

ニッポンへの警告 周回遅れの現実を直視すべし

連載 第3回

IoTからIoF (Internet of Functions)へ ～ 閉じたPDCAの罠 ～

執筆／江崎 浩

IoT (Internet of Things) とビッグデータの導入、さらにサプライチェーンのデジタル化によるスマートファクトリー・サプライチェーンの実現が Industry 4.0 とされた。日本における優良企業による典型的な反応は、「そんなものは、日本では構築済みだ。日本の工場は“ものづくり”と“匠の世界”で、IoT なんてものは日本の工場には不要なものだ」であった。Just-In-Time の“かんばん”が構築されているので、IoT なんて要らないとの反応であった。「成功の呪縛」であり、そこには「箱入り娘の罠」あるいは「閉じたPDCA サイクルの罠」が存在する。

「デジタル化」とは何なのかを理解する必要があるだろう。デジタル化はモノとコトの抽象化を行うことで、さまざまな「アンバンドリングを実現する」。

(1) 生存機械とIoT

「動植物が遺伝子の生存機械である」は、利己的遺伝子¹の鍵となるメッセージである。遺伝子は利己的で、自身が生き残るために、他の遺伝子と交流・交叉し、さらに誤複製や変異を経験することで、多様化と高機能化を実現する。遺伝子が生き残るために、優秀な生存機械を探求し、生存機械と遺伝子との間で Win-Win の相互利益関係を構築できた遺伝子と生存機械のペアが繁栄することになる。

遺伝子は、さまざまな生存機械でその設計図 (= プログラム) を実行 (= execute) することができる。また、生存機械は、さまざまな遺伝子を実行・保存することが可能である。つまり、生存機械と遺伝子は、アンバンドルの性質を持っていると解釈することができる。

このような観点で、IoT を考えてみよう。モノ (Things; 複製型) は、プログラム (= 遺伝子) にとって

の生存機械に対応する。プログラム (= 遺伝子) は複数の多様なモノ (= 生存機械) に存在し (= 保存され)、実行 (execute) されることが可能である。もちろん、一つのモノ (= 生存機械) で、複数のプログラム (= 遺伝子) が存在し、かつ実行可能となっていることが前提条件となる。プログラム (= 遺伝子) は、一番優秀なモノ (= 生存機械) を探そうとし、環境の変化に際しても生き残るために、その時点では最適でないモノ (= 生存機械) の上にも存在しようとする。少し違った言い方をするなら、「やりたい事」 (= プログラムや命令 / コマンド) を、異なるメディア (= 生存機械) を使って継承することが可能なのである。

(2) 仮想マシンという新しい生存機械

クラウドシステムでは、従来の物理的なコンピュータではなく、ハード仕様に依存しない仮想的なコンピュータである VM (Virtual Machine) を使うことが可能かつ一般的になった²。すなわち、ハードウェアに依存しないソフトウェアを作成し、多様なモノ (デジタル機器) の上で、共通のプログラム (= ソフトウェア) を稼働させる方法が一般化してきているのである。VM はモノ (= 生存機械) でありながら、どのモノ (= ハードウェア) に存在するかは問わない。モノがデジタル化 (= 抽象化) されれば、どこの生存機械の上で稼働するかは、自由に選択可能であり、その (物理的な) 存在場所を変更する (= 移動する) ことができる (Mobility, Migration-ability)。

このような観点から見ると、現在でも現役で稼働している工場内に存在する「組み込み系システム」は、IoT 以前の生存機械であることが理解できるであろう。ハードウェアとアプリケーションの仲介役である



江崎 浩(えさき ひろし)

東京大学大学院 情報理工学系研究科教授
1987年九州大学工学部電子工学科修士了。同年4月東芝に入社。1990年米国ベルコア社。
1994年コロンビア大学にて客員研究員。1998年10月東京大学大型計算機センター助教授。
2001年4月東京大学大学院情報理工学系研究科助教授。2005年4月より同研究科教授、現在に
至る。WIDEプロジェクト代表/Internet Society理事/データセンター協会理事・運営委員長。

オペレーティングシステムを持たない組み込み系システムは、ハードウェアの変更、アプリケーションの変更やアップデートのためのコストが非常に高いシステムであり、環境の変化への対応能力が非常に低い生存機械と捉えることができる。「世界を制覇した恐竜は気候の変化に対応できずに絶滅し、対応できた人類は繁栄できた」を、「擦り合わせ」と「デジタル化されていない人に排他的にバンドルされた匠の技」に依存している日本の工場に投影して、現状を再認識する必要があると考える。

このように整理すると、物理的なモノをデジタル技術を用いて相互接続するIoTの考え方は、抽象化とアンバンドル化が行われていない前世代的なシステム構造となる。サイバーファースト・デジタルファーストの世界では、IoTではなく、IoF (Internet of Functions) が主流になるのであろう。Functions、つまり機能・プログラムが相互接続されるのであって、Functionの生存機械としての“モノ”が相互接続されるのではない世界観である。IoTは、Software Defined Thingsであり、ソフトウェアを実行する生存機械という物理インスタンスであって、サイバー空間で定義された Software Defined Instanceの設置先がたまたま“物理的なモノ”であったということになる。この世界観から見ると、現在の工場内に多く存在していると「専用の」組み込みシステムは、絶滅危惧種(=生き残るのが非常に難しい生存機械)と識別され、「汎用性」を持ったLinuxシステムのようなオープンな生存機械に進化しなければ、遺伝子から希望するFunctionをExecute可能な生存機械として選択される確率が小さくなってしまふことを意味する。

IoTを用いて、匠の知恵と経験の as is でのデジタル化、すなわち デジタル・ツイン(Digital-Twin)化が可能となる。Digital-Twin化によって、災害時の再生・復興、さらに工場の戦略的移転³が容易になる。この機能は、危機管理の革新的進化に資するものである。しかし、留意すべきは、これは、**as is での危機管理**であり、匠が持つ進化・イノベーションに関する危機管理ではない。

最後に、このように考えると、「PDCAサイクル」も見直す必要があるであろう。「閉じた最適化を目指す」PDCAサイクルは、言わば「箱入り娘」を作り出しているかもしれない。サイバー空間でのシミュレーションの向上によって、「放蕩息子」が獲得してきた“思いもよらないアイデア”を、現場に実導入・試験導入せずに試してみることが可能になった(=サイバーファースト⁴)。『**伝統・匠とは、過去を知り、その上で新しい伝統・匠を創り出すということです**』と、多くの芸術家や匠からご教授いただいた。サイバーファーストは、閉じたPDCA最適化サイクルを、成長と変化の実現に資する開いた(オープンな)PDCAサイクルに進化させる、デジタル遺伝子が産み出した次世代を生き残る生存機械に包含される新しいツールではないだろうか。

- 1 リチャード・ドーキンス、「利己的な遺伝子」、1976年
- 2 古くは、サン・マイクロシステムズ社によって開発されたJava Virtual Machineが挙げられよう。
- 3 米中貿易摩擦に伴い、中国に存在する工場が中国国外(米国を含む)に迅速に移動することができた。これは、ある意味中国の工場がデジタル化されていたからである。
- 4 江崎浩、「サイバーファースト 増補改訂版—インターネット遺伝子が創るデジタルとリアルの逆転経済—」、2019年11月