



アメパ・サーモグラフィック・スラグ検知 TSD2.0システムによるクリーンスチールの実現





AMEPA社スラグ検知システム クリーンスチール生産を効率的に実現する最適ソリューション

鋼の高純度・高潔浄度の要求が高まるにつれ、純度の高い鋼を効率的・経済的に生産する量産鋼の高純度技術は製鋼技術の要です。転炉または電気炉から取鋼への溶銑挿入の段階（タッピング）において、スラグ（不純物）のキャリーオーバーを最小にするには、溶鋼流の観測によってスラグ流出検知をタイムリーに行なうことが必須です。

AMEPAのサーモグラフィック・スラグ検出システムTSD 2.0は、溶鋼流とスラグ流の放射率の明確な違いを利用し、タッピング時のスラグの流出を検出します。これらの違いは、眼で見える範囲（可視光領域）において、区別することは容易ではありませんが、遠赤外線範囲では明確に放射率の違いが区別できるようになります。

TSD2.0導入ユーザーのこれまでのメリット享受例：

- キャリーオーバーするスラグの量を最大90%削減
- 2次精錬におけるアルミニウム使用量を最大5%削減
- スラグを最小化したことで、復リンが最大40%減少し、次工程のプロセスコントロールが改善

観測流の位置・幅は炉の傾動角、炉内残鋼量に応じて変動しますが、画像処理ソフトウェアは自動追尾して連続的に画像処理を実行します（機能の一例 ⇨）

AMEPAのサーモグラフィック・スラグ検出システムTSD 2.0は、20年の開発経験および欧州大手製鉄メーカーの厳しい要求に応えながら機能向上を追究した新世代の製品で、画像処理技術の改良とともに次のような性能・機能を有します

- デジタル伝送化と画像データ処理性能向上により、スラグ検出の感度と信頼性が向上
- 出鋼中に炉口(lip)をモニタリングするための第2のカメラ（マウスキャム）が利用可能
 - 転炉の炉口(lip) を越えてあふれた場合にアラームを出力（Tap-over-lip）
- オリジナル・ビデオデータ - オフラインでの操作設定のシミュレーションを可能にし、画像評価のパラメータ最適化とターゲットとなるプロセス改善を行うためのツール
- 便利な追加機能：
 - 1次精錬中の転炉からの噴出しを検出（抑制アラーム）するためのスロッピング検出ソフトウェアモジュール
 - 保護窓の汚れ（透過性）に対する検出感度の自動補正と 汚れの閾値を超えた場合の警告メッセージ
 - 炉の傾動角とスラグ信号の大きさのリアルタイム表示機能





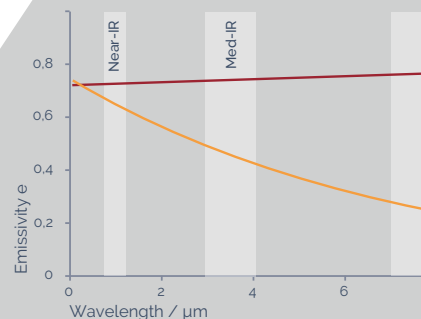
**“私たちは、鉄鋼一貫生産の製鉄所でサーモグラフィック・スラグ検知を確実に
行うために20年以上にわたり、AMEPA製品を使用しています。**

**AMEPAのプロフェッショナルなアプローチと柔軟な姿勢は、私たちの厳しい
製造スケジュールに完璧に適合しています。TSDは信頼性の高い、高性能な計
測システムであり、最小限のメンテナンスで遠隔監視が可能です。”**

グリーン・ホプキンソン（British Steelチーフエンジニア）

測定原理：

TSD 2.0の測定原理は、鋼とスラグの熱放射の強度の違いに基づいています。これは、使用されている波長範囲における材料の組成と放射特性に影響を受けます。右図のように可視光の波長範囲では、放射の差は最小ですが、波長が長くなるにつれて放射率の差が増加します。そのため、AMEPAはサーモグラフィックカメラを検出器として使用し、高い精度を確保するために長波長赤外線範囲で動作させています。さらに、長波長赤外線範囲の使用は、短波長赤外線範囲と比較して、煙や粉塵粒子の影響を受けにくいという利点があります。



独AMEPA社TSD2.0システムによる サーモグラフィック・スラグ検知

転炉・電炉におけるスラグ検知の課題

スラグ検出システムは、どんな厳しい操業条件下においても、プロセスオートメーション推進と安全性確保の点から、スラグ流出を正確かつ安定して検出することが必要となります。

スラグ検出システムの安定した検出能力は、次のようなさまざまなチャージ環境を検出アルゴリズムに正確にフィードバックできるかで決まります

- 溶鋼のタップ温度とストリームサイズの変動
- 溶銑鍋内部からの背景熱放射
- 周囲環境の粉塵や湿度レベルの変動

これらの条件が信頼性を持って検出および考慮されることは、システムの高い信頼性を実現する上で重要です。

AMEPA社TSD2.0システム

TSD 2.0のアプリケーションは、観測流とカメラ間の損失特性を考慮しつつ、溶鋼流の特有の放射特性を正確に認識し、分析する卓越した性能を持ちます。これらの機能は、進化していく使用環境にダイナミックに適応することができるよう、きわめて複雑な補正アルゴリズムが評価プロセスに効果的に組み込まれています。それゆえ、本システムは一貫した最適なスラグ検出性能を保証します。

さらに、本システムは高度なアルゴリズムを使用した先進的なストリーム検出機能を備えており、高放射率の背景のもとにおいても、タッピングストリーム位置変化を正確に検出・補正します。これにより、難しい操業条件下においても信頼性の高いスラグ検出性能が確保されます。

01

適応性

AMEPAのサーモグラフィック・スラグ検出システムは、タッピングストリームの位置変動や高い背景放射がある場合でも、信頼性の高いスラグ検出性能を確保するために設計され、操業条件の変化にシームレスに適用

02

信頼性

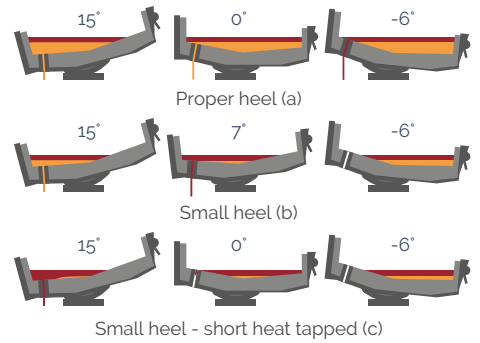
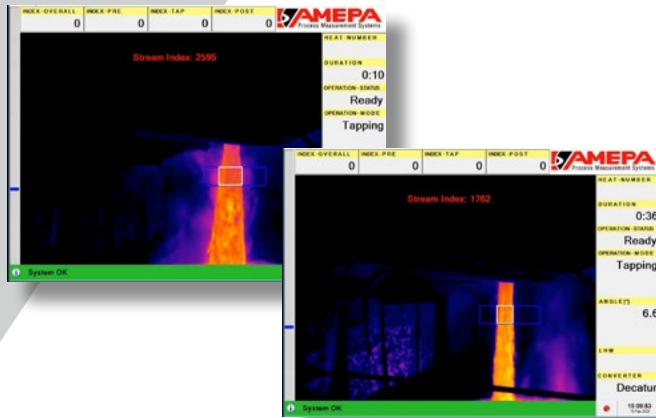
スカルの形成、観測流の形状変化、温度の変動、銑流内の乱流、および炎の発生など、さまざまな測定環境・条件に依存しない安定動作

03

互換性

ダーツ、ボール、スライドゲートなど、一般的に使用されるさまざまなスラグ・ストッパーシステムとシームレスに連係

この互換性により、TSD 2.0を使用してスラグ停止の完全自動制御を実現し、検出アラームをタイムリーかつ効果率的にストッパーシステムの動作トリガーとして活用することができます。



“Liquid Heel Management” (リキッドヒール・マネジメント機能)

電炉におけるプロセス最適化を実現

炉から取鍋への過剰なスラグ流出は、鋼の生產品質を大きく損なう可能性があり、2次精錬におけるアルミニウム消費量の増加、脱ガスの困難性に伴うコスト上昇につながります。

この問題に対する解決策として、EBT（偏心炉底出鋼方式）炉が開発されました。この炉の運転では、炉内の残留溶鋼排出におけるリキッドヒールサイズを(炉の傾動角をコントロールしながら)一定に維持することが重要であり、これによってスラグがタップ孔に入るのを防ぎ、スラグ流出の低減を可能としています。

EBT炉では、タッピング開始後に傾斜し、鋼/スラグ界面がタップ孔に到達し、スラグが流れ始める臨界角度が存在します。右上図(a)には適切なサイズのヒールが示されており、図(b)ではヒールが小さすぎて、炉がまだ出鋼方向に傾いている間にスラグが流れる状況が示されています。図(c)に示される最悪のケースでは、ヒールが非常に小さく、炉がまだ完全な出鋼位置にある間にスラグが流れるため、短時間加熱および過剰なスラグ流出が発生します。

これらの問題を改善するため、TSDシステムのリキッドヒール管理モジュール（ソフトウェア・モジュール）は、フロアクティブにヒールサイズをモニターし、必要時にオペレーターに警告します。このようなアプローチにより、短時間加熱やスラグキャリアオーバーのリスクを排除し、鋼の生產品質を確実に維持します。



04

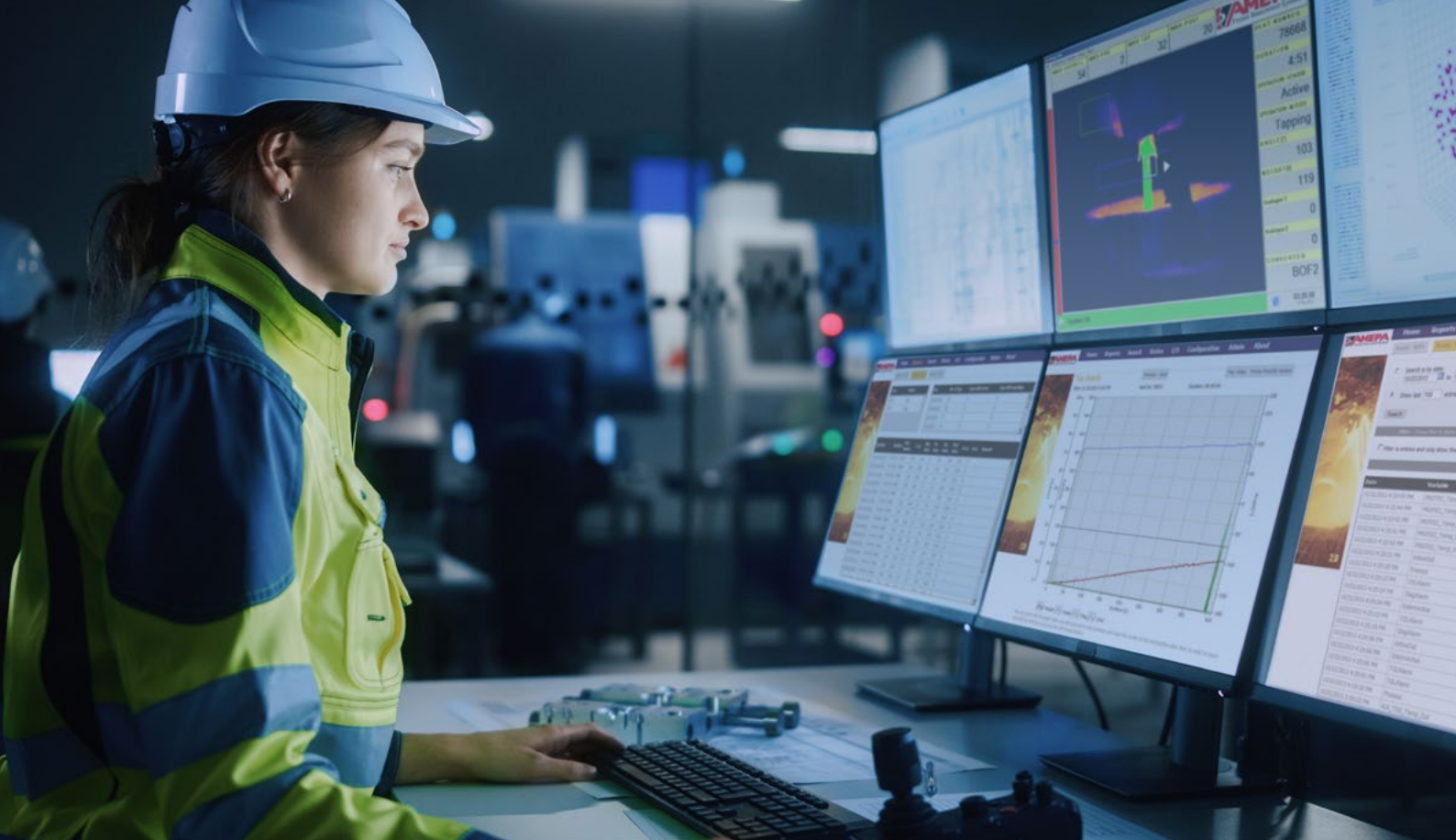
容易なメンテナンス

TSD 2.0システムは、溶銑容器等にセンサーや類似機器の設置が不要で、ユーザーにとってメンテナンスが容易です。

05

豊富なキャプチャリング情報

AMEPAのTSD 2.0システムは、プロセスデータやシステム情報だけでなく、タッピング開始からスラグ流検出までのビデオデータもキャプチャして保存します。この重要機能により、実際のスラグ流の動的状態やプロセスパラメータの状況を再現（シュミレーション）できることから、後日オフラインでの詳細解析が可能となり、最適なスラグ検出条件にチューニングすることが可能になります。



TSDレポート

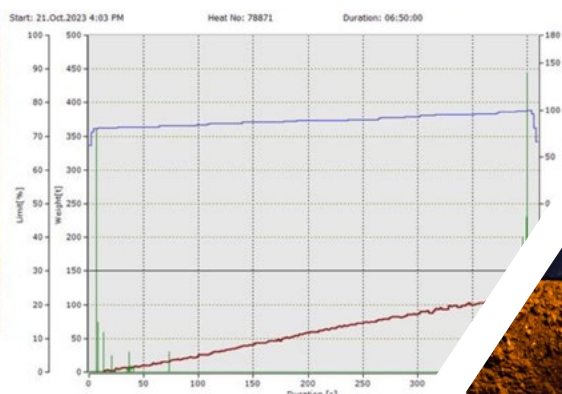
TSD 2.0システムに備わるウェブインターフェース機能により、個々のチャージ（タッピング）毎の主要な記録データをソートやフィルタリング可能な表形式で一括表示できる操作レポートをプラントネットワーク経由により現場以外でもモニターすることができます。この操作レポートは事前登録された社内関係者に定時にメール配送される自動メーリングサービスの機能も有します。

Time	Temperature	Tapping
2023-10-21 14:00:00	1000	Start
2023-10-21 14:00:30	1000	Start
2023-10-21 14:01:00	1000	Start
2023-10-21 14:01:30	1000	Start
2023-10-21 14:02:00	1000	Start
2023-10-21 14:02:30	1000	Start
2023-10-21 14:03:00	1000	Start
2023-10-21 14:03:30	1000	Start
2023-10-21 14:04:00	1000	Start
2023-10-21 14:04:30	1000	Start
2023-10-21 14:05:00	1000	Start
2023-10-21 14:05:30	1000	Start
2023-10-21 14:06:00	1000	Start
2023-10-21 14:06:30	1000	Start
2023-10-21 14:07:00	1000	Start
2023-10-21 14:07:30	1000	Start
2023-10-21 14:08:00	1000	Start
2023-10-21 14:08:30	1000	Start
2023-10-21 14:09:00	1000	Start
2023-10-21 14:09:30	1000	Start
2023-10-21 14:10:00	1000	Start
2023-10-21 14:10:30	1000	Start
2023-10-21 14:11:00	1000	Start
2023-10-21 14:11:30	1000	Start
2023-10-21 14:12:00	1000	Start
2023-10-21 14:12:30	1000	Start
2023-10-21 14:13:00	1000	Start
2023-10-21 14:13:30	1000	Start
2023-10-21 14:14:00	1000	Start
2023-10-21 14:14:30	1000	Start
2023-10-21 14:15:00	1000	Start
2023-10-21 14:15:30	1000	Start
2023-10-21 14:16:00	1000	Start
2023-10-21 14:16:30	1000	Start
2023-10-21 14:17:00	1000	Start
2023-10-21 14:17:30	1000	Start
2023-10-21 14:18:00	1000	Start
2023-10-21 14:18:30	1000	Start
2023-10-21 14:19:00	1000	Start
2023-10-21 14:19:30	1000	Start
2023-10-21 14:20:00	1000	Start
2023-10-21 14:20:30	1000	Start
2023-10-21 14:21:00	1000	Start
2023-10-21 14:21:30	1000	Start
2023-10-21 14:22:00	1000	Start
2023-10-21 14:22:30	1000	Start
2023-10-21 14:23:00	1000	Start
2023-10-21 14:23:30	1000	Start
2023-10-21 14:24:00	1000	Start
2023-10-21 14:24:30	1000	Start
2023-10-21 14:25:00	1000	Start
2023-10-21 14:25:30	1000	Start
2023-10-21 14:26:00	1000	Start
2023-10-21 14:26:30	1000	Start
2023-10-21 14:27:00	1000	Start
2023-10-21 14:27:30	1000	Start
2023-10-21 14:28:00	1000	Start
2023-10-21 14:28:30	1000	Start
2023-10-21 14:29:00	1000	Start
2023-10-21 14:29:30	1000	Start
2023-10-21 14:30:00	1000	Start
2023-10-21 14:30:30	1000	Start
2023-10-21 14:31:00	1000	Start
2023-10-21 14:31:30	1000	Start
2023-10-21 14:32:00	1000	Start
2023-10-21 14:32:30	1000	Start
2023-10-21 14:33:00	1000	Start
2023-10-21 14:33:30	1000	Start
2023-10-21 14:34:00	1000	Start
2023-10-21 14:34:30	1000	Start
2023-10-21 14:35:00	1000	Start
2023-10-21 14:35:30	1000	Start
2023-10-21 14:36:00	1000	Start
2023-10-21 14:36:30	1000	Start
2023-10-21 14:37:00	1000	Start
2023-10-21 14:37:30	1000	Start
2023-10-21 14:38:00	1000	Start
2023-10-21 14:38:30	1000	Start
2023-10-21 14:39:00	1000	Start
2023-10-21 14:39:30	1000	Start
2023-10-21 14:40:00	1000	Start
2023-10-21 14:40:30	1000	Start
2023-10-21 14:41:00	1000	Start
2023-10-21 14:41:30	1000	Start
2023-10-21 14:42:00	1000	Start
2023-10-21 14:42:30	1000	Start
2023-10-21 14:43:00	1000	Start
2023-10-21 14:43:30	1000	Start
2023-10-21 14:44:00	1000	Start
2023-10-21 14:44:30	1000	Start
2023-10-21 14:45:00	1000	Start
2023-10-21 14:45:30	1000	Start
2023-10-21 14:46:00	1000	Start
2023-10-21 14:46:30	1000	Start
2023-10-21 14:47:00	1000	Start
2023-10-21 14:47:30	1000	Start
2023-10-21 14:48:00	1000	Start
2023-10-21 14:48:30	1000	Start
2023-10-21 14:49:00	1000	Start
2023-10-21 14:49:30	1000	Start
2023-10-21 14:50:00	1000	Start
2023-10-21 14:50:30	1000	Start
2023-10-21 14:51:00	1000	Start
2023-10-21 14:51:30	1000	Start
2023-10-21 14:52:00	1000	Start
2023-10-21 14:52:30	1000	Start
2023-10-21 14:53:00	1000	Start
2023-10-21 14:53:30	1000	Start
2023-10-21 14:54:00	1000	Start
2023-10-21 14:54:30	1000	Start
2023-10-21 14:55:00	1000	Start
2023-10-21 14:55:30	1000	Start
2023-10-21 14:56:00	1000	Start
2023-10-21 14:56:30	1000	Start
2023-10-21 14:57:00	1000	Start
2023-10-21 14:57:30	1000	Start
2023-10-21 14:58:00	1000	Start
2023-10-21 14:58:30	1000	Start
2023-10-21 14:59:00	1000	Start
2023-10-21 14:59:30	1000	Start
2023-10-21 15:00:00	1000	Start

メンテナンス・レポート

TSD2.0のWebインターフェースは、リアルタイムの監視機能とともに、内蔵のデータロガーにすべての入力および出力信号を保存しており、過去の操業履歴・状態を（リモートで）可視化できる機能も提供しています。このデータ記録には、温度監視、操業プロセスの開始/停止信号、アラーム信号、アラーム閾値、およびその他のシステムパラメータなど、重要な情報が含まれています。さらに、TSDシステムの設定変更履歴も記録されるため、完全な測定条件のトレースを可能にします。

これらの詳細な記録情報は、時間経過の影響を含めたシステムパフォーマンス解析等を容易にし、ユーザーにとってメンテナンスやサービス作業計画のための貴重な情報となります。



詳細なデータレコーディング

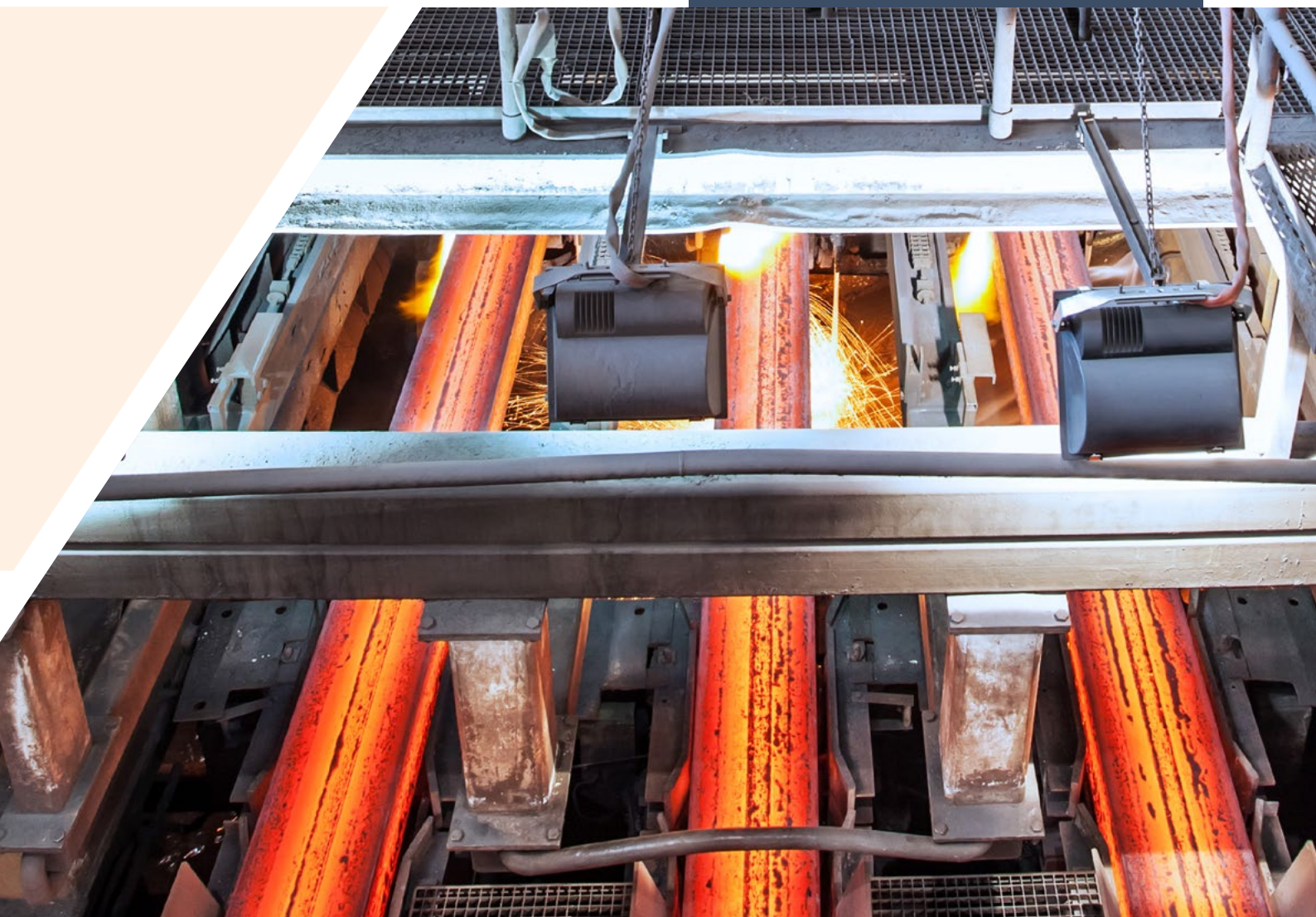
TSD 2.0システムは、チャージ番号、日付、出鋼開始時刻、継続時間などの通常記録データだけでなく、チャージ毎の出鋼流のサーモグラフィック画像ビデオをリアルタイムにデータロガーに保存するので、出鋼中の視覚的な測定状態の再現を可能にします。

全体として、スラグ検出データの記録、アクセス、分析が安全で便利に実現でき、製鉄プラントの効率的なメンテナンス、レポート作成、分析をサポートします。

セキュアな分析・迅速なモニタリング

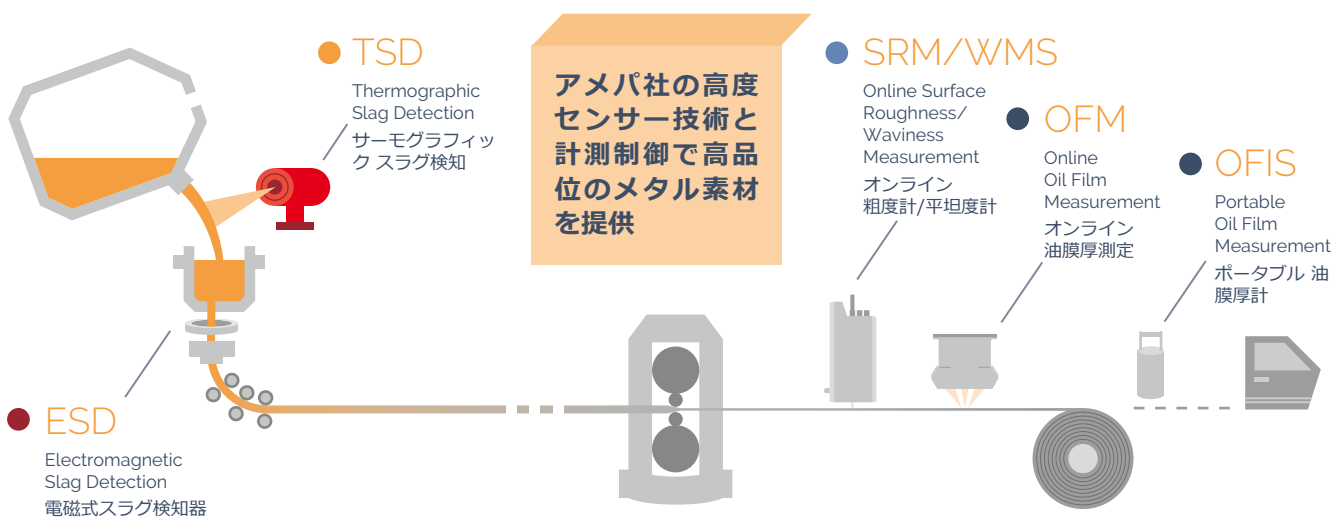
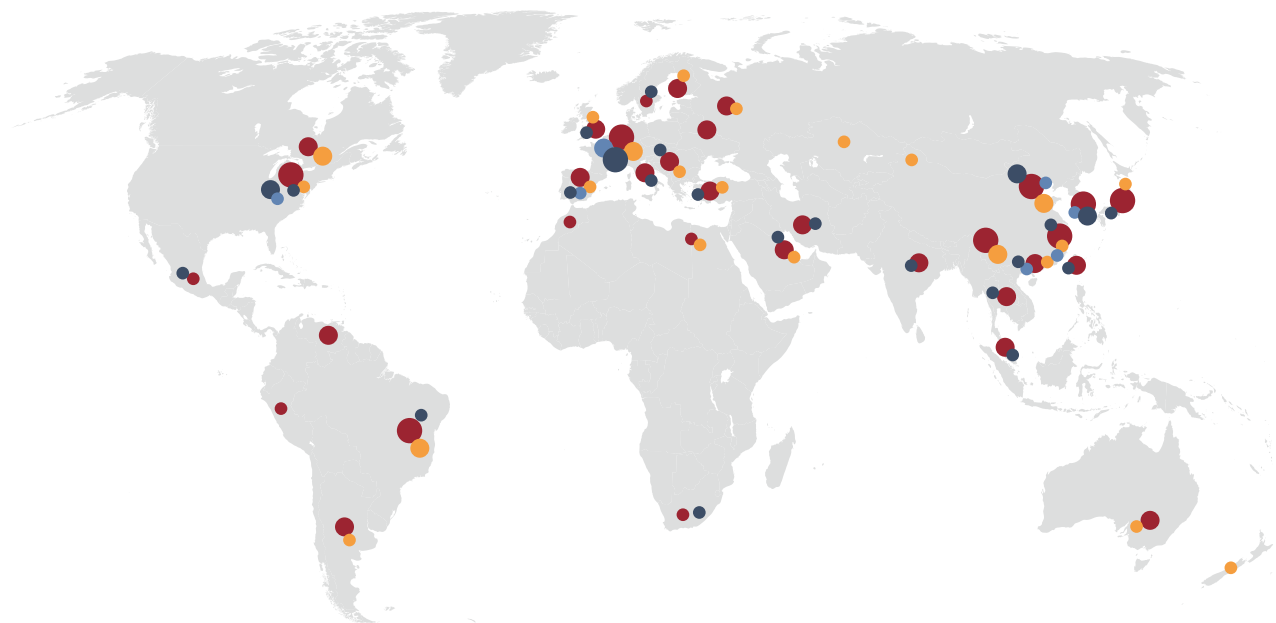
AMEPAのウェブインターフェースは、TSDデータロガーに保存された測定データにアクセスするための使いやすい表示ツールとして機能します。プラントネットワーク内の任意のPCから、追加ソフトウェアのインストールなしで、測定値やビデオデータに簡単にアクセス・閲覧することができます。

閲覧可能な記録データには検索機能とフィルタリング機能が備わっており、効率的なデータ分析と必要とする測定結果の検索を容易にします。



ワールドワイドな業界実績

アメパ社の製品は長年にわたって世界中の有名プラント・自動車メーカーで採用されています。



• **AMEPA本社**
ドイツ・アーヘン近郊
www.amepa.de

• **AMEPAアメリカ**
米国オハイオ州

• **AMEPA 上海**
中国上海

AMEPA日本総代理店 (株) ジェイテック
東京都千代田区
TEL (03) 5256-6701 担当：石本

Mail: contact@j-tec-inc.co.jp
URL: www.j-tec-inc.co.jp