

## 半導体の歴史

## — その11 20世紀後半 集積回路への発展(6) —



株式会社ルネサステクノロジ  
生産本部技術開発統括部  
MCU デバイス開発部 主管技師

おくやま こうすけ  
奥山 幸祐

### 閑話休題

前稿につづき、MOSFET を可能にした Si 表面技術について話を続けて行く予定であったが、今回は、しばし閑話休題としたい。

不思議なことなのか、成るべくして成ったのか。なぜ、日本と言う小さな単一民族の島国が電子立国と成り、世界の電子産業を牽引して行くまでに成長し得たのであろう。1947年のトランジスター発明から LSI に発展する中でアメリカを中心に研究開発が進められてくるが、日本の技術者達はアメリカでの進歩に波長を合わせ、Si デバイスを自分のものにし、凄まじい勢いで産業に育成してゆく。1945年に第二次大戦の敗戦国となった日本は、1947年当時、明日の飯の心配しなければならぬ貧国である。その中で、占領軍を通してトランジスター発明を耳にするやいなや、日本の研究者達はまるでこのデバイスに魅入られたように取り付き、改良を図り、産業に育成してゆく。当初は資金も無い状態であるにもかかわらず、技術者達は製造設備に、周りがある、薄汚れたバケツを用いたり、半導体の材料が無ければ、秋葉原で買入れた鉱石検波器から純度の低い Ge 結晶を手に入れ、それに針を当ててトランジスター動作の再現を試みたりしてトランジスターとは何ものかを競い合うように調べだす。アメリカが技術情報の開示を始めると日本の各社はアメリカのそれぞれの企業を相手に技術提携契約を結び貪欲にトランジスター技術を取り込む。そして、その技術に工夫を加え、アメリカのトランジスターよりも良質なデバイスに育てる。

その後の IC、LSI でも同様である。アメリカでは人工衛星をビークルにしたロケット、特に核弾頭を搭載した大陸間弾道弾の開発をソ連と競争し合う中での軍事関連需要に支えられて半導体産業は伸びてゆく。これに対して日本ではトランジスターラジオや電卓などの民需産業を自ら生み

出すことで需要を発掘してゆく。前記のごとく、世界にトランジスターの名前を挙げたのは現ソニーで当時の東通工のトランジスターラジオであり、当時の真空管で構成されていたラジオの部品をトランジスターに置き換えることで世界最小のラジオを実現し爆発的なヒット商品を生み出している。このトランジスター化を進めたのが井深大である。その後、IC の工業化と LSI への流れを作ったのが後述するシャープの佐々木正である。佐々木正は、それまで電卓の IC 化を積極的に図り、電卓の小型化を促進してゆく。その中で戦略的に MOSFET の IC、LSI が高集積化、低消費電力化に有効であることを先見的に予測し、各半導体メーカーに製造依頼してゆくことで MOS-IC が製品化され、次第に高集積化されることで LSI へと変貌してゆく。その後、1969年後半に現れるのがビジコン社の嶋正利である。色々な電卓の機種ごとに LSI を製造するのではなく、同じ LSI をつかい、メモリの内容を変えるだけで異なった電卓モデルを実現できるという考え方を発案し、この考え方を元にして、現代の電子機器の心臓部とも言えるマイクロコンピュータを発明する。現在、世界でトップを走り続けているインテル社は、嶋と、嶋のマイクロコンピュータのアイデアに出会うことで、今日の地位を築いていると言っても過言ではない。

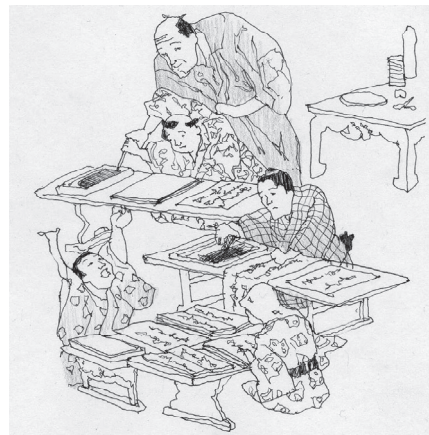
前稿までに紹介してきた技術者や、これから紹介してゆく佐々木や嶋などを初めとした多くの日本の技術者は、アメリカで発明されたトランジスターや IC などの半導体技術を単に真似するのではなく、新しい応用分野を作り出し、更にその応用分野を可能にするために半導体技術を革新的に発展させてきている。これらの技術は逐次、IEEE などが主催する各学会にて発表されており、その数は限りない。その結果として、今日の電子立国の地位が築かれている。勿論、トランジスター発明後、常に新しい技術を生み出し、リードしてきたのはアメリカである。そして、日本はアメリカからの技術導入を積極的に図ったことにより成し得たことである。1960~1970年台に技術導入を図り、1980年代は世界一の半導体売り上げを成し遂げるまでに発展している。

なぜ、日本と言う島国の人々が、これらの事を成し得たのであろう。不思議なのである。資本力があつたわけでもなく、半導体材料が手近にあつたわけでもない。環境としては劣悪であつたと言つた方がよい。この『半導体のはなし

し』の執筆を依頼された時に、ふれて見たいと思ったテーマの一つが「なぜ、日本で半導体が育ったのか？」である。これまで、人類が半導体をどのようにして手にしたかを知るために、1800年にボルタが電池を発明したくんだりから、電信・電話、電灯・照明、発電機、変圧器、電動機などの電気技術、無線通信やレーダー、ラジオ放送などを可能にした鉱石検波器や真空管を中心とした電子技術、固体中の電子の挙動を解明する量子力学、半導体への量子力学の活用、トランジスタの発明、ICへの進化などについて触れてきた。その過程でどの時点から日本人が加わってきたかも併せて見てきた。ヨーロッパにて生み出された電子物理学がアメリカで通信産業や軍需産業をピークにして育て上げられ、トランジスタが生み出されて電子産業と言う果実に結びついてゆく。その果実の恩恵を1950年代から1980年代までに大きく受けるのがアメリカと日本である。それらの過程で、日本人の電子物理、トランジスタ技術、IC産業化などへのかかわりがどうであったのか、代表例を中心に1960年代半ばまでの発展について取り上げてきた。今後、1960年代後半から今日までの発展について続けて行くことになるが、これまで触れてきただけでも数多くの日本人が、半導体技術の発展に貢献している。特に戦後のトランジスタ開発からの技術開発貢献には目を見張るものがある。

資本力もない日本がこれらの貢献を可能にした下地は江戸時代からつづく幅広い層への教育と明治維新前後から太平洋戦争前まで続いた富国強兵策の下で西洋文化を積極的に取り入れようとしたこと、そしてものづくりに最大限の価値を置く日本人の国民性にあるのではないだろうか。黒船来航から始まった明治維新によって、それまでの刀と鬘をシンボルとする武士中心の社会をかなぐり捨て、着物姿から洋服姿へ切り替え、西洋文明で優れているものを積極的に取り入れることで、欧米列国と同等の国力を持つと必死になって真似ることから始める。宰相ビスマルクのドイツ帝国の様式が自分達の国に合うと見るや、国の仕組みまで変え、天皇を中心とした帝国の形式を取り入れ、ひたすら物真似をして行き、物質的な価値観を欧米と一致させてゆく。しかしながら、この国の人々の器用さは物質的な価値観と精神的価値観を別々に持ち、決して精神的価値を他国に委ねる事がない。日本人が総体的に真似たものは物質面であり、日本人が大事にする「日本人の心」なるものは手放さなかった。むしろ、この心を守るために西洋方式に身を固めたと言えるのだろう。アジア諸国で植民地化された国々の多くは武力的に滅ぼされる前にキリスト教の布教が進み、それまでの国のシンボルや言葉などの精神的価値観を捨ててしまい、その後いとも簡単に武力によって植民地化されてしまう。明治維新で日本が進めたのは外敵から「日本人の心」を守るために積極的に外敵と同等の力

を持つための富国強兵策であり、西洋式文化の積極的な取り入れである。これを生活様式まで変えて行った。周辺国から見れば、変わり身の早いやつと思ったであろう。変わり身の早さが重要であったのである。すばやく、変化することに最重点を置く事で列強に隙を与えなくなかった。早く変わらなければ、力を付けなければ列強国に植民地にされてしまう危機感が国を変えてゆく。当時の清国や朝鮮国にも日本と同じような変革を進めようとする改革派はいたが、それらは旧態依然とした守旧派に飲み込まれてしまう。日本の若者、特に当時の各藩の下級武士を中心とした若者が熱病にでも罹ったかのように走り出す。走り出せたのである。朝鮮が清国の属国であったのに対して、日本は完全に独立性を保っていたため変化し易かったことが一つの要因と考えられるが、もう一つの要因は清国や朝鮮国の改革者達は支配階級の一部の若者達であったのに対し、日本での若者達は下級武士、農民、商人など幅広い層から輩出して来ることである。この違いは、維新の前段階の江戸時代における日本人の教育水準・遵法意識の高さや、近世においてすでに近代的科学（合理）精神を受け入れる素地・教養が準備されていたことなどが要因と考えられる。



江戸時代の寺子屋

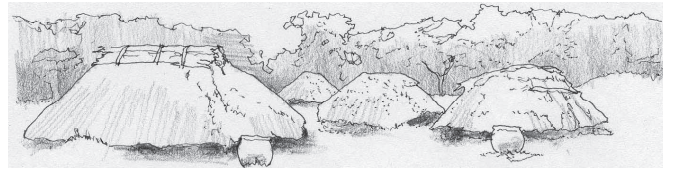
江戸時代の日本では寺子屋などの塾を中心とした教育により一般庶民まで教育が行き届いている。教育を支配階級の特権としてのみ行われていた国々との差が開国における人々の危機意識と行動の拡がりに違いを見せたのではなからうか。江戸時代、士農工商の身分制度はゆるぎないものであったが、教育に対してはアジア諸国に比べて比較的機會均等であったと考えられる。識字率が高かったことがそれを表している。これらの教育環境と、種子島に鉄砲が伝来すると2～3年後には自ら作り出してしまう、元来持っている日本人独特のものづくりに対する素地・教養が明治

維新を可能にしたとも考えられる。この明治維新を可能にした日本人の特質が第二次世界大戦直後のトランジスターと言う歴史的な新規物の出現の価値を逸早く認め、数年を経て自らの技術へと昇華し、改良と応用を繰り返しながら民生を中心とした独自の電子産業へと拡げてゆく。

日本人の特質は何だろうと言うことになる。これは日本人が他国の人に比べて優れていると言うことではない。どこの国の方が優れているなどの議論は無意味である。それぞれの国の人々に優れた特質があり、横並びに比較できる物ではない。日本人の癖とか特長が何で、それはどのような背景からなりたっているかである。例えば、アメリカ人が恋をした場合、「I love you!」と言葉で明確に告げ、思いっきり抱きしめる様子をドラマや映画でよく目にする。日本人の場合は、この様に直接的に行動する人は、いることはいるが、その数は少なく、殆どの場合、はにかみながら間接的な行動を通して（アメリカ人から見ればじれっとなるような）、相手にできる限り嫌な思いをさせないように心がけることから始める。携帯電話の発達した現代ではメールなどを多用しているが、十数年前までであれば恋文（ラブレター）を書くなどから始めるのが多かったように思う。その中身は情緒あふれた文面となる。軒下でなる風鈴の音を聞き「そよ風にゆれる風鈴の音が涼やかになっていますが、貴方からの音沙汰は未だありません……。」のように風鈴の音にかけながら、やんわりと自分の気持ちを伝えるような国民性なのである。自分から好きであるとは言わず、相手に好きなんだと思わせることで自分の意思を伝えてゆく。要するに繊細なのである。この繊細さを相手も持っていることを前提にした伝達方法である。

もう一例挙げると、普段の会話からもその繊細さが伺われる。欧米人に比べ、比較的平たい顔を持つ日本人は喜怒哀楽の表情を顔に大きく表すことはなく、「何を考えているか判らない」と言われるということをよく耳にする。喜んでいるのか、怒っているのかを明確に現さないのである。日本人にとっての一つの美意識は、これは武士道にも通じることかも知れないが、何事にも沈着冷静で、且つ無言実行が尊ばれる所にある。周りの出来事に心が揺り動かされることなく、不動心を持つことが美德とされる。心の動きを表情に出すことは下品と言うことであろうか。無表情な顔の造りに併せて、この様な考え方を持つためにより一層無表情なのかも知れない。欧米人から見れば無表情な顔であるが、日本人はこの顔の中から、特に眼差しから互いの考えを一瞬に伺いとり、相手に礼を尽くしてゆく。しかも、前段のごとく、非常に繊細な間接的な方法で相手に伝えてゆく。無表情の中に繊細で心豊かな表情があり、これを読み取る。そして、相手に対してできる限り静かな方法で意思を伝えてゆく。欧米人が「動」であるとする、日本人は「静」である。日本人は「静」を大事にする。「静」の文化と言え

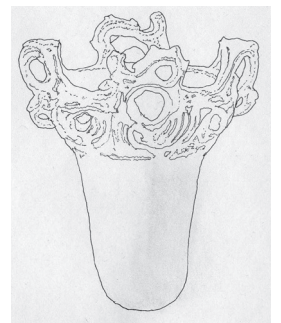
よう。静けさが重要であり、静けさの中に淡い暖かきがある空間に安らぎを感じる。その為の繊細さである。研ぎ澄まされた心を持っていなければ成り立たない繊細さである。欧米人から見れば日本人がテレパシーで会話しているように思えるかも知れない。取り方によっては不気味に見られることもある。ただし、これは欧米人が日本人同士の会話成り立っていると理解できたらの話である。理解できていなければ、最初はシャイな人々と思われ、その内、意思表示もしないただの愚かな人々と勘違されるだけとなる。



縄文時代の村落

この繊細な心を持つ日本人の文化の礎は縄文、弥生と1万年以上の長い間に狭く閉ざされた島国の中で培われてきたものである。弧の形をした日本列島の形が形成され始めたのは500万年前のことであり、この時点では未だ大陸と陸続きである。日本列島に残された最も古い足跡は9万年から8万年前に遡ると推測されているが、石器捏造事件などもあり、現時点で最も確実な年代は4万年前である。日本人の祖先は船に乗って日本列島に渡ってきたとも言われている。それから16500年前まで旧石器時代として採集狩猟生活をおくる。

縄文文化として文化圏が形成され始めるのが13500年程度前であることが石器や土器の発掘から判って来ている。狩猟採集を中心とした移動生活から植林栽培農法を中心とした定住生活へと変化してゆく時代である。そして、その後、稲作を手に入れると共に、中国大陸から渡来して来た人々と混ざり合うことで弥生文化が形成されてゆく。近年、この縄文文化が見直されている。一万年ほどの長い時間、平和が保たれた時間であるが、表現豊かな土器や漆、ヒスイ工芸、植林栽培農法、稲作技術、外洋航海技術を元にした貿易、三内丸山遺跡などの巨大木造建築技術などが近年になって確認されており、従来考えられていたような狩猟採集のみを糧とした生活様式を覆す事実が判明しているの



縄文土器

る。この一万年の悠久の時間が日本人の遺伝子を形成する重要な一つの因子になっているのではなからうか。そして、もう一つの因子は弥生時代の渡来人との混血化である。旧石器時代から数万年かけて純粋培養した文化に大陸からの渡来人の文化を掛け合わせ、弥生文化を形成してゆく。これらの2つの因子が現代の日本人が持つ遺伝子と文化の礎となっているのではなからうか。

日本列島が大陸から切り離されるのは1万年前の地球温暖化による海抜上昇の時であり、約100mの界面上昇が起きている。それでも、その頃は今よりも気温が2℃程低く海面も30mほど低かったようである。それから次第に気候温暖による海面上昇がゆっくりと進み今日の日本列島が形作られてくる。その中で縄文人の生活では1万年から6000年前の間に初期的農法としてドングリやクルミの植林栽培農法が確立され、狩猟、漁業と併せて食料源となっている。植林農法では居住する周辺の照葉樹林や落葉樹林を切り開き、そこにクリやクルミなどの植林を栽培し、その植林の根本には林床植物と呼ばれる、いわゆるワラビ、ゼンマイ、フキ、クズ、ヤマイモ、ノビルなどの縄文人の主要で、安定した食料資源となった有用植物が繁茂しやすい二次林的な環境、つまり雑木林という新しい環境を創造している。また、漁業では地域固有の種々の魚介類を収穫している。圧煮炊き用の土器が出現し、これらの豊富な食料を十分に調理していた。このように食料が確保されるようになると、集落が形成され、集落の周りには貝塚が形成され、大規模なゴミ捨て場ができていく。6000年から5000年前の間に木器、土器、櫛、黒曜石などに漆を塗ることが始められている。また、この時期にヒスイ製勾玉が作られていたことも判明しており、新潟県糸魚川の長者ヶ原遺跡からはヒスイ製勾玉とともにヒスイの工房が発見されている。青森県の三内丸山遺跡や北海道南部で出土されるヒスイは糸魚川産であることが分かっている。このことから縄文人が広い範囲で互いに交易をしていたと考えられている。この頃になると日本各地に文化圏が成立していたのである。石狩低地以東の北海道、北海道西南部および東北北部、東北南部、関東、北陸、東海・甲信、北陸・伊勢湾沿岸・中国・四国・豊前・豊後、九州（豊前・豊後を除く）、トカラ列島以南のなどの9つの文化圏が確認されている。これらは植林や狩猟や漁業の収穫物の種類の違いによる生活様式や道具の違いによるところが大きい。これらの文化圏の間を陸路や海路を使って交易をしている。現在の海岸線とほぼ同じになったのが5000年から4000年前である。その頃になると植林農法もドングリからクリを中心に大規模化することで集落も大きくなっていく。それに伴って文化圏も以前の9つから4つに纏まっていく。九州から関が原付近までが単一の文化圏に、関が原から北海道南部までが単一の文化圏にそれぞれ一体化し、西日本、東日本の2つに集約されていくことで東北海道、東日本（ナ

ラ林文化)、西日本(照葉樹林文化)、トカラ列島以南の4つに減少する。その4つの文化圏が弥生時代へと引き継がれてゆく。東北海道はアイヌ文化として、トカラ列島以南は琉球文化として、西日本、東日本は今日の食文化の違いとして現代まで引き継がれてきているように思う。今から3000年前、紀元前10世紀頃に水稲作が広まってくるまでの約1万年間が縄文時代であり、この間、縄文の人々は大きな気候変動を伴いながらも周りの自然の恵みを有効に活用し、身分差もなく、部族間の紛争もなく、素朴な生活の中で互いに協力し合い助け合いながら生活を営んでいる。この1万年と言う悠久の時間が日本人の気質の根底に流れていると考えるのが自然なことであろう。後世の、例えば利休の茶道に見られる飾り気の無いシンプルな中の美を求める心は縄文文化の心と合い通じるものかも知れない。これは日本の匠の心と通じるものであり、日本が得意とする技術の改善、改良の心と一致するものではなからうか。改善、改良は無駄を省き、極力シンプルな形で十分な機能を追及する心から生まれるのであるから。

3000年前から始まる  
 弥生時代は、水稲耕作  
 による稲作の技術をも  
 つ集団が列島外から北  
 部九州に移住すること  
 によって始まる。しか  
 し、近年になって縄文  
 末期に属する岡山県総  
 社市の南溝手遺跡の土  
 器片中や同県真庭市美  
 甘姫笹原の4500年前の



縄文人

弥生人

土器、更には同県灘崎町の縄文時代前期(約6000年前)の地層などから大量のプラントオパール(イネ科植物の葉などの細胞成分)が発見され、少なくとも約3500年前からすでに陸稲(熱帯ジャポニカ)による稲作が行われていたと最近になって考えられている。また水稲である温帯ジャポニカについても縄文晩期には導入されていたともいわれ、現在では弥生時代のはじまりと定義される稲作開始時期自体が確定できず、水稲農耕技術を安定的に受容した段階以降を弥生時代とし、それが3000年前という事になる。水田稲作が日本全体に広がるまでに、ほぼ1000年を経ている。この時代の大きな出来事は水田稲作技術とともに大陸から縄文人と違う人々がやって来て、縄文人と混じ合うことで弥生人ができた事である。渡来して来た人々はDNA分析から、中国大陸の長江流域、山東省付近から来たと言われている。水稲の種類も朝鮮のものとは異なることがDNA分析で調べられている。西日本文化圏で水田稲作と共に混血化が進み、東日本まで広まってきた時に縄文人が弥生人を受け入れ、更に混血化が進んだと考えられている。縄文

時代の4つの文化圏の中で、西日本と東日本の2つの文化圏でのみ起きた現象である。これによって、今では誰もが承知であるように、縄文人と渡来人との2つの遺伝子を引き継いだのが弥生人であり、現在の代表的な日本人となる。我々、日本人の多くは2つの遺伝子をもつ。例えば、お酒に弱い人がいるが、これは渡来人の遺伝子ではないかなどの調査なども進められている。

弥生時代に入ると、それまでの平和な世界が一変する。水田稲作の発達に伴い、集団作業が増えたことや米を貯蔵する倉庫が発達するにつれて、集落の中に部族長の様な支配者が現れてくる。貯蔵する食料を集落間で奪い合うなどを繰り返す中で大集落が小集落を従え、集落の中に首長層が力を持つてくる。この争奪の繰り返しの中で、各地の豪族が出現してゆく。力を持ったものが従える世界へと変貌してゆく。縄文時代の平和な村落の様相から戦闘的な集落に急激に変貌してゆくのは、稲作の進歩も影響しているが、渡来人の思想も大きく影響していると考えられる。渡来人が渡ってくる時の中国は紀元前1000年当時、周の時代であり、王を中心とした律令制度が十分に発達している。それまでの2000年の間に三皇五帝から始まり、夏、殷（商）、周と統一国家の形成と存亡を繰り返している。渡来人にとっては2000年以上前の中国の世界と同じような集落を営む日本に渡ってきたのである。十分に統一国家の経験とイメージを持っている渡来人であることから推量すると渡来人が縄文人と融合しながら主導的に首長制度を作り上げて行ったとも考えられる。どちらにしても、次第に支配体制が築かれてゆき、強大な力を持つようになった首長を埋葬する大規模な墓が作られるようになり、古墳時代へと流れてゆく。この弥生時代における紀元前1000年から紀元200年までの1200年間をかけた渡来人との融合が、それまでの1万年間の縄文人の自由な営みを大きく変貌させ、支配する側と支配される側の立場が明確にされてゆき、集落間、部族間の争いの中に生活をおくようになる。その中で支配を強化する過程で宗教が利用されることは言うまでも無い。邪馬台国の卑弥呼などがその代表例と言える。ちなみに、他国と異なり稀な事は最初に統一された時に中心になった天皇が常に保たれてきたことである。今日の象徴と言う立場もいれて1700年程度の長さを維持している。世界最長と言える。時の為政者は、一旦支配者になると天皇の神聖さを政治に利用することで、国体を保つと言う名目で自らの立場を保つ。古事記などによる天皇の神格化が明治維新後も為政者によって利用されることになる。この稀な出来事は、日本が島国で他国に滅ぼされた経験が無いことによる。唯一、太平洋戦争で敗戦国となった時にのみ天皇制は危機にさらされた事になる。この時は、連合軍司令官マッカーサーが日本を支配する上で天皇制が役に立つと判断し、象徴として維持する判断をしている。これは、時の為政者として

のマッカーサーが、それまでの日本の為政者と同じ考えに立ったことを現している。敗戦時の日本人の日本固有の神に対する信仰心の強さを示す出来事と思われる。

弥生時代の後の時代は豪族から統一国家の確立、貴族政治、武家政治、そして明治維新、太平洋戦争後の民主政治と現代まで流れてくるが、明治維新までの時代は支配者の統一と支配層または支配者の入れ替わりが武力を用いて繰り返されて来ただけである。弥生時代以降、1945年の太平洋戦争終結まで国内外含めて大小数多くの戦いを続ける。渡来人と融合したことで好戦的な気質が付け加えられたのか、集落から統一国家へと統合されてゆく過程、または国家を維持する上ではどの民族でもあり得る宿命的なものなのかは判らない。渡来人と融合しなかった純粋な縄文人の子孫であるアイヌ民族や琉球民族が平和的な民族であることから見れば弥生人は好戦的な気質が付け加えられたと見られることもできる。

好戦的な気質と言うものは、時と場合によってはチャレンジ精神が旺盛と言うことになるのではなかろうか。この好戦的な気質がチャレンジ精神として明治維新やトランジスターなどの新しい技術開発などに向けられた時に大きな力を発揮するのではないだろうか。結論的には電子立国となるべく多くの日本人の科学者が活躍したのは、日本人が縄文時代に培われた繊細な気質と、弥生時代の渡来人との融合で得られたチャレンジ精神を持ち合わせているから成せる技かも知れないと言う事ではないだろうか。それでは、明治維新や電子立国への発展の過程での日本人の機敏な反応と行動は単にこれらの遺伝子を持つ人々であったからであろうか。これに対して、私の友人の意見は「生まれて間もなく外国で暮らした日本人はその国の文化を身につけ、日本文化を身に付けることはない」とのことである。確かにそうである。先天的な遺伝子と後天的な成長過程での経験とで考え方が形成されてくる。縄文時代から営々と悠久の時間の中で築かれてきた日本文化の中で生まれて育つことで、その文化を肌と頭で感じながら吸収してからこそ可能であったことと思える。

以上はあくまでも仮説である。閑話休題として気軽に始めたつもの話が取りとめもない内容になってしまったと後悔している。次回からは再び、半導体のはなしに話題を戻したい。

## 次回

### 第13回 半導体の歴史 —その12 20世紀後半 集積回路への発展(7)—