



日本の半導体研究事始

諮問委員 志村 幸雄

(技術ジャーナリスト、金沢大学講師)



1. 「志村資料室」開設への私感

技術ジャーナリストとしての私の半導体産業との関わりは早くも半世紀近くに及ぶが、その時間軸の長さや拙い経験が買われてか、この度「日本半導体歴史館」のウェブサイト「志村資料室」が開設される運びになった。私自身は同歴史館のアドバイザーボードの一員として及ばずながらお手伝いをしてきた。それが何とも晴れがましいことに私の名前を冠した資料室を立ち上げて頂くことになったのだから、ミイラ取りがミイラになったようなものである。

資料室の冒頭にも記したことだが、第2次世界大戦直後に誕生した半導体産業は60余年の年輪を刻み、草創期はもちろん発展期の出来事や製品までが、人々の記憶を含めて歴史の彼方に消え去ろうとしている。現に、業界の再編や工場の改廃が繰り返される中で、当時の技術資料や製品サンプルは予想以上に散逸し、まるごと消失しているケースも少なくない。俳人中村草田男は「明治は遠くなりけり」と詠んだが、今日では「戦後」さえも遠くなった。私の資料室がそんな技術資産の空洞化現象をいくらかなりとも補完できるなら望外の喜びというものである。

振り返って、日本の半導体産業は米国をお手本にしてスタートしたが、その技術や生産方式を積極的に受け止め、時代時代の節目で、単なる「受容」を超えた、内発的で創造的な役割を演じてきたように思われる。日本が一時的にせよ、米国をしのぐ半導体生産国になったのは、この産業にかかわり合った人々の叡智と努力の賜物というほかはない。21世紀を迎えた今日、日本の半導体産業は非力の極みにあるが、「往時の勢い、今いずこ」と嘆息するのは、私だけではあるまい。

それはともかく、今回の作業に取り組んで改めて感じたのは、日本の研究者や技術者が半導体時代の到来を予感(というより予測)して早い時期から着実にその準備を進めてきたという事実である。いささか大仰な言い方になるが、その先見性と研究蓄積こそが、ベル研究所によるトランジスタの発明を契機に開花し、米国を追う半導体工業国の原動力になったともいえる。

この点については資料室でも若干触れたが、本稿で

はさらにいくつかの資料を提示して私見を例証したい。

2. 八木秀次論文の先見力

よく知られているように、A.H.ウィルソンは金属における整流理論が確定していなかった1931年に「電子的半導体理論」と題した論文を発表して、いわゆるウィルソン模型を提示している。この論文には、自由電子と自由正孔(キャリア)の概念が導入され、キャリアの数によって金属、半導体、絶縁体に区別されている。ウィルソン論文には表題を含めて「Semi-conductor」という術語が用いられている。

では日本で「半導体」という用語を初めて用いたのは誰か。新田尚道の報告「朝日技報」(1994年7月号)によれば、日本の学術論文にこの術語が登場するのは意外に古く、大正時代のことである。

なかでも、最も古いと思われる論文は、1920(大正9)年3月20日発行の「電信電話学会雑誌」に掲載された理学博士・小幡重一の「電子論及相対性原理概要」とされる。文中には、「又半導体にあつては其導電の一部は金属導電であり一部電解導電であるものもあります。是等金属導電に非ざるものの特徴はオームの法則の行はれない事であります」といった説明がなされている。

論文名に半導体という用語がズバリ使われているものには、「電気学会雑誌」1925(大正14)年6月号に掲載されている岡部金治郎の「半導体の電導度測定上に現はれる金属板の影響」がある。岡部は東北帝国大学を卒業して1928年に陽極分割型マグネトロンを発明し、44年に文化勲章を受章している。

トランジスタの出現など全く予期しなかった時代に半導体の将来性を見抜いていたのは、八木アンテナの発明者で、日本に弱電工学(今日のエレクトロニクスを指す)の基盤を築いた八木秀次である。「電気通信学会雑誌」1938(昭和13)年5月号には、写真1に示すように、その八木の「電子管の将来」と題した特別講演の全文が記載されているが、そこにはむしろ真空管時代から半導体時代への転換が予見されていて驚かされる。以下にその核心となる部分を引用する。



電子管の将来 会員 八木 秀次

写真1 八木秀次論文が掲載された「電気通信学会雑誌」

「今迄の物理学にあった以前のモデルに依りますと、世の中に電気を導く金属があり、導かない絶縁材料があることなどは説明出来ない。又半導体と云ふものは、殆ど説明が出来ない。それは新しい物理学に於ては分って来て居るのでありまして、ここらでは以前の考えを変へて考へ直さなければならぬ。さうしたならば物質の方面は非常に進む筈と思ひます。…私の信ずる所は、技術の進歩は飛躍的に起つて来る。それは役にも立たないと思はれる基礎の学問を進めることによって、横槍を入れて来るやうな進歩をするものである。電子管の将来は主に材料の研究に支配されると思ひますが、材料の研究、それは電子管に限らない。…新しい物理学の理論並方法をもって研究しますと材料が非常な勢ひで進歩する。是は近い将来のことでありませう。さうすれば電子管などは革命的の何か変更を余儀なくされてくると信じて居ります」

この論文が発表された 1938 年といえば、ショットキーダイオードで知られる W.H.ショットキーが金属-半導体接合モデルを提案した年である。また、この 30 年代は前出のウィルソンが整流理論を提唱(1932 年)し、O.H.ヘイルが電界効果トランジスタの原型につながる最初のアイデアを提案(1935 年)するといった半導体の夜明けの時代だった。そんな時代の胎動を敏感に読み取って、研究開発面の取り組みに「革命的な変更」を促している八木の先見性は見上げたものである。

3. 戦中からスタートした同好会・勉強会

こんな背景のなかで、昭和 10 年代には早くも半導体を対象にしたと思われる研究組織が誕生しているのは興味深い。トランジスタ出現以前のことだから、半導体といっても、蛍光現象に始まって電子放射、整流・検波などに関わる「半導体的電気伝導材料」ともいふべきものが対象だったようだが、いくつかのグループが並走する形で発足したことが確認されている。

その流れの1つが電気放射同好会、蛍光体同好会などの同好会活動。これは当時東芝に在職していた浜田成徳、西堀栄三郎の両氏によって提案されたもので、1941(昭和 16)年頃から研究者間の同好会活動として全国各所に広がった。

当時、幹事役としてこの運動の推進に当たった関壮夫(後に日立製作所中央研究所副所長、日立電子取締役)は、「当時、日本の若い研究者はそれぞれの研究機関や企業や大学の中に孤立しており相互に接触するのは年に 1~2 回の学会の堅苦しい会合だけというのが普通だった。浜田、西堀の両氏は若い研究者たちが専門ごとの同好の士として手弁当で会合し、親しく楽しく頻りに報告し討論し合えるようにすれば、研究者たちの競争心と協力心によって研究のレベルが向上し、研究者のためにも企業や研究機関のためにもなるという意見をもっていた」(西澤・大内共編『日本の半導体開発』)と述べている。

もっとも、この同好会組織は、政府が戦時下の日本の技術レベルの向上のために利用することになり、名称を「研究隣組」と改めている。その是非はともかく、これが契機になって、自発的に結成された研究組織が国家組織によって援助されることになったのである。しかしその研究隣組も終戦とともに解散を余儀なくされている。関は「若い研究者が同好会的な雰囲気で話し合う会合は形を変えて戦後まで残り、今の半導体関係にこの雰囲気は濃いと思う」(同)と語っている。

もう 1 つの流れは、大学の専門研究者を中心にした勉強会的な集まり。その代表例が逓信省傘下の電気試験所神代分室で展開された渡辺寧東北帝国大学教授による「神代スクール」である。渡辺は当時、同試験所の技師を兼務していたが、1939(昭和 14)年に神代分室ができて以来、分室員に毎月 1 回、電子放射材料としての半導体に関する講義を行っている。

その教えを受けた前出の関が、「そのエネルギーで難解な内容に感嘆しつつ辟易しつつ勉強し、半導体に対する興味と理解力を深めた」(同)と振り返っている。

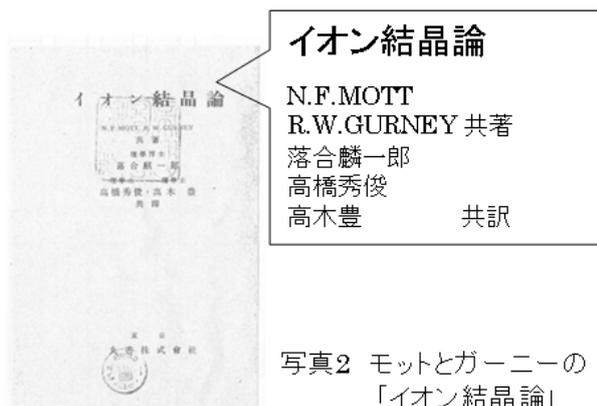
この種の私的な同好会や勉強会の伝統は、戦後、トランジスタ発明を契機にして発足した「トランジスタ研究会」などに引き継がれた。まさに「ローマは一日にして成らず」の感が深い。

4. 終戦前夜に早くも専門書が登場

トランジスタ出現の気運を予知したか否かはともかく、第 2 次大戦終結前後に早くも半導体関連の専門書が相次いで刊行されているのは、継続的な研究活動によ

る蓄積があったればこそだった。

当時から古典的名著には、N.F.モット、R.W.ガーニーによる『イオン結晶論』があるが、この翻訳書が終戦直前の1945(昭和20)年1月に丸善から出版されている(写真2参照)。訳者は落合麟一郎、高橋秀俊、高木豊の3氏。定価8円10銭で発行部数3,000部とされている。



イオン結晶論

N.F. MOTT
R.W. GURNEY 共著
落合麟一郎
高橋秀俊
高木豊 共訳

写真2 モットとガーニーの「イオン結晶論」(1945年)

訳文は「電子のぬけて居る場所のことを本書では“正の孔”と呼ぶ。正の孔は恰も正の電荷を持ったもののごとくはたらく」といった具合で、いささか時代離れているものの、訳者による序には、「近来隆盛に赴いて居る導電体の研究或いは光化学現象等に本書の参考されるところ少なくない。…原著出でてより既に4年、必ずしも最新の書とは呼び難いであらうが、訳者たちは其の生命のまだつきて居ないことを信じて、之を上梓する次第である」と、その意気は軒高である。序の最後に「昭和19年3月」とあるから、戦時下それも空襲が続くさなかの訳出だった。

ちなみに、W.S.ショックレーの代表的著作『半導体における電子と正孔』の邦訳書は『半導体物理学』と題して1957(昭和32)年、吉岡書店から上下2巻で出版されている。長文で難解な論文が川村肇のこなれた訳で仕上げられている。写真3は、同書の刊行にあたってショックレーから寄せられたメッセージである。

一方、日本人研究者による代表的著作として、1950(昭和25)年に産業図書から出版された『電子放射と半導体』がある(写真4参照)。著者は川村肇(大阪市立大学)、小林秋男、納賀勤一(いずれも東芝)、久保亮五(東京大学)といずれも当時を代表する研究者である。

本書について著者の一人、久保が「日本物理学会誌」第32巻第10号(1977年)の座談会で次のように語



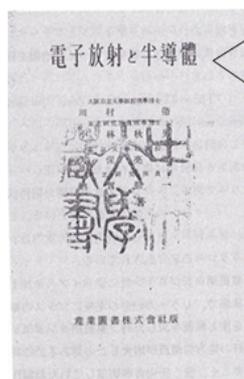
写真3 ショックレーが「半導体における電子と正孔」の邦訳書に寄せたメッセージ(1957年)

Foreward for Japanese Edition
of
"ELECTRONS AND HOLES IN SEMICONDUCTORS"

The conclusion of "Electrons and Holes in Semiconductors", which appears at the end of Part II, predicts that transistor electronics will develop into a field comparable in scope to gaseous and vacuum electronics. This prediction, written in 1950, has become more certain now in 1956. It is already clear that junction transistors, junction rectifiers and solar batteries are opening up areas of application inaccessible to conventional electronics. It is a great satisfaction to me to know that my book is continuing to serve those who wish to learn and contribute to transistor electronics. I am highly honored that it has been selected for translation into Japanese, and shall feel that, as a result, I am participating in the important developments which will occur in Japan.

William Shockley

っているのが目を引く。



電子放射と半導体

川村 肇
小林 秋男
久保 亮五
納賀 勤一
共著

写真4 川村他著「電子放射と半導体」(1950年)

「この表題は、ちょっとユニークである。外国にもこんな題の本はないだろう。しかし、大げさにいえば、この本は日本で近代物理が近代技術—この場合はエレクトロニクスだが一に浸透し始めた時期の、ささやかな記念である。このころのエレクトロニクスの花形であった真空管、その基本である電子放射、その物理を固体電子論の立場からアタックしようという意欲からこの本がやっ

と生まれた。皮肉といえば皮肉、この本がやっと日の目を見た頃、トランジスタが生まれ、数年たらずしてトランジスタラジオが世を風靡し、真空管は影を潜めたが、戦争のすこし前から興っていたこういう研究が、半導体の新時代への日本としての地固めになったことを忘れてはなるまい」

久保の話によれば、川村も含めて当時東芝マツダ研究所に在籍していた 3 人と議論を交わすため、「川崎工場の薄汚い研究所にたびたび出掛けて…これからの発展に役に立つような本を書こうと意気込んだ」という。当時の研究者は『坂の上の雲』に登場する明治の志士さながらに、新しい時代の到来を予見しながら獅子奮迅の努力を積み重ねたのである。

5. GHQ 経由のトランジスタ情報に敏感に反応

ベル研究所におけるトランジスタ発明の情報が GHQ(連合軍総司令部)を通じて日本の研究機関にもたらされる経緯は資料室で詳しく述べているので重複を避ける。

私が注目しているのは、情報を入手した電気試験所の駒形作次所長や前出の渡辺らが事の重大性に気づき、情報の整理や事後の対応策を的確かつ敏速に講じていることである。

実際、GHQ から入手したトランジスタ関連資料は少なくとも 3 通あったとされるが、これらの文書は直ちに駒形研究室で仕事をしていた佐々木亘(後に東京大学理学部教授)の手で改めてタイプされ、関係者に配布されている。私はこの実物を同試験所電子管部に所属していた一宮虎雄(後に理化学研究所副理事長)に見せてもらい、そのうちの何枚かを写真に収めた。私が編集長をしていた「電子材料」誌のトランジスタ発明 25 周年記念特集号に収めるのが目的だったから、1972 年初めのことである。

写真 5 はその 1 枚で、ベル研の公式発表日の 1948(昭和 23)年 6 月 30 日に先立つ 6 月 23 日、米国内で軍関係者らを対象にして開かれた特別説明会の発表内容を参加者の一人がまとめたものである。説明者はベル研の O.E.バックレーで、なによりもまず軍への説明を優先している点が興味深い。

他の 2 つの資料のうち、1 つは同説明会のために用意されたトランジスタの動作機構に関するノート(7 月 6 日付)、もう 1 つは 6 月 30 日の公式発表の際、R.ボーン部長が行った説明の要旨である。

いずれの文書にもトランジスタ発明というパラダイムの一大転換をやったのけたベル研究所の自信と高揚感のようなものが溢れていて感慨深い。

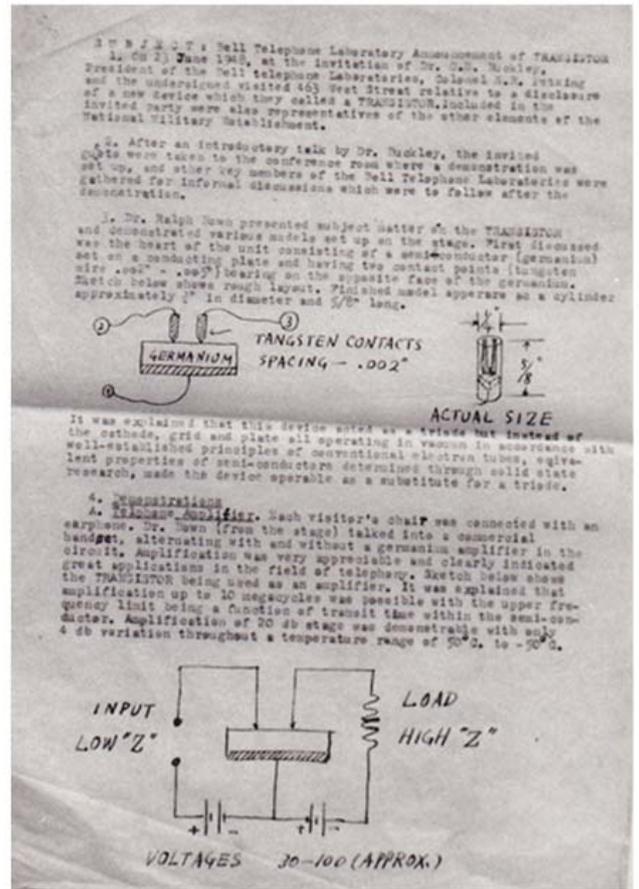


写真5 GHQから日本の関係者に手渡されたトランジスタ関連文書 (1948年)

6. おわりに—先達から学ぶべきもの

以上、我が国における半導体研究の黎明期の状況を手許にある資料を中心にまとめた。かえりみて、半導体という肥沃な土壌(ある米国の研究者は「インテリジェント・エステート」と呼んでいる)は、研究者たちのロマンや好奇心を満たすのに格好の対象であり、私どもの先輩たちはその標的に向けて果敢に挑戦した。日の丸半導体の低落現象を見るにつけ、「温故知新」、「隗より始めよ」でこれら先輩たちの理念や行動原理に学ぶのも一案ではないか。

なお、本稿の作成にあたっては、前出新田の論稿から示唆を受けたことが多く、ここに謝意を表する次第である。

(文中敬称略)