

このような上昇傾向は、開発途上国において一層強まり、近年、上記のような水準ではとても収まらないことが明らかになりつつある。その程度は一口に、アルミニウム年産トン当たり 4,000 ドルないし US \$ 4,000 数百といわれ、さらにインフラ整備費用が加算された場合、5,000 ドル以上にも達することがあり得るようになった。こうした各種の建設費のレベルをまとめたのが Table B-17 である。ただしいずれも建設費の範囲が不明であるため、大体の水準を示すものとして把握いただきたい。

3. 2 生産コスト

3. 2. 1 直接操業費

(1) 電力

(a) 電力消費量

アルミニウムは「電気の缶詰」と呼ばれるほどその生産に多量の電力を消費する。したがってアルミニウムの生産コストのうち、最大の比重を占めるものは電力コストである。その必要な電力量の目安は、IPAI の統計によれば Table B-18 のとおりとなっている。

Table B-18 Unit Power Consumption in kWh per Tonne of Primary Metal Produced (weighted average)

	Africa	North America	Latin America	East Asia	South Asia	Europe	Oceania	IPAI Total
1980	16,487	17,477	17,348	14,948	17,829	16,669	16,678	16,951
1981	16,348	17,151	17,396	14,849	17,517	16,550	16,094	16,776

Source: IPAI, Electrical Power Utilization 1980/1981, May 13, 1982

ただしこの統計はアルミニウムの電気分解に要する直流電力だけでなく、その他の補助電力（交流から直流への整流用、電解工場内の環境コントロール設備等に用いられる電力）をも含んでおり、電解に要した直流電力量のみを取上げれば、この統計値の約 95% と推定される。この推定によると、アルミニウム 1 t を生産するために必要な直流電力原単位は世界平均で約 16,000 kWh であり、仮に電力価格に US \$ 1 / kWh (= US MILL 10 / kWh) の差があるとすれば、アルミニウムの生産コストには約 US \$ 160 / t (現在の ALCAN 国際建値 US \$ 1,750 / t の 9%) という大幅な格差が生ずることになる。このように、アルミニウムの生産コストに占める電力の重要性には極めて大きいものがあるといえてよい。

Table B-17 Reported Capital Costs for Smelters

Company and Location	Capacity (1,000 MT/ year)	Date of cost estimate	Cost/tonne annual output (US\$ 1980)
NEW SMELTERS			
<u>Completed:</u>			
Aluminium Co. of Egypt, Nag Hammadi, Egypt (1975)	100	1974	2,120
Venalum, San Felix, Venezuela (1979)	280	1980	2,760
Dubai Aluminium, Jebel Ali, Dubai (1979)	135	1980	3,630
Alumax, Mt. Holly, S. Carolina, USA (1980)	179	1980	1,840
Alumina Español, San Ciprian, Spain (1978)	180	1979	1,820
Valesul, Santa Cruz, Brazil	86	1979	4,860
<u>Under Construction:</u>			
Albras, Para, Brazil	320	1978	3,860
Alumar, Maranhão, Brazil	100	1980	4,000**
Nat'l Aluminium Co., Orissa, India	218	1979	1,940
Asahan Smelter, Sumatra, Indonesia	225	1981	4,400
Guiyang, Guizhou, China	80	1979	3,680
Energoinvest, Mostar, Yugoslavia	90	1977	3,330
ALCAN, Grande Baie, Que., Canada	171	1980	2,490
ALCOA, Portland, Vict., Australia	264	1980	3,050
Gladstone Aluminium, Gladstone, Qld., Australia	206	1980	3,300
<u>Planned:</u>			
Govt., Reynolds, Philippines	140	1979	3,640
Govt., Tema, Ghana	300	1975	2,300
Alusaf, Richards Bay, S. Africa *	87	1980	3,050
Alumax, Oregon, USA	170	1981	3,530
ALUSUISSE project, Banana, Zaire	160	1980	4,000
Alune, Pernambuco, Brazil	110	1980	3,640
Votorantim, Pará, Brazil	160	1980	4,060
Point Lisas project, Trinidad	180	1980	2,500
ALCAN, Bundaberg, Qld., Australia	98.5	1981	3,530
ALCOA, Bunbury, W.A., Australia	264	1980	2,880
Hunter Valley Aluminium, Lochinvar, N.S.W., Australia	236	1979	2,580
Tomago Aluminium, Tomago, N.S.W., Australia	220	1980	3,090
Westal Consortium, Worsley, W.A., Australia	220-250	1980	3,040-3,450
South Pacific Aluminium, S. Island, New Zealand	200	1981	3,125-3,250

* Old Japanese smelter to be shipped to South Africa and reconstructed.

** Capacity 300 thousand tonnes/year base

Source: AME

こうした事態から、電力量を減らすための製錬技術の改良努力が世界中で進められた。その結果現在では、技術改良の優劣による電力原単位の差がかなり見られるようになった。上記 IPAI の統計値を地域別にみると、たとえば日本を主とした東アジアでの所要電力量は、他地域に比べて大幅に少なくなっている。特に日本においてこの傾向が顕著なのは、日本における製錬用電力が大部分重油火力発電に依存しており、油価の高騰による電力価格の上昇をカバーするため、熱心な技術改良努力が続けられた結果と見られる。この点はヨーロッパにおいても同様の事情であり、所要電力量の水準は相対的に低い。

逆に、電力価格が相対的に安い水力発電に依存することの多いカナダやアメリカ、ブラジルやベルズエラを含むラテンアメリカ、また天然ガス発電に依存している産油国を含む南アジアにおいては、所要電力量は相対的に多くなっている。

しかし先進工業国で開発された改良技術は技術輸出やプラント輸出とともに次第に他の地域へも適用されてゆく。このため新しい製錬工場の多いアフリカ、オセアニア等では、水力または石炭による比較的安価な電力に依存しているにもかかわらず、改良技術が適用されるために、所要電力量は相対的に低い水準にある。反面、北アメリカやヨーロッパの古い工場では、平均的に高い電力量に止まっているものが少なくない。

最新の改良技術によれば、電力原単位 (DC) は 13,500 kWh / t あるいはそれ以下の水準にまで向上した。しかしこうした低い原単位を達成するためには、設備の自動化等の追加投資や、高度に安定した操業技術を必要とする。したがって条件によっては、折角の電力費の低減が、償却費や設備資金金利の上昇その他の要因によって、一部相殺されてしまうこともあり得る訳であり、こうした技術の採用に当っては、電力費の変動と生産コスト全体との関係をよく考慮することが大切である。

ところで、たとえば 13,500 kWh / t というように表現される電力原単位 (DC) は、あくまで平常操業時のものであって、新しい電解炉をスタートさせる場合には、これを大幅に上回る電力量を必要とする (注 1)。このため、製錬工場においては、1 日 24 時間操業が行われ、できるだけ安定した操業が続けられるよう努力が払われている。これを達成するためには、原料面においても安定した供給が不可欠であるが、特に電力は貯蔵することがほとんど不可能なため、必要な電力量が常に一定して供給されなければならない。仮に 13,500 kWh / t の電力原単位 (DC) を想定し、最近の製錬工場の標準的能力として 200,000 t / 年の設備を考えると、年間電力所要量は 2,700 GWh (注 2) に達し、常時電力としては 308,000 kWh の供給が必要である。も

(注 1) およそ 20-30% は悪化すると推定される。

(注 2) 1 GWh = 100 万 kWh

しこの常時電力に変動が多ければ、いかに他の体制が安定していたとしても、操業は不安定となり、大きなコスト上昇をもたらす。したがって電力供給側においては、充分な余剰発電能力を持ち、発電機の維持補修、水力発電における渇水期対策、また送電線網の維持や緊急事故対策等、あらゆる事態に備えることが不可欠である。

(b) 電力コスト

このようにアルミニウムの生産における電力の意味にはまことに重要なものがあるが、それでは各国の電力コストはどの程度の水準にあるのだろうか。資料は少し古い
が、Table B-19は1979年における各国の製錬用電力コストを推定したものである。

Table B-19 Power Cost for Aluminum Smelters (1979)

Country	Production 1,000 tonnes	Power cost Mill/kWh	Power demand MW	Major energy source
	(1977)	2.8		
USA	BPA	3.2-8.7	3,000	Hydro
	TVA	24	1,300	Coal
	Others		3,900	-
USA	Total	4,117	8,200	-
Japan	1,118	36-41	2,200	Oil
Germany, Fed. Rep.	742	11-22	1,500	Coal
Canada	976	8	2,000	Hydro
Norway	637	6	1,270	Hydro
Venezuela	43	4- 5	90	Hydro
Great Britain	349	9-21	700	Coal/Nuclear
France	399	12	800	Coal/Hydro
Argentina	52	16	100	Hydro
Australia	243	16	480	Coal
Italy	170	13-15	340	Hydro
Total	14,201	15	28,400	

Notes: 1) BPA: Bonneville Power Administration

TVA: Tennessee Valley Authority

Both of the above are agencies of the U.S. Government.

2) According to the latest information provided in Aluminum Services, dated September 3, 1982 issued by Merner Research, USA, primary aluminum electric power costs in North America for 1983 are estimated as in the following table:

Source: JAF

	Production Capacity (1,000 MT/Y)	Power Cost Mills/kWh
USA	4,808	24
Canada	1,234	5
N. America *	6,042	20
ALCOA	1,415	16
Reynolds	895	24
Kaiser	657	23
Big 3	2,967	20
ALCAN	1,075	4
Big 4	4,042	16
Alumax	385	32
Anaconda	326	29
Conalco	286	27
Martin Marietta	250	27
Pechiney	205	31
Noranda	200	28
Revere	185	29
National Southwire	163	30
Minor 8	2,000	29
N. America Total	6,042	20

* Excludes 355,000 tonnes/year of economically inferior capacity (ALCOA - 174 thousand tonnes, Reynolds - 148 thousand tonnes, Conalco - 33 thousand tonnes).

このデータによれば、各国の電力単価には相当の格差が見られる。最も高いのは日本の重油火力であり、最も安いのはアメリカ BPA、ベネズエラ、ノルウェー、カナダ等の水力発電である。石炭火力がその中間に位置している。先の例にならって、今、仮にアルミニウム製錬に必要な直流電力原単位を世界平均で 16,000 kWh とすると、電力コストは次のようになる。

16,000kWh 当り電力コスト

5ミルの場合	US\$	80/アルミニウム1t
10 "	160	"
15 "	240	"
20 "	320	"
25 "	400	"
30 "	480	"
35 "	560	"
40 "	640	"

すなわち、現在世界のアルミニウム生産国においてあり得る姿として、電力原単位の優劣を考慮に入れても、電力単価 5 ミルと 20 ミルの間にはアルミニウムトン当り US \$ 200 以上、5 ミルと 40 ミルの間には US \$ 500 以上の生産コスト差があることになる。年産 20 万トンの設備においてトン当り \$ 500 の差とえば、年間にして実に \$ 1 億の差を生む訳である。

こうした事情のため、各国とりわけ先進諸国のアルミニウム製錬会社は、安価なエネルギー源の確保に腐心してきた。Table B-20 は、主要国のアルミニウム製錬業における 1974 年と 1980 年の電力エネルギー源構成の変化、また 1980 年の開発途上地域における電力エネルギー源構成を示したものであるが、これによると、主要国においては、いずれも重油火力は横這いしないし若干の落ち込みを示し、天然ガスは大幅な減少となっている一方、石炭および原子力の比率が上昇している。このことは、オイルショックによる石油価格の高騰および安定供給への、石油消費者の不安を如実に示すものであろう。

Table B-20 Power Sources for 1974 and 1980

Country	Year							(%)	
		Oil	Hydro electric	Coal	Natural gas	Nuclear	Unknown	Total	
Japan	1974 a)	71.10	13.40	6.80	8.70	0	0	100	
	1980 d)	71.40	9.80	17.70	0	1.10	0	100	
Canada	1974 a)	0	100	0	0	0	0	100	
	1980 a)	0	100	0	0	0	0	100	
USA	1974 a)	2.30	37.80	36.70	20.50	2.70	0	100	
	1980 d)	2.28	41.45	38.89	11.52	5.86	0	100	
Europe	1974 b)	11.40	47.50	22.40	10.50	7.50	0.7	100	
	1980 b)	11.01	45.33	25.35	3.27	15.04	0	100	
Oceania	1974 b)	0	59.25	40.75	0	0	0	100	
	1980 c)	0	58.87	41.13	0	0	0	100	
Africa	1980 c)	0	81.50	18.50	0	0	0	100	
Latin America	1980 c)	4.50	93.60	0	1.90	0	0	100	
South Asia	1980 c)	3.50	33.20	25.10	38.20	0	0	100	

Sources: a) OECD Extraordinary Committee estimated values in 1980
 b) Revue de L'Aluminium 1974, Vol.2
 c) IPAI 1980 Annual Report: Power Sources for 1980
 d) Private sources

これに対し、カナダ、アフリカ、ラテンアメリカは圧倒的な水力依存型である。中東を含む南アジアでは、水力、石炭および天然ガスのバランスがよく取れている。日本において水力への依存度が低下しているのは、日本の製錬業の場合、製錬会社自身の持つ自家発電ないし共同火力発電の割合が高く(注1)、しかも重油に大きく依存しているため、各社は高い重油依存を恐れながらも、自家発電ないし共発の操業度低下による単価上昇を嫌い、買電を相対的に減少させていったためと考えられる。オセアニアにおいて水力が低下しているが、これは石炭火力をエネルギー源とする製錬各社が、着実に設備拡張を実施したためであろう。

このようにしてみると、今後先進主要国のアルミニウム製錬用エネルギー源は、石炭ないし原子力へと傾斜してゆくのではないかと類推される。これを世界全体で見た場合、安価な水力を求めて開発途上国で多くの製錬計画が推進されるため、世界的には水力のシェアが高まってゆく可能性もある。

先にアルミニウムの産業構造変化について述べたが、実はこうしたエネルギー源の変化こそ、産業構造変化を大きく裏付ける底流に他ならない。安価なエネルギー源の追求は、そのエネルギー源の存在する地域への傾斜生産を意味する。最近の生産動向は、こうした傾斜を明白に物語っているといえよう。

ただし、ここで充分注意しなければならない事実は、電力コストの安さが常に絶対的に有利ではないことである。先にもふれたように、アルミニウム製錬設備は、安定した電力供給と、安定した操業体制を強く要求する。したがって設備の不安定な操業は、電力コストの安さを大きく減殺してしまう。また今後開発地域に必要となるであろう莫大な建設費は、電力コストの安さを大幅に目減りさせるに違いない。アルミニウムの生産コストのうち、電力コストの占める比重はまことに重要なものがあるが、こうした事情の総合判断こそ、真に求められることといつてよい。

(2) アルミナ

アルミナはアルミニウム生産の主原料であり、電力と並んで生産コストの主要な構成要素を占めている。アルミニウム1tの生産に必要なアルミナの量は約1.95tであるから、たとえば年産20万tのアルミニウム工場では、年間約39万tのアルミナを消費する。このアルミナの価格は、アルミナ工場とアルミニウム工場とがインテグレートされている場合は、アルミナの生産コストにアルミナ工場からアルミニウム工場への輸送費を加えたものを基準として決定されるが、そうでない場合は、アルミナの需給を反映した商業的な取引価格として決められることになる。なおアルミナの生産コストについては既に述べたが、商業的な取引価格の決定方式としては、長期購入契約においてはアルミニ

(注1) 1977年、JAF調査によれば、日本の製錬業における自家発、共発への依存度は80.3%である。

ウムの価格に対して一定の比率を取って決めるもの、あるいはアルミナ生産コストにスライドして決める方式、またこれらの複合方式等を採用しているケースが多いようである。

(3) その他原料費

電気分解の際、陽極の役割を果たすアノードは、コークスとピッチから作られる。コークスとピッチの価格は、商業的な取引価格として決定されるが、基本的には石油価格、すなわちエネルギーとしてのカロリー評価に依存して決められることが多い。使用量は電解炉の型式によって差はあるが、平均してコークスはアルミニウム1tの生産に400-450kg程度、ピッチは100-150kg程度消費されるので、このコストも無視できない。

電気分解の際、電解液の役割を果たすフッ化物は、フッ化アルミニウム、氷晶石等から成り立っているが、これらはいずれも商業的な取引価格として決定されているようである。

(4) その他直接費

その他直接費としては、他の全ての製造業と同様に、労務費、補修費等が挙げられる。しかし労務費については、設備集約的産業であるアルミニウム製錬業においては、そのコストに占める比率は小さい。ただ現在の技術水準ではまだ労働者の熟練の度合いが操業成績に影響することが多く、一定の質の労働力を確保することは依然として重要である。労働者の熟練の度合いは、補修費の多寡にも影響するため、このことには充分注意を払う必要があるだろう。

なお、アルミニウム製錬工場においては、通常の補修費とは別に築炉費が把握されることがある。電解工場内には多数の電解炉が設置されており(注1)、各炉は寿命に達すると新たな炉に置き換えられる。築炉費とは、この寿命に達した電解炉を更新するための費用である。この費用は最近では1炉当たり約US\$70,000もかかるという例もあり、かなり大きな額となっている。このため技術的には炉の寿命を伸ばすこと、また炉の更新期間の短縮、更新方法の改善等の努力が進められているが、平常からの注意深い操業管理が必要だといえよう。

3. 2. 2 間接費

(1) 設備償却費

先に述べた建設費は、アルミニウムの生産コストにまず償却費として反映される。しかし償却費の算出方法は、建設費から一定の計算式によって導かれるものであるため、その計算式を定める各国の会計制度、税制、あるいは各企業の会計処理方法の違いによって種々

(注1) 最近の例では1系列当たり240炉にもなる。

の異なりを見せる。また償却費は資金支出を伴わない費用であるから、各企業の資金運用状態に影響し、逆に資金運用状態によってその算出方法を決定されることがある。

このように償却費は償却方法の違いによって変るコスト要素ではあるが、基本的には支出済の建設費に基づいて決定されるものであるため、最近の設備においては建設費の上昇の結果、生産コストに対し大きな比重を占めるようになった。のみならず償却費は、他の固定費と同様、設備の操業度によって大きな影響を受ける。たとえばアルミニウム年産トン当り建設費 US \$ 4,000 の工場で 20 年定額償却の場合、フル生産であればアルミニウムトン当り償却費は US \$ 200 であるが、操業度の低下によってそれは次のように変化する。

操業度	100%	90%	80%	70%	60%	50%
ト当り償却費 US \$	200	222	250	286	333	400
(対フル操業時比率)		(1.11)	(1.25)	(1.43)	(1.67)	(2)

この点からも、安定的な継続操業が生産コストの低下に不可欠であることが明らかであろう。

(2) 設備資金金利

建設費はまた、設備資金金利として生産コストに反映される。先に述べたように、建設費が年々上昇してくると、経済性を確保するために生産規模が大きくなり、したがって所要設備資金額も膨脹せざるを得ない。前と同じくアルミニウム年産トン当り建設費 US \$ 4,000、年産 20 万トンの計画を例にとれば、所要設備資金は 8 億ドルにもおよぶ。この所要資金の調達方法が、設備資金金利コストを決定する。

所要資金は、資本金と借入金の形で調達される。この資本金と借入金の比率が、設備資金金利コストに大きな影響を与える要因となる。すなわち、資本金に対しては利益から配当が支払われるので金利負担はないが、借入金に対しては金利負担が発生するからである。

したがって、この借入金の調達条件が設備資金金利を決定する主要な要因である。この条件は、金利率、返済期間、据置期間、担保等によって決定される。特に所要資金が大きくなると、操業による資金回収期間は長期にわたることとなり、借入金の返済期間も長くなるのが望ましい。反面、通常の商業的融資の場合は返済期間が長くなればそれだけ金利率を上昇するのが通常であり、その場合金利負担も高くなってしまふ。このため、長期で低利の設備資金調達が特別に望まれるわけである。これには商業的金融機関からの調達だけでなく、産業開発を促進するような特殊な金融機関、たとえば政府系金融機関からの

調達も必要となる。とりわけ開発途上国における工場建設に当っては、商業的金融機関からの調達が困難か、または条件が厳しくなる恐れがあり、こうした調達が不可欠だといえる。

また巨額の資金調達を容易にするため、いくつかの会社や機関、ないし政府がコンソーシアムを組んで計画推進を行う例も多く、資金調達も複数の国から複数の通貨をもって行われることがある。この場合は、各通貨の強弱、為替相場が資金コストに影響を与えることに注意しなければならない。

(3) その他経費

アルミニウム生産コストのその他の構成要素には、全ての製造業と同様、工場一般経費、また在庫や売掛金、買掛金等の運転資金の金利等がある。

3. 3 生産コストの一般水準

さて、以上によってアルミニウムの生産コストを概観したが、ここで現在の世界的なコスト水準がどの程度のものであるかをまとめておくことにしよう。実のところこのまとめは大変に難しい。アルミニウム新地金のように品質に格差をつけて市場競争をすることが困難な商品においては、そのコストが公開されにくく、“The Aluminum industry is particularly secretive regarding its costs.” (注1)だからである。

しかし幸い AME にこのコストレベルを推定したデータが記載されているので、最後にこれを収録しておく。

このデータによると、世界のアルミニウムのコストレベルは実にさまざまである。Table B-21 による直接費をみると、それは約 US \$ 700 / t から US \$ 2,200 / t までの幅を持っている。このデータが正しいとすれば、その差は驚くべきことに US \$ 1,500 / t にも達する。

コスト差の大部分の理由は電力コストに起因しており、それは約 US \$ 100 / t から US \$ 1,300 / t までの幅がある。電力コストの世界的水準は約 US \$ 310 / t から US \$ 460 / t の間とされるが、一部には特別に安い電力もあり、逆に日本や西ヨーロッパでは US \$ 1,300 / t 以上もの電力コストになる設備もあるため(注2)、このような大幅な格差として表現されるのであろう。仮に電力コストを世界的な水準で US \$ 400 / t (電力単価にして 25 ミル / kWh) とすれば、アルミニウム生産コストのうちの直接費部分はおおよそ US \$ 1,000 から US \$ 1,300 / t 程度のものと推定される。

(注1) AME, ALUMINUM Vol. I p. 255

(注2) 電力単価にして約 85 ミル / kWh に相当する。1982 年現在ではこのような高コスト設備は姿を消した。

Table B-21 Estimated Direct Operating Costs for Smelters
in 1968, 1975 and 1980

	(US\$/T)		
	1968	1975	1980
Raw Materials:			
Alumina	95 - 148	220 - 265	309 - 463
Other	55 - 68	77 - 99	88 - 132
Total	150 - 216	297 - 364	397 - 595
Energy:			
Electricity	37 - 95	57 - 375	99 - 1,323 *
Other	n.a. - n.a.	5 - 7	9 - 13
Total	37 - 95	62 - 382	108 - 1,336
Other:			
Labor	66 - 88	172 - 198	88 - 121
Administration, etc.			132 - 165
Total	66 - 88	172 - 198	220 - 286
Total direct operating costs	253 - 399	531 - 944	725 - 2,217
Average US list price	562	882	1,521

* Most producers' costs are currently in the range of \$309 - 463 /T although Japanese and some W. European costs are higher than \$1,323 /T.

Source: AME

Table B-22 は、こうした直接費以外に、間接費および通常の利益をも含めたトータルコストをアメリカ、オーストラリア、カリブ海諸国の3地域について想定したものであるが、そのレベルは大体 US\$1,500 /t から US\$1,800 /t と近似しており、およそその世界水準を示すものと見られる。

こうした生産コストの格差は、そのまま設備の競争力の差となって表われる。特に電力コストの最大 US\$1,200 /t にもおよぶ格差は決定的である。くり返すようだが、アルミニウム製錬業はこうした競争力、すなわち安い電力を求めて傾斜していかざるを得ないのであり、この動きこそが、現在のアルミニウムの産業構造変化をもたらしている基本的な動機に他ならない。

4. アルミニウムのコストモデルと競争力

さて、以上の生産コストを念頭に置いて、本項では今後のアルミニウム開発の参考に資

Table B-22 Estimated Production Costs for Hypothetical Greenfield Smelters in the United States, Australia and the Caribbean

US\$/T Aluminum 1980

	USA		Australia		Caribbean	
Alumina	415 -	457	384 -	421	403 -	445
Other raw materials	93 -	108	97 -	110	99 -	110
Electricity	412 -	454	284 -	313	293 -	320
Direct labor	95 -	104	104 -	115	99 -	110
General sales, administration & maintenance	134 -	143	132 -	146	141 -	156
Delivery	22 -	24	64 -	70	44 -	49
Variable production costs	1,171 -	1,290	1,065 -	1,175	1,080 -	1,190
Servicing of capital	390 -	430	405 -	445	531 -	587
Total costs (including normal profit)	1,561 -	1,720	1,470 -	1,620	1,611 -	1,777

Note : In the original form of both Tables B-21 and B-22, the AME data unit was US cents/lb. In the Tables above, however, on our own responsibility, the unit is converted into US\$/T.

Source: AME

するため、アルミニウムのコストモデルを作成し、そこから導かれる競争力のあるアルミニウム製錬設備の条件について考えてみることにしたい。

4.1 アルミニウムの生産コストモデル

アルミニウムの生産コストモデルとしてはさまざまなバリエーションを想定することができるが、そのモデルの一つとして経団連月報はアルミニウム製錬設備を次のようなパターンに分類している(注1)。

- A. 先進水力型—有利な水力発電を基盤とする先進工業国立地
- B. 先進非水力型—水力以外のエネルギーを電力基盤とする先進工業国立地
- C. 開発途上国型—水力発電、または一般的に有利なエネルギーによる電力を基盤とする開発途上国立地

(注1) 『経団連月報 1976年4月号』 p. 51, p. 54-55

この類型はさらに既存設備による場合と、新設設備による場合とに分類される。ただし先進水力型については、「先進諸国においては豊富な水力発電開発可能地点は既に限定されており、この型の将来のアルミニウム増設はほとんど無視できよう」(注1)として、上記A型の新設ケースは検討対象外となっている。

このモデルはアルミニウム生産コストの2つの主要素(電力コストと建設費)を基準として類別したものであり、その考え方は次のように要約することができる。

a. 建設費は、まず工場の建設時期によって異なる。したがって既存設備と新設設備とを区分する必要がある。

次いで建設費は工場の立地、特にインフラの整備状況によって異なる。したがって先進国立地と開発途上国立地とは区別しなければならない。

b. 電力費は、電力供給源によって大きく左右される。そこで水力と非水力とがまず区別され、さらに非水力は石油火力と他のエネルギー源(石炭、天然ガス、原子力等)とに区別されよう。

また発電設備の建設時期、あるいは電力購入契約の締結時期によって、既存設備と新設設備とを区分する必要もある。加えて、電力原単位に基づく区別も考慮することができる。すなわち、新設設備と既存設備との採用技術水準の差、労働者の熟練度の差による先進国と開発途上国との差等である。

経団連月報のモデルは、アルミニウム製錬設備の特色をよくとらえており、理解しやすい。そこでこの類型区分に従って、各モデル毎のコストを現在のレベルに当てはめて試算したものがTable B-23である。

Table B-23 Aluminum Cost Model

Capacity: 200,000 T/Y
(US\$/T Aluminum)

	Existing Plant			New Plant	
	Developed country	Developing country	Developed country	Developed country	Developing country
	Hydro power	Hydro power	Oil-fired power	Non-Hydro power	Hydro power
Power	150	160	980	336	290
Alumina	478	478	478	478	478
Anode	220	220	220	220	220
Other raw materials	30	30	30	30	30
Subtotal	878	888	1,708	1,066	1,018
Depreciation	100	125	100	200	250
Interest on capital cost	75	94	75	150	188
Other costs	280	296	313	349	379
Total cost	1,333	1,403	2,196	1,765	1,835

(注1) 前掲書 p. 52

このコストモデルはあくまで一定の前提に基づくものであって、現実の製錬工場のコストを示すものではない。しかし、各モデルを比較し評価することはそれなりの意味を持つはずである。

このモデル計算の前提条件は以下のとおりである。

- a. 電力原単位および電力価格は次のように推定した。

	既 存 設 備		新 設 設 備	
	電力 (DC) 消 費 量 kWh / t	電力コスト US ミ ル / kWh	電力 (DC) 消 費 量 kWh / t	電力コスト US ミ ル / kWh
先 進 国 (水 力)	15,000	10	—	—
先 進 国 (非水力)	14,000	70	13,500	25*
開発途上国 (水 力)	16,000	10	14,500	20

* 最新の OECD レポート Structural Changes in the Aluminum Industry - Examination of the Energy Aspects, 1982.11.24によると、オーストラリアの新設石炭火力は16-23ミルである。

- b. アルミナは原単位1.95 t / アルミニウム t、価格は現在のアルミニウム新地金の ALCAN 社国際建値の14%、すなわち US \$ 245 / アルミナ t とした。なお、ボーキサイト資源に近い新設設備においては、ボーキサイト開発ないしアルミナ工場とのインテグレーション関係によってアルミナの入手価格が決められるが、そのような個別条件はここでは除外した。
- c. 建設費は先進国立地の既存設備については1976年頃の算定値である US \$ 2,000 / アルミニウム t、新設設備については US \$ 4,000、開発途上国については先進国に対する建設費指数1.25を想定し、既存設備は US \$ 2,500、新設設備は US \$ 5,000 とした。
- 償却費は20年間の定額償却で計算し、操業度は100%フル操業を仮定した。

設備資金金利は20年の均等分割返済方法を前提に年利率10%で計算した。なお、資本金は総所要資金の25%を想定した。

d. アノードその他原材料費は1982年ベースの価格とした。

e. その他コストには労務費、補修費、築炉費、工場経費、運転資金金利等を含み、原則として1982年ベースのコスト想定を行った。

ただし補修費は建設費の3%、また運転資金金利は滞留期間6ヵ月、金利率年8%で計算した。

f. 本モデル計算は生産コストのみを想定したので、利益は含んでいない。利益を算入するなら、建設費の7-10%はこのコストに加算する必要がある。

試算から明らかなように、既存設備の場合は先進国立地の水力型生産コストが最も安い。これに開発途上国立地の水力型設備が次ぐ。しかし、重油火力型では競争力はなく、新設設備（石炭火力または水力型）に比較してさえ高コストになっている。

新設設備の場合、先進国立地での非水力（石炭火力または原子力）型の方が、開発途上国立地の水力型より有利との試算が得られる。加えて、先進国立地は、開発途上国立地に比べて、建設コストが安いばかりでなく、インフラの整備状況、操業の安定性、労働力の質等、電力コスト以外のあらゆる面で優位にあることは明らかであり、さらに、近接した消費地を背景に持っていることを考え合わせれば、先進国立地は一層有利となるであろう。

このようにしてみると、アルミニウム製錬設備のパターン別コスト競争力は、次のように順位づけすることができる。

- | | | | | |
|---------|---|---------|---|-------|
| 1. 既存設備 | — | 先進国立地 | — | 水力型 |
| 2. “ | — | 開発途上国立地 | — | 水力型 |
| 3. 新設設備 | — | 先進国立地 | — | 非水力型 |
| 4. “ | — | 開発途上国立地 | — | 水力型 |
| 5. 既存設備 | — | 先進国立地 | — | 重油火力型 |

しかしながら、第3位に位置づけられた先進国立地——非水力（石炭または原子力）型の場合、エネルギー価格の上昇傾向が今後も続くとすれば、燃料炭価格ないし燃料ウラン価格も値上りしてゆくこととなり、したがって電力コストも上昇せざるを得ない。これに対し、水力発電の場合には、いったん発電所が建設されてしまえば、操業費に対する燃料費上昇の影響は僅かで済むことから、第4位の開発途上国立地——水力型の方が、新設であっても将来有利となる可能性を考えておく必要がある。

さらに、長期的にみれば、開発途上国におけるインフラ整備や工業立地としての条件整備が今後全般的に進み、また設備資金の調達において産業発展促進の立場から政府による特別の優遇措置等が講じられるようになれば、建設費指数における先進国の優位性も少し

ずつ減少してゆくかも知れない。しかしこの点は、たとえ長期的にそのような期待が持てたとしても、中期的かつ急速ににそのような成果が得られるかどうか为正に競争力の分れ目であって、冷静な判断が強く求められるところである。

また本モデルでは試算を行っていないが、これ以外にも考えられるパターンとして、経団連月報の類型にもある既存設備——先進国立地——非水力（石炭または天然ガス）型がありこれは多分、第2位と第3位の間位置づけられるであろう。しかし、既存設備——開発途上国立地——非水力（天然ガス）型は、当該国において天然ガスがどのように価格評価されているのかわからないため、位置づけが難しい。たとえば、産油国において原油随伴ガスを燃料とする場合、考え方によっては随伴ガスの評価を極小にすることも可能であり、しかも、水力ダム発電所の建設費よりもガス火力発電所の建設費の方が安いことを考え合わせれば、この型はあるいは第2位よりも有利となり得る。新設設備——開発途上国立地——非水力（天然ガス）型も同様であり、天然ガスの評価次第によっては第3位ないし第4位よりも有利かも知れない。

さらに注目しなければならないのは、先進国における原子力発電の動向である。原子力発電は、建設費は高いが、電力単価としては他の非水力エネルギーよりも相対的に安いことが明らかになりつつあり、今後の高速増殖炉の開発の可能性も含めて、先進国の電力エネルギー源が将来傾斜してゆく1つの方向であることはすでに述べた。またヨーロッパ諸国においては、国内アルミニウム産業保護の立場から、国有化率が高いことも既にみてきたとおりである。したがって、もし先進国において相対的に安い原子力発電に依存する電力が得られた場合、新設設備——先進国立地——原子力発電型というパターンは、特定の条件下では充分検討に値することとなる。すなわち、勿論原子力発電は水力発電コストに太刀打ちできないけれども（注1）、先進国立地という有利な立場を考慮に入れた上で、電力コスト差に対する何らかの措置が講じられた場合、上記の第3位ないし第4位と同等の競争力を持つ可能性を否定することはできない。

（注1）1982年11月9日付の日本経済新聞によると、日本の電源別発電原価は次のとおりとなっている。

1983年度運転開始ベース送電端発電原価

	円/kWh	(250円/US\$換算) USミル
石油火力	20	80
LNG火力	19	76
石炭火力	15	60
原子力	12	48

このように考えてみると、今後アルミニウム製錬設備を新設しようとする場合、一般的に有望と考えられている開発途上国立地——水力型は、必ずしも常に有利であるとはいえないのであって、むしろ逆にこれに対抗し得る他の有力なパターン、たとえば現時点においては先進国立地——石炭火力型、ないし開発途上国立地——天然ガス火力型、さらに近未来においては先進国立地——原子力発電型、等が競い合っていることを、充分考慮に入れておく必要があるだろう。確かに現在、電力コストの優劣によって、世界のアルミニウム生産に奔流のような傾斜が生じ、そのことがアルミニウム産業の構造変化を生み出すまでに至っている訳だが、そうだからといってこのことがすなわち開発途上国立地——水力型新設設備の絶対的有利論に直結するものでないことは、こうしたモデルの検討からも推察し得るところである。

4. 2 競争力あるアルミニウム製錬設備の条件

以上のモデル検討は、これを逆に辿ればアルミニウム製錬設備の競争力を考えてゆくことでもある。しかし競争力の根源については既にはほぼ明らかになったと思われるので、最後に主要点だけをまとめておく。

a. 低廉な電力および原料の安定供給

くり返し述べたとおり、電力が低廉な価格で安定的に供給されること、かつアルミナ、炭素材等の原料が安価かつ安定的に供給されることが重要である。

b. 低コストで十分な資金調達

巨額な所要資金が、充分かつ低コストで調達されることが不可欠である。特に開発途上国においては、インフラや会計制度の整備が国家的立場で行われる必要があるだろう。

c. 安定した市場の確保

操業度の不安定な変動はコストの不安定さをもたらし、コスト上昇につながる。安定的な操業維持を図るためには、電力および原料の供給もさることながら、確実な市場の確保が不可欠である。

d. その他

質の高い労働力の安定した雇用、優れた技術の採用と完備した保全体制、また市場への合理的な輸送手段の確保等を忘れてはならない。特に開発途上国においては、労働力の質と設備保全体制に問題が多く、開発の成果が散逸してしまわないよう充分注意する必要がある。

Reference Table B-1 World Production of Bauxite

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Africa	2,134	2,215	2,333	2,878	3,188	3,288	3,557	3,641	4,847	8,640	9,508	12,236	11,893	12,694	13,093	14,302
Ghana	319	323	351	285	269	342	342	342	349	363	321	260	275	330	214	225
Guinea	1,600	1,609	1,639	2,118	2,459	2,490	2,630	2,600	3,800	7,600	8,466	11,316	10,871	11,648	12,199	13,311
Mozambique	6	6	6	3	4	7	8	5	5	5	5	5	2	-	-	-
Zimbabwe	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sierra Leone	207	275	335	470	454	449	590	694	693	672	716	660	745	716	680	766
North America	1,681	1,825	1,681	1,692	1,873	2,115	2,020	1,841	1,909	1,980	1,800	1,809	2,013	1,669	1,821	1,559
USA	1,681	1,825	1,681	1,692	1,873	2,115	2,020	1,841	1,909	1,980	1,800	1,809	2,013	1,669	1,821	1,559
Latin America	17,442	19,426	19,904	19,665	23,271	24,702	25,856	27,069	26,935	28,511	22,409	20,341	22,030	22,676	22,284	25,159
Brazil	188	250	303	285	351	510	566	765	849	858	969	998	1,040	1,131	1,642	4,152
Dominican Rep.	942	833	983	994	1,103	1,086	1,032	1,067	1,145	1,196	771	621	576	578	524	511
Guyana	2,919	3,358	3,381	3,723	4,306	4,417	4,233	3,668	3,622	3,606	3,828	3,108	3,344	3,479	3,354	3,052
Haiti	382	361	376	477	776	657	764	783	743	659	522	733	685	639	518	477
Jamaica	8,651	9,061	9,395	8,526	10,499	12,010	12,543	12,989	13,600	15,328	11,570	10,296	11,434	11,736	11,505	12,064
Surinam	4,360	5,563	5,456	5,660	6,236	6,022	6,718	7,777	6,976	6,864	4,749	4,585	4,951	5,113	4,741	4,903
South Asia	2,399	2,439	2,545	2,640	3,089	3,795	3,886	4,516	3,975	3,974	3,349	3,513	4,004	3,735	3,548	4,326
India	707	750	804	961	1,085	1,374	1,517	1,692	1,251	1,071	1,094	1,449	1,519	1,663	1,951	1,740
Indonesia	688	702	920	879	927	1,229	1,238	1,276	1,229	1,290	993	941	1,301	1,008	1,052	1,249
Malaysia	994	955	900	799	1,073	1,139	978	1,076	1,143	947	704	660	616	615	387	920
Pakistan	-	-	-	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-
Turkey	10	32	21	2	2	52	153	471	352	665	558	463	567	449	157	417
Europe	5,764	6,490	6,853	6,846	7,098	7,656	8,202	8,100	7,945	8,145	7,916	6,952	7,029	7,242	7,853	8,349
France	2,664	2,811	2,813	2,713	2,797	3,051	3,183	3,402	2,970	2,950	2,553	2,330	2,059	1,978	1,970	1,892
Germany, Fed. Rep.	4	4	2	3	3	3	3	2	2	1	1	1	-	-	-	-
Greece	1,274	1,529	1,661	1,836	1,948	2,292	2,061	2,409	2,748	2,793	3,006	2,551	2,882	2,664	2,837	3,286
Italy	244	255	241	216	217	206	191	84	50	32	32	24	34	24	26	23
Spain	4	4	5	6	5	5	5	6	8	9	8	14	10	10	8	10
Yugoslavia	1,574	1,887	2,131	2,072	2,128	2,099	1,959	2,197	2,167	2,370	2,306	2,033	2,044	2,566	3,012	3,138
Oceania	1,186	1,827	4,244	4,955	7,921	9,256	12,733	14,437	17,596	19,995	21,034	24,084	26,086	24,293	27,585	27,178
Australia	1,186	1,827	4,244	4,955	7,921	9,256	12,733	14,437	17,596	19,995	21,034	24,084	26,086	24,293	27,585	27,178
Free world	30,606	34,222	37,660	38,676	46,440	50,812	56,254	59,604	63,207	71,245	66,016	69,115	73,055	72,309	76,164	80,873
China (Mainland)	400	400	400	400	450	600	650	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,400	1,500	1,700
Hungary	1,478	1,429	1,649	1,959	1,936	2,022	2,090	2,358	2,600	2,751	2,890	2,918	2,949	2,900	2,976	2,950
Romania	108	206	460	595	632	776	899	894	900	917	779	680	702	708	710	700
USSR	4,700	4,800	5,000	5,000	5,200	7,000	7,000	7,400	7,900	8,400	6,600	6,700	6,700	6,700	6,500	6,400
C.P. Economies	6,686	6,835	7,509	7,954	8,218	9,898	10,639	11,352	12,200	12,868	11,269	11,398	11,551	11,708	11,686	11,750
World Total	37,292	41,057	45,169	46,630	54,658	60,710	65,893	70,956	75,407	84,113	77,285	80,513	84,606	84,017	87,870	92,623

Source: Metal Statistics, 1965-1975, 1970-1980

Reference Table B-2 World Production of Alumina

(1,000 tonnes)

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Africa	525	530	542	577	610	661	663	615	636	639	552	562	622	662	708
Guinea	525	530	542	577	610	661	663	615	636	639	552	562	622	662	708
North America	6,210	6,582	6,489	7,283	7,156	7,078	7,263	7,796	8,150	6,269	6,296	7,291	7,184	7,479	8,212
Canada	900	1,000	1,000	1,005	1,105	1,140	1,149	1,134	1,265	1,134	490	1,061	1,054	824	1,202
USA	5,310	5,582	5,489	6,278	6,051	5,938	6,114	6,662	6,885	5,135	5,806	6,230	6,130	6,655	7,010
Latin America	1,581	1,939	2,167	2,519	3,191	3,625	3,922	4,356	4,815	3,969	3,392	3,880	4,004	4,114	4,637
Brazil	88	87	81	87	119	167	192	201	240	268	306	341	352	449	506
Guyana	302	273	269	270	317	305	265	269	316	294	285	277	250	280	296
Jamaica	804	838	925	1,202	1,719	1,876	2,087	2,506	2,874	2,259	1,539	2,047	2,141	2,074	2,395
Surinam	407	741	892	960	1,036	1,277	1,378	1,380	1,185	1,148	1,162	1,215	1,261	1,311	1,440
East Asia	697	741	864	1,105	1,327	1,546	1,697	2,042	1,846	1,611	1,710	2,096	1,818	1,881	2,292
China (Taiwan)	35	31	37	41	42	43	53	55	45	46	48	51	51	59	80
Japan	662	710	827	1,064	1,285	1,603	1,644	1,987	1,801	1,565	1,662	2,045	1,767	1,822	2,218
South Asia	170	200	240	270	327	362	447	459	423	419	581	557	562	575	650
India	170	200	240	270	327	362	363	350	299	337	442	387	488	500	512
Turkey	-	-	-	-	-	-	84	109	124	82	139	170	74	75	138
Europe	2,019	2,272	2,371	2,480	2,619	2,832	2,943	3,262	3,969	3,872	4,157	4,394	4,664	5,052	5,771
France	845	920	952	991	1,004	1,046	1,112	1,112	1,107	1,089	1,013	1,081	1,221	1,239	1,339
Germany, Fed. Rep.	603	633	652	680	757	837	916	922	1,307	1,246	1,332	1,454	1,555	1,539	1,608
Greece	73	181	223	287	313	464	467	470	498	475	462	474	478	496	505
Italy	269	286	294	292	313	263	206	486	689	697	798	788	819	854	900
Norway	15	15	15	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spain	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UK	119	135	117	106	107	99	116	97	95	82	96	98	94	88	102
Yugoslavia	95	101	116	122	125	123	126	275	273	283	455	499	497	836	1,255
Oceania	307	854	1,310	1,931	2,152	2,713	3,068	4,089	4,900	5,129	6,206	6,659	6,776	7,415	7,247
Australia	307	854	1,310	1,931	2,152	2,713	3,068	4,089	4,900	5,129	6,206	6,659	6,776	7,415	7,247
Free world	11,509	13,118	13,983	16,175	17,382	18,917	20,003	22,719	24,539	21,908	22,894	25,439	25,630	27,178	29,523
China (Mainland)	180	180	240	260	350	400	400	450	500	500	600	650	700	800	800
Czechoslovakia	60	60	60	70	70	75	85	95	100	100	90	95	90	90	90
Germany, DR	51	51	54	53	55	47	45	47	48	48	44	39	38	41	47
Hungary	289	328	381	408	441	467	520	655	691	756	732	786	785	818	833
Romania	95	105	155	180	200	220	200	282	374	368	425	442	449	502	510
USSR	2,600	2,600	2,600	2,600	2,700	2,750	2,850	3,100	3,000	3,000	3,200	3,250	3,300	3,200	3,250
C.P. Economies	3,275	3,324	3,490	3,571	3,816	3,959	4,100	4,629	4,713	4,772	5,091	5,262	5,362	5,451	5,530
World Total	14,784	16,442	17,473	19,746	21,198	22,876	24,103	27,348	29,252	26,680	27,985	30,701	30,992	32,629	35,053

Source: Metal Statistics, 1965-1975, 1970-1980

Reference Table B-3 World Production of Primary Aluminum

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Africa	50	48	99	156	160	165	191	232	249	279	273	337	368	336	401	437	483
Cameroon	50	48	48	45	47	52	51	46	44	47	52	49	46	41	45	43	65
Egypt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	59	90	100	101	120	142
Ghana	-	-	51	111	113	113	111	133	152	157	143	151	154	114	169	188	191
South Africa	-	-	-	-	-	-	29	53	53	75	76	78	78	81	86	86	85
North America	3,252	3,500	3,840	3,841	4,420	4,570	4,563	4,647	5,039	5,472	4,397	4,485	5,091	5,406	5,421	5,728	5,607
Canada	753	807	874	888	979	963	1,002	907	930	1,024	878	628	973	1,048	864	1,074	1,118
USA	2,499	2,693	2,966	2,953	3,441	3,607	3,561	3,740	4,109	4,448	3,519	3,857	4,118	4,358	4,557	4,654	4,489
Latin America	53	76	84	118	141	167	197	209	227	254	268	317	359	420	694	824	787
Argentina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	22	43	50	50	125	137	134
Brazil	30	27	30	41	43	56	81	97	112	114	121	139	167	186	239	261	257
Mexico	19	21	21	23	32	34	40	40	39	41	40	42	43	43	43	43	43
Surinam	4	28	31	44	53	55	54	49	51	57	35	45	56	57	60	55	41
Venezuela	-	-	2	10	13	22	22	23	25	41	50	47	43	84	227	328	312
East Asia	311	352	394	498	594	772	932	1,056	1,149	1,168	1,059	963	1,235	1,126	1,084	1,171	818
China (Taiwan)	19	17	15	20	22	27	27	32	35	31	28	26	30	30	56	62	30
Japan	292	335	379	478	565	728	887	1,009	1,097	1,119	1,013	919	1,188	1,058	1,010	1,091	771
Korea, Rep. of	-	-	-	7	7	17	18	15	17	18	18	18	17	18	18	18	17
South Asia	64	84	97	120	132	161	183	249	290	297	347	399	378	386	370	396	517
Bahrain	-	-	-	-	-	-	10	63	102	118	116	122	122	123	126	126	141
India	64	84	97	120	132	161	178	179	154	120	167	209	184	205	201	185	213
Iran	-	-	-	-	-	-	-	7	34	49	46	31	21	26	11	16	16
Turkey	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	18	37	51	32	32	34	40
United Arab Emirates	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	107
Europe	1,277	1,440	1,553	1,752	1,865	2,015	2,304	2,518	2,851	3,297	3,231	3,334	3,469	3,524	3,592	3,762	3,725
Austria	79	79	79	86	90	90	91	84	89	92	89	89	92	91	93	94	94
France	340	363	361	366	371	381	384	394	359	393	383	385	399	391	395	432	435
Germany, Fed. Rep.	234	244	253	258	263	309	427	444	533	689	678	697	742	740	742	731	729
Greece	-	36	72	77	83	87	116	131	143	147	135	134	130	144	141	146	146
Iceland	-	-	-	-	9	30	42	46	72	70	62	65	73	74	72	75	75
Italy	124	128	128	142	145	147	136	149	184	212	190	206	260	271	269	271	274
Netherlands	-	19	32	47	69	75	116	163	182	247	258	249	237	259	256	258	262
Norway	276	330	361	468	503	522	530	557	618	648	595	618	637	657	673	662	636
Spain	52	64	78	89	106	120	126	145	160	190	210	214	212	212	259	386	397
Sweden	30	29	33	57	67	66	76	78	83	82	78	82	82	82	82	82	83
Switzerland	67	69	72	76	77	91	94	83	85	87	79	78	80	80	83	86	82
UK	36	37	39	38	34	40	119	171	252	293	308	334	349	346	359	374	339
Yugoslavia	39	42	45	48	48	48	47	73	91	147	166	183	176	177	168	165	173

Reference Table B-3 (cont'd.)

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Oceania	88	92	93	97	126	206	246	294	324	329	323	372	393	415	424	460	535
Australia	88	92	93	97	126	206	224	206	207	219	214	232	248	264	270	304	380
New Zealand	-	-	-	-	-	-	22	88	117	110	109	140	145	151	154	156	155
Free world	5,095	5,592	6,160	6,582	7,438	8,056	8,621	9,205	10,129	11,096	9,898	10,207	11,293	11,613	11,986	12,778	12,472
China (Mainland)	90	90	90	120	130	180	210	250	280	280	300	320	350	360	360	350	350
Czechoslovakia	23	24	26	32	35	40	37	43	48	50	43	36	37	37	37	38	38
German Dem. Rep.	50	40	50	48	55	60	55	55	60	60	60	60	65	65	60	60	60
Hungary	58	61	62	63	64	66	67	68	68	69	70	71	71	71	72	74	74
North Korea	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Poland	47	55	92	94	97	99	100	102	101	102	103	103	104	100	96	95	66
Romania	23	47	53	76	90	101	111	121	141	187	204	207	209	213	217	241	230
USSR	1,200	1,300	1,400	1,500	1,550	1,700	1,800	1,900	2,000	2,100	2,150	2,200	2,200	2,300	2,350	2,420	2,400
C.P. Economies	1,491	1,617	1,773	1,933	2,021	2,246	2,380	2,539	2,708	2,858	2,940	3,007	3,046	3,156	3,202	3,286	3,228
World Total	6,586	7,209	7,933	8,515	9,459	10,302	11,001	11,744	12,837	13,954	12,838	13,214	14,339	14,789	15,188	16,064	15,700

Source: Metal Statistics, 1965-1975, 1970-1980 and Metal Statistics Preliminary Figures 1981

Reference Table B-4-1 Bauxite/Alumina: Balance of Supply and Demand for Main Producing Countries: 1981

Bauxite Surplus Countries

(1,000 MT)					
Bauxite producing country	Alumina production capacity	Bauxite unit consumption	Bauxite demand	Bauxite production capacity	Bauxite surplus
Australia					
Weipa	2,440	2.15	5,250	11,000	5,750
Darling Ranges	4,000	3.31	13,240	14,250	1,010
Gove	1,100	2.44	2,680	5,100	2,420
Subtotal	7,540		21,170	30,350	9,180
Guinea	690	2.1	1,450	13,700	12,250
Jamaica	2,990	2.5	7,480	14,170	6,690
Sierra Leone	-	-	-	800	800
Dominica	-	-	-	1,400	1,400
Surinam	1,330	2.2	2,930	7,500	4,570
Guyana	320	2.1	670	4,500	3,830
Brazil	480	2.2	1,060	4,980	3,920
Greece	500	2.3	1,150	5,400	4,250
Yugoslavia	1,540	2.3	3,500	4,210	710
India	680	2.2	1,500	1,950	450
Malaysia	-	-	-	750	750
Indonesia	-	-	-	1,260	1,260
Total	16,070	(2.55)	40,910	90,970	50,060

Bauxite Shortfall Countries

(1,000 MT)					
Alumina producing country	Alumina production capacity	Bauxite unit consumption	Bauxite demand	Bauxite production capacity	Bauxite shortfall
USA	7,300	2.4	17,500	2,000	15,500
Canada	1,230	2.3	2,830	-	2,830
Japan	2,640	2.3	6,070	-	6,070
Germany, FR	1,640	2.25	3,690	-	3,690
France	1,320	2.2	2,900	1,800	1,100
Italy	800	2.15	1,720	-	1,720
Spain	800	2.2	1,760	-	1,760
USSR	4,790	2.7	12,900	12,500	400
China	850	2.5	2,100	1,800	300
UK	130	2.2	290	-	290
Total	21,500	(2.4)	51,760	18,100	33,660

Reference Table B-4-2 Alumina/Primary Aluminum: Balance of Supply and Demand for Main Producing Countries: 1981

Alumina Surplus Countries					
(1,000 MT)					
Alumina producing country	Primary aluminum production capacity	Alumina unit consumption	Alumina demand	Alumina production capacity	Alumina surplus
Australia	370	1.95	720	7,540	6,820
Japan	615		1,200	2,640	1,440
Yugoslavia	380		740	1,540	800
France	450		880	1,320	440
Germany, FR	740		1,440	1,640	200
Italy	280		550	800	250
Guinea	-		-	690	690
Jamaica	-		-	2,990	2,990
Surinam	70		140	1,330	1,190
Guyana	-		-	320	320
Hungary	75		150	900	750
Total	2,980		5,820	21,710	15,890

Alumina Shortfall Countries					
(1,000 MT)					
Primary aluminum producing country	Primary aluminum production capacity	Alumina unit consumption	Alumina demand	Alumina production capacity	Alumina shortfall
USA	4,960	1.95	9,670	7,300	2,370
Canada	1,180		2,300	1,230	1,070
Norway	800		1,560	-	1,560
UK	390		760	130	630
Netherlands	270		530	-	530
Switzerland	90		180	-	180
Iceland	90		180	-	180
Bahrain	170		330	-	330
Dubai	130		250	-	250
Argentina	140		270	-	270
Venezuela	400		780	-	780
Ghana	200		390	-	390
New Zealand	230		450	-	450
Egypt	170		330	-	330
South Africa	170		330	-	330
USSR	3,130		6,100	4,790	1,310
Total	12,520		24,410	13,450	10,960

Note : Only bauxite for alumina and alumina for aluminum smelting are regarded as demand. Operating rate is estimated at 100%. Countries not listed by AME are added by the writer.
Source: AME

Reference Table B-5-1 Primary Aluminum: Balance of Supply and Demand (1977)

Main Surplus Countries

(1,000 tonnes)

Country	Production	Consumption	Surplus
Canada	973	332	641
Norway	637	96	541
USSR	2,200	1,760	440
Ghana	154	0	154
Netherlands	237	102	135
New Zealand	145	23	122
Bahrain	122	9	113
Australia	248	170	78
Greece	130	57	73
Iceland	73	0	73
Egypt	90	30	60
Romania	209	149	60
Surinam	56	0	56
South Africa	78	53	25
Cameroon	46	23	23
Yugoslavia	176	154	22
Korea, Dem. Rep.	10	0	10
Total	5,584	2,958	2,626

Main Shortfall Countries

(1,000 MT)

Country	Production	Consumption	Shortfall
USA	4,118	4,756	638
Belgium	0	235	235
Japan	1,188	1,420	232
Germany, FR	742	912	170
China (Mainland)	350	510	160
German DR	65	215	150
France	399	534	135
Italy	260	382	122
Hungary	71	169	98
Czechoslovakia	37	125	88
UK	349	419	70
Brazil	167	230	63
Korea, Rep. of	17	75	58
Poland	104	149	45
Bulgaria	0	45	45
Spain	212	251	39
China (Taiwan)	30	68	38
Switzerland	80	110	30
Thailand	0	29	29
Finland	0	29	29
Total	8,189	10,663	2,474

Note : Total world production Total world consumption Total world shortfall
14,339 14,526 = - 187

Source: Metal Statistics, 1970-80

Reference Table B-5-2 Primary Aluminum: Balance of Supply and Demand (1981)

<u>Main Surplus Countries</u>			
	(1,000 MT)		
Country	Production	Consumption	Surplus
Canada	1,118	299	819
USSR	2,400	1,860	540
Norway	636	111	525
USA	4,489	4,140	349
Venezuela	312	74	238
Spain	397	202	195
Ghana	191	0	191
Netherlands	262	73	189
Australia	380	235	145
New Zealand	155	27	128
Bahrain	141	17	124
United Arab Emirates	107	0	107
Egypt	142	45	97
Romania	230	140	90
Argentina	134	53	81
Greece	146	66	80
Iceland	75	0	75
Surinam	41	0	41
Cameroon	65	28	37
Brazil	257	241	16
Total	11,678	7,611	4,067

<u>Main Shortfall Countries</u>			
	(1,000 MT)		
Country	Production	Consumption	Shortfall
Japan	771	1,567	796
Germany, Fed. Rep.	729	1,022	293
Belgium	0	215	215
China (Mainland)	350	560	210
German Dem. Rep.	60	240	180
Italy	274	413	139
France	435	539	104
Rep. of Korea	17	112	95
Czechoslovakia	38	125	87
Poland	66	142	76
Hungary	74	143	69
Mexico	43	110	67
Bulgaria	0	50	50
China (Taiwan)	30	78	48
Thailand	0	45	45
Portugal	0	42	42
India	213	250	37
Turkey	40	75	35
Finland	0	30	30
Iraq	0	26	26
Total	3,140	5,784	2,644

Note : Total world production Total world consumption Total world surplus
 15,700 - 14,549 = 1,151

Source: Metal Statistics, 1970-80

Reference Table B-6-1 Bauxite Mining Companies Related to Six Major Producers (1981)
 [Ownership percentage shown in ()]

Producing country	ALCOA	ALCAN	Kaiser	Reynolds	Pechiney	(,000 tonnes)
France		SA. des Bauxites et Alumines de Province (100)	400		Aluminium Pechiney (100)	1,400
Italy					Altsuisse France (100)	400
Greece					Bauxites Helleniques de Distomon (53)	300
India		Indian Aluminium Co. (INDAL) (55)	500			
Ghana						
Malaysia		Johore Mining & Stevedoring Co. (53)	750			
Guinea	Guinea Bauxite Co. (13.77)	Guinea Bauxite Co. (13.77)	9,000		Friguia (18.6) Guinea Bauxite Co. (5.1)	3,000
Cameroon						9,000
Sierra Leone						Sierra Leone Ore & Metal Co. (100)
Jamaica	ALCOA Minerals of Jamaica (94) (JAMALCO)	ALCAN Jamaica Ltd. (JAMALCAN) (93)	2,700	Kaiser Bauxite Co. (49) Aluminium Partners of Jamaica (ALPART) (36.5)	Jamaica Reynolds Bauxite Co. (49) Aluminium Partners of Jamaica (ALPART) (36.5)	3,200
Surinam	Surinam Aluminium Co. (SURALCO) (100)		4,500			

Reference Table B-6-1 (cont'd.)

Producing country	ALCOA	ALCAN	Kaiser	Reynolds	Pechiney	(1,000 tonnes)
Dominican Republic	ALCOA Exploration Co. (100)					ALUSUISSE
Brazil	Cia. Mineira do Aluminio (100) (ALUCOMINAS)	Aluminio Pacos do Caldas SA (100) Mineracao Rio do Norte (19)		Mineracao Rio do Norte (5)		
Haiti				Reynolds Haitian Mines Inc. (100)		
Guyana						
USA	ALCOA Mining Co. (100)			Reynolds Mining Co. (100)		
Australia	ALCOA of Australia (51)		Comalco Ltd. (45)			
Total capacity calculated by ownership percentage	15,900	6,100	7,500	4,700	2,600	5,000
						4,800

Note : Six Major Producers total capacity: 41,600 Free world total capacity: 95,700 (Share 43%)

Source: UNCTAD Report, 1981

Reference Table B-6-2 Alumina Producing Companies Related to Six Major Producers (1981)
 [Ownership percentage shown in ()]

Producing country	ALCOA	ALCAN	Kaiser	Reynolds	Kaiser	Reynolds	Pechiney	(1,000 tonnes)
France							ALUSUISSE	
Italy			Euroallumina (8) (Comalco 18x45=8)				Aluminium Pechiney (100)	1,320
Greece							Aluminium de Grece (73)	500
Germany, Fed. Rep.		ALCAN Aluminium-Werke GMBH (100)		Aluminium Oxid Stade GMBH (50)			Martinswerk (99)	350
India		INDAL (55)						
Guinea							Friguia (18.6) (Frialco 51x36.5)	700
Jamaica	JAMALCO (94)	550	JAMALCAN (93)	1,100	ALPART (36.5)	1,130		
Surinam	SURALCO (100)	1,320						
Brazil	ALCOMINAS (50)	220	do Brasil (100)	120				
Guyana								
USA	ALCOA (100)	2,450			Kaiser (100)	1,660	Reynolds (100)	2,000
Canada					ALCAN (100)	1,250		
Japan					Nippon Light Metal (50)	870		
Australia	ALCOA of Australia (51)	3,800	Queensland Alumina Ltd. (QAL) (21.4)	2,400	QAL (41.9)	2,400	QAL (20)	2,400
							Nabalco Pty. Ltd. (70)	1,000
Total capacity calculated by ownership percentage		6,330		3,620		3,130		2,710
								2,300
								1,380

Note : Six "Major Producers" total capacity: 19,470 Free world total capacity: 30,600 (Share 64A)

Source: UNCTAD Report, 1981

Reference Table B-6-3 Aluminum Smelting Companies Related to Six Major Producers
 [Ownership percentage shown in ()]

Producing Country	(1,000 tonnes)					
	ALCOA	ALCAN	Kaiser	Reynolds	Pechiney	ALUSUISSE
France					Aluminium Pechiney (100)	447
Italy					Aluminio Veneto (50)	60
Greece					Aluminium de Grece (100)	143
Germany, Fed. Rep.		ALCAN Aluminium-Werke GMBH (100)	Kaiser Aluminium Europe Inc. (100)	Hamburger Al.-Werke GMBH (33.3)		100
UK		ALCAN Aluminium (UK) Ltd. (100)	Anglesey Aluminium Ltd. (55.7)			113
Netherlands					Pechiney Nederland NV. (85)	170
Switzerland					Swiss Aluminium Co. Ltd. (100)	76
Austria					Salzburger Aluminium GMBH (100)	12
Spain		Empresa Nacional de Aluminio SA. (Endasa) (42.69)			Aluminio Español SA. (20)	125
		Aluminio Español SA. (23.4)			Aluminio de Galicia SA. (67)	190
Norway	Elkem A/S (45)				Sor-Norge Aluminium A/S (75)	177
						70

Reference Table B-6-3 (cont'd.)

Producing Country	ALCOA	ALCAN	Kaiser	Reynolds	Pechiney	(1,000 tonnes)
Brazil	ALCOMINAS (68)	ALCAN Aluminio do Brasil SA. (100)		Valesul Aluminio S.A. (5)		ALUSUISSE
	90	60				
	-	Aluminio do Brasil Nordeste SA. (100)	28			
Australia	ALCOA of Australia (51)	ALCAN Australia Ltd. (70)	Comalco Ltd. (45) Boyne Smelters Ltd. (33.5)	120	Tomago Aluminium Ltd. (35)	
New Zealand			New Zealand Aluminium Smelters Ltd. (22.5)	155		
Total capacity	2,112	1,934	1,597	1,464	1,345	870
Total capacity calculated by ownership percentage	1,878	1,569	1,132	1,131	1,129	756
Share in free world	13.1	10.9	7.9	7.9	7.8	5.3

Note : Six Major Producers total capacity: 7,595 Free world total capacity: 14,370 (Share 53%)

Source: Spector Report

Reference Table B-7 Percentage Share of Government-Owned Companies
in Free World Production Capacity

Region	Country	Bauxite	Alumina	Primary aluminum		
		1980	1980	1970	1975	1980
Africa	Ghana	55	x	-	-	-
	Guinea	58	49	x	x	x
	Cameroon	x	x	42	42	25
	Egypt	x	x	x	x	100
	South Africa	x	x	x	66	66
	Sierra Leone	-	x	x	x	x
	Total	(55)	(49)	(12)	(33)	(48)
South Asia	Bahrain	x	x	x	78	78
	Dubai	x	x	x	x	80
	Turkey	100	100	x	100	100
	Iran	x	x	x	95	95
	India	18	36	7	7	33
	Indonesia	100	x	x	x	x
	Malaysia	-	x	x	x	x
	Total	(48)	(50)	(7)	(49)	(61)
East Asia	Korea, Rep. of	x	x	x	-	-
	Taiwan	x	100	100	100	100
	Japan	x	-	-	-	-
	Total	(x)	(4)	(10)	(6)	(12)
Latin America	Brazil	37	8	13	7	7
	Argentina	x	x	x	x	51
	Venezuela	x	x	72	72	76
	Surinam	-	-	-	-	-
	Dominican Rep.	-	x	x	x	x
	Guyana	100	100	x	x	x
	Jamaica	28	4	x	x	x
	Mexico	x	x	-	-	-
	Total	(31)	(9)	(27)	(20)	(42)
North America	USA	-	-	-	-	-
	Canada	x	-	-	-	-
	Total	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

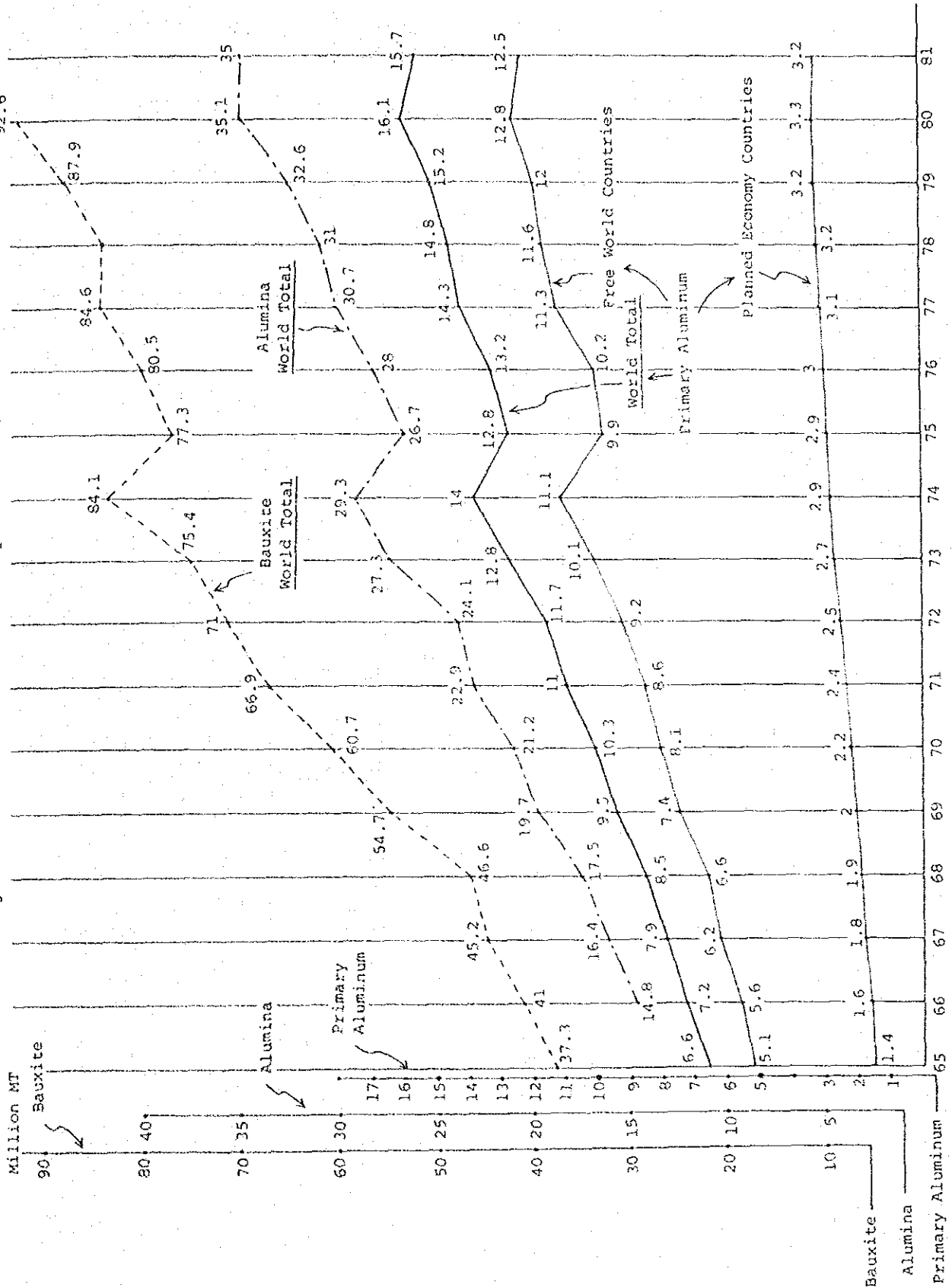
Unit : Weighted average percentage by country
x : No production
- : No share of government-owned companies
Total: Weighted average

Reference Table B-7 (cont'd.)

Region	Country	Bauxite	Alumina	Primary aluminum		
		1980	1980	1970	1975	1980
Europe	France	-	-	-	-	-
	Greece	-	30	30	30	30
	Italy	-	57	74	89	89
	Spain	-	30	43	43	48
	Germany, FR	x	52	71	58	58
	UK	x	-	-	-	-
	Austria	x	x	87	87	87
	Iceland	x	x	-	-	-
	Sweden	x	x	-	-	-
	Netherlands	x	x	-	-	-
	Norway	x	x	66	59	59
	Switzerland	x	x	-	-	-
	Total	(-)	(33)	(41)	(39)	(39)
Oceania	Australia	-	-	-	-	-
	New Zealand	x	x	x	-	-
	Total	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Free World Total		22	10	13	16	20

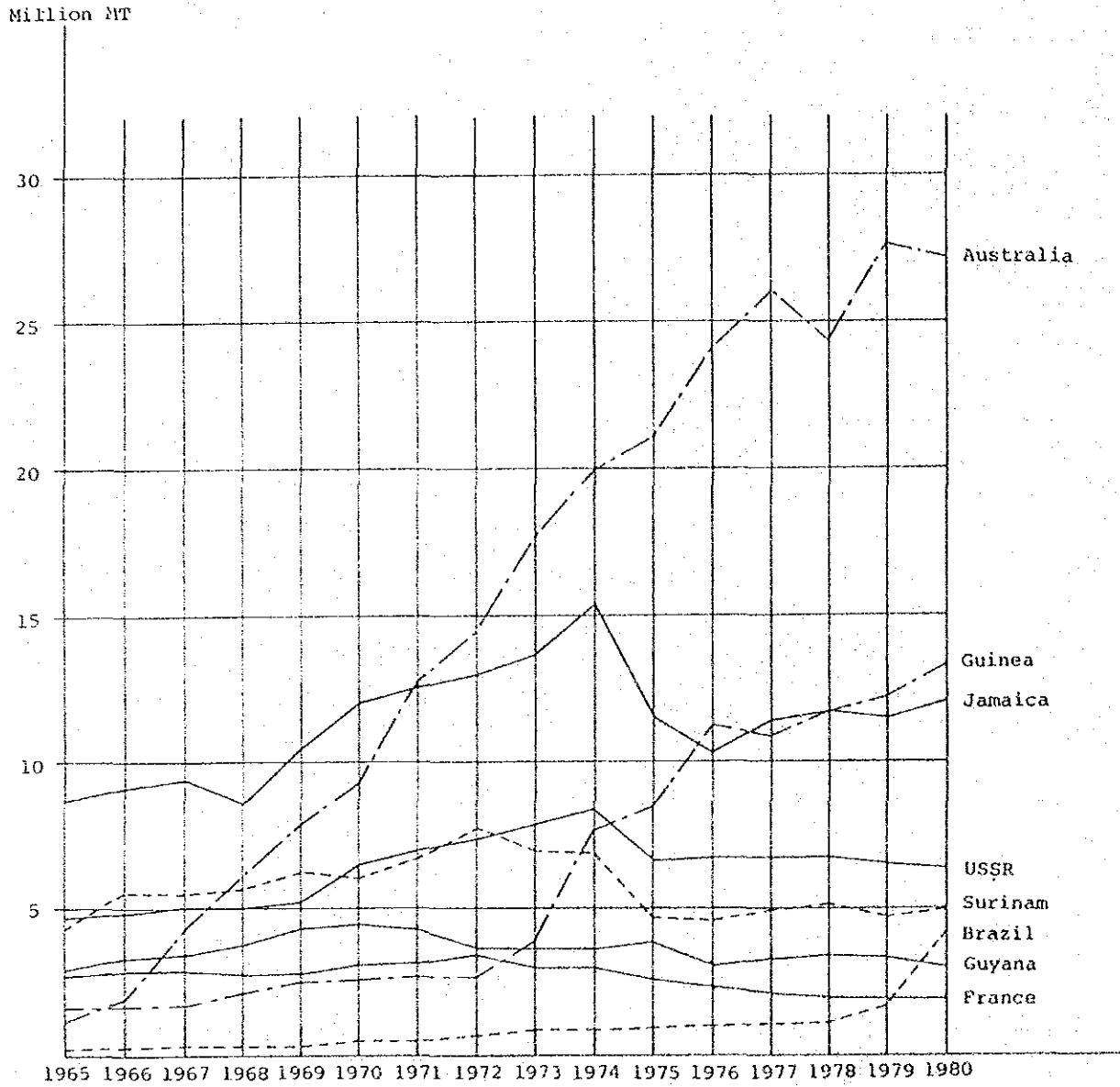
Source: Compiled from Appendix Tables 2 to 4.

Reference Fig. B-1 Production of Primary Aluminum, Alumina and Bauxite 92.6



Source: Metal Statistics, 1965-75, 1970-80

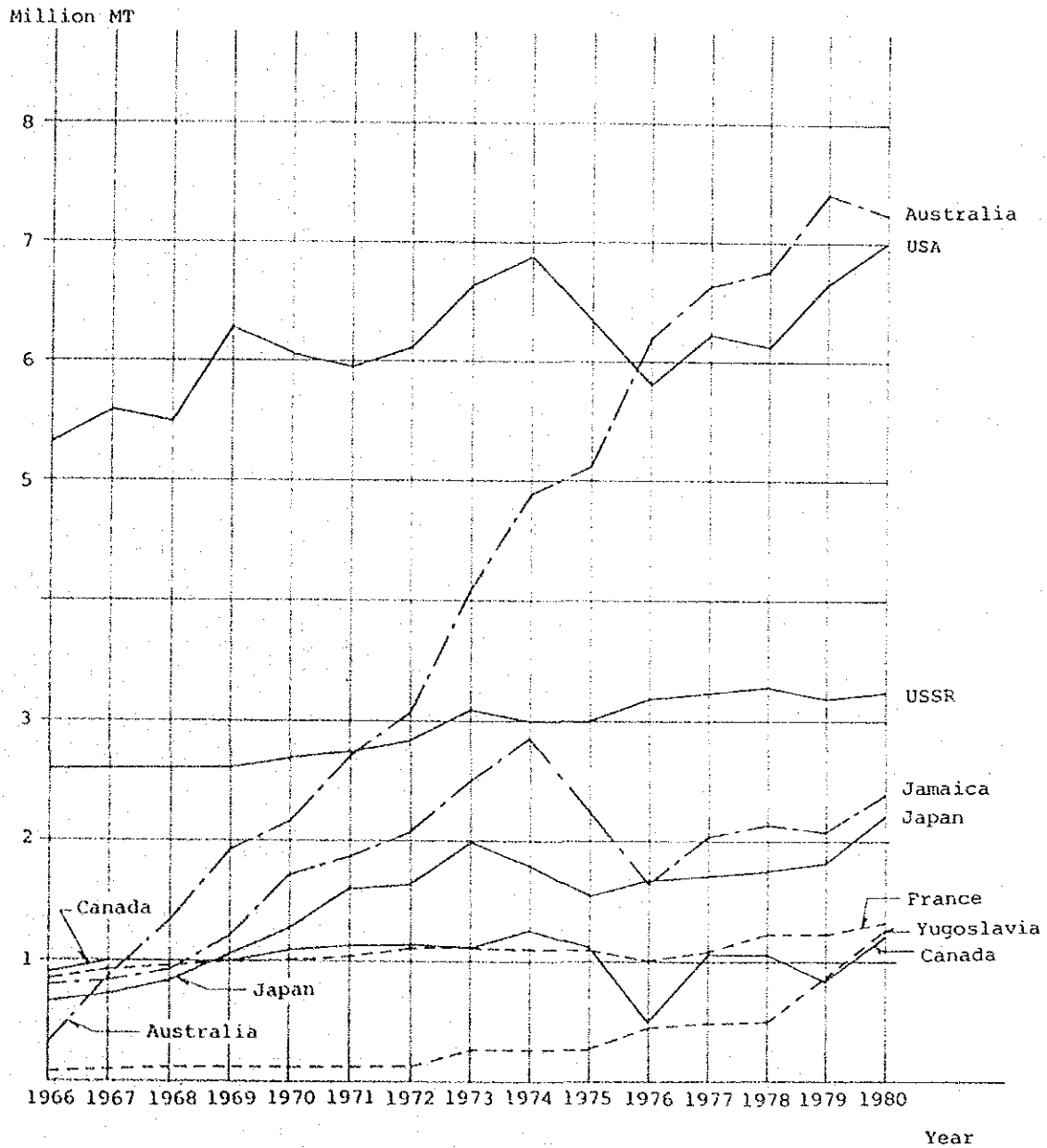
Reference Fig. B-2 Production of Bauxite for Main Producing Countries (1965 - 1980)



Source: Metal Statistics, 1965-75, 1970-80

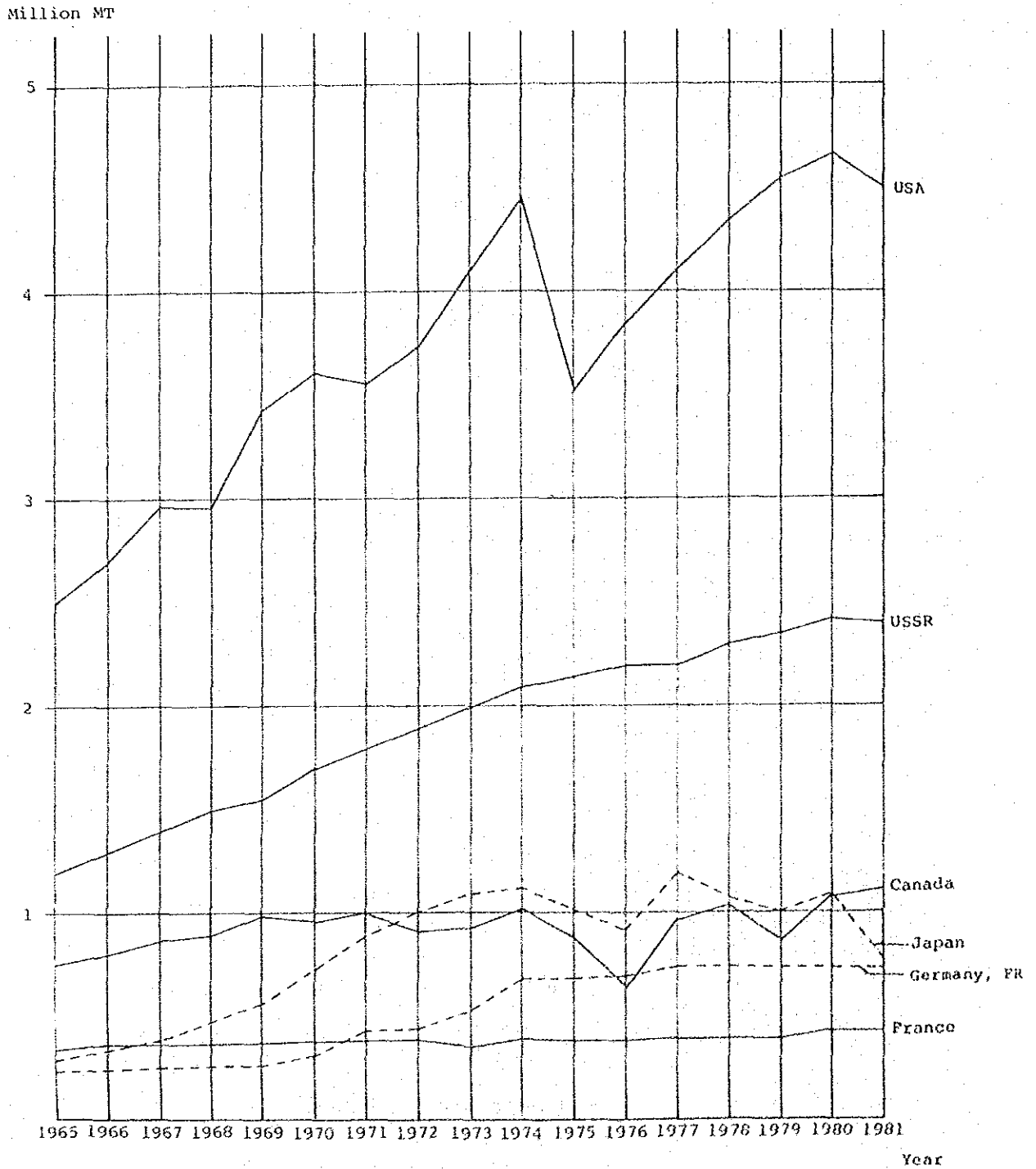
Year

Reference Fig. B-3 Production of Alumina for Main Producing Countries (1966 - 1980)



Source: Metal Statistics, 1965-75, 1970-80

Reference Fig. B-4 Production of Primary Aluminum for Main Producing Countries (1965 - 1981)



Source: Metal Statistics, 1965-75, 1970-80 and Metal Statistics Preliminary Figures 1981

Reference Fig. B-5 Main Primary Aluminum Producing Countries
 [Figures in () indicate production capacity, countries in indicate newcomers]

Year of Production Commencement	Africa	North America	Latin America	East Asia	South Asia	Europe	Oceania	The Centrally Planned Economies
1960		USA (263)						
61			MEXICO (45)	Japan (76)	India (100)	France (113) Spain (78)		USSR (280)
62						Germany, FR (155)	Australia (165)	
63								Romania (250) USSR (430)
64						Norway (72)		Poland (155)
65						Greece (145) Netherlands (96)		USSR (600)
66						Norway (157)		
67	Chad (1200)		Venezuela (125)	Japan (83)				
68					India (73)			
69				Japan (72)		Iceland (87)	Australia (90)	
70			Brazil (90)	Japan (144)		Germany, FR (126)		
71	South Africa (163)	USA (104,204,168)		Japan (76)	Ashtrian (170)	UK (101,113) Germany, FR Netherlands (170)	New Zealand (729)	
72					Iran (50)	Norway (82)		Yugoslavia (110)
73			Brazil (58)	Japan (76)	Turkey (60)	UK (127)		Yugoslavia (120)
74				Korea, R.P. of (187)		Germany, FR Italy (100,65)		
75	Egypt (166)		Argentina (100)	Japan (100)	India (100)			USSR (500)
76			Venezuela (200)			Spain (100)		
77								
78								
79					Subs. (135)			
80		Canada USA (171) (179)		Indonesia (225)			Australia (204)	Yugoslavia (90) China (80)
81-82			Brazil (86)					

Source: Compiled from AME, Regional divisions based on IPAI.

Reference Fig. B-5 Definitions

Production of primary aluminum is defined as the weight of liquid aluminum as tapped from the pots, excluding alloying elements, returned scrap or remelted products.

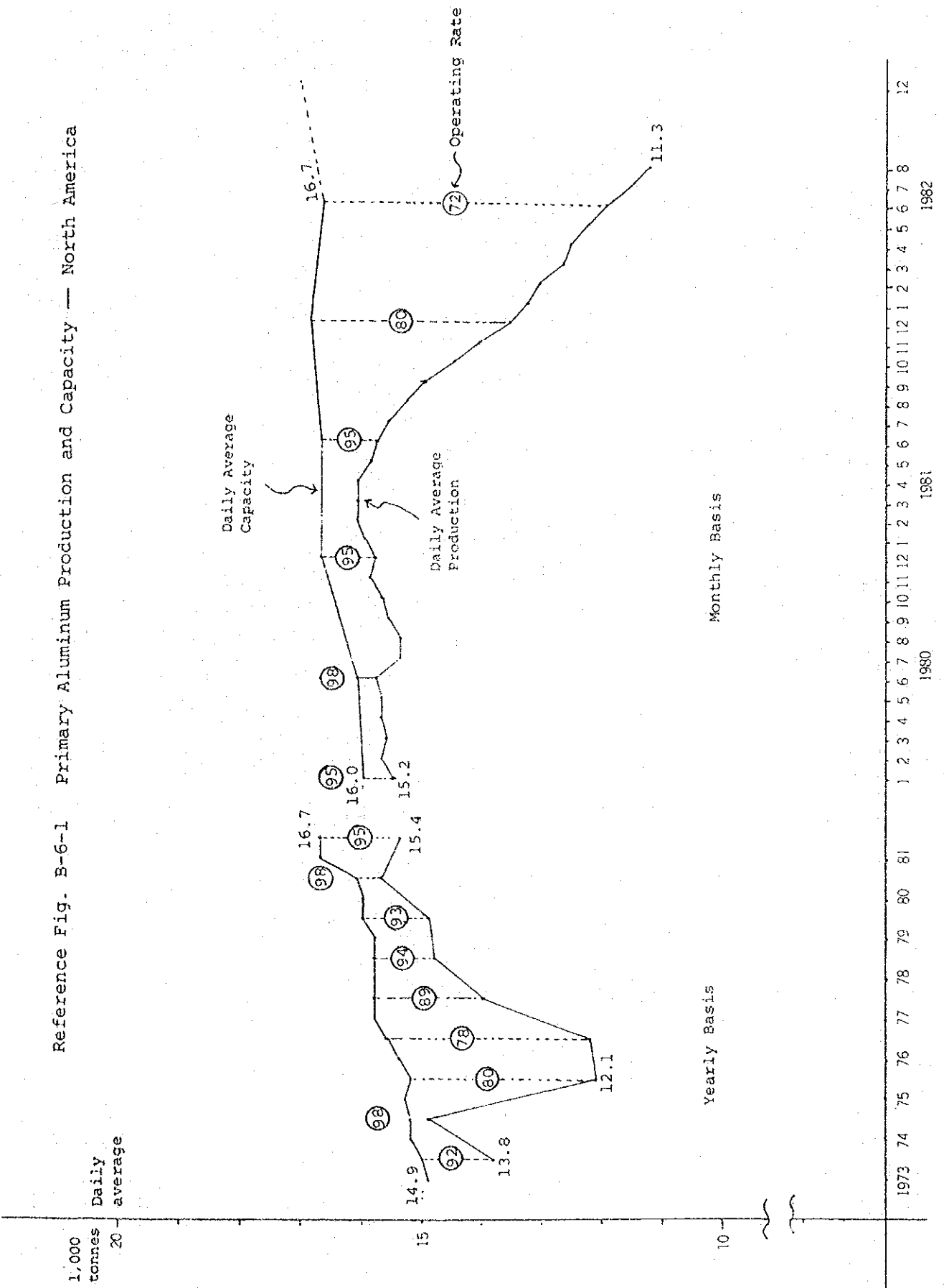
IPAI Form 150 records the primary aluminum production of IPAI Members and Official Correspondents by seven geographical areas for the month or the year stated.

1. AFRICA (South Africa, Camerron, Egypt, Ghana)
2. NORTH AMERICA (Canada, the United States)
3. LATIN AMERICA (Argentina, Brazil, Mexico, Surinam, Venezuela)
4. EAST ASIA (Japan, the Republic of Korea, Taiwan)
5. SOUTH ASIA (Bahrain, India, Indonesia, Iran, Turkey, United Arab Emirates)
6. EUROPE (Austria, France, Germany, FR, Greece, Iceland, Italy, Netherlands, Norway, Spain, Sweden, Switzeland, the United Kingdom)
7. OCEANIA (Australia, New Zealand)

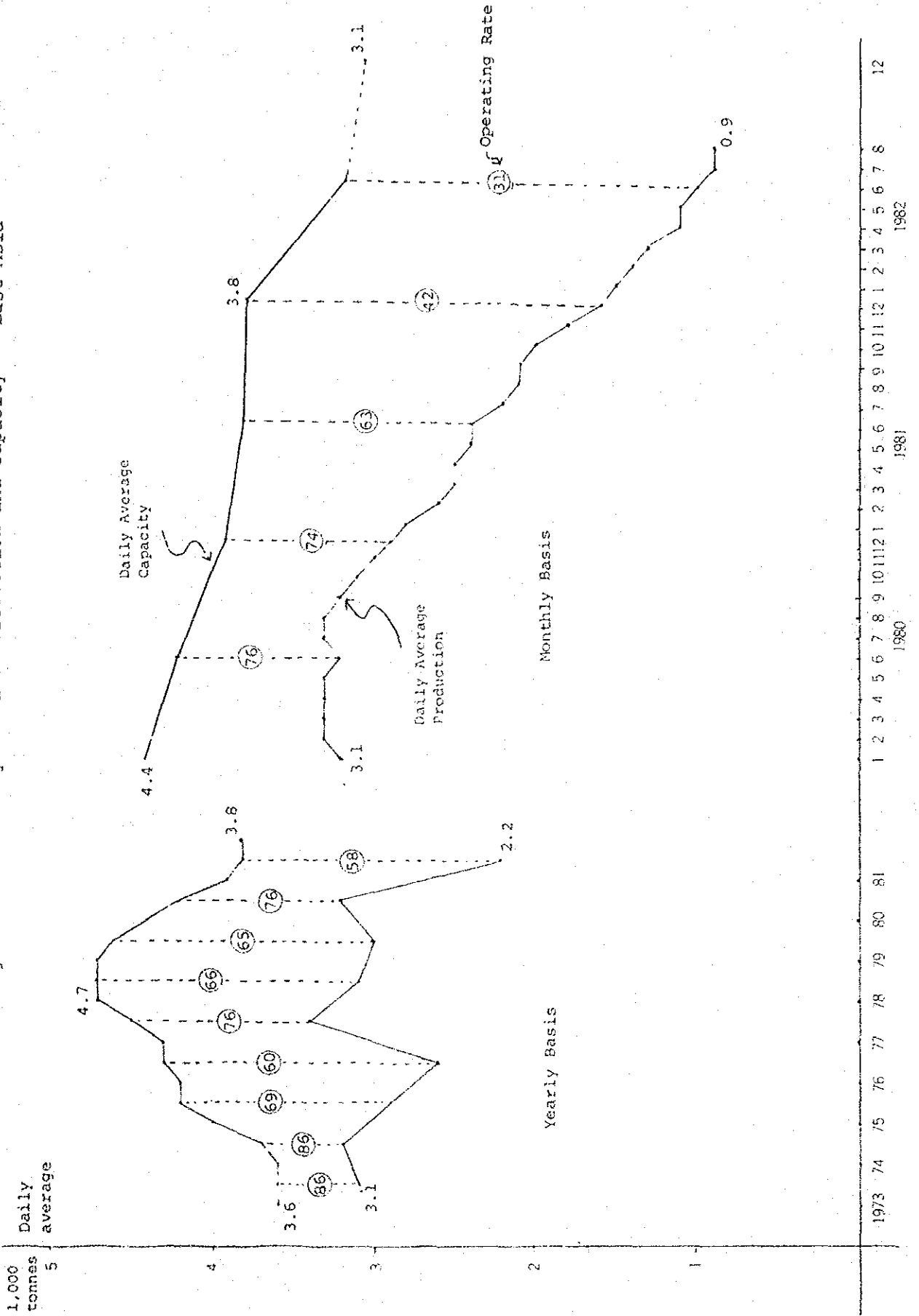
(Areas are based on U.N. Demographic Classification)

All primary aluminum production of companies is included with the exception of that in IPAI Geographical Area 8 and Yugoslavia.

Reference Fig. B-6-1 Primary Aluminum Production and Capacity — North America



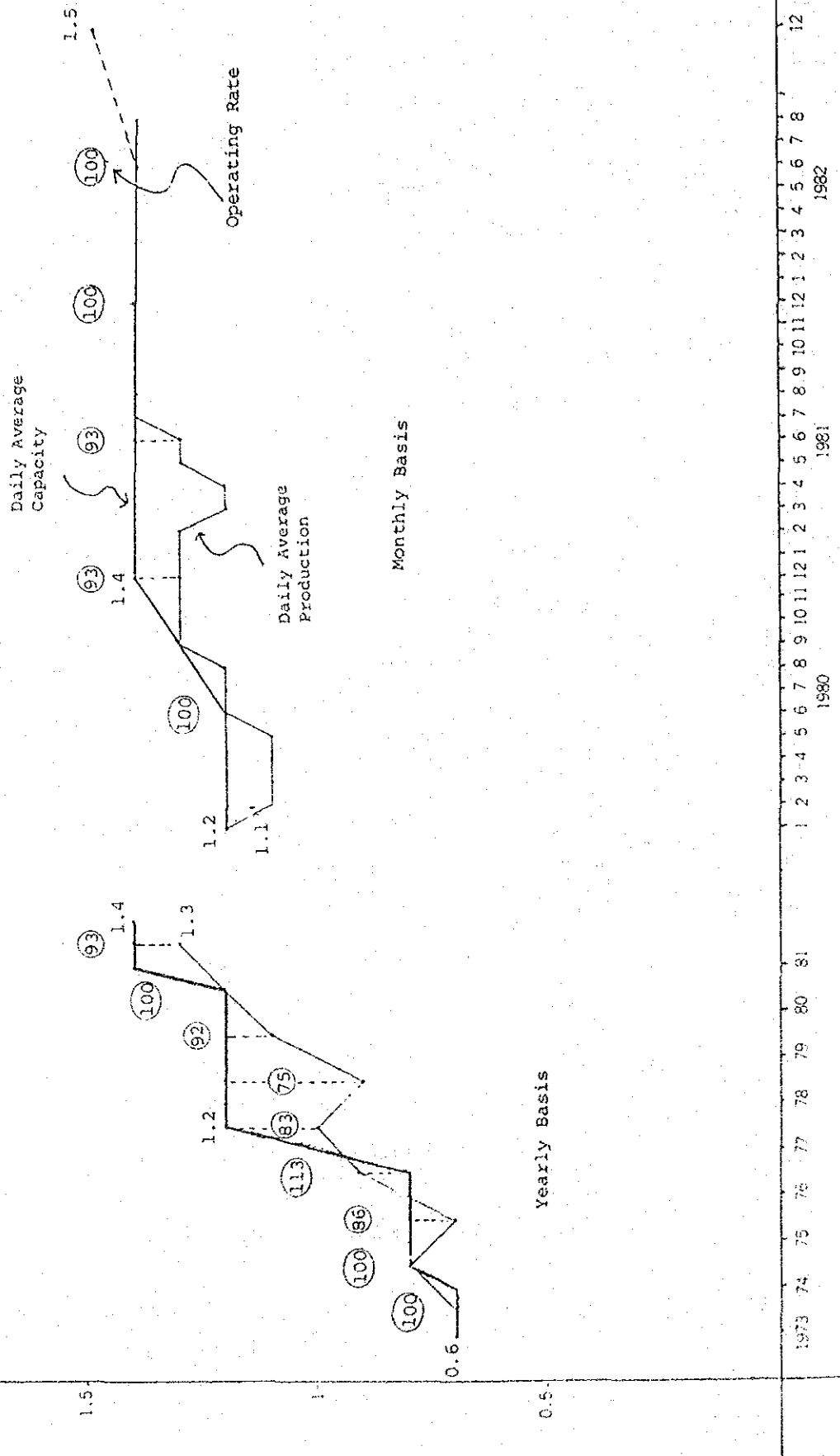
Reference Fig. B-6-3 Primary Aluminum Production and Capacity — East Asia



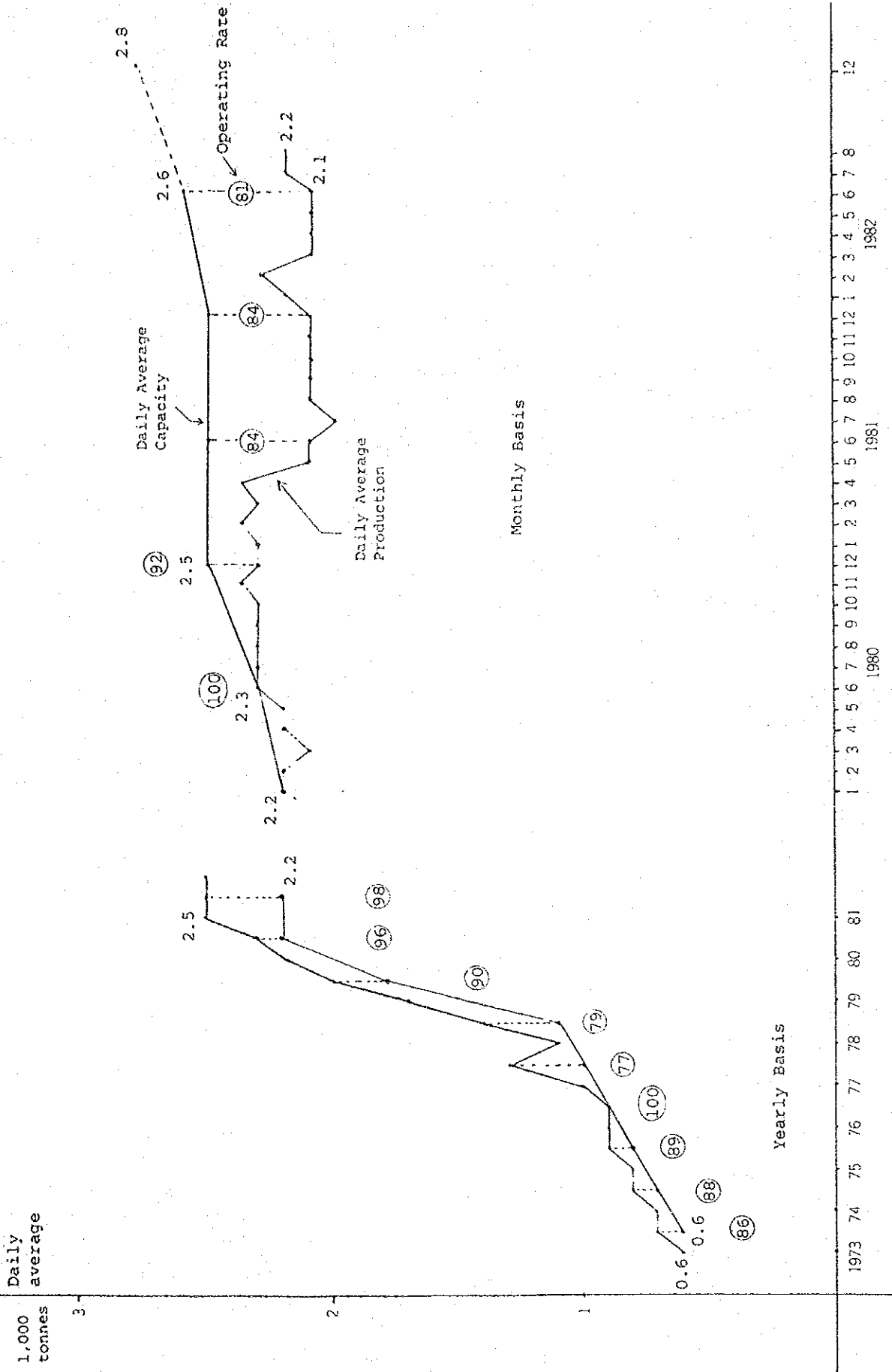
Reference Fig. B-6-4 Primary Aluminum Production and Capacity — Africa

1,000
Daily
tonnes
average

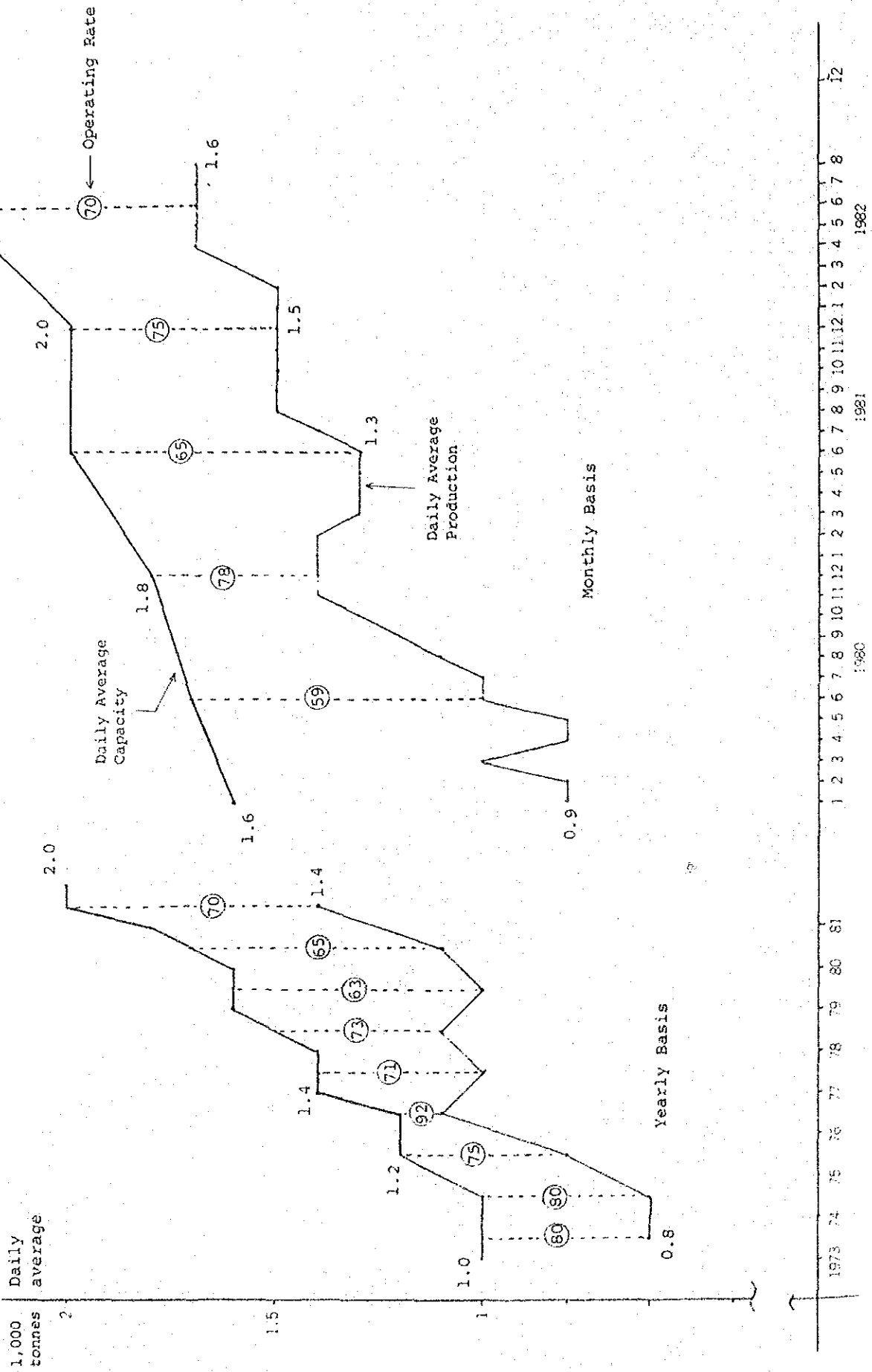
2



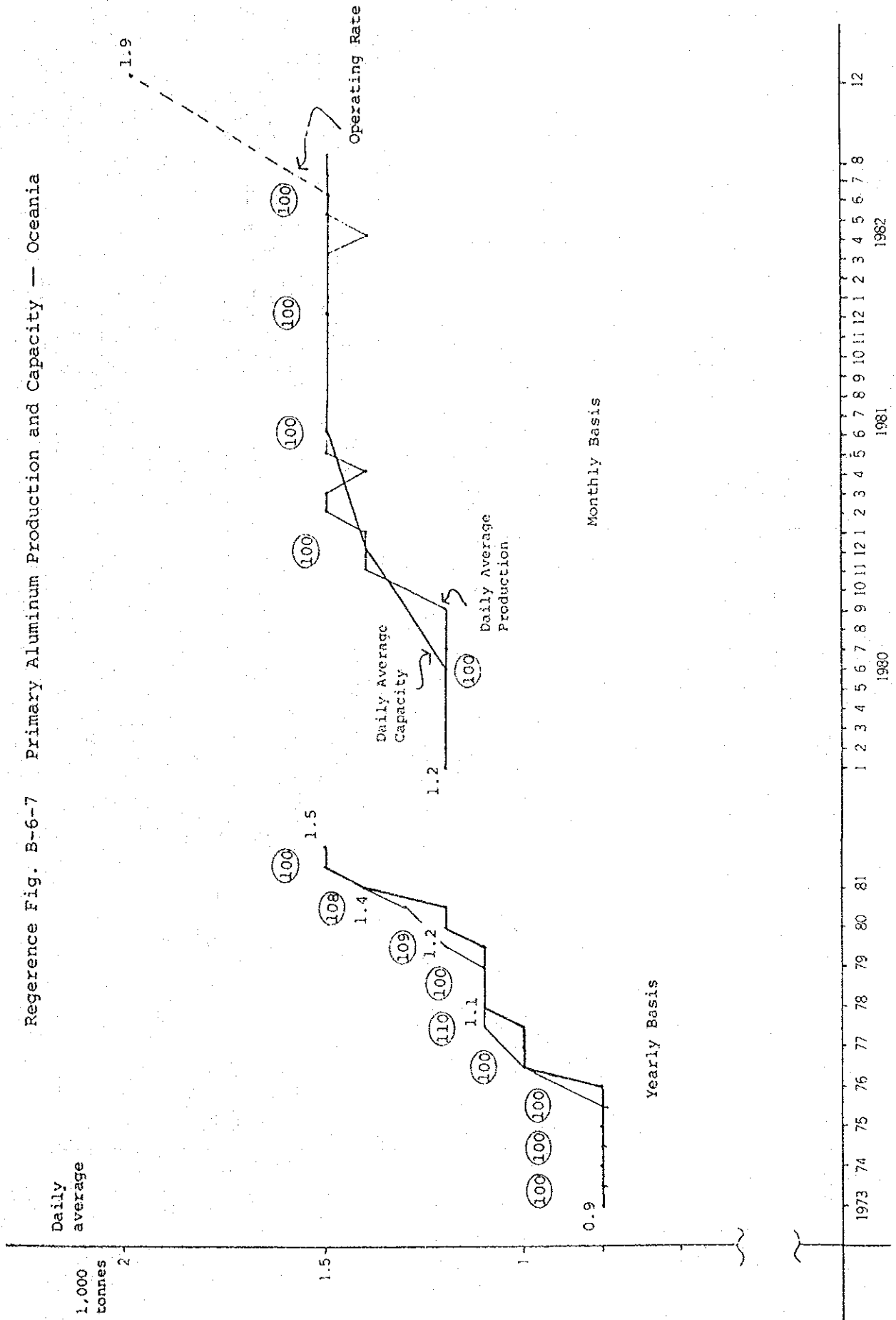
Reference Fig. B-6-5 Primary Aluminum Production and Capacity — Latin America



Reference Fig. B-6-6 Primary Aluminum Production and Capacity — South Asia



Reference Fig. B-6-7 Primary Aluminum Production and Capacity — Oceania



Reference Fig. B-7-2 Vertical Integration of Six Major Producers (1981)

(Calculated by ownership percentage)
(1,000 tonnes/Y)

Share in Free
World Production
Capacity (%)

Bauxite

Alumina

Aluminum

	3,200				
Jamaica					
Australia	4,300				
	7,500				

USA	1,660				
Italy	60				
Jamaica	410				
Australia	1,000				
	3,130				

USA	657				
Germany, FR	72				
UK	75				
Ghana	180				
India	30				
Bahrain	29				
Australia	54				
New Zealand	35				
	1,132				

Bauxite 7.8
Alumina 10.2
Aluminum 7.9

KAISER

USA	900				
Haiti	900				
Jamaica	2,700				
Brazil	200				
	4,700				

USA	2,000				
Germany, FR	300				
Jamaica	410				
	2,710				

USA	885				
Canada	159				
Germany, FR	33				
Ghana	20				
Venezuela	34				
	1,131				

Bauxite 4.9
Alumina 8.9
Aluminum 7.9

REYNOLDS

Source: Compiled from Spector Report, UNCTAD Report etc.

C. 消 費

I. アルミニウム消費の推移

1. アルミニウム新地金消費の全般的経過

Fig. C-1 に示されるとおり、世界のアルミニウム新地金消費は、1960 年以降、1970 年代の初めまでは滑らかな曲線を描いて順調に増加を続けていた。しかしその伸びは 1975 年以降一変し、過去に例のない 2 つの大きな下降変動が出現することとなった。

第 1 の変動は、1973 年 10 月の第 4 次中東戦争に端を発した第 1 次石油危機によるものである。1975 年の新地金消費は前年比 19.4% (自由世界では 23.6%) も減少し、ほぼ 1971 年の水準まで押し戻された。

第 2 の変動は、1980 年の後半から明らかになり始めた第 2 次石油危機に起因する世界景気の全面的同時後退によるものである。1976 年に前年の落ち込みを取り戻し、再び上昇に転じたアルミニウム新地金消費は、1979 年の市場最高値をピークとして、1980 年には前年比 -4.0%、1981 年には前年比 -5.0% (自由世界では各々 4.6% および 6.3%) と、2 年連続して減少した。そして 1982 年現在、いまだこの減退からの回復気配は見られていない。

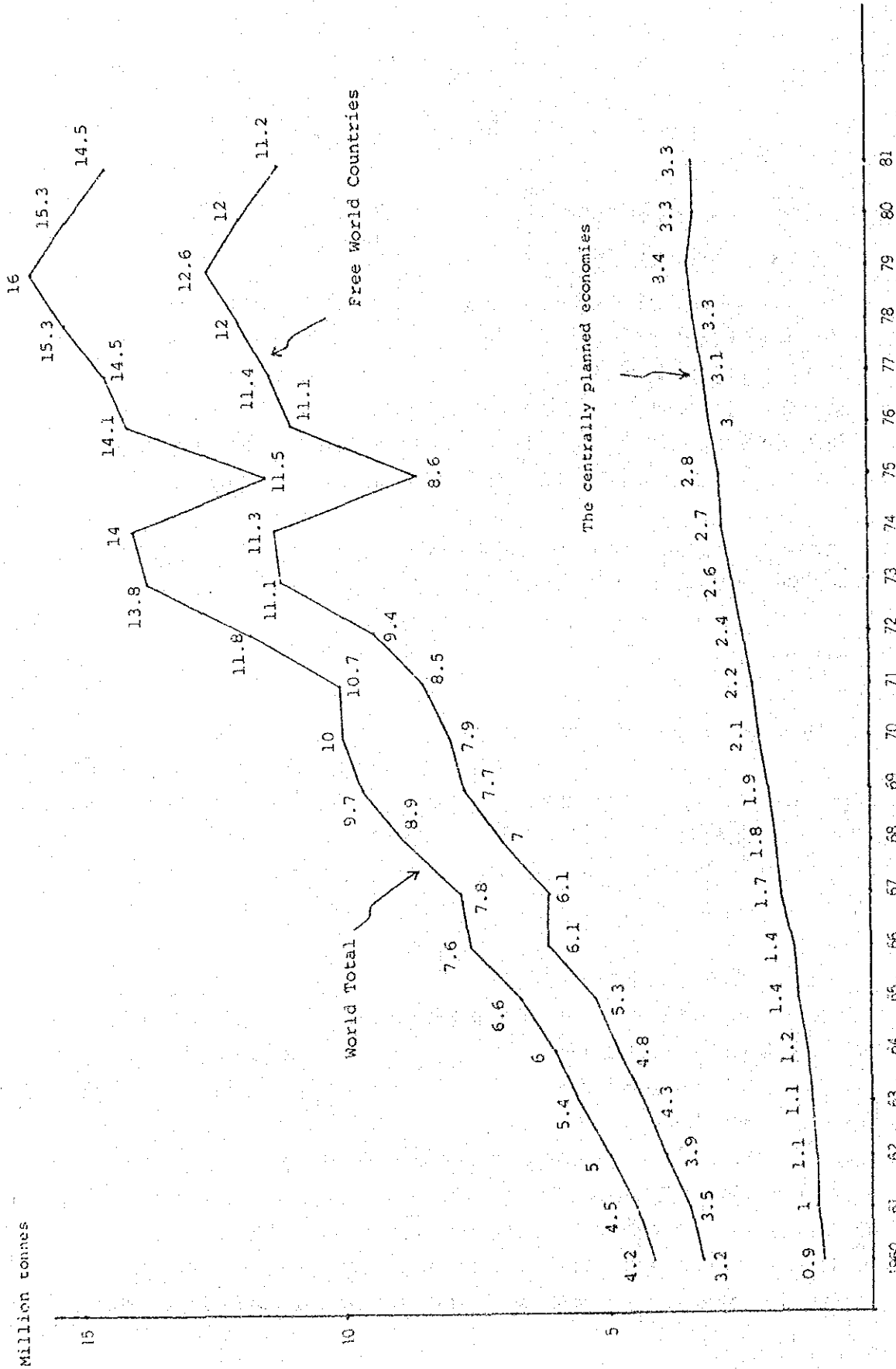
1960 年から 1981 年に至る新地金消費量の推移と成長率を取録した Reference Table C-1 および Reference Table C-2 によって、この期間の成長傾向を年平均成長率で見ると、1960 年代の 9.2% (自由世界で 9.4%) という高い成長率は、1970 年代に入ると急速に下り、1970 年代の平均では 4.3% (同じく 4.2%) と減速した。このようにしてアルミニウム新地金の消費は、1970 年代に至って大きな変動期に突入するとともに、低成長時代を迎えるに至ったといえよう。

2. 新地金消費の地域別・国別構成

Fig. C-2 は、1981 年における新地金消費の地域別、主要国別構成を示している。これによると 1981 年の全世界消費量 1,455 万 t のうち、自由世界消費の占める割合は 77.3% で、残る 22.7% が計画経済圏のものである。この比率は約 20 年前の 1960 年 (自由世界 77.7%、計画経済圏 22.3%) とほぼ同じであり、両経済圏のアルミニウム消費が長い目ではほとんど同じ成長率とともに拡大して来たことがわかる。

次に自由世界を先進工業国と開発途上国とに分けてみると、先進工業国が全世界の 66.3% (自由世界の 85.7%) を、開発途上国が 11.0% (同じく 14.3%) をそれぞれ占めている。しかしこの両者の比率は年々変わってきており、先進工業国のシェアが 1960 年と 1965 年には約 75%、1970 年には約 74%、そして 1981 年に約 66% と漸減してきたのに対し、一方

Fig. C-1 Development of Primary Aluminum Consumption



Source: Metal Statistics, 1961-70, 1965-75, 1970-80
1981: Preliminary Report

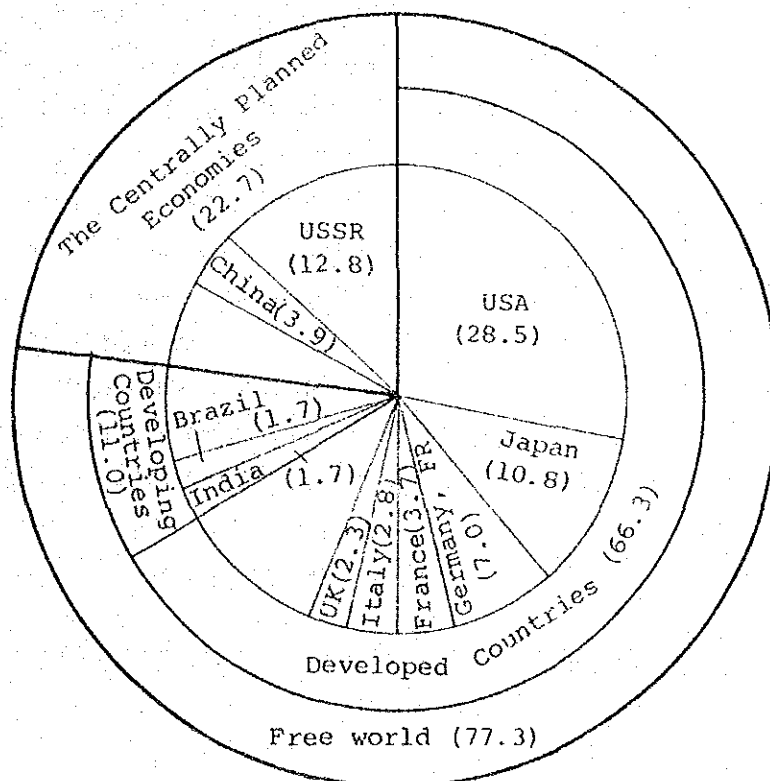
の開発途上国シェアは1960年に2.8%、1965年に3.9%、1970年に5.2%、1975年に7.7%と拡大し、1981年には遂に10%を越すというように、開発途上国の伸張が目立つ。

このように開発途上国は、特に近年急速に消費を拡大しているが、中南米5.2%、日本を除くアジア4.0%、中近東1.1%、南アフリカを除くアフリカ0.7%と、各地域別にみるとそのウエイトはまだ小さい。やはり圧倒的な消費地域は、北アメリカ29.0%（うちアメリカだけで28.5%）、ヨーロッパ24.2%、および日本10.8%であり、オセアニア・南アフリカ2.3%がこれに次いでいる。ヨーロッパの主要国ではドイツ連邦共和国7.0%、フランス3.7%、イタリア2.8%、イギリス2.3%で、これにアメリカおよび日本を加えた先進6カ国が、消費量にして約800万t、全世界の55%、自由世界の71%を占めるという消費大国である。

計画経済圏においては、ソ連12.8%、中国3.9%が消費大国であるが、中国のウエイトが拡大基調であるのに対し、ソ連のウエイトはやや減少する傾向がみられる。

このようにしてみるとアルミニウム新地金の消費には、自由世界と計画経済圏との割合としては1960年代以降ほとんど変化はないが、まだウエイトは小さいにせよ開発途上国のシェアが拡大し、先進工業国の比重が漸減してゆくという、地域別構造変化のきざしを見出すことができよう。

Fig. C-2 1981 Primary Aluminum Consumption by Main Country and Region



3. 消費増加寄与度からみた地域別動向

Reference Table C-2にも明らかとなり、1970年の世界新地金消費量が1,003万tであったのに対し、1980年のそれは1,532万tとなった。年間使用量にして529万tの増加である(注1)。この内、408万tは自由世界の増加分で、全増加量の77%に該当する。この全増加量に対する各地域ないし国の増加量の割合を増加寄与度(たとえば自由世界の増加寄与度は77%)と考えれば、各地域なり国なりの消費シェアと増加寄与度との間には、ある相関関係が見出せるはずである。

まず自由世界の増加寄与度77%(同じく計画経済圏23%)は、前述の消費量シェア、自由世界77.3%、計画経済圏22.7%とはほぼ同じであり、自由世界と計画経済圏がほとんど同じ割合で成長してきたことを裏付けている。

しかしこれを地域別にみると、北アメリカの消費シェアが29.0%であるのに対し、増加寄与度は20%にすぎない。ヨーロッパも同じ対比でみれば24.2%対23.5%であり、増加寄与度の方が消費シェアを下回る。ソ連も同様に12.8%対9.8%である。一方、これに比べて日本(消費シェア10.8%、寄与度13.7%)を初めとする他の地域はすべて、増加寄与度の方が消費シェアを上回っている。

これを要するに北アメリカ、ヨーロッパおよびソ連は、消費の絶対量が大きくしたがってそのシェアも大きい。消費の増加に対する寄与は相対的に少なく、反面、日本および開発途上地域を含む他の地域はすべて、消費の絶対量は少ないにせよ、増加に対しては相対的に貢献してきたといえることができる。ここにも消費構造変化のきざしがあるといえよう。

しかし増加寄与度単独でこれを見た場合、圧倒的に大きいのはヨーロッパ23.5%、北アメリカ20%、日本13.7%の3地域であり、合計で全世界の57.2%(消費量シェアでは64%)を占める。ソ連約10%を除く他の地域はいずれも数%のレベルにすぎない。したがってアルミニウム新地金の消費構造は、開発途上国の比重増加という変化のきざしが見られるとしても、B章で明らかにしたような生産構造の変化とは大いに様相を異にしている。それは依然として先進工業国主導型であり、とりわけアメリカ、西ヨーロッパ主要国および日本という先進国消費型であるといえる。中でもアメリカの消費の大きさは巨人的であり、たとえば1979年に対する1980年の落ち込み量55万t(-11%相当量)は、それだけで中南米全域、ないし日本を除く全アジアの1979年の消費量全部に匹敵するほどである。日本がこれに次ぐ消費大国だが、それでもアメリカの消費量の約3分の1に止まっている。したがってアルミニウム新地金の需給バランスは、先進主要国、特にアメリカの需要動向を抜きにして考えることはできないといっても過言ではないだろう。

(注1) 1980年の消費量が異常減退であるとみなし、これを修正値(Reference Table C-2)で算出しても525万t。

4. 消費成長率と対 GDP 成長弾性値

次に新地金消費の成長傾向をより明らかにするために、消費成長率と対 GDP 弾性値とを比較してみることにする。なお既に明らかとなっており、新地金消費は 1975 年および 1980 年に大きく減少し、特に 1975 年には異常に激減しているため、中・長期的な成長率比較を行う場合、これを基準にすると傾向判断を誤らせることになる。したがって以下の検討に当たっては、この両年について前後 1 年を加えた 3 カ年の平均値（修正値）を用いた。

4.1 世界

全世界の新地金消費年平均成長率は、Reference Table C-2 に示されているとおり、1960 年代前半は 9.8% という高いものであったが、1960 年代後半には 8.6%、1970 年代全般には 5.7% へ、さらに 1970 年代後半には 3.0% とダウンしており、成長率の大きな低減傾向がみられる（注 1）。

一方、全世界の GDP 成長率も、Reference Table C-3 にあるとおり、1960 年代の後半ともに 5.3% であったが、70 年代の全般は 4.1% に、後半には 3.9% へと漸減した。

このため新地金消費成長の GDP 成長に対する弾性値は、1960 年代前半の 1.9 から、後半には 1.6 に、1970 年代前半には 1.4 へと下り、70 年代後半にはついに 0.8 と、新地金消費成長率が GDP 成長率を下回るに至った。これを 10 年間の長期でみた場合も弾性値は 1960 年代の 1.7 から、1970 年代の 1.1 へと低減している。

また、GDP は各年の振れ幅が比較的小さいのに対し、新地金消費は特に 1970 年代に入ってから以降、増減の振動幅が極端に大きくなっているため、弾性値の上下動が近年激しく表われるようになった。

こうしたデータからも、アルミニウム新地金消費が、現在、低成長であると同時に大きな変動期に突入していることを読み取ることができよう。この傾向をまとめると次のとおりである。

年平均成長率	60-65	65-70	70-75	75-80	60-70	70-80
新地金消費	9.8	8.6	5.7	3	9.2	4.3
G D P	5.3	5.3	4.1	3.9	5.3	4
弾 性 値	1.9	1.6	1.4	0.8	1.7	1.1

（注 1）前半とは 1960 年から 1965 年、後半とは 1965 年から 1970 年をさす。

4. 2 自由世界と計画経済圏

1960年代前半の新地金消費成長率は、自由世界(10.2%)の方が計画経済圏(8.4%)を上回っていたが、1970年代前半にはこれが逆転し、計画経済圏の成長(6.3%)が自由世界の成長(5.4%)を追い越した。しかし1970年代後半には両経済圏ともほぼ同じ3%という低成長に止まっている。

GDP弾性値は、自由世界では1960年代前半の2.0が1970年代後半には1を割り込む0.8へと急減し、計画経済圏でも1960年代前半の1.5が1970年代後半の0.7へと急落した。このように両経済圏とも、近年の落ち込みの激しさが目立っている。

GDP弾性値	60-65	65-70	70-75	75-80	60-70	70-80
自由世界	2	1.7	1.5	0.8	1.8	1.2
計画経済圏	1.5	1.3	1.1	0.7	1.4	0.9

4. 3 先進工業国と開発途上国

新地金消費成長率は、先進工業国に比べて開発途上国の方が圧倒的に高く、1960年代から1970年代を通してずっと10%を超える高成長を維持している。平均すると開発途上国の成長率は、先進工業国の2倍近いものであるが、1970年代後半には先進工業国の成長率が2.2%と鈍化したため、開発途上国のそれ(10%)は、先進工業国の5倍近いスピードとなった。しかも開発途上国においては、1975年と1980年の大減退にもかかわらず消費は減少せず、着実な成長を続けている。

このためGDP弾性値をみても、先進工業国と開発途上国では、1960年代前半に前者が1.9であったのに対して後者は3.5と高く、1970年代後半に至っては前者が0.6と大幅に減少したのに比べて後者はなお2.0という効率を維持したため、両者の成長率には大きな格差が生ずることとなった。

このように中・長期的にみると、先進工業国の成長が鈍化しているのに対し、開発途上国は近年においても比較的高い成長を持続しており開発途上国におけるアルミニウム需要がなお成長段階にあることを示している。しかし量的には開発途上国の消費量はまだまだごく僅かであり(1981年で全世界の11%、自由世界の14%)、大勢に影響をおよぼすには至っていない。また1960年代以降、成長率は高いとはいいいながら、ずっと減少を続けていることにも注意しておく必要がある。

年平均成長率	60-65	65-70	70-75	75-80	60-70	70-80
新地金消費						
先進国	9.9	8.2	4.9	2.2	9	3.6
開発途上国	17.8	15	11.5	10	16.4	10.6
GDP						
先進国	5.3	5	3.1	3.5	5	3.3
開発途上国	5.1	6.1	6.2	5.1	5.6	5.6
弾性値						
先進国	1.9	1.7	1.6	0.6	1.8	1.1
開発途上国	3.5	2.5	1.9	2	2.9	1.9

4. 4 主要消費地域

最後に主要消費地域別に同様のデータを拾ってみると、各地域間にはかなりの相違があることがわかる。

まず北アメリカの新地金消費成長率は、1960年代前半の13.1%を最大として、以降減少を続け、1970年代後半には0.7%と急激かつ極小に減じた。これは1975年の修正値が1980年の修正値とほぼ同水準になっていることにもよるが、実数量でも、1980年の北アメリカの消費量は5年前の1976年の量にほぼ等しい。一方、GDP成長率はおよそ3%のレベルを維持したため、弾性値は大きく振れ、1960年代前半の2.9から、1970年代後半には0.2と、大幅に1を割り込むこととなった。北アメリカの消費はすなわちアメリカの消費といてよく、消費巨人アメリカのこうした低迷が、現在のアルミニウム産業を困惑に落とし込んでいる主要な原因をなすものである。

ヨーロッパの成長率は1960年代の前半(4.2%)よりも後半(10.7%)の方が高く、1960年代の後半に大きく伸びたことを語っている。しかし1970年代に入ってから4.3%ないし3%と低い水準に止まった。したがってGDP弾性値も1960年代後半には2.3とGDPの倍以上のスピードで成長が伸びていたが、1970年代には1.5ないし1と、ほぼGDPと同じ成長率となった。

日本については1960年代の成長率は前半14.7%、後半25%と、世界最高の伸びを記録した。しかし1970年代に入ってから前半8.4%、後半4.2%と急激に伸びが下がっている。GDPについても1960年代から1970年代にかけて、先進地域では最も高い成長率を保ったため、弾性値としては1.3から2.3の間にあったが、1970年代の後半に及んで新地金消費成長率は遂にGDP成長率を下回り、0.8と1を割り込むこととなった。

このように世界の3大アルミニウム消費地域のいずれもが低迷にあえいでいることが、今日のアルミニウム産業の苦澁を象徴しているといつてよい。

GDP 弾性値	60-65	65-70	70-75	75-80	60-70	70-80
北アメリカ	2.9	1.2	1.8	0.2	2.1	0.9
ヨーロッパ	0.8	2.3	1.5	1	1.5	1.4
日本	1.3	2.3	1.7	0.8	1.8	1.1

5. 1人当りアルミニウム消費量

ところで、アルミニウム消費の動向を知るもう1つの方法は、年間1人当りアルミニウム消費量である。ここではアメリカ・アルミニウム協会(AA)方式(注1)によって1人当りアルミニウム消費量の推移をみると、1965年に10kgを超えていた国はアメリカ、スイスおよびスウェーデンの3カ国に過ぎなかった。しかし1981年現在、それはアメリカ、ドイツ連邦共和国、日本をはじめとする14カ国に増加した。

Reference Table C-4にも明らかとなり、最大の消費者はいうまでもなくアメリカで、1人当り25.4kgと群を抜いている。これに次ぐのがドイツ連邦共和国で20.3kg。日本、ノルウェー、オーストラリア、カナダ、スイス等はいずれも15kgから20kgの間である。これら先進諸国に比べると、開発途上国はほとんど5kg以下であり、消費量は1人当りにしても非常少ない。

一方、1人当り消費量の伸び率からみると1970年代に急激に消費が伸びた国々は、ギリシア(12.9%)をはじめとするアイスランド、台湾、ブラジル、トルコ等の開発途上諸国である。先進諸国でもイタリア、日本、ドイツ連邦共和国等の伸びが目立つが、反面、イギリスでは1970年以降減少傾向が見られ、伸び率はマイナスとなっている。開発途上国においてもアルゼンチン、パナマ等ではマイナス成長となっており、開発途上国の全てが高い成長率を示している訳ではない。

このように1人当り消費量の伸びでみる限り、アルミニウム消費の伸びには、開発途上国の急成長と先進工業国の漸増という全般的傾向が見られるにせよ、国別にはかなりのバラつきがあることがわかる。そこでこれを消費量と所得水準との関係に置き換えてみるとより一層明解な関連性が浮び上って来る。

(注1) AA方式1人当りアルミニウム消費量 = $\frac{[\text{新地金生産} + \text{備蓄} + \text{地金輸入} + \text{圧延品輸入} + \text{再生地金生産} - \text{地金輸出} - \text{圧延品輸出} (= \text{見掛消費}) + \text{年初在庫} - \text{年末在庫} (= \text{消費})]}{\text{人口}}$

すなわち、1980年における人口1人当りアルミニウム消費量と、人口1人当りGNPとを対比させたものがFig. C-4であるが、ここで明らかなおとおり、1人当りGNPの高い国は1人当りアルミニウム消費量も多い。反対に1人当りGNPの低い国は、消費量も少なくなっている。この関係はほとんど法則的ともいえるものであって、例外はない。したがって1人当りアルミニウム消費量の水準は、先進工業国であるか開発途上国であるかの区別よりむしろ、高所得国であるか、それとも低・中所得国であるかの区別に従って考えた方が良いように見受けられる。

これを言い換れば、低・中所得国における所得水準が今後向上すると期待できるなら、同時にそれらの国々におけるアルミニウム消費量も増加することを期待できるのである。反対に所得水準の向上が遅々たるものであったなら、アルミニウム消費量の増加も遅々たるものとならざるを得ないのである。この関係を無視した開発途上国におけるアルミニウム消費増加期待論は、恐らく現実的なものとはなり得ないだろう。

一方、高所得国においては、これまで1人当りアルミニウム消費量の伸び率の方が、1人当りGNPの増加率を上回って来た。3大消費圏におけるその関係をみると次のとおりである。

1970-1980における年平均増加率

(%)

	1人当り GNP	1人当り消費量
アメリカ	2.1	2.4
ヨーロッパ	2.4	4.4
日本	4.2	6.4

しかし既に見たように、近年先進国におけるアルミニウム消費量は、大幅なマイナス現象を示し、従来の増加率が今後も期待できるかどうかには、大きな疑問符がつけられることとなった。したがって高所得国における所得水準と、アルミニウム消費量との相関関係がより明らかになるのは、今後の消費動向次第といえよう。

6. アルミニウム総消費

さて、これまで述べてきたアルミニウム消費の推移は、アルミニウム製錬産業分析の立場から、全て新地金の消費に限定してきたのであるが、実はアルミニウムの消費としては、

Fig. C-3 Development of Aluminum Consumption per Capita in Main Countries (A.A. Method)

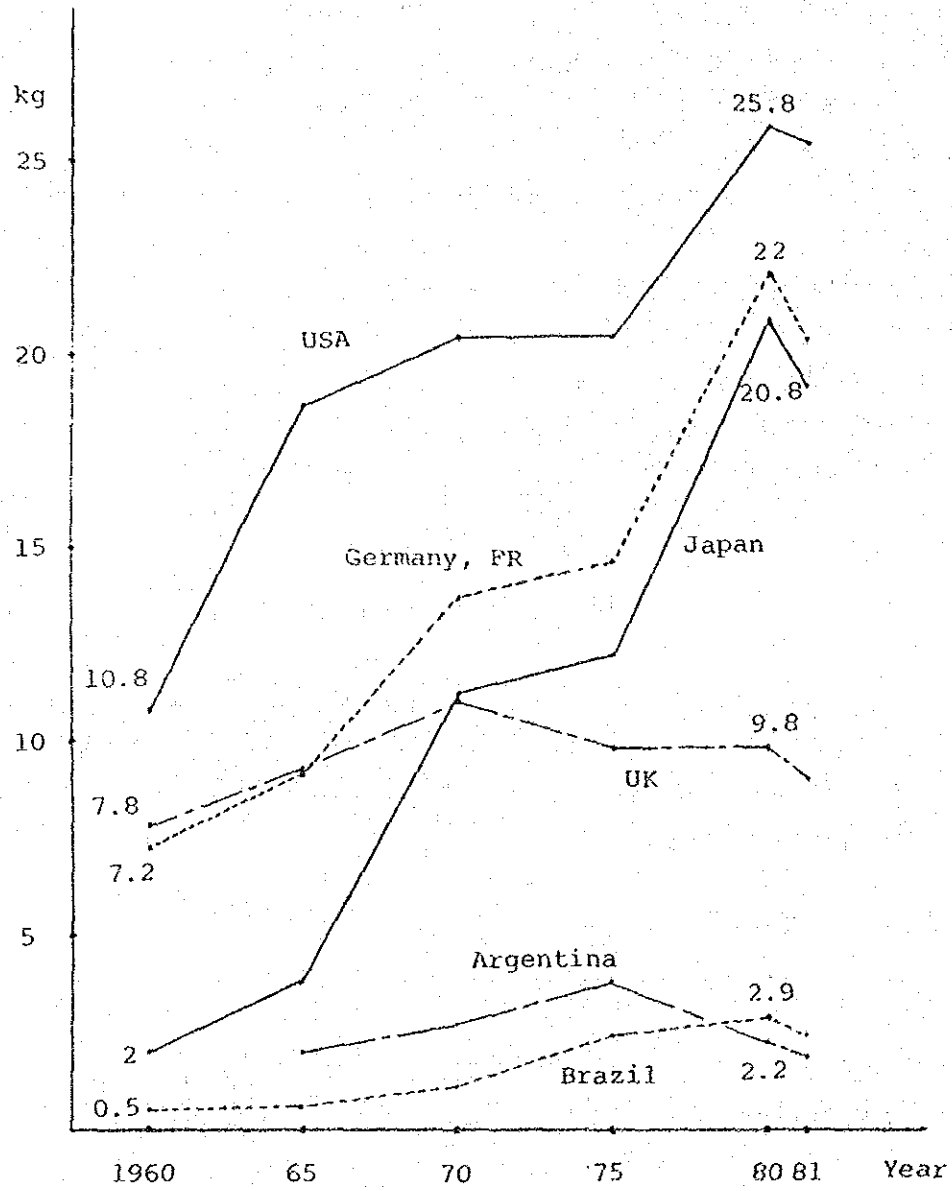
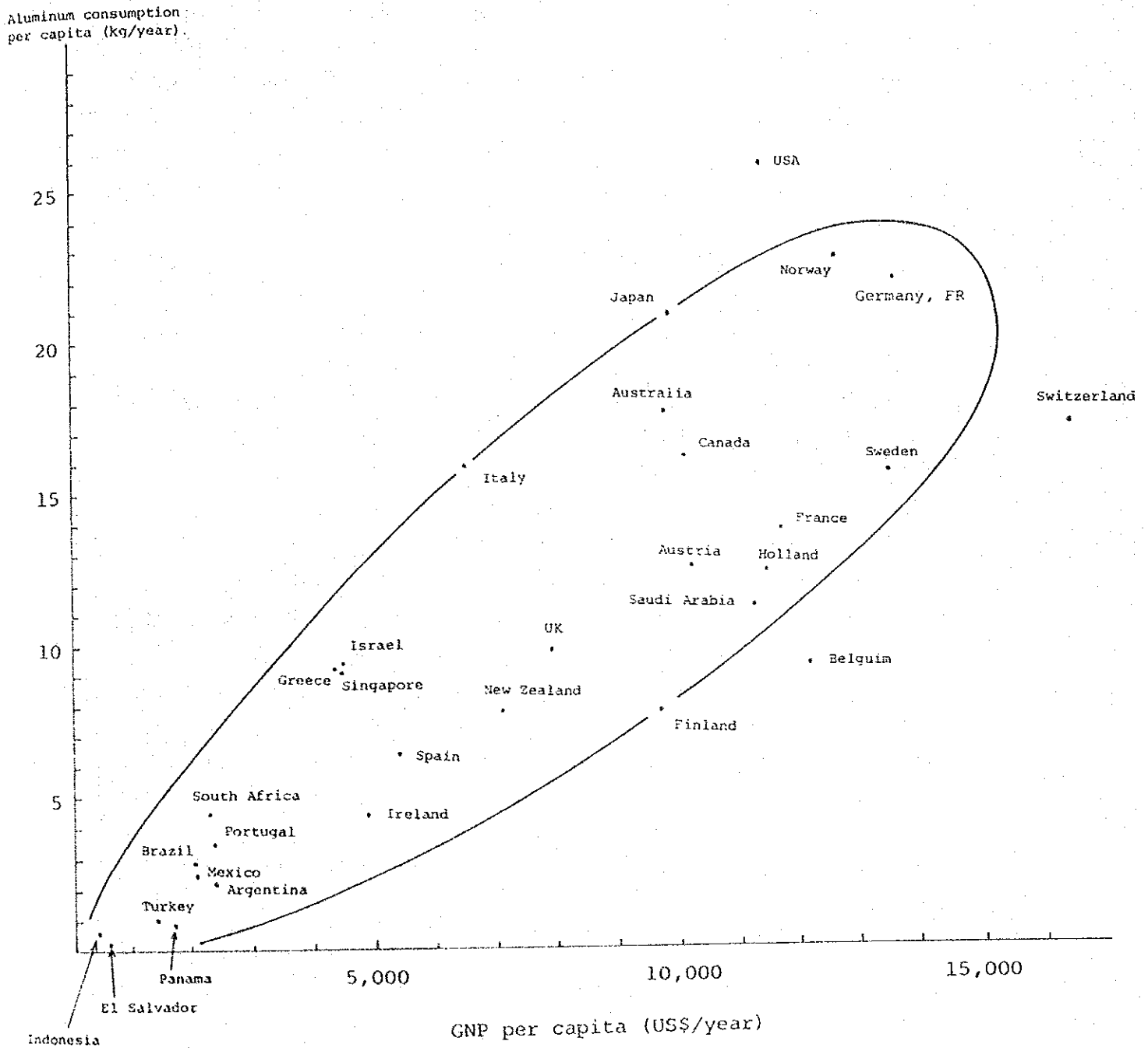


Fig. C-4 Comparison of Aluminum Consumption per Capita and GNP per Capita (1980)



Sources: GNP — World Bank, World Development Report 1982
Aluminum consumption — Reference Table C-4

新地金以外にもスクラップから再生される再生地金、また加工メーカーにおいてスクラップから直接使用される再生アルミニウム等があり、したがって、アルミニウム消費の全体像は、本来これらの総量（総消費）をもって分析の対象としなければ明らかにはならない。

それ故ここでは、Fig. C-5 および Reference Table C-5、Reference Table C-6 に、世界および自由世界の総消費量と新地金消費量との対比、また自由世界における再生地金生産量の推移を示し、そこから読み取れるいくつかの事実を指摘しておくことにしよう。

- a. 世界のアルミニウム総消費量は、新地金消費量に、その 25-30%を上乗せした量である（1980 年では 29%）。
- b. その差の量（総消費量を分母とした場合は 20 数%、1980 年では 22%）は再生地金消費量と見なされる。
- c. 再生地金消費量の自由世界と計画経済圏との割合は、新地金消費量の割合とはほぼ同じく、約 80 対 20 である（1980 年ではそれぞれ 82%と 18%）。
- d. 自由世界における再生地金の生産と消費はほとんど先進工業国におけるものであり、開発途上国のそれは微小である。
- e. 世界総消費と新地金消費の成長傾向はほぼ一致している。

しかし近年、総消費成長率の方が新地金成長率を若干上回る傾向が出て来た。たとえば 1980 年の新地金消費量の成長率は対前年比 -4.0%、1981 年は同じく -5.0%（自由世界では各々 -4.6% および -6.3%）であったが、総消費量はそれぞれ -2.9%、-3.4%（自由世界では各々 -3.4%、および -4.2%）となっており、新地金消費の落ち込みの方が総消費の落ち込みよりも激しい。

一方、自由世界における再生地金生産は極めて順調な成長を見せ、1975 年にやや減少した以外、1980 年、1981 年に至っても落ち込みを見せていない。自由世界における再生地金消費も同様であり、1980 年、1981 年はマイナス成長どころか、なおプラス成長を示している（注 1）。

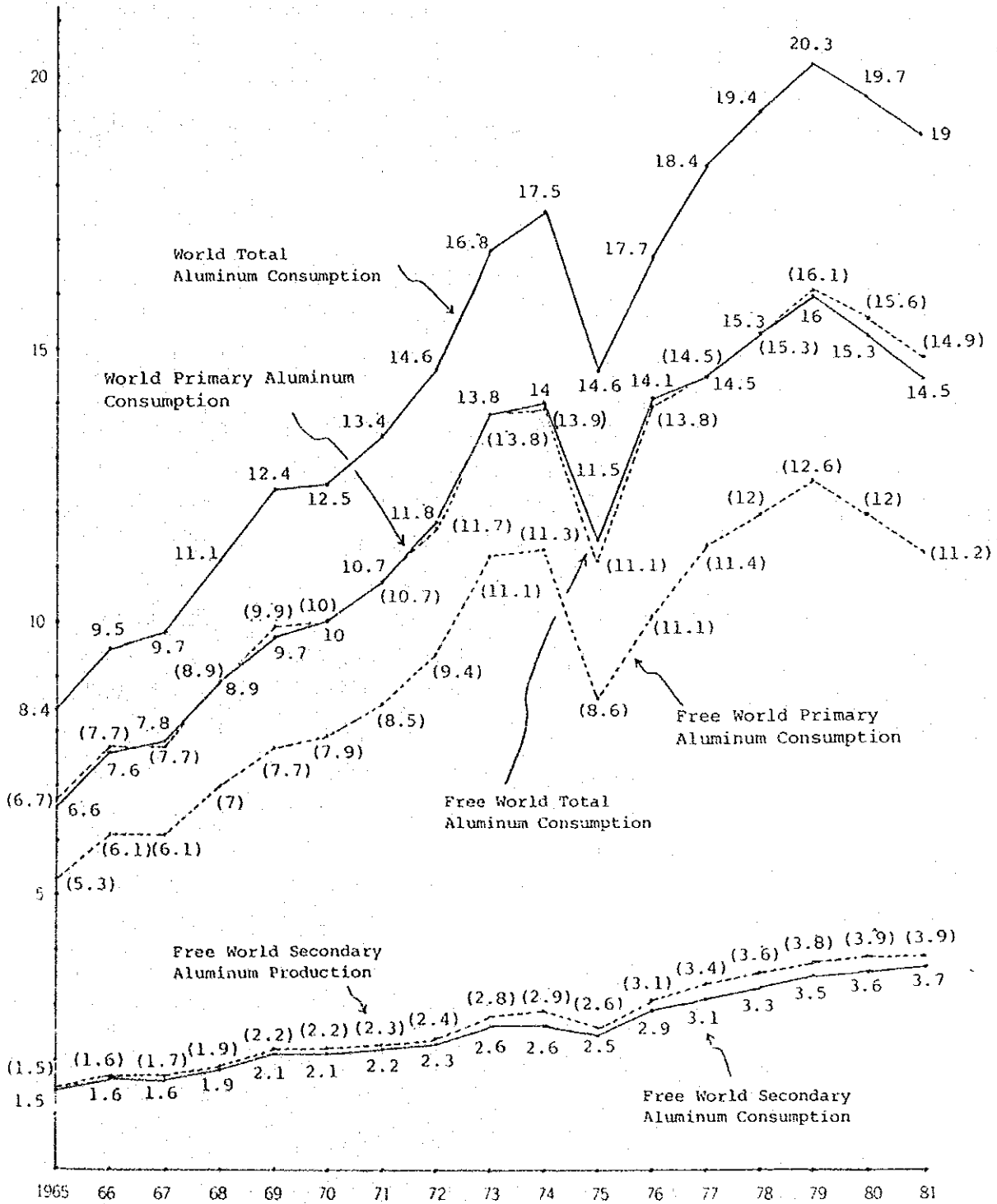
このように近年、新地金の消費が、再生地金の消費に食われる傾向が見られることに注目しておきたい。

II. アルミニウムの需要構造

アルミニウム地金は、圧延品をはじめとする鋳造、ダイカスト製品等各種のアルミニウム加工製品原料として消費され、さらにアルミニウム加工製品は建材、自動車、機械部品、

（注 1）再生地金消費のデータはないので、総消費と新地金消費との差を再生地金消費とした。

Fig. C-5 Total Aluminum Consumption and Primary Aluminum Consumption



また一般消費物資等の素材として幅広い需要産業に支えられている。このアルミニウム製品の流れを地金から最終製品に到る加工ステップに従ってフローチャートに描いたものが Fig. C-6 および Fig. C-7 である。以下に、こうしたアルミニウムの加工製品および最終需要の構造、並びにその動向について概観するが、資料入手の困難な計画経済圏および開発途上国の分析は断念し、以下の記述はアメリカ、日本、ヨーロッパ4カ国（ドイツ連邦共和国、イタリア、フランス、イギリス）の計6カ国に限定さざるを得なかった。しかし、この6カ国は1980年現在、世界総消費の約60%（自由世界の75%）を占める消費大国であり、その動向を知ることで世界の大勢は把握できると考えてよいだろう。

1. アルミニウム加工製品別需要

一口にアルミニウム加工製品といってもその範囲は広いが、ここでは資料の都合上、OECD統計（注1）に従ってその加工形態を次の6種類に分類する。すなわち、板類（板、条箔地、円板およびスラグ）、押出類（棒、型材管）、線（電線）、鍛造品、鋳造品、粉（粉およびペースト）である（注2）。

Reference Table C-7に示したOECD統計によると、1965年、これら6製品の6カ国合計需要量は667万6,000tであったが、1980年、それは1,118万4,000tとなった（注3）。約1.7倍、15年平均成長率にして3.5%である。出発点を1970年とした場合、1980年までの10年平均成長率は4.0%となりこれは先に述べた新地金消費・自由世界・先進工業国・1970→1980年平均成長率3.6%よりやや高めになっている。

この10年間の成長内容を製品別にみると、押出し類が5.6%と最も高く、次いで板類の4.3%となっており、この両者、すなわち広義の圧延品が需要増加を牽引したことがわかる。この両者の増加寄与度をみても、1970年から1980年にかけて増加した量365万3,000tの内、両者だけで296万t、増加寄与度にして81%を占めている。

次に重要なのが鋳造品で、平均成長率2.8%、増加寄与度15%である。

一方、これ以外の線、鍛造品、粉ペーストは成長率も低く、増加寄与度も少ない。Fig. C-8にはこうした加工製品別需要の推移を示した。

このようにアルミニウム加工製品需要の大部分を占めるのは、広義の圧延品（板類および押出類）並びに鋳造品であり、1980年現在、この3大加工形態だけで全需要の71%をカバーしている。

（注1） OECD, Non Ferrous Metal Statistics

（注2） アルミニウム新地金ないしスクラップを原料として作られる鋳塊を展延したものが圧延品および電線であり、鋳造したものがダイカストあるいは鋳造品である。これに鋳造品および粉末化品を加えたものが、地金からみた第一次加工製品となる。圧延品は展延形状によって板類と押出類に分けられる。

なおスラグとは、チューブ等の引抜用に使われる厚板から打抜いた小円形板のこと。

（注3） 1965年は6カ国以外にオーストリアを含む。

Fig. C-6 Flowchart for Aluminum Products by Shape

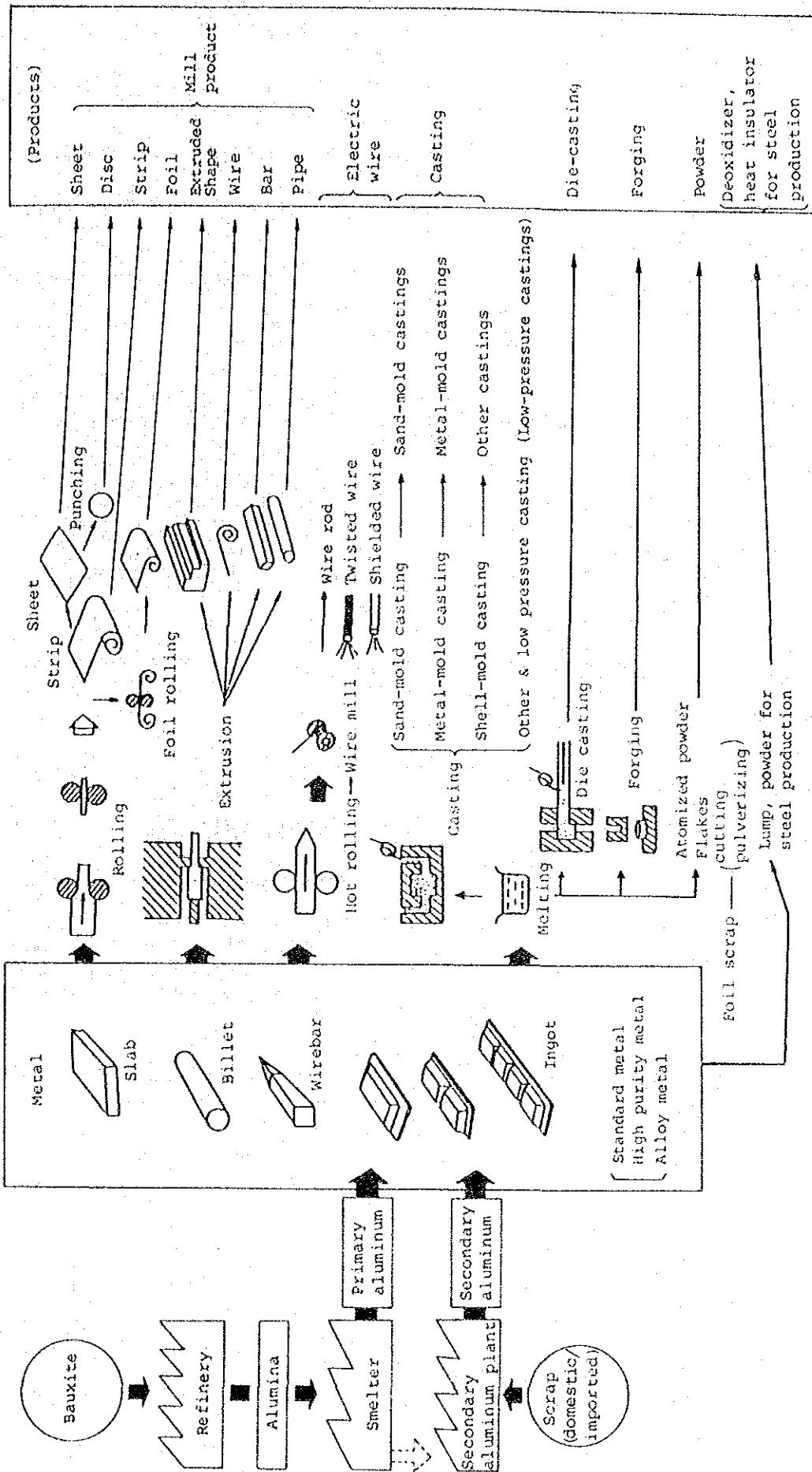


Fig. C-7 Aluminum Products by Shape and their Usage

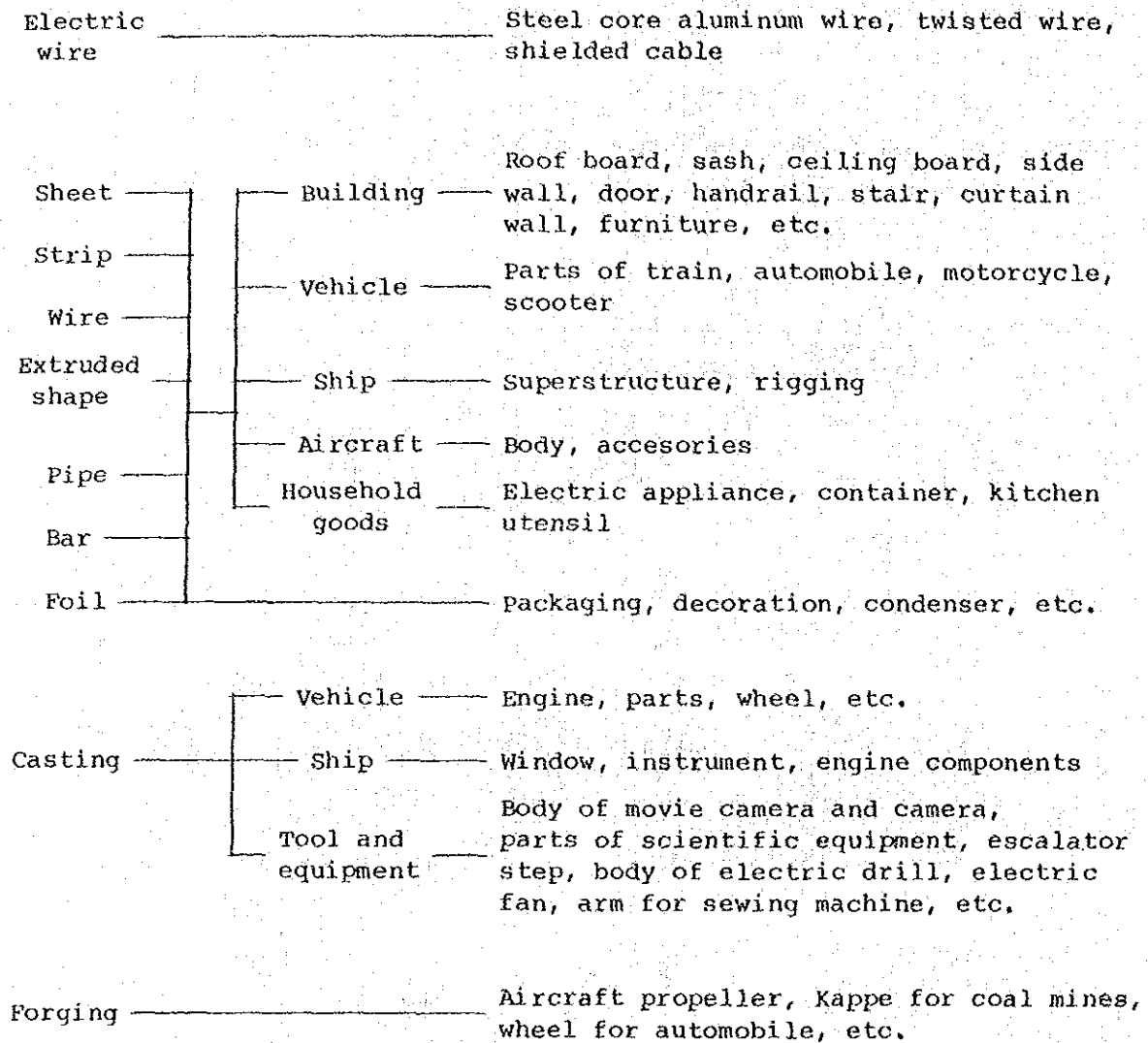
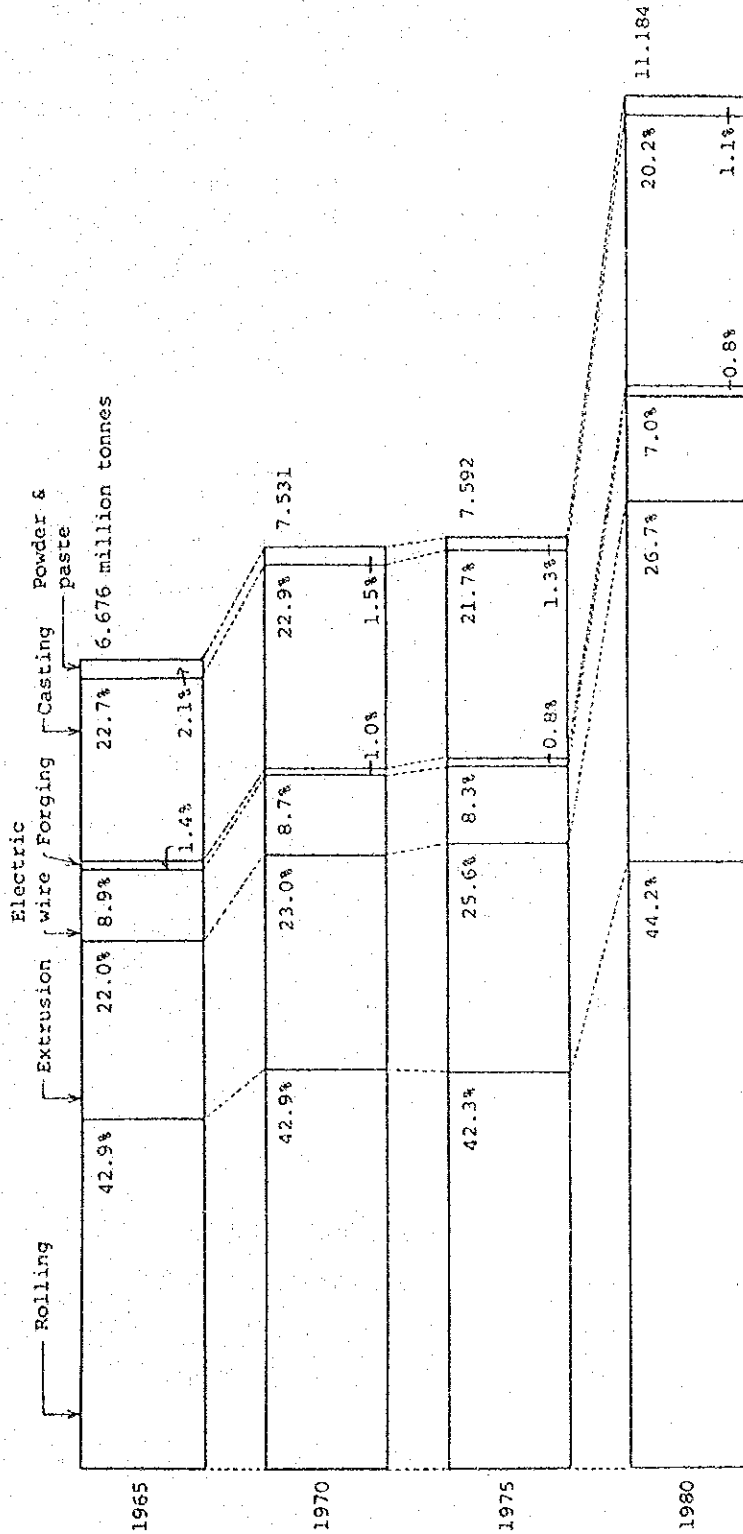


Fig. C-8 Development of Demand for Aluminum in the 6 Main Countries by Product



Source: Reference Table C-7

次に Fig. C-9 によって、1980 年における各国別の需要構造を比較する。

1. 1 アメリカ

板類のみで全需要の 56% を占め、押出類の 23% と合わせると、広義の圧延品が 79% を占める。アメリカの板類の中で最大の需要先は食缶材であり、板類のほぼ 3 分の 1 を消費していると言われる。またアメリカで目立つのは箔の使用量の大きさで、板類の 12% を消費する。その量は日本の 4.3 倍である。このようにアメリカの板類と押出類の比重は他国をとび抜けて大きく、アメリカの製品需要は板中心型、中でも消費材中心型といえよう。他のウエイトはわずかである。

1. 2 ドイツ連邦共和国、イギリス

ドイツ連邦共和国はどちらかといえばアメリカ型に近く、板類 (45%)、押出類 (24%) の合計で 69%。しかし鋳造品も 24% で押出類と拮抗している。イギリスはこれをやや平均化した形で、板類 (39%)、押出類 (29%) の合計 68% を中心に、鋳造品 (20%) もウエイトが高い。

1. 3 フランス

フランスは板類 (40%) と鋳造品 (25%) 中心型である。押出類 (17%) は 6 カ国の中で最もウエイトが低く、建材需要が相対的に弱いことを示す。反面、線 (17%) のウエイトは 6 カ国の中で最も高いというユニークな構造となっている。

1. 4 イタリア

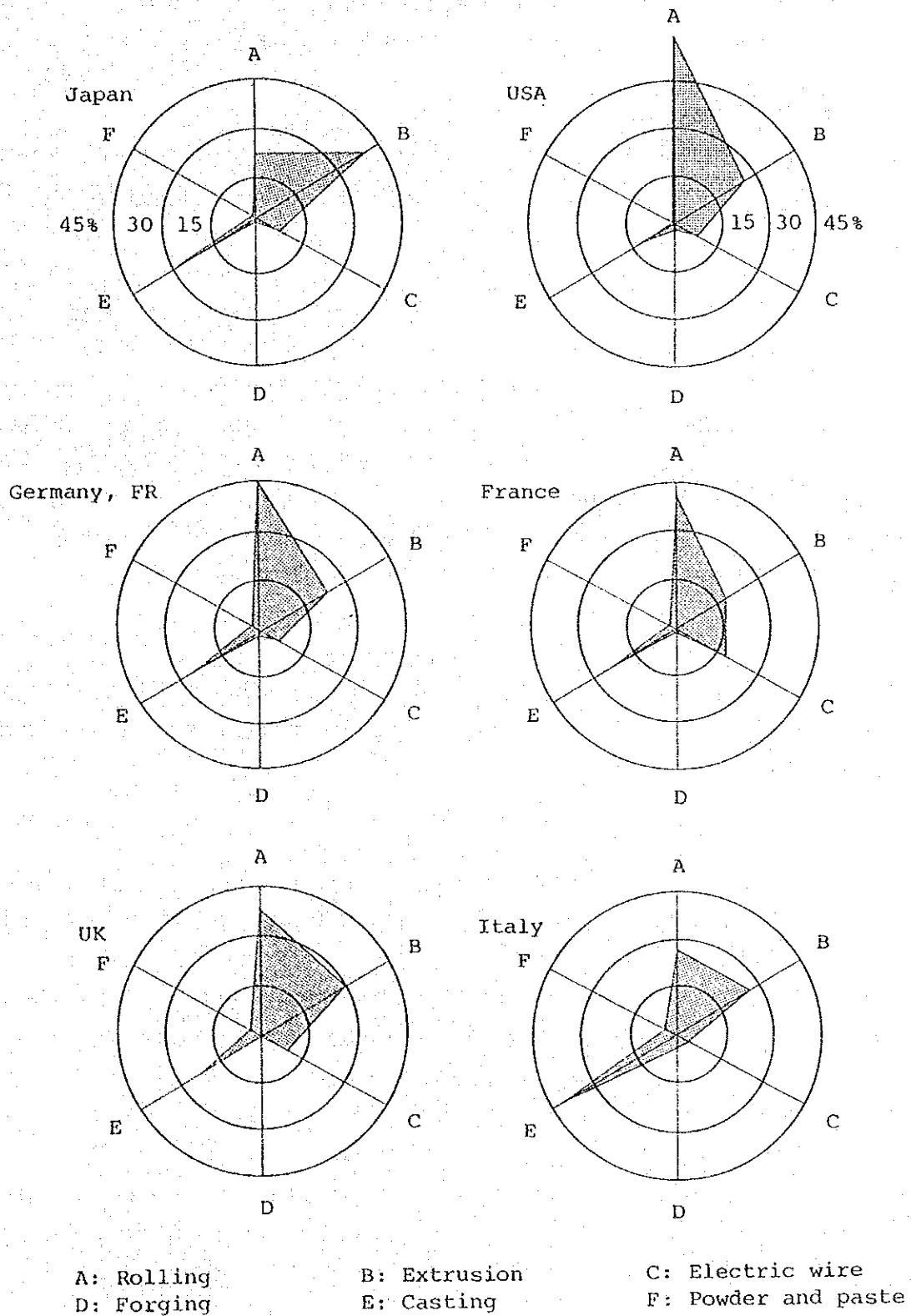
イタリアの最大需要は鋳造品 (37%) である。押出類 (28%) と板類 (28%) がこれに次ぐ。鋳造品のウエイトが高いのは他国に見られない特徴で、資本財中心型の消費構造であることを示す。粉ペースト (3%) のウエイトも 6 カ国中最大である。

1. 5 日本

アメリカに比べると、日本では押出類 (41%) および鋳造品 (28%) のウエイトが高く、両者合計で 69% になる。押出類は主として建材、鋳造品は主として輸送機械部品、理化学機械部品等に使われるので、日本の需要構造は明らかにアメリカ型とは異なっている。それはいわば、押出、鋳造中心の資本財型とでもいえよう。しかし板類も 23% と、大きなウエイトを占めている。

このように各国の製品別需要構造はそれぞれの特徴を持ち、これといったスタンダードはない。その理由が各国の産業構造や生活様式の違いにあることはいうまでもないが、競

Fig. C-9. Comparison of the Demand Structure of Aluminum by Product in the Main Countries (OECD Method)



合材産業の強弱の差をまた大きく影響しているであろう。たとえば日本における押出類(主としてサッシ類)の需要の大きさと、フランスにおける同じ需要の弱さは、日本とフランスの住宅構造ないし住宅産業の違いをよく表わしている。またアメリカにおける食缶および箔需要の抜群の大きさは、アメリカ特有の食生活様式に根ざしているといつてよい。

2. アルミニウム用途別需要

次に同じ OECD 方式 (Reference Table C-8) に従ってアルミニウムの用途別需要、すなわち最終需要市場の構造をみよう。なおここでの需要市場とは、<輸送>、<一般機械>、<電気通信>、<土木建設>、<食品・農業・冷凍・化学>、<包装>、<事務用品・日用品>、<粉・ペースト>、<鉄鋼・その他冶金・その他>、<輸出>の10種に分類したものである。

Fig. C-10 は、主要6カ国の10市場別需要推移を示している。このデータによると1965年から1980年に到る15年平均成長率は5.3%であり、加工製品別成長率より非常に高い。しかし1970年を基準とする10年平均成長率は4.3%となっており、加工製品別成長率とはほぼ一致する。中でも最大の成長を示したものは包装部門で(1970年基準8.0%)、土木建設(同じく4.5%)、および輸送部門(同じく4.1%)がこれに次ぐ。その結果、1980年現在の6カ国合計では、輸送用を除いて、輸送、土木建設、包装の3部門が、全需要の55%を占める大需要部門となった。この様子は、6カ国を3地域(アメリカ、日本、ヨーロッパ)に分けて構成比較を行った Fig. C-11 によっても明らかである。ただし日本では包装部門のウエイトはまだ低く、電気通信部門が第3位を占める。

このように6カ国合計から進んで各地域別ないし国別に見てゆくと、各地域は、加工製品の需要構造と同じくそれぞれの特色を持っていることがわかる。そこで6カ国を3地域に分けて、観察しよう。

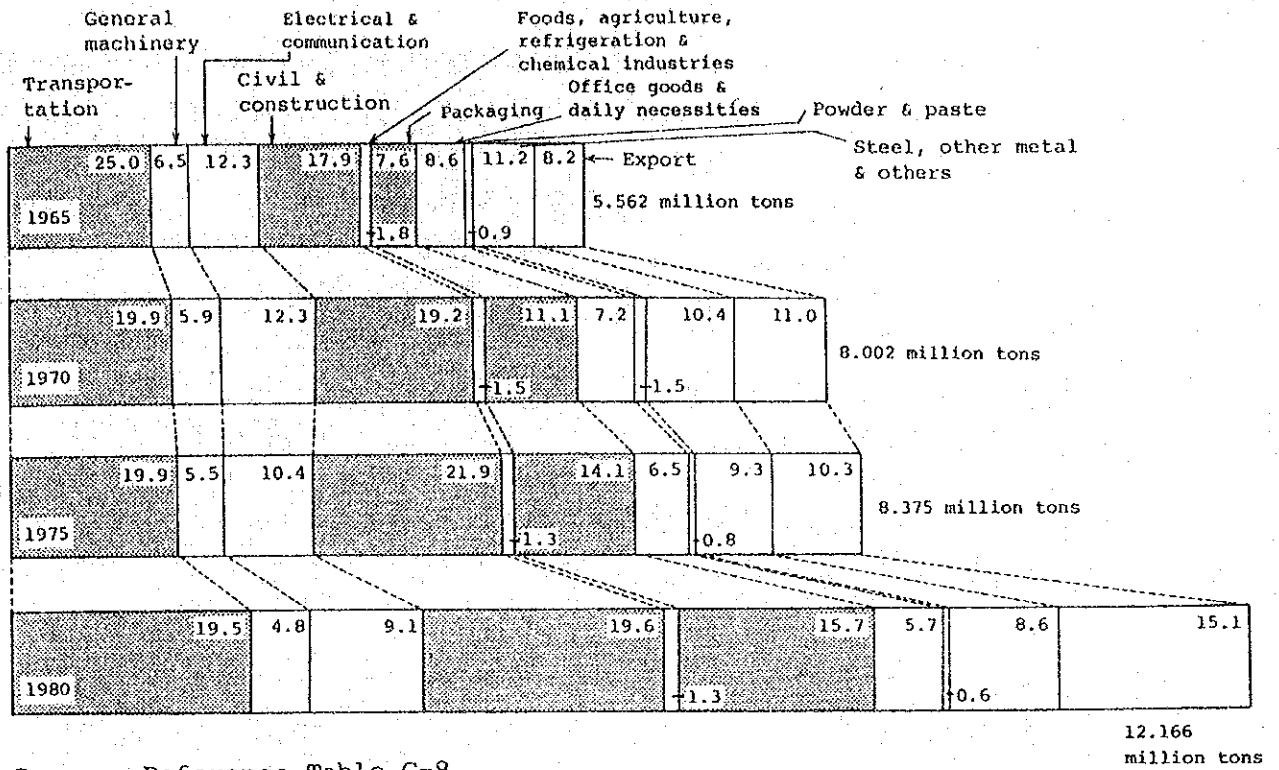
2.1 アメリカ

アメリカの最終需要構造は、1960年代の半ばにおいては輸送向(1965年シェア23.6%)を第1市場とし、土木建設(同22.3%)、電気通信(同12.6%)を加えた3部門で総需要の59%を占めるといふ3大市場を形成していた。

しかし1970年代に入って、この3大市場の他に包装市場が14.5%(1970年)のウエイトに達し、1970年代の平均成長率では8.5%という高成長を見せてトップに躍り出た。このアメリカにおける包装部門の成長ぶりは驚異的で、1965年を基準にした15年平均成長率では総需要の3.8%に対し、約3倍の11.4%に達している。量的にも15年間に5倍近い成長であり、他の市場を引離した。

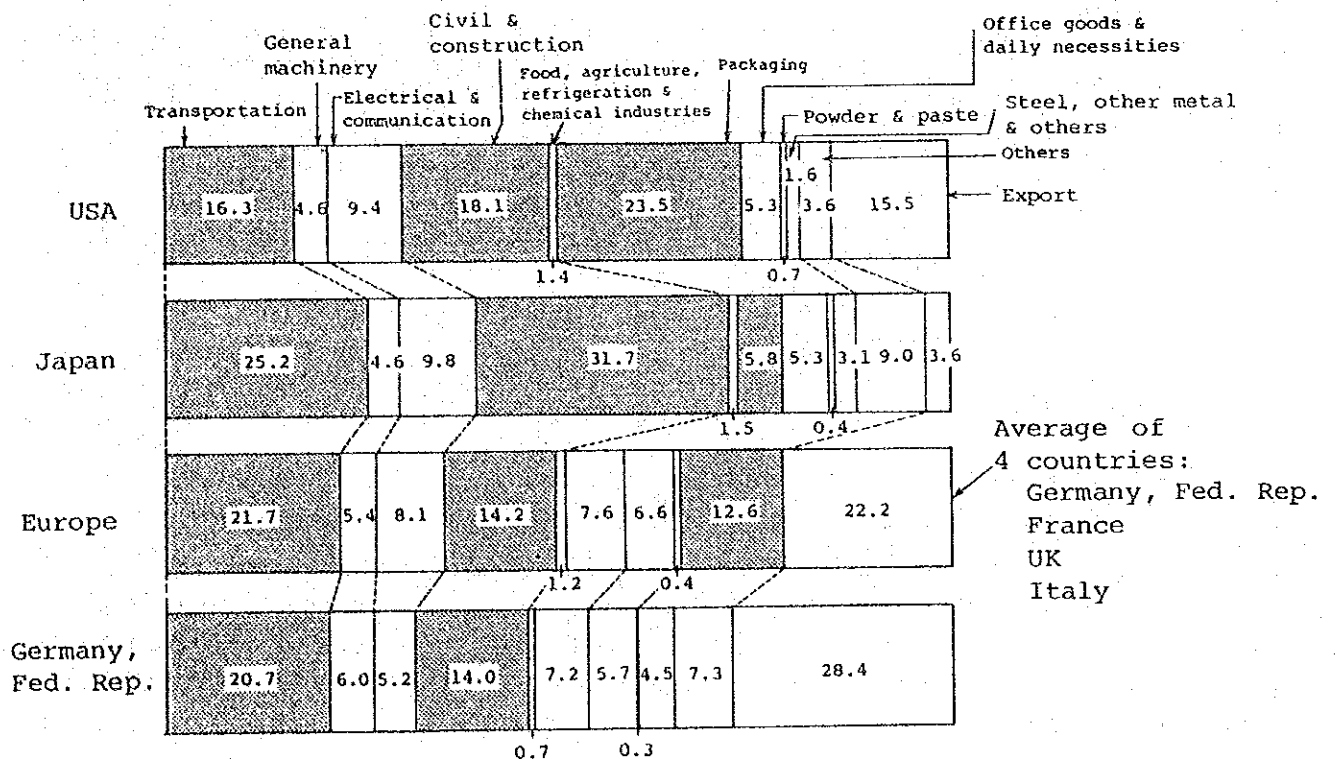
この包装部門の需要増加は、今後、これまでのような急成長はなくなるにせよ、引続き最終需要の強力なリード部門であり続けることが見込まれており、そうなればアメリカでのアルミニウム需要の包装依存度は先行きさらに高まってゆくことであろう。

Fig. C-10 Trend in Demand for Aluminum by End Market in the 6 Main Countries



Source: Reference Table C-8

Fig. C-11 Comparison of Demand Structure in the 6 Main Countries (1980)



反面、かつて3大市場を形成していた輸送・土木建設・電気通信のシェアは相対的に減少し、第1位であった輸送部門の地位は土木建設と入れかわった。しかしこの3大市場のシェアはなお重要であり、資本財市場のリーダーであることに変わりはない。

このようにアメリカの最終需要構造は、1980年現在、包装部門(シェア24%)を第1市場とする。土木建設(18%)、輸送(16%)、電気通信(9%)の4大市場型(合計シェア67%)となっており、これらの消費動向がアルミニウム需要の決定要因をなしている。また輸出市場も近年急速に伸びて来ており(1980年シェア16%)、無視できない市場を形成しつつあるが、今のところアメリカの需要は総じて内需型である。これ以外の他の部門にはさしたる特色はみられない。Fig. C-12には、これら市場のシェアの推移を示してある。

なおこうした最終需要市場と、先に述べた加工製品との関連を示す面白いデータがあるのでTable C-1に掲載しておく。このデータはAAの分類によるもので、OECD方式とは異っているが(注1)、基本的には同じである。

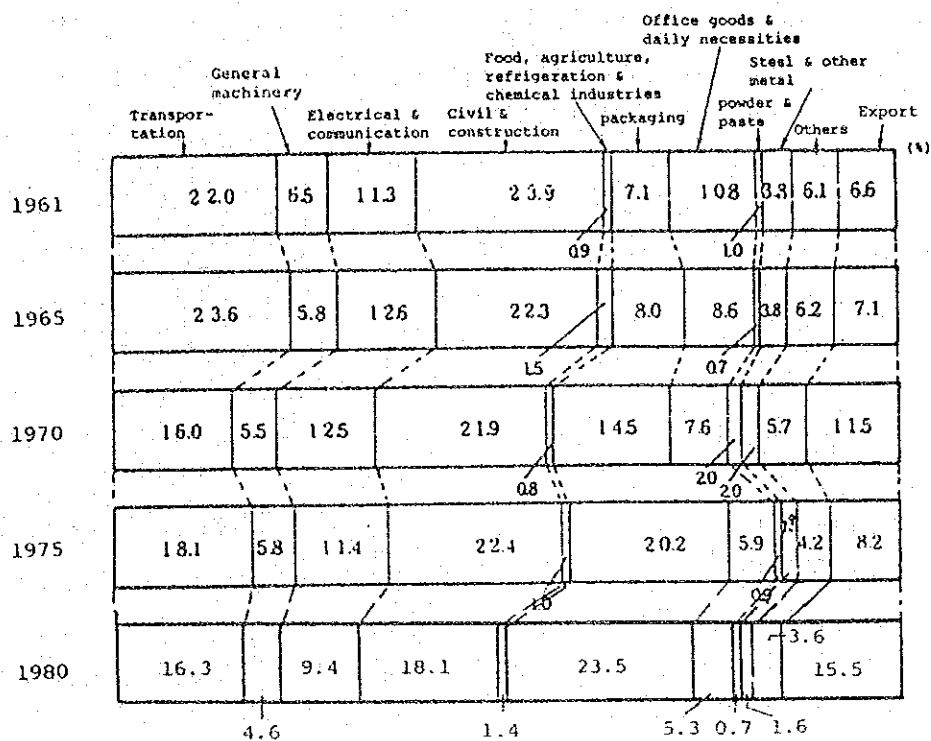
Table C-1 Trend in the Four Main End Markets in the United States (A.A. Method)

		1970		1975		1980	
		(1,000 tonnes)	(%)	(1,000 tonnes)	(%)	(1,000 tonnes)	(%)
Building & Construction (Rolling, extrusion, some casting)	Window, Door	286	42.8	312	46.5	387	52.4
	Awning, Canopy	53	7.9	42	6.3	65	8.8
	House siding	149	22.3	178	26.6	171	23.1
	Mobile home	126	18.8	89	13.3	71	9.6
	Bridge, road & highway	55	8.2	49	7.3	45	6.1
	Subtotal	669	100	670	100	739	100
Transportation (Rolling, casting)	Truck, bus	75	15.4	73	13.8	130	18.2
	Passenger car	324	64.7	390	73.7	475	66.4
	Trailer, Semitrailer	102	20.3	66	14.5	110	15.4
	Subtotal	501	100	529	100	715	100
Consumer durables (Rolling)	Air conditioner, Freezer, Refrigerator	127	57.2	83	50.3	112	53.3
	Portable appliance	29	13.1	21	12.7	25	11.9
	Kitchen utensil	66	29.7	61	37.0	73	34.8
	Subtotal	222	100	165	100	210	100
Container & packaging (Rolling)	Household & other foil, etc.	84	15.3	105	12.9	128	9.3
	Can	398	72.8	640	78.7	1,172	85.4
	Semi-rigid can	65	11.9	68	8.4	73	5.3
	Subtotal	547	100	813	100	1,373	100
Total		1,939		2,177		3,037	

Source: A.A. Statistical Review 1980 (Pounds converted to kilograms)

(注1) OECD統計では1980年アメリカの箔需要は37万7,000t (Reference Table C-7)となっているが、AAの特殊分類では12万8,000tにすぎない。しかしAAメンバーの週間新規受注報告を集計した別のAAデータでは、同じ箔需要は38万5,000tとなっており、OECD統計にはほぼ合っている。

Fig. C-12 Trend in Demand Structure in the United States



1980/1965	Average annual growth rate(%)	1980/1965	Average annual growth rate(%)
Transportation	1.2	Office goods & daily necessities	0.5
General machinery	2.3	Powder & paste	3.9
Electrical & communication	1.7	Steel & other metal	-1.6
Civil & construction	2.3	Others	0
Food, agriculture, refrigeration & chemical industries	3.1	Export	9.2
packaging	11.4	Total	3.8

Source: OECD NFMS for each year

最大市場である包装部門の内最大用途を占めるのは板類が作られる缶材で、年間およそ120万tを消費する。この量だけでも、実に1980年の中南米および日本を除く全アジアの新地金消費全量に匹敵するという巨大なものである。第2市場である建設部門も、大部分が板類と押出類から成立つ。第3市場の輸送部門では、乗用車エンジン等鋳造品が多いが、他はほとんど板類の製品となっている。このようにアメリカの製品需要が圧延品中心型であることは、最終需要市場からみても裏付けられるであろう。

2.2 ヨーロッパ

1965年時点、アルミニウムの第1市場はヨーロッパにおいてもアメリカと同じく輸送部門(シェア29%)であった。第2位は電気通信(同12%)で、輸出市場(同11%)がこれに次いだ。この3大市場で52%の占有率である。

しかし1970年代に入ると土木建設(1970年シェア11%)がその仲間入りをし、需要のリード部門となった。1970年代の10年平均成長率をみると、輸出部門が最も高い成長率(9.7%)を示し、次いで土木建築の7.5%となっている。これとは対比的に電気通信は0.7%と非常に低い成長しか見せず、1980年のシェアは8%と需要のリード部門から脱落した。

このようにヨーロッパではアメリカと異なり、現在輸出市場(1980年シェア22%)および輸送部門(同22%)を中心に、土木建設(同14%)を加えた3大市場(合計シェア58%)が、需要構造の決定要因を形成している。これに第4位の電気通信(同8%)を加えれば、4者の合計シェアは66%に達する。輸出依存度が非常に高いのは、アメリカや日本には見られない特徴で、中でもドイツ連邦共和国の1980年における輸出シェアは28%と、極めて高い(前出 Fig. C-11)。ドイツ連邦共和国にはこの輸出と輸送部門だけで約50%のシェアを占めるという。どちらかといえば偏重とも見られる傾向が続いている。

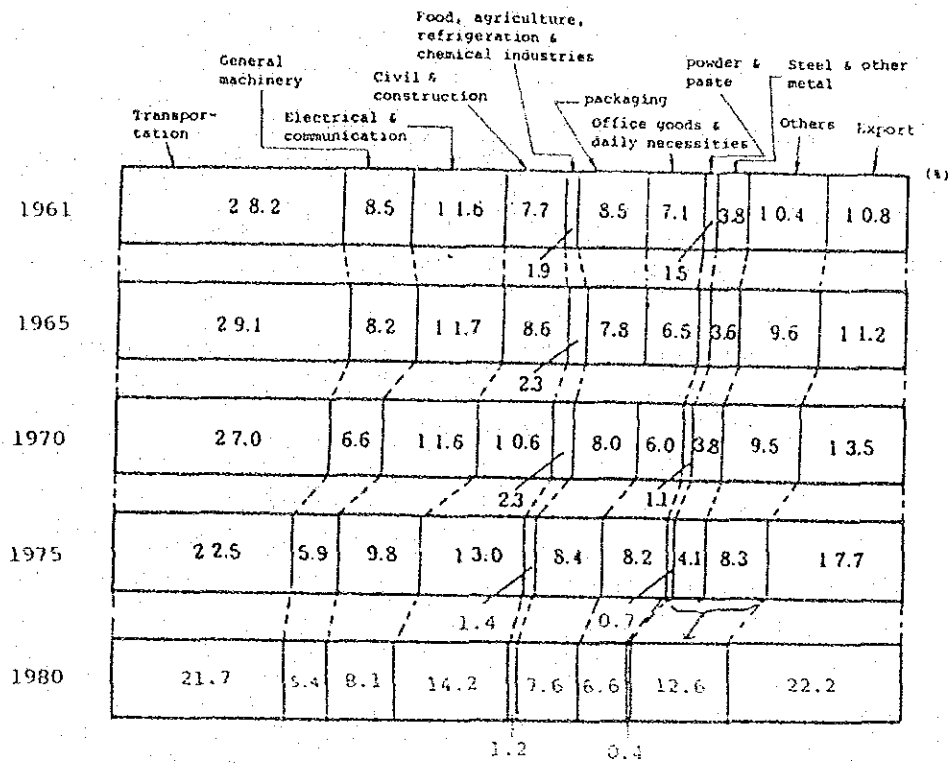
またアメリカと比較して目立つのは包装部門のウェイトの低さ(1980年シェア8%)で、1970年代の平均成長率を見ても3.8%と決して高くなく、需要の牽引力にはなっていない。Fig. C-13には、ヨーロッパにおけるこうした需要構成とその推移を示した。

2.3 日本

アメリカおよびヨーロッパにおける需要構造に比べると、日本の需要構造はその内容が激しく変化している。すなわち、アメリカにおいては輸送、土木建設、電気通信ならびに包装部門が、1965年以来その地位は入れ換りこそすれ、ほぼ一貫して需要のリード部門であった。またヨーロッパにおいても電気通信のシェアは落ちたが、輸送、輸出、土木建設はずっと上位を保ち続けてきた。

これに対し、1965年時点における日本の需要構造は、輸送部門(シェア23%)を第1位として、事務用品・日用品部門(同18%)が第2位を占め、他にも電気通信(同12%)、土木建設(同12%)と、比較的バランスの取れた様相を示していた。中でも事務用品・日

Fig. C-13 Trend in Demand Structure in Europe



1980/1965	Average annual growth rate(%)	1980/1965	Average annual growth rate(%)
Transportation	3.7	Office goods & daily necessities	5.8
General machinery	2.7	Powder & paste	-2.3
Electrical & communication	3.2	Steel & other metal industries	5.4
Civil & construction	9.3	Others	
Food, agriculture, refrigeration & chemical industries	1.2	Export	10.6
Packaging	5.5	Total	5.7

Note: Average of 4 countries; the Federal Republic of Germany, France, the United Kingdom, Italy

用品のウェイトがアメリカ、ヨーロッパに比して非常に高い点（1965年シェア日本18%、アメリカ9%、ヨーロッパ7%）が注目される所であった。

しかるに1970年代に入ってからというもの、土木建設部門が急成長し（1970年代の10年平均成長率8.9%）、1970年代の後半以後は単一需要部門で30%台のウェイトを保ち続けた。また輸送部門も同様の成長を見せ（同平均成長率8.5%）、1980年現在、この上位2部門だけで57%のシェアを占めるに至っている。

一方、かつてシェア第2位であった事務用品・日用品部門は、平均成長率2.9%という低成長しか示さず、また電気通信部門も3.8%という相対的に低い成長率に止まったため、現在では事務用品・日用品のシェアは僅か5%に凋落し、電気通信部門のシェアも10%に落ち込むこととなった。

このように、日本における需要構造の変化には極めて激しいものがあり、アメリカやヨーロッパとは大きなコントラストを示している。特に日本での土木建設のシェアの大きさ（1980年32%）は群を抜いており、輸送部門（同25%）と合わせた2部門だけで全体の約60%を占めるという構造は、他国には見られない特徴である。これに第3位の電気通信部門を加えればその合計シェアは約70%に達する。先にドイツ連邦共和国の需要構造は輸出と輸送（両者合計シェア約50%）に偏重していると述べたが、日本の需要構造は、こうした点からみると、ドイツ連邦共和国以上に偏在しているといつてよい。

しかし日本の最大市場となった土木建設は、1970年代の半ばまでは急成長を見せたものの、石油危機以降、特に近年の住宅着工の減少とともにシェアが低下する傾向を示し、注目をあびている。土木建設の停滞は、日本の製品需要構造に、再び重大な変化をもたらすきざしかも知れず、今後の動向が注目される所であろう。

なお1970年代において、日本の需要市場の中で最も高い成長率を示した部門は、実は土木建設ではなくて、包装部門である。その平均成長率は、実に12.6%（1965年基準の15年平均成長率では17.4%）という高いもので、アメリカの包装部門をものぐこれほどの急成長は、他部門には他国にも例がない。この包装部門の急成長は、アルミニウム飲料缶の急増によるものであるが、量的にはまだ小さく、総需要に占めるウェイトは1980年現在、6%に止まっている。しかし既に見たアメリカの同じシェア（24%）の巨大さや、ヨーロッパのそれ（8%）に比べても、この部門は将来を期待し得る部門の一つであるかも知れない。

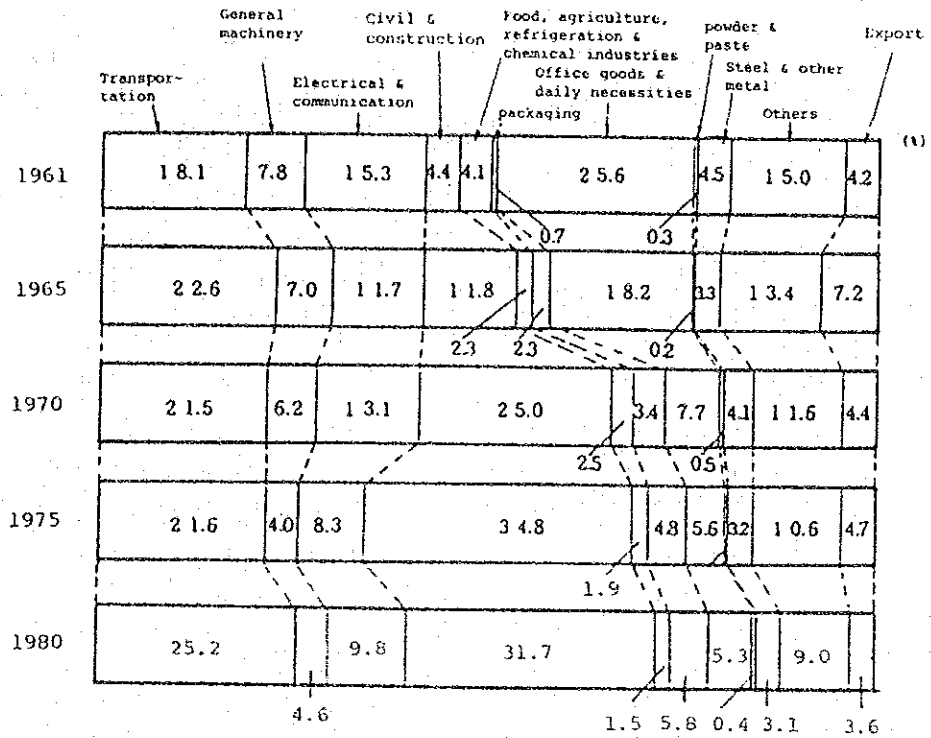
輸出部門は日本ではウェイトが低く（1980年シェア4%）、その増加傾向もないようである。したがって日本は内需中心型であり、輸出依存度の高いヨーロッパとは対象的な構造となっている。Fig. C-14には、日本における需要構造とその推移を示した。

なおFig. C-15には、主要国の需要構造とその変化を円形グラフで示してある。

3. 日本における需要構造とその推移

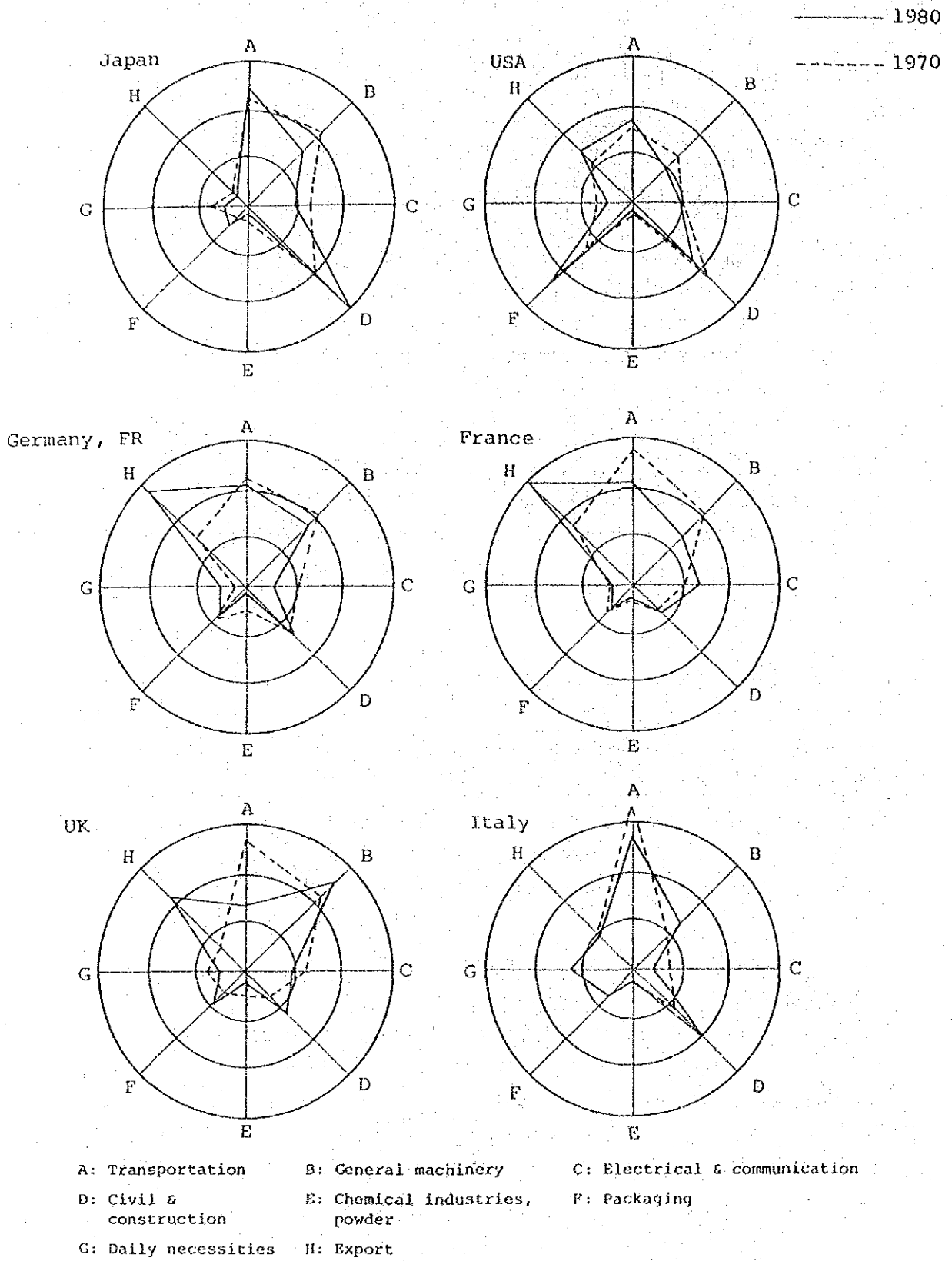
以上のように各国のアルミニウム需要構造には、それぞれの国の産業構造なり生活様式

Fig. C-14 Trend in Demand Structure in Japan



1980/1965	Average annual growth rate(%)	1980/1965	Average annual growth rate(%)
Transportation	13.6	Office goods & daily necessities	4.5
General machinery	9.5	Powder & paste	16.9
Electrical & communication	11.4	Steel & other metal	10.1
Civil & construction	20.4	Others	
Food, agriculture, refrigeration & chemical industries	7.1	Export	7.6
Packaging	17.4	Total	12.8

Fig. C-15 Comparison of Change in Demand Structure in the Main Countries (1970, 1980) (OECD Method)



に見合った特有の需要形態があり、格別な平準化傾向が見られるわけではない。したがって今後アルミニウム需要を大いに拡大させる可能性のある諸国においても、こうした先進諸国のパターンにとらわれない自由な開花発展があつてしかるべきである。

しかし今後、アルミニウム産業の発展を期待している諸国にとって、いくつかの他国の発展過程を参考にすることは決して無意味なことではない。そこで1つの事例として、日本のアルミニウム産業の発展過程を、需要構造の拡大という視点から、もう少しくわしく観察してみよう。

日本のアルミニウム工業製品は、第2次世界大戦前においては、弁当箱、洗面器等の日用品・器物として普及した他に、産業用の軽量資材として航空機用に、あるいは一部の自動車エンジン向け材料、さらには電線用や花火、火薬等に使用されていた。

第2次世界大戦中は、航空機の主要部材として最重点に使用されたが、本来的な平時における市場としては、大戦前と同じく、鍋、やかん、洗面器、弁当箱等の、日用品・器物を主力とした軽工業中心の市場であった。

第2次世界大戦後、航空機向け市場が壊滅し、しかも重要資材使用制限規則によって家庭器物、1部機械部品、電線以外にはアルミニウム使用が禁止されたため、電線以外の製品需要の開発は事実上困難となった。したがって1940年代の後半に至るまで、一部を除いて、日本のアルミニウム需要構造は、大戦前からの日用品・器物を中心とした内需型のまま、変化を見せることなく推移したのである。

しかし1950年代に入ると、戦時中に開発された高力アルミニウム合金材の改良、耐食合金材の開発、さらに三元合金材、あるいは建築構造材の開発など、素材としてのアルミニウムの汎用性を高める技術開発が開花し始めた(注1)。これに伴って各種の製造業、特に機械工業向けの新用途が開拓され、2輪車需要を中心とした陸運、洗濯機・扇風機などの家庭電器向けの需要の他、産業機械類のパーツなどの需要も増加し始めることになった。

そして1950年代後半に入って、日本経済が重化学工業の発展をベースとした高度成長期に移行するとともに、アルミニウム業界が総力を挙げて指向した新用途開発、とりわけ機械工業向を中心とした技術開発の成果は、家電機器ブーム、2輪車ブーム、カメラブーム、ミシン需要の激増等をバックにして、加速度的にアルミニウム需要を増大させて行った。

これは要するに、日本のアルミニウム需要構造は、1950年代の後半から1960年代の前半にかけて、従来の日用品・器物を主体とした軽工業的構造から、機械・重化学工業向けを中心とする先進工業的構造へと、急速な大転換を達成したのであった。この様子は、日本

(注1) 高力アルミニウム合金 = Al + Cu + Mg. (DURALUMIN もこの一種) Znを加えるとより強力になる。

耐食合金 = Al + Mg (+Si)

三元合金 = Al + Zn + Mg

におけるアルミニウムの用途別需要構造推移を示した Reference Fig. C-1 の、1955 年から 1965 年にかけての構造変化の激しさによく表われている。

その後 1960 年代後半に入ると、アルミニウム製のレディメイドサッシの開発・普及とともに、圧延品の建設向け押出し形材の需要が激増し、アルミニウムの製品需要は土木建築市場を主力とする需要構造へと、再び急速に転換し始めた。同時に、テレビ向け需要も白黒テレビからカラーテレビへ、また自動車向け需要も 2 輪車から 4 輪車へと需要の中心が移行し、さらに 1965 年における銅価格の暴騰を契機としたアルミニウム電線需要の急伸等、需要市場における質的な変化も進行することとなった。

このため、製品別需要構造の内容においても、たとえば主力製品の圧延品では、1950 年代～1960 年代前半までは板材優位構造であったものが、1970 年頃からは押出材優位構造へと転換し、また鋳物工業においても 1960 年代前半までの鋳造品優位構造が、1970 年代前半からはダイカスト優位構造へと転換を見せている(注 1)。この様子は製品別需要構造の推移を示した Reference Fig. C-2 にも明らかである。

1970 年代に入ると、ビルや住宅需要の急激な増大と相まって、土木建築需要が急速に拡大し、また陸運需要や電気通信・機械金属向け需要も定着したため、現在の需要構造がほぼ確立するに至った。すなわち、製品別需要でいえば圧延品(特に押出材)と鋳造品(特にダイカスト)とを 2 大市場とし、用途別需要でいえば土木建築と輸送とを 2 大市場とする構造である。

オールアルミ缶需要が出現したのも、1970 年代に入ってからであった。缶のボディ材やエンド材にアルミニウムを使用する食缶需要の激増が、包装向け需要の驚異的成長率を生んだことはすでに見たとおりである。

また 1970 年代後半に入ると、バルコニー、門扉、フェンス等、エクステリア製品のアルミ化が進行、アルミバット、アルミホイールの激増、さらにアルミ製 LNG タンクの建造や東北・上越新幹線車両のアルミ化、あるいはビール用小型アルミ樽の普及と、新規のアルミ需要が続々登場している。

なお日本における、こうしたアルミニウム需要の急速な展開と、一般経済情勢との関係について、Reference Fig. C-3 にこれを要約した。

以上のように日本のアルミニウム産業は、この 25 年間において、日用品・器物中心の軽工業市場から、重化学機械工業および建設工業を主力とする市場へとその需要構造を転換し、素材工業としての地位を確立・強化してきた。これを言い換れば、日常生活品を主体として大衆消費に直結していた時代から、各種機械工業や建設工業が生産する耐久消費財中心の間接需要に大きく依存する時代へと移行してきたのであった。現在の製品総需要の約 7 割が建材および消費財であることがこのことを雄弁に物語っている。ただ耐久消費財

(注 1) 鋳造品は少量個別生産であるが、ダイカストでは同型品の大量生産が可能になる。

とはいっても、そのほとんどは生活関連財であり、アルミニウムという金属の持つ特性から、その最終需要が生活関連財中心の需要構造であることは、基本的に変っていない。しかしその内容は、従前とは比較にならないほど高級化、多様化し、日本の産業構造ないし生活様式の中にしっかりと根を張ったのである。

これをたとえばアルミニウム産業総出荷額（注1）の規模でみると、1965年には2,965億円であったものが、1972年には1兆円を超え、さらに1980年には倍増して3兆400億円の市場となった。1965年を基準にすれば、その規模は約10倍、年平均成長率にして実に16.8%に達する。こうしたアルミニウム市場拡大の例として、Reference Fig. C-4に1980年の日本における需要構成を市場部門別に示しておく。

しかしながら、1960年代の後半以降、用途別需要のトップリーダーとして推移してきた土木建築向需要は、最近の住宅着工戸数の減少傾向とともに、今後、これまでのような伸び率は期待できないと考えられるようになった。したがって圧延品形状別需要においても、現在の型材のウエイトは先行き低下すると見込まれている。また同じく1960年代の後半以降、高い成長を達成したアルミニウム電線も、配送電線需要が一段落し、1985年頃までは需要拡大が期待できない等、今後のアルミニウム需要構造がさらに質的転換を遂げてゆくきざしが最近見られ始めた。それ故、日本のアルミニウム産業は、既に産業構造全体の中に確実に根を下したとはいえ、その動きは依然として流動的であり、産業構造全体の変換とともに今後も変化しつづけてゆくことであろう。

なお、日本の総需要を内需と外需とに区分すると、国内需要のウエイトが90%以上と圧倒的に大きく、したがって直接輸出のウエイトが10%以下と、欧米諸国に比べて極めて小さいことが注意を引く。しかし産業連関分析によれば、日本の国民所得ベースの最終需要において、アルミニウム新地金需要の約20%は最終的には輸出需要によって誘発されることを示している。すなわち、最近のアルミニウム製品は、乗用車、カラーテレビ等のパーツとして使用され、これらの製品輸出に大きく貢献することによって、輸出戦略産業に対する強力な銃後を形成しているといえよう。今後の日本のアルミニウム需要構造は、あるいはこうした高度技術型産業により一層密着していくことになるかも知れない。

III. アルミニウム需要の変動要因

ところで、以上述べてきたようなアルミニウム需要の拡大とその変換は、どのような要因でもたらされるのであろうか。アルミニウムの消費動向をうかがう1つのよすがとして、この問題に関するいくつかの要点を最後にまとめておくことにしよう。

(注1) アルミニウム新地金、再生地金から、圧延品、鋳造品、箔、サッシ、ドア、日用品等に至るまでのすべての加工製品を含む出荷総額。

1. 競合材料との関係

アルミニウムの代表的な競合材料としては通常、各種鋼材、銅、プラスチック、あるいは木材等が挙げられる。たとえば機械類の部品としては鉄鋼、プラスチックとの競合、電線では銅との競合、建築材料としては鉄鋼、木材との競合等である。勿論この他にも、錫、亜鉛、セメント、黒鉛繊維、ナタン、あるいはこれらの複合材料等があり、こうしたアルミニウムと競合し得る素材を数え挙げれば、恐らく際限ないほどの数になろう。

これら競合材料との関係をまずその材料の物理的特性で考えてみると、Table C-2に示したとおり、アルミニウムほどその製造にエネルギーを必要とする素材はない。kcal/cm³当りで見れば、アルミニウムは Steel billet の約2倍、Polyethylene の約7倍のエネルギーを必要とする。この意味でアルミニウムは非常に贅沢な金属である。

Table C-2 Energy Requirements in the Production of Basic Materials*

Material	Density g/cm ³	Oil equivalents by weight			Total TOE/t equivalent	
		TOE/t for feedstock	TOE/t for conversion	Total TOE/t of basic material	k cal per in ³	k cal per cm ³
Aluminum	2.7	-	5.6	5.6	2,600	158
Steel billet	7.8	-	1.0	1.0	1,340	82
Tinplate	7.8	-	1.25	1.25	1,680	102
Copper billet	8.9	-	1.2	1.2	1,840	112
Polystyrene	1.07	1.3	1.88	3.18	585	36
Polyvinyl chloride	1.38	0.55	1.4	1.95	465	28
Low density polyethylene	0.92	1.11	1.13	2.24	360	22
High density polyethylene	0.96	1.13	1.2	2.33	385	24
Polypropylene	0.90	1.17	1.38	2.55	390	24
Glass bottle	2.4	-	0.45	0.45	186	11
Paper and board	0.8	-	1.1	1.1	148	9.3
Cellulose film	1.45	-	4.4	4.4	1,100	70

* Based on UK operating data. TOE/t = tonnes of oil equivalent per tonne; k cal = kilocalories (1 k cal = 3.9683 BTU)
BTU: British Thermal Unit

Source: AME

しかしその反面、アルミニウムほど軽量性、耐食性、熱伝導性、導電性、成形性等の優れた性質を一材料に備えたものはない。この優れた特性の効果として、Table C-3に見るとく、最終製品、たとえば一容器を製作するのに要するエネルギーは、アルミニウムの場合断然少なくすむ。特に再生地金を使用したとき、その有利性は一層明らかである。

第2次世界大戦後、アルミニウムの消費が驚異的に伸びてきた理由の1つが、アルミニウムの持つこうした優れた性質への評価にあったことはいうまでもない。ちなみにその成長ぶりを他の競合材と比較してみると、Fig. C-16に示したように、銅、鉄、亜鉛に比べてアルミニウムの急成長（1970-1980年新地金消費平均成長率4.3%）が目立っている。ただアルミニウムの急成長も、プラスチックの爆発的ともいえる伸び（同平均成長率7.4%）には、一歩譲っているようである（注1）。

Table C-3 Energy consumed in the Production of various Containers

Container	BTU per container
Tinplate can	2,915
Bi-metallic can	8,415
Returnable glass bottle	25,975
Non-returnable glass bottle	12,980
Aluminum can:	
100% primary aluminum	6,106
75% "	4,737
50% "	3,368
25% "	1,998

Source: AME

(注1) ただし日本ではプラスチックの伸びよりもアルミニウムの伸びの方が先んじている。1970年を100とした日本における競合材料の消費の伸び率は次のとおり。

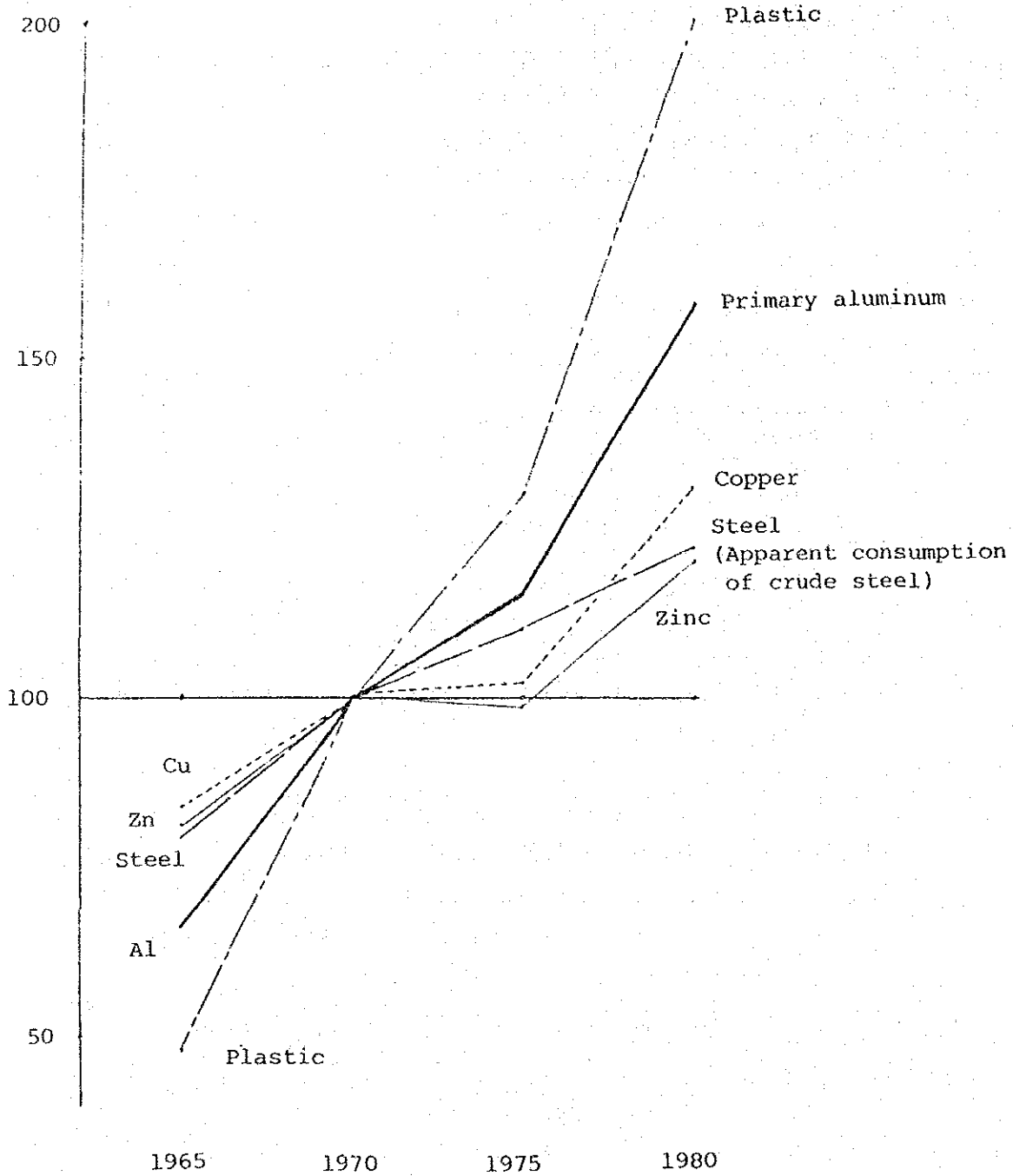
	1965	1970	1975	1980	1970-80年平均成長率
アルミニウム (1)	33	100	129	180	6. %
プラスチック (2)	31	100	101	147	3.9
粗 鋼 (3)	40	100	96	111	1.1
銅 (1)	50	100	98	177	5.9
亜 鉛 (1)	57	100	89	115	1.4

出所: 1) MS

2) プラスチック工業連盟

3) 日本鉄鋼連盟

Fig. C-16 Development of World Consumption of Primary Aluminum and Main Competitive Materials (1970 level: 100)



Source: JAF

こうした素材としての優秀性に加えて、アルミニウムの伸びをもたらしたもう1つの重要な理由は、価格の相対的な安定性であった。市場における競合材料との価格比較を行うことは非常に困難であるが、素材価格としてここにアメリカ（各種地金の平均取引価格）および日本の例を取ってみよう。

Fig. C-17、Fig. C-18から読み取れるように、アルミニウムの価格は過去何度となく値上りしてきた。しかしそれらの値上りは、いずれも他の競合材料とともに上昇してきたものであって、これを言い換れば、アルミニウムの価格は、競合材料との関係において見る限り、これまで相対的に安定してきたといえるのである。たとえば1980年、Fig. C-18において日本のアルミニウム価格の高騰が見られるが、この時は同時にプラスチックおよび木材の価格も高騰したのであって、アルミニウム価格だけが突出したわけではない。こうした価格の相対的な安定性が、これまでのアルミニウムの急成長を生んだ重要な理由の1つであったことは、言を待たないであろう。

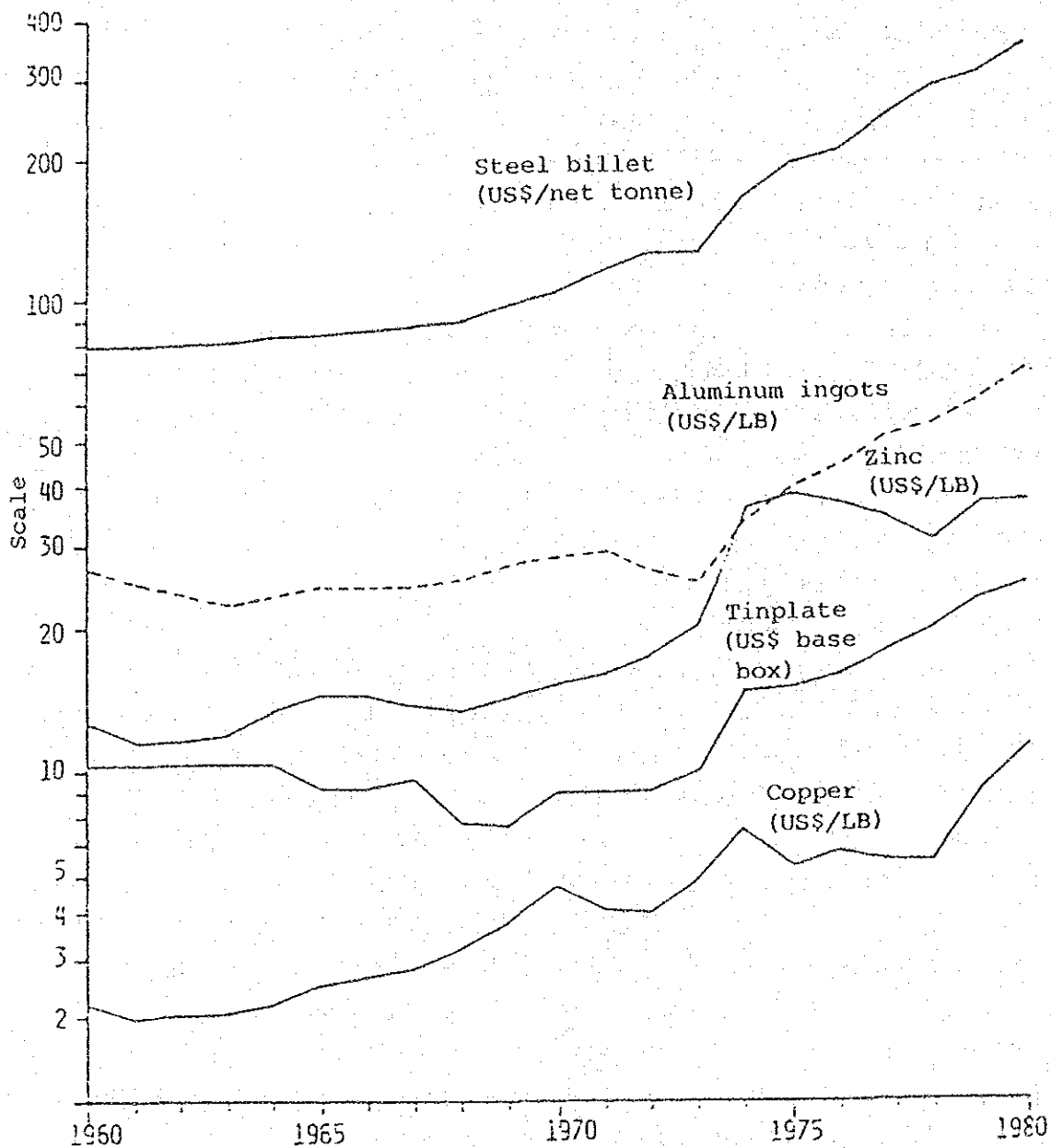
しかし、今後の問題については事態はさほど単純ではない。これまでアルミニウムが他材料との競争に勝ってきた背景には、実はもう1つの理由、すなわち、在来の伝統的な材料が、その用途もほぼ定着し、飽和状態になっていたという背景があった。ところが最近の鉄鋼技術、プラスチック技術等のめざましい進歩は、それぞれの需要分野においてアルミニウムの特性をしのぐばかりの展開を見せるに至っている。これまでもアルミニウムは他材料との激しい競争の中でその市場を獲得してきたわけだが、こうした他材料の進歩は、今後の競争を一層激しいものにすると考えてよい。

しかもこの競争の中であって、アルミニウムは他材料よりずっと重いハンディキャップを背負っている。すなわち、先に述べたアルミニウム製造に要するエネルギーの大きさである。この所要エネルギーの大きさが、もしそのままアルミニウム価格の相対的な高さに直結することになれば、アルミニウムの競争力は大きく減殺されてしまう。

勿論、短期的には、価格の急騰した素材が直ちに他材への代替を生むわけではない。たとえばFig. C-19によって、アメリカのアルミニウム消費の伸びと価格上昇との関連を見ても、アルミニウム価格の急騰が必ずしも消費の減退には結びついていないことがわかる。しかし長期的にみれば、価格の上昇は必ず他材への代替を生むし、かつてアルミニウムが他材料との競争に勝ってきたのと、正に正反対の局面が今後出現しないと誰にもいいきれない筈である。

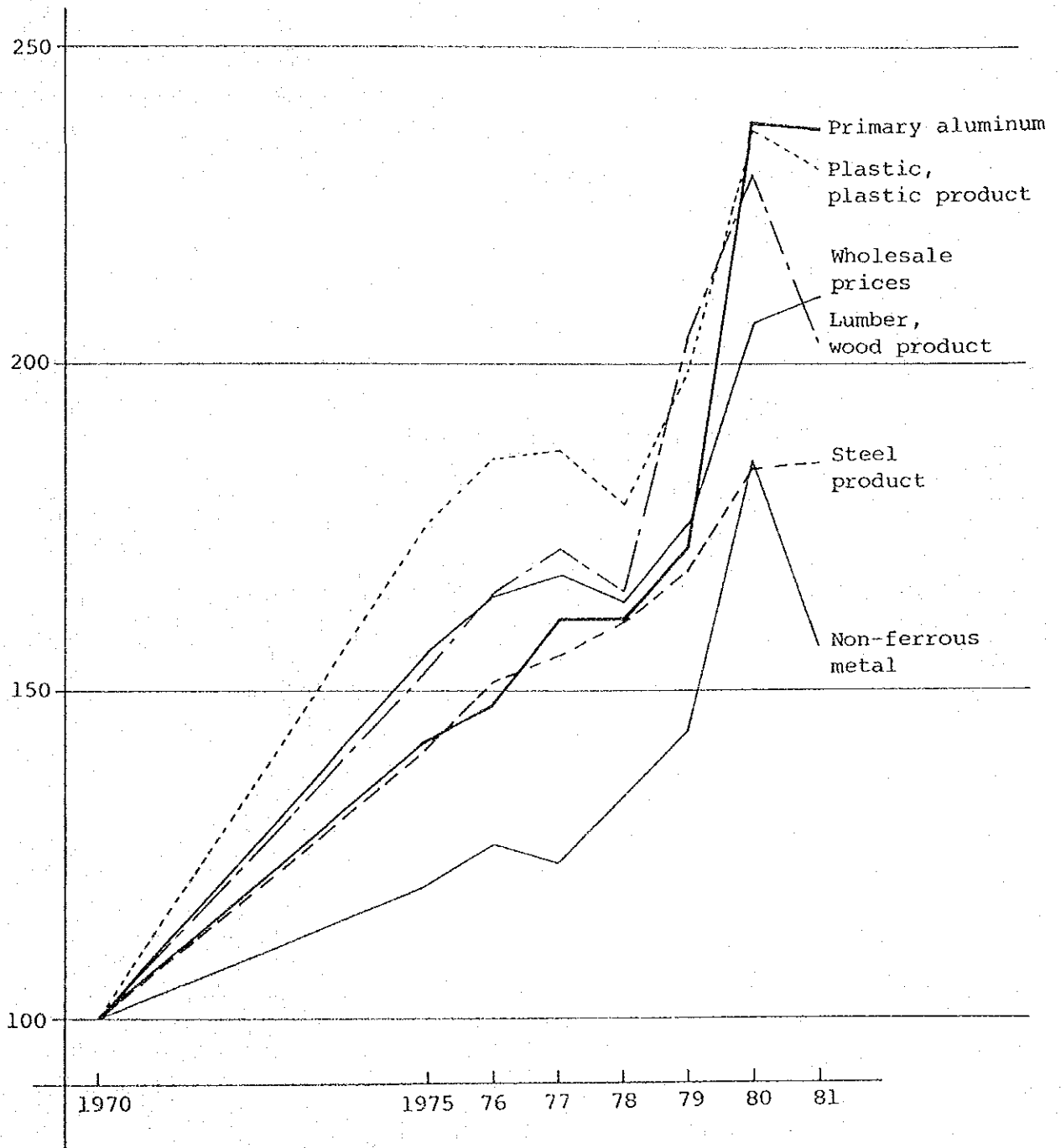
したがって、今後のアルミニウムには、所要エネルギーの大きさというハンディキャップを解消し得るだけの、最終的な製品としての価格の相対的な安定性を含む総合的な競争力、そしてそれを可能にする技術開発が、一層強く求められることになるに違いない。

Fig. C-17 US Producer Prices for Aluminum and Competing Metals



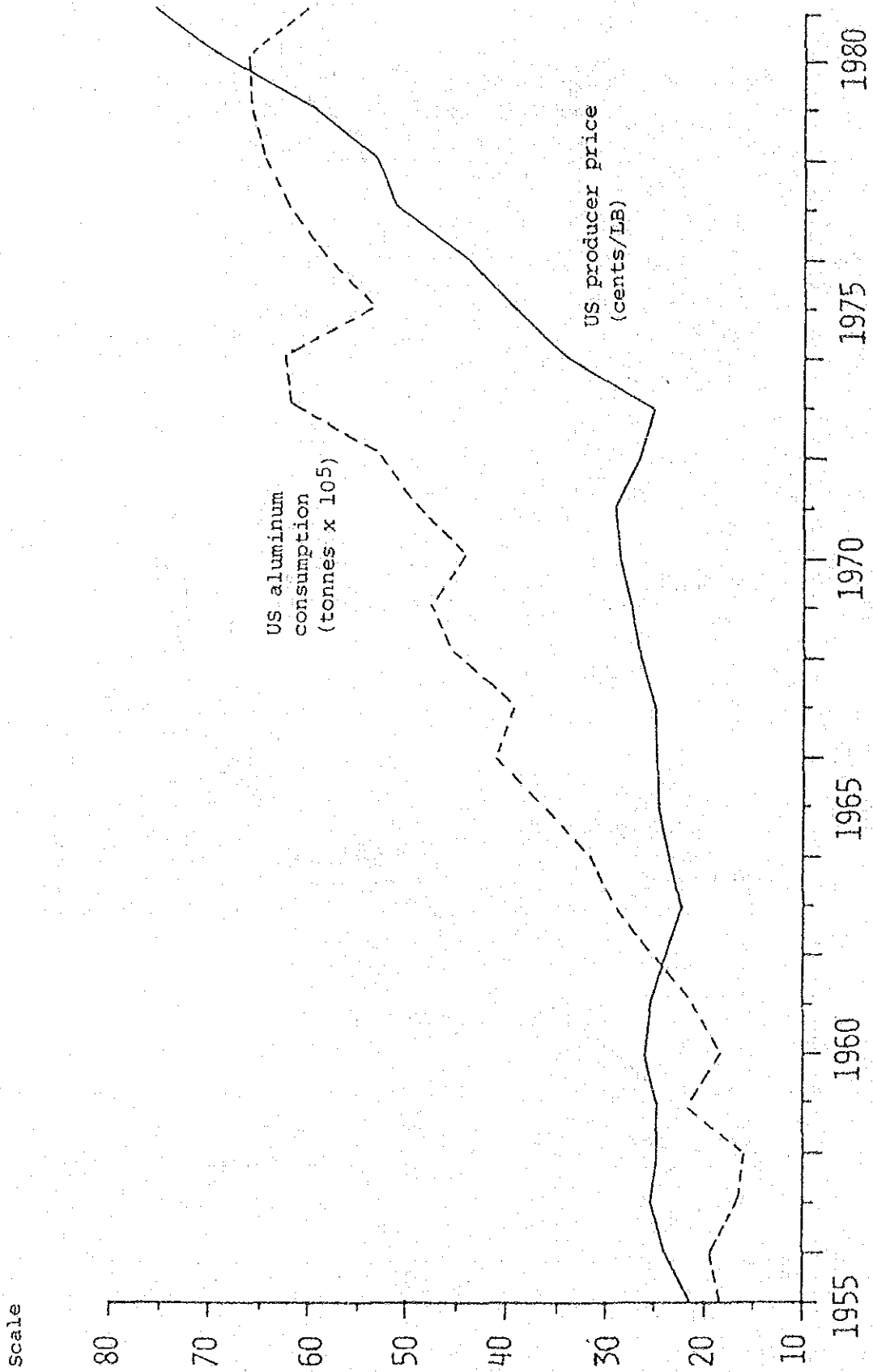
Source: AME

Fig. C-18 Price Trend of Competitive Materials in Japan
 (Comparison by price indices; 1970 levels: 100)



Source: JAF

Fig. C-19 US Aluminum Consumption and the US Producer Price for Primary Ingot 1955 - 1981



Source: AME

2. 応用技術の拡大と材料競争

このように、アルミニウムを素材に使用して、市場の需要に適合させる技術開発が今後ますます必要となってくる訳だが、それではこうした技術開発は今後どのように進んでゆくと期待されるのであろうか。この問題は大変に難しいが、ここでは自動車、建築材料、包装容器の3品目について考えてみることにしよう。

まず自動車については、鋳物、ダイカスト品を中心として、既に部品のアルミ化が相当進んでいる。Table C-4には、アメリカにおける自動車産業でのアルミニウムの使用量と、日本の1982年型車に使われたアルミ部品の例を示したが、これらの使用例を子細に見ていくと、むしろアルミニウムの応用技術がここまで拡大されてきていることに驚く。

Table C-4 Consumption of Metals by the U.S. Automobile Industry in 1979*

Metal	1,000 tonnes
Alloy steel	2,028
Stainless steel	168
Other steel	14,697
Total steel	16,893
Aluminum	1,046
Copper and copper alloys	345
Malleable iron	258
Zinc	277

* Including car, truck, and bus.

Source: American Metal Market, 1981

Examples of aluminum usage
in automobile parts
(Japanese 1982-model cars)

Note: Not all the parts shown are
used in any one car.

Casting/Diecasting

Transmission case, air conditioner compressor case, piston, intake manifold, generator housing, bracket (accessories), brake master cylinder, steering housing, water pump housing, wheel, air pump housing, carburetor body, cylinder head, brake drum, cylinder blocks, windshield wiper motor housing, brake caliper.

Mill Product

Air conditioner condensers, trim material, heater core, air cleaner, linkage component, bumpers (reinforcement, surface), hood, forged wheel, seat, radiator, wheelcap, deck lid, truck frame, load floor, forged piston, door, suspension arm, fender.

これほどまでに部品のアルミ化が実現してきた背景には、設計技術、合金技術、加工技術、表面処理技術、接合技術等の総合的な技術進歩があり、コストダウンを目指した真剣な技術改良努力が、それを実現させる力になったことは想像に難くない。したがってアルミニウムが競合材料との相対的な価格競争力を持ち続ける限り、今後ともアルミニウム部品を使用することを前提とした自動車設計が期待できる訳であり、その場合、自動車産業はアルミニウム需要の1つの柱となってゆくことであろう。

次に建築材料について見ると、現在、特にヨーロッパと日本においては、押出型材の利用が中心となっており、今後もこの傾向は変わらないと見られている。複雑な断面形状を一気に成型することができる押出加工法は、アルミニウムの性質を最もよく生かした方法であり、限りない発展性を持つ。この押出型材はこれまで主に窓枠用サッシとして、ビル、住宅、店舗等々に使用されてきたが、住宅建設が停滞している昨今、新たな商品開発の一環として複合サッシが開発された。複合サッシは断熱、遮音、雨戸、網戸、障子つき等の複合機能を持ち、大型型材を使用するので、1窓当りのアルミニウム使用量が増加し、建設戸数減少の割には量をかせぐという効果を生んでいる。またポストサッシ商品群としても、ドア類、玄関、門扉、フェンス、テラス、バルコニー、建具類等々が出現し、今やサッシをしのぐ市場となってきた。この他にも外装材としてのカーテンウォール工法、ソーラービル(ソーラーヒーターを組込んだカーテンウォール)等の進歩があり、ソーラーエネルギー関連製品を含めて、今後の展開が期待されている。

さらに、在来のコンクリートプールよりも性能面で優れているという評価が定着しつつあるアルミ製プール、またガードレール、水門、コンクリート型枠、タイル保持型枠等、今後の応用開発展開の余地は広い。ちなみに日本における新設プールの約50%は、既にアルミ製が受注している(注1)。

また、たとえばアメリカでは、カラーアルミ板を用いたサイディングやルーフィングの用途が広がっているが、こうした現象は被覆鋼板の安い日本やヨーロッパでは見られぬことであり、応用開発の方向も各国の事情によってさまざまなバリエーションを生んでゆくことであろう。ただし、建築材料における押出型材については、規格化製品の大量生産がコストダウンのための重要な要件であり、規格化製品を好まない国民性の国々、あるいは開発途上国のように規格システムそのものが未整備の国々においては、こうした方面での応用開発の展開はやや困難であるかも知れない。

包装容器については、既に見たように各種飲料缶の伸びが著しく、アメリカでの缶のアルミ化率はおよそ84%に達しているといわれる。しかし日本では、鋼板性の胴を持ち、アルミ製の蓋を持つ2ピース缶の技術的巻き返しも強力であり、コストから見れば鋼板製の胴の方がアルミ製より安いことから、今後ますます競争が激化するとの見方もある。ただ

(注1) 1979年プール発注1,070件中、500件がアルミ製。

イーザーオープンリッドだけはアルミ製が生残るとの観測が一般的なようだ。一方ヨーロッパでは、オールアルミ缶は高価だが軽さのメリットにより需要は引続き伸び続けるとの見方が強い。

オールアルミ缶の場合、回収・再生利用を考えると、複合材料缶より好ましいことは明らかである。さらに現在のオールアルミ缶を一步進めて、胴も蓋も同じ合金で作ることができるようになれば、再生利用がより促進されることになるであろうから、この方面の技術開発も期待されよう（注1）。

またコストと機能を重視して作られた紙とアルミ箔の複合材容器の伸びにも、今後注目すべきものがあり、さらにはプラスチックフィルムとアルミ箔の複合によるラミネート容器も、最近多目的に利用され始めた。こうした複合材容器は、廃棄物公害がなく、回収も不要であり、しかも内容物の鮮度を保つ材料として時代のニーズをよくとらえているので、今後の進展が期待される商品の1つである。

ヨーロッパでは缶と複合材容器との中間的存在であるリジッドフォイルコンテナが、中期保存用容器として活用されている。日本でも最近、小容量のビール樽が出現し、新需要を開拓して話題を呼んだ。こうした新製品は、時代のニーズにマッチすればあっという間に需要が拡大する可能性を秘めており、楽しみの持てる分野である（注2）。

このように包装容器部門においては、内容物と使用目的に応じた多様化の方向へと、アルミニウムの応用技術が急速に進展しつつあるといえるだろう。

しかしながら、こうした応用開発も、常に他材料との激しい競争状態に置かれているのであって、最近の技術革新に伴う各種新材料の登場は、価格面の競争も含めて、アルミニウムに対し次々に新しい対応を求めている。

たとえば、今後構造材料としてアルミニウムとの競合が激しくなると予想される材料に、次のようなものがある。

- a. 高張力鋼：機械的強度が大きく、したがって板材として厚みも薄くできる高張力鋼が軽量化要求の大きい自動車車体材料として実用化され、価格面での競争が激化している。
- b. プラスチック：プラスチックは軽量化の面でアルミニウムとの競合性が大きく、特に高強度、高耐熱度なエンジニアリング・プラスチックが多数出現し、自動車各種部材等としての伸びが著しい。

(注1) 現在のオールアルミ缶は、強度上の問題から胴と蓋との合金の種類が異なっている。これをもし同一の合金にできれば、回収缶はそのまま直接再生利用できることになる。

(注2) 日本で売り出されたアルミ樽は発売後3年目で(1981年)、約4,500万本、アルミニウム使用量にして約8,000tに達した。