法政大学学術機関リポジトリ
HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-04

日本半導体企業の社内共同開発(2)1960年代と70年代の家電用ICの事例

KIM, Yongdo / 金, 容度

(出版者 / Publisher)
法政大学経営学会
(雑誌名 / Journal or Publication Title)
経営志林 / The Hosei journal of business
(巻 / Volume)
39
(号 / Number)
4
(開始ページ / Start Page)
105
(終了ページ / End Page)
115
(発行年 / Year)
2003-01-30
(URL)
https://doi.org/10.15002/00003499

Hosei University Repository

＜日本半導体企業の社内共同開発（2）＞
－1960年代と70年代の家電用ICの事例－

金　容度

トランジスタ時代から家電用は日本の半導体の主たる需要先であったが，日本でICの需要が現れた1960年代後半以降も，ICの重要な需要先でありつづけた。日本の半導体産業についての先行研究でも，家電用需要の役割は重視されてきた。例えば，新井は，日本の半導体産業の台頭において電卓用と共に家電用需要の役割を高く評価する[1]。伊丹も，家電用を含めて民生用ICの大量生産品としての性格，高い専用度などに注目し，その役割を強調している[2]。

表1　民生用リニアICの社内消費率

単位：%

	上位4社	主要9社
72年	47.7	59.0
73年	41.0	53.5
74年	30.5	45.2
75年	20.4	39.5
76年	14.6	27.7
77年	14.2	27.6
78年	18.0	30.0
79年	—	25.8

注：上位4社は，NEC，日立，東芝，三菱。主要9社欄の77年以降は主要12社のデータ。
出所：『電子工業年鑑』各年版。

具体的に，60年代と70年代に家電用ICとして多く使われたのは，バイポーラ型のリニアICであった。一般的に，リニアICは，オペレーショナル・アンプ，AD・DAコンバーター，電源レギュレーター等の産業用と，主として家電製品に使われる民生用に大別されるが[3]，日本のリニアICの生産と需要においては民生用が圧倒的な比重を占めていた。

そして，民生用のバイポーラリニアICも，前号で考察したコンピュータ用のバイポーラデジタルICと同様に，その社内消費率が高かった。表1によると，NEC，日立，東芝，三菱の大手半導体4社の場合，72年，リニアICの生産の5割近くを社内消費しており，同年，半導体の主要9社を基準とすると，生産の6割を社内で消費していた。70年代後半，民生用リニアICの社内消費率が下落しているものの，それでも，主要9社ないし12社は3割近くを社内で消費した。そこで，本稿では60年代と70年代における家電用リニアICの社内共同開発について，当時開発を直接行った技術者へのインタビュー記録に基づいて考察する[4]。

1．社内共同開発の実態

半導体企業内の半導体技術者と家電技術者間の協力は，既にトランジスタの時期から行われた。例えば，60年代初頭，トランジスタ式ステレオの試作を行っていた三洋電機大阪工場では，大出力（＝15ワット＋15ワット）トランジスタを開発するため，東京三洋の半導体工場と三洋電機大阪工場が協力して作業を進めた[5]。他にも，大電流，高周波，大容量のトランジスタの開発要求が家電事業部から出たとき，社内の情報交換が行われた例は少なくない。そして，この協力のパートナーがその後のICの社内共同開発の参加者でもあったケースが多かった。トランジスタ時期とIC時期の連続性が現われたのである。

だが，その協力作業は，一応開発されたトランジスタを社内のユーザが評価する位にとどまり，共同開発と呼べるものではなかった。開発そのものを共同で行ったのは，IC時代へ転換してからとみた方が妥当であろう。

但し，IC化の提案が最初社内のどの事業部から出たかは，企業によって異なった。60年代の松下の例では，最初，半導体部門の応用技術部隊が

Hosei University Repository

個別半導体を集積しようという提案を行ったといわれる。しかし，東芝の場合は逆であった。すなわち，東芝は，家電業界でICの搭載が進むことに刺激された家電事業部がIC化の要求を出した。同社の家電事業部からIC化の要求が繰り返される中で，社内の半導体側も，結局は，家電用ICの開発要求に応じざるをえなかったが，当初家電用のICの開発には消極的であったといわれる。当時シリコントランジスタの需要が急速に伸びていたので，その開発，量産にも技術者が足りない状況であったからである。

家電用ICの中でも最も早く共同開発の対象になったのは，その開発が比較的に容易であったオーディオ用であった。つまり，60年代後半より，中間周波処理（IF）用IC，最終部出力段の音声回路のパワーアンプ等，オーディオ用ICの開発が先行した。70年代になると，カラーテレビ用ICの共同開発の動きも本格化された。色信号を処理するクロマ回路，テレビの輝度信号であるY信号，映像の中間周波処理（VIF），音声の中間周波処理（AIF）等にリニアICが開発され，かつ，70年代後半には，コントロール系のマイコンも加わり，新しく開発されるテレビ向けに5品種位のICが共同開発の対象になった。

70年代後半には，家庭用VTRにもICが導入され，当初は，このVTRにも主としてリニアICが使われた。また，VTRはテレビに比べると，モータの制御などコントロール系の回路が多かったので，タイマー等にマイコンの使用も多かった。とりわけ，テレビにマイコンが多く入りはじめたのは，電子選局用，リモコン用等，チューナーまわりであった[6]。例えば，76年から77年にかけて，テレビのチューナが従来の回転式から電子式へ急速に変わり，77年に電子チューナ式のテレビ出荷台数の6割近くを占めたといわれる[7]。

家電用のマイコンはコントロール系のICであったから，需要家ごとに仕様が異なる特徴をもったため，共同開発が必要なケースが多く，実際に，70年代末，テレビチューナ用ICは各社内で共同開発された。ただし，当時のマイコンは，簡単な4ビットのものがほとんどであり，従来の家電製品に「プラスα」の機能を追加するにすぎず，基本的な機能はそれほど変わらず，それゆえ，マイコンの共同開発は大掛かりのものではなかったとされる[8]。

（1）組織及び人

家電用ICの社内共同開発に参加した技術者は，IC側では応用技術部隊，あるいは開発部隊，家電事業部では回路部隊あるいは開発部隊であった。参加人数はICの「規模」によって異たり，小規模では，両事業部から2～3人ずつ，大規模では，10人前後ずつ参加したとされる。東芝の場合，60年代後半，音響事業部の中に「IC開発部隊」というグループを設け，そこの技術者がIC事業部に何ヵ月も常駐しながら，半導体技術者と一緒にICの設計を行った[9]。しかし，常駐期間が長くなると，かかる技術者が本業の「オーディオ機器の動向が段々分からなくなる」という問題点が恐れられたので，70年代に入ってからは，音響事業部の方に半導体技術者を呼んで，半年あるいは1年間にかけてICの共同開発を行う組織を常置した。さらに，70年代後半になると，テレビ事業部の中にも，IC事業部所属の半導体技術者を呼んで，テレビ用ICを共同開発する組織が常置された[10]。それに比べ，松下は，家電事業部内にICの共同開発の機構を常置したことはない。ただし，社内向けのフルカスタムIC[11]の開発要求に応えるために，IC事業部内の開発部隊を「対内開発部」と「対外開発部」に分けたことはあったとされる[12]。そして，技術者の不足のため，各事業部が共同開発に必要な人材を出したがらない状況の中で，共同開発を順当に進めるために，東芝の場合，両事業部の技師長を委員長とするIC開発の「運営委員会」を設けた。このことは，60年代後半のNECで，装置事業部の技術者をIC部門に呼ぶ際，IC事業部長自らが装置技術者の集めに努めたことと似通う。

そして，松下にせよ，東芝にせよ，テレビ用半導体の技術者の一部がVTR用ICの開発にも携わった。例えば，東芝の例ですると，VTR用ICの開発部隊は，テレビ用IC部隊の中に設けられた。両用途のIC間の，人的な繋がりが確認できるのである。

だが，家電用の中でも，オーディオ用ICの開発は前述の映像家電向けのICの開発とは全く別

Hosei University Repository

の流れで行われた。60年代から70年代にかけて，家電用半導体技術者は，テレビ用ICの課とオーディオ用ICの課に分けられており，テレビ用ICの開発部隊とオーディオ用ICの開発部隊は，担当技術においても異なった[13]。なお，同じ家電用であっても，リニアICとマイコンの間には，技術的，人的な関連は弱かったとされる。このことは，社内のアナログ技術とデジタル技術の相乗効果が限られたことを示す一例といえる[14]。

（2）共同作業及び作業分担

共同開発の仕組みについてみていこう。家電製品の開発計画が定まれば，その計画に基づいて，家電技術者と半導体技術者が一緒に集まって情報交換を行った。まず，半導体技術者が，電圧や電流等「半導体のパフォーマンス（性能）」と，「ライブラリ」と呼ばれる詳細なスペック（仕様）を提案した上で，例えば，音響用ICなら，「音響セット」のどの部分をIC化するかについてディスカッションを行った。それをベースに，「ブレッドボード」という実験用ICデバイスに，個別半導体や受動部品からなる周辺回路をくっ付けて，一つのオーディオセットとして組立ててみる。次に，回路シミュレーションのソフトウェア[15]を使って実験を行った。この段階で，「目標とおりの特性が取れ」ない場合も多く，いろいろな試行錯誤を積んだ。一次的に家電の技術者が関与するのは，ここまでであり，ICの回路設計からは半導体技術者が行った。電流コントロールの問題等IC特有の回路設計が必要であったので，半導体技術者がICパターン設計はもとより，ICの回路設計も行わなければならなかったのである。このことは，前号のコンピュータ用論理LSIの共同開発で，需要家がICの回路設計を行ったことと対照をなす。

さて，ICの回路設計が終わると，パターン設計に入り，その作業が終ると，パターンをマスクに焼き直さなければならないが，これらの作業も半導体技術者のみの担当であった[16]。こうして，作られたマスクをもって試作を行い，その試作ICを家電技術者が評価した。その際，パターンの不具合のため，要求されるIC特性が出ない場合は，また，両事業部の技術者がディスカッションし，修正作業を繰り返した。

以上から，60年代後半と70年代，家電用リニアICの社内共同開発においては，設計，及び試作品の評価・修正の段階に，共同作業や情報交換が集中していたことがわかる。ただし，松下の例でいうと，家電技術者はICについての知識を積上げ，半導体技術者に対してより細かいところまで要求，提案した[17]。前号の富士通のコンピュータ用ICの社内共同開発と類似する現象が現われたのである。

（3）開発期間

70年代の家電用ICの社内共同開発の場合は，最初の打合せから納入まで，概ね1年半～2年がかかったとされる。例えば，東芝の場合，最初の打合せからエンジニアリング・サンプル（＝ES）が出るまで1年前後がかかった[18]。そのエンジニアリング・サンプルの評価に基いた1回の修正にかかる時間は，「小修正だったら1ヵ月か2ヵ月」，「大修正だったら，3ヶ月か4ヵ月」であり，修正作業の回数は「少なくと2～3回」で，「多い場合は5～6回もある」から，エンジニアリング・サンプルから納入まで，だいたい半年～1年半がかかった。松下の場合は，最初の仕様決定からエンジニアリング・サンプルが出るまでが半年～1年で，そのエンジニアリング・サンプルが出てから納入までが3ヵ月位かかったという[19]。従って，最初の打合せから納入まではだいたい1年半以内であったと思われる。もちろん，開発される家電製品の「世代」が変るかどうかによって，打合せにかかる時間が異なったので，それも開発期間のばらつきの要因であった[20]。

ところで，実際は，納入期限に間に合わせるために，半導体技術者が苦労した例が多かった。「商機を逃す危険性があ」ったので，「特に家電用のICの開発の期限というのは非常に厳しかった」。例えば，家電製品は，「春と年末が売れるシーズン」であるので，「開発をスタートするタイミングの決定が重要であり」，該当する新製品発売の2，3ヶ月前には，ICの設計を完了しなければならなかった[21]。さらに，試作品が予想通りの歩留まりで量産される保障はない。それゆえ，納入期限が近づくと，歩留まりを短時間に上げるために，

Hosei University Repository

半導体技術者が残業，徹夜を繰り返すことも稀でなかった。しかも，「社内の共同開発の途中，他社からより性能がいいICが出」たこともしばしばあって，その場合は，開発途中で社内のユーザからIC仕様変更の要求がきたとされる。しかし，納期が変らないケースが多かったため[22]，半導体技術者が苦境に晒されたことも珍しくなかったし，投資回収までの期間が長いもの，生産工程の長いものに対する理解が，家電事業部に常に欠けているという不満が，半導体技術者の中に根付いていたといわれる。

（4）開発費の負担方式と事業部間の利害調整

次でに，社内の共同開発における開発費の負担方式へ議論を移ろう。まず，東芝についてであるが，オーディオ用の簡単なICを共同開発した60年代から，すでに開発費を家電事業部と半導体事業部の間にどのように負担させるかが重要な問題になり，当初は，両事業部がそれぞれ適宜に負担する形をとった。しかし，70年代に，ICの集積度が高まり，なおかつ，より高級の機能がICに取入れられることに伴って，開発費の負担が大きくなった[23]。そのため，より厳密な開発費分担ルールを決めねばならなくなった。もちろん分担の金額や比率は，共同開発の都度，両事業部が相談して決めるしかなかったが，基本的なルールだけは定めておく必要があったのである。その際，社内需要家だけが需要するフルカスタムICについては，半導体事業部が社内需要家から開発費全額を受け取った[21]。それに対して，松下は，社内向けフルカスタムICの場合，開発された諸品種のICの間に共通の技術が使えるという認識を前提に，開発された全品種について一律的に製造原価の15％～20％[25]を開発費として社内取引価格に上乗せた。こうした松下の開発費負担方式は，基本的に前号のNECのコンピュータ用ICの社内共同開発のケースと同じである[26]。

さて，ヨーロッパ（「Eタイプ」）では，テレビ用IC開発の動機がテレビメーカへーの販売にあるのに対し，日本（「Jタイプ」）における動機はテレビの製品差別化にある，という有力な主張がある[27]。この議論に即していえば，家電事業にも本腰を入れていた日本の半導体メーカの重要な特徴は，社内需要家のカスタムICの要求が強かったことにあるといえよう。実際に，東芝の場合，70年代を通じて，社内向け家電用IC生産の約3割はフルカスタムICだったとされる。松下も，同じ期間，家電用ICの売上高の2割～3割がフルカスタムICだったという。ところで，当然ながら，社内の需要家は，共同開発されたICの外販を望まない。しかし，IC側からいうと，事業拡張のためには，外販指向，標準品化の指向が必然的に強くなる。実際に，かかる日本半導体メーカは，社内の共同開発のときも，カスタムICの注文量が少なければ，複数の需要家から注文を集めたり，標準品化をねらったりして，外に売れることを常に念頭に置いていた。場合によっては，社内需要によるコストダウンを梃に外販を拡大しようとする狙いもあり，それゆえ，社内の共同開発も「外にも売れるという前提で」行われる傾向すらみられたのである。

そのため，社内のIC供給者と需要家間の利害対立，あるいはせめぎあいが続く可能性も出る。その一例が，77年7月，松下電子が松下電器ステレオ事業部と協力して開発したスーパーリニアIC「AN7000」の開発である。この「AN7000」というICは，中間周波数の信号処理とプリアンプ（増幅器）の機能を採り入れ，前段にチューナーと後段にパワートランジスタをそれぞれつけると，ステレオが完成できるようなものであった。「AN7000」の開発にあたって，社内の需要家は，使用部品点数の低減，工賃の節減，製品のコンパクト化・軽量化のために，FM／AMステレオチューナの主要機能のほとんどをワンチップ化するよう，要求した。ところが，これは，半導体側の利害には必ずしも合致したものではなかった。というのも，半導体側からすると，外販のための汎用性がなくなり，売上高の増加には限定的な貢献しかできなかったからである。しかも，集積度を高めにくいというリニアIC固有の特性もあいまって，集積度をあげた際，歩留まりが低かったので，需要家の要求とおりのコストダウンができなかった。それに，同ICを装着した家電製品の売行きも芳しくなかったので，需要個数も予想を下回り，それも，ICのコストダウンを妨げた。

こうして利害対立の調整にはより巧みな工夫が

Hosei University Repository

要るようになったが，70年代に，松下と東芝は，社内需要家に一定のプライオリティをつけてから外販を行うという方式をとった。プライオリティとは，二つの面についてであった。一つは，社内に納入を開始して，半年あるいは1年が経過してから外販を開始することであり[28]，もう一つは，元々社内で共同開発されたICを外販するとき，社内需要家の開発費負担を軽減させる意味で，外販価格も社内取引価格も相対的に高く設定することであった。東芝の半導体事業部の例を見ると，このルールが適用されてから何年間は，開発費負担分を外販によって十全に賄えなかった。だが，暫く経ってからは，共同開発されたICの売行きが好調だった例も続出し，また，社内のユーザ事業部が，該当するICの売上高の一定比率を「ローヤルティー」の形で払い戻すよう，半導体事業部に要求し，実際に，半導体事業部がかなりの金額を払い戻したといわれる。逆に，外販が難しかった社内向けのフルカスタムICの中では，その社内需要量が予想を遥かに下回った例もあり，その場合は，半導体事業部は開発費すら回収できなかった。

こうしたプライオリティをつけるという方法は，電卓用のセミカスタムLSI，コンピュータ用の社内向けカスタムICの開発にも見られたものであり，さらに，東芝では，社内で共同開発された家電用以外の用途のICにも適用された。例えば，東芝は社内向けICの共同開発のために，「ICセンター」を設け，そこでは，社内の通信機事業部，コンピュータ事業部等とカスタムICをよく共同開発したが，その際に，社内のユーザ事業部に開発されたICを納入してから1年，あるいは2年経って，外販も行ったとされる[29]。そこで，この方式は，社内で共同開発されたICを外販しようとするとき，かなり広範に採用されていたことが推論できる。従って，「Jタイプ」をめぐった議論と関連づけて家電用IC開発を論じる場合，家電製品の差別化の追求だけでなく，実は，社内向けに共同開発されたICを社内需要家と利害調整しながら，外販に巧みに繋げていったことも，「Jタイプ」の重要な特徴とみることができる。

2．家電用ICの社内共同開発の評価

（1）貢　献

当初，家電用ICの開発のスタートの主な理由が家電部門の競争力の強化であり，また，そうした社内需要家の要求を満たしつづけてきたことに，社内共同開発の一次的な貢献があった。上位家電メーカの商品開発力，対応力を高める上で，社内の半導体部門が主要な役割を果たしたのである。具体的には，ICの導入によって，使用部品の点数が減って，それが工数や必要材料費の低減，容易な設計変更，他部品の標準化等を促し，最終的には，コストダウン（省力化）にもつながった。と同時に，ハンダ付け減少による信頼性向上と作業時間の短縮という効果も現われた。なお，ICの導入やICの性能の向上によって，家電製品の品質，機能が向上した。例えば，テレビの画質がレベルアップされ，かつ，自動調整，多機能化，消費電力の節減，軽量化，小型化，ポータブル化が進んだ。社内のICの共同開発を要としてセット側の競争力が高まったという点で，民生用である家電用ICであろうが，産業用であるコンピュータ用ICであろうが，変わりはなかったのである。

外販に大きなウェートをおいてきたヨーロッパの家電系半導体企業が，家電用IC市場において日本企業より劣位になったことは，日本の家電系半導体企業の場合，社内消費あるいは社内の共同開発の貢献が大きかったことを間接的に示すが，まず，半導体の技術力の向上に果たした社内の共同開発の貢献について整理しておこう。共同開発のパートナーが社内にあるから，「かなり密接なコンタクトを取」ることができ，「詳細な情報交換ができ」た。その際，外部ユーザーに比べ，共同開発の中，「気楽にアイデア」を出せ，「難しい」と「思われる技術に」対しても「思い切ったチャレンジ」もできた。こうした情報交換上のメリットは，社内ユーザとの共同開発が多かったコンピュータ用論理ICの場合と同様であり，ユーザの情報提供面の消極性が残っていた電卓用ICの共同開発との相違点であった[30]。そして，家電用の場合，半導体側がICのパターン設計だけでなく，ICの回路設計までを主導し，さらに，このことが社内の情報交換上のメリットを増幅した。

Hosei University Repository

それはICの回路設計をユーザ側が行ったICのコンピュータ用論理ICの社内共同開発の例とは対照的であった。

なお，共同開発が1回限りではなかったので，情報交換が持続的に行われ，情報の蓄積が可能であった点も重要である。社内の家電事業部から「継続的な開発受注ができ」，開発された技術は，次のIC製品にも生かされた。「共同開発によってある技術が一辺実用化することによってその技術はその後修正されながら，次にも活用でき」たのである。特に，社内の家電事業部が「技術面で，いろいろな新しい家電製品を考えてきた」だけに，ユーザの要求を満たすための多様なチャレンジが可能になり，その結果，半導体事業部の中にも様々なノウハウが蓄積された。

技術情報やノウハウの蓄積は，技術力の向上に連なった。70年代には，家電用としてリニアICが多く使われただけに，リニアICの技術力が高まった。後述の如く，リニアICは，MOS・ICに比べ，集積度を上げにくい特性があるものの，家電製品の性能向上に照応する形で，ある程度の集積度向上は実現できた。例えば，ICの回路技術の改善や製造プロセスの高集積化，微細化によって，カラーテレビ1台を作るのに，ICが7個～8個使われたのが，5個になり，次は，3個になり，さらに，基本機能をワンチップにまとめたリニアICすら出現した[31]。そして，PCT，LTP（低温安定化処理）技術の開発，改良によって，リニアICを使ったときのオーディオ，テレビの雑音・ノイズ問題も著しく改善された。とりわけ，オーディオ用ICは，製造技術上低雑音特性と高耐圧特性の両立が，極めて難しかったが，PCT技術の開発，改良によって，オーディオ用の半導体プリアンプICが実用化された。また，リニアICは，その性能面の向上，使いやすさ，コストダウンなどにおいても目覚しい進展をみせたといわれる[32]。なお，同じ家電用ICの中では技術の転用が行われた。例えば，前述のようにオーディオ用とテレビ用ICは，技術特性，担当技術者が別々であったが，VTR用ICの開発にはテレビ用ICの技術や技術者が生かされた。

家電部門の競争力が高まったということは，家電側の売上高が増加したことでもあり，それは，セット側の採算だけでなく，社内のIC側の採算も好転させる要因になった。実際，70年代の家電用リニアICから儲けた利益が，80年代のMOS・ICの開発，量産への投資にも貢献したという証言もある[33]。もちろん，採算を巡った社内両事業部の利害対立もなかったわけではないが，それに対しては，社内需要家に価格や外販時期面のプライオリティをつける形で巧みに対応したことは前述のごとくである。さらに，家電用ICの中，松下，東芝など，家電市場における高い市場地位を占める企業が社内消費していたICに対しては，東南アジアの家電企業も安心して購入する傾向があり，それゆえ，松下，東芝が社内で共同開発したICはたちまち標準品になった例が多かった。例えば，松下の場合，70年代のASSP（Application Specific Standard Products）のうち，社内の共同開発から生まれたものが50％の割合を占めたとされる。具体的に，RF（ラジオ周波数），IF（中間周波数），プリアンプ，パワーアンプ等のASSPは社内共同開発の産物であった[34]。東芝においても同様な現象が現われ，クロマ信号，偏向信号処理，ビデオ信号処理等のASSPの中で，少なくとも半分位は社内の共同開発から生まれたものであった[35]。

（2）限　界

ところが，70年代の家電用ICが主にリニアICであった点は，各社の半導体事業からいうと，デメリットも生み出した。まず，リニアICの需要拡大はMOSICのそれよりおそかったからである[36]。しかし，より大きなデメリットは，技術と関連するものであった。つまり，リニアICは，世界IC市場における支配的な品種でもなければ先端製品でもなかった点に，その限界が示される。家電用ICには，IC産業の技術進歩を主導する力が欠けていたのである。特に，リニアICは，アナログ量を扱うため，素子間のバランス，周波数などの相互干渉の制約があり，パターンの微細化のみでは集積度を向上しにくいので，MOSなどのデジタルICに比べ，集積度が低かった[37]。例えば，77年に松下が開発した，既述のスーパリニアIC「AN7000」も634個の素子を集積したにすぎなかった上，リニアICの中では集積度が高

Hosei University Repository

い方であるテレビの色信号処理用，輝度信号処理用ICも1,000素子位にとどまった。オーディオ用ICは，テレビ用ICよりさらに集積度が低く，500素子位のものが多かった。また，日立が80年開発したビデオクロマ用リニアICは，当時リニアICとしては最高の集積度であったにもかかわらず，アナログ素子1,000個を集積したにすぎなかった[38]。既に70年代初頭，コンピュータ用のバイポーラデジタルIC及び電卓用MOS・LSIの中に，1,000素子以上の集積度のものが登場したことと比べると，リニアICの集積度が低かったことが浮き彫りになる。それに，松下や東芝の場合，リニアICはMOS・ICへの技術転用，或は両者間の相乗効果がほぼなかったといわれる[39]上，既述のように，リニアICの技術者とMOS・IC半導体技術者間の人的な交流も少なかった。

なお，家電製品の場合，少ない素子で実現できる回路，高抵抗・高純度素子を必要とする回路，高耐圧・高出力が要求される回路等には，半導体ICの導入が難しく[40]，トランジスタやダイオード等の個別半導体，そして，ハイブリッドICへ依存せざるをえない面があった。

表2　日立のカラーテレビ1台当の部品点数変化

単位：個

部品の種類		1969年	1974年	1978年
能動部品	トランジスタ	53	35	15
	ダイオード	53	45	85
	IC	0	3	10
回路部品		124	100	45

注：18～20型のカラーテレビを基準とする。1969年は，オールトランジスタ式，1974年，78年はIC式。
出所：山一証券『証券月報』No372，1979年8月，40頁。

例えば，表2は，日立の18～20型カラーテレビに採用された部品点数を現わす。69年のオール・トランジスタ式に比べ，その後のIC式では，個別半導体及び受動部品の点数は減ったが，78年のカラーテレビにも少なくない個別半導体が組み込まれた。特にダイオードの採用個数は前より増えており，カラーテレビの偏向回路は，高耐圧，大電力が要求されるので，IC化しにくかった[41]。オーディオにも，高精度，高耐圧の部品が要求され，オーディオ独特の回路技術が必要になり[42]，ハイブリッドICや個別半導体が多く使われた。ステレオの最盛期には，日本のステレオ生産の約70％にハイブリッドICである厚膜ICが使用され，IC化ができないところには個別半導体が使われた[43]。日本の場合，70年代の全時期にかけてハイブリッドICがIC生産額の1割を占めつづけていたこと，78年まで個別半導体の生産額がICのそれより大きかったこと[44]なども，上述した家電用部品需要の特性に負うところが大きかった。

このようにリニアICが多く使われたこと，半導体IC化しにくかったことは，産業用と違うところであるだけでなく，同じ民生用の電卓用にも見られない点であった。家電用半導体開発の固有の問題点であったといえる。しかし，家電用と電卓用が民生用として共有する限界もあった。例えば，家電製品の短いライフサイクルによる厳しい納入期限，そして，コストダウンの要求は，IC企業に対して，短期で量産コストを下げようとする指向を植え付けたとみられるが，その要求は逆に，IC企業をして，ICの先端技術及び基礎技術の開発，実用化を後回しにするというマイナス面の影響も及ぼしたことを見逃していけない。

3．終わりに

最後に，前号のコンピュータ用ICの社内共同開発と，本稿の家電用ICの社内共同開発との間に，その仕組及び影響などでどのような共通点，相違点があったかを取りまとめた上で，先行研究と関連付けていくつかの示唆点を述べよう。

まず，コンピュータ用，家電用ICの両方の共通点として，第1に，社内の需要家との間に共同開発が行われたので，需要家との間により濃密な情報交換が可能であった上，共同開発が1回限りではなかったので，情報交換が持続的に行われ，情報の蓄積が可能であった。第2に，開発されるICが社内の機器に採用されるという事実自体が，該当する企業の機器市場における高い競争力に基づいて，外部のICユーザに技術的な信頼感，安心感を与え，その結果，社内で開発されたICの外販が急速に増えるケースもあった。第3に，開発費の負担方式は企業ごとの相違が見られるが，

Hosei University Repository

家電用，コンピュータ用ともに，フルカスタムICの開発において，半導体事業部が社内の装置事業部から開発費全額を受け取るケースが存在した。また，社内で共同開発されたものを外販するとき，共同開発に携わったユーザに対して開発費，開発期間等でプライオリティをつける方式は，家電用，コンピュータ用，共通であった。しかし，第4に，家電用もコンピュータ用も，開発のパートナーが社内に限られることによって，甘えの可能性，技術変化への対応の遅れの可能性が常に存在した。

次に，両用途のICの社内共同開発間の相違点は，第1に，家電用の社内共同開発においては，半導体側がICのパターン設計だけでなく，ICの回路設計までを主導的に行い，このことが社内の情報交換上のメリットを増幅したが，それはICの回路設計をユーザ側が行ったコンピュータ用論理ICと対照的である。第2に，家電用に多く使われたリニアICは，先端のIC製品ではなかった反面，コンピュータ用ロジックICの開発経験は，最先端のプロセス技術を吸収する上での重要な梃になった。第3に，家電用の場合，当初ICの共同開発の提案がどの事業部から出されたかは企業によって異なるが，松下のように，半導体事業部門から提案されたことは，前号のコンピュータ用ICの社内共同開発とは異なる現象である。

前号の冒頭で，日本の半導体産業の発展において，民生用需要の役割を強調する先行研究に対して疑問点を述べたが，前号と本稿での分析によって明らかになった諸点を提示することによって，締め括りに代わりたい。第1に，民生用IC需要はプラス面の影響だけでなく，限界をも抱えていた。例えば，本稿の対象であり，社内需要が多かった家電用では，世界IC市場でその構成比を低下していたリニアICが多く使われたが，前述のごとく，このリニアICは，先端技術をリードする品種でもなかった。また，民生用IC需要の価格や納入期限についての厳しい要求のため，常に先端技術の実用化が後回しなるという問題点をも抱えていた。第2に，民生用IC需要と産業用IC需要の共通点も軽視できない。例えば，コンピュータ用ICの共同開発にせよ，家電用ICのそれにせよ，主体が社内技術者同士であることによる技術情報交換上のメリットは同じであった。なお，家電用だけでなく，コンピュータ用標準品ICの開発においてもコストダウンの圧力は強かった。第3に，同じ民生用であっても，70年代の家電用と電卓用は，それぞれその主力品種がリニアICとMOS・ICに分かれており，従って，共同開発の経験の影響は異なった。そして，家電用に比べ，電卓用の場合は，社外の需要家との共同開発が相対的に多く，そのため，需要家の情報提供面の消極性が家電用の社内共同開発より強かった。

1　新井光吉『日・米の電子産業』白桃書房，1996年，60～61頁。

2　伊丹敬之『逆転のダイナミズム－日米半導体産業の比較研究－』NTT出版，1988年，120頁；同『日本の半導体産業－なぜ三つの逆転は起こったか－』NTT出版1995年，75頁。

3　竹大正孝・漆原健彦，「民生用アナログICの動向」『テレビジョン学会誌』第28巻第5号，1974年5月，370～371頁；Kimura Y., *The Japanese Semiconductor Industry*, JAI Press, 1988, p. 44。ただし，70年代末頃になると，民生機器の分野にも漸次，産業用リニアICが使用されるという動きも見られた（清水英治「民生用リニヤICの開発動向」『電子材料』，1980年12月，25頁）。

4　本稿で活用するインタビュー記録は，特に断らない限り，東芝インタビュー（2000年4月26日；2000年5月22日；2001年3月14日）：久保大次郎氏；同（2000年4月11日）：川西剛氏；同（2000年4月14日）：小田川嘉一郎氏；松下インタビュー（2000年12月1日；2000年12月25日）：亀山卓郎氏，五味紀男氏に依拠している。

5　岩瀬新午『半導体に賭けた40年』工業調査会，1995年，120～124頁。

6　竹大正孝・漆原健彦，前掲，1974年5月，372頁。

7　日本電子機械工業会『電子工業30年史』，1979年，161頁。

8　1チップマイコンの開発は，チップ内のROM情報の変更のみで，論理機能は固定されたので，その開発費はフルカスタムICの10分の1～20分の1にとどまった（浅田邦博・岡久雄・佐々木元他編，1984年，35～36頁）。

9　例えば，60年代末，東芝の半導体事業部に常駐

Hosei University Repository

したラジオ事業部の技術者が，約2年にかけて半導体技術者と共同開発を行い，良い性能のオーディオ用ICを開発した例もある（東芝インタビュー（2000年4月14日）：小田川嘉一郎氏）。

10　この組織で活動した半導体技術者が共同開発のプロジェクトが終わってから完全に音響事業部の所属になることはなかったうえ，70年代後半には共同開発を行う間にも，かれらは半導体事業部の所属であった（東芝インタビュー（2000年4月26日）：久保大次郎氏）。ちなみに，平本は，企業名は明示していないが，テレビ用ICの共同開発組織に関連して，上記の東芝と類似な例を紹介している（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，1995年，240頁）が，平本のあげている事例では，70年代の東芝の例ではみられない現象もある。例えば，平本の事例では，「前半のコンセプトや回路構成の段階ではテレビの側にICメーカーがきて作業をし，後半のマスクができ上がって製品のチェックをはじめるときにはテレビ側からIC側へエンジニアが移って作業」を行ったが，これは筆者の行った東芝技術者へのインタビューでは確認できなかった点である。

11　フルカスタムICとは，専ら特定需要家の要求する仕様に従って開発，製造されるICを指す。

12　これは，NECのIC事業部内の開発部隊が，71年より，社内及び電電向けICを開発する第1回路部と，社外向けICを開発する第2回路部との二つに分かれたことと類似であるが，しかし，松下の場合，社内需要家への要求をより重視する立場で組織再編を行っただけに，外販をより重視するNECの組織再編とはその意図が異なったといえる。

13　同じテレビ用の中でも，高周波ICを開発する部隊と偏向ICを開発する部隊が分かれ，同じく，オーディオ用の中でも，パワーICだけを開発する部隊と，高周波ICを開発する部隊が分かれていた（東芝インタビュー（2000年4月26日）：久保大次郎氏）。

14　NECは，東芝や松下に比べ，一種のデジタル技術のMOS・ICの技術者とリニア半導体技術者の人的交流，人事的な移動が頻繁であった。例えば，60年代のリニアICの開発に携わった技術者が70年代に電卓用のMOS・ICの開発のキー・パーソンになった他，外部需要家向けの「第2回路部」という組織の中には，MOS技術者だけでなく，リニア技術者も配属されていた（NECインタビュー（2001年2月9日）：遠藤征士氏）。そこで，各品種の技術者間の交流状況も，企業ごとにかなり異なることが確認できる。

15　このソフトウェアは，「スパイス（SPICE）」と呼ばれたとされる。

16　77年に東芝半導体事業部にCADシステムが入るまで，パターン設計は，鉛筆を使って手で行ったといわれる（東芝インタビュー（2000年4月26日）：久保大次郎氏）。

17　こういった家電技術者の行動は，その前，家電製品の付加価値をIC側へ奪われたという危機意識と関係するという（松下インタビュー（2000年12月1日）：五味紀男氏）。ただし，この社内需要家からの要望は，リニアICだけでなく，マイコンの開発においても強かった。「アナログICの場合は，感や経験がより重要である」こともあり（東芝インタビュー（2000年4月26日）：久保大次郎氏），「需要側のセット屋が全くゼロから半導体の技術に入る場合，リニアICよりもデジタルICの方が入りやすい」（松下インタビュー（2000年12月25日）：亀山卓郎氏）ことと関係するように思われる。

18　これに半年位しかかからないICもあったといわれる。

19　77年頃，第2精工舎の時計用ICの開発の際，ロジックと仕様の提示の時点から，エンジニアリング・サンプルまで5～6ヵ月，量産までは6～7ヵ月，回路ブロック・時計組立まで9ヵ月がかかったといわれる。従って，家電用と時計用の開発期間はそれほど変わらなかったようである。

20　「セットのシャーシを全面変えるか，それとも，基板は同じにして入れ物だけを変えてお客に訴えるか，いろいろあるんですね。そういうので，世代という呼び方をしてるんですが，前者のときには，5品種，6品種のキットで，同時に開発するんです。…（中略）…その辺の割振りがあるわけです。そのための打合せに時間がかかります。だから，打合せに1ヵ月以上，場合によっては3ヵ月もかかります。…（中略）…部分的に開発する場合，1週間から3週間の間に終わってしまう」（松下インタビュー（2000年12月25日）：五味紀男氏）。

21　家電製品の組立工程自体には10日～2週間しか

Hosei University Repository

かからなかったという。

22 もちろん，納期を延長する場合がなかったわけではない。

23 70年代半ば，家電用ICの1品種にかかる開発費は，大規模ICなら，1億～2億円にも上り，共同開発の開発費を回収し，採算に乗れるためには，最低でも1品種当り月10万個の受注量が必要であったという。

24 東芝の製品事業部間で製品を振替える「社内振替え」があったが，この社内振替価格は市価を基準にして，社内取引であるが故に発生しない広告費・販売対策費等を控除し，さらに大量取引による取引等を織込んで設定された（山下公雄「東芝の予算制度」『産業経理』第41巻第3号，1981年，41頁）。

25 なぜ，15％～20％かについてであるが，松下の関係者の証言によると，半導体事業の初期から，R＆D費用は売上高の約15％でコンスタントだったが，共同開発されるICは若干特殊なものだから，その開発費は売上高の15％より若干高く設定されたという。

26 松下と違って，東芝が，社内共同開発時，予め開発費を要求した理由として，IC価格が見掛上安くなること，経理計算上難しいこと，等をあげているが（東芝インタビュー（2001年3月9日）：久保大次郎氏），それが重要だと認識されたのは，当初より社外需要家との開発，ないし，外販の経験が豊富であったことによると思われる。実際に，70年代までICの社内消費が多かった松下も外販の比率がより高くなる80年代になると，社外需要家との共同開発の際には，予め開発費を受け取った。

27 平本厚，前掲書，1995年，256～260頁。

28 松下電子工業『光とエレクトロニクスで未来を拓く』1994年，75頁；松下インタビュー（2000年12月25日）：亀山卓郎氏。浅沼によると，このような行動は，テレビ，VTR，エンジン関係の電装品の開発・販売にも現われる。すなわち，テレビ，VTR，エンジン関係の電装品の開発に当り，中核企業の新しいアイデアを織込んだ部品をサプライヤーが開発した場合，生産開始から半年ないし1年の間はサプライヤーが他の買手に売らないことを当該中核企業は要求するが，その期間が経過した後では他の買手に売ってもよいという営業権を与えるという（浅沼萬里，「日本企業のコーポレート・ガバナンス－雇用関係と企業間取引関係を中心に－」『金融研究』（日本銀行金融研究所）第13巻第3号，1994年9月，110頁）。

29 東芝インタビュー（2000年4月11日）：川西剛氏；同（2000年4月14日）：小田川嘉一郎氏。

30 電卓用ICの共同開発については，拙稿「日本IC産業の初期の企業間関係－電卓用ICの取引，及び共同開発を中心に－」『社会経済史学』第67巻第1号，2001年5月を参照されたい。

31 東芝インタビュー（2000年5月22日）：久保大次郎氏。

32 竹大正孝・漆原健彦，前掲，1974年5月，374～375頁；浅井捷男・伊澤芳『電子材料』1980年12月，37頁。

33 松下インタビュー（2000年12月1日）：亀山卓郎氏。

34 松下インタビュー（2001年3月13日）：亀山卓郎氏からの追加答弁。

35 東芝インタビュー（2001年3月14日）：久保大次郎氏。

36 この点，MOS・ICが中心であった電卓用ICとは対照的であり，同じ民生用の中でも，使われる品種の差によって，その明暗が分かれたといえる。そして，伊丹は，MOS・ICの技術特性は，ラジオやテレビをはじめとする民生用電子機器が要求する特性であったと述べているが（伊丹敬之，1995年，123頁），70年代に家電用ICのほとんどがリニアICだった事実関係に照らしてみると，伊丹のこの叙述の妥当性には疑問がある。

37 清水英治，前掲，1980年12月，23頁；浅井捷男・伊澤芳，前掲，1980年12月，37頁。

38 日立製作所武蔵工場『日立半導体30年史』，1989年，347頁。

39 松下インタビュー（2000年12月1日；2000年12月25日）：亀山卓郎氏，五味紀男氏；東芝インタビュー（2000年4月26日）：久保大次郎氏；同（2000年4月11日）：川西剛氏。

40 清水英治，前掲，1980年12月，23頁。

41 竹大正孝・漆原健彦，前掲，1974年5月，371頁。

42 日本オーディオ協会『オーディオ50年史』，1986年，736～737頁。

43 岩瀬新午，前掲書，1995年，126頁；東芝インタ

Hosei University Repository

ビュー（2000年5月22日）：久保大次郎氏。

44　米国内で初めてIC生産額が個別半導体を上回ったのは70年である（日本開発銀行『IC産業80年代の展望－摩擦と開発競争の展開にみる今後の展望－』（『調査』第67号），1984年1月，36頁）。そして，アメリカは，すでに69年，ICの生産額がトランジスタのそれを上回ったが（機械振興協会経済研究所『日米半導体産業に関する調査研究』，1980年，41頁），日本でICの生産額が初めてトランジスタのそれを上回ったのは75年である。