

製造業におけるメンテナンス分野の デジタル化動向

松田 善介、中村 努

法人正会員 公益社団法人日本プラントメンテナンス協会（〒101-0051 東京都千代田区神保町 3-3）

E-mail: zensuke_matsuda@jipm.or.jp

tsutomu_nakamura@jipm.or.jp

COVID-19 に限らず世界的な不確実性は増大し、組織・人を問わず変化へのダイナミックケイパビリティ能力向上が強く求められてきている。その中でデジタル化が果たす役割は大きいという認識も強まってきた。世界的なメンテナンスとアセットマネジメント団体である GFMAM 傘下の各団体においても、デジタル・ツインの議論が始まってきており、メンテナンス分野でも新たなフレームワーク構築をめざす動きが活発化している。製造現場においても AI 等の適用は進んできており、外観異常判断や熟練者技能伝承への適用のみならず、「説明ができる AI」等への試みも進行中である。5G による遠隔保全、ブロックチェーン、さらには量子コンピューターの適用も始まっている。またこれらを見越した人材育成も重要な課題となってきた。これらの活動や技術進化の最新状況を概観して、メンテナンスやアセットマネジメント分野で今後我々が進むべき方向性を議論していく。

キーワード: デジタル化, AI, 製造業, メンテナンス

1. ものづくりプロセスのデジタル変革

日本の製造業においてもデジタル化は進行してきているが、日本プラントメンテナンス協会でも、メンテナンス現場のデジタル化が今後どのように進んでいくべきかとか、現場が抱える課題にどう対処するかなどの議論や活動が活発に行われるようになってきている。

(1) ものづくりプロセスのデジタル変革

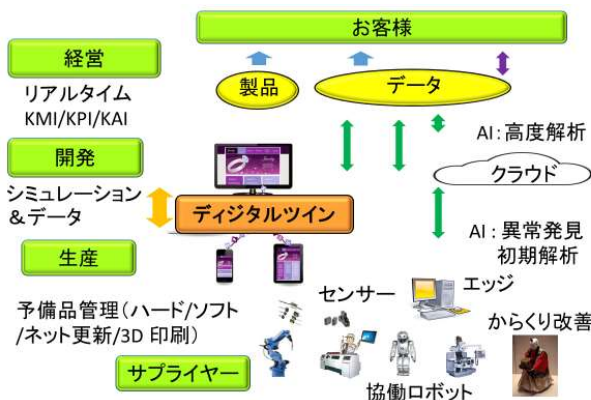


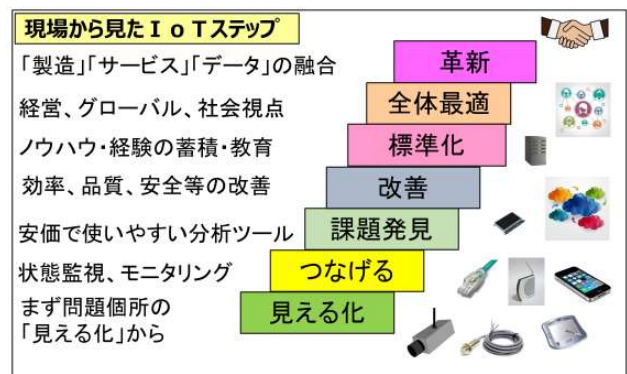
図-1 ものづくりプロセスのデジタル変革

図-1 のように、ものづくりのプロセスでは、設備やロボットからのセンサー情報をまずエッジ端末で異常検知分析し、上位の分析などをクラウドなどで行う事も多くなってきている。開発と生産部門は「デジタルツイン」でつながる方向になり、現場の情報も設計にフィードバックされる。メンテナンスの予備品も、ソフト部品やウ

ェブでの修正なども可能になり、一部の部品は3Dプリンティングでの供給も可能になってきている。経営層がリアルタイムベースで各現場の各種指標をみる事ができる仕組みもできつつある。工場からは製品のみならず、データそのものを価値あるものとして出荷する考えも出てきている。顧客の顧客にとって有益な情報を提供して事業拡大を支援する上で価値を生み出している。

(2) 現場視点から見たデジタル化

筆者は、2016年の「設備管理全国大会」やその後の海外講演で発表した「現場から見たIoTステップ」という考え方（図-2）を初めて提示したが、その後日本や海外でこの考えを取り入れる動きが拡大していった。



発表「設備管理全国大会」2016年12月（松田 善介）

図-2 現場から見た IoT ステップ（文献-1）

(3) 現場のオペレーター視点から見たデジタル化

当協会が推奨する TPM(Total Productive Maintenance)では、現場の異常を身近に見つける事のできるオペレーターのメンテナンス能力向上を図る事が重要であるという事を推奨してきている。デジタル化が進めば、彼らの関与もより高度化されるようになる。そういった事を事例として紹介したものが、図-3になる。現在のスマートフォンは数十年前のスーパーコンピューター並みの性能を有しており、赤外線検知機能で設備の発熱を検知したり、超スローモーション機能で「チョコ停」の原因を見つけ出す事も可能になってきている。カメラ・ビデオ付きの眼鏡で遠隔から熟練者の指示を視覚化し目の前の設備に投影して作業がしやすい機器も各種出てきている。



図-3 オペレーションのIoTツール例

従来のオペレーターが行ってきた「単純・重い・汚い・危険」は、ロボットや、当協会が推奨する、安価な自動化である「からくり改善」®などへの移行をできるようになり、オペレーターは人間にしかできない付加価値の高い仕事に移行する事が、人材不足が急速に進む現状からも重要になると考えており、当協会では自主保全士という教育・資格試験を行ってきている。

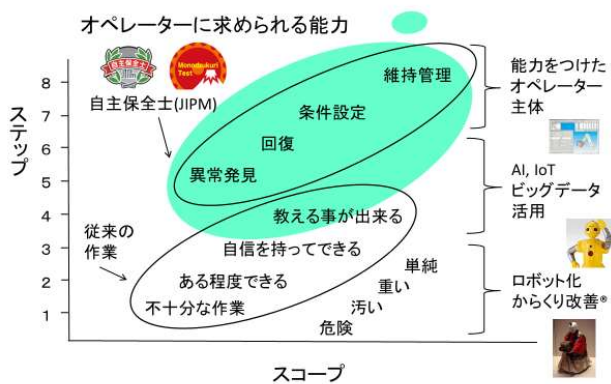


図-4 オペレーターに求められる能力

(4) 保全担当者の視点から見たデジタル化

保全担当者の仕事も、デジタル化で大きく進歩する。図-5に示すように、安価なセンサーモジュールの活

用や、情報量は少ないが異常判断などの情報を約10km くらいの遠方まで伝える LPWA(Low Power Wide Area)技術や、遅延のない画像通信で遠隔直接メンテナンスを可能にする 5G 技術、さらには、VR(Virtual Reality) や、AR(Augmented Reality)等の画像による支援機能の活用が広がってきている。

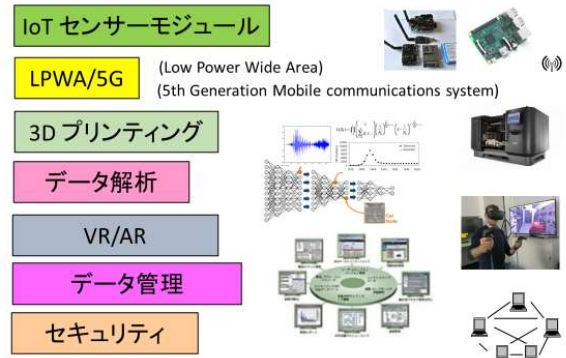


図-5 保全担当者に必要になってくる技術

簡単なメンテナンスをオペレーターができるようになれば、保全担当者のスキルもより高度化できるようになり、新規のデジタル技術の習得、とくに今後ますます増えてくるセンサー自体の勉強も重要になる。開発部門との間では、設計のシミュレーション精度向上に寄与する事も期待できる。

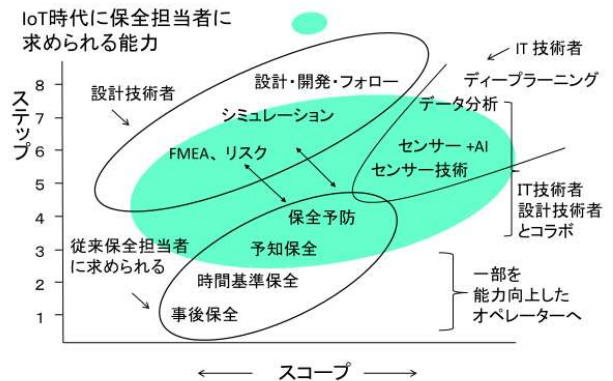


図-6 保全担当者に必要になってくる能力

2. メンテナンス技術動向

メンテナンスの今後の方向性に関しては、筆者が所属する、GFMAM(Global Forum of Maintenance and Asset Management)団体の中でも議論を進めている。現状のメンテナンスが「Preventive Maintenance (予知保全)」という段階に至ってきている事は一般的に知られている事であるが、その先に関しては、「Prescriptive Maintenance」という概念に落ち着きそうである。しかしこれをどう日本語に訳すべきかは筆者も悩んでいる所である。一般的和訳(規定、指令等)では主旨が伝わりにくくなる。

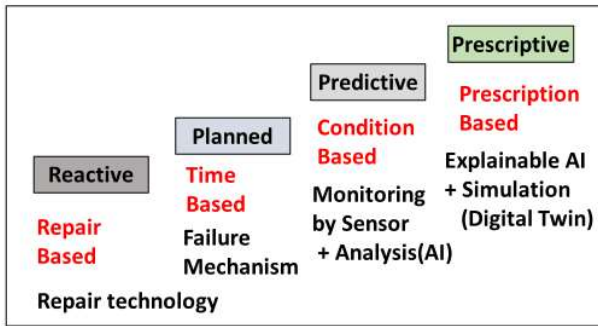


図7 GFMAM でのメンテナンス技術動向議論 (継続中)
 また筆者はかねてより、国内外の講演ではメンテナンスにおけるデジタル技術動向を、演繹的なモデルベースと、帰納的なデータベースが相まって進んでいくという考えを示してきた。

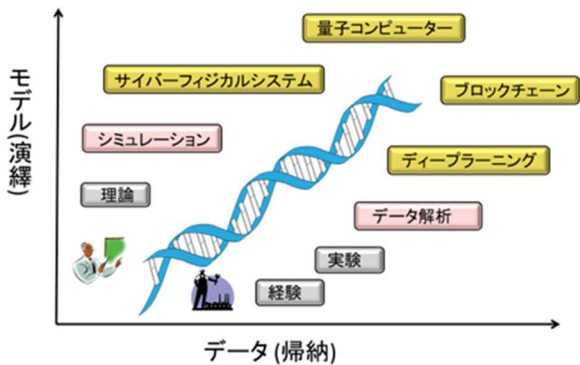


図8 メンテナンスにおけるデジタル技術動向方向性
 AI 等も含む「データ解析」「ディープラーニング」がデータ志向の動きで、サイバーフィジカル的な考えでは、シミュレーションの精度向上もカギになると考えている。その先に、量子コンピューターやブロックチェーンという技術も必要になってくると考える。
 図9 は筆者が、2019年にブラジルの Veronia 市で行われた、GFMAMと ABRAMAN (ブラジルメンテナンス協会) 主催のカンファレンスで、製造業でも活用が始まった「AI (人工知能)」の現状を説明したものです。

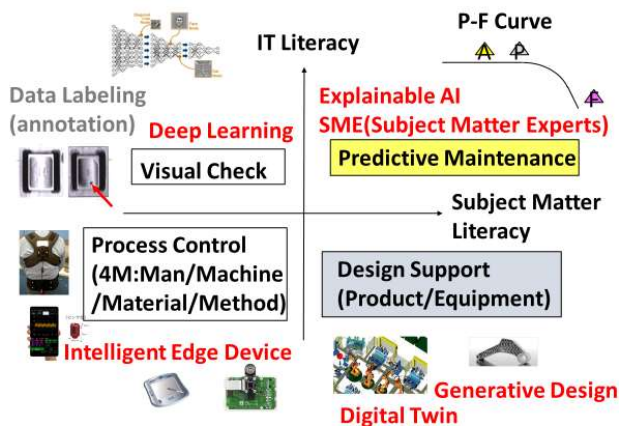


図9 製造業で使える人工知能 (文献-2)

その中で、「予知保全」への AI 導入に関しては、IT 系の能力だけではうまくいかず、保全の専門知識等があるその分野のエキスパートとうまく協業するような形が望ましいという見解 (図9) が増えてきている。

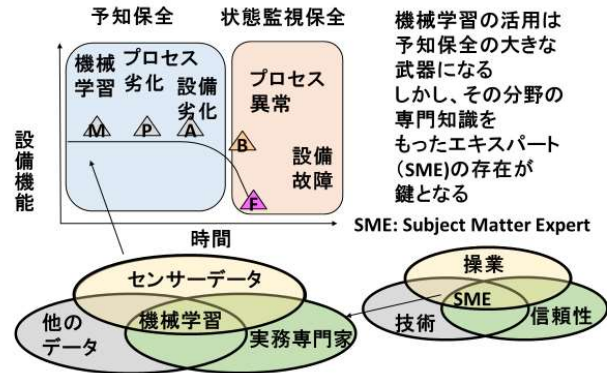


図9 AI 技術導入に際して考えるべき事 (文献-3)

AI を製造業に適用する場合には、外観チェックの補助などの領域では、検査人員削減等に寄与してきているが、故障の予知とか、事故へのアラームを、AI が提案しても、なぜ AI はそう考えるのかの説明 (Explainable AI) がなければ現場の人達に説得性が乏しいものとなる。
 現在 IT 各社も、この点への対応強化を図っており、「説明可能な AI」の開発が迅速化している。

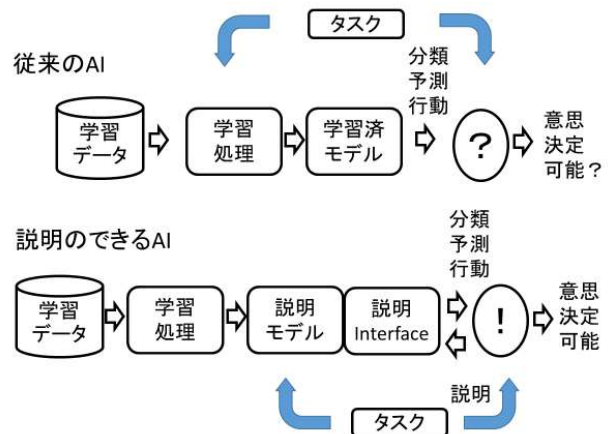


図10 説明可能な AI (文献-4)

またデータに関しては、製造業で広く使われてきた「5S (整理、整頓、清掃、清潔、しつけ) という考えも適用できるのではないかと考え、筆者は以下のように「データの5S」という考えを提言している。

- 整理** 不要なデータの削除、活用しないデータをとらない
- 整頓** データ活用の即時性、使いやすいデータ管理
- 清掃** 標準化、完全化、正確化、etc.
- 清潔** 最新の状態に保つ、機密性、セキュリティの維持
- しつけ** データ取り扱い・管理ルールを守る

図11 データの5S

製造業では、部品や製品の総合的なデリバリーマネジメントが高度に複雑になってきており、どんどん頻度が高くなる変化への迅速な対応をリアルタイムに最適化するためには現在のスーパーコンピュータでは計算時間が膨大になり、量子コンピューター等の導入が検討開始されてきている。(株)デンソーでは、製造ラインの多数のAGV(無人搬送車)の運行の最適化問題に活用し、約15%の効率化を実現したという報告もある。海外では、搬送車とドローンを組み合わせた複雑な運行計画作成に使っている事例もある。(The Flying Sidekick Traveling Salesman Problem : 文献-5)

Quantum Computing

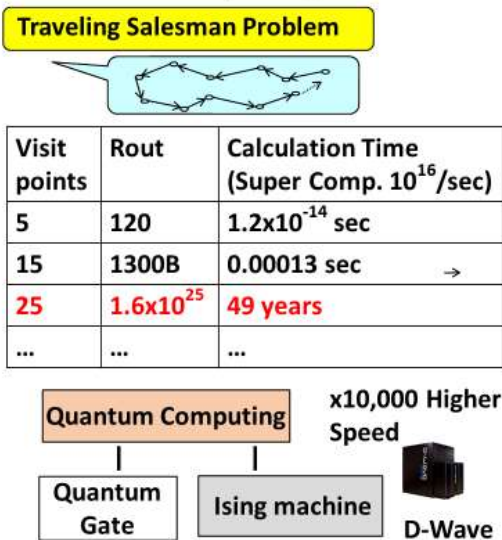


図-12 量子コンピューター

量子コンピューターには、2種類あり、現在商用可能なのは、「Ising Machine型」であり、カナダのD-Wave社製が広く活用されてきている。(株)デンソーが活用したのはこれである。ただしごく限定した用途にしか使えないのが欠点であり、従来のスーパーコンピュータのような汎用的計算が可能なタイプ(Quantum Gate型)がGoogleやIBMをはじめ多くの会社で開発中であり、4~5年後には実用化できるのではないかとされている。

また新技術という事ではメンテナンスなど生産活動に関わる多くの情報や商品のトレーサビリティ管理などにも、「ブロックチェーン」(文献-6)が活用なのではないかという大きな期待も始めている。データの信頼性という点では、大変期待が大きい技術である。複数台のPC端末構成から始められる手軽さもある。情報は時系列的にブロック構成され、リンクされたすべてのコンピューターに同じ情報が保持され、情報改ざんには51%以上のコンピューターの記述を変更せざるをえず、極めて難しい。万全ではないが、安全性の高い情報管理手法であり、もともとは「ビットコイン」むけに考えだされ

たものだが、流通や製造管理分野にも展開が進んできている。

「ブロックチェーン」はIoT技術等と親和性が高いと考えられ、期待が大きい理由は、製造業においても、設備や全体のSCM系システムでは今後多くのセンサーが装備され、AI群も活用されていくことになるが、そこで発生するデータは膨大になり、しかも設備同士が会話も始めて、簡単な条件最適化などの作業をあらかじめ許容した範囲の中で可能にしていこうとする「自律的メンテナンス」という考え等も視野においた議論が国際的に進んできており、そうなった場合には人間が逐一確認管理していく姿は想定できなくなってくると考えられるからである。

3. まとめ

世界的な不確実性はますます増大し、製造業においても変化へのダイナミックケイパビリティ能力向上が強く求められてきており、その中でデジタル化が果たす役割は大きくなっていく。

その中で、どのようなデジタル技術がどのように可能になるかとしているのか、その場合にどういった注意が必要になるのかを、常日頃からアンテナを高くし、世界のエキスパートとタイムリーな議論を進め、新規な考えを提言しフィードバックを続けていくことがますます重要になっていくと考える。

その場合には、新技術を受け身でとらえるのではなく、積極的に活用するとしたら、どういった事に使えるのかをいち早く考えていく事が必要でもあると考える。

筆者が参加しているGFMAM活動の中でも、「メンテナンスフレームワーク」等の議論において、世界のメンテナンスエキスパートとほとんど隔週のペースで議論を進めており、彼らから各地域の最新状況を知っている事も多いので、今時点で何が議論されているのかを常に知っていく意義は大きいと考えられる。

4. 参考文献

- 1) 松田 善介「設備管理全国大会」2016年12月。
- 2) Zensuke Matsuda (GFMAM ABRAMAN Conference 2019@Vitoria(Brazil))
- 3) Blair Fraser, Lakeside Process Controls(GFMAM SMRP Conference 2018@Orlando USA)
- 4) 古藤 晋一郎氏：東芝デジタルソリューションズ(株)講演(東芝 Open Innovation Fair2019)
- 5) The Flying Sidekick Traveling Salesman Problem <https://www.youtube.com/watch?v=Vniz2YaklhQ>
- 6) Block Chain <https://blogs.sap.com/2018/01/22/block-chain-or-no-blockchain-a-case-of-a-manufacturing-company/>