

特別記事

熟練者を代替するAIではなく、 協働するAIを手に入れよ

三菱総研DCS 永田 貴弘、武内 亜美

少子高齢化に伴い、製造業における熟練者の技能継承は今後の事業継続を左右しかねない課題となっている。当社は熟練者の技能をAIで再現することでこの課題に取り組み、成果を上げ始めている。AIで再現するからといって、熟練者がなくなるわけではない。当社が提唱する新たな生産スタイルで熟練者はより本質的な仕事に集中でき、次の熟練者も早期に育成できる。本稿では、どのようにすればそれが可能なのかを解説したい。

事業継続に関わる技能継承問題

当社が行った製造業企業（ casting、金属加工、石油化学、製紙、食品など16社）へのインタビューでも、熟練者の技能継承に悩む企業は多かった。作業手順は標準化されているものの、熟練者しかできない暗黙知要素が工程の中に存在しており、その継承が難しいようだった。

熟練者の暗黙知が存在することは決して悪いことではない。他社に真似できない強みでもあるからだ。しかし、暗黙知が属人化されることで、生産計画が柔軟に立てられず、働き方改革への対応ができないばかりか、技能継承が行われないまま熟練者の離職を迎えると企業経営に甚大なインパクトを与える。特に casting、鍛造、溶接、土木工学、精密切削加工などは、熟練者となるまでに一般に10～20年かかる。令和4年度版「労働経済の分析」によると、製造業の男性の平均勤続年数が2020年では15.4年（女性は11.5年）であるから、熟練者になるのに10年もかかれば、その前に離職するケースも多い。熟練者に頼る属人的な工程を持

つ製造は、技能継承できなければ受注を諦めざるを得ない。これは事業存続に関わる大問題だ。

熟練技能の本質とは

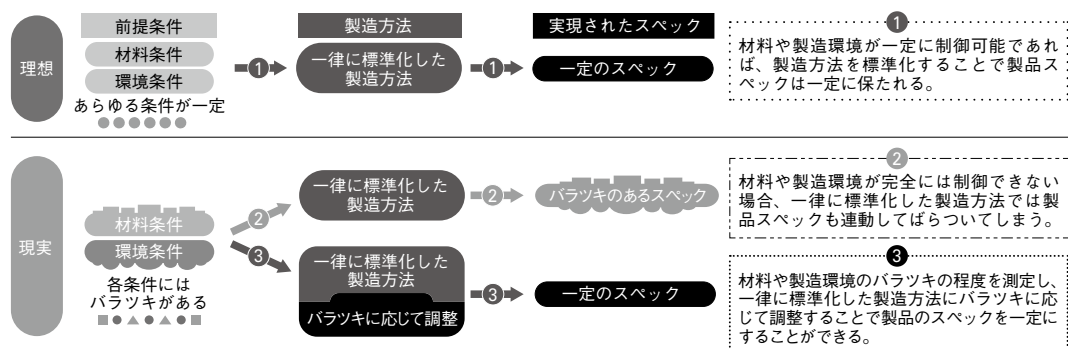
事業存続を左右する熟練者の暗黙知であるが、その本質はどこにあるのか。当社は「バラツキ退治による品質の安定化」だと考えている。

理想的な製造とは、一定の環境下で一定品質の材料を標準化プロセスで加工することで一定のスペックが実現する製造だ。しかし、現実には材料も環境も多くのバラツキを持つ。そこで熟練者はそれらのバラツキを測定し、標準化した製造方法にバラツキを打ち消すための微調整を加えることで、一定のスペックを維持している。この微調整こそが熟練者のみが持つ暗黙知なのだ(図1)。

では、なぜ熟練者の育成に時間がかかるのか。これには「少量多品種への受注内容の変化」を原因に挙げる企業が複数あった。大量生産時代は同一設計条件での生産を繰り返すため、バラツキとスペックの関係を体得するのは比較的容易であった。しかし、今日では設計条件が異なる生産を繰り返す必要がある。複数あるバラツキ要素に加え設計条件まで同時に変動すると、どの要素がどれだけ結果に寄与しているかの判断がずっと難しくなる。そうなれば体得までの時間がかかり、熟練者に至るまでの期間が長くなってしまふ。

また、一層難しくなった熟練者への道のりを試行錯誤しながら進むことに適性がある人には口下手な人が多く、言語化や文書化が必ずしも得意ではないという話も聞いた。これは、口下手だから

図1 熟練技能が発揮される場所



こそ熟練者になり得たと言い換えることもでき、言語化以外の伝承方法の検討が必要であろう。

企業の対策状況とその問題点

ISOに準拠していたり生産管理システムを導入していたりする企業であれば、製造時のデータは取得されている。特に危機感が強い企業は、それら取得データを活用して多変量解析ソフトやシミュレーションソフトによる暗黙知の形式知化を試みていた。確かに、数値と数値の間の関係を解き明かすことはデータ分析・AI技術の得意分野である。しかし実際は、満足のいく結果が得られたという声はあまり聞かなかった。これらの対策の問題点として、「ソフトウェア」と「データの質」という2つに分類できると当社は考えている。

1. ソフトウェアの問題

一般に、使いこなすには時間がかかり、使える人が育っていないことも多い。大企業ならデータサイエンティストの専門部隊を組織できるが、中小企業では専任担当者を配置することも難しい。

2. データの質の問題

条件とスペックの間の科学的性質を分析・活用する場合、生産時のデータのみならず各製造条件を適切に計画した実験データが必要となる。これは生産部門のみの企業には難しい。

AI技術をすべての企業が活用するために

データ分析に活路を見出す企業にとって有力な選択肢となるのが、当社の「品質安定化AIサービ

ス」だ。製造業の99.5%を占める中小企業にAI活用を行き渡らせることができれば、日本の経済成長に大きく貢献できる。そのような想いから「難しいAI技術のインスタント化」に挑戦している。

本サービスは生産現場の製造担当者が自ら使うことを前提に、Office製品が使えるITリテラシーがあればAIに詳しくなくとも日常業務の延長で操作できることが特徴である(特許出願中)。

具体的には、投入したデータを原因(目標スペックや製造条件、バラツキ具合)と結果(熟練者の微調整量)に分類するだけでAIが生成できる。このAIは、普遍的な科学的性質ではなく熟練者の脳(判断)だけを再現しているため、生産データで事足りる点は特筆すべきだろう。

ひとたびAIが完成すると、原因と結果の間の複雑な関係性は2通りの方法で可視化される。1つ目は「寄与率の可視化」である。原因要素が同時に変動するようなデータでも結果への寄与関係を定量的に可視化できる。2つ目は「応答特性の可視化」である。どの要素をどれだけ変動させると結果がどう変わるかをグラフで表現する。熟練者が長年の繰り返しの中で体得してきた関係性を、口下手な熟練者に成り代わり視覚的に伝達できることは育成上有益である。

熟練技能のAI再現事例

当社公式サイトで公開している2つの事例を紹介する。それぞれ、 casting、金属熱処理の熟練判断に対し、AIで再現可能か検証を行った(表1)。当初、熟練者は「自分ではできるのでAIは必要ない」

表1 AIで熟練技能を再現した2社の結果

| 顧客企業 | A社様 | B社様 |
|-----------------|---------------------|----------------------------|
| 業種 | 鑄造企業 | 金属熱処理 |
| AIを活用した業務 | 純銅鑄造製造における添加剤の投入量判断 | 最終焼戻し加工における、加熱温度および保持時間の判断 |
| 学習データ数 | 300件程度 | 500件程度 |
| 正答率 | 93% | 97% |
| AI判断値採用時のJIS達成率 | 100% | 100% |

と発言していた。だが、いざ自分の判断の再現を目の前にすると、自分自身が休まざるを得ない場面へ想像を膨らませ、安心感を語ってくれた。

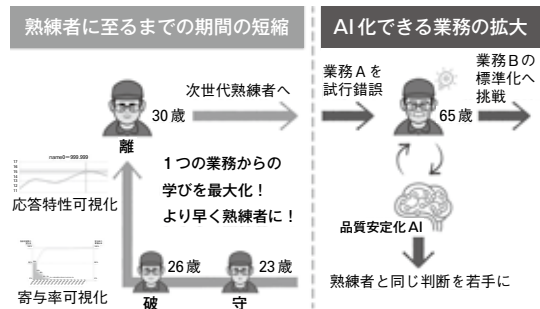
注意すべきは、AI生成に使えるデータを集める際に作業プロセスを適切なレベルで標準化する必要がある点だ。たとえば、鑄造でテストピースを作成して検査する場合、十分に冷まして測定する人と熱いうちに測定する人が混在すれば条件は揃わず、データを取っても使えない。測定方法・タイミング・基準がぶれない工夫が必要である。

AIとともに生産する新スタイルの提案

AI活用は熟練者による作業標準の整備が大前提であり、「AIに奪われる仕事ランキング」などを見て恐れる必要はない。それゆえ当社は「熟練者を代替するAI」でなく「熟練者と協働するAI」を提案する。

コンセプトを図2に示すが、大きく2つの要素からなる。1つ目は、AI化できる業務の拡大である。事例で紹介したように熟練者の判断を再現することで、熟練者を属人化から解放する。そうして熟練者は空いた時間に行き届いていない作業の標準化に取り掛かることができ、徐々にAI化領域を広げていける。2つ目は、熟練者に至るまでの期間の短縮である。若手は最初、作業標準とAIの判断に従うことで熟練者と同じ作業ができるようになる(守)。その際、バラツキ具合と微調整量の関係をグラフなどで確認し、複雑な関係性のイメージをつかむ。「守」の繰り返し作業でつかんだイメージの通りに微調整量変動することを体感し、納得感と共に理解が深まる。その結果、従来よりも早く作業標準の道理を理解し、応用が利くようになる(破)。かくして、自らも熟練者として作業

図2 熟練者と協働するAIのイメージ



標準づくりに参加できるのだ(離)。

この2つの要素が連動することで、熟練者の育成はもちろんのこと、工場全体の生産性と品質の向上が期待できる。

☆

世界的な潮流を見ればデータに基づいて生産する時代の到来は避けられない。データ利活用が当たり前となる時、企業の明暗を分けるのは「使えるデータ」を保有しているか否かだが、起こり得るバラツキを網羅したデータ収集は一朝一夕には叶わない。データドリブン製造時代の到来を見据え、大企業でなくてもAIに取り組めるプラットフォームは当社が整備していく。ぜひ読者の方々には作業標準化を進めるとともに、測定可能なデータはすべて記録して備えておいてもらいたい。

なお、本稿では伝えきれないが、本サービスは「AIに詳しくなくとも使える」を叶えるさまざまな工夫を凝らしている。これは開発に協力いただいた企業のところへ必ず足を運び、現場での学びこそ第一とすることで生まれたものである。今後も当社の描く製造業の未来を実現するため、現場主義を貫き改善と学びを続けていく所存である。

筆者：ながた たかひろ
シニアデータ分析エンジニア
たけうち あみ
HCD-Net 認定 人間中心設計専門家
所在地：〒140-8506 東京都品川区東品川4-12-2
品川シーサイドウエストタワー
TEL：03-3458-9743
E-mail：bsp@dcs.co.jp
URL：https://www.dcs.co.jp/

