Journal of the KSQC
Vol. 19, No. 2, Dec.1991

1991년 12월 韓國品質管理學會誌 제19권 제2호

統計的 計量分析모델을 통한 생산活動의 行態構造에 관한 연구

-RERT와 Queueing theory의 확률분포를 중심으로-

A study on the behavioral-structure of production activity through the statistical analysis models

- focus on the probability distribution of PERT, Queueing theory -

金 洪 材*
Kim Hong Jae

ABSTRACT

Thid study intends to pursue behavioral-structure of production behavior through statistical models which are using in PERT and Queueing theory. We can corprehand the orders of human production behavior's characteristics by several related attributes of probablity/statistics. These attributes are poisson, Beta, exponential distributions and P.S Laplace's natural probability. Human production behavior is related and regressed to these attributes in many divisions intermediately. Progressive numerical understanding in many essential human behavior acts on the application of practical behavior standard in production word and operation.

* 건국대학교 대학원 산업공학과 박사과정

1. 序 論

생산활동은 어떤 질서를 가지고 행해지고 있다. 생산자동화에 의해 수작업에서 점점 정보에 의한 생산운용방안이 모색되고, 생산체계가 자체에 대한 관리시스템이 여러가지 방법과 기술을 동원해 연구되어 지고 있는 과정에서 역시 중요하게 정립되어야 할 문제는 생산행태의 근간을 이루는 성질을 규명하는 것이라 할 수 있다. 자동화에 의한 생산속도나 인력배치 및 관리 전반의 인간행태도 행동표준에 의해 체계화될 때 전체적인 기업의 안정도나 기업의 목표인 생산성이 향상된다고 볼 수 있다. 이러한 의미에서 생산행동의 근간을 이루는 기본적인 행태가 이루는 구조가 mechanism적으로 체계화 됨으로서 생산자체에 대한 새로운 관리방안과 관리행동에의 기준을 설정해 주기 때문이다. 이러한 생산활동이나 관리행동은 인간이 무의식 가운데 행하는 행태의 결정인자를 계량화 함으로써 그 바탕이 되는 성질을 규명할 수 있다. 또한 이러한 결정인자들의 성격의 상호관계를 파악함으로써 적응성있는 방안이 도출될 수 있는 것이다. 인간의 무의식가운데 이루어지는 여러가지 행동은 생산행태 및 관리행동의 기본적인 질서와 일치하는 점이 많다. 인간이나 물질이 이루는 행태구조는 선험적으로 내재된 여러가지 시스템적 조화성장을 거듭하면서 작동 및 운용되어 나가고 있다고 볼 수 있다. p.s Laplace의 자연확률은 상상해 본 우주의 질서가 선험적 질서에 의해 작용하고 있음을 보여주고 있다.

그리고 PERT에 나타난 인간행동이 무의식 가운데 Random하게 작용 되어지고 있다는 것을 시사하고 인간행동이 β분포, poissin 분포에 직접 반영된다. PERT의 기대치도 적분학에서의 입체의 체적을 구하는 공식인 prismoid Formula와 일치하고 있다. 특히 포아슨 분포와 지수분포에 기초한 대기행렬에 대한 분석은 인간행동의 본질적(기본적)성향을 구체적으로 시사하고 있다. 이러한 통계적 특성치들의 상호관련은 시스템적으로 생산행동을 이해하고 파악하는데 중요한 기준이 될 것이다. 이러한 관점에서 본 논문은 인간의 생산행동이 이루는 생산운용 및 공정에의 통일적인 원리를 통계적 계량분석 모델의 상호관계와 PRET 및 대기이론이라는 모델을 통해 생산활동에 있어서 행태구조의 근거로 작용되는 특정치의 체계적인 규명과 분석을 시도하려 하였다.

2. 인간활동에 내재된 선험적 질서

2.1 p.s Laplace의 자연확률과 통계학의 본질

선험적으로 내재된 우주의 기본질서에 대한 사상은 p.s laplace에 의한 확률의 정의에 잘나타나 있다. 즉 어떤 사상이 일어날 수 있는 횟수를 a. 그사상이 일어나지 않을 사상을 b라 하면 이사상이 일어날 수 있는 확률은

$$p = \frac{a}{a+b} \quad (0 \leq p \leq 1) \text{가 된다.}$$

이것이 선험적 확률(A priori probability)을 의미하는 것[1]으로 세가지 제약조건

즉 관찰회수 : n

그 중 어떠한 사상이 일어난 회수 : m 일때 그

1) Herold Jefferys, Theory of probability, third edition, cambridge press, 1983. p23.

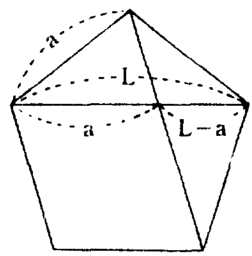
사상의 확률은

$$p = \lim_{n\to\infty} \frac{n}{m} \text{이다.}$$

그러나 관찰을 무한히 계속할 수 없으므로 극한치 p를 결정할 수 없다. 따라서 상당회수의 관찰결과 얻어진 비율 m/n을 선험적 확률(emprical probability) 혹은 통계적 확률(statistical probability)라 한다.[2] 관찰을 무한히 계속 실행한다고 할때 비율 m/n의 산출은 n이 무한대에 가까울수록 (n→∞) 선험적 확률에 일치하게 된다. 즉 대수의 법칙(law of large numbers)에 의해 n이 추운히 큰 경우 비율 m/n을 확률이라 볼 수 있다.

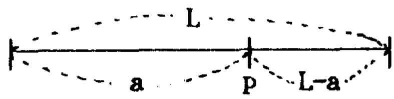
2.2 자연확률과 황금분할

우주속에 공통적으로 흐르는 질서의 출발점을 대수학의 결지에서 보면 p.s Laplace의 자연확률이라고 생각할때 기하학의 견지에서 보면 황금분할(golden section)이다. '피타고라스 정리'로 바빌로니아 이집트에서 알고 있던 사실을 증명함으로써 진리임을 자각한 pythagoras는 그당시 그리이스인들이 우주가 불, 흙, 공기, 물의 원소로 이루어졌다고 믿고있던 우주관을 간직할 수 있는 정 12면체를 우주의 상징(symbol)으로 중요시했다. 12면체는 크기가 같은 정 5각형으로 되어 있다는 사실에 주목하여 각변을 연장하면 팬터그램(pentagram)이라는 별모양의 5각형의 아름다움에 감동하여 작도법을 연구 하였다. 그리하여 정5각형을 작도하는 열쇠는 바로 대각선의 길이[3]라는 것을 알았다. 즉 선분을 각각 높이, 밑변으로 하는 직각 3각형의 빗변에 반을 더한 선분의 길이와 같다.



그림에서 a: L = (L−a) : a

$a^2 = L(L-a)$의 식을 성립시키는 점을 잡고 선분을 그 점에서 황금분할한다.

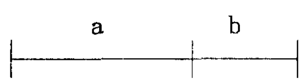


위의 비례식에서 a를 1로 잡으면

$$1 = L(L-1)$$

$$L^2-L-1 = 0, \quad L = \frac{1\pm\sqrt{5}}{2} = 1.61803398875$$

황금분할은 선분의 길이를 1 : 1.61803398875의 비로 비눈다는 것을 뜻한다.[4] 가장 아름다운 선분의 분할방법으로 선험적으로 우주속에 간작해오던 질서의 법칙이 밝혀진 것이다.



위에서 L−a = b 라면 그 관계는

2) A Jacquard, 유세희 외 역, 확률론, 고대출판부 p 123.

3) 김용운, 김용국, 저 '공간의 역사', 현대과학신서 51, p47.

4) 계영희, '수학과 미술', 전파과학사, p39.

$\frac{b}{a} = \frac{a}{a+b}$로서 우변은 p.s Laplace의 자연확률을 나타내고 있다.

즉 $p = \frac{a}{a+b}$에서 우변을 a로 나누어 주면

$p = \frac{1}{1+b/a}$ ($\frac{b}{a}$= m으로 간주)

$p = \frac{1}{1+m}$이 된다. 이 관계에서 황금분할은

$m = \frac{1}{1+m}$ 즉 $m(1+m) = 1, m^2+m-1 = 0$

$(m+1/2)^2 = 5/4 \quad m+1/2 = \sqrt{5}/2$

$m = (\sqrt{5}-1)/2 = b/a = 0.61803398875$

여기서 m은 분할평균이며 그 역은 $1/m = a/b = 1.61803398875 = \tau$

τ는 $\tau o \mu \eta$의 약자로 분할을 의미한다.

또한 $m+1 = (\sqrt{5}+1)/2 = \tau$로

$$m(m+1) = \frac{2}{\sqrt{5}-1} \times \frac{2}{\sqrt{5}+1} = 1$$

황금분할이 기하학적 측면에서 p.s Laplace가 대수학의 측면에서 각각 선험적으로 공통인자를 갖고 질서의 출발점이 되는 것이다. 고대 그리이스인들이 정12면체를 대우주의 상징으로 생각했던 사실을 현대 수학자들은 그리이스인의 이성적인 정신세계도 다른 고대인들처럼 과학적 방법과 신비주의적 사상의 뒤범벅이었다고 비판하고 있다. 그러나 실제로 그리이스인들은 우주속에 선험적으로 내재된 질서를 직감하고 있었다고 보는 것이 옳은 판단일 것이다. Laplace의 자연확률 $p = a/(a+b)$와 황금분할 $b/a = a/(a+b)$는 공통인자를 갖고 있다는 근본적인 문제를 추구하여 설명할 수 있는 것이다.

2.3 先驗母數와 確率分布

P.S Laplace의 自然確率, $P=a(a+b)$는 β分布의 期待置 $E(x)=\alpha/(\alpha+\beta)$ 일치하는 사실을 통해 β分布를 生産活動측면에서 고려할 수 있는 것이 PERT이다. PERT의 특성치를 구하는데 근거로 활용되는 βeta 分布를 구체적으로 고찰해 보면 推定(estimation)에서 Bernoulli model의 βeta prior를 갖는 사후추정치(posterior estimator)는 βeta 分布를 한다.

즉 $- X_1, \cdots X_n$: Random Sample form $b(1,\theta), \theta \in Ⓗ$

$- H \sim \beta(\alpha,\beta), \alpha>0, \beta>0$: prior라 하면

$$h(\theta \cdot x) \propto h(\theta)f(x|\theta) \propto \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}\theta^{\alpha-1}$$
$$(1-\theta)^{\beta-1}\theta^{\Sigma xi}(1-\theta)^{n-\Sigma xi} \propto \theta^{\Sigma x+a-1}$$
$$(1-\theta)^{\beta-\Sigma xi+n-1}$$

$$h(\theta \cdot x) = \frac{\Gamma(\alpha+\beta+n)}{\Gamma(\Sigma xi+\alpha)\Gamma(\beta-\Sigma xi+n)}\theta^{\Sigma xi+a-1}$$
$$(1-\theta)^{\beta-\Sigma xi+n-1}$$

따라서 $(\theta \cdot x) \sim \beta e(\Sigma xi+\alpha, \beta-\Sigma xi+n)$이다.

그리고 $k = 1,2,3, \cdots ,n$ 에서

$$\int_p^1 \frac{n!}{(k-1)!(n-k)!}Z^{k-1}(1-Z)^{n-k}\,dz = \sum_{x=0}^{k-1}\binom{n}{x}p^x(1-p)^{n-x}$$

의 관계가 確率 P를 중심으로 βeta分布와 二項分布가 直關하고 있다는 것을 할 수 있다.[5]

또한 在庫문제 대기행열이론 등에서 이론적인 model에 기초로 자주 활용되는 Poisson分布, $f(x) = e^{-u}u^x/x!$ $(x=1,2, \cdots \infty)$에서

$x_1 \sim p(u_1)$ $x_2 \sim p(u_2)$ $(x_1, x_2$: indep.)인 경우 $P(x_1 = k| x_1+x_2 = r)$

5) Robort V. Hogg 외, 'Intorduction to Mathematical Statistics', Fourth Edition, p 142

$$= \frac{p(x_1=k,\ x_1+x_2=r)}{p(x_1+x_2=r)} = \frac{p(x_1=k,\ x_1+x_2=r)}{p(x_1+x_2=r)}$$

$$= \left(\frac{r!}{k!(r-k)!}\right)\left(\frac{u_1}{u_1+u_2}\right)^k\left(\frac{u_2}{u_1+u_2}\right)^{r-k}$$

즉 母數 u_1, u_2를 갖는 獨立된 Poisson分布의 Conditional 分布가 確率 $P = u_1/(u_1+u_2) \geq 0$의 母數를 갖는 二項分布로 귀착됨을 알 수 있다. 指數分布 $f(x) = \lambda e^{\lambda x}(E(x) = 1/\lambda,\ \sigma^2 = 1/\lambda^2)$은 待期行列에서 Poisson 分布에 따라 도착하는 단위시간 간격을 分布形化한 것과 같다.

다양한 요인들이 복잡하게 관련되는 事象(event)에 있어서 效率的으로 이를 제어하고 적응하기 위해서는 그 사상이 작용되는 母數的 요인을 적절하게 선택하고 그 상호관계 그 상호관계 속에서 行態의 標準的경향을 이해하고 파악하는 것은 현상의 변동을 事前에 예측하고 그에 적응할 수 있는 방법을 도출하는 데 중요하다. 이러한 관점에서 βeta 分布에 기인한 PERT, 指數分布, Poisson 分布에 근거하여 도출하는 待期行列의 數理的 특성을 先驗母數와 관련시켜 생산행태를 고찰해보면 다음과 같다.

3. PERT, 대기행렬의 수리적 특성

3.1 PERT의 특성치 유도

PERT는 인간이 무의식(Randon) 가운데 이루어지는 행동인 β분포를 근거로 하여 그 기대시간

$$t_e = \frac{(a+4m+b)}{6},\ \sigma^2_{te} = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$$

각 activity를 계산해 보면

추정소요시간(t_e) : 일견 견적치에 대응하는 평균치와 추정치

$$t_e = \frac{(a+4m+b)}{6}$$

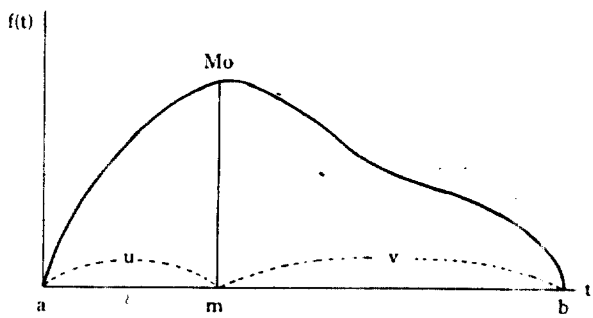
즉, 소요시간의 장단이 균형되는 값

(a:낙관치, m:mode(최빈치), b:비관치)

즉, t_e의 분포는 가중평균이고 σ^2_{te}은 t_e의 추정오차라 볼 수 있다.[6]

Activity의 소요시간을 확률변수라고 가정하고 그 분포는 β 분포를 기준으로 하여 추정치 a, m, b를 분포의 모수라고 간주한다. 이러한 전제로부터 소요시간 t 의 확률분포식의 표시는

$$f(t) = (\text{정수})(t-a)^u(b-t)^v \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$



소요시간(t)→

(1)식을 β분포의 표준형으로 하기 위해서 소요기간의 표준형으로서 확률변수 x를 도입

$$a + (b-a)x = t \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (a)$$

6) 이순요 著, '신공정 관리론', 박영사, p171

$a + (b-a)r = m$ ························(b)

x 분포의 Mo치

$a = (b-a)E(x) = E(t)$

b−a 를 단위로 생각해 보면

$$X = \frac{t-a}{b-a} \quad (b-a=1)$$

x의 probaility distribution은 곧 βeta 분포 즉 $f(t)=\{B(u+1, v+1)\}^{-1} x^u(1-x)^v$가 되고 (2)

$r = \frac{m-a}{b-a}$이므로 그림에서 보면 ············(3)

$$r = \frac{u}{u+v} \cdots (4)$$

R.V.x 의 기대치와 분산을 각각 E(x), V(x)라 하면

$$E(x) = \frac{u+1}{(u+v+2)} \cdots (5)$$

$$V(x) = \frac{(u+1)(v+1)}{(u+v+2)^2(u+v+3)} \cdots (6)$$

t 의 분산은 $\left[\frac{b-a}{6}\right]^2 = \frac{(b-a)^2}{36}$ 이므로 의

분산은 1/36이 된다.

이 관계를 이용 (5), (6) 식으로부터 v를 소거하고 다음식을 얻는다.

$$u^3+(36r^3-36r^2+7r)u^2-20r^2u-24r^3=0 \quad \cdots (7)$$

이상의 관계를 이용 f(x) 의 매개변수르 산출할 수 있다. 즉 a, m, b를 부여해서 r, u, v를 계산하고

r 과 E(x)의 관계를 이용 (3), (4), (5), (6), 식을 이용하여

$$E(x) = \frac{a+4m+b}{6} \cdots (8)$$

를 얻는다.

(8)식을 변형 $E(x) = \frac{1}{3}\left[2m+\frac{a+b}{2}\right] \cdots (9)$

(9)식에서 E(t)는 (加重 2)과 중앙치(加重 1)의 가중평균이다.

여기서 식(8)에서 나타난 PERT의 E(t)값은 확률분포에서 유도된 확률적 개념이 강하게 작용하고 있다. 대수학적 관점에서 prismoid fomula에 의한 체적의 산출에서 구해지는 식이 여기서 도출한 PERT의 te 값과 일치하는 것을 보여주고 있다. 즉 A(z)를 3차원 이하의 다항식이라고 할 때

$$V = \int_0^h A(z)dz$$

$$= h/6\ (A_b+4A_m+A_t)$$

(h = 높이, A_b = 밑면적, $4A_m$ = 중간면적, 상위면적 : A_t)

으로써 체적을 구하게 된다.[7]

식(8)과 (10)이 일치하는 사실을 통해 고찰할 수 있는 것은 체적과 같은 물리적인 현상을 이해하고 파악하는 관리구조가 서로 밀접한 관련을 갖고 있다는 사실이다. 나아가 βeta 분포와 poisson 분포, 지수분포의 관련에 의한 선험체계를 기초로 하여 인간의 무의식적 행동특성을 설명해 주는 것으로서 대기행렬의 체계를 고찰할 수 있다.

3.2 대기행렬과 비례자연수열의 類比 (Anolgy)

일반적으로 어떤 현상을 순위적 개념으로 파악하고 인식하는 태도는 현상의 질적 차원을

7) Ross. R middlemiss, 'Differential and integral', Magraw−Hill. p 225

중요시 하는 사고방식이라고 할 수 있다. 그러나 근대이후 산업문명의 발전과 더불어 인간의 지식이 물질적 부의 추구에 치우치고 상대적 가치측면에 치우치면서 인간의 태도는 현상의 질적 측면보다는 양적 측면을 중요시하여 상대적 비교, 평가라는 계량적 사고가 확대되기 시작했다. 그런데 이러한 계량적 사고는 현상인식에 관계되는 수적 질서를 파악하는 태도에 있어서 정성적, 질적 측면보다는 양적, 대소를 비교, 평가하는 정량적 차의 개념이 앞서게 된다. 따라서 자연수 순위의 비례로부터 유도되는 수열에 의한 방정식의 결과가 기본 대기행렬모델로부터 유도되는 제설명도구의 결과와 동일함을 보임으로써 무형적인 집단행동의 형태를 방정식으로 설명할 수 있음을 제시하고자 한다. 먼저 기본모형의 대기행렬 경우를 보면 다음과 같다.

포아송입력과 지수분포 써어비스 시간을 가지는 모형에서 도착률 (λ)과 써어비스율(μ)이 일정하고 ($\rho = \lambda/u < 1$) 서비스 창구가 하나인 모든 상태를 birth and death 과정에 의해

L : 평균 대기행렬의 길이
Lq : 서비스 받는 사람을 제외한 행렬길이
W : 대기행렬 시스템에서 평균대기시간
Wq : 대기행렬에서의 평균대기시간
을 구해보면

$$L = \frac{\lambda}{u-\lambda} \cdots (1)$$

$$L_q = \frac{\lambda^2}{u(u-\lambda)} \cdots (2)$$

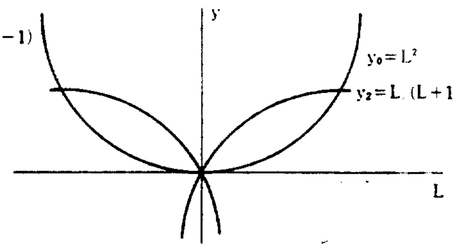
$$W = 1/(u-\lambda)$$

$$W_q = \frac{\lambda}{u(u-\lambda)} \cdots (3)$$

가 된다.[8)]

그리고 자연수(1, 2, 3, …… n−1, n, n+1)의 순위로부터 인접한 수간에는 다음과 같은 관계가 있음을 알 수 있다.

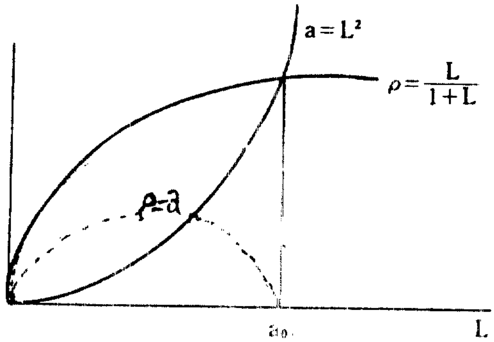
$\frac{n}{n-1} = k\frac{n+1}{n^2}$, $k = \frac{n^2-1}{n^2} = 1+\frac{1}{n^2+1}$이 되는데 이를 다시 $\frac{k}{k-1} = n^2$ 리하는 형태로 변형시킬 수 있다. 여기서 k와 n을 수직선상의 변수로 생각하여 L로 치환하면 L/(1−1) 이라는 식으로 표현할 수 있다. 그리고
$L^2 = y_0$, $1/(1-L) = y_1$으로 놓고 각각 L의 함수로 생각하면
$y_0 = L^2$, $y_1 = 1-1/(L-1)$이 된다.
이를 그래프로 나타내면 [그림 1]과 같이 나타낼 수 있다.[9)]



[그림 1] 비례자연수의 곡선

y_2는 y_1을 y축에 대해 변동시킨 것이다. 이때 y_1과 y_2는 $1-1/(1\pm L)$의 관계에 대응하는 점이다. 그리고 위의 그림에서 y_0, y_2 방정식을 각각 $y_0=a$, $y_2=\rho$ 라 두면 방정식의 관계로부터 [그림 2]을 얻을 수 있다.

8) 이상용 著, 'OR/MS 원론', 형설출판사, p 336
9) 이득희, '윤리경영수압과 개방체제실험(IV)', 건대학술지(1983), p 73.



[그림 2] 방정식 $\alpha, \rho, \rho-\alpha$의 그래프

위의 그림에서 ρ 방정식 L/(1+L)로 부터 대기행렬 이론의 L값 $L=\{\rho/(1-\rho)\}=\{\lambda/(\mu-\lambda)\}(\rho=\lambda/u)$를 구할 수 있는데 이것은 앞의 (1)식과 동일한 값이다. L_q, W. W_q 값등도 비교해 볼 수 있다. 이러한 상관관계를 설명할 수 있는 수리모델은 무의지적 인간의 집단행동을 비교적 잘 표현해 준다고 할 수 있고, 자연수의 수순에 따른 질서의 단편이라 할 수 있다.[10]

3.3 이용율과 승수이론

대기행렬은 그 계열의 초기상태와 시간 t에 따라서 크게 영향을 받는다. 충분한 시간이 경과하면 계열이 상태는 초기상태와 시점에서 관계없이 시간간격에만 영향을 받는다. 이때의 계열을 정상상태(steady state)라 한다.

이 정상상태의 확률 $P_n = C_n P_0$

$$C_n = \left[\frac{\lambda_{n-1}\lambda_{n-2}\cdots\lambda_0}{U_n U_{n-1}\cdots\cdots U_1}\right]$$

이 성립한다. $\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1$이므로

$$\sum_{0}^{\infty} P_n = P_0 \sum_{0}^{\infty} (\lambda/U)^n = 1 \; (\lambda/U = \rho < 1)$$

10) 김홍재, '가치생산체계를 위한 행동과학적 접근에 관한 연구', 건국대학교 대학원(1988), p 312

$P\frac{1}{1-\rho}=1$이라는 관계식을 기초로 하여 기본적인 대기행렬의 해석과 분석을 하게 된다.[11] 여기서 보아야 할 것은 무한등비급수의 합으로 나타나는 $\sum_{i=1}^{\infty}\left(\frac{\lambda}{u}\right)^i$의 값에서 ρ가 등비라는 것이다. 이러한 관계식은 인간형태의 경제순환의 모델에 있어서 open loop(開回路)와 feedback을 이용하는 경제과정에서도 나타난다. 이것을 잘 현시하고 있는 것이 J.M Keynes의 투자승수 mode이다.[12] keynes는 국민(소득)경제에 있어서 순지출의 총합이라고 하는 의미로 국민소득 Y를 투자지출 I와 소비지출 C의 합으로서 표시한다.

$$Y = I + C$$

또 소비 C는 국민소득 Y의 1차 함수로 표시된다.

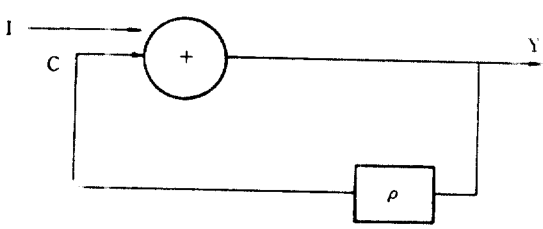
$C = \rho Y$(ρ는 평균소비성향으로 $0<\rho<1$)

따라서 Y는 ρ를 통해 feedback하는 셈이고

$$Y = I + C = I + \rho Y$$

$$Y = \frac{1}{1-\rho}$$

여기서 $1/(1-\rho)$가 투자승수이다.



[그림 3] 투자승수모델

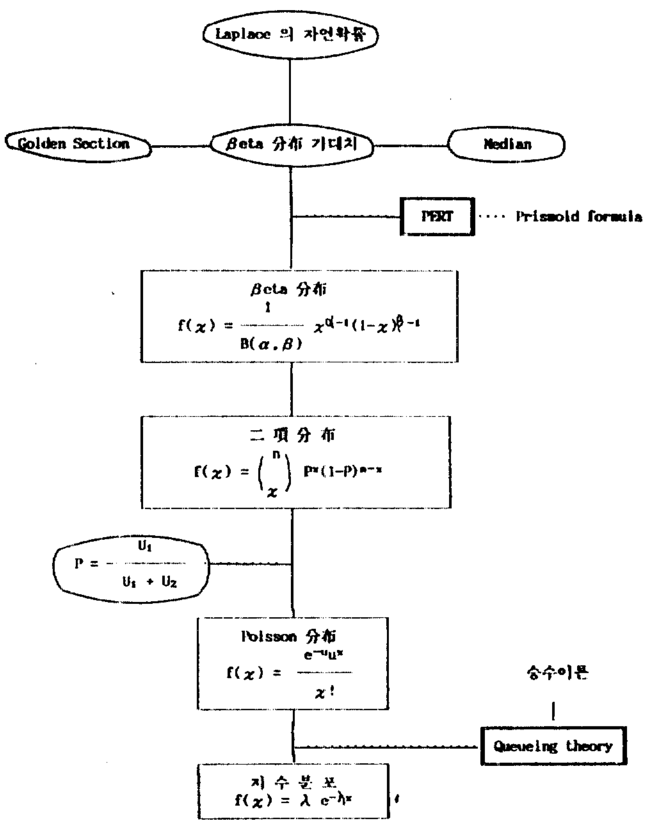
11) Sheldon. M Ross, 'Introduction to probability model', Academicpress, p 312.

13) 飯尾要 著, '經濟 サイバネテイクス', 日本評論社, p 163.

즉 시스템적으로 말하면 feedback 회로를 이용해서 I를 제어변수로 해서 Y를 제어가능케 한다. 대기행렬의 poisson 입력과 지수분포 써어비스 기간을 가지는 모형에서 도착율(λ)와 써어비스율(μ)에 의한 이용율 ρ와 국민경제적 의미에서 추구한 승수이론의 소비성향이 계량적으로 일치하고 있다. 인간의 행태가 이루는 이와 같은 여러가지 제어현상과 이론형성의 배후에는 공통된 속성과 원리가 존재하고 있다는 것을 추론할 수 있다. 특히 생산을 중심한 현대의 산업사회에서는 인간의 기본적인 행태구조에 입각한 행동표준이 필수적이라 할 수 있다. 이러한 기본적 성향을 나타내는 필수적인 특성과 상호관계는 장을 바꾸어 고찰해 보려고 한다.

4. 특성치의 상호관계와 생산행동

4.1 상호관계 도표



[그림 4] 특성치의 상호관계도

생산행동	대기행렬	PERT
중요모수	$\rho=\frac{\lambda}{\mu}$ $L=\frac{\rho}{1-\rho}$	$Te=\frac{a+4m+b}{6}$ $\sigma^2=\left[\frac{b-a}{6}\right]2$
특성치 유도	자연수 비례 $\rho=\frac{L}{1+L}$	β 分布의 기대치 $\frac{\alpha}{\alpha+\beta}$
確率分布	지수(λ) poisson(μ)	βeta(α,β)
특정치 응용	승수이론(경제현상)	prismoid fomula(체적)
共通선험 要因(factor)	황금비, 비례자연수열, Poisson process (P.S Laplace) 선험확률	

[표1] 특성치와 생산행동

4.2 생산활동의 구조기능적 행태분석

생산활동에 공통적으로 작용되는 기본 질서는 여러가지 인간행태에 대한 과학적 접근에 중요한 역할을 한다. 특히 생산공정에 대한 PERT나 작업상의 효율을 상승시키기 위한 대기행렬 분석은 인간행동이 이루는 다양한 행태가 그 본질이 되는 계량적 기본질서에 의해 구성됨을 시사하고 있다. 이러한 기본질서를 분석해 보면 다음과 같다.

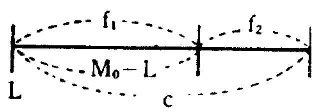
대수학에서 본 P.S Laplace의 자연확률과 기하학의 견지에서 본 golden section은

$$P=\frac{a}{a+b},\ \frac{a}{b}=\frac{a}{a+b},\quad \frac{1}{1+(b/a)}=\frac{1}{1+m}=m$$

에서 m = 0.6180339887489460 이라는 것으로 나타내어 진다.

나아가 P.S Laplace의 자연확률 P = a/(a+b)가 β분포의 기대치 E(x) = $\alpha/(\alpha+\beta)$와 같다.

PERT에서 나타나 인간 activity가 β 분포의 특성치를 근거로 해서 유도되고 그 기대치는 te = (a+4m+b)/6 가 됨을 유도해 보았다. 이것은 대수학적 견지에서 본 체적을 구하는 prismoid fomula 와 일치한다. 이 질서는 또한 최빈수(M_0), 즉 빈도가 가장 큰 변량에도 적용된다. 왜냐하면



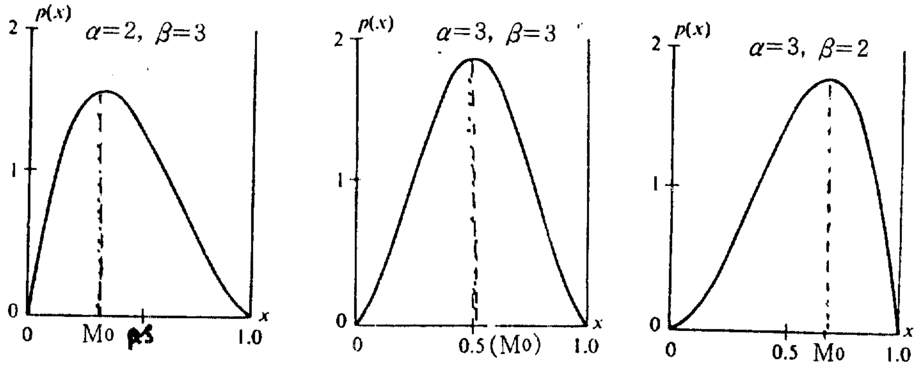
Mo : 최빈수, L : Median의 최하한(상수), C : 급간격

f1 : Mo 의 전급도수, f2 : Mo 의 후급도수

C : (Mo－L) = (f1+f2) : f2

$$Mo : L + \left(\frac{f_2}{f_1+f_2}\right)C$$

여기서 variable 을 f2/(f1+f2) 라고 보면 이것은 $\alpha/(\alpha+\beta)$, a/(a+b) 형으로 나타내어지는 중요한 요인이다.



위의 그래프에서 알 수 있듯이 M_0에 따라 정규분포 혹은 B분포가 상호관계를 가지면서 연속곡선 상에서 여러가지 다른 분포형으로 나타나게 된다.

$Mo = L + \{f_2(f_1+f_2)\}C$ 에서 L=0, C=1 일 때는 이것이 여러가지 의미있는 분포들의 상질을 결정짓는 요인이 될 수도 있다. 이러한 관련에서 통계학적으로 중요한 역할을 하는 β 분포는 이항분포 —— 포아송 분포 —— 지수분포에 연결된다. 여기서 치수분포와 포아송분포는 생산공정에서 인간행태를 나타내는 대기행렬 이론의 계량분석 방법에 대한 기초로서 활용된다는 것은 주지의 사실이다. 또한 포아송분포 자체도 인간의 무의식적 행동을 설명하거나 행태의 기본질서를 규명하는데 경험적으로 유용하에게 사용 되어지는 행태이다. 이러한 확률분포에 의한 PERT, 대기행렬에의 접근은 그 관련 특성을 加減, 比例, 指數係數로 분류하여 보면 아래의 표와 같이 나타낼 수 있다.

[표2] 생산행태 관련영역

생산행태	心理工學	係數	特性係數 관련분야	理論영역
생산현상	현재 (manifest)	加減	무한등비급수의 합, 이용률, 승수이론 prismoid fomula	PERT
정보 system	잠재 (latent)	比例	비례자연수열, 황금비율	대기이론
perceptron	기재 (found)	指數	선험확률, poisson, 지수, βeta 分布	확률통계

위의 표에서 생산행태를 고찰해 보면 생산행태를 이루는 기본적인 수리 특성치들이 상호상관하고 회귀하면서 선험적으로 작용하고 있다. 생산활동에서 加減係數的 요인이 생산현상을 지배하게 되고, 比例係數的 생산영역이 정보시스템을 형성한다. 여기서 정보의 중첩 指

數 係數的 특성요인이 형성된다. 이 指數的인 것은 생산활동이 선험적 특성치에 의해 매개되는 지수의 조건 즉 인간의 가치와 행동표준을 조건으로 한 원리적인 값을 갖는다. 생산시스템에 있어서 인간과 물질이 현재(Manifest), 잠재(Latent), 기재(Found)적으로 상호 관련하는 그 근저에 완벽한 數理的 構造가 존재한다는 것을 파악함으로써 정보과학적 의미의 Perceptron의 개념을 도출할 수 있다. 이 Perceptron은 인간과 물질의 매개체로써 생산활동에 있어서 조직내부의 다양한 개성의 상향적 조합과 연구개발의 정보교환을 위시하여 諸 소비체계의 정보에 이르기까지 다양속변해 가는 극단적인 한계점에서 인간행태의 표준화를 규정지을 수 있는 생산행태이다.

5. 結 論

통계적 성질에 통하여 고찰해 볼 때 인간의 생산행태의 특성이 질서를 가지고 이루어지고 있다는 것을 파악할 수 있다. 그 질서를 구성하는 기본 방정식과 함수들이 확률적이고, 비선형적으로 추구되고 있지만 응용에서는 주로 정규분포를 기준으로 하는 경우가 많다. 그러나 앞에서 고찰한 바와 같이 무의식적, 의식적 행동특성을 통해 이루어지는 대기행렬이론, PERT 등에서 기본적으로 작용되는 통계적 특성은 poisson 분포, βeta 분포, P.S.Laplace의 자연확률, golden section rule에 근거한 행동특성이다. 이러한 행동특성의 정보공학적 절차와 개념에 의한 과정들을 매개하는 것이 경제현상, 생산현상등 인간의 생산행동에 직접 간접으로 상관, 회귀하고 있다고 볼 수 있다. 이러한 제 현상의 특성에서 알 수 있는 수리적 체계는 순차적으로 현재(manifest)적인 加減의 식을 통한 현상파악, 潛在(latent)的인 比例概念을 통한 정보적 이해, 나아가 基在(found)的인 指數次元의 통합적 성격규명으로 분석 및 종합된다는 것이다. 본질적인 인간행동 특성에 대한 수리적 이해가 거듭될수록 생산체계에서 이루어지는 작업이나 공정에도 실제적 행태표준으로 응용되어질 것이다. 따라서 이러한 생산행태의 근간이 되는 제 성격을 상호연결하고 파악하여 공통적 속성을 체계화함으로써 생산행태의 개념체계가 계속적으로 갱신되어 가리라 믿는다.

參 考 文 獻

1. 李得熙, '倫理經營需壓과 開放體制實驗(IV)', 건대학술지(1983)
2. 鄭旻溶, '事前生産管理시스템과 그 行態의 確率統計的構造模型', 건대 대학원 논문집 (제6집), 1977.
3. 李得熙, 鄭旻溶, '생산행동의 기재구조', 건대학술지 24집, 1980.
4. 金洪材, '價値生産體系를 위한 行動科學的 接近에 관한 硏究', 건국대 대학원, (1988)
5. A.Jacquard, 유세희, 권희택 譯, '確率論' 고대출판부, 1985.
6. 김용운, 김용국, '공간과 역사', 현대과학신서 51, 1987.
7. 계영희, '수학과 미술', 전파과학사, 1990.
8. 이순요, '新工程管理', 박영사, 1977.
9. 이상용, 'OR/MS原論', 형설출판사, 199[illegible].
10. Herold Jefferys, 'Theory of probability', third edition Cambridge press, 1983.

11. Marcello Boldrini, 'Scientific truth ad statistical method', Grifin & London, 1972.
12. Ian Hacking, 'The Emergence of probability', Cambridge univ. press, 1975.
13. Ross. R middlemiss, 'Differential and Integral', macgraw-Hill, 1940.
14. Sheldon. M. Ross, 'Introduction to probability models', Academic press, 1985.
15. Robert Hogg & Allen craig, 'Introduction to mathematical statistics', fourth edition, Macmillan pub. co. 1989.
16. 欽尾要著, '經濟 サイバネテクス', 日本評論社, 1980.