

# トランジスタ技術の理解，導入と日本の電子技術水準

谷 光 太 郎

## 目 次

- 一，はじめに
- 二，日本における実用科学の芽ばえ
- 三，東北大学における電子工学の発展
- 四，まとめ

### 一，はじめに

米国大手半導体メーカーのテキサス・インスツルメンツ社のF・ビューシ社長は，かつて，次のようにいった。

「現代の産業国家が，生産および技術に関する事例を研究しようとするれば，まず，半導体産業に注目するにちがいない。これまでの産業史において，これほど急速に拡大し，目まぐるしい変遷をとげた産業はない」<sup>1)</sup>

半導体産業の特色はビューシ社長のいうように，その急速な発展である。

もう一つの特色とは，日米の突出した2大産業国による寡占的生産・高シェア分割という状況が，1980年代から1990年代前半にかけて生じている

---

1) 「日本の半導体開発」西澤潤一，大内淳義共編，工業調査会，1993年，P. 2

ことだ。産業革命以降の近代産業において、2国だけで世界の生産量の8割以上を占め、しかも両国の産業力が拮抗した戦略産業は少なかったのではあるまいか、と野中郁次郎一橋大教授はいつている?

半導体産業の基本的技術はほとんど全てとっていいくらい米国で生れている。にもかかわらず、日本がこの分野で米国を凌ぐほどの勢いにまでなっていること、しかも、科学技術のレベルがそう低いとは思えない、西ヨーロッパ各国での半導体産業に生彩がないことの原因は何であろうか。

筆者は、その原因を、拙著「半導体産業の軌跡」で次の4点を指摘しておいた。(1)日本人のきわめて強い好奇心、(2)トランジスタ発明のニュースがもたらされた時期、日本には既にその技術の種を受け入れる技術的土壌があったこと、(3)この技術を使って新しい商品を作り出す積極果敢な事業家がいる、新しい需要の市場を創造していったこと、(4)西欧やアジア諸国に多い、物作りを蔑視する思想が日本にはなかったため、生産工程に必要な有能な工場管理者、技術者、作業者の厚い層があったこと。

拙著「半導体産業の軌跡」では、紙数の関係で、以上の4点を指摘するだけに留め、その理由の詳細な記述はできなかった。本論文は、上記(2)について詳しく見ていきたい。

ある産業が興るためには、その産業の種となる技術が必要なことは論をまたないが、その種が根づくための土壌も必要である。種の技術の発明国から、技術導入をしようとしても、その種の技術の基本を理解し、育て上げられる土壌——すなわち、一定水準の関連する技術が既に存在すること——がなくては、いくら種を移植しようとしても無理である。

半導体産業が日本で根づくことができた原因の一つは、トランジスタ発明のニュースが日本に届いた時点において、日本では既にそのニュースの意味を理解できる人々が多数存在し、かつ、直ちにそのニュースの技術を自分達でも試みてみようとするだけの技術的背景ができ上っていたことである。

2) 「半導体産業の軌跡」谷光太郎、日刊工業新聞社、1994年、PP.245～247

科学的土壌は一朝にして出来上るものではない。日本における実用科学の土壌の形は江戸期の蘭学にまで遡れる。もちろん，実用科学の思想なり伝統はそれ以前にもあったが，世界最高レベルの実用科学に直接ふれる，ということでは，近世以降の日本においては，蘭学がその嚆矢といっても間違いではなかろう。系統的な蘭学という知的基礎の上に，明治以降の西欧の文物がスムーズに導入されることができ，近代自然科学の導入とその咀嚼の上に，日本における近代工業が成立し得た。半導体産業もその例外ではない。

## 二、日本における実用科学の芽ばえ

日本では抽象的な論理科学——例えば数学——は比較的独自に発達し，江戸期においては既に世界水準（例えば，関孝和に代表される和算）に達していた。ただ，実用科学——例えば，医学，天文学，物理学，測量学，各種工業（蒸気機関，造船，電信，兵器等）——については世界水準から遅れていた。

徳川中期以降，実用科学の遅れを有識者は知るようになった。それは，主としてオランダ人からの情報によって知ったのである。

そうして，当時の日本人はオランダの書物から，世界水準の実用科学を学ぼうとした。

その起源は，新井白石が宣教師シドッチを訊問したり（宝永6年，1709年），江戸に参府したオランダ人に西洋の事情を聞いたり（正徳2年，1712年），「西洋紀聞」を書きあげた（正徳5年，1715年）頃までに遡れる。また，8代将軍徳川吉宗は享保5年（1720年），切支丹関連以外の洋書の輸入を解禁した。そうして，青木昆陽を幕府に召出し（元文4年，1739年）実用蘭学の研究を命じた。

以上のように，日本人が実用科学では西洋が進んでいることに気づき始めたのは18世紀の前半であった。

以降、オランダ書物から西洋の実用科学を学ぼうとする試みは、絶える事のない溪流となり、いわゆる蘭学と称せられる、実用自然科学の大河となっていた。そうして、最初にその流れが大きくなったのは、医学関連であった。時代の要請に応じて、その後医学関連以外の、物理学、兵器・造船学、電信学、物理学、兵学という川も流れ始める。東洋学の宮崎市定教授は、日本の近代化の成功と清国の近代化の失敗の原因の一つに、日本における蘭学の成立と、清国における西洋学問の不成立をあげている。

宮崎教授によると、シナでも明代末に、ジェスイット派のキリスト教宣教師を通じて、欧州の学問が紹介され始めたのだが、清朝に入ると中絶してしまい、日本の蘭学のような系統的学問は成立しなかった。その後も、清朝は西洋列強と衝突をくり返し、欧州文化の移入は日本のように円滑に行われなかった<sup>3)</sup>

新井白石が西洋事情に関心を示し、青木昆陽が西洋の文物に関心を示したといっても、それは関心の域を出るものではなかった。

西洋の実用科学が体系化される端緒は医学関係であった。

小浜藩酒井候の侍医杉田玄白は、明和6年(1772年)、蘭医学を学ぼうとして、長崎から蘭人とともに江戸に下ってきた蘭語大通詞(通訳)の吉雄耕牛に入門の願いを伝え、この時、外科の蘭書を見、その医図の精緻さに感銘を受けた。2年後の明和8年、同じ小浜藩医の中川淳庵が、江戸に参府してきた蘭人より2冊の蘭医書を借りてきた。蘭人は希望者に譲ってもいい、という。両書には精緻な人体解剖図がついていた。

「もとより一字も読むことならざれども、臓腑、骨節、これまでに見聞するところとは大いに異にして、これ必ず実験して図説したるもの」と考えた杉田は是非購入したいと考えたが、高価でとても手に出せるものではない。藩の重役に相談したところ、この重役の識見で藩費で購入することができた。

この蘭書の人体解剖図は、従来の粗雑な人体図と異なっている点が多い。

3) 「宮崎市定全集16(近代)」岩波書店、1993年、P.37

町奉行に申し出て死刑人の人体解剖を願い出た。この願いは江戸町奉行曲淵（まがりぶち）甲斐守景漸（かげつぐ）により許可され、明和8年（1771年）3月3日の実見となった。この時、立ち合った者の一人に中津藩侍医の前野良沢がいた、前野も杉田が持参した蘭書と全く同じ書物をその日に持参していた。前野は蘭語修得のため長崎に遊学した折にこの蘭書を入手していたのだ。

刑死人の解剖の実見は、蘭書の解剖図と全く同じであった。刑場に野ざらしとなっている人骨を集めて見ても、蘭書の人骨図と寸分の異いもない。

杉田，中川，前野の3人はこの蘭書の翻訳を決意する。決意したといっても杉田，中川は蘭字のABCを知る程度だ。年も杉田が39歳，中川が33歳，前野が49歳。当時では老年の域の年齢である。前野は青年期，蘭書の横文字を見て「国異に言殊なるといへども，同じく人のなすところにしてなすべからざるところのものあらんや」と発憤して，蘭語修得を志した。まず青木昆陽に入門して，ABCを習い，長崎に遊学して蘭語通訳吉雄耕牛の成秀館塾で約百日間，蘭語を習った。

前野のわずかばかりの蘭語の知識でもって三人は最新医学書の翻訳を図ったのである。この蘭書——杉田のいうターヘル・アナトミア——の題名は，正式には「解剖学表・附，図譜及び解説，人体の構造とその各部の機能の図解・解説」で，ドイツのダンチッヒ医科大学教授ヨハン・アダム・クルムスが著わしたもの（1722年）をオランダのライデンの外科医ヘラルト・ディクテンがオランダ語に訳した（1734年）ものである。

杉田らが苦心惨嘆して翻訳した「解体新書」は安永3年（1774年）に刊行された。

刊行にあたっては，蘭書翻訳の刊行であるから幕府のおとがめがあるかも知れない。しかも杉田らは一私人ではなく，藩医である。

杉田の所属する小浜藩の重役岡新左衛門，倉小左衛門らの決断と了承が必要だったことはもちろんである。

解剖図等のさし絵は秋田藩士小田野直武が彩管をふるった。小田野は平

賀源内が鉱山事業で秋田に来た折、主君佐竹義敦（曙山）とともに平賀より洋画を学んでいる。世にいう秋田蘭画の代表画家で、従来の狩野派、土佐派、文人画といった日本画とは異なる、遠近法を採り入れ、精緻な即物的画風のオランダ風の画法の創始者の一人である。

以上のように、実用科学としての西洋学の端緒は医学であった。そうして、その開花の第一歩といえる「解体新書」の刊行までの道のりは次の各要素が必要であった。

- (1) 幕府による蘭学輸入の解禁
- (2) 蘭語修得の気運、蘭語塾の芽ばえ
- (3) 蘭人長崎商館長の江戸参府システムの成立と定宿（長崎屋）の設置
- (4) 指導者層（例えば小浜藩の重役）の実用科学としての蘭学の有用性の認識
- (5) 実証的画風（蘭画）の成立。絵画を単なる風雅の遊びと見なさず、実用に役立つものにしようとする気風の成立

ドイツ医書からのオランダ語翻訳ではあるが、上述の最新の医学書がオランダで発行されたのが1734年。

これが当時の交通事情を考えれば極東の僻地日本に舶載され、好奇心旺盛な日本の医者目に止まり、蘭語を殆ど解さぬ彼等の手によって、11回にもわたる訳文の改訂の後、3年後に刊行されるということはただごとではない<sup>4)</sup>

その後は、蘭学は徐々の興隆をみるが、更に大飛躍するターニングポイントは天保9年（1838年）の緒方洪庵による適々齋塾（大阪）の開塾である。このいわゆる適塾には、全国各地から蘭学希望者が集まった。緒方洪庵は医者であったが、適塾は理化学を中心とする蘭語学校の趣があり、蘭書により、多くの理科学の研究もなされた。

ここでは、福沢諭吉とエレキテルの挿話を記し、日本の電子工学の初ま

---

4) 杉田玄白等による「解体新書」の発行のいきさつについては「杉田玄白」片桐一男、吉川弘文館、平成6年を参考にした。

りの一つを考えてみたい。

福沢諭吉の師，緒方洪庵は筑前黒田侯の御出入医であった。安政3年(1856年)か4年の某日，福沢は師に呼ばれた。「今日筑前屋敷で原書を一寸と借りて来た」という。福沢が見ると，最新の英書を和蘭語に翻訳した物理書で，書中は新しい事ばかり。特にエレキテルの事が詳しく書かれている。この物理書は英国の大家ファラデーの電気説を土台にして，電池の構造法なども書かれており，唯驚ろくだけで直に魂を奪われた。聞くと二晩は借りれるという。

師から借りて塾へ帰ると，塾中の書生が雲霞の如く集まってきた。直に写し取ることの一決した。「此原書をただ見たって何にも役立たぬ。見ることは止めて，さあ写すのだ。併し，千頁もあるから全部は無理だ。最後のエレキテルの所だけ写そう。皆んな筆紙墨の用意をして惣掛りだ」

一人が読み，一人が写す。少しでも疲れると直ちに替る。筆は，薬種屋で売っている鶴か雁の羽の軸を削ってペンにする。紙はそのままでにはじみ，ペンの滑りが悪いので，ドーサを自分達でしたものを使う。墨汁をインク代りにする。30人から50人の者が2夜3日の間，途切れることの全くないまま，エレキテルの所を書き写し，その上で読み合せをした。書き写した紙数は150～160枚である。黒田侯はこの1冊を80両で買ったと聞き，貧書生は唯驚くのみ。黒田侯へ返却日の夕には，書生達はこの原書をなでまわし，親に暇乞をするように別れを惜しんだ。

これによって，塾中のエレキテルの説が全く面目を新たにした。

緒方の塾生達は，ただ蘭書を読むだけでなかった。蘭書に書いてあることは何でも作ってみようとした。例えば，塩酸亜鉛があれば鉄に錫メッキができる。塩酸などどこにも売っていないから，蘭書を読んで塩酸を作って亜鉛を溶かしこむ。

昆布荒布の海草類を買ってきて，ヨード作りを試みる。馬爪を無料でべっ甲屋から貰ってきて，徳利に入れ，炭で熱してアンモニアを作る。臭くて耐らぬと苦情が出るので，船頭を1人雇って，淀川のボロ舟を借り，舟

の上で試みたりした。硫酸の製造、精製も試みる。犬、猫はもちろん、死刑人の解剖もやって、蘭書の勉強の確認をする。

蘭書を読むからといって、オランダやオランダ人をむやみに有難がるといったことはない。福沢の先輩で適塾の塾長をやったことのある長州の村田蔵六(大村益次郎)など、「オランダの奴が何だ。小さい癖に横風な面しておる」などと公言する<sup>5)</sup>

村田は蘭書を読むのが巧みで、多くの兵術書を翻訳し、幕末戦争時は長州軍を率い、維新役は、陸軍創設に大いに力を振った。

蘭書をもとに各種の理化学機器や兵器類の製造を試みた者に佐久間象山がいる。佐久間は信州松代藩真田幸貫(松平定信の実子)に仕えた。

主君が老中に任ぜられ、海防係となるにともない主君の顧問となった。某日、蘭学者の坪井信道より最近入手したという蘭書の砲術書を見せられた。

精緻な図解が入った最新の砲術書だが残念なことに読めない。

一念奮起して、坪井塾の塾頭黒川良安から蘭語を学ぶこととした。弘化元年(1844年)のことである。12歳の黒川良安は父と越中から長崎に遊び、父とともに吉雄耕牛の蘭学塾に入り、12年間にわたって蘭学を学んだ。24歳の時、長崎を離れて江戸へ下向し、坪井塾の塾頭となった。

この年、佐久間は蘭書ショメールの「百科辞典」16冊(40両)を藩費にて購入し、この書を参考に、ガラスや電信機などの製造に励んでいる<sup>6)</sup>

日本における西洋の実用科学は18世紀後半に蘭医学として花を咲き、19世紀の半ばには主とし軍事関係に関心が移っていった。その中心は大砲、築城、造船といったものであったが、電信への日本人の関心も高かった。

電信機を発明した米人モールスは1837年、ニューヨーク大学で500米の電線を張って電文伝送の実験を公開した。ドーバー海峡に海底電信線が敷設されたのは1851年であるが、この頃までに佐久間は蘭書を参考に日本最初

5) 「福翁自伝」福沢諭吉, 岩波文庫, 1968年, PP.88~92, P.151

6) 「佐久間象山」大平喜間多, 吉川弘文館, 1987年, PP.73~76, P.80~81

の有線電信機を試作していた。また、長崎奉行は蘭人から英仏間のドーバ—海峡海底電信線敷設を聞き、翌年の1852年にはそのことを幕府老中に報告している<sup>7)</sup>

1835年モールス(米)により発明された電信機は、18年後の嘉永6年(1853年)ペリーにより日本へもたらされた。ペリーは電信機を1台持参し、幕府に献上した。

この3年後の安政3年(1856年)には蘭書を頼りに佐賀藩が電信機の試作品を作った。薩摩藩の島津斉彬は、安政2年、緒方洪庵、川本幸民等に電信関係の蘭書を翻訳させるとともに、家臣肥後七左衛門、梅田市蔵等に電信機の試作品を作らせた。これを江戸屋敷で数十回の改良と試験を行ない、電信を成功させた。安政4年、鹿児島に帰った斉彬は、川本幸民に寺島宗則を指導させ、本丸の休息所と二の丸の探勝園茶屋との間300間に電線を張って連日試験を行ない、電信通信を成功させた。

安政5年には、福井藩、伊予大洲藩でもそれぞれ橋本左内、三瀬周三の力により、電信の実地試験が行われた<sup>8)</sup>

明治維新直後の明治2年には、当時の外務大輔寺島宗則の進言で、神奈川県庁と東京築地の運上所(税関)の間32キロに電信線がひかれた。

明治4年6月には長崎・上海間に、同年11月には長崎・ウラジオストック間に電信業務が開始された<sup>9)</sup>

モールスが電信機を発明した10年後には、蘭書を頼りに電信機の試作を試みた者(佐久間象山)がおり、20年後にはこれも蘭書を頼りに実用品を作り上げた者(島津斉彬)がいた。当時の世界の交通事情や鎖国という条件の下では、驚ろくべき早さといつてよかろう。

明治維新の開国後は、海外の実用科学の新発明は従来にもまして早く導

7) 「エレクトロニクスを中心とした年代別科学技術史」城阪俊吉、日刊工業新聞社、1975年、P.83

8) 「島津斉彬公伝」池田俊彦、中公文庫、1994年、PP.413~414

9) 「電気通信の父、寺島宗則」高橋宗則、国書刊行会、1989年、P.12、P.18、P.31

入するようになった。貧欲なばかりの好奇心と導入意欲である。明治9年(1876年) グラハム・ベルが電話器を発明した。実験での最初の通話はベルとその友人間の通話であったが、この実験室での通話体験の最初の外国人は、米国留学中の日本人だった。

明治10年には、東京赤坂の工部省と宮内省との間、約2キロで通話実験があった。電話発明の翌年であり、しかもこの実験に使用した電話器は米国の輸出電話の第1号器であった<sup>10)</sup> この年の翌年、2台の電話器の模作品が作られた。明治23年には東京と横浜で電話事業が開始された。

トランジスタの発明は、電話技術改良の必要性から生れたものである。

トランジスタ発明のニュースに接して後の日本人の動きと、電話器の発明に対しての対処の方法に多くの共通点があることは興味深い。

明治政府は実用工学を特に重視した。

明治3年に工部省が設置されると、その下に工部大学校が置かれることとなった。

赤レンガのルネサンス様式の校舎が現在の霞ヶ関ビルのある所に落成したのは明治11年。落成式には明治天皇が行幸された。学科は、土木、機械、電信、造家建築、造船、鉱山、化学、冶金の8学科であった。明治政府が重視した工学の中に電信科があるのは興味深い。

第1回の卒業式は明治12年11月。この時、電信科を首席で卒業したのは佐賀県出身の志田林三郎である。卒業後、英国グラスゴー大学でケルビン卿の下で電気学を学び、明治16年帰朝。工部省に出仕し、日本人として最初の工部大学校教授となった。志田は、我国初期の電信事業の開発に献身する。

明治18年、太政官制が廃止され、新たに内閣制度が設けられることになったが、志田は、これに先だち、明治16年、「(工部省の) 郵便、電信両局」を合併して、独立組織を作る建議書を提出した。これが認められ、新発足の内閣では逓信省が設置された。

10) 「エレクトロニクスを中心とした年代別科学技術史」前出、P.99

この時，志田は逓信省の工務局長に就任している。

工部大学校では，明治17年，電信科は，電気工学科と改称された。なお，工部大学校は明治19年，文部省の所管に移り，帝国大学工科大学と改称された。

明治21年6月25日，電気学会が創設され，第1回総会がこの日開かれた。会長には逓信大臣の榎本武揚が就任した。榎本の挨拶に続いて志田は幹事として演説し，電気技術の将来について，次のような予測をしている。

○高速電信，○多重通信，○長距離電話，○長距離大電力伝送，○電燈照明の開発，○電車の普及，○鉄道電化，○テレビ，○記録機および，録音機の発明，○電気船舶，○電気空船

予想が外れたのは，最後の2つだけだった<sup>11)</sup>

電信と電話に関して日本人が見せた素速い対応は無線通信においても見られた。

マルコーニが英国で無線電信を発表した1ヶ月後の1897年（明治30年）1月，逓信省電気試験所の浅野応輔所長は所員の松代松之助に無線電信の研究を命じている。浅野は東京帝大工科大学の兼任講師として電信・電話学を教え，後述の八木秀次も講義を開いている。

有線電信はあったにせよ，欧州と日本間の交通事情は蒸気船によるルートしかなかった当時を考えれば驚ろくべき早さの反応であり，その反応は欧米諸外国の反応より早かった。口伝によれば当時訪欧中の長岡半太郎がこれを知り逓信省に研究の進言をしたという<sup>12)</sup>旧制二高（仙台）の物理学教授の木村駿吉も無線電信に強い関心を持ち実験を始めた。実用化に強い意欲を示したのは海軍だった。松代と木村を海軍技師に任命してその開発に

11) 「先輩志田林三郎先生」，谷恵吉郎，学士会報1994年IV，No805，PP.26～28。なお，志田が学んだケルビン卿の弟子ユーイングは5年間東大で教鞭をとり長岡半太郎など多くの人材を育てた。ユーイングの実験重視の奔放な研究態度—実証主義的学問の気風は長岡半太郎・本田光太郎を通じて東北大学の学風となっていたといわれている。

「NHK，人間大学，独創の系譜」，西澤潤一，1992年，日本放送出版協会，PP.40～41

12) 「NHK，人間大学，独創の系譜」，前出，P.73

あたらせた。松代と木村は海軍大学校の構内に実験室を作り、助手3名を使って試作品を完成させた。明治36年(1903年)には火花式無線電信機を開発。その後横須賀兵器工廠内に工員60の人の専用工場を作って生産にあたるとともに、海軍に新たに電信兵部隊を創設して猛訓練し、明治37年12月には主要全艦船に36式無線電信機と電信兵を配置した。

海軍は、最初はマルコーニ社から無線電信装置の購入を考えたのだが、マルコーニ社が装置代金以外に100万円の特許料を要求したのであきらめ、自国での生産に切り換えたのであった。当時の日本は世界最新技術を素早くキャッチし、しかもそれを自前で製作する技術力を持っていたわけである。これが明治38年5月の日本海海戦時、哨戒船信濃丸による「敵艦見ユ」の発信となり、日本艦隊は戦う以前からロシア艦隊の位置と進路を刻々と知ることができ、勝利の一原因となった<sup>13)</sup> また、ロシア艦隊を洋上で見た者に沖縄の一青年(奥浜牛)がいた。那覇で雑貨を買い込み山原船(やんばるぶね)に積み宮古島へ売りに行って生計を立てていた。奥浜青年は途中でロシア艦隊を見たが宮古島には電信施設がない。

宮古島の五人の漁師が丸木船に乗り15時間かけて八重山群島の石垣島へ行き、八重山郵便局から海底電線の通信により、沖縄県庁と東京の大本営にロシア艦隊発見の電信が打たれた。当時、石垣島といった僻地にも電信施設が設けられていたのである<sup>14)</sup>

明治44年(1911年)には、電気試験所の鳥潟右一、横山英太郎、北村政次郎によるTYK式無線電話を発明した。これは実用的なレベルで電波に人間の声を載せることに成功した世界初のものであった。それまでの無線機は断続的なモールス信号は送れたが、連続的な人の声までは送れなかったのである。このTYK式無線電話は東京汐留の電気試験所と芝公園内の通信官吏練習所との間1.5キロの間で皇太子(後の大正天皇)の御来臨のもとに実験された。

13) 「電子立国日本を育てた男」松尾博志、文芸春秋社、1993年、PP.72~74、PP.77~78

14) 「坂の上の雲、6」司馬遼太郎、文芸春秋社、1972年、PP.133~144

鳥瀉は後に無線通信の受信に使う鉱石検波器を発明している<sup>15)</sup>

### 三、東北大学における電子工学の発展

大正末期から昭和初期にかけて，東北大学工学部から世界最高水準の電子関係の技術が数多く生れた。この東北大学電子技術（同時は弱電技術といった）の基礎を作ったのが八木秀次教授だった<sup>16)</sup>

東大工学部の前身の工部大学校が第1回の卒業生を出したのは明治12年。電気系学科としては電信科があった。明治17年，電信科は電気工学科と改称された。有線電信の技術はほぼ確立され，以降，真空管の発明まで電気系学科の主な関心は発電機や送配電，電動モートル（いわゆる強電）に移っていった。

八木が東京帝大工科大学電気工学科を卒業したのは明治42年。1年生の当時電気工学科には弱電関連講座は1科目あっただけで，逓信省の技師が兼任講師だった。2年の時，逓信省電気試験所の無線研究者だった鯨井恒太郎が専任の助教授として赴任してきた。

八木は大学を卒業すると直ちに仙台高等工業電気科の嘱託講師となった。東北帝大は東京帝大，京都帝大に続いて，明治40年創設（最初は理科大学と農科大学）されていたが，近々創設が予定されていた工科大学教授となるための予定配置であった。大正2年欧州へ留学。ドレスデン工科大学のバルクハウゼン教授の下で研究した。バルクハウゼンはゲッチンゲン大学で電気物理学の権威シモン教授の指導を受け，無線工学の基礎である電気振動学の研究を行ない，ドレスデン工科大学では弱電工学研究所長も兼ねていた。

電気工学を強電工学と弱電工学に分類したのはバルクハウゼンで，その

15) 「電子立国日本を育てた男」前出，PP.79～80

16) 八木に関しては主として「電子立国日本を育てた男」前出によった。

八木に関しては「NHK，人間大学，独創の系譜」前出のPP.48～56も参考にした。

著「電気振動学入門」により電波工学の意義を世界に知らしめていた。八木は、その後英国に渡って、ロンドン大学ユニバーシティ・カレッジの教授で真空管の発明者であるフレミング博士の下でも学んだ。

1904年、フレミングが2極真空管を発明し、1906年にはド・フォレスト(米)が3極真空管を発明した。

20世紀はエレクトロニクスの時代、といわれることもある。その源流は20世紀早々に発明されたこの2つの真空管であり、この真空管の機能を半導体の結晶を使って実現したのが20世紀半ばに発明されたトランジスタであった。トランジスタは、多くの欠点を持つ3極真空管に代るものを考える過程で生れた。

真空管技術の誕生は当時の次の3つの科学的成果の結合を背景としていた<sup>17)</sup>

- (1) マクスウエルの電磁波論と、それを実証したヘルツの実験の成功。  
これに基づく無線技術の発達。
- (2) エジソンの電灯の発明(1879年)とそれに伴う真空技術の発明。
- (3) トムソンによる電子概念の確立。この電子概念により、全ての原子は一定・共通の負電荷と質量を持った粒子(電子)によって構成されていることや、熱したフィラメントからこの電子が放出されることが明らかとなった。

八木が英国で学んだフレミングは、エジソンやマルコーニとも親しく、それぞれが創設した会社とも関係していた。

1912年、ド・フォレストは自分の発明した3極真空管に、電気信号を増幅する作用があることを発見した。この増幅作用を利用すれば、遠距離電話がより安易になり、微弱な電波や電信を人間の耳で聞くことのできるものができるようになる。さらに翌年の13年には、米と独の研究者がこの3極管が電波の発信作用を持ったことを発見した。従来の火花式発信は発信

17) 「エレクトロニクスを中心とした年代別科学技術史」前出P.156

電波が断続的で不安定であった。この3極真空管を使えば安定で連続した電波を発信できるから人の声や音を載せやすい。その後のラジオやテレビが実現するのもこの真空管の増幅作用のお蔭であった。

八木はこのような3極真空管の勃興期に英国に渡り、フレミングの下で各種の実験を行った。

帰国すると、東北大学の電気工学科の主要研究テーマを弱電に絞った。当時の教授陣は平山毅(40歳)、八木秀次(33歳)、抜山平一(29歳)で平山が最年長ではあったが、平山は研究テーマに関しては特に発言せず、八木が電気工学科のリーダーシップをとった。八木の弱電へのテーマの絞り込みの理由は、「弱電の研究は強電の研究より金がかからないから、世界最先端の研究ができる。力をあわせてやれば弱電では世界一流の大学になる」というものだった。

八木は、当時最先端の技術である真空管の研究を始める。人間の声や音を乗せられるような安定で連続した電波を発振できる素子は真空管だという評価が定まりつつあった。

大正9年(1920年)には米国でラジオ放送が開始された。ラジオ放送の電波は、真空管でなければ発信できず、受信も真空管が最も安定していた。

八木の口ぐせは、「理学と工学の間をいけ」、「世界の物理学の先端から常に目を離すな」であった<sup>18)</sup>。八木が物理学に魅かれたのは、理科大学物理学科教授で、当時続々と新発見を学界に発表していた本多光太郎の存在が大きかった。また、八木が米国のGE(ゼネラル・エレクトリック)研究所で、スタインメッツ所長からいわれた言葉からの影響もあった。「日本の工業が立ち遅れていると思うならば、せめて材料の研究に集中すれば、やがて世界一流の仕事ができるようになるだろう」。これは、材料の中での電子の振舞いを物理学の次元から追求することでもあった。

八木は助教授の千葉茂太郎とともに高圧放電と真空管による無線研究を

18) 「電子立国日本を育てた男」前出，P.24，P.108，P.114，P.112

行ない、拔山平一は電話振動板を中心とする電気音響を研究した。拔山は米国留学の際はハーバード大学のケネリー教授のもとで電気音響学を研究していた。電話の震動板の研究は当時の電気振動学の最先端を行くものだった。

八木は財団法人齊藤報恩会から毎年4万円づつ5年間にわたって「電気を利用した通信法の研究」の資金援助を受けたこともある。齊藤報恩会は東北地方では酒田の本間家に次ぐといわれた仙台の齊藤家が提出した私財300万円をもとに、そこからあがる利益を運用する財団で、その利益の6割は全て東北大学の研究に委ねるという異例の財団であった。労働者の日当が1円前後の時代の20万円の研究補助は大きかった。当時は、帝国大学工学部の1講座当りの研究費は年間500円から1千円であった。

大正10年には東京帝大を卒業したばかりの渡辺寧（明治29年生れ）が電気工学科の八木の研究室に講師として着任した。渡辺は真空管、水晶振動子、濾波器（必要な周波数の電流のみ選択して通過させるフィルター）の研究を始めた。

八木は海軍委託学生西村雄二機関大尉が実験中に得た特殊な現象を理論化し、いわゆる八木アンテナを発明した(1926年)。また、松尾貞郭助手が福島県原町の対米無線電信塔の下で実験中、眼前を飛行機が飛んだ時、とたんに強烈な電波を観測した時にも、これを理論化し、金属が電波を反射することを明らかにした。これはレーダーの基本理論となった。

岡部金治郎講師が学生実験の異常データに気づいた折も岡部に適切なアドバイスを与え、これは高周波発振器の陽極分割型マグネトロンの発明となった。

東北帝大工学部に電気通信研究所を創設することにもリーダーシップを発揮した。

八木はその後、大阪帝大理学部への創設に尽力するが、湯川秀樹の論文に関心を持ち、講師として物理学科に招いた。湯川がその後論文を完成させないのに怒った八木は湯川を激しく叱責する。発憤してまとめた論文が、

その後ノーベル賞を受賞した中間子理論であった。

八木は昭和13年の電気系3学会（電気学会、電気通信学会、照明学会）で、「電子管の将来」という特別講演を行った。その中で、半導体の将来性について、次のように講演している<sup>19)</sup>

「半導体に見られる諸現象は、旧来の物理学では説明ができない。新しい物理学によって半導体の現象が今後解明されていくと、半導体は非常に有望な材料になるだろう。これからは材料の研究が重要である。将来は電気工学界全体が、材料に支配されることになるだろう」

昭和15年の日本工学大会で八木は、「電子工学」、「電子工業」という言葉を日本で初めて使っている。

太平洋戦争は名前の通り、太平洋での海軍を中心とする戦いであった。広大な海洋での戦いであるから無電による通信や、新兵器のレーダーがきわめて重要な存在となった。

海軍は電波関係技術を最重要技術と考え、渡辺寧東北大学教授を海軍技術中将待遇の技師として海軍技術研究所に招き、昭和18年7月には電波研究部を独立させ、更には翌年4月、この研究部は海軍大臣直属の電波本部となった。これは伝統ある艦政本部、航空本部と同格である。

電波兵器の心臓部にあつて最も重要な部品は真空管だったが、この真空管に技師達は泣かされた。東芝、日本電気、日本無線などの大手メーカーは良品の生産に苦勞した。良品率が1%前後のこともある。良品検査にパスしても100時間も通電すると球切れ現象を起す。真空管の信頼性が高ければ、真空管を多く使うほど機器の性能もよくなるし、設計も楽になる。当時新開発したレーダーには50本前後の真空管が使われていたが、このうちの1本でもぼけてくるとレーダー全体がダメになる<sup>20)</sup>

事の重大性に気づいた軍部は、長岡半太郎、八木秀次、渡辺寧等の学識

19) 「電子立国日本を育てた男」前出、PP.303~304

20) 「海軍技術研究所」中川靖造、日本経済新聞社、1987年、P.223, P.150, P.146

経験者、メーカーの代表を集めて、陸海軍電波技術研究会（昭和18年8月発足）を組織し、何度も対策案を協議したが、はかばかしい成果は得られなかった。原因は資材不足と、真空管量産工業の未熟であった。

戦後、渡辺が真空管に代るデバイスとしてのトランジスタに飛びついたのは、技術者としての好奇心があったことは勿論ではあるが、海軍技術研究所で質の悪い真空管でさんざん泣かされ、電子機器にとって真空管がいかに大切かを身を以て知っていたことも大きかったと思われる<sup>21)</sup>だから、トランジスタという固体能動素子の持つ可能性を直観したのではなからうか。

レーダー関連の高周波の検波器の必要性はこのための鉱石検波器の研究も増進させた。

全国各地から天然鉱石が20種類以上海軍技術研究所に集められた。ラジオ受信用に使われていた方亜鉛鉱は全々だった。黄鉄鉱とシリコンがマイクロ波に適した特性を持っていることがわかった。シリコンは純度を上げれば使用に耐えられそうだったが、その純度を上げる方法が見つからない。黄鉄鉱一本に絞られた<sup>22)</sup>

鉱石検波器については米国も同様、レーダーの高品質化のための必須技術として研究が進められた。その研究の一つがパーデュ大学を中心とするゲルマニウムの精製やその特質の研究であった。そうして、これが戦後のトランジスタ発明に結びついてゆく<sup>23)</sup>

明治から大正後期まで、日本の弱電技術の中心は逓信省の電気試験所であった。大正後期以後、その中心は東北大学に移っていったが、電気試験所にはその技術的伝統が脈脈と繋がっていた。この電気試験では昭和10年頃より関壮夫（後に日立中研副所長）等が中心となり、毎週物性に関する輪講会が開かれていた。また、戦争中は同じく関等が中心となつての、蛍光や電子放射、整流や検波の作用を持つ半導体的な電気伝導を持つ材料の研究も行われていた。

21) 「海軍技術研究所」前出、PP.181~184, P.278

22) 「海軍技術研究所」前出、PP.203~204

23) 「半導体産業の軌跡」前出、P.28

昭和14年に、電気試験所に電子管とテレビの研究のための神代分室ができると、兼務技師の渡辺寧が半導体関連の講義を毎月1回行い、これは「神代スクール」と俗称された。

分室員は、渡辺の「エネルギーで難解な内容に感嘆しつつ、辟易しつつ」、半導体に関する興味と理解を深めた。

敗戦後は、渡辺は東北大学教授と電気試験の基礎部長を兼務し、部下の鳩山道夫（後、ソニー研究所長）は渡辺部長から半導体の研究をやれ、といわれて当惑していた<sup>24)</sup>

このように弱電関係の技術力の高かった電気試験所は終戦後、占領軍の命令で分割され電電公社（現在のNTT）の電気通信研究所、通産省の電子技術総合研究所になった。この2つの研究所からは多くの半導体関係の技術者が生れ、民間メーカーに移って民間メーカーの半導体部門育成の有力なメンバーとなっていた。

特に1962年の春には電気通信研究所から30数人がやめて民間メーカーや大学に移っていった<sup>25)</sup>

渡辺は東北大学でも、ベル研究所でトランジスタが発明された後は、弟子達に「半導体をやれ」と命じ、自らも理学部の物性勉強会に参加していた。初めての参加の折、渡辺は次のようにあいさつした。

「私のような、素人が専門家の皆様の前で、物性論の研究発表をさせて戴くのはまことに失礼だと思いますが、本日の発表について皆様の忌憚のないご意見をいただいて、満身創痍になる覚悟をして来ました」

渡辺は、戦災のため疎開した所から満員列車の中でリュックサックを背負い、立ったまま物性論の文献を読みふけて大学へ通った<sup>26)</sup>

潮恒郎（元三菱電気副社長）は昭和21年9月に東大電気工学科を卒業し、大学院特別研究生に採用された。

24) 「日本の半導体開発」前出，P.16，PP.30～33

25) 「NTT技術水脈」中川靖造，東洋経済新報社，1990年，P.103

26) 「半導体に賭けた40年」，岩瀬新午，工業調査会，1995年，PP.35～36

指導教官の瀬藤象二教授は潮に半導体の研究を命じた。瀬藤教授はその理由を次のようにいった。

「戦後の日本が世界に貢献するには技術しかない。これまで世界になかったような技術を研究し、工学的に応用することが研究者の生きる道だ。  
(そのために)君は半導体をやりなさい」

潮は瀬藤教授の指示に従がい、硫化銀を使って半導体の研究をした。1年ぐらい後、ベルシステム・テクニカル・ジャーナル誌に、世界最初のトランジスタに関する論文が載った。潮は自分がやっていたのとは比べものにならぬくらいレベルが上であったため、ショックを受けて研究を打ち切った。そうして瀬藤教授の卓見に舌を巻いた<sup>27)</sup>

潮の例でもわかるように、ベル研究所でトランジスタが発明される以前から、日本の関係者の間では、「これからは半導体の時代になる」という共通認識が存在していた。産業界や学界の専門家による「半導体研究会」という組織が既に1940年代後半から50年代初めにかけてあった。オリジン電気、サンケン電気といったセレン整流器や亜酸化銅整流器といったメーカーの関係者、東北大学の渡辺寧教授が中心であった<sup>28)</sup>

このようなバックがあったから、トランジスタ発明のニュースが伝わるや、直ちにこれの研究に飛びつかせ、またその開発と製造に自ずと努力が向ったのである。

技術先進国であった西欧諸国が、半導体産業で日米に一籌を輸するようになったのは、フィリップス社をけじめとして大手電機メーカーが真空管技術に強く、トランジスタという新技術に積極的関心を示さなかったことも大きな原因となった<sup>29)</sup>

27) 「東京大学第二工学部」今岡和彦，講談社，1987年P.228

28) 「日本の半導体開発」前出，P. 3，P.16

29) 「日本の半導体開発」前出，P. 3

#### 四、まとめ

20世紀に入ってから20世紀半ばに至るエレクトロニクスの進歩は真空管技術の進歩とって過言であるまい。

端緒となったのはエジソンの電灯の発明(1879年)であった。電灯の改良は真空管技術の発展を併ない、無線電信の受信器の検波器としての2極真空管(フレミング, 1904年)が生れた。更に1912年には電気信号を増幅する作用を持つ3極真空管(ド・フォレスト, 1912年)が生れた。

米国でラジオ放送が開始されたのは1920年である。電信・電話の発達やラジオの大衆化はますます真空管をはじめとする、電子部品の需要とその高度化への研究開発を刺激した。このような時期に世界の最先端に行くドレスデン工大のバルグハウゼンや英国ユニバシティ・カレッジのフレミングの下で学んだのが八木であった。八木は真空管の研究に打ち込み、東北帝大電気工学科はバルブ(真空管)大学と揶揄される有様だった。

明治から大正までの日本の弱電研究の中心は逓信省の電気試験所で技術水準は世界水準と比べて遅れていた。大正末期以降は弱電研究の中心は東北帝大へと移り、八木等の努力により世界水準に到着した。ただし、それはあくまでも学問的水準であり、工業レベルとしてはまだまだ問題が多かった。質の高い真空管の量産はまだまだであった。

第2次大戦になるとレーダーをはじめとするマイクロ波の応用が盛んとなった。真空管では高い周波数への展開がむずかしい。再び鉱石検波器が見直されるようになった。

日本でも戦争遂行上から真空管の高度化や量産が国家的重要事項となり、学界や実業界はその対処のため苦心惨憺した。鉱石検波器も研究された。この鉱石検波器の必要性から米国では純度の高いゲルマニウムの研究へと進み、これがトランジスタへの発明と結びついてゆく。

日本における最初の世界最高水準の医学への手がかりは江戸期の杉田玄

白らによる蘭語研究と解体新書の翻訳・発行であった。このいわゆる蘭医学の伝統が明治維新後日本医学を一挙に世界水準まで昇らせた。理化学関係の電気通信関係も、緒方洪庵の適々齋塾らの蘭学塾が中心となり、また島津斉彬等の開明的君主のバックアップもあって、有線の電信技術が発展した。明治以降は電話や無線電信の発明の報を聞くや、世界に先がけて、その技術の修取と応用に全力をあげた。

真空管技術についても、世界に先がけてとっていいくらいに八木秀次を中心とする東北大学で研究が進められた。太平洋戦争では真空管をはじめ電波応用技術に国をあげて取り組んだ。

トランジスタ発明の報が日本に届くや、東北大学の渡辺寧教授や、電気試験所の物理課長の鳩山道夫等が直ちに反応を示した。

日本においては、トランジスタの持つ潜在的な能力の意味を理解するだけの技術的背景が出来上がっていたのである。

このような技術背景——新技術受け入れの土壌——があったればこそ、トランジスタ技術をたちまちのうちに自家薬籠中のものとし、短時間のうちに世界最大のトランジスタ生産国となることができた。技術的背景がない所では一部の人々がどんな施策をとろうとその技術に基づく産業が一流になることは不可能である。