방산분야 공인시험기관의 수요확산 예측 및 정책 방향 연구

이용학¹ · 조현기² · 김우제^{3*} · 강초룡⁴

¹광운대학교 대학원 / ²서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 /

³서울과학기술대학교 산업정보시스템공학과 / ⁴기술표준원

A Study on Forecasting the Diffusion of Certified Testing Service Institutions and Direction of Policy Making in Defense Industry

Yong-Hak Lee¹ · Hyunki Cho² · Woo-Je Kim³ · Chorong Kang⁴

¹Graduate School, Kwangwoon University

²Graduate School of Public Policy and Information Technology, Seoul National University of Science and Technology

³Dept. of Industrial and Information Systems Engineering, Seoul National University of Science and Technology

⁴Korean Agency for Technology and Standards

In order to ensure the reliability and specialty of weapon system test results, a policy of extending certified testing service institutions has been driven by applying accreditation system of the ones in defense industry. Bass and Logistic models are used to apply the policy effectively and forecast the diffusion pattern of certified testing service institutions. The parameters for diffusion forecast are estimated using the diffusion pattern of certified testing service institutions in non-defense industry, and these are applied to forecast the diffusion of certified ones in defense industry. Coefficients of innovation and imitation of Bass model are analyzed to derive the factors influencing the early adoption and diffusion patterns. The more increasing the coefficients, the earlier adoption occurred. Diffusion pattern due to coefficient of imitation, internal factor, has larger effect on sensitivity of diffusion pattern. This means that the self recognition of necessity is more effectively worked than the policy or regulations driven by government.

Keyword: diffusion, bass, logistic, forecasting, accreditation

1. 연구 배경

국내 연구개발 무기 및 비무기체계의 성능에 대한 신뢰성 제고와 운용유지비 절감, 확대되는 국제 공동연구개발과 방산수출에 있어서의 경쟁력 확보 등에 대비한 방산분야 시험기관의 전문성 향상과 시험 결과에 대한 객관성 · 신뢰성 확보를 위해 방위사업청을 비롯한 전력증강을 담당하는 기관에서는 인정제도 도입을 추진하고 있다(DAPA, 2011a). 그동안 우리나라의 방위산업은 K9 자주포, T-50 고등훈련기 등과 같은 우리의 국

산 무기 개발과 더불어 세계시장으로의 수출을 달성하는 등의 많은 발전을 거듭하여 왔지만 시험분야에 대한 발전은 미흡하여 이에 대한 개선과 새로운 제도의 도입을 고려하고 있다.

그동안 무기체계 국내 연구개발에서는 완성장비 위주의 설계 검증을 수행하는 반면, 실제 결함의 원인이 되고 있는 부품이나 구성품에 대한 설계 검증은 공인시험기관의 부족으로 인하여 개발자에게 맡기게 되어 장비를 사용하는 군으로부터 성능에 대한 신뢰 저하 및 운용유지간 불만의 원인이 되어 왔다. 또한 열악한 방산분야 시험시설 확충에 대한 필요성도 다방면

*연락처 : 김우제 교수, 139-743 서울 노원구 공릉길 138, 서울과학기술대학교 산업정보시스템공학과,

Fax : 02-974-2849, E-mail : wjkim@seoultech.ac.kr

투고일(2011년 09월 27일), 심사일(1차 : 2011년 11월 08일), 게재확정일(2011년 11월 08일).

에서 제기되고 있으며, 부품이나 구성품, 하부체계(sub-system)에 대한 시험은 가능한 민간의 우수 시험시설을 활용하는 방안도 제기되고 있다.

이러한 문제점 해소를 위해 방산분야에 대해서도 국가표준기본법에 근거하여 민간에서 1994년부터 적용하고 있는 시험기관 인정제도를 정책적으로 적용하고자 한다(Kim *et al.*, 2006; DAPA, 2011b; Hong *et al.*, 2000). 이를 위하여 방위사업청에서는 지식경제부 기술표준원과 무기체계 시험평가 업무발전을 위한 협약을 체결하여 방위사업청은 방산분야 시험기관 인정을 위한 기술적 자문을 기술표준원으로부터 받고, 기술표준원은 민수분야 시험기관이 방산분야에 참여할 수 있도록 방위사업청의 협력을 지원받는 것이 주요내용이다(DAPA, 2011c).

인정이란 국제표준(ISO/IEC 17011)에 의거 시험기관의 능력을 평가하여 인정하는 행위를 말하며, 우리나라의 경우 지식경제부 기술표준원 산하 한국인정기구(KOLAS : KOrean Laboratory Accreditation Scheme)에서 업무를 담당하고 있으며, 1992년부터 도입하여 적용하고 있다(DAPA, 2011b). 2010년까지 민수분야의 경우 전국 416개 시험기관이 KOLAS로부터 공인시험기관으로 인정을 받았으며, 2010년부터는 메디컬분야에서도 시험기관 인정제도를 적용하고 있어 방산분야가 시험기관 인정제도를 도입할 경우 공인시험기관의 수요확산은 더욱 크게 나타날 것으로 예상된다(KOLAS, 2011).

하지만 정책의 효과적인 적용과 방산분야의 시험기관이 신속히 인정을 받도록 정책에 반영하기 위해서는 방산분야 공인시험기관의 확산 패턴에 대한 분석이 선행되어야 한다. 이러한 확산 패턴에는 최대 수요가 얼마인지와 최대치에 도달하는데 소요되는 기간은 얼마인지, 확산에 미치는 영향요소는 무엇인지, 어떠한 요소를 추가하거나 개선할 때 도달 시간을 단축할 수 있는지 등이 포함될 수 있다.

어떤 새로운 서비스나 제품의 중·장기적인 수요예측과 채택되는 패턴을 분석하기 위해서는 Bass 확산 모형과 Logistic 모형을 주로 많이 사용한다. Bass 확산 모형은 혁신계수와 모방계수, 잠재적 수요를 추정함으로써 수요확산 예측과 패턴 분석이 가능하다. Bass 모형은 혁신계수 및 모방계수와 같은 파라미터를 바탕으로 다양한 수요확산 패턴의 설명이 가능하다는 장점이 있지만, 유연성이 부족하여 파라미터 추정에 필요한 데이터가 부족할 경우 추정의 안정성과 신뢰성이 떨어진다는 단점이 있다. Logistic 모형의 경우 성장모형에 기반을 둔 모형으로 파라미터를 통한 직접적인 확산패턴의 설명은 어렵지만 데이터가 부족한 상황에서도 파라미터를 안정적으로 추정할 수 있다는 장점이 있다(Hong *et al.*, 2008).

본 연구는 정부에서 추진하고자 하는 방산분야의 공인시험기관 채택 확대 정책에 대하여 파급효과가 어느 정도인지와 확산이 조기에 일어나기 위한 가능한 정책 방향은 무엇인지를 파악하고, 이들의 영향이 어느 정도인지를 파악하기 위하여 Bass와 Logistic 모형을 이용한 방산분야의 공인시험기관 수요확산과 이에 대한 패턴을 분석하였다. 제 2장에서는 Bass와

Logistic 확산모형에 대한 이론적 고찰을 통하여 모형에 대한 설명과 파라미터 추정 방법에 대하여 간략하게 살펴본다. 제 3장에서는 방산분야에서의 공인시험기관 수요확산 예측을 위한 방법과 절차, 예측에 필요한 가정 사항을 제시하였으며, 제 4장에서는 제시된 방법론을 이용하여 Bass와 Logistic 모형을 활용한 공인시험기관 수요확산 예측과 파라미터 변동에 따른 확산 패턴을 분석하고 정책 입안에 활용하기 위한 방향을 제시하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 Bass 모형

Bass 모형은 Frank M. Bass(1969)에 의해 제안된 모형이다. Bass는 제품이나 서비스에 대한 확산은 크게 스스로 자각이나 대중매체에 영향을 받아 제품이나 서비스를 채택하는 혁신자 집단과 다른 사용자에 의하여 구전효과와 같은 영향을 받는 모방자 집단으로 양분하였다(Kim *et al.*, 2009; Bass, 1969). 여기서 혁신자의 경우 해당 시점까지 관심의 대상이 되는 제품이나 서비스를 채택하지 않은 자의 수에 비례하여 채택자 수가 결정되고, 모방자의 경우 이미 채택한 누적 채택자 수와 아직 채택하지 않은 미채택자 수의 곱에 비례하여 새로이 채택하는 채택자 수가 결정된다고 하였다(Hong *et al.*, 2008). 따라서 이러한 혁신자와 모방자 집단의 채택과정을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} \quad (1)$$

$$= p[M - n(t)] + q \frac{N(t)}{M} [M - N(t)]$$

M : 잠재수요

$N(t)$: t 시점까지의 누적 채택

$n(t)$: t 시점에서의 채택율

p : 혁신계수

q : 모방계수

즉, 한 시점에서의 서비스나 제품의 채택자 수는 혁신계수 및 모방계수와 같은 파라미터와 채택시점까지 채택하지 않은 잠재적 사용자와의 관계를 통하여 결정된다고 볼 수 있다.

Bass 확산모형에서 수요의 성숙기와 이륙기는 다음과 같이 구할 수 있다. 먼저 식 (1)을 $N(t)$ 의 미분방정식으로 풀어 식 (2)와 같이 t 시점까지의 누적수요인 $N(t)$ 와 이를 t 에 대해 1차 미분하여 식 (3)과 같이 t 시점에서의 당기수요인 $n(t)$ 를 구할 수 있다.

$$N(t) = M \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}} \quad (2)$$

$$n(t) = M \frac{\frac{(p+q)^2}{p} e^{-(p+q)t}}{\left(1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}\right)^2} \quad (3)$$

식 (3)을 1차 미분과 2차 미분하여 각각 $t=0$ 으로 두고 식을 구하면 다음과 같이 성숙기(t^*)와 이륙기(t^{**})를 구할 수 있다 (Hong *et al.*, 2009).

$$t^* = \frac{1}{p+q} \ln \frac{q}{p} \quad (4)$$

$$t^{**} = \frac{1}{p+q} \ln \frac{q}{(2 + \sqrt{3})p} \quad (5)$$

2.2 Logistic 모형

Logistic 모형은 서비스의 누적수요 추이를 시계열 모형으로 표현한 확산 모형으로 기본적으로 S자 형태의 성장곡선 모양을 띄고 있으며 지수함수의 분수 형태로 표현되는데(Kim *et al.*, 2006), 이를 수식으로 나타내기 위한 가정은 어떤 현상이 발생하고 확산되는 공간을 모집단으로 정의할 경우 모집단의 크기가 그 현상이 퍼져나갈 수 있는 상한(upper limit)이 되며, 특정 시점에서 현상이 확산되는 비율은 모집단 안에서 이미 그 현상을 알고 있는 개체들의 크기와 아직 알지 못하는 개체들의 크기의 곱에 비례한다(Park, 2007). 이를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = KN(t)(M - N(t)) \quad (6)$$

M : 잠재수요

$N(t)$: t 시점까지의 누적채택

$n(t)$: t 시점에서의 채택율

K : 상수

Logistic 모형도 Bass 모형에서와 같이 확산패턴을 분석하기 위해서는 당기수요의 성숙기(t^*)와 수요가 급속하게 발생하기 시작하는 이륙기(t^{**})를 계산해야 한다. 이를 위해서 먼저 식 (6)을 $N(t)$ 의 미분방정식으로 풀어 t 시점까지의 누적수요인 $N(t)$ 와 이를 t 에 대해 1차 미분하여 t 시점에서의 당기수요인 $n(t)$ 를 구하여야 한다.

$$N(t) = \frac{M}{(1 + ae^{-bt})} \quad (7)$$

$$n(t) = \frac{-Mbe^{(a+bt)}}{(1 + e^{(a+bt)})^2} \quad (8)$$

Bass 모형에서와 같은 방법으로 성숙기(t^*)와 이륙기(t^{**})를 구하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$t^* = -\frac{a}{b} \quad (9)$$

$$t^{**} = \frac{\ln 2 - a}{b} \quad (10)$$

2.3 파라미터 추정방법

확산 모형의 파라미터를 추정하는 방법에는 회귀분석의 파라미터를 추정하는 방법을 활용한 Ordinary Least Square(OLS) 방법과 우도추정함수를 활용한 Maximum Likelihood Estimation(MLE) 방법, 추정치와 실측치 차이의 제곱합을 최소화하는 방법인 Nonlinear Least Square(NLS) 방법이 있는데, 이중 가장 성능이 우수한 방법은 NLS로 알려져 있다(Hong *et al.*, 2011).

본 연구에서는 파라미터 추정을 위해 NLS 방법을 적용하였는데, 이는 NLS 방법이 추정된 모형과 실제 데이터의 오차 제곱합을 최소로 하는 다차원 비선형 파라미터 추정법으로 Bass 모형과 Logistic 모형 모두 추정치에는 비선형 함수식이 사용되고 있어 이 방법을 적용하였다.

NLS 방법에 의한 Bass 및 Logistic 추정 모형은 다음과 같다.

$$\min_{p,q,M} \sum_{t=0}^T (\widehat{n_{Bass}}(t) - n_{Bass}(t))^2 \quad (11)$$

$$\min_{a,b,M} \sum_{t=0}^T (\widehat{n_{Logistic}}(t) - n_{Logistic}(t))^2 \quad (12)$$

식 (11)에서 $\widehat{n_{Bass}}(t)$ 는 Bass 모형의 t 시점에 대한 추정치로서, 실측치인 $n_{Bass}(t)$ 와의 오차 제곱합을 최소화하도록 목적함수를 두고 파라미터 값인 p 와 q , M 을 탐색하게 된다. 식 (12)도 Bass 모형에서의 파라미터 추정과 동일하게 Logistic 모형의 t 시점에 대한 추정치인 $\widehat{n_{Logistic}}(t)$ 와 실측치인 $n_{Logistic}(t)$ 와의 오차 제곱합을 최소화하도록 목적함수를 두고 파라미터 값인 a 와 b , M 을 탐색한다. 파라미터 계산을 위해 비제약 비선형 심플렉스 알고리즘으로 MATLAB 7.1을 이용하였다.

3. 분석방법

3.1 분석절차

방산분야 공인시험기관 확산에 대한 패턴을 분석하기 위해서는 방산분야 시험기관에 대한 과거 데이터가 있어야 하나, 현재는 이러한 데이터가 없기 때문에 방산분야와 유사한 분야의 데이터를 활용하여야 한다. 민수분야 시험기관이나 방산분야 시험기관 모두 과학기술적 분류 형태는 유사하기 때문에 본 연구에서는 <Table 1>과 같이 KOLAS에 등록되어 있는 민수분야 공인시험기관 현황을 활용하였다(KOLAS, 2011).

Table 1. Status of Testing Service Institutions Accredited by KOLAS
(Registered No. at each year)

Year	Registered No. of Testing Service Institutions
Total	416
1994	12
1995	10
1996	13
1997	13
1998	4
1999	11
2000	24
2001	19
2002	33
2003	23
2004	27
2005	30
2006	35
2007	56
2008	25
2009	52
2010	29

민수분야 공인시험기관 데이터를 이용하여 먼저 Bass 및 Logistic 모형에 적용되는 파라미터를 추정하였다. 이는 공인시험기관 인정제도는 정부에서 추진하는 것이기 때문에 정책추진의 강도는 민수분야나 방산분야 모두 비슷하고 시험기관 스스로 인정제도의 필요성에 대해서도 유사하게 느낀다는 가정에 바탕을 두고 있다. 그러나 방산분야 시험기관의 최대 잠재수요가 민수분야와는 상이할 수 있기 때문에 잠재수요는 한국방위산업진흥회에 등록된 방산업체 수와 이미 KOLAS에 등록된 국내 시험기관 중 방산분야 시험에 참여하고 있는 기관의 수를 합한 결과를 적용하여 추정하였다. 추정 결과는 Bass와 Logi-

stic 모형에 적용하여 방산분야 공인시험기관의 당기 및 누적 수요값과 성숙기, 이륙기를 예측하는데 적용하였다. 또한 정부의 정책 추진강도와 공인시험기관의 필요성에 대한 인식 정도에 따른 확산패턴을 분석하기 위하여 확산계수를 변화시키는 민감도 분석을 실시하였으며, 이를 통하여 최적의 정책 대안 선정에 위한 방향을 제시하였다.

<Figure 1>은 본 논문에 적용된 분석절차를 나타낸 것이다.

3.2 수요확산 분석을 위한 가정

방산분야 공인시험기관 확산과 이에 대한 정책 대안 결정 방향 제시를 위해 적용되는 가정은 다음과 같다.

- 가정 1 : WTO(World Trade Organization)/TBT(Technical Barriers to Trade) 협약의 영향에 따른 정책 방향과 방산분야 공인시험기관 제도 적용에 따른 정책 방향은 동일 또는 유사하다.
- 가정 2 : 방산분야 공인시험기관 제도 적용의 궁극적인 목적은 국내 방산시장이 공인시험기관 제도에 적극 동참함으로써 스스로 경쟁력을 갖추 세계시장으로 진출하도록 하기 위함이기 때문에 기존 민수분야 공인시험기관 제도 적용과 동일 또는 유사하다.
- 가정 3 : 방산분야 공인시험기관의 모집단 크기는 한국방위산업진흥회 등록 방산업체 수와 국내 민수분야 공인시험기관 중 이미 방산분야의 시험을 수행하고 있는 기관의 수를 합한 값보다 작다. 이는 그동안 방산분야에 참여하지 않은 민수분야의 시험기관을 잠재수요로 포함하게 될 경우 예측의 정확성이 떨어질 수 있기 때문이다.
- 가정 4 : 방산분야도 KOLAS에서 분류하고 있는 시험분야와 유사하다. 이는 무기체계도 기계, 전자, 재료 등 과학기술적 분류체계에 의하여 분류되기 때문에 민수분야에 이미 적용하고 있는 KOLAS의 시험분류체계를 적용할 수 있는 것이다.

Figure 1. Analysis Procedure for Policy Decision Making

가정 1은 KOLAS 등록 공인시험기관의 확산에 대한 확산계수(p)의 크기를 동일하게 적용하기 위한 것으로 정부의 정책 적용 취지는 민수분야나 방산분야가 모두 궁극적으로는 동일하기 때문이다. 가정 2의 경우 시험기관 스스로 느끼는 필요성 역시 시험 결과에 대한 신뢰성과 객관성 제고 및 전문성 확보 등에 의해 나타나기 때문에 민수분야 공인시험기관의 확산에 적용되는 내부 영향계수(q)를 방산분야 공인시험기관 확산에도 동일하게 적용하기 위한 것이다. 가정 3은 방산분야 공인시험기관 확산 추정을 위해 잠재수요를 도출하기 위한 가정이며, 가정 4는 민수분야나 방산분야 모두 시험품목을 기준으로 시험을 수행하고 있으며, 현재도 기존의 분류체계에 의해 방산분야 시험을 적용하고 있어 동질성을 확보하고 있다고 가정할

(a) Current-term Demand

(b) Cumulative Demand

Figure 2. Diffusion of Certified Testing Service Institutions in Industry

수 있다.

4. 연구결과 및 분석

4.1 1단계 : 파라미터 추정

Bass와 Logistic 모형을 활용한 민수분야 공인시험기관 확산을 당기와 누적수요로 구분하여 추정하였으며, 이중 가장 적절한 모형이 어느 것인지를 확인하여 추후 정책 대안 결정을 위한 분석 모형에 적용할 확산계수를 추정하였다. <Figure 2>(a)와 <Figure 2>(b)는 Bass와 Logistic 모형을 이용한 민수분야 공인시험기관의 당기 및 누적수요를 나타낸 것이다.

<Table 2>는 <Figure 2>의 민간분야 공인시험기관 파라미터 산출과 수요확산 결과를 종합한 것이다.

Table 2. Fitting Results

	Bass		Logistic	
	Cumulative Number	Number at Time t	Cumulative Number	Number at Time t
M	781	578	592	595
p, a	0.0086	0.0072	3.6084	-3.5194
q, b	0.1836	0.2429	-0.2603	0.2501
MAPE(%)	8.62	15.15	8.23	15.15
MAD	5.65	9.36	5.13	9.36

<Figure 2>에서 보는 바와 같이 Bass와 Logistic 모형 모두 실측치와 거의 일치한다는 것을 알 수 있으며, <Table 2>로부터 MAPE(Mean Absolute Percent Error, 평균절대비율오차)가 누적수요의 경우 10% 이하로 모형은 적합하다는 것을 알 수 있다. MAD(Mean Absolute Deviation, 평균절대오차)는 두 모형의 누적수요에서 모두 5.13과 5.65를 보이고 있어 실측치에 적합하게 추정하는 것을 알 수 있다.

Bass 모형과 Logistic 모형에 의한 민간분야 공인시험기관의

수요확산을 예측한 결과 Bass 모형의 누적수요를 제외한 나머지 모형에서 잠재수요 범위가 578~595로 비슷한 결과를 나타내고 있기 때문에 3단계의 방산분야 공인시험기관 수요확산 예측과 4단계의 민감도 분석을 통한 확산패턴 분석을 위한 파라미터 값은 Bass 및 Logistic의 당기수요 모형을 적용하였다.

4.2 2단계 : 방산분야 공인시험기관 잠재수요 추정

방산분야 공인시험기관의 잠재수요는 현재의 방산업체 현황과 국내 민수분야 공인시험기관 중 방산분야 시험 자격을 가지고 있는 기관의 수를 합한 것에 대한 가정을 바탕으로 추정하였다. 먼저 한국방위산업진흥회 등록 방산업체 현황을 살펴보면 2011년 6월 기준으로 정회원사가 91개 업체이며, 준회원사가 88개 업체로 총 179개 업체가 등록되어 있다(KDIA, 2011). 또한 KOLAS에 등록되어 있는 국내 민수분야 공인시험기관 중 방산분야 시험을 할 수 있는 기관은 총 22개 기관이 된다(KOLAS, 2011). 향후 민수분야에서도 방산분야에 대한 시험을 위해 더 많은 민수분야 시험기관이 인정을 받을 것으로 예측할 수 있으나, 본 논문에서는 현재 등록되어 있는 공인시험기관으로 한정하여 적용하였다. 따라서 방산분야 공인시험기관 잠재수요는 방산업체 179개와 민수분야 공인시험기관 22개를 합한 201개 기관을 잠재수요로 추정하였다.

4.3 3단계 : 방산분야 공인시험기관 수요확산 예측

방산분야 공인시험기관 수요확산에 대한 예측을 하기 위하여 1단계와 2단계로부터 추정된 파라미터는 다음과 같다.

Table 3. Summary of Selected Parameters

	Bass Model	Logistic Model
M	201	201
p, a	0.0072	-3.5194
q, b	0.2429	0.2501

<Table 3>의 파라미터를 이용하여 Bass와 Logistic 모형에 의한 방산분야 공인시험기관 수요확산 예측 결과는 다음과 같다.

(a) Current-term Diffusion

(b) Cumulative Diffusion

Figure 3. Diffusion of Certified Testing Service Institutions in Defense Industry

<Figure 3>에서 Bass 모형에 의한 방산분야 공인시험기관의 확산이 급속히 일어나는 이륙기는 2020년이며, 확산의 성숙기는 2025년으로 나타났다. Logistic 모형의 경우 이륙기는 Bass 모형보다 2년 늦은 2022년에 발생하지만, 성숙기는 Bass 모형과 동일한 2025년으로 나타났다. 이를 통하여 Bass와 Logistic 모형 모두 비슷한 시점에 이륙기와 성숙기가 발생한다는 것을 알 수 있다.

4.4 4단계 : 민감도 분석

본 논문에서의 민감도 분석 실시 목적은 방산분야 공인시험기관의 조기 확산을 위하여 어떠한 방향으로 정책 대안을 선정하는 것이 타당한 지 방향을 제시하는데 있다. 이를 위하여 외부 및 내부적 영향요인에 따른 확산패턴을 보다 용이하게 분석할 수 있는 Bass 모형을 이용하였으며, 확산패턴의 분석은 식 (4)와 식 (5)의 성숙기와 이륙기를 중심으로 수행하였다.

민감도 분석 결과는 정부에서 추진하는 방산분야 공인시험기관 제도 적용을 위해 법적규제, 정부의 정책 채택, 홍보효과

등과 같은 외부적 영향요소와 자체 동기부여나 필요성 인지 등의 내부적 영향요소의 강도에 따라 어떠한 패턴으로 확산이 되는지를 분석하여 향후 정책을 수립하고 추진하는데 어떻게 수행해야 하는지에 대한 기준을 제시할 수 있을 것으로 예상된다(Bass, 1969; Lim *et al.*, 1999; Nam *et al.*, 2008).

분석을 위해 파라미터의 변화 범위를 선정해야 하는데 일반적으로 혁신계수는 최소 0.0007에서 최대 0.03의 범위를 나타내고, 모방계수는 최소 0.38에서 최대 0.56의 범위로 주로 모방에 의한 영향이 확산을 주도한다고 제시하고 있다(Nam *et al.*, 2008).

본 연구의 민감도 분석에 사용되는 파라미터는 앞에서 제시한 범위를 고려하되, 그동안 방산분야의 무기체계 연구개발업무의 특성이 정부기관이 주도적으로 이끌고 온 점을 감안하여 혁신계수와 모방계수의 범위를 보수적으로 적용하되 혁신계수는 앞에서 제시된 범위내인 0.005~0.025까지 0.005단위로 증가시켰으며, 모방계수는 이 보다 보수적 범위인 0.2부터 0.4까지 0.05단위로 증가시켜 확산패턴을 분석하였다. p와 q의 변화에 따른 확산패턴 결과는 다음과 같다.

분석 결과에 의하면 외부영향이나 내부영향이 크면 클수록 확산의 성숙기와 이륙기는 보다 빨리 이루어지는데, <Figure 4>(a)와 <Figure 4>(b)에서 보는 바와 같이 외부적 영향요소에 대한 확산계수의 경우 2배 증가할 때 성숙기는 3~4년 정도 당겨지고, 이륙기는 3년 정도 당겨졌다. 또한 <Figure 4>(c)와 <Figure 4>(d)의 내부적 영향요소에 대한 모방계수가 2배 증가할 때 성숙기는 6년 정도 당겨지고, 이륙기는 4년 정도 당겨졌다. 대체로 외부적 영향요소보다는 내부적 영향요소에 의한 확산의 정도가 빠르게 나타나는데, 이는 정부의 정책 추진의 지와 병행하여 방산업체나 시험기관이 방산분야 공인시험기관의 필요성에 대해 스스로 얼마나 느끼느냐에 따라 수요확산의 수준이 결정되는 것으로 분석된다.

<Table 4>는 p와 q의 변화에 따른 성숙기와 이륙기의 변화를 종합한 것이다

4.5 5단계 : 결과 분석 및 정책 대안 결정을 위한 방향 제시

민감도 분석 결과에 의하면 확산패턴에 영향을 미치는 요인으로는 확산계수와 모방계수의 선정이라고 볼 수 있다. 이미 4단계에서 언급하였듯이 수요확산이 조기에 이루어지도록 하기 위해서는 확산계수와 모방계수를 모두 증가시킬 수 있는 요인들을 도출해내야 한다. 서비스나 제품의 수요확산처럼 초기에는 혁신계수에 해당되는 영향요인을 어떻게 선정하느냐가 중요하고, 점차 확산이 진행되면서 모방계수에 해당되는 영향요인이 어떻게 작용되느냐가 중요하다.

민수분야는 초기 공인시험기관의 확산이 WTO 체제하에서 수출할 때 무역기술장벽 극복을 위해 정부에서 국가표준기본법에 근거를 두고 시험기관 인정제도를 도입하면서 시작되었다. 하지만 시간이 흐르면서 정부의 정책 추진의지 보다는 공

Figure 4. Result of Sensitivity Analysis

Table 4. Summary of Sensitivity Analysis Results

	q = 0.2429					p = 0.0072					(Year)
	p = 0.005	p = 0.01	p = 0.015	p = 0.02	p = 0.025	q = 0.2	q = 0.25	q = 0.3	q = 0.35	q = 0.4	
	Peak(t^*)	2027	2024	2022	2020	2019	2027	2025	2023	2022	2021
Take-off(t^{**})	2021	2018	2016	2015	2014	2021	2020	2019	2018	2017	

인시험기관을 통한 시험 결과의 신뢰와 전문성 보장, 수출 경쟁력 확보 등에 유리하다는 인식하에 확산이 급속하게 이루어졌다. 따라서 방산분야의 경우도 초기에는 혁신계수에 해당되는 정부에 의한 정책추진이 필요하다. 이러한 정책에는 첫째, 법률 제정을 통한 방산분야 공인시험기관 활용 확대 추진이나 국제표준에 부합되는 시험규격의 개발 및 활용, 전문연구기관 지정을 통한 시험규격이나 기법의 연구 등이 해당될 수 있다. 둘째, 민간의 공인시험기관이 방산분야에 참여할 수 있도록 제도를 마련하는 것이다. 이를 위해서 방산분야에 사용할 수 있는 상용 시험규격을 연구 및 지정하고 불필요하게 과도한 군용 시험규격에 대해서는 적정 수준으로 완화하며, 민·군겸용 시험규격의 개발을 확대하여 기존 민간분야 공인시험기관이 방산분야에 적극 참여할 수 있도록 하는 것이다. 셋째, 정부에서 추진하고 있는 MRA(Mutual Recognition Arrangements) 제도

에 대한 적극적인 홍보이다. MRA 제도는 특정 제품을 해외로 수출할 경우 시험 및 검사 결과에 대해 국가간 상호인정하기 위한 협정이다(KOLAS, 2011). MRA는 수출국 시험기관의 시험 성적서를 수입국이 인정하는 1단계와 수출국 인증기관이 발행한 인증서를 수입국이 인정하는 2단계로 구분된다. 방산업체가 공인시험기관으로부터 시험성적서를 받고 우리나라와 MRA를 체결한 국가에 수출할 경우 해당국가에서 수행해야 할 시험·검사에 소요되는 비용을 최대 50~80%까지 절감할 수 있는 것이다(etnews, 2002). 넷째, 다양한 유인책에 해당되는 정책을 마련하는 것이다. 여기에는 시범인정제도, 보조금 지원, 시험결과에 대한 공인성적서 제출 의무화, 공인시험기관의 활용 또는 자체 공인시험시설을 이용한 시험인증결과의 채택 등이 해당된다고 볼 수 있다.

이러한 혁신계수에 해당되는 정책 대안에 추가하여 수요확산

이 본격적으로 이루어지기 위해서는 모방계수에 해당되는 방산분야의 이해관계자들이 공인시험기관이 필요하다는 인식이나 공인시험기관을 채택 또는 활용할 경우의 이점 등이 전파되고 인지되어야 한다. 새로운 서비스나 제품의 경우 본격적인 확산은 대부분 구전효과(word-of-mouth)에 의해 일어나고 있다. 따라서 방산분야도 이러한 구전효과가 주요 영향요인이 되기 위해서는 정부에서 추진하는 정책에 대해 이해관계자들의 올바른 이해가 필요하며, 적절한 홍보가 병행되어야 한다.

이를 위해서는 방산분야에 공인시험기관을 언제까지 어느 정도의 규모로 확산시킬 것인지에 대한 잠재적 의사결정이 수반되어야 한다. 수요확산의 시점을 언제 적용하느냐에 따라 정책 대안에 대한 추진시점과 방법을 결정할 수 있으며, 정책 추진의 정도를 결정할 수 있는 것이다. 이는 인력과 시설, 장비 등의 예산과 같은 노력이 수반되는 사항이기 때문에 자칫 잘못된 의사결정을 할 경우 정책의 실패로 이어질 수 있다.

5. 결 론

방산분야의 시험은 민간분야의 시험과 같은 법률적 기반의 시험규격 적용이나 공인시험기관 활용이 아닌 개발기관 자체에 의한 시험과 비공인시험시설 활용이나 시험규격의 미정립 등 법률적 기반 없이 수행되어져 왔다. 이는 무기체계 품질의 저하로 이어지게 되는 결과를 낳았으며, 시험결과에 대한 신뢰성을 잃게 되는 문제로 이어졌다.

시험의 신뢰성과 전문성을 확보하기 위해서는 시험 수행에 대한 소급성과 재현성이 갖춰져야 한다. 이를 위해서는 방산분야의 시험에도 민간분야와 같은 공인시험기관의 활용이 가능해야 하며, 만약 KOLAS 체계하의 방산분야 시험시설이 공인시험기관으로 될 경우 시험규격의 정립이나 올바른 시험시설의 구축 등 지금까지 쌓여온 제반문제가 해결될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 정부에서 정책적으로 방산분야에 공인시험기관 제도를 도입할 경우 수요확산의 패턴을 예측하고 이를 정책적으로 어떻게 적용하여 추진하는 것이 좋을지에 대한 가능한 방향들을 제시하였다. Bass와 Logistic 모형을 이용하여 민간분야의 공인시험기관 확산패턴을 먼저 식별한 후 이를 방산분야의 확산패턴 추정에 적용하였다. Bass 모형은 확산계수 및 모방계수와 같은 파라미터를 바탕으로 다양한 확산 패턴 설명이 가능하지만 데이터가 부족할 경우 추정의 안정성과 신뢰성이 떨어질 수 있다. 반면에 Logistic 모형은 확산패턴 설명은 제한되어도 부족한 데이터를 이용하여 파라미터를 안정적으로 추정할 수 있다. 따라서 Bass와 Logistic 모형을 함께 사용하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 Bass와 Logistic 모형을 이용하여 파라미터를 추정하고 비교하여 적정 파라미터를 선정하였다. 방산분야 공인시험기관 확산패턴을 추정한 결과 민간분야의 공인시험기관 수요확산에 영향을 미친 정부시책의 효과와 동일하게 방산

분야에도 그 영향이 미칠 것으로 판단되었다.

본 연구를 통하여 방산분야에 공인시험기관의 수요확산을 확대하기 위해서는 법률적 기반의 마련과 이를 통한 시험평가 발전 협의체 구성, 일부 기관의 공인시험기관 도입 시범 운영 등의 정책을 추진할 필요가 있으며, 방산업체는 방산분야에도 공인시험기관이 필요하다는 인식의 확대와 같은 구전효과가 클 경우 수요확산이 조기에 이루어진다는 것을 알 수 있었다.

그러나 본 연구는 수요확산의 패턴 분석과 방산분야 공인시험기관 수요확산을 위한 정책 대안 선정에 필요한 방향 제시로 한정하였기 때문에 향후에는 조기 확산을 위한 주요성공요인(critical success factors)의 분석과 확산 추정에 필요한 파라미터와의 연계성 파악이 필요한데, 이는 유추법이나 전문가 의견법, 패널동의법 등을 적용하여 정량화할 수 있다. 또한 도출된 주요성공요인은 기존 민수분야의 정책 추진과정에서 도출된 정책 결정요인과의 상관관계분석을 통하여 상관관계가 높은 요인 위주로 방산분야에 적용할 수 있도록 정책 대안을 수립하고 대안의 우선순위 평가를 위한 평가지표를 설계함으로써 방산분야 공인시험기관의 조기 확산을 위한 최선의 정책 대안 선정이 가능할 것으로 판단한다.

참고문헌

- Bass, F. M. (1969), A New Product Growth Model for Consumer Durables, *Management Science*, 15(5), 215-227.
- DAPA (2011a), Test and Evaluation Policy Development in Defense Projects, *Test and Evaluation Policy Development Forum*, Defense Acquisition Program Administration, 43-68.
- DAPA (2011b), Understanding of Conformity Evaluation, *Test and Evaluation Policy Development Forum*, Defense Acquisition Program Administration, 75-94.
- DAPA (2011c), MOU for Defense Project Test and Evaluation Development between Defense Acquisition Program Administration and Korean Agency for Technology and Standards, Defense Acquisition Program Administration.
- etnews (2002), etnews Internet Homepage, <http://www.etnews.com/news/detail.html?id=200212060118>.
- Hong, J. S. and Eom, S. J. (2009), Two Pieces Extension of the Bass Diffusion Model, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, 34(4), 15-26.
- Hong, J. S., Kim, T. G., and Koo, H. Y. (2011), A Parameter Estimation of Bass Diffusion Model by the Hybrid of NLS and OLS, *The Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 37(1), 74-82.
- Hong, J. S., Kim, T. G., and Lim, D. O. (2008), A Study on a Long-term Demand Forecasting and Characterization of Diffusion Process for Medical Equipments, *2008 KIIE/KORMS Spring Conference*.
- Hong, Y. G. (2000), International Accredited Test Agency System according to ISO/IEC 17025, *Journal of the Korean Society for Railway*, 3(3), 39-46.
- KDIA (2011), Status of Company Classification, http://www.kdia.or.kr/EP/webportal/jsp/EP_Default1.jsp, Korea Defense Industry Association Internet Homepage.
- Kim, D. H., Park, S. S., Shin, Y. G. and Jang, D. S. (2009), Forecasting the Diffusion of Technology using Patent Information: Focused on Information Security Technology for Network-Centric Warfare, *The Journal of the Korea*

Contents Association, 9(2), 125-132.

- Kim, M. K., Cho, B. H., Kim, D. G., Yun, S. J., Lim, C. M., Park, S. J., Kim, H. J., Kim, Y. H., Kim, S. Y., Yun, S. M., Kwon, J. W., Son, S. W., Chung, G. S., Lee, J. H., and Kang, M. I. (2006), Study on International Accreditation for Residue Analysis Laboratory, *Korean Journal of Veterinary Research*, 46(4), 295-304.
- Kim, T. G., Hong, J. S., Ahn, J. K., and Oh, H. S. (2006), A Study on the Development of FGI Items and Analysis of FGI Results for New Product Forecasting-Based on the Logistic Curve, *2006 KIIE Fall Conference*.
- KOLAS (2011), Status of Accredited Test Agency, <http://www.kolas.go.kr/>

WebApp/Accreditation/Testing/testing0005.aspx, Korean Laboratory Accreditation Scheme Internet Homepage.

- Lim, S. D., Cho, J. J., Hwang, J. S., and Cho, Y. H. (1999), A Study on the Demand Forecasting for IMT-2000 Services, *The Journal of Korea Information and Communication Society*, 24(12A), 2025-2033.
- Nam, H. H. and Yang, K. M. (2008), An Empirical Study of Technology Diffusion on the Internet using Bass Model, *The Journal of Digital Policy and Management*, 6(2), 55-64.
- Park, Y. T. (2007), *Technology Knowledge Management for the Next Generation Technology Innovation*, Sangnong Press, Seoul.

이 용 학

미국 해군대학원 행정과학과
광운대학교 대학원 박사과정
현재 : 방위사업청 재직
관심분야 : 국방 시험평가, 확률모형, 정책학

조 현 기

미국 공군대학원 전자공학석사
서울과학기술대 IT정책전문대학원
산업정보시스템공학 박사과정
현재 : 방위사업청 재직
관심분야 : 최적화모델링, 국방 시험평가,
의사결정분석,

김 우 제

서울대학교 산업공학박사
현재 : 서울과학기술대학교
산업정보시스템공학과 교수
관심분야 : 소프트웨어 공학, 전자거래기반
기술, 물류정보시스템, 정보통신
성능분석, 정보시스템분석 및
설계, 최적화모델링

강 초 룡

성균관대학교 산업공학석사
LIG넥스원(주) R&D연구소
현재 : 지식경제부 기술표준원 적합성평가과
재직
관심분야 : 시스템엔지니어링, 적합성평가,
지식공학, 온톨로지