

5 ライフアシストプロジェクト

暑さ対策へのセンサ付きウェア活用と 鉄塔の保守コストを軽減する塗装仕様の開発

NTT デバイスイノベーションセンタ（以下、DIC）のライフアシストプロジェクト（以下、LAP）は、「デバイスのレベルから世の中の課題に取り組む」ことをミッションとしており、研究開発してきたデバイスと知見を活用して医療、ヘルスケア、インフラメンテナンスなどの分野における課題解決に取り組んでいる。本稿ではその中から2つの取り組みを紹介する。

センサ付きウェアを活用し暑さ対策を行う共同実験

NTT はこれまで物性科学基礎研究所の技術を活用して東レ株式会社と共同開発したセンサ付きウェア hitoe®（ヒトエ）を使い、生体情報を収集するさまざまな実証実験を行ってきた。DIC でも hitoe の実用化に向けた取り組みを進めている。2018 年 8 月に発表された株式会社アシックス（以下、アシックス）との共同実験もその1つだ。

アシックスがスポーツ生理学研究で培った温熱快適性評価技術およびウェア設計技術と、NTT 研究所の生体情報センシング技術やデバイス開発技術を組み合わせ、炎天下における生体情報を収集して暑さ対策に活かすことを目的としている。

個人別暑さ指数を開発し新たな体調管理手法につなげる

人体への温熱的な負荷を予測することを目的に、環境省が湿度、周辺の熱環境、気温から算出される「暑さ指数」を発表している。しかし全国で 840 地点のみが対象という「粗い」情報であるため、暑さ対策に活かしづらいという側面もある。

「身体への負担は個人の特徴や置

かれる状況によって異なるという問題もあることから、地域別でなく一人ひとりの温熱的な負荷をモニタリングして暑さ指数を算定し、新たな体調管理手法の確立につなげることを目指しています。」（桑原氏）

小型・軽量のセンサ端末で衣服内の温度・湿度まで計測可能に

センサ付きウェアは、ウェアとデータを送信するトランスミッタが内蔵されたセンサ端末で構成される。アシックスとの共同実験では、



NTT デバイスイノベーションセンタ ライフアシストプロジェクト

〔後列左から〕研究員 石井 梓氏、主任研究員 三輪 貴志氏
（所長 兼務）プロジェクトマネージャ 金子 明正氏

〔前列左から〕主任研究員 松岡 裕人氏
シニアスタッフ 石原 隆子氏、主任研究員 桑原 啓氏

従来の約半分に小型・軽量化し、装着の負担を大幅に軽減したプロトタイプ（図1）を使用している。

「初期のセンサ端末は厚みが気になり違和感があるといったフィードバックを参考に、センサ端末の小型・



図1 センサ付きウェアのプロトタイプ

軽量化や、磁石の力を活用して簡単に着脱可能にするといった改良を行っていました。そこにアシックスの知見を加え、取り付け位置を従来の体の前面から背面に変更したほか、衣服内の温度・湿度と日射熱温度を同時に計測できるようにしました。衣服内の温度・湿度を計測する取り組み自体、珍しいと言えます。」(松岡氏)

センサ端末から送られる情報はスマートフォンやスマートウォッチで確認できる。将来的に実用化する際には、スマートフォンアプリで水分補給や休憩を促すアラート通知、暑さ対策に関する情報提供を行うことも検討されている。

センサ付きウェアの実用化に向け実験規模を拡大

センサ付きウェアを着用し、炎天下で各種情報を実測した実験結果を図2に示す。グラフ中の黒い四角は従来の暑さ指数(WBGT)、青いグラフが開発中の個人別暑さ指数を示している。ほとんど変化しない従来の暑さ指数と異なり、個人別暑さ指数は、赤い丸で示した「実際に人が感じている暑さ感覚」に近い。

今後は引き続きセンサ端末やウェアの改良を進めるほか、実験の規模を拡大してより多くの人、幅広い年齢層の人にセンサ付きウェアを着用してもらう方針だ。また、スポーツ医学や温熱生理学など、各分野の専門家との連携も進め、新しい体調管理手法の有効性を高めていく。これらの取り組みを通じてセンサ付きウェアを活用する体調管理の仕組みを早期に実用化し、炎天下で働く人

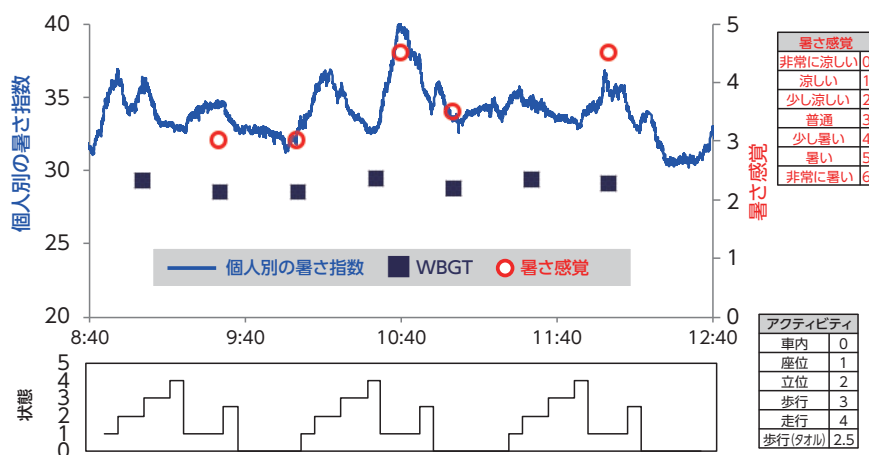


図2 炎天下で実測したデータから個人別暑さ指数を算出した実験結果

や、高齢者や子供などの暑さ対策に役立てたいと考えている。

「DICとしても技術を提供するだけではなく、ビジネス化を強く意識して取り組んでいます。」(金子氏)

無塗装鉄塔のメンテナンスを効率化する取り組み

NTTグループは全国に多数の無塗装鉄塔を保有している。これらの鉄塔には亜鉛めっきが施されているため、一般的な環境では建設から数十年はメンテナンスが不要だが、亜鉛めっきが消耗してしまうと、腐食を防ぐため10~15年おきに塗装を施す必要がある。亜鉛めっきが消耗して塗装を必要とする鉄塔は増加が続く見込みであるため、保守コストの低減が重要な課題となっている。

「腐食に強く寿命の長い塗料を使い、塗り替えの間隔を長期化することを考えています。そのためにはまず塗料の防食性能を正しく評価できなければなりません。海辺のような環境を模して短時間で腐食させ、塗料の性能を評価する『加速試験』が従来行われていますが、現在広く採

用されている試験手法には、試験に時間を要する、また実環境との差異が大きく、実環境における塗料の優劣と、試験における実環境の優劣が一致しない場合がある、といった問題があります。そこでそれらの問題を改善する“NTT式複合サイクル試験(CCT-N)”という試験方法と、試験に使う試験溶液を開発しました。」(三輪氏)

塩水噴霧、湿潤、乾燥の各工程の温度、時間を調整

代表的な加速試験には、塩水(NaCl水溶液)を噴射し続ける「塩水噴霧試験(Salt Spray Test: SST)」、塩水の噴霧と乾燥、湿潤の工程を繰り返す「複合サイクル試験(Cyclic Corrosion Test: CCT)」があり、いずれもJISおよびISO規格で規定されている。SSTには腐食の挙動が屋外環境と異なるという問題があり、それを改善したCCTにも①腐食の速度が遅く、所定の2,000時間では期待する10~20年相当の腐食を再現できない、②SSTよりは腐食挙動が実際の屋外環境に近いものの、亜鉛

の屋外腐食の再現性が低い、という問題が残っていた。CCTで腐食の速度が遅いのは「乾燥時間が長すぎるため試料が完全に乾き、腐食が進行していない無駄な時間の割合が多すぎる」ことが原因と考え、LAPでは湿潤の時間に対する乾燥時間の比率を大幅に減らすことにした。

日本の気象データと、塗膜の吸水・乾燥特性の測定データを用いて、塩水噴霧、湿潤、乾燥の各工程をどのような温度と時間で行えば、実際の屋外環境と同程度に塗膜が吸水・乾燥するのかを算出した。実験を繰り返して調整した条件をまとめたものが、独自の試験条件 CCT-N となった。

自然条件に近い腐食を実現する試験溶液を新たに開発

亜鉛が腐食する際に生成される gordaite という物質は、防食性が高く、その後の腐食の進行を抑制する効果が得られる。ところが従来の加速試験で用いる塩水では gordaite が生成されないため、亜鉛は自然環境下より過剰に腐食する。一方、gordaite の生成に必要な物質を含む人工海水で試験を行うと、降雨の影響を再現できないため、自然環境下との差異が生じることがわかった。理想的には人工海水と人工雨の両方を噴霧すれば良いと考えられるが、現在普及している CCT 用の試験装置では 1 種類の溶液しか噴霧できない。

このままでは亜鉛めっきや、高濃度の亜鉛を含む塗料「ジンクリッチペイント」の防食性を正しく評価することができないため、LAP は独自に CCT-N と組み合わせる新たな試験溶液（新溶液）を開発した。こ

の新溶液は、海水によって生成した Gordaite が降雨によって洗い流されて減少した後の状況を模擬できるように、海水成分の比率や濃度が調整されている。

図 3 の右側 2 つの写真は、ジンクリッチペイントを塗装した試料に対し、従来の塩水を使い CCT-N および SST の試験を 2,000 時間行った結果を示している。gordaite が生成されないため、「×」の傷を付けた部分の腐食が進んでいる。図 3 の左端の写真は同様の試料を、腐食が進みやすいことで知られる沖縄県宮古島海岸で 2 年間（平均的な塩害地の 10~20 年に相当）暴露した結果を、左から 2 番目の写真は新たな新溶液を使い CCT-N の試験を 2,000 時間行った結果を示している。「×」の傷の部分は gordaite を含む亜鉛の錆びによって腐食の進行が良好に抑制され、2,000 時間の試験で宮古島海岸に 2 年間暴露したのと同じような状態になったことが見てとれる。

新たな塗装仕様を設計 CCT-N は標準化も目指す

CCT-N と新溶液の組み合わせにより、従来の試験方法と同程度の腐食を 1/1.2 ~ 1/3 の時間で進行させることが可能となった。しかもより実環境に近い腐食を再現している。効率良く、より正確に塗料の防食性能を評価する手法を確立した LAP は、

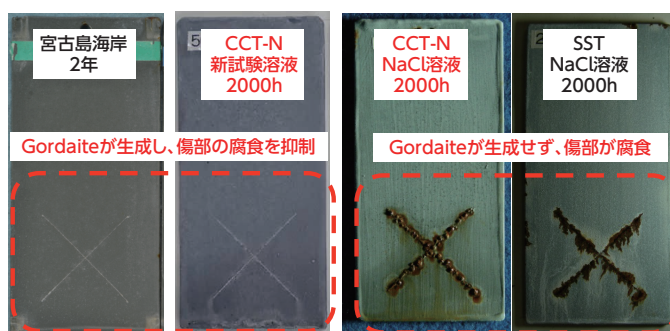


図 3 CCT-N による試験結果の例

この試験手法により「腐食に強く寿命の長い塗装」を選定した。

そうして策定した新たな塗装仕様は、ジンクリッチペイントの上に水・酸素・塩分の遮断効果が高い、新開発の鱗片状顔料入り厚膜型エポキシ樹脂塗料を塗るというものだ。この塗装仕様に用いる塗料の基本的仕様は LAP が発案し、それに基づいた実際の塗料開発は塗料メーカーが担当した。エポキシ樹脂塗料を 2 回、その上にフッ素樹脂塗料やポリウレタン樹脂塗料を塗り重ねる現行の塗装仕様と比較して 2 倍以上の寿命を CCT-N による試験で確認済み。塗料にかかる費用はややアップするが、従来 3 回であった塗装工程が 2 回に減ることで塗装コストは従来とほぼ同等となり、寿命は 2 倍以上になったことで、保守コストを半減できると期待されている。

「NTT グループ企業において新たな塗装仕様の採用に向けた働きかけを行っているほか、学会・論文等でのこの塗装仕様をアピールし、NTT グループ外にも普及させることで、塗料の価格が下がるように活動しています。また、CCT-N を ISO 規格として採用してもらえるよう、標準化活動にも取り組んでいます。」（三輪氏）