ライフサイクルデザインの提言への経緯*

古川勇二**

The Progress of Product Life Cycle Design Proposal / Yuji FURUKAWA

Key words: products, LCA, life cycle design

1. モノづくりと6つの主要因子

モノづくりに関連する因子は無数にあるが、その中で特に影響度が大きいのは、資源をいかなる科学技術によってモノに価値変換するか、その時、使用者である人間がいかなるモノを欲するか、その文化的価値観がモノの開発を促し、使用者の総数としての人口がモノの必要量を決めている。さらには政治経済の体制がモノの供給方法に大きな影響を与えてきたが、最近になってモノの生産、利用、廃棄が自然環境に及ぼす影響が重要になっている。図1はこれらの主要因子が25年前に比していかなる変化を遂げてきたか、今後どうなるかの予測をマクロに表示している。

石油に代表される資源については、その採掘が進み、結果として石油、鉱物、植物などの資源の枯渇が案じられつつあり、このことが原材料面からモノづくりの困難性を増加させている。原材料をモノに加工する科学技術は、今世紀に大いに花開き、今日、我々身の周りの“工業製品は、物理則あるいは化学則をもとに設計・製造されている”といっても過言ではないであろう。クルマを例に挙げれば、大半の部品は物理的変形原理や化学的反応原理でつくられ、そのエンジンは熱力学と燃焼化学をもとに動くがごときである。今日、技術はさらなる発展を遂げて、無重力空間宇宙での新物質の創成や光を応用したデバイスなどの時代を迎えているが、依然として物理則・化学則の域を出ていないのも事実である。

ところが最近にみる遺伝子工学、とりわけヒトゲノムの解明によって、人工皮膚であるティッシュエンジニアリングなどが実現され、これらを契機として、25年後には、物理・化学則に加えて、生物則を原理とした工業製品の設計・製造が主流になると予測されている。生体や人間を模倣したバイオメティックあるいはヒューマンメティックな工業製品は、今日の硬物構造体から軟物構造体へとモノづくりの基盤を大変革するであろうし、知能処理としてのコンピュータも、人間に近い非ノイマン型の処理機構にとって代わられると予測されている。

このように、より人に親しき工業製品づくりが進んでくると、人が求めるモノは今日よりもますます個人に個別的な

図1 1975年を基準とした時の2000年、2025年のモノづくりの困難性に及ぼす主要因子の変化

* 原稿受付 平成12年10月11日
 ** 正会員 東京都立大学大学院(東京都八王子市南大沢1-1)
 1968年東京都立大学大学院修士課程修了。現在、東京都立大学大学院都市科学研究科長、同工学研究科教授。マイクロ加工工学、生産システム学、都市産業論の研究に従事

ものとなり、このことが昔は均一でもよいモノを手に入ればよかった価値観が、多様から個別へと変化していくことを証している。

他方、ベルリンの壁が崩壊して10年余りの今日、世界はすべて自由市場経済体制に組み込まれた様相が強いが、かつての東西間の対立が収まりつつある今日、新たに南北間の対立という悪い芽が生まれつつあるのも事実である。

このような流れの中にあっても世界人口は増加の一途をたどっていて、2025年には75億人まで増加すると予測され、しかもその大半は南側としてのアフリカ、アジア、南米においてである。かつての西側諸国に、今日のNIES人口を加えて仮に先進諸国民とすると10億人余りである。実はこの10億人がバイオ技術を身につけて世界をリードし、個人の欲するものを購入して、結果として環境悪化を招くことになるのではないか、ということが大いに懸念されている。確かに中国・インドなど大人口がますます工業化し、多くのエネルギーを消費し始めることになれば、工業化社会の結果としての自然環境の悪化はだれでもが予測できることである。工業化社会の幕開けであった中世では世界人口は10数億人で安定し、世界の総陸地に占める森林面積割合も40%程度に安定していたのだが、今日それぞれ60億人に急増、18%まで激減し、結果として大気中CO₂濃度は350 ppm程度まで増加している。世界人口を抑制することは最も重要な施策であるのだが、これを国際的に合意できる手だては今日ないといっても過言ではあるまい。あるいは、私たち技術に携わる者はそこまで言及できない、といってもよいかもしれない。だとすれば私たちモノづくりにかかわる技術・研究者の使命は、物理・化学原理に生物原理を加えて、資源を枯渇させることのない新しいモノづくりの方法論を確立することにあるのではないか。

2. 学術会議における議論

第17期学術会議(1997~2000)は、人工物研究連絡会議の一つとして生産システム学専門委員会を組織した。従来の流れからすれば、この専門委員会はモノを供給する立場での生産効率の合理化などを標榜するのが普通であったが、以上に述べたモノづくりと自然環境の調和、すなわちモノを製造し、それらを利用し、寿命時に廃棄するまでの一生、すなわちライフサイクルを通しての自然環境への調和について集中的に検討することとした。もちろん、同様の検討は国内外で進められているのは承知していたが、い

ずれの検討も、生産側か消費側に偏った感が否めない。すなわち原材料側の立場では、自然環境に及ぼす影響が少ない材料をいかに供給するか、ないしは廃棄された製品をいかに分割して材料として復元するためにマテリアルリサイクルするか、または燃焼して熱として取り出すためにサーマルリサイクルするかの検討が主である。製品を設計する立場では、いかに効率的につくれるかを目標とした組立性重視に加えて、製品廃棄時にいかに容易に分解できるかの分解性重視の視点が検討されてきたが、実技術としての利用はまだ限られている。これら「材料と設計・生産、さらには製品の利用と廃棄のすべてにわたっての、製品と環境間の評価値を定めるべきである」との視点から製品ライフサイクルアセスメント(LCA)が提唱され、今日、一部で実用されている。

例えば冷蔵庫AとBとでは、そのライフサイクルを通しての自然環境への影響がどのくらい異なるのかの評価である。これは特定項目については絶対的な評価を与えることも可能だが、実用的にはAとB間の相対的良否にとどまっている。本来ならば、全ライフサイクルにおけるAとB間のエントロピーなどを、絶対値として評価できることが望まれるが、まだそこまでは至っていない。また相対的評価にとどまっている現状においては、やや業界ごと、さらには企業ごとに恣意的きらいがあることも免れ得ないのも事実である。

以上の現状を踏まえて専門委員会としては、まず環境対応への実情を関連する協会、業界ごとに調査し、あわせて上述した学術的取組みとの関連において、工業製品の原材料、設計と製造、利用と廃棄、回収、再利用の全サイクルを通しての指標、さらには基本的な考え方のガイドラインを統合し、これを統一的パラダイムとし得る“ライフサイクルデザイン”をまとめるべきであると考えた。この実現に向けて、専門委員会の呼びかけに応じてくれた30ほどの関連学協会、業界団体に拡大委員会に参加していただき、アンケートを行った上で総合的に検討を行ってきた。これらの成果は次稿の「ライフサイクルデザインの提言」に詳しい。幸い日本学術会議は、第18期(2000~2003)においても生産システム学専門委員会を組織することになったので、第17期における成果をさらに発展させて、真の「ライフサイクルデザイン」の考え方について統一の見解をまとめていくことが期待される。精密工学会は、その主幹事学会としての役割と責任を果たしていただきたいと切望する次第である。