

マリンバM3の開発 コンセプトを語る

最新のIoTを利用して、古い生産機械を救う



はじめに



マリンバM3のM3は、Man、Machine、Monoの頭文字を取りました。

マルチボックスとは、多様なデータ収集機能と小さな蓄積機能、3Gを使ってのインターネット通信機能を合わせ持っているからです。

私たちは30年もの間NC工作機械とつないできました。そして今も使われています。私たちはテクノロジーよりも“現場の経験値”を大事にしてきました。私たちはこの点にこだわり続けています。

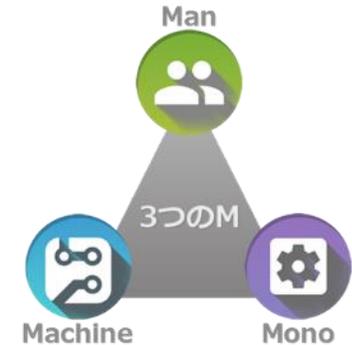
マリンバM3の適応先は、NC工作機械に限らず、ビルの設備機器、各種メーター、熱源、空調やプレス、射出成形機、印刷機、食品製造機械等のように広範囲に渡り実績を持っています。

ハーバード大学のマイケル・ポーターは「Smart Connected Products」という概念を『Harvard Business Review 2015年4月号』でPCT CEOジェームス・ヘプルマンと共同で発表しています。要はこれからの製品にはみな通信機能が着く時代やってくる。そうするとビジネスのあり方が激変するであろうと予測しています。

この意見に異論はありません。ただ、生産現場で5年を越える古い設備が90%を越える日本はどうしたらよいのでしょうか。通信機能を持ったものに入れ替わるには後20-30年かかります。

レガシーと呼ばれる古い機械を救う必要があると私達は考えています。その使命をマリンバM3に託しました。

新しい時代への足がかりのお試しにマリンバM3を使って頂ければ幸いです。



Harvard Business Review
2015年4月号
ダイヤモンド社

中島高英

Chapter1

現実と未来をつなぐ：リアル世界をどう見るか

私達人間は“今”という現実の連続になかに生きています。“今”は過去という足跡を残し、未来に足先をつけながら進んでいきます。

今が過去の連続ならば、未来も今の連続であり、過去の連続とも言えます。理想の未来がすぐに手に入れられないのは、過去の連続上に未来があるという現実を受け入れないからです。

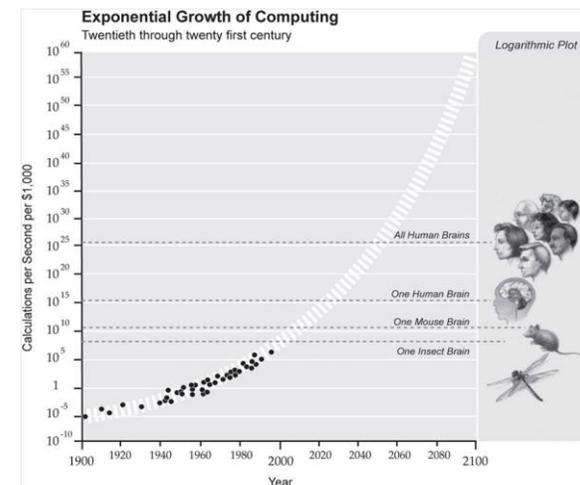
過去に作られた機械や制度、習慣が未来を縛り続けています。未来への道はドローンで空を飛ぶようにはいきません。勇気を持ってこの現実を認め、立ち上がる山々を乗り越えていかねば未来への道は拓けません。



1 不都合な現実： ムーアの法則の恩恵から、外れた生産現場

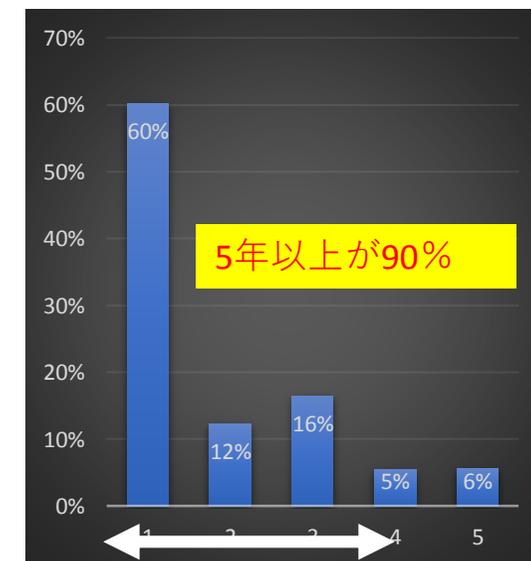
ムーアの法則では、コンピュータは2年で2.5倍、5年で10倍、7年で25倍、10年で100倍、15年で1000倍、20年で10000倍になるといいます。そしてそれは現実として証明されてきました。

但し、それは常に新しいものを購入した者だけが得られた特権でした。旧いものは、その当時のまま置き去りにされてしまい、恩恵に預かることは決してできないという“不都合な現実”が存在しています。



2 日本の生産現場に置かれた“生産設備機械”

日本は高齢化が大きな問題になっていますが、その陰で生産現場にある設備の高齢化も甚だしいものです。15年を越えるものが6割、5年以上のものに幅を広げると9割となっています。これではムーアの法則の恩恵どころではありません。投資コストを考えると設備をそうやすやすと更新することも難しいです。ジレンマの中に立ち往生しているというのが現実です。



3 日本の工場を救うためにIoTを利用する

マリバM3は後付けで簡単に設備機械に取り付けられるマルチ通信箱です。小さな投資で古い機械が蘇らせることができます。

また、メーカーを越えて接続できるのでユーザーは設備メーカーの選択権を持つことができるようになります。これからの工場は改善からオープン・イノベーションの時代を迎えます。その時にお役に立つものでもあります。

Chapter2

IoTマルチボックス マリンバM3のコネクタビリティ（つなぐ力）

ユーザーはコストの安いものを求めています。それに答えるには従来の開発方式では実現が難しいと考え、新しい開発法を取り入れました。

マリンバM3は、コストパフォーマンスを最高に高めるために3つの重要な機能を搭載しています。

古い通信機能を持たない機械設備のために、原始的な方法でつなぐための物理的なインターフェイスを何種類も用意しました。

通信機能をもった機械設備であっても、ベンダーロックインされた通信プロトコルしか持たないものには、それに対応する各種の通信ソフトウェアをご用意しています。

もちろん、古い機械設備から取得したデータをインターネットで即時に送れるようにインターネット通信プログラムも搭載しております。

マリンバM3の凄さは“つなぐ力”の底力にあると言えるでしょう。



1 低価格を実現できた秘密

ハードウェアのベース部分は汎用品を最大限に活用して、製造コスト低減とOSはLinuxを採用することで開発効率の向上を同時に実現しています。



<仕様表>

外観	外形寸法	92(W)×104(D)×45(H) mm
	質量	480g
環境条件	使用周囲温度	0 - 40℃
	使用周囲湿度	10 - 90%(結露なきこと)
	使用環境	塵芥および大容量の電動機等の誘導ノイズがないこと
電源	AC	100-240V (50-60Hz)
	消費電力	3.5W(最大)
I/F	イーサネット	LAN9514 (10/100 Mbps) RJ-45
	USB	USB 2.0 × 4 <small>※うち1口はイーサネット出力ポート専用</small>
	アナログ入力	アナログ入力端子×6
	デジタル入力	デジタル入力端子×4

インターネット接続オプション

モジュール 対応通信規格	3G	HSPA+/HSPA/UMTS 2100MHz
		EDGE/GPRS/GSM 1900/1800/900/850MHz
	Wi-Fi	IEEE802.11n/11g/11b

2 豊富な物理的インターフェイス

いろいろな機器、センサーにつなぐためのIFとしてマリンバM3 Type I・II ではそれぞれ下記の口を装備しています。

<Type I IF仕様表>

インターフェイスの種類	口数
LAN(イーサネット)	1
USB	4
アナログ入出力	6
デジタル入出力	6

<Type II IF仕様表>

インターフェイスの種類	口数
LAN(イーサネット)	1
USB	4
アナログ入出力	4
4-20mA	4
デジタル入力	4

3 豊富な物理的インターフェイス

- ① LAN (イーサネット) ・工場内LANに接続
- ② USB
 - ・無線LAN、Bluetooth
 - ・Zigbee、920MHz
- ③ アナログ
 - ・CT電流ケーブル
 - ・4-20mAケーブル
- ④ デジタル
 - ・無電圧接点ケーブル

4 各種通信プロトコル

- ① LAN
 - ・BaCnet 定期型、BaCnet イベント型
 - ・三菱電機MELBAS、B-net、Sii
 - ・CNC工作機械
- ② USB
 - ・920MHz TEPCO無線CT
 - ・485 CNC工作機械
- ③ アナログ
 - ・CT電流
 - ・4-20mA回転メータ、流量計
- ④ デジタル
 - ・シーケンサー
 - ・パトランプ
 - ・パルピック

5 接続事例

いろいろなつなぎ方があります。その一例をご紹介します。事例にない場合にはご相談の上、対応させていただきます。

<Type I型>

構内LAN	LAN	マリンバM3 Type I			
主管電力(三相二線)	アナログ1		デジタル1	パトランプ赤色	
主管電力(三相二線)	アナログ2		デジタル2	パトランプ黄色	
主軸電力(三相二線)	アナログ3		デジタル3	パトランプ緑色	
主軸電力(三相二線)	アナログ4		デジタル4		
モータ電力(三相二線)	アナログ5		デジタル5		
モータ電力(三相二線)	アナログ6		デジタル6	生産カウンター	
サーバー接続(無線LAN)	USB1				
3G dongle	USB2				
CNC用485変換器	USB3				
CNC用233C変換器	USB4				

<Type II型>

構内LAN	LAN	マリンバM3 Type II	温度サーモセンサー		
主管電力(三相二線)	アナログ1		デジタル1	パトランプ赤色	
主管電力(三相二線)	アナログ2		デジタル2	パトランプ黄色	
主軸電力(三相二線)	アナログ3		デジタル3	パトランプ緑色	
主軸電力(三相二線)	アナログ4		デジタル4		
流量計1	4-20mA1	USB1	サーバー接続(無線)		
流量計2	4-20mA2	USB2	CNC用232C変換器		
流量温度	4-20mA3	USB3	485変換器		
金型温度2	4-20mA4	USB4			

Chapter3

IoTマルチボックス マリンバM3のテクノロジー ユースケースをモデル化した

製造業の現場は大きく2つに分けられます。化学コンビナートのような「プロセス型」と自動車工場などの組立、加工をしているような「ディスクリート型」です。

私達は「ディスクリート型」の中の「素形材産業」分野の生産設備をつぶさに研究分析をしてきました。

素材が金属であっても、化学品でもあっても共通の工程があり、各工程ごとの機械設備にも共通性があることに気が付きました。

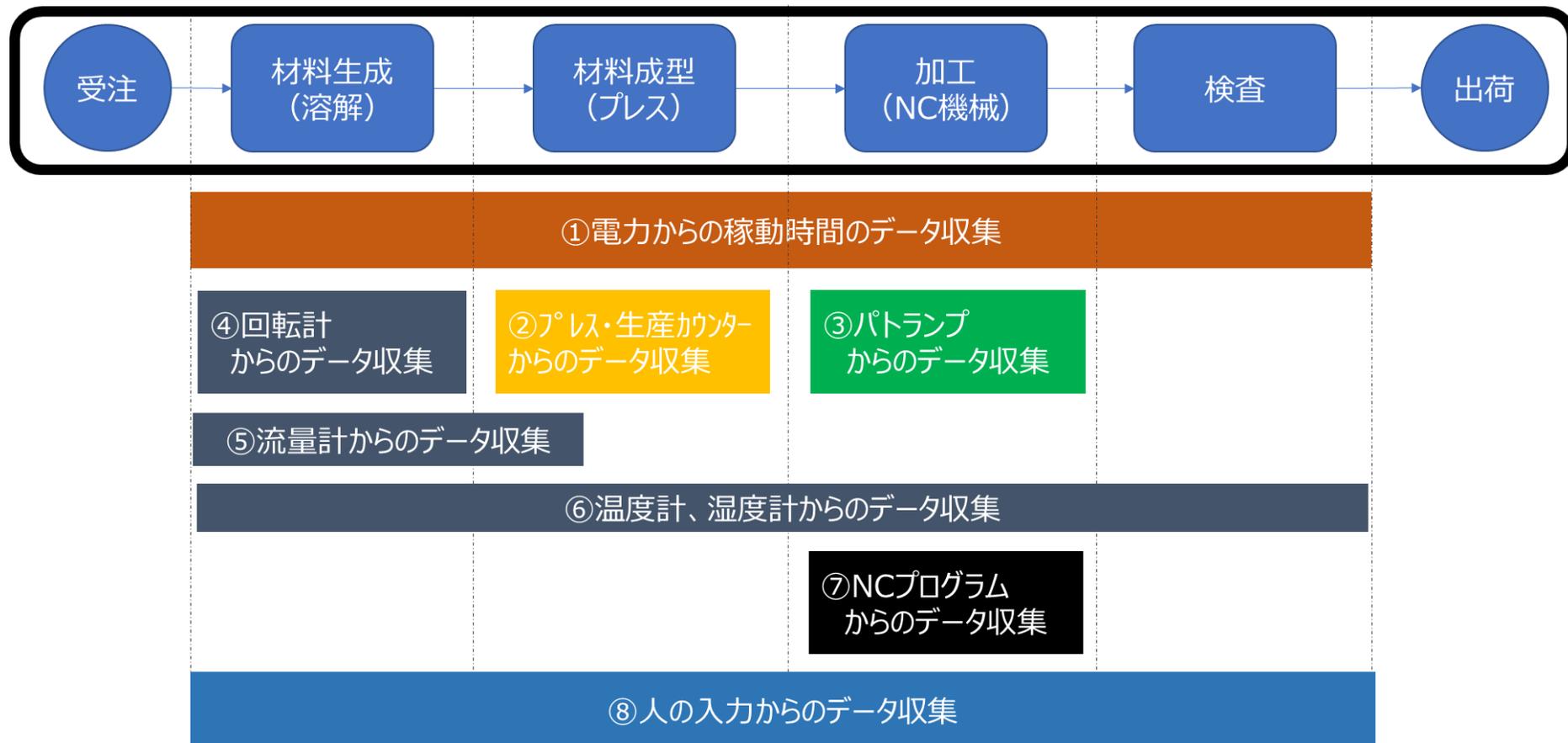
それらの機械設備から取れるデータのタイプを整理をし、物理的なインターフェースを用意しました。

これにより古い機械のほとんどを“つなぐ”ことが出来るようになりました。



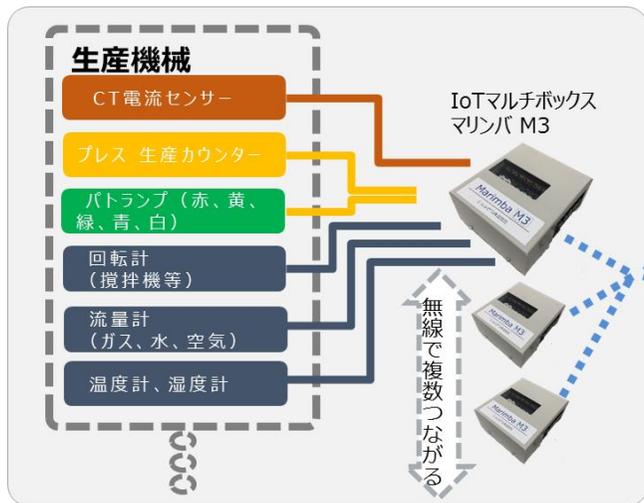
1 工場の生産モデルを設備機械から見直し、モデル化する

IoTから取れる方法は8種類になります。



2

- ①電力からの稼働時間のデータ収集
- ②プレス・生産カウンターからのデータ収集
- ③パトランプからのデータ収集
- ④回転計からのデータ収集
- ⑤流量計からのデータ収集



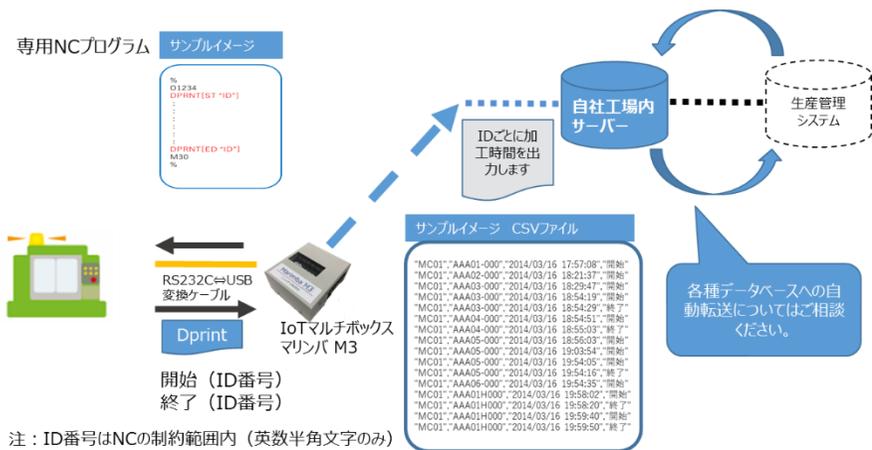
- ⑥温度、湿度計からのデータ収集



- 注1)
機械1台に1台マリンバM3が必要です。
- 注2)
プレス生産カウンター、パトランプからは無電圧接点信号ケーブルが必要です。
- 注3)
マリンバM3のネットワーク・アドレスの設定をして出荷します。
- 注4)
回転計、流量計、温度湿度計からは4-20mAケーブルが必要です。

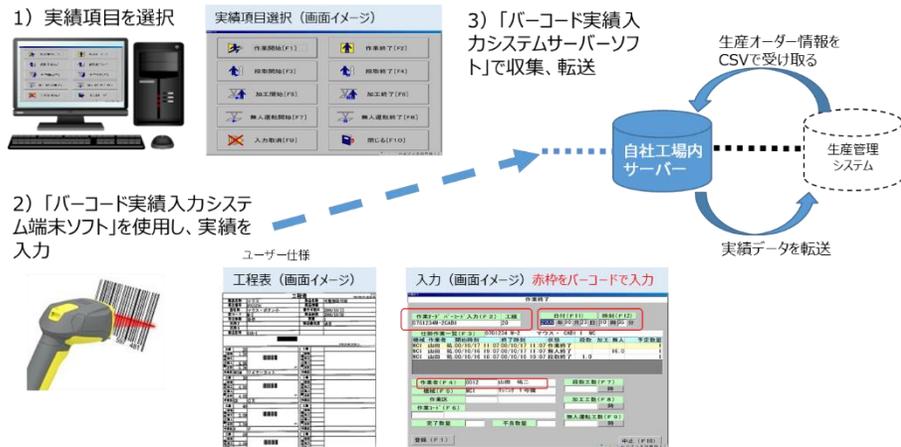
3

⑦NCプログラムからのデータ収集



4

⑧人の入力からのデータ収集



Chapter4

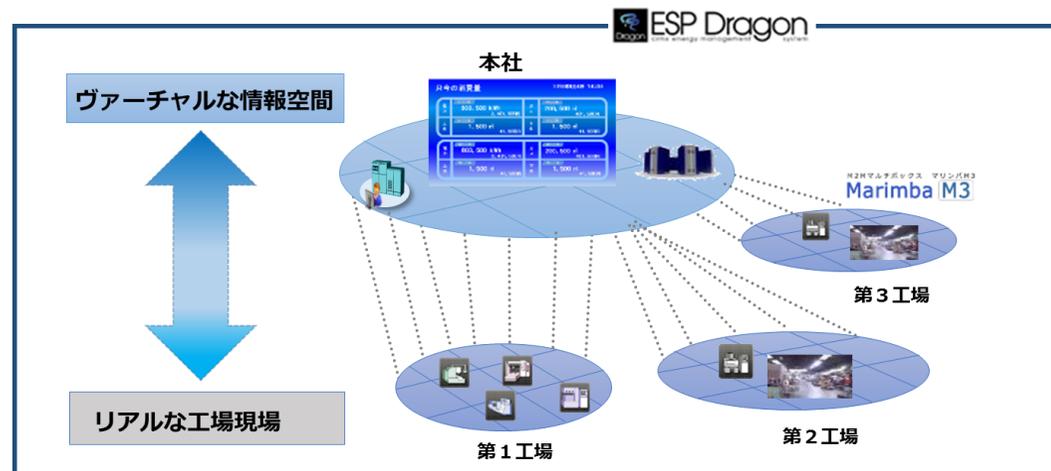
ヴァーチャル空間を創造する

ムーアの法則の恩恵はクラウド・サービスから

インターネットの技術はとてつもない速さで進化しています。私たちは進化のスピードに対応すべくCIMXの兄弟会社として新たに株式会社Avenirを設立し、クラウドの運用サポートはもとより研究開発に力を入れております。

FAとインターネットを結ぶためにも、ヴァーチャル情報空間に創造と開発は重要なことだと考えています。

私たちの挑戦は小さな一歩にすぎませんがご期待いただくと幸いです。



実例 提案1 「電力による稼働の見える化」

コストパフォーマンスのよい、離れた工場をつなぐ「電力による稼働の見える化」提案をさせていただきます。これからご紹介するのは、ASPパッケージをサービスとして実際に提供されているものです。

マリンバM3からのデータをクラウドで処理をして、リアルタイムにいろいろな角度からデータを見られるシステムです。

パソコンだけでなくスマートフォンやスマート端末でもご覧頂けます。



トップ画面は例です。実際はユーザー様ごとにカスタマイズが必要となります。

他の画面は標準でご用意しています。

構成は「稼働の見える化」と「電力の見える化」の2本立てになります。

稼働状況一覧



ガントチャート



機械の稼働履歴



使用電力量一覧



使用電力24hグラフ



使用電力量履歴



提案 1 「電力による稼働の見える化」 稼働画面の紹介



2 離れた工場を一目で比較する

リアルタイム工場・グループの合計稼働状況を表示します。



- ・本日の全工場、また各工場グループの合計稼働時間をリアルタイムで表示します。
- ・稼働中の機械の台数情報を表示します。
- ・下部にテロップが流れます。
- ・稼働中機械の背景色
 - 60%以上
 - 30%~60%未満
 - 30%未満
 となります。

3 離れた工場の機械の稼働状態を見る

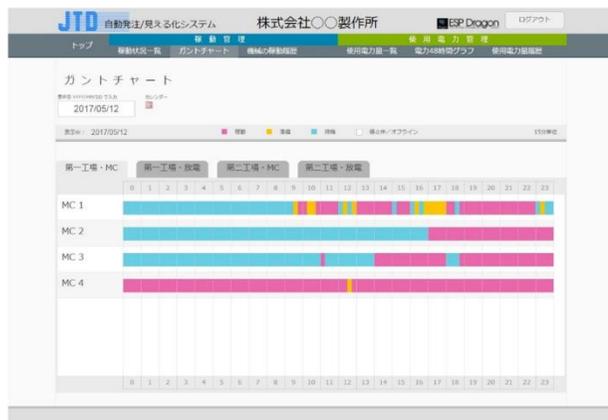
現在の各機械の稼働状態を表示します。



- ・データ収集対象の全機器の稼働状態を色で一覧表示します。
- ・色：
 - 稼働
 - 準備
 - 待機
 - 停止中/オフライン
 となります。
- ・各機器の本日の累積稼働時間もあわせて表示します。

4 工場では見慣れたガントチャートでリアルタイム稼働状態を見る

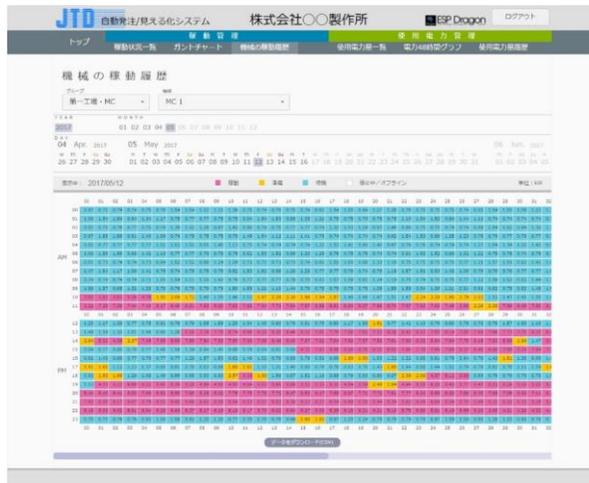
指定された日付のそれぞれの機械の稼働状況およびその推移を表示します。(各グループ別に表示します)



- ・指定したグループに属する機器群の稼働状態の推移(15分ごと)を一覧表示します。
- ・色：
 - 稼働
 - 準備
 - 待機
 - 停止中/オフライン
 となります。

5 担当者のための 1分ごとの稼動状態 (分別オセロチャート)

機械ごとに指定した日の詳細稼動情報を表示します。



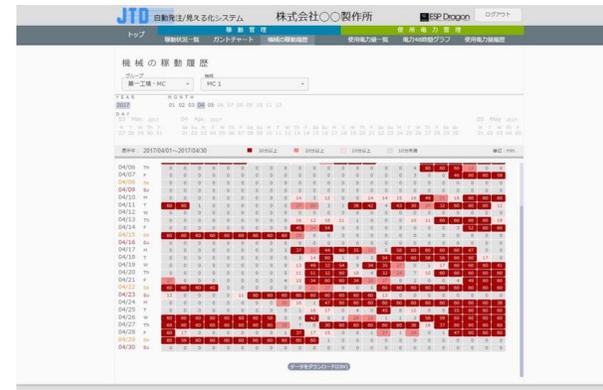
- 指定した機器の、指定した日の稼動履歴（1分ごとの詳細情報）を「時×分」のマトリックスにて表示します。
- 1分ごとの稼動状況（色）
- 1分ごとの使用電力(kW)

- 色：
 - 稼動
 - 準備
 - 待機
 - 停止中/オフライン

- データダウンロードができます。

6 ミドルマネジメントのための 日別の機械の稼動状態 (日別オセロチャート)

機械ごとに指定した月の詳細稼動情報を表示します。



- 指定した機器の、指定した月の稼動履歴（1時間ごとの詳細情報）を「日×時」のマトリックスにて表示します。
- 1時間ごとの稼動状況（色）
- 1時間ごとの稼動時間(分)

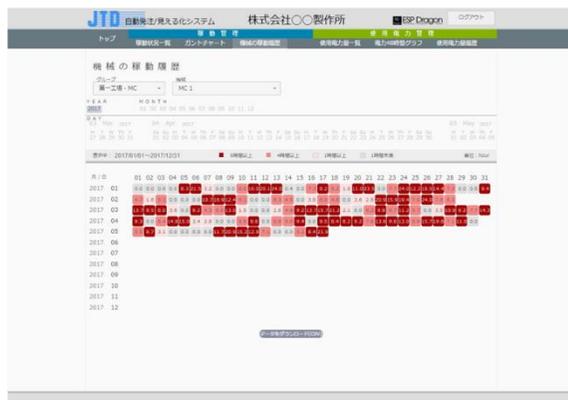
- データダウンロード機能 - CSV形式出力

- 色：
 - 30分以上
 - 20分以上
 - 10分以上
 - 10分未満

- データダウンロードができます。

7 トップマネジメントのための 月別の機械の稼動状態 (月別オセロチャート)

機械ごとに指定した年の詳細稼動情報を表示します。



- 指定した機器の、指定した年の稼動履歴（1日ごとの詳細情報）を「月×日」のマトリックスにて表示します。
- 1日ごとの稼動状況（色）
- 1日ごとの稼動時間(時)

- 色：
 - 8時間以上
 - 4時間以上
 - 1時間以上
 - 1時間未満

- データダウンロードができます。

提案 1 「電力による稼働の見える化」 電力画面の紹介



8 リアルタイムの機械ごとの使用電力

工程別に、現在の各機械の累計電力量を表示します。

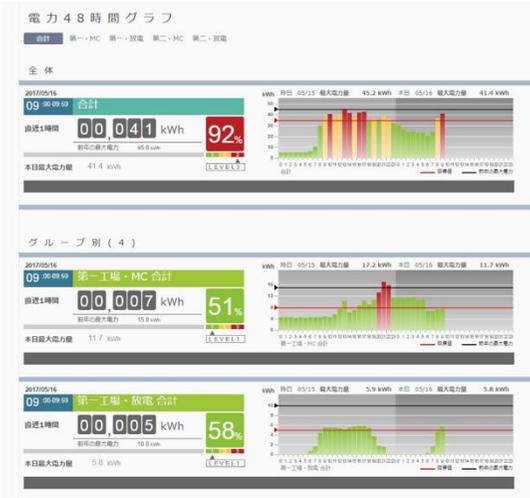


・データ収集対象の全機器の本日の累計使用電気量を表示します。
 ・あわせて稼働状態も色で表示します。

- 色：
 - 稼働
 - 準備
 - 待機
 - 停止中/オフライン

9 48時間グラフ 前日からの使用電力量の推移がわかります。

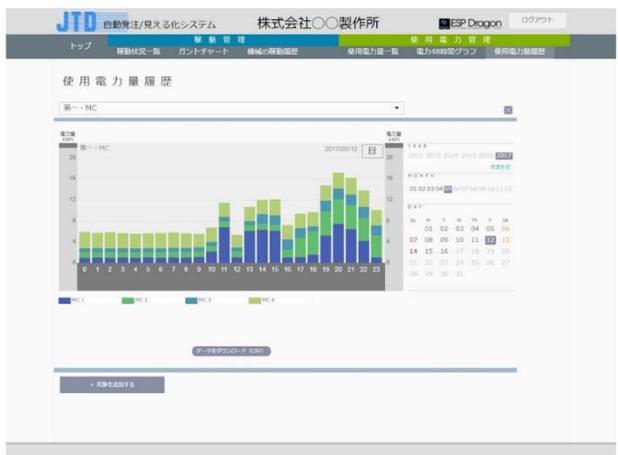
指定グループに属する各機械の現在の使用電力(=消費電力)とその推移グループ合計値や前年の最大値に対する割合を表示します。



- ・指定したグループに属する機器群の使用電力とその推移を1時間刻みの48時間グラフにて表示します。
- ・現在の使用電力と前年最大値に対する割合の表示
- ・グラフの設定された目標値に対してグラフの色が変わります。
- ・色は
 - 前年最大値の90%超
 - 前年最大値の80%-90%
 - 前年最大値の0%-80%

10 ヒストリー 過去電力使用履歴 CSVダウンロード機能付き

機械ごとの使用電力量とグラフを表示します。



・1ページ内で複数グループ(工程)の合計使用電気量を積み上げ表示します。

・カレンダーで年、月、日を選ぶことができます。

表示画面は下記となります。
 年…選択された年度の12ヶ月のグラフを表示

月…選択された年度、月の1日～最終日のグラフを表示

日…選択された年度、月、日の0時～24時のグラフを表示

年度形式…年グラフ表示時1月～12月,4月～3月の切り替え

Chapter5

ユーザー・エクスペリンス

実際の工場であった実話です

スターウォーズの“フォースとともに”を聞くとしびれます。

私たちは“ユーザーとともに”を合言葉にしています。
 私たちはいつもユーザー様と一緒に考え苦しみながら次のステップにいきたくと考えています。

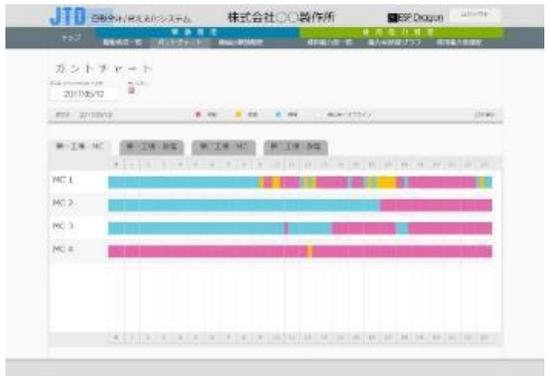
見える化は改善のツボを見つけ出してくれます。改善はユーザー様自身で行っていただきます。

データを見ながら改善を行うことで、見える化のデータ自体がコミュニケーションツールであることを発見できました。これはユーザー様から教えられた貴重な情報です。



1 工場の機械をまとめて、リアルタイムのガントチャートを見て、考えた

ガントチャートとのページをクリックすると、すべての機械の当日分がリアルタイムに見えます。左上にあるカレンダーで日付を選ぶ過去の日の分が見えます。

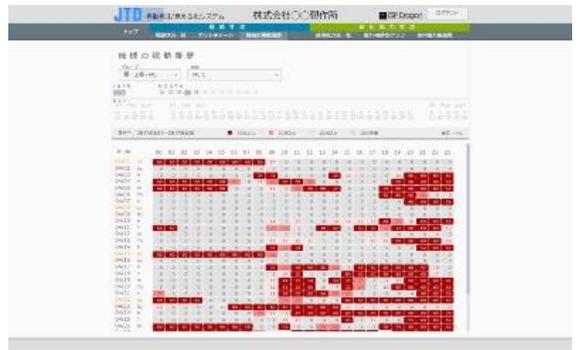


何で、こんなに稼動にバラツキがあるのだろう？



2 1か月まとめて気になる機械の稼動状態を見て、また考えた

見たい月と機械を選ぶと、縦軸に1日~30日、横軸に0時から23時のマスの中に稼働した時間が分単位で表示され、30分以上の場合は赤色になります。

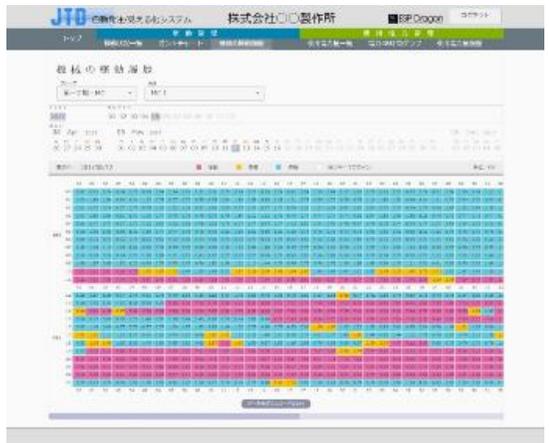


そうですね。1か月まとめて見ても、バラついていますね。



3 1日を1分ごとによく見てみた動きの特徴がよく分かる

オセロチャートと呼んでいる1440分のステータス色分けグラフ



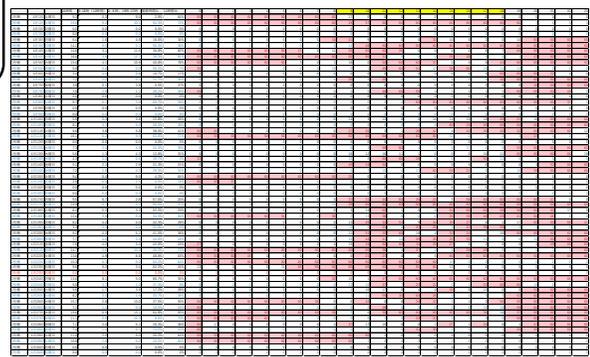
細かく見てみましょう。どうも、夜間それも0時から朝までが動いていないようです。



4 自分でデータを加工して、担当者別に分析を試みた

生データはCSV形式でダウンロードできます。ユーザーは自由に自分なりの分析が可能となります。

CSVダウンロードして、エクセルを使って分析してみたよ。



5

改善の“ツボ”が見える 改善の知恵と実行はユーザー自らの手による

見える化は、改善の“ツボ”を担当者から管理者まで全員で共有できる点にあります。
改善の仕方はユーザー自身で行なっていただきます。



ものの流れを変えてみよう。
担当者にも、意識を変えてもらおう。



6

データをコミュニケーションツールとして利用

管理者と担当者のコミュニケーションは、科学的にデータを見ながらやることで、冷静で効率のよいコミュニケーションが取れます。



やってみます！

7

効果の見える化

リアルタイムのオセロチャートを見ながらやることで効果がすぐわかり、モチベーションが上がります。



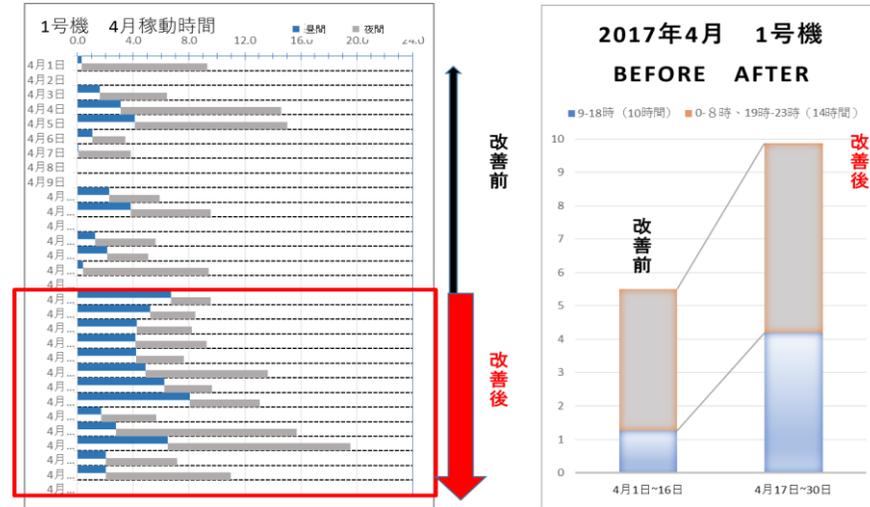
効果がすぐ見えるから、やりがいが出ます。

8 効果はすぐに現れた

実際の話です。

4月1日から16日までと改善した方法を取り入れてからの17日から30日までを比べてみました。

今まで気づかなかった午前0時以降の時間帯も加工が大幅に増えて、全体で約2倍になりました。



9 成果を全社で共有する

稼働の見える化の効果が見えたことで、次のステップに進めることにした。

2つに分かれている工場をヴァーチャルな情報空間を使って全社的な見える化を行うことにした。



10 自社設備のシェアリングに挑戦

システム構成図

