

連載 情報システムの本質に迫る

第 105 回 再起概念としての本質化／現実化

芳賀 正憲

1月27日伝えられた、人工知能が囲碁でプロ棋士に勝ったというニュースは、多くの関係者に衝撃を与えました。チェスや将棋に比べ囲碁は局面の数が桁外れに多く、AIが人間を超えるのは早くても10年先と、専門家の間で予測されていたからです。

予想外に早くAIがプロを破ったのは、優れた囲碁知識をコンピュータに与えたからではなく、コンピュータに学ぶ力をもたせて、大量の対戦データをもとに、局面に応じて次の1手を決める力や大局的な盤面評価能力を鍛え上げたからです。

その中核になったのが、ディープラーニング（深層学習）です。深層学習では、学習を何回も積み重ねて、画像や大量のデータに潜む特徴を見出していきます。画像やデータの特徴を見出していくことができるようになったということは、今まで人間だけの能力と考えられてきた、ものごとの概念化や本質化能力に、コンピュータが迫りつつあるということを示しています。

先月号のメルマガでは、情報システムにとどまらず、科学や工学全体の多岐にわたる分野やプロセスに共通に横たわり、専門分野を深いレベルで統合する助けとなる原理として再起概念（再帰ではない）という考え方があることを紹介、その中で「外部仕様と内部詳細を分けて考えること」（カプセル化）がきわめて有効な再起概念になるのではないかと述べました。特に、自然科学や工学ほど広く知られた法則や原理をまだもっていない情報システム分野において、再起概念の考え方は、多くの関係者が体系を共通認識していく上で非常に役立つと思われます。

本稿では、「カプセル化」と同様に重要な再起概念として、「本質化／現実化」プロセスを提唱したいと考えます。本来これは、米国で再起概念が提起されたときの分類にしたがえば、「概念的、形式的モデル」または「抽象化のレベル」に属するものです。しかしわが国にもともと「本質」という概念が乏しく、「本質化／現実化」が普遍的なプロセスとして認知されることが少なかったことから、これを再起概念として特筆することが効果的と考えました。

ここで「本質化」は、「論理化」「理想化」「概念化」「抽象化」と呼称されることがあります。また「現実化」は、「物理化」「具体化」などと称されることがありますが、実質的に同等の意味です。

「本質化／現実化」プロセスの代表的な適用事例は、学問の進め方そのものです。

浦昭二先生が「情報システム学」に対して与えられた定義は、次のとおりです。

「世の中の仕組みを情報システムとして考察し、その本質を捉え、そこに横たわる問題を究明しそのあり様を改善することを目指す」実践的な学問である。

まず「本質」を捉えること、次いで「現実」に世の中の仕組みに横たわる問題を究明しそのあり様を改善していくべきことが述べられています。

情報システム学は課題の性格上サイエンスとエンジニアリングの両面をもっていますが、一般的には学問は、物理学、化学、生物学、人文・社会科学等のサイエンスと、工学、遺伝子工学、社会工学等のエンジニアリングに分けられます。前者で対象分野の本質の探究を行ない、後者で探求結果を現実に応用して人類の福利向上に役立てます。

学問の一環とも言えますが、「本質化／現実化」のプロセスは、問題解決やシステム構築、デザインなどの方法論の柱として用いられています。

システム構築のプロセスは、一般的に逆V字型とV字型を組み合わせた工程として図解できます。曲率を度外視すると、サインカーブのちょうど1サイクルで、システム構築の1サイクルが完結することになります。ここで逆V字型は、要求分析のプロセスです。

要求分析の進め方としてデマルコが構造化分析を提唱してからすでに40年近くが経ち、多くの構築技法が新たに登場する中でその存在は忘れられがちですが、要求分析の最も基本的、標準的、本質的な進め方として、その意義はあらためて注目してよいように思われます。

デマルコの構造化分析技法の特徴は、

- (1) 情報世界を伝達・処理・蓄積の3つの基本要素に分けて図解するデータフローダイアグラム技法
- (2) 現行物理→現行論理→将来論理→将来物理のように、物理と論理の2階層に分けて進めていく分析の手順

にあり、これにより、成果物とプロセスの両面から情報システム分析の構造化が促進されました。

しかし、この技法を実際に適用していく過程で、次のような問題点が出てきました。

(1) データフローダイアグラムでは、処理機能を、円または楕円で表記します。最初、システム全体を1つの処理機能として表わし、次いで階層的に分割していくのですが、分割のしかたが主観に頼っていて、人によりまちまちでした。

(2) 物理モデルを抽象化し、論理モデルをつくるのですが、どのようにすれば論理化したことになるのか、基準も方法論も不明確でした。

後者について、デマルコ自身、「実際にドキュメントを見れば、論理化できているかどうか、自分には判断できる。しかし、その基準を言葉で表わすことがむずかしかった」と述べています。デマルコほどのシステム・エンジニアが、経験と勘で論理モデルを取り扱っていたのです。

しかしさすがに米国です。数年後にはマクメナミンとパルマーが、次のような考え方で解決策を提案しました。

- (1) 外界などからのイベント（事象）に応答することが、システムの本質であると考えます。そこでまず、このシステムに応答を要求するイベントを一覧表にします。イベントには、外部の主体が要求するものと、時刻に応じて発生するものがあります。
- (2) 1 イベントに対して、このシステムとして1 処理単位（データフローダイアグラムの円または楕円1 個）が応答するものとして、処理機能分割の基本単位を定義します。
- (3) 情報は、システム内の他の処理単位と、必ずファイルを経由して接続します。

このようにして作成されたデータフローダイアグラムは、本質モデルと名づけられました。システムの最も基本的な機能とデータを表わしていると考えられるからです。

このモデルは、別名完全モデルとも呼ばれています。システムの内部に、コンピュータの応答時間やファイル容量、その他の物理的な制約条件が存在しないとき、いわばノータイム・ノーコストで実現が期待されるモデルだからです。その意味で本質モデルは、ナドラーの提唱したワークデザインの理想システムと等価なものです。

構造化分析における論理モデルを本質モデルとしてその作成手順と基本パターンを明確にしたことは、マクメナミンとパルマーの大きな功績で、デマルコもこれを絶賛しました。

ここで逆V字型とV字型を組み合わせた工程図に、構造化分析とそのあとのシステム構築プロセスをあらためて位置づけてみます。

図解では上方に論理化・抽象化のプロセスをとりますが、デマルコの説明では現行論理から将来論理へ横に飛ぶだけです。前半が台形にしかありません。このとき、何のためにシステム構築をするのか現行論理から目的展開をして、新たに目的を設定した上で将来論理モデルに機能展開すると、現行論理から将来論理への作業を、ナドラーのワークデザインと同等のプロセスで進めることができます。また、目的を頂点とする逆V字型の図で、要求分析の手順全体を表すことが可能になります。将来物理モデルを決定したあと、さらに物理化・具体化のプロセスを図の下方にとると、基本設計、詳細設計、プログラミングとそれらに対応したテスト工程を、V字型で示すことができます。このことはすでに、システム開発方法論に関する多くの文献で説明されています。

それでは、逆V字型とV字型を組み合わせた大きく2つの工程で、全体として何を行っているのでしょうか。これらの工程では、将来論理モデルをつくるまでが「本質化」、将来物理モデルの決定→設計→製作が「現実化」のプロセスになります。上述したように、実質的にワークデザインと等価なプロセスです。

ワークデザインや構造化分析のみでなく、理想モデルの探求は、旧ソ連で開発された創造的問題解決技法TRIZでも行われています。

TRIZのアルゴリズムは、次のように示されています。

- (1) 最小問題の選定
- (2) システム対立の定義
- (3) 対立領域とリソースの解析
- (4) 理想解の定義
- (5) 物理的矛盾の定義
- (6) 物理的矛盾を除去する手法
- ((7) 最小問題の再定義)

ワークデザインや構造化分析、TRIZと、西欧で提唱された主要な問題解決やシステム構築、デザインなどの方法論で、いずれもアルゴリズムの中に理想モデルの定義プロセスが設けられているのは注目すべきことで、わが国とは慣習を異にしているように見受けられます。

再起概念で「本質化／現実化」というとき、大事なのは、「本質化」と「現実化」を and として、どちらも確実に実行することです。

わが国で留意しなければならないのは、本質、論理、理想、概念、抽象などの言葉が翻訳語であり、もともとわが国になかった概念のため、十分に価値観をもつことができず、そのため「本質化」のプロセスを省略したり、ときには忌避さえして、最初から「現実化」に走る傾向があることです。

一方では、これはわが国のみでなく世界的にも見られますが、優れた理想モデルが存在する場合、一部の人たちが、「現実化」を忘れ、直ちに理想を実現しようとして問題を生じさせるケースもあります。人々の生活に直結する経済システムで、集権化計画経済と分権化市場経済がいずれも理想システムのため、これをそのままの形で実現しようとする人たちは、今でも多く存在します。

人工知能にブレークスルーをもたらしたのは、すでに述べたとおりディープラーニング（深層学習）ですが、「本質化／現実化」プロセスの近年の特筆すべき適用例と見ることができます。

従来の人工知能でネックになっていたのは、コンピュータが機械情報しか取り扱えないことでした。それが深層学習により、画像のデータからその画像の特徴を見出すことができるようになり、それによって概念形成、さらにその概念を組み合わせる高次の概念形成ができる見通しが開けました。

深層学習では自己符号化器というニューラルネットワークを用いています。入力として図Aを入れたとき、出力として再びもとの図Aが得られるよう隠れ層の学習をさせます。可能な限り正確に図Aが復元できるよう最適化すると、隠れ層に出てくるのはもとの図の

最も重要なところをコンパクトにまとめた情報量の高い内容のものになります。

この隠れ層の値を次の層の入力にし、入力と同じ出力が得られるよう第 2 の隠れ層の学習を行ないます。次々と学習を積み重ねることにより、隠れ層には次第に高次の概念が形成されていきます。

先にも述べましたが、日本人は意識的に概念形成する力に決して恵まれてはいません。それは日常的な仕事や研究や教育をおびたしい翻訳語を用いて行なっていることから明らかです。

人工知能が人間を上まわる高次の概念形成能力をもつようになったとき、わが国社会はどのような影響を受けるのか、今日学校教育と社会人教育が、抜本改革を必要としていることはまちがいないと思われます。

参考文献 松尾豊：人工知能は人間を超えるか、株式会社KADOKAWA（2015）

この連載では、情報と情報システムの本質に関わるトピックを取り上げていきます。皆様からも、ご意見を頂ければ幸いです。