

私とマイクロプロセッサ―初めに応用ありき、応用が全てである

嶋 正利

1997 年度の京都賞先端技術部門の受賞を告げられたとき、胸がワクワクするような感動と大きな喜びが体中に満ち溢れました。今回の受賞は誠に名誉であり誇りであります。この受賞の意義は、マイクロプロセッサは『新時代を切り拓く技術』であったことを世界的に認めていただいたことです。この受賞は、世界初のマイクロプロセッサ 4004 の発明と開発を行った人達だけではなく、マイクロプロセッサという今まで世の中に存在していなかった新技術を、認知し、世界に広め、そして採用し、成長させてくれた人達への、大きな勲章ではないでしょうか。私個人にとってみても、この受賞は、28 年間マイクロプロセッサの開発という道を一筋に歩んで来たことへの誇りをより強くさせてくれました。また、長い年月をかけて文化を創り上げ、次々と新しい理論や思想を生み出し、さらに、創造性に富んだ企業を次々と生んでいる、この美しい京都から戴いた賞に、深く感謝しております。

私は、半導体や電気の専門家ではありません、コンピュータの専門家でもありません。ちょっとしたきっかけでやり始めた仕事が 30 年という長い間続いたという感じです。先頭を走ることは決して易しいことではありませんし、ストレスも溜まります。しかし、先端の創造性ある開発が成功しますと、開発が次の開発を生み、その開発が私を成長させてくれました。アメリカでマイクロプロセッサの開発に夢中になっていたときに、仕事で熱くなった頭を冷やすために、読んだ本があります。その本は司馬遼太郎氏の小説『花神』です。主人公である村田蔵六こと大村益次郎の生涯です。小説には、『ひとびとの需要のためにのみ村田蔵六は存在している。蔵六からそれをしたと思ったことは一度もなく、ひとびとが蔵六の技能を必要とするままに蔵六は生きて来た(おれも変わっている)』と書いています。時代の要請に従い自分の意志とは関係なく、神が決めた道を、夢中になって歩み、真っ直ぐに生きた村田蔵六の姿に自分の姿を重ねることがありました。本日は、『マイクロプロセッサと私』という題で、私がどのようにマイクロプロセッサに関わったかを、お話ししたいと思います。

私は、1943 年に静岡で生まれました。静岡は、八面玲瓏白雪と詠われた美しい富士山と駿河湾があり、気候温暖で豊かで、のんびりした土地です。父は、洋品店を営んでおりましたが、新しいものが何よりも好きな人でした。母は、人一倍正義感に富んで

おり、気が強く、曲がったことが大嫌いな人でした。新しものがり屋で、頑固でしつこい性格は、私に遺伝し、全く新しくゼロから出発する開発という仕事には大いに役に立ちました。私の家の周りには映画館が6軒もあり、映画を見て育ち、絵が好きで、家が洋品店であったので、小学5年の時に長期間かけて古代から現在までの服装の歴史を絵巻物にしたこともあります。私の性格は、夏に台風が来ると海に出掛け大波にもまれながら泳ぐことが楽しみの一つであった、というような少し無鉄砲なところがあり、中学3年の時にロケット遊びで指を3本なくしてしまいました。母は理科系よりも法律を勉強することを何度も何度も勧めましたが、子供の頃から絵と工作と実験の好きな私は、思いは化学者になることでした。

私は、東北大学の伊東先生の研究室で有機化学を専攻しました。伊東先生の化学に対する情熱は圧倒されるほど強く、研究や討論や教育を通して研究者の真の姿を見た思いでした。配属された研究室には、竹下助教授をはじめ、博士課程と修士課程の学生がいて、生半可な気持ちでは研究に取り組めないような雰囲気でした。選んだ研究は、東北大学の研究テーマの一つである檜の成分のヒノキチオールの性質を反応速度の面から研究することでした。これが私の研究開発への一歩でした。研究室に配属される前に、科学方法論や実験計画法などの本を読みましたが、いざ研究を始めますと、論文の収集や読み方やまとめ方、実験機具の洗い方などをはじめ、全てに関して、専門家と素人との違いを思い知らされました。また、反応時間の経過とともに、反応させたものをサンプリングして分析していきます。1週間近くかけて実験をしていきますから、適当に始めますと、最後に問題が山積みになってしまいます。私は、この経験を通して、研究に対する姿勢、何事にも手を抜かない、実験は逆算して計画し実行することなどの方法論を学び身につけました。やがて、卒業の時期が近づいて来たのですが、化学業界が不況になったことと、怪我をしていたせいも、就職口はなかなか見つかりませんでした。幸運なことに、教授の紹介でコンピュータも販売しているビジコン社に入社することが決まりました。卒業研究の実験のまとめに使ったのはモーターで動く機械式電動計算器でした。この頃から、コンピュータを使って有機物の構造決定を行うことが実用段階に入って来ました。新しいものが好きな私は、無理して化学で身を立てるよりも、電子で動くというコンピュータに挑戦してみようと決断しました。方法論を身に付けた私には不安感は全くありませんでした。

1967年にビジコン社に入社しました。当時のビジコンは、手回し計算器やトランジスタを使ったビジネス用電子式卓上計算器を開発し販売しており、さらに、科学計算用電卓や会計機や電子計算機の販売とソフトウェア開発を手がけていました。電卓は、

1960年代初頭にイギリスのアニタ(ANITA)社により、真空管を使って開発されました。やがて、日本の各社が、トランジスタとダイオードと抵抗と磁気コアメモリなどの部品を使って、開発と量産に成功しました。当時の電卓は、今日のパソコンと同じく、ビジネス機器や科学計算用機器の花形商品でした。私は、コンピュータ部に配属され、製造元の三菱電機でプログラミングの教育を受けることになりました。コンピュータのプログラミング言語であるフォートランやコボルやアセンブラの勉強は非常に興味があり面白いものでした。水が砂にしみ込んでいくように頭に入っていました。プログラムの作成は、言語を覚え、論理的思考が出来れば、決して難しいものではありません。しかし、素晴らしいプログラムを組むためには、応用に精通し、応用を真に好きにならなければなりません。ところが、3ヶ月ほどの教育を終了した段階で最初に担当したのは科学分野ではなくビジネス分野のプログラムでした。2ヶ月ほど勉強しつつ仕事をしたのですが、応用分野には全く興味が湧かなく、思い切って電卓部門への転属を希望しました。1ヶ月後に、電卓の開発と製造を受け持っていたビジコンの子会社である、大阪の茨木市にあった、日本計算器製造に移りました。この半年間のプログラミングの経験と半年遅れの電卓部門への配属が、私をマイクロプロセッサの誕生に出会わせ、私の一生を変えました。

システムを構築する技術は10年ごとに飛躍的に進化しています。その技術が『時代を切り拓く技術』であり、先端技術です。1951年に開発されたトランジスタにより『回路の時代』となりました。トランジスタを使って回路を組むことが出来ればシステムを設計することが可能となりました。続いて、1961年に開発された集積回路により『論理の時代』が登場しました。開発するシステムの機能が理解出来、論理的な思考が出来、論理が組み、その論理を集積回路に置き換えることが出来れば、システムを設計することが可能となりました。幸運なことに、私が電卓部門に移籍した時期は、トランジスタから集積回路に移行しつつある時期でした。半年前であれば、私の才能も経験も生かす、私の人生も変わったものになったでしょう。電卓部門に移る頃に読んだ忘れられない本があります。高橋氏の『デジタル電子計算機』と宇田川氏の『論理数学とデジタル回路』でした。3ヶ月間、毎日、本が真っ黒になるまで夢中になって勉強した痕跡が今でも残っています。この2冊が私の一生の宝となり技術の基本となりました。最初の仕事は、集積回路を使って設計された電卓の試作機を作ることでした。当時の電卓は一人の人間の頭の中に入れられるほどの論理量で構成されており、配線で論理を組み立てるハードワイヤード論理方式が使われておりました。また、論理が逐次制御カウンタとキーボードの組み合わせで構成されていたため、論理を作るのは大変ですが、

論理やシステムを理解するのは易しいことでした。

大学卒業後の2年目の1968年春に最初のチャンスがやって来ました。それは、ビジコンの東京工場である電子技研に転属した直後のことでした。この頃から日本は電卓の供給基地となり、相手先ブランドの製品開発が重要になって来ました。同時に、個々の製品ごとに論理を設計したり製造をしなければならない従来のハードワイアード論理方式に行き詰まりが出てきました。その問題を解決するために、コンピュータの経験のあった丹波技術部長からプログラム方式の電卓への応用が提案されました。配線ではなくプログラムを変更することにより電卓の機能を変更しようとするアイデアでした。幸運にも電卓部門でプログラムの経験のあるのは私だけでした。私は、各OEM先ごとに仕様の異なる電卓の開発を短期間に行い得る手段として、集積回路の代表であるTTL回路を使いプロセッサを開発することに決めました。コンピュータと同じように、プログラムをメモリに格納するストアードプログラム論理方式を開発し、プリンタ付き電卓の開発に成功しました。ただし、プログラムを格納するメモリには現在のゲーム機のプログラム用カートリッジにも使われている読み出し専用のメモリであるROMを使用しました。このROMの内容を変更することにより、ゲーム機と同じように、別の機能を持った電卓が出来上がります。その開発したプロセッサは、 n 個の“0”と“1”だけで構成される2進データを取り扱うのではなく、主として n 桁という10進データを取り扱うソロバンのような10進コンピュータでした。

1960年代後半に入りますと、米国の半導体産業界は大規模集積化回路であるLSI技術を今日のパソコンの主メモリに大量に使われているDRAMメモリに応用することを開発しました。日本の電卓業界は、LSI化による、高性能化、多様化、低価格化、軽量化、そして高信頼性化への道を模索していました。ビジコンも、米国の調査会社に依頼して、提携可能な半導体メーカーの選択とLSI設計に必要な技術情報の入手を開始し、1968年末にプロジェクトチームを作りLSIの開発を開始しました。ビジコンは、高密度と高性能が実現出来る新世代の半導体プロセスであるシリコンゲートMOSプロセスを持っている設立されたばかりの故ノイス博士が経営していたインテル社を選びました。ビジコンは、インテルと提携して、計算機能のほかに多くの種類の入出力機器を持ったビジネス用電卓や科学計算用電卓や伝票発行機や銀行の窓口端末機などのビジネス機器に使える汎用LSIを開発する方針を決めました。1969年6月までに、より汎用性のある10進コンピュータ用マクロ命令の仕様を決め、電卓用プログラムを作成し、LSIのみによるシステム構成を決め、各LSIの論理回路図の大半を作成しました。後で分かったことですが、インテルには専門の論理設計者がいなかったのです。これは

大きな誤算でした。

1969年6月に、ジャンボ機 747 就航の前年のため、羽田発の、座席が狭くクッションも悪いボーイング 808 にて、ハワイ経由で 20 時間かけてカリフォルニア州サンフランシスコへ向かいました。初めての米国での仕事に対する緊張と不安があり、英会話にも全く自信がなかったのですが、何でも見てやろうそして何でもやってみようという楽しみの方が大きかったです。やっと着いたサンフランシスコの空港にはホフ博士が迎えに来てくれました。空港からさっそくホフの車でインテルがあるマウンテンビュー市の宿舎に向かいました。その頃のインテルは、創立後1年で、従業員が 125 人にも満たない規模で、建物も 2,000 平方メートルほどの非常に貧弱な印象を与える中古の貸しビルで、製造装置もリースしていました。こんな会社に頼んで大丈夫かな、というのが最初の印象でした。しかし、5人の博士を擁して DRAM と PROM の開発に邁進していました。インテル側では、コンピュータとソフトウェアと回路に詳しいホフ博士とソフトウェア技術者のメイザーが担当者になりました。

“生みの苦しみ”とはよく言ったもので、実際に打ち合わせ作業に入ると、壁にゴツゴツ突き当たる日が少なくありませんでした。米国には電卓を開発している会社がほとんどなく、電卓に関する情報がないこととインテルに論理設計者がいなかったことが、ビジコンが提案したキーボードや表示やプリンタなどの機能や LSI の仕様や論理図を理解させるのに非常な困難さを生じさせました。ただ、ホフは私が提案した電卓のストアードプログラム論理方式とその 10 進コンピュータ用のマクロ命令と電卓のプログラムに非常に大きな興味を示しました。そこで、英語があまりうまくない私が電卓のマクロ命令やプログラムやシステム構成などを説明しました。

共同開発が暗礁に乗り上げそうになった 1969 年 8 月下旬のある日、ホフが数枚の紙を片手に、興奮気味に、突然、私の部屋に飛び込んできました。ホフが最初に示したブロック図には、プロセッサの骨格である 3 つの箱が描かれていました。すなわち、私が提案したマクロ命令で構成している n 桁という 10 進コンピュータを、1 桁という 4 ビットのデータを取り扱う 2 進コンピュータに変更しようという提案でした。すなわち、より低いレベルのマイクロな命令とプログラムを組み合わせるマクロ命令を作るというアイデアでした。これが世界初のマイクロプロセッサの“産声”でした。さらに、開発する LSI の種類も減少させるアイデアでした。電卓という応用分野からの特異な要求と 10 進コンピュータの LSI 化という一粒の種ともいえる初期的なアイデアが、4 ビットの 2 進コンピュータという新たなアイデアへと導いたのです。1968 年のビジコンにおけるストアードプログラム論理方式の電卓への導入の成功は、インクリメンタルな改善ではなく、飛躍的な新

世代の論理方式の導入によるものでした。ところが、私が 1969 年にインテルに提案したのは、私がかつて成功したアイデアに対するインクリメンタルな改良とその LSI 化だけでした。一方、ホフは、私の提案に対して、一步踏み込んだ創造的な案を出してきました。

実用化へ向けての本当の開発はここから出発しました。発明と開発とは大きく異なります。開発とは、発明というアイデアを単に実現化するだけではなく、実際に応用に使えるように機能と性能とコストを最適化し、実際の製品を期間内に作り上げることです。命令と機能とシステム構成に関して具体的な話し合いを進めていくうちに、何が足りないのかが少しずつ明確になってきました。ホフの最初のアイデアは、非常に基本的なもので、キーボードや表示やプリンタなどの入出力機器の制御方法、LSI のみによるシステムの構成方法、チップの種類の減少の代わりに高価なメモリの容量の増大、などに関して不明瞭な点が多く、そのままでは電卓へは応用出来ませんでした。特に、LSI のみでシステムを構築するビジコン案を、プロセッサのみを開発しようとしているインテルに納得させるのは易しい仕事ではありませんでした。また、当時のメモリは、コンピュータ会社が使っていたため非常に高価で、今の 16M ビットの DRAM メモリの 8,000 分の 1 のわずか 256 バイトの容量でも日本人の初任給の 4 分の 1 もしました。電卓に使えるプログラム用メモリの容量は、予算上、最大で、1K バイトでした。メモリ会社とシステム会社の体質の違いが出ました。面白いことに、マイクロプロセッサ 4004 の性能も、今日パソコンに使われているマイクロプロセッサの 8,000 分の 1 です。

1969 年 8 月から 12 月の 4 ヶ月間に、ホフとメイザーと私がキャッチボールをしながら、今思えば、特許が取れそうな多くの発明をしました。それらは、当たり前のような発明ですが、マイクロプロセッサと組み合わせれば強力な特許となったでしょう。1 番目の発明は 2 進データの 10 進データへの変換命令です。この命令により、性能が向上するばかりでなくメモリ容量が大幅に減少します。2 番目の発明はプログラム言語の実行制御方法でした。パソコンが誕生したときに、マイクロソフト社が開発した BASIC という言語が登場し一世を風靡しました。また、今日のインターネット時代になりますと、サンマイクロシステムズ社が開発した JAVA という言語が登場しました。どちらも、登場した時は、プログラム中の言語を一つずつマイクロプロセッサの命令に翻訳しつつ実行するインタープリタ方式を採用しています。電卓においても、電卓用言語があって、その言語を翻訳するインタープリタ機能が必要となり、マイクロプロセッサを使ったインタープリタ機能が発明されました。このために、アプリケーションに使うメモリ容量が半減し、さらに 3 番目の発明に必須な技術となりました。その 3 番目の発明ですが、最も重要なことは、

今まで集積回路を使ったハードウェア回路網で実現していた入出力機器の実時間で制御を、マイクロプロセッサを使ってソフトウェアで置き換えることでした。今まで誰もやっていなかったことを、性能の低いマイクロプロセッサと少ない容量のメモリを使って、多くの入出力機器をソフトウェアを使って実時間で制御することが果たして可能なのだろうかが一番大きな不安でした。例えば、プリント中や演算中や表示中はキーボードを受け付けない、というような仕様に変えればソフトウェアで制御することが出来ますが、そのような電卓は誰も買いません。そこで、まず、電卓の入出力機器制御のうちで重要と思われる多くの機能を実際にプログラムを組んでみて、命令や性能やプログラムステップ数の確認を行いました。最終的に、2番目の発明と、新たな命令と、キーボードや表示やプリンタ用に新たに追加した出力拡張ポート用 LSIなどを組み合わせて、入出力機器の制御をソフトウェアを使って実時間で制御することが可能となりました。1969年12月までに、電卓の主要な機能をプログラムすることにより、命令と機能とシステム構成の仕様が決定されました。

正式な契約の締結に時間がかかりそうなので、1969年12月末にいったん日本に帰国し、具体的な電卓のプログラムを再度組み、命令と機能とシステム構成の仕様の再確認を行い、最終的な仕様書を作成しました。インテルからの4004のマニュアルに図が多いのは、英語による説明不足を恐れて図を多用して仕様書を作成したためです。契約は1970年3月に正式に結ばれ、4月初旬に私一人で再度インテルへ出かけました。今回の訪問は、この開発のためにインテルでは二人の開発技術者を雇うという約束であったので、インテルが設計したものを確認することでした。ただ、契約書とは別の取り決めの中に、必要であれば私が論理設計やレイアウトの検証やテストプログラムの作成を手伝う、という文書があったのが気がかりでした。インテルを訪問すると、1週間前に入社したという新しい担当者であるシリコンゲートテクノロジーの第一人者であるファジン博士を紹介されました。不安が的中して、プロジェクトは全く進行していないばかりでなく、仕事の引き継ぎもされていませんでした。さらに悪いことに、開発技術者はファジンと二人のレイアウト設計者しかいなく、論理設計者はいませんでした。仕方なく、仕様書と内部の動作を説明し、私が4004の論理設計と論理シミュレーションとテストプログラム作成を担当し、残りの全てをファジンが担当することになりました。論理シミュレーションに使うシミュレータはホフが作ってくれました。また、東京のビジコンが、私が作成した論理図に基づいて集積回路を使いマイクロプロセッサ4004の検証用ボードを作り、論理の検証を同時に行うことを決めました。ファジンと二人で月曜日から土曜日まで毎日11時間ほど仕事中毒のように働き、設計開始からわずか8ヶ月で4つの

LSI の設計を完了させました。マイクロプロセッサ 4004 の論理設計は、レイアウト設計者が二人しかいないので、回路設計とレイアウト設計のプランとしても使えるようにと思って、トランジスタを使って行いました。当時の電卓の基板の設計と同じく、半導体のレイアウトも2次元でなされているので、電卓の基板設計の経験が生かされました。4004 のレイアウトが自分の描いた論理図どおりに出来上がった時は感激しました。

4004 の開発が終了し、私の本当の仕事、電卓の開発が始まりました。まず、標準メモリを使って作った ROM 代換品と、4004 用 RAM メモリと出力拡張ポートと、電卓用プログラムを読み込むためのカード読み取り機を搭載し、電卓用試作モデルを作りました。次に、プログラムをカード読み取り機から読み込ませ、プログラムの検証作業に入りました。幸運なことに、プログラムには欠陥がなく、電卓の開発にも成功しました。私にとって、4004 の開発は電卓開発に必要な部品作りであったので、4004 そのものの成功よりも、プリンタ付き電卓が 1971 年3月に完成したときの喜びの方がはるかに大きく感激しました。試作した電卓のスタートボタンに手を触れたときの感触が今でも手に残っています。実際には、スタートボタンを押すとシステムが初期状態に入ります。次に、スタートボタンを放すとシステムがスタートします。ボタンを押すのは簡単ですが、放すのは、マイクロプロセッサを何回開発しても、怖いものです。ボタンを放すと同時に、何年もかけて開発した結果が瞬時に出てしまいます。成功すれば成功者となりますが、動かなければ、見ている人が、一人減り、また一人と減っていき、失敗者となります。その激しい緊張で心臓が切り刻まれる思いがします。女の人が自分のお腹を傷めて生んだ赤ん坊が可愛いように、開発者にとっては、自分の体を傷めて生み出したマイクロプロセッサは本当に可愛いものです。

世界初のマイクロプロセッサが成功裏に開発されたのは、応用、コンピュータ、ソフトウェア、論理設計者そして LSI などの異なる専門分野の開発技術者が、協力し合い、学際的に、かつ挑戦的に、知恵とアイデアを出し合い、多くの問題を粘り強く解決しつつ、一粒の種から出発し製品としての完成品を作り上げたからであります。

世界初のマイクロプロセッサ 4004 は、電卓ばかりでなく、キャッシュレジスタや銀行の窓口端末機などのオフィス機器にも応用されました。マイクロプロセッサの登場により、前世代の『論理の時代』の集積回路で作られたハードウェア論理回路網をソフトウェアで置き換えるという、『プログラムの時代』が登場しました。マイクロプロセッサは『新時代を切り拓く技術』となり、その誕生とともに2つの顔を持つようになりました。マイクロプロセッサは、知的能力としてのワンチップマイコンの道を開き、同時に、コンピュータ会社が独占していた閉鎖的なコンピューティング・パワーを創造に挑戦する若き開発者

に解放し、パソコンやワークステーションやコンピュータゲーム機が誕生し、ソフトウェア産業が花開き、高性能マイクロプロセッサへの道を開きました。1981年にIBMパソコンの開発により『OSとGUIの時代』となり、1991年のWWWの開発により『インターネットと言語の時代』が始まりました。2001年にどのような新技術が登場するか予想できませんが、時代は『コミュニケーションの時代』となります。

1971年のマイクロプロセッサ4004の開発以来、今日までの26年間に100種類以上のアーキテクチャを持ったプロセッサが開発されました。アーキテクチャとは、拡大解釈しますと、『より多様な、より大きな、より複雑な問題を、より高速に、より柔軟に、より使い易く、より高い信頼度で処理し、かつより安く製造する』ことを可能にさせる『コンピュータに関する構造／枠組みや考えかた／仕様』です。アーキテクチャとはアイデアであり、アイデアとは思想であり個性のほとばしりです。その個性のほとばしりが多くの創造的開発をもたらしました。新しいアーキテクチャは、必ずと言っていいほど、新規の応用分野からの特異な要求を満たすべく生まれています。すなわち、『初めに応用ありき、応用が全てである』と言えます。

創造的開発とは、いまだ世の中に存在していない製品を開発することですから、成功という希望と失敗という不安を抱き合わせて、人跡未踏の荒野を羅針盤も持たずに進むようなものです。また、創造的開発とは、芸術や宗教と同じく、自分の世界を創り出すことでもあります。したがって、創造的開発における新規概念の創造のためには、強い意志を持って、開発こそわが道と信じ、人の歩んだ道を行ってはいけません。ところが、開発者の頭の中は誰も知りませんから、新規概念の理解者は最初はほんの少数で、無視されたり非常に低い評価しか得られません。いわゆる優秀な技術者ほど、自分が考え出したものよりも他人が考えたものの方を高く評価しがちです。しかし、自分のアイデアが正しいと思って提案したのですから、自分の表現力がまずかったのか、相手が理解し得なかったのかと思い、不退転の意志で、改めて提案することが大切です。ひ弱で評論家風になりがちな優等生的な頭脳よりも、強く頑固で独断的で決断力と実行力がある回転の速い頭脳の方が開発に適しています。創造的開発の基本は現状に決して執着しないことです。今まで培った技術やノウハウや経験を捨てることは決して容易なことではありません。しかし、経験という過去と現在を分析し、解析し、昇華させ、エッセンスだけを残し、あとは思い切って捨て去るのが成功への一歩です。すなわち、インクリメンタルな改良や改善は創造的開発ではないのです。次世代マイクロプロセッサの開発においては、使用する半導体プロセスも次世代半導体プロセスとなります。そのため、前世代の半導体プロセスに基づいて考案された開発方法、設計手法、

論理や回路やレイアウトそのものの設計が陳腐化してしまう場合が多いのです。今日まで信じられていたことが明日は全く信じられない状況になってしまいます。

創造的開発においては仕事の進め方に鍵があります。開発はスピード感を持って人の倍の速度で素早く行うことが大切です。若い時にスピード感のある仕事の進め方を身につけることは必須です。製品はなまものと同じで、時間が経つと、陳腐化したり、活きが悪くなったりして、誰も買わなくなってしまう。どんなに素晴らしいアーキテクチャを持ったマイクロプロセッサであっても、最初に考えすぎて開発期間が長引き市場への参入が遅れると、大きな機会を失ってしまいます。極論を言うと、97%の満足度で開発を進めることが成功への鍵です。いわば、マイクロプロセッサの開発は未完成の連続であったのです。人間には常に成長していく能力があり、開発を進めていくと、次から次へと新しいアイデアが浮かんできます。これが、最適化作業が必要な理由の一つです。自分が使える人や、CAD などのリソースと完成日から逆算したスケジュールを考慮に入れて、成長という発散を最適なところで止め、猛然と設計を進めることが重要です。設計に関して言えば、癖はあっても論理的に一貫し、美的にすぐれた構成の方が後でよい性質を現すものであります。ところで、開発にはもう一つ重要な教訓があります。開発の初期においては、創造性を発揮させることが最も重要ですので、性善説をとるとよいです。ところが、開発の後期においては、仕事の最後のまとめとか、設計の検証やレビューでは、品質と正確さが要求されますので、性悪説をとらなければなりません。

解決しなければならない多くの複雑な問題を抱えた応用にこそ、貴重な宝石の原石がいっぱい埋まっています。それを見つけ出し、カットし、磨き上げることが、創造的開発であり、開発技術者の叡知であり、開発の本当の面白さです。

ご静聴ありがとうございました。