

日本における半導体技術の発展とその背景

——共同研究活動の視点から——

青 木 洋

この論文は、日本の半導体技術を事例に、研究者・技術者の共同研究活動やコミュニティの形成が、技術の発展に及ぼした影響を検証したものである。従来の半導体技術の歴史について書かれた文献には、大きく分けて、2つの問題点がある。第1に、個々の研究者、技術者の努力に注目するあまり、研究者・技術者間の関係性とその背景についての考察がかけていること。第2に、戦後のトランジスタ登場以降の歴史にのみ注目し、戦前・戦中の半導体物性研究からの連続性を無視していることである。半導体分野の産官学の研究者、技術者が、ときに競争し、ときに協調する、そうした行動をとった背景には、戦前、戦中から戦後にかけて、物性物理、固体電子工学の厚い研究者層が形成され、活発な共同研究が行われてきたこと、学会が組織・整備され、個別研究や共同研究を支えるさまざまな国の研究支援制度が整備されてきたことなどがあつた。そのため、半導体の分野でコミュニティと呼べるようなものが形成され、産官学で困難な問題に立ち向かう体制ができていたことが、戦後の半導体技術発展の背景にあつたと結論する。

はじめに

日本の半導体技術・半導体産業は第二次大戦後めざましく発展し、内外から大きな注目を集めてきた。ジャーナリスト、業界関係者、大学研究者などによる関連書もおびただしい数に上る。その中には、中川靖造氏や相田洋氏の著作など、大きな話題を呼んだものもある。⁽¹⁾これらの著作を見ると、日本の官民の研究者・技術者たちが、アメリカからもたらされた半導体技術に悪戦苦闘しながら、それらを自分のものにし、発展させていく様が生き生きと描かれている。それと同時に、それらの書物に繰り返し登場する研究者・技術者たちが、いわば顔見知りの関係にあり、ひとつのコミュニティとでも呼べるようなものがあつたように感じられる。すなわち、きっかけさえあれば、容易に集まり、交流し、協力しあえるような社会的環境である。たとえば、有名な超エル・エス・アイ技術研究組合の事例も、半導体の分野で、大規模な共同研究プロジェクトが比較的容易に成立しえた何かがあつたことを窺わせるものがある。

しかし、そうしたコミュニティが半導体の分野であつたのかどうか。もしあつたとしたら、どのように形成されたのか。そうした点については、残念ながら、上記の著作は明らかにしてくれない。筆者はこれまで、科学技術動員を背景とした戦前・戦中・戦後の共同研究活動について、

注 (1) 中川靖造『日本の半導体開発—超LSIへの道を拓いた男たち—』ダイヤモンド社、1981年(講談社文庫、1985年)；相田洋『NHK電子立国日本の自叙伝』(上・中・下・完結)日本放送出版協会、1991、1992年。なお、ジャーナリストによる半導体業界史の先駆けになったものとして、松尾博志「日米半導体産業30年」『コンピュータピア』(1979年6月号～1982年12月号)がある。

調査研究を進めてきた⁽²⁾。また、近年の研究では、戦後、国内の様々な産業分野で、活発な共同研究や技術交流が行われていたことが明らかになってきている⁽³⁾。そこで、本稿では、半導体技術を事例に、研究者・技術者の共同研究活動やコミュニティの形成が、技術の発展に及ぼした影響を検証する。

ところで、日本の半導体技術の歴史については、第二次大戦後のトランジスタの発明を画期として、叙述を開始している著作が多い⁽⁴⁾。1948年6、7月頃にトランジスタ発明の情報が連合国軍総司令部（GHQ）を通じて日本の関係者にもたらされ、その情報をもとに、官民の研究者・技術者による調査研究が開始されるというストーリーである。他方、こうした見方に異を唱え、戦前・戦中からの半導体研究が重要な役割を果たしたとする著作もある。武田・今井・高橋編『日本のエレクトロニクスの源流』⁽⁵⁾がそれである。同書では真空管とトランジスタを技術史的に連続的なものとしてとらえ、半導体物性論にもとづく真空管の酸化物陰極の研究が、戦後の半導体研究の先駆けとなったことが強調されている⁽⁶⁾。実際に、戦後初期の半導体研究者の中には、戦前・戦中に真空管の酸化物陰極、光電管の光電陰極・蛍光体、レーダーの鉱石検波器、交流を直流に変換する金属整流器などの研究に従事していたものが多い⁽⁷⁾。それらの研究はいずれも半導体的性質をもつ材料を扱うものであった。そこで、本稿でも、戦前・戦中の半導体をめぐる研究状況から検討を開始したい⁽⁸⁾。

-
- 注 (2) 青木洋・平本厚「科学技術動員と研究隣組—第二次大戦下日本の共同研究—」『社会経済史学』第68巻第5号（2003年1月）；青木洋「第二次大戦中の研究隣組活動—研究隣組趣旨及組員名簿による実証分析—」『科学技術史』第7号（2004年12月）；同「学術研究会議と共同研究の歴史—戦前から戦中へ—」『科学技術史』第9号（2006年10月）；同「第二次世界大戦中の科学動員と学術研究会議の研究班」『社会経済史学』第72巻第3号（2006年9月）；同「学術研究会議の共同研究活動と科学動員の終局—戦中から戦後へ—」『科学技術史』第10号（2007年10月）。
- (3) たとえば、電子工業については、平本厚『日本のテレビ産業—競争優位の構造—』ミネルヴァ書房、1994年；高橋雄造「戦後日本における電子部品工業史」『技術と文明』第9巻第1号（1994年3月）；青木洋「日本におけるコンピュータの産業化—研究者・技術者の活動を中心に—」『研究年報経済学』（東北大学）第56巻第1号（1994年6月）；金容度『日本IC産業の発展史—共同開発のダイナミズム—』東京大学出版会、2006年。造船業については、山下幸夫「日本造船業にみる技術の継承—戦前から戦後へ—」中川敬一郎編『企業経営の歴史的研究』岩波書店、1990年；沢井実「造船業—1950年代の競争と協調—」武田晴人編『日本産業発展のダイナミズム』東京大学出版会、1995年。航空機工業については、R. J. サミュエルズ（奥田章順訳）『富国強兵の遺産—技術戦略にみる日本の総合安全保障—』三田出版会、1997年（R. J. Samuels, *Rich nation, strong army: national security and the technological transformation of Japan*, Ithaca: Cornell University Press, 1994）。
- (4) たとえば、中川『日本の半導体開発』；相田『NHK電子立国』など。
- (5) 武田郁夫・今井哲二・高橋得雄編『日本のエレクトロニクスの源流—電気試験所神代分室の記録—』（上・下）工業調査会、2001年。
- (6) 武田・今井・高橋編『日本のエレクトロニクスの源流』（下）、第7章（今井哲二分担執筆）。
- (7) こうした研究者に丹念にインタビューした貴重な記録として、藤田秀・国府田隆夫『我国における半導体研究の資料集』中央学院大学総合科学研究所、1989年；同『日本における半導体研究』開成出版、1992年がある。
- (8) 日本の物性物理学と固体電子工学の歴史を、戦前に遡って分析した先駆的研究として、市川浩「日本における物性物理学と技術開発」（上）（下）『経営研究』（大阪市立大学）第37巻第1、2号（1986年4、7月）がある。

1 戦前・戦中の半導体研究

(1) 固体物理学の興隆と日本の物理学界

戦後の半導体技術の理論的基礎となる半導体物性論は、もともと戦前の固体物理学の一分野として発展したもので、半導体は磁性体、誘電体などとならぶ同分野の重要な研究対象であったことに、まず注意する必要がある。物理学の世界では、1920年代後半にヨーロッパを中心に量子力学が確立したが、1930年代に入ると、量子力学を用いた物質の研究が大きな研究の流れとなり、研究者の大きな注目を集めた。戦後初期の日本の半導体研究者たちが夢中で勉強したウィルソン、モット & ジョーンズ、ザイツ、モット & ガーニーなどの著作も、1930年代から1940年代初頭にかけて出版された固体物理学の代表的著作であった。

日本の物理学界においても、1930年代に新しい固体物理学の受容と研究が始まり、やがて東京帝国大学、東北帝国大学、財団法人理化学研究所などで、研究会（物理学の世界ではしばしば「コロキウム」と呼ばれる）が開かれるようになった。北海道帝国大学の茅誠治、東北大の仁科存などを中心に1936年に始まった「磁気研究会」、東大の西川正治、落合麒一郎などを中心に1937年頃に始まった「固体談話会」などである。そして、徐々に研究者も増え、研究論文も増えていった。

第二次大戦がヨーロッパで勃発し、日本でも科学動員の必要性が叫ばれるようになると、国内研究協力の重要性や共同研究の気運は高まった。そうした状況下、物理学、固体物理学の分野でもいくつかの重要な研究会がこの時期に結成されることになる。

文部省所管の学術団体である学術研究会議では、1939年12月に「物理学研究委員会」が設置された。同委員会は「現下の内外情勢に鑑みて、我国物理学研究の連絡促進を図る」ことを目的に、第1から第5の分科会（原子核・宇宙線、金属物理学、基礎理論、低温物理学、分光学）を設置して活動を開始、1941年度には第6分科会（固体及液体構造）を設置した。このうち、第2、第6分科会が固体物理に関係するものであった。1940年度と1941年度に開かれた全分科会の会合数は合計29回に及び、当時の学術研究会議の中で、もっとも活発に会合を開いた委員会となった。

また、1942年10月、固体物理・物性物理に関心のある研究者により、「物性論懇談会」が結成された。会の代表者は東大の落合麒一郎であったが、東大だけでなく、全国の大学研究者を集

注 (9) A. H. Wilson, *The theory of metals: based on an essay awarded the Adams Prize in the University of Cambridge 1931-1932*, London: Cambridge University Press, 1936; N. F. Mott and H. Jones, *The theory of the properties of metals and alloys*, London: Oxford University Press, 1936; A. H. Wilson, *Semiconductors & metals: an introduction to the electron theory of metals*, Cambridge: The University Press, 1939; F. Seitz, *The modern theory of solids*, New York: McGraw-Hill, 1940; M. A. Mott and R. W. Gurney, *Electronic processes in Ionic Crystals*, Oxford: The Clarendon Press, 1940.

(10) 社団法人日本物理学会編『日本の物理学史—上、歴史・回想編—』東海大学出版会、1978年、第4章第6節、304頁（木村東作分担執筆）。

(11) 日本物理学会編『日本の物理学史』、310～313頁、表4-6-2、4-6-3を参照。

(12) 学術研究会議編『物理学講演集(1)』丸善、1941年、序文より。

(13) 青木「学術研究会議と共同研究の歴史」、57～58頁。

表1 固体物理関係の研究班

	物性論	半導体	光電物質	電気兵器材料	蛍燐光体
1944年度	班長 落合麒一郎 班員数 15名 研究費 28,200円	西久光 7名 30,000円	落合麒一郎 5名 26,000円	水島三一郎 17名 150,000円	茂木武雄 7名 31,000円
1945年度	班長 落合麒一郎 班員数 19名 研究費 30,000円	武藤俊之助 17名 32,000円	— — —	水島三一郎 29名 150,000円	茂木武雄 19名 55,000円

出所) 文部省科学局『昭和十九年度動員下ニ於ケル重要研究課題』、『後藤正夫文書』；青木洋「第二次世界大戦中の科学動員と学術研究会議の研究班」『社会経済史学』第72巻第3号(2006年9月), 76~77頁, 表4；同「学術研究会議の共同研究活動と科学動員の終局—戦中から戦後へ—」『科学技術史』第10号(2007年10月), 13~16頁, 表9より作成。

めた研究会として組織された。同会は1943年中に講演会を3回開催, 同年8月には物性物理の専門誌『物性論研究』を創刊した。同誌は1944年5月までに4号が刊行されている⁽¹⁴⁾。

1943年末には, 文部省科学研究費にもとづく共同研究制度である「研究班」制度が創設され, 運営を担当する学術研究会議のもとで研究班の編成が進められた。その特徴は帝国大学の教授を中心としながらも, 同じテーマを専門とする官民の研究者が全国的に集められ, 編成された点にあった。なお, 文部省の科学研究費は日中戦争期の科学動員への気運の高まりを受けて, 1939年度に創設された研究費交付制度であるが, 当初は帝国大学を中心に大学別に交付額を配分し, 帝大教授の個人研究に使用されているに過ぎなかった。これが戦局の急変とともに, 共同研究支援のための研究費交付制度として改編されるのである⁽¹⁵⁾。固体物理に関係するものとしては, 「分子論的物性論」(後, 「物性論」に改称), 「半導体」, 「光電物質」, 「電気兵器材料」, 「蛍燐光物質」(後, 「蛍燐光体」に改称)などの研究班が設置された。1944年度と1945年度の各班の班長名, 班員数, 研究費を示すと, 表1の通りである。

以上の物理学研究委員会, 物性論懇談会, 研究班などの組織は, もはや1930年代に見られた個々の研究室を中心とした勉強会(コロキウム)とは異なり, 所属機関, 出身大学の枠を超えた全国的な研究会組織となった。

こうした固体物理・物性物理研究の隆盛は, 既存の学会にも変化をもたらすことになった。当時の数学・物理学の代表的学会である日本数学物理学会に「物性論分科会」が設置され, 1944年7月9日に東大で第1回の会合が開かれた。この会合では, 産官学の研究者によって, 12件の発表が行われた⁽¹⁶⁾。その前年の『日本数学物理学会誌』第17巻第4号(1943年4月)では, 「電子放射特輯」が生まれ, 後述の東京芝浦電気や川西機械製作所の研究者らによる論文・報告が5件掲載された。

注 (14) 日本物理学会編『日本の物理学史』, 317~318頁(木村執筆)。

(15) この点の詳細は, 青木「第二次世界大戦中の科学動員と学術研究会議の研究班」, 63~85頁；同「学術研究会議の共同研究活動と科学動員の終局」, 1~40頁を参照。

(16) 「日本数学物理学会記録」『日本数学物理学会誌』終刊号, 1944~45年, 4頁。

東大の物理学者、高橋秀俊は大戦中に固体物理・物性物理の研究が活発になった背景について、次のように回想している。⁽¹⁷⁾

物性論の研究は、大御所たちのバックなしに、若手の学者が主となって原子核に対抗して旗揚げしたところではじまった。大東亜戦争がたけなわになると、原子核のほうはすぐの役に立たないということで休業になり、一方、物性は工業の基礎だということでもはやされ、形成は大分かわってきた。いずれにせよ、戦時態勢は着々と世の中の様相をかえていった。

この回想によれば、固体物理・物性物理研究の興隆の背景には、戦争があり、工業分野からの要請があったことがうかがえる。次に、この点を見てみたい。

(2) 固体物理と電子工業

日本物理学会編『日本の物理学史』⁽¹⁸⁾には、1930年から1944年までに日本の物理学分野の主要な学術誌に掲載された物性論関係の論文・報告の著者120名について、その大学卒業年、出身大学・学部、就職先のデータを示す興味深い年表がある。それによると、出身大学・学部の多くが東大理学部物理学科であり、そのうちの多くが東大をはじめ各地の帝国大学や理化学研究所などに就職していることがただちにわかる。しかし、それと同時に、工業研究を主とする官民の試験研究所に就職するものも、少なくないこともわかる。集計すると、東京電気（後、東京芝浦電気）マツダ研究所⁽¹⁹⁾8名、通信省電気試験所3名、商工省機械試験所2名、川西機械製作所、日立製作所他、三菱鉱業、鐘紡、中島飛行機各1名、計18名である。しかも、そうした機関への就職は、1920年代から見られるのである。

このことは物理学の研究者が比較的早くから工業分野で必要とされ、同分野に進出していたことを示すものである。実は、上記の『日本数学物理学会誌』の「電子放射特輯」号の著者たち、すなわち東芝の川村肇や川西機械（後、神戸工業）の有住徹弥らがまさにそうであったのである。この点で、東芝マツダ研究所は際だっていた。技術提携先であるアメリカGE社の影響もあり、はやくから工業材料の基礎研究を重視する研究体制を整え、若手の物理・化学の研究者を採用していた。

工業研究に従事していた研究者が、最新の量子力学にもとづく固体物理学の動向に注目を始めるのは、1930年代末頃からであった。電気試験所や東芝の研究者たちがアカデミズムの物理学者たちにそれほど遅れをとらず、同理論に関心を示し、勉強会や、東大、理研の物理学者たちとの交流を始めた。その際の彼らの問題関心は、真空管、光電管、金属整流器などの電子部品の性能向上にあった。真空管の性能を大きく左右する酸化物陰極（酸化バリウム、酸化ストロンチウム等）や光電管・撮像管の光電陰極（硫化カドミウム、硫化セレン、酸化セシウム等）、そして金属整流器の主材料である亜酸化銅、セレンなどは半導体の性質を持っており、その性質は不安定で、取り扱いが困難であった。それらの制御のためには、最新の物理学の知識を応用する必要

注 (17) 高橋秀俊「諸先生とあまのじゃく」『自然』第21巻第11号（1966年11月）、29頁。

(18) 日本物理学会編『日本の物理学史』、320～322頁、第4-6-4表（木村執筆）。

(19) 日本物理学会編『日本の物理学史』の第4-6-4表では、西堀栄三郎が京大へ就職となっているが、西堀が京大にいた期間は短いので、ここでは東京電気マツダ研究所として集計。

性があると、彼らは感じたのである。

電気試験所では1939年より電気材料の研究者である駒形作次を中心に、真空管・光電管の研究者である清宮博、関壮夫らが集まり、毎週一回、量子論、固体論の勉強会が開かれた。その会合では、たびたび理化学研究所の物理学者、杉浦義勝を招き、指導を受けた。また、この頃、関らは同じ分野の研究者である東芝の浜田成徳、西堀栄三郎らを訪ね、交流を深めていった。⁽²⁰⁾こうした物理学者や同じ分野の研究者との交流は、やがて大きな「同好会」運動へと発展していくことになる。

1940年代に入ると、日本を取り巻く国際情勢が急速に悪化し、総力戦のための科学技術動員体制の構築が叫ばれるようになる。海外との交流が困難になるなかで、国内で研究者、技術者が相互に交流し、協力していく気運が高まっていく。そうした情勢下、真空管の研究者による大規模な共同研究会が、1941年9月に発足することになる。それが「真空管同好会」であった。⁽²¹⁾この会は電気学会技術委員会の電子装置部門真空管専門委員会を母胎に生まれた、電子管に関する総合的な研究会組織であった。同会の代表は東芝の浜田成徳。会員は東芝の浜田、西堀、電気試験所の清宮、関ら電子管の研究者だけでなく、東大の落合騏一郎、嵯峨根遼吉ら物理学者も多数参加し、学際的な研究会となった。最初に組織されたのは、蛍光体、電子放射、共振器、真空技術、電子管ガラス、磁電管（後、超短波真空管へ改組）の6つの同好会、このうち、同好会運動の中核的存在となったのが、電子放射同好会であった。当時、真空管の不良原因で一番大きかったのは、エミッション不良と呼ばれる酸化陰極の活性度の低下であった。⁽²²⁾同会はその熱電子放射機構を研究対象とするものであった。同年12月、それら6つの同好会を束ねる組織として「真空管同好会本部」が結成され、活動は本格化していった。

この同好会の特徴は地位や専門にとらわれない、第一線の研究者による、自発的意志に基づいた組織であったことである。この特徴はやがて全国的な共同研究機構の設立を目指していた内閣技術院とその外郭団体である全日本科学技術団体連合会（略称、全科技連）に注目されることとなる。技術院は戦時科学技術動員の中心として期待されて、1942年1月に創設された官庁であり、全科技連は既存の学会・協会組織を糾合して1940年8月に設立され、企画院、技術院の科学技術政策に協力するための活動を行っていた。当時、科学技術動員の有力な手段の一つとして、研究者の自発的協力精神にもとづく共同研究活動である「研究隣組」運動の展開が技術院およびその周辺で議論になっていた。真空管同好会の活動は、まさにそのモデルとなったのである。こうして、同好会をモデルとした「研究隣組」制度が1943年2月に創設され、研究隣組は第二次大戦中の代表的な共同研究制度の一つへと発展することになる。⁽²³⁾

研究隣組制度の発足を機に、真空管同好会本部は「真空管研究協進会」と改称され、研究隣組

注 (20) 関壮夫「トランジスタの初試作とLTP」西澤潤一・大内淳義編『日本の半導体開発—劇的發展を支えたパイオニア25人の証言—』工業調査会、1993年、32頁。

(21) 青木・平本「科学技術動員と研究隣組」、11～12頁。

(22) 川村肇「半導体私史」『日本物理学会誌』第33巻第11号（1978年11月）、891頁。

(23) 青木・平本「科学技術動員と研究隣組」、11～13頁。

表2 真空管同好会（真空管研究協進会）（1944年7月末現在）

	電子放射	電子管ガラス	真空技術	蛍光体	超短波真空管	共振器	電子線オシロ管	二次電子管
組長	落合麒一郎	安部俊夫	嵯峨根遼吉	亀山直人	岡部金治郎	森田清	藤高周平	長島躬行
組員数	88名	40名	30名	44名	79名	33名	51名	34名

出所) 青木洋「第二次大戦中の研究隣組活動—研究隣組趣旨及組員名簿による実証分析—」『科学技術史』第7号(2004年12月),表15より作成。

運営委員会の下部組織に編入された。また、同好会の西堀と関は研究隣組運営委員会の幹事に就任し、隣組の運営にも中心的な役割を果たすことになった。⁽²⁴⁾その後、真空管研究協進会は1943年4月に電子線オシロ管と二次電子管の2組が加わり、計8組となった。同会の参加機関・会員数は1944年7月末時点で43機関399名に上り、巨大な共同研究組織に発展していった。⁽²⁵⁾各組の組長と組員数を示すと、表2の通りである。

この真空管同好会または研究隣組に参加した研究者・技術者で、戦後の半導体研究、半導体業界で活躍した人物をあげると、渡辺寧（東北大）、久保亮五（東大）、関壮夫（日本電信電話公社電気通信所）、小林秋男、川村肇、納賀勤一、犬塚英夫（以上、東芝）、有住徹弥（神戸工業）、伴野正美（日立製作所）、長船廣衛（日本電気）らであった。⁽²⁶⁾

以上に述べた真空管同好会、研究隣組運動の高揚の背景には、太平洋戦争の進展とともに、無線通信機器やレーダーなどの軍事的重要性が増大したことがあった。それらの機器を構成する各種電子部品への量的、質的ニーズが、かつてないほどに高まっていたのである。

また、上述の研究隣組では取り上げられなかったが、無線機器やレーダーの部品で、半導体を主材料とするものとして、金属整流器や鉱石検波器があった。これらの研究も大戦中、日本電気、日立、東芝、日本無線などのメーカーや、海軍技術研究所などで行われた。電子管や蛍光体の研究者で、金属整流器や鉱石検波器の研究に関係したものも少なくない。⁽²⁷⁾

亜酸化銅、セレンなどを主要材料にする金属整流器は1920年代に欧米で実用化され、交流を直流に変換する必要がある電源その他に使用された。日本では1930年代中頃から日本電気、東京電気などによって製造がはじまった。しかし、物質の状態が不安定で複雑な亜酸化銅、セレンを主材料とする金属整流器の生産は、経験や勘に頼るところが大きかったといわれる。たとえば、日本電気では「セレンを太陽光線に当てると効率が良くなると信じられていて、晴れた日には工場の空地の棚の上で、セレン板が日光浴をしていた」⁽²⁸⁾。

第二次大戦中、銅の不足により、亜酸化銅整流器よりもセレン整流器が注目され、それを製造するメーカーが増加した。電元工業（後、新電元工業）、富士電炉工業（後、オリジン電気）、北

注 (24) 青木・平本「科学技術動員と研究隣組」, 14頁。

(25) 「真空管研究協進会説明書」日付不詳, 東京大学附属図書館所蔵『美濃部洋次文書』（文書番号7450）。

(26) 青木「研究隣組組員名簿」『科学技術史』第7号(2004年12月), 107~135頁。

(27) たとえば、伴野正美「半導体の事業化に賭ける」西澤・大内編『日本の半導体開発』, 230~233頁を参照。

(28) 長船廣衛『半導体のあゆみ』日本電気文化センター, 1987年, 4頁。

野電気工業（後、スタンレー電気）、東邦産業研究所（後、サンケン電気）などがそうである。⁽²⁹⁾しかし、需要者の要求には量的にも質的にも十分に応じられなかったようで、戦争末期の1945年5月には内閣技術院の関係者と大手需要者である日本無線が中心となって、セレン整流器の研究生産体制の一元化が計画された。その内容は電元工業を中心に、各社の統合を進めて、生産を一社に集約し、あわせて「総合研究所」を設立するというものであった。すでに業界では、北野電気を中心に「セレン工業研究所」が同年3月に設立され、研究生産体制の統合の動きが見られた。⁽³⁰⁾それを業界全体に広げようという計画であった。結局、この計画は終戦により実現しなかったようであるが、この一件から、セレン整流器の研究促進の必要性が、当時の業界関係者の間で強く認識されていたことがうかがえる。

鉱石検波器は方鉛鉱や黄鉄鉱などの天然鉱石を材料として、無線電波を検出する部品であり、無線通信・ラジオの黎明期に広く使用されていたものである。1920年代以降の真空管の発達とともに、徐々に真空管に代替され、長い間、忘れ去られていたのが、第二次大戦中のレーダーの発達とともに再び注目を集め、レーダー用に使用されるようになったものである。これは飛行機や艦船などから反射するレーダーの微弱なパルス波を検出するには、既存の真空管では困難であったためである。しかし、黄鉄鉱、シリコン、ゲルマニウムなどの不安定な半導体鉱石に金属針を接触させて検波するため、材料の選定や針の調整がきわめて難しかったといわれる。

欧米各国では大戦中に研究者が鉱石検波器の改良・開発に努力し、その過程でシリコン、ゲルマニウムの高純度結晶化や不純物投入の技術が向上し、戦後のトランジスタの登場に技術的基礎を与えることになった。⁽³¹⁾日本でも物理学、電子工学の研究者らが戦中、海軍技術研究所に動員されて、鉱石検波器の調整や研究にあたった。戦後の半導体、エレクトロニクスの研究者で、そうした経験のある者をあげると、電気試験所の鳩山道夫、和田弘、東大の霜田光一らがそうであった。⁽³²⁾

さて、1945年に入ると、戦中の研究開発の努力は空襲の激化、疎開など生活環境の悪化により、徐々に困難になっていった。そして、同年8月に終戦をむかえることになる。終戦後も疎開先からの引き上げ、食糧難、組織の改廃など混乱した状況が続いたが、1946年になると、早くも半導体に関連した研究が再開されることになる。次に、終戦後の状況について見る。

2 終戦からトランジスタ登場まで

終戦後の混乱した状況下で、どのように研究が再開されたのかということは、今日からする

注 (29) 植村泰忠・菊池誠『半導体の理論と応用（上）—その半世紀の歩み—』裳華房、1960年、274～275頁。

(30) 防衛省防衛研究所図書館所蔵『堀岡正家史料』「セレン整流の生産向上方策」所収の文書より。

(31) 植村・菊池『半導体の理論と応用』、351～353頁。

(32) 鳩山道夫『半導体を支えた人びと—超LSIへの道—』誠文堂新光社、1980年、26～27頁；和田弘「日本のコンピュータ開発の揺籃期」『電子通信学会誌』第65巻第10号（1982年10月）、1041頁；霜田光一「戦時中の研究の思い出」『日本物理学会誌』第32巻第10号（1977年10月）、800～807頁。

と、想像しがたいことであろう。しかし、戦中にいったん高揚した科学技術推進の気運は、終戦後の悪化した研究環境の中でも、衰えることはなかった⁽³³⁾。

日本数学物理学会では終戦後、物理学者の増大を背景に「日本数学会」と「日本物理学会」の分離が検討され、1946年4月に日本物理学会が創設された⁽³⁴⁾。創設後の物理学会では、半導体物性の研究発表が活発に行われた。まず、1946年10月、第1回の物性論分科会が開催され、16件の研究発表が行われた。半導体関係では、半導体の基礎理論、亜酸化銅、酸化物陰極などに関する発表があった⁽³⁵⁾。翌1947年10月の第4回物性論分科会では半導体に限定して行われ、23件の発表が行われた。そのなかでは、亜酸化銅、亜硫化銅、酸化ニッケル、セレンなどに関する研究が多くを占めた⁽³⁶⁾。翌11月には、第1回の電子放射分科会が開催され、17件の活発な報告が行われた⁽³⁷⁾。

こうした状況について、当時発行された『科学年鑑』⁽³⁸⁾では、次のように述べられている。「物性論の過去一年における活動はかなりに華かである。……物理学会の和文、及び欧文の報告もようやく順次刊行されるに至った。その発表論文のうち、半数以上は物性論の関係である。もっとも、これらは大部分、戦時中の研究がやっと日の目をみるようになったものではある」。すなわち、戦中からの物性論研究の隆盛が戦後も続いていたのである。

では、戦中の共同研究活動は、その後どうなったであろうか。真空管同好会の中核的研究会であった電子放射同好会（研究隣組）は戦争末期、東京の空襲が激しくなるとともに、活動は中断された。そして、終戦時には研究隣組制度自体も廃止された。しかし、同会は「戦後かなり早く有志の集まりとして復活」⁽³⁹⁾したのである。再開の正確な年月は不明であるが、戦後は「電子放射研究会」あるいは単に「同好会」という名称で、半導体物性論にもとづく電子管の研究会が継続して行われた。そうした活動の成果は上記の活発な学会発表にも表れていた。日本物理学会での電子放射関係の年間発表件数を調査した文献⁽⁴⁰⁾によると、1946～1947年の年間10件から件数は徐々に増加し、1951～1952年には年間30件近くに達し、ピークを迎えた。その後、件数は急速に低下するのだが、この時期まで、電子放射に関する研究が盛り上がりを見せていたことがわかる。この分野の名著とされる、川村肇他『電子放射と半導体』⁽⁴¹⁾が発行されるのも、1950年であった。

注 (33) この点は、学術研究会議の共同研究活動も同様であった。青木「学術研究会議の共同研究活動と科学動員の終局」、20～23頁を参照。

(34) 望月誠一「数物学会解散から物理学会設立まで」『日本物理学会誌』第32巻第10号（1977年10月）、755～757頁。

(35) 「日本物理学会記事」『日本物理学会誌』第1巻第1号附録（1946年12月）、38～41頁。

(36) 「学術的会合」『日本物理学会誌』第2巻第5号（1947年11～12月）、207～209頁。

(37) 「学術的会合」『日本物理学会誌』第3巻第1～2号（1948年1～4月）、49～52頁。

(38) 民主主義科学者協会編『科学年鑑』第2集（1947.5～1948.4）日本科学社、1948年、25頁。

(39) 納賀勤一「企業の研究所で40年、思い出の記」『応用物理』第51巻第1号（1982年1月）、57頁。

(40) 今井哲二「応用電子物性分科会の発端」『応用物理』第51巻第2号（1982年2月）、226～231頁。

(41) 川村肇・小林秋男・久保亮五・納賀勤一『電子放射と半導体』産業図書株式会社、1950年。

なお、同書の研究の主要部分は、戦中に行われたものであるので、同書は戦中の日本の電子管研究の、一つの到達点を示すものであった。戦中は材料の悪化などにより、電子管の性能向上という目的を容易に達成することはできなかつたが、研究史的には大きな進展があったといえるのである。⁽⁴²⁾

戦後の電子放射研究会についていえば、その運営は電気通信省電気通信研究所（後、日本電信電話公社電気通信研究所）を中心に行われた。⁽⁴³⁾ 電気通信研究所は逓信省電気試験所がGHQの指示により、1948年8月に分割されてできた研究所で、通信を中心とする試験研究機関であった。もう一方の電気試験所は、工業技術庁に移管され、工業技術庁電気試験所（後、工業技術院電気試験所）となり、電力中心の試験研究機関となった。電気試験所および電気通信研究所はともに戦後の半導体分野の共同研究活動において中心的な役割を果たすことになる。

電気試験所では終戦後、いち早く半導体の研究が再開された。1946年初頭、電気試験所に各部横断的な「研究班」制度が発足し、その一つとして、「半導体研究班」が発足した。班長は真空管同好会・研究隣組で中心的な役割を果たしてきた、同所電子管部の関壮夫であった。関は所内各部から人材を集め、東京大学の落合騏一郎、高橋秀俊らの物理学者の指導を受けながら、週一回、半導体物性論の研究会を開始した。この会合はこれまで述べてきたことからわかるように、電子放射研究会の活動と密接に関連のあるものであった。半導体研究班の活動は1948年8月に電気試験所が分割され、関ら電子管研究者が電気通信研究所に移るまで続けられた。⁽⁴⁴⁾ そして、関は後に電気通信研究所でトランジスタの研究を推進することになる。

また、電気試験所基礎部では、当時同部長を兼務していた東北大学の渡辺寧の指示により、部員の鳩山道夫による半導体研究が開始された。鳩山は上述のように海軍技術研究所で鉱石検波器の調整に従事した経験があり、戦後まもなく海軍技研から電気試験所へ移り、半導体の研究に従事することになった。⁽⁴⁵⁾ 後に、鳩山の研究室が分割後の電気試験所における半導体研究の中心となる。

この頃、鳩山の研究グループや東北大学の渡辺が関係した研究会に、「半導体研究会」というのがあった。⁽⁴⁶⁾ これは金属整流器メーカーである新電元工業、オリジン電気、スタンレー電気、サンケン電気、京三製作所などの技術者を中心に組織されていた研究会であった。会合は毎月一回定例で開かれ、古河電気工業などの銅、セレンの材料メーカーや、大学・国公立研究所の研究者も多数参加し、当時としては比較的大規模な研究会であった。⁽⁴⁷⁾ この背景には、戦後、金属整流器

注 (42) 川村「半導体私史」, 893頁。

(43) 同様のことは、海軍技術研究所島田実験所で行われたマグネトロン（磁電管）の共同研究についてもいえる。この研究でも電子工学者だけでなく、物理学者を動員して、マグネトロンの動作原理の解明が学際的に進められ、大きな研究成果をあげた。その成果は戦後、朝永振一郎・小谷正雄編『極超短波磁電管の研究』みすず書房、1952年として刊行されている。

(44) 今井「応用電子物性分科会の発端」, 228頁。

(45) 電気試験所編集発行『電気試験所最近の十年史（創立六十周年記念）』1952年、259～261頁；関「トランジスタの初試作とLTP」, 34～35頁。

(46) 鳩山『半導体を支えた人びと』, 26～29頁。

(47) 鳩山『半導体を支えた人びと』, 9, 81頁。

の研究が九州大学、大阪大学、名古屋大学など、大学の物理学者を中心に、一大ブームになったことがあった。

この点については、植村泰忠・菊池誠『半導体の理論と応用』⁽⁴⁹⁾に興味深い分析がある。それによると、アメリカでは戦前・戦時中の固体物理学、電子工学の発展を受けて、終戦後から1950年代初頭にかけて、ゲルマニウム、シリコンを材料とするトランジスタの研究が隆盛したが、他方、イギリスと日本ではほぼ同時期、亜酸化銅、セレンを材料とする金属整流器の研究が異常な盛り上がりを見せたというのである。つまり、各国とも同じ量子力学にもとづいた半導体物性の研究に取り組んでいたにもかかわらず、戦後において、異なる方向に研究が進んでいったということである。なお、イギリスは半導体物性論の発展の中心となった国であり、上述のウィルソンやモットは同国の研究者であった。しかし、「その時代に英国では半導体研究者の一流どころが、踵をそろえて、セレン、亜酸化銅整流器を中心とする整流理論の大きな体系を作ることに努力していた」⁽⁵⁰⁾。

したがって、金属整流器の研究のブームは決して日本に特殊なことではなかった。上述の植村・菊池の分析によると、当時の主要学会である日本物理学会の年会、分科会で発表された金属整流器関係の発表件数は、戦後徐々に増加し、1950年から1953年にかけて年平均24件とピークに達し、その後、急激に低下するという過程をたどった。結果的に、亜酸化銅、セレンは、高純度単結晶化が可能なシリコン、ゲルマニウムとくらべて、物理的性質が複雑で、科学が応用できる範囲が限られていたといわれる。そのため、戦後の半導体研究の主流とはならなかった。しかし、金属整流器に関係した多くの研究者たちは、その後、シリコン、ゲルマニウムの研究に移行していくことになる。

3 トランジスタ以後

(1) トランジスタ研究委員会

トランジスタがアメリカのベル電話研究所で1947年12月に発明され、翌1948年6月から7月にかけて外部に公表され、その情報がGHQを通じて、日本の関係者に伝えられた話は、多くの書物で語られている。要約すれば、GHQとの接触が多かった電気試験所幹部や東北大学の渡辺寧などが、この情報をいち早くキャッチし、彼らを起点に各方面に情報が伝播していったということである。

戦後の半導体研究、半導体技術の発展にとって、トランジスタの発明、すなわち高純度単結晶の半導体材料による電流増幅作用の実現が、画期的な出来事であったことは言うまでもない。しかし、その一方で、それまで半導体に直接・間接に関わってきた日本の研究者の多くが、その発明を、「驚いたが嘘だとは思わなかった」⁽⁵²⁾のも事実であった。そして、ただちに大きな関心を寄

注 (48) 植村・菊池『半導体の理論と応用』, 335頁。

(49) 植村・菊池『半導体の理論と応用』, 305~309, 331~334頁。

(50) 植村・菊池『半導体の理論と応用』, 306頁。

(51) 植村・菊池『半導体の理論と応用』, 333頁, 表3.6。

表3 トランジスタ研究委員会 (1950年度)

半導体製品の改良			
主任研究者	東北大工	渡辺	寧
1. ゲルマニウム硅素精製分析に関する研究			
東大	教授	木村健二郎	
東北大選鉱製錬研	所長	小野健二	
2. 鉱石検波器および整流器に関する研究			
東芝電気	技師	犬塚英夫	
〃	技師	小林秋男	
日本電気	技師	高崎勲	
東大	教授	熊谷寛夫	
日立製作所	技師	伴野正美	
3. 半導体の物理的特性の研究			
東北大	教授	袋井忠夫	
横浜国大	教授	吉田梅次郎	
4. トランジスターに関する研究			
電気試験所	所長	駒形作次	
〃	技師	鳩山道夫	
東北大	教授	渡辺寧	

出所) 文部省科学試験研究費による研究調査委員会編『昭和25年度文部省科学試験研究費研究報告集録—電気編一』日本学術振興会, 1952年3月, 49~52頁より作成。

せる研究者も現れた。

最初に大きな行動を起こしたのは、電気試験所長の駒形作次と東北大学の渡辺寧を中心とするグループであった。彼らは1949年3月、電気試験所永田町本部に産官学の研究者を幅広く集めてトランジスタの研究会を発足させた。会の名称は「トランジスタ研究委員会」あるいは「トランジスタ委員会」と呼ばれていた。会合は電気試験所本部で隔月に開催され、1950年度まで続けられた。⁽⁵³⁾

委員会のメンバーは国立試験研究所や大学の電気・通信関係の研究者(電気試験所の駒形作次、鳩山道夫、菊池誠、電気通信研究所の一宮虎雄、東北大学の渡辺寧)、大手電気機械メーカーの研究者(東芝の小林秋男、犬塚英夫、日本電気

の小林正次、高崎勲、日立製作所の伴野正美)、大学の物理学者(東大の山下次郎、久保亮五、東北大学の袋井忠夫、横浜国立大学の吉田梅次郎)、大学の鉱物地質学者(東大の木村健二郎、斎藤一夫、東北大学の小野健二)らで構成された。総勢で20名ほどであったという。⁽⁵⁴⁾

委員長の渡辺は会の発足に際して、当時文部省科学教育局長を兼務していた東大の茅誠司にトランジスタの重要性を強く訴えたという。⁽⁵⁵⁾その結果、渡辺らは1949年度の文部省科学試験研究費80万円、1950年度同15万円(研究課題名、半導体製品の改良)の交付を受けることになった。⁽⁵⁶⁾文部省に提出された1950年度のトランジスタ研究委員会の研究組織を掲げると、表3の通りであった。

なお、文部省科学試験研究費とは、同省の科学研究費とは幾分性格が異なるものであり、終戦後、技術院が廃止されるのにもない、文部省が同院の制度を引き継いで設置した工業研究のた

注 (52) 和田「日本のコンピュータ開発の揺籃期」, 1041頁。

(53) 渡辺寧「トランジスタ発明後四半世紀」『半導体研究所報告』第10巻第2号(1973年9月), 169~170頁; 植村・菊池『半導体の理論と応用』, 455~456頁; 「『トランジスタ25周年記念号』アンケート」『物性』第14巻第4号(1973年4月号), 263~298頁; 文部省科学試験研究費による研究調査委員会編『昭和25年度文部省科学試験研究費研究報告集録—電気編一』日本学術振興会, 1952年3月, 49~52頁。

(54) 同上資料より。

(55) 渡辺「トランジスタ発明後四半世紀」, 169頁; 茅誠司「弔辞」『半導体研究所報告』第12巻第3号(1976年12月), 93頁。

(56) 「研究費に関する資料(その1)」『学術月報』第5巻第11号(1953年2月), 63頁; 『昭和25年度文部省科学試験研究費研究報告集録』, 49~52頁。

表4 半導体関係の試験研究補助金交付一覧(1948~56年度)

年度	題 目	交付先・主任研究者	交付額(円)	種 別
1948	鉱石検波器の安定化	東芝・小林秋男	30,000	文部・科学試験
1949	半導体製品の改良 特に高圧に耐えるセレンウム整流器の研究	東北大工・渡辺寧	800,000	〃
		電元工業・大槻俊郎	50,000	〃
1950	半導体製品の改良	東北大工・渡辺寧	150,000	〃
1951	亜酸化銅整流素子に関する研究 酸化物陰極の結晶粗大化について 含ゲルマニウム鉱石の処理 纏波技術の研究(点接触型シリコンダイオードの試作)	東工大・河上益夫	350,000	〃
		神戸工業・有住徹弥	200,000	〃
		東北大選鉱研・小野健二	200,000	〃
		日本電気	850,000	通産・応用研究
1952	接触型トランジスターの試作研究 日本産資源からゲルマニウム金属の精製 含ゲルマニウム鉱石の処理 ゲルマニウムダイオード及びトランジスターの研究 ゲルマニウムの製錬法 〃	日本電気・石川義興	200,000	文部・科学試験
		東大教養・片山信夫	250,000	〃
		東北大選鉱研・小野健二	150,000	〃
		日本電気	600,000	通産・応用研究
		石炭総合研究所 太平鉱業	300,000 600,000	〃 〃
1953	日本産資源からゲルマニウム金属の精製 ゲルマニウム及びシリコン検波器の工業化試験 半導体ロールジャンクションの実用化 ゲルマニウム P.M ジャンクションの研究 ゲルマニウムの製錬法	東大教養・片山信夫	420,000	文部・科学試験
		日本電気	7,000,000	通産・工業化試
		神戸工業	900,000	通産・応用研究
		日本無線	1,000,000	〃
		三菱金属鉱業	600,000	〃
1954	接合型トランジスタの製法に関する研究 日本産資源からゲルマニウム金属の精製 ゲルマニウムの製錬 珪素の新精製法及び精製珪素利用に関する研究 トランジスターの量産化 ゲルマニウム製錬法 フォトリソトランジスターの試作研究 石炭燃焼ガス及煙灰よりゲルマニウムの抽出 国産ゲルマニウムの精製に関する研究 ゲルマニウムの分析に関する研究	東大生研・高木昇	300,000	文部・科学試験
		東大教養・片山信夫	400,000	〃
		九大工・岡元敬蔵	200,000	〃
		東北大金研・大日方一司	300,000	〃
		神戸工業	8,000,000	通産・工業化試
		三菱金属鉱業	8,000,000	〃
		東京通信工業	700,000	通産・応用研究
		石炭総合研究所	6,200,000	通産・特別研究
		電波技術協会	5,950,000	〃
〃	2,100,000	〃		
1955	接合型トランジスタの製法に関する研究 ゲルマニウムの製錬 高周波用トランジスターの製造研究 珪素トランジスターの研究 トランジスター材料の試験法に関する調査研究 純珪素の製造研究 銅鉱石類より酸化ゲルマニウムの製錬法の研究	東大生研・高木昇	300,000	文部・科学試験
		九大工・岡元敬蔵	300,000	〃
		東京通信工業	7,500,000	通産・工業化試
		神戸工業	1,450,000	通産・応用研究
		電波技術協会	1,200,000	〃
		東海電極製造	450,000	〃
		増富鉱山	700,000	〃
1956	超高周波用テトロードトランジスタの製造研究 トランジスタの試験法に関する調査研究	東京通信工業	1,100,000	〃
		電波技術協会	750,000	〃
	合計 38件		60,550,000	

注) 補助金の種別は以下の略称で表記。文部・科学試験(文部省科学試験研究費), 通産・工業化試(通産省工業化試験補助金), 通産・応用研究(通産省応用研究補助金), 通産・特別研究(通産省鉱工業技術特別研究補助金)。なお, 1952年度までの通産省の補助金制度では, 応用研究の名称は使用されていないが, それに相当するものを, 応用研究として表記を統一した。

出所) 『学術月報』各号; 『昭和25年度文部省科学試験研究費研究報告集録』, 49頁; ゲルマニウム技術委員会編『ゲルマニウム技術委員会報告書』(財)電波技術協会, 1955年, 4頁; 通商産業省重工業局編『日本の電子工業』日刊工業新聞社, 1957年, 43頁, 第14表をもとに作成。

めの補助金制度であった。⁽⁵⁷⁾この文部省科学試験研究費と、少し後れて1950年度に始まる通産省の試験研究補助金制度が、黎明期の半導体技術の発展を一貫して支援していくことになる(表4参照)。

さて、トランジスタ研究委員会の主要な目標は2つあった。第1はトランジスタの材料であるゲルマニウムの国内資源探査とその精製・高純度化、第2はトランジスタの物性論的研究であった。⁽⁵⁸⁾第1の目標は、当時日本にはゲルマニウムがわずかしかなく、輸入されるゲルマニウムも「金より高い」⁽⁵⁹⁾といわれ、研究者がゲルマニウムを手に入れることは、きわめてむずかしい状況にあった。そこで、委員会ではまず材料の確保が重要と考え、鉱物・地質学の研究者に協力を求めたのである。渡辺の回想によれば、ゲルマニウムの国内資源探査を東大の木村研究室に依頼し、委員会の研究費の大半をその旅費に注いだという。⁽⁶⁰⁾なお、これに関連して、表3に見られるように、ゲルマニウムの代用品としてのシリコンの精製の研究も、東北大学選鉱製錬研究所の小野健二の協力を得て行われている。

第2の目標は、トランジスタの原理を明らかにすることであった。トランジスタの実物も見ることができない状況下で、どのようにしてゲルマニウムに金属針を二本立てたら、増幅作用が現れるか、あるいはシリコン、ゲルマニウムのp-n接合の動作原理などについて、「フィジカル・レビュー」や「ベル・システム・テクニカル・ジャーナル」などの雑誌に掲載された、バーディーン、ブラッタン、ショックレーらの論文をたよりに、検討を進めたのである。

この研究の成果は、1950年4月の日本物理学会分科会で、渡辺寧・本多波雄、鳩山道夫、山下次郎らの委員会メンバーによって発表された。⁽⁶¹⁾これらは同学会における最初のトランジスタに関する発表となった。しかし、試作実験では容易に増幅作用を確認できず、困難を極めた。なぜなら、トランジスタの製作にはゲルマニウム、シリコンを高純度に結晶化し、不純物添加処理をするという、日本の研究者たちがこれまでに経験したことのないレベルの精製技術、結晶化技術が必要であったからである。

実際に、アメリカでもトランジスタが工業化されるまでには、それらの技術の革新が必要であった。1950年から1952年にかけて、ウェスタン・エレクトリック社(WE)、ラジオ・コーポレーション・オブ・アメリカ社(RCA)、ジェネラル・エレクトリック社(GE)などの技術者によって、合金法、単結晶引上法、ゾーン精製法などが次々と開発され、これらの技術をもとに、トランジスタの工業化が進められたのである。

結局、トランジスタ研究委員会の試みは、トランジスタの動作原理を完全に理解する前に終了した。渡辺の回想によれば、「整流器ならよいがトランジスタの研究はやめたいという造反分子

注 (57) 青木「学術研究会議の共同研究活動と科学動員の終局」, 20頁。

(58) 『昭和25年度文部省科学試験研究費研究報告集録』, 49~52頁; 渡辺「トランジスタ発明後四半世紀」, 169~170頁; 『トランジスタ25周年記念号』アンケート, 283頁。

(59) 「トランジスタ25周年記念座談会」『物性』第14巻第4号(1973年4月号), 203頁(犬塚英夫の発言)。

(60) 渡辺「トランジスタ発明後四半世紀」, 169頁。

(61) 「学会記事」『日本物理学会誌』第5巻第6号(1950年12月), 365頁。

が現われるに至り、電気試験所内の『トランジスタ委員会』は終幕した⁽⁶²⁾』としている。

その後、電気試験所では田無分室の鳩山研究室で半導体物性論の研究会が続けられた。この研究会は鳩山の研究室のメンバーを中心とするものであったが、電気通信研究所、早稲田大学、日本無線、サンケン電気など外部から参加する者も少なくなかったという。この研究会は1950年代後半まで続けられたようである⁽⁶³⁾。

以上に見たように、トランジスタ研究委員会の活動は短命に終わった。しかし、同委員会が第1の目標に掲げたゲルマニウムの国内資源探査については、この委員会をきっかけに大きな共同研究活動に発展することになる。この点を次に見たい。

(2) ゲルマニウム国産化の試み

国内の希少金属の資源探査は、大戦中の科学技術動員下で活発に行われており、たとえば、学術研究会議では、前述の東大の木村健二郎を班長とする「希有元素」研究班が1944年度に設置され、終戦後の1947年度まで活動が続けられた。また、1948年度には同じ学術研究会議に、商工省地下資源調査所の末野悌六を班長とする「鉱物の新活用」研究班が設置された。この班では研究課題として「ゲルマニウムの資源と処理」が設定され、後に東芝のトランジスタ研究の中心となる犬塚英夫が参加していた⁽⁶⁴⁾。ただし、これは時期的に少し早いので、トランジスタの材料として取り上げられたわけではない。

この「鉱物の新活用」研究班は学術研究会議の廃止により、1年度だけの活動となった。しかし、その前年の1947年7月に、同じ末野を委員長とする「鉱物の新活用研究」委員会（第111委員会）が日本学術振興会に設置され、活動を開始していた⁽⁶⁵⁾。この委員会でも同じようにゲルマニウムなどの半導体材料が研究対象として取り上げられていた。この委員会での活動を母体として、上記のトランジスタ研究委員会からの働きかけを契機に発足したのが、「半導体材料委員会」であった⁽⁶⁶⁾。

半導体材料委員会は1950、1951年度の文部省科学研究費を得て、ゲルマニウムの国産化、すなわち国内資源探査とその精製・抽出の研究に本格的に取り組むことになった。委員長は東京大学の片山信夫、委員は11名の大学の鉱物・地質学者と、民間から6名の研究者が参加した。民間からの参加者の中には、上述の東芝の犬塚と多田格三⁽⁶⁷⁾がいた。委員会の会合は2年間で11回開催され⁽⁶⁸⁾、その結果、大分県の尾平鉱山の白鉄鉱と、尾平鉱山の鉱石を製錬する香川県の直島精⁽⁶⁹⁾

注 (62) 渡辺「トランジスタ発明後四半世紀」, 170頁。

(63) 鳩山『半導体を支えた人びと』, 35頁。

(64) 『昭和十九年度動員下ニ於ケル重要研究課題』文部省科学局, 61~63頁, 『後藤正夫文書』; 青木「第二次世界大戦中の科学動員と学術研究会議の研究班」, 76~77頁, 表4; 同「学術研究会議の共同研究活動と科学動員の終局」, 13~16頁, 表9, 30~35頁, 表19。

(65) 『昭和23年度研究班組織—自然科学の部—』学術研究会議。

(66) 日本学術振興会編集発行『日本学術振興会30年史』1998年。

(67) ゲルマニウム研究委員会編『ゲルマニウム研究委員会』朝倉書店, 1956年, 401頁。

(68) 片山信夫「半導体材料委員会におけるゲルマニウム資源に関する研究成果」『鉱山地質』第2巻第6号, 1952年, 40頁。

(69) 『ゲルマニウム研究委員会』, 401頁。

表5 ゲルマニウム研究委員会の研究組織 (1954年度)

日本産資源からゲルマニウム金属の精製		東大・教養 片山 信夫	
1. 石炭からゲルマニウムの製造	石炭総合研究所 所員	稲垣 勝	
	〃 所員	及川 浩	
2. 金属鉱石からゲルマニウム製造	三菱金属鉱業研究所 技師	村井 東助	
	〃 技師	小高 昭夫	
	住友金属鉱山・研究所 研究員	下河原達成	
	三井金属鉱業・東京研 室長	三野 英彦	
	東北大・選鉱製錬研 所長	小野 健二	
3. ゲルマニウム資源に関する研究	東大・理 教授	渡辺 武男	
	山形大・文理 助教授	三角 省三	
	東大・教養 助教授	湊 秀雄	
	〃 助教授	立見 辰雄	
	東大・理 教授	木村健二郎	
	九大・工 助手	牟田 邦彦	
	〃 教授	木下 亀城	
	東大・工 助教授	今井 秀喜	
	地質調査所 課長	木村 正	
	〃 課長	須貝 貫二	
	〃 技官	佐々木 実	
4. ゲルマニウムの分析法	東芝・マツダ研 研究員	多田 格三	
	三菱金属鉱業研究所 技師	多々良 登	
	科 研 研究員	北原 三郎	
	東大・理 教授	南 英一	
	東大・教養 助教授	吉野 論吉	
	東北大・選鉱製錬研 教授	岡 好良	
	東北大・金研 教授	後藤 秀弘	
5. ゲルマニウムの精製	名大・理 助教授	垣花 秀武	
	東芝・マツダ研 課長	犬塚 英夫	
	神戸工業 研究員	江崎玲於奈	
	富士通信機 課長	田淵 誠一	
	日本無線 課長代理	山下 稔	
	日本電電公社 課長	二条 弼基	
6. 半導体としての応用	三菱電機研究所 室長	山森 末男	
	〃 研究員	吉崎 誠一	
	〃 研究員	神崎 邇	
	日本電気 研究員	長船 広衛	
7. 歯科用合金としての応用	東京医歯大 教授	神沢 康夫	
8. 研究の相互調整	東大・教養 教授	片山 信夫	

出所) 文部省科学試験研究費による研究調査委員会編『昭和29年度文部省試験研究報告集録—鉱山・金属編—』日本学術振興会, 1956年2月, 83~84頁より作成。

錬所 (いずれも三菱金属鉱業経営) の排出物 (煙灰, 沈殿物など) が有望であるという結論に達した。⁽⁷⁰⁾

1952年度からは研究が応用試験段階に入ったということで, 文部省科学試験研究費の交付を受け, 名称を「ゲルマニウム研究委員会」とした。⁽⁷¹⁾ 同委員会は1952年度から1954年度までの3年間, 研究費の交付を受け, 活動を続けた。各年度の交付額は, 1952年度25万円, 1953年度42万円, 1954年度40万円であった (表4参照)。委員数は年々増加し, 1952年度13名, 1953年度21名, 1954年度37名であった。増大した委員は, 電電公社電気通信研究所や電気通信機械メーカーなどの半導体物理・電子工学の研究者と, 三菱金属鉱業, 住友金属鉱山などの民間の鉱物研究者であった。1954年度の組織名簿を掲げると, 表5の通りであった。同年度では電気通信機械メーカーから多数の委員が参加したが, これはこの年度から, 国内資源から回収・抽出されたゲルマニウムの精製と, トランジスタへの応用研究が本格化したことを意味していた。⁽⁷²⁾

注 (70) 片山「半導体材料委員会」, 43頁。

(71) 『ゲルマニウム研究委員会』, 401頁。

(72) 『昭和27年度文部省科学試験研究費による研究報告集録 (昭和28年4月末現在) —鉱山・金属編—』日本学術振興会, 1953年, 113~116頁; 『昭和28年度文部省科学試験研究費による研究報告集録 (昭和29年4月末現在) —鉱山・金属編—』同会, 1954年, 117~135頁; 『昭和29年度文部省試験研究報告集録 (昭和30年4月末現在) —鉱山・金属編—』同会, 1956年, 83~91頁。

員会の会合は3年間で計20回に及んだ⁽⁷³⁾。

この過程で、1952年度に(財)石炭総合研究所の稲垣勝により、石炭のガス液からイオン交換樹脂を利用してゲルマニウムを回収する技術が開発され、東京ガスの工場で抽出に成功するという大きな成果があった。その結果、1953年度には東京ガスの関連会社である関東タール製品(株)から酸化ゲルマニウムが試料として提供されるようになり、その精製と電気的特性の分析、さらに半導体ダイオード(二極管)の試作が行われるようになった。1954年度には直島精錬所の排出物からのゲルマニウムの回収も行われ、国産ゲルマニウムのトランジスタ用としての特性分析が行われた⁽⁷⁴⁾。その結果、「十分適格であるが、純度がまだ最近の外国製品に多少劣る⁽⁷⁵⁾」と評価された。

こうしたゲルマニウム国産化の努力は、国会でも注目されることとなった。まず1953年12月の第19回国会、衆議院電気通信委員会および通商産業委員会で、電気通信機器の振興と地下資源開発に関連して、ゲルマニウム国産化の問題が取り上げられ、翌1954年2月の電気通信委員会では、この問題が主要議題として審議された⁽⁷⁶⁾。この議論を主導したのは、改進黨の斎藤憲三(TDK創業者)と右派社会党の松前重義(元通信省工務局長、元通信院総裁)らであった。彼らは当時国会で「科学技術庁」設置運動や原子力推進運動を展開し、既成の科学技術振興体制に反発する議員グループであった。斎藤、松前らは国会で繰り返しゲルマニウム国産化とトランジスタの振興を訴えた。その結果、政治事件として有名な1954年3月4日の「原子力予算」成立の際に、「ゲルマニウム製錬技術および応用研究費⁽⁷⁷⁾」として、1,500万円が盛り込まれることになるのである。

この1500万円という金額は、それまでのゲルマニウム研究委員会の研究費にくらべて、明らかに巨額なものであった。配分先の工業技術院では「鉍工業技術特別研究補助金制度」を新たに創設し、それにもとづいて補助金を交付する方針を決めた。そして、1954年4月28日に工業技術院に「ゲルマニウム技術委員会」を設置し、活動を開始した。委員長は元工業技術院長の井上春成であり、委員は官民の有識者24名で構成された。補助金の交付先は研究成果の公表が可能になるように、公益法人である(財)石炭総合研究所と(財)電波技術協会とし、前者に620万円、後者に805万円を交付することになった(表4参照)。また、委員会の下部組織として、電波技術協会内にゲルマニウム応用委員会とゲルマニウム分析委員会が設置され、前者の委員長に電気試験所の鳩山道夫、後者に片山信夫が就任した⁽⁷⁸⁾。

注 (73) 『ゲルマニウム研究委員会』, 401頁。

(74) 『昭和27年度研究報告集録』, 113~116頁; 『昭和28年度研究報告集録』, 117~135頁; 『昭和29年度試験研究報告集録』, 83~91頁。

(75) 『昭和29年度試験研究報告集録』, 84頁。

(76) 『第18回国会衆議院電気通信委員会議録第3号』1953年12月5日; 『第19回国会衆議院通商産業委員会議録第1号』1953年12月14日; 『第19回国会衆議院電気通信委員会議録第2号』1954年2月11日; 同第4号, 2月13日; 同第6号, 2月24日; 同第7号, 2月26日。

(77) 「衆院の焦点・重要法案へ」『朝日新聞』1954年3月4日, 1面。

(78) ゲルマニウム技術委員会編『ゲルマニウム技術委員会報告書』(財)電波技術協会, 1955年, 3~4頁。

委員会の研究分担は、次の通りであった。石炭総合研究所がゲルマニウムの抽出を担当、ゲルマニウム応用委員会が国産ゲルマニウムの製錬とそれによるトランジスタの試作を担当した。そして、ゲルマニウム分析委員会は、抽出されたゲルマニウムの分析を担当したが、これは実質的に上述のゲルマニウム研究委員会⁽⁷⁹⁾で運営された。

委員会の活動は1954年度から1955年度にかけて行われ、1955年12月に報告書を発行して終了した。その結論の主要な部分は、「国産ゲルマニウムは、米国のイーグル・ピッチャーの製品より僅かに劣るが、現在非常に良くなりつつあり……⁽⁸⁰⁾」というものであった。しかし、委員会では国産ゲルマニウムの品質をめぐって、外貨節約のためになるべく国産品を使用させたい官庁側の委員と、輸入ゲルマニウムを使用したいメーカー側の委員の間で、意見の対立があったといわれ、報告書の中でも、その点が率直に語られていた⁽⁸¹⁾。

なお、1950年代後半に入ると、アフリカのコンゴから大量のゲルマニウムが産出されるようになり、輸入ゲルマニウムの価格は年々下落していった。同時期に、日本では東京ガスと三菱金属鉱業でゲルマニウムの生産工場が立ち上がるが、結局、生産量と価格の面で、輸入品にまったく太刀打ちできず、生産を終了することになる⁽⁸²⁾。ただし、ゲルマニウムの委員会で培った技術は、トランジスタ製造過程で出るゲルマニウム屑の回収・再生技術として応用され、1960年代に三菱金属鉱業系の東京電子冶金研究所が一手に引き受けて事業を展開することになる⁽⁸³⁾。

(3) 技術導入とトランジスタの工業化

最後に、トランジスタの工業化の過程について述べたい。

1948年夏にトランジスタ発明の情報が日本に伝えられた後、2、3年が経過すると、日本では上述のトランジスタ研究委員会に見られるような、海外雑誌の情報をたよりにしたトランジスタの動作原理についての調査や追試などが、各所で行われた。しかし、どの研究者も動作の確認ができず、悪戦苦闘することになる。そうした中で、最初に成果を上げたのが、電気通信省電気通信研究所（後、日本電信電話公社電気通信研究所）無線研究科の関壮夫の研究グループであった。

電気通信研究所では通信事業の復興が優先されたため、直ちにトランジスタ研究に着手することはできなかったが、同所無線研究科では1950年春から岩瀬新午、浅川俊文らにより研究が開始され、1951年10月に日本最初の点接触型トランジスタの動作確認に成功、11月の日本物理学会でその成果が公表された。翌1952年には高純度のゲルマニウム結晶の試作に取り組み、10月にそれを材料にした点接触型トランジスタの試作に成功した。これは材料の結晶化から金属針の設置、調整までの全工程を、すべて同研究科で行った、日本最初の「純国産」トランジスタとな

注 (79) ゲルマニウム技術委員会編『ゲルマニウム技術委員会報告書』より。

(80) ゲルマニウム技術委員会編『ゲルマニウム技術委員会報告書』, 4頁。

(81) ゲルマニウム技術委員会編『ゲルマニウム技術委員会報告書』, 89~90頁。

(82) 通商産業省重工業局電機通信機課編『日本のトランジスタラジオ工業』工業出版社, 1959年, 24~25頁。

(83) 鳩山『半導体を支えた人びと』, 96頁。

った。また、同年にはアメリカで半導体ダイオードや接合型トランジスタが合金法により簡単に作れることが明らかになったので、同研究科では同年後半に合金法による接合型トランジスタの試作に取り組み、日本で最初にそれに成功した⁽⁸⁴⁾。

この過程で注目すべきは、日本でトランジスタ試作の第一線に立ったのは、戦後に大学の物理学科を卒業した若手の研究者であった場合が多かったことである。上述の電気通信研究所の岩瀬、浅川がまさにそのケースであった。研究科長の関はトランジスタ研究を開始するにあたって、当時東北大学理学部の助手であった岩瀬をスカウトし、その責任者に当てたとしている⁽⁸⁵⁾。そのほか、電気試験所の鳩山道夫のもとでトランジスタ研究に取り組んだ菊池誠、渋谷元一、神戸工業の有住徹弥のもとで半導体ダイオードやトランジスタの研究に取り組んだ江崎玲於奈らが同様のケースであった。当時は終戦後の就職難が続き、物理学科の優秀な若手研究者を容易に集めることができたことも、その要因といわれている。戦前・戦中からの固体物理学・電子工学の研究者をリーダーとし、そのもとに戦後に大学を卒業した物理系の若手研究者が集まり、ゲルマニウム、シリコンを材料にしたトランジスタ、ダイオードなどの研究に取り組んだのが、この時期の人材面から見た研究体制の特徴であった。

また、メーカーではこの時期、一部の研究者が独自にトランジスタ、ダイオードの研究に着手し、あるいはその動向に関心を持ち始めていた。日本電気の長船廣衛、東芝の犬塚英夫、神戸工業の有住徹弥、日立製作所の伴野正美らである。しかし、経営者側からは、その重要性をあまり理解されなかったという。彼らの証言をいくつか紹介すると、「今晚の飯が食えないのに、あさってのディナーを議論するとは不謹慎だ⁽⁸⁶⁾」、「重電機会社でそんな小さな部品の研究をしてもしょうがない⁽⁸⁷⁾」、「立派な真空管があるのに、なんで鉦石検波器まがいの得体の知れないことをやるのか⁽⁸⁸⁾」といった状況であった。

しかし、彼らにとって幸運だったのは、上述のように1950年から1952年にかけてアメリカでトランジスタの製造技術が進展し、工業化の基盤が出来上がりつつあったことと、表6に示されるように、当時、上記の日本メーカーがアメリカのRCA社と包括的な技術援助契約を結んだことであった。これにより、神戸工業、日立製作所、東芝は1952年以降、RCAの技術支援のもとに、トランジスタ、ダイオードの事業化を進めることが可能となった。有住、伴野、犬塚らは渡米して、RCAを訪問し、実地研修を受け、最新の技術を吸収し、そして帰国して、それらの事業化の第一線に立っていった。また、日本電気の長船は1952年にトランジスタ製造マニュアル⁽⁸⁹⁾

注 (84) 関「トランジスタの初試作とLTP」, 36頁; 岩瀬新午『「研究」から「事業」への道』西澤・大内編『日本の半導体開発』, 40~42頁; 浅川俊文「トランジスタからLSI」同書, 54~58頁。

(85) 関「トランジスタの初試作とLTP」, 36頁。

(86) 長船『半導体のあゆみ』, 22頁。

(87) 伴野「半導体の事業化に賭ける」, 234頁。

(88) 相田『電子立国日本の自叙伝』上, 118頁(犬塚英夫の証言)。

(89) 江崎玲於奈「真空管から半導体への“トンネル”の思い出」『日本の物理学史』, 480頁; 伴野「半導体の事業化に賭ける」, 234頁; 「トランジスタ25周年記念座談会」, 212~213頁(犬塚英夫の発言)。

表6 トランジスタ関係の技術援助契約一覧(1957年2月現在)

認可年月日	提携先企業	日本側企業	契約事項	種別
1952.4.30	R. C. A.	神戸工業	ブラウン管, 送信管, トランジスタ, テレビ, ラジオその他無線機器	技術援助契約
5.14	〃	日立製作所	電子管(含ブラウン管), トランジスタ, テレビその他無線機器	〃
6.11	〃	東京芝浦電気	同上, 外ラジオ	〃
〃	Siemens	富士電機製造	有線・無線通信機器, 電子管, 半導体製品	〃
1953. 3. 3	R. C. A.	八欧無線	テレビ, ラジオ, 受信管, トランジスタ, 無線装置	特許契約
1954. 2. 2	W. E.	東京通信工業	トランジスタ, フォトトランジスタ, ダイオード	特許契約
6.15	〃	東京芝浦電気	〃	〃
10.19	〃	日立製作所	〃	〃
〃	〃	三菱電機	〃	〃
11. 9	〃	神戸工業	〃	〃

出所) 通産省編『日本の電子工業』, 237～243頁, 附録4より作成。

の決定版といわれるWE社の『トランジスタ・テクノロジー』を入手し, 単結晶の引き上げに成功した。⁽⁹⁰⁾この本は電気試験所などの公的機関の研究者では目にする事ができないものであった。

他方, そうしたメーカー側の努力と並行して, 文部省や通産省による半導体関係の試験研究への資金援助が, 初期の段階から行われていたことも, 見逃すことができない。文部省科学試験研究費によるトランジスタ研究委員会への研究費交付についてはすでに述べたが, 表4に見られるように, 1951年度には日本電気の半導体ダイオード研究に対して, 通産省工業技術庁(後, 工業技術院)による鉱工業技術研究補助金(後, 応用研究補助金)が交付され, 1952年度には同様に日本電気のトランジスタ研究に対して文部・通産の両省から研究費が交付された。日本電気の長船は, 「ダイオードに足を引張られて, トランジスタ開発の時期はおくれたが……文部省の補助金を得て, チャンスを掴んだ」⁽⁹¹⁾と回想している。

こうした研究補助金の交付は表4に示されるように, 大学・企業を含めて, また, 鉱物関係の研究も含めて, 1956年度までに合計38件, 総額6000万円以上にのぼった。通産省の補助金制度が軌道に乗った1952年度以降は, 同省が補助金交付の中心となり, 半導体の研究開発が基礎から応用へ, さらに工業化へと進むにつれて, 1件につき800万円もの高額な補助金が同省より交付された。そうした補助金の交付先として特徴的であったのは, 日立や東芝などの総合電機メーカーではなく, 神戸工業や東京通信工業(後, ソニー)などの, 現代で言えば, ハイテク・ベンチャー企業と, 通信機械専門メーカーである日本電気が, 主として選ばれていたことであった。補助金の交付が産業政策的ないし戦略的に運用された好例といえよう。

ところで, この段階でメーカーが直面した問題は, 技術的なものだけではなく, 工業化段階で重要となるのは, いかに優れた技術であれ, その市場があるかどうかであった。その点で,

注 (90) 長船『半導体のあゆみ』, 38～39頁。

(91) 長船『半導体のあゆみ』, 38頁。

トランジスタの市場は未知であった。

この問題に果敢に挑戦し、それを解決していったのは、よく知られているように、半導体研究で先行する大手の電機メーカーではなかった。それは後発の東京通信工業（東通工）であった。同社は元海軍技術将校の井深大、盛田昭夫らによって1946年5月に設立され、磁気テープレコーダーの製造販売で成功したベンチャー企業であった。井深は1952年に渡米した際、たまたまベル研の特許を所有・管理するWE社が、トランジスタ関連特許を公開するという情報を聞きつけ、トランジスタに興味を持つことになる。東通工は当時、磁気テープレコーダーに次ぐ新たな事業を模索していた時期にあり、井深はトランジスタを小型ラジオに使用しようと考えたのである。また、WE側もアメリカの独占禁止法の関係で特許公開に積極的であった。双方の思惑が一致し、東通工はWEとのトランジスタ関連特許使用契約の認可を通産省に申請、1954年2月2日にそれを得ることになる（表6参照）。そして、この契約は他社にもただちに影響を与え、同年中に東芝、日立、三菱電機、神戸工業の各社が次々にWEとトランジスタ関連特許使用契約をむすび、通産省の認可を受けることになる。⁽⁹²⁾

東通工では1953年8月頃から岩間和夫を中心とするトランジスタ事業グループが組織され、WE社から送られてきた『トランジスタ・テクノロジー』を教科書に技術の吸収に努めた。同社とWEの契約はノウハウ契約ではなく、特許契約であったため、他社にくらべて大変な苦勞をしたといわれる。そうした苦勞の末、1954年中にダイオード、合金型トランジスタなどの開発し、歴史的な1955年7月のトランジスタ・ラジオの発表となるのである。⁽⁹³⁾

結局、井深が目をつけた小型ラジオが、トランジスタに大きな市場を提供することになり、トランジスタをめぐる状況を一変させることになる。表7に見られるように、1956年のトランジスタ・ラジオの生産台数は、3万8000台弱であったが、1958年には年間300万台弱、1959年には800万台弱に急増した。これに対して、トランジスタの生産個数も1954年の推定6,500個から1958年の2700万個弱、1959年の8650万個と急増した。トランジスタの需要内訳を調べた表8によると、1958年に生産されたトランジスタ2673万6000個中、2169万2000個、すなわち81%がラジオの部品として使用されたのである。

そうしたトランジスタの急激な生産増大は、東芝ほかのメーカーが東通工に刺激されて、次々とラジオ用トランジスタの生産に乗りだし、供給体制を整えた結果であった。それはトランジスタが、ビジネスとなった瞬間であった。

むすび

日本の半導体物性研究のパイオニアである川村肇は、日本の半導体産業の発展の要因について次のように述べている。⁽⁹⁴⁾

注 (92) 「トランジスタを企業化して・井深大氏」『物性』第14巻第4号（1973年4月号）、223～242頁。

(93) 塚本哲男「ソニーの礎を築く」、西澤・大内編『日本の半導体開発』、98～101頁。

(94) 川村肇「トランジスタ25周年記念号の刊行に当って」『物性』第14巻第4号（1973年4月号）、序文。

表7 トランジスタ及び同式ラジオの生産量

年	トランジスタ 個数	トランジスタ式 ラジオ台数
1954	6,500	—
1955	85,000	—
1956	564,000	37,780
1957	5,746,034	643,094
1958	26,736,333	2,986,595
1959	86,500,477	7,957,414

注) 1956年までのトランジスタの生産量は、推計値。

出所) 通商産業省重工業局電機通信機課編『日本のトランジスタラジオ工業』工業出版社、1959年、21頁、第5表；通商産業省編『電子工業年鑑1962年度版』電波新聞社、1961年、232頁、第26表、508頁、第7表より作成。

表8 トランジスタの需要実績(1958年)

内 訳	個数 (1,000 個)	比率 (%)
4石以上のTRラジオ用		
国内向ラジオ用	6,468	24.2
輸出向ラジオ用	11,454	42.8
3石以下のラジオ用	3,758	14.1
小 計	21,692	81.0
搬送装置用	12	0.0
電子計算機用	40	0.1
その他の機器用	1,000	3.7
その他時計、玩具用	1,000	3.7
トランジスタ単体輸出	304	1.1
ランニング・ストック	2,700	10.1
合 計	26,736	100.0

出所) 通産省編『日本のトランジスタラジオ工業』、23頁、第8表より作成。

この原因はすでにそれまでにあった日本の科学、技術の素地や、経営者の勇気などもあずかって力があると思われませんが、やはりアメリカの generous な政策、商策による所が大きいのと思われれます。ベル研究所はじめアメリカやヨーロッパでの膨大な基礎研究のデータを利用できたからこそ、日本ではほとんど研究もしないで、技術だけを発展させることができたのであります。

すなわち、川村は基礎研究の面で、アメリカでの膨大な研究成果を利用できたことが発展の要因であったとしているのである。

また、アメリカ企業と技術提携した日本メーカーの関係者の多くは、製品技術、製造技術よりも、周辺技術の面で、アメリカとのより大きな格差を感じたと証言している⁽⁹⁵⁾。日本電気の長船廣衛は、「半導体メーカーが個々に、すべてを自給自足することはとうてい無理な相談であった。例えば、高純度の弗酸等の薬品、インジウム等の副資材、高純度グラファイト、各種治工具類から製造設備、各種測定器にいたるまで、日本では自給できない状態だった⁽⁹⁶⁾」としている。

結局、トランジスタの基礎研究から製品・製造技術、周辺技術にいたるまで、アメリカの影響は絶大であったのである。日本がアメリカから大きな恩恵を受けたことは、疑いようのない事実であった。日本のトランジスタ工業化の主要因が、アメリカからの技術情報や、アメリカ企業との技術提携にあったことは、明らかであった。

だが、他方、戦後、日本ほど急速にアメリカにキャッチアップした国はなかったことも、また事実であろう。アメリカからの技術情報の流入が、他の多くの国々に等しく開かれていたとしたら、なぜ日本だけがそのような急速なキャッチアップに成功したのか。それは上記の引用に見られるように、日本の研究者・技術者がどこの国の人びとよりも謙虚かつ熱心に、アメリカから学

注 (95) たとえば、「トランジスタ 25 周年記念座談会」、212～215 頁。

(96) 長船『半導体のあゆみ』、53 頁。

ぶ姿勢を持っていたからであろう。しかし、本稿で強調したいのは、そうした研究者・技術者たちを生み出した社会的背景である。

すなわち、日本では、戦前、戦中から戦後にかけて、物性物理、固体電子工学の厚い研究者層が形成され、活発な共同研究が行われてきたこと。学会が組織・整備され、研究交流できる場が形成されていたこと。個別研究や共同研究を支えるさまざまな国の研究支援制度が整備されてきたこと。その結果、冒頭で述べたコミュニティと呼べるようなものが形成され、困難な問題に立ち向かう体制ができていたこと。以上のことが日本の半導体技術発展の背景にあったと考えられるのである。

もちろん、本文で述べたように、戦後のトランジスタ研究委員会では初期の目的を果たしたわけではないし、ゲルマニウム国産化の試みも、投入した努力に見合った成果を業界にもたらしたわけではない。また、市場の発見という点では、ソニーというアウトサイダーが果たした役割は大きかった。

本稿で強調したいのは、個々の共同研究活動の具体的な成果に還元できない部分、すなわち戦前・戦中から戦後にかけての活発な共同研究が、研究者・技術者間の交流の心理的な壁を低め、早期に半導体物性への問題関心を醸成し、研究・経験を蓄積する場となったこと、そして、戦後トランジスタ工業化の第一線に立っていった産官学の研究者・技術者の多くが、そうした環境の中から登場してきたこと、このことである。