

우리나라 신기술 기술영향평가 핵심요소와 발전 방향에 대한 연구

황보원주* · 박영일**

<목 차>

- I. 서론
- II. 이론적 배경
- III. 연구 설계
- IV. 실증 분석
- V. 결론

국문초록 : 신기술에 대한 투자규모가 크게 증가하고 있고, 과학기술이 사회 전반적으로 대규모·복합적인 영향을 미치고 있다. 정부는 새로운 신기술이 사회에 수용되려면 과학기술에 대한 국민적 관심이 큰 만큼 기술이 국민과 사회에 미치는 영향에 대해서 잘 평가할 의무가 있다. 이를 위한 사회적 합의를 이루기 위해 기술영향평가를 한다. 이를 위한 방법에 대한 연구가 50년째 지속되고 있고, 다양한 학술연구와 수많은 신기술 대응 정책을 통해 논의된 이후 시대적 변화와 흐름이 있었기에 글로벌 학계와 정책에서 신기술의 미래사회 영향력에 대한 다각적 분석 등이 강조되고 있다.

본 연구는 선진국의 기술영향평가 창안 방식과 우리나라에서 발전된 방식이 다름에도 불구하고 그동안 신기술 기술영향평가 고려되어야 하는 예측요소와 단계 등 연구 변화에 주목하였다. 연구결과 인식도에 대해 기술 이해도, 전문성, 성별특성 세 개 요소를 도출하고, 기존 요소에 추가해 신기술 예측요소로 제안하였다. 연구의 결과는 우리나라 과학기술기본법에 의거 개선된 기술영향평가를 실시하는데 있어 학술 및 정책적 뒷받침하는 근거를 제시하였다.

주제어 : 과학기술과 사회, 신기술 기술영향평가 요소, 기술영향평가, 기술예측

†본고는 황보원주의 2019년도 박사학위 논문 「신기술에 대한 기술영향평가 모형 개발에 관한 탐색적 연구」의 일부를 발췌하여 발전시켜 연구한 것임을 밝힙니다.

* 이화여자대학교 융합콘텐츠학과 공학박사 (yoonynel@naver.com)

** 이화여자대학교 신산업융합대학 융합콘텐츠학과 교수, 교신저자 (yipark@ewha.ac.kr)

A Study on Technology Assessment Factors and Direction of Progress for New Technologies in South Korea

Wonju Hwangbo, Youngil Park

Abstract : Investments in new technologies have grown significantly in size, and science and technology have a large and complex impact on society at large. With people's great interest in technology, the government has the duty to accurately assess the influence of new technologies on society to facilitate their acceptance in society. For this purpose, technology impact assessment should be performed to facilitate a social consensus. There has been research on the initial methods of technology assessment for 50 years. Following various academic studies and discussions based on numerous new technology response policies, coupled with the examination of trends and changes over time, academia and policymakers around the world have paid attention to the multilateral analysis of the impact of new technologies on future society.

This study focuses on research changes such as the stage of forecasting factors that should consider the technology assessment of new technologies, despite differences between the development methods for the assessment between developed countries and South Korea. The analysis yielded three factors of technological understanding of awareness, professionalism, and gender characteristics, in addition to a previously identified factor. The three factors are then suggested as forecasting factors for new technology. The findings of this study provide both academic and policy evidence for technology assessment based on the country's Framework Act on Science and Technology.

Key Words : Science technology and Society, Technology Assessment factors for new technologies, Technology Assessment, Technology Forecasting

I. 서론

18세기 이후 산업혁명으로 과학기술의 발전 속도는 급격히 빨라졌다. 당시 과학기술은 우리 인류 역사상 문제를 해결해 주는 기술의 낙관주의, 긍정적 변화를 받아들이는 시기였다. 하지만 제2차 세계대전 이후 첨단 의료, 화학, 물리학 등이 인간 세상에 엄청난 공포나 부정적 영향도 미친다는 사실을 알았다. 첨단 산업의 발달은 과학기술의 급속한 발전을 불러왔고, 환경오염이나 공해, 그리고 원전사고나 감염병 등 우리가 미처 예상하지 못했던 발생 될수 있는 기회와 위험이 공존하는 것을 경험하기 시작했다. 신기술의 개발부터 상용화와 활용되기까지 전 과정에 있어 우리는 신기술이 사회, 경제, 문화 등에 미칠 미래 영향력에 대해 검토할 의무가 생긴 것이다.

신기술 발현에 대한 여러 학자들의 연구(Daniele Rotolo 외, 2015)에서는 신기술에 대한 정의와 특징, 관심과 변화에 대해 기준을 찾고자 끊임없이 노력하였다. 공통적으로는 나타나는 특징으로 첫째, 신기술은 급진적이고 새롭다는 특징을 가진다고 한다. 둘째, 빠른 성장, 셋째, 일관성, 넷째, 뚜렷하고 두드러지는 영향, 다섯째, 불확실성 및 모호성이라고 하였다. 신기술에 대한 정책적 관심의 확대와 신기술을 상용화 시키기 위한 노력은 기술 예측 학자들에 의해서도 이어지고 있다. 나노기술, 합성생물학 등과 같은 기술의 경우 신기술에서의 개념적 확장이라 할 수 있다. 이러한 기술과 기술 간의 서로 다른 영향을 미치는 사회적 특징(예: 기술적 어려움, 관련 행위자, 응용 프로그램, 불확실성) 또한 간과해서는 안된다. 국가 차원에서도 신기술에 대한 연구는 미래 신기술의 국가리더십을 뒷받침하며, 신기술이 경제와 사회에 미칠 수 있는 미래 잠재력과 영향력의 이해와 연구는 절대적으로 필요하다고 하겠다. Porter et al(2002); Martin (1995); Boon and Moors, (2008) ; Small et al (2014).

기술영향평가(technology assessment)는 이러한 노력과 상황을 보완하기 위한 것이다. 우리나라는 현재 법에 근거하여 정부 주도 기술영향평가가 이루어지고 있다. 기술영향평가는 기술이 도입, 확장 및 수정될 때 간접적으로 파생되는 결과나 지연 상황이 발생할 때 사회에 미치는 영향을 체계적으로 검토하는 정책 연구이다(Coates, 1976). 한정된 자원을 과학기술로써 좀 더 효율적 활용뿐만 아니라, 기술로 인해 바람직하지 못한 영향이 있다면 이를 미리 예측하고 최소화함으로써 기술혁신으로 나아가 하겠다. 이를 위해 기술영향평가가 필요하다(Emillio Q. Daddario; Vig and Paschen, 2000; 류영수, 2007). 과학기술이 사회에 미치는 영향에는 긍정과 부정이라는 양면성을 가지고 있으므로 이는

선진국의 기술영향평가가 제도화가 된 배경이 되었고, 신기술을 비롯한 과학기술은 인류 공통의 미래 자산인 반면 동시에 위험을 초래할 그 과급력이 광범위하기 때문에 위험에 대해 선제적으로 대응하기 위한 노력은 모두의 몫인 것이다.

따라서 의도하지 않은 과학기술의 사회적 결과(social consequences of science technology)의 문제가 심각해지면서 기술영향평가가 주목을 받게 되었다. 그것에 대해 사회적 합의가 이루어져야 한다. 신기술이 지니고 있는 불확실성에 대해 스스로 평가하고 대비하는 역량이 앞으로 대두될 것이기 때문에 기술영향평가와 같은 사전 평가는 앞으로 더 중요해질 것이다(염재호, 2000).

우리나라는 원래의 기술영향평가 목적에 맞는 평가보다는 법에 의해 제도가 먼저 만들어지고, 그에 따라 기술을 평가한 것이 우선으로 이루어진 역사가 있다. 이러한 제도에 의해 의도하지 않은 기술개발의 영향으로 사회시스템붕괴(system failure)라는 심각한 결과를 사전에 예방하고, 기술개발이 자칫 개별 연구만을 강조하게 될 때 나타나는 근시안적(narrow-minded) 관점을 해결해 주었다(염재호, 2000). 우리나라는 기술영향평가에 대한 논의가 시작된 1990년대 이래 중반부터 본격화 되었으며 그 이후 지금까지 기술영향평가에 대한 연구는 과학기술정책 연구 기관과 여러 학자들에 의해 발전하였다. 2003년부터 2021년까지 NBIT융합기술, RFID, 나노기술, 줄기세포기술, 기후변화 대응기술, 뇌 기계 인터페이스, 빅데이터, 무인 이동체, 인공지능, 유전자가위기술, 가상증강현실기술, 바이오 인공장기, 정밀의료기술, 레벨4이상 자율주행 등 분야를 대상으로 진행되었다. 그리고 올해는 합성생물학에 대한 기술영향평가가 이뤄졌다. 그동안 첨단기술개발연구 사업에 대한 전통적 방식의 기술영향평가는 선정 기술의 연구 기획, 연구 수행에 대한 평가, 메타 평가, 기술 선정 지표, 평가 영역, 평가 결과의 활용에 대해 이뤄져 왔음을 확인하였다. 신기술이 미치는 영향의 과급성에 대한 예측과 급속하게 변화하는 기술 개발 환경, 신기술에 대한 영향평가는 더욱 강조됨에도 불구하고 점점 단축되는 기술의 수명 주기와 정부의 막대한 기술개발 소요자금 등 신기술을 둘러싼 사회와 환경, 정부 간의 상호작용은 복잡성을 더욱 증대하게 하는 배경이 되고 있다.

본 연구에서는 신기술 대상으로 보다 객관적이고 공정한 결과를 얻을 수 있도록 신기술 기술영향평가 방법에 대한 선진사례 연구와 단계, 방식, 요소 등을 고찰하고, 이를 신기술에 시범 적용하여 신기술 예측 요소를 적용 검증하였다. 아직까지 활용 분야가 뚜렷하게 나타나지 않은 신기술의 기술영향평가를 실시할 때 예전과 같은 방식으로 실시해야 하는지에 대해서는 여전히 의문이기 때문이다.

첫 번째 연구문제는 아직 완성되지 않았으나 광범위한 과급효과가 기대되는 혁신적인

신기술에 대한 기술영향평가 요소가 기존 요소로 충분히 수행 가능한가? 아니면 대안 요소를 검토해야 하는가이다. 두 번째로 신기술 기술영향평가 요소가 새로 정립된다면 이를 최근 개발 중인 신기술에 시범 적용할 경우 유용한 결과를 얻을 수 있을지에 대한 적용과 검증이다. 연구 결과 도출된 요소는 신기술구분에 있어서 기술 인식도, 전문성, 성별특성에 대한 요소를 기존 요소에 추가적으로 중요하게 고려해야 할 것으로 나타났으며, 추가적으로 기술 영향의 영역별, 긍·부정영향, 정책을 고려하여 우선순위와 기관/제도가 도출되었다. 또한 기술예측과 사회예측 부분은 분야가 분화되었기 때문에 삭제되었다. 도출된 요소를 적용 검증하기 위해 실감교류인체감응솔루션기술을 기술영향평가 하였고, 유의미한 결과를 확인하였다.

II. 이론적 배경

1. 과학기술이 사회에 미치는 영향에 관한 이론적 고찰

1.1. 기술결정론과 사회구성론

기술영향평가가 사회에서 기술이 바뀌놓을 미래에 대한 정확한 예측이나 산업의 경쟁력을 키워주는데 필요한 정책수단으로 인식되기도 한다. 한편 과학과 기술정책의 민주화를 위한 대표적 정책수단으로 불리기도 한다. 신기술이 사회에 미치는 영향과 요소를 논하기 앞서 기술영향평가에 대한 이해 또는 기술영향평가에 대한 기대는 매우 다양한 그리고 때론 서로 모순되는 가치관이 공존하고 있다. 기술영향평가의 목적과 기능에 대한 인식의 편차가 크에도 불구하고, 국내에서는 몇 년간 기술영향평가가 정책적 의사결정에 보다 강한 영향력을 발휘해야 한다는 학계의 제언도 있었다. 이러한 배경 가운데 기술영향평가의 목적과 기능에 대한 이해 차이는 ‘기술과 사회’, ‘기술영향평가와 정치의 관계’에 대한 관점 차이에서 비롯된다는 제언도 있다.

이러한 관점 차이에 있어 과학기술이 사회에 미치는 영향과 기술과 사회와의 관계 등을 포함한 전반적인 이론과 기존 연구를 살펴볼 필요가 있다. 대부분 기술이 사회변화의 중요한 결정 요인으로 분류된다고 본다. 즉, 사회와 그 가치는 기술발전으로 야기된다는 것이다. 세 가지 관점으로 나누면 첫째 기술이 사회적 변화를 만들고, 기술과 사회에 대한

인과관계의 영향과 그 가치에 대해 강조한다. 두 번째는 사회의 가치가 기술적 변화를 만든다는 것이며, 이 관점을 주장하는 학자들은 사회와 사회적 가치가 결국 기술의 변화를 야기한다. 세 번째는 기술과 사회는 동등한 관계로 기술과 사회 사이에 상호 인과 관계가 존재한다(T. Pinch, W. Bijker, 1992; McGinn, 김환석, 1998). 이러한 세 관점에서 연구자들이 언급한 과학기술이 사회에 미치는 영향을 받는 요소에 대해 종합하면, Porter et al. (1980)는 환경, 심리, 제도/정책, 사회, 기술, 법, 경제를, Hetman (1973)는 사회적 요소에서는 가치, 환경적 조건, 인구통계, 경제적 요인, 사회적 요인, 제도적 요인, 기술영향평가에서는 기술, 경제, 사회, 개인, 환경, 가치와 사회적 측면을, Mc Ginn(1971, 1991)은 참여자, 기술, 정치, 경제, 문화, 환경을, Emmanuel (1970)은 사회변화, 가치, 경제, 정치, Jones (1971)는 기술, 가치, 인구통계, 경제, 환경, 사회적 이슈, 제도/정책이 중요하다고 하였다.

1.2. 기술의 수용성 분석

기술과 사회는 복잡하면서 상호 인과 관계로 단단히 얽혀 있다. 서로 영향을 미치며 상호 의존적이다. 기술이 사회에 미치는 영향은 불확실하며, 그 이유는 기술에 의한 사회적 가치와 변화를 측정하는 것은 매우 어렵기 때문이다. 이런 복잡한 관계의 연속으로 기술영향평가에 있어서 기술은 사회적 가치에 자유로울 수 없고, 이를 평가하는 데 있어서 사회적 가치가 고려되어야 한다.

기술의 변화가 인간의 기본적 인지와 가치 구조를 포함한 요구를 충족시키기 위한 요소들에 영향을 미친다(Porter et al, 1980). 기술의 발전이 인간의 기본적 요구를 충족시키고, 삶의 질이 나아지기 위해 직접적으로 영향을 미치는 범위로 심리적 영향 요인 또한 고려하길 제기하기도 하였다. Maslow(1968)는 사회를 구성하는 인간의 요구를 구조화하여 원초적 요구에서부터 고차원적 요구까지 다섯 가지¹⁾로 나누었고, Clippinger(1977)는 기술의 특성이 사용자의 신념과 가치에 어떤 영향을 미치는지를 강조하였다. 신기술이 사회에 미치는 다양한 영향은 기술사용자의 가치와 자주성과 자립성, 기술에 대한 전문적 이해도 등 단계별 차이를 고려하지 않을 수 없으며, 산업적 측면에서 바라볼 때에도 기술수용에서 고려할 요소는 사용자의 가치와 차별화된 특성을 꼽는다.

1) 다섯 단계는 1)음식, 의복, 성, 건강과 같은 생리적 요구, 2)안전성 및 보안 등 안전에 대한 요구, 3)애정, 소속감 및 사랑과 같은 요구, 4) 명성, 성공 및 자기존중과 같은 존중에 대한 요구, 5)자기 실현 요구 즉 자기 개발이 삶의 질에 어떻게 충족되는지를 강조한다. 종합해 보면, 기술이 개인에게 미치는 영향과 심리적 영향 영역의 요소까지 척도화하고 연구된 바 있다.

이처럼 신기술 사용자들이 기술을 수용하는 데 있어 기술에 대한 전문성, 기술에 대한 이해의 차이에 따라 각기 영향이 다르게 미친다고 했다(Porter et al, 1980). 더불어 신기술이 인간에게 미치는 영향에 대한 범위를 1)사회적 영향(social impacts), 2)가치에 대한 영향(impacts on values), 3)심리적 영향(psychological impacts) 세가지로 범주화하여 제시하고, 기술의 발전이 미치는 사회적 영향으로 중요하게 고려할 요소로 지역과 국가의 다양성, 과급되는 영향들, 지역과 사회 공동체, 삶의 방식 변화, 미학 등 강조된바 있다. 고찰을 통해 기술이 사회에 미치는 광범위한 분야에 대한 심도 있는 연구들이 초창기 이뤄져 왔음을 확인할 수 있었다. 이후 국내에서는 제도로 기술영향평가가 시도 된 이후 구체적 핵심요소나 범위, 단계 등에 대한 연구는 이뤄지지 않았으나 오늘날 제도적으로 여러 국가와 같이 기술영향평가 시행 기관들은 활용목적이나 기술의 속성에 따라 각 유형이 가진 방법론적 장점들을 시행하고 활용하고 있다. 국내에서 정치적 효과측면에서 과거에는 ‘기술의 수용성 확대’가 제시되었으나, 한편 구성적 기술영향평가에서는 지역, 커뮤니티, 산학네트워크 기반 더 나은 기술 개발을 요구하고 있다는 제언도 있다(서지영, 2019).

1.3. 사회에 책임지는 연구혁신; RRI(Responsible Research and Innovation)

EU와 미국 뿐 아니라 다른 선진국에서도 RRI는 단순한 연구윤리 차원을 넘어, 연구의 책임성과 사회와의 소통을 강조한다. 연구자에게는 사회의 가치와 필요에 책임질 수 있는 사회 통합적 연구·혁신과정을 요구하는 새로운 연구 패러다임의 형성과 새로운 연구 문화의 정착을 촉발할 수 있다는 점에서 주목한다.

한편 RRI는 연구윤리보다 넓은 의미로 연구과정에서의 사회적 책임에 대해서는 책임 범위를 확장하고, 사회적 책임이 연구를 규제하는 것이 아니라 새로운 연구와 혁신의 장을 여는 도구로 강조하고 있다. 크게 연구 활동의 목적과 동기를 가지는 책임, 연구혁신의 결과에 대한 책임, 연구혁신 과정에서의 책임으로 나뉜다. 연구활동의 목적과 동기에서의 책임은 연구자와 연구혁신 정책결정자들이 시민들이 원하고 사회가 필요로 하는 지식을 생산하고 있는가를 고려해야 할 책임을 말하고, 연구혁신의 결과에 대한 책임은 특히 연구 혁신의 결과가 초래할 가능성이 있는 위험이나 부작용에 대한 영향을 고려하고 이를 막을 책임을 강조한다. 연구혁신 과정에서의 책임은 연구혁신 거버넌스 과정에 다양한 이해당사자와 일반시민의 참여를 보장할 책임이다.

이러한 철학 아래 EU(2012)는 1)포용적 관여, 2)성평등에 대한 헌신, 3)과학 교육의 확대, 4)공유된 가치로서의 윤리(ethics, defined as shared values), 5)개방(open access), 6)

새로운 연구혁신 거버넌스 모델의 개발을 RRI의 핵심요소로 제시한 바 있다(Sis.Net, 2016). RRI와 기술영향평가에서 사회적으로 책임지는 연구혁신과 광범위하게 미치는 사회적 영향, 조기경보 및 정책지원 활용, 시민참여 등 인식에 있어 공통으로 고려되고 있는 선상에서 볼 때, 유럽연합의 EC와 미국 NSF는 과학기술에 대한 공적지원 기준으로써 RRI와 광범위한 영향 지표(Broader Impact Criterion, BIC)에 입각하여 과학기술의 사회적, 윤리적 측면을 평가에 고려하도록 하고 있다. 박정훈과 한익현(2022)연구를 보면 그동안 전통적 과학기술 혁신에 대한 공적지원이 증거기반정책결정(Evidence-Based Policymaking, EBP)이나 증거기반 국정운영 패러다임에 입각하여 수행되고 왔기도 하고, 최근 추세는 미국이나 유럽을 중심으로 이러한 광범위한 영향 지표 등의 한계를 극복하고 과학기술의 공적지원 근거와 사회적 책임성을 강화하려는 움직임이 지속적으로 진행되고 있다고 주장한다. 이처럼 최근 국제적 흐름으로 볼 때, 미국 NSF의 BIC와 EU EC의 국제 공동연구 Framework Programme의 RRI에 관한 연구는 과학기술에 대한 공적지원 기준의 적용과 집행 과정에 있어 사회적 영향 평가의 광범위한 영향 지표를 반영하는 흐름을 확인할 수 있다. 연구자는 과거 BCA 중심의 기술평가(Technology Assessment, TA)에서 탈피하여, 과학적 연구가 사회에 미치는 광범위한 영향을 평가하는 미국 NSF의 광의의 영향 지표(Broader Impact Criterion, BIC)와, EU EC의 연구개발 지원프로그램인 Framework Programme의 책임연구 및 혁신(Responsible Research and Innovation, RRI) 패러다임 등이 이론적, 실천적 대안이 될 수 있다고 하였다. 이러한 논의가 Horizon 2020을 거쳐 2021년부터 적용된 EC의 the new FP(2021-2027)는 다양한 측면에서 변화를 꾀함으로써 RRI를 실현하고 있다.

이를 고려한 연구 확장의 연구 혁신 활동 전개가 요구 받는 상황이 조만간 닥칠 것으로 예상된다. 기술영향평가의 모형, 제도, 실행에 있어 새로운 연구 접근이 필요하다.

2. 영향평가에 관한 이론적 고찰

1970년대 초반부터, 국립과학재단(NSF)의 기술영향평가 프로그램은 24개의 종합적 기술영향평가와 관련 연구를 지원하기 시작했다(Rossini et al., 1978). 영향평가는 기술과 사회에 대한 정확한 설명과 기술이 사회에 어떻게 전달되고 영향을 미치는지를 분석하는 것을 말한다. 즉, 영향 분석은 실제로 파급되는 영향의 가능성과 규모를 연구하고, 식별이 가능한 영향의 분야에 대해 광범위하게 분야를 나누어 각각 예측되는 영향의 심각성과

가능성을 통합적으로 다루는 것이다. 즉, 누가 영향을 받을 것이며, 어떻게 영향을 받는지에 대한 고차원적 영향들(higher-order impacts)을 확률, 시간, 심각성 및 확산 등을 고려하여 분석해야 한다고 강조한다(Porter et al., 1980).

1970년 중반부터 활발하게 활동했던 영향평가의 대표적인 국제 기술영향평가 학회(ISTA)는 학문적, 실무적 기술영향평가 조직이다. 이를 이어 국제영향평가학회(IAIA; International Association for Impact Assessment)가 생겨났고, 기술영향평가, 환경영향평가, 사회영향평가(SIA; social impact assessment), 위험도 평가로 나뉜 전문가 조직이 분야별로 연구하였다. 이러한 형태의 영향평가(IA; impact assessment)는 많은 주요 특징을 공유하기 때문에 그 종사자들 간의 산학 교류가 원활했다(Porter et al., 1980). 가장 중요한 것은 미래 잠재적 영향과 기술적 변화의 측면에서, 정책 수립에 있어 영향평가 결과가 반영되는데 성공적이었다고 주장하였다(Porter, 1995). 영향평가(IA)와 기술영향평가(TA)는 ‘기술’이 투입되는 대상에 초점을 맞추며, 어떠한 문제 해결(예로, 대체 에너지)이나 정책(예로, 전기통신표준의 영향)에 초점을 맞추고자 하는 점 등 구분이 모호할 수가 있다는 당시 학자들 연구가 있다. 그러나 공통적으로 영향평가(IA)는 기술 발전의 잠재적인 영향력을 다룬다.

3. 기술영향평가에 관한 이론적 고찰

기술영향평가(Technology Assessment)란 현재 개발하고 있는, 혹은 향후 개발하려고 하는 기술의 도입과 활용이 가져올 사회적·문화적·정치적·경제적·환경적 영향들을 체계적으로 판별하고 분석, 평가하는 것을 목표로 하는 활동이다(Bechmann, 1993). 기술은 긍정적 영향뿐만 아니라 부정적인 영향도 동반하기 때문에 기술의 설계 과정에서부터 투입, 연구, 개발, 산출, 서비스, 평가 등 전 영역에서 기술의 양면성을 인식하고 고려하여 판단해야 한다. 우리 사회에서도 이미 기술의 연구개발 및 사회적 적용과 관련한 논쟁이 발생한 적이 있는데, 줄기세포 연구에 제기되는 윤리적 문제(Zarzeczny A, & Caulfield T, 2009), 유전자변형생물체에 대한 논란(허남혁, 1999), 원자력 발전을 둘러싼 논란(석광훈, 2008) 등을 그 예시로 볼 수 있다(KISTEP, 2010; STEPI, 2015).

UN의 발전을 위한 과학기술 부서에서는 회의와 학회지(UN 1991, 1993) 발간을 통해 기술영향평가를 상당히 발전시켰다. 첨단기술경보시스템(ATAS; the Advance Technology Alert System)을 수립했으며, UN 체계 내에서 기술영향평가를 모두 책임지고

있고, 개발도상국에서 기술영향평가를 활성화하고 늘리는 데 초점을 맞추고 있다. 또한 기술영향평가를 널리 알리고, 비영리법인의 국제 기술영향평가 예측을 위한 학술 기관이나 협회 설립을 지원하는 원동력이기도 했다.

이러한 이론적 배경에 근거하여 연구자들과 관련 기관보고서에서는 기술영향평가를 기술의 도입, 확산, 변용 시에 발생할 사회적 파급효과에 대한 체계적인 정책 연구이며, 의도하지 않은 간접적 혹은 사후적인 기술영향평가라 소개한다(Coates, 1976; Porter et al., 1980; STEPI, 2015). 특히, 기술의 양면성을 지니고 있다는 것을 전제하고, 악영향을 최소화하고 반대로 긍정적 영향을 극대화함으로써 기술에 대한 사회적 수용성을 높이고자 기술 개발 과정에 개입하는 정책적 시도의 산물이라 할 수 있고, 기술영향평가의 주체가 누구냐에 따라 전문가주의적 기술영향평가와 참여적 기술영향평가로 크게 나눈다. 정부 주도의 기술영향평가가 기술에 대한 사회적 통제 보다는 평가 과정의 투명성과 중립적 운영을 중요한 성패요인으로 제시한다, 그 결과를 연구개발 정책에 실제 반영하는 것이 시민사회의 신뢰성 회복과 기술에 대한 사회적 수용성의 증대로 이어진다(이영희, 2011).

이와 유사한 기술평가(Technology Evaluation)는 과학기술의 질적 수준에 대한 판단과 기술적·경제적·가치 판단을 근거로 그 값이나 순위를 결정하는 일련의 과정과 결과로서, 단기적이고 일차적인 효과를 체계적으로 인식하는 것이다. 그리고 여기에 과학기술을 연구·개발하고 적용할 때 사회·환경에 미치는 영향과 효과를 사전에 검토하고 평가하여 처리와 통제를 할 수 있는 수단을 제공하고, 다양한 평가 결과를 통해 과학기술의 전체적인 모습과 영향을 조명하도록 평가가 이루어져야 한다고 지적하였다(김인재, 1985; 설성수, 2000). IAIA(International Association for Impact Assessment)는 영향평가를 기술영향평가, 환경영향평가, 사회영향평가, 건강영향평가, 인구영향평가, 경제·재정영향평가, 정책평가, 위험성평가 등으로 분류하였으며 이정환(2004), 박헌미(2009)는 기술평가를 기술영향평가의 상위 개념으로 분류된다고 설명하였다.

관련 학계에서는 기술영향평가를 실시함에 있어서 기능뿐 아니라 추구하고자 하는 사회적 가치를 포함해야 함을 강조한다. Porter et al. (1980) 등은 기술영향평가의 주요 기능으로 조기경보와 의사결정기능, 미래 예측 및 대안 제시, 가치 판단을 얘기하고, 그 외 공통적으로 과학적·기술적 발전의 관점에서 정보의 확장을 통한 의사결정을 뒷받침하는 논거 강화 역할 기능을 가진다고 말한다. 이는 중·단기 정책 지원과 규제, 정책개발, 평가, 입법화 등 관점에서 제안 가능한 정보 뒷받침 제공을 통해 중장기적 정책 개발에 기여 및 초기 단계의 기술 개발에 있어서 야기될 수 있는 문제와 바람직하지 못한 영향에 대한 정보 제공을 통한 조기 경보 기능²⁾이 대표된다. 또한 기술사회 집단을 지원함으로써

기술에 대한 지식의 의사결정 능력 확장 기능, 사회를 위해 바람직하고 유익한 기술 적용 조사, 형성, 개발 기능 그리고 일반 대중의 기술수용 촉진 기능, 과학자들의 사회적 책임성에 대한 인식 증진 등 중요한 기능을 가진다. 이러한 기능들은 기술영향평가의 정책 요소 가운데 효과성을 측정하는 기준이 된다.

따라서 결국 기술과 사회의 맥락에서 시스템적으로 평가하는 모니터링 기술이 사회뿐만 아니라 인간에게 끼치는 영향이 있으므로 평가 과정에 있어서 일반 시민의 참여와 토론이 반영되어야 하였고, 평가 결과가 정책에 반영되어야 함은 물론, 사회적 가치와 기술의 윤리적인 측면 고려가 필요하다. 그리고 기술결정 과정에서의 다양한 견해들을 나누고 조율하는 사회적 학습의 과정 관점, 연구개발사업에 대한 예비타당성 검토 차원과 과학 기술정책 입안을 위한 정책분석의 도구로 보는 관점이 반영되어야 하겠다.

〈표 1〉 우리나라의 기술영향평가제도 개요

구분	내용
정의	-기술의 도입, 확산, 변용 시에 발생할 사회적 파급효과에 대한 체계적인 정책연구이며, 특히 의도하지 않거나, 간접적이거나, 혹은 사후적인 기술의 영향 강조 (Coates, 1976, Porters et al., 1980, STEPI, 2015) -현재 개발하고 있는, 혹은 향후 개발하려고 하는 기술의 도입과 활용이 가져올 사회적·문화적·정치적·경제적·환경적 영향을 체계적으로 판별·분석·평가하는 것을 목표로 하는 활동(Bechmann, 1993)
배경	최근의 과학기술은 사회에 미치는 영향이 복잡하고 광범위하므로, 이에 대한 선제적 예측 및 대응 필요
목적	-기술의 발전이 사회에 가져올 영향을 사전에 분석 및 진단 -부정적 영향을 최소화하고, 긍정적인 영향을 최대화하는 대응방안 제시 -기술의 바람직한 변화·발전 방향을 모색
도입 시기	-2001년 7월부터 발효된 과학기술기본법 제14조 -과학기술기본법 제정으로 기술영향평가 의무화, 우리나라는 선진국에 비해 20~30년 늦게 시작 -2003년~ TA 시행, 시행령 개정으로 2011년부터 매년 실시
유형	-전문가와 일반시민이 평가를 병행하는 형태 -과학기술정보통신부 산하 KISTEP(한국과학기술기획평가원)에서 수행

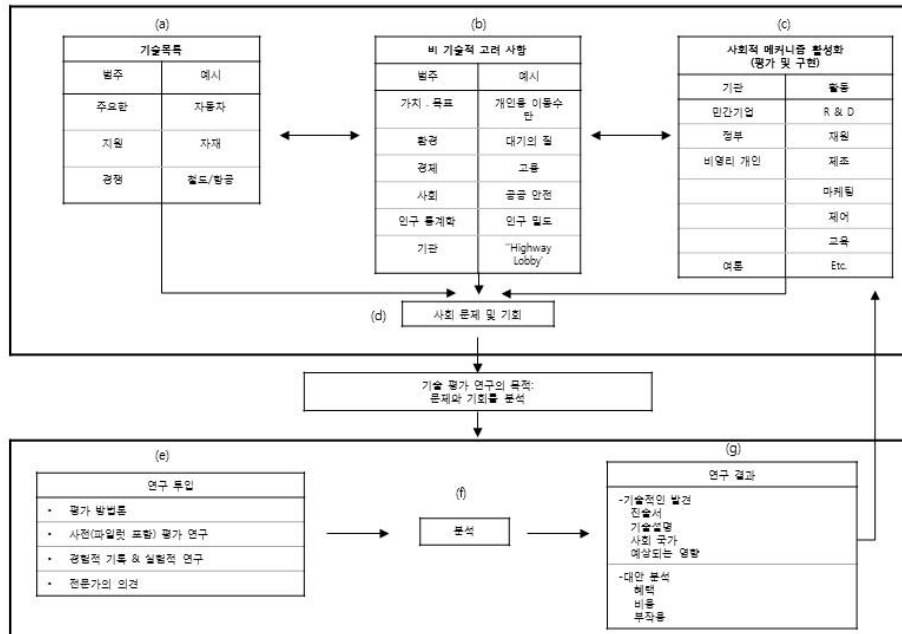
2) ‘조기 경고(early warning)’는 기술이 선택된 후 나타날 수 있는 문제들에 대한 조기 경보의 기능을 말한다. (Smits & Leyten, 1988; Vig & Paschen, 2000; 류영수, 2007; STEPI, 2015).

3.1. 기술영향평가 발전 과정

60년대 후반 미국 의회가 제시한 최초 기술영향평가의 원취지는 신기술의 잠재적 부작용에 대한 조기 경고 시스템을 갖추기 위한 것이었다. 당시 환경영향평가 보고서에 광범위한 개발로 이어지는 영향에 대응하기 위한 확장 버전이었다. Jones(1971)는 이러한 기술영향평가의 개념들을 체계화하였다. 그리고 기술영향평가 방법론을 체계화하기 위한 원칙과 기술영향평가 방식 그리고 단계에 대한 연구를 하였다. 또한 기술영향평가의 고려 요소로 경제적, 환경적, 사회적 측면을 모두 고려 사항에 포함해야 한다고 주장 했으며, 투자 비용적 측면도 포함되도록 하는 계획과 기술 예측 과정이라고 하였다. Jones(1972)는 MITRE 방법론 연구(MITRE-OST PROJECT)에서 기술영향평가를 하기 위한 기본 맥락과 다양한 사회적 특징을 통합하는 영향 분석(total impact analysis)을 시도하면서, 사회에 대한 분석을 하는 데 있어 주요 요인이 되는 6가지 범위 요소를 가치와 목적, 인구 변화, 환경, 경제, 사회적 요인들, 기관/제도 요소를 평가요인으로 고려해야 한다고 강조한바 있다. 당시 미국 클린턴 대통령시절 백악관과 OTA기관에 제출한 연구 보고서를 통해 기술영향평가의 방법에 대한 7 단계 절차를 제안하였다.

이는 Jones에 의해 기술영향평가 각 단계별 절차와 평가요소를 방법론화 하는데 첫 시도였으며, 미국의 기술영향평가 개념모형이 처음 정립된 것으로 확인된다. 이러한 시도는 신기술의 응용과 기술이 사회에 미치는 영향에 대응하기 위한 기술영향평가 방법론 연구의 시초가 되었다. 하지만 당초 미국의 정부 정책 사업에서 널리 알려지기만 했을 뿐 실행되지는 않았으며, 그 당시 기술영향평가에 대한 연구 활동은 유럽으로 넘어 갔다고 전해진다(Coates, 2001).

선진국과 우리나라의 기술영향평가 단계별 진화 과정에서 보면 우리나라의 기술영향평가의 역사는 기초 연구 단계와 모델 정립단계를 시기적으로 건너 뛰고 20~30년 늦은 1990년대부터 기술영향평가를 제도화하였고, 이로 인해 자연스럽게 선진국의 체계 적용 단계와 확장 단계를 받아들이게 되었다. 이러한 배경에서 우리나라의 기술영향평가의 발전 과정을 본 연구에서 정리하였다. 선진국에서는 1940년도부터 기초연구단계, 1960년대에는 체계 정립단계, 1980년대에는 모델 적용단계, 1990년대 이후 체계 확장단계라는 기술영향평가의 단계적 진화됨을 알 수 있다. 시대적으로 선진국의 연구 발전 단계에 비추어 볼 때 우리나라 기술영향평가의 방법과 모형에 대한 학문적 고찰은 부족할 수밖에 없다. 시대적으로도 신기술에 대한 기술영향평가는 기술의 발전과 사회의 변화로 급격히 달라지고 있기에 신기술에 대한 기술영향평가는 초기 선진국의 연구와는 달라져야 할 요소들을 추가적으로 연구하고자 하였다.



〈그림 1〉 기술영향평가 초기 개념도(Jones,1971)

선진국은 과학기술과 사회와의 관계의 연구에서 시작된 기술영향평가의 기초 연구부터 기술영향평가의 체계 정립과 방법, 영향 분석, 관련 법제도 등을 고려한 정립 단계와 확장 단계의 단계적 발전 과정을 바탕으로 단계적 발전하였다는 것이 선진국의 기술영향평가와 우리나라의 분명한 차이이다. 2001년 7월부터 발효된 우리나라 과학기술기본법 제14조는 “새로운 과학기술의 발전이 경제, 사회, 문화, 윤리, 환경 등에 미치는 영향을 사전에 평가하고 그 결과를 정책에 반영”하도록 규정하고, 시행령 제23조는 기술영향평가의 대상으로 “미래의 신기술 및 기술적·경제적·사회적 영향과 파급효과 등이 큰 기술로서 과학기술부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 정하는 기술”이라고 설정하였다. 또한 기술영향평가 사업 수행 주체로 과학기술정보통신부 산하의 출연기관인 한국과학기술기획평가원(KISTEP)을 지정하고 과학기술기본법 시행령의 개정으로 인해 기술영향평가 활동이 지속적으로 정부에 의해 추진되도록 하는 법 제도적 근거가 되었고, 매년 기술영향평가를 실시하고 있다.

최초의 기술영향평가 사업 이후 십수년 이상이 지났음에도 불구하고 국내에서 기술영향평가는 여전히 생소한 영역으로 남아 있고, 과학기술 정책 영역에서도 핵심적인 기능을 하지 못하고 있다고 평가된 바도 있다(권성훈, 2014; 서지영 외, 2014; 한민규 외, 2011). 하지만 최근 우리나라도 기술영향평가를 규명하는 과정에서 기술영향평가의 정보제공에

초점을 둔 전통적 의미와 기능을 갖는 기술영향평가에서 일반시민의 참여를 강조하는 구성적 의미의 기술영향평가로 변화를 맞기도 하고, 또한 기술영향평가 활동의 법적 제도화는 우리나라의 기술정책의 기조인 성장지상주의의 특징으로 해 왔고, 정부가 기술 경쟁력 확보를 위한 기술 진흥에 매진해 왔으며, 기술의 진흥을 통한 국가 경제 성장에의 기여를 목표로한 역사도 있었다(이영희, 2011). 그 결과는 기술정책이 지니고 있는 사회 정책적 측면은 무시되고, 오로지 산업정책적 측면만 부각되었으며 성장지상주의적 기술 정책의 기조에 대해서 그간 시민사회로부터 많은 비판을 받아 온 것이다. 정부의 기술정책 방향이 기술의 진흥에만 힘쓰다 보니 기술이 야기할 수 있는 역기능을 축소하고 눈 감고 있다는 이유로 인해 시민사회에서는 사회통합적 기술정책을 강화할 것을 주문하였다는 역사도 있다.

3.2. 기술영향평가 단계와 영역, 평가요소에 대한 고찰

Braun(1998)은 기술영향평가 초기 연구인 Jones(1971)의 7단계를 기본으로 확장 연구한 Hetmann(1973)의 기술영향평가 7단계 연구를 이어 구체적 방법 4단계로 나눈 바 있다. Braun의 4단계는 기술 선정 및 범위 설정, 기술의 기술(記述), 긍정적·부정적 영향, 정책 분석으로 구분하였다. 그리고 기술영향평가의 수행 과정 측면에서 범위(Scope), 기술(Technology), 영향(Impacts), 정책(Policy)의 4가지 기본 방법론을 주장하였다. 기술영향평가 시 목적을 명확하게 정의하고, 기술예측의 폭과 범위의 기획과 기술은 한번 평가하는 것이 아니라 기술개발하는 동안 중간에 정기적으로 검토해야 함을 강조하였다. 한편 Porter et al.(1980)는 기술영향평가의 평가 요소와 평가 단계를 10가지로 제시하였다. 1) 문제 정의, 2)기술 서술, 3)기술 예측, 4)사회적 서술, 5)사회적 예측, 6)영향 인지, 7)영향 분석, 8)영향 평가, 9)정책 분석, 10)결과에 대한 소통이다.

학자들의 연구를 종합하면, 기술영향평가는 정책 결정자에게 균형 잡힌 평가 결과를 제공하고, 이를 정책에 반영할 수 있도록 하는 연구의 한 형태라고 정의하였다(Emilio Q. Daddario, 1976). 그리고 기술영향평가를 통해 기술의 바람직한 결과와 바람직하지 못한 결과, 그리고 불확실성을 예측 함으로써 기술의 유용한 정도를 미리 평가해 보는 것이라고 하였다. 반면 정부의 내·외부 많은 사람들이 기술관련 연구와 기술영향평가에 대한 혼동이 있었다고 한다. 예를 들어 기술 예측, 타당성 조사, 임상 시험, 시장 조사, 비용 편익과 효율성 연구, 환경영향평가 등이 기술 전달 및 확산에 대한 연구와 무슨 차별이 있는가에 대한 것이다. 또 다른 예로는 기술영향평가를 변화하고 있는 새로운 기술에 대해 홍보 또는 멈추게 하는 등의 기술전략으로 오해하는 경우가 많다고 설명한다.

〈표 2〉기술영향평가 주요 요인에 대한 선행연구결과 종합

	연구자	내 용
범위	Jones(1971)	기술 범위, 기술 예측, 사회 예측, 영향 받는 그룹, 기간 분석, 영향의 유형, 영향 수준, 영향 측정, 불확실성 분석
	Porter et al.(1980), Smits, Leyten(1988), 김인재(1985)	기술영향평가의 범위
	Braun(1998)	기술영향평가의 단계와 기술 범위
기술	Jones(1971)	물리적&기능적 기술, 기술의 첨단수준, 영향이 미치는 요인, 관련 기술, 미래 최첨단 기술, 용도와 응용
	Davis(1986,1989)	기술수용모델
	Rogers(2003)	혁신의 확산, 혁신의 특성
	Palm & Hansson (2005)	윤리적 측면을 강조: 정보보급 및 활용, 통제·영향과 위력, 사회적 중개양식에 대한 영향, 프라이버시, 지속성 (sustainability), 인간복제, 성·소수그룹과 정당성, 국제관계, 인간 가치에 대한 영향
	송위진 (2003)	ELSI(Ethical Legal Society Implication), 즉 법적·윤리적·사회적 측면의 연구
	한민규, 강지민(2011)	기술 선정: 1)사회적 합의의 필요성, 2)결과의 활용 가능성. 3)R&D 투자의 공공성, 4) 사회·문화적 파급 효과의 크기, 5)기술의 특성
사회	Porter et al. (1980)	환경, 심리, 제도/정책, 사회, 기술, 법, 경제
	Hetman(1973)	사회적 요소 - 가치, 환경적 조건, 인구통계, 경제적 요인, 사회적 요인, 제도적 요인 TA평가 - 기술, 경제, 사회, 개인, 환경, 가치와 사회적 측면
	Mc Ginn(1971), Robert E (1991)	참여자, 기술, 정치, 경제, 문화, 환경
	Emmanuel(1970)	사회변화, 가치, 경제, 정치
	Jones (1971)	기술, 가치, 인구통계, 경제, 환경, 사회적 이슈, 제도/정책
영향 분야	Jones(1971),(1972)	가치와 목적, 인구변화, 환경, 경제, 사회적 요인, 기관/제도 요소
	Dee(1972)	생태학, 환경오염, 미학, 인간의 관심분야
	Arthur D.Little(1971)	수송연구에서 소음, 대기의 질, 수질, 토양부식, 생태학적, 경제적, 사회정치적인 분야
	Arthur D.Little(1971)	환경적 영향, 생물학적 조건, 문화적 요인 및 생태학적 관계를 88개 항목으로 세분 분류
	Mayo	직·간접적인 영향, 경제, 사회, 환경, 정치 등을 포함하여 공동체, 개인, 참가자, 피참가자에게 까지 미치는 영향
	Porter et al. (1980)	환경영향 분야 (Environmental), 심리적 영향 분야 (Psychological), 제도적/정책적 영향 분야 (Institution / Political), 사회적 영향 분야 (Social), 기술적 영향 분야 (Technology), 법적 그리고 경제적 영향 분야 (Legal and Economic)

국내 기술영향평가 연구자들은 과학기술과 사회학적 접근, 기술과 사회와의 관계, 과학 기술에 있어서 시민의 수용성과 민주주의에 대한 중요성을 강조하는 연구를 이어갔다. 특히 김환석, 이영희(1994), 김병목(1997), 김환석, 송성수(1998)가 대표적이다. 또한 김인호(1999), 염제호(2000), 박병무(2002), 김병윤(2003)은 기술영향평가의 제도 도입에 관한 연구를 한 바 있다. 또한 이영희(2001, 2002), 송위진 외(2003), 홍성만(2004)은 과학기술 전체적 관점에서 논의한 바 있고, 류영수, 최병대(2007)는 기술영향평가 메타평가모형 개발과 적용, 국내 기술영향평가 종합적 분석과 평가에 관해 확장하였다. 또한 기술영향평가의 주요한 특징 중 하나인 과학과 사회, 시민참여형 제도와 혁신 활동은 특히 강조되었으며, 국내에서도 이영희(2002)는 시민참여 모델 평가의 기준으로 참여 주체, 참여 영역, 참여 효과를 강조 했으며, 장영배와 한재각(2008)은 Rowe and Frewer(2000)과 Hansen(2006)의 분석 기준을 참조하여 제시한 시민참여적 과학기술 평가분석틀을 기준으로 1)시민참여의 대표성, 2)시민참여의 단계, 3)논의과정의 숙의성·독립성·자율성, 4)정책 형성 영향력, 5)시민참여 전체 과정의 투명성을 강조하였다.

국내외 공통적인 것은 기술영향평가 결과를 관계자들과 공유하고 이해관계자들과의 소통 및 상호작용에 대한 연구가 이루어졌다. Smits와 Leyten(1991)은 이해 당사자들이 기술발전에 대한 자신들의 전략적 정책을 결정하는 데 도움을 줄 수 있는 정보를 제고해야 함을 강조하였고, 다음 기술영향평가 기술 선정에 필요한 정보를 창출하는데도 활용된다고 하였다. 또한 Borgers, Geurts와 Smits(2000)는 기술영향평가를 기술발전과 기술발전이 가져오는 결과들의 분석과 아울러, 이러한 분석에 반응한 토론들로 구성되고 이를 반영하기 위한 과정이라고 하였다. 기술영향평가의 시민참여 및 공론화는 지속적으로 국내외 모두 고민하고 있으나 만족스러운 방법 및 결과 반영은 아직 이루어지지 못하고 있다. 김인호(1999)는 고전적 의미의 기술영향평가가 정보 제공을 중심으로 개념이 정리된다면, 구성적 의미의 기술영향평가는 정보 제공과 더불어 과학기술과 관련된 이해 관계자들 간의 상호작용과 정보 창출이라는 개념이 복합된 것으로 이해할 수 있으며, 이것은 기술영향평가의 대상으로서 일반 대중 즉, 수용자를 수동자로 두지 않고 능동적으로 둔 새로운 정의라고 주장한바 있다. 유사평가로써 기술영향평가가 해당기술 개발에 따른 정치/사회/문화/환경적 영향을 분석하는 평가라면, 기술영향평가와 유사한 평가인 기술예측은 기술의 특성, 강도, 변화 시점을 예측하려는 시도이다. 그리고 영향분석은 예측된 영향의 가능성과 규모를 연구 및 분석한다는 차이가 있다. 기술영향평가는 해당기술에 대한 종합적 영향평가이므로 기술예측과, 영향분석 보다 훨씬 큰 비중을 차지한다.

3.3. 기술영향평가 연구의 진화과정

20세기 초 기술영향평가 초기 연구자들에 의해 기초 연구가 된 이후 약 20년이 넘어 가고, 현재까지 기술영향평가와 관련된 많은 후속 연구들이 진행되어 오고 있다. 기술영향평가가 진화된 연구의 과정을 살펴보면, Jones(1971), Hetman(1973), Coates(1976)에 의해 기술영향평가의 단계와 모형, 기술영향평가의 정의 및 필요성, 맥락에 관한 연구가 중심적으로 이루어졌다. 또한 Smits & Leyten(1988)에 의해 기술영향평가의 전통적 개념과 구성적 개념의 구분, 구성적 개념과 관련된 연구가 이루어졌음을 확인할 수 있었다. 그리고 White(1988)는 기술영향평가의 논리적 접근과 분석적 방법에 관한 연구로 발전시켰으며, Bechmann(1993), Eijndhoven(1997), Petermann(2000)은 기술영향평가 평가 모델의 비교 연구를 하였다.

Schot & Rip(1996), Genus & Coles(2005), Genus(2006)은 기술영향평가에서 대중 참여와 구성적 기술영향평가에 관해 연구하였으며, Porter et al.(1980)은 기술영향평가의 방법과 가이드라인을 제시하였다. 또한 Broun(1998)은 기술의 맥락에서 신기술에 대한 기술영향평가의 범위 설정과 전략적 기술영향평가의 구체적 방법에 관해 연구했다. 그 외 Palm & Hansson(2005)은 윤리적 기술영향평가에 대한 중요성과 그에 타당한 주장들을 펼친 바 있으며, Paschen와 Norton, Laurent, Eijndhoven, Kluver, Holdsworth(2000)는 기술영향평가에서 제도에 관한 연구와 유럽 기술영향평가의 역사, 기술영향평가에 대한 시스템 분석을 하였고, Hoppe & Grin(2000); Cruz-Castro & Sanz-Menendez(2005)은 각국의 기술영향평가를 비교 및 조사하였다(류영수, 2007).

단계별, 시대별로 변화하고 있는 기술영향평가의 진화되는 과정들을 고찰하면, 그동안 이루어진 기술영향평가의 연대별 진화 과정을 4단계로 분류하여 설명할 수 있다. 기초 연구 단계에서는 20세기 초에 초기 연구자 중심, 유럽 중심, 과학기술과 사회와의 관계에 입각한 영향 평가의 한 부분으로 인식되었다. 다음으로 1960년대~1970년대는 모델 정립 단계로 미국의 성장 확장 과정에서 야기되는 기술의 부정적 영향에 대한 우려를 검증하고자 하는 시도에서 시작되었는데, 이 시기에 모델 정립과 함께, 관련 법제 및 조직 등이 구축되었다. 1980년대 이후는 모델 적용 단계로, 영향 평가로부터 기술영향평가가 독립된 영역으로 자리 잡고, 다양한 과학기술 분야들에 대한 기술영향평가가 시행되었다. 1990년대 후반 이후 기술영향평가의 제도 및 절차 등에 대한 발전과 메타평가 등 평가 방법 개선에 대한 시도가 있었고, 기술영향평가의 확장 단계로 볼 수 있다.

그러나 현 단계의 한계가 드러나고 있는 시점에 그동안의 기술영향평가 방법과 모델의

확장 및 제도 개선은 주로 민주적 절차의 확대 도입, 영향 평가 결과의 활용처(정책 수요처)의 확장 등에 한정되어 있다. 또한 기술영향평가의 단계, 영향 범위에 대한 검토 등 실질적 내용의 개선 또는 확장에는 미치지 못하고 있는 것이 한계로 보이고 있어, 이 부분에 대한 연구 발전이 필요한 실정이다.

Ⅲ. 연구 설계

1. 연구설계 및 방법

앞선 이론적 고찰에서 살펴본 바와 같이 그동안의 기술영향평가는 Jones(1971)와 Coates(1976), Porter et al. (1980), Braun(1998)의 연구된 단계와 요소 등을 중심으로 도출한 여러 단계와 요소에 대하여 분야 전문가들을 표적집단면접조사(Focus Group Interview:FGI)와 전문가패널회의를 통해 인터뷰와 설문조사를 하였다. “아직 완성되지 않았으나 광범위한 파급효과가 기대되는 혁신적인 신기술에 대한 기술영향평가 요소가 기존 요소로 충분히 수행 가능한가? 아니면 대안 요소를 검토해야 하는가?”와 “신기술 기술영향평가 요소가 새로 정립된다면 이를 최근 개발 중인 신기술에 시범 적용할 경우 유용한 결과를 얻을 수 있을까?”에 대한 적용과 검증이다. 앞서 살펴본 이론적 고찰의 결과와 최근의 신기술의 급속한 발전 추세를 고려할 때, 기존 기술영향평가에서 추가적으로 중요하게 고려해야 하거나 기존의 요소를 수정해야 할 필요성에 대해 검증하였다.

새로운 평가요소들이 추가되고 검증되기 위해서는 그 동안의 기술영향평가 핵심 요소로써 단계적으로 고려되었던 Jones(1971)방법에서 고려된 요소와 Coates(1976), Porter et al.(1980), Broun(1998)의 7단계, 10단계, 5단계와 같은 모형 등을 중심으로 논의되고 적용되어 왔으나, 실질적인 기술영향평가 고려요소에 대한 내용에 있어서는 큰 변화나 논의가 없이 기본 프레임과 단계, 요소에 약간의 변형만을 적용해 왔다. 하지만 최근 전개되는 신기술을 둘러싼 동향 변화를 고려할 때, 그동안의 기술영향평가 모형, 단계, 요소 등에 보완이 필요하다는 전문가패널 의견을 종합할 수 있었다. 이에 아직 개발이 완성되지 않은 기술은 앞으로도 많은 변화 가능성이 크다. 이미 완료된 기술영향평가의 결과도 계속 변화할 것으로 예상된다. 신기술은 개발이 미완성이므로 기술의 내용에 대한 변화 또한 멈추지 않을 것으로 예측하였다.

연구를 통해 전략적 의사결정에 활용될 수 있기 위한 적정 수행 방법을 도출하고 이를 시범 적용하기 위해 신기술에 시범 적용하고 결과를 도출하였다. 기술이 미치는 영향과 파급효과가 매우 지대 하지만 아직도 개발 단계에서 산업화 단계로 이행되는 단계에 있어 기술의 활용처가 구체적으로 정의되지 않고 무한한 가능성을 갖고 있는 신기술의 경우에 그 영향을 예측하기 위한 기존 기술영향평가 평가 요인의 가능성을 검토 할 수 있었다. 특히 특정 기술이 어느 분야에 적용될 때, 그 영향 범위와 활용 정도는 기술의 특성 (technology characteristics)과 분야의 특성(task characteristics)에 의해 결정된다는 Task-technology fit theory(Goodhue and Thompson, 1995)를 보더라도 신기술에 대한 기술영향평가를 할 때 기술의 특성이 갖는 중요성을 강조한다.

또 그동안의 기술영향평가 확장에 대한 연구들이 주로 기술영향평가 실시 절차상에서 민주적 절차의 확대 도입, 영향평가 결과의 활용처(정책 수요처)의 확장 등에 한정되어 있고, 기술영향평가의 단계, 영향 범위에 대한 검토 등 실질적 내용의 개선 또는 확장에는 미치지 못하고 있는 것이 한계로 대두되고 있어, 이 부분에 대한 연구 발전이 필요한 실정이다. 이에 따라 본 연구에서는 이러한 문제들을 해결할 수 있도록 신기술의 기술영향평가 단계와 영향평가 요소에 대해 새로운 제안을 하고자 한다.

1.1. 단계

기존의 기술영향평가 단계에서는 기술예측과 사회예측의 단계를 매우 중요시하고, 이를 수행하기 위한 적정한 방법론 연구에 많은 시간을 할애하였다. 이는 기술영향평가 방식이 정립되던 1950년대 ~ 1970년대의 일로, 사실 이 시기를 거치면서 기술예측과 사회예측, 더 나아가 미래예측에 대한 많은 연구방법론과 사례연구가 발전되어 왔다는 사실을 주목할 필요가 있다. 초기 기술영향평가와 달리 최근에는 기술예측, 사회예측, 미래예측에 대한 방법론 개발과 관련 연구가 주기적으로 매우 활발하게 진행되고 있어, 이 분야들이 각기 하나의 독자 연구분야로 자리잡을 만큼 성장했으며, 따라서 주변에서 이미 많은 연구들이 독자적으로 수행되고 있어, 굳이 기술영향평가를 하면서 이들 기술예측과 사회예측의 단계를 별도로 고려해야 할 필요성이 적어지게 되었다.

관련 연구에서는 미래예측과 관련하여 국내외 에서는 5년마다 실시하고 있는 기술예측과 사회예측에는 다루고 있으며, 세계미래학회, 즉 WFS(World Future Society)에서는 기술예측방법론만 해도 약78가지가 활용가능 하다고 연구해 실제로 이 방법론을 배포하고 있으며, 우리나라를 비롯한 선진국들이 매 5년 또는 주기적으로 기술예측과 사회

예측을 실시하고 그 결과를 공표 활용하고 있다. 또한 Braun(1998)의 연구에서 주장하는 바와 같이, 이제는 신기술개발에 있어서 기술기획이 매우 중요한 역할을 한다고 알려져 있으며, 우리나라의 경우도 국가연구개발사업을 추진하고자 할 때 기술기획이 의무화되어 있어, 이제 신기술 개발에 있어서의 기술예측과 사회예측은 이미 기획단계에서 반영·고려되는 기성의 절차가 되었다.

따라서 이제는 기술영향평가에서 굳이 기술예측과 사회예측의 단계를 별도로 고려하지 않고, 이미 수행된 공신력 있는 기관이나 기업의 미래예측 조사, 사회예측 조사의 사례들을 필요한 연구에 활용할 수 있게 되었다. 우리나라에서도 1990년대 들어와서부터는 과학기술에 기반을 둔 미래예측 연구의 중요성에 대한 인식이 본격화되어, 1994년에 처음으로 과학기술예측조사가 실시된 이래 매 5년마다 실시하고 있으며, 과학기술에 기반을 둔 미래사회 전망에 대해서도 많은 정책적 관심을 기울이고 있다. 해외에서는 WEF(World Economic Forum) 보고서, 가트너 보고서 등 공신력 있는 글로벌 예측 전망 보고서를 비롯하여, 미국의 Rand연구소, 세계미래회의(World Future Society), SRI(Stanford Research Institute), MIT Dennis Meadows연구팀, 프랑스 국제미래전망센터, 유럽의 세계미래연구동맹(World Future Studies Federation), 핀란드 미래연구센터(FFRC), 영국 Infinite Future연구소, 덴마크 코펜하겐미래학연구소, 스웨덴 미래연구소(SIFS) 등 무수한 미래예측 연구에 의해 다양한 미래 기술과 사회에 대한 예측조사가 활발히 이루어지고 있다.

1.2. 기술영향평가 요소

선행연구에서 검토한 바와 같이 기존의 기술영향평가 요소는 연구의 다양성과 주제에 따라, 기술범위(주요기술, 경쟁기술, 우위기술), 기술과 사회 예측(기술예측, 국가사회정황 예측, 활동예측), 영향받는 대상이나 그룹(수혜자, 스폰서, 제3자), 기간분석(과거에 기술, 미래에 발생할 기술), 영향의 유형(경제, 사회, 환경, 정책, 법, 기관/제도), 영향 수준(1차, 2차, 3차), 영향측정 방법(정성적, 정량적, 불확실성) 등 다양하였다. 이처럼 선행연구를 통해 살펴본 바는, 기술에 대한 긍정적, 부정적인 인식을 초래하는 데에는 기술에 대한 지식 정도나 이해 정도에 따라 영향이 다르게 미칠 수 있다고 주장한바 있다(Porter et al., 1980; Berg, 1975). 특히 Porter et al.(1980)는 태양열 전기 등 혁신적 기술에 대한 신기술시험평가 기술영향평가 시 중요 고려 요소로 기술의 형태와 함께 기술의 혁신 프로세스 시간 프레임, 기술 실행 방법 등 세 가지 요소를 고려해야 한다고 하였다. 따라서

본 연구에서는 혁신적인 신기술의 특징을 검토할 수 있는 요소를 기술의 단계(process), 기술의 범위(scope), 기술(technology), 사회(society), 영향분야(impact) 등 다섯 가지 범주로 나누어 도출·정리한 후, FGI와 전문가 심층인터뷰를 통해 평가요소를 추가로 설정하였다.

〈표 3〉 신기술 특성을 고려한 기술영향평가 요소 도출 과정

구분	평가요소	선행연구	FGI 도출	전문가 인터뷰	최종도출 평가요소
개인적 영향	편리성	○			○
	유용성	○			○
	즐거움	○			○
	행복증진	○			○
	안전성	○			○
	두려움	○			○
	윤리적 문제	○			○
	사생활침해	○			○
	정보격차	○			○
	전문성			○	○
성별특성 차이			○	○	
사회·경제적 영향	문화창출	○			○
	신시장/산업창출	○			○
	신기술개발	○			○
	환경오염 감소	○			○
	에너지 감소	○			○
	주체성		○		○
	정책		○		○
	개인화/고립화		○		○
	가치평준		○		○
	거버넌스		○		○
	지속가능성			○	○
	시민 수용성		○		○
기술영향평가의 인지도			○	○	

또 그 과정에서 발견한 사실은 기술영향평가의 대상이 기술이 사회에 미치는 긍정적 효과와 부정적 효과에 있었음에도 불구하고, 오랜 기간 동안의 연구 발전 과정에서 이것이 기술영향평가 요소에 정형화되지 못하였음을 발견하였다. 이를 본 연구 혁신적 신기술 특징을 고려한 기술영향평가 요소의 검토 과정과 내용은 다음 표와 같다.

1.3. 전략적 기술영향평가를 위한 평가요소

선행연구 결과 기술은 사회와 균형을 이룰 수 있도록 관리되어야 하며(Porter et al., 1980), 기술영향평가에 있어 정치적 요인(political factor)의 반영이 중요하다는 사실(Berg, 1975)이 강조되고 있다. 또 Armstrong과 Harman(1977)은 기술영향평가의 추가 고려 조건으로 기술영향평가를 하는 데 어떠한 자료를 누가 제공했는지에 대한 자료의 출처(Source of Input)와 기술영향평가의 활용처나 활용하는 기관 또는 활용하는 사람(Study Users)을 고려해야 한다고 하였다. 또한 기술영향평가 시 제약 요인을 복합적으로 포함해야 한다(Porter et al., 1980)는 견해 아래, 기술의 특징, 영향의 특징, 팀 구성원의 특징, 후원자와 잠재적 연구 사용자의 요구 조건, 자원의 제약, 연구 시간의 제약 등의 요소를 고려해야 한다고 주장하고 있다. 한편 Braun(1998)은 기술영향평가의 유형을 과정 기술영향평가(process technology assessment)³⁾, 산업기술영향평가(industry technology assessment), 제품기술영향평가(product technology assessment), 정책적 기술영향평가(political technology assessment), 전략적 기술영향평가(strategic technology assessment)의 다섯 유형으로 나누고, 유형별 고려 요소의 차이를 연구 제시한 바 있다. 그의 연구에 따르면 혁신적인 신기술에 대한 기술영향평가는 과정기술평가(process technology assessment)와 전략적 기술영향평가(strategic technology assessment)의 특성이 결합된 연합 형태로 간주되어야 한다고 주장하였다. 또한 전략적 기술영향평가에서는 기술의 기획과 혁신적 관리가 중요한데 이를 위해 생산기술의 범위와 제품 범위, 기술 영역을 면밀히 탐색하고 주시해야 함을 강조한다. 그리고 기술이 미치는 영향의 다양한 영역과 영향 영역별로 미치는 파급효과간의 차이에 대해서도 살펴봐야 한다고 주장하였다. 결국 이러한 전략적 기술영향평가가 되려면, 향후 정책 활용 등에서 중요하게 요구되는 기술에 대한 수용성과 정치적 영역 영향과의 관계, 그리고 정책 결정에 필요한 우선순위 설정과 기관형성(institution building)에 연관된 법적, 제도적, 규제적 요인에 대한 의견 수렴이 중요한 의미를 갖는다.

새로운 신기술 기술영향평가 예측 요소에 대한 이론적 근거는 아래 표와 같다. 기술에 대한 이해도, 전문성, 성별특성, 정책 수단의 신기술 기술영향평가 평가 요소가 의미하는 바는 다음과 같다. 기술에 대한 이해도는 기술의 특성을 공학적, 과학적 특성으로 보는 이해도가 아니며, 본 연구에서는 기술에 대한 이해도를 기술을 얼마나 이해하고 있는지,

3) 여기서 과정기술이란 process innovation과 같이 공정기술을 뜻하는 것이 아니라, 현재 개발 과정 중에 있는 기술을 뜻하는 말로 개발 중이나 아직 산업화 단계에 진입하지 못한 기술을 의미한다.

그리고 기술을 대하는 인식의 태도 변화에 따라서 기술영향평가가 달라지는 것을 밝히는 것이다. 전문성은 기술전문성이 전공의 차이 따라 기술영향평가가 달라지는 것을 의미한다. 성별특성 차이는 단순한 남·여 성별 구분이 아닌 성별특성 차이를 보이는 특성 요인을 검토하여 반영하여야 하였으나, 아직 국내 관련 연구가 일천한 이유로 우선 본 연구에서는 성별 구분으로 측정하였다. 하지만 해외에서는 성별특성 관점을 도입한 연구사례들이 오랜 기간 축적돼 왔다. Schiebinger(2019)에 의해 엄정하고 책임 있는 과학기술이라면 성별특성 차이를 고려한 연구가 필수적이라고 주장되고 있다. 성별특성 관점을 고려한 연구를 통해 연구의 우수성을 높일 수 있으며, 국내뿐 아니라 세계 무대로 나갈 수 있다. 기계학습, 인공지능, 영상인식, 로봇 등이 성별특성 반영 연구에 새롭게 주목하는 기술이다. 정책수단은 우선순위와 기관/ 제도를 고려하였다.

〈표 4〉 신기술 기술영향평가 평가 요소와 관련 연구

평가 요소	관 련 연 구
기술에 대한 이해도	유재현,박철(2010), Lai(2017), Goodhue, and Thompson(1995), Venkatesh, Morris, Davis (2003),Rogers(2003)
전문성	배을규 외(2011), Benderly(1989), Ericsson and Lehmann(1996), Tagg(2007)
성별특성 차이	Gefen and Straub(1997), Venkatesh and Morris(2000), 이혜숙 외(2018), WJ Hwangbo and Yi Park(2018) EU Horizon 2020,Work Programme, Schiebinger and Schraudner(2013)
정책 수단	허범(1994), Weimer, David and Vinning(2011)

〈표 5〉 새로운 기술영향평가 평가 요소 대비

구 분	선행연구 기술영향 평가요소	새로운 기술 영향평가 요소(안)	요소 추가 및 삭제에 대한 근거
연구범위	○	○	
기술범위	○	○	
기술예측	○		예측 두 가지는 이미 미래예측, 기술예측으로 분야가 분화
사회예측	○		
기간분석	○	○	
영향의 유형	○	○	
영향수준	○	○	
영향측정	○	○	

구 분	선행연구 기술영향 평가요소	새로운 기술 영향평가 요소(안)	요소 추가 및 삭제에 대한 근거
기술 배경에 대한 기술문제	○	○	
- 물리적&기능적 기술	○	○	
- 최첨단 기술수준	○	○	
- 영향이 미치는 요인	○	○	
- 관련기술	○	○	
- 미래 최첨단 기술	○	○	
- 용도와 응용	○	○	
인식도		○	인식도에 대해 기술 이해도, 전문성, 성별특성 세개 요인은 선행연구 결과 반영되어야 할 부분으로 도출
- 기술이해도		○	
- 전문성		○	
- 성별특성		○	
기술이 사회에 미치는 영향 분류	○	○	
- 가치&목표	○	○	
- 환경	○	○	
- 인구변화	○	○	
- 경제	○	○	
- 사회적 요인들	○	○	
- 제도 요인들	○	○	
기술영향평가 방법	○	○	
기술 개발 단계 별	○	○	
기술 유형, 대안 별	○	○	
영향 영역별		○	신기술 파급효과의 광범위성과 장기적 영향력에 따라 영향 영역 별 영향평가 필요성은 선행연구를 통해 반영.
사회적 영향	○	○	
긍정적, 부정적 영향		○	기존 모델 정립 후 중요성이 부각되어 실제 기술영향평가에 포함되어 수행 중이나 모델에는 미 반영된 것을 현재화 한 것임.
영향의 특징	○	○	
- 영향을 받는 그룹	○	○	
- 어떻게 영향을 받는가	○	○	
- 가능성	○	○	
- 시간	○	○	
- 규모	○	○	

구 분	선행연구 기술영향 평가요소	새로운 기술 영향평가 요소(안)	요소 추가 및 삭제에 대한 근거
- 지속기간	○	○	
- 확산	○	○	
- 원천 근원	○	○	
- 조정 가능성	○	○	
평가 기준 대안	○	○	
- 제어	○	○	
- 가치	○	○	
- 우선순위	○	○	
- 효과	○	○	
- 직접 경제효과	○	○	
- 외부 경제효과	○	○	
- 비경제적 파급효과	○	○	
- 제도적 장애	○	○	
- 불확실성	○	○	
정책		○	기술영향평가의 정책 활용도 증가에 따른 신규 모델 반영
- 우선순위		○	
- 기관/제도		○	

2. 연구 가설

신기술 기술영향평가의 새로 도출된 평가요소의 관계를 다음과 같이 분석 검증하고자 하는 연구 가설은 아래와 같다.

가설1. 응답자의 기술에 대한 인식정도에 따라 기술영향평가 결과가 다르게 나타난다.

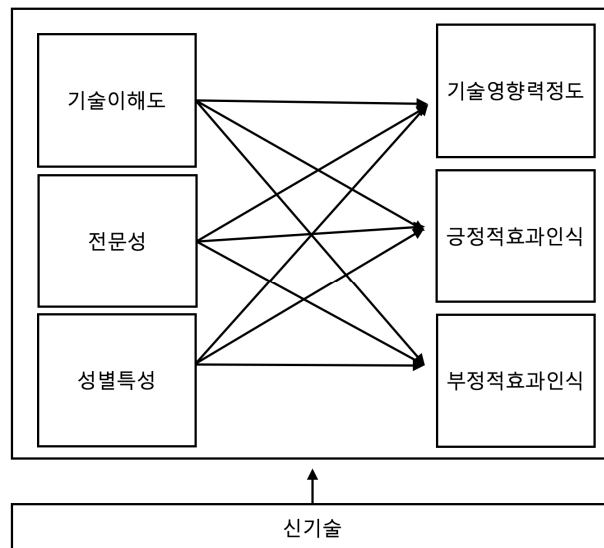
가설1.1 응답자의 기술에 대한 인식정도에 따라 기술영향력에 대한 인식에 차이가 있다.

가설1.2 응답자의 기술에 대한 인식정도에 따라 기술영향의 긍정적 효과의 인식 정도에 차이가 있다.

가설1.3 응답자의 기술에 대한 인식정도에 따라 기술영향의 부정적 효과의 인식 정도에 차이가 있다.

- 가설2. 응답자의 기술전문성에 따라 기술영향평가 결과가 다르게 나타난다.
- 가설2.1 응답자의 기술전문성에 따라 기술영향력에 대한 인식에 차이가 있다.
- 가설2.2 응답자의 기술전문성에 따라 기술영향의 긍정적 효과의 인식 정도에 차이가 있다.
- 가설2.3 응답자의 기술전문성에 따라 기술영향의 부정적 효과의 인식 정도에 차이가 있다.
- 가설3. 응답자의 성별특성에 따라 기술영향평가 결과가 다르게 나타난다.
- 가설3.1 응답자의 성별특성에 따라 기술영향력에 대한 인식에 차이가 있다.
- 가설3.2 응답자의 성별특성에 따라 기술영향의 긍정적 효과의 인식 정도에 차이가 있다.
- 가설3.3 응답자의 성별특성에 따라 기술영향의 부정적 효과의 인식 정도에 차이가 있다.

이제까지의 선행연구와 요소 연구 내용을 토대로 시범적용 연구의 가설을 다음과 같이 설정하였다. 가설에서의 ‘기술영향평가’는 새로 도출된 ‘신기술 기술영향평가’를, ‘기술영향’은 ‘기술의 사회에 미치는 영향’을 의미한다. 본 연구가 신기술 기술영향평가 위한 새로운 평가 요소에 대한 탐색적 연구인 점을 감안하여, 향후의 정형화된 가설 도출과 검증에 기여할 수 있도록 가설 창출(Hypothesis Generation)의 의미를 갖도록 하였다.



<그림 2>시범적용 연구 모형도

3. 신기술 예측요소 구성

3.1. 변수의 조작적 정의 및 측정방법

〈표 6〉 변수의 조작적 정의

변수 명	조작적 정의	측정 방법
기술에 대한 이해도	기술에 대한 인식 정도	인지도
기술 전문성	기술에 대한 전문성과 비전문성 부류 구분	전공
성별 특성	성(sex)과 젠더(gender)를 고려하는 것 ⁴⁾	남자·여자 성별 차이 구분 ⁵⁾
기술영향력 인식 정도	기술이 인간과 사회에 미칠 파급력에 대한 인식 정도	기술에 대한 시각, 향후 기술이 미칠 영향력, 향후 우리나라에 미칠 영향력, 기술의 발전 전망에 대한 인식
긍·부정적 효과 인식 정도	기술이 미칠 긍·부정적 영향에 대한 인식 정도를 구분함.	편리성, 유용성, 즐거움, 행복증진, 안전성, 문화창출, 신시장/산업창출, 신기술개발, 환경오염 감소, 에너지 감소 효과에 대한 인지도 ⁶⁾ 두려움, 윤리적문제, 사생활침해문제, 정보격차에 대한 인지도

사용된 변수는 독립변수 3종, 종속변수 3종으로 다음과 같이 정의되고 측정하였다.

3.2. 분석 방법 및 자료의 수집

시범적용 연구는 우리나라 국가연구개발사업 중 미래원천기술 개발을 위해 지난 2010년부터 10년간 추진된 글로벌프론티어사업 중 첫해에 선정·추진된 ‘실감교류인체감응솔루션

4) 성(sex)은 생물학적 변수를 일컫는 용어로 유전자와 염색체와 같이 DNA에 부호화된 특성과 생리적이고 기능적 특성에 의해 구분되는 특성이다. 사람의 경우 남성과 여성, 동물의 경우 수컷과 암컷으로 구분한다. 젠더(gender)는 사회적, 역사적, 문화적 역할을 통하여 형성된 사회문화적 가치와 태도, 심리적인 특성을 나타내는 용어로 여성성과 남성성으로 구분된다. 성별 특성을 고려한 경우 남녀는 각각 남자와 여자로 부른다(이혜숙, 2018).

5) 이 중 성별특성 변수는 단순한 남·여 성별 구분과 성별 차이를 보이는 특성 요인들을 검토하여 반영하여야 하나, 아직 이에 대한 연구가 일천한 관계로 우선 성별 구분으로 측정하였음을 밝힌다. 이 부분은 추후 연구에서 계속 발전시켜 나가야 할 부분이다.

6) 기술의 파급효과를 조사하기 위해 측정된 긍정적/부정적 인지도는 실감교류인체감응솔루션 기술의 개발 과정 중간단계에서 1차 실시한 기술영향평가 연구를 참고하여 측정요소 설정

기술'을 대상으로 실시하였다. 이 기술은 연간 100억원이라는 거대 규모의 투자로 개발 착수된 지 10년 차 기술로 곧 산업화 단계로의 진입을 앞두고 있었으며, 연구 당시 혁신적인 신기술의 범주에 적합하였다. 또 당초 아직 본격적인 산업화와 실제 응용분야에의 적용은 착수 단계로서 유용한 신기술 기술영향평가의 의미가 큰 대상이다. 자료의 수집은 새로운 신기술 기술영향평가 요소에 기반을 둔 설문 설계를 바탕으로 설문조사를 통해 수집되었다. 설문 설계는 FGI, 전문가 인터뷰, Pilot Survey 등을 거쳤고, 분석에는 SPSS 버전18.0을 사용하였으며, 상관분석, 회귀분석, t-test, ANOVA, crosstab analysis 기법을 사용하여 분석하였다.

IV. 실증 분석

1. 연구 조사

연구 목적은 우리나라 신기술 기술영향평가 시 핵심적으로 고려해야할 요소를 알아보고자 함이다. 연구 가설을 검증하기 위해서 신기술인 실감교류인체감응솔루션기술에 대한 설문 조사를 실시하였고, 연구 적용하고자 하였다. 2018년 11월 20일부터 2019년 1월 20일까지 온라인 설문계정과 설문지를 이용하여 설문 조사를 실시하였고, 온라인 설문계정의 경우 이메일과 모바일을 통하여 일반시민들이 참여할 수 있도록 하였다. 문항은 Likert 5점 척도(1=중요치 않음, 2=별로 중요치 않음, 3=보통, 4=중요, 5=매우 중요)로 중요도를 측정하는 문항 및 응답자의 의견을 자유롭게 적을 수 있는 개방형 문항, 인구통계학적 정보를 묻는 문항 등을 포함하여 총 53개가 사용되었다. 표본은 위에 서술한 바와 같이 참여적 평가의 관점에 따라 일반시민을 대상으로 편의 표집하여 총 424명이 참여하였다. 이 가운데 성의 없는 응답지를 제외한 총335명의 설문지를 실증 분석에 사용하였다. 인구 통계적 문항 4개(성별, 나이, 학력, 전공)를 포함하여 모두 53문항으로, 각 항목에 대해서는 5점 척도로 응답을 받았다. 이에 대한 일반적인 표본의 추가적 정보는 <표 7>와 같다. 먼저 Cronbach's α 값을 산출한 결과 신뢰도 통계량이 0.7 이상으로 측정 문항의 신뢰성을 확보하였다. 요인분석에 투입되는 상관행렬의 적합성을 평가하기 위해서 KMO 척도가 0.7 이상이며 Bartlett 검증이 유의한지 여부를 살펴보았을 때 모두 부합되는 것을 확인하였다.

〈표 7〉 빈도 분석 표

구 분		빈도	백분율
성별	남성	137	32.2
	여성	198	46.6
연령	19세 이하	2	0.5
	20~29세	107	25.2
	30~39세	84	19.8
	40~49세	72	16.9
	50세 이상	70	16.5
학력	고졸이하	2	0.5
	대재	72	16.9
	학사	59	13.9
	석사	62	14.6
	박사	46	10.8
전공 또는 주된 학문 분야	자연과학	45	10.6
	공학	100	23.5
	의약학/의공학	9	2.1
	농수해양학(식품공학포함)	3	0.7
	복합학(뇌/인지/감성/융합/정책)	14	3.3
	기후변화분야(기후/환경/에너지)	5	1.2
	국민생활연구(재해재난/안전)	1	0.2
	인문·사회과학 및 예술체육학	129	30.4
	기타	29	6.8
	합계	335	78.8

기술에 대한 인식 정도와 기술 전문성, 성별특성 항목의 중요도는 <표8>과 같다.

〈표 8〉 기술에 대한 인식과와 기술영향평가 간의 관계에 대한 기술통계

구분	대분류	소분류	N	M	SD	F	P
기술에 대한 인식 정도	기술 영향력 정도	전혀 모르겠다	53	3.27	0.58	26.274	.000***
		설명은 들었지만, 잘 모르겠다	102	3.45	0.56		
		대략 무슨 기술인지는 안다	171	3.80	0.49		
		자세히 알고 있다	25	4.16	0.49		
	직접적 공정 인식	전혀 모르겠다	48	3.50	0.64	26.958	.000***
		설명은 들었지만, 잘 모르겠다	101	3.73	0.59		

구분	대분류	소분류	N	M	SD	F	P	
		대략 무슨 기술인지는 안다	168	4.11	0.48			
		자세히 알고 있다	24	4.41	0.49			
	간접적 긍정 인식	전혀 모르겠다	48	3.10	0.56	4.374	.005**	
		설명은 들었지만, 잘 모르겠다	101	3.18	0.60			
		대략 무슨 기술인지는 안다	168	3.33	0.61			
		자세히 알고 있다	24	3.54	0.61			
	부정적 영향 인식	전혀 모르겠다	38	3.11	0.66	2.385	.07†	
		설명은 들었지만, 잘 모르겠다	78	3.16	0.54			
		대략 무슨 기술인지는 안다	138	3.03	0.67			
		자세히 알고 있다	19	2.75	0.77			
	기술 전문성	기술영향력 정도	공학	99	3.59	0.60	-1.60	.110
			비공학	235	3.70	0.56		
직접적 긍정 인식		공학	95	3.94	0.59	-.119	.905	
		비공학	229	3.95	0.59			
간접적 긍정 인식		공학	95	3.28	0.64	.073	.941	
		비공학	229	3.28	0.60			
부정적 영향 인식	공학	77	2.78	0.67	-4.447	.000***		
	비공학	187	3.15	0.61				
성별 특성	기술 영향력 정도	남성	137	3.66	0.61	-1.192	.848	
		여성	197	3.67	0.55			
	직접적 긍정 효과인식	남성	134	3.94	0.59	-.117	.907	
		여성	190	3.95	0.60			
	간접적 긍정 효과인식	남성	134	3.36	0.61	2.162	.031*	
		여성	190	3.22	0.60			
	부정적 효과인식	남성	98	2.91	0.63	-2.678	.008**	
		여성	166	3.13	0.65			

※† p <.1, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

기술영향의 긍정적 효과 인식 정도에 대한 요인은 두 개의 요인으로 산출되었다. 편리성, 유용성, 문화창출, 신산업창출, 신기술개발이 요인 1로, 즐거움, 행복, 안정성, 환경, 에너지가 요인2로 묶였으며, 요인1과 요인2의 요인계수는 각각 0.656 이상으로 모두 안정적

이었으며 총 설명량도 78.125%로 충분하게 나타났다. 또한 Cronbach'alpha 계수가 0.918로 내적 일관성을 입증하였다. 요인1은 기술영향의 직접적 긍정 효과 인식 정도로, 요인2는 기술영향의 간접적(2차적) 긍정 효과 인식 정도로 판단된다. 기술영향의 부정적 효과 인식 정도에 대한 요인은 하나의 요인으로 산출되었다. 요인계수는 0.764이상이므로 모두 안정적이었으며 총설명량도 69.2%로 충분하게 나타났다. 또한 Cronbach'alpha 계수가 0.847로 내적 일관성을 입증하였다.

2. 가설의 실증적 검증과 추가적 분석

기술영향력에 대한 인식의 차이는 유의수준 0.001 수준에서 유의한 차이를 보였다. 즉 응답자의 기술에 대한 인식 정도에 따라 기술영향력에 대한 인식의 차이가 있었다. 가설 1.1, 가설 1.2 모두 채택되었다.⁷⁾ 기술 전문성에 대한 가설2.1, 가설 2.2는 기각되었다. 기술의 부정적 영향에 대한 인식 정도에서 모두 차이를 보이고 있는바, 이는 신기술이 사회에 수용되려면, 혹은 산업화되어 실제 생활에서 응용되려면 기술 전문성 있는 고객(구매자)들의 이해와 수용이 중요한 역할을 할 것이라는 점을 알 수 있게 해 준다. 기술 전문성 유무가 검토되는 것이 타당하다.

가설3에 대한 분석결과 남녀 구분에 따른 기술영향력에 대한 인식의 차이는 유의하지 않았다. 추가적인 분석결과 긍정적 기술영향 효과 요인 중에서 기술영향의 긍정적 효과를 직접 효과와 간접 효과로 나누어 볼 때 직접 효과에서는 유의한 차이를 설명하지 못하였으나 간접 효과에서는 유의수준 0.001수준에서 유의한 차이를 보였다. 추가적인 분석결과 긍정적 기술영향 효과 요인 중에서 즐거움, 행복이 각각 유의수준 0.001, 0.05 수준에서 성별특성에 따라 유의한 차이를 보였다. 기술영향의 부정적 효과에 대한 인식 정도는 유의수준 0.001 수준에서 유의한 차이를 보였으며 추가적인 분석결과에서도 두려움, 윤리문제, 사생활침해, 정보격차 등 모든 면에서 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 이는 신기술에 대한 여성의 소극적인 수용 의지를 나타낸다고도 해석될 수 있을 것이다. 이러한

7) 기술영향의 긍정적 효과에 대한 인식 정도는 전체적으로는 유의수준 0.001 수준에서 응답자의 기술 인식 정도에 따른 차이를 보였으며, 추가적인 분석결과, 직접 효과에 대한 인식에서는 편리성, 유용성, 문화창출, 신산업, 신기술이, 간접 효과에 대한 인식에서는 즐거움, 행복이 유의수준 0.001 수준에서 유의한 결과를 보였다. 기술영향의 부정적 효과에 대한 인식 정도는 유의수준 0.1 수준에서 응답자의 기술에 대한 인식정도에 따른 차이를 보였으며, 추가 분석결과 두려움, 윤리문제는 유의수준 0.05수준에서, 그리고 사생활침해는 유의수준 0.1 수준에서 차이가 있는 것으로 나타났다.

연구조사 결과 도출된 각 요인이 기술영향평가 결과에 차이를 보이는지 추가 가설 설정 및 실증 검증 분석했다. 추가 연구를 위해 기술영향평가의 결과에 이들 요인이 종합적으로 어떻게 작용하고 있는지에 대해 확인하고 종합 검토하였다. 추가가설은 다음과 같다.

가설4. 기술영향평가 결과는 응답자의 기술에 대한 인식 정도, 기술 전문성, 성별특성에 따라 영향을 받는다.

가설4.1 기술영향력에 대한 인식 정도는 기술에 대한 인식 정도, 기술 전문성, 성별 특성에 따라 영향을 받는다.

가설4.2 기술영향의 긍정적 효과의 인식 정도는 기술에 대한 인식 정도, 기술 전문성, 성별특성에 따라 영향을 받는다.

가설4.3 기술영향의 부정적 효과의 인식 정도는 기술에 대한 인식 정도, 기술 전문성, 성별특성에 따라 영향을 받는다.

<표 9> 네 요인과 기술영향평가 결과와의 상관관계 분석

종속변수	독립변수	B	S.E	β	t	p	VI
기술 영향력 인식정도	(상수)	2.989	.138		21.614	.000	
	기술 이해도	.299	.034	.441	8.829	.000 ***	1.019
	전문성	-.182	.067	-.146	-2.725	.007 **	1.173
	성별특성	-.009	.062	-.008	-.153	.879	1.156
F= 26.965 (p<.001), R ² =.198,, adj R ² = .191, D-W=1.901							
직접적 긍정 효과 인식 정도	(상수)	3.147	.145		21.651	.000	
	기술이해도	.325	.036	.455	9.018	.000***	1.020
	전문성	-.087	.070	-.067	-1.231	.219	1.174
	성별특성	.012	.065	.010	.182	.856	1.156
F= 27.116 (p<.001), R ² =.203,, adj R ² = .196, D-W=1.989							
간접적 긍정 효과 인식 정도	(상수)	3.186	.161		19.742	.000	
	기술이해도	.151	.040	.207	3.777	.000 ***	1.020
	전문성	-.094	.078	-.070	-1.196	.232	1.174
	성별특성	-.161	.072	-.131	-2.243	.026*	1.156
F=6.508(p<.001), R ² =.058,, adj R ² =.049, D-W=1.683							
부정적 효과 인식 정도	(상수)	3.186	.161		19.742	.000	
	기술이해도	.151	.040	.207	3.777	.000***	1.020
	전문성	-.094	.078	-.070	-1.196	.007***	1.174
	성별특성	-.161	.072	-.131	-2.243	.879	1.156
F= 6.508(p<.001), R ² =.058,, adj R ² =.049, D-W=1.683							

※† p<.1, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

3. 신기술 예측 요소의 종합 검토

추가가설 3를 검증하기 위해 회귀분석(Regression Analysis)을 실시하였다. 회귀분석 결과, 기술영향력에 대한 인식 정도, 기술영향의 긍정적 효과의 인식 정도, 기술영향의 부정적 효과의 인식 정도 모두가 기술에 대한 인식 정도, 기술전문성, 성별특성과 관련이 있는 것으로 설명되었으나, 그 영향요소는 종속변수에 따라 각기 다른 결과를 보였다. 기술에 대한 인식 정도가 모든 종속변수에 대해 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 부(-)의 관계를, 그리고 성별특성은 종속변수에 따라 정(+)과 부(-)의 영향관계를 보였다. 이러한 관계는 가설1~가설3의 분석 결과와 일치한다. 또 이러한 가설1~가설4의 검증을 통해 신기술 기술영향평가 체계에 반영된 각 변수들의 타당성과 유효성이 입증되었다 할 수 있다. 종합하면, 가설4.1~가설4.3은 부분 채택되었다. 앞서 연구된 대로 각 변수들의 유용성 문제는 앞으로의 추가적인 연구 과제를 제공하고 있다.

각 종속변수별로 상세 분석결과 기술이해도, 전문성, 성별특성이 기술영향력 인식 정도에 미치는 영향을 검증하기 위해, 다중회귀분석(Multiple linear regression analysis)을 실시한 결과, 회귀모형은 통계적으로 유의하게 나타났으며($F=26.965$, $p<.001$), 회귀모형의 설명력은 약 19.8%로 나타났다($R^2=.198$, $adj R^2= .191$). 한편 Durbin-Watson통계량은 1.901로 2에 근사한 값을 보여 잔차의 독립성 가정에 문제는 없는 것으로 평가되었고, 분산팽창지수(Variance Inflation Factor: VIF)도 모두 10미만으로 작게 나타나 다중공선성 문제는 없는 것으로 판단된다. 회귀계수의 유의성 검증 결과, 기술이해도($\beta=.441$, $p<.001$), 전문성($\beta=-.146$, $p<.01$)은 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

기술이해도, 전문성이 직접적 긍정 효과 인식에 미치는 영향 검증 결과 역시, 회귀모형은 통계적으로 유의하게 나타났으며($F=27.116$, $p<.001$), 회귀모형의 설명력은 약 20.3%로 나타났다($R^2=.203$, $adj R^2= .196$). 한편 Durbin-Watson통계량은 1.989로 2에 근사한 값을 보여 잔차의 독립성 가정에 문제는 없는 것으로 평가되었고, 분산팽창지수(Variance Inflation Factor: VIF)도 모두 10미만으로 작게 나타나 다중공선성 문제는 없는 것으로 판단된다.

회귀계수의 유의성 검증 결과, 기술이해도($\beta=.455$, $p<.001$)만이 유의한 정의(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편 전문성($\beta=-.067$)은 유의하지 않았고 부의(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 기술이해도가 높으면 높을수록 직접적 긍정 효과 인식은 높아지는 것으로 나타났다.

기술이해도, 전문성이 기술의 간접적 긍정 효과 인식에 미치는 영향에 대한 결과, 회귀 모형은 통계적으로 유의하게 나타났으며(F=6.508, p<.001), 회귀모형의 설명력은 약 5.8%로 나타났다(R²=.058, adj R²= .049). 한편 Durbin-Watson통계량은 1.683로 2에 근사한 값을 보여 잔차의 독립성 가정에 문제는 없는 것으로 평가되었고, 분산팽창지수(Variance Inflation Factor: VIF)도 모두 10미만으로 작게 나타나 다중공선성 문제는 없는 것으로 판단된다.

회귀계수의 유의성 검증 결과, 기술이해도(β =.207, p <.001)는 유의한 정의(+의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편 전문성(β =-.070)은 유의하지 않았다. 즉 기술이해도가 높으면 높을수록 기술의 간접적 긍정 효과 인식이 높아지는 것으로 평가되었다.

기술이해도, 전문성이 부정 효과 인식에 미치는 영향을 검증하기 위해, 다중회귀분석(Multiple linear regression analysis)을 실시하였다. 그 결과 회귀모형은 통계적으로 유의하게 나타났으며(F=6.508, p<.001), 회귀모형의 설명력은 약 5.8%로 나타났다(R²=.058, adj R²= .049). 한편 Durbin-Watson통계량은 1.683로 2에 근사한 값을 보여 잔차의 독립성 가정에 문제는 없는 것으로 평가되었고, 분산팽창지수(Variance Inflation Factor: VIF)도 모두 10미만으로 작게 나타나 다중공선성 문제는 없는 것으로 판단된다.

회귀계수의 유의성 검증 결과, 기술이해도(β =.207, p<.001)는 유의한 정의(+의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 전문성(β =-.070, p <.01) 역시 유의한 부의(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 기술이해도가 높으면 높을수록 부정적 효과 인식은 높아지는 것으로 확인되었다. 전문성이 높을수록 부정적 효과 인식은 낮아지는 것으로 판단된다.

AHP(Analytic Hierarchy Process; 계층분석법)를 통해 실시한 결과, 기술영향평가 대상을 선정하는 기준으로 전공자들은 사회적 합의 필요성과 결과의 활용 가능성을 그 어느 다른 요소보다 중요하게 고려하는 것으로 파악된다. 이러한 결과는 분석한 기술영향 평가요소 가운데 전문성은 유의미하게 취급되고 또 이를 고려하면서 결과분석이 되어야 보다 유용한 분석결과와 의사결정 판단이 가능할 것이라는 주장을 뒷받침해 준다.

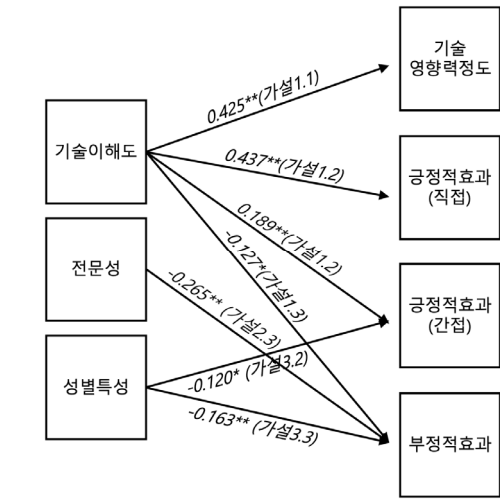
<표 10>공학분야 전문가의 기술영향평가 기술선정기준에 대한

AHP조사 결과 (n=13)

기준	사회적 합의 필요성	결과의 활용 가능성	갈등발생 가능성	투자의 공공성	기술의 특성	사회문화적 파급효과
비중	0.426	0.229	0.153	0.094	0.066	0.032
순위	1	2	3	4	5	6

〈표 10〉 요소 변수 간 인과관계 분석도: Pearson의 적률상관계수

가설	실증분석 결과
가설 1.1	채택
가설 1.2(직접)	채택
가설 1.2(간접)	채택
가설 1.3	채택
가설 2.1	기각
가설 2.2(직접)	기각
가설 2.2(간접)	기각
가설 2.3	채택
가설 3.1	부분 채택
가설 3.2(직접)	부분 채택
가설 3.2(간접)	채택
가설 3.3	채택
가설 4.1	부분 채택
가설 4.2(직접)	부분 채택
가설 4.2(간접)	부분 채택
가설 4.3	부분 채택



4. 실증분석 결과 종합 및 신기술 예측 요소의 제안

첫째, 전통적 기술영향평가 예측 요소 외에 신기술 기술영향평가 시에는 기술이해도, 전문성이 중요 요인으로 반영되어야 한다. 검증결과 기술이해도는 기술영향력 정도, 기술의 긍정적 혹은 부정적 파급효과를 설명하는 데 있어 매우 중요한 역할을 함을 알 수 있었으며, 전문성은 인구통계학적 분석에서 성별차이에서 각기 그 종속변수가 무엇이나에 따라 차이를 보이는 하였으나 유의한 영향력을 가질 수 있음이 확인되었기 때문에, 이들 요소들이 신기술 기술영향평가에서 중요한 요소로 적용되어야 한다는 주장을 뒷받침해 준다고 판단된다. 이를 확인하기 위해 신기술 기술영향평가 기존 요소에 추가로 새롭게 반영되어야 한다고 주장하는 요소에 대해 인과관계를 분석하여, 신기술 기술영향평가 시 본 연구에서 주장하는 새로운 예측 요소의 역할이 얼마나 중요한가에 대한 검증을 시도 하였다. Pearson의 적률상관계수를 이용한 인과관계 분석의 결과, 앞서 가설로 설정하고 실증분석한 결과를 지지하는 인과관계를 확인할 수 있었다.

둘째, 그러나 전문성이라는 평가요소는 특정한 종속변수, 즉 기술이 미치는 부정적 영향 효과에 대해서 유의한 수준의 차이를 미치는 것으로 나타났는바, 이는 신기술의 수용에 있어 전문성, 즉 전문가의 역할이 얼마나 중요한 것인지를 나타내 보인다 하겠다. 뒤집어

살펴본다면, 신기술이 미치는 부정적 영향효과 문제를 정확히 검토하고 또 이에 대비한 방안을 만들기 위해서는 신기술에 대한 전문성이 중요한 역할을 함을 나타낸다. 또한 기술의 부정적 영향 평가는 전문성과 기술이해도가 높을수록 부(-)의 방향으로 나타난다는 일치된 결과를 보여주고 있다.

셋째, 성별특성에 대한 연구는 실증분석결과 일부 평가요소에 있어 본격적인 유의성은 보이지 못하고 있으나, 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구가 과학기술기본법이 개정되어 기술영향평가 시행과 성별특성반영한 우리나라 기술영향평가에 연구 뒷받침하는데 기여하였다고 할 수 있다.

V. 결 론

1. 연구 요약 및 결론

신기술에 대한 기술영향평가를 할 때 기술의 특성이 갖는 중요성을 간과해서는 안된다. Goodhue and Tompson(1995)에 의하면 특정 신기술이 어느 분야에 적용될 때 그 영향 범위와 활용 정도는 기술과 분야의 특성(technology characteristics, task characteristics)에 의해 결정된다고 한 바 있다. 이러한 배경하에 신기술을 둘러싼 동향 변화를 고려할 때, 그동안의 기술영향평가 모형, 단계, 요소 등에 보완이 필요하다고 판단하였다. 아직 개발이 완성되지 않은 기술은 앞으로도 많은 변화 가능성이 크며, 이미 완료된 기술영향평가라 하더라도 그 결과는 계속 변화될 것으로 예측된다. 신기술은 개발이 미완성이기도 하고, 기술의 내용에 대한 변화 또한 멈추지 않을 것으로 예측하였다.

이에 본 연구를 통해 오늘날 혁신적인 신기술 기술영향평가를 실시할 때 기존의 요소를 검토하고, 더 추가적으로 고려해야 할 요소에 대해 분석하였다. 분석결과 기술 사용자의 인식도, 기술에 대한 전문성, 기술이 미치는 포괄적인 직·간접 영향 범위(Highly Order Impact), 기술의 활용범위에 대한 종합 요소 등을 도출하였다. 그리고 기존에는 고려하지 않았던 기술영향평가의 대상기술 선정의 우선순위, 기관 및 제도적 요소를 새로운 신기술 기술영향평가에 중요하게 고려할 요소가 되어야 함을 증명하였다. 기술예측과 사회예측 두 가지는 이미 미래예측, 기술예측, 사회예측으로 분야가 분화되었기에 삭제해도 됨을 선행연구를 통해 확인하였다.

기술에 대한 인식도를 추가하여 인식도는 기술 이해도, 전문성, 성별특성 세 요인을 실증분석결과 고려해야 할 요소로 확인하였다. 특히 영향 영역을 추가하여 신기술 파급 효과의 광범위성과 장기적 영향력에 따라 영향 영역 별 영향평가 필요성을 충분히 강조하고자 하였다. 긍정적, 부정적 영향을 추가하여 기존 기술영향평가에 포함되어 수행 중 이나 그동안의 연구된 선행 요소에는 미반영되어 추가되어야 하겠다. 또한 그동안 기술 영향평가의 정책 활용도 증가에 따른 정책적 요인을 추가하여 신규 요소로 다뤄져야 할 부분이다.

앞으로는 신기술 기술영향평가에 반영되어야 할 핵심 고려요소로 기술에 대한 이해도, 기술의 전문성, 성별특성은 기술영향력 정도와 긍·부정적 영향력에 대한 유의한 차이를 조사하는 수준을 넘어 핵심적으로 적용할 수 있도록 고려되어야 한다. 가설검증을 통해

신기술 수용에 있어서 전문가의 역할이 얼마나 중요한 것인지를 확인하였다. 성별특성 요소는 선진 각국이 앞다투어 문제제기를 하고 대비책 마련을 위한 연구를 최근 확장하고 있다. 우리나라도 최근 과학기술기본법 개정과 함께 2021년부터 제도적으로 기술영향 평가시 성별특성이 반영되어야 함을 중시하고 시행되고 있다. 따라서 앞으로 성별특성에 따른 기술영향평가의 시행과 결과분석은 임의가 아닌 당위적 요구사항이고 이에 대한 면밀한 추가 연구가 필요할 것이다.

기술영향평가는 과학기술정책 결정에 있어서 참여 민주주의와 사회적 합의를 이루어 내는 제도적 장치이며 시민의 참여 확대 방안과 점점 확대 방안을 더욱 강구해야 한다. 실질적으로 기술영향평가의 적극 활용과 사회 공론화를 위해서도 기술영향평가를 연구하고 적용 활용 하는 데에 실제적 연구 방법과 사회적 공론화가 필요하다. 이를 통해 기술의 긍정적 발전과 바람직한 방향을 위해 유도될 것이다. 신기술의 경우 공급 중심이나 경제 중심이 아니라 수요 측면에서 보는 프레임이 요구되며, 신기술을 사용하는 사람들이 무엇을 원하는지, 개발되고 있는 신기술이 사회 속에서 어떤 과정을 통해 정착할 수 있는지, 신기술에 대한 사회의 필요나 문제는 무엇이고 기술이 그것의 해결에 어떻게 기여할 수 있는지에 대한 고민이 함께 필요하겠다. 이러한 차원에서 본 연구는 기술영향평가 고려 요소에 관한 탐색적 연구를 시작한 계기이며, 연구결과가 실제로 정책에 반영되어 타당성과 당위성으로 뒷받침한 연구이다. 이러한 연구는 사회에 책임지는 연구(RRI) 차원에서 매우 중요한 위치를 점하고, 아직 우리나라에서는 시행 초기 실정으로 향후 많은 연구 발전이 필요한 부분임을 남긴다. 향후 성공적인 기술영향평가가 이루어지기 위해서 전문가들이 가진 통찰력과 지식, 시민들의 지혜와 경험, 정책결정자들의 요구와 의사결정 방식, 과학기술의 민주화와 정치적 여건 등을 포괄 할 수 있는 방안에 대한 심도 있는 연구가 지속적으로 이뤄져야 하겠다.

2. 한계점 및 향후 연구방향

아직까지 다양한 신기술 사례에 적용할 수 있는 규범적 평가모형이나 방법이 부재한 실정이다. 연구의 한계점으로 연구방법과 검증에 있어 탐색적 연구인 만큼 일반화하기에는 한계가 있다. 향후 이러한 연구가 일반화되기 위한 기술영향평가 모형에 관한 연구 및 다양한 방법론을 접목해 볼 수 있는 실험적 연구가 많이 나오기를 바란다. 또한 본 연구 결과를 더 많은 신기술 사례에 적용 분석해 볼 필요성과 고른 응답 표본과 인구지정학적

분포를 고려한 탄탄한 연구가 요구된다. 정책에 관한 설문 항목이 몇 개에 그친 점이 한계가 있었다. 본 연구에서의 몇 개 항목뿐 아니라 관련 항목에 관한 추가 연구가 필요하며, 기술영향평가 결과를 실제 정책에 반영되는 정도에 대한 연구 또한 같이 뒷받침되어야 하겠다. 그리고 연구를 통해 제안한 기술영향평가 요소의 반영 전과 후의 비교 연구가 이루어진다면 더욱 연구에 대한 가치가 있을 것이라는 한계를 남긴다.

미래 기술 분야 과제인 경우 주기적으로 재점검하는 과정이 필요할 것이며 이 또한 연구주제가 될 것이다. 아직 개발이 완성되지 않은 기술 같은 경우 앞으로 많은 변화의 가능성이 크기 때문에 기술영향평가의 결과도 계속 변화할 것으로 예상되기 때문이다. 그리고 포용적인 기술영향평가에 대한 국민의 관심이 커짐과 함께 기술의 긍정적 발전을 위해 기술변화를 바람직한 방향으로 유도해야 하겠다. 국민 삶과 생활을 질적으로 향상시킬 수 있도록 시민이 적극적으로 참여해야 한다는 점을 상기한다. 이를 통해 보다 가시적이고 지속가능한 관점에서 기술영향평가를 적용 시행하기 위해 전문적 연구, 정부 주도적, 엘리트적 관리 차원뿐 아니라, 국민과 사회 참여에 의한 기술에 대한 모니터링과 수행, 기술영향평가의 장기적 발전과 전개가 중요하겠다. 이를 위해서 기술영향평가가 제도나 법에 의해 우선적으로 시행 되는 것이 아니라 사회, 문화, 윤리가 우선적 검토 되어 정착되는 인식의 제고가 요구된다.

RRI는 과학기술과 사회와의 관계 및 영향 평가의 근간에 지대한 영향을 미칠 것으로 예상되며, 이를 고려한 연구 확장의 연구 혁신 활동 전개가 요구 받는 상황이 조만간 닥칠 것으로 추정된다. 이에 따라 기술영향평가의 모형, 제도, 실행에 있어 새로운 연구 접근이 곧 이루어져야 한다. 이와 더불어 과학기술연구와 제도적 자율성을 중시하는 문화로 기술영향평가에서도 바뀌어야 하며, 자율적이고 포용적으로 실시하는 정부의 역할과 공공기관들의 역할, 사회의식에 반영하는 것에 강력한 협조가 요구될 것이다.

2022년 6월 「국가연구개발사업 등의 성과평가 및 성과관리에 관한 법률」(이하 연구성과평가법)이 전면 개정되고 시행되고, 고려할 기본원칙에 연구의 효과성, 책임성, 공정성, 투명성, 성별 특성에 대한 고려 등을 기본원칙으로 규정되었다. 본 연구 또한 이러한 법 개정 및 고려 할 기본원칙을 정하고, 정책에 반영되는데 미약하지만 참조 및 기여 한 연구 사례가 되었다. 연구성과평가법은 정치만능이나 경제강조, 제도 우선시하는 것이 아닌 광범위하고도 포괄적인 사회 인식 제고가 절실하다 하겠다. 동시에 다양성, 형평성, 포용성 그리고 사회에 책임지는 연구혁신(RRI)과 같은 보다 사회적 운동력 확보가 담보된다면 기술영향평가 결과가 제도, 연구성과평가법 등에 반영되는 새로운 길을 열어 줄 수 있을 것이다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 김환석(1998), “과학기술 민주화에 대한 사회학적 시론”, 「한국사회학회 사회학대회 논문집」, pp. 352-362.
- 권성훈. (2014). 기술영향평가제도의 현황과 개선과제. 국회입법조사처.
- 김인재. (1985). 確率的 시스템 다이내믹스를 이용한 개인용 컴퓨터의 技術長期評價= Technology assessment of personal computer using probablistic system dynamics. 한국과학기술원.
- 김인호. (1999A). 체계적 기술영향평가 방안에 관한 연구. 한국과학기술기획평가원.
- 김인호. (1999B). 한국과학기술기획평가원.
- 김환석, 이영희. (1994). 선진국의 기술영향평가 제도. 정책연구, 1-140.
- 류영수, 최병대. (2007). 기술영향평가에 대한 메타평가 분석. 한국행정학보, 41(3), 345-372.
- 류영수 (2007). 기술영향평가의 메타평가 모형개발 및 적용. 한양대학교 대학원 박사학위논문.
- 박영일. (1996). 국가 대형연구개발사업의 기획 및 수행·평가에 관한 연구: 선도기술개발사업을 중심으로. 한국과학기술원 박사학위 논문.
- 박용태. (2001). 첨단기술의 기술가치 평가방법론에 대한 연구.
- 박정훈, & 한익현. (2022). 과학기술 혁신의 윤리적 책임과 사회적 영향 평가: 미국 국립과학재단 BIC 및 유럽연합 RRI 사례연구. 행정논총, 60(4), 1-29. 10.24145/KJPA.60.4.1
- 박현미. (2009). 기술 교육 전문가들의 인식에 기초한 기술영향평가 도구 개발. 충남대학교 대학원 박사학위논문.
- 박희제, 성지은. (2015). 더 나은 사회를 위한 과학을 향하여: 사회에 책임지는 연구혁신(RRI)의 현황과 함의. 과학기술학연구, 15(2), 99-133.
- 박희제, 성지은. (2018). 사회에 책임지는 연구혁신 (RRI) 연구의 배경과 동향. 과학기술학연구, 18(3), 101-151.
- 서지영.(2019). 기술영향평가에 대한 다양한 관점과 쟁점, 그리고 나아갈 방향. 과학기술정책, 2(2),79-105.
- 설성수. (2000). 기술가치평가의 개념적 분석. 기술혁신학회지, 3(2),1-13.
- 송위진. (2003). 과학기술관련 의사결정구조의 변화. 기술혁신학회지, 6(2), 159-174.
- 유럽연합 집행위원회 웹사이트. <http://ec.europa.eu/research/science-society/>, 2018. 3. 6.
- 염재호. (2000). 우리나라 기술영향 평가제도의 방향. 과학기술정책, (122), 57-65.
- 이영희. (2007). 기술의 사회적 통제와 수용. 경제와 사회, 246-268.
- 이정환. (2004). 사회영향평가 제도화 방안 연구. 환경사회학연구 ECO, 127-169.

- 이혜숙 외. (2018). 과학기술 젠더혁신을 위한 법제도 개선 방안 연구. 한국여성과학기술총연합회, 과학기술정보통신부.
- 최양희. (2016). 2011기술영향평가: 너로 움직이는 미래 세상. 미래창조과학부.
- 한국과학기술단체총연합회, 한국환경영향평가학회. (2018). 국민생활과학기술포럼. 포용사회를 위한 영향평가제도의 재설계.
- 한민규, 강지민. (2011). 기술영향평가 대상기술 선정지표 개발에 관한 연구. 기술혁신연구, 19(1), 55-78.
- 한민규, 김병수, 한종민, 안현주. (2011). 기술영향평가 대상기술 선정 지표 도출 및 시민-전문가 평가 간 연계 강화를 위한 실증연구(방사선조사식품을 중심으로). 한국과학기술기획평가원.

(2) 국외문헌

- Arnstein, S. R. (1977), Technology assessment: Opportunities and obstacles. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 7(8), 571-582.
- Banta, D. (2003). The development of health technology assessment. Health policy, 63(2), 121-132.
- Bechmann, G. (1993). Democratic function of technology assessment in technology policy decision-making. Science and Public Policy, 20(1), 11-16.
- Bijker, W. E. and Law, J. (1992). Shaping Technology/Building Society : Studies in Sociotechnical Change. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Bostrom, N. (2013). Existential risk prevention as global priority. Global Policy, 4(1), 15-31.
- Calderhead, V. (1997). The Information Revolution: Impact on Science and Technology. Journal of Chemical Information and Computer Sciences, 37(3), 625-626.
- Braun, Ernest.(1998), Technology in Context: Technology Assessment for Managers, London and New York Press.
- Chen, K. (1979). International perspectives on technology assessment. Technological Forecasting and Social Change, 13(3), 213-233.
- Coates, J. F. (1976A). Technology-assessment-tool kit. Chemtech, 6(6), 372-383.
- Coates, J. F. (2001). A 21st century agenda for technology assessment. Technological Forecasting and Social Change, 67, 303-308.
- Daim, T. U., & Intarode, N. (2009). A framework for technology assessment: Case of a Thai building material manufacturer. Energy for Sustainable Development, 13(4), 280-286.
- Emmanuel G.. Mesthene. (1970). Technological change: its impact on man and society. Harvard University Press.

- European Commission, H2020 Programme Guidance on Gender Equality in Horizon 2020. http://eige.europa.eu/sites/default/files/h2020-hi-guide-gender_en.pdf, 2018. 3. 6.
- Goodhue, D. L., & Thompson, R. L. (1995). Task-technology fit and individual performance. *MIS quarterly*, 213-236.
- Jones, M. V. (1971). A technology assessment methodology-Some Basic Propositions. Mitre Corp., Washington Operations.
- Jones, M. V. (1972). Generating social impact scenarios, a key step in making technology assessment studies.
- Porter, A. L. (1995). Technology assessment. *Impact assessment*, 13(2), 135-151.
- Porter, A. L., Rossini, F. A., Carpenter, S. R., Roper, A. T., Larson, R. W., & Tiller, J. S. (1980). *Guidebook for technology assessment and impact analysis*. North Holland, New York.
- Smits, R., & Leyten, J. (1988). Key issues in the institutionalization of technology assessment: Development of technology assessment in five European countries and the USA. *Futures*, 20(1), 19-36.
- Smits, R., Leyten, J., & Den Hertog, P. (1995). Technology assessment and technology policy in Europe: new concepts, new goals, new infrastructures. *Policy sciences*, 28(3), 271-299.
- Tagg, J. (2007). Learning outcomes and the development of expertise. *On the Horizon*, 15(2), 89-98.
- UNESCO. (1973). *International Social Science Journal*. 25(3).
- A.L. Porter, J.D. Roessner, X.-Y. Jin, N.C. Newman(2002), Measuring national emerging technology capabilities, *Sci. Public Policy*, 29 (3), pp. 189-200.
- W. Boon, E. Moors(2008), Exploring emerging technologies using metaphors: a study of orphan drugs and pharmacogenomics, *Soc. Sci. Med.*, 66 (9), pp. 1915-1927.
- H. Small, K.W. Boyack, R. Klavans(2014), Identifying emerging topics in science and technology *Research Policy*, 48 (8), pp. 1450-1467.

□ 투고일: 2022.12.15. / 수정일: 2023.02.27. / 게재확정일: 2023.05.29.