

家庭用エアコンの国産化・普及に関する一考察

前 島 正 裕

国立科学博物館理工学研究部

On the Domestic History of Home Air Conditioner

By

Masahiro MAEJIMA

Department of Science and Engineering, National Science Museum
3-2-1 Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169, Japan

Abstract

This report will discuss the evolutions of home air conditioner in Japan, focusing on the factor of technological development. Some air conditioners made by Carrier Co. were first imported and introduced into Japan in 1932. These appliances came into wide use from about 1960. In the beginning, the development and production of home air conditioners in Japan were based on the refrigeration technology with compressor and on a system of mass production, respectively. This system was established around 1959. The split type, which are divide into indoor evaporator unit and outer coagulator unit with compressor for Japanese house were on sale from 1961, while the window type of vertical style fitted into Japanese slide windows were on sale from about 1970.

1. はじめに

このところの猛暑もあるが、毎年夏になると電力消費量が話題となる。これは夏のウィークデーの午後2時前後に電力消費量が一年間で最も多くなるからである。その要因の一つはエアコンの使用である。エアコンは家庭用電気機器の中では大量に電力を消費する機器である。近年家庭用エアコンの伸びが著しい。当初、贅沢品であり、一家に一台の導入を目指した日から、今日では一室一台の時代を迎え、必需品になろうとしている。

本研究では、空気調和機器の中で、空冷式で2.2kW以下の家庭用エアコンについて、国産化の中心となる冷凍機応用技術を中心に国産化・普及過程を明らかにした。その結果、要素技術の開発とその生産体制の確立が必要条件であることがわかり、コンシューマ製品の国産化モデルに当てはめることによって考察した。家庭用エアコンは1958(昭33)年にルームクーラーと名称が統一され、1956(昭40)年にエアコンのJIS規格の制定と共にエアコンと名称が変更された。ここでは統一して家庭用エアコンと呼ぶことにする。

2. 我が国における空調・冷凍技術の導入

2.1 空調技術の導入

エアコンは空気調和機器（空調機器）の一つであるため、その普及には冷凍機応用技術（ハード）と家屋への適用技術（ソフト）の二つが必要である。空気調和とは Air Conditioning の訳で、空気の温度・湿度・気流・塵あいなどの条件を室内の人間または品物に対して最も良好な条件に保つことを意味し、概念自体は明治期に輸入された。当初は暖房が中心であり、わが国に冷房機器が輸入されるようになるのは明治後期である。1907（明40）年に最初の冷房機器が富士紡績の保土ヶ谷工場に設置された¹⁾。その後紡績工業を中心に導入が進み、昭和5年頃までに機器も次第に国産化した。紡績工業は当時の日本の主要産業であり、生産性を上げるため新技術の導入に熱心であった。この当時は空気洗浄機の水を循環噴霧する蒸発冷却方式が使用された。しかし日本のような多湿の気候には向かず、その後井戸水冷房へと変わった。井戸水冷房は冷却材を使わず、低温の地下水を噴霧する方式で、1922（大11）年に小林壬によって東京モスリン名古屋製絨所に初めて導入された²⁾。以降この方式は、銀行・映画館などに導入されて行くが、次第に冷却水による地盤沈下が問題となり、戦後になって規制された。冷却材を用いた冷房（完全冷房）は、軍艦の火薬庫などに大正初期には導入が始まったと思われるが、産業用には大正10年から設置された。1924（大13）年には一般家屋である小田邸（東京麻布）に初めて Volter 式 15 馬力アンモニア冷凍機を使用した全館冷房装置が導入された³⁾。しかしこれは特異な例である。完全冷房は昭和10年前後には工場・銀行・劇場等人の多く集まるところへ普及して行った。

2.2 冷凍技術の国産化

空調技術とは別に冷凍技術は明治年間に導入された。日本には古代から氷室があったが、鮮魚の販売や魚の冷凍保存に水が大量に用いられ、冷凍機はまず製氷に使われた。明治20年代には機械製氷も盛んとなり、1894（明27）年頃には機械製氷が天然水を圧倒するようになる⁴⁾。以降伝染病による衛生問題などから天然氷は次第に廃れる。

大正時代に入ると冷凍機の国内生産も増加するが、国産が主流になるのは昭和40年以降である。冷凍機は製氷・冷蔵用には大正年間まではアンモニア機、昭和に入ってターボ冷凍機、空調用にはアンモニア機や炭酸ガス機が使用された。1933（昭8）年以降、亜硫酸ガス機を使用した家庭用冷蔵庫の生産が三菱電機、東芝、日立製作所で始まった⁵⁾。

3. ルームエアコン導入期 1935（昭10）-1940（昭15）

3.1 電力網の発達と電灯電熱・動力契約の増加

エアコンは電灯線電力を利用するため、一般家庭がエアコンを使用するためには電力網の発達が必要条件である。ここでは電灯・電力契約状況を示す。

明治末期からの高電圧技術の発達により送電距離の延長が可能となり、大正期には山間部の水力を都市部に導入可能となった。1912（大元）年には、発電設備出力で水力（22.3万kW）が火力（22.9万kW）を上回り、その後日本の電源は水力主体の水主火従となった⁶⁾。それからの20年間で我が国の送電幹線の主体となった154kV送電網が完成した。これらの事により、各事業者間の供給地域が重なり、競争が激化し、電気料金が安くなった。実際に電灯が一般家庭に広がるのはこの大正期である。100世帯当たりの電灯需要家数は1916（大5）年の30戸から、1925（大14）年までの10年間で80戸まで増加する⁷⁾。しかし、その内容は定額灯が主体である。従量灯が定額灯を上回るのは1935（昭10）年である。その時点（昭和9年末）の日本の総電灯需要家数は11,715,694（戸）、総取り付け電灯数は40,532,219（灯）である。このうち従量契約の電灯数は20,045,475（灯）である。また全国の人口百人

に対する取り付け灯数は 59.4、東京に限れば 120.0 灯である。6 大都市（東京・大阪・京都・名古屋・神戸・横浜）の全国総灯数に占める割合は 34.0%。つまり、全電灯の三分の一が 6 大都市に集中しており、中でも東京は一人当たり 1.2 灯の電灯があることになる。また昭和 9 年末の電力需要家数は 1,181,715（戸）で取り付けキロワットは 3,205,114（kW）である。電動機以外の電熱などの需要はこの時点ではわずか 9% の 263,476（kW）に過ぎない⁸⁾。この当時の電熱機器は小型反射ストーブで 300～750 W、大型で 1～3 kW クラスである。電気レンジや電気かまどなどは 3, 4 kW クラスも販売されており、初期のエアコンが数 kW オーダーの電力を消費することから、電熱契約でエアコンの導入は可能であるが、電熱契約自体が希であることがわかる。

3.2 生活改善運動と家電製品の普及状況

大正の後期になると、国家の近代化への要請などから生活改善運動が盛んになる。生活改善運動とは保険衛生観念の普及や時間の管理、生活の近代化などを勧める総合的な運動で、各地に普及会や奨励会が組織され講習会や展覧会などのイベントを行った。家電製品も家庭生活を近代化させる機器として盛んに宣伝された。

一方、電気事業者は昭和の初めは余剰電力の消費を急務としていたこともあり、電気器具販売による電灯・電力・電熱供給契約の増加に努めるなど、新規需要の開発に努めた⁹⁾。電灯普及会等から発展した電気協会等も博覧会を行って積極的に電化生活を広報した。表 1 に 1937（昭 12）年 7 月時点での家電製品の普及状況を示す。東京地区は関東大震災によってアイロンなど電熱器が評価されたこともあり、全国に比べて普及している。

わが国で最も早く国産化された家庭用電気機器は電気扇である。芝浦製作所が明治 27 年に国産化したが、しばらくは高価な輸入品がわずかに使われていた。明治 42 年に三菱電機、大正 2 年に川北電機が製作に着手し、大正 5 年頃には 3 社等で量産が開始された¹¹⁾。

扇風機に続いて電化製品として登場して来るのは電熱応用製品である。大正 3 年 11 月に京都電灯が家庭電熱用電力の供給を開始し、電熱機器のレンタルを始めた。電気機器は高価で電気料金も他の燃料に比べて割高であり普及しなかったが、大正中期までには電気アイロンや電気七輪、丸型反射ストーブ、井戸ポンプの生産が始まった。家庭用冷蔵庫（電気冷蔵庫）や洗濯機も昭和 5 年頃、掃除機は昭和 6 年に国産化される¹²⁾。こうして家庭電気機器の生産量は昭和 5 年まで徐々に増加する。しかし当時の世相によりそれ以降次第に減少し、1938（昭 13）年 4 月に「国家総動員法」が制定されると、同年家庭用電化製品の生産は中止された。

3.3 国産エアコンの登場

わが国におけるルームエアコンの導入は小田邸で全館冷房が取り付けられた 8 年後、1932（昭 7）年

表 1 家庭用電気機器普及状況（於昭 12.7）扇風機を除く¹⁰⁾

品名	数量	
	全国	東京地区
電気冷蔵庫	12,215	4,700
電気洗濯機	3,197	1,590
真空掃除機	6,610	3,100
井戸ポンプ	202,300	100,000
アイロン	3,131,000	1,200,000
電気時計	418,000	211,000
商業用冷凍機	3,080	1,130
ルームクーラ	290	126

に米キャリア社製のルームクーラーが輸入，設置されたのが最初である。2年後には東洋キャリアが同社ウェザーメーカー 48F 形を輸入，取り付けると同時に国産化にも努力し，間もなく圧縮機と膨張弁以外は国産となる¹³⁾。続いて芝浦製作所や三菱電機も 1935 (昭 10) 年には国産のルームエアコンを発売した。芝浦製作所の場合は東洋キャリア工業 (株) と技術協力し 1/2 馬力のエアコンを開発したもので開放形冷凍機を使用した¹³⁾。昭和 12 年 7 月現在におけるルームエアコンの普及率は東京地区で 126 台，全国でも 290 台程度 (表 1 参照) である。設置費はウェザーメーカー 48F 形で約 5,000 円，50 坪の中級住宅の建築費のみ¹⁴⁾，とても一般家庭で導入できるような物ではなかった。

4. 黎明期 1960 (昭 35)–1965 (昭 40)

4.1 家電ブーム到来 (3 種の神器から 3c へ)

戦後の家庭電化のブームは大きく二つに分けることができる。昭和 30 年代の神武・岩戸景気の「3 種の神器」，昭和 40 年代のいざなぎ景気の「3C (カー・クーラー・カラーテレビ)」時代である。終戦後，家庭用電気器具の製造禁止が解かれると，燃料不足の要因もあり，電気コンロや電気ストーブなどが望まれ，各社一斉に生産を開始した。20 年代後半になるとまず洗濯機が普及を始めた。1953 (昭 28) 年からのわずか 3 年間で発売台数は 10 万台から 46 万台へと急増し¹⁵⁾，嫁入り道具の必需品とまで言われるようになった。この年の普及率 (電気工業会推定) は全国で 5% である¹⁶⁾。電気冷蔵庫も昭和 30 年には，猛暑による「十円牛乳」の普及などでパン屋が競って導入を始め，家庭への浸透の兆しが見えた。34 年に始まった NHK と NTV のテレビ本放送も大きな宣伝効果があったと思われるが，昭和 34 年頃から電気洗濯機・テレビ・電気冷蔵庫は三種の神器 (当初は白黒テレビの代わりに電気掃除機) と呼ばれるようになり，電気冷蔵庫は 35 年頃から需要が増加する。

続く昭和 40 年代は深刻な不況で始まるが，景気は 40 年 11 月に好転し，45 年 9 月までの約 5 年間の長きに渡っていざなぎ景気となった。第二の電化ブームが到来し，カラー TV・ルームエアコン・高級ステレオ・冷凍冷蔵庫の販売が急伸する。各商品の普及率を図 1 に示す。

4.2 ウィンド形エアコンの発売

戦後の混乱期が過ぎると，各社は早速エアコンの開発に取り掛かった。昭和 25 年には東芝がフロア形エアコン試作し，その技術を基に 28 年に 1/2 馬力冷凍機を 2 台使用した 1 馬力ウィンド形 RAC-101 形を発売，三菱電機も同年には 1/4 馬力を 2 台使用した 1/2 馬力のエアコンを発売している¹⁸⁾。日立製作所は昭和 27 年度に運輸省の研究補助金を受け，AW-50 形 (1/2HP) を完成し，28 年に改良形を FW-50 として発売するが，販売を一時中止し¹⁹⁾，その後昭和 33 年に生産を再開した。三洋電機も同年に一号機 SA-2600 型を発売し，100 台販売した。これらのエアコンはいずれもフロン 12 を使用しており，電源容量の問題から 1/2 馬力クラスが多い。図 2 に家庭用エアコンの出荷台数を示す。初期には飲食店・サービス業や事務所でわずかに使われただけであった。出荷数量が 1 万台を超えるのは昭和 35 年からで，販売量の増加に伴い翌年には日本電機工業会標準規格 (JEM) の冷房規格が制定された。

図 3 にウィンド形エアコンの構造図を示す。ウィンド形は冷凍機や送風機などを一つのケースにまとめたもので，室内の吸い込み口から入った空気はエアフィルタで濾過された後，蒸発機によって冷却され，送風機で室内に吹き出す。一方室外空気は背部より送風機に吸い込まれ凝結機の熱を奪った後，外部へ排出される。初期のウィンド形は洋風建築の上げ下げ窓に適合した物であるため，国内で住宅用に取り付けるには窓や壁を壊すなど特別な工事が必要であった。

取り付けに特別な工事の必要が無いセットフリー形は昭和 40 年代中頃から発売される。また 48 年頃にはわが国の窓に適した縦形に移行する²¹⁾。この窓用セットフリーの登場により，一般消費者が簡

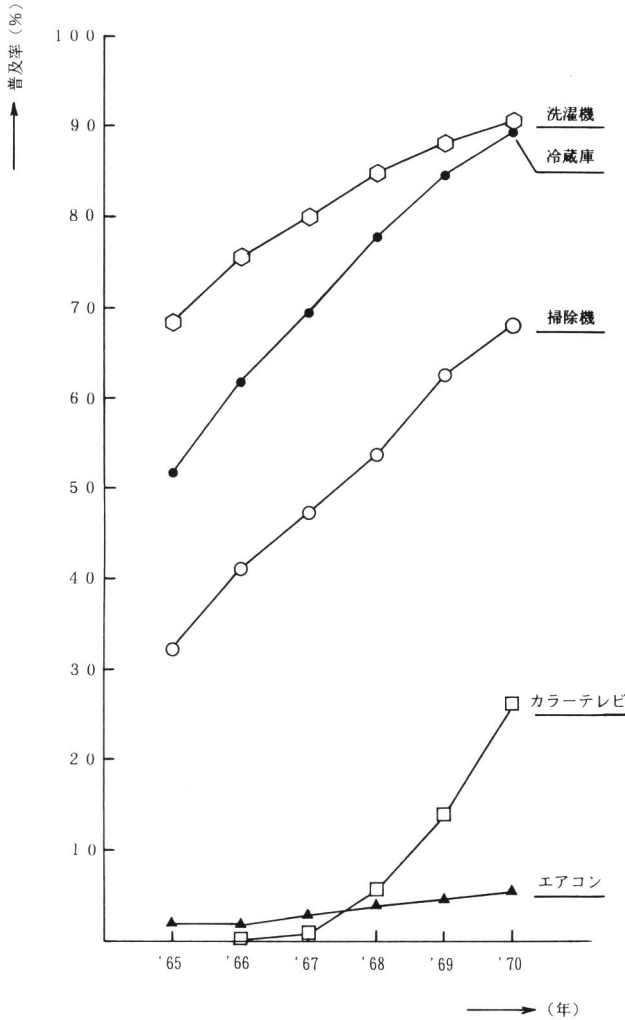


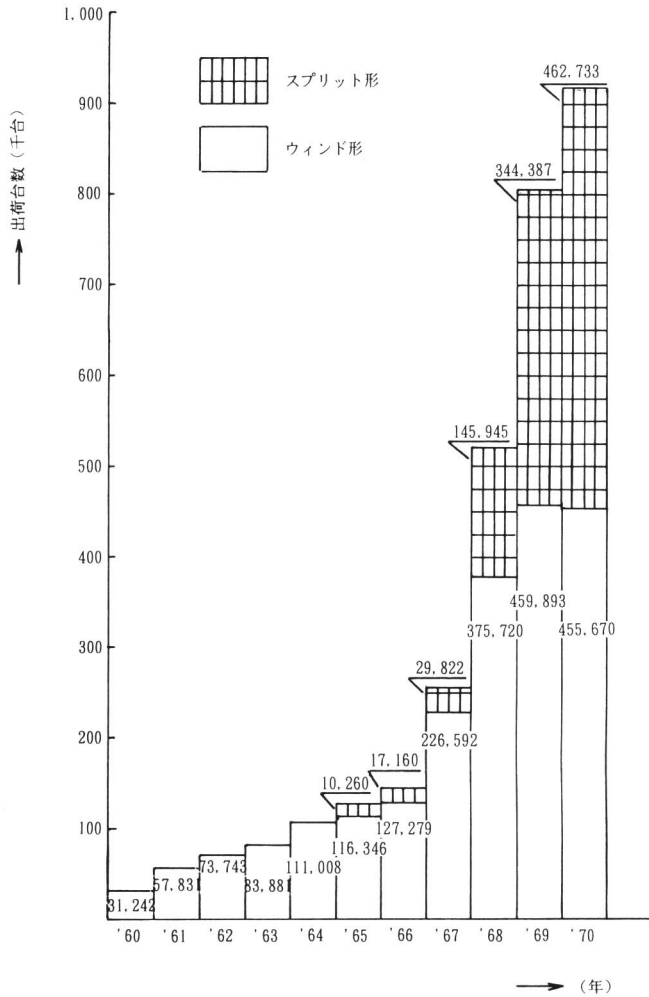
図1 家電製品普及率推移¹⁷⁾

単に取り付けられるようになった。この事が窓の一部を占拠する構造ながら、現在も1割弱生産されている一因であると思われる。

昭和37年におけるウィンドウ形ルームエアコンの国内主要メーカーは大阪金属、三洋電機、津上製作所、東芝、日本コロンビア、日本電気、日本ビクター、早川電機、日立製作所、富士電機、松下電器、三菱電機、明電舎、八欧電機の14社である。400-450W、500-600W、660-750W、1-1.2kW、1.5kWの5クラス103機種が販売されている²²⁾。

4.3 スプリット(セパレート)形の発売

当初のウィンド形の不便を解消するため、1961(昭36)年にスプリット形エアコンが三洋電機²³⁾と東芝²⁴⁾で別々に開発され発売された。翌年には大阪金属、日立製作所、富士電機、三菱電機、東洋キャ

図2 家庭用エアコン出荷台数²⁰⁾

リアの5社が続く。発売機種は0.75, 1.1, 1.5, 2, 3, 3.7, 5.5kW²⁵⁾で、室外機を外に設置できるためウィンド形より大形である。スプリット形エアコンの構造図を図4に示す。スプリット形は室内機と室外機に分け、冷媒配管で両ユニットを結び冷凍回路を設けたもので、室内機には蒸発機などを有し、室外機には圧縮機、凝結機、送風機を納めている。圧縮機と冷却機を分離して設置するために冷媒配管用の穴を壁に開けるだけで、室内機の位置は自由に選べるようになった。特に日本間や手ごろな窓の無い部屋に取り付ける場合に有利であった。しかし設置するためには冷媒配管工事が含まれるため、当初は通常の電気店では難しく、社内研修が必要であった。こうしてスプリット形エアコンは図2に示したように昭和45年にはウィンド形の出荷台数を追い越した。

4.4 コンプレッサ

エアコン国産化の上で最も重要な技術は冷凍回路を含めたコンプレッサ技術である。エアコン用小

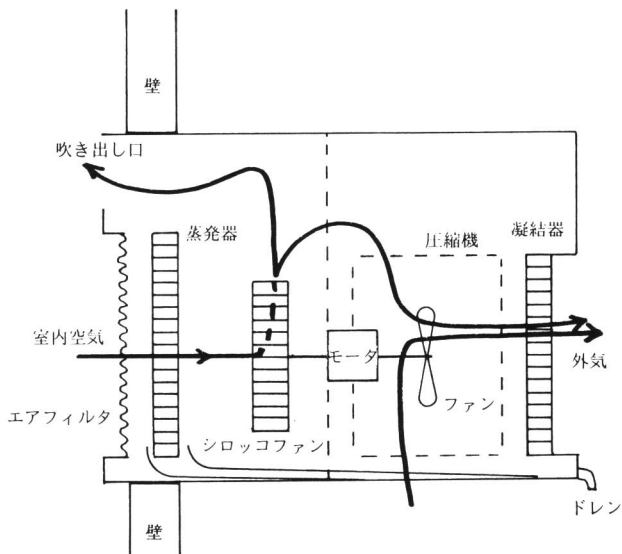


図 3 ウィンド形エアコン構造略図

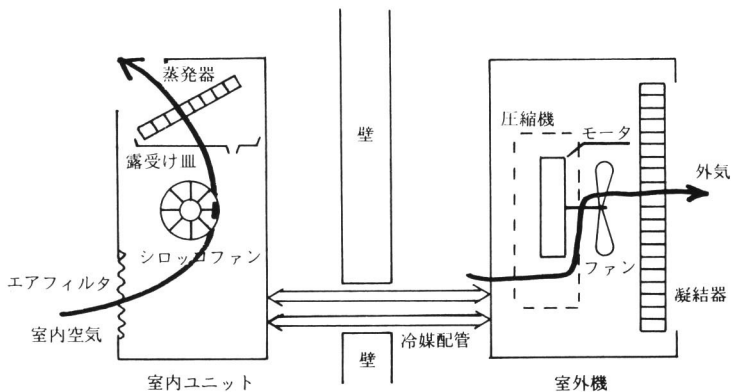


図 4 スプリット形エアコン構造略図

形コンプレッサは騒音、省スペースなどの点から密閉式で高速回転が要求され、これら開発はエアコンの発達と表裏一体であった。日本では1952(昭27)、1953年頃から弗化炭化水素冷媒が普及²⁶⁾し、レシプロコンプレッサも国内生産が始まった。当時の各社のウィンド形エアコンは1/2~3/4馬力の密閉式高速コンプレッサを使用している²⁷⁾。東芝は1953(昭28)年に1/2馬力横形密閉式レシプロコンプレッサを製造し、1958年に2極化し小形化を計り、翌年にこの2極1/2コンプレッサをウィンド形に使用した²⁸⁾。日立製作所は1952年、三菱電機と東洋キャリアは1953年頃生産を開始した²⁹⁾。三洋は少し遅れて1957(昭32)年に開発。1960(昭35)年に米Tecumseh社のものをまねて1/10馬力2極密閉型を開発し、翌年発売のスプリット形エアコンに組み込んだ³⁰⁾。このように冷蔵庫の製造経験を持つメーカーは外国製をまねた独自開発も可能であったが、密閉式コンプレッサの量産の糸口は1962

(昭37)年の三菱重工業と米 Tecumseh 社との技術提携による生産で、この生産ラインから80~500Wの各種用途のコンプレッサが年間100万台近く生産された³¹⁾。

レシプロコンプレッサは構造上振動が大きいですが、ロータリコンプレッサはモータに直結したローラがシリンダ内を一方方向に回転し、循環冷媒(ガス)の吸入・圧縮を行うので、振動が低く高い効率を有する他、構造が簡単なため量産向きである。この技術は、ダイキンが1962(昭37年)ロータリーコンプレッサ専門工場を建設するなど日本では1963(昭38)年頃からエアコンに使用され始めた。東芝も1967(昭42)年に独自に国産化し、これを内蔵した“こかげ”を翌年から発売した³²⁾。三洋は42年米GE社と技術提携し、ロータリーコンプレッサを開発³³⁾し、44年ウィンド形内臓、45年ロータリーコンプレッサ内臓のスプリット形エアコン発売するなど、各社とも40年代中頃には導入し、1978(昭53)年頃には往復式を追い越し、1987(昭62)年頃にはほとんどのエアコンはロータリー化した³⁴⁾。

4.5 ヒートポンプ

ヒートポンプ³⁵⁾を空調に利用した歴史は古く、我が国では柳町政之助が昭和の初期にアンモニア冷凍機を用いた全館空調を行っている³⁵⁾。その後地下水利用の井水熱源ヒートポンプ³⁶⁾が1959(昭34)年に禁止されるまで使われた。それに変わって1958年頃から空気熱源ヒートポンプ(ASHP)が使われ始めた。

1960(昭35)年に三菱電機や三洋電機がエアコンに採用した³⁶⁾のに始まり、日立は翌年、東芝は1962年にヒートポンプを組み込んだエアコンを発売した。ASHPは暖房時と冷房時では異なった動作モードが冷却側と加熱側に要求されるため、構造上スプリット型の方が導入が容易である。それでも当初は暖房能力が低く、不評であった。ASHPは外気温度が低下する程冷房能力が低下するからである。そこで2,3年後にはほとんどの機種にヒーターが取り付けられるようになった³⁷⁾。こうして冷暖房用エアコンは1970(昭40)年代後半から徐々に普及を開始するが、本格的普及にはインバータによる圧縮機の回転数制御が必要であった。1981年頃から東芝をはじめ各社がインバータ方式を採用し、今まで南関東が南限と言われていたASHPも、東北地方まで使えるようになった³⁸⁾。また、インバータ技術によってきめ細かな動作が可能となり、1972年頃から日立³⁹⁾をはじめ、各社からドライタイプやオールシーズンタイプが発売されるようになった。

4.6 生産体制の確立

冷蔵庫やエアコンの生産には多額の設備投資を必要とする。図2に見るようにエアコンの出荷台数は昭和35年に3万台、昭和39年には11万台そして昭和45年には90万台を越える。初期の昭和30年前後には、東芝の柳町工場(1953年)や三洋電機の淀川工場(1958年)などの例で見られるように、各社とも開発工場において試作開発と量産を行った。その後、需要が見込まれると各社はエアコンを扱う冷熱あるいは冷暖房事業部を設立し、冷凍機関係の専用工場を建設し生産体制を整えた。東芝は34年から富士工場に専門工場を設け、45年からこの部門を統合した⁴⁰⁾。三洋電機は1959(昭34)年に東京三洋電機(株)を設立し、36年からエアコン部門を拡張し、冷房機工場とコンプレッサ工場が発足する⁴¹⁾。また44年にはロータリコンプレッサ工場、49年には小型コンプレッサ専門工場を建設し業界をリードした。日立製作所は栃木工場に昭和35年にコンプレッサ工場を完成し、冷蔵庫やエアコンの一貫生産開始、36~37年にかけて冷蔵庫生産を拡充⁴²⁾。

5. 本格的普及期 1985(昭60)~1990(平3)

1973(昭48)年の第一次石油ショック以降、省エネルギーは重要なテーマとなった。その後エアコンはただ冷えることから、近年には快適性、省エネルギー、省力化が求められるようになった。1985年から1991年におけるエアコンの出荷台数を図5に、普及率を表2に示す。1991年には年間の出荷

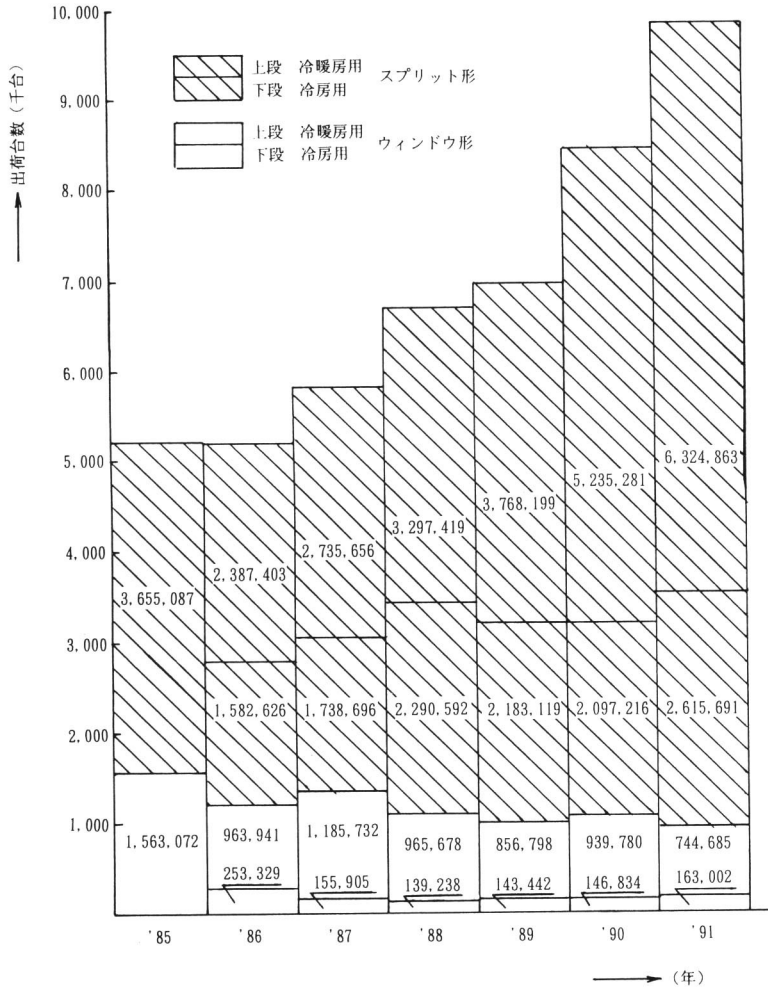


図 5 家庭用エアコン出荷台数⁴³⁾

表 2 ルームエアコンの普及状況⁴⁴⁾

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
ルームエアコン普及率 (%)	52.3	54.6	57.0	59.3	63.3	63.7	68.1
一般家庭の保有状況 (台/100世帯)	82.0	88.0	94.7	98.0	110.7	114.0	126.5

台数は一千万台になろうとしており、普及率も70%に近づいている。これは日本全国の数字のため、寒冷地を除けばほとんどの家に設置されていることを示している。100世帯当たりの数値を見ても120台を越え、一家に一台から、一部屋に一台の時代を迎えつつあることがわかる。出荷台数も冷暖房

用（オールシーズンタイプ）が約7割で、用途も当初のクーラーから名実ともにエアコンになって来たことを意味する。残りの大半は冷房のみのウィンド形で、これは単機能低価格帯をねらった物である。

省エネルギーのためにはコンプレッサやヒートポンプの改良など従来技術の改良の他に、個別分散処理やインバータ制御技術など新たな技術が必要であった。その結果、1973年当時の消費電力を100とすると1987（昭62）年の消費電力は66%（2,000kcal）、58%（1,600kcal）となった⁴⁵⁾。また快適性の改良のためにはコンプレッサの改良の他に、エアフローのシミュレーション、センサやインバータなど制御技術がここにも必要であった。さらに制御技術の進歩によって一台の室外機に複数の室内機をつなげるマルチエアコン方式が可能となった。戦前のウェザーメーカー48F形など過去に例はあったが、各室の負荷が異なる場合など効率が悪く、運転が困難であった。冷媒配管で一台の室外機に2台の室内機をつなげるツインタイプ^oを1970年に日立が発売⁴⁶⁾、本格的なマルチ型は1972年にダイキンがマンション用として発売した。

6. ま と め

生産性を上げるために導入されたエアコンは一家に一台から一室一台時代を迎えようとしている。エアコンの導入から現代までの普及過程、特に昭和30年～45年を中心に図6のようにまとめた。

フェーズⅠは導入期である。1932年の輸入に始まり、間もなく一部部品の国産化が始まった。この時期は輸入品の割合が多く高価なこともあり生産数は僅かである。この導入を可能したのは国内の冷凍機技術であり、それを励起したのは生活改善、家電ブームである。また必要条件として電力技術の発達も見逃すことができない。

フェーズⅡは1960年頃からで、第二次大戦の影響もあり、初めての輸入から約30年後であった。ここでは、今一度海外の技術を技術協力やあるいは独自で収得し、国産化に成功した。さらに改良を

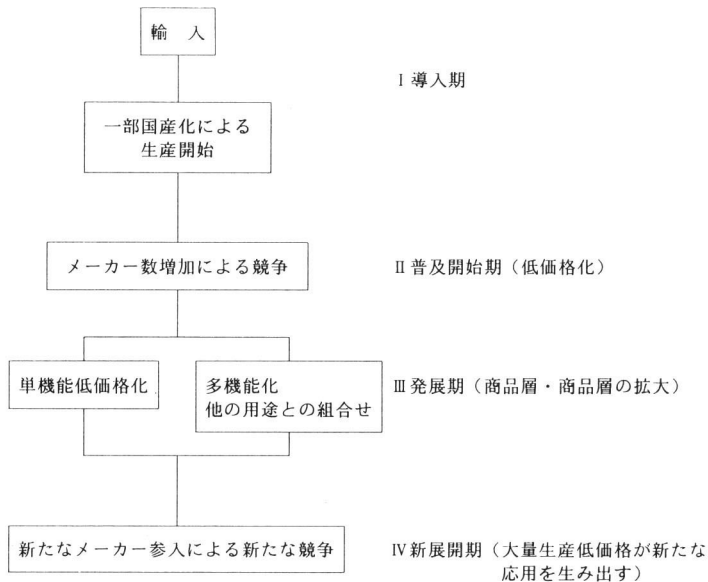


図6 家庭用電機機器の普及過程

加え、日本の建築に適合した縦形ウィンドエアコンやスプリットエアコンを開発し、需要に応えた。また国産化したことにより、ある程度値段が下がり普及を開始した。需要が増加したことで各社は昭和40年代にかけて生産体制を整備した。こうしてまた値段が下がった。

これらの競争の中で、後続メーカーは先行メーカーと同じ物を作っても商売にならない為、新たな機能を付加する事になる。エネルギーショック後は省エネルギー形が登場し、近年では「人に優しい」あるいは「快適制御」が合い言葉である。また一方では、機能を絞った低価格の製品が開発される。これら商品層の拡大によって、消費層が拡大し、フェーズ III を迎える。現在まだプライベートではエアコンを使わない人は多い。これら各ニーズに向けた新製品の開発によって、新たな用途のまったく別の商品と組み合わせられ、新しい機器が誕生することもある。こうして新たなメーカー等が参入し、新たな競争、秩序が起りフェーズ IV となる。

参考文献と注

- 1) 日本建築学会編「近代日本建築学発達史」丸善、東京、1972、1456.
- 2) 井上宇市「日本の空調 60 年略史」空気調和・衛生工学会誌、Vol. 42, No. 1, 1968, 57-58.
- 3) 座談会「暖冷房に関する回顧座談会」衛生工業協会誌、Vol. 31, No. 7.
- 4) 電機設備学会「電機設備技術史」電機設備学会、1991、00.
- 5) 井上宇市「冷凍空調史」日本冷凍空調設備工業連合会、東京、1993、262-263.
- 6) 電気事業講座編集委員会「電気事業発達史」『電気事業講座 3』東京、電力新報社、1986、42.
- 7) 電気事業講座編集委員会 前掲書 (6)、64.
- 8) 電気新報社「電気年報 昭和 11 年版」東京、1936.
- 9) 東京電燈株式会社「東京電燈株式会社史」東京、1956、92-100.
- 10) 日比種吉編「日本電機工業史」日本電機工業会、東京、1956、561.
- 11) 日比種吉編 前掲書 (10)、562-563.
- 12) 東京芝浦電気株式会社「東芝百年史」神奈川、1977、469.
- 13) 東京芝浦電気株式会社「東京芝浦電気株式会社八十五年史」神奈川、1963、488-490.
- 14) 井上宇市 前掲書 (5)、88.
- 15) 電気学会編「四半世紀における電気工学の変貌と発展」東京、1963、1153.
- 16) 朝日新聞「夕刊」昭和 30 年 7 月 1 日.
- 17) 経済企画庁「消費動向調査」を元に作成。毎年 2 月現在.
- 18) 東京芝浦電気株式会社 前掲書 (13)、489.
- 19) 石川政吉他「小型空気調和機器に関する座談会」衛生工業協会誌、Vol. 27, No. 8, 1953、346-347.
- 20) 通商産業大臣官房調査統計部「機械統計年報」(社)日本機械工業連合会、東京を元に作成。スプリット形の統計が別になるのは 1965 年からである.
- 21) 東京芝浦電気株式会社 前掲書 (12)、470-471.
- 22) 日本冷凍冷房新聞社「日本冷凍空調年鑑」1963、157.
- 23) 三洋電機「三洋電機三十年の歩み」、1980、337.
- 24) 東京芝浦電気株式会社 前掲書 (12)、47.
- 25) 日本冷凍冷房新聞社 前掲書 (22)、158.
- 26) 株式会社日立製作所「日立製作所史 2」東京、1960、392.
- 27) 井上宇市 前掲書 (5)、90.
- 28) 東京芝浦電気株式会社 前掲書 (12)、474.
- 29) 井上宇市 前掲書 (5)、45-57.
- 30) 三洋電機 前掲書 (23)、326.
- 31) 井上宇市 前掲書 (5)、45-57.
- 32) 東京芝浦電気株式会社 前掲書 (12)、130.
- 33) 三洋電機 前掲書 (23)、72-73.

- 34) 井上宇市 前掲書 (5), 54.
- 35) 柳町政之助他「空調回顧談」空気調和・衛生工学会誌, Vol. 42, No. 1, 1968, 76-77.
- 36) 三洋電機 前掲書 (23), 516・604.
- 37) 久保道正編「家電製品にみる暮らしの戦後史」ミリオン書房, 1991, 181.
- 38) 井上宇市 前掲書 (5), 93-95.
- 39) 緒方, 小川, 小田垣「日立ドライタイプルームクーラーの構造及び除湿特性」空気調和・衛生工学会誌, 1960, Vol. 49, No. 8, 36-40.
- 40) 東京芝浦電気株式会社 前掲書 (12), 130.
- 41) 三洋電機 前掲書 (23), 95・516.
- 42) 株式会社日立製作所 前掲書 (26), 201・202.
- 43) 通商産業大臣官房調査統計部「機械統計年報」(社)日本機械工業連合会, 東京を元に作成. ウィンド形冷暖房用の統計が始まるのは1986年からである.
- 44) 日本冷凍冷房新聞社「日本冷凍空調年鑑」1986.
- 45) 電機設備学会 前掲書 (4), 182.
- 46) 日立製作所「日立ツインタイプセパレート型エアコン」日立評論, Vol. 52, No. 8, 1970, 768.