

제품의 소비효율성과 혁신

황석원(hsw100@stepi.re.kr)

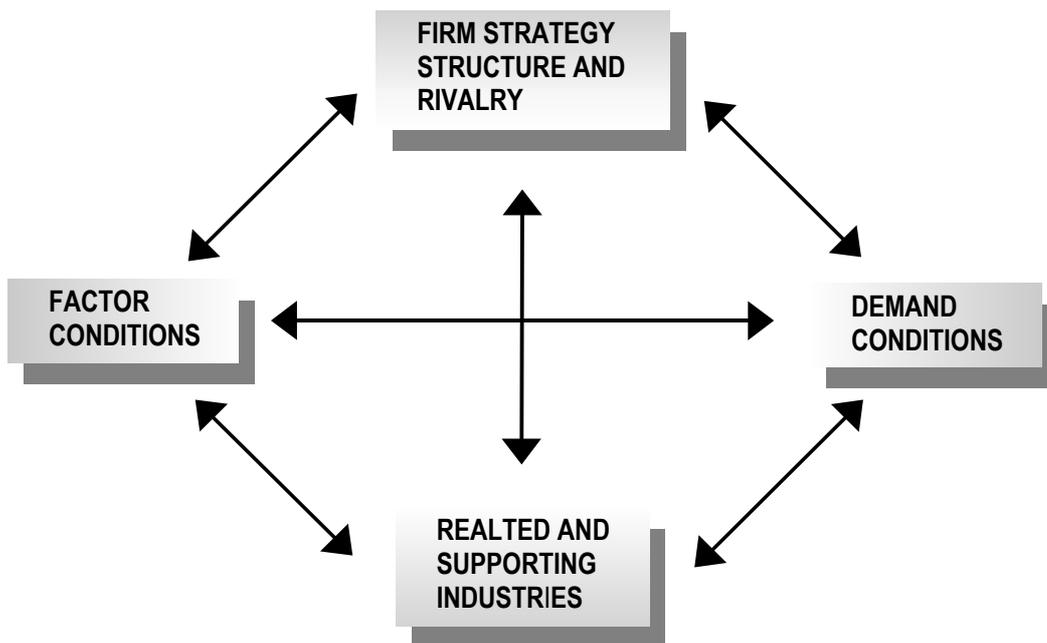
산업협신팀 부연구위원

1. 서론

혁신은 두 가지 측면의 활동으로 생각할 수 있다. 한 측면은 시장의 필요에 대해 인식하고 그러한 수요에 부응하기 위해 신제품과 새로운 공정을 개발하는 것이다(수요견인 혁신). 다른 한 측면은 새로운 과학기술 지식을 습득하고 그로부터 신제품과 새로운 공정을 개발해 시장에 내놓는 것이다(기술주도 혁신). 어느 쪽이 되었든 대부분의 경우 이론적 관심은 주로 기업의 행동에 초점을 맞추고 있다. 기업은 ‘수요의 질’(Porter, 1990)이 어떠한든 소비자 기호에 부합하여 상품을 판매할 수 있으면 그만이다. 심지어 소비자의 선택 능력이 미흡해 수요의 질이 떨어질 때는 품질이 좋지 않은 제품이라도 비싼 가격에 판매함으로써 추가적인 이익을 획득하기도 한다.

시야를 확대해 기업뿐만 아니라 지역이나 국가 경쟁력을 생각할 때는 ‘수요의 질’이 중요한 요소 가운데 하나가 된다. Porter(1990)는 그의 ‘다이아몬드 모델’에서 국가의 경쟁 우위를 결정하는 네 가지 변수 가운데 하나로 ‘수요 조건’을 들었다. 세련되고 요구 사항이 많은 구매자는 기업으로 하여금 제품의 질이나 특성, 그리고 서비스 측면에서 높은 수준을 맞추게끔 할 수 있다. 일본의 경우 소비자들이 오디오 장비를 구매함에 있어 매우 세련되고 풍부한 지식을 잘 갖추고 있었다. 소비자들의 품질에 대한 욕망이 제조업체로 하여금 재빠르게 품질 개선을 하게 만들었고, 가장 최신의 새로운 특성에 대한 욕구는 새로운 모델이 시장에 빠르게 침투할 수 있게 만들었다. 한국의 경우 이동전화 단말기 시장의 소비자들이 대단히 세련되고 높은 욕구 수준을 보여주고 있다. MP3, 카메라, 위치정보 제공 등 첨단 기능을 갖춘 신제품에 대한 욕구가 높고 반응이 신속하다. 신제품 개발이 빠르고 단말기가 빠르게 교체되기 때문에 2004년 한 해 동안 중고 단말기가 1,260만대 발생할 것으로 예상될 정도다(중앙일보 2004년 6월14일). 이러한 높은 소비 수준에 따라 한국의 이동전화 단말기는 세계적 경쟁력을 확보하고 세계시장 점유율을 계속 높일 수 있었다. 이렇듯 세련되고 요구 수준이 높은 구매자의 존재는 제품이나 공정에 있어서 경쟁 우위를 유지하고 업그레이드시키는 데 있어 대단히 중요하다.

경쟁력과 혁신에 있어서 수요의 중요성을 잘 보여준다는 측면에서 포터의 다이아몬드 모델은 대단히 유용하고 시사적이다. 그러나 기본적으로 그의 모델은 정성적이고 수요의 질에 대한 정량적 측정이나 정교한 수학적 모델 등을 포함하고 있지 못하다. 포터의 연구가 가진 이러한 한계를 뛰어넘기 위해서는 수요의 질에 대한 수학적 모델과 측정 방법론을 개발할 필요가 있다. 이 글에서는 수요의 질을 정량적으로 측정하기 위해 ‘소비효율성’ 개념을 정의하고 그 측정 방법을 논한다.



<그림 1> 포터의 다이아몬드 모델: 국가 경쟁 우위의 4대 결정 요인

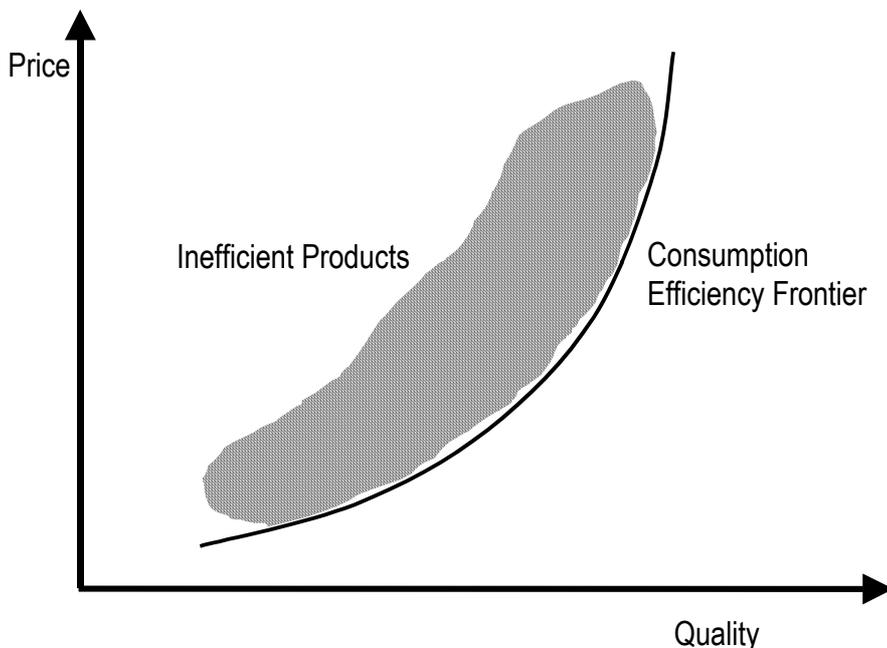
2. 소비효율성

소비자의 선택은 가격과 품질 측면에서 열등한 제품이 시장에 존재하고 그러한 제품이 선택될 수 있다는 측면에서 비효율적일 수 있다. 제품에 초점을 맞추어 말한다면, 가격이 낮고 품질 특성이 우수한 제품은 그렇지 못한 제품에 비해 더 ‘효율적’이다. 어떤 시장에서 비싸고 품질이 낮은 제품, 즉 소비효율성이 낮은 제품을 선택하는 소비자가 많다면 그 시장은 ‘소비의 질’이 낮다고 말할 수 있다. 반대로 소비자가 현명하여 시장에 나와 있는 여러 제품들 가운데 품질 특성이 좋으면서 가격이 낮은 제품, 즉 소비효율성이 좋은 제품을 많이 선택한다면 그 시장은 ‘소비의 질’이 높다고 말할 수 있다.

좀 더 수학적으로 표현해 보자. 자동차나 휴대폰 등 비슷한 품질특성의 집합으로 이루어진 일련의 제품군은, 가격-품질특성 공간 내에서 각각의 점들로 표현될 수

있다. 그러한 다차원의 가격-품질특성 공간을 정의하고 그 공간에서 제품의 위치를 고려하여 제품의 소비효율성을 측정할 수 있다.

가격-품질특성 공간 내에서 제품의 효율성을 측정할 때, 더 낮은 가격으로 더 높은 품질특성의 조합을 주는 제품이 있다면, 그 제품은 다른 제품에 비해 효율적이라고 할 수 있다. 즉, 가격 대비 품질특성을 기준으로, 가장 효율적인 제품을 선정할 수 있으며, 효율적이지 않은 제품과 효율적인 제품을 비교하여 제품의 효율성을 측정할 수 있다. 여기에는 주로 생산 경제학에서 생산자의 효율성을 측정하는 DEA(Data Envelopment Analysis) 방법론을 적용할 수 있다. 소비자가 가격을 투입하였을 때, 품질특성의 조합을 산출로 보고 각 제품을 소비자 입장에서의 DMU(Decision Making Unit)로 보는 것이다.



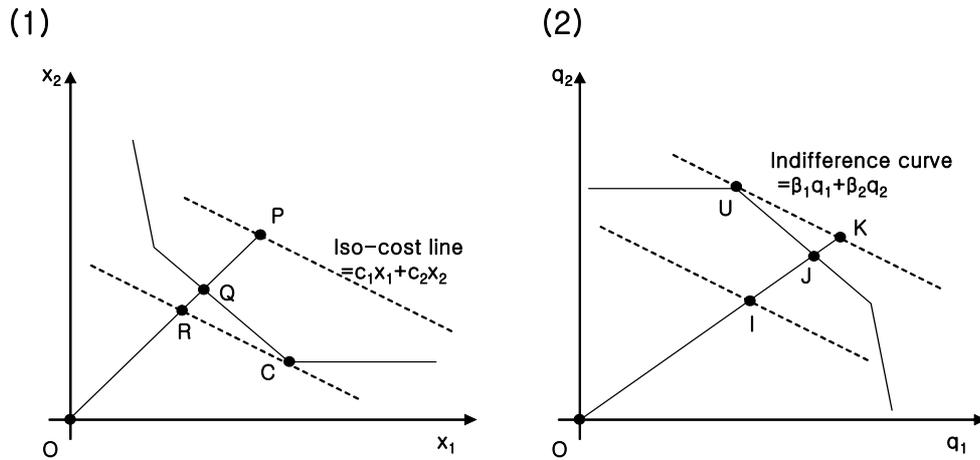
<그림 2> 소비효율성의 개념

이 때 제품의 생산 측면에서의 효율성만을 측정할 수도 있고, 소비자의 효용 관점에서의 효율성을 측정할 수도 있다. 생산 측면의 효율성만을 측정할 때는 특정한 제품군이 효율적이라고 계산되어도, 각각의 제품은 소비자의 효용 함수의 모양에 따라 서로 다른 정도의 효용을 소비자에게 제공한다. 만약 특정한 시장의 소비자의 효용함수를 복원할 수 있다면, 생산 측면에서 효율적인 제품 중 어떠한 제품이 소비자에게 가장 큰 효용을 주는지 가늠할 수 있다. 또한 가격-품질특성 공간에서 제품의 품질특성의 배분적 효율성을 계산하는 것이 가능하게 된다. 다음 절에서는 위

에서 간단히 소개한 기술적, 배분적, 총체적 소비효율성에 대해 보다 자세히 설명하고 측정 방법론을 다룰 것이다.

3. 소비효율성의 세 구분 : 기술적, 배분적, 총체적 소비효율성

Cooper, Seiford and Tone(2000, Chapter 8)는 생산이론의 이윤 극대화 관점에서 배분적 효율성(allocative efficiency)을 정의하고, 총체적 효율성(overall efficiency)과 기술적 효율성(technical efficiency) 사이의 관계를 정리하였다. <그림 3>의 (1)은 투입요소가 2개이고 단일 산출인 상황에서, 산출량이 같다고 가정하였을 때의 DEA 모델을 도시한 것이다. 실선으로 주어진 생산가능집합 안쪽의 P 기업의 효율성을 측정할 때, 기술적 효율성은 $\frac{d(O, Q)}{d(O, P)}$, 즉, 원점 O에서 P까지의 거리와 O에서 생산변경(frontier) 상에 있는 기업 Q까지의 거리의 비율로 나타낼 수 있다. 배분적 효율성은 P의 투영점(reference point)인 생산변경 상의 점 Q가 투입 요소의 적절한 배분에 의하여 줄일 수 있었던 비용의 정도를 뜻한다. 그림에서 같은 비용이 드는 등비용선을 점선으로 나타내었고, 이것이 $K=C_1X_1+C_2X_2$ 로 주어질 때, Q 기업이 생산하는데 드는 비용 K_q 는 이윤 극대화 점인 C 기업이 생산하는데 드는 비용 K^* 에 비하여 많게 된다. 이 차이를 배분적 효율성이라고 하며, 기업 P의 배분적 효율성은 $\frac{d(O, R)}{d(O, Q)}$ 으로 나타낸다. 주어진 가격정보를 감안할 때 C점에 비하여 Q점에서의 추가적인 비용의 차이는 Q 점을 지나는 등비용선과 C 점을 지나는 등비용선의 차이와 같기 때문이다. 마지막으로 기술적 효율성과 배분적 효율성을 고려한, 총체적 효율성을 $\frac{d(O, R)}{d(O, P)}$ 로 나타낸다. 생산이론에서 이윤극대화를 구하는 것처럼 소비에서도 효용극대화를 고려하여 배분적 효율성을 구할 수 있다.



<그림 3> 기술적, 배분적, 총체적 비용 효율성과 소비 효율성의 도식

<그림 3>의 (2)는, I, J, K, U가 각각의 제품을 나타내고 실선이 소비가능집합을 나타낸다고 할 때, 또한, 모든 제품의 가격이 같다고 가정하고, 소비로 인하여 소비자에게 주어지는 제품의 품질특성이 2개라고 하였을 때의 DEA 모델을 도식한 것이다. 생산자적 관점에서와 마찬가지로 소비가능집합 안의 제품 I의 기술적 효율성을 $\frac{d(O, I)}{d(O, J)}$ 로 나타낼 수 있다. 또한, 품질특성 공간에서 무차별 곡선을 $K = \beta_1 q_1 + \beta_2 q_2$ 로 나타낼 때, 가장 높은 효용을 주는 제품은 U이며, I의 투영점 J와 U와의 효용의 차이를 배분적 효율성이라고 하면, 제품 I의 배분적 효율성을 $\frac{d(O, J)}{d(O, K)}$ 로 나타낼 수 있다. 제품 I의 총체적 효율성도 생산자적 관점에서와 마찬가지로, $\frac{d(O, I)}{d(O, K)}$ 로 나타낼 수 있을 것이다. 지금까지 설명한 것처럼, 소비자적 관점에서도 효용함수를 이용하여, 제품의 배분적 효율성을 구할 수 있다. 다음 절에서는 Cooper, Park and Pastor(1999)에서 설명한 생산자적 관점의 additive model을 소비자적 관점으로 바꾸어 제품의 배분적 효율성을 구하는 방법을 설명할 것이다.

4. 소비효율성의 측정 모델 : Discrete additive model

보통의 DEA 모델은 생산변경을 생산가능점의 선형 결합으로 만들어낸다. 그러나 소비를 분석할 때에는 소비의 이산성(discreteness)을 고려하여야 한다. 왜냐하면 소비자는 시장에서 제품을 구입할 때, 주어진 제품만 구입할 수 있을 뿐, 제품의 품질특성의 선형 결합을 구입할 수 없기 때문이다. Lee, Hwang and Kim¹⁾은 소비자 선

1) Journal of Productivity Analysis에 근간 경제 예정

택의 이산성을 고려하여 소비효율성을 정의하고 측정 방법론으로 discrete RAM(Range Adjusted Measure)을 제안하였다. 여기서의 소비효율성은 소비자 선호를 고려하지 않은 것으로서 기술적 효율성이라고 할 수 있다. Cooper, Park and Pastor(1999)는 부록에서 additive model도 기술적 효율성과 분배적 효율성을 구할 수 있음을 설명하였고, additive model에서의 생산자의 총체적 효율성은 생산자의 기술적 효율성과 분배적 효율성의 합이 됨을 유도하였다. 본 연구에서는 위 논문에서 제시된 additive model에, 소비의 이산성을 고려하여, 새로운 discrete additive model을 제시하고자 한다. Discrete additive model은 additive model과 기본적으로 동일하나 관측치 별 가중치²⁾가 0 또는 1의 이산적인 값을 가지게 된다.

먼저 생산측면에서의 비용함수를 대체하는 소비측면에서의 무차별곡선을 정의한다. 제품이 주는 효용에 대하여, 선형계획법을 적용하기 위해 단순한 효용함수 형태로서 다음과 같은 선형 효용함수(U_j)를 생각한다.

$$U_j = \beta'z_j - \alpha'p_j \quad (1)$$

z_j : 제품 j의 품질특성의 행렬

p_j : 제품 j의 가격.

여기서 α 와 β 의 모수 값을 구하는 방법에 대해서는 Berry, Levinsohn, and Pakes(1995)의 연구에 설명되어 있다. 모수 값을 구하여 시장에서의 효용함수의 모양을 알아냈다고 가정하면, 소비측면에서의 additive model의 총체적 효율성은 다음 식과 같이 구해지게 된다.

$$\begin{aligned} & \text{Max } \beta's^+ + \alpha's^- \\ & \text{s.t. } p_0 = p + s^- \\ & \quad z_0 = z - s^+ \\ & \quad p = P\lambda, z = Z\lambda \\ & \quad e\lambda = 1 \\ & \quad \lambda_j \in \{0, 1\} \\ & \quad s^-, s^+ : \text{free} \end{aligned} \quad (2)$$

Solution : λ, s^-, s^+ .

2) 본 연구의 수식에서는 λ 로 나타나게 된다.

(2)에서 S^+ , S^- 는 slack 변수, P 는 가격 데이터 행렬, Z 는 품질특성 데이터 행렬, e 는 단위 벡터, λ 는 선형결합 계수를 나타내는 벡터이다.

또한 기술적 효율성은 다음 식으로 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } e's^+ + e's^- \\
 & \text{s.t. } p_0 = p + s^- \\
 & \quad z_0 = z - s^+ \\
 & \quad p = P\lambda, z = Z\lambda \\
 & \quad e'\lambda = 1 \\
 & \quad \lambda_j \in \{0, 1\} \\
 & \quad s^-, s^+ \geq 0 \\
 & \text{Solution : } \lambda^*, s^{-*}, s^{+*}.
 \end{aligned} \tag{3}$$

이제 배분적 효율성을 생각하자. 기술적 효율성을 구하는 모델에서의 해를 $\lambda^*, s^{+*}, s^{-*}$ 라고 하면, 다음과 같은 모델을 생각할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \beta's^+ + \alpha's^- \\
 & \text{s.t. } \hat{p}_0 = p + s^- \\
 & \quad \hat{z}_0 = z - s^+ \\
 & \quad p = P\lambda, z = Z\lambda \\
 & \quad e'\lambda = 1 \\
 & \quad \lambda_j \in \{0, 1\} \\
 & \quad s^-, s^+ : \text{free} \\
 & \quad \text{where } \hat{p}_0 = p_0 - s^{-*}, \hat{z}_0 = z_0 + s^{+*} \\
 & \text{Solution : } \hat{\lambda}, \hat{s}^-, \hat{s}^+.
 \end{aligned} \tag{4}$$

Cooper, Park and Pastor(1999)는 additive model에서 총체적 효율성은 기술적 효율성과 배분적 효율성의 합이 됨을 유도하였다. 본 모델에서도, 소비자의 이산적 선택을 고려하여 additive model을 수정하였으나, 그러한 수정은 총체적 효율성은 기술적 효율성과 배분적 효율성의 합이 된다는 사실에 아무런 변화를 주지 않는다. 소비에 있어서도 총체적 효율성, 기술적 효율성 그리고 배분적 효율성 각각을 위에서처럼 정의하고 측정할 수 있다.

5. 결론

지금까지 혁신과 경쟁력 이론에서 수요의 질이 갖는 중요성을 설명하고, 수요의 질을 나타내는 대표적 측도로 소비효율성을 소개하였다. 소비효율성의 세 가지 구분 즉, 기술적, 배분적, 총체적 소비 효율성을 설명하고 그 측정 방법도 제시하였다.

맺음말로써 소비효율성이 갖는 의의를 살펴본다. 우선 기업 입장에서 제품의 소비 효율성 수준은 제품의 시장 경쟁력을 의미한다. 소비 효율성이 낮은 제품, 즉 비싸고 품질이 낮은 제품은 소비자에 의해 선택받을 가능성이 적으며, 따라서 시장 점유율도 낮을 것이기 때문이다. 이럴 경우 기업은 자사의 제품이 보다 경쟁력을 갖추도록 하기 위해서 가격을 낮추거나(공정 혁신), 제품의 품질 특성을 높여야 한다(제품 혁신). 다른 말로 하면 기업은 혁신을 통하여 소비효율성이 낮은 제품의 소비 효율성을 끌어올려 자사의 제품을 '소비효율성 경계'에 위치하도록 해야 한다. 소비 효율성의 측정은 신제품 개발에도 유용하게 사용될 수 있다. 신제품을 설계하거나 출시하기 전에 해당 제품이 얼마나 경쟁력을 가질 수 있는지 조사해야 하는데, 전술한대로 소비효율성이 제품 경쟁력을 측정하는 유용한 수단이 될 수 있기 때문이다. 개발 중인 신제품의 소비효율성을 측정하여 그 잠재적인 경쟁력을 조사함으로써 기업은 개발 프로젝트를 중지해야 하는지 계속해야 하는지, 계속한다면 어떠한 방향으로 신제품을 개선해야 하는지 정보를 얻을 수 있다.

정부 정책 측면에서의 시사점은 소비효율성이 시장의 '소비의 질'을 측정하는 수단이 될 수 있다는 것이다. 소비자가 비효율적인 제품을 구입한다면 그러한 제품을 생산하는, 혁신적이지 않은 기업이 시장 경쟁에서 살아남을 수 있는 틈을 제공하게 된다. 그렇게 되면 기업이 혁신하려는 유인이 줄어들게 되고, 기업은 현명하지 못한 소비자의 허점을 틈타 초과 수익을 얻으려고만 할 것이다. 결국 사회 전체의 혁신 분위기를 망치게 되는 것이다. 서론에서도 밝혔듯이 국가경쟁력을 결정하는 네 가지 요소 가운데 하나가 바로 '소비의 질'이기 때문에 소비효율성을 통한 소비의 질 측정은 국가 경쟁력을 조사하는데 대단히 유용하게 사용될 수 있다.

참고문헌

Berry, S., Levinsohn, J. and Pakes, A.(1995), "Automobile Prices in Market Equilibrium", *Econometrica*, 63(4), pp. 841-890.

Cooper, W. W., Park, K. S. and Pastor, J. T.(1999), "RAM: A Range Adjusted

Measure of Inefficiency for Use with Additive Models, and Relations to Other Models and Measures in DEA." *Journal of Productivity Analysis*, 11, pp. 5-42.

Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Tone, K.(2000), *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-solver Software*, Kluwer Academic Publishers.

Lee, J., Hwang, S. and Kim, T.(2004), "The Measurement of Consumption Efficiency Considering Discrete Choice of Consumers", forthcoming, *Journal of Productivity Analysis*.

Porter, M. E.(1990), *The Competitive Advantage of Nations*, New York: Free Press.