

溶解電気炉のIoT化による 改善事例

2021/12/14
(株)木村鑄造所
システム改革部
沖 寿之

会社紹介

株式会社木村鋳造所

設立 1927年（昭和2年）2月2日（創立94年）
 資本金 8,500万円
 売上 141億円（2020年度）
 生産能力 73,000+ / 年（2020年現在）
 社員数 木村鋳造所 923名（2020年現在）
 生産品目 ねずみ鋳鉄・ダクタイル鋳鉄・鋳鋼

< 生産拠点 >



< 生産品目 >

FMC法



積層砂型による鋳造

- 自動車関連部品の試作品
タービンハウジング
エキゾーストマニホールド
ナックルアーム
- 少量多品種の製品
非常に古い機械の補修用の部品
砂型を多数使用する部品
- 納期が非常にタイトなもの
発注漏れてどうにもならなくなったもの
突然必要になったもの



リバースエンジニアリング

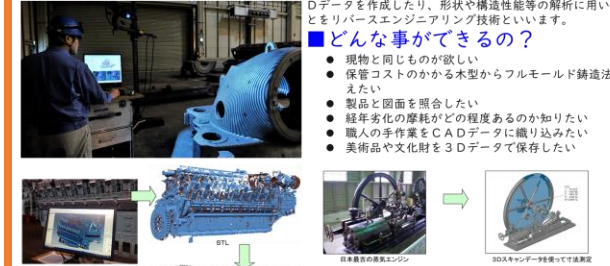


■リバースエンジニアリングとは？

現物を3Dスキャンしてコンピュータに取り込み、3DCADデータを作成したり、形状や構造性能等の解析に用いることをリバースエンジニアリング技術といいます。

■どんな事ができるの？

- 現物と同じものが欲しい
- 保管コストのかかる木型からフルモールド鋳造法に出来ない
- 製品と図面を照合したい
- 経年劣化の摩耗がどの程度あるのを知りたい
- 職人の手作業をCADデータに織り込みたい
- 美術品や文化財を3Dデータで保存したい



キムラデザインワークス



アミューズメント用発泡模型

連撃の巨人

コンサート用発泡模型

- ◆ 嵐土團
- ◆ 浜崎あゆみ
- ◆ 少女時代



◆ 東西仁

◆ ジャニーズWEST

◆ ルクアンソール



建設用型枠

- ◆ 貴参選けやきビル
- ◆ 中ノ島ビル
- ◆ 中ノ島ビル
- ◆ 中ノ島ビル



設備状況

《KIMURAグループの主要設備》 2021,10,1現在

電気炉台数 (合計15炉)

本社工場

10t...1炉

6t...1炉

御前崎工場

10t...1炉

20t...2炉

25t...1炉

群馬工場

12t...1炉

5t...1炉

先端プロセス技術センター

300kg...1炉

150kg...4炉

100kg...1炉

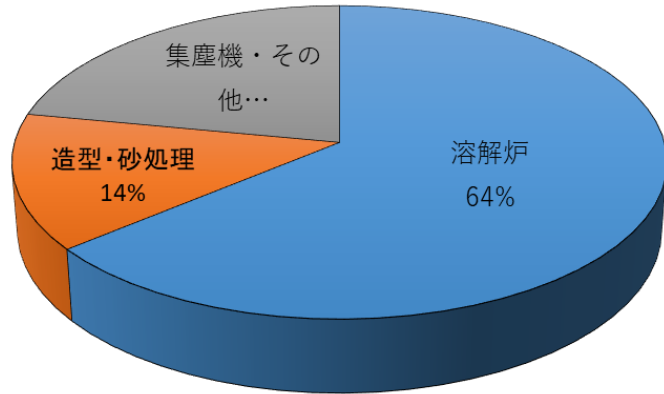
50kg...1炉

設備名	数	製造メーカー名	仕様
本 社 工 場	電気炉	富士電機	10t 2500KW 300HZ
		東芝	2/6T 1800/2750KW 500HZ
	ロングアームミキサー	大洋マシナリー	15T-1基 40T-1基
	ショットプラスト	中部新東工業	1000L × 2500W × 4000H
	熱処理炉(小)	関東耐火工業	MAX1,100°C
	熱処理炉(中)	トーチク	MAX1,000°C
	熱処理炉(大)№1	トーチク	MAX 800°C
	熱処理炉(大)№2	関東耐火工業	MAX1,200°C
	発光分析器	スベクトロラボ社	発光分光分析方式
	CS分析器	エルトラ	燃焼方式
御 前 崎 工 場	電気炉	富士電機	10t 2500KW 300HZ
		富士電機	20t 3000KW 300HZ
		東芝	25t 13000KW 300HZ
	ロングアームミキサー	大洋マシナリー	20T/40T 切替式 40T/80T 切替式
	ツェンダウトマシン	大洋マシナリー	80T
	ショットプラスト	福山共同機工	6500L × 5500W × 7000H
		新東工業	6500L × 6000W × 7000H
		新東工業	6500L × 6500W × 8250H
	焼純炉	山田産業、カステック	80万Kcal/Hr. 省エネタイプ
	発光分析器	サイエントフィックス社	発光分光分析方式
群 馬 工 場	電気炉	富士電機	12t 3500KW 300HZ
		富士電機	5t 2500KW 300HZ
	ロングアームミキサー	大洋マシナリー	20T/40T 切替式 30T/40T 切替式
	ショットプラスト	福山共同機工	3000L × 3000W × 4000H
		新東工業	3350L × 3350W × 4200H
	焼純炉	トーチク	140万Kcal/Hr
	発光分析器	テラ・コーポレーション	20万Kcal/Hr
	CS分析器	スベクトロラボ社	発光分光分析方式
	CS分析器	エルトラ	燃焼方式
	ハンドヘルド蛍光X線分析装置	スベクトロラボ社	X線分析
先 端 プ ロ セ ス 技 術 セ ン タ ー	大型帯鋸切断機	MAXS	1000 × 1000 サイズ対応
	3次元積層造形機	ExOne	S-Max 造形サイズ (1800 × 1000 × H700) 1Box
	非接触光学式3次元測定器	GOM社	A T O S
	磁化電源装置(プロット)	電子磁気工業	単相半波 DC 0A~3000A (変高値) 交流及び脱磁電流有
	門 形 マ シ ン セ ン タ ー	新日本工機	HF-5M 門幅2850
		東芝機械	MPE-2160 門幅2100
			MFC-2160 門幅2800
			MCR-30 II 門幅3050
			MCR-30 II 門幅3550
	加 工 部 門	立旋盤	オーグマ
		オーグマ	MCM-30 門幅3000
		オーグマ	MCR-C 35 × 80F 門幅3550 高さ3500
		オーグマ	M C R - A 5 C 1 25 × 40 門幅 2850 高さ2050
		オーグマ	M C V - A 20 × 40 門幅2050
		オーグマ	VFM-100 テーブルφ1000 高さ840
		オーグマ	T S - C 30/55 テーブルφ3000 高さ2200
		オーグマ	B T H - 1 1 0 . R 1 8 テーブル1400 × 1800
		オーグマ	MULTUSB300 最大加工径600mm
		オーグマ	M U - 5 0 0 0 V - L テーブルφ500
同時5軸加工機	オーグマ	M U - 6 3 0 0 V - L テーブルφ630	
3次元測定機	カールツァイス(東京精密)	ACCURA II akuv9/12/8	
耐圧試験機	自社製	水圧 2.0kgf/cm ² 、空圧 6kgf/cm ²	
表面粗さ・輪郭形状測定機	東京精密	サーブコム M X 041 DX-13	
CAD	12	CADmeister	
CAM	8	ダイスタッカー(トヨタ)	
	3	MasterCam Mill/Loths	パソコンタイプ
	4	CAMstructure	
加工手簿システム	2	マシンツル ms-Procut	

設備名	数	製造メーカー名	仕様		
F M /N C 機			1000L × 2500B ATC付 1000L × 2500B ATC付 2ヘッド 800L × 2500B(2000B) ATC付 6500L × 2500B(2000B) ATC付 6250L × 2500B(2000B) ATC付 1000 × 1000A T C 付 (小物専用)		
	5軸熱線カット機	1	日立精機	NC装置付同時4軸制御	
	ロボット切削加工機	1	カワサキシステムズ	RAWASAKI P5030LPD2型	
	レーザ測定機	1	ABB	IR8700型	
	同時5軸CAM	63	キョウエーテクノ	7000 (6000) L × 3000W × 1400 (1250)H	
	CADデータ変換ソフト	1	PTC-CREO(Pro/E)	パソコンタイプ	
		3	CATIA V5		
		1	NX		
	先 端 プ ロ セ ス 技 術 セ ン タ ー	3次元積層造形機	2	ExOne	S-Max 造形サイズ (1800 × 1000 × H700) 1BOX S-Max 造形サイズ (1800 × 1000 × H700) 2BOX S-Max+ 造形サイズ (1800 × 1000 × H700) 2BOX
		電気炉	4	富士電機	300kg 1電源1炉 300kw INDUCTOTHERM 150kg × 3炉 100kg × 1炉 1電源275kw 大径エッジアリング 50kg 7mmφ 40kw 大径エッジアリング 100kg 7mmφ 40kw
テーブルショット		1	新東工業	7Fφ 400mm φ1500mm	
サンドブラスト		1	新東工業	7Fφ 400mm φ800mm	
マイクロナズ		1	新東工業	7Fφ 400mm φ800mm	
メディアジェネレーター		1	大洋マシナリー	7Fφ 400mm φ1560	
バレル研磨機		1	新東工業(中古)	225φ 26kw φ1230 × 1160	
焼純炉		4	ゼマト科学	温度範囲 100°C~1150°C	
熱処理 マッフル炉		1	G O M社	A T O S	
非接触光学式3次元測定機		1	Romer Absolute Arm	発光分光分析方式	
発光分析器	2	キーエンス	VH-6000 VL-300		
3次元測定機	1	キーエンス	ミニシステム3000		
Supermetal CGI	1	SinterCast	Y - C T - Compact サンプル長さ Fφ65mm A I 250mm		
X線CTスキャン	1	エクストロン	ATOS (17) 4 × 4 コマφ × 3 - Core × 2		
非接触光学式3次元測定機	9	GOM社	ヘキサゴン・マトロー		
非接触カメラ式3次元測定機	1	武蔵工業	3D PhotoScan System MS-2000N		
超音波探傷機	6	GE Inspection Technologies	デジタル超音波探傷機 USM-Go		
超音波探傷機	2	GE Inspection Technologies	デジタル超音波探傷機 USM-35		
磁気探傷機	7	電子磁気工業	ヨーク式磁粉探傷機 Um-3BF		
漏洩れ・凝固解析	4	MAGMA	MAGMA SOFT Ver.5.0		
ロボットリル	1	ファナック	α-T14F		
旋盤	1	マツコ	QUICK TURN NEXUS 100-II		
平面研削盤	1	日本工作機械製作所	精密平面研削盤 PSG-52EN		
ワイヤカット	1	ファナック	ワイヤカット放電加工機 ROBOCUT α-OID		
方眼試験機	1	島津製作所	3次元制御・油圧式方眼試験機UH-F5000XR		
衝撃試験機	1	東京試験機製作所	衝撃試験機 CT-300		
金型研削機	1	山崎電機工業	KINIMEZO		
熱線分析装置	1	NETZSCH JAPAN	燃焼熱化量測定機 STA2500		
熱線分析	1	NETZSCH JAPAN	TMA4000SE		
面転曲げ疲労試験機	1	山本金属製作所	YRB200L		
高周波誘導炉	1	富士電機工業			

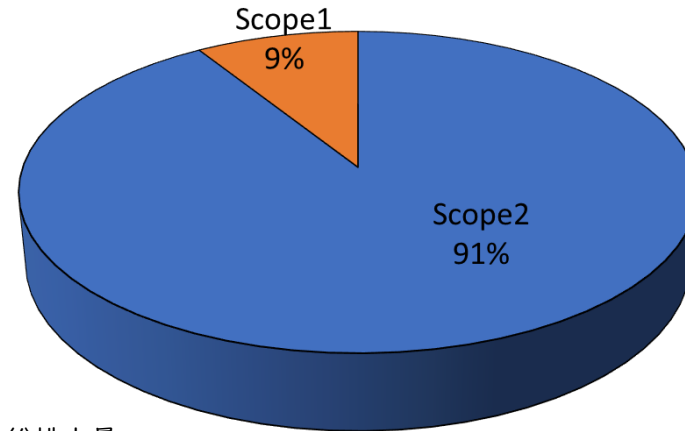
電気使用量とCO2排出量

鑄造工場における使用エネルギー比率

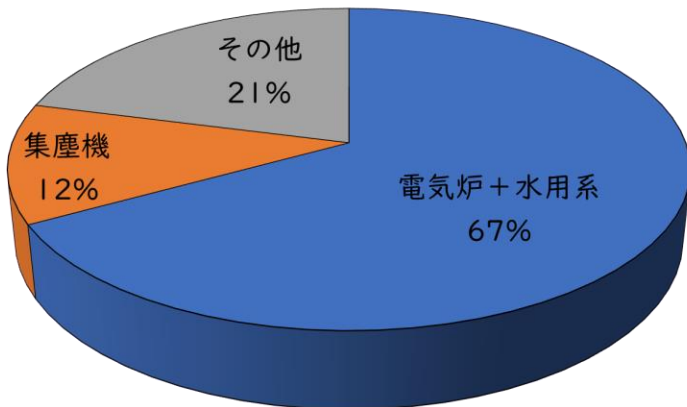


(参考文献) 林 静男, 菅野 利猛, 誘導炉におけるエネルギー源単位の改善
鑄造工学 連載講座

CO2排出量 調査期間:2013~2019年

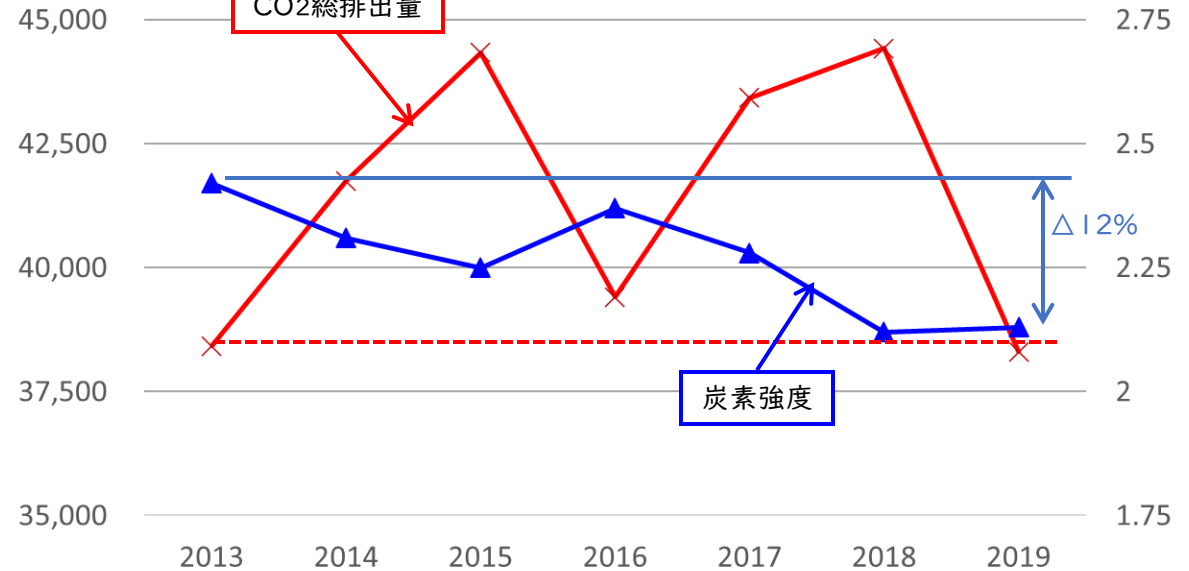


KIMURA 調査期間:2008~2020年



CO2総排出量 (t-CO2)

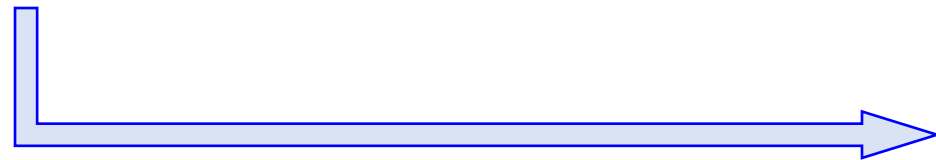
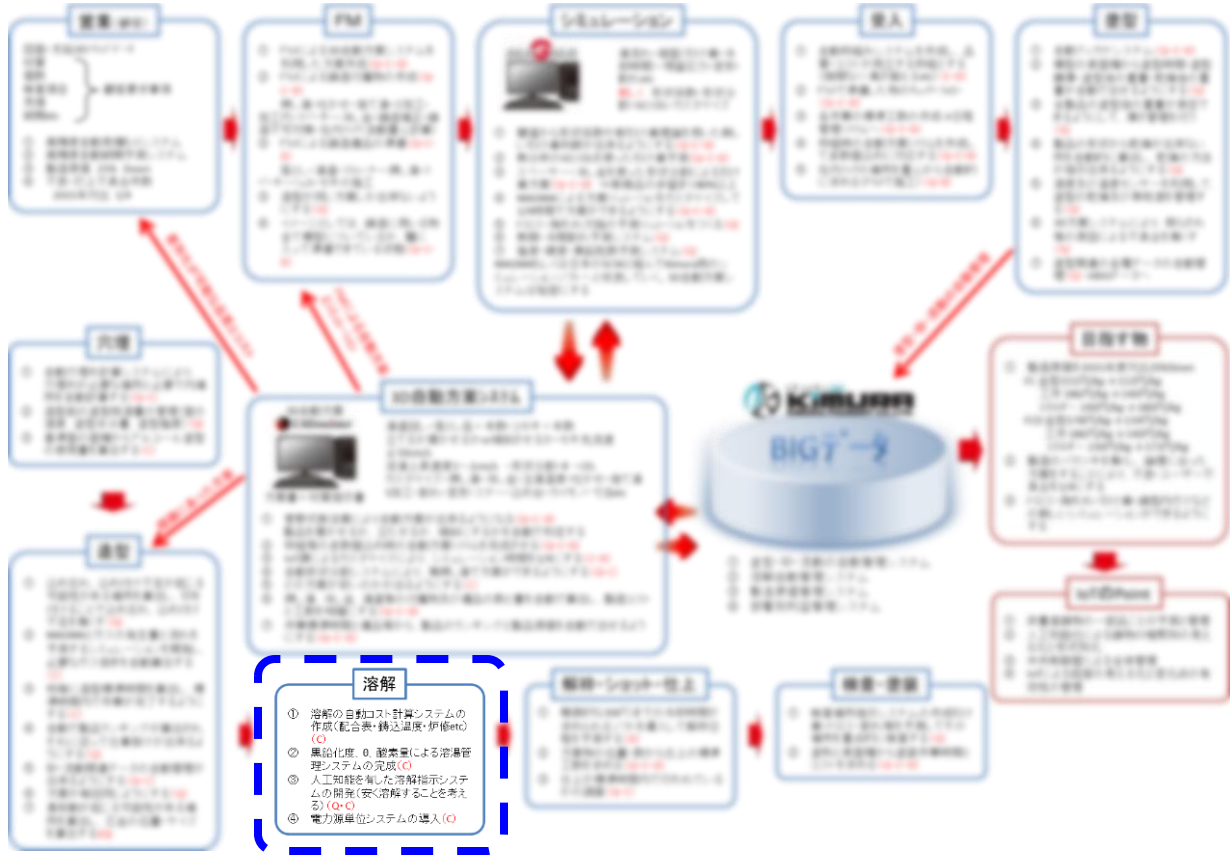
炭素強度 = 総排出量 / 売上金額 (t-CO2/百万円)



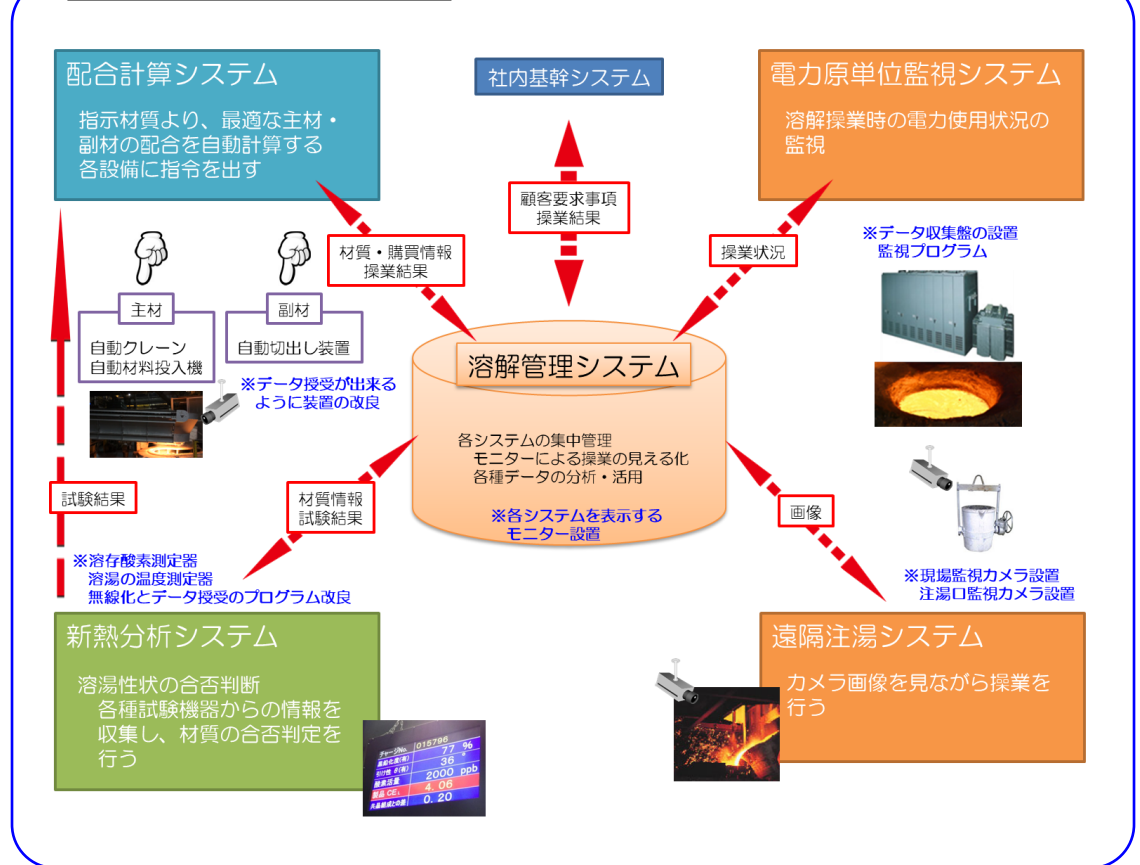
注: 温室効果ガス排出量 算定・報告・公表制度にて報告CO2排出量

Kimuraが目指す I o T 戦略MAP

016/04/09
改訂2016/07/08
開発部 菅野利猛
沖 寿之
西脇 匠



溶解管理システム

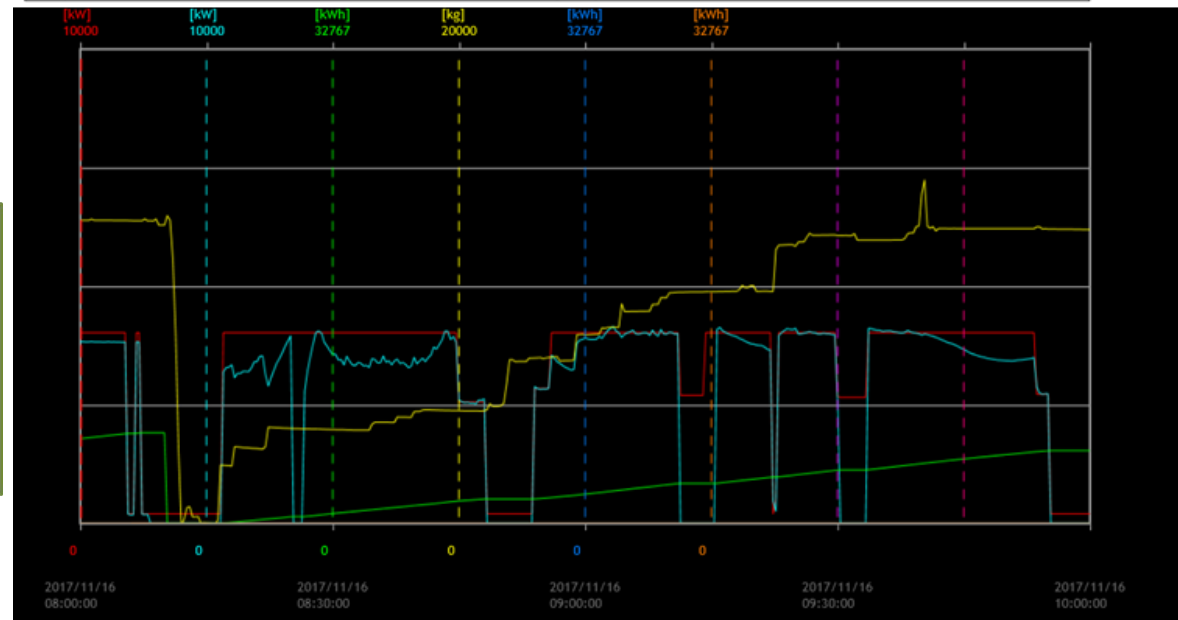


溶解原単位監視システム

システム内容



色	項目名(信号名称)	色	項目名(信号名称)
赤	No1_電力設定値	青	No1_チャージ内低電力積算
青	No1_現在電力	黄	No1_チャージ内低電力積算
緑	No1_チャージ内積算電力	紫	
黄	No1_炉内重量		



溶解操業の常時見える化が出来たでも・・・
ちょっと見にくい・・・

溶解原単位監視システム

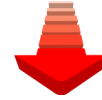


世間では、カッコいい制御室があるなあ
あれってどうやって作ってるの？



溶解だけでなく他の設備から
もデータ取りたいから、社内
で構築しないと...

設備からデータを取り出す...



SCADA

これならPLCから、
データが取れるぞ！

SCADAソフトとは？

SCADAはSupervisory Control and Data Acquisition の略で、PCの画面の上に再現したグラフィカルなアニメーションで製造設備や生産ラインなどの現場の監視制御を行ったり、実績データの管理や分析機能などを提供する、産業オートメーションの現場向けのシステムです。



溶解操業の見える化

ソフトウェア購入！



トレーニングに参加



STEP 2 セミナーでJWSをマスター **1日でできる**

導入向けにセミナーを随時開催しております。製品の操作から設定、カスタマイズまで、1日でJWSをマスターできるピクチャーコースと、個別の案件を解決するためのエキスパートコースをご用意。

PLCからデータを取得するには、シーケンサのアドレスが必要！

1. 通信方式

通信モード	固定バッファ
通信プロトコル	UDP/IP
伝送コード	BIN
オープン方式	変動的
データ形式	16ビット BIN
データスワップ	無し

2. 通信時のアドレス等の設定状態

設備名	IPアドレス
データ収集用パソコン(B-20 FAPC)	192.168.250.091
1号炉	192.168.250.103
2号炉	192.168.250.104
3号炉	192.168.250.105

3. データ順序(参考)

定時読み	ターNo	アドレス	名称	型	word	備考
	1	WL5000	溶解炉番号	BCD	1	1~3固定値
	2	WL5001	溶解回数カウンタ	BCD	1	溶解開始時にかつアップ
	3	WL5002	積算電力量	BCD	1	0-9999(kWh) (7#ターナーの電力量ハルスを使用)
	4	WL5003	1次電力	BCD	1	0-9999(kW) (7#ターナーの電力瞬時値)
	5	WL5004	コイル電圧	BCD	1	0-9999(V)
	6	WL5005	炉体冷却水温度	BCD	1	0000
	7	WL5006	純水水温	BCD	1	0000
	8	WL5007	インバータ出力電流	BCD	1	0-9999(A) ※1/10の値
	9	WL5008	運転周波数	BCD	1	0-9999(Hz)

自社制作した画面

1号炉運転状況

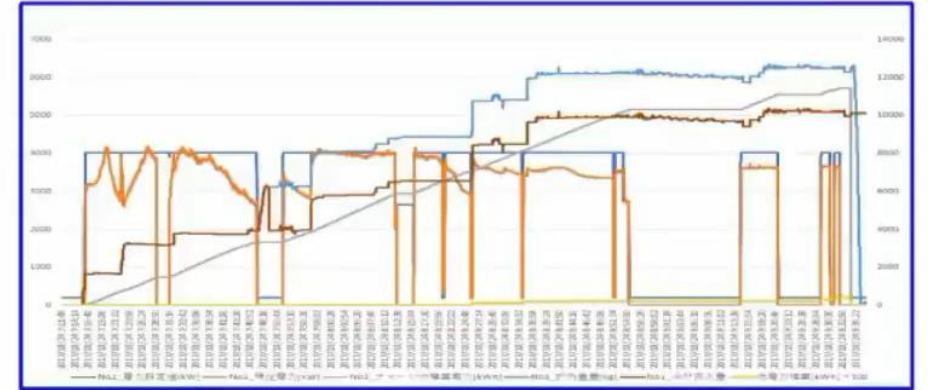
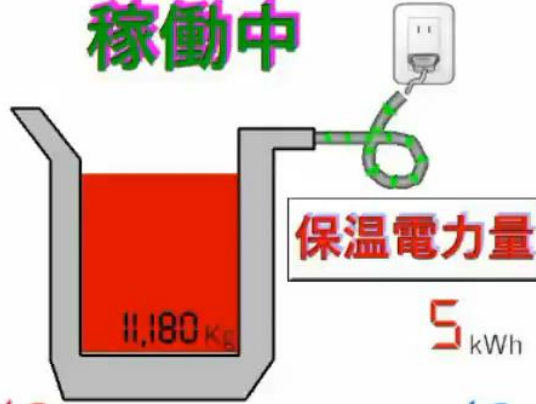


2017/11/21
11:25:33



電力設定値	現在電力	積算電力	冷材投入量	電力原単位
4,025 kW	3,625 kW	4,101 kW	11,180 Kg	367 kWh/t

稼働中



自動溶解進捗状況: 12%

溶解操業データの解析

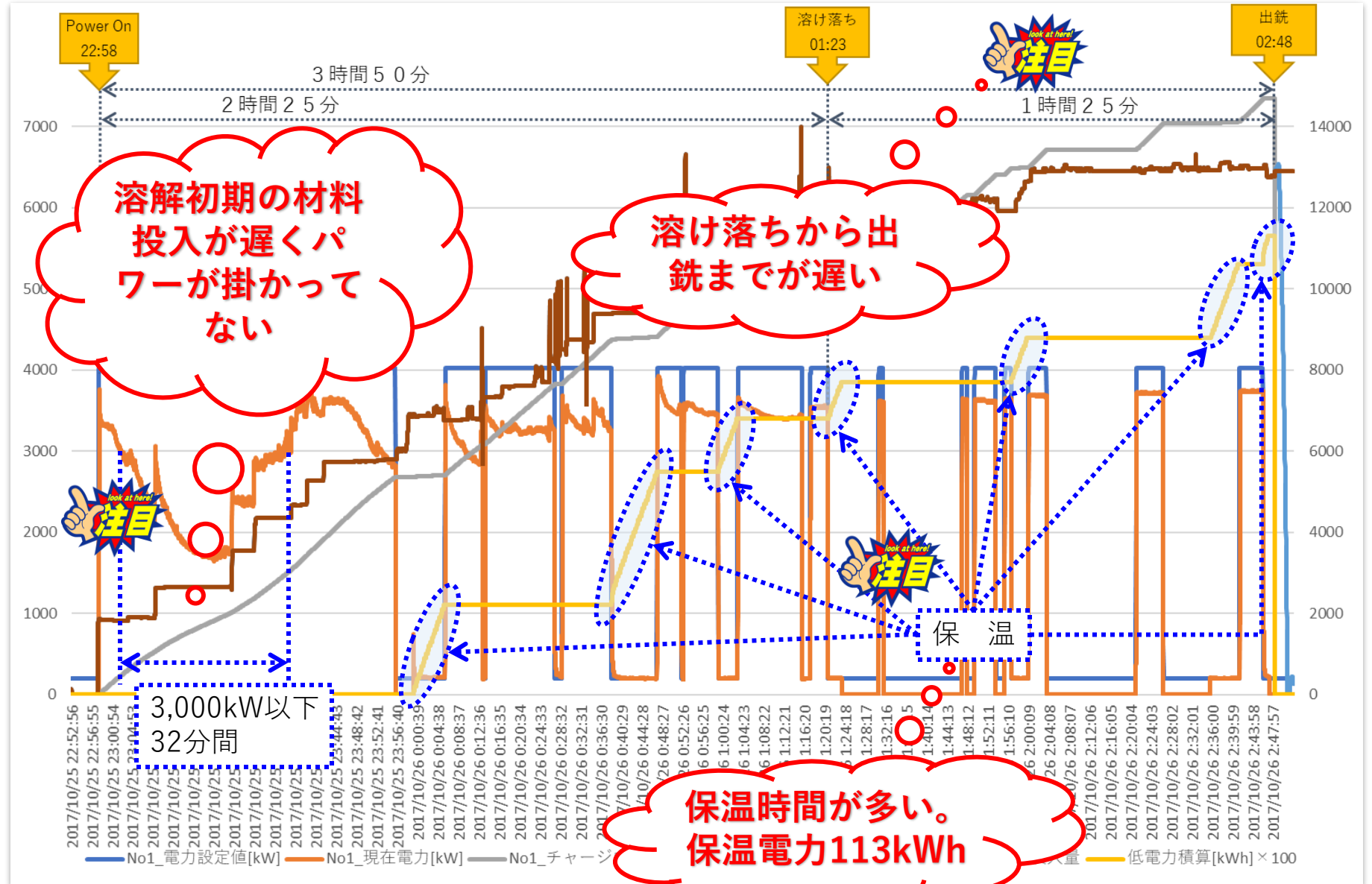
操業データの解析

PLCから採取したデータを解析。

操業中の材料の投入タイミング・保温時間等々が読み取れる。



操業中の問題点が、溶解作業者と意思統一が図られ改善に繋がられる



溶解操業の改善

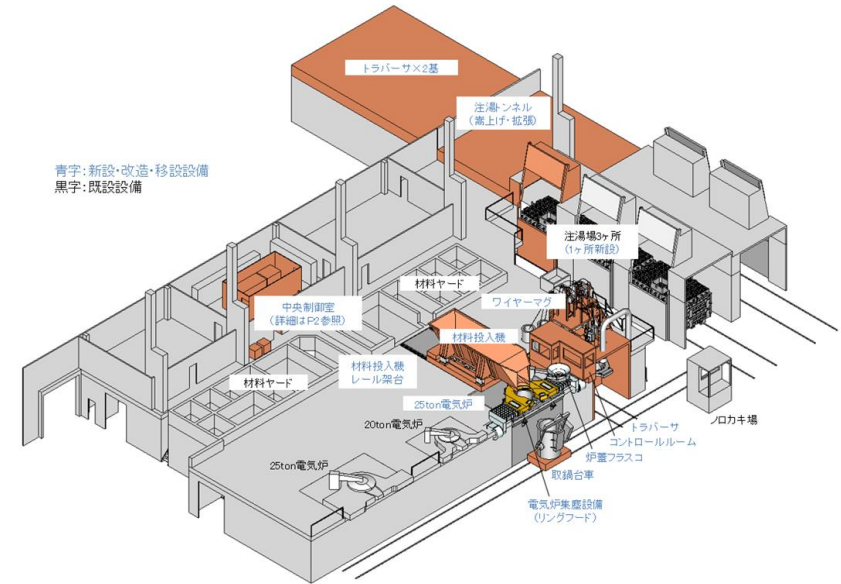
電力原単位（電気炉+水用系/総溶解量）



操業中の改善等々で電力原単位監視システム設置移行Down

他工場への展開

省エネ設備への投資



4炉あるうちの2炉を新炉に更新（現在工事中）

同様の電力原単位システムの導入を進めている

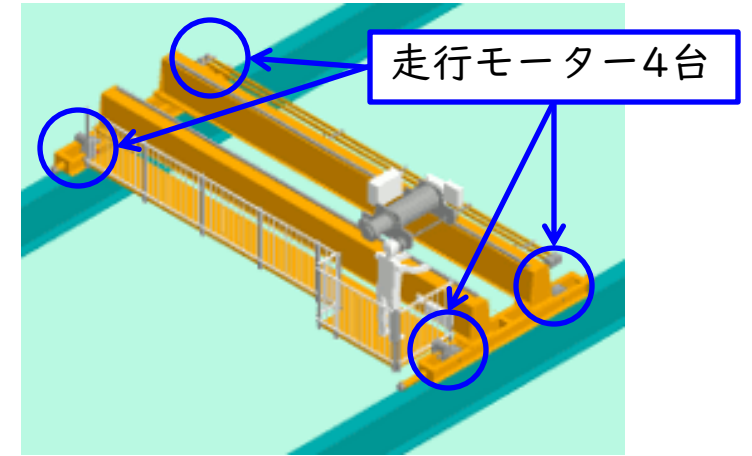
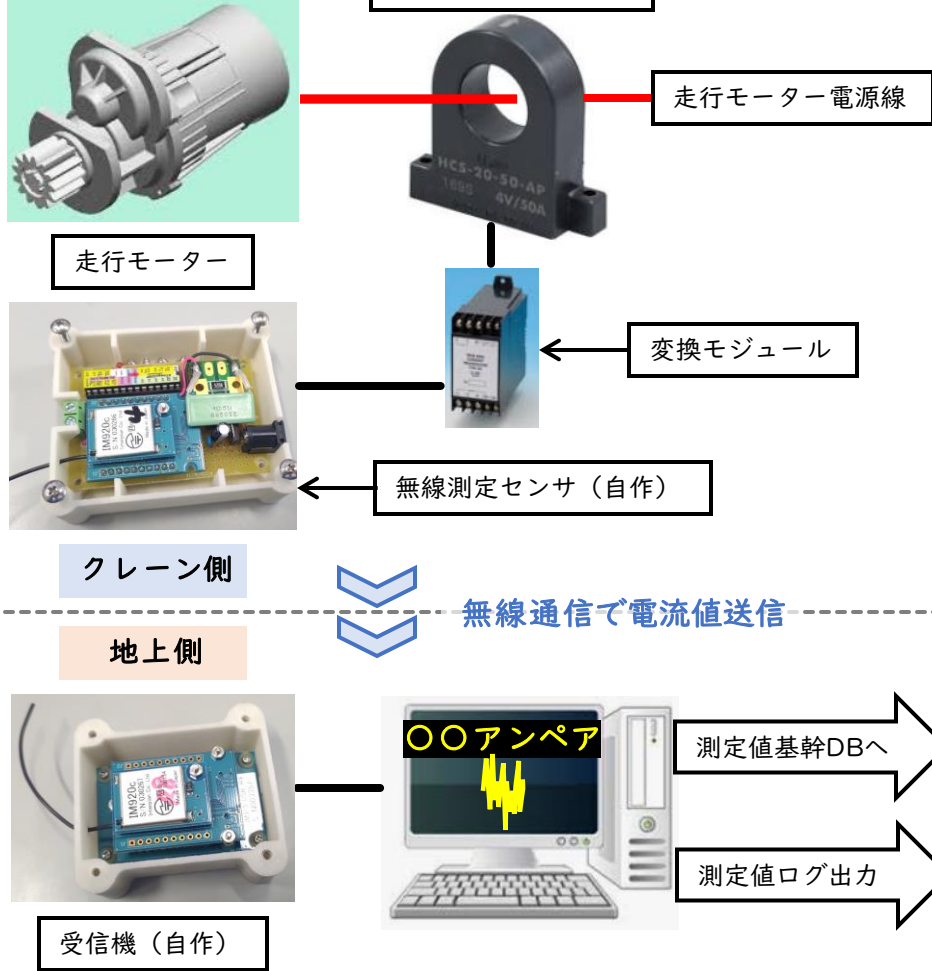
電力原単位 削減目標 $\Delta 28\%$

Co2排出量 削減目標 $\Delta 4\%$

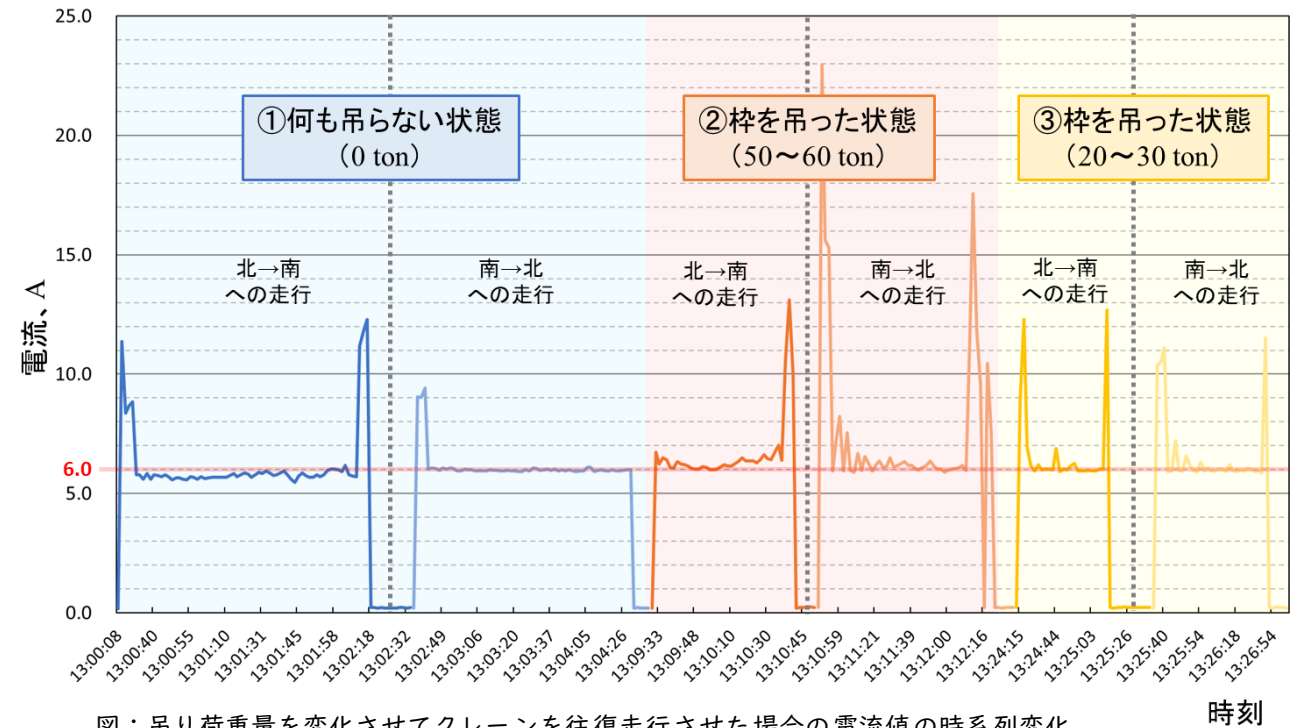
操業の見える化

天井クレーン

電流値取得の仕組み



測定結果



図：吊り荷重量を変化させてクレーンを往復走行させた場合の電流値の時系列変化

時刻

まとめ

- CO₂排出量の約90%を、電力使用による排出量（Scope2）が占めている。
- SCADA（ソフトウェア）を使用すれば、設備のPLCからデータ取得ができる。
- 見える化だけではなく、本来のIoT（センサー⇒データ蓄積⇒解析⇒アクチュエート）を繰り返して改善を図っていききたい。
- 古い設備やPLC制御されていない設備については、クランプ式電流センサーにて稼働状況が把握できる。（推進していく）

創立100周年に向けての中長期計画にて
カーボンニュートラル戦略を立案



CO₂排出量の見える化（エリア単位・時間軸を短く）
全社員での省エネ活動