

# まえがき

## 2012年の衝撃

2012年、日本の電子産業は総崩れの様相となった。パナソニック、ソニー、シャープの2012年3月期の赤字額は、3社合計で1兆6000億円に達する。さらに半導体では、エルピーダメモリもルネサスエレクトロニクスも2012年初頭に経営危機に陥る。エルピーダは会社更生法適用を申請、米マイクロン社に買収される。ルネサスは産業革新機構や自動車会社などによる救済計画が決まる。

## 日本の電子産業の国内生産は2000年をピークに急激に衰退

だが日本の電子産業の衰退は2012年に始まったわけではない。日本の電子産業の生産・輸出・輸入・貿易収支、これらの長期年次推移を図0.1に示す。電子産業の国内生産金額は2000年に約26兆円である。ここをピークとし、2012年には12兆円と半分以下に落ち込んでいる。10年で半減というペースで国内生産は衰退した。1985年には9兆円の貿易黒字を達成して外貨の稼ぎ頭だった電子産業、その日本の電子産業の貿易収支は、2013年1~9月には約3300億円の赤字になっている。

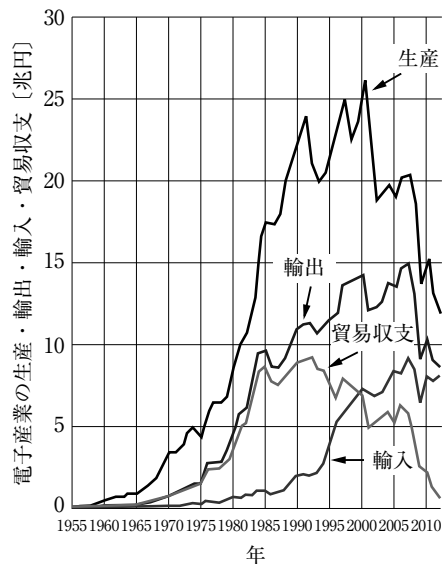


図0.1 日本の電子産業の生産・輸出・輸入・貿易収支の長期年次推移（資料：経済産業省機械統計，財務省貿易統計）

このような日本の電子産業全体の激しい衰退、これを1~2の会社の経営の巧拙で説明することはできない。何らかの構造的変化があったと考えるべきだろう。

近年の日本の電子情報通信産業の衰退を分析することは、本書の直接の主題ではない。けれども、これだけの衰退を見ながら、『電子情報通信と産業』と題する本が、その衰退の原因に触れないわけにはいかない。電子情報通信分野の産業活動を、日本に限定せずに歴史的に展望する、そしてそのなかで、近年の日本の衰退の原因を考える。これを本書で試みたい。

### 安かろう悪かろう→値段の割に質が良い→高すぎて買う気になれない

2013年の時点で、日本の電子製品の世界市場における評価は、「高すぎて買う気になれない」といったところか。「ガラパゴス化」という表現も、すっかりポピュラーになった[宮崎, 2008]<sup>†</sup>。

日本製品は、昔から高かったわけではない。1950年代まで、日本の工業製品の評価は「安かろう悪かろう」である。「Made in Japan」は安価な粗悪品の代名詞だった。

日本の産業界は努力する。やがて日本製品は「値段の割には質が良い」「品質が良くて壊れない」との評価を得、世界市場を席卷する。それは第2次世界大戦後の日本産業界の偉大なる達成だ。

これが貿易摩擦を引き起こす。日本製品はダンピングだと非難される。「こんなに品質の良い製品を、この値段で売れるわけがない」。これが日本の経営者・技術者の意識に影響する。「安く売って非難されるくらいなら、値段を気にせず、良いものを作ろう。良いものなら売れるはずだ」。

この意識の変化が、やがて日本製品の評価を変えていく。「ものは良いかもしれないけれど、高すぎて買う気になれない」。

### ものづくりへの固執と匠の呪縛

日本では「ものづくり」への固執が、神話的、信仰的だ。「ものづくりは日本人のDNAに組み込まれている」。日本経済の長い低迷が続くなか、そんな議論が、かえって勢いを増している。

思い出してみよう。1950年代に日本製品は「安かろう悪かろう」だった。それから約60年。DNAを持ち出すには時間が短すぎるだろう。

こんな指摘がある[廉, 2012]。韓国の新幹線(韓国高速鉄道)には改札がない。車掌の持

† 引用・参考文献は本文中では、第1著者の姓と発行年を記し、[西村ほか, 2012]のように表記して引用する。その引用・参考文献をすべて巻末にまとめて掲載する。掲載順は邦文文献(翻訳を含む)については、第1著者の姓によって五十音順に並べる。同一著者の文献は発行年月日順に掲載する。欧文文献は邦文文献の後にまとめ、同じく第1著者の姓によってアルファベット順に掲載する。

つ端末で、どの席が空席かはわかる。不正を防ぐために、すべての駅に改札装置を設置し、人員を配置するのはムダ、これが韓国高速鉄道の考えだという。改札がないほうが乗客の満足度も高まる。一方、日本では改札を機械化・自動化する。精緻華麗な改札装置を作り上げる。結果として、日本のほうがコストをかけているのに、乗客の満足度は上がらない。

システムをよく考え直して、これまで必要だった部品や装置を不要にすること、これはイノベーションである。材料や部品、あるいは既存の製品や仕組みを磨き上げることに固執し、システムレベルでのイノベーションに目が向かなくなる。これは「匠の呪縛」[木村, 2009]だ。

品質・性能を上げることに努力を傾注する。しかし、その性能・品質は顧客が望んでいるものなのか、そこには意を用いない。少なくとも電子情報通信分野に関する限り、日本の低迷にこの「匠の呪縛」が関係しているのではないか。

#### 本書の内容は電子情報通信分野の産業史

「安かろう悪かろう」→「値段の割に質が良い」→「高すぎて買う気になれない」という日本製品評価の変遷、その変遷の理由・原因を調べるには、歴史的な視点が必要だ。先に挙げた日本の電子産業の総体としての激しい衰退、この原因を分析するためにも、電子情報通信分野の産業活動を歴史的に振り返る必要がある。

そう考えて、本書『電子情報通信と産業』を、この分野の産業史として記述することにした。記述の範囲を日本に限定はしない。しかし著者の私は、日本の産業活動への関心がもちろん高い。それは本書の内容に反映するだろう。

2014年1月

西村吉雄

# 目次

---

## 1. 本書の構成と執筆方針

---

- 1.1 半導体とコンピュータがもたらしたもの .....1
- 1.2 分業構造の転換を時代区分とする .....4
- 1.3 電子情報通信という分野 .....5

## 第 I 部 20 世紀前半まで

---

### 2. 電気通信とメディアの形成

---

- 2.1 19 世紀に電信が大産業に成長 .....9
- 2.2 19 世紀後半に電話事業が始まる .....10
- 2.3 3 極真空管による増幅の実現でエレクトロニクスが生まれる .....13
- 2.4 20 世紀前半にラジオが無線放送メディアとして確立 .....14
- 2.5 メディアとしてのテレビはラジオの後継者 .....15
- 2.6 20 世紀前半の米国はメディアの実験場 .....16

### 3. 真空管からトランジスタへ

---

- 3.1 電話網構築がトランジスタ開発の動機 .....18
- 3.2 失敗の原因を求める過程で増幅を発見 .....20

## 4. プログラム内蔵方式コンピュータの誕生

---

4.1 第2次世界大戦中の高速計算需要が「電子」計算機を生み出す .....	22
4.2 プログラムの柔軟性を求めてプログラム内蔵方式へ .....	25
4.3 オペレーティングシステムの萌芽 .....	29
4.4 プログラム内蔵方式がハードウェアとソフトウェアをモジュール化 .....	30
4.5 デジタル化がコンピュータを数値計算から解放 .....	31

## 第Ⅱ部 半導体のたどった道

---

### 5. 個別トランジスタから集積回路へ

---

5.1 トランジスタでラジオを作る .....	34
5.2 集積回路以前 .....	34
5.3 集積回路の概念とその製造工程 .....	36
5.4 比例縮小則とムーアの法則 .....	39
5.5 集積回路技術に内在する本質的矛盾 .....	41
5.6 半導体製造装置産業の成立 .....	45

### 6. マイクロプロセッサの誕生

---

6.1 マイクロプロセッサで集積回路技術の矛盾を克服 .....	47
6.2 顧客とメーカーの共同作業がマイクロプロセッサを実現 .....	48
6.3 マイクロプロセッサの産業的インパクトは巨大 .....	50

### 7. 半導体メモリの成長と日本半導体産業の盛衰

---

7.1 半導体メモリ産業の成長 .....	53
-----------------------	----

7.2	日本の半導体メモリ産業が躍進	54
7.3	半導体貿易摩擦	56
7.4	日本 DRAM 産業が壊滅へ	60
7.5	ムーアの法則がもたらすニヒリズム	62

## 8. 半導体産業における設計と製造の分業

---

8.1	集積回路の矛盾が再び激化	65
8.2	設計と製造の分業	68
8.3	半導体生産システムのオープン化とファウンドリの進化	71
8.4	日本の半導体業界は分業を嫌い続けた果てに衰退	73
8.5	ファブレスとファウンドリの存在感がますます大きくなる	79

## 第Ⅲ部 情報処理と通信の融合

---

### 9. 汎用コンピュータの進展とモジュール化

---

9.1	コンピュータの「世代」	82
9.2	メモリと入出力装置	84
9.3	IBM システム /360——モジュール化設計で互換性を実現	88
9.4	ハードウェアベンダーからソリューションビジネスへ	90

### 10. 対話型コンピュータからパソコンへ

---

10.1	対話型コンピュータの発祥	93
10.2	ダウンサイジング	95
10.3	パーソナルコンピュータの源流	98
10.4	パソコンにおける水平分業	100
10.5	水平分業の危険と垂直統合の誘惑	102
10.6	水平分業では標準インタフェースが不可欠	104

## 11. ネットワーク外部性と モバイルコンピューティング

11.1 ネットワーク外部性 —— 勝ち組がますます勝ちやすくなる .....	106
11.2 ネットワーク外部性による独占をどう克服するか .....	108
11.3 モバイルコンピューティング .....	110

## 12. 半導体とプログラム制御が他産業を電子化

12.1 機械仕掛け→配線論理→プログラム制御 .....	113
12.2 自動車産業の電子化とモジュール化 .....	115
12.3 腕時計の電子化とスイス機械式腕時計の復活 .....	119

## 13. 通信のデジタル化と自由化

13.1 交換機をプログラム内蔵方式で制御する —— 交換の電子化 .....	123
13.2 伝送のデジタル化 .....	124
13.3 100年ぶりの通信自由化 .....	126
13.4 固定電話から携帯電話へ .....	129
13.5 伝送媒体の発展 —— 人工衛星と光ファイバ .....	131

## 14. インターネットへ

14.1 未来の図書館 .....	133
14.2 ARPA ネットの構築 .....	135
14.3 パケット交換 .....	137
14.4 1970年前後という時代 .....	138

14.5	イーサネットと TCP/IP .....	140
14.6	ARPA ネットからインターネットへ .....	142
14.7	インターネット利用の現状 .....	145

## 第Ⅳ部 インターネットをインフラとする 産業と社会

---

### 15. 設計と製造の分業——EMS の発展

---

15.1	インターネットは水平分業を促進 .....	148
15.2	なぜ電子情報通信産業で設計と製造の分業が進むのか .....	149
15.3	EMS の発展 .....	151

### 16. ウェブ 2.0——ご乱心の殿より衆愚がまし

---

16.1	ウェブ 2.0 という概念の登場 .....	154
16.2	ロングテール効果 .....	155
16.3	ビッグデータとデータセンター .....	156
16.4	オープンソース活動——衆知を集めて良質の知に転化 .....	159
16.5	民主主義や市場経済との関連 ——ご乱心の殿より衆愚がまし .....	160

### 17. メディアルネサンス

---

17.1	メディアとしての電話 .....	163
17.2	オーディオはメディアルネサンスの実験場 .....	164
17.3	テレビの来し方行く末 .....	167
17.4	新聞やテレビの広告依存型ビジネスモデルが存続困難に .....	169
17.5	プロによるジャーナリズム不在は民主主義の危機 .....	170



## 18. インターネット時代の研究開発モデル

---

18.1	営利企業における研究開発の意味	172
18.2	「中央研究所の時代」の興隆と衰退	174
18.3	大学の役割の変化と産学連携	179
18.4	イノベーションシステムにおける「官」の役割	182
18.5	研究開発としてのオープンソース活動	184
18.6	インターネット時代にピアレビューはふさわしいか	185

## 第V部 第2次世界大戦後の日本に 固有の問題

---

### 19. 日本のコンピュータ産業

---

19.1	国産コンピュータの誕生と発展	189
19.2	日本独特の専用機：オフィスコンピュータと 日本語ワードプロセッサ	191
19.3	もう一つの計算の道具——電卓	193
19.4	日本のパソコン——NECの「98」が一時代を築く	195
19.5	ビデオゲーム産業におけるハードとソフトの攻防	196
19.6	日本のインターネット活動	199

### 20. 民生用電子機器の興亡

---

20.1	米国の対日政策の変遷	202
20.2	秋葉原の始まりと変容	203
20.3	自主独立路線の電子部品業界	204
20.4	民生用電子機器とテレビ関連産業の盛衰	205
20.5	テレビ放送のデジタル化と薄型テレビ	208
20.6	オプトエレクトロニクスでは日本の存在感が大きい	214

## 21. 1985 年以後

21.1	輸出主導から内需主導へ——1985～2000年	217
21.2	「10年で半減」ペースの衰退——2000年以後	219
21.3	電子情報通信産業を取り巻く環境の1985年以後	222

## 22. 日本の電子情報通信産業はなぜ衰退したのか

22.1	電子情報通信産業に加わる四つの圧力	225
22.2	過去との比較	226
22.3	他地域との比較	229
22.4	他産業（自動車産業）との比較	232
22.5	日本の電子情報通信産業は設計と製造の垂直統合に固執	233
22.6	成功体験から抜け出せるか	236

引用・参考文献	239
あ と が き	249
索 引	251

# 1. 本書の構成と執筆方針

電子情報通信分野の産業史は19世紀前半に始まる。そして20世紀前半までと20世紀後半以後に大きく時代区分される。本書の第I部には20世紀前半までの歩みをまとめる。

20世紀前半の最後に、大きなイノベーションが二つ同時に起こった。一つは半導体(トランジスタ)、もう一つはコンピュータ(プログラム内蔵方式<sup>†</sup>)である。この二つは20世紀後半以後の産業や社会に、分野を超えて大きな影響を与える。そこでまず、この二つのイノベーションの産業へのインパクトを確認しておこう。

## 1.1

### 半導体とコンピュータがもたらしたもの

20世紀半ばに半導体トランジスタとプログラム内蔵方式コンピュータが同時に誕生

20世紀の前半が終わろうとするころ、そう第2次世界大戦が終わって間もなくのころだ、半導体トランジスタとプログラム内蔵方式コンピュータが、ほぼ同時に産声を上げた。

この両者の誕生が同時だったこと、これは運命的である。両者の相性はすこぶる良く、互いに刺激し合い、支え合いながら、共に発展する。20世紀後半以後の電子情報通信は分野を問わず、両者に染め上げられてゆく。

約四半世紀後の1970年代初頭、両者はマイクロプロセッサという名の子を生む。マイクロプロセッサとは、半導体の小片(チップ)の上に載ったプログラム内蔵方式コンピュータである。

マイクロプロセッサはたちまちアイドルになった。多くの産業がマイクロプロセッサを使い始める。「およそ人間の発明したもので、マイクロプロセッサの開発と発展ほど、短期間のうちに大きな影響を与えたものはほかに見当たらない」[京都賞受賞者資料, 1997]。

半導体、コンピュータ、そして両者が一体化したマイクロプロセッサ、この3者が20世紀後半以後の電子情報通信産業を牽引する。本書の第II部と第III部では、その過程をたど

<sup>†</sup> 蓄積プログラム方式ともいう。英語は stored programming。プログラム内蔵方式では、処理の対象(データ)と処理の手続き(プログラム)を、共にデジタル化し、どちらも同じメモリに蓄える。4章「プログラム内蔵方式コンピュータの誕生」に具体的な説明がある。

## 2 1. 本書の構成と執筆方針

る。その過程こそ、20世紀後半以後のこの分野の産業史にほかならない。

### ムーアの法則がもたらす価格圧力

半導体トランジスタは約10年後に集積回路へと発展した。1個の半導体チップ（シリコンの小片）に載るトランジスタの数は3年に4倍、10年100倍のペースで増え続ける。これがムーアの法則である。この法則は次のように書き換えられる。集積回路が提供する単位機能のコスト、例えば1ビットの情報を記憶するのに必要なコストは、3年で4分の1、10年で100分の1に下がり続ける。

これが半導体集積回路の魅力の根源である。このコスト低下を使わない手はない。だから半導体は、あらゆる製品の内部に浸透していく。

しかしムーアの法則は諸刃の剣だ。機能コストがそれだけ下がるのなら、製品価格も下げてほしい。顧客は必ずそう要求する。これが「価格圧力」である。激しい値下げ競争が待ち受けている。そのうえ半導体集積回路は進歩する。新製品は機能が上がっているのに、値段は安い。顧客は短期間に買い換える。こうして絶え間のない新製品開発に追い込まれていく。

値下げ競争から逃れるためには、ムーアの法則を付加価値向上に転化しなければならない。3年経てば同じコストで4倍のトランジスタが使える。これを製品の魅力に転化する。値下げではなく、魅力向上で勝負する。王道である。けれどもそれは、相棒のプログラム内蔵方式の出番を意味する。

### プログラム内蔵方式がもたらすソフトウェア圧力

半導体集積回路を使うシステム、いまではそれは、ほとんどの場合、プログラム内蔵方式のコンピュータである。製品としてはコンピュータでなくても、内部では同じ情報処理を行っている。

プログラム内蔵方式のハードウェアはプロセッサ（処理装置）とメモリ（記憶装置）でできている。どちらも半導体だ。そして、このハードウェアは汎用である。そのシステムに何をさせるか、それはハードウェアの仕事ではない。

プログラム内蔵方式では、処理の対象（データ）と、処理の手続き（プログラム）、この両方をデジタル化し、同じメモリに蓄える。そのシステムに何をさせるかは、プログラムすなわちソフトウェアが決める。顧客にとっての魅力を左右するのはソフトウェアである。

ハードウェアは半導体だから、ムーアの法則に従い、3年4倍のペースで機能が増大する。その機能増大を顧客にとっての魅力に転化するのはソフトウェアの仕事だ。値下げ競争を嫌って付加価値向上で勝負しようとするなら、顧客にとっての魅力をソフトウェアで実現しなければならない。これがプログラム内蔵方式のもたらす「ソフトウェア圧力」である。

### 集積回路とプログラム内蔵方式の下で発生するデジタル化圧力

プログラム内蔵方式では、処理の対象も手続きもデジタル化される。最終製品がコンピュータそのものでもなくとも、製品内部にマイクロプロセッサを含んでいれば、デジタル化は避けられない。それは事実上ほとんどの製品に、常に「デジタル化圧力」が加わることを意味する。

デジタル化にはコストがかかる。けれども一度デジタル化してしまえば、あとは集積回路とプログラム内蔵方式によって、対象が何であれ、統一的に安く速く処理できる。そして集積回路による処理コストは、ムーアの法則に従って安くなる。デジタル化から逃げることはできない。

### 自前主義か連携協力を左右するネット圧力

電子情報通信分野には、もう一つ「ネット圧力」が存在する。高速のネットワークを安い値段で使えるかどうか、これによってリソースの配分が違ってくる。また分業構造が変わる。

ネットワーク環境が貧しいときは、リソースをなるべく近くにおいて、自分たちで処理したほうがいい。つまり自前主義になる。

ネットワーク環境が豊かで、高速ネットワークを安く使えるなら、手元の小さなハードウェアの魅力を、ネットの向こう側に置いた大きなソフトウェアによって向上させることができる。ネットの向こう側にいる優秀な連中と連携協力したほうが、何でも社内だけで実現しようとするより、よほどまし。こういう事態になる。インターネットに代表されるネットワークの発展は、自前主義よりも連携協力を促し、社外との分業を促進する。

### 四つの圧力への対処が産業活動の浮沈を制する

ムーアの法則による価格圧力、プログラム内蔵方式によるソフトウェア圧力、集積回路とプログラム内蔵方式がもたらすデジタル化圧力、ネットワーク環境によるネット圧力、この四つの圧力にどう対処するか、これが結局、電子情報通信分野における産業活動の浮沈を制する。四つの圧力の動向を見極め、上手に組み合わせ、得手を生かし不得手をカバーすることに成功すれば、企業が、ひいては産業が栄え、失敗すれば滅びる。

上記の四つの圧力に企業が、業界が、あるいは政策が、どう対処してきたか、どこがどう成功し、どこがなぜ失敗したか、それを分析し提示すること、それが電子情報通信分野における産業活動を記述することであり、本書における私の仕事である。

### インターネットというインフラの下での産業活動の方向を第IV部で展望

半導体集積回路、プログラム内蔵方式コンピュータ、デジタル化、高速ネットワークという上記四つの圧力を発した流れは、20世紀末に至って合流し、インターネットとい

#### 4 1. 本書の構成と執筆方針

う巨大なインフラストラクチャを作り上げた。21世紀の現在、すべての社会活動・産業活動は、インターネットという基盤のうえで行われている。

本書の第IV部では、狭義の電子情報通信分野を超え、インターネットの下での産業や社会がどういう方向に向かうか、あえて主観を交えながら展望する。

#### 日本の電子情報通信産業の衰退の原因を第V部で考える

第V部では、世界の動きのなかの一例としては扱いにくい、日本に固有の問題について述べている。その最終的な目標は、「まえがき」で提示した日本の電子情報通信産業の衰退の原因、これを明らかにすることである。それは上記四つの圧力に、日本の産業界がどう対応したかという問題に帰着する。

世界の電子情報通信産業界は四つの圧力に対応し、産業構造を変える。日本の産業界は四つの圧力に背を向け、伝統的な産業構造に固執した。その結果が、近年の日本の電子情報通信産業の衰退として表れている。この結論で本書を締めくくる。

## 1.2

## 分業構造の転換を時代区分とする

### モジュールとアーキテクチャ

歴史を書くには、時代区分についての方針が必要になる。分業構造の転換、そこを産業史の時代区分として、私は重視したい。

仕事であれシステムであれ、少し複雑になれば分業が必要になる。「人間にとって、ある複雑なシステムを管理し、または、ある複雑な問題を解決する唯一の方法は、それを分解することである」[ボールドウィンほか、2004、p.76]。分解するとシステムはいくつかのモジュールに分かれる。各構成要素は、モジュール内では相互依存し、モジュール間では独立している。そうなるようにシステムを分解（モジュール化）しなければいけない。モジュールへの分け方や、モジュールとモジュールの関係性を、アーキテクチャと呼ぶことが多くなった[青木ほか、2002][藤本、2003][田路、2005]。

本書に即していえば、プログラム内蔵方式は、情報処理システムを、ハードウェアとソフトウェアにモジュール化した。実によくできたモジュール化だった。ハードウェアとソフトウェアは、それぞれ自立しつつ、互いに支え合い、両方とも巨大産業に発展する。

モジュール化には功罪がある。功が生じるのは、実はモジュール化がうまくできたときだけである。うまくモジュール化するのは難しく、コストもかかる。しかし、どんな産業であれ、システムは複雑化する。モジュール化は避けられない。「あらゆる産業は、次第にモジュール化という方向に向かって進化する」[柴田、2008]。

モジュールに分けた仕事をどう分担するか。同一企業内で分担するか、それとも一部を他

社に発注するか、他社に発注すれば、お金の流れが発生する。新たな顧客が生まれる。新たな分業の誕生はビジネスモデルの革新であり、産業構造の転換である。

### 高速ネットワークが手軽に使えるか否かで分業構造が変わる

ここで先に触れたネット圧力が登場する。二つのモジュールを分業で開発するとして、社内で分業するか、社外と分業するか。社外との分業には、市場を介した取引が必要である。取引にはコストがかかる。これを取引コスト (transaction cost) という。一方、社内で開発するためには、人員を割かなければならない。ときには新たに適材を採用しなければならない。社外と社内、分業に必要なコストはどちらが安いのか。

取引先との間の、情報・知識の共有や交換に要する費用と時間、これが取引コストの本質である。高速ネットワークが安く使える環境なら、取引コストは下がる。ということは、高速ネットワークは社外との分業を促す。これがネット圧力である。すなわち高速ネットワークが手軽に安く使えるか否かで、分業構造が変わる。分業構造の転換を時代区分としたいと私が考えるゆえんである。

### 新たな分業構造の実現はイノベーションそのもの

分業構造の革新は、実はイノベーションそのものである。「われわれの利用し得るいろいろな物や力の結び付き方を変えて、結合を新しくすること (新結合の遂行) が、経済を発展させる」。シュムペーター (Joseph Alois Schumpeter) は1912年に、こう書いた [シュムペーター, 1977]。このシュムペーターの「新結合」は後にイノベーションと呼ばれるようになる。

「利用し得る物や力の結び付き方を変える」とは、まさに「モジュールへの分け方とモジュール同士の結び付き方を変える」ことにほかならない。となれば、モジュール化による分業の革新は、シュムペーターの原義に戻れば、イノベーションそのものということになる。

イノベーションとは何かについて、ここでは深入りしない。後の章で、企業の研究開発活動と関連させながら、イノベーションの意味を具体的に紹介し、議論する。

なおシュムペーターの新結合にとって、すなわちイノベーションにとって、新しい科学や技術は不可欠ではない。イノベーションを技術革新とするのは誤訳である。この問題についても後に述べる。しかしイノベーション=技術革新ではないこと、これだけは、ぜひここで念頭に置いてほしい。

## 1.3

## 電子情報通信という分野

ここまで、20世紀半ばに生じた半導体とコンピュータのインパクトを軸にして、本書の執筆方針を述べてきた。けれども電子情報通信という分野の産業活動は19世紀に始まって

## 6 1. 本書の構成と執筆方針

いる。ここで一度19世紀に遡り、電子情報通信という分野の形成過程を振り返っておこう。もう一つ、「産業」をどう捉えるかについての私の執筆方針を述べておきたい。というのは、「情報産業」という言葉は、電子情報通信における「情報」とは無縁のところ生まれえているからである。

### 電信電話から電子情報通信へ

19世紀に「電気」に関する科学と技術が起こる。その最初の応用の一つが電信という通信分野だった。じきに電話も加わる。これも通信である。電気のもう一つの早くからの応用は、モータや発電機など、エネルギーや機械的力と縁の深い分野である。こちらは「電機」と書くことが多い。

19世紀末から20世紀初頭に、電子の存在が確認され、真空中の電子を制御する技術が進む。やがて3極真空管による増幅が実現した。これがエレクトロニクスあるいは電子工学と呼ばれる分野を形成する。その過程で大きく発展したのが、電話（有線通信）とラジオ（無線放送）である。

20世紀の半ば、1950年前後に、前述のようにトランジスタとコンピュータが、ほぼ同時に産声を上げた。以後、半導体中の電子の振舞いを調べて応用することと、コンピュータによる情報処理が、それぞれ大分野を形成していく。

### 一般の生活者が電子情報通信と接するところ——メディアと「電子化」

電子情報通信が一般生活者（最終消費者、エンドユーザー）と接するのは、今も昔もメディアである。携帯電話やテレビ、更にはパソコンも、コミュニケーションを媒介するメディアとみなすことができる。これらをユーザーは「電子製品」と意識している。

しかし現在は、ユーザーが電子製品とは意識していないところに、電子情報通信分野の技術と製品が組み込まれている。例えば炊飯器に、あるいは自動車に、さらには工作機械などに、電子機器が組み込まれている。この状況を「電子化」と呼ぶ。電子情報通信産業は、自身がメディアとして直接ユーザーに接するだけでなく、他産業の「電子化」を通じて間接的にユーザーと接している。

他産業を電子化するには、いまでは例外なくマイクロプロセッサが組み込まれる。あらゆる産業が、いまや半導体のユーザーである。そしてあらゆる産業が、プログラム内蔵方式の情報処理を導入している。電子化された他産業の機器は、コンピュータそのものではない。しかし機器内部では、コンピュータと同様の情報処理が実行されている。

ということは、電子化された機器の内部ではソフトウェアが働いていることを意味する。20世紀の半ばから始まった半導体とコンピュータの発展は、ソフトウェアを産業活動の主役へと押し上げた。



本書では、上記の二つの面、すなわちメディアによるユーザーとの直接接触と、他産業の電子化を通じてのユーザーとの間接接触、この両面から電子情報通信分野を捉えていきたい。そしてその際、半導体とソフトウェアの役割を常に意識する。

### 工業と産業、そして情報産業

次に「産業」について考えよう。一般には経済活動を分野に分けて考えるときに産業という言葉が使われる。自動車産業とか電子産業というときの使い方である。

しかし産業革命というときの産業という言葉の使い方では、少し意味が違う。農業が経済活動の中心だった時代から、工業の比重が伸びる時代になること、これが産業革命と要約できよう。産業という言葉のこの用い方では、経済活動の発展を歴史的に捉えている。

ところで工業とは何だろう。産業を英語でいうと普通は industry である。では工業の英訳は何か。「どうしても産業と区別したいのなら manufacturing industry だろうね」。日本語に詳しい英米人に聞くと、そういう人が多い。しかし manufacturing industry には、日本語では製造業が対応している。工業にぴたっと対応する英語は、どうも存在しないらしい。

これが電子情報通信分野にやっかいな問題をもたらす。電子工業と電子産業、通信工業と通信産業、この2組みは、ほぼ同じような意味で使える。しかし情報産業とはいっても、情報工業とはいいいにくい。実際、情報工業という言葉は使われていない。

実は情報産業という言葉は日本生まれだ。梅棹忠夫が1961年に初めて用いる〔梅棹, 1988, p.7〕。梅棹は人類の産業史を、農業の時代、工業の時代、情報産業の時代と3段階に捉える。「コンピュータ関連産業をもって情報産業というつもりはさらさらありません」。情報産業という言葉の生みの親はそういい切る〔梅棹, 1988, p.110〕。

本書はもちろん、電子情報通信学会における「情報」を尊重する。それはコンピュータと無縁ではあり得ない。けれども梅棹の意味での情報産業と無縁であることも、また不可能だ。例えばコンピュータの発展において、ソフトウェアは最初はハードウェアの「おまけ」だった。そのうちにソフトウェアが独自の対価を持つようになり、やがてソフトウェア産業として自立する。この過程は、梅棹の意味での情報産業の成立と同型である。梅棹の意味での情報産業を常に意識し、必要に応じて参照しながら記述を進める。これが本書における「産業」の扱い方についての私の方針である。

【あ】

アイコン ..... 98  
 アーキテクチャ ..... 4, 89  
 秋葉原 ..... 203  
 アプリケーションプログラム  
 ..... 29  
 アルト ..... 99, 140  
 アロハネット ..... 140  
 アンバンドリング ..... 90

【い】

イーサネット ..... 140  
 イニシャルオーダー ..... 29  
 イノベーション ..... 5, 173  
 インターネット ..... 125  
 インターネット配信 ..... 166  
 インテルサット ..... 131

【う】

ウィキペディア ..... 159  
 ウィリアムズ管 ..... 28  
 ウィンテル ..... 105  
 ウェブ 2.0 ..... 154

【え】

液 晶 ..... 87, 194  
 エレクトロニクス ..... 13

【お】

オフィスコンピュータ(オフコン)  
 ..... 96, 191  
 オープンイノベーション ..... 98  
 オープン化 ..... 67, 72, 102  
 オープンソース (活動)  
 ..... 159, 184  
 音楽配信 ..... 166  
 オンラインゲーム ..... 199

【か】

外部記憶装置 ..... 84  
 価格圧力 ..... 2  
 価格監視 ..... 58  
 科学優位主義 ..... 181  
 拡散トランジスタ ..... 45

カセットテープレコーダ ..... 203  
 仮想記憶 ..... 86  
 壁掛けテレビ ..... 211  
 紙テープ ..... 87  
 ガラケー ..... 130

【き】

企業家 ..... 173  
 技術革新 ..... 5  
 技術導入 ..... 181  
 キャッシュメモリ ..... 84

【く】

空間分割型 ..... 124  
 組合せ型 ..... 117  
 組込みシステム ..... 50  
 クライアントサーバモデル  
 ..... 141  
 クラウドコンピューティング  
 ..... 86  
 クラウドファンディング ..... 156  
 クロスバー交換機  
 ..... 13, 19, 123  
 クロスライセンス ..... 178

【け】

携帯電話 ..... 125  
 系 列 ..... 116  
 ゲート長 ..... 40  
 減価償却 ..... 46  
 研究開発 ..... 5  
 検索エンジン ..... 145

【こ】

コア (磁芯) メモリ ..... 84  
 交換手 ..... 12  
 工 業 ..... 7  
 公権力 ..... 170  
 公的な標準 (デジュリスタンダー  
 ド de jure standard) ..... 104  
 高品位テレビ ..... 209  
 工本主義 ..... 237  
 交換機 ..... 89  
 互換性 ..... 89  
 個別トランジスタ ..... 38

コロッサス ..... 23, 24

【さ】

サーバ ..... 141  
 産学連携 ..... 51, 180  
 産業革新機構 ..... 78  
 産業革命 ..... 7  
 産業構造 ..... 5  
 産業スパイ ..... 190  
 産業用電子機器 ..... 205  
 3極真空管 ..... 13

【し】

時間コスト ..... 70  
 磁気コア ..... 26  
 磁気ディスク ..... 85  
 事後評価 ..... 166  
 事実上の標準 (de facto standard)  
 ..... 71, 104  
 システム LSI ..... 66  
 システムズインテグレーション  
 ..... 91  
 システムプログラム ..... 29  
 事前審査 ..... 166  
 自動交換機 ..... 13  
 時分割型 ..... 124  
 資本コスト ..... 70  
 自前主義 ..... 149, 231  
 収獲逡減 ..... 107  
 収獲逡増 ..... 107  
 集積回路 ..... 2, 32  
 集中処理 ..... 92  
 主記憶 ..... 84  
 手動交換 ..... 12  
 奨学寄付金 ..... 181  
 少品種大量生産 ..... 43  
 情報産業 ..... 7  
 情報処理 ..... 6  
 シリコン・バレー ..... 35  
 シリコンファウンドリ ..... 33, 68  
 真空管 ..... 6, 18, 19  
 新結合 ..... 5, 173

【す】

垂直統合 ..... 67

水平分業 ..... 30  
 数値制御 ..... 113  
 スタティック RAM ..... 84  
 スマートグリッド ..... 157  
 スマートフォン (スマホ)  
 ..... 86, 130  
 すり合せ型 ..... 117

## 【せ】

製造業 ..... 7  
 世代 ..... 82  
 設計と製造の分業 ..... 67  
 接合トランジスタ ..... 20  
 セマテック ..... 72  
 セルラー ..... 129

## 【そ】

ソーシャルメディア ..... 155  
 ソースコード ..... 97  
 ソフトウェア ..... 2  
 ソフトウェア圧力 ..... 2  
 ソリューション ..... 91

## 【た】

太陽光発電 ..... 216  
 太陽電池 ..... 194  
 対話 ..... 88  
 対話型コンピュータ ..... 93  
 ダウンサイジング ..... 88  
 匠の呪縛 ..... 75, 231  
 多品種少量生産 ..... 42  
 ダンピング ..... 57, 58

## 【ち】

蓄積プログラム方式 ..... 26  
 地デジ特需 ..... 212  
 中央研究所 ..... 51  
 中央研究所ブーム ..... 181  
 中継器 ..... 19  
 超 LSI 技術研究組合 ..... 72, 182  
 超 LSI 共同研究所 ..... 72, 182  
 超音波遅延線 ..... 26

## 【つ】

通信規約 ..... 141  
 通信自由化 ..... 11, 125

## 【て】

デジタル化 ..... 32  
 デジタル化圧力 ..... 3  
 デジタル交換機 ..... 19, 124  
 デザインルール ..... 40  
 データセンター ..... 158  
 電界効果トランジスタ ..... 20

電気工学 ..... 13  
 電子化 ..... 6, 113  
 電子掲示板 ..... 142  
 電子工学 ..... 13  
 電子交換機 ..... 19, 123  
 電子情報技術産業協会 ..... 214  
 電子部品 ..... 204, 205  
 電信 ..... 6  
 点接触型トランジスタ ..... 20  
 電卓 ..... 193  
 電電ファミリー ..... 128  
 電話 ..... 6

## 【と】

特定用途向け IC ..... 66  
 トランジスタ ..... 1, 18  
 取引コスト ..... 5, 148

## 【な】

内需主導 ..... 218

## 【に】

日米半導体協定 ..... 58  
 日本語ワードプロセッサ (ワープロ) ..... 85, 191  
 日本電子機械工業会 ..... 55  
 日本電子情報技術産業協会 ..... 55  
 入出力装置 ..... 84

## 【ね】

ネット圧力 ..... 3  
 ネットワーク外部性 ..... 71, 106

## 【は】

配線論理 ..... 96, 113  
 バイ・ドール法 ..... 180  
 バイナリーデジタル (方式) ..... 9, 31  
 ハイビジョン ..... 209  
 バイポーラ ..... 37  
 パケット交換 ..... 135, 137  
 パソコン通信 ..... 144, 200  
 パターン独立性 ..... 41  
 発光ダイオード ..... 216  
 バッチ (一括) 生産 ..... 45  
 バッチ処理 ..... 88  
 ハードウェア ..... 2  
 ハードワイヤード ..... 96, 113  
 パラメترون ..... 189  
 ハリウッド ..... 16  
 パルス符号変調 ..... 124  
 パンチカード ..... 87  
 半導体国際交流センター ..... 59  
 半導体製造装置 ..... 45

半導体レーザ ..... 132  
 汎用コンピュータ ..... 53

## 【ひ】

ピアレビュー ..... 185  
 光産業技術振興協会 ..... 214  
 光ディスク ..... 85  
 光ファイバ ..... 132  
 ビジネスモデル ..... 5  
 ビッグデータ ..... 156  
 ビデオディスク ..... 167  
 ビデオテープレコーダ ..... 203  
 標準インタフェース ..... 67  
 表面準位 ..... 20  
 比例縮小則 ..... 39  
 品質管理 ..... 55

## 【ふ】

ファウンドリ ..... 68  
 ファブレス ..... 33, 68  
 ファミコン ..... 196  
 フェランティ・マーク I ..... 28  
 付加価値 ..... 2  
 不特定多数 ..... 154  
 ブラウザ ..... 108  
 ブラザ合意 ..... 57  
 フラッシュメモリ ..... 78  
 ブルーレイディスク ..... 168  
 プレステーション ..... 197  
 プレッチリー・パーク ..... 24  
 プレーナプロセス ..... 35  
 ブログ ..... 155  
 プログラム ..... 2  
 プログラム制御 ..... 114  
 プログラム内蔵方式  
 ..... 1, 25, 30  
 プロセッサ ..... 2  
 フロッピーディスク ..... 85  
 ブロードバンド ..... 125  
 プロトコル ..... 141  
 ブロードバンド接続 ..... 132  
 分業構造 ..... 4  
 分散処理 ..... 92

## 【へ】

米国半導体工業会 ..... 45  
 ベイビー・マーク I ..... 27  
 ベストエフォート ..... 141  
 ベータ ..... 207  
 ベル研究所 ..... 11  
 ベル電話研究所 ..... 11

## 【ほ】

ポインティングデバイス ..... 93

貿易摩擦 ..... 61, 218  
 補助記憶装置 ..... 84

**【ま】**

マイクロコンピュータ ..... 51  
 マイクロプロセッサ  
 ..... 1, 33, 47  
 マイコン制御 ..... 115  
 マウス ..... 98  
 マーケティング ..... 63, 231

**【み】**

ミニコンピュータ (ミニコン)  
 ..... 95  
 民生用電子機器 ..... 205

**【む】**

ムーア・スクール ..... 22  
 ムーアの法則 ..... 2, 32

**【め】**

メインメモリ ..... 53, 84  
 メディア ..... 9

メディアルネサンス ..... 163  
 メモリ ..... 2

**【も】**

モジュラー型 ..... 117  
 モジュール化 ..... 4  
 モード2 ..... 19, 20  
 ものづくり ..... 231  
 モバイルコンピューティング  
 ..... 110

**【ゆ】**

有線放送 ..... 12  
 輸出主導 ..... 218  
 ユーズネット ..... 142

**【よ】**

4K ..... 211

**【ら】**

ライセンス ..... 175

**【り】**

理工科ブーム ..... 181  
 リナックス ..... 98, 109  
 リニアモデル ..... 175  
 リンカーン研究所 ..... 94

**【る】**

ルータ ..... 135

**【れ】**

レコード ..... 16  
 連結ルール ..... 89

**【ろ】**

ローカルネットワーク ..... 140  
 ロングテール効果 ..... 155

**【わ】**

ワークステーション ..... 96  
 ワープロ ..... 192  
 ワールウィンド ..... 27, 94  
 ワンチップCPU ..... 50

**【A】**

ADSL ..... 125  
 ARPA ..... 135  
 ARPA ネット ..... 136  
 ASIC ..... 66

**【B】**

BBS ..... 144

**【C】**

C 言語 ..... 97  
 CAD ..... 67  
 CD ..... 85  
 CDMA ..... 131  
 CS ネット ..... 143

**【D】**

DOD ..... 135  
 DOS/V ..... 195  
 DRAM ..... 53  
 DVD ..... 85, 168

**【E】**

EDSAC ..... 27, 28  
 EDVAC ..... 23, 26, 27  
 EIAJ ..... 55  
 EMS ..... 149  
 ENIAC ..... 22, 25, 27

**【F】**

feature phone ..... 130  
 FTTH ..... 132

**【G】**

GHQ ..... 202  
 GSM ..... 130  
 GUI (graphical user interface)  
 ..... 98

**【I】**

i モード ..... 111, 130  
 IBM-PC/AT 互換機 ..... 195  
 IDM ..... 68  
 IMP ..... 136  
 INSEC ..... 59  
 IP ..... 66, 142  
 iPhone ..... 111  
 ISDN ..... 124, 125  
 ISP ..... 144

**【J】**

JEITA ..... 55  
 JUNET ..... 143

**【L】**

LAN ..... 140  
 LED ..... 216  
 LP レコード ..... 16

LSI ..... 42

**【M】**

MOS ..... 37  
 MSX ..... 196  
 Multics ..... 97

**【N】**

NSF ネット ..... 143  
 NTSC ..... 15, 206

**【O】**

OEM ..... 151  
 OS ..... 28, 29

**【P】**

PARC ..... 99  
 PCM ..... 124  
 PDC ..... 130

**【S】**

SEMATECH ..... 182  
 SEMI ..... 45  
 SIA ..... 45  
 SNS ..... 157  
 SoC ..... 66  
 SRAM ..... 84

**【T】**

TCP ..... 142

TCP/IP ..... 135  
 TRON ..... 98, 109  
 TSS ..... 94  
 TX-0 ..... 94  
 TX-2 ..... 94

**【U】**  
 UNIVAC I ..... 27  
 UNIX ..... 96  
 USB ..... 86

**【V】**  
 VHS ..... 207  
 VTR ..... 203

**【W】**  
 WWW ..... 145

**【あ】**  
 アタナソフ ..... 23

**【う】**  
 ウィルクス ..... 28  
 梅棹忠夫 ..... 7

**【え】**  
 エジソン ..... 13  
 エッカート ..... 23, 27  
 榎本武揚 ..... 10

**【き】**  
 キルビー ..... 36

**【く】**  
 クラーク ..... 95

**【け】**  
 ゲイツ ..... 51  
 ケリー ..... 18  
 ケン・オールセン ..... 95

**【こ】**  
 コンウェイ ..... 40

**【さ】**  
 サーフ ..... 15

**【し】**  
 嶋正利 ..... 47  
 シュムペーター ..... 5  
 ショックレー ..... 18  
 ジョブズ ..... 51

**【ち】**  
 チューリング ..... 24

**【つ】**  
 ツヴォルキン ..... 15

**【て】**  
 デナード ..... 39  
 デミング ..... 55

**【に】**  
 ニューマン ..... 27

**【の】**  
 ノイス ..... 35

**【は】**  
 ハイエク ..... 121  
 バーディーン ..... 20

**【ふ】**  
 ファジン ..... 48  
 フォレスター ..... 93  
 フォン・ノイマン ..... 23, 27

ブッシュ ..... 93  
 ブラッテン ..... 20

**【へ】**  
 ベル ..... 10

**【ほ】**  
 ホーニ ..... 35  
 ホフ ..... 47

**【み】**  
 ミード ..... 40  
 ミハイル・ゴルバチョフ ..... 223

**【む】**  
 ムーア ..... 39

**【め】**  
 メトカーフ ..... 141

**【も】**  
 モークリ ..... 23  
 モル ..... 35  
 モールス ..... 9

**【り】**  
 リックライダー ..... 133

**【ろ】**  
 ロバーツ ..... 136

— 著者略歴 —

西村 吉雄 (にしむら よしお)

1942年生まれ。1971年、東京工業大学大学院博士課程修了、工学博士。東京工業大学大学院に在学中の1967～1968年、仏モンペリエ大学固体電子工学研究センターに留学。この間、マイクロ波半導体デバイスや半導体レーザーの研究に従事。

1971年、日経マグロウヒル社（現在の日経BP社）入社。1979～1990年、『日経エレクトロニクス』編集長。その後、同社で、発行人、調査・開発局長、編集委員などを務める。

2002年、東京大学教授（大学院工学系研究科）。2003年に同大学を定年退官後、東京工業大学監事、早稲田大学大学院政治学研究科客員教授などを歴任。現在はフリーランスの技術ジャーナリスト。

著書に『硅石器時代の技術と文明』、『半導体産業のゆくえ』、『産学連携』、『情報産業論』、『科学技術ジャーナリズムはどう実践されるか』、『FUKUSHIMAレポート』など。

## 電子情報通信と産業

Industrial Aspects of Electronics, Information and Communication

© 一般社団法人 電子情報通信学会 2014

2014年3月20日 初版第1刷発行

検印省略

編者 一般社団法人  
電子情報通信学会  
<http://www.ieice.org/>

著者 西村 吉雄

発行者 株式会社 コロナ社

代表者 牛来真也

112-0011 東京都文京区千石4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan Printed in Japan

振替 00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

<http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-01801-1

印刷：壮光舎印刷／製本：グリーン



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上の例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします