

## 半導体技術の進化という視点から見た電卓「製品」の技術的發展

電卓は、それに利用されている半導体に関する下記のようなイノベーションを通じて低価格化、低消費電力化、軽量化、小型化、電池駆動による携帯化を実現してきた。シャープの電卓を例にして、下記の視点から Product Innovation がどのように進化したのかをまとめると下表のようになる。

1. 半導体の素材に関するゲルマニウムからシリコンへのイノベーション
2. トランジスタから IC へのイノベーション
3. IC から LSI へのイノベーション
4. バイポーラ型 IC から MOS 型 IC へのイノベーション
5. PMOS 型 LSI から CMOS 型 LSI へのイノベーション

### シャープの電卓における技術革新の歴史的展開

年	型番	素材	素子タイプ	半導体部品の個数				消費電力	表示装置	電源	重量 (kg)	大きさ (mm)	価格 (万円)	備考
				トランジスタ	ダイオード	IC	LSI							
1964	CS-10A	ゲルマニウム	トランジスタ	530	2,300			90W	ニキシー管	AC電源	25	W 420 D 440 H 250	53.5 万円	世界初のオール・トランジスタ式電卓、フルキーボード方式
1965	CS-20A			630	1,980			35W			16	W 400 D 480 H 220	37.9 万円	10 キー方式キーボードの採用
1966	CS-31A	シリコン	バイポーラ型	553	1,549	28		25W	蛍光表示管	電池駆動	13.2	W 400 D 480 H 220	35.0 万円	世界初のバイポーラ IC 式電卓
1967	CS-16A		IC	46	400	59		10W			4.0	W 294 D 317 H 117	23.0 万円	世界初の MOS IC 式電卓 世界初の蛍光表示管採用電卓
1969	QT-8D		PMOS 型			2	4	4W			1.4	W 135 D 247 H 72	10.0 万円	世界初の MOS LSI 式電卓 ロックウェル社
1973	EL-805		LSI	CMOS 型				1			0.02W		0.2	W 78 D 118 H 20

高動作温度化  
高速動作化

高集積度化

低消費電力化    電池駆動化    軽量化    小型化    低価格化

[出典]筆者作成

**a. シャープ「液晶電卓進化の歴史（年表）」**

<http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/dentaku/history.html>

発売年・大きさ・重量・価格・半導体の個数・備考に関する参考資料

**b. 大崎眞一郎(2005)「電卓（電子式卓上計算機）の歴史」[東京理科大学生涯学習センター「コンピュータの歴史」2005年11月講演資料]**

<http://www.dentaku-museum.com/1-exb/special/rikadai/rikadai.html> 内の <http://www.dentaku-museum.com/1-exb/special/rikadai/4.jpg>

重量・価格・素子に関する参考資料

**c. 三坂重雄(2006)「液晶産業の創出と今後の展開」『映像情報メディア学会誌』Vol.60 No.12, pp.1871-1875**

[http://www.jstage.jst.go.jp/article/itej/60/12/1871/\\_pdf/-char/ja/](http://www.jstage.jst.go.jp/article/itej/60/12/1871/_pdf/-char/ja/)

重量・消費電力・半導体の個数に関する参考資料

**d. 「Sharp desktop calculator」『電卓博物館』**

<http://www.dentaku-museum.com/calc/calc/1-sharp/1-sharpd/sharpd.htm>

大きさ・価格・重量・半導体の個数に関する参考資料（特に、20AのスペックおよびCS31-Aのスペックが参考になる。）

**e. 「C-16A 英文パンフレット」『電卓博物館』**

<http://www.dentaku-museum.com/calc/calc/1-sharp/1-sharpd/cs16a/b-ad2.jpg>

CS-16Aのトランジスタおよびダイオードの数

**f. 「C-31A 和文パンフレット」『電卓博物館』**

<http://www.dentaku-museum.com/calc/calc/1-sharp/1-sharpd/cs31a/cs31a-ad/b-1.jpg>

CS-31Aの特徴・詳細に関する参考資料

**g. 「EL-805 和文パンフレット」『電卓博物館』**

<http://www.dentaku-museum.com/calc/calc/1-sharp/3-elcos/el805/el805-b/b-1.pdf>

EL-805の外形寸法に関する参考資料

[注]

- 1) 価格は、百円台で四捨五入した値を記載してある。正確には、QT-8Dは99,800円、EL-805は26,800円である。
- 2) シャープは、1964年3月18日に世界初のオールトランジスタ式卓上計算機CS-10A [当時の中型乗用車並みの価格の53.5万円] で電卓の販売を開始してから17年後の1981年に累計1億台、21年後の1985年に累計2億台、30年後の1994年に累計4億台を達成している。[なお1994年までの全世界の電卓累計生産台数は16億台であるから、シャープはその1/4を生産していることになる。]
- 3) 1973年のEL-805は、世界初の液晶表示式電卓であるとともに、液晶の世界初の実用化であると言われている。
- 4) シリコン・トランジスタは、使用限界温度が200℃、遮断周波数5MHzと、ゲルマニウム・トランジスタの60℃、3MHzよりも性能が優れていた。[久保修治(1989)『トランジスタ・集積回路の技術史』オーム社、p.18]

# シャープの電卓が権威ある「IEEE マイルストーン」に認定されました。

**IEEEマイルストーン認定**



世界最大の電気電子学会(IEEE)が、電気・電子技術およびその関連分野において、社会に貢献した重要な歴史的偉業を称えるために1983年に制定し、認定するものです。これまでポルタ電池やフレミングの二極管など世界で65件以上認定されています。日本では八木アンテナ(1995年)、富士山頂レーダー(2000年)、東海道新幹線(2000年)、セイコークォーツ(2004年)の4件が認定されており、シャープの電卓が5件目になります。

**1964年 CS-10A**

**世界初 オールトランジスタ式電卓**



重量 25kg  
消費電力 90W  
定価 535,000円

1964

**1969年 QT-8D**

**世界初 MOS-LSI式電卓**



重量 1.4kg  
消費電力 7W  
定価 99,800円

1969

**1967年 CS-16A**

**世界初 MOS-IC式電卓**



重量 4kg  
消費電力 9W  
定価 230,000円

1967

**1973年 EL-805**


**世界初 液晶表示 CMOS-LSI電卓**



重量 200g  
消費電力 0.02W  
定価 26,800円

1973

**早川式繰出鉛筆**



1915年世界に先駆けて、独創的な繰出し装置を発明しました。名称は「エバー・レディー・シャープペンシル」。後にシャープペンシルとなりました。当社の社名「シャープ」はこれに由来しています。

●1964年(昭和39年) ——— ●1967年(昭和42年) ——— ●1969年(昭和44年) ——— ●1973年(昭和48年) ———

**社会の動き**

東京オリンピック開催。  
東海道新幹線開通。

カラーテレビ本放送開始。  
番組のカラー化急速に進行。

アポロ11号が月面に着陸。  
人類は初めて月に立った。

第1次オイルショック。  
省エネに向けた気運高まる。

**液晶産業**

液晶カラーテレビAQUOS  
累計生産500万台達成(2005)



AQUOS

2005~

**半導体産業**


国内携帯電話メーカー別  
シェア首位獲得(2005)



**SUNVISTA**

**太陽電池産業**

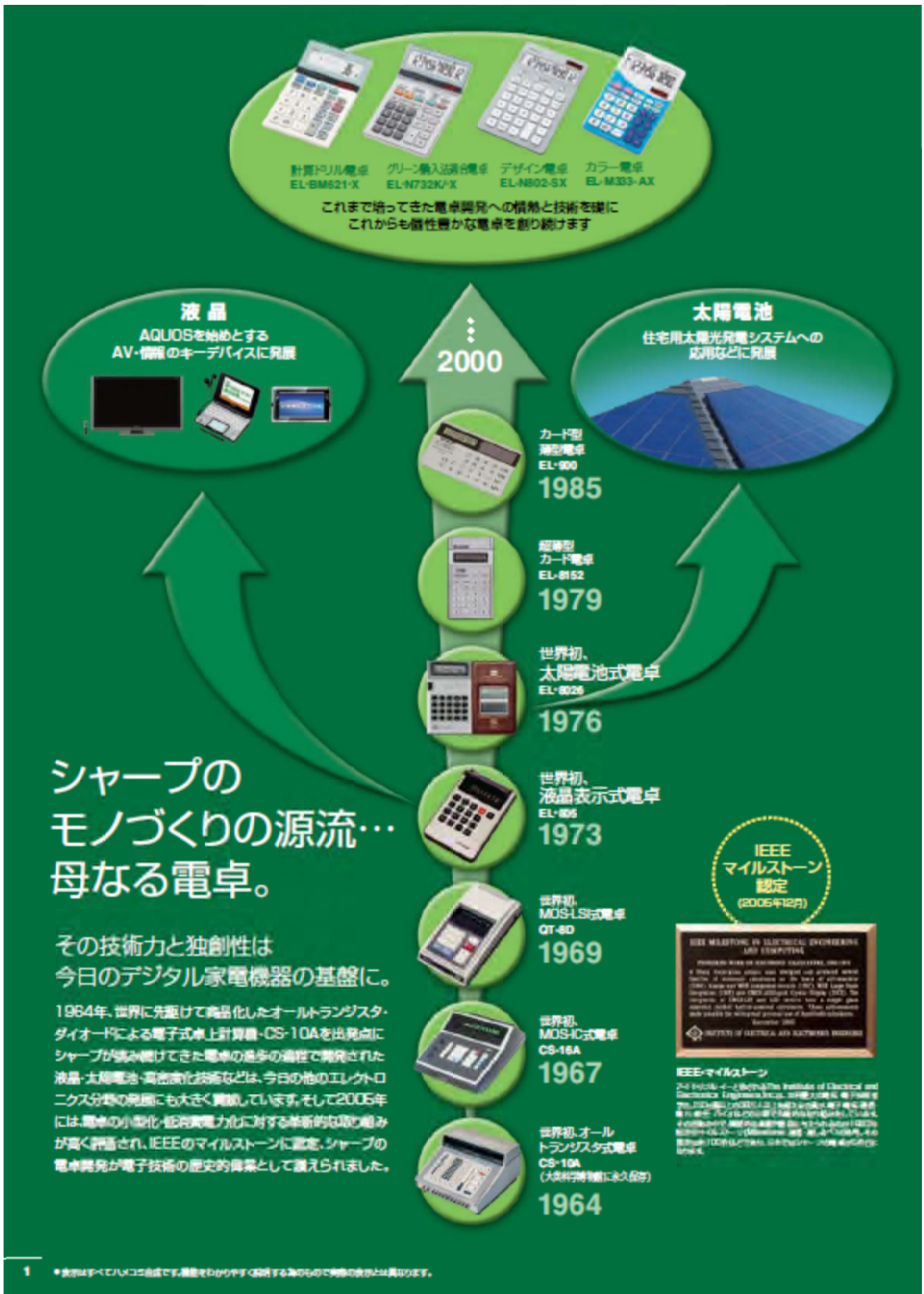
太陽電池生産量6年連続  
世界トップシェア(2005)



[出典] 電卓博物館、<http://www.dentaku-museum.com/calc/calc/1-sharp/4-ellcd/milestone/12.jpg>

2005年12月1日に米国電気電子学会(IEEE)は、シャープのCS-10A、CS-16A、QT-8D、EL-805という4製品モデルを、半導体技術・液晶技術の進展を大きく牽引した「マイルストーン」として認定した。



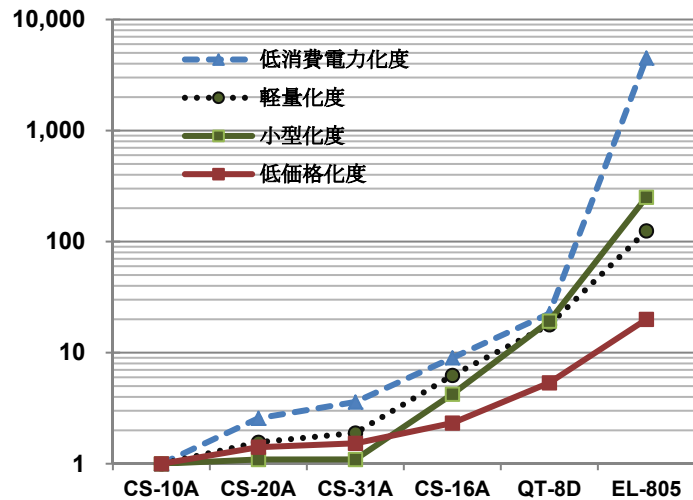


## 2 電卓の性能向上および低価格化

### (1) 半導体技術の進歩による消費電力の低減、軽量化、小型化、低価格化の歴史的進展

CS-10A の消費電力、重量、外形寸法による体積、価格を基準として、消費電力の低減、軽量化、小型化、低価格化がどの程度進んだかを示すと下記のようになる<sup>[1]</sup>。

年	型番	低消費電力化度	軽量化度	小型化度	低価格化度
1964	CS-10A	1	1	1	1
1965	CS-20A	2.6	1.6	1.1	1.4
1966	CS-31A	3.6	1.9	1.1	1.5
1967	CS-16A	9.0	6.3	4.2	2.3
1969	QT-8D	22.5	17.9	19.2	5.4
1973	EL-805	4500	125	251	20

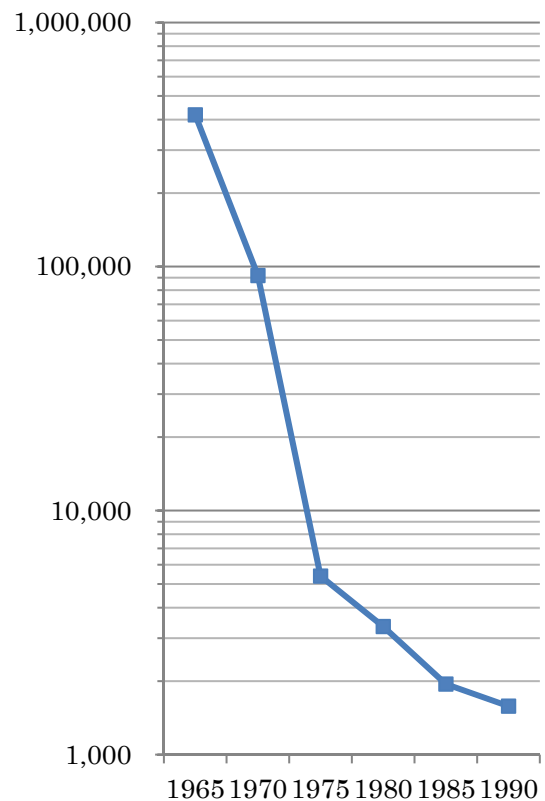


### 電卓の平均単価、生産数量、生産金額の歴史的推移

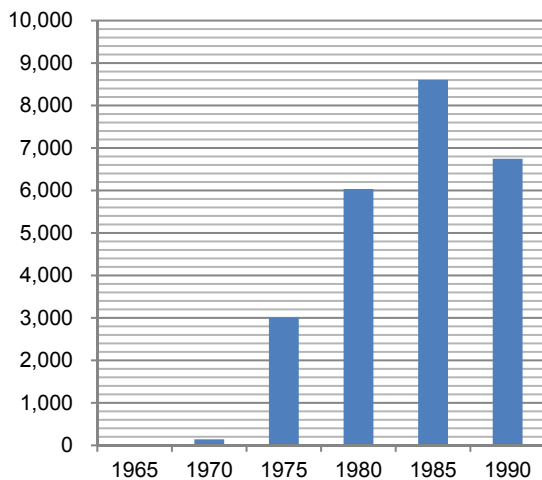
単位:万台 単位:億円

	平均単価	生産数量	生産金額
1965	418,600	0.4	18.23
1970	91,898	142.3	1308.09
1975	5,392	3004	1619.83
1980	3,351	6035.6	2022.79
1985	1,946	8603.2	1674.18
1990	1,580	6747.9	1066.01

### 電卓の平均単価の推移 (単位:円)



### 電卓の生産数量の推移 (単位:万台)



[1] 表における各指数は各電卓製品の消費電力、重量、外形寸法から求めた体積、価格の値で、CS-10A の値を割ることで求めている。例えば、CS-10A の消費電力 90W を CS-20A の消費電力 35W で割ると  $90/35=18/7 \approx 2.6$  になる。すなわち CS-20A の消費電力は、CS-10A の消費電力の約 2.6 分の一に減少していることになるので、低消費電力化度は 2.6 ということになる。