

特集：溶接電源 ～電源の最新技術情報～

溶接機器の IoT ソリューションについて

パナソニック株式会社 CNS 社
プロセスオートメーション事業部 戦略企画室
廣田 幸伯

1. はじめに

図 1¹⁾に示す通り、日本の 15 歳から 64 歳に相当する生産年齢人口は 1995 年をピークに今後減少、また日本総人口も 2010 年をピークに減少することにもない、溶接施工に従事する人口も減少することが予想される。このような動向に伴い、各社工場では限られた人員でも、従来以上に生産性や品質を高め、他社との競争力を強化していくことが求められている。溶接施工自体はロボット溶接等により自動化が進みつつあるが、溶接工程の前後工程などはまだ人に頼る部分も多い。このため溶接に関連する工程の自動化を行うと同時に、溶接後の製品の品質を向上することの取り組みも求められている。

上記のような状況のもと、パナソニックは 2020 年 8 月に溶接施工の前後工程も含めた溶接関連情報のプラットフォームとなる「統合溶接管理システム iWNB (integrated Welding Network Box)」を発売した。以下に本システム (iWNB と示す) を紹介するとともに、溶接に関連する工程の自動化に関するアプリケーションについても下記に解説していく。本報での「溶接」は、アーク溶接を主眼におき解説を進める。



図 1 日本の人口推移

2. 統合溶接管理システム iWNB (integrated Welding Network Box) について

最近の溶接電源は CPU を搭載したデジタル制御機となっており、溶接機器をネットワークに LAN 接続することで iWNB をインストールした PC (パーソナルコンピュータ) との通信が可能となり (図 2)、溶接電源および溶接機器が有する各種溶接関連データを PC 側に取り込むことが可能となった。iWNB の機能は 3 点あり、収集したデータのデータベース化に加え、トレーサビリティ機能やメンテナンス機能を兼ね備えている。

本システムは、現在、弊社製溶接電源内蔵ロボット TAWERS (The Arc Welding Robot System) と直接 LAN 接続することが可能である。さらに、DCT (Data Control Terminal 信号変換装置) を介することでフルデジタル溶接機、そしてサイリスタ制御の溶接機とも接続することができる。サイリスタ制御などのアナログ溶接機に対しては外付の IoT ボックスを付加し (図 3)、外部からでも測定できる電流や電圧を主に測定し、溶接品質に加え、簡易的に稼働率なども確認できる。その後さらには他社の機器へと順次展開、拡張を図る計画である。

また iWNB 画面には、タブレットや携帯端末からでもブラウザを介してアクセスすることができるため、手元で工場の現場の状況を確認することができる。

但し、データを収集することが本システムの目的ではなく、最終的にはユーザーが生産性を向上でき、生産物である製品の品質を向上することにつながる事が、本システムを導入いただく目的である。そのため収集したデータを活用して、いかに工場の課題を見える化できるかが重要なポイントとなる。この視点は、工場内の立場によっても異なる。経営者はどうすれば良い製品をさらに早くたくさん作れるようになり経営に貢献できるかにつながる見える化を求める。現場の溶接作業者はなぜ不具合品が発生させたのか、どのようにして手直し工数を削減できるかにつながる見える化を求める。また、溶接機器をフルに稼働し続けるため、なぜ溶接機器が停止したのか、なぜこの溶接機器のみ停止することが多いのかを検証したいといった要望がある。iWNB では、このような問題の解決につながるような見える化のためのコンテンツを有しているため、一部ではあるが下記に紹介する。

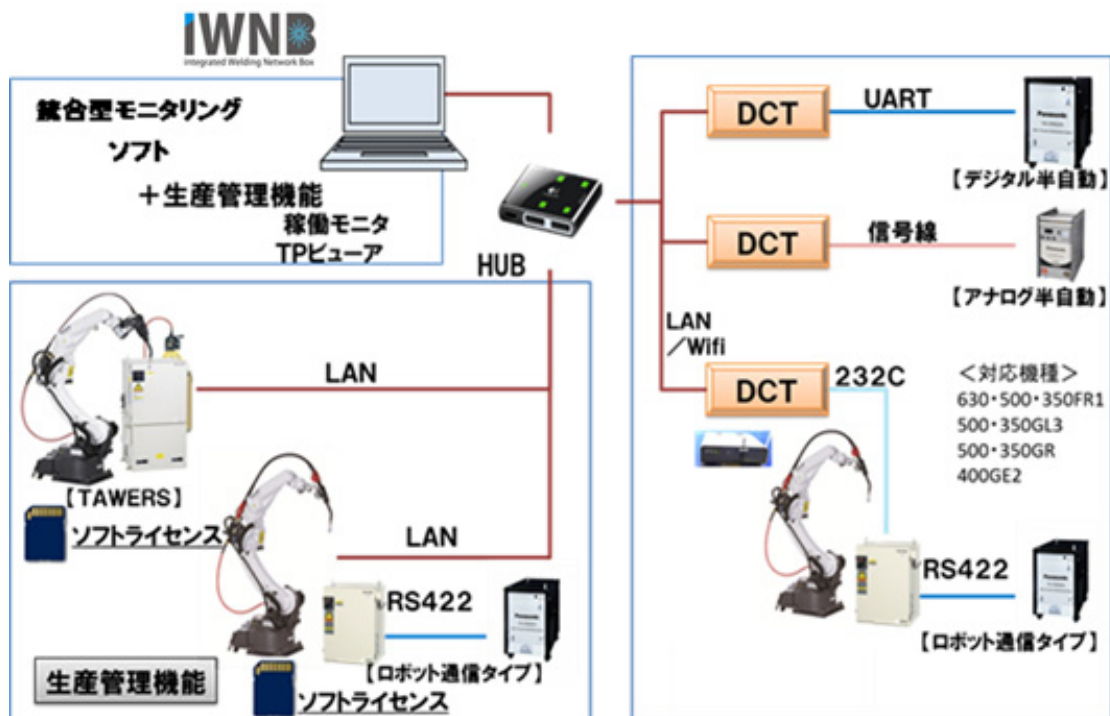


図 2 溶接機器の情報ネットワーク

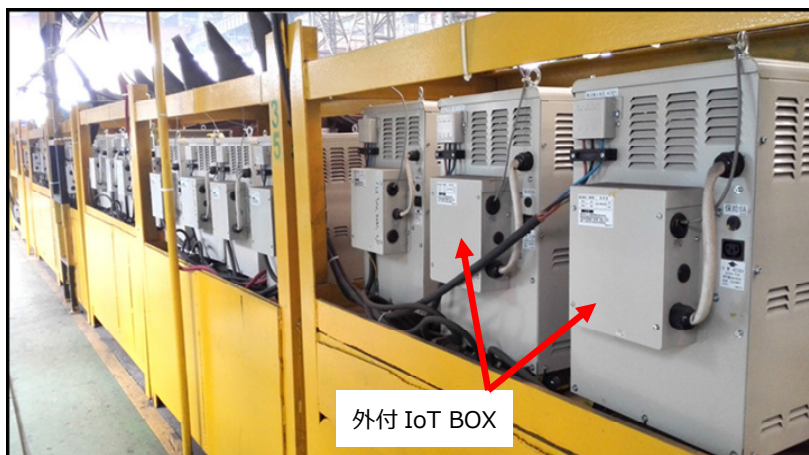


図3 アナログ溶接機の IoT BOX

2.1 OEE 総合設備効率

OEE (Overall Equipment Effectiveness) は生産設備の効率をいかに上げるかに使われる指標である。OEE は「稼働率」と「機器の性能」と「品質」の3項目を数値化することにより積算算出することができ、経営者目線の経営指標として活用することができる。

図4 上側の棒グラフは、前記3項目を数値化し OEE を算出したもので、下側の折れ線グラフは OEE と前記3項目について、それぞれ生産する3つのラインの時系列変化状況を比較して示したものである。OEE を高めるために、機器の稼働率をいかに上げるか、機器の性能上の問題はないのか、品質不具合がどの程度出ているのかなどの点が明確となり、ライン間での比較をする分析が可能となる。図4のデータでは、機器の性能がライン2で極めて高いことから、OEE が高くなっている。

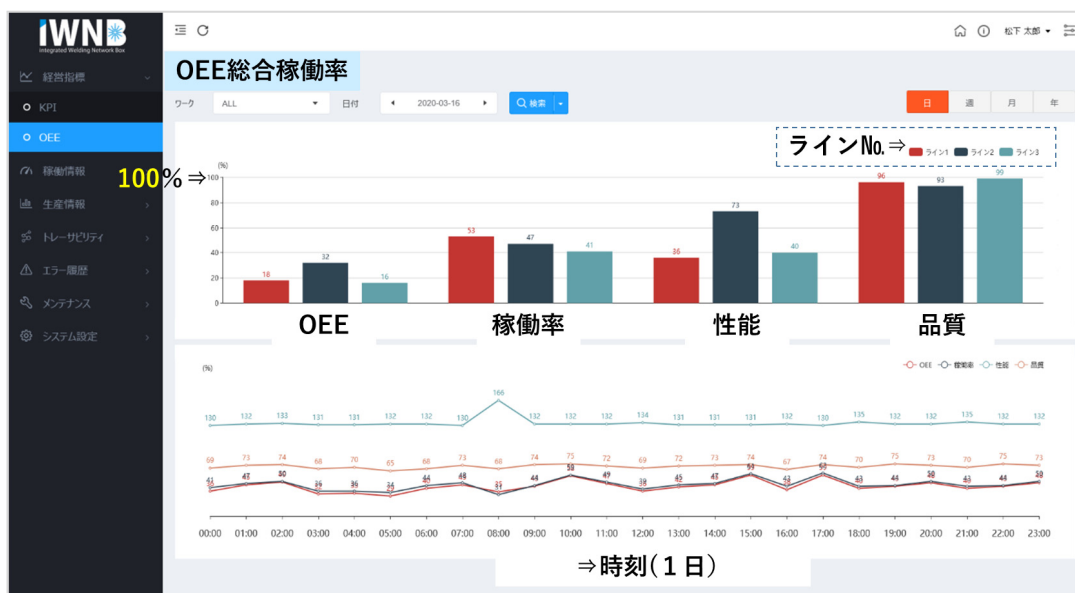


図4 iWNB 画面 OEE 総合設備効率

2.2 モータ負荷率

ロボットを駆動するモータにかかる負荷状況を確認する指標としてモータ負荷率がある。図5は、6軸多関節ロボットの各軸モータと外部軸モータのピーク負荷率および平均負荷率の時間的変化を示す。モータの潤滑性がスムーズであれば、負荷率はロボットの姿勢に応じた当初の水準をキープする。しかし、モータの潤滑性に問題が発生しなめらかに動くことができなくなれば、モータの交換修理を行う必要がある。その場合、モータ負荷率は上昇していく傾向となる。よって、モータ負荷率を

モニタリングしておき、あるレベル以上に到達するとアラームを発信する機能が搭載されている。モータ負荷率は、ロボットの姿勢によっても異なるため何%になれば問題かと絶対値で判断することができず、あるティーチングプログラムごとの負荷率の推移をモニタリングしておき、上昇幅によりそれぞれの軸に対しアラームを発生させる基準しきい値を設定することができる。これによりロボットの故障に対する予防予知ができ、修理するモータなどの準備を事前に進めておき、実際の修理時間およびロボットが停止する時間を極力短くすることができる。

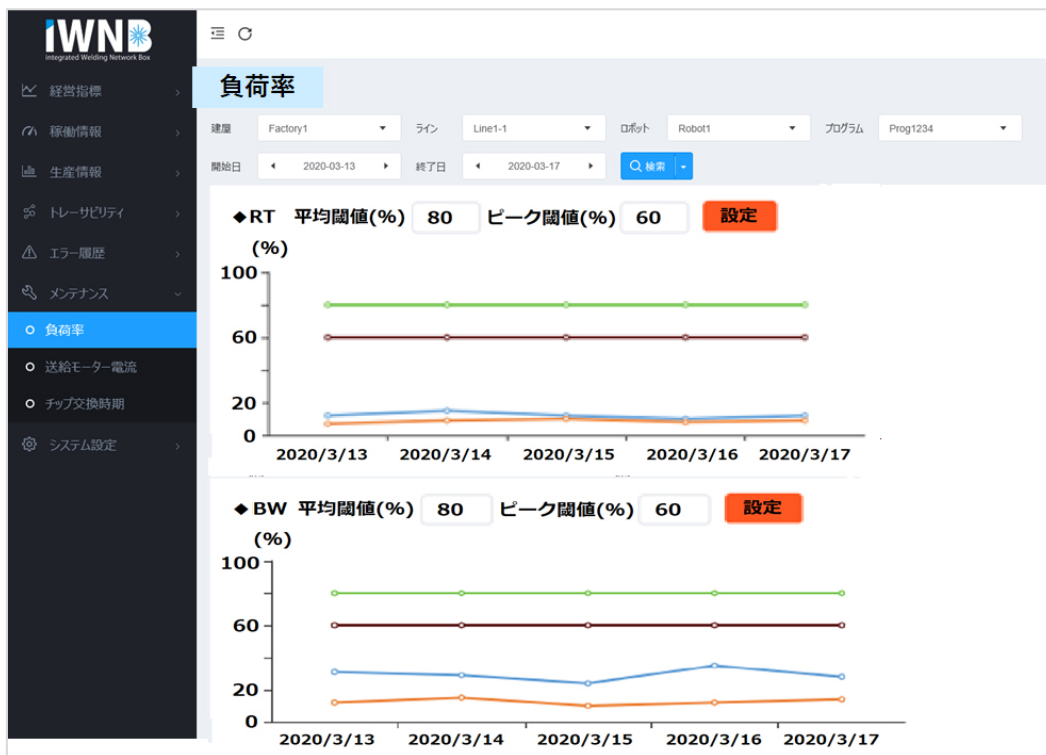


図5 iWNB画面 モータ負荷率

2.3 ライン稼働状況

図6はラインの稼働状況を示します。モニタリングしている工場のラインには2台の溶接ロボットが配置されており、稼働状況を表示色により目で確認することができる。また、ロボット2は稼働率71.6%に対し、ロボット1は23.2%と低い状態であることを数値で確認することができる。

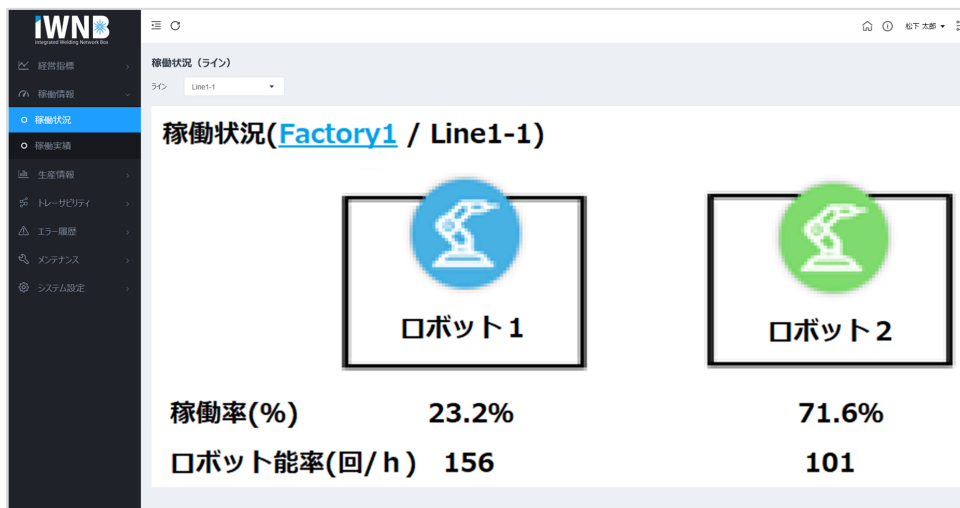


図6 iWNB画面 ライン稼働状況

2.4 個別のアーク溶接ロボット稼働状況

ロボットの機種、工場内ラインのどこに配置されているかなど、ロボットの基本情報や稼働状態の詳細を確認することができる。図 7 に一例を示す。正常に動いているか、エラー（異常）が発生しているのか、稼働していないのか、ティーチング（教示）修正中なのか、電源 OFF の状態なのか、各日の時間割合を見ることができる。例えば、ティーチング修正が多い場合には、溶接線のばらつきが多いことが推定される。

この要因としては、ワーク自体の加工精度が良くないため治具にセットした際に溶接線がずれるのか、もしくはワークをセットする際に治具にスパッタがはさみこんでいるため溶接線ばらつきが発生しているかなど、何らかの原因を現場から推定することができる。また、エラーが発生することが多ければ、エラー履歴表示にもとづき、改善策を講じることが要請されている状況であることがわかる。



図 7 iWNB 画面 アーク溶接ロボット稼働状況

2.5 チョコ停ランキング

ロボットはティーチングプログラムを作成し、起動すればティーチングプレイバック方式で何度でも正確に稼働することができる。しかし、メンテナンスが行き届いていないなどの外乱によりロボットが停止する場合がある。その停止した状況をランキング形式にして表示したものがチョコ停ランキングであり、図 8 に一例を示す。

いつ、どのロボットで、どんなエラーコードの停止が発生したかを確認することができる。エラー停止の原因を確認し、問題点を改善することによって、稼働率アップへすぐにつながることも期待される。

ランキング	回数	累計停止時間	建屋	ライン	セル	ロボット	エラーメッセージ	エラー検索
No.1	12	00:51:41.984	Factory1	Line1-1	Cell1-1-1	Robot1	存在しない、あるいは実行できないプログラムを実行しようとしています。	検索
No.2	9	00:10:43.495	Factory1	Line1-1	Cell1-1-1	Robot1	アーク切れ (ロボット)	検索
No.3	9	00:07:30.949	Factory1	Line1-1	Cell1-1-1	Robot1	逸脱発生	検索
No.4	5	00:00:55.6	Factory1	Line1-1	Cell1-1-2	Robot2	逸脱発生	検索

図 8 iWNB 画面 チョコ停ランキング

2.6 トレーサビリティ機能

これまで機器の稼働率を向上させる指標について見てきた。ここからは溶接に関する情報のトレーサビリティをとりながら溶接品質を担保していく機能について紹介する。図 9～図 11 はその一例を示す。図 9 の写真に示すワークに対し、ワーク名を付与し、いつどのロボットプログラムで施工し、溶接結果はどうだったのかを図 10 と図 11 に示す。溶接条件のみならず、溶接終了後の溶接ビードが正常か否かを判定する溶接ビード外観検査（検査手段の例を後に示す）の結果も合わせて確認することができる。図 9 右側には、2 つある溶接ビードの No.1 のみの各種溶接条件の設定およびログを示す。さらにはそのログのうち、溶接電流が設定に対し出力はどうであったか、溶接電圧が設定に対しどうであったか、スタートからエンドまで時間推移とともにグラフ化して示す。さらに消耗電極式アーク溶接の場合は、溶接ワイヤの送給速度や溶接ワイヤを送給するモータの電流をモニタリングすることができる。図 11 より、モータに負荷がかからず安定して溶接ワイヤを送給しながら施工できていることが確認できる。今回はロボット溶接のため、溶接速度の推移も合わせて示している。また、溶接の安定性の指標として、短絡回数およびパルス周波数の推移も表示でき、溶接条件の適正性について確認することも可能である。図には、アーク切れ時間推移も示しているが、今回の施工ではアーク切れは発生していないことが確認された。

アーク溶接の品質を確認する場合、溶接電流、溶接電圧および溶接速度の確認が必要である。しかし、ねらい位置がずれている場合、溶接ビードが必要な部分に形成されていない可能性もある。そのような場合に備え、図 12 に示す溶接ビード外観検査装置を 2020 年 5 月に Beadeye として発売した。レーザセンサにより溶接ビードをスキャンすることで、正常ビードとの差分を確認し、正常と異常の判別を行うことができる。異常と判別した場合、溶接欠陥の中から検出し欠陥名を表示することもできる²⁾ (図 13)。

現状 Beadeye のみが iWNB のシステムに連携できるようになり、溶接条件の出力状況および溶接結果の確認を合わせることで、溶接施工結果の良否を判断しトレーサビリティ化することが可能となった。



図9 iWNB画面 溶接欠陥一覧①

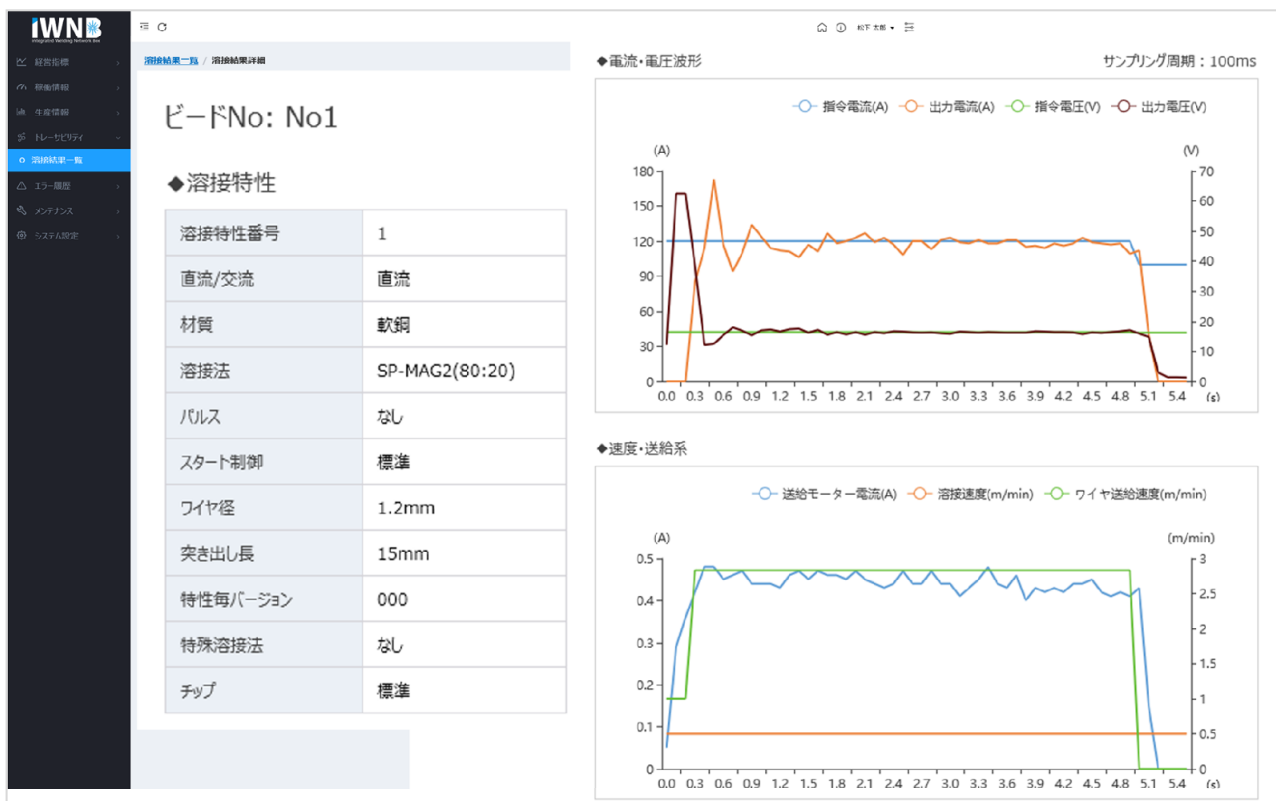


図10 iWNB画面 溶接欠陥一覧②



図 11 iWNB 画面 溶接欠陥一覧③



図 12 溶接ビード外観検査装置

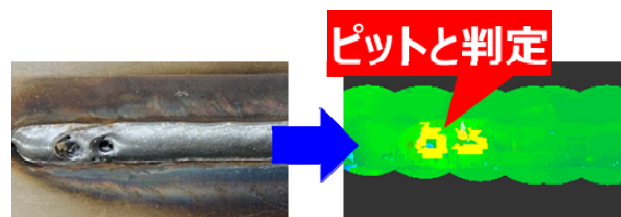


図 13 溶接ビード外観検査結果

3. おわりに

溶接機器のデジタル化にともない、機器が持つさまざまな情報を手元で確認することができるようになった。これにより工場の稼働状況が一目で把握でき、工場のどこに無駄があり、どこに課題があるのかが見える化できてきた。また、日々の生産に関するレポート化が自動ででき、生産コストについても自動で算出することもできるようになった。これまで生産データから分析していたことが自動化でき定点観測もできるようになってきた。これにより工場の生産性向上および品質の改善に対する着眼点が見えてくることになり、改善に向けた次の一步を踏み出しやすくなった。

また、溶接工程を中心に前後工程を含め見える化を推進しているが、SCM（Supply Chain Management サプライヤを含む管理手法）まで対象枠を広げた場合には、各社機器の通信プロトコルが異なるため接続することができないなどの課題も生じており、通信プロトコルの規格化についても検討していく必要があるのではないかと考える。

今後は、データの収集のみならず、工場の ERP（Enterprise Resources Planning 経営効率化を図るための企業資源計画）と連携し MES（Manufacturing Execution System 製造実行システム）を活用することで、生産計画に基づきダイレクトで自動生産できるようになるなど、スマートファクトリー化に向けた取り組みが加速していく。溶接機器のエッジ進化のみならず、溶接 IoT についても進化しつつある現状を紹介した。

参考文献

- 1) 日本の人口推移：2015 年までは総務省 国税調査より、2020 年以降は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」より
- 2) 2020 年秋季全国大会 技術セッション：「最新の溶接ソリューションについて」 廣田

<略歴>

廣田 幸伯（ひろた ゆきのり）

1993 年 大阪大学 工学研究科 生産加工工学専攻 修了

1993 年 パナソニック株式会社 入社

2020 年 パナソニック株式会社 CNS 社 プロセスオートメーション事業部
戦略企画室 総括担当

現在に至る