과학기술학과 공학윤리

송 성 수
부산대학교 기초교육원 교수
triple@pusan.ac.kr

서울대학교 무기재료공학과 학사
서울대학교 과학사 및 과학철학 협동과정 석사, 박사
과학기술정책연구원(STEPI) 부연구위원
한국과학기술학회 부회장
(현) 부산대학교 기초교육원 교수
관심분야: 공학윤리, 과학기술사, 과학기술정책

과학기술학이란?

"STS는 21세기의 필수 교양이다." 필자가 수업이나 강연에서 종종 하는 말이다. 여기서 STS는 과학기술과 사회(science, technology and society) 혹은 과학기술학(science and technology studies)의 머리철자를 딴 것이다. 과학기술이 인간의 일상생활에 깊숙이 침투하고 사회적 이슈에서도 단골 메뉴로 등장함에 따라 과학기술에 대한 인문학적·사회과학적 접근이 매우 중요해지고 있는 것이다.

과학기술학의 범위를 엄밀하게 규정하기는 어렵지만 통상적으로는 과학기술사, 과학기술철학, 과학기술사회학, 과학기술정책을 포함한다. 그 중에서 과학사와 과학철학이 먼저 자리를 잡은 후 과학사회학, 기술사, 기술사회학, 과학기술정책 등이 형성되었고, 1970 ~ 1980년대에는 이러한 분야들이 과학기술학이란 우산 속으로 모이기 시작하였다. 이후에는 과학기술학의 분야가 과학기술인류학, 기술철학, 과학기술문화, 과학기술윤리 등으로 확장되고 있다.

우리나라에서는 서울대 과학사 및 과학철학 협동과정, 전북대 과학학과, 고려대 과학기술학 협동과정, 부산대 과학기술학 협동과정, KAIST 과학기술정책대학원 등에서 과학기술학에 대한 교육을 제공하고 있다. 그 중에서 학부가 있는 대학은 전북대가 유일하며, 나머지 대학의 경우에는 대학원 협동과정(interdisciplinary program)의 형태로 운영되고 있다.

과학기술학은 제1세대와 제2세대를 거쳐 제3세대로 발전하고 있는 것으로 평가되고 있다. 제1세대 과학기술학에서는 지배적인 접근법이 부재한 가운데 현대 사회에서 과학기술의 위치와 역할이 다양한 각도에서 연구되었고, 제2세대 과학기술학에서는 과학기술의 인식론적 문제가 부각되는 가운데 "사회구성주의"(social constructivism)의 시각에서 과거와 현재의 과학기술이 어떻게 구성되어 왔는가 하는데 연구의 초점이 주어져 왔다. 최근에 거론되고 있는 제3세대 과학기술학은 기존의 연구성과를 바탕으로 과학기술학에 대한 논의가 어떤 실천적 역할을 담당할 수 있는지에 대한 모색을 시도하고 있다.

과학기술학의 각 세대를 대표하는 저술은 다음과 같다. Ina Spiegel-Rosing and Derek J. de Solla Price (eds.), Science, Technology and Society: A Cross-Disciplinary Perspective (London: Sage Publications, 1977); Sheila Jasanoff, Gerald E. Markle, James C. Petersen and Trevor Pinch (eds.), Handbook of Science and Technology Studies (London: Sage Publications, 1995); Edward J. Hackett, Olga Amsterdamska, Michael Lynch and Judy Wajcman (eds.), The Handbook of Science and Technology Studies, 3rd ed. (Cambridge, MA: MIT Press, 2007).

이처럼 과학기술학이 이론적인 문제에서 실천적인 문제를 지향하는 것으로 변모하면서 공학윤리와 다양한 접점을 형성하기 시작했으며, 실제로 공학윤리에 관

한 몇몇 연구자들은 공학윤리의 논의에 과학기술학을 접목시켜야 한다는 점을 강조하고 있다. 이 글에서는 필자의 연구경험을 바탕으로 과학기술학의 논의를 공학윤리의 몇몇 주제에 적용해 보면서 과학기술학이 공학윤리에 어떻게 기여할 수 있는지에 대한 가능성을 타진해 보고자 한다.

다시 생각하는 챌린저호 사례

공학윤리는 기본적으로 엔지니어의 윤리적 갈등에 주목하고 있는데, 이러한 갈등은 기본적으로 다양한 행위자나 집단과의 관계 속에서 발생하고 있다. 즉, 엔지니어의 윤리적 갈등은 엔지니어가 고용주, 사회, 동료 전문가 등을 비롯한 다양한 관계에 편입되어 있다는 존재적 조건과 직결되어 있는 것이다. 이러한 양상은 전문직 윤리에서 즐겨 사용되고 있는 "고객"(clients)이라는 범주가 엔지니어의 윤리적 갈등에 대한 논의에서는 충분하지 않다는 점을 시사한다. 오히려 고객이라는 세부적인 관계를 넘어서서 과학기술학에서 논의되고 있는 "관련된 사회집단"(relevant social groups)을 포괄적으로 고려할 때 엔지니어의 윤리적 갈등에 대한 설득력 있는 진단이 가능해질 것이다.

이러한 점을 챌린저호 사고에 적용해 보면 흥미로운 논점을 발견할 수 있다. 내부고발자(whistle-blower)에 해당하는 보이스졸리의 입장을 수용한다면 챌린저호 사고는 경영상의 실패(managerial failure)가 된다. 보이스졸리를 비롯한 씨어콜의 엔지니어들이 O-링의 문제점을 지적하면서 챌린저호의 발사를 연기해 줄 것을 요청했지만, 이러한 권고를 받아들이지 않은 경영진이 문제가 되는 것이다. 여기서 엔지니어는 영웅이 되는 반면, 경영진은 악당으로 간주된다.

그러나 문제는 그렇게 간단하지 않다. 우선, 엔지니어와 경영진을 명확하게 구분하는 것 자체가 어렵다. 실제로 씨어콜의 경영진 중에는 엔지니어 출신이 많았기 때문에 그들의 판단을 공학에 무지한 경영상의 결정으로 규정하는 것은 실제적 상황을 반영하지 못한 논리라 할 수 있다. 더 나아가 경영진이 보이스졸리에게 적절한 기술적 근거를 제시할 것을 요구했지만 보이스졸리는 그렇게 하지 못했다. 사실상 O-링에 관한 문제는 엔지니어들 사이에서 오랫동안 검토되어 왔으며 대부분의 엔지니어들이 "수용할 만한 위험"으로 인식하고 있었던 것이다. 이와 같은 논의에서는 누가 윤리적인가 하는 문제 대신에 공학의 관행과 불확실성이 더욱 중요한 문제가 된다.

이러한 접근은 공학의 본질적 특성을 환기시키는 장점을 가지고 있지만, 어떤 행위가 윤리적 기준에 부합되는 것인지에 대한 실제적인 판단을 어렵게 하는 문제점을 내포하고 있다. 여기서 선진국의 공학단체들이 제정한 대부분의 윤리강령이 대중의 안전, 건강, 복지를 가장 중요하게 여긴다는 점에 주목할 필요가 있다. 그렇다면 챌린저호 사고에서 대중은 누구인가? 아마도 챌린저호에 탑승했던 사람들을 떠 올릴 수 있을 것이다. 여기서 씨어콜의 경영진이 챌린저호의 승무원이라면 O-링의 문제점을 알고도 발사를 승인할 수 있었겠느냐? 혹은 승무원들에게 그러한 사실을 알렸을 때 승무원들이 챌린저호에 탑승했겠느냐? 하는 질문을 제기할 수 있다. 이러한 점을 고려한다면 챌린저호의 발사를 연기하는 것이 보다 윤리적인 의사결정이었다고 평가할 수 있다.

이와 같은 논의는 엔지니어의 윤리적 갈등에 관한 문제를 접근하는 데 있어 다양한 행위자 혹은 집단의 입장에서 황금률(golden rule)을 적용할 것을 요구하고 있다. 이와 동시에 각 행위자 혹은 집단의 입장을 단순히 이해하는 것을 넘어 윤리적으로 수용할 수 있는 대안을 모색해야 한다는 점을 보여주고 있다. 페미니스트 과학기술학자인 해러웨이(Donna J. Haraway)의 어법을 빌자면, 국소적 지식(local knowledge)을 넘어 상황지워진 지식(situated knowledge)을 추구할 때 보다 객관적인 지식이 구성될 수 있다. 즉, 다양한 입장들 사이로 옮겨 다니는 분열된 주체가 되어야 보다 실재 세계에 충실한 지식을 만들 수 있는 것이다.

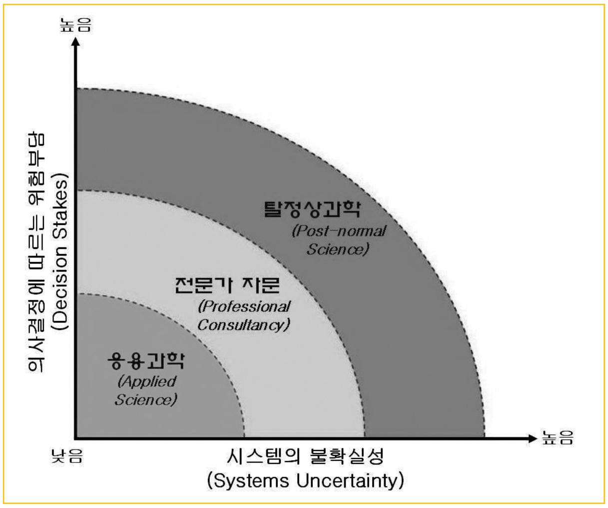
위험관리의 유형별 전략

위험에 대한 공학윤리의 논의는 위험에 대한 접근법을 전문가의 접근법, 일반인의 접근법, 정부 규제자의 접근법으로 구분하고 있지만, 전문가, 일반인, 정부 규제자의 역할이 어떤 경우에 중요한지에 대해서는 본격적으로 논의하지 않고 있다. 이러한 한계를 넘어서기 위해서는 위험의 유형에 따라 위험관리의 전략을 도출하는 작업이 요구된다.

위험에 관한 과학기술학의 최근 논의는 불확실성(uncertainty)의 문제를 적극적으로 제기하고 있다. 이와 관련하여 펀토위츠(Silvio O. Funtowicz)와 라베츠(Jerome R. Ravetz)는 20세기 후반에 "탈(脫)정상과학"(post-normal science)의 시대로 접어들었다고 주장하고 있다. 지구온난화, 광우병, 유전자변형식품, 방사성 폐기물 처분장 등에 대한 논쟁에서 볼 수 있듯이, 과학은 오늘날의 많은 사회적 쟁점에 대해 빠르고 확실한 대답을 제공해 주지 못하고 있다. 확실성을 제공해 주던 정상과학의 낡은 패러다임은 더 이상 유효하지 않게 된 것이다. 이제 과학은 탈정상 국면으로 이행하고 있는데, "사실은 불확실하고, 가치는 논쟁에 휩싸여 있으며, 위험부담은 크고, 결정은 시급한" 국면이다.

펀토위츠와 라베츠에 따르면, 위험의 불확실성에는 기술적 불확실성(technical uncertainty), 방법론적 불확실성(methodological uncertainty), 인식론적 불확실성(epistemological uncertainty)이 있다. 기술적 불확실성은 데이터 수집 및 분석에서의 불확실성으로 측정의 오차에서 비롯되는 부정확성을 의미한다. 방법론적 불확실성은 수집된 위험정보를 분석하는 데 사용되는 방법이나 모델과 분석자에 대한 신뢰와 관련되어 있다. 기술적 불확실성이 하나의 분석방법이나 모델에서 측정의 오차와 관련되어 있다면, 방법론적 불확실성은 서로 다른 분석방법이나 모델 중에서 어떤 것이 신뢰할 만한가하는 문제와 결부되어 있다. 인식론적 불확실성은 불확정성(indeterminacy)과 무지(ignorance)로 구분된다. 불확정성은 사회적 집단의 문제의 틀의 차이에 따라 인식의 차이가 발생함으로써 생산되는 불확실성이며, 무지는 인간 인식의 한계로 실제와 지식 사이의 극복할 수 없는 위험에 관한 세 가지 문제해결방식 절대적 간극을 의미한다.

그렇다면 이와 같은 위험에 대응하기 위해서는 어떤 전략이 필요한가? 펀토위츠와 라베츠는 시스템의 불확실성(system uncertainty)과 의사결정에 따르는 위험부담(decision stakes)을 기준으로 다음과 같은 세 가지 유형의 문제해결방식을 구분하고 있다. 시스템의 불확실성도 낮고 의사결정에 따르는 위험부담도 낮은 영역에 해당하는 응용과학(applied science), 중간 정도의 영역에 해당하는 전문가자문(professional consultancy), 불확실성도 높고 위험부담도 큰 탈(脫)정상과학(post-normal science)이 그것이다.



▲ 시스템의 불확실성 (Systems Uncertainty)

여기서 응용과학 전략은 과학적 실험이나 관찰에서 얻은 결과를 활용하여 효과적으로 위험을 관리할 수 있는 경우를 말하고, 전문가자문 전략은 델파이 조사를 실시하거나 전문가 위원회를 구성하여 고차원의 숙련을 쌓은 전문가의 판단을 활용하는 경우를 뜻한다. 탈정상과학의 영역에서는 퍼즐을 풀이하는 식으로 과학을 응용하거나 관련 전문가에게 자문을 구해서 해결책을 마련하는 방식이 더 이상 효력을 발휘할 수 없다. 탈정상과학의 가장 중요한 특징은 과학의 주체가 과학자 공동체에서 시민과 이해집단을 포함하는 "확장된 동료 공동체"(extended peer community)로 바뀐다는 데 있다. 왜냐하면 극심한 불확실성과 위험 앞에서는 과학자들 역시 아마추어이기 때문이다. 과학적 사실도 실험 결과뿐 아니라 관련 당사자의 경험, 지식, 역사 등을 포함하는 "확장된 사실"(extended facts)로 바뀐다. 문제를 해결하는 과학자들의 활동도 단지 실험실에 국한되지 않고 정치적 타협, 대화, 설득 등을 포함하는 것으로 바뀐다. 이러한 변화는 과학기술을 실험실 밖으로 끌어내어 모두가 참여하는 가운데 과학기술의 사회적, 문화적, 정치적 측면에 대해 논의하는 공공 논쟁의 필요성을 부각시키고 있다.

여기서 우리는 위험관리의 유형별 전략에 따라 위험관리에 참여하는 주요 행위자가 달라진다는 데 주목할

필요가 있다. 응용과학 전략에서는 정부가 해당 전문가를 활용하여 위험을 관리하는 방식이 적절하고, 전문가 자문 전략에서는 다양한 전문가 집단이 참여해서 각자의 전문성을 발휘하여 대책을 수립하는 것이 중요하며, 탈정상과학 전략에서는 전문가는 물론 일반인과 정부가 모두 참여하여 해당 위험에 대처하는 데 필요한 사회적 합의를 이루어가는 과정이 필요한 것이다.

공학윤리의 보완과 확장을 위하여

앞서 두 가지 주제를 통해 살펴본 것처럼, 과학기술학은 공학윤리에 관한 기존의 논의를 평가하거나 보완하는 데 기여할 수 있으며, 공학윤리에 대한 교육에서 활용할 수 있는 새로운 콘텐츠를 제공해 줄 수 있다. 특히, 과학기술학은 과학기술의 윤리적 측면에 관한 기존의 논의를 거시적 차원에서 맥락화하는 데 매우 유용한 것으로 판단된다.

더 나아가 과학기술학은 공학윤리가 공학에서 부수적인 것이 아니라 오히려 공학의 본질과 직결되어 있다는 점을 강조하고 있다. 많은 과학기술학자들은 공학적 관행과 그 결과에는 상당한 불확실성과 위험성이 내재될 수밖에 없으며, 이에 따라 엔지니어가 언제든지 실수를 범할 수 있는 가능성을 가지고 있다는 점에 주목하고 있다. 즉, 공학은 인간사회의 여러 문제와 분리된 별개의 세계를 다루지 않으며, 공학 자체가 사회 속에서 이루어지는 동시에 사회에 심대한 영향을 미치는 것이다.

이와 함께 과학기술학은 공학윤리를 확장하는 데에도 도움을 줄 수 있다. 주지하듯이, 공학윤리의 범위가 고정된 것은 아니며, 공학윤리는 지속적으로 확장될 필요가 있다. 특히, 최근에 첨단기술로 간주되고 있는 정보기술(IT), 생명공학기술(BT), 환경기술(ET), 나노기술(NT) 등은 긍정적인 측면과 함께 부정적인 측면도 가지고 있다. 과학기술학에서는 이러한 기술의 사회적・윤리적 측면에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있으며, 그것은 공학윤리의 확장을 위한 소재로 널리 활용될 수 있을 것이다.