



初期のソニー CCD 開発物語

CCD でソニー半導体を建て直す



会員 川名喜之

1. 始めに

ソニーはイメージセンサで世の中の先頭を走っており、そのおかげで関連製品を含めて会社はそこから大きな力を得ている。近年の低迷するソニーの業績の中で一人イメージセンサが業績を支えているかのような観がある。その初期の CCD 開発の歴史は今までも様々語られているが、ここに改めて初期の苦難の開発の歴史を振り返り、参考になるところがあれば幸いと考えて記すものである。

2. 岩間和夫ソニーアメリカ社長

1971 年、岩間は前任者盛田昭夫帰国の後を受けてソニーアメリカ社長としてニューヨークに赴任した。岩間はソニーの前身である東京通信工業のトランジスタ開発の牽引者であり、トランジスタラジオ、トランジスタテレビなどの当時の画期的な製品を作り出す原動力となった人である。残念ながら、1966 年岩間が専務に昇格するに当って、彼はソニー製品全体の担当になったが、半導体担当から離れてしまった。これには当時の社長井深との半導体の新技術の関する理解に大きな差があった事が理由の一つと考えられる。



図 1. 岩間元ソニー社長

ニューヨークに赴任した岩間は多忙であったであろう。それでも半導体のことは何時でも頭から離れる事は無かったと思われる。ソニーの半導体が世の中に後れを取り、何時かまた元気になる日を夢見ていたと思われる。かれはアメリカの半導体事情を常に観察していたようである。MOSLSI の急速な発展を見るにつけソニーの半導体を思い出していたと思われる。実はアメリカ赴任前であったが、1969 年の終わり頃、彼はベル研究所を久しぶりに訪問した。会ったのは CCD の開発者 W. Boyle と G. Smith であった。彼はそこで開発されたばかりの CCD について発明者の興奮を直接聞いていた。確かにすばらしい発明であった。ただし、発明は磁気バブルに対抗する半導体デバイスは何があるかと言う話題で話し合った二人の間で、ほぼ 1 時間で基本的な考えが出来上がったという。岩間はこの時のことを終生忘れない。

3. 岩間ソニー中央研究所所長—CCD プロジェクトの設定

1973 年 6 月、岩間はソニーアメリカ会長兼任のまま東京に帰り、ソニー副社長に就任した。同時に異例ながらソニー中央研究所長を兼任した。副所長は高崎専務(厚木工場長兼務)となった。ソニー中央研究所は 1961 年横浜の保土ヶ谷に企業の研究所としては珍しく基礎的な研究も含む研究所として発足した。江崎ダイオードが発見され、企業でも基礎研究の重要性が指摘された時代であった。しかし、時代の進展と共に基礎研究の難しさも認識されるようになり、もっと企業の事業に役立つ研究が求められるようになり、研究所のマネージメントも変革された。しかし、また時間が経つと事業に役立つ研究は事業部でやるのが効率的であるという意見が強くなり、また研究所のマネージメントは変革を求められた。岩間はそういう中で新しい研究所のあり方を模索する仕事を始めた。

彼は研究員達からそれぞれの研究の話を聞き、熟慮の上、ソニーの将来のために重要で事業部では直ちに取りかかれぬテーマを厳選して決定し、それ以外はテーマを廃止するか、小規模化し、組織を変え、人事を変更した。実際には岩間の指示で高崎が実行した。1973 年のそのテーマとは

- 1、 磁気記録材料、デバイス及び磁気記録技術
- 2、 化合物半導体技術及びデバイス
- 3、 衛星放送用デバイス及び材料技術
- 4、 デジタル信号処理技術
- 5、 CCD

であった。当時の状況が伺える内容である。

CCD は 1970 年 12 月より越智成之の主唱によって数人の賛同者を得、当時の所長の許可を得て始められていた。

おそらく日本でも最初に CCD 開発を始めたグループに入るのではないと思われる。越智は Bell System Technical Journal (Apr. 1970) に載った CCD の論文を読んでこれに感銘を受け、この開発を決意したという。岩間はこれを見て大いに興味を持ったと思われる。すでに試作されていた 8×8 の画像を見て、ベル研究所で嘗てみた研究がソニーでも行われていたのか、これを取り上げようと考えたと思われる。越智の話によれば、岩間は中央研究所長になって半年の間、担当者達とその将来性、応用範囲などについて議論の上、1973 年 11 月に CCD プロジェクトを設定する方針を決定した。その時岩間は小型ビデオカメラを目標として想定していた。「CCD カメラを今後 5 年以内で商品化せよ。その時のシステム価格は 5 万円を目標とせよ」とい

うターゲットを示し、担当者達を驚かした。

ソニーは 1964 年世界初の VTR (CV-2000) を開発、1969 年には 3/4 インチテープ幅の U マチックを世に出し、家庭用 VTR 時代実現に向かって長い長い道のりを歩き続けていた。この年 1973 年には家庭用ビデオ時代を開くことになったベータマックスの量産に向けてのタスクフォース組織、技術準備室が発足している。

一方ビデオ時代に必須の撮像管の開発も進み、1971 年にはトリニコンという新方式の撮像管を開発している。しかし、当時の撮像管は残像が多く、高温に弱い、機械的な振動にも弱いなどの信頼性の問題を抱え、解像度も良く無かった。又、必然的に大きかった。岩間はこのような不十分な画質と性能ではとてもお客の満足はえられない。CCD はこれらの問題に比べられる理想の撮像素子であると考えたであろう。しかも、これが半導体の MOS 技術によって実現できる。これこそソニーの半導体のバイポーラに偏った技術を将来の MOS 時代に備える事が出来る一石二鳥のテーマではないかと考えたと思われる。こうして 1973 年 11 月、ソニー中央研究所内に CCD プロジェクトが発足したのである。岩間は CCD プロジェクトの目標を示しながら、「我々の競争相手はフィルムメーカー、イーストマン・コダックだと宣言した。彼は CCD によって本当のビデオ時代を開く事が出来ると思った。

ここで井深のことに触れておきたい。井深はトランジスタテレビを世に送り出して以来、次は家庭用 VTR をものにしようと考えていた。木原にその開発を指示して次々と新しいモデルを作ってきたが、本当の狙いはカメラ一体型家庭用 VTR だった。1964 年木原の結婚式のスピーチでは彼は参会者にその夢を話している。しかし、どうやってこれを実現するのか、どういう技術がそのために必要なかは彼には分からない。本当の解を見つけたのは岩間だったのである。

しかし、このプロジェクトの設定は画期的ではあったが、岩間が示したように短期間に実現できるものでは無かった。まして当時のソニー中央研究所の半導体プロセスを行う設備やクリーンルームは劣悪で、高度の清浄さと微細加工技術を必要とする CCD ビデオカメラ用のデバイス開発には全く不向きであった。岩間は後にこれに気がついて対応を指示したが、実際の開発が非常に困難に遭遇したのはむしろ当然であった。歴史的に見れば、その後の全世界に亘る半導体技術、関連装置、材料技術などの飛躍的發展をベースにして初めて達成出来たものである。それにも拘らず、このプロジェクトの設定が後にソニーのビデオを救い、会社さえ救ったプロジェクトであったという歴史的な意義は忘れてはならないであろう。

4. 最初の困難とプロジェクト体制の再編

先にも述べたように当時のソニー中央研究所の半導体シリコン用クリーンルームはみすぼらしいものであった(応用第 3 研究室、若宮室長担当)。CCD の開発には高度の清浄度、微細加工が要求されるのであるが、そのためには極めて不十分であった。更に加えてシリコン結晶中の金属不

純物と結晶欠陥の相互作用による微細欠陥の制御が重要であったが、技術的理解はそこまで進んでいなかった。これらすべての原因で出来てくる CCD 面センサ画像是白点、黒点、白線、黒線などの画像欠陥が多くて、120×120 程度の画素数の面センサでも満足な画像是とても得られなかった。ここで開発体制について少し説明すると、越智が主唱して始めたプロジェクトであるが、CCD の設計と評価、CCD の応用、すなわちビデオカメラの開発は越智のグループ(基礎第 7 研究室、吉田研究室長内)にあり、半導体プロセスを使ってデバイスを作る仕事は先述の応用第 3 研究室の担当であった。問題はプロセスを担当する応用第 3 研究室であった。簡単に出来ないのはこれまでの説明から当然であることが理解出来るであろう。そこにはプロセスの優れた専門家がいたわけでもなかった。イオンインプランテーション装置も研究所には無く、厚木工場でその処理してもらいしかなかった。ポリシリコンゲート技術も新規であったし、困難なテーマはたくさんあった。

中央研究所は新規な材料やデバイスの開発、新規な現象の発見などの研究を行うという精神は旺盛であったが、CCD や LSI の開発などの全員参画と協力によってデバイスを作り出すという高度の集団的開発行為には不慣れであった。岩間が設定したプロジェクトが始まって 1 年が経とうとしていた。岩間は自分が想定したように開発が進んでいないことに気をもんでいた。実はこの年、1974 年夏、電気試験所から菊地誠が新たにソニー中央研究所長に就任した。彼も CCD プロジェクトが順調に進まないでいることに不安を持っていた。

一方ソニーの厚木工場は半導体の本部であるが、CCD 開発が暗礁に乗り上げていることを横目で見ている。そう簡単に出来るものでないことは彼らには分かっていた。岩間の苦しみも担当者の苦しみも良く分かっていたが、なすすべは無かった。元々厚木の半導体事業本部と中央研究所は仲が良く無かった。協力しようなどと言う気持ちはさらさらなかった。

1974 年 11 月岩間は CCD 開発体制を改定しようと考え、高崎に命じて、厚木工場のエンジニアをこのプロジェクトに参加させる方法を検討させた。ある日の午後、高崎は CCD 開発体制刷新の腹案を胸に会議を招集した。参加者は中央研究所から菊地所長、渡部尚三副所長、厚木からは中村銈一 半導体事業本部長、川名製品開発課長であった。高崎は CCD 開発体制の改革の大切さを説き、厚木からの援助と参画が必要なことを述べ厚木側の協力を求めた。中央研究所側はこれに賛成である旨を述べ、厚木側はマネージャーを派遣することについて意見を述べ、具体的な名前を上げて提案した。しかし、実はもっと実質的な協力の道はあったのである。プロセスを厚木が担当するとか、プロセスの開発を協力するとかである。しかし、そういう協力は今までの両者の間柄では中々困難であったかもしれない。高崎は良く分かっていた。ここは時間を掛けて議論しようと考えた様である。会議はこれで次回の会議を約して終了した。

高崎の第 2 回目の会議は 1 週間か 10 日後の夜に開かれた。場所は高崎の自宅であった。席上菊地は厚木からの

マネージャーの派遣について川名を指名して参加を要望した。これは第一回の会議では無かった案であった。筆者は御役に立つならばお引き受けします、と答えた。高崎は直ちに賛成した。中村は驚いたであろう。後でどうしてあんなことになったのかと筆者に聞いた。中央研究所側はその間準備を進めていたのだった。高崎にも相談したであろう。岩間も話を聞いていたかと思われる。

その後は思わざる展開が続いた。厚木工場の製品開発課と中央研究所の応用第3研究室を統合して半導体開発部を新設し、菊地を部長兼任とし川名は次長として中央研究所で CCD 開発を主に行う、と言うものになった。筆者は製品開発課の中の MOS 開発グループを設備も含めて全員中央研究所勤務に変更した。こうして新しい体制で CCD 開発を進めたのであった。1975年1月の事であった。

5. 引き続き困難

岩間は MOS の将来に期待を掛けていたが、マイクロプロセッサなどの開発も意のようにならず、厚木の MOS グループをこの際 CCD に賭けることもやむを得ないと考えたのであろう。CCD がものになれば MOS もきつと立ち上がると考えたと思われる。新体制で始めた開発はそれでも難問山積であった。厚木から運んできた多くの大型装置を設置し、配線、配管なども終えて開発を始めたのはその年の3月のことである。菊地はそれまで越智の CCD 設計、応用グループとプロセスグループの間で良く争いが起こって良い協力関係が出来ないことがあったからと言って筆者に両者を統合した CCD プロジェクトマネージャーを担当するように命じた。

プロセス装置の運転に当っては特に純水の不足が問題になった。残業で使いすぎると翌朝は純水が出なかつたりして作業に手間取った。もっとも困難な事はフォトリソグラフィであり、また画像欠陥が減らないことであった。その頃マスクアライナーはプロキシミティ方式であったのでマスク合わせの段階でマスクにレジストが付着してしまい、欠陥を生じるのであった。従って出来上がった CCD のサンプルは断線ショートが至る所に生じるというありさまであった。一方画像欠陥は先に述べた通りで、原因はどこにあるのか、どうすれば減らせるのか良く分からなかった。先ず試みたのはベル研究所で当時開発された裏面リン拡散による gettering 技術の採用であった。更に oxidation induced stacking fault を無くすための対応なども進めた。結晶では東洋シリコン社との共同研究をやったりして、加工技術の改善などに勤めた。一方フォトリソグラフィではその頃 Perkin Elmer 社の projection aligner が売り出された。やはりこの機械でなくてはいいものは出来ないと考え、高価ではあったが、おそらく日本で最初位の早さでこの機械を導入した。これは効果的であった。実は後年 Fairchild で CCD を担当した G. F. Amelio と話をしたことがあるが、彼もアメリカで初めて P. E 社の projection aligner を購入したということであった。

こうして 1976 年 8 月には 3 チップ方式カラーカメラを試作出来るまでになっていた。岩間は毎月のように中央研究

所を訪れ、進捗状況、画像欠陥の原因を質問した。こちらも良く分からないので岩間は何時も不機嫌であった。1976 年ソニー社長になった岩間は本社の周囲に「CCD の欠陥の問題はまるで生物学だ。複雑な現象が絡まり合っただけが分からん。やってもやっても底が見えない。」と嘆いた。それでもプロジェクト外ではあったが、解析研究室ではこの欠陥の研究を積極的に進め、結晶欠陥と金属不純物の結合状態を解析的に把握した。こうして色々な改善策の効果は次第に出てきていた。

1976 年夏から秋にかけて世の中に出しても恥ずかしくない CCD カラーカメラの絵を出したいと頑張り続けた結果、2 方式による CCD カラーカメラ 2 種類を作ることができた。まだ欠陥が残っており、感度も良く無かったが、これを学会発表する事にして、翌 1977 年 2 月のテレビジョン学会にその内の 1 種類を、同年 4 月の電子通信学会半導体トランジスタ研究会にそのデバイス構造を発表した。これは NTSC の Full Resolution Camera では世界で 2 番目の発表であった(1 番目はベル研究所と RCA)。これは日本の半導体デバイスメーカーに対して衝撃を与えた。各社は固体カメラについて再び注目を深めざるを得なかった。もう一つは MOS の力があるとも思えないソニーが発表した事でもあった。

このような成果はあったものの、まだ商品化するレベルからははるかに遠かった。社内での CCD プロジェクトに対する批判が次第に強まるばかりだった。研究費がかさむ一方で何時商品化されるのか見通しが立たないからである。

6. 競合会社との共同研究の提案からプロジェクト存続の危機へ

岩間は CCD プロジェクトの進展の遅さはソニー半導体の MOS プロセス技術の遅れにあるのではないかと考え、その方面の技術が進んでいると思われた日立との共同開発を進めるように菊地に命じた。1977 年 3 月の頃である。競合する半導体会社と大切なデバイス開発を共同して進めるというのは当時では殆ど考えられないことであった。岩間は「競争相手は半導体会社では無い。コダックだ」と言って共同開発を進めさせた。しかし、菊地を中心にしてプロジェクトメンバーが日立中央研究所を訪れると、先方は CCD ではなく MOS 型の撮像素子に将来性があるとしてどちらが優れているかの議論になり、具体的な共同研究の話には至らなかった。その後日立側からソニー中央研究所訪問もあったが、それ以上具体的な共同開発の話には至らなかった。岩間はそれを見て菊地に今度は NEC との共同開発をやれと命じた。しかし、それは無理なことであった。話は菊地が NEC の植之原中研所長に話をしたところで終わっている。岩間は社内からの激しい反対論にさらされ続けていた。井深も慎重な態度であったし、研究開発のスタッフ部門はプロジェクト中止を叫んでいた。社内にプロジェクト反対の声が広まっていた。岩間はどのようにこの困難を突破することができるかを考え続けていたのであろう。毎週火曜日役員の昼食会が行われていたが、ある日、盛田が岩間に向か

って「で、CCD はどんな具合だって。今もジャンジャン金食ってるの。」と言ってからかったという。岩間は笑みを浮かべてその通りだと言った。「投資はいつごろ回収できそうかね」盛田が続けて尋ねると「私が死んだ後じゃないかな」と答えたという。苦しい時であった。

1977 年夏から秋のことだった。菊地は筆者を呼んで「岩間さんがね、CCD はやめてもいいよ、と言っている。川名君どう思う。」と言った。岩間は日立、日電との共同研究も実現せず、開発プロジェクトのプロセス部隊に対しても信頼がおけなくなって、どう対応すべきか迷っていたのかもしれない。私は「ここまで進んできたんです。今やめることは無いじゃないですか。もう少しやったらもっと良くなると思いますよ」と直ちに答えた。「うん、そうだね」と言って菊地は筆者に同意した。岩間からはその後何も言って来なかった。岩間の苦難の時であったであろう。

7. 待望の画像から新聞発表と厚木工場への展開

1977 年秋になった。CCD による画像は少しずつ良くなっていった。画素数は 3 チップカラーカメラを作るのに最低限の 12 万に達していた。越智らの発明による「空間画素ずらし」という 3 チップの画素を重ね合わせる時に 1/3 間隔だけずらして解像度を上げる方法で何とか解像度を上げる見込みが出来ていた頃であった。プロセス担当側の負担を減らすためにカメラ側が必死で考えた方式であった。岩間は画像を見て「抜けが悪いな」と言った。画素が増えた分だけ転送効率の不十分さが絵に表れて解像度を落としていた。感度も良く無かった。透明電極の加工が他の金属との関係でうまく出来なかったために他の代替技術を使っていたこともその理由である。転送効率は酸化膜界面の良さに関わっている。ウェハ洗浄や酸化膜形成時の清浄さが決め手である。少しずつそれらが進歩していた。越智グループでは 3 チップ方式と 2 チップ方式の両方を進めていたが、岩間は「先ず 3 チップ方式でしっかりした絵を出してみる。商品化はそれから先のことだ」と指示した。そしてその年も終わる頃、画像欠陥も少なく転送効率も良いデバイスが出来たのである。筆者は岩間の部屋にその画像を持って報告に行った。岩間は「ようやく出たな」と一言言って写真を筆者に返した。嬉しかったであろうが、他に言葉は無かった。「ずいぶん掛かったな」という思いがこもっていたかもしれない。岩間はすぐ次の作戦を考えていたと思われる。でもまだそれを言う時期では無かったであろう。

ソニー社長の正月は忙しい。1978 年の明るい年が明けた。岩間はこの月は中央研究所に出かける余裕がなかった。2 月の初めに中研を訪れて見た 3 チップカラーカメラの画像は今まで見たどれよりも素晴らしい出来栄であった。ただ 3 チップの一つに縦方向への転送に若干の欠陥があったが何とか許せる範囲であった。完全なチップを作るのは当時極めて困難であった。カメラそのものはバラック組み立てのようではあったが、岩間は決断した。「新聞発表をやれ」と指示した。これまでの苦難の道に明かりが見えた時であった。

こうして翌月 3 月 9 日、ソニー会館で各新聞社、雑誌社を

招いて新聞社、専門誌、専門雑誌社 3 回に分けてプレス発表が行われた。岩間の挨拶、菊地の技術紹介、カメラの紹介が行われ、記者達からの多くの質問が続いた。発表は大成功であった。その翌日の新聞各社は大見出しでこれを報じた。電波新聞は「ソニー CCD カメラを開発、1 チップ 11 万素子、カラーカメラ来年中に商品化、火ぶた切る日米開発競争」と記した。これは 2 重のインパクトがあった。社外と社内に対してである。日本の半導体各社はソニーの出し抜かれたのではないかと言う衝撃を感じていた。再び CCD カメラ或いは MOS 型カメラに注力しなければならないという衝動を感じたであろう。一方社内に対してもこの衝撃波の反射によって、CCD 批判の力を大幅に鎮静化させることに役だった。岩間はこれまでの経緯を振り返りながら、次の作戦開始のタイミングを計っていたであろう。

プロジェクトの次のイベントはこの CCD カメラ開発内容をこの 4 月末の電気通信学会、半導体トランジスタ研究会で発表することであった。その前評判から発表当日は満員の盛況で椅子に座れない人も多く出る有様であった。業界は MOS メモリー開発の力を少し削っても CCD 或いは MOS 型カメラの開発に大きく力を入れることになった。MOS 技術にはるかに経験の少ないソニーと大手半導体会社の競争の様相を呈するようになるのである。

岩間は 5 月の連休が明けると中研を訪れて菊地と会い、「CCD の開発を厚木に移そう。これ以上 CCD をここに置いてはだめになってしまう」と話した。菊地には衝撃だったようである。でもそれは今後の発展のためには当然のことである。岩間は筆者に対しては「CCD 試作ラインを厚木に作れ。プロセス、試作担当者はその完成と共に厚木に移れ。そのパイロットラインの設定と運用のために新たにラインマネージャと担当者を CCD プロジェクトに参加させる。厚木の半導体事業本部長の中村と連絡を取って準備を進めよ。」と言うものであった。岩間は中村にも同様の指示を渡し、川名と連絡を取って協力するようと言った。こうして、厚木の交渉相手を中村は星を指名し、また CCD プロジェクトに参加するメンバーとしては筆者の要望によって加藤(俊夫)他 2 名のメンバーを決めた。こうしてパイロットラインの設計は急速に進み、建設に着手した。優れたクリーン度を達成できるクリーンルームとベイ方式、また 3 インチウェーハ採用、すべての必要装置を 1 か所に集めるな、測定やパッケージングの部屋なども加えて建設を始めた。そしてすべての準備がその年の 9 月から 10 月に完了し、11 月には CCD プロセス担当者は全員厚木工場に異動した。

更に 12 月岩間は中研の CCD 設計、カメラ開発担当の越智グループを厚木工場に異動することを命じた。そして 1979 年 1 月には移転の工事と共に越智グループも厚木工場に移り、新たな段階が始まった。今まで越智グループとプロセスグループは中研の中で協力し合って成果を上げてきたが、同様な協力関係が必要であるとする観点からの岩間の配慮であったと思われる。

岩間は更に品川の生産技術部の秋山に命じて厚木の CCD 試作ラインを生産技術の面からサポートせよ。この件については川名と相談せよ。と命じた。岩間の過去の経験

からの配慮であった。すべてが新しい展開であった。思うに岩間はトランジスタラジオ用ゲルマニュームトランジスタを最初に開発した時の記憶から生産設備の構築を含む生産技術部の役割の大きさを思い出していたのであろう。きっと別の観点からの貢献があるだろうと。実際には彼らは様々なジグや装置の開発に力を発揮して CCD の生産化に貢献したが、問題の本質はやはりいわゆる Contamination をどう減らすかが問題であった。ゴム製のベルトコンベイヤーを含む装置を使っていたが、そのベルトからの汚染が重要だったこともあった。

8. 世界初の CCD カラーカメラの商品化とその後の進展

1979年春には CCD 試作ラインは順調な立ち上がりを見せ、試作品が出来るようになっていた。その頃、同じ厚木工場内にある放送用機器を担当する情報機器事業本部(森園本部長、当時常務)に全日空から打診があった。それは全日空のボーイング 747 の乗客サービスとしてその離着陸時及び飛行中の地上の景色をカラーカメラで撮影して乗客に放映出来ないかと言うものであった。この部門は機内ビデオ及びその放映システムの営業を進めていて、全日空とは付き合いがあったのであった。森園は早速川名と連絡を取り、また社内の関連部門とも連絡し合って積極的に推進を図った。この年 6 月ごろのことである。

ボーイング 747 のコックピットは小さい。大きなカメラを置くスペースは無い。小さなカメラヘッドが必要であり、CCD カラーカメラがそれを実現するための条件と考えられた。またコックピットの他に車輪にももう一台付けて離着陸時の迫力ある映像を見せたいという要望もあり、大きさ以外に振動、温度、また太陽光が直接レンズに入り込むなどの条件を考えると CCD 以外にその解は無かった。画質を良くし、なおかつ徹底して小型化を実現するために越智は 2 チップ方式でやればよいと考えた。岩間はこの話を聞いて喜んだ。これはいいチャンスだ。是非進めようとして積極的に了解した。

今の CCD の実力ではコンシューマー用に大量生産する条件はまだ整っていない。しかし、全日空の場合は少量の要求である。更にはたくさんのお客が見ることになれば、これはまたとない宣伝の機会となるのではないかと。更に CCD カメラでなくては実現できない応用である。筆者に対して「これは大事な仕事だから」とだけ話した。越智達は 2 チップカラーカメラの設計も初めてであったし、まして航空機用に大きさ、信頼性、電波の不要輻射に対する要求を満たすように真剣に対応を進めた。そしてその秋に完成したプロトタイプはユニークなものであった。全日空は CCD カラーカメラ、を載せて試験飛行を行い、その画像を録画して、社内の関係者及びソニーの関係者に見せて結果を検討した。当時のカメラはまだ感度が十分でなく、夜景は良く撮れなかった。それでもその 12 月、全日空はこれを採用することを決定した。ソニーは全日空の了解を得て翌 1980 年 1 月 25 日この件に関してプレス発表を行った。

ソニーは世界最初の CCD カラーカメラの商品化と今後 1 チップのコンシューマーカラーカメラへの展開を宣言した。発表会場は品川のパシフィックホテルで発表者は岩間、森園

であった。これは 1978 年の発表が空振りでは無かった事を記者に印象付け、同時にやはりソニーが固体カメラで先頭を走る事を宣言したようなものであった。

岩間は 1979 年 11 月には木原第 2 開発部長に対し、彼の当初からも目標であった小形のカメラ体型 VCR の開発を指示している。そして 1981 年国分工場に CCD 量産に備えて詳細を検討するようという指示が中村半導体事業本部長に出されている。そして 1982 年初め CCD 専用の量産ラインを含む建物が国分工場に完成し、世の中に衝撃を与えることになった。1982 年 5 月には CCD 生産ラインが完成し、本格的な稼働が始まった。しかし、その立ち上がりは容易では無かった。ウェーハサイズは 4 インチになっていた。新しい設備、新しい作業員、長い工程、極端な清浄度の要求などの困難が目白押しであった。担当者は必死で改善に務めたが、本当の意味で量産が出来るようになるまでには更に 1 年余の年月が必要であった。或る時岩間は中村に「CCD はもうやめてもいいよ」と言ったということである。1981 年の頃と思われる。1982 年 8 月には岩間はこの世を去っている。苦しい日々が続いたことの証である。



大賀は、CCD 開発に情熱を燃やした岩間の墓石に CCD チップを貼り付けた

図 2. 岩間の墓石につけられた CCD

岩間が亡くなってソニー中が衝撃を受けた。CCD 関係者も同様であった。それでも彼らはその遺志を継いでこのビジネス化に向けて一層努力しなければと心に誓った。しかし、ソニーの中には CCD 批判者がまだ生きていた。この際 CCD 関係エンジニアを力が劣っていた MOS 部門に大量に移そうとする意見もあった。CCD はビジネスとして大した量にはならない、それより当時もてはやされていた DRAM の開発にその力を移すべきだ、とする主張である。更に全日空向けのカメラのように当時 12 万画素の CCD を複数個使ってビデオカメラを作っていたが、やはり少なくとも 25 万個の画素数の CCD でなければ 1 チップ CCD カメラは商用として成り立たない。その開発を辞めさせようとする

る動きもあった。しかし、幸いにして会社幹部の見えざる支援と CCD エンジニア達の熱意が CCD 批判者の意志を封殺したと著者は考えている。開発は何事も無かったかのように進んだ。

こうして、1983年10月には1チップ CCD ビデオカメラを発売し、1985年には最初の8ミリ・カムコーダー CCD V8 を発売した。本当の商品化が出来るまでには想像を絶する月日が必要であった。しかし、そのおかげでソニーはベータマックス敗退の後を受けて8ミリビデオの時代を勝ち抜く事が出来た。同時に放送用機器の分野でもトップを走り続ける事が出来た。

この開発量産化に至る物語はまだまだ続く。しかし、岩間が亡くなってからの開発量産化の物語の詳細は別に譲り、ソニー初期の CCD 開発の話をここで閉じることにする。

9. ソニー CCD 開発成功の理由

ソニーで CCD 開発が成功し、量産に移行してビデオカメラ、カメラ一体型 VCR の分野で世界のトップに立ち、その後も撮像素子の生産と応用で世界をリードするようになった原因は何だろうか。それは岩間の CCD に賭けた執念を第一に上げなければならない。この物語で見てきたように、岩間の指導力なしにはこの困難な開発量産化の仕事は達成できなかった事は明らかである。1982年8月癌によってこの世を去るに当っては多くの人が彼の死を悼み、その大きな業績に感謝した。途中で多くの挫折に見舞われながらも彼の志は彼の死後も関係者に引き継がれ、その後の多くの困難を乗り越える原動力になった。彼の死後、一時 CCD 開発にブレーキを掛けようとした動きもあったが、彼の遺志がこれを許さなかったと言えるだろう。MOS を何とかしたいと願った岩間の遺志もその後実現された。

ソニー CCD 開発成功の理由は、加えて言えば、ソニーはコンシューマー用途を徹底して追求した事があげられるだろう。アメリカではフェアチャイルド社が早くも1972年イメージセンサの実用試作機を製造している。ベル研究所から移った G. Amelio が担当であった。これは翌年には軍用に应用されている。航空機に搭載し、または砲弾に搭載して敵情を偵察したりするものであった。一方 RCA は傘下に NBC というテレビ局があるので、テレビカメラを目指して開発を始めたが、欠陥の制御が難しく、家電製品への応用に着手することができなかった。彼らも軍用に細々と応用していた。軍用であれば多少の欠陥は許容される。そこが日本との違いであった。ソニーは苦しみながらも欠陥零を目指した。欠陥補正技術も一時使ったが、とにかく欠陥をなくすこと、画像の性能を上げることに全力を挙げた。そうしなければ商品にはならないからである。それが成功の源泉であった。

また1970年代の半導体技術はすべてのプロセス技術で現在と比べてはるかに劣るものであった。それから現在に至るまでの半導体技術の進歩、シリコン結晶技術、その他の材料技術の進歩を CCD 及び CMOS センサ技術に適切に対応していった歴史がこれらの開発の成功をもたらすのに重要であった。フォトリソグラフィーしかりであり、成膜、プラズマエッチ、裏面研削などすべての技術の進歩が固体撮

像素子の発展を支えている。同時にそれらを一早く適切に採用したのは開発者の経験によるであろう。苦難を経験したものは誰より早く新技術を採用出来たのではないかと思われる。それらの進歩がこの長足な開発を支えた。ソニーのこの開発で注目すべき点はデバイスの開発と応用開発のエンジニアリングが常に強い協力関係にあったことである。このために最も適切なデバイス設計が可能であった。越智達の功績は極めて大きかった。この事は今後の国際的な競争の中でもその重要性は失われまいであろうと思われる。ソニー中央研究所で最初の開発を始めた時から、厚木にプロジェクトが移ってからその関係は保ち続けられた。岩間の遺志がそこにあったかもしれないが、その伝統が成功の要因であった事は記録に値すると思われる。CCD の量産が始まって、次々と新商品が開発されていった背景にはこのデバイスと周辺回路、応用開発の一体化の伝統が生かされている。垂直統合型の強みである。当然水平分業型との競争は熾烈であると思われる。

10. 岩間の戦いを振り返る

まず CCD プロジェクトを1973年11月に設定したのは英断であったとされているが、実際は苦闘の連続であった。一つはソニー中央研究所のクリーン施設の不十分さである。当時でも半導体の最先端を行くようなデバイスの開発がそこでやれるような容易なものではなかったのである。岩間の決断はその点で無理があった。本来厚木の半導体開発部門で開発を進めるべきであった。それが出来なかったのは厚木半導体と中央研究所との歴史的な不仲が一因であったと考えられる。その困難を避けて、別の困難な道を進まざるを得なかったと考えられる。担当になった自分は当然それをはじめに考えた。中研内プロセス担当と設計評価部門との一体性を確保するためには、厚木と中研との二つにまたがって協力が確保できない。場所的にも一体にならなければならないと考えた。別々では社内の批判に耐えられなかったであろう。

次の岩間の困難は1977年頃から激しくなったソニー内の CCD プロジェクト反対の声であった。岩間はそれでも CCD が物なるのは俺が死んでからになる、とか21世紀になるとか言ってその批判に耐えていたが、遂に先に述べたような「もう CCD はやめてもいいよ」という発言になったと思われる。岩間は疲れていたであろう。でも関係者は疲れを知らずに頑張った。岩間は1982年国分の CCD 工場を見ることもなく、また CCD 量産販売の成功の知らせを聞くまでもなくこの世を去った。岩間の戦いは担当者が受け継いでこの長い開発の戦いを戦いぬき、ソニーの CCD とソニーそのものを救った。あたかも岩間の半導体に対する執念を反映するかのよう。

参考文献

1. 「CCD 開発の父」川名喜之著、1997年(私本)
2. 「ソニーを作ったもう一人の男」大拙博善著、ワック株式会社、2006年
3. 「イメージセンサのすべて」越智成之著、工業調査会、2008年