



材料をベースにもものづくりの再強化

前回までは幕末の鍋島直正、小栗忠順、そして戦後の鉄鋼業界・自動車産業界を例として日本のものづくりの黎明期とその発展について紹介してきた。今回から日本がものづくりで勝つために「材料をベースにもものづくりの再強化」、「アナログとデジタルのハイブリッド化」そして、「ものづくりを支える国への提言」を述べてみたい。

コモディティ化へのわな

日本のビデオレコーダーは1990年には世界の75%を占め、太陽電池も世界の50%を生産していた。しかし、これらを世界中にコモディティ化、すなわち高付加価値の商品を一般的な商品とし市場価値を低下させ、結果的に他国に市場を譲り渡してしまった。その典型例がクォーツ時計である。腕時計業界の勢力図を塗り替えたといわれるクォーツ時計は米国のベル研究所で開発されたが、大きすぎて実用化までには至らなかった。それを1969年に日本のセイコーが、腕時計に入るまで小型化した。特許も公開して「大量に安く」をモットーに、日本産クォーツ時計が世界を席卷した。これによりスイスの時計産業は大きな打撃を受け、米国の時計産業はほぼ全滅した。しかし、クォーツ時計はたちまちのうちにコモディティ化し価値も値段も下落した。その渦中の1980年代の半ばに、スイスは機械式時計で奇跡のように蘇った。今やスイスの腕時計生産量は、世界のわずか2.5%で年間約3千万個であるが、売上高では世界市場の5割以上、10万円以上の腕時計の約95%を占める。このコモディティ化を克服するためには「大量生産・大量消費志向」から「国民一人当たり付加価値の最大化」を目指す以外にはない。質の高い長持ちする部材・部品・商品を、高価格帯であっても世界の人々が欲しがる「ハイ・クオリティー化したものづくり」への転換である。SONYの盛田昭夫は既に1980年代、「値段は高くてもよろしい。高いだけ良いのであればそれでよい」と言い放ち、「大量に安く」をモットーとしていた日本の産業界に警鐘を鳴らしていた。

材料ともものづくりはなぜ強いのか

日本のものづくりはGDPの20%前後ではあるが、民間研究開発費の90%以上、輸出の95%前後を占めている。GDPに換算して100兆円強および約1000万人が従業しているのはG7の中で日本とドイツぐらいである。図1に示すように日本の世界シェアは最終製品(例えば自動車)では平均5~30%とそれなりに貢献しているが、部品では50%を超え(ミニチュアベアリングでは世界シェア1位)、部材(例えば圧延や鍛造などの素形材)では60%ほどに達している。部材・部品分野では日本が圧倒的に大きな世界シェアを占めている。特に半導体の材料分野では世界の60~100%とほぼ世界市場を独占し、その品質評価も格段に高い。なぜコモディティ化が避けられたのか?それは日本刀に象徴されるように、素材・溶解・精錬・加工・熱処理・研磨を一貫して製造する際に、上工程と下工程の緊密な擦り合わせ技術や連携が必須だからである。これは日本の文化であり得意科目なため、簡単に他国は真似できない。また、部材・部品などの「川上産業」は海外に移転しにくい。そのため「部品組み立て産業」や「部品集積産業」と比較して、主要な拠点多くは国内にあり、技術が拡散しにくく、かつ国内産業への貢献度が大きい。例えば、炭素繊維は50年ほど前に日本から生まれ、数十年かけて世界の航空機材料として実用化させてきた。また、自動車タイヤ補強用の4000MPa スティールコード鋼線や、1860MPa級の香港・

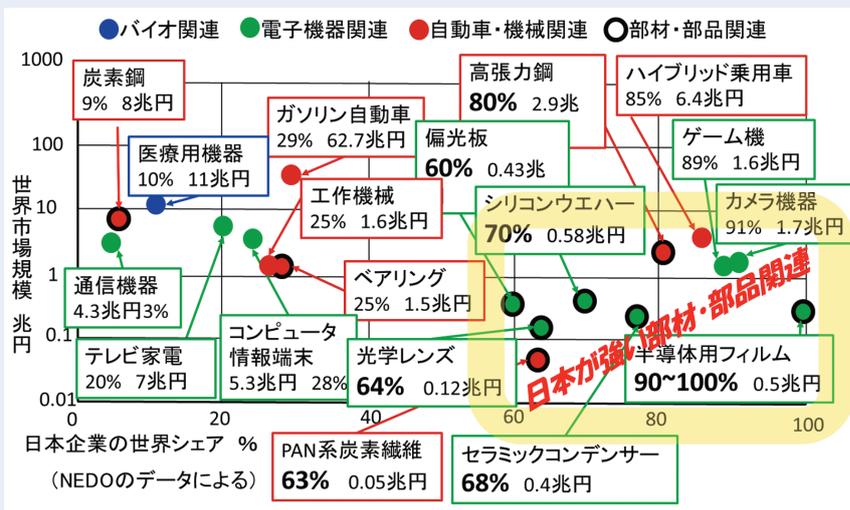


図1 日本の製造物の世界シェア

マカオを連絡する橋梁用鋼線⁽¹⁾が日本の技術で実現されている。航空機用高温タービンブレードは、欧米のトップシークレットであったが、材料の物性を原子レベルでシミュレートする材料探索が日本で開発され、研究開発で欧米と肩を並べるようになった。新規材料や代替材料の探索などは実在の材料で試行錯誤しなくとも、ブラウザ上で広大な未知分子の海から革新的な材料を見つけ出す材料探索が期待される。ものづくりは材料工学およびそれを機能化させる機械工学で成り立っている。材料は、ものづくりを支える通奏低音としていつの時代でも鳴り響いている。

ここで日本が材料をベースとして、その製品を世界最強とした機械加工分野の事例を紹介しよう。高温高圧・高速回転に耐える600トンを超える発電用のロータシャフトの熱間鍛造で、巨大な鋼を叩き、内部に生じやすい空隙を潰しながら日本刀のように熱間鍛造で強化成形している(図2)。原子力の格納容器を含め、品質抜群の巨大鋳鍛鋼品を作れる企業は世界中のどこにも存在しない。また日本のベアリング部品は在在物を徹底的に抑え込んだ材料技術と加工精度により世界中から引っ張り尻である。半導体用シリコンウエハーは世界シェアの7割を日本が占めている。最大径のφ450mm単結晶シリコン製造機械や研磨装置はほとんど自社開発で他社の追随を許さない。タイヤ補強用や橋梁用から発展鋼線技術⁽¹⁾はシリコンウエハーをスライスする固定砥粒式ダイヤモンドをまぶした切れ味の鋭いφ50μmのソーワイヤー(図3)が活用されている。図4に通電性の機能と高強度を具備したφ20μm特殊銅合金製サスペンションワイヤによる携帯電話カメラレンズの手振れ補正用ばね折り線を示す⁽²⁾。従来ヒートシンクは押し出しや切削で加工されていたが、アルミニウムや銅の金属板上に、0.1~0.2mm間隔で掘り起こした微細フィンにより極めて高い放熱性を実現している(図5)。

欧州や中国は自動車エンジン技術が日本より相対的に劣勢となるや、一挙に脱炭素を背景としてEV(電気自動車)化



図2 600トンインゴットとロータシャフトの熱間鍛造

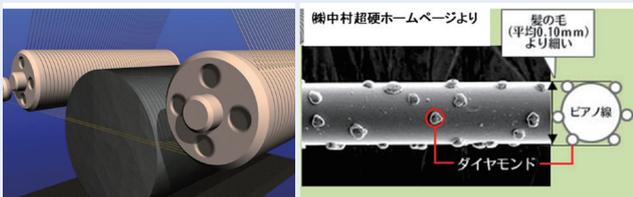


図3 シリコンウエハー切断用φ50μmのソーワイヤ

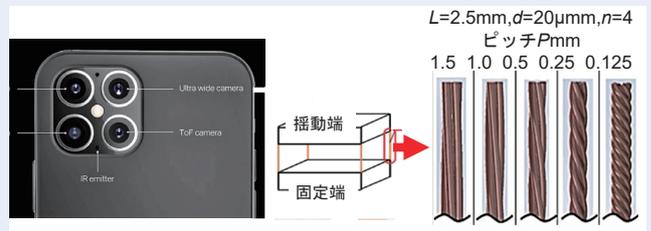


図4 携帯電話カメラの手振れ補正用φ20μmワイヤ

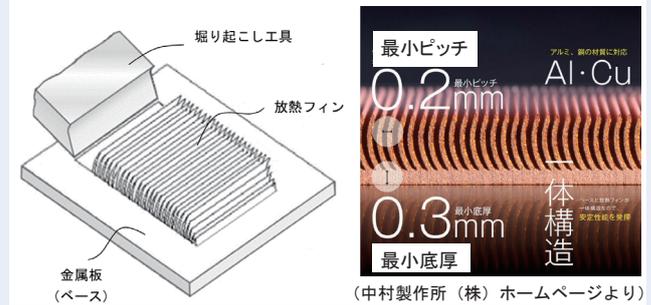


図5 金属板に掘り起こした放熱フィンによるヒートシンク

に傾き始めた。しかし、EVには高性能充電電池の製造までに排出するCO₂がエンジン車の2倍近い。EVのCO₂累積排出量がガソリン車を下回るのは、走行距離が11万キロを超えてからとVOLVO社が試算している。トヨタはエンジン技術を維持しつつEV化を図り、自動車産業の裾野である素材・部材・部品の重要性を訴えている。多機能で高度なものづくり技術を駆使したマテリアル(知材:三菱総研)が、今こそ求められている。

日本の得意科目アナログ技術の活用

材料とその造り方は基本的にアナログである。人間は音を耳だけでなく皮膚や内臓を含めた身体全体の細胞で聴いている。コンサートホールとデジタルCDで聴く音は全く別物である。超音波を含むコンサートホールの高音域は音をまるやかにし、脳を活性化させる。低音は耳だけでなく身体の振動でも感じるの心地よい。アナログのレコードLPは100KHz以上の周波数帯までカバーするが、デジタルCDは22.5KHzで打ち止めである。デジタルのオリジナルはアナログ技術にある。デジタルトランスフォーメーション;DX(データやデジタル技術を駆使して社会や暮らしをより便利にする取り組み、Dはデジタル、Xは変化や変換を意味する)が叫ばれる今、決してアナログ技術を軽く見てはならない。パワー半導体やメモリーなどの分野では新興国が追いあげているが、アナログ信号の処理には高い技術やノウハウの蓄積が重要となり追いつくのが難しい分野でもある(ルネサス・柴田英利社長談)。今回はアナログとデジタルを複合した“ハイブリッドものづくり”を紹介したい。

参考文献

- (1) 山崎真吾, 浅川基男, ぶらすとす(日本塑性加工学会会報誌), 高炭素鋼線の歩みと最新動向, 1-3 (2018-3), pp.45-49.
- (2) 窪田純明, 熊本春輝, 坂研二, 吉田一也, 燃線サスペンションワイヤの構造設計手法の検討, 日本銅学会 第61回講演大会講演概要集(2021), pp.103-104.

<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