

マイコンを人類の福祉のために¹⁾

森口 繁一

1. はじめに

マイコン（マイクロコンピュータ）は、荒れ狂う猛牛のように、世界人類に困難な問題をもたらす可能性がある。先進国は、マイコンによって生ずる、かつて先例をみないほどの生産性向上の結果、巨大な失業率と貿易摩擦の形でその影響をもう感じはじめている。開発途上国は、低賃金という利点を失いかねないという脅威にさらされている。マイクロプロセッサ内蔵のロボットが多くの戦線で人間労働者を打ち負かす力をもっているからである。

これらの諸問題は[1]によく扱われている。その編者たちは解答を提供すると主張してはいないけれども、最後の章「職業と労働」は、マイクロ電子技術の衝撃を人類の福祉に役立つように受けとめるおもしろいやり方を示唆している。私の解釈では、苦痛をともなう労働はすべてロボットが受けもち、人間の職業はもっぱら生きがいのためのものであるという（極楽のような）社会を、それは待望している。そこでは財貨やサービスの生産の量よりも、生活の質のほうが重視されるのである。

しかしながら、極楽への移行について思いわずらう前に、われわれは世界の問題をもっと広い視野において、すなわち「宇宙船地球号」の観点か

ら考察しなければならない。第三世界の人びとをみじめな状態に置き去りにしたままで、先進国の人びとだけが極楽の生活を平和に楽しむことなどできるわけがない。

2. 経済発展の1つのパラダイム

事柄を単純にして、経済には2つの部門だけがあるとしよう。それぞれの人口を x_1, x_2 、労働力を w_1, w_2 で表わす。労働生産性を p_1, p_2 とすると、総生産は、

$$(2.1) \quad P = p_1 w_1 + p_2 w_2$$

となる。1人当り消費を c_1, c_2 とすると、総消費は

$$(2.2) \quad C = c_1 x_1 + c_2 x_2$$

となる。 C が P より小さければ、余剰

$$(2.3) \quad E = P - C$$

が存在する。それはピラミッドや寺院などの建設、その他いろいろな用途に用いることができる。ここでは、この余剰がすべて生産性向上のための投資（もちろん研究開発を含む）に用いられると仮定する。

2つの部門への投資 E の配分は配分率 λ_1, λ_2 （その和は1）で決められる。生産性の向上の速さは

1) IFORS'84 招待論文 "Taming microcomputers for benefit of human beings" の全訳である。（第1節の一部省略）

2) 本稿では国際単位系 (SI) で用いられる次の接頭語をいたるところで用いる: k(キロ)= 10^3 , M(メガ)= 10^6 , G(ギガ)= 10^9 , T(テラ)= 10^{12} 。

配分された投資の額に比例するものと仮定すると

$$(2.4) \quad dp_1/dt = k_1 \lambda_1 E$$

$$(2.5) \quad dp_2/dt = k_2 \lambda_2 E$$

ここで比例係数 k_1, k_2 は互いに異なる値でありうる。

簡単のために、 $w_1, w_2, x_1, x_2, c_1, c_2$ は定数で、時とともに変わることがないと仮定しよう。(2.4)に w_1 を掛け、(2.5)に w_2 を掛けて加え合わせると、

$$(2.6) \quad dP/dt = (k_1 \lambda_1 w_1 + k_2 \lambda_2 w_2)(P - C)$$

が得られる。この微分方程式の解は

$$(2.7) \quad P = C + E_0 e^{\mu t}$$

である。ここで、

$$(2.8) \quad \mu = \lambda_1 k_1 w_1 + \lambda_2 k_2 w_2$$

であり、 E_0 は $t=0$ での余剰 $P - C$ である。

各部門の総生産は、

$$(2.9) \quad P_1 = p_1 w_1 = A_1 + B_1 e^{\mu t}$$

$$(2.10) \quad P_2 = p_2 w_2 = A_2 + B_2 e^{\mu t}$$

と表わされる。ただし、

$$(2.11) \quad \begin{aligned} B_i &= \lambda_i k_i w_i E_0 / \mu \\ A_i &= p_{i0} w_i - B_i \end{aligned} \quad (i=1, 2)$$

であり、 p_{10} と p_{20} は各部門の初期生産性である。

ここで注意すべきは、総生産 P の成長率が最大になるのは μ が最大値をとるときだということである。たとえば、もし

$$(2.12) \quad k_1 w_1 < k_2 w_2$$

ならば、 μ が最大になるのは $\lambda_1=0$ で $\lambda_2=1$ のとき、すなわち投資を全額第2部門に投入するときである。たとえ $k_1 > k_2$ であっても、 w_2 が w_1 に比べて十分大きければ(2.12)が成り立つ。これは上のパラダイムを、後進部門が先進部門に比べては

表1 日本の2部門の統計値

年	総生産		人口		1人当り総生産	
	P_1	P_2	x_1	x_2	P_1/x_1	P_2/x_2
	T¥	T¥	M	M	k¥/cap.	k/¥cap.
1960	4.43	7.76	22.8	71.5	194	109
1965	9.54	15.38	26.8	72.5	357	212
1970	24.72	36.38	29.9	74.8	827	487
1975	51.17	81.69	32.3	79.7	1586	1025

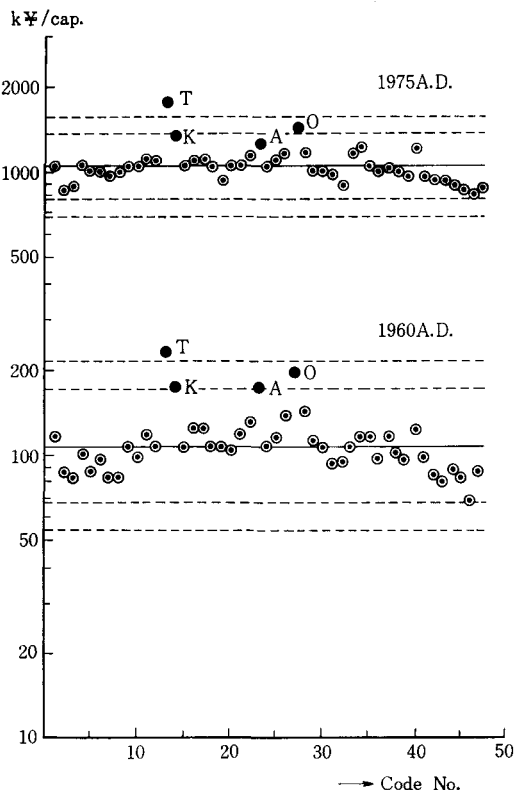


図1 1960年と1975年の1人当り県民所得

るかに多くの労働人口を抱えている場合に適用しようとするとき重要な点である。

3. 日本の経験

1960年の日本は、1人当りGNP(国民総生産)300ドルの貧しい国であった。1975年には1人当りGNPはその10倍になっていた。いっぽう、その15年間に、1人当り県民所得の相対的なバラツキは、図1に見られるように、半減した。(図中の破線は2シグマおよび3シグマ限界を示す)

図1でT, K, A, Oと注記してある4つの黒丸は、それぞれ東京(コード13)、神奈川(コード14)、愛知(コード23)、大阪(コード27)を表わす。これら4都府県を合わせて部門1とし、残り全部を合わせて部門2としてみよう。そうすると表1の統計値が得られる。(データ源は[3])²⁾

部門1の4都府県は1960年には人口の24%をもち国民総生産の36%を占めていた。1975年にはそ

表 2 公共投資

年	公共投資		配分率		総生産の割合	
	$\lambda_1 E$	$\lambda_2 E$	λ_1	λ_2	$\frac{P_1}{P_1+P_2}$	$\frac{P_2}{P_1+P_2}$
	G ¥	G ¥				
1960	306	690	.31	.69	.36	.64
1965	869	1808	.32	.68	.38	.62
1970	1773	4138	.30	.70	.40	.60
1975	4141	12373	.25	.75	.39	.61

これは29%の人口をもち39%を生産した。それで、2部門の1人当り総生産の比は1960年の1.8から1975年の1.5に下がったことになる。これは図1に見られる県民所得の相対的パラツキの減少を反映したものといえる。

このような発展の姿には多くの原因がある。ここで大切と思われる1つの原因に、表2に示されている公共投資の配分がある。後進部門2は、総生産が6割なのに、公共投資の7割を受けている。国の公共投資に限ってみれば、部門2の分け前はさらに大きく、たとえば1975年には8割を占めていた。

公共投資は主として高速道路、弾丸列車、通信網、港湾や空港などの産業基盤の強化に用いられたので、それが部門2により多く配分されたことは、部門1に比べて部門2の生産性の向上の速さがより高かったことに寄与したにちがいない。そしてそのことはまた部門1の生産品にたいする市場の拡大を通じて、部門1の成長の持続にも寄与したことは確かである。

この意味で第2節でのべたパラダイムは単なる理想主義的な夢ではなくて、実際の経済政策の形成にさいして現実的な意味をもつものであるといえる。(日本の経済計画一般および特に所得倍増計画については[4]の該当項目を参照されたい)

4. 世界発展の道程

第2節のパラダイムを将来の世界の発展に適用してみよう。[5]のデータを用い、「市場工業国」と「非市場工業国」とを合わせて部門1とし、そ

表 3 世界のデータ(1980年)

部門	人口	労働力	総生産	総消費	余剰
i	x_i	w_i	P_i	C_i	E_i
	G	G	T\$	T\$	T\$
1	1.1	0.73	9.0	6.9	2.1
2	3.3	1.90	2.3	1.7	0.6

の他すべての国を合わせて部門2とすると、1980年の統計値が表3のように得られる。そこで、各部門の生産性は、

$$p_1 = 12.3 \text{ k\$}/\text{worker}, \quad p_2 = 1.21 \text{ k\$}/\text{worker}$$

となり、1人当り消費はそれぞれ、

$$c_1 = 6.3 \text{ k\$}/\text{人}, \quad c_2 = 0.51 \text{ k\$}/\text{人}$$

となる。(2.4)、(2.5)の中の係数 k_1 、 k_2 は、多少勝手ながら次のように置くことにする。

$$k_1 = 0.094 \times 10^{-6} y^{-1}, \quad k_2 = 0.055 \times 10^{-6} y^{-1}$$

そうするとマイコンでちょっと計算することによって図2~3の結果が得られる。

図2は、世界経済の発展の道程が、(2.4)、(2.5)の中の配分率 λ_1 、 λ_2 によってどのように影響されるかを示す。もし $\lambda_1 : \lambda_2$ が1980年の総生産に比例して $P_1 : P_2 = 8 : 2$ に等しく選ばれたとすると、紀元2000年の総生産は $P_1 = 15.9 T\$$ 、 $P_2 = 4.9 T\$$ となる。この場合の部門2の分け前は24%で、UNIDOのLima会議で定められた目標値よりわずかに低い。この控え目な目標値でさえも、実現するのは容易でない。そのためにはODAや借款の形での努力を一段と強化しなければならない。図3に示すように、このときの部門2の1人当り総生産は平均\$1500となる。それは[5]で、「中収入国」の中央値より少し高いところにあたる。

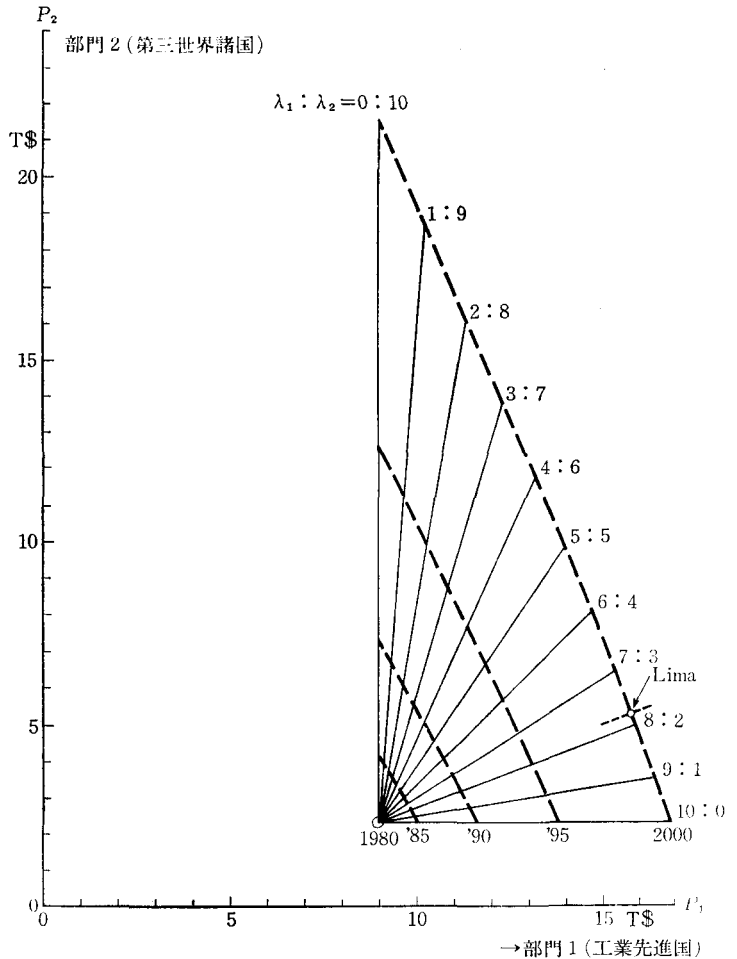
いっぽう、もし $\lambda_1 : \lambda_2 = 5 : 5$ を実現する方法を見いだすことができるならば、その結果はきわめて魅力的であり、紀元2000年には $P_1 = 14 T\$$ と $P_2 = 10 T\$$ に達する。すなわち現在の部門1(先進国全体)とほとんど同じ大きさの市場が部門2に新たに創出されていることになる。部門2の1人当り総生産は、 $\lambda_1 : \lambda_2 = 8 : 2$ の場合に比べて2倍になるのにたいし、部門1の総生産の増勢はほん

図 2 総生産の将来の発展

の少し鈍くなるだけである。

$\lambda_1 : \lambda_2$ を決めるもう 1 つの考え方がある。それは部門 1 に完全雇用を実現するに必要かつ十分なだけの規模の地球的公共事業を開始して需要を創出することである。部門 1 の失業者数が 30M 人であると仮定し、これに $p_1 = 12.3k\$/\text{worker}$ を掛けると、369G\$ となる。このような公共事業をはじめれば、部門 1 の失業問題と貿易摩擦問題は一切解消するはずである。これらの公共事業をすべて部門 2 の産業基盤の改善にふり向けるとすると、配分率は大体 $\lambda_1 : \lambda_2 = 7 : 3$ となるであろう。

できるだけ多くのお金を第三世界の国々にの発展を助けるために動員しようという考え方は Servan-Schreiber の「新マーシャル計画」([6] 参照) または「地球規模のニューディール」の核心をなすものである。それが永続する世界の平和と繁栄を達成する唯一の道であると信ずる点で、私は同氏の所説に賛成である。第 2 節のパラダイムは、この考え方を電算機にかけら



れる形に表現しようとしたものであるといってもよい。

5. 世界公共投資基金

中島正樹氏は [2] で GIF (=Global Infrastructure Fund) という名のもとに、地球規模の公共事業群の壮大な構想を提案している。各事業は約 10G\$ を要し、完成までに 15 年から 20 年かかるという。世界中の多数の組織から集めた 100 件を越す提案の中から選んで列挙してあるのが次の 14 件である：

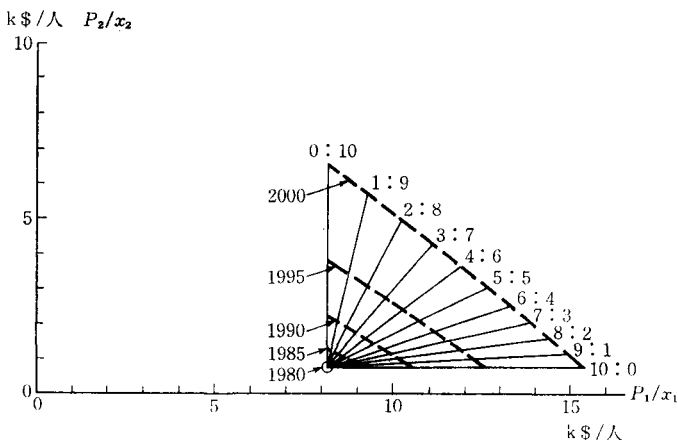


図 3 1 人当たり総生産量の成長の姿

- (1) 第二パナマ運河
- (2) クラ地峡運河
- (3) ヒマラヤ水力発電
- (4) ジブラルタル海峡海底トンネル
- (5) エジプト・カッタラ低地灌漑
- (6) 海洋発電
- (7) アフリカ中央人造湖
- (8) 東欧縦断高速自動車道
- (9) グローバル・スーパーポート・ネットワーク・システム
- (10) グローバル・コミュニケーション・ネットワーク(通信衛星による)
- (11) 砂漠の緑化
- (12) シルクロード・ハイウェイ
- (13) 南アメリカ水力発電
- (14) 太陽熱集熱場

このために、年に25G\$ずつ20年間投入しようというのである。この金額に、乗数効果10を見込むとすれば、年額250G\$の雇用が創出されることになる。それにも増して、それは第三世界の国々への「草の根」のびとの生産性を向上し、第4節に論じた世界経済の歩みを大幅に改善することであろう。

6. 軟らかい産業基盤とマイコン

第5節にのべた世界公共事業は非常に魅力的であり、目に見えるものであるだけに、為政者にも公衆にも訴える力が強い。しかし、私は開発のためには軟らかい産業基盤が少なくとも同じくらい重要であると信じている。

軟らかい産業基盤の例としては次のようなものが考えられる。〔7〕参照)

- 品質管理能力
- 経営能力
- ソフトウェア能力
- 大衆教育
- 職業教育
- 医療保健能力

これらの分野では、ビデオテープ機器やマイクロコンピュータの形のマイクロ電子技術が大きい役割を——先進国でよりも第三世界の国々にでのほうが、いっそう大きい役割を——演ずることができる。

たとえば医療保健の場合を例にとってみよう。開発途上国では平均して人口6000人にたいして医師1人という割合であるが、先進国では500人に1人である。マイコンに適当なソフトウェアを添えて提供すれば開発途上国の医師の能力が10倍に拡大できるといっても、ひどい誇張ではあるまい。そうすれば先進国並みの医療水準になるわけである。部門2の医師の数は $3.3G/6k=0.55M$ と推定される。マイコンの価格を5k\$と仮定すると、部門2の医師全員にマイコンを1台ずつ提供するための金額は2.75G\$となる。これは表3に示されている1980年の全投資額の0.1%にしか当たらない。

日本では、全労働力58Mにたいして、職業高校への入学者は年に440kである。この比を部門2の全労働力 $w_2=1.90G$ に拡大すると、職業高校への妥当な年間入学者数として $440k/58M \times 1.90G=14.4M$ という数が得られる。そこで、上記と同じ金額2.75G\$を用いるならば、これらの学校で年間入学者が一齐にマイコンを使うと仮定しても26人に1台の割合でそれが使えることになる。

上述の見積りにはソフトウェア(教育用の場合には教材も含む)の費用が勘定に入っていないという批判があるかもしれない。もちろんそれは正論である。しかしここでは、それは費用だけの問題ではないということに注意すべきである。ソフトウェアというものは先進国で開発したものを盲目的に複製すればよいというわけにはいかない。その国の必要と文化的環境に適合したソフトウェアを得るには、いつも創造的な適応が必要である。したがって開発計画の中で自国民のソフトウェア能力の開発は高い優先度をもたねばならない。それは部門2の雇用の増加にもつながるであろう。

その目的としては輸出用ではなくて国内用のソフトウェアの生産をめざすべきである。この点での新植民地主義には強く抵抗しなければならない。

7. むすび

マイコン（あるいは、もっと広く、マイクロ電子技術）は、必ずしもそれ自身悪者というわけではない。しかし、現在の世界の金融・貿易システムのもとでは、それは狂暴性を発揮して人類に重大な問題をひきおこしかねない。

マイコンを飼い慣らしてはじめてその力をうまく利用することができる。そのためには、地球規模の壮大な構想をもたねばならない。第2節にのべたパラダイムは、きわめて単純なものではあるが、「新マーシャル計画」または「地球規模のニューディール」の考え方を理解する役に立つであろう。このような線に沿う開発計画を実現するには、新規投資のずっと多くの部分が部門2（世界で開発の遅れている地域）にゆき、そこの産業基盤を強化するように計らうべきである。その産業基盤は固いものと軟らかいものと両方を含まねばならない。マイコンは、特に医療や教育などを含む軟らかい産業基盤の改善に、大きい役割をになうことができる。

自国民のソフトウェア能力の開発は高い優先度をもつべきだし、それは国際的な協力によって、先進国のもっている種 (seeds) を開発途上国の必

要 (needs) に合わせて仕立てるものであるべきである。

最後に、

情は人の為ならず

という東洋のことわざを引用して結びとしたい。

参 考 文 献

- [1] Friedrichs, G. and Schaff, A.(eds): *Micro-electronics and Society, For Better or For Worse: a report to the Club of Rome*. Pergamon Press, Oxford, 1982; 森口繁一監訳: マイクロ電子技術と社会. ダイヤモンド社, 1983
- [2] 中島正樹: 地球時代の構想力, ダイヤモンド社, 1983
- [3] 日本統計年鑑. 総理府統計局, 1983
- [4] *Kodansha Encyclopedia of Japan*. 講談社, 1983
- [5] The World Bank: *World Development Report 1982*. Oxford University Press, New York, 1982
- [6] Servan-Schreiber, J. J.: *Le Defi Mondial*; 磯村尚徳訳: 世界の挑戦. 小学館, 1980
- [7] Moriguti, S.: *Automation and Robotics in Traditional Trades — Importance of Soft Infrastructures. New Frontiers in Technology Application — Integration of Emerging and Traditional Technologies* (eds. Weizsäcker, E. U., Swaminathan, M. S. and Lemma. A.), Tycooly International, Dublin, 1983

IFORS 加盟の各国 OR 学会住所をお知らせします。1984年最新版です
国際会議の問合せ、文献入手などにご利用ください。(その4)

16. INDIA :

Operational Research Society of India (ORSI).
PRESIDENT: Prof. P.R. RAMAKRISHNAN,
6/34 Race Course Road, Coimbatore 641018.
REPRESENTATIVE: Dr. Subir CHOWDHURY,
General Manager, Corporate Management
Services, I. C. I. Group, 34, Chowringhee,
Calcutta-700071
SECRETARY: Prof. Bani K. SINHA, Indian
Institute of Management, Joka, Diamond
Harbour Rd., Alipore Post Office, Calcutta-

700027.

17. IRELAND :

Operational Research Society of Ireland (IORS).
PRESIDENT: Frank BANNISTER, c/o Price
Waterhouse Co., Gardner House, Wilton Place,
Dublin 2
REPRESENTATIVE: Martin BRADY, c/o
Price Waterhouse Co., Gardner House, Wilton
Place, Dublin 2.
SECRETARY: The same as Representative.