

日本は
ものづくりで
勝てないのか!?

第10回

アナログとデジタルのハイブリッド化

DXを先駆けたインクスおよびコマツ

日本の経済状況は、“失われた30年”と言われている。その1990年、金型業界のベンチャー企業「インクス (Inter Computer Systems の頭文字)」が誕生していた。今のDX (Digital Transformation)、Industry 4.0 に挑戦した野心的な企業であった。設計データに基づきレーザーで光硬化樹脂を積層する“3Dプリンター”により、携帯電話の例では金型開発期間を従来の10分の1へと劇的に短縮した。1998年には新宿オペラシティの本社から大田区の工場にデータを電送し、試作品の生産システムを構築、従来の製造業の概念を革新的に打ち破った。筆者の研究室も含め早大理工や東大からも多くの優秀な若者が入社した。このシステムを自動車や部品メーカー・精密機械メーカーがこぞ導入し始めた。しかし、2008年のリーマンショックにより資金繰りに窮し経営破綻してしまった。その後もデジタル人材や経営者を多く輩出したインクスとして語り継がれてきた。

コマツは1990年ごろから建設機械の自動運転化、すなわち“コンピューター付ブルドーザー”をいち早く推進した。筆者も油圧機器メーカーを介して、鋼材に磁気的目盛りを付与してロッドの出し入れを計測する技術開発に関与してきた。2001年には建設機械にGPSやセンサを取り付け、稼働状態を把握するシステムに発展させ、デジタル技術とものづくりベースのアナログ技術を基礎に、日本におけるIoTの先端を走ってきた。現在では集中コントロール室から鉱山内における無人車両の交通管制システムを構築している。

ここで、アナログ(ハード技術)とデジタル(制御技術)のハイブリッド化の定義を、プリウスなどのHV自動車の例で説明しておこう。エンジンやモータは「アナログ」、それを組み合わせた駆動系は「新しいアナログ」、そしてこれらを統括する制御系は「デジタル」、両者の合体が「ハイブリッド化」、これをインターネットなどと組み合わせて利用者の利便や自動運転などに発展させる方法を「システム化」と定義できる。これらものづくりの核はアナログ技術であり、プリウスなどは日本が世界に誇る商品である。デジタルとアナログのハイブリッド化技術力を有する国は現時点ではドイツと日本ぐらいである。米国は1980年代に金融とIT化に走り、アナログ

の原点である製造業の多くを捨て Rust Belt(錆びた地帯)化してしまった。

予備知識のない受験生は「これからは情報、AI、データサイエンス」と短絡して情報系学科をそのまま選択しやすい。ディープラーニング (Deep Learning: コンピューターが自動的に大量のデータの中から希望する特徴を発見する技術) を主体とするAIは、電気や機械出身者の能力と親和性がある。電気や機械を学ぶには1~2年以上にわたる基礎的専門知識や実験実習が必須である。AIなどを含むデジタル技術を高度化するためにはアナログ要素の現場力が大きな役割を果たす。現場力を習得したエンジニアは、はるかにAIに馴染みやすく身につけやすい。しかし、その逆は難しい。東大の松尾豊教授も「これからのAI時代の三種の神器は電気・機械・ディープラーニング」と注目している。

アナログとデジタルのハイブリッド化事例

木村鋳造所は、今から20年ほど前に3DCADデータからCAE解析に基づくフルモールド鋳造法(発泡スチロールを40トンの鋳物に変える)で大型鋳物を鋳造してきた。また、谷田合金は内部が複雑形状で多数の中子を擁していた航空機用ギヤボックスを3D積層技術により中子を一体化させた(図1上)。この中子は鋳造後、硅砂の粒子間を結合している有機物のバインダーが熱分解して、中空部から砂粒子が抜け出るようになっている。大幅な生産性の向上のみならず、薄肉の高精度アルミニウム合金鋳造の可能性を示した(図1下)。このようにデジタル3D積層技術はアナログで培ってきた大型や精密部品の鋳造プロセスを大幅に革新しつつある。

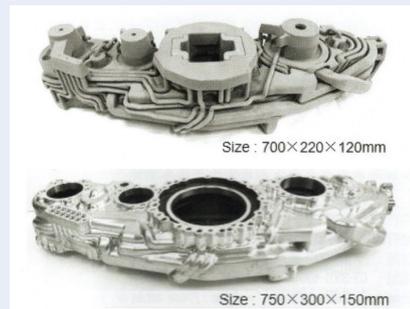


図1 航空機用ギヤボックスの中子(上)とアルミニウム製品(下)
(第8回ものづくり大賞より)

回転する金属板にローラーを押し当てて逐次変形させるスピニング加工は、大田区の製作所を小泉首相が訪問して匠の技術・スピニング加工(へら絞り)が一躍世間に広まった(図2)。そこでこれをニューラルネットワークモデル(neural network: 脳の仕組みを基にノードと呼ばれる単純な計算を行う要素をネットワーク上に組み合わせた機械学習モデル)にして、反復解法と呼ばれる計算技法を用いて目標とするカップの高さと板厚分布となる最適なローラーパスを求める方法を開発した(図3)⁽¹⁾。これにより角筒を含めた多品種の生産性を高めることが可能となる。

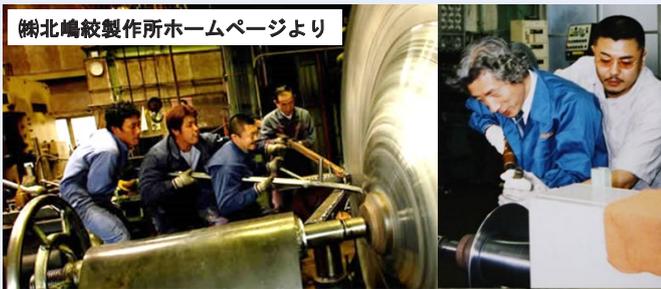


図2 小泉元総理で一躍有名となったへら絞り加工

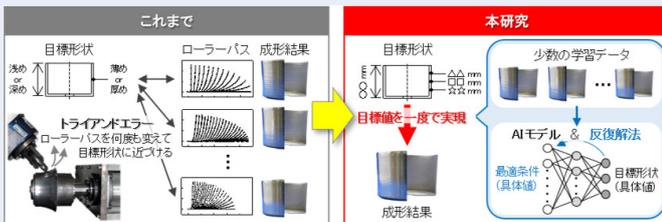


図3 ニューラルネットワークモデルによる工程の最適化

福井県鯖江市は日本での眼鏡フレーム製造の主要産地である。近年、鯖江のブランド力を生かして多品種少量生産へとシフトし、1本目からの良品化を目標としてきた。フレーム材は難加工の超弾性チタン合金異形線である(図4a)。メガネフレームはレンズを囲むリム巻カーブ(図4a、b)および奥行きに沿うカーブレズカーブ(図4c)による3次元曲げを形成している。装置の全体図とローラーレベラーのロール配置を図4(d)に示す⁽²⁾。これも、ロールによる逐次加工にAIの活用が期待される。また、製造業においてセンサ機器、電気・電子機器、駆動装置などの刻々の情報がネットワークを通じてサーバーやクラウドサービスに接続して、品質情報や稼働保守状況、IoT(Internet of Things)により、故障の早期発見および装置の保守、製品の高付加価値と客先との密な交流に役立てることができる。人口減少時代に生き抜くための必須の手段となるであろう。

ハイブリッド化からシステム化へ

今まで日本のものづくりは暗黙知によるノウハウの蓄積を図ってきたが、これを形式知(デジタル化)にした瞬間にノウハウが海外に流出する苦渋を舐めてきた。「単なるデジタ

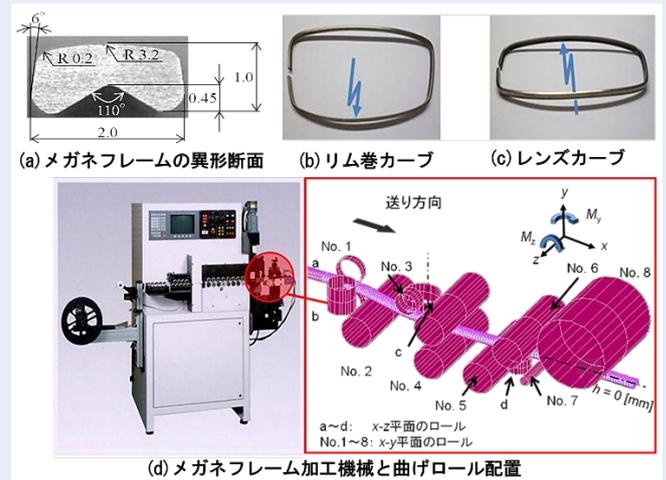


図4 メガネフレーム逐次曲げ加工へのAI活用の期待

ル化はものづくりの墓場」と言われる所以である。デジタル化に対しては、虎の子の技術をアナログのまま残して簡単に流出させない選択肢もある。一方、これを設計し製品化し市場を拡大する“ものづくりのシステム化”が弱いとされ、携帯電話・医療機器・半導体製造装置など海外シェアを失ってしまった製品群も多い。これまでデジタルエコノミー時代の寵児といわれてきたGAFAsはスマホやPCなどを介して“データとデータ”を組み合わせで発展してきた。しかし、インクスやコマツ、先端製造産業の事例のように、“アナログとデジタル”を組み合わせ、客先と一体化したシステムを構築する方向が重要であり、かつ日本の得意とする分野でもある。

第4回連載以降で述べてきた幕末の鍋島直正や小栗忠順、明治の岩倉具視らが、今生きて海外視察したら「モノから生まれたデータをシステム化せよ。それを実現する国産のOSやアプリ、サーバーを開発増強せよ、GAFAsやMicrosoft、IBMを追い越せ!国際規格や特許も気迫と戦略をもって自国に有利になるよう海外と渡りあえ!」と、叱咤激励したのではないかと?

トヨタは東富士工場(静岡県裾野市)の跡地に将来的には面積が約71万平方メートル「実験都市」を構築中である。ここで金融・住宅・教育などさまざまな業種・業界の企業集合体を目指している。自動車製造会社から、「未来プロジェクト会社」に舵を切り始めた。

参考文献

- (1) 産総研: 少数データから短時間で現場環境に応じた最適加工条件を決定, 国立研究開発法人産業技術総合研究所, https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2022/pr20220117/pr20220117.html(参照日 2022年8月18日)
- (2) 関根雄一郎, 西村光太郎, 加藤夏輝, 佐々木善教, 松村正三, 八木秀樹, 浅川基男, 眼鏡フレーム用チタン合金異形線材の高精度ロール曲げ第1報, 平24年塑加春講論(2012-6), pp. 63-64.

<フェロー>
浅川 基男

◎早稲田大学 名誉教授
◎専門: 機械工学、塑性加工、機械材料