

現場で役立つIoTツール

金型温度計測システム「TWINDS-T」 —良品判別ラインの「見える化」—

匠ソリューションズ(株) 山崎 悠*

近年、インダストリー 4.0 の影響を受け、国内外の製造現場で IoT 導入が加速している。その波はダイカストの領域にも及んでおり、「ダイカスト工程における課題を IoT で解決できないか」というご相談を多くいただいている。

例えば次のような課題でお困りの方もいるのではないだろうか。

- ・「チョコ停」後の捨てショットと良品ラインの見極めに根拠が欲しい。
- ・歩留まりを改善したい。
- ・量産金型の温度管理をしたい。
- ・日本で問題なかった金型が、海外拠点で同条件設定なのにばらつきが出る原因を解明したい。
- ・ベテランによる「勘と経験とコツ」に頼るモノづくりから脱却したい。
- ・新人や派遣社員でもわかる良品ラインの指標値を定めたい。
- ・リアルタイムで金型の温度変化を捉えたい。

これらの課題は、ダイカスト金型の温度計測が簡単・低コストにできれば、課題解決の糸口となるのではないかと考えている。しかし、ダイカスト工程では樹脂成形領域に比べてセンサによる温度計測が広まっていない。

その理由として、電子機器に対して厳しいダイカスト工場の環境の中で面倒な配線の引き回しが必要なこと、データ収集に物理的な接続が必要なこと、システムが高価であるといった理由があげられる。そのため、ダイカスト工程において、金型内部の温度変化を可視

化することは難しかった。

今回、安価で手軽に金型の温度変化を可視化でき、ワイヤレスでデータを収集できる製品「TWINDS-T」(図1)を開発したので紹介する。

開発の背景

本製品は、東北の産学官企業団体が結集したマシンインテリジェンス研究会のニーズ・シーズ活動より実現した製品である。会員企業である自動車部品システムメーカー、IoT 製品の開発実績をもつ当社、ソフト

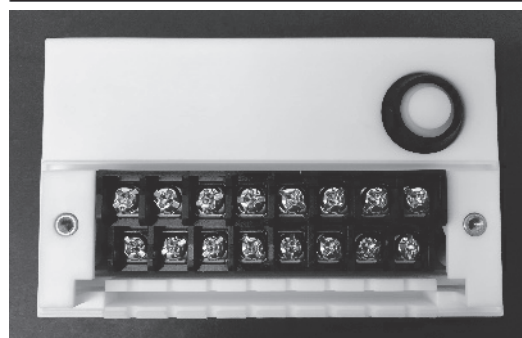
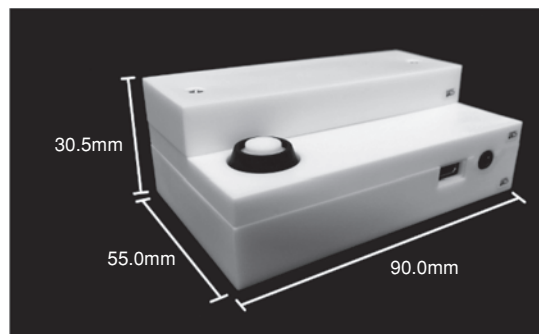


図1 「TWINDS-T」本体 (サンプル)

*Yu Yamasaki：営業推進部
〒980-6019 仙台市青葉区中央4-6-1
TEL(022)342-1888

ウェア開発技術をもつ東杜シーテック(株)がワーキンググループ活動を重ね、製品化にたどり着いた。

ダイカスト工程では、熟練した技術者が日々の作業で気温、湿度によって冷却調整を行い、製造された製品の良し悪しを目と肌で判断して微調整を重ねている。このため、季節の微妙な変化によって歩留まりが変動したり、同じ金型を海外工場で稼働すると、同じ品質の製品ができなかったり、熟練技術者の技術力に左右されるという課題がある。

このような課題を解決するため、ダイカスト工程で最も重要な“温度変化”に注目し、①高速サンプリング、②リアルタイム可視化、③無線通信を兼ね備えるシステムを開発した。

製品特徴とシステム構成

本製品は、K型熱電対センサを使って、ダイカスト金型の温度変化をリアルタイムに可視化することが可能なシステムである。

以下に製品特徴とシステム構成を記載する。

1. 製品特徴 (図2)

(1) ワイヤレス

本製品最大の特徴は、2.4 GHz 帯の Wi-Fi を搭載

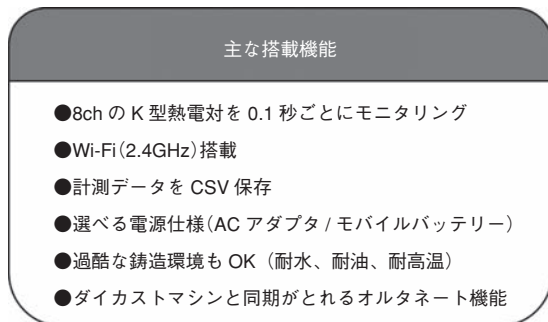
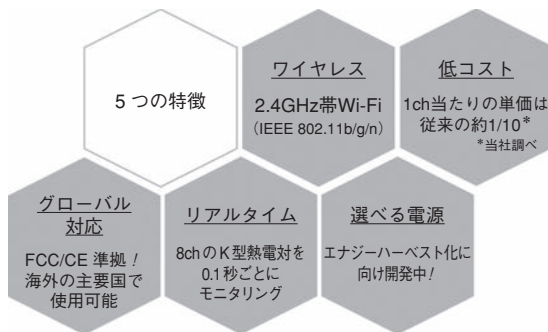


図2 TWINDS-Tの5つの特徴と主な搭載機能

しているのも、データの収集をワイヤレスで行えることである。ダイカストマシンに近づかなくても、また工場環境に左右されず、事務所など離れた場所から金型温度データの取得が可能である。

8chごとのユニットとなっているため、熱電対のシース線を最短で配線できる利点もある。1台のロガーに熱電対の配線を集約しなければならない従来品の場合、熱電対の無理・ムダな引き回しや配線上の制約が生じやすく、その結果、稼働中の熱電対断線の原因になっていた。

さらに、設置が大掛かりになってしまうため、長時間ラインを停止する必要があり、量産金型への温度計測システムの導入に二の足を踏んでいた方も多かったのではないだろうか。本製品はそのウィークポイントを少なからず改善できたと考える。

将来的には、熱電対以外の電源ラインなどを含む完全ワイヤレス化に向けて開発中である。

(2) グローバル対応

2.4 GHz 帯 Wi-Fi を採用した理由は、海外工場での使用を可能にするためである。同じ Wi-Fi でも 920 MHz 帯の場合、回折性が高いといった利点はあるが使用が許可された国でのみしか使えず、しかも主要国で共通して使える帯域はわずか 0.5 MHz とかなり限定的である。

つまり、ヨーロッパの工場では使用できたが、中国の工場では使用できないといった事態が発生する。また、920 MHz 帯では各国の電波法に抵触するおそれもあるなど、制限も多い。

本製品は、2.4 GHz 帯 Wi-Fi によりワイヤレスかつグローバルに対応しているため、海外工場に持ち込んでの不良品解析も可能と考える。

(3) 低コスト

本製品3つ目の特徴は、低コストであるということだ。よりたくさんの現場でお使いいただきたいとの思いから、1ch当たりのコストは従来品の約1/10に仕上げ、金型ごとに取り付けていただける価格を目指した。

(4) リアルタイム

ただし、せっかく導入しても“安かろう悪かろう”では意味がない。本製品は、0.1秒ごとにデータ計測が可能であり、ショット時の瞬間的な温度変化もリアルタイムに計測できる。ダイカストマシンから出力さ

れる金型温度情報では精度が粗く物足りないといった課題も解決できる。

また、計測結果は CSV ファイルで保存可能なため、CAE 解析結果との比較など各種データ解析・編集も可能である。低コスト&シンプルでありながら、高機能を実現した。

(5) 選べる電源

本製品の電源は、計測環境や計測時間に合わせ、ACアダプタかモバイルバッテリーから選択できる。ケーブル断線の可能性といった課題はあるが、メンテナンス性を重視し AC アダプタを選択してもよいし、充電の手間はあるが配線引き回しを避けるためモバイルバッテリーを選択してもよい。トライアルなど、一時的な計測の場合はモバイルバッテリーを、量産ラインなど長期的な計測の場合は AC アダプタといった具合に使い分けできる。

また、現在、無線給電 (Qi) の採用にも取り組んでおり、試作品が完成したところである。将来的にはエネルギーハーベストを採用し、熱電対以外を完全ワイヤレス化するべく研究開発を進めている。

2. システム構成

本製品は、ユーザーのネットワーク環境に合わせて以下の2つからシステム構成が選べる (図3)。

- ① 無線ルータを追加し、スタンドアロン構成で使用。
- ② 既存の社内ネットワークへ本製品を端末として追加し使用。

上記どちらの場合も、基本的には特別な配線は不要で、最短で納入後、即日利用も可能だ。

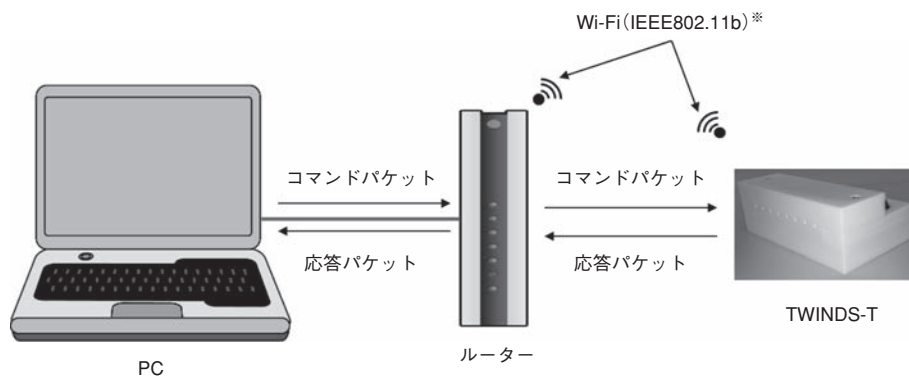
システム導入効果予測

昨今、金型の温度分析手法と言えば、シミュレーション (CAE) とサーモグラフィによるものが主流であるが、この2点だけではどうしてもショット中にリアルタイムで温度変化を予測・計測することはできない。特に、金型が閉じている際に内部でどのような温度変化が起きているかを捉えることは難しく、勘や経験に頼るしか手段がなかった。

しかし、本製品を使って熱電対を金型各所へ仕込むことで、より金型表面に近い温度を測定でき、シミュレーションではわからなかった現象の確認やサーモグラフィでは見えなかった個所の温度の可視化ができる。例えば、頂点がわかりづらい金型のサチレート状況も、どのタイミングでどのように完全にサチレートしたのか、グラフとして可視化することが可能である。

現段階で本製品は温度計測機能のみにとどまるが、今後は別に取得する製品の射出速度、圧力などのデータと計測温度データの紐付けができるシステム化を推進していきたいと考える (図4)。ダイカストの次工程で NG となった場合、射出の状態や金型温度のデータが紐付けできていないため、遡ってどの要素に原因があるかわからないという課題を解決していきたいと考える。

すでにヨーロッパの製造業界では、各工程で計測したデータと製品の紐付け (トレーサビリティ) が進んでおり、今後は国内のダイカスト工程のみならず、加工や組立工程でもトレーサビリティが求められると予想する。



※ユーザーのネットワーク環境に合わせての接続となる

図3 システム構成

事実、日本の食品製造では生産者や加工時の情報、管理情報といったデータが食品ごとに紐付けされており、消費者は売り場で商品のバーコードを読み取るだけで“生産者の顔”を確認できるという仕組みが進んでいる。

このようにダイカスト工程においても、鑄造直後から製品出荷までロット番号と各データの紐付けができれば、“良品判別ライン”の指標決めや、鑄巣の発生、

焼付きや収縮による寸法 NG が起きた際の原因分析が容易になるといった効果が期待できる。

もちろん、金型温度だけで判断できるとは一概には言えないが、不良原因の早期究明につながることは間違いないと考える。

導入事例

現在、自動車部品システムメーカーにて、本製品の耐久試験を行っている。

1. 背景

生産活動のグローバル化においてヒューマンエラーや変化点の把握不足などによる多くの品質問題や立上げロスが発生しており、生産状態の可視化・定量化技術が必要である。

2. 目的

鑄造課題に対し金型内部の見える化を実施し、データを蓄積。良品条件を国内で見極め、ゆくゆくは海外展開を図る。

3. 内容

金型の可動側のキャビティ計 5 カ所を計測し、起動後の温度変化とチョコ停後の金型温度変化を可視化する。

4. 結論

金型温度を計測することで、チョコ停からの温度上昇の状態とサチレートまでの様子が可視化できた (図 5)。本製品は耐久テスト中ではあるが、鑄造工場の環

トライアルでの活用

- CAE 解析と実測の比較、CAE 解析結果証明
- 不具合対策
- 他機種の上上げへのフィードバック

量産ラインでの活用

- CAE 解析と実測の比較、CAE 解析結果証明
- 量産中のトラブル早期発見
- サチレート状況確認
- 良品ライン見極め
- ロット番号ごとの射出速度、圧力と温度データの紐付け

図 4 活用事例

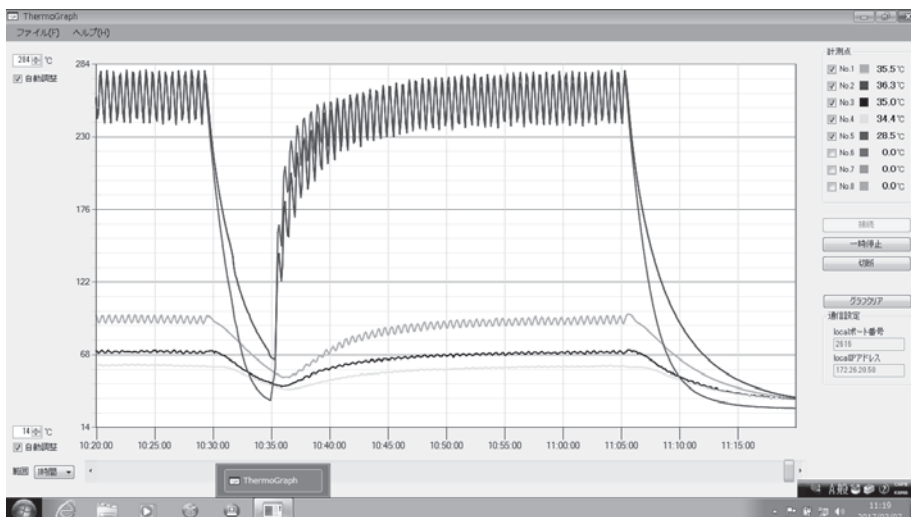


図 5 チョコ停後の金型サチレート状況

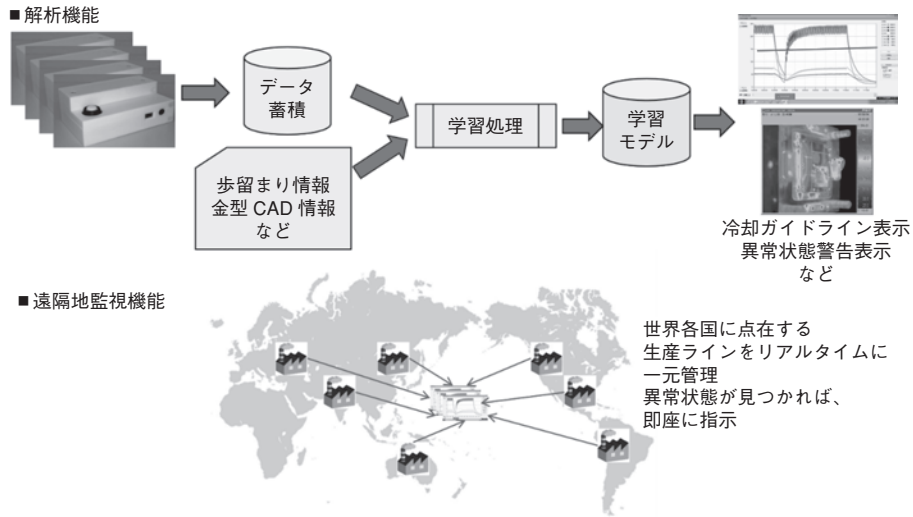


図6 今後の展望

境に十分耐え得る性能・機能であると言える。

今後の展望

金型に本製品を取り付けるには、電源ワイヤが邪魔となり、故障や製造の妨げとなる。そのため電池駆動を用いることがあるが、電池交換の手間がかかり、数日間連続で動作する金型には向かない。このような課題を解決するため、本製品は完全なワイヤレス化を目指し、エネルギーハーベスト技術や無線給電システムを導入し、金型の設置をシームレスに行っていく。

また、“温度の見える化”をさらに発展させ、ユーザー設定や学習機能を用いたアラート機能を実装し、

歩留まり向上に寄与できるシステムを提供していきたいと考える（図6）。

さらには、海外工場をはじめとする複数のダイカストマシンを同時にモニタリングできる機能をもたせることで、問題を未然に防止できるように製造ラインを1カ所で管理することが可能となる。

われわれは今後も製造現場の課題に常に耳を傾け、IoTを活用しいち早く解決する手段を提供することで、製造現場の発展に貢献していきたいと考える。

【謝辞】

ご協力をいただいた東杜シーテック(株)担当者様はじめ、皆様
に感謝申し上げます。