

1980년대의 과학기술정보 수급에 관한 예측적 연구(2)*

Georges Anderla 著**

김 용 근 抄譯***

2. 외삽법(外插法)에 의한 예측

모든 지식과 과학기술정보의 양은 지수함수적으로 계속 증가할 것인가? 현재의 증가속도는 일반적으로 인식되고 있는 것보다 실제로 더 높게 지속될 것인가? 만약 지속된다고 하면 얼마나 오랫동안 계속할 것인가?

이러한 질문에 대한 확실한 대답은 불가능하다. 일련의 가설로서 어느 범위내 장래의 발전과 한계 정도를 정할 수가 있다. 이 장에서는 외삽법의 몇 가지 변형을 사용해 보기로 한다.

만약 우리가 중기계획, 예를 들면 앞으로 5년의 계획을 취급한다고 하면 과거 5년, 10년 및 20년사이에 경험적으로 결정한 함수를 외삽하는 것으로 충분하다. 유일한 문제는 그때에 참고로 하는 과거의 기간을 어느 것으로 선택하느냐는 것이다. 이것에 의하여 예측이 변화될 것이다.

이러한 장기적인 예상을 하는데 있어서 그 선택의 어려움에 신경을 쓸 필요는 없다. 그러나 우리는 다른 2가지의 중요한 문제에 부딪치게 된다. 그 첫째는 장기적 외삽법에 전디어 낼 수 있도록 과거를 설명하고 동시에 장래를 설명하는 기초 수학적 모델을 사용하는 것이다. 둘째는 과거 및 장래에 있어서 그 모델에 중요한 영향을 미치는 외적 요인을 알기 위해서 과학사회의 발전에 관한 연구가 필요하다.

이러한 여러가지 문제점을 고려하여 본 장에서는 전체적인 견해를 만들기 위하여 좁은 범위의 예측치를 얻어 이 격차를 주목하여 상위를 알아서 그 최대공약수를 찾아 내려고 한다.

2.1 곡선의 접합

과학정보의 양적인 발전을 나타내는 곡선의 형태는 다수가 있으나 실제로 선택하여 얻는 것은 그림 3에 나타난 정도로 한정된 숫자들이다. 그림 3에서 (a)~(j)가 각각 표시하는 하나의 곡

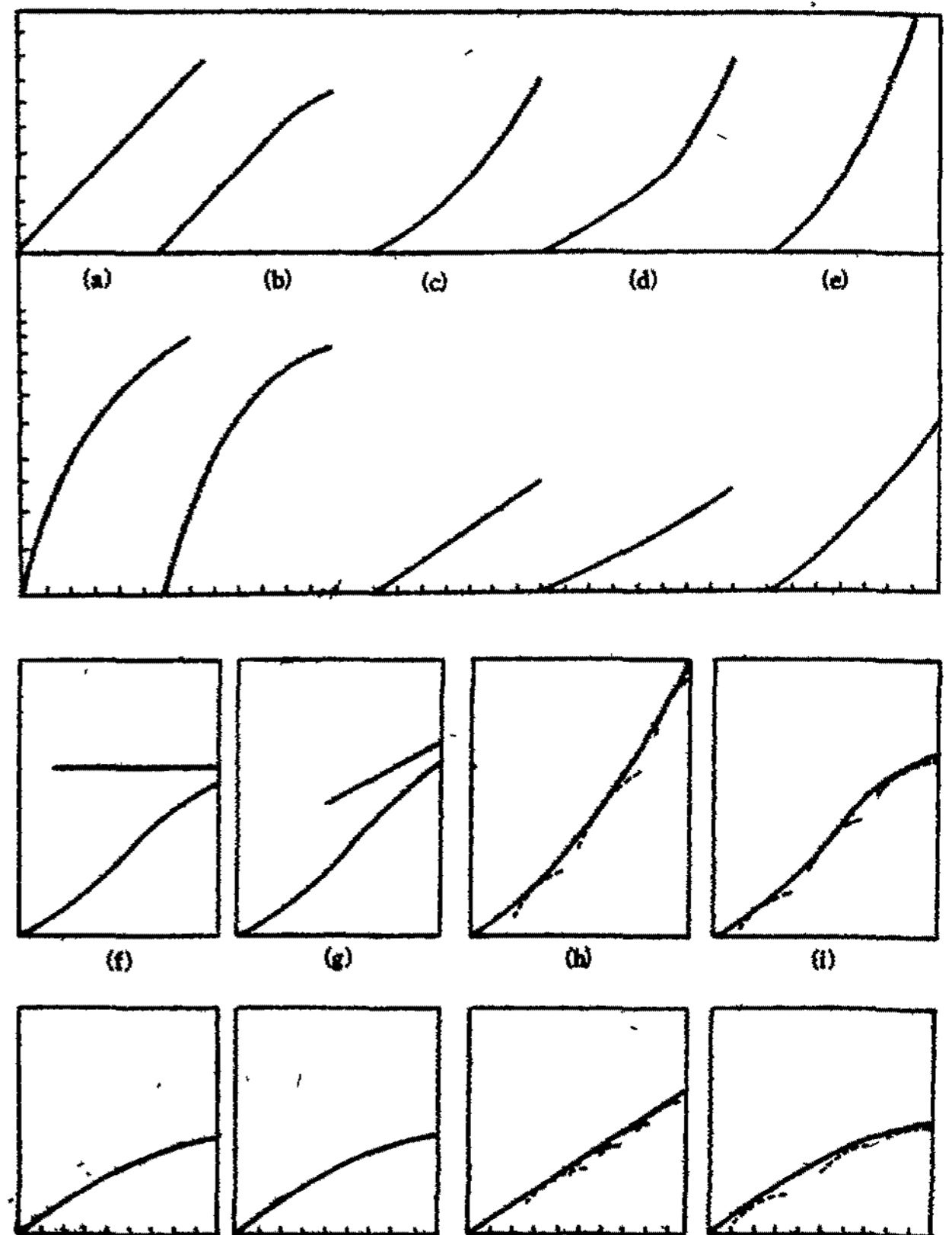


그림 3. 중요 경향선

* Information in 1985—A Forecasting Study of Information Needs and Resources. Paris, OECD. 1973.

** 파리대학 교수

*** KÖRSTIC 調査檢索部

선은 위의 것은 보통의 그래프를 그린 것이고, 아래 것은 이것을 편대수 그래프로 그린 것이다. (a)는 선형증가이고 (b)는 포화를 한 변형된 것으로 과학기술정보의 창조와 공급, 수요와 이용에 관한 각종의 분석에 의하여 이 형의 가설은 적절하지 않다는 것을 나타내고 있다.^{1,2)} (c)는 보통의 지수형 곡선이고 (d)는 중도에 증가율이 커진 곡선이다. 전호(I)의 表 1에 나타난 것과 같이 19개의 중요 분야를 커버하는 과학기술문헌 초록의 수는 1957~1967년 사이에는 연간 9.5%의 비율로 증가하고, 1967~1971년 사이에는 13.5%의 비율로 증가하였다는 예가 있다. (e)는 복지수형(複指數型) 증가(片對數 그래프상의 곡선이 지수형)의 가설이 있고 최근 20년간의 전산기의 증가, 발단에서 현재에 이르기까지의 레이저 및 메이저의 기술과 응용에 관한 문헌수, 최근의 생화학 분야의 문헌수 등의 예를 볼 수 있다.³⁾

包絡線 (h)은 지수형 증가로 흥미있게 변형된 것이다. 이것은 각각 포화하지 않은 것의 증가현상을 계승하고 확대가 유지된다는 가설이 있다.⁴⁾ 예측할 수 있는 것은 기간정보의 폐간율보다도 새로운 정보의 생산율이 많기 때문에 정보의 총량은 당연히 증가를 계속하는 것이다.

(f), (g) 및 (j)는 로지스틱 곡선의 3가지 변형을 나타낸 것이고, (f)는 지수함수의 대칭형으로 후반의 곡선은 전반의 곡선을 역전시킨 것이다. 이것의 중요한 결점은 이미 포화 극치에 달한 것이 증가율의 저하로 생기는 변곡점을 어디에 경험적으로 결정하느냐는 것이다.

이와 같은 점은 포락선(j)에도 있다. 비대칭 로지스틱 곡선(g)은 이 때까지의 과학기술정보의 증가를 프로트하는데 쓰이지 않는다.

2.2와 2.3에는 1개의 변수와 유한개의 파라미터를 포함한 가장 간단한 외삽법이 취급되고 있다. 2.5에서 면밀한 예측을 설명하기로 한다.

2.2 과학자 인구의 예측

인구통계는 선진국에 있어서도 통계기록중에서 약점이 있으나 현실적인 가설에서 깊은 주의를 하여 외삽을 하면 불확실한 요소에 의한 예측

의 위험성은 피할 수 있다.

OECD가맹국의 노동인구가 매년 1.5%의 비율로 증가하고 있다. (반세기에 배증) 한편 과학자 인구의 증가는 매년 4.7~7.2% (10~15년에 배증)로 각각 나타나 있고⁵⁾, 전산기 과학자 및 특별한 분야에는 매년 10%나 그 이상이다.⁶⁾ 그러므로 이 3개의 숫자를 최초의 가설로 취한다. 총 노동력에 대한 과학자 인구의 비율에 대해서는 필요에 따라 적당한 파라미터를 후에 결정하도록 하고 2% 정도 낮은 숫자를 채용한다.

다음에 증가경향의 지속기간에 대해서는 다음 3개의 가능성을 생각한다. 기준년은 1970년이다.

1) 1985년의 예측한계까지 과학자 인구는 지수적으로 증가한다.

2) 1980년에 지수적 증가는 끝나고 이후는 비대칭 로지스틱 곡선의 형을 그린다.

3) 1975년에는 2)에서 설명한 변화가 일어난다.

이와 같이 얻은 9개의 가능한 조합에 대한 예측치를 表 2에서 볼 수 있다. 이 表中의 숫자는 1985년에 산출한 과학자 인구의 총노동 인구에 대한 백분율을 나타낸 것이다. (1970년에 있어서 그 값을 2%로 하고) 이 숫자는 3.4%에서 8.4%까지 변화를 한다. 낮은 쪽의 숫자는 너무 낮고 높은 쪽의 값은 높다. 이러한 결과는 1970년의 숫자를 2%로 임의로 결정하여 얻은 것이

表 2. 1985년의 총노동인구에 차지하는 과학자 인구의 부분 계획(예측)

(1970년 기준치 = 2%)

곡 선 의 형	낮은가정 (1+r) =1.047	중간가정 (1+r) =1.072	높은가정 (1+r) =1.100
1970~85 지수증가	4.0	5.7	8.4
1970~80 지수증가 이후 로지스틱	3.8	5.2	7.2
1970~75 지수증가 이후 로지스틱	3.4		5.2

表 3. 1985년에 예상되는 잉여노동력중 과학기술
관계 노동력의 증가에 흡수되는 부분의 예측

곡 선 의 형	낮은가정 (1+r) =1.047	중간가정 (1+r) =1.072	높은가정 (1+r) =1.100
1970~85 지수증가	0.080	0.147	0.254
1970~80 지수증가 이후 로지스틱	0.073	0.127	0.207
1970~75 지수증가 이후 로지스틱	0.058	0.090	0.128

기 때문에 거의 신뢰성이 없다. 이 결점을 어느 정도 극복하기 위하여 예측되는 전 잉여노동력에 (1970년에 비하여 노동력 증가) 대한 잉여 과학자 수의 비율로 표시하였다. 그 결과를 表 3에 나타내었다.

예를 들면 1970년에 1억인의 노동력을 가진 나라는 1985년에는 12,500만인이 될 것이다. 즉 잉여노동력은 2,500만인이다. 같은 시기에 과학자 인구는 연간 증가율 7.2%로 지수적으로 증가한다면 200만인에서 567만인으로 될 것이다. 증가수 367만인을 잉여노동력 2,500만인으로 나누면 0.147이라는 값을 얻는다.

表 3은 먼저 9개의 예측 가설에 있어서 그 비율이 0.058에서 0.25까지 변하는 것을 나타낸다. 즉 극단인 가설로 잉여노동력의 1/4이 과학자와 기술자수의 증가로 흡수되었다.

이러한 예측치의 평가시에 있어서의 양극단의 예측치는 제외할 수도 있으며 表 2에서 1985년에 있어서 과학자의 수는 전노동력의 3.8~7.2%가 된다고 하였다. 양단의 2개의 값을 제외하면 그 숫자는 4~5.7%가 되고 이에 대응하여 앞으로의 15년간의 과학기술자의 예상 증가수는 유효 잉여노동력의 일부분인 8~15%를 흡수할 것이다.

이러한 숫자는 개개로는 최소의 것으로 보지만 선진국에 있어서 과학정책, 경제정책, 사회정책에 있어서는 기본적인 변화를 준다. 사실 생산방식의 자동화에 의하여 공업 노동력은 현재에서

1985년까지에 거의 반감될 것이라고 지적하고 있다.

과학기술 활동의 팽창은 잉여노동력을 흡수하는 큰 분야로 인식되고 있다. 이와 동시에 과학기술자의 수는 表 2, 表 3中的 높은 예측의 부분 같이 증가하고 있다.

2.3 정보 생산량의 예측

중요한 2차 정보지에 게재된 논문의 초록수에 대한 15년간의 통계는 과학기술정보의 증가를 가장 신뢰할 수 있는 지표이다. 이미 우리는 이 데이터를 사용하였다. (表 1) 과학자 인구의 외삽법에서 문헌수의 외삽법을 하는 것은 추론과 계산의 방법을 다소 수정할 필요가 있으나 어프로치 방법은 같다.

1957~1971년 사이에 초록의 수는 4배로 증가하였고 이것은 매년 10%이상의 비율로 증가하였다는 것을 나타낸다. 앞으로의 경향은 이러한 확대가 계속되면서 어느 시점에 이르러서는 로지스틱 곡선에 도달하게 될 것이다. 또한 이 4~5년의 증가율은 현저한 것이며, 당장에 감속될 것으로는 생각되지 않는다. 그림 4는 이러한 상위하는 가능성을 나타낸 것이다. 1975년까지는 연간증가율 10%가 과거 15년간의 경향을 그대로 연장하고, 그 이후 최고의 것은 그대로 지수곡선, 다음의 두개는 각각 1980년, 1975년부터 로지스틱 곡선이 될 것이다.

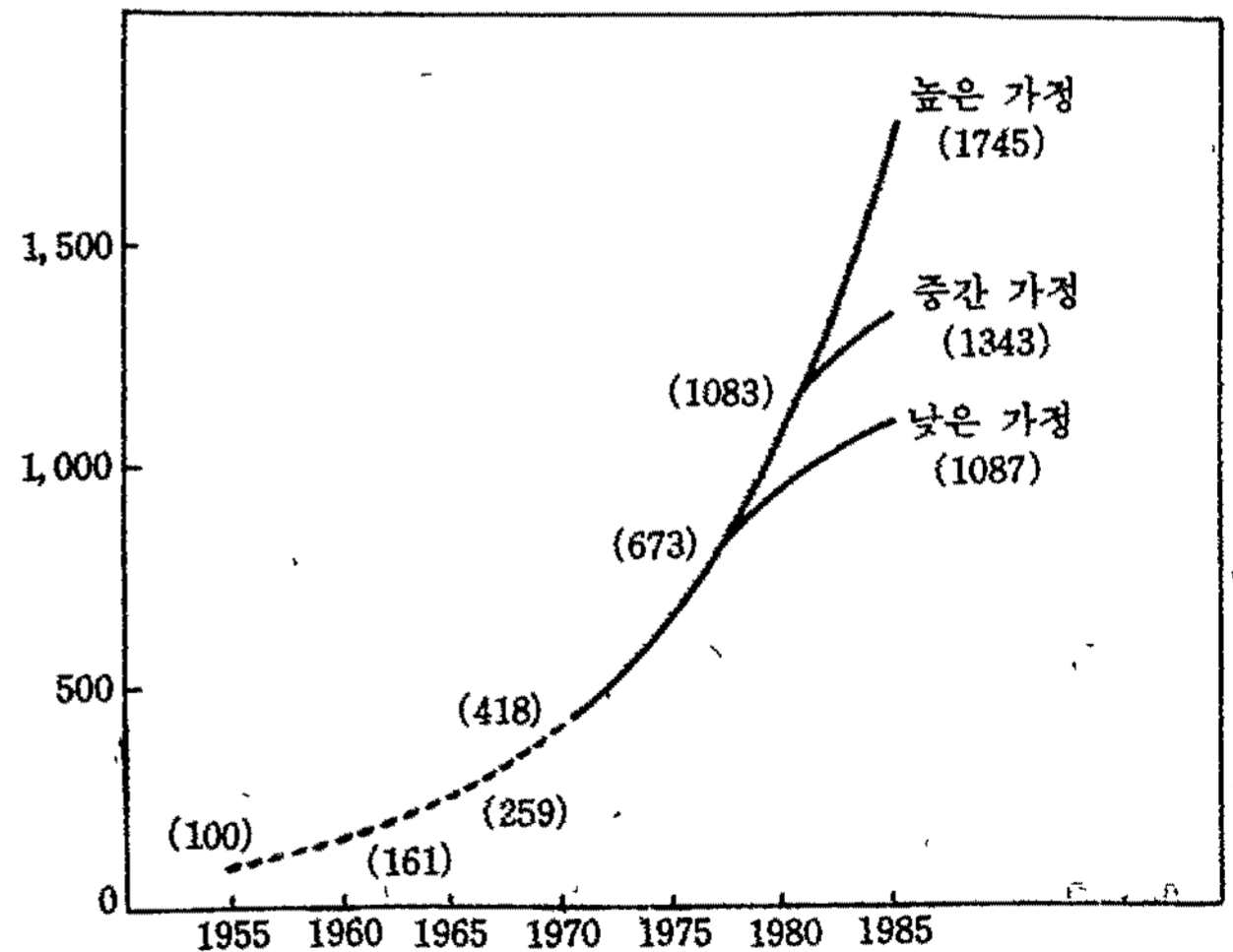


그림 4. 과학기술정보의 양
1955~70년의 경향과 1970~85년 예측
(1+r) = 1.10

앞으로의 증가율이 10%를 유지하지 못한다는 것은 명백하지 않다. 우리는 최저 7.2%에서 최고 13.5%사이로 변한다는 것을 알 수 있다. 처음의 숫자는 10년 배증에 상당하고, 후의 숫자는 1967~1971년의 최근 5년간에 있어서 실제의 초록수 증가율이다. 따라서 증가율을 7.2%, 10%,

13.5%로 한 각각의 경우는 그림 4에 설명한 3개의 외삽법에 해당한 계산이다. 1970년의 초록수를 100으로 할 때의 1985년의 예측지수는 218에서 668로 넓은 범위로 된다. 양극단의 2개의 숫자를 제외하면 넓기는 252~521로 예측된다.

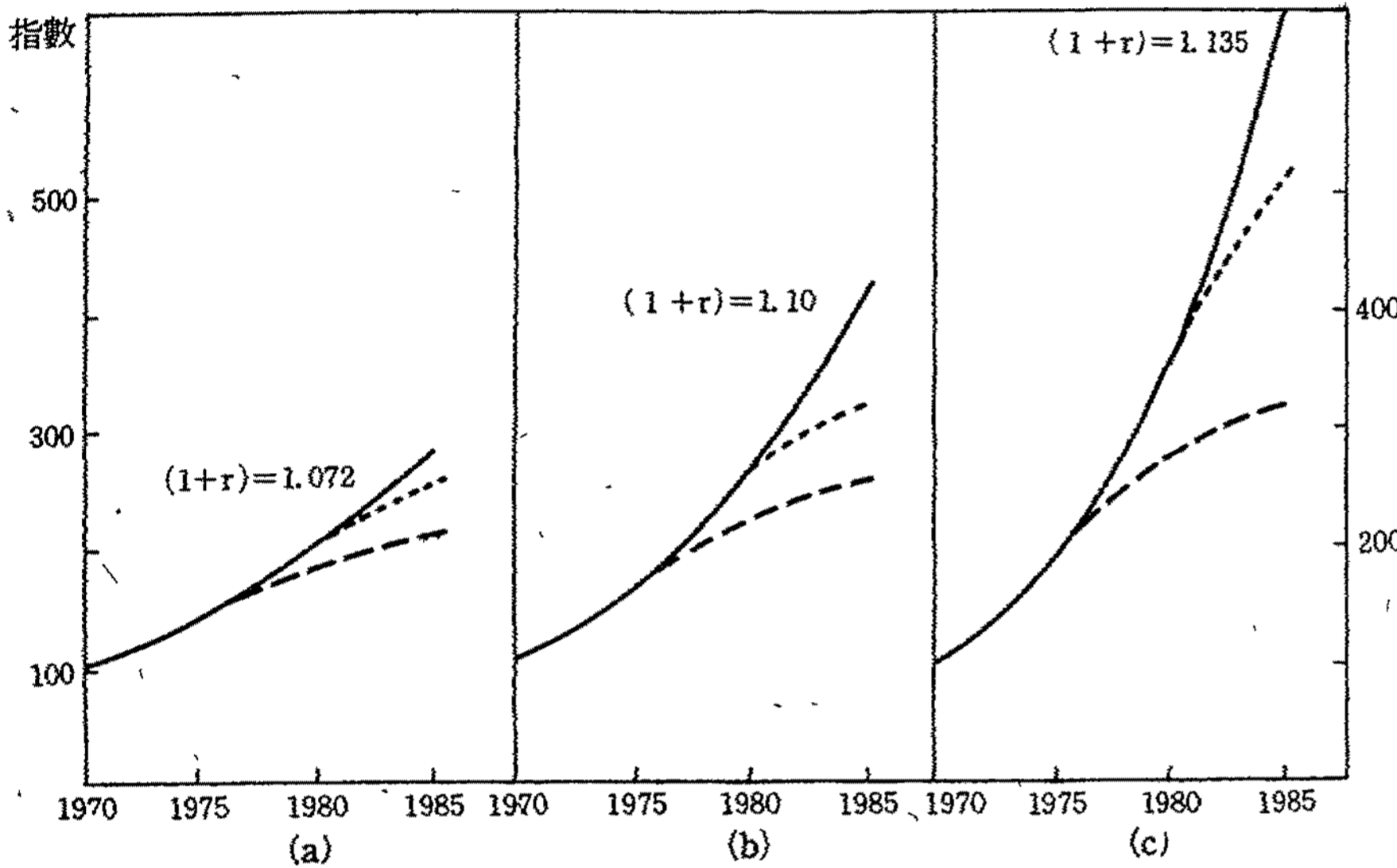


그림 5. 지수곡선과 2개의 로지스틱곡선에 있어서 과학기술정보의 증가 예측 (1970~1985년)

그림 5의 곡선으로 표시한 3개의 그래프는 그림 6에 같이 표시하였다. 또한 그 결과 1985년의 지수가 표 4에 나타나 있다. 이 표의 배열은 중대한 의미를 가지고 있다. 년률 10%의 지수적 증가가 1980년 이후로 지스틱이 될 경우의 결과는 년률 13.5%이고, 1975년 이후의 로지스틱이 될 경우의 결과와 같은 숫자(3.2)에 도달한다.

전체적으로 보아 1985년에 있어서 과학기술초록의 수는 현재의 3~4배가 될 것으로 추측된다. 이 추측은 당연히 다른 사항에 관한 예측

과 같이 다른 조건의 제한을 받는다. 이 조건과 의미에 대해서는 2.5에서 다시 취급하기로 한다.

表 4. 1985년에 있어서 과학기술정보의 예측 건수 (1970년=1)

(1+r)=1.135	(1+r)=1.10	(1+r)=1.072
6.7
5.2	4.2	..
3.2	3.2	2.8
..	2.6	2.6
..	..	2.2

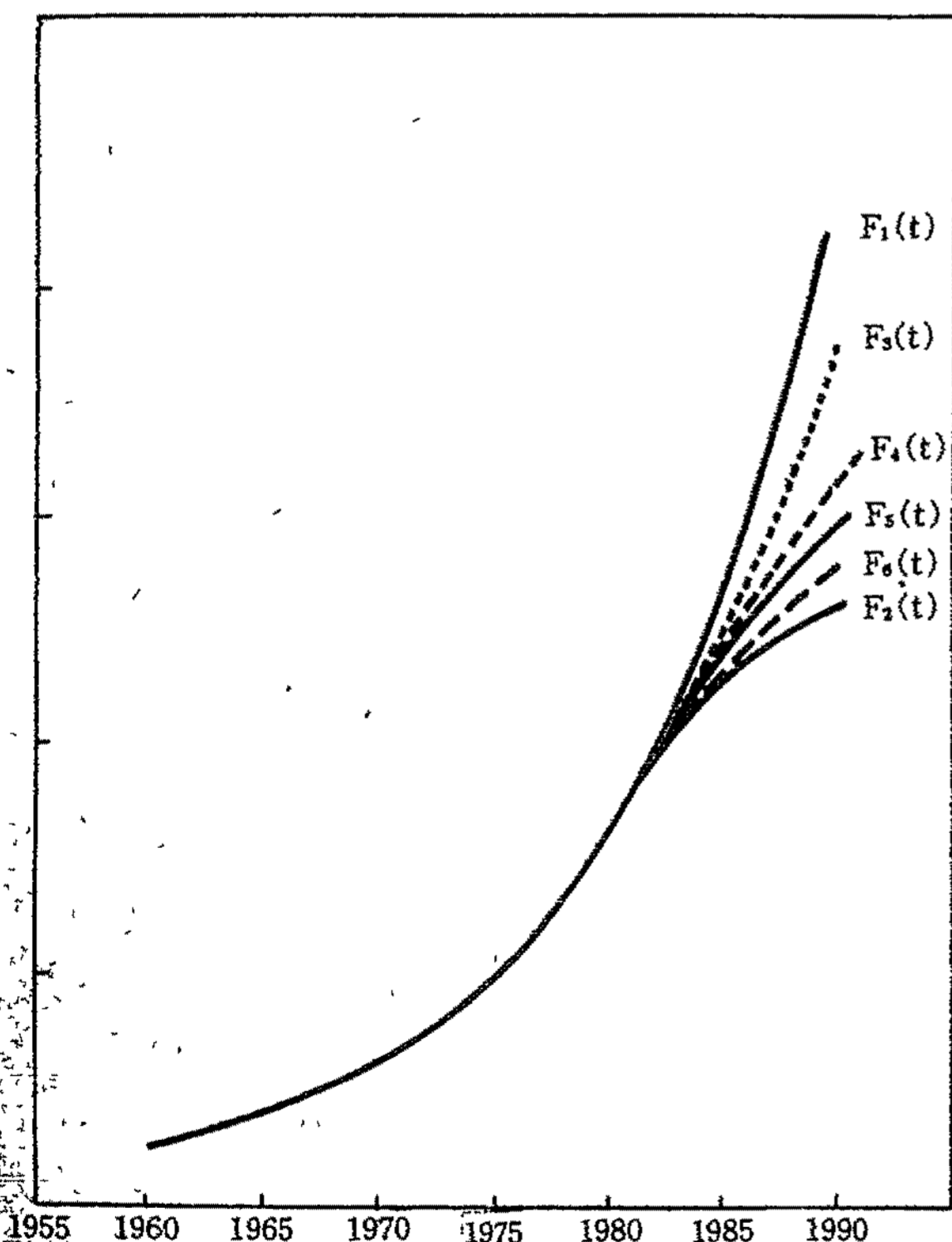


그림 6. 과학기술정보의 증가추세 1985년 예측 (1970년을 100으로 함)

2.4 예측의 간격과 오차의 한계

앞의 2.2에서 앞으로 15년간에 과학기술 노동력과 문헌수의 예측에서 고유의 오차 한계를 추정할 수 있었다.

예를 들면 그림 5에서 9개의 예측 곡선을

1985년까지의 수치를 수직으로 비교하는 대신 매 연도에 의한 차이를 결정하기 위하여 수평방향의 수치를 비교하였다. 그림 5 (a)의 3개의 곡선중 최저 예측(즉 7.2% 지수적 증가율이 1975년 이후 로지스틱으로 감소한다)에 있어서 1958년의 수치는 지수적 증가가 착실하게 계속한다면 1981년에는 도달할 것이 명백하다. 즉 4년의 차이가 있다. 높은 예측과 중위의 예측과의 차이는 약 22개월이다. (b)와 (c)에 있어서 그 예측치 사이의 차이는 각각 3~5년 및 3~7년이다. 7년간이라는 최고치는 대단히 큰 것으로 그 극단적인 예를 고려의 대상으로 한다면 다른 모든 오차 한계는 22~60개월의 짧은 간격중에 포함시킬 수 있다.

이 추론을 하는데 있어서 다른 하나의 중요한 의문이 있다. 지금까지 설명한 외삽법은 모두 경향선을 지수함수 $F_1(t)$ 와 로지스틱함수 $F_2(t)$ 의 2개의 형태 가정의 기초로 하였다. 증가율 감속이 15년 이내에 일어나더라도 반드시 로지스틱형으로는 되지 않는다. 여기서는 3~4개의 가능성 있는 경우를 기술하여 두었다. 그

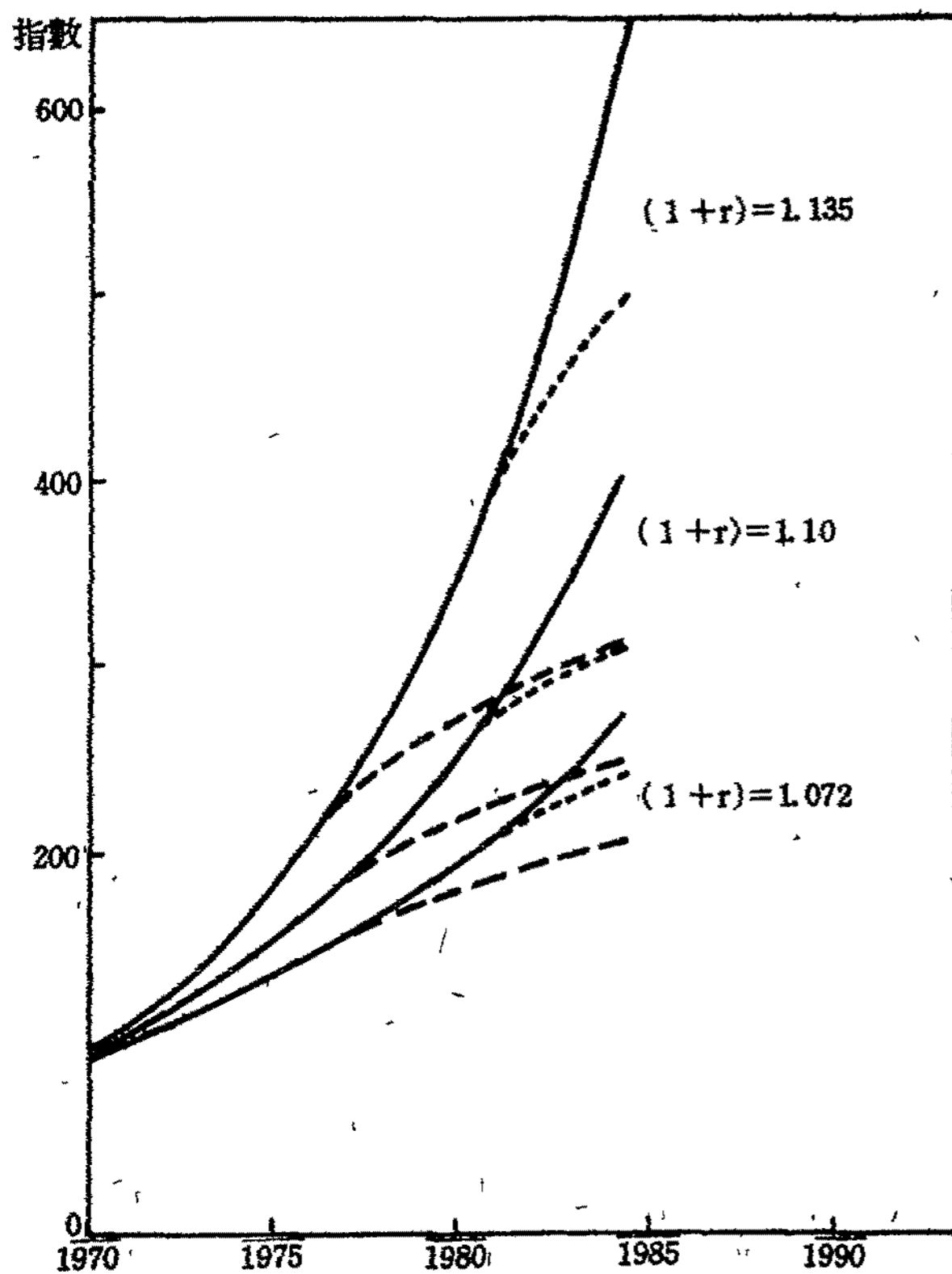


그림 7. 과학기술정보의 추정증가량을 나타내는 경향성 (1955~1985년)

1개는 어느 변곡점 이후 포텐셜함수의 형을 만드는 것이다. 이 경우 성장 속도가 가속된 $F_4(t)$ (지수함수 보다 늦게)와 그 감속된 $F_4(t)$ 의 2개의 가능성이 있다. 보통 이것보다 일층 증가가 늦은 대수형 경향성 $F_5(t)$ 를 얻는다. 최후에 수평선에 대하여 약간 기울어진 점근선(漸近線)에 달는(Gompertz) 곡선 $F_6(t)$ 의 형태 제외되지 않는다. 이 곡선은 그림 7에 나타나 있다. 재극단(再極端)의 $F_1(t)$ 와 $F_2(t)$ 사이에 중간적 증가를 나타내는 곡선과 병행한다. 이 조사 결과를 다음에 요약한다.

- 1) 지수곡선과 로지스틱 곡선은 2개의 양극단이며, 단지 양자 택일 하는 것은 아니다.
- 2) 이 극단의 사이에는 여러 곡선이 있고 그 중에 관측 데이터에 통계적으로 가장 잘 맞는 것을 가장 타당한 경향선으로 예측치를 계산하는 것이다.
- 3) 불행하게, 이용된 통계자료는 합리적인 선택으로는 충분하지 않으므로 최초의 가정에서 누락된 것을 보충하여 실제화 하여야 한다.
- 4) 이러한 이유에 의하여 2.2 및 2.3에서 얻은 예측은 개량의 여지가 있고 비환적인 판점을 받지 않을 수 없다.

2.5 과학자의 생산성 변화

과학정보량의 증대는 복잡하게 변화하는 현상이므로 일련의 간단한 지표의 움직임의 차례로 연구하여 장래의 경향을 추론하는 것은 불가능하다. 지금까지 행한 외삽법을 적당한 변수사이의 관계로 검토하여 다소 이 점을 보충하였다.

이를 간행된 초록의 수에서 추정하여 보면 과학기술 논문의 발행 건수는 매년 10% 정도로 증가하고 있다. 한편 과학자 및 기술자 수의 증가율은 7.2%이다. 이러한 조건하에서 과학계 전체의 생산성은 서서히 증가하고 기준년의 지표 100에서 5년 후, 10년 후, 15년 후에는 각각 114.2, 129.5, 147.7에 달한다. 이것은 년률 2.6의 지수 증가에 상당한다. 따라서 과학자의 문헌 생산이 일정하면 추론은 틀릴 것이다?⁷⁾ 이러한 가정에 기초를 둔 증가 모델은 취할 수가 없다.⁸⁾

현재 연구에 종사하는 과학자의 수와 이들에 의해 쓰여진 원저 논문의 수에는 어떤 관계가 있

으나 —명확한 증거는 없지만— 이상의 추론에서 유추되는 기하급수에 그리 멀지는 않다고 생각한다.

한편 정확한 통계적 근거는 아니나 이보다 좀 빠른 속도로 잡지 논문 이외의 과학문헌(기술보고서) 및 회의보고)이 증가하고 있다는 것을 알고 있다.

데이터의 부족때문에 과학자 전체의 생산성을 평가하는 방법을 갖고 있지 않다. 그러나 연구개발(R&D) 활동의 비용에 기초를 둔 간접적인 평가가 어느 정도 가능하다고 할 수 있다.

연구개발을 위한 지출의 증가 경향은 그림 8에 나타나 있다. 이러한 수치는 화폐 가치의 변동과 각국의 통계 기간의 상위 등이 있기 때문에 숫자의 정확성에는 문제가 있으나, 전반적인 경향을 보는 것으로 충분하다. 전체로 선진국에 있어서의 연구개발 비용은 과거 15년간 저수합수적으로 증가하였다. 그 명목 성장율은 13~16%이고 화폐 가치 변동을 고려하여 실제 성장율

은 10~12% 혹은 11~13% 정도이다.

또한 과학자수가 년률 4.7~7.2%의 비율로 증가한다고 하면(즉 10~15년에 배증) 연구개발 비용의 성장율은 과학자 1인당 단위원가가 매년 5~6% 비율로 지수적인 증가를 한다는 의미이다. 그렇기 때문에 과학자 1인당의 비용의 신장이 그 생산성의 신장 —초록에 의하여 생산성을 평가한다면 2.6%—을 상회하는 것은 특히 주목된다. 한계비용과 한계생산성이 일치하지 않는 현상은 경제론적 및 이론적 견지에서는 받아들일 수 없는 일이 아닌가?

연구개발 비용에 관해서는 분명히 경영자는 합리적으로 행동하려고 한다. 그러므로 우리는 이것에 의한 이익보다는 세계적으로 장기적인 생각을 하여야 한다. 또한 기초연구는 주로 한계효용을 생각하지 않는 공공기관에서 행하여야 할 것이다. 한편 최근 미국에 있어서 기업연구의 지출은, 연구개발에 충분하게 공공자금보다 훨씬 빠른 속도로 증가하고 있다. 이 현상은 서구나 일본에서도 볼 수 있고 기업에서 연구개발 지출의 증대는 가치가 있으므로 최종적으로 합계원리가 어느 정도 성립하는 것은 물론이다.

또 하나의 문제점은 연구의 생산성 상승이 신정보의 창조라는 관점에서 생산성에 결부되어 있다는 증거가 없다는 것이다. 그러나 연구자의 활동은 어떠한 자료의 형태로 발표되고 있으므로 이것은 타당한 가정이다. (고용주에 의한 피고용자의 비생산적 활동은 아니고) 그러므로 과학자나 기술자의 문헌 생산성은 이들의 연구의 생산성에 어떤 관계를 가지고 있는 것이다.

여기에서 얻은 결론은 앞에서의 예측과 모순을 볼 수 있다.

2.6 이장의 결론

어느 정도 장기적인 외삽법은 단순한 기계적 조작이 아니다. 이장에서 행한 분석에 의하여 새로운 많은 일관성 있는 예측을 할 수 있었다.

1) 현재 닥아올 시대의 과학기술정보는 일층 급속히 증가할 것이다. 그 근본적인 원인으로는 과학자 기술자의 생산성 향상이라고 할 수 있다. 인간활동의 진보는 노동보다 높은 생산성을 가진 일반의 분야에서는 널리 알려진 결론이므로

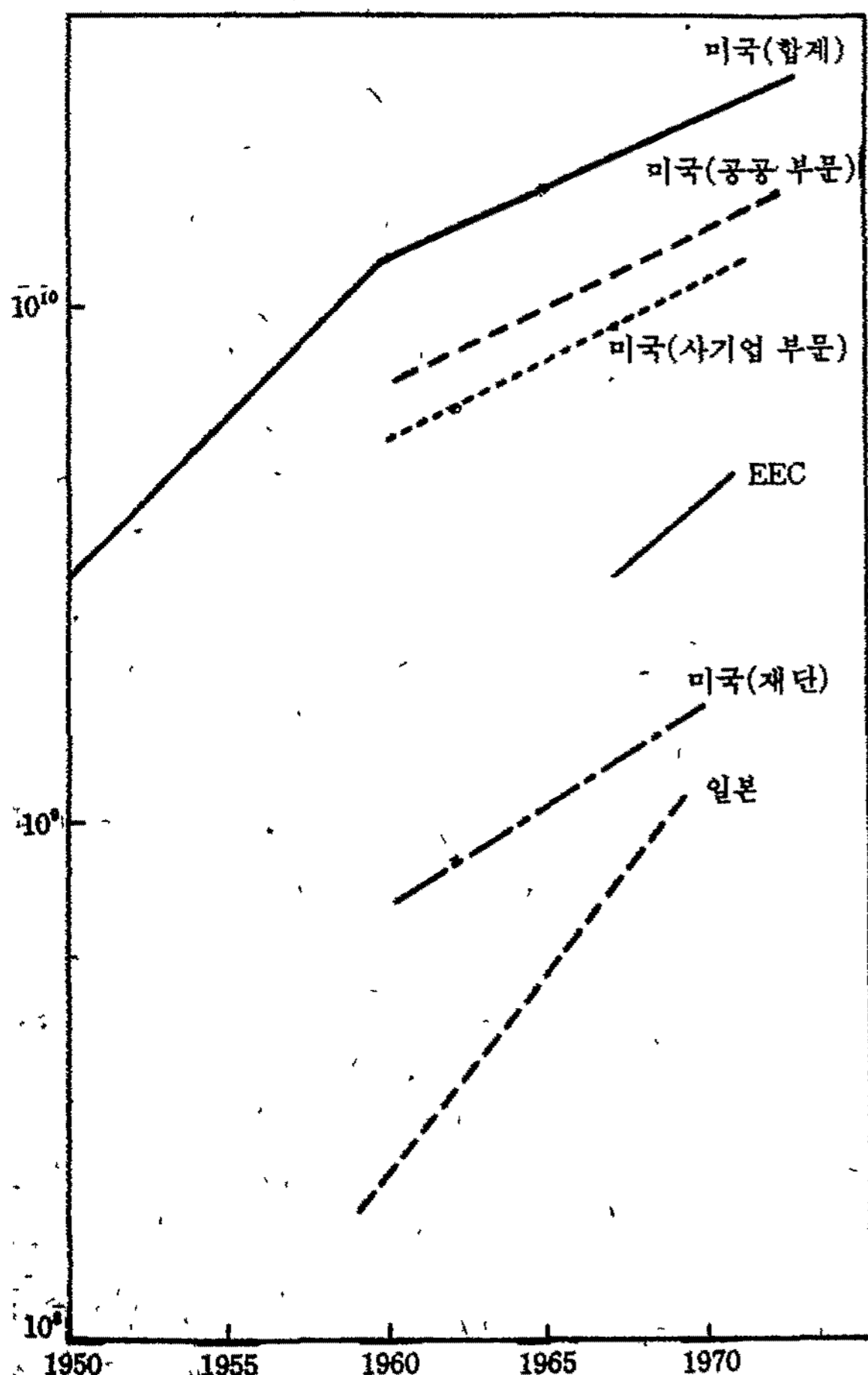


그림 8. 연구개발비의 신장 (1950~1972년)

우리가 취급하는 특별한 분야에서 이러한 생각은 물론 지금까지 말하는 것 쓰는 것에 대항하는 것이 된다.

2) 정보의 급격한 증가는 본질적으로는 연구자 수의 착실한 증가와 이에 따른 생산성의 향상, 이 두개 요소의 협동적 작용에 의한 것이다. 과학자수가 매년 7%정도 증가하고 정보량은 11% 증가한다고 하면 평균 생산성은 4%의 비율로 증가할 것이다.

3) 이 두개의 요소는 현재로는 2대 1의 비율로 기여되고 있고 과학자 인구의 신장은 전 인구의 신장을 상회하지 않을 것이다. 어느 때에 가서 이 관계는 역전되어 문헌 생산성의 향상이 이루어져 그 증대를 지지하게 될 것이다.

4) 그러나 이 단계는 아직 멀고 여기서의 분석에서는 앞으로 15년(놀랄 것은 그 이상)은 과학자 및 기술자의 수가 매년 7%정도로 지수적인 증가를 계속할 것이다.

5) 1985년까지 사이에 산업의 기계화 자동화를 위하여 자금이 방출되어 인적자원의 고용문제 해결에 과학 노동력의 수요 증대가 확립될 것이다.

6) 잉여노동력의 6~7%가 과학부분으로 흡수된다는 예측이 현재로는 생각되지 않지만 1980년대 초에는 상식적으로 받아들여 질 것이다. 1985년의 과학기술자의 수는 적어도 현재의 2배, 3배 정도 될 것이다.

7) 잠시 앞에서 언급한 이미 도달되었거나 눈앞에 닥쳤다고는 생각되지 않는 정보량 증가의 포화한계는 여기서의 예측에서 가까운 장래에는 일어나지 않을 것이라는 것을 나타내고 있다.

8) 예측한 장래 과학기술정보의 창조와 전달이 로지스틱 법칙에 제한될 징후는 없다. 앞으로 15년간에 정보량은 4배에서 6배로 증가가 예상된다.

9) 1985년에 있어서 과학기술 문헌의 발생수는 놀랄만하게 800만건이고, 현재의 경향이(1967~1971년) 그대로 계속된다면 1300~1400만건(현재까지의 전 과학기술정보의 축적량 등)이 될 것이다. 타당한 숫자는 이 중간에서 예측될 것이다.

10) 어떤 좁은 분야에서 비교적 단기간에 관찰된 복지수형의 성장은 정량적 외삽법에 한정되고 현재는 예측할 수 없다.

11) 최근의 OECD 보고⁹⁾는 환경의 보호와 개량 등 사회에 밀착한 과학정책을 권고하였다. 이러한 방향에 대한 연구나 정보에 미치는 영향을 평가하는 것은 현단계에서는 불가능하므로 현실적으로 행하려면 현재의 정보량 증대 경향이 가속됨에 따라 행해진 최고의 예측치조차도 화소평가하게 될 가능성이 있다.

이러한 형태의 질문에 대한 대답은 간단하게 정량적 외삽법 이외의 방법을 행하여 장래를 탐구하지 않으면 안된다. 이것이 3,4장의 목적이다.

참 고 문 헌

- 1) Mantell, L.H., On Laws of Special Abilites and the Production of Scientific Literature. American Documentation, n. 17, 1966, pp. 8~16.
- 2) Jantsch, E., Technological Forecasting in Perspective. OECD, 1968, p. 157.
- 3) ISensen, R.S., Technological Forecating in Perspective, in Management Science.
- 4) Floyd, A.L., A Methodology for Trend Forecasting of Figures of Merit. in Bright, J. R., Technological Forecasting for Industry and Government. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1968, p. 104.
- 5) Price, D., Little Science, Big Science, op. cit. p. 7. <p. 21에 계속>

情報管理研究 Vol. 8, No. 1

印刷·發行 1975. 2. 25

編輯 情報管理研究會

發行 韓國科學技術情報센터

서울特別市東大門區清涼里洞206-9

電話 (96) 5051-4 (교환)

定價 100원 年間購讀料 600원

- Journal of Library Automation, v. 2 (December, 1969), pp. 181~186.
4. Heilik, J. "Information Retrieval and MARC at the National Science Library." Canadian Library Journal v. 28 (Nat March March~April 1971), pp. 120~123.
 5. Leach, Theodore Edward. "A Compendium of the MARC System." Library Resources & Technical Services, v. 12 (Summer, 1968), pp. 250~268.
 6. Becker, Joseph. Library Automation-Introduction to Data Processing. New York, IBM, 1972.
 7. Library of Congress Information Bulletin. November 15, 1974. A-119-A221, January 10, 1975. A-14-A16.
-

<p. 28에서 계속>

- 6) Bureau d'informations et de Previsions Economiques: Les, Besoins en Informaticiens. Paris, 1970. pp. 52~53.
- 7) Price, D., op. cit., p. 49
- Jantsch, E., op. cit., p. 146.
- 8) Jsenson, R., op. cit.
- 9) OECD., Science, Growth and Society. Paris, 1971.