまり、サーミスタ1個でプリント基板の表裏方向の風向を検出することが可能となります。この原理を利用し、anemolinkの筐体の四方にサーミスタを実装したプリント基板を配置することで、平面（2次元）の風向を算出することができます。

anemolinkはこの考え方を応用し、3次元の風向／風速も測定しています。3次元で風向／風速を測定する仕組みは、図-3のとおりです。図の黒い突起部分がサーミスタで、立方体の6面すべてにサーミスタを実装していると仮定します。矢印の方向から風が流れると、風の当たるT1とT4と、風の直接当たらないT2、T3、T5、T6では電気抵抗値は異なります。つまり、6面に配置されたサーミスタの電気抵抗値の大小関係を算出することで3次元の風向と風速の値を得ることができます。anemolinkは、合計8個のセンサーの出力をニューラルネットワークで処理し、3次元の計測を実現しています。

東京工業高等専門学校との共同研究において開発したプロトタイプは、2019年12月のAI・スマート住宅 EXPOにおいて展示・実演を行い、多くの来場者から注目を集めました。その後、筐体などを改良して出来上がったanemolinkは風向／風速を3次元で測定し、その結果を内蔵のBluetoothでスマートフォンに送信、画面に風の流れを表示します（図-4）。

anemolinkの主な特徴は以下のとおりです。

- 小型バッテリーで動作するので、電源が取れない場所でも設置可能
- ワイヤレス通信のためコードが不要
- スマートフォンで気流を可視化（ARで視覚的に確認可能）
- 専用ソフトウェアで風向／風速の連続ログデータが取得可能（予定）
- 温度、湿度、気圧、TVOC（総揮発性有機化合物）、CO₂センサーを内蔵

anemolinkには温度や湿度などを計測する環境センサー

のほかに、CO₂センサーも搭載しています。将来的にはCO₂濃度から人の密集を推定するなど、気流の可視化と合わせてより幅広い活用シーンがあると考えています。

住環境、ビル、農業など幅広い用途での活用を

現在、当社では測定精度を向上させるため8個のセンサーから得られ

る情報を機械学習し、ニューラルネットワークで計算を行う開発を進めています。またanemolinkは、お客様に試用していただくためのデモ機が完成しました。今後はお客様と共に実証実験や評価を行い、機能をブラッシュアップして完成度を高め、2021年春の製品化を目指していきます。

anemolinkが活躍できるシーンは、当初想定した住環境の評価や室内空調環境確認の他、熱中症対策や高齢者の見守りにもあるのではないかと考えています。また、風の動きが農作物の生育に影響するビニールハウスや施設園芸農業といったスマート農業、環境測定やビル空調管理などの用途にも活用いただけるものと期待しています。

最近では新型コロナウイルスの流行に伴い、空気感染やエアロゾル感染など、気流の動きとウイルスの関連性にも注目が集まっています。人が集まる施設などでは一定の換気を行うように業種別ガイドラインが定められており、これまで可視化することが難しかった空気の流れを把握することは、とても重要な意味を持つようになってきたと感じています。当社はこれからも「見えないものの可視化」にこだわった製品を開発していく所存です。

（LSIソリューション事業部 田村 豊）



図-4 anemolinkとスマートフォンのAR表示