

# インダストリー 4.0と超システムに関する一考察

荒井 義 則

## アブストラクト

最近インダストリー 4.0が注目を浴びているが、本稿ではまずIoT及びインダストリー 4.0を考察し、その後超システムの特徴を考え、インダストリー 4.0が超システムであることを示す。さらに冗長性や崩壊についても考察する。最後に経営情報システムとの統合を考える。

キーワード インダストリー 4.0、超システム、冗長性、経営情報システム

## 1. はじめに

情報通信技術の発達は人間社会のあらゆる面に多大な影響を及ぼしているが、最近新たな局面に入り、第4次産業革命と呼ばれることもある。その代表例がインダストリー 4.0である。インダストリー 4.0はドイツの国家目標の一つであり、産業の構造を根本的に変える可能性がある。本稿ではインダストリー 4.0も含む第4次産業革命の基盤の一つであるIoTについて考察し、それをもとにインダストリー 4.0の特徴を考える。さらに、インダストリー 4.0をシステム論的に解析する。ここでは、免疫系をモデルとする超システムを用いる。そのため、免疫系を概観し、その後超システムを考察する。最後に、超システムを用いてインダストリー 4.0を捉えなおす。

## 2. IoT<sup>1</sup>

IoTとは「物のインターネット (Internet of Things)」のことで、物と物とをインターネットでつなげるという概念であり、インダストリー 4.0達成のための重要な要素の一つとなっ

ている。物と物をつなげるという考え方はすでにM2Mなどで実現しており、IoTが初めてというわけではない。IoTとM2Mは同義語のように使用される場合もあるが、厳密には異なった概念である。M2Mは機械と機械を人を介さずネットワークでつなぎ、情報のやり取りや指示を伝えるもので、主として効率化を目指したものである。ただし、費用が安価ではなく、費用対効果の面で制約を受け、すべての物を対象とするわけにはいかなかった。それに比べ、IoTは費用面では比較的安価となり、広範囲に使用できる環境が整った。安価の背景にはクラウドコンピューティングの発展などがあつた。また、M2Mは機械を中心とした概念であるが、IoTは機械 (物) のみならずそのネットワークに関連する人やビジネスモデルをも念頭に置いた概念である。

IoTの構成要素は以下の4項目である。

### (1) 物

物のインターネットであるから、まず第一に「物」である。ここで言う「物」はすべての物を意味している。人と人との通信も当然存在し

ているので、あえて人と物とを分けず

①人と人との通信

②人と物との通信

③物と物との通信

の3つを含めてIoTと考えるほうが合理的である。すなわち物の中には人も入ると考える。

## (2) 通信機能と回線

物のインターネットであるから、回線としてはインターネットを使用する。また、他の物との間で送信・受信する通信機能が必要になる。人の場合はスマートフォンやパソコンが通信端末となり送受信可能であるが、大量の物と接続する場合は費用の面も無視できなくなるので、ネットワークが創造する価値を考慮して、通信の仕組みを選択する必要がある。

## (3) センサー

温度、湿度、光、画像など物や人あるいはその環境の状態を収集するための装置で、物に組み込まれることが多い。収集した情報は電気信号として送信される。センサーの低価格化がIoTを進展させる1つの要因となっている。どのようなサービス・価値創造を行なうかによって、それに対応した適切なセンサーを選ぶ必要がある。

## (4) プロセッサ

物においても情報処理能力が必要となる場合があるので、プロセッサはIoTには欠かせない要素の一つである。内蔵が容易な家電や事務機器のほかにも、プロセッサの小型化により搭載が可能になりつつある。ただし、物の側ではすべての処理をする必要はないので、実施するサービス・価値創造により、物の側でどこまで処理を行い、どのようなプロセッサが必要になるか考慮する必要がある。

## 3. ビッグデータ

IoTにおいてはビッグデータの問題が必要となる。ここでは「ビッグデータ」について概観

する。

ビッグデータについて、海部は

人間の頭脳で扱える範囲を超えた膨大な量のデータを、処理・分析して活用する仕組み

と説明しており、「膨大なデータを扱う」という側面と「データを処理・分析して活用する」という二つの側面があることを指摘している<sup>2</sup>。

また、鈴木は「ビッグデータ」について

事業に役立つ知見を導出するためのデータ

と説明し、「ビッグデータビジネス」については

ビッグデータを用いて社会・経済の問題解決や、業務の付加価値向上を行う、あるいは支援する事業

と定義している<sup>3</sup>。

どちらの定義を見ても単に「巨大なデータ」という量的側面だけでなく、「解析・分析そして活用」という質的側面も含んでいる。この質的側面を含むというのがビッグデータの特徴である。量的側面については二つの定義とも数量的な定義はないが、『平成24年度版情報通信白書』では

ビッグデータは、典型的なデータベースソフトウェアが把握し、蓄積し、運用し、分析できる能力を超えたサイズのデータを指す。この定義は、意図的に主観的な定義であり、ビッグデータとされるためにどの程度大きいデータベースである必要があるかについて流動的な定義に立脚している。・・・(中略)・・・ビッグデータは、多くの部門において、数十テラバイトから数ペ

タバイトの範囲に及ぶだろう。

という見方を紹介している<sup>4</sup>。

数量的側面については、上記のように主観的な定義と数値的な定義が存在するが、どのような目的でデータを用いるかという面から数量を考えるべきであって、必ずしも数値的な定義にこだわる必要はない。なお、『ビッグデータの活用の在り方について』（情報通信審議会ICT基本戦略ボードビッグデータの活用に関するアドホックグループ取りまとめ、2012）では、ビッグデータを構成するデータの種類として以下のデータをあげている。

- ①ソーシャルメディアデータ
- ②マルチメディアデータ
- ③ウェブサイトデータ
- ④カスタマーデータ
- ⑤センサデータ
- ⑥オフィスデータ
- ⑦ログデータ
- ⑧オペレーションデータ

質的側面については、『ビッグデータの活用の在り方について』では「データを利用するものの視点からとらえた特徴」として

#### ①高解像

事象を構成する個々の要素に分解し、把握・対応することを可能とするデータ

#### ②高頻度

リアルタイムデータ等、取得・生成頻度の時間的な解像度が高いデータ

#### ③多様性

各種センサーからのデータ等、非構造的なものも含む多種多様なデータをあげている。以上より、結果として、大きな量のデータが必要である（④多量性）としている。また、「データの利用を支援する者の視点から捉えた特徴」として

#### ①多元性

複数のデータソースにも対応可能

#### ②高速度

### ③多種別

構造化データに加え、非構造化データも対応可能

をあげている。

以上見てきたように今までのデータとは量も質も異なるデータが出現しており、その解析・分析・活用も従来と異なる手法が必要となる。その解析・分析・活用を担うものとして「データサイエンティスト」が注目を浴びている。「データサイエンティスト」とは

統計解析や機械学習、分散処理技術などを用いて、大量のデータからビジネス上、意味のある洞察を引き出し、意思決定者にわかりやすく伝え、データを用いた新たなサービスを作り出せる人材

であり<sup>5</sup>、ビッグデータの解析・分析・活用に大きな役割を果たすことが期待されている。しかしながら、欧米に比べて日本では、データサイエンティストの数が少なく、早急に養成する必要がある。

## 4. 人工知能<sup>6</sup>

IoTやインダストリー 4.0の進展には人工知能の進化も重要な要因となっている。特に機械学習の進歩は大きな影響を与えている。機械学習とはコンピュータが経験(処理)を通じて自らルールや知識を学習し、自身のパフォーマンスを高める技術である。さらに、最近注目を集めている深層学習は、多段階の情報抽出を実行することでより高い抽象化を行なえる技術であり、今まで人が入力していた特長も自身の力で把握できる。現在確実に適用できる範囲は画像認識や音声認識など限られた分野であるが、今後の発展により広範な分野に広がることが期待される。機械学習だけでなく、データマイニング、テキストマイニングなどの統計的手法の発達も人工知能の可能性を高めている。

また、いくら高度な処理が可能となっても、

処理時間が長くなっては実用的ではない。この面でも以前に比べ処理能力が格段と速くなっており、リアルタイムでの応答もいろいろな分野で可能になりつつある。

ただ、人工知能といえども、人が設計したプログラムに沿って動くだけであり、「フレーム問題」も完全に解決したわけではない。人間のような意思や感情も持っていない。人工知能も人間にとっては道具の一つであるという視点は重要である。

## 5. インダストリー 4.0

インダストリー 4.0は2011年にドイツ政府が「High-Tech Strategy2020」行動計画の中で採択されたのがはじまりで、その後推進組織として設立された「インダストリー 4.0プラットフォーム」では以下の8つの優先エリアが定められた<sup>7</sup>。

- ① ネットワーキングの標準化とレファレンス・アーキテクチャー
- ② 複雑化するシステムの管理
- ③ 産業向け総合ブロードバンド通信インフラの確立
- ④ ユーザーの安全とセキュリティ
- ⑤ 企業組織と就労モデルの検討
- ⑥ トレーニングと継続的な能力開発
- ⑦ 法規制のフレームワーク
- ⑧ エネルギー効率の向上

上記の①～⑧のようにインダストリー 4.0はかなり広い範囲に及ぶが、IoTを用いたネットワークで工場をスマート化し、さらにスマート化した工場を連結し、各地域にある関連した企業群をネットワークで結び生産効率を大幅に向上させるという考え方は重要な概念の一つである。実際、インダストリー 4.0に関する定義（説明）はいくつかなされているが、その一つに以下のような定義（説明）がある<sup>8</sup>。

インダストリー 4.0とは、ドイツの産

学官が共同で取り組んでいる新しい製造業のコンセプトです。2011年にドイツ政府が策定した「ハイテク戦略2020行動計画」のひとつとして「インダストリー 4.0」が提唱されました。この内容を簡単にいうと、地域ごとに関係のあるメーカー群（これを産業クラスターといいます）のあいだをデジタル化・ネットワーク化することです。それにより産業クラスター単位で国際競争力をつけて、ドイツ製造製品の輸出拡大にとどまらず、デジタル化・ネットワーク化自体を輸出しようと目論んでいます。

また次のような定義（説明）もある<sup>9</sup>。

ITを使って製造業の競争力を高める取り組み。ドイツの国策で、産学官が連携して実現を目指す。「第4次産業革命」とも呼ばれる。

生産設備からセンサーでデータを収集し、生産性を高める「スマート工場」の実現を目指す。スマート工場同士を互いに連携させることでSCM（サプライチェーン管理）の効率化を図る。中長期的にはドイツ国内の製造業全体をあたかも一つの大きなスマート工場として機能させる構想を持つ。

上記の定義（説明）に共通しているのは、地域の工場群をネットワークで結びより効率的な生産体制を目指すことであるが、その際工場の内外を結ぶネットワークにIoTを用い、より生産性の高いシステムを目指すものである。

インダストリー 4.0において重要なのは、現状の生産体制の改良ではなく、IoTを含むネットワークを基本とする新たな生産基盤を創造し、かつその基盤を世界標準とし、そのネットワーク基盤そのものを売り上げるといった点である。日本は新しいネットワーク基盤を作り、世界標

準にするという面では出遅れており、最優先の課題として産官学が一体となって取り組む必要がある。

## 6. 超システム

ここでは超システムの原型である免疫系と超システムについて概観する<sup>10</sup>。

免疫には自然免疫、液性免疫、細胞性免疫があるが、超システムの原型は液性免疫と細胞性免疫である。

免疫にかかわる細胞は幹細胞から分化し、以下のようなさまざまな細胞となる。

### ①好中球 ②好酸球 ③好塩基球

これらの細胞は白血球のうち無顆粒球に属する細胞で、好中球、好塩基球は炎症部位に遊走し、好酸球は寄生虫に対処する。

### ④単球・マクロファージ ⑤B細胞 ⑥T細胞 ⑦NK細胞

これらの細胞は白血球のうち顆粒球に属する細胞である。単球は血液中から組織の中に入りマクロファージへと分化する。マクロファージは侵入者（細菌など）を細胞内に取り込み処理する。B細胞は抗体を生産する。T細胞はさらに

### ⑧ヘルパー T細胞 ⑨キラー T細胞 ⑩制御性T細胞

に分かれる。ヘルパー T細胞はB細胞の抗体生産を助け、キラー T細胞は病原体に感染した細胞を処理する。制御性T細胞は免疫応答を抑制する。NK細胞は抗体を介した反応には加わらず、癌細胞やウイルス感染で変形した細胞を学習することなしに処理する。

抗体は自然界にあるほとんどすべての物質に対応する。抗体の構造は可変部と定常部でできており、可変部は個体間でほとんどの場合異なっており、抗体の多様性を生み出している。これは可変部をコードする遺伝子（複数あり）が移動して定常部の遺伝子に（J遺伝子を介して）つながることによる多様性である。

液性免疫では抗体が生産される。その過程は以下のとおりである。

- ①B細胞にあるB細胞抗原受容体が抗原を察知し細胞内に取り込む。
- ②抗原を小さなペプチドに分解する。
- ③主要組織適合遺伝子複合体クラスII分子とペプチドが結合する。
- ④③の結合体がB細胞の表面に提示される（抗原提示）。
- ⑤ヘルパー T細胞のT細胞抗原受容体がB細胞表面の結合体を認識。
- ⑥T細胞にシグナルが伝達され、活性化される。
- ⑦活性化されたT細胞がサイトカインを分泌する。
- ⑧B細胞の受容体がサイトカインを認識し結合する。
- ⑨B細胞内に刺激が伝わり活性化し、抗体を生産する形質細胞へと分化する。
- ⑩形質細胞が抗体を生産する。

これらのT-B相互作用により、クラス・スイッチが生じ、さらに突然変異が生じてより親和性の高い抗体が生産される（抗体の成熟）。なお、一部のB細胞は記憶B細胞として残り、二度目の感染時にはすばやく対応し、突然変異を生じてより高い親和性を持つ抗体を生産する。

細胞性免疫は抗体によらない免疫でマクロファージとキラー T細胞が活躍する。マクロファージによる細胞性免疫は以下のとおりである。

- ①マクロファージが侵入者（細菌・ウイルスなど）を体内に取り込む。ただし、活性化されてないマクロファージの殺菌力は弱い。
- ②主要組織適合遺伝子複合体クラスII分子による抗原提示（マクロファージも抗原提示能力がある）。
- ③抗原提示によりヘルパー T細胞が活性化され、サイトカインが分泌される。
- ④サイトカインによりマクロファージが活性化され、細胞内に取り込んだ侵入者を処理する。

また、キラー T細胞による細胞性免疫は以下のとおりである。

- ①感染細胞内でウイルスの遺伝子にコード化されたたんぱく質を生産する。
- ②たんぱく質の一部は分断され、小さなペプチドとなる。
- ③ペプチドは主要組織適合遺伝子複合体クラスⅠ分子と結合し、細胞表面に発現する。
- ④キラー T細胞のT細胞受容体が③の結合体を認識し、活性化する。
- ⑤活性化したキラー T細胞が感染した細胞を処理する。

今まで見てきたように、免疫系はさまざまな細胞が協力して機能を発揮している。

多田はこの免疫系をもとに超システムを提唱した。超システムの特徴は以下のとおりである。

#### (1) 自己生成

免疫細胞は「何のものでない単一の細胞」である「幹細胞」からサイトカインなどにより

- ①好中球 ②好酸球 ③好塩基球 ④マクロファージ ⑤B細胞 ⑥T細胞 ⑦NK細胞

などの細胞に分化する。このようにして免疫細胞が形成されるが、多田はこのような過程を「自己生成」と名づけた。

#### (2) 自己多様化

(1)の生成過程は、自己が多様な細胞を作り出しており、このような過程を「自己多様化」と名づけた。

#### (3) 自己組織化

幹細胞から生じた多様な免疫細胞はばらばらではなく、異なったサイトカインを用いて交信し、全体として免疫システムを形成してゆく。

このような過程を「自己組織化」と名づけた。

#### (4) 自己適応

もともとT細胞は分化しておらず、胸腺で教育を受け、ヘルパー T細胞、キラー T細胞、制御性T細胞などに分化する。この中で自分自身に免疫応答を生じる細胞は処理される。このように自己を攻撃するような免疫細胞は排除される。このような過程を「自己適応」と名づけた。

#### (5) 閉鎖性と開放性

免疫系はすでに述べたような細胞の連携のみで成立しており、その意味では閉じた体系である(閉鎖性)。また、免疫系は常に外界に開かれており、外部からの情報を受け取り、その刺激に応じて自己を変更して行く(開放性)。このような性質を「閉鎖性と開放性」と名づけた。

#### (6) 自己言及

免疫系は外部からの情報(抗原)をもとに、より親和性の高い抗体を作り出すようなシステムを、それまでのシステムを破壊することなく作り出している。このように、外部からの情報をもとに自己の内部を自己で改革してゆくには、それまで存在していた自己に照合しながら、大幅な変更のないように実行するのが原則である。これを「自己言及」と名づけた。

#### (7) 自己決定

個体がどのような病気にかかるかなどは全て決定されているわけではなく、個体自身が状況に応じて自己決定してゆく。これを「自己決定」と名づけた。

超システムは以上のような様式を備えたシステムとして定義されるが、多田は単に免疫系だけでなく、生命の存在様式として超システムをとらえている。さらに、言語、都市、経済活動、国家、民族なども超システムであると主張している。また、人間の文化活動も超システムととらえることができるとも述べている。本稿では、

超システムの観点からインダストリー 4.0を考える。

## 7. 超システムとしてのインダストリー 4.0

ここではインダストリー 4.0が超システムであることを示す。インダストリー 4.0としてはスマート工場及びスマート工場を連結したスマート工場群を対象とする。

### (1) 自己生成

IoTを用いてスマート化するには、どのようなサービス・価値創造を行うかを考慮して実施する。したがって、種々のスマート化が存在する。スマート工場群のネットワークによる結合体にしても様々なタイプが存在する。すなわち、スマート化されていない工場から種々多様なスマート工場・スマート工場群が生成される。これは自己生成に他ならない。

### (2) 自己多様化

(1) の過程で種々多様なスマート工場・スマート工場群が生成されるが、これは自己多様化に他ならない。

### (3) 自己組織化

スマート工場・スマート工場群はネットワークで結合され、全体としての最適化を図るので、全体として組織化されている。すなわち、自己組織化されている。

### (4) 自己適応

スマート化が完成したとしても、生産効率が悪化するようなシステムは当然廃棄されるので、自己適応は生じている。

### (5) 閉鎖性と開放性

他のスマート工場と連結するためにはオープン化しなければならない部分は当然存在するが(すべてクローズしているとすれば連結はできない)、他の企業の工場と連結する際にはすべてオープンにはせず自社にとって核となる部分

は当然クローズとなる。すなわち、閉鎖性と開放性が同時に存在している。

### (6) 自己言及

スマート化する際には、スマート化されない部分や工場自体を破壊する様なことがない形で実施される。それまで存在していたスマート化されない部分を破壊するようなことはない。すなわち自己言及は生じている。

### (7) 自己決定

スマート化については各企業が自分自身で決定していく。すなわち自己決定する。

以上の(1)～(7)よりインダストリー 4.0(スマート工場およびスマート工場群)が超システムであることが証明された。

## 8. 超システムの冗長性

超システムの原型である免疫系には冗長性が存在する。

T細胞には多様性が存在するが、多様なT細胞の中には自己のHLA抗原を認識できないT細胞や自己を排除しようとするT細胞も存在する可能性がある。多様なT細胞は胸腺によって選別され、このような細胞は死んでしまう。これらの細胞の死はアポトーシス(プログラムされた死)である。選別され胸腺を出て活躍するT細胞はごくわずかで、96～97%の細胞はアポトーシスをむかえる。必要なT細胞だけでなく大量の多様なT細胞が生産され、胸腺で選別されごくわずかのT細胞が胸腺を出て活躍するというT細胞の生産に関する冗長性があらゆる非自己に対応できるシステムを作っている。

また、インターロイキンはT細胞のような白血球のみならず繊維芽細胞、皮膚の表皮細胞など造血・免疫とは関係のない細胞によっても作られるし、白血球以外の細胞、肝細胞や神経細胞にも働く。多様な異なる細胞が同じインターロイキンを作り出しており、インターロイキンの生産における冗長性が見て取れる。働きにお



いても冗長性が確認できる。2種類の異なったインターロイキンが同じようなサインを出したり、IL1（インターロイキン1）が働くことによって、その細胞がIL6を作り出し、直接の効果はこのIL6によって起こされる場合もある。インターロイキンは生産においても働きにおいても冗長性が確認できる<sup>11</sup>。

冗長性は免疫系に限らず、超システムの特徴である。

## 9. インダストリー 4.0の冗長性

ここではネットワークの冗長性を考える。

### (1) バックアップ

バックアップはインダストリー 4.0に限らずどのような情報システムでも必要である。

バックアップには、全データをバックアップするフルバックアップ、前回のフルバックアップ以降に追加・更新されたデータのみをバックアップする差分バックアップなどがあるが、いずれの場合もハードディスクなどに保存されているデータを別のハードディスクなどの媒体にコピーする操作であり、同じデータが2箇所に保存されることになるが、これによりシステムの信頼性が高まる。

### (2) RAID

RAIDは複数のハードディスクをひとまとめにして一つの装置として扱う技術で、これにより信頼性や速度が向上する。RAID0はデータを分割して複数のハードディスクに保存する方法で、1台のハードディスクに保存する場合より読み書きが高速化できる。RAID1（ミラーリング）は複数のハードディスクに同じデータを保存する方法で、1台のハードディスクに保存する場合より信頼性が高まる。RAID5はパリティ符号とデータを複数のハードディスクに分散して保存する方法で、信頼性が高まり、読み書きも高速化できる。

### (3) 信頼性を高めるシステム構成

信頼性を高めるシステム構成にはデュアルシステムとデュプレックスシステムがある。デュアルシステムは同一の構成のコンピュータシステムを二つ運用するシステムで、一つのシステムが故障してももう一方のシステムで処理を続行できる。デュプレックスシステムは二つのコンピュータシステムのうち一方を予備システム（待機系）とし、もう一方（現用系）を運用し、現用系に障害が発生したときは予備システムに切り替えて処理を続行するシステムである。両システムとも、一つのコンピュータで構成したシンプレックスシステムより信頼性が向上する。

### (4) 処理効率が高まるシステム構成

処理効率を向上させるシステム構成にはタンデム結合とロードシェアリングシステムがある。タンデム結合は2台のコンピュータを直列に接続したシステムで、処理効率が高まる。ロードシェアリングシステムは複数のコンピュータを並列に接続したシステムで、負荷を複数のコンピュータで分配しあうことで処理効率が向上し、1台が故障しても処理が続けられるので、信頼性も高まる。

以上4つの場合を見てきたが、いずれの場合でも冗長性が信頼性や処理効率を高めていることが分かる。一般に情報システムにはこれら以外にも多くの冗長性が存在しており、信頼性や処理効率、適用性を高めている。

## 10. 超システムの崩壊

超システムとしての免疫系も老化により崩壊してゆく。免疫系にとって重要な器官である胸腺は年齢とともに大部分が脂肪組織に置き換えられ、35グラム（最大）から5グラムぐらいになってしまう。T細胞を教育する器官の縮小は当然免疫系に影響するはずである。実際CD8を有しているキラーT細胞、サプレッサーT細胞は50代から減り始め、80歳以上ではほとんど検出されなくなる。さらにCD8を有している



ヘルパー T細胞も質的に異常が現れ始める。これは免疫系という超システムの体制自体の崩壊を反映している。

## 11. インダストリー 4.0の崩壊

崩壊には2通りが考えられる。一つは機器の耐用年数の到来による崩壊である。この場合は新しい機器と交換すればよいので、インダストリー 4.0はシステムとして存続し続ける。二つは新しい概念の登場である。これまででもいろいろなアイデア・概念が生まれてきたが、インダストリー 4.0に取って代わる新しい概念が提案されたときである。この場合、インダストリー 4.0という概念自体の終焉となる。

## 12. 経営情報システムとの統合

企業には企業の経営全般を管理する経営情報システムが存在し、IoTネットワークシステムはこのシステムと統合する必要が出てくる。この統合はシステム論的に見れば超システム同士の統合であり、その結果より高機能の経営情報システムとなる。ここでは経営情報システムが超システムであることを示しておく<sup>12</sup>。

### (1) 自己生成

情報システムが企業で最初に用いられた目的は「業務の自動化」である。手作業で行われていた業務の情報システムによる自動化は最初から成功を取め、現在に至るまで経営情報システムの必須の機能となっている。この初期の経営情報システムは「電子データ処理システム」と呼ばれた。

1960年代になると「経営情報システム」という概念が形成されたが、当時の経営情報システムは業務の自動化に加え「構造的意思決定」においても成果を挙げた。

1970年代になると60年代の「経営情報システム」では扱えなかった「準構造的意思決定」に対応した「意思決定支援システム」が登場した。最終的な判断は「ヒト」が決定するが、決定過程においてコンピュータネットワークシ

テムが有用な支援を実施する経営情報システムである。このシステムでは、最終判断が意思決定者の能力に依存するので、必ずしも企業にとって有益な決定がなされるとは限らない。この点を改善するためエキスパート・システムを活用する経営情報システムの研究がなされているが、現時点においても高度な経営意思決定が可能なコンピュータシステムは存在せず、意思決定においては「ヒト」が重要な役割を果たしている。

1980年代後半になると、意思決定とは別の面から経営情報システムを活用する「戦略的情報システム」が提唱される。経営情報システムを戦略的に活用し、企業の競争優位を獲得しようとするシステムであったが、一時的な競争優位は得られても、持続的な競争優位は得られず、評価が低下した。

「戦略的情報システム」以後「――経営情報システム」という概念は提唱されなくなったが、現代企業における経営情報システムはさらに重要性を増しており、業務の自動化（効率化）、意思決定、業務プロセスの支援など企業の各部署で経営支援を遂行している。

現代では、ネットワークを無視して経営情報システムを考えることはできない。経営情報システムは企業内（企業所有）の経営情報システム（狭義の経営情報システム）にインターネットを介して低コストで企業外部の膨大な数の個人（消費者）や組織と接続された巨大な情報システム（広義の経営情報システム）であるとみなすこともできる。狭義の経営情報システムはこの巨大なネットワークシステム（広義の経営情報システム）のハブであり、集合知・巨大知による決定とその利用において重要な役割を果たす。Web2.0以来、一般の人々（消費者）の集合知・巨大知をうまく活用することが重要になってきており、経営情報システム（狭義の経営情報システム）にも集合知・巨大知を活用するための機能が必要となっている。

この発展過程は「自己生成」と考えられる。

## (2) 自己多様化

(1) の過程は意思決定支援システム、経営エキスパート・システム、戦略的経営情報システム、ネットワーク化された(狭義・広義の)経営情報システムなど多様なシステムを作り出している。それに伴い経営情報システムの内部構造も複雑化・多様化してきている。したがって(1)の過程は「自己多様化」の過程と考えられる。

## (3) 自己組織化

経営情報システムには会計情報システムなどの各業務システムが部分システムとして存在しているが、それらの部分システムは次第に統合化され、現代では統合型経営情報システムとなっている。すなわち「自己組織化」されている。

## (4) 自己適応

経営の現状に合わなくなった経営情報システムは廃棄され、新しい経営情報システムが採用される。「電子データ処理システム」から「(初期の)経営情報システム」への移行、さらに「意思決定支援システム」への移行などは現状に合わなくなった経営情報システムから新しい経営情報システムへの移行であるが、これは「自己適応」と考えられる。

また、IT技術の進歩はハード面でもソフト面でも急速に進むので、1つの経営情報システムでも古くなった部分は廃棄され新しいものが採用される(たとえばソフトウェアのバージョンアップなど)。これも「自己適応」と考えられる。

## (5) 閉鎖性と開放性

経営情報については経営情報システムで扱えるので、その意味では閉じている。また、経営情報システムの外部からの情報は当然取り入れ、また外部に情報を提供するので、その意味では開いている。

すなわち経営情報システムは「閉鎖性と開放性」を有している。

## (6) 自己言及

新しい経営情報システムに移行するときも、まったく別物になるのではなく、経営情報システムという部分は保っている。「電子データ処理システム」から「(初期の)経営情報システム」への移行、さらに「意思決定支援システム」への移行においても、経営情報システムという概念は受け継がれており(「電子データ処理システム」の時代では必ずしも明確な経営情報システムという概念がないときもあったが、「経営にコンピュータを用いる」という初歩的な経営情報システムという概念は存在していた)、また電子データ処理システムの目的である「業務の自動化」という機能はその後のどの経営情報システムにも備わっている。

すなわち「自己言及」が成立している。

## (7) 自己決定

企業の目的はいろいろあるが、最重要目的の一つは「利益を上げること」であり、これは経営情報システムの最重要目的でもある。しかしながら、同じ経営情報システムを所有していても、利益を出す企業と出せない(赤字の)企業が存在する。利益が出るかでないかは個々の企業(経営情報システム)で異なり、まさしく「自己決定」となっている。

以上の(1)～(7)の考察より経営情報システムが超システムであることが示された。

経営情報システムとIoTネットワークシステムという二つの超システムの統合は一方(経営情報システム)が他方(IoTネットワークシステム)を吸収する過程であり、IoTネットワークシステムは経営情報システムの部分ネットワークとなる。

## 注

- 1 IoTについては参考文献1～6を参照した。
- 2 参考文献7、12頁。
- 3 参考文献8、14頁。
- 4 この見方は以下の資料を基にしている。  
McKinsey Global Institute (2011) "Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity".  
[http://www.mckinsey.com/insights/mgi/research/technology\\_and\\_innovation/big\\_data\\_the\\_next\\_frontier\\_for\\_innovation](http://www.mckinsey.com/insights/mgi/research/technology_and_innovation/big_data_the_next_frontier_for_innovation)
- 5 参考文献21、14頁
- 6 人工知能については参考文献9を参照した。
- 7 参考文献10、46頁。
- 8 参考文献1、68頁。
- 9 参考文献5、9頁。
- 10 免疫系・超システムについては参考文献11～15を参照した。
- 11 現在では「インターロイキン」という用語に代わり「サイトカイン」という用語が用いられているが、ここでは参考文献11に従って「インターロイキン」という用語を用いた。
- 12 経営情報システムについては参考文献16～20を参照した。

## 参考文献

- 1 三菱総合研究所（編）『IoTまるわかり』（2015）日本経済新聞社。
- 2 小林啓倫『IoTビジネスモデル革命』（2015）朝日新聞出版。
- 3 日経コミュニケーション（編）『成功するIoT』（2016）日経BP社。
- 4 根来龍之・浜屋敏（編著）早稲田大学根来研究室（著）『IoT時代の競争分析フレームワーク』（2016）中央経済社。
- 5 日経コンピュータ（編）『すぐわかるIoT200』（2016）日経BP社。
- 6 加藤和彦『IoT時代のプラットフォーム競争戦略』（2016）中央経済社。

- 7 海部美知『ビッグデータの覇者たち』（2013）講談社。
- 8 鈴木良介『ビッグデータビジネスの時代』（2011）。
- 9 『DIAMONDハーバード・ビジネス・レビュー 2015年11月号』。
- 10 尾木蔵人『決定版インダストリー 4.0』（2015）東洋経済新報社。
- 11 多田富雄『免疫の意味論』（1993）青土社。
- 12 多田富雄『生命の意味論』（1997）青土社。
- 13 多田富雄『免疫・「自己」と「非自己」の科学』（2001）日本放送出版協会。
- 14 Peter Wood（著）山本一夫（訳）『免疫学』（2010）東京化学同人。
- 15 穂積信道『Shall We 免疫学』（2009）講談社。
- 16 遠山暁、村田潔、岸真理子『経営情報論』（2008）有斐閣。
- 17 岸川典昭、中村雅章（編著）『現代経営とネットワーク』（2008）文館出版（2009）。
- 18 遠山暁『現代経営情報システムの研究』（1998）科技連出版社。
- 19 宮川公男（編）『経営情報システム』（2004）中央経済社。
- 20 C.ワイズマン[著]土屋守章、辻新六（訳）『戦略的情報システム』（1989）ダイヤモンド社。
- 21 野村総合研究所基盤ソリューション企画部（2015）『ITロードマップ2015年版』東洋経済新報社。