

||||||| 資 料 |||||

UNESCO『科学技術の優先性の決定基準』

菰 田 文 男

資本主義の成立以来、その資本蓄積は不断に新しい産業技術を生み、その技術を基礎にさらに新しい技術をつくりだしたり、また諸技術間の新しい複合・相互依存関係や代替関係をつくりだす過程でもあった。その過程のなかから繊維、機械・工作機械、鉄鋼、金属、鉄道、電機、自動車、ゴム、石油などの産業が生まれ、物的生産性と産出量を増大させてきた。そして新しい技術革新がラディカルなものであればあるほど、様々な分野への直接間接の波及効果も大となり、長期間にわたって資本蓄積をリードすることになる。

ところで近年、20世紀の最後の四半期の資本蓄積をリードする技術革新の有無についての肯定的・否定的見解の二つが対立しているようである。しかしこのいずれをとるにせよ、今後の20年余における技術革新のうち、最も波及効果の大きいものはマイクロエレクトロニクスやその関連領域におけるそれであろうことに異論がなかろう。たとえばその通信分野や諸消費財、自動車などへの応用が予想されるし、NC（数値制御）装置などの性能向上を通じて生産過程のコスト削減に寄与しうるであろう。とりわけ比較的規模の小さい企業での多様な製品の少量生産において大きな効果をもつものと予想しうる。もちろんエネルギー需給の制約などが存在するかぎり、多くの基幹産業を包含したかたちでの産出量そのものの大きな増加率はありそうにはない。経済全体の産出量の伸びの低位と生産性の上昇（どの程度に予測するかは別として）との並存という形をとることになるのかもしれない。

このように今後の資本蓄積の動向やさらに国際分業構造の理解のためには、各産業技術や応用科学の領域まで含めた技術の特質や相互依存関係や代

替関係の理解は不可欠であり、きわめて重要である。

ここに『科学技術の優先性の決定基準 (Method for Priority Determination in Science and Technology)』(1979年)と題するユネスコの一研究がある。ここではこの研究を紹介する。これは発展途上国の経済開発にとって技術の獲得が不可欠であるという認識のたかまりにもとづき、途上国がいかなる技術を優先的に振興・獲得すべきかについての判断基準を求めて、まず科学技術の分類をおこない、さらにその諸科学技術間の相互依存・規定関係を研究したものである。この研究が途上国の技術政策の確立を目的としたものであることによって、その結論にバイアスのかかることは十分に予想されるとはいうものの、今日の先進国の技術政策・戦略を理解するうえでも十分に参考になりうるものと考ええる。

二

まずこの研究の手続きから紹介する。それはまず諸科学技術の分類に始まる。国際標準産業分類 (ISIC) が産業の分類をおこなうように、科学技術を体系的に分類することは今後の研究の発展にとってきわめて重要である。ユネスコの分類は自然科学のみでなく、社会科学—人文科学をも包含するものであって、大分類、中分類、小分類の三つの段階で分類されているが、膨大なものなのでここに揚げる余裕はない。原文を参照されたい。もちろんこの分類は未だ不十分なものであって、いくらかの疑問も感じられるが、今後の研究がまたれる。

ところで本研究で対象とされるのはそのうちの自然科学に属するものであって、したがってたとえば「経済科学」の中に含まれる企業管理技術などは対象とされない。

次に経済開発目的が析出・分類される。これは途上国のこれまでの経済開発目的にもとづいて、ユネスコの研究チームが分類したものである。そしてこれに優先順位が付されて四つの段階にランクづけされる。その結果は第1

表の通りである。

第1表 経済開発目的の優先順位

分野	順位	1	2	3	4
農業		米・二期作	農園栽培	森林	ゴム, 漁業, 砂糖
鉱業		石油, 天然ガス	すず, ボーキサイト	硫黄	
工業		食品, 飲料, タバコ 繊維, 履物, 皮革	化学および関連製品	金属, 機械	木材, 非金属
公益事業		灌漑	電気, 道路, 橋	水資源, 灌漑補修 技術サービス	住宅, 廃棄物処理
通信		水上輸送, 陸上輸送	航空輸送	電気通信, 郵便	旅行
教育		初等教育	中等教育 高等教育(自然科学)	制度外教育	教員養成 文化スポーツ 高等教育(社会科学)
衛生		家族計画	風土病管理 衛生教育・サービス	環境衛生, 栄養 幼児衛生	食品・薬品管理
人的資源		雇用創出	職業訓練 所得分配	労使関係	

次に三つのマトリックスが作成される。すなわち経済開発目的と経済開発目的との相互依存・規定関係を示すマトリックス, 科学技術と科学技術との相互依存・規定関係を示すマトリックス, 経済開発目的に対する科学技術の規定関係を示すマトリックスである。(前の二つを「cross-support matrix」と呼び, 最後のものを「relevance matrix」と呼ぶ。)そして縦軸の範疇が横軸の範疇の進歩に寄与する度合を四つの段階に分ける。これが第2表における■, ●, ○, ブランクとして示されているものである。ここで■とは縦軸の範疇が横軸の範疇の進歩に決定的(critical)な意義をもつことを示し, ●とはかなり重要(important)であることを示し, ○はある条件のもとでは関連をもつ(of interest)ことを示し, ブランクは全く関連のないことを示す。たとえば第2表においてコンピューター技術はコンピューター技術自身の進歩

に critical であると同時に、宇宙技術にとっても critical であること、また逆にコンピューター技術はエレクトロニクス工学から critical な貢献を受けとることを示している。そして四つの段階を数量化し、それぞれ順に 4, 2, 1, 0 の値を与えるものとする。

もちろん言うまでもなくこのような操作は各科学技術や開発目的の質的相違や規定・依存関係の質的相互を無視し、同質化していることになる。科学技術とは本来、質的なものであるということを考えればこの操作には問題があるが、このマトリックスの意義が全面的に損なわれるものではない。

次に各開発目的や科学技術間の重要性にもとづいてウェイトを与える（加重係数）。たとえば第1表で開発目的の優先性の高いものには高い係数が与えられる。この際たとえば第1表では農業部門の米に第1位の優先順位が与えられ、公益事業の灌漑用水の補修には第3位の優先順位が与えられていたが、その補修は米の生産性上昇に critical に貢献するので、第1位の優先順位へ繰り上げられるというような操作がおこなわれたうえで加重係数が決定される。この手続や計算方法は紹介することは出来ないが、第2表の横軸の上部に各科学技術の重要性に応じて加重係数が付されている。ところでここで忘れてはならないことは、この優先順位は途上国におけるそれであって、したがって各範疇間の依存・規定関係もこのことを反映しているということである。たとえば大量の失業者をかかえる途上国においては、鉄鋼業におけるオートメ化の意義は critical とはならないだろう。このように各範疇間の依存・規定関係は純粹に技術的要因によって決まるのではなく、社会的要因が加味されているのである。しかもこの評価がこの研究に参加した技術者や経済計画担当者の主観が混入することも見逃してはならない。

三

以上の手続きにもとづいて三つのマトリックスが作成されるのだが、ここでは紙面の都合で諸科学技術間の相互依存・規定関係を示す cross-support

matrix を紹介するにとどめざるをえない (第2表)。このマトリックスを選んだのは、これがわれわれの関心である諸工業技術の特質や相互依存・規定関係を最も理解しやすい形で示すからである。

第2表でまず横軸に沿ってみれば、諸範疇が他の範疇にいかにか寄与しているかが示され、それが priority profile と reference profile の二つの方法で示される。priority profile は各範疇の加重係数を加味したもので、reference profile は加重係数をすべて均一に1とおいたものである。逆にマトリックスを縦軸に沿ってみれば、各範疇が他の範疇にどの程度依存しているかが示され、これが dependence index として示される。

ここで cross-support coefficients と cross-support number および dependence coefficients と overall dependence number の算出については説明を要しないと思われるので (■が4, ●が2, ○が1, ブランクがゼロであるということを思いだせばよい), cross-support index と dependence index の算出方式についてすこし説明をしておく。

まず w_j を第 j 番目の範疇の加重係数とし、 R_{ij} を第 i 番目の範疇が第 j 番目の範疇へ寄与する度合 (4, 2, 1, 0 のいずれかである) として

$$R_i = \sum_{j=1}^N w_j R_{ij} \quad (N \text{ は範疇の総数。ここでは } 96)$$

によって、第 i 範疇の技術の他技術への規定度合を示す。次に

$$W = \sum_{i=1}^N w_i$$

によって加重係数の総計を示すものとすれば (ここでは1000)

$$\text{cross-support index} = \frac{R_i}{4 \times W} \times 100$$

となる。ここで分母の4はある範疇が critical であったときの値であったから、 i がすべての範疇に対して critical であれば、cross-support index = 100 となる。すなわちこの値が100に近いほど他の範疇への寄与度が大きいことを

示す。(既述のように reference profile における cross-support index は加重係数をすべて1とおいたものである。

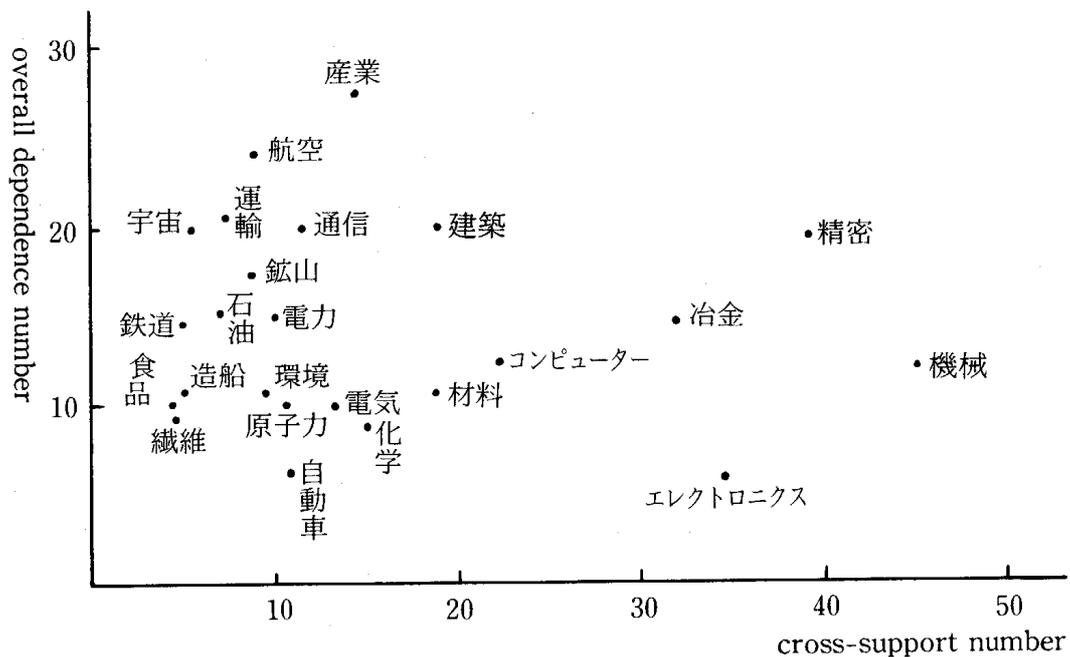
次に dependence index についても全く同様であるが、この値が大きければ大きいほど、他の範疇に依存する度合いが大きいことを示す。(ここでは加重係数の加味されないもののみが掲載されている。)

四

最後にこの研究から理解されるいくつかの点について言及し、今後の一層の研究の必要性についてふれておく。

第2表のなかから「工学・工業技術」のみをとりだして依存・規定関係をみれば第1図のようになる。第1図や第2表から理解される第一の点は、エレクトロニクス技術は他技術の基礎となるが、逆に依存することがなく、基礎物理学に依存するきわめて高度の技術であるということである。エレクトロニクス技術ほどにはではないがコンピューター技術についても同様の性格がみられる。

第1図 「工学・工業技術」間の相互依存



第二に機械工学や精密機械、冶金技術などはそれぞれ他産業のための工作機械や材料技術の基礎となるということから、当然のことながら他技術への貢献度が大きい。しかしたとえば機械工学は基礎科学への依存度が低いことや、また機械工学に基礎をおく工作機械技術の領域でのイノベーションが歴史的にも漸進的なものが多く、ラディカルなものが少なかったことなどから¹⁾ 比較的模倣の容易な技術であることがわかる。(工作機械の領域でのきわめてラディカルなイノベーションであったNC (数値制御) 装置などは「精密機械」の中に含まれているようである。)

第三に今日、複合先端技術として知られる宇宙・航空技術や通信技術は、とりわけエレクトロニクスやコンピューター技術に大きく依存しているが、逆に他技術への貢献の割合は小さい。

第四に伝統的産業に属する技術のなかには他技術への貢献度も依存度も小さいものが多い。たとえば繊維、食品や自動車などに関するものである。

このような認識のもとに二点ほど私見を述べておく。第一に今日とりわけ新興工業国 (NICs) を中心として繊維、衣類、皮革、一部電子部品などにおける国際競争力を強めるとともに、鉄鋼などの基幹産業でも国内経済基盤を強化する傾向がみられる。(もちろん様々の矛盾を同時に生みだしつつではあるが。) このトレンドが一層進められるべきであるとすれば、今後とりわけ機械・工作機械などに関する技術を獲得することが必要となるであろうことはその貢献度の大きいことから明らかである。安価な労働力とそれを効率的に利用しうる機械・工作機械に関する技術の獲得は、途上国の開発に一つの展望をひらきうるかもしれない。しかも機械工学を基礎とするこれらの技術は比較的獲得が容易である。しかも先進国の経済成長率の鈍化が途上国向け機械輸出の増加をもたらしており、それと同時に機械に体化されないノウハウが輸出されていることがこれをさらに容易にする²⁾。しかし反面で先進国は途上国の手の届かないエレクトロニクス技術を背景に生産工程を自動化

1) J. Withers et. al., International Manufacturing Performance and the Role of Technology, p. 126.

2) 『OECD レポート・新興工業国の挑戦』(東洋経済) 1980, 10—1頁および18—9頁。

(NC装置、産業ロボット)し、生産工程の機械的 (mechanical) な部分を電子回路が縮小、代替することによって途上国に対する競争力を回復することが目指されることになる。このような事情は今後の国際分業構造をみるうえできわめて重要になろう。

第二に企業の対外技術戦略をみると、その企業のもつ技術の特質がそれに大きく影響するということである。たとえばアメリカ企業の対先進国向け直接投資は100%出資方式や少数株所有方式やさらには合弁企業方式など多様な形をとりうるし、さらにその代替物として非関連企業へのライセンス供与の形式をもとりうる。最近では共同開発も注目されている。そしてたとえばエレクトロニクスやコンピューターのような高度な技術をもつ企業は技術の流出を恐れて100%所有方式を好むこと、新エネルギー開発や航空機エンジン開発のように巨額の資金を要する場合には国際共同開発などが志向されがちであることなどが知られている。

以上の二つの点はその一例にすぎないが、工業技術の特質やその相互依存関係や代替関係の研究は、今日きわめて重要であり、その意味でユネスコのこの研究は貴重である。しかし未だ始められたばかりであり、十分なものとはいえない。今後このような研究がさまざまな場所で発展的に継承されてゆかれねばならないであろう。

第2表の配列

(その1)	(その2)
(その3)	(その4)
(その5)	(その6)

Priority Profile

Cross-support Coefficients			Cross-support Number	Cross-support Index
■	●	○		
14	77	88	298	7
20	80	94	334	8
35	45	100	330	8
9	32	22	122	3
7	18	35	99	2
13	46	51	195	5
13	18	64	152	4
16	112	71	359	9
16	7	54	132	3
4	23	51	113	3
24	103	48	350	9
20	190	54	514	13
45	67	72	386	10
22	58	13	217	5
62	11	84	534	13
40	7	206	380	10
18	43	31	189	5
24	64	102	326	8
47	169	167	693	17
70	35	72	422	11
82	119	180	746	19
15	169	98	496	12
10	8	95	151	4
2	14	•	36	1
4	•	15	31	1
3	20	105	157	4
8	•	36	68	2
6	•	77	101	3
3	•	14	26	1
9	36	69	177	4
18	4	57	137	3
14	•	•	56	1
14	3	2	64	2
44	25	186	412	10
38	104	106	466	12
49	55	198	504	13
22	•	84	172	4
12	83	126	340	9
47	88	124	488	12
42	29	54	280	7
21	62	94	302	8
38	21	143	337	8
11	50	50	194	5
2	45	64	162	4
69	109	98	592	15

Reference Profile

Cross-support Coefficients			Cross-support Number	Cross-support Index
■	●	○		
1	4	6	18	5
1	4	3	15	4
1	3	7	17	4
1	2	1	9	2
1	1	3	9	2
1	2	3	11	3
1	1	3	9	2
1	8	5	25	7
2	1	4	14	4
1	2	3	11	3
1	6	4	20	5
2	11	7	37	10
1	4	7	19	5
1	4	3	15	4
6	15	11	65	17
2	1	11	21	5
1	2	4	12	3
1	2	8	16	4
3	13	19	57	15
2	2	8	20	5
4	11	12	50	13
2	8	14	38	10
1	1	5	11	3
1	1	•	6	2
1	•	3	7	2
1	4	10	22	6
1	•	3	7	2
1	•	6	10	3
1	•	1	5	1
1	4	6	18	5
2	1	6	16	4
1	•	•	4	1
1	1	1	7	2
3	2	12	28	7
2	6	9	29	8
3	4	12	32	8
2	•	6	14	4
1	6	10	26	7
3	7	8	34	9
4	2	5	25	7
1	3	6	16	4
2	1	8	18	5
2	3	4	18	5
1	1	4	10	3
3	8	5	33	9

Priority Profile

Cross-support Coefficients			Cross-support Number	Cross-support Index
■	●	○		
8	31	13	107	3
28	4	59	179	4
2	51	34	144	4
61	41	77	403	10
6	21	9	75	2
25	48	16	212	5
17	70	43	251	6
1	31	6	72	2
21	22	61	189	5
1	16	29	65	2
31	4	60	192	5
4	5	38	64	2
6	13	106	156	4
24	11	191	309	8
17	86	47	287	7
20	35	86	236	6
19	68	41	253	6
4	34	•	84	2
40	107	117	491	12
77	100	72	580	15
63	163	232	810	20
63	68	105	493	12
27	139	117	503	13
19	87	78	328	8
4	141	128	426	11
30	218	99	655	16
14	86	9	237	6
1	48	71	171	4
3	52	48	164	4
4	101	31	249	6
15	62	1	185	5
28	66	41	285	7
79	80	107	583	15
32	55	34	272	7
6	78	42	222	6
1	75	132	286	7
•	3	•	6	0
28	20	51	203	5
2	23	27	81	2
8	64	114	274	7

Reference Profile

Cross-support Coefficients			Cross-support Number	Cross-support Index
■	●	○		
2	4	2	18	5
2	1	5	15	4
1	4	6	18	5
3	4	6	26	7
1	1	3	9	2
2	7	2	24	6
3	8	5	33	9
1	3	2	12	•
1	1	5	11	•
1	4	2	14	•
4	1	6	24	6
1	1	2	8	2
1	2	10	18	5
2	2	13	25	7
1	6	6	22	6
4	5	8	34	7
4	7	5	35	9
1	5	•	14	4
3	7	11	37	10
4	7	5	35	9
4	13	17	59	15
4	7	10	40	10
2	10	9	37	10
2	5	4	22	6
2	9	11	37	10
2	19	8	54	14
2	7	3	25	17
1	7	9	27	7
1	6	5	21	5
1	13	7	37	10
2	9	2	28	7
2	6	4	24	6
3	8	11	39	10
3	4	6	26	7
4	11	5	43	11
1	8	11	31	8
1	3	•	10	3
4	2	4	24	6
3	4	3	23	6
3	7	11	37	10

Priority Profile

Cross-support Coefficients			Cross-support Number	Cross-support Index
■	●	○		
9	2	•	40	1
4	12	99	139	3
3	55	259	381	10
55	156	137	669	17
1	22	62	110	3
•	•	2	2	0
2	35	140	218	5
35	80	53	353	9
2	2	133	145	4
60	140	167	687	17
•	•	16	16	0

Reference Profile

Cross-support Coefficients			Cross-support Number	Cross-support Index
■	●	○		
2	1	1	11	3
4	2	12	32	8
2	9	26	52	14
3	10	12	44	11
1	3	4	14	4
1	•	1	5	1
1	3	9	19	5
1	3	6	16	4
1	2	10	18	5
2	14	17	53	14
1	•	3	7	2