

# 超高速トランジスタHEMTの誕生とその発展

(株)富士通研究所・(独)情報通信研究機構 三村 高志 (1967年物理学科卒業)



1947年のトランジスタの誕生に端を発したエレクトロニクスの進歩は、留まる所を知らず、情報通信革命とも称せられるべきさまざまなインパクトを社会にもたらした。これを可能にしたのは、基本的には半導体デバイスの弛まざるコスト・パフォーマンスの向上のお蔭、つまり性能のよいものが低価格で作られるようになったからである。今日、コスト・パフォーマンスの向上はおもに微細化と大規模集積化により追究され、これまでのミクロンオーダーのサイズをベースにしたいわゆるマイクロエレクトロニクスからナノメートルスケールのデバイスから構成されるナノエレクトロニクスへと進展しつつあることは周知である。

一方、従来からのデバイスとは趣を異にした新たなデバイス原理・構造・材料を導入して、コスト・パフォーマンスのドラスティックな向上をもくろむアプローチにも注目が集まっている。1980年に誕生した超高速半導体素子であるヘムト(HEMT)はこのようなアプローチの代表的なものである。HEMTとはHigh Electron Mobility Transistorの略称で、高電子移動度トランジスタともいわれ、バンドギャップの異なる半導体間のヘテロ接合界面に高い電子移動度をもつ電流チャネルを形成して動作する新しい概念の電子デバイスである。HEMTはすでに、衛星放送用受信機や携

帯電話機、ミリ波自動車レーダ、GPSを利用したナビゲーションシステム、広帯域無線アクセスシステムなど、IT社会を支える基盤技術として活躍している。2000年にアメリカのクリントン政権が発表したNational Nanotechnology Initiativeにおいて提唱されたナノテクノロジーの代表例の一つとしてHEMTがあげられ、高性能化をめくり世界的な研究開発は現在もきわめて活発である。

講演では、HEMTの発明から製品開発にいたる一連の研究開発を振り返り、発明の本質や製品開発を成功させた要因について議論する。さらに、かつてのエレクトロニクス産業を代表する二、三の研究機関においてなされた大発明がどのようにイノベーションとして成就していったか、当事者であった研究者達の目線から紹介したい。将来さまざまな分野において、研究開発の仕事に当事者として携わろうと考えておられるとりわけ若い方々の何かの参考になれば幸いです。

**三村高志(みむら たかし)氏 プロフィール**  
 株式会社富士通研究所フェロー、1967 関西学院大学理学部卒業、1970 大阪大学大学院基礎工学研究科物理系修士課程修了、1982 工学博士(大阪大学)、1970 富士通株式会社入社、1975 (株)富士通研究所、2006 独立行政法人情報通信研究機構客員研究員。  
 受賞等：1981 科学技術庁長官賞、1982 電子情報通信学会業績賞、1986 伴記念賞、1990 IEEE Morris N. Liebmann Memorial Award、1992 恩賜発明賞、1993 IEEE フェロー、1998 紫綬褒章、1998 SSDM Award、1998 ISCS Heinrich Welker Award、2001 電子情報通信学会フェロー、2004 応用物理学会業績賞、2007 応用物理学会フェロー

## 同窓からの便り

### 東大阪の人工衛星

竹内 修(1965年物理学科卒業)



最近マスコミ等で時々取り上げていただいている東大阪宇宙開発協同組合の理事長を引き受けております竹内です。私は、これまで会社も個人的にも東大阪とはまったく関係がありませんでした、また組合設立メンバーでもありません。ただ、当時、組合とは別に「技術チーム」があり、JAXAや大学の先生方に講義をして頂いていました。私は好奇心の赴くままに、若い人たちに混じってオブザーバーとして参加していました。勿論組合とは無関係でした。

私は当時、組合は「夢」を語っているのではない、「ホラ」を叫んでいるのだ。下駄でも、長靴でも、人工物が衛星軌道に乗れば人工衛星、軌道に乗せるのはJAXAなのだから、技術は要らないと批判的でした。しかし「元気」「ガンバル」「夢」「匠」等の言葉にマスコミが飛びついてしまい、組合は技術開発よりも“有名人中毒”のような状態になり、何度も組合員解散の危機に見舞われていました。

そんな組合を横目で見ながら、気がかりだったのは、若い技術

者とシステムを理解しない組合員との軋轢でした。

ある時、組合運営にチヨットアドバイスしたのがきっかけで、組合に参加してしまい、その後、若い有能な技術者の苦悩を目の当たりにして、理事長を引き受けざる得なくなりました。40数年前、物性論の大鹿先生が、「お前は好奇心が強すぎて、将来”えらい目”に合う」と言われた事があります。「私は逃げるのがうまいから大丈夫」と言っていたのですが、やっぱり予言は的中してしまったのか・・・、と言う心境でした。

東大阪は、やはり技能の町、要素技術の町で、仕様書や設計図が中核になるシステム技術の蓄積は充分とはいえない。マスコミには「技術」と「技能」、「夢」と「ホラ」の区別をしてくださと言っているのですが・・・。

私は、町を作り変える為には、自然科学はもとより役人、政治家の難解な理屈??を受け入れる人文・社会科学を心得えたシステム技術者が是非必要だと考えています。今の私の夢は、このような町を変えられる人材を育てることです。

(株式会社ニッシン会長)

# 私のがん研究の思い出

—関西学院大学理学部卒業後4か国での40年間の研究生生活を振り返って—

関西学院大学理工学部生命科学科 山崎 洋 (1966年物理学科卒業)



私が高等部二年の時に理学部が新設され、第二期生として入学を決意しました。物理学がすべての物質・現象を解明する学問だろうという安易な気持ちで物理学科を選びましたが、2年生の生物学実習の時にバッタの精巣を材料にした減数分裂観察用の連続切片を観た時に自分の将来が見えた気がしました。修士課程では物理学専攻在籍のまま小嶋・高山研究室に所属し、ヒトの胃がんの早期診断のための細胞内DNAの定量を行いました。これが私のがん研究の始まりでした。

修士課程終了後、広島大学歯学部細菌学教室の助手になり、ここでいった酵素の精製と機能解析の研究はその後のガン研究に大きく役立ちました。

学位取得後イスラエルのワイズマン研究所へ留学しがん研究と再会し、cAMPによってベンズピレンを代謝する違った種類のP450が誘導されることを発見してJBC(生物化学誌)に発表しました。ボスに直接交渉してプロジェクトを変更したので「自分の道は自分で開く」ことの重要性と、JBCに発表したことによって「研究の面白さと自信」を得ることができました。

その後、アメリカのコロンビア大学ががん研究所にポスドクとして勤務しました。ここで、私は既存のがん物質は「突然変異」を引き起こし、発がんプロモーターは「細胞分化異常」を引き起こすという大胆な仮説を立てました。この突飛な考えは教授には相談せずに、ワイズマン研究所で一緒だったイスラエル人とフレンド細胞を使って共同研究を開始しました。2週間も経たずに私の仮説の正しさが示されました。「細胞分化の阻害」は未分化の細胞の蓄積を意味し、

**Design the future by a new tool, "Plasma" !!**

新しい製造ツール"プラズマ"は、様々な産業でエッチング、膜堆積、表面改質等に活用されています。

## ニッシンはプラズマとエレクトロニクスの専門メーカー

- 【製造品目】・プラズマ用マイクロ波電源、周辺機器
- ・プラズマの計測、モニター機器
- ・プラズマ応用各種インライン製造装置
- ・高周波技術応用機器
- ・マイクロコンピュータ応用機器



会長 竹内 修(物理学科第1期卒)  
 URL <http://www.nissin-microwave.com>



のメカニズムの本質を見つけたと思いました。この結果をPNAS(USA 科学アカデミー紀要)に発表すると、NatureやScienceなどの超一流紙が私の研究を紹介してくれました。しかし、自分の仮説を自分で証明してもポスドクは独立していませんので、この大仕事も外から見るとボスの仕事になります。コロンビア大学滞在の3年間で、「研究には大きな賭けをする必要性もある」と「独立した研究室を持つことの重要性」を学びました。

フランスにあるWHO所属の国際がん研究所に上級研究員として就職して21年間勤務しました。ここではまず、広島大学歯学部菅野教授との共同研究で電気生理学的手法で発がんプロモーターが細胞間コミュニケーションを阻害し、イオンも通さないことを証明しました。その後は細胞間コミュニケーションの阻害が発がんプロモーションのメカニズムであると言う仮説を考えて、培養細胞および実験動物を用いてこの仮説をサポートするデータを蓄積してきました。その間、カドヘリンによるギャップ結合の機能制御の発見、ギャップ結合によるがん治療の改善の提唱などをしてきました。この研究期間には「現象論の発見の面白さと比較したメカニズム研究の難しさ」と共に「業績・研究費・招待講演発表はサイクル関係にあり、このサイクルをまわし続けることにより活発な研究ができる」ことを学びました。

私はWHOという国際機関で研究生生活の大きな部分を過ごしました。この研究所はその国際機関としての使命を果たすためにいろいろな活動をしています。その大きな活動の一つが「環境物質の発がん性評価」です。毎年2～3回世界各国から多くの分野の専門家が集まり膨大な数の論文からの情報をもとに環境物質の発がん性を評価するものです。私自身もほぼ毎回この会議の事務局員として参加しました。このような活動を通じてがん解明には「実験室でデータを出すような確実な研究と、発がん性評価のようないわゆるソフトなサイエンスも必要である」ことを実感しました。

このような海外生活を終えて、母校で教育しながら研究生生活を終えることができるのは非常に幸運であると考えています。

**山崎 洋(やまさき ひろし)氏 プロフィール**  
 関西学院大学理工学部教授(2000～)、1966 関西学院大学理学部物理学科卒業、1968 同大学院修士課程修了、1972 理学博士(関西学院大学)、1968 広島大学歯学部口腔細菌学教室助手、1973 ワイズマン研究所(イスラエル)遺伝学教室、1975 コロンビア大学(米)癌研究所、1978 WHO 国際がん研究センター(仏)、1991 多段階発癌研究部長、1984 リヨン大学理学部大学院研究指導教授。日本癌学会評議員(2000～)、国際消化器癌学会評議員(1998～2003)。国際学術誌編集委員：Cell Biology and Toxicology(1985～)、Cancer Letters(1998～)、Toxicology(2000～)、Molecular Carcinogenesis(1988～2002)等。