

「君の敵は、ジェラシーだ」

昨年春、名野隆夫は三洋半導体を定年退職した。名野はさまざまな顔を持っていた。社内ではちょっとした有名人だった。「アナログ大学院」と呼ばれる研修制度を主催し、100人を超えるアナログ技術者を育成した。売却交渉中の同社に投資ファンドが食指を動かすのは、電源ICやオーディオICなどアナログ系半導体の設計力に定評があるからだ。その実力を陰で支えてきた一人が名野である。

社外では「BSIMの名野」で通っている。米University of California, Berkeley校が回路シミュレータ用に開発したトランジスタのモデル「BSIM (Berkeley Short-Channel IGFET Model)」について語らせれば、国内で右に出るものがないほどだ。誰に言われたわけでもなく、独力で文献をあさり、プライベートの時間を割いて勉強した成果である。

畑違いの仕事で業界をあっと言わせたこともある。多段昇圧時の効率は50%程度が限界とされたチャージ・ポンプ型のDC-DCコンバータ用ICで、3倍から5倍の昇圧時において95%の効率を実現してみせた。開発を始めた当初はズブの素人だったにもかかわらず。

18歳で三洋電機に入社し、40年以上半導体や回路シミュレーションの分

野で生きてきた。半導体工場の実験助手に始まり、トランジスタの不良解析、回路設計やCADなどさまざまな現場を経験した。その間、常に変わらなかつたのが、自分が選んだ技術を極めたいという執念と、それを裏打ちする底知れぬ向学心である。問題にぶつかれば原理に立ち返って考え、分からない論文があれば分かるまで読み込んだ。「休日に1時間勉強した人とそうでない人の間に、10年でどれほどの差がつくか分かりますか」。そう語る彼の目は笑っていない。

人付き合いは下手だった。直裁な物言いは時として摩擦を呼び、上司を怒らせた。どちらかといえば、不遇の時代が長く続いた。会社を辞めようと、悩み苦しんだ時期もある。最後の役職は担当部長。サラリーマンとして決して大成したわけではない。

それでも言いたいことは言い、やりたい仕事を貫いてきた。彼を師と仰ぐ若手は、会社が逆風下にあっても目を輝かせて勉学に励むという。何よ

りも自分の能力を高めることが問題なのだ。

名野の来歴には技術者という生き方の本質が、折に触れて顔をのぞかせる。

君の仕事は必要ない

「もう続かない。もう駄目だ。僕には向いてない。やっぱり辞めよう…」

1995年5月。群馬県邑楽郡大泉町にある三洋電機の東京製作所。窓の外の景色を自席でぼんやりと眺めながら、名野は思わず深いため息をついた。

名野はBSIM[†]に関する講演を終えたばかりだった。あるCADベンダーが主催した技術セミナーの一環で、聴衆は他社の技術者である。反響は予想以上に大きかった。某大手企業からは、講演に使った資料を自社の教育に利用したいとの打診を受けた。名野は快諾した。社内の力は借りず、自分だけで作り上げた資料だ。

社外での評判と裏腹に、社内での風当たりは強くなっていった。「名野は仕事と関係ないことばかりしているようだ」。社内を巡る陰口の出所は、とある部長のようだった。名野の脳裏には、この年の初めに別の部長からぶつけられた発言が、今だにこびりついていた。「はっきり言いますが、ウチの部署では、モデリングなんか必要ありませんから」。

当時名野が入れ込んでいたBSIMは、回路シミュレータで使うトランジスタの数式モデルである。トランジスタの電流-電圧特性を詳細にモデル化

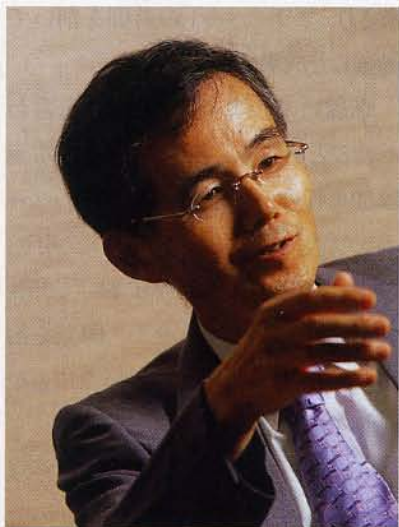
することで、シミュレーションの精度を高める目的があった。

名野がBSIMに注目したのは、設計者の嘆きの声を聞いたからだ。1990年代前半、アナログICの設計に使う回路シミュレータは、精度が極めて低かった。実際の試作品で得られる電流などの数値と、シミュレーション結果の乖離が激しい。アナログICの設計者は、「回路シミュレータなんて、様子を見るために使うだけ。実測値と適合することはほとんど無い」とこぼしていた。何とか回路シミュレータの精度を高めたいと長年思っていた名野は、この声に背中を押され、BSIMに行き着いた。

自分が置かれた立場への不満もあった。回路シミュレータを手掛けるCAD部門は、名野自身が1975年ごろに立ち上げた。当初は、シミュレータを自社開発するという使命に燃えていた。ところが多数の海外メーカーが製品の市販を始めた結果、業務の中心は自社開発から外部製品の導入に切り替わっていた。気がつけば海外メーカーとの価格交渉に気を砕く毎日だった。

BSIMを導入して回路シミュレータの精度を高めたい——。名野の願いを当時の上司は頑として聞き入れなかった。CAD部門は決して大きな所

[†]BSIM (Berkeley Short-Channel IGFET Model) = 米University of California, Berkeley校が開発した、トランジスタのモデル。回路シミュレータなどで用いる。BSIMの登場までは、特定の回路シミュレータでのみ用いることができるデバイス・モデルが一般的に使われていた。BSIMは異なるメーカーの回路シミュレータで利用できることから、広く普及した。なお、ここで述べているBSIMは、BSIM3のことである。



名野 隆夫氏

帯ではない。スタッフの人数が限られる中、新たな業務の増加は、なるべく避けたいということらしい。名野は、会社のためと思って進めていた仕事を、全否定された気持ちだった。

閑職に飛ばされる

名野をさらに落胆させたのは1995年12月の人事異動だった。MOSデジタル回路設計部で、CMOSアナログ回路の設計を担当しろという。部下は一人もいない。事実上の降格である。

異動の主旨は、全く説明されなかった。自分が興じたCAD部門から追い出されたも同然である。その上、当面の仕事さえあてがわれなかった。もうすぐ49歳の誕生日が来る。会社員としては潮時かもしれない。名野は大学への転身を考えるようになった。

とはいえ、毎日、自席でぼんやりと一日を過ごすわけにはいかない。時間の浪費を忌み嫌う名野は、少しでも自分の糧にしようと、設計部の棚に整然と並んでいたICの設計報告書を、端から順番に読み始めた。朝から晩まで、報告書を読む日が続いた。

読み進むにつれ、名野は暗澹たる気持ちにとらわれた。何だこれは。我が社にはこの程度の技術力しかないのか！

名野の専門はアナログ回路ではなかった。しかし長年、CADを通じてアナログ回路の設計者とやり合った経験から、回路の目利きはできるようにになっていた。その目で見ても、あらが多すぎる。実際の担当者に問いただしたが、自分の設計ミス^{あんたん}の理由を理路

整然と説明できない。技術者の育成がまるでなっていないじゃないか。

外圧の到来

「三洋さん、シミュレーションの精度がこんなに悪くては、困りますよ」

1996年春。三洋電機 東京製作所の会議室に、新進気鋭のベンチャー企業として注目されていたザインエレクトロニクス 代表取締役社長の飯塚哲哉と、その右腕である佐古俊之が腕組みをして座っていた。向かいには、三洋電機 半導体事業本部の10人の技術者がズラリと並ぶ。一同を率いていたのは田端輝夫。三洋電機で多数のICの設計を手掛けるMOSLSI事業部第1技術部のトップだった。飯塚と田端は、大学の同じ学科の先輩・後輩でもあった。

三洋電機は当時市場が伸びつつあった、高速のパイプライン・バーストSRAMを製品群に加えることを狙っていた。このため、ICを受託開発していたザインに、共同開発を打診した。ザインが設計し、三洋電機の工場生産するという分担である。

当時ザインは、設立から数年を経て、大手メーカーからの受託開発業務が軌道に乗り始めていた。三洋電機からの依頼も、是が非でも成功させたい。そのために飯塚には、譲れない点があった。シミュレーションの精度である。シミュレーションの結果を基に設計を練り上げることが、限界まで性能を引き出す近道と考えていた。

三洋電機側が提出した回路シミュレータの精度は、飯塚が満足できるレベ



田端 輝夫氏

ルではなかった。飯塚は、シミュレーションと実測の数値の乖離を、5%以内に抑えたいという。精度を引き上げるためには、三洋電機の生産ラインで作るトランジスタのモデルやパラメータの情報が必須と飯塚は主張した。ところがその場に、トランジスタのモデル化に詳しい人材は皆無で、飯塚の矢のような質問に、誰もきちんと答えられない。

たまらず飯塚は、こう切り出した。「こんなに精度が低いままでは、いい仕事はできません。デバイス・モデリングの分かる人はいないんですか」「困ったな。誰か、詳しい人間はいないのか」

田端が叫ぶと、部員が答えた。「そういえばCADの名野さんがモデリングをやったと思いますけど」

あー、あの名野さんか。CAD畑の長いあの人なら、何か知ってるかもな。「よし、今すぐ呼んでこい」

随分オタクっぽい人だな

「名野さん、ちょっと手伝ってほしい

ことがあるんです。会議室まで来てもらえませんか」

第1技術部の部員に呼ばれた名野が会議室に向かうと、皆が険しい顔をして座っていた。

「名野さん、うちの会社のモデリングに対する取り組みについてちょっと説明してくれないか」

「は、はい」

名野は、三洋電機が現在保有している製造プロセスと、回路シミュレータおよびデバイス・モデリングの概略を説明した。現在使っているメーカーの回路シミュレータではなかなか精度が上がらないので、BSIMの導入を検討していることを付け加える。

——こりゃ、すごいな。ザインの佐古はそう思った。三洋電機にはここまでモデリングに詳しい技術者がいたのか。しかも、アナログ回路設計にも通じているようだ。

——かなりオタクっぽい人だ。でも、これならいけるかもしれない。飯塚は



飯塚 哲哉氏

こう感じたという。

「とにかく、他社さんは皆、シミュレーションの精度を5%以下に設定しています。三洋さんもそうしてもらえないと、うちも設計できませんので。飯塚はそうクギを刺すことを忘れなかった。実は、これは飯塚のハツタリだった。ほかの会社も、当時は皆設計精度の向上に苦心しており、5%未満というのは相当挑戦的な目標である。あえて厳しい目標を掲げることで、できる限りのものを三洋電機側から引き出したいと、飯塚は考えていた。また三洋電機には、その力があると信じていた。

俺が全責任を取る

「名野さんは、かなり勉強している。うちの戦力になるんじゃないか」

田端は、ザインとの折衝後、名野の知識の奥深さにあらためて感服した。このまま埋もれさせてしまえば、全社的な損失だ。今の若手に足りない技術を伝授してもらえないはず。田端は名野を自分の部署に引っ張ってこれないかと、考え始めた。

思い付くとすぐ行動する。程なく田端は、名野の上司に掛け合った。反応は良くない。

「名野さんは設計部門に来て、まだ1年もたっていない。内規違反だ」

「いいんだ。俺が全責任を取るから」

田端は持ち前の強引さで要求をگری押しし、設計部門から名野を無理やり引き抜いた。

田端は名野に言った。

「名野さん、あなたは仕事ができる。

でも、社内での評価は必ずしも良くないようだ。あなたの敵はね、みんなのジェラシーだよ。あなたは部下の信頼が厚く、回路にも詳しいから、上司はあまりいい気がしないんだ。でもね、僕はあなたにジェラシーを感じない。なぜなら、あなたと違う分野で、自分に自信を持っているから。あなたがCADやデバイス・モデリングに詳しいように、私はバイポーラICの設計なら誰にも負けたいと思っている」

田端は続けた。

「名野さん。僕の部署である第1技術部に来てくれたら、半導体にかかわることなら何をやっても構わない。デバイス・モデリングの研究も好きなので続けてください」

名野の頭を、数日前に面会した大学教授の言葉がよぎった。——名野さんほどデバイス・モデリングに詳しくなかったら、いつでも大学で教鞭をとれる。モデリングで論文を書きなさい。論文を6本書き、非常勤講師を2年勤めれば、教授になれるでしょう。

「田端さん、私はいずれ大学で教鞭をとろうと思っています。なので、あまり長い間は一緒に仕事ができないかもしれない。それでもいいですか」

田端は、少し考えた後、こう切り出したという。

「分かりました。名野さんの人生ですから。私が邪魔はできません」

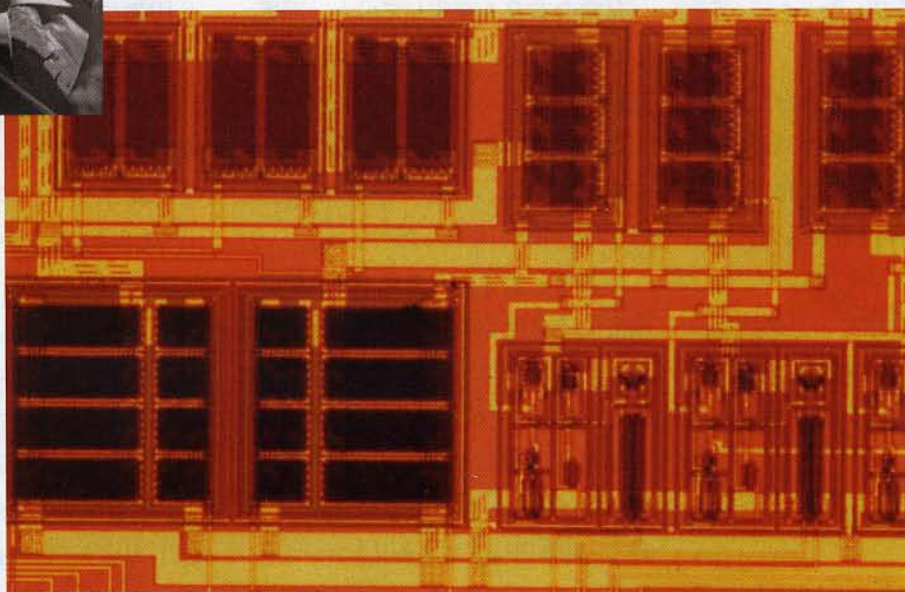
名野は、田端の率いるMOSLSI事業部第1技術部に異動した。1996年10月のことだった。＝敬称略

——次回へ続く——

(蓬田 宏樹) ■



「あなたは常識を知らない」



三洋電機が試作したチャージ・ポンプ回路

「この電流値を変えると、出力電圧はどう変わる？」

回路図を指さしながら、若手技術者に熱っぽく語りかける。講義は真剣勝負。あくびも許さない。全身全霊を傾けて、生徒たちと対峙する――。

1996年10月。三洋電機 半導体事業本部の名野隆夫は、20年近く勤めたCAD部門から、田端輝夫が率いるMOSLSI事業部 第1技術部に異動した。名野はここで、IC設計の業務の傍ら、部内の若手技術者へアナログ技術を教え始めた。「ウチの連中を鍛

え直したい。名野さんの力を貸してくれ」という、田端のリクエストに応えたものだ。田端は若手のデバイス技術者があまりにも回路設計を知らなすぎると嘆いていた。名野も全く同感だった。

名野は業務時間外の午後5時以降に講義を始めた。内容は電磁気学の基礎から、オペアンプ設計の実際などまで。

最初は5人程度でスタートした。回を重ねるごとに出席者が増えた。忙しい仕事の合間を縫って、名野の熱意

に引き寄せられた若手技術者たちが授業に食らいついてきた。

名野の講義は、何より基本を重視した。回路設計においても、常にキルヒホッフの法則にまで立ち返って考えさせた。生徒たちは、入社前に多少なりとも電磁気学を履修してきたはず。しかし、具体的な回路設計で、電磁気学の基本法則が有効であることを見せると、まるで新たな発見をしたかのように目を輝かせた。

「そうか、キルヒホッフの法則って、こういう意味だったのか」

名野の教え子は当時を振り返ると、厳しさよりも楽しさを感じるという。専門外のアナログ回路の学問体系は知的好奇心を刺激した。何より名野の講義には、大学の授業や通常の社内研修とは異なる、独特の雰囲気があった。生徒一人一人と目を合わせ、理解したかどうかを確認しながらじっくりと歩を進める。

「今日は、体調が良くないのか」

名野は、疲れ気味の生徒の体調をいたわったり、声を掛けて緊張を和らげたりすることを欠かさなかった。生徒たちののみ込みは早く、グングン知識を吸収した。中にはアナログ技術に魅せられて、4年後に名野が立ち上げるCMOSアナログ部門に参加することになる者もいた。

BSIMが採用へ

「よし、オペアンプはこれで終了だ。次回からSRAMに進む」



名野 隆夫氏

名野は、徐々に充実感を味わっていた。雰囲気のいい職場に異動したことも一因だが、それ以上に若手技術者の教育に、やりがいを感じていた。いずれは大学で教鞭をとろうと考える名野にとって、あたかもその日が前倒して訪れたかのようだ。

日常の業務も充実していた。部署ではフラッシュ・メモリやDRAMの開発検討などプロジェクトが目白押しである。もともと田端が名野を引っ張ってきたのは、こうしたメモリの電源設計などを期待してだった。

田端と名野を引き合わせた、設計精度向上に関する仕事もあった。ザインエレクトロニクスの飯塚哲哉らとのミーティングがきっかけとなり、半導体事業本部にシミュレータの精度を高めるための委員会ができた。名野は、長年研究してきたトランジスタのモデリング手法、中でもBSIM (Berkeley Short-Channel IGFET Model)の導入を強く進言した。名野の働きかけは実り、BSIMの採用が決まる。精度向上活動の火付け役だったザインエレクトロニクスとの共同開発も成功裏に進んだ。

まさに順風満帆だった。

インダクタを使わない電源

「名野さん、明日一緒に来てくれないか。アナログ関連の話題が出そうなんだ」

1998年の春、名野は田端から突然こう告げられた。何のことだか分からないが、大手

AV機器メーカーとの商談に同席しろという。そのころには、若手技術者向けアナログ講義のおかげで、「アナログといえば名野」というイメージが定着していた。機器メーカーの要望がアナログ回路らしいと聞いた田端が、名野に助け舟を求めた格好である。

田端に言われるまま、商談先に赴いた。案の定、話題はアナログICに終始する。先方が求めているのは、電源用のICである。

「三洋さん、何とかいい電源ICを作ってもらえませんか。大電流が扱えて、しかも雑音の少ないものを」

先方は、CCDカメラ・モジュールなどで利用するDC-DCコンバータICが欲しいという。電池などの出力電圧を昇圧したり降圧したりすることで、所望の電圧を得る回路である。CCDカメラ・モジュールでは、+15Vや-8Vなど、複数の電源電圧が必要になる。これらの電源電圧を効率よく得られるICができないか。

商談先はCCDカメラ・モジュールを携帯電話機で利用することを想定していた。しかも高い動作周波数で駆動させるらしい。このため、電磁雑音の少ないDC-DCコンバータICを求めている。ここが問題だった。DC-DCコンバータICで一般的な、スイッチング・レギュレータ方式では電磁雑音が発生しやすいのである。回路に組み込んだインダクタを高い動作周波数で駆動させると、雑音源になる。

AV機器メーカーはそのことを先刻承知していた。そればかりか代案を持っていた。インダクタを利用しない、

チャージ・ポンプ方式を使えないかというのである。三洋の面々には返す言葉がなかった。どう考えても無理な話だったからだ。

チャージ・ポンプ方式は並列に配置したコンデンサとMOSFETだけで構成するシンプルな回路である。インダクタを使わないので高速動作時の雑音の影響が小さい。

ただし、コンデンサを多数使って電圧を何倍にも昇圧すると、途端に変換効率が劣化する。先方が求める電源では、5Vの入力電圧を3～4倍に昇圧しなければならない。普通に考えたら、効率は50%以下に落ちてしまう。しかもチャージ・ポンプ型が苦手な10mA以上の大電流を扱う必要があるという。

どういうつもりだ

「大電流で高効率のチャージ・ポンプICは不可能といわれているけど、三洋さんならできるでしょ」

相手方の担当者は、お世辞半分にこう提案してきた。三洋電機の出席者は皆、無言でうつむいたままである。

その沈黙を破ったのが名野だった。「難しい課題ですが、決してできないことではないと思います。ウチの部隊なら、ご提案に沿った製品を開発できると思います」

三洋電機の一同は凍りついた。一体何を言い出すんだこの人は。

「そうですか。それはよかった。ぜひ頑張ってください。良い成果をお待ちしています」

AV機器メーカーの担当者は満足

げだった。三洋側はそれどころではなかった。会談後、同席したスタッフは皆、名野に詰め寄った。

「名野さん。あんなの常識外れですよ。どういうつもりですか」

「なんてことを言ってくれちゃったのよ。本当に」

実は名野は、担当者の話をよく理解していなかった。電源ICについては全くの門外漢だったのである。電源の効率や、リップルの概念すら正確には把握していなかった。それでも、「できません」と言うのは後でもいい、きっと誰かがやるだろうと、軽く考えて口走ってしまった。居合わせた同僚にしてみれば、信じられない大失態である。

針のむしろに

「名野さんは世の中の常識を知らないようだ。大電流チャージ・ポンプの高効率化なんてできっこない。チャージ・ポンプをCCDの電源に使うなんて、あり得ない」

「何ていう話をまとめてきたんだ。こんな話は、おいしくもなんともない」

会社に帰ってから名野は針のむしろに立たされた。第1技術部を中心とする緊急ミーティングは、名野を非難する声であふれた。ほとんどのスタッフが、チャージ・ポンプ電源の高効率化に否定的な見解を示した。「そもそもそんな技術ができるなら、他社に出す前に自社で利用するのが先だ」。ま



田端 輝夫氏

さに正論だ。

とはいえ、名野の非をあげつらってばかりもいられない。顧客にできると明言した以上、今後の方策を決めなければならない。あきらめてやっばりできないと謝りに行くか、無理を承知で開発プロジェクトを組むか。長い議論の末、結論は第1技術部を率いる田端に一任することになった。

議論を腕組みしながら聞いていた田端は、ポツリとこう言った。

「名野さんが一人でやる。名野さんならできる。失敗したら、私が尻ぬぐいをします」

この案件は常識破りで、難易度が恐ろしく高い。田端は、難しい案件ほど名野が燃えることを知っていた。あの難解なBSIM 3を独力で理解した名野なら、何かやってくれるに違いない。

この日から、名野の孤独な戦いが始まった。

山にこもって回路を想う

「やっぱり効率が出ない。せいぜい65%がいいところ。95%なんて全く無理」

名野は、AV機器メーカーへ何度も出張して仕様を確認しながら、チャージ・ポンプ型DC-DCコンバータICの試作を繰り返した。しかし、効率はほとんど上がらない。わずか45%の試作品もあった。

社内からは雑音が聞こえてきた。

「なぜスイッチング・レギュレータ型でやらないのか。スイッチング・レギュレータなら社内に技術があるのに」
「CCDカメラ・モジュールの市場は大きくない。一生懸命やってもしょうがない」

設計がうまくいかない身に、社内の雑音はきつかった。逃げ出したい衝動に襲われることもあった。

名野は、できることをすべてやって状況を打開しようと考えた。まず近隣の群馬大学に足を運んだ。そこで初

めて、チャージ・ポンプの基礎理論を学んだ。学会のワークショップに参加し、他メーカーの技術者の意見を聞いたりもした。

それでも効率は上がらない。効率が低いままで、あるメーカーに電源ICを提案したところボロクソにたたかれた。「効率が悪すぎる。製品化は絶対無理だ」。

そんなある日。名野が休憩室でコーヒーを飲んでいると、数人の技術者が談笑しながらやって来た。部屋の反対側なので、名野がいることに気付いていないようだ。その中から田端の音が聞こえた。「会社の事業に貢献しない研究で、論文を書いて doktor になっても、俺は認めないね」。

名野は、ハッとした。自分のことを言われたのかと思った。当時彼は、博士号を取るため、論文を執筆中だった。テーマは、得意のデバイス・モデリングである。重要な研究だが、事業と直接的な関係はなかった。

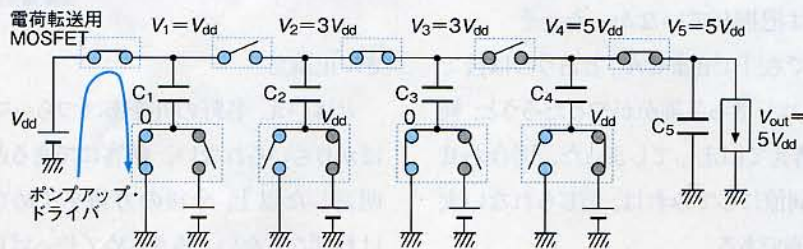
——そうか。学問のための学問じゃ意味がない。事業に関係する研究で博士号をとらなければダメだ。

名野は、逆に発奮した。だったらチャージ・ポンプICの仕事で成功し、論文にまとめて doktor を取ってやる。名野は気持ちを一新しようと、北アルプスの山に向かった。登りながらアイデアを出し、山小屋で回路を設計した。AV機器メーカーとのミーティングから1年以上経過した、1999年の夏だった。 =敬称略

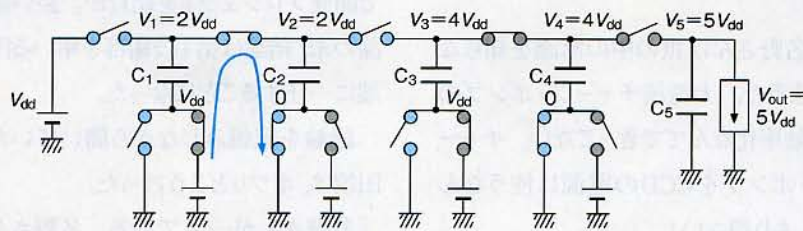
——次回へ続く——

(蓬田 宏樹) 

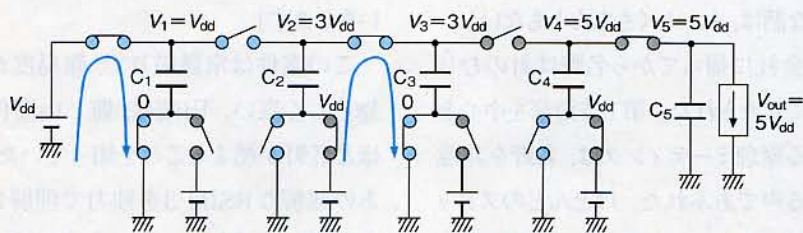
(a) C_1 を V_{dd} に充電



(b) C_2 を $2V_{dd}$ に充電



(c) C_3 を $3V_{dd}$ に充電



MOSFETの種類

○: 低耐圧のpチャンネル型MOSFET ●: 低耐圧のnチャンネル型MOSFET

チャージ・ポンプ型DC-DCコンバータの模式図

5倍昇圧する場合の例。まず、コンデンサ C_1 を V_{dd} に充電する (a)。次にコンデンサ C_2 を $2V_{dd}$ に充電する (b)。その次にはコンデンサ C_3 を $3V_{dd}$ に充電する (c)。以下同様にして C_4 を $4V_{dd}$ に充電し、 V_{out} を $5V_{dd}$ に高める。



「どうして動いたの」



群馬県と埼玉県の県境を流れる利根川(写真は共同通信社が提供)

「がたん、がたん」

道路の継ぎ目をタイヤが乗り越えるたび、車体が小刻みに揺れる。ハンドル、そしてシートから心地よい振動が体に伝わってくる。

もう、あたりは真っ暗だ。遠くに、埼玉県熊谷市の街の灯が、ぼんやりと見えてきた――。

三洋電機東京製作所がある群馬県邑楽郡大泉町から熊谷市にある我が家に向かう。利根川にかかる刀水橋を渡ると、川べりの夜景が、スーッと流れていく。すると不思議に頭の中

がスッキリする。モヤモヤしていたものが消え、何か新しい回路設計のアイデアが湧いてくる気がする。

三洋電機の名野隆夫にとって、刀水橋を渡っているときに、一日で最も集中できる瞬間だ。会社から家までの時間は、わずか15分程度。しかし、名野にとってこの15分は、一人で思索に集中できる貴重な時間だった。

考えをぶつけながら整理する

名野は、必死で頭を捻っていた。高効率で大電流を扱える、常識破り

のチャージ・ポンプ型DC-DCコンバータICの回路を設計しなければならない。CCDカメラ・モジュールの電源に使いたいという顧客の要望を安請け合いしたことから、同僚から大反発を受け、結局一人で開発に取り組むことになった。

とはいえ、チャージ・ポンプの設計だけに専念するわけにはいかない。所属するMOSLSI事業部 第1技術部ではDRAMの設計、業務時間が過ぎると若手技術者の教育がある。家に帰れば、博士号を取得するための

論文執筆が待っていた。名野がチャージ・ポンプ回路のアイデアを練れるのは、車の中など、空き時間しかない。

回路のアイデアが閃くと、名野は時間を置かずに群馬大学の小林春夫に電話をかけた。小林は、CMOSアナログ回路設計で名高い米University of California, Los Angeles校(UCLA)のAsad A. Abidi教授の門下生であり、アナログ・デジタル混載回路の研究で注目を集める研究者だ。

小林に説明することで考えを整理する。そして小林から質問を受け、ときには問題点を指摘されることで課題を一つ一つクリアしていった。「ひとりで考えていても、絶対にいいアイデアには到達しない」。名野は自然とそう思うようになった。

名野は小林に推薦された論文を、徹底して読み込んだ。チャージ・ポンプの古典といわれるJ. F. Dickson氏の論文から、最新の成果まで。決して英語が得意でない名野のために、いくつかの論文は小林が日本語に訳してくれた。自分で初めから読む際には、英語学習用の単語カードを買ってきて、分からない言葉をメモしながら少しずつ読み進めた。

逆電流が発生する

論文を読破しながら分かってきたのは、これまでのチャージ・ポンプの用途は、フラッシュ・メモリが中心であることだった。フラッシュ・メモリでは書き込み/消去時に一瞬回路を動かすだけなので、変換効率はそれほど問題にならず、わずか数 μ Aの小電流を

扱えば事足りた。フラッシュ・メモリ以外への適用を目指した報告もあったが、実用的でないと言われていた。多段昇圧時の効率が50%程度とスイッチング・レギュレータ型DC-DCコンバータICの80~90%などに遠く及ばないためである。

チャージ・ポンプの理解が進むにつれ、何が問題かもハッキリしてきた。多段昇圧時にチャージ・ポンプの効率が落ちてしまうのは、各段のパワーMOSFETにおける電圧降下が大きかった。チャージ・ポンプ型DC-DCコンバータICでは、電荷をバケツリレーのように隣のキャパシタに移しながら電圧を高めていく。電荷の転送を制御するパワーMOSFETと、電圧を高めるポンプアップ・ドライバという2種類のスイッチを交互にオン/オフすることで、これを実現している。2種類のスイッチを切り替えるタイミングがズレると、狙いとは逆の方向に電流が流れてしまう。これが電圧降下を引き起こす元凶だった。この問題を防ぐには、スイッチの切り替えを精緻に制御することが必要である。

チャージ・ポンプのもう一つの大きな弱点は大電流を扱いにくいことである。3~5段といった多段昇圧をする場合、後段の電荷転送用MOSFETに高耐圧型を利用せざるを得ない。例えば最終段では、入力電圧 V_{in} の数倍に達する電圧を扱う必要がある。ところが高耐圧型MOSFETはインピーダンスが極めて大きい。そのままで大電流は流せない。

ランチ握り、1.5人前

新しいアイデアは、出てくる時には一気に着想できるものだ。名野は、1999年9~10月のわずか2カ月間で、高効率のチャージ・ポンプ回路を実現する発想のほとんどを編み出した。1999年7月に北アルプスで休暇を取ってから、何かが吹っ切れたようだった。

そんな名野をチャージ・ポンプ型DC-DCコンバータの発注元を担当する営業スタッフが励ましてくれた。彼らの応援が、名野をさらに勇気付けた。「名野さん、元気してる? 客先回りに行きましょうよ!!」

営業担当者は1カ月に2回程度、チャージ・ポンプICの発注元とミーティングを決めてきた。彼らはどこまでも明るく、名野の気持ちを前向きにしてくれた。

「取りあえず顔を出して、『がんばってます』って言いに行きましょう。何もしてないと思われたら終わりだから」

営業担当者はよく、近くの寿司屋で握り寿司をご馳走してくれた。ランチ握りの1.5人前。値段は1000円もしない。名野には、彼らの心づかいが、涙がこぼれるほどありがたかった。

「難しいことに挑んでいる名野さんを見ているとね、なんか応援したくなっちゃうんですよ。絶対あきらめないでやりましょうよ」

高耐圧型MOSFETを利用せず

チャージ・ポンプがかかえる二つの

問題のうち組み伏せやすかったのは、逆電流の発生である。電荷転送用MOSFETとポンプアップ・ドライバを駆動するクロック信号を分離し、電荷転送用MOSFETを確実に切ってからポンプアップ・ドライバをオンにするようにした。こうすれば原理上、逆電流は流れない。

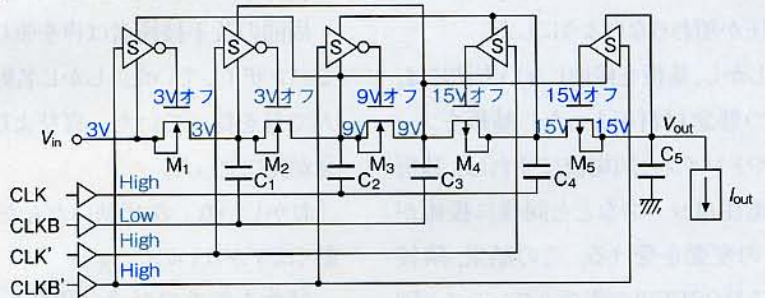
問題は高耐圧型MOSFETのインピーダンスである。名野はこの課題に、斬新な発想で切り込んだ。そもそも高耐圧型MOSFETを使わなければいいと考えたのである。

それまで高耐圧型MOSFETの利用はチャージ・ポンプに不可欠と見なされていた。しかしそれは、微小な電流しか扱わない用途を前提にした常識なのではないか。はなから大電流を流すことを考えていた名野にとって、高耐圧型MOSFETの存在は目の上のたんこぶでしかなかった。ならば、回路を工夫して耐圧が低いMOSFETだけでチャージ・ポンプを構成する方法を考えよう。

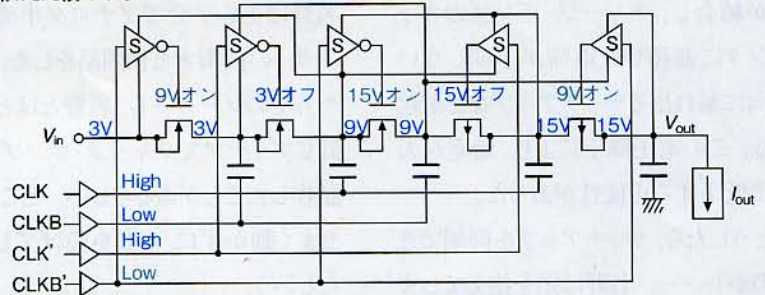
名野がたどり着いた解決策は、電荷転送用MOSFETの基板の電位をソースやドレインと同電位にする方法だった。通常のチャージ・ポンプでは、電荷転送用MOSFETの基板は接地された状態にある。この結果、出力側のMOSFETでは基板とゲート、ソース、ドレインの間の電位差が大きくなり、高耐圧にする必要があった。

基板を接地せずにソースやドレインと同電位にすれば、この点が解消される。さらに名野は回路を工夫して、電荷転送用MOSFETのドレイン-ソー

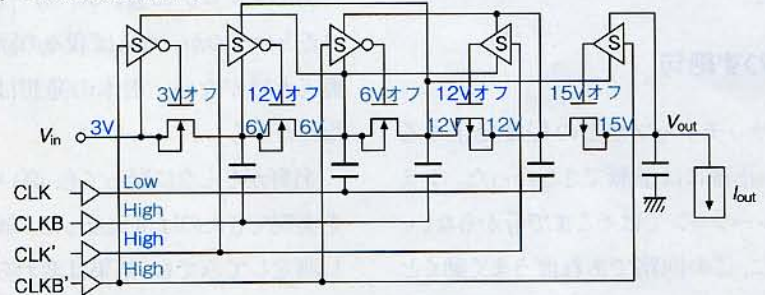
(a) すべてのMOSFETをオフ



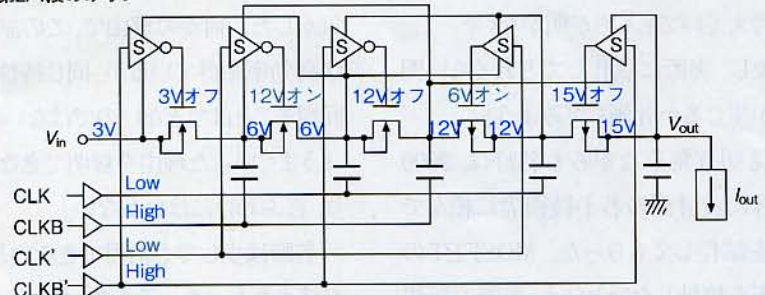
(b) 第1/3/5段のみオン



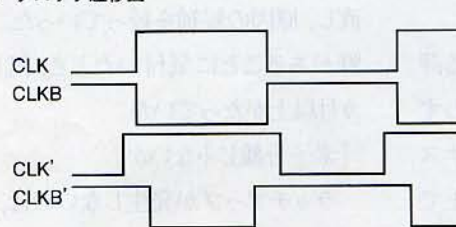
(c) すべてのMOSFETをオフ



(d) 第2/4段のみオン



(e) クロック遷移図



開発したチャージ・ポンプ回路の昇圧手順

四つのサイクルを繰り返すことで昇圧する。まず、すべての電荷転送用MOSFETをオフにする(a)。次に、第1/3/5段のMOSFET(M₁, M₃, M₅)のみオンにする(b)。次にすべてのMOSFETを同時にオフにする(c)。そして第2/4段のMOSFETのみオンにする(d)。ここでSはレベル・シフト回路。供給するクロックは、ポンプアップ・ドライバを駆動するCLK, CLKBと、電荷転送用MOSFETを駆動するCLK', CLKB'の4種類がある(e)。

ス間、ゲートソース間でも $2V_{dd}$ 以上の電圧が加わらないようにした。

しかし、基板を接地しない方法には、一つ懸念材料があった。基板をソースやドレインと同電位にすれば、基板の電圧はソースなどと同様に振幅が V_{dd} の変動を受ける。この結果、隣接するMOSFETの寄生トランジスタ同士が結合し、チャージ・ポンプのキャパシタに蓄積した電荷が予期しない方向に漏れ出るラッチアップなどが起こる。この電圧降下により、効率が大幅に低下する可能性があった。

「どうしたら、ラッチアップを抑制できるのか」——。名野は頭を抱えてしまった。

思わず絶句

ラッチアップがどの程度発生するか、正確には予測できなかった。シミュレーションではそこまで分からない。現に、この回路であればうまく動くという結果が出ていた。いつまでも頭で考えていてもらちが明かない。

「よし、実際に試作してどれくらい問題が生じるか評価してみよう」

見切り発車ながらも名野は、2000年春に設計部の若手技術者に頼んでICを試作してもらった。MOSFETの基板を接地しないという、名野の新規アイデアを全面的に盛り込んだ設計である。

出来上がった試作品を、恐る恐る評価した。結果を見て、名野は思わず絶句した。2mAの電流時にマイナス昇圧で95%、4mA時にプラス昇圧で95%という信じられない数値を叩き出

したのである。

周囲の若手技術者は声を張り上げてバンザイしていた。しかし名野は一人で首を捻っていた。喜びよりも疑念が先に立った。

「おかしいな。なぜ動いたんだろう。動くはずがないのに」

試作を若手設計者に依頼した後、名野はある学会でアナログ半導体メーカーの技術者と世間話をした。どうやらそのメーカーも、名野とほとんど同じアイデアでチャージ・ポンプICを試作したことがあるらしい。ところが、うまく動かずに、さじを投げてしまったという。

「あのアナログに強いメーカーが、ダメだということか。ならば我々の回路が動くわけがない。根本の発想は同じなんだから」

名野がどんなに疑っても、高い効率を実現できたのは事実だった。繰り返し測定してみても、結果は変わらなかった。名野は、この成功は偶然である気がした。何かの理由で、この試作品は高効率を得ているが、同じ特性を毎回得ることはできないのではないか。

「うまくいった理由を解明できない限り、喜ぶわけにはいかない」

名野は少しでも納得できないと、気が済まなかった。その後、徹底して原因究明を進めた。回路図を何度も見直し、原因の候補を絞っていった。名野があることに気付いたとき、既に1カ月以上がたっていた。

「素子分離じゃないか」

ラッチアップが発生しないのは、寄生トランジスタの結合を抑制できたか

らではないか。つまり、集積したMOSFETの素子が電氣的に十分分離していたと考えられる。名野はそう仮説を立てた。

早速ICのレイアウト図を見直した。すると、隣接した電荷転送用MOSFETが、間にnウェルとp型基板を挟んで基板上で分離されるように設計してあった。

「これ、素子分離したの」

名野は、試作を依頼した若手技術者に聞いてみた。

「素子分離って、何ですか?」

若手技術者は、名野に言われて回路レイアウトをする中で、慎重に慎重を期したという。その結果が、MOSFETの素子を根本的に分離する構造だった。偶然の工夫が、寄生トランジスタの結合を抑制し、ラッチアップを防いだようだ。その後の特性評価で、この新規の素子分離構造が、高効率チャージ・ポンプに不可欠であることが分かった。

名野はようやく、成功を確信した。無謀ともいえる開発に挑戦させてくれた田端輝夫に真っ先に報告したかった。しかしそれは叶わなかった。田端はもう名野の上司ではなかった。新潟県小千谷市に本拠を置く新潟三洋電子に赴任した後だった。後になって田端が、名野の成功を喜んでくれていると風の便りで聞いた。チャージ・ポンプ電源の開発を初めて依頼されてから2年半が経過した、2000年晩秋のことだった。 =敬称略

——次回へ続く——

(蓬田 宏樹) ■



「何があっても 勉強を忘れるな」



新潟県中越地震で倒壊した住宅(写真：共同通信社)

「名野さん、すぐに来てください! あのデータは本当だったんですね」

2001年10月26日。三洋電機の名野隆夫に、AV機器メーカーから連絡が入った。電話口の相手は、興奮を抑え切れないようだ。

「最初は信じていませんでした。しかし、試しに評価したら大変な数値が出て…。ウチのカメラ・モジュール開発部隊が大騒ぎしています。営業担当の方とすぐ飛んできてください」

名野がチャージ・ポンプの試作品を

AV機器メーカーに送り届けたのは、2001年9月11日。米国で同時多発テロが起こる直前だった。相手の反応は良かった。「チャージ・ポンプをずっとやってくれていたなんて、嬉しくてウルウルです。すぐに評価したい」。ところが、反応は全く返ってこなかった。評価さえしてみれば驚かないはずがないのに。

1カ月以上たってようやくかかってきた電話は、無駄に過ぎた時間を取り戻そうとするかのように切迫してい

た。電話の相手は携帯電話機への採用を目指しており、すぐに納期と価格を相談したいという。

11月に入って名野は多くの関係者とともに、顧客を訪れた。

「正直、ウソだと思っていました。でもこんな素晴らしい特性が出るとは。当社のカメラ・モジュールの電源に向けて、ぜひ開発を進めていただきたい」

名野は「やっと、ここまで来たか」と、胸を撫で下ろした。顧客に渡したチップは、名野が2000年半ばに動作を

確認した回路に基づいていた。5倍昇圧時で90%以上という、従来では考えられない高い効率を実現できたチャージ・ポンプ回路である。

しかし、社内評価用チップが無事に動いた後が長かった。なかなか社内の理解を得られず、顧客に評価してもらえない水準のチップを作るまでに1年近くかかってしまった。気がつけば、この顧客から最初にチャージ・ポンプのアイデアを聞いて以来、早くも4年が経過していた。

技術者の醍醐味

三洋電機は、この機器メーカーとの取引を発端に、チャージ・ポンプ型DC-DCコンバータICを本格的に事業化する。その立ち上げが、また苦勞の連続だった。顧客の仕様を基に作製した検証用サンプルが全く動作しない。不完全なサンプルを渡してAV機器メーカーの逆鱗に触れた後、次の段階のサンプルを持っていったつもりが前のものを渡してしまい、火に油を注いだこともあった。ある関係者は「こ

れほど困難な開発は初めて」とこぼす。

名野らは、開発と平行して量産の準備を進めた。三洋電機セミコンダクターカンパニーの製造拠点である、新潟三洋電子の施設内に専用製造ラインを構築した。パワー MOSFETの素子分離を徹底する、特別の製造プロセスである。

製造ライン構築など事業化に向けた道筋は、田端輝夫が全面的にバックアップした。新潟三洋電子の勤務から戻った田端は、2002年4月、セミコンダクターカンパニーの副社長に就任していた。チャージ・ポンプの成功を大いに喜んだ田端は、名野らプロジェクト・チームへの支援を惜しまなかった。

そして2003年初頭、ついにチャージ・ポンプICの量産が始まった。最初の採用先は、100万画素のカメラを積んだ「メガピクセル・ケータイ」の走りの機種だった。AV機器メーカーはこの機種の広告を新聞に大々的に掲載した。それは名野の心を深い感動で満たした。

名野は約1年前、群馬大学で念願

の博士号を授与されていた。博士号の取得に必要な論文のうち最後の1本は、チャージ・ポンプの開発で書いた。「会社に貢献しない論文で採ったドクターは認めない」。この田端のつぶやきから一念発起して書き上げた。しかし、そのときに名野が感じたのは、肩の荷が下りたような安堵感だった。また、初めて試作したチップが動いた時も、ワクワクするような興奮はあっても、激しく心を揺さぶられることはなかった。

携帯電話機の広告を目にした時、名野を襲ったのは全く別の情動だった。そこには技術者の醍醐味があった。名野は、自分がものづくりから離れられない理由を知った。

記録的な収益を達成

名野らの血と汗と涙の結晶を載せた携帯電話機は、メガピクセル人気の波に乗って爆発的にヒットした。三洋電機のチャージ・ポンプICの売り上げは、破竹の勢いで伸びた。発売初年度には、売上高こそ小さいものの記録的な利益率を上げたという。

チャージ・ポンプICの噂は、瞬く間に業界に広がった。多数の携帯機器メーカーから、サンプル品の供給依頼が舞い込むようになる。三洋電機は別の携帯電話機メーカーからの受注も獲得し、製造ラインをさらに増強した。まさに順風満帆だった。

しかしそのころ、誰も気づかない場所で不運の芽が育っていた。大地の奥底で、少しずつじわじわと、爆発のときを待つ歪みが広がっていた。



名野 隆夫氏

直下型地震が襲う

災いは突然やってきた。2004年10月23日の午後5時56分。新潟県中越地方を震源とするマグニチュード6.8の地震が発生した。震源の深さは13km。最大震度7を記録した直下型地震である。度重なる余震、そして冬とともに到来した積雪が追い討ちをかけ、負傷者4700人以上、死者60人以上、被害総額3兆円以上という甚大な被害を残した。

地震は一瞬ですべてを台無しにした。新潟県小千谷市に拠点を置く新潟三洋電子の被害は深刻だった。半導体の製造装置は軒並みなぎ倒され、使い物にならない。被害総額は500億円を超えたという。一部の半導体製品は、群馬および岐阜の生産拠点で代替生産できる。しかし、チャージ・ポンプ型DC-DCコンバータICは別だった。特殊な製造プロセスが必要なため、新潟の専用ラインでしか製造できない。

順調だったチャージ・ポンプICの生産は突如としてストップした。ある携帯電話機メーカーと、2005年発売予定の携帯電話機に向けて納入契約を結んでいたが、当然履行できない。名野が心血を注いだチャージ・ポンプICの事業は、完全に息の根を止められてしまった。

顧客を奪われる

名野らには、なすすべがなかった。顧客はすぐに奪われた。競合他社がメガピクセルのカメラ・モジュールに

向けて類似のDC-DCコンバータICを開発し、猛烈に売り込んでいたのだ。「あっけないものだ」。名野は、そう思わずにはいられなかった。自然災害の恐ろしさを改めて痛感した。

この地震を契機として、三洋電機の業績は急速に悪化する。2004年度の純損益は、前年度の134億円の黒字から、1371億円の赤字に転落した。

500億円強の損失を被った半導体事業でも、事業の見直しが迫られた。社内の動揺は大きかった。「こんなときこそ田端さんがいてくれたら…」。名野の願いもむなしく、またしても田端はセミコンダクターカンパニーを去った後だった。2004年10月1日に、セイコーエプソンと液晶パネル事業を統合した三洋エプソンイメージングデバイスの代表取締役社長に就任したばかりである。いくら地震という非常事態とはいえ、古巣に戻ることは到底できなかった。

名野もリストラ対象に

地震後しばらくすると、セミコンダクターカンパニー内で人員配置の見直しが始まった。これまでのキャリアを度外視した配置転換が次々に発令される。表立って人員削減を標榜したわけではなかったが、その意図は誰の目にも明らかだった。配置転換の対象は、高年齢の社員や管理職。名野も例外ではなかった。

2005年3月、名野は人事部に呼び



田端 輝夫氏

出しを受けた。全く異なる分野の営業部門に配属になるという。名野は覚悟を決めた。人事部に、その場で退職を申し出た。「いよいよ、三洋電機ともお別れか」。18歳から働いてきたが、ついに去るときが来た。

名野には、真っ先に報告すべき相手がいた。2005年4月から、群馬大学で客員教授として講義を受け持つことになっていたのである。「企業連携講座」との触れ込みだったので、企業を去る以上引き受けるわけにはいかない。早速電子メールで報告した。

「名野です。実は会社を辞めることになりました。客員教授はできなくなりました」

驚いたのは群馬大学側である。既に講座と客員教授名を文部科学省に申請済みで、学生の受講申請も終わっていたという。群馬大学の担当者は、学長が直談判に行くという話まで持ち出して、三洋電機と掛け合った。

その日の夜、人事部から名野に電話があった。「今日の退職の話はなかったことにしてください」。名野の首は間一髪つながった。

三洋の技術者ならもっと欲しい

人事部から配置転換の話があった直後、名野はある出版社と講演会の打ち合わせに臨んだ。雑談中、会社でリストラが進んでいることをそれとなく打ち明けた。

「何とか、いい再就職先を探してやらないといけないと思うんだ」

名野のつぶやきを聞いた相手は、「その件、私に手伝わせてください」と言ってきた。この会社は以前、求人関係の業務をしており、多数の企業の採用担当者と幅広いネットワークがあるという。話は急展開し、10日後の会合で実際に再就職の支援を始めることが決まった。三洋側の担当者は名野である。

名野は、同僚の再就職先探しに奔走した。会社の人事部は頼りにならなかった。「これはリストラではなく配置転換なので、人事部は動けない」とにべもない。名野のノート・パソコンには、数十人分の履歴書データが記録されることになった。

名野は、出版社の仲介や、懇意にしていた就職情報会社のスタッフを通じて、続々と再就職先を見つけてきた。「BSIMの名野」として社外で広く知られていたことが、こういうときにもものをいう。セミコンダクターカンパニーのOBも助けてくれた。話は次々とまとまっていった。中には5～6人を一遍

に採用するメーカーもあったという。

「三洋電機さんの優秀なエンジニアはぜひ欲しい。もっと連れてきてください」

名野は、再就職先探しの活動を通じて、三洋電機の技術者の社外評価が非常に高いことを再認識した。2005年から、多数の同僚の再就職を世話した。

学びを忘れない

名野のもとには、若手社員もしばしば相談に訪れた。地震発生後の混乱の中で、ある者は自分の針路を見失い、ある者は会社に失望した。

「自分は、このまま三洋にいていいんでしょうか」

今にも泣き出しそうな若者は、製品企画部門への異動が決まって動揺していた。自分はアナログ技術を究めたいのに、どうして部署を移らなければならぬのか。

名野は口を開いた。

「いいか。お前は視野が狭い。こういう仕事を経験するのは、君にとって決して無駄じゃない。2年間修行してこい。そしたら、アナログに戻るように人事に掛け合ってやる」

経営者を目指す別の若手社員には、こう諭した。

「どん底を経験しておけば、将来経営者になったとき、それが絶対に役に立つ。人間は、常に勉強しなければいけない。たとえどの会社であっても同じだ。もし、それでも今の環境で学べるものがないと悩むなら、もう一度相談に来なさい。僕が、会社の上層部

の人間を紹介するから」

2005年7月、田端が半導体カンパニーの社長として戻ってきた。新会社の立ち上げを終えた田端に、今度は半導体事業の立て直しが託された。このころから社内のムードはようやく落ち着きを取り戻した。地震から8カ月が経っていた。

名野学校のDNA

2006年3月。名野は三洋電機を去った。結局、定年まで勤め上げた。

いくつかの大学に声を掛けられたが、今は断っている。三洋電機のアナログ大学院の講師のほか、複数のエレクトロニクス・メーカーで技術者教育に携わっており、とても時間が足りないためだ。

2006年7月に三洋電機から分社化して発足した三洋半導体は、田端社長の指揮のもと、半導体市場での足場固めに必死で取り組んでいる。2007年10月には、三洋電機が半導体事業の売却を撤回し、基幹事業として育成すると表明した。田端らの苦闘は道半ばだ。

名野は言う。

「若手社員が、本当に元気です。会社が大変な状態にあってもね」

三洋半導体を支える若手社員を導くのは、会社に頼らず自身の成長を常に考えろと説いた、名野の薫陶にほかならない。名野学校のDNAは、長い冬を耐え春に花咲く種子の中心に息づいている。

＝敬称略

——終わり——

(蓬田宏樹) ㊦