

학제간 과학철학 연구의 두 방향:

간학문 STS와 다학문 STS[†]

이 상 옥*

‘과학기술학’과 ‘과학, 기술, 사회’의 두 가지로 번역되는 STS는 최근 국내외에서 과학 기술철학, 과학기술역사학, 과학기술사회학, 과학기술정책학 등의 여러 분과 학문의 연합체로서가 아니라 나름대로의 학문적 정체성을 가진 독자적인 연구분야로 자리잡아 가고 있다. 본 논문은 이런 상황에서 과학철학이 과학기술학으로 이해된 STS에서 이루어지는 다양한 형태의 학제간 연구에 기여할 수 있는 방식을 모색한다. 이를 위해 우선 과학기술학 연구는 학제간 연구가 이루어지는 구체적인 양식에 따라 분과통합적 지적 협력인 간학문적 연구와 주제중심적 지적 협력인 다학문적 연구로 나뉘어질 수 있음을 지적한다. 그 후 구체적인 예를 통해 과학철학이 이 두 분야 모두에 생산적으로 참여할 수 있음을 보인다.

[주제어] STS, 과학기술학, 과학철학, 학제간 연구, 간학문, 다학문

1. 머리말

STS는 그 이름이 무엇을 의미하는지에 대해서 (혹은 무엇을 의미해야 마땅한지에 대해서조차) 논란이 있는 매우 논쟁적인 분야이다. 동시에 STS는

[†] 이 논문은 2005년 6월 29-30일에 무주리조트에서 열린 한국과학철학회 하계 정기 학술대회에서 발표된 것을 수정한 것이다. 짧은 시간에 꼼꼼한 논평문을 써 주신 이봉재 선생님과 발표문의 부족한 점에 대해 여러 좋은 지적을 해주신 참석자 선생님들께 감사드린다. 이 논문을 고치는 과정에서 익명의 두 심사위원의 심사평으로부터 도움을 받았다. 이에 감사한다.

* 한양대학교 철학과 교수
전자우편: dappled@hanyang.ac.kr

과학기술의 영향력과 과학기술과 관련된 여러 사회적 이슈들이 대두되고 있는 현 상황에서 그것의 학술적 연구 가치만큼이나 실제적 적용 가치 또한 높은 연구분야이기도 하다. STS가 (적어도 그 연구에 있어서) 추구하는 것은 과학기술에 대한 '통합적인 이해'이다. 여기서 통합적(integrative)이란 STS에 참여하는 과학철학, 과학사, 과학사회학과 같은 특정 분야의 관점에 지배되지 않고 그 모두를 아우르는 다면적이면서 동시에 종합적임을 의미한다.¹⁾

STS가 독립적인 학술 연구분야로 자리매김하기 이전에도 과학기술에 대한 인문학적, 사회과학적 연구는 이미 존재했다. 가장 빨리 제도화된 것이 과학철학이고 과학사와 과학사회학이 그보다는 조금 늦게 학계에 독립된 연구분야로 자리잡기 시작했다. STS는 이러한 개별 연구분야의 개념들이 과학기술의 전체적인 면을 오롯이 담아내기에는 한계가 있다는 인식과 과학기술 정책을 포함한 보다 실제적인 주제를 다루는 데 적합한 분석모형을 찾으려는 노력이 결합하면서 탄생하였다. 그래서인지 STS는 흔히 학제적 연구의 대표적인 분야로 여겨진다. 최근 과학기술과 관련된 다양한 메타적 연구가 국내외에서 매우 활발하게 이루어지고 있고 다양한 이론적 쟁점과 새로운 논쟁점을 생산하고 있으며 과학교육이나 과학정책, 과학연구윤리 등에 상당한 영향력을 끼치게 되었다는 점을 감안할 때 STS는 학제적 연구의 성공적인 본보기로 간주될만하다. 이는 STS의 주요 참여 연구분야인 과학철학이 생산적으로 학제적 연구에 참여할 수 있는 가능성을 확인시켜 준 것으로 생각될 수 있다.

그러나 과학철학이 STS를 통해 실제로 성공적으로 학제적 연구를 수행했는지를 판단하기 위해서는 몇 가지 점에서 짚고 넘어갈 부분이 있다. 우선 대부분의 과학철학자들에게 STS는 과도하게 '사회학적'이라는 느낌을 준다는 점을 지적할 필요가 있다. 보다 구체적으로 말하자면 STS의 연구주제나 연

1) 이런 STS의 통합적 성격의 장점이 잘 드러나는 것이 과학교육에서의 STS적 관점의 활용이다. Hargreaves and hargreaves(1983), Roth, McGinn & Bowen(1996), Turner and Sullenger(1999) 참조.

구방법론은 적어도 과학철학자들이 보기에는 과학사회학의 연구주제나 연구 방법론과 별다른 차이를 보이지 않는 것처럼 느껴진다. 이런 느낌은 국내 과학철학자들이 국내 STS 관련 연구에 대해 강하게 느끼고 있지만 외국의 경우도 정도의 차이가 있을 뿐 본질적으로 비슷한 상황이다.²⁾ 이는 STS가 ‘과학, 기술, 사회(Science, Technology and Society)’를 의미하는지 혹은 ‘과학기술학(Science and Technology Studies)’을 의미하는지와 관련하여 국내외 STS 학계에서 현재도 진행 중인 의견대립과도 관련이 있다.³⁾ STS가 과학기술에 대한 여러 메타적 논의 중 명시적으로 ‘사회’를 그 제목에 집어넣어야 할 정도로 ‘사회과학적’이라면 STS가 과학철학, 과학사 등 과학기술에 대한 여러 다른 메타적 논의를 진정으로 편향없이 융합한 학제적 연구의 산물이라고 할 수 있는지에 대한 의문이 생기게 된다. 과학철학의 입장에서는 STS가 학제적 연구로서의 정체성과 생산성을 충분히 살리지 못할 정도로 편향되어 있다면 구태여 STS내에서의 활동을 적극적으로 모색해야 할 필요성도 느끼기 어려울 것이다.⁴⁾

필자는 3절에서 과학철학이 STS와 어떤 관계를 맺을 수 있으며 그런 관계 중에서 성공적인 학제적 연구의 가능성은 어디에서 찾을 수 있는지를 논의한다. 이를 위해 2절에서는 학제적 연구를 두 가지 서로 다른 방식으로 이해할 수 있음을 지적한다. 학제적 연구는 다학문적(multi-disciplinary) 연구

2) 이 점은 STS의 여러 주제에 대한 글을 모아 놓은 Jasanoff et al.(1995)의 목차만 살펴봐도 알 수 있다. 여기에 실린 글의 대부분은 평균적인 과학철학자들이 익숙하지 않은 주제를 익숙하지 않은 방식으로 다루고 있다. 이 책이 이런 구성을 하게 된 데에 대한 자사노프의 설명과 그에 대한 흥미로운 분석은 홍성욱(2005: 135-136) 참조. Bauer(1990), Cutcliffe(1990)도 비슷한 논점을 STS 교육과정과 관련하여 제시하고 있다.

3) 일본의 STS 관련 한 학회는 이 대립을 교묘한 타협으로 피해갔다. 이 학회의 영어명칭은 Japanese Society for Science and Technology Studies로 이 학회가 학제간 연구인 과학기술학으로 STS를 이해하고 있음을 나타내고 있다. 하지만 일본어 명칭은 과학기술사회론학회(科學技術社會論學會)로 ‘사회’를 명시적으로 포함하고 있다. 비슷한 상황에 대한 프랑스의 대응은 Freudenthal(1990) 참조.

4) 이 점을 지적해주신 익명의 심사위원께 감사드린다.

로 이해될 수도 있고 간학문적(interdisciplinary) 연구로 이해될 수도 있는데 필자가 보기에 이 둘은 서로 배타적인 것은 아니다.

그러므로 STS는 다학문적으로도 연구될 수 있고 간학문적으로도 연구될 수 있다. 필자의 주장은 STS를 다학문적으로 연구할 때 과학철학자들은 STS가 지나치게 ‘사회적’이라는 생각을 가질 이유가 전혀 없다는 것이다. 또한 STS를 간학문적으로 연구할 때, 현재까지 이루어진 STS 연구가 어떤 특정한 방식으로 편중되어 있다는 것은 사실이지만, 이러한 편중을 ‘사회학적’이라고 단정짓기도 힘들다. 실제로 과학에 대한 문화적 연구(Cultural Studies of Science)의 경우에도 보듯이 간학문적인 STS 연구는 매우 ‘인문학적’일 수도 있다. 다만 여태까지 이루어져 온 인문학적인 간학문 STS 연구가 주류 과학철학과는 상당히 다른 이론적 전통에서 있었기에 간학문적 STS의 사회과학적 성격이 두드러져 보인 것이다. 그러나 이런 상황은 결국 우연적 요인의 결과이므로 앞으로의 연구를 통해 얼마든지 바뀔 수 있다. 즉, 상당히 ‘과학철학적인’ 간학문 STS도 충분히 가능하며 실제로 몇몇 주목할만한 저자들에 의해 이미 시작되고 있다. 요약하자면 필자는 과학철학이 다학문적 STS 연구나 간학문적 STS 연구 모두에 적극적으로 기여할 수 있고 실질적으로 기여해왔다고 주장한다.

2. 다학문(multi-disciplinary) 연구로서의 과학기술학과 과학철학

일단 STS 내부의 명칭논쟁을 잠시 뒤로하고 STS를 과학기술학으로 이해하기로 하자. 이렇게 이해해도 여전히 과학기술학에 참가하는 여러 분야의 학자들이 비슷한 목적의식이나 방법론을 공유하는지는 논란의 여지가 있다. 최근 국내에서 번역 출판된 헤스의 책은 저자 스스로도 자부하듯 과학학에 대한, 보기 드문 통합적 교과서이다.⁵⁾ 이 책에 담긴 과학철학에 대한 논의도

5) Hess(1997) 참조. 책 제목은 ‘과학학’이라는 명칭을 사용하지만 헤스는 과학학과 과학기술학 사이에 별다른 차이를 두고 있지 않은 것처럼 보인다.

나름대로 흥미로운 시각에 입각하여 서술되고 있어서 보다 전통적인 과학철학 교과서를 읽는 것과는 다른 지적 자극을 얻을 수 있다.

그러나 헤스가 책의 첫머리에 제시한 과학학에 대한 설명에 동의할 과학철학자는 많지 않을 것이다. 헤스는 ‘한마디로 과학학은 민주사회에서 과학과 기술이 차지하는 비중에 관심을 기울이는 사람들이 복잡한 기술적 쟁점들을 논의할 수 있는 포럼을 제공’⁶⁾한다고 말한다. 이렇게 과학기술학을 민주사회와 연관된 어떤 것으로 단정적으로 규정하고 나면 과학철학의 많은 부분을 차지하는 개별과학의 존재론적, 인식론적 특징을 탐구하는 연구는 과학기술학 내에서 설 자리가 없게 된다. 양자역학에 대한 철학적 해석의 문제가 ‘민주사회에서…복잡한 기술적 쟁점을 논의하는 데’ 어떻게 사용될 수 있을지를 짐작하기가 쉽지 않기 때문이다.

물론 헤스는 ‘과학학은 과학분과들의 역사, 사회제도로서의 과학이 지닌 역동성 그리고 과학지식의 철학적 기초를 탐구’⁷⁾한다고 덧붙이고 있다. 그러나 머리말의 첫 문단에 나오는 이 문장은 단순히 과학기술학이 과학철학, 과학사, 과학사회학의 협동작업을 통해 이루어진다는(혹은 이루어져야만 한다는?) 당위를 선언한 것에 가까운 것처럼 보인다. 설사 이 문장이 선언적 명제가 아니더라도 여전히 ‘과학지식의 철학적 기초’로서 헤스가 이해하는 것은 이후 과학철학에 대한 그의 논의가 보여주듯이 실증주의, 규약주의, 반증주의 등의 과학철학의 포괄적 입장에 대한 일반 과학철학(General Philosophy of Science)의 논의일 뿐이다. 과학철학에 대한 이런 편향적 취급은 과학사회학이나 과학에 대한 문화적 연구에 대한 헤스의 소개와 비교하면 분명히 드러난다. 헤스는 과학사회학이나 과학에 대한 문화적 연구의 여러 주제들을 비교적 골고루 자세하게 소개하고 있다.

조금 차분하게 생각해보면 과학철학에 대한 헤스의 이런 태도가 크게 문제될 이유는 없다. 과학기술학은 무척 다양한 개념적 도구와 방법론적 접근

6) 같은 책, p. 14 (쪽 수는 번역본의 것임.)

7) 같은 책, p. 13

이 이루어지는 분야이고 개별 저자들은 자신들이 강조점을 두고자 하는 분야에 집중해서 논의를 전개할 자유를 가진다. 과학기술에 대한 문화연구의 지적 배경을 가진 헤스가 과학사회학적 논의나 문화연구에 더 많은 관심을 기울이는 것은 충분히 이해할 수 있는 일이다. 게다가 이 책에서 과학사에 할애한 지면과 비교하면 과학철학은 상대적으로 특별대우(?)를 받고 있다고 까지 할 수 있다.

실질적으로 문제가 되는 것은 다음 두 가지이다. (1) 헤스의 책은 단순히 과학철학, 과학사, 과학사회학, 과학기술에 대한 문화연구 등 과학기술학을 구성하는 여러 분야의 '묶음'으로서 과학기술학을 소개한 책이 아니다. 이 책에서 헤스는 자신이 '독립된 연구분야'로서 과학기술학을 이해하고 있으며 자신 나름의 일관된 관점을 가지고 각 분야의 논의들을 하나의 틀로 녹여내어 과학기술학을 정의하고 기술하려 하고 있다. (2) 그런 의미에서 헤스의 책이 과학사회학이나 문화연구에 편향되었다는 사실은 단순히 그 자신이 상대적으로 잘 아는 분야에 지면을 많이 할애했다는 식으로 이해될 수 있는 것이 아니라, 사회적 구성이나 기술에 대한 비판적, 문화적 분석의 이론들에 입각하여 과학기술학을 구성하는 다른 분야의 논의를 헤스 나름대로 융합해 내려는 시도로 이해되어야 한다.

정리하자면 헤스의 책은 다소 편향된 방식으로 과학기술학의 여러 분야의 '묶음'으로 과학기술학을 소개한 책이라기보다는 과학기술의 문화연구나 사회구성적 관점에서 새로운 학제적 연구로서의 과학기술학을 나름대로 정립하려 한 것이다. 일반적으로 과학기술학계에서 자신을 과학철학자나 과학사학자가 아니라 과학기술학자로 일차적으로 규정하는 (즉, 자신의 정체성을 과학기술학에 두는) 학자의 대부분이 과학사회학이나 과학기술에 대한 문화연구에 지적 배경을 가지고 있다. 헤스의 책도 이렇게 현재적 맥락에서 스스로를 과학기술학자로 규정하는 사람들이 나름대로 자신이 수행하는 학문의 정체성을 확립해나가려는 시도로 볼 수 있다.⁸⁾

이렇게 생각하면 과학철학자들이 기존 과학기술학 연구에 일종의 이질감

을 느끼게 된 상황에 대해 우선 스스로부터 책망해야 할지도 모르겠다. ‘과학철학적 관점’에 입각하여 과학기술학의 다른 분야를 통합해 나가면서 과학기술학의 연구나 교과서 저술을 수행할 수도 있는 것이기 때문이다. 아마도 기어리나 해킹이 이런 ‘과학철학적 과학기술학’의 작업을 하기에 적합한 인물일 것이다.⁹⁾ 중요한 점은 기존 과학기술학계의 ‘사회적’ 편향은 (만약 그런 것이 분명하게 확인될 수 있다면) 원칙적으로 여러 제도적 요인과 역사적 우연의 결합에 기인하는 것이지 과학기술학의 본질적 특성의 결과는 아니라는 것이다.¹⁰⁾

이 점을 보다 분명히 하기 위해 다음 구별을 도입해 보자. 우리나라에서 ‘학제적 연구’라는 말은 흔히 서로 다른 제도적, 역사적, 개념적, 방법론적 전통을 가진 여러 연구분야가 ‘협력’하여 특정 주제나 문제에 대해 함께 탐구하는 것을 의미한다. 일종의 지적 협업인 셈이다. 하지만 지적 협업은 꼼꼼히 따져보면 두 가지 다른 방식이 있을 수 있다. 하나는 각각의 참여 분야들이 각각의 지적 정체성을 그대로 유지하면서 한 분야만의 개념틀로는 분석하기조차 어려운 복잡한 문제에 대해 유효한 해결책을 얻기 위해 협업을 하는 경우이고, 다른 하나는 보다 더 적극적으로 각자의 지적 정체성을 뛰어넘어 하나의 통합적 관점 하에서 참여 분야가 지적으로 융합됨으로써 다루기 어려운 주제에 대한 균형잡힌 이해를 얻기 위해 협업을 하는 경우이다. 첫째 경우를 우리는 다학문적(multi-disciplinary) 연구라 할 수 있고 둘째 경우를 간학문적(inter-disciplinary) 연구라 할 수 있다.

두 연구 사이의 차이점을 보다 분명히 하기 위해 다학문적 연구에 대한 다음 비유를 고려해 보자. 최근 기업체마다 경쟁력 있는 신제품을 생산하기

8) 물론 이런 정체성 부여의 차이는 과학철학자나 과학사학자들은 이들 학자들에 비해 철학과나 사학과에서 ‘상대적으로’ 더 편안해 할 수 있다는 제도적 차이에 의해 많은 부분 설명될 수 있을 것이다.

9) Giere(1993), Hacking(2002) 참조

10) Radder(1998) 참조

위해서는 기술자들은 제품의 기술적 효율성을 높이고 경제 전문가는 제품의 경제적 손익여부를 따지고, 마케팅 전문가는 제품을 어떻게 많이 팔 것인지를 각자 연구하는 방식으로는 부족하다는 사실을 깨닫고 있다. 결과적으로 새로운 자동차와 같이 엄청난 자금이 투여되고 상당한 기간 동안의 지속적인 투자와 연구가 필요한 신제품의 경우 기획회의는 생산적이기 위해서는 전형적인 다학문적 성격을 띠게 될 수밖에 없다. 즉, 기획회의에는 다양한 지적 배경을 가진 사람들이 한꺼번에 참가하여 각자의 전문성을 공유하고 서로의 문제점을 지적해주면서 공통의 목표인 '성공적인 신차'를 내놓기 위해서 협동작업을 하게 되는 것이다. 이때 이 회의에 참석한 소비자심리 전문가와 연료효율 전문가는 서로 상대방의 전문지식을 흡수하여 소비자심리와 연료효율에 대한 '종합적' 이해를 얻으려고 노력하지는 않는다. 그보다는 연료효율을 강조하는 것이 소비자 심리에 어떤 영향을 어느 수준까지 미칠 수 있는지를 소비자심리 전문가가 고민하고 역으로 최근 소비자들의 구매패턴을 고려할 때 연료의 효율성과 이용가능한 연료의 종류 사이에는 어떤 상관관계가 바람직한지에 대해 연료효율 전문가가 심사숙고하는 형식이 될 것이다. 이런 협력작업이 생산적이고 필요한 이유는 신차개발과 같은 공동의 작업대상이 예전과는 비교할 수 없을 정도로 복잡해졌기 때문이다. 이제는 기업 이미지 컨설턴트와 환경친화적 디자인 개념 등을 함께 고려하지 않고서는 '성공적인 신차개발'의 목표를 달성하기 어렵고 이를 위해 다학문적 협동작업이 필수적으로 요구되는 것이다.

이 과정에서 당연히 각 분야 전문가들 사이에는 서로 다른 전문성을 지닌 사람들 사이에서 쉽게 예상할 수 있는 의사소통의 문제나 각기 다른 이론적, 실천적 관점에 따른 의견조정 어려움 등이 존재할 것이다. 그러나 적어도 자동차의 미적 감각을 위해 유선형 디자인을 강조하다가 엔진이 들어갈 공간 없이 차 디자인을 하는 것과 같은 어처구니없는 오류를 범하지는 않을 것이다.

과학기술학 연구도 이와 같은 방식으로 진행될 수 있고 이 과정에서 과학

철학은 과학기술학이 유용한 연구결과를 얻어내는 데 큰 몫을 할 수 있다. 일단 '신차 개발'과 가장 근접한 과학기술학의 다학문적 연구 및 활동은 기술영향평가(TA: Technology Assessment)와 같은 실천적인 활동과 관련될 것이다.¹¹⁾ 새로운 기술의 발전이 사회에 미치는 영향은 개인적, 국가적 차원 그리고 우리가 세계를 바라보는 방식이나 자신을 규정하는 방식, 다른 사람과 소통하는 방식 등 매우 다양한 수준과 영역에서 중첩적으로 서로 영향을 주고 받는 양상으로 나타난다. 그러므로 이러한 영향의 범위와 성격에 대한 일정한 예측을 수행하고 관련기술의 발전과정에 보다 적극적으로 분석하고 참여하려는 노력에는 과학기술학의 다양한 분야들이 각자의 고유한 개념적 도구와 방법론을 유지하면서 참여하는 것이 더 좋은 결과를 낳을 수 있다. 우리가 이해하고 조정하려는 현상 자체가 다면적이고 통일적이지 않으므로 그것을 이해하고 개입하려는 노력도 역시 다면적이고 통일적이지 않은 다학문적 접근이어야 할 것이기 때문이다.

이런 실천적 영역에서 과학철학은 어떤 방식으로 기여할 수 있는가? 필자는 과학철학이 자신의 학문적 성격에 충실한 방식으로 기여할 수 있다고 본다. 과학철학은 과학기술학의 다른 분야에 비해 관련 개념의 미세한 차이와 다양한 가치판단 및 중요 원리들 사이의 긴장관계를 감지해내고 그것의 근본적인 원인을 진단하는 데 연구를 집중하는 경향이 있다. 이는 자칫 과학철학 논의가 과학연구 현실에서 동떨어져 지나치게 추상적이 될 위험성을 내포하지만, 다른 한편으로는 논의의 흐름을 지속적으로 점검하고 서로 다른 지적 배경을 가진 사람들 사이의 의사소통에서 발생하는 개념적 혼동이나 오해들을 해소하여 보다 더 효율적인 다학문적 연구활동이 되도록 도움을

11) 국내의 기술영향평가는 2003년 나노바이오융합기술(Nano-Bio-Integrated-Technology)를 대상기술로 하여 한국과학기술기획평가원(KISTEP)의 주도로 시작되었다. 이는 2005년 나노기술과 RFID(Radio Frequency Identification) 기술에 대한 기술영향평가로 이어졌다. 기술영향평가에 대한 전반적인 소개와 평가 결과물에 대해서는 KISTEP 기술영향평가 연차 보고서 참조. 국내에서 이루어지고 있는 기술영향평가 내용과 방식에 대한 비판적 분석은 Yi(2005) 참조.

줄 수 있는 장점도 있다. 물론 다학문적 연구의 특성상 성공적이기 위해서는 과학철학자를 포함한 연구 참가자 모두 자신과 다른 이론적 시각을 내재화한 다른 분야의 전문가들의 입장을 (항상 동의할 필요는 없지만) 공감적인 방식으로 수용하고 이를 종합하여 구체적인 결론이나 실천적 함의로 이끌어 내려는 노력이 필요하다. 그 과정에서 과학철학자는 다른 분야 전문가보다 특별히 더 실천적 주제에 대한 다학문적 연구에서 일종의 ‘참여적 중재자’의 역할을 수행하기에 적합하다고 할 수 있다.

그러나 다학문적 과학기술학 연구가 반드시 기술영향평가와 같은 실천적 주제에만 국한되어야 하는 것은 아니다. 특히, 과학철학은 과학기술학의 이론적 연구에 다학문적인 견지에서 기여할 수 있는 바가 많다. 예를 들어 보자. 과학지식사회학자들은 흔히 인식론적으로 유의미한 기준들만으로는 과학자들이 특정 논쟁을 끝내고 이론이나 실험결과에 대해 합의에 이르게 되는 과정에 대해 인과적으로 ‘충분한’ 설명을 할 수 없다는 점을 강조한다. 그들은 이로부터 과학지식의 상대성과 같은 매우 급진적인 주장을 이끌어냈다. 하지만 재미있는 점은 이들이 논의과정에서 의존하고 있는 과학철학이 매우 ‘낡은’ 것이라는 점이다.

다른 면에서는 매우 정교한 분석을 보여주는 해리 콜린스가 ‘실험자의 회귀’를 논의할 때 사용하는 인식론은 누구도 원칙적으로 의심이 불가능한 확고한 경험적 근거가 존재하지 않는 지식은 인식론적으로 전혀 정당화되지 않았다고 보는 소박한 토대주의적 경험론(*naivefound dationalistic empiricism*)이다.¹²⁾ 결국 콜린스는 과학지식이 인식론적으로 충분히 정당화되기 위해서는 그것을 확고하게 지지해줄 수 있는 경험적, 이론적 근거가 있어야 하는데 실상은 그렇지 못하기에 인식론적 상대주의는 불가피하고 이를 해결하는 방안으로 사회적 과정을 제시하는 것이다. 그러나 소박한 토대주의적 경험론은 현대 인식론에서 증거주의나 신빙주의 등으로 대체된 지 오래

12) Collins(1992), 특히 책 앞부분의 인식론적 논의 부분 참조.

된 결합 많은 이론이다.¹³⁾ 현재 (극소수의 보수주의자를 제외하고는) 어떤 과학철학자들도 콜린스가 생각하는 의미로 과학지식이 토대론적으로 정당화된다고 생각하지 않는다. 그러나 이 사실 자체가 과학의 인식론적 파산과 같은 심각한 문제를 일으키지는 않는다. 왜냐하면 토대론적으로 정당화되는 것이 과학지식에 대한 인식적 접근으로 적절하다는 생각은 오래전에 포기되었기 때문이다. 현재 과학지식에 대한 표준적인 인식론은 반토대주의적 오류가능주의(fallibilism)라고 할 수 있다. 현대 과학철학적 작업의 상당 부분은 과학지식사회학자들이 종종 성급하게 지나쳐버리는 토대론적 정당화와 급진적 인식론적 상대주의 사이의 넓은 스펙트럼에서 철학적으로 유의미한 입장을 찾으려는 모색으로 이루어져 있다. 그러므로 흄이나 회화화된 논리실증주의가 아니면 과학지식사회학이라는 생각은 지나치게 소박한 결론이고, 이런 점에 대해 과학철학은 과학기술사회학이 너무 성급한 인식론적, 존재론적 결론에 이르는 것을 막을 수 있다.

과학철학이 다학문적 과학기술학 연구에 기여할 수 있는 또 다른 예는 지식 자체와 지식의 생성 및 전파의 구별과 관련된다. 과학지식사회학자들은 오랜 기간 동안 과학지식이 구성된(constructed) 것이라고 주장해왔다. 그리고 이로부터 과학지식의 구성에 실재(reality)가 수행하는 부분은 거의 없거나 부차적이라는, 대다수의 과학철학자들에게는 매우 당혹스러운 주장을 해왔다. 그러나 '구성된'이라는 표현은 조심스럽게 이해될 필요가 있다. 이것을 단순한 형용사가 아니라 과거완료로 이해하면 구성과정의 역사성이 드러나기 때문이다. 과학지식이 역사적으로 볼 때 과거 어느 시점에서 다양한 요인들의 상호작용을 통해 구성된 것이라는 점에는 의심의 여지가 없다. 특정 과학지식은 당연히 구체적인 과학자의 구체적인 연구가 대다수의 동료 과학자들에 의해 확인되고 인정되어 상호주관적 타당성을 확보했다고 판단되었기에 지식으로서 인정을 받았을 것이기 때문이다. 이는 학교와 가족과 같은 사

13) 현대 인식론의 주요 논의는 김기현(2003)과 김도식(2004)에서 찾아볼 수 있다.

회제도가 구성된 것이라는 의미와 마찬가지로 논란의 여지가 없는 주장이다.¹⁴⁾

마찬가지로 과학지식의 전파과정이 구성된 것이라는 점, 그리고 그 과정이 대부분 '사회적'이라는 점도 인정될 수 있다. 특정 이론을 수용할 것인지의 여부는 궁극적으로 개별과학자가 결정할 문제이고, 특정 현상이나 실험결과가 재현가능(replicable) 것인지의 여부 역시 장인적 지식의 전파 과정이 그렇듯 수많은 사회적 네트워크의 결합을 통해 이루어질 것이기 때문이다. 이 과정에서 라투르가 강조하는 행위자 연결망의 역할은 매우 중요할 것이다. 그러나 일단 과학자사회가 특정 현상이나 이론을 충분한 논의를 거쳐 수용하기로 합의했을 때, 즉 암묵상자가 닫히고 나면, 당분간은 그 과학지식은 다른 새로운 현상을 탐구하거나 이론을 수립할 때 문제없는 배경지식(background knowledge)로 '객관적'으로 사용될 수 있다는 것이 현대 과학철학에서 널리 받아들여지고 있는 결론이다. 물론 일단 닫힌 암묵상자는 원칙적으로 언제나 다시 열어볼 수 있는 잠정적인 성격을 가지지만, (종종 큰 규모의 과학혁명은 이런 '재개봉' 과정과 관련되어 있다), 그렇다고 해서 당분간 닫아둔 암묵상자가 객관적 실재에 대해 우리가 상호주관적으로 합의할 수 있었던 내용을 담고 있다는 사실이 바뀌는 것은 아니다.

그러므로 새로운 과학지식이 생성되고 전파되는 과정에 대한 분석과 일단 안정화된 과학지식이 이후의 연구에서 수행하는 인식론적, 존재론적 역할에 대한 분석은 구별될 필요가 있다. 이 두 분석은 명백히 역사적 과정을 통해 상호 관련됨에도 불구하고, 하나로 뭉뚱그려 논의되거나 서로의 분석결과를 부정하기 보다는 과학지식의 역사성과 상호주관성을 동시에 해명하는 보완적인 성격을 갖는다. 그런 의미에서 전자의 분석에 초점을 맞추는 과학사회학과 많은 경우 후자의 분석에 집중하는 과학철학은 서로 충돌하기보다는 다학문적 협력을 수행하기에 적합한 파트너라고 할 수 있다. 혹시 '안정화된'

14) 이 점에 대해 존 써얼의 논의는 (필자와 최종 결론은 다르지만) 시사하는 바가 많다. Searle(1995) 참조.

암흑상자는 초월적 의미에서 객관적 실재에 대한 의심할 여지가 없는 참을 담아내고 있다고 볼 수 없으므로 여전히 '구성된' 것에 지나지 않고 인식론적 상대주의는 피할 수 없다고 생각하는 과학기술학자가 있다면, 필자는 그런 생각 자체가 앞서 지적한 토대론적인, 성급한 논의 건너뛰기의 일종임을 지적하고 싶다. (일부 매우 보수적인 과학철학자와 과학사회학적 견문을 가지지 못한 다수의 과학자들을 제외하고는) 과학철학자 중에서 과학지식과 외부 실재의 객관적 관계를 정당화하기 위해 그런 의미의 초월적 객관성이 필수적으로 요구된다고 믿는 사람은 없다.

요약하자면 과학철학은 과학기술학으로 이해된 STS의 다학문적 연구에서 실천적인 주제와 이론적인 주제 모두에서 매우 중요한 기여를 할 수 있다. 그리고 이러한 기여는 과학철학 고유의 연구와 독립적으로 혹은 보완적으로 이루어질 수 있다. 그러므로 과학철학은 자신의 학문적 정체성을 유지하면서도 과학기술학과 생산적인 방식으로 지적 교류를 할 수 있는 것이다. 그러나 이러한 기여가 성공적으로 이루어지기 위해서는 과학철학자들이 과학사와 과학사회학, 과학정책학 등 전혀 다른 관점과 접근방법을 가지는 학문분야들에 대한 존중과 그들의 시각으로부터 도움을 얻어가며 주어진 문제나 주제에 대한 균형잡힌 해결책이나 결론을 얻겠다는 자세를 가지는 것이 중요하다. 이는 다학문적 연구로서의 과학기술학 연구에 참여하는 과학철학자는 자신의 과학철학적 배경지식이나 연구를 그대로 가져와서 활용할 생각을 해서는 안 되며, 특정 다학문적 연구가 목표로 하는 연구주제에서 과학철학이 기여할 수 있는 부분에 대한 연구를 새롭게 수행해야 함을 의미한다.

3. 간학문(inter-disciplinary) 연구로서의 과학기술학과 과학철학

현재 국내외를 막론하고 과학철학에 기반한 진정한 의미의 간학문적 과학기술학 연구는 드물다고 할 수 있다. 이는 특히 과학기술에 대한 문화연구학에서는 상대적으로 활발하게 간학문적 과학기술학 연구가 이루어지고 있고

과학철학이나 과학사와 같은 과학기술학의 다른 분야 연구들도 자신들의 이론적 관점을 포용하여야 한다고 적극적으로 주장하는 상황과는 대조가 된다.¹⁵⁾

이렇게 된 데는 역사적인 요인과 현실적인 요인이 모두 작용한 것처럼 보인다. 우선 역사적으로 볼 때 과학철학은 앞서 지적했듯이 철학계 내에서 어느 정도 중심적인 위치를 점유하고 있고 과학기술학과 별도로 논의될 수 있는 수많은 연구주제와 독립적 연구전통을 가지고 있다. 그에 비해 과학기술에 대한 문화연구는 그 학문분야의 성립과정 자체가 간학문적인 관심에서 연유했고 대부분의 참여 학자들이 이 분야를 위한 특별과정에 소속되어 있다. 물론 이들이 인용하고 학문적 교류를 가지는 다양한 분야의 학자들은 과학기술학의 다른 분야 학자들이 대부분이고, 이들은 다시 각자 철학과나 사학과나 혹은 사회학과 등에 소속되어 있다. 그렇지만 자신의 학문적 정체성 자체를 과학기술에 대한 간학문적 작업에서 찾는 학자들과 독자적으로 정의되는 학문적 정체성을 가지고서 과학기술에 대한 다학문적 활동을 주로 하는 학자들 사이에는 간학문적 과학기술학 연구의 필요성과 시급함에 대해 견해가 다를 수밖에 없다.

또 다른 요인은 현실적으로 대다수의 과학철학자들이 과학기술학 간학문적 연구를 성공적으로 수행하기가 쉽지 않은 지적 배경을 가진다는 점이다. 현재 과학철학을 전공하는 학자들은 대부분 철학과나 과학사 및 과학철학 협동과정에서 전문가 훈련을 받았다. 그러므로 이들의 지적 배경은 전공인 과학철학을 제외하면 철학의 여러 다른 분야나 과학사 정도에 한정된다. 자연스럽게 과학정책이나 과학기술 현상에 대한 기초학적 분석, 문화론적 연구 등은 과학철학자들에게는 일반적으로 너무도 낯선 분야일 수밖에 없다.¹⁶⁾

15) Jassanoff(2000), Smocovitis(1994) 참조. 극소수의 과학철학자도 이 입장에 동의하고 있다. Rouse(1994)

16) 이 점이 왜 Latour(1988)과 같은 논문이 과학전쟁 시기에 과학자만이 아니라 대부분의 과학철학자들로부터 몰이해에 가까운 비판을 받았는지를 설명해준다.

그에 비해 간학문적 과학기술학 연구를 주로 수행하는 학자들은 훈련과정 자체가 매우 다양한 지적 배경을 가진 경우가 많다.¹⁷⁾ 물론 이들이 전문 과학철학자만큼 과학철학의 내용을 잘 알리는 없지만 (그래서 다학문적 과학기술학 연구에서 과학철학적 기여가 중요한 것이지만), 그럼에도 불구하고 과학철학자들에 비해 간학문적 연구를 수행할 지적 배경과 성향은 훨씬 더 잘 마련되어 있다고 할 수 있다.

위에서 지적한 점이 역사적으로 잘 드러나는 것이 과학사 및 과학철학 협동과정(HPS)의 역사적 전개과정이다. 현재 간학문적 연구과정으로서의 HPS는 영국과 미국 모두에서 대부분의 경우 유행이 지나간 것처럼 보인다. 그 이유는 우선 HPS를 졸업한 학자들이 점점 더 이미 포화상태가 된 HPS 프로그램보다는 철학과와 사학과에서 자리를 잡기 시작했고, 과학철학 연구와 과학사 연구가 연구자의 전반적인 팽창으로 연구주제가 전문화, 다양화되다 보니 두 분야 모두에 능통하여 과학사와 과학철학 사이의 진정한 의미에서의 간학문적 연구를 수행할 수 있는 학자가 상대적으로 드물게 되었기 때문이다.¹⁸⁾ 이는 역설적이지만 HPS가 학문분야로서 초기 성공의 예기치 않은 부산물이라고도 할 수 있다. 과학사와 과학철학이 각각 사학과 철학에서의 지적 영향력이 확대되면서, 두 분야가 제도적으로 함께 있어야 할 동기가 줄어들었고, 연구자의 수가 증대됨에 따라 연구주제나 방법론에 있어서 공통분모를 찾기 어려워졌던 것이다. 물론 여기에 최근의 과학사 연구가 지성사보다는 문화사나 사회사 연구와 더 가까워진 것도 한 몫을 한다. 과학철학은 역사적 과학철학의 등장으로 충분히 과학사와 접근하려고 노력했지만 과학사는 개념적 분석과 과학이론의 논증적 구조에 관심이 많은 과학철학이 쫓아가기에는 너무나 멀리 도망가 버렸던 것이다.¹⁹⁾

17) MIT의 '과학, 기술, 사회(STS)' 프로그램의 교과 내용이나 대학원생의 박사 논문 주제 등을 살펴보면 이 점이 보다 분명해진다.

18) Chang(2004)는 드문 예외에 속한다.

19) Baigrie(1994), Wylie (1994)

그러나 원칙적으로 이와 같은 사정은 현재 과학기술학계의 현실을 이해할 수 있게 만드는 요인일 뿐 과학철학적 관점을 중심으로 한 과학기술학의 간학문적 통합이 불가능하다든지 이런 유형의 연구가 특별히 더 어려운 원론적 이유를 제공하는 것은 아니다.²⁰⁾ 그러므로 헤스의 교과서와 경쟁하는, 과학철학자들에 의해 쓰인 과학기술학 교과서가 충분히 가능하고 국외의 몇몇 학자들은 아마도 현재 이런 종류의 작업을 하고 있을 것으로 기대된다. 국내에서도 현재 과학과 사회의 관계에 관심을 가진 학자들에 의해서 주도되고 있는 과학기술학 논의에 보다 적극적으로 과학철학자들이 참여할 필요성이 있다. 이는 주로 다학문적 시각에서의 참여를 의미하겠지만 다학문적 연구의 경험이 축적되다보면 자연스럽게 어떻게 간학문적 연구를 수행해야 할지에 대해서도 방향이 잡히리라 기대해볼 수 있다. 필자는 한 가지 측면에서 이러한 간학문적 연구가 수행될 수 있는 방안을 간단하게 소개하겠다.

과학기술학은 과학과 기술에 대한 다양한 학제적 논의를 뜻하지만 실제로 이론적 논의의 중심은 과학에 대한 것이었다. 그러나 많은 학자들이 기술에 대한 보다 본격적인 논의가 기존의 과학에 대한 논의에 통합되면 훨씬 더 풍부한 이론적, 실천적 함축을 얻어낼 수 있을 것이라고 기대하고 있다.²¹⁾ 이는 기술이 가진 특성, 특히 인간이 만든 인공물의 작동에 대한 실천적 검증작업과 인간과 인공물, 사회적 관계 등이 자연스럽게 얽혀 들어가는 과정에서 기존의 과학에만 국한된 논의에서 발견되는 이론위주의 극단적 합리주의와 사회적 이해관계 위주의 극단적 상대주의 모두가 설득력을 지니기 어렵기 때문이라는 것이다.²²⁾

그런데 이 지점에서 기억해두어야 할 점은 철학분야에서는 기술철학이, 역사분야에서는 기술사가, 사회학분야에서는 기술사회학이 이미 존재하고 있

20) 과학사와 과학철학의 새로운 의미의 학제간 연구의 가능성에 대해서는 이상욱(2002) 참조, 이상욱(2003)은 현재 한양대학교에서 실험중인 과학철학적 관점에서 의 과학기술학 교양과목에 대한 소개를 담고 있다.

21) Giere(1993), Hamlin(1992)

22) Latour(1993)

다는 점이다. 그러므로 과학기술학이 기술을 좀 더 적극적으로 연구해야 한다는 말은 단순히 과학에 대한 기존 연구가 자신의 연구기법을 새로운 연구 주제인 기술에 적용한다는 의미로 이해될 수는 없다. 그보다는 기존에 존재 하던 기술에 대한 논의와 현재 과학 위주로 이루어져 온 과학기술학 연구가 소규모의 간학문적 작업을 먼저 수행한 후에야 보다 거시적인 의미에서의 과학학과 기술학의 간학문적 연구가 가능해진다고 볼 수 있다. 예를 들어, 과학철학과 기술철학은 그 논의의 주제나 이론적 전통에 있어서 상당히 다른 것이 사실이고 이를 통합하여 과학과 기술 사이의 관계나 각각의 정체성에 대해 정합적인 이해를 얻어내는 일이 그리 쉬울 것 같지 않다. 하지만 이 연구는 과학철학과 과학기술학 사이의 간학문적 연구에 비해 훨씬 더 이론적으로나 실제적으로 현대사회에서 연구의 필요성이 부각되고 있는 분야이므로 관련 연구자의 관심이 요구되는 주제이다.

이런 이유로 필자는 과학철학은 비교적 공유점이 많은 기술철학과의 간학문적 연구를 먼저 시도해보고 그 연구결과를 기반으로 과학기술철학적 관점에서 과학기술학의 간학문적 통합을 시도하는 것이 유익할 것이라 기대한다. 그렇지 않고 현재 과학철학만으로 과학기술학에 대한 간학문적 연구를 시도하다가 기술 및 공학이라는 중요한 주제를 빠뜨림으로써 설득력이 떨어지는 통합에 이르게 될 가능성이 높기 때문이다. 요약하자면 필자는 과학철학이 간학문적 방식으로 과학기술학에 기여하기 위해서는 기술에 대한 철학적 분석을 거치는 일종의 단계적 간학문적 연구가 중요하고 실현가능성이 높음을 강조하고 싶다.

4. 맺음말

현재 국내외에서 과학기술학으로 이해된 STS의 학술적 가치와 현실적 중요성은 점점 더 널리 인식되고 있다고 할 수 있다. 근본적으로 학제적일 수밖에 없는 과학기술학 연구에서 과학철학은 독특한 위치를 차지한다. 비교적

새로운 분과학문으로서 자신의 학문적 정체성을 확립해 나가고 있는 과학기술학에 비해 과학철학은 과학기술학을 구성하는 분과 학문으로서의 정체성 이외에 독자적 역사와 연구전통을 가진 개별 학문분야로서의 정체성을 갖고 있기 때문이다. 본 논문에서 필자는 이런 상황에서 과학철학이 어떻게 과학기술학의 학제적 연구에 기여할 수 있을 것인지를 논의했다. 이를 위해 우선적으로 학제적 과학기술학 연구가 두 가지 서로 관련된, 그러나 구별될 수 있는 형태(간학문적 과학기술학 연구와 다학문적 과학기술학 연구)를 가질 수 있음을 강조했다. 과학철학은 이 두 형태 모두에서 생산적이고 적극적으로 참여할 수 있고 기여할 바도 많다. 과학철학이 과학기술학 연구에 여러 방식으로 참여하는 것은 과학철학의 탐구주제를 풍부하게 하고 과학기술 연구현실에 대해 과학철학자들이 보다 면밀하게 주의를 기울이게 하는 긍정적 효과를 거둘 수 있을 것이다. 간단히 요약하자면 과학철학과 과학기술학은 다양한 방식의 학제적 협동을 통해 별 다른 대가 없이 서로 많은 이득을 볼 수 있다. 필자로서는 이러한 상황에서 과학철학자들이 과학기술학 연구에 보다 적극적이지 않을 수 있는 유일하게 납득가능한 이유는 학자 개인의 학술적 취향뿐일 것이라고 생각한다.

□ 참고문헌 □

- 김기현 (2003), 『현대 인식론』, 서울: 민음사.
- 김도식 (2004), 『현대 영미 인식론의 흐름』, 서울: 건국대학교출판부.
- 이상욱 (2002), 「역사적 과학철학과 철학적 과학사」, 『한국과학사학회지』, Vol. 24, No.2, pp. 251-268.
- 이상욱 (2003), 「이공계열 대학생들에게 과학철학 가르치기」, 『과학사상』, Vol. 46, pp. 168-187.
- 홍성욱 (2005), 「과학사와 과학기술학(STS), 그 접점들에 대한 분석」, 『한국과학사학회지』 Vol. 27, No.2, pp. 131-154.
- Baigrie, Brian S. (1994), "HPS and the Classic Normative Mission", *PSA 1994, Volume 2*, pp. 420-427.
- Bauer, Henry H. (1990), "Barriers against Interdisciplinarity: Implications for Studies of Science, Technology, and Society (STS)", *Science, Technology & Human Values*, Vol. 15, pp. 105-119.
- Chang, Hasok (2004), *Inventing Temperature: Measurement and Scientific Progress*, Oxford: Oxford University Press.
- Collins, H. M. (1992), *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, 2nd edition, Chicago, IL: Univ. of Chicago Press.
- Cutcliffe, Stephen H. (1990), "The STS Curriculum: What Have We Learned in Twenty Years?", *Science, Technology & Human Values*, Vol. 15, pp. 360-372.
- Freudenthal, Gad (1990), "Science Studies in France: A Sociological View", *Social Studies of Science*, Vol. 20, pp. 353-369.
- Giere, Ronald N. (1993), "Science and Technology Studies: Prospects for an Enlightened Postmodern Synthesis", *Science, Technology & Human Values*, Vol. 18, pp. 102-112.

- Hacking, Ian (2002), *Historical Ontology*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hamlin, Christopher (1992), "Reflexivity in Technology Studies: Toward a Technology of Technology (And Science)?", *Social Studies of Science*, Vol. 22, pp. 511-544.
- Hargreaves, Judith and Hargreaves, Tony (1983), "Some Models of School Science in British Curriculum Projects, and Their Implications for STS Teaching at the Secondary Level", *Social Studies of Science*, Vol. 13, pp. 569-604.
- Hess, David J. (1997), *Science Studies: An Advanced Introduction*, New York: New York University Press. [김환석 외 옮김, (2004), 『과학학의 이해』, 당대.]
- Jasanoff, Sheila, Markle, Gerald E., Petersen, James C. and Pinch, Trevor eds. (1995), *Handbook of Science and Technology Studies*, revised edition, London: Sage.
- Jasanoff, Shelia (2000), "Reconstructing the past, Constructing the Present: Can Science Studies and the History of Science Live Happily Ever After?", *Social Studies of Science*, Vol. 30, pp. 621-631.
- Latour, Bruno (1988), "A Relativistic Account of Einstein's Relativity", *Social Studies of Science*, Vol. 18, pp. 3-44.
- Latour, Bruno (1993), "The Impact of Science Studies on Political Philosophy", *Science, Technology & Human Values*, Vol. 16, pp. 3-19.
- Radder, Hans (1998), "The Politics of STS", *Social Studies of Science*, Vol. 28, pp.325-331.
- Roth, Wolff-Michael, McGinn, Michelle K. and Bowen, G. Michael (1996), "Application of Science and Technology Studies: Effecting

- Change in Science Education", *Science, Technology & Human Values*, Vol. 21, pp. 454-484.
- Rouse, Joseph (1994), "Engaging Science through Cultural Studies", *PSA 1994 Volume 2*, pp. 396-401.
- Searle, John R. (1995), *The Construction of Social Reality*, London: Penguin.
- Smocovitis, Vassiliki Betty (1994), "Contextualizing Science: From Science Studies to Cultural Studies", *PSA 1994 Volume 2*, pp. 402-412.
- Turner, Steven and Sullenger, Karen (1999), "Kuhn in the Classroom, Lakatos in the Lab: Science Educators Confronts the Nature-of-Science Debate", *Science, Technology & Human Values*, Vol. 24, pp. 5-30.
- Wylie, Alison (1994), "Discourse, Practice, Context: From HPS to Interdisciplinary Science Studies", *PSA 1994 Volume 2*, pp. 393-395.
- Yi, Sang Wook (2005), "Implementing Technology Assessment in South Korea: Nano and RFID technology", *Proceedings of the 6th East Asian STS Conference*, Shenyang, China: Northeastern University.

□ ENGLISH ABSTRACT □

Two Ways of Doing Cross-disciplinary

Philosophy of Science Research:

Inter-disciplinary STS and Multi-disciplinary STS

Yi, Sang Wook

ABSTRACT

It has been a point of dispute how to define the disciplinary identity of STS; science and technology studies or science, technology and society? Still, STS is now emerging as an autonomous research discipline with its own agendas and styles of reasoning from a mere collections of various meta disciplines such as philosophy of science, history of science and sociology of science. The paper discusses how philosophy of science in its cross-disciplinary mode can contribute to STS (understood as science and technology studies) research given these recent academic trends. We can start from the observation that there are two distinctive ways of doing cross-disciplinary research: inter-disciplinary and multi-disciplinary. Then it is shown with concrete examples how philosophy of science can productively participate in both ways of cross-disciplinary researches in STS.

Key Terms

STS, science and technology studies, philosophy of science, cross-disciplinary research, inter-disciplinary, multi-disciplinary