

## 巻頭言

### 半導体の窓から見える未来

特別顧問 牧本 次生

「温故知新」は中国古代の哲人、孔子の言葉として今に伝わる。2500年の長きに耐えて伝わる言葉には普遍的な真実が秘められていると思う。今回のテーマの底流にはこの四文字がある。

ムーアの法則は半導体における「温故知新」の最適な事例である。ムーアは1965年の時点において、過去5年間の集積度のトレンドを調べ、集積度が指数関数的に伸びることを見出した。この経験則は今でも重要な予測手段として活用されている。以下に示す四つの事例はいずれも自分の経験に基づくものである。

#### 事例 1: 牧本ウェーブ(1991年)

トランジスタは1950年代半ばに量産が始まったが、真空管の事例に倣って、外形や特性などがすべて標準化されていた。その後のトレンドについて調べてみると、標準化/カスタム化のトレンドがおおむね10年ごとに変化していることを見出し、1987年にこれを正弦波の形で表現した(起点はトランジスタ発明から10年後の1957年とした)。

1957-1967: トランジスタ中心の標準化時代

1967-1977: LSI 中心のカスタム化時代

1977-1987: マイコン中心の標準化時代

< 以下は1987年当時の予想 >

1987-1997: ASIC 中心のカスタム化時代

1997-2007: FPGA 中心の標準化時代

2007年-2017年: SoC 中心のカスタム化時代

後に英国の技術ジャーナリスト、デビッド・マナーズ氏の取材の折、このコンセプトを披露したところ、「これは斬新なコンセプトだ」として1991年1月の「Electronics Weekly」紙に大きく取り上げられ、「Makimoto's Wave」の名前が付けられたので

ある。

このコンセプトは半導体のみならず、コンピュータ分野へも関心が広がり、

2013年のIEEE Computer 誌では「五つのコンピューティングの法則」の一つとしてムーアの法則などとともに取り上げられた。

最初の波から20年を経た2007年からはカスタム化の予想であったが、その予想に沿ったのはアップルのスマホ向けプロセッサである。このトレンドはその後GAF(A:グーグル、A:アップル、F:フェイスブック、A:アマゾン)のみならず、中国のBAT(B:バイドゥ、A:アリババ、T:テンセント)、テスラなどにも広がった。半導体の窓を通して20年先のことが見えていたといえよう。

#### 事例 2: デジタル・ノマドの予測(1997年)

1970年代におけるデバイスの主流技術はNMOSであったが、日立では先行して高速CMOS技術の量産化に取り組み、1981年には8ビットマイコンが製品化された。その翌年そのマイコンを使って、セイコーエプソン(当時、信州精器)からハンドヘルド・コンピュータが発売されて大ヒットとなり、携帯型電子機器の先駆けとなった。電子機器の携帯化が広がることによって、人々は時間や場所の制約から解放され、新しいライフスタイルが生まれる。このような趣旨で行った最初の講演が米国 In-Stat の会合(1994年)における基調講演「Mega-Trends in the Nomadic Age」であった。それからしばらくして、友人のデビッド・マナーズ氏が私の講演を聞いて意気投合し、このテーマを基にして連名で本を書くことが決まった。そして、1997年に英国で共著の「Digital Nomad」が出版された



(翌年には中国語版、日本語版が続いた)。この言葉は新しい時代のライフスタイルを象徴する言葉として本のタイトルに選んだ造語である。

本が出版されて10年が経過した2007年にアップルからスマホが発売され、これを契機にノマド・スタイルが広がっていった。2016年～2017年になると社会現象となり、Digital Nomad に関連する本が相次いで出版された(下図参照)。さらにコロナ禍においてリモートワークが広がったことで、その数は増大し、現在3,500万人のデジタル・ノマドが世界にいるとのことだ(JTB 総合研究所、2022年9月)



### 事例 3: ロボット市場の立ち上がり(2002年)

2002年のIEDM基調講演で、ロボット向け半導体の現状と将来について講演した。ロボット技術についてはソニーの土井利忠氏に教をを請い、如何に高度の半導体のニーズがあるかについての認識を新たにした。この講演のむすびにおいて、半導体の主要市場の変遷を次のような形で表現した: 1970年～1990年は家電製品、1990年～2010年はPC、2010年～2030年はデジタル・コンシューマ、2030年以降はロボット。

近年、AI半導体の普及によって、自動運転車を含む各種のロボットが急速に広がる気配を示している。JEITAの2016年の予想ではAI搭載型ロボットが2020年ころから急速に立ち上がり、例えば、対話型ロボットは2020年の216万台から2025年には3,100万台へと約15倍の伸び、業務支援ロボッ

トは約10倍、介護

ロボットも約10倍、自動運転車は約1.8倍伸びて約2,600万台などだ。これらの各種ロボット群がこれからの半導体市場を牽引していくことは疑いの余地がない。2002年の時点で半導体の窓を通して見た未来が今や現実のものになろうとしている。

### 事例 4: 「一国の盛衰は半導体にあり」(2006年)

日本半導体のシェアは1992年まで首位であったが1993年に米国に逆転を許して2位となり、それからは右下がり傾向を続けている。一方、日本の国際競争力(IMD)も1992年まで首位であったが1993年に米国に抜かれて2位となり、以後急速に地盤沈下が進んだ。両者は強く連動しているのだ。その背景にあるのは、1990年代から加速したデジタル化の流れであると思われる。デジタル化で半導体の重要性が一層高まり、国の競争力を左右するまでになったのだと思われる。

このような状況を背景に2006年に「一国の盛衰は半導体にあり」を上梓し、当時の日本半導体の状況に対して警鐘を鳴らした。しかし、その後もシェアの低落は止まることがなかったが、2021年に経産省が中心になって半導体強化策が始まった。同年3月開催の官民合同会議の冒頭において、梶山弘志経産省大臣は「強靱な半導体産業を持つことが国家の命運を握る」と発言した。各種メディアでは同様な趣旨のフレーズが散見された。これらはいずれも2006年の拙著のタイトルの意味するところと重なっており、15年前の警鐘がようやく世に受け入れられた、との思いがある。日本にとって今はまさに捲土重来のときであり、官民ともに不退転の決意で取り組まなければならない。

以上の事例が示すように、半導体の窓を通すことで、15～20年先のことを予想できる場合がある。今の時代はテンポが速くなっているが、半導体の窓をしっかりと磨いて先々を覗いてみよう。Chat-GPTの先に見えてくるものは何であろうか。

| CONTENTS |                                  |          |      |
|----------|----------------------------------|----------|------|
| ・巻頭言     | 半導体の窓から見える世界                     | 牧本 次生    | 1 頁  |
| ・寄稿文     | 底力のある技術者を育てるには?                  | 相澤 満芳    | 3 頁  |
| ・寄稿文     | 超高感度 Pinned Photodiode の太陽電池への応用 | 萩原 良昭    | 6 頁  |
| ・市場分析    | メタバースの技術動向                       | 有門 経敏    | 10 頁 |
| ・委員会報告   | 第 18 回 YMK 会ネット講演会               | 日高 義朝    | 16 頁 |
| ・地域だより   | 第 3 回 自然探索                       | 高橋 令幸    | 19 頁 |
| ・読者の広場   | 第 67 回 新世紀展の鑑賞会                  | 内山 雅博    | 22 頁 |
| ・協会だより   |                                  | SSIS 事務局 | 24 頁 |