

대학연구의 분야간 상호의존성에 관한 연구
(An Analysis of the Interdependent structure among disciplines of
University Researches)

송충한*

목 차

- I. 서론
- II. 학제연구의 개념과 기존 연구동향
- III. 대학연구의 분야간 상호의존성
- IV. 요약 및 결론

< abstracts >

Interdisciplinary research is one of the well-known key words represent the 21st century. As in the developed countries, interdisciplinary research is a pervasive phenomenon in Korea. This paper intends to clear up the interdependent structure among disciplines of university researches. First, 39.9% of individual and 59.8% of collaborative research projects of university researches are interdisciplinary. Second, the interdependency among disciplines of collaborative research is more severe than that of individual research. Third, The interdependency among disciplines indicates the importance of the balanced development in all science and engineering fields.

< key words >

interdisciplinarity, interdisciplinary research, discipline structure, science policy, research evaluation

* 한국과학재단 정책연구팀 (E-mail : chsong@kosefgw.kosef.re.kr, Tel : 042-869-6510)

I. 서론

21세기 연구활동의 특징을 나타내는 대표하는 키워드 중의 하나로 학제연구를 들 수 있다. 이러한 추세에 대응하기 위하여 외국에서는 90년대 중반부터 학제연구와 관련된 많은 자료들이 출판되기 시작하였다. 대학의 학과에 대한 평가를 통해 연구비를 지원하는 경우 대학의 학과평가가 학제연구에 미치는 영향을 살펴보기 위한 연구가 수행되었고(Evaluation Associates(1999)), 학제연구에 대한 지원을 보다 확대하여야 하며 이를 위해서는 평가방법의 개선이 이루어져야 한다는 주장이 대두되고 있다.(Ryn Grigg(1999)) 이처럼 세계 각국은 학제연구의 중요성을 인식하고 이를 활성화하기 위한 조사 및 방법론의 제시를 바쁘게 서두르고 있다.

우리 나라도 학제연구의 중요성에 대한 인식은 많이 형성되어 있는 것으로 보인다. 그러나 실제로 학제연구가 어떻게 이루어지고 있는지 그 현황과 특징에 대한 분석은 매우 적은 형편이다. 여기서는 대학에서 이루어지고 있는 개인연구와 공동연구를 대상으로 각 분야별 학제연구의 비중과 연구과제 내에서 형성되어 있는 각 연구분야간 상호의존적인 관계에 대해 분석하고, 유사한 외국의 연구사례와 비교함으로써 우리 나라의 학제연구 현황을 전반적으로 살펴보고자 한다. 아울러, 학제연구의 광범위한 존재가 갖는 정책적 의미에 대해서도 살펴보고자 한다.

II. 학제연구의 개념과 기존 연구동향

1. 학제연구의 개념

우리가 논의하고자 하는 학제연구(interdisciplinary research, 學際研究)의 개념은 우선 단일 분야(single discipline)의 개념에서 출발된다. 단일 분야를 어떻게 정의하느냐에 따라 순차적으로 복수의 분야로 이루어지는 학제(interdisciplinary)의 개념이 정의될 수 있기 때문이다. OECD(1998)는 상당부분의 공통된 지식과 기술을 공유하고 있으며 유사한 생각을 하는 연구자들에 의해 이루어진 연구를 단일분야 연구(single discipline research)라고 정의하고 있으며, 각기 다른 분야로부터 사람과 지식을 모아서 연구를 수행하고 각 연구자는 다른 연구자와 차별적인 내용을 기여하는 연구를 학제연구(interdisciplinary research)라고 정의하고 있다¹⁾.

그러나 복수의 분야로 이루어진 것이 모두 interdisciplinary로 표현되는 것은

아니다. 여러 학문분야와 관련되어 있는 것을 표현하는 용어는 interdisciplinary, multidisciplinary, crossdisciplinary, transdisciplinary 등이 있는데, 이중 interdisciplinary와 multidisciplinary를 가장 많이 사용하고 있지만,²⁾ 각기 의미하는 바는 약간의 차이가 있다. Royal Society(1996)는 multidisciplinary research를 각기 다른 분야의 연구자들이 모여서 공통의 목표를 향해 연구를 수행하지만 각각의 연구자는 그들 자신의 고유 연구분야에 그대로 머물러 있는 경우라고 정의한다³⁾. 이 경우 주어진 각자의 역할을 수행함으로써 어떠한 연구목표는 달성될 수 있지만 여기서 새로운 연구로 발전하지는 못한다. 왜냐하면 각각의 연구자가 자신의 연구영역에 머물러있기 때문이다. 이에 비하여 각각의 연구자가 자신들의 연구분야 중 일부를 통합하여 새로운 영역을 만들어 가는 경우 이때부터 연구는 interdisciplinary research가 된다고 정의한다. Evaluation Associates(1999)는 통상적으로 연구의 구조와 연구자의 구성을 이야기할 때 multidisciplinary의 개념을 사용하며 연구의 성격을 이야기할 때는 interdisciplinary의 개념을 사용한다고 정의한다.

여기서는 우리가 논의하고자 하는 것이 연구의 성격에 관련된 것이므로 multidisciplinary의 개념을 포함하는 interdisciplinary를 학제(學際)연구의 기본 개념으로 사용하고자 한다.

2. 분야간 연계성에 관한 기존 연구동향

학제(interdisciplinary)가 21세기의 연구를 대표하는 keyword 중의 하나로 인식되고 있을 정도로 학제연구에 대한 많은 분석이 이루어져 오고 있다. 따라서 학제연구에 대한 일반적인 연구동향에 대해서는 언급을 생략하고, 학문분야간 상호연계성 또는 상호 의존성에 대해 분석한 연구에 대해서만 살펴보고자 한다.

NSF의 수학담당부서는 최근 보고서를 통해 수학이 각 분야에 어떻게 필요한지를 설명하고 있다⁴⁾. 이 보고서는 연소(combustion), 우주론(cosmology), 재정(finance), 인터넷보안(internet security), 재료과학(material science), 해양 대기(oceans and atmospheres), 생리학(physiology) 등 다양한 분야에서 수학이 어떻게

1) 이러한 정의는 interdisciplinary와 multidisciplinary를 모두 포함하는 개념임

2) 1998. 10. 1자로 영국에서 ac.uk로 끝나는 도메인중에서 검색한 결과 interdisciplinary가 11,344page, multidisciplinary가 7,580page, crossdisciplinary가 725page, transdisciplinary가 121page인 것으로 나타났다.(Evaluation Associates(1999) 참조)

3) OECE(1998)에서 재인용

4) Margaret Wright, Mathematics and Science, Division of Mathematical Science, NSF, 1999

사용되고 있는지 예를 들어 설명하고 있다. 이러한 내용은 수학이 다른 분야의 연구에 도움이 된다는 것을 의미한다. 즉, 수학분야의 지식이 다른 분야로 흘러 나간다(유출; outflow)는 것을 의미하며, 다른 분야의 입장에서는 수학분야로부터 지식이 흘러 들어오는 것(유입; inflow)을 의미하는 것이다.

학문분야간 연계성을 살펴볼 수 있는 연구로는 Bourke and Butler(1998)을 들 수 있다. Bourke and Butler는 1990-1994년간 호주의 대학에서 발표한 논문중 SCI 대상이 되는 논문 43,799건을 대상으로 저널에 발표되는 분야와 그 저널이 속한 학과의 분야를 비교함으로써 학제연구가 보편적인 현상이라는 것과 해당 분야의 논문만을 대상으로 하는 학과평가가 얼마나 그릇된 평가결과를 가져올 수 있는지를 보여주고 있다.

Bourke and Butler가 발표한 내용을 살펴보면, 수학과에서 발표하는 전체 논문중 수학분야에 발표하는 논문은 37%이며 물리분야에 25%, 화학분야에 3%, 지구과학분야에 2%의 논문을 발표하는 것으로 나타났다. Bourke and Butler는 이러한 표를 통하여 수학과에서 수학분야의 논문뿐만 아니라 타분야의 논문도 발표하고 있으므로 해당 분야의 논문만을 가지고 해당 학과를 평가하는 것은 문제가 있다는 것을 주장하고 있지만, 사실상 이러한 분석은 수학분야의 연구가 타분야의 연구에 얼마나 영향을 미치고 있는지를 가름하는 기준이 되기도 하는 것이다.

또한, 각 분야의 연구가 얼마나 학제성(interdisciplinarity)을 갖는지에 대한 연구로는 Qin et al.(1997)을 들 수 있다⁵⁾. 이 연구는 1992년에 발표된 과학분야의 논문 846편을 대상으로 서지계량적 분석을 실시함으로써 분야에 따라 학제성의 정도가 각각 다르다는 것을 보이고 있다. 방법론적으로는 각 분야의 논문에서 다른 분야의 논문을 얼마나 인용했는지 살펴보는 방식으로 분야별 학제성을 판별하였다. 분석결과 수학분야의 연구가 인용한 다른 분야의 숫자는 평균적으로 1.8개로서 가장 낮고, 농업분야의 연구가 인용한 다른 분야의 숫자는 5.2개로서 가장 높게 나타났다. 전체 분야 평균적으로는 4.0개 분야를 인용하는 것으로 나타났다. 4.0개 이상의 다른 분야를 인용한 분야는 농업, 생물, 의학 등이었으며 이외의 분야는 4.0개 미만인 것으로 조사되었다.

이 외에도 분야별 학제성을 조사한 보고서로는 Evaluation Associates Ltd.(1999)를 들 수 있다. 이 연구는 영국에서 대학 연구비 배분을 결정하는 RAE(Research Assessment Exercise)가 학제연구에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보기 위하여 영국의 학제연구에 관한 전반적인 사항을 조사한 것이다. 이 보고서에

5) OECD(1998) p. 8.에서 재인용

따르면 의학 및 생물학분야의 연구는 평균 53%가 학제연구로서 학제연구의 비중이 가장 높고, 예술과 인문학분야의 연구중 43%가 학제연구로서 그 비중이 가장 낮으며, 물리 및 공학분야는 48% 그리고 사회과학은 50%가 각각 학제연구인 것으로 나타났다.⁶⁾

우리 나라의 경우 공동연구에 대한 연구는 조만형(1992), 이가종(1993), 권기창(1995), 김갑수 외(1998) 등 다수가 있지만 연구원 또는 연구과제에서의 학제성격에 관한 연구로는 설성수, 이종현(1999), 송충한(1999) 등을 들 수 있다. 설성수, 이종현(1999)은 1997년 대학과 연구기관 소속 연구자를 대상으로 설문조사를 실시하여 3,172명의 응답한 내용을 분석한 결과 학제연구를 경험한 연구자가 전체연구자의 79.1%에 달하고 있으며, 분야별로는 자연과학이 82.9%로서 가장 높은 것을 밝혀냈다. 송충한(1999)은 1997년에 선정된 과학재단의 핵심전문연구 지원과제중 개인연구과제 562건을 대상으로 분석한 결과 약 40%가 학제연구에 속한다는 것을 밝힌바 있다.

이 외에도, 분야간의 연계구조는 아니지만 각 분야별로 대학, 병원, 연구회, 산업체 등 연구자가 소속되어 있는 연구기관간의 공동연구구조에 대해 분석한 것으로는 Katz et al.(1995)의 연구가 있다.

III. 대학연구의 분야간 상호의존성

1. 자료의 조사

여기서는 개인연구와 공동연구 두 가지 자료를 대상으로 분석하고 있다. 개인연구에 관한 자료는 1998년도 한국과학재단 핵심전문연구지원사업에 선정되어 연구비를 지원받는 과제 825건을 대상으로 설문조사를 실시한 결과를 이용하였다. 설문조사에서 연구과제의 학제성격에 대한 조사는 해당 과제와 관련된 연구분야를 그 중요도에 따라 3개까지 기재하도록 하였다. 706명의 응답자 중에서 교수급의 공동연구자가 연구원으로 포함되어 있는 과제를 제외한 562건의 개인 연구과제를 분석 대상으로 하였다.

6) 이 보고서에서는 또한 개인연구에서도 학제연구가 존재한다는 사실을 객관적으로 확인하고 이를 중요한 발견으로 제시하고 있다. 학제연구를 수행하는 연구자의 18%가 단독연구자(개인연구자)인 것으로 나타났다. 이와 비교되는 개념으로 우리 나라의 경우 대학에 소속 연구자의 개인연구 중 39.9%가 학제연구인 것으로 나타났다(송충한(1999) 참조)

공동연구에 관한 자료는 1999년에 한국과학재단 특정기초연구지원사업에 신청한 연구계획서 1,265건을 대상으로 하였다⁷⁾. 특정기초연구의 연구계획서에는 연구과제가 속한 연구분야를 그 중요도에 따라 3개까지 기재하도록 하고 있으므로 1998년에 개인연구를 대상으로 실시한 설문조사의 내용과 동일한 내용이 분석 가능하다. 개인연구와 공동연구 조사대상의 분야별 분포현황은 다음의 <표>와 같다⁸⁾.

<표> 개인연구와 공동연구의 분야별 분포

분야	개인연구 과제수	공동연구 과제수	분야	개인연구 과제수	공동연구 과제수
수학	24	29	재료	47	70
물리	33	68	전기전자컴퓨터	110	199
화학	45	36	기계	68	116
지구	18	42	항공	39	72
생물	81	103	토목건축	18	105
농수산	23	100	계	562	1265
의약학	56	325			

2. 학제연구의 비중

각 연구과제의 학제성을 살펴보기 위하여 연구과제와 관련된 연구분야를 그 중요도에 따라 3개까지 기재할 수 있도록 하였으므로, 학제성격이 없는 연구과제는 첫 번째 혹은 두 번째 연구분야만을 기입할 것이며 세 번째까지 기입하더라도 기재된 소분야는 모두 동일한 중분야에 속하는 것이 될 것이다.⁹⁾ 그러나 학제성격의 연구과제는 두 번째 혹은 세 번째 연구분야에서 첫 번째와는 다른 중분야가 나타나게 될 것이다. 이러한 기준으로 각 분야별 학제연구의 비중을 살펴본 결과는 다음의 <표 2>와 같다.

7) 특정기초연구는 주로 대학의 이공학분야 기초연구를 지원하는 대표적인 프로그램이다.

8) 설문지와 연구계획서에 기재된 분야는 69개 중분야와 523개의 소분야로 분류되어 있어 이를 다시 12개의 중분야로 재분류하였다.

9) 여기서 학제연구는 <표2>의 12개 중분야를 기준으로 두 개 이상의 중분야가 포함되어 있는 연구를 의미한다.

<표2> 개인연구와 공동연구의 학제연구 비중

분야	개인연구의 학제비중	공동연구의 학제비중	분야	개인연구의 학제비중	공동연구의 학제비중
수학	12.5%	34.5%	재료	48.9%	77.1%
물리	51.5%	73.5%	전기전자컴퓨터	20.9%	47.2%
화학	51.1%	50.0%	기계	57.4%	60.3%
지구	27.8%	57.1%	화공	46.2%	61.1%
생물	28.4%	83.5%	토목건축	50.0%	67.6%
농수산	78.3%	84.0%	평균	39.9%	59.8%
의약학	41.1%	46.5%			

개인연구와 공동연구의 학제연구 비중을 살펴보면, 개인연구의 경우 평균 39.9%가 그리고 공동연구는 59.8%가 학제연구인 것으로 나타났는데, 이러한 수치는 영국에서 각 연구자가 학제연구에 투입하는 시간이 평균적으로 전체 연구시간의 46%에 해당된다는 조사결과와 거의 일치하고 있다.(Evaluation Associates Ltd.(1999) 참조)

분야별 학제연구의 비중을 살펴보면, 개인연구와 공동연구 모두에 있어서 수학분야가 학제연구의 비중이 각각 12.5%와 34.5%로 가장 낮고, 농수산분야가 78.3%와 84.0%로 가장 높은 것으로 나타나고 있다. 이는 수학분야에서 인용한 타분야의 수가 1.8개로 가장 낮고, 농업분야에서 인용한 타분야의 수가 5.2개로 가장 높은 것으로 나타난 Qin et. al.(1997)의 연구결과와 동일한 내용이다.

개인연구에 있어서 학제연구의 비중이 평균보다 적은 분야는 수학, 지구과학, 생물, 전기전자컴퓨터의 4개 분야이고, 공동연구의 경우에는 수학, 화학, 지구과학, 의약학, 전기전자컴퓨터의 4개 분야로 나타나고 있다. 이중 수학, 지구과학, 전기전자컴퓨터분야는 개인연구와 공동연구에서 모두 평균치보다 낮은 학제연구비중을 보이고 있다¹⁰⁾. 학제연구의 비중이 개인연구에 비해 공동연구에서 크게 증가하는 분야는 생물학(2.9배), 수학(2.8배), 전기전자컴퓨터(2.3배), 지구과학(2.1배) 등이며, 화학분야는 오히려 약간 감소하고 있고, 농수산, 의약학, 기계분야는 그 증가하는 폭이 적은 것으로 나타나고 있다.

10) 우리 나라의 경우 학제성이 평균보다 높은 분야와 낮은 분야는 Qin et. al(1997)의 연구결과와 약간의 차이가 있는데, 이는 해당 국가의 학문특성에 기인한 것으로 보인다.

3. 분야간 연계구조

연구분야간 연계구조를 살펴보기 위해 우선 설문지에 기재된 연구분야의 성격에 대해 살펴보자. 설문지에는 연구책임자가 수행하고 있는 연구과제에 해당되는 연구분야를 그 중요도에 따라 3개까지 기재하도록 하였다. 그러므로 연구분야를 3개까지 기재한 연구과제는 동 연구과제의 분야가 3개의 연구분야로 구성되어 있다는 것을 의미한다.

따라서, 어느 한 연구과제와 관련된 연구분야가 각각 그 중요도에 따라 a, b, c라고 한다면, 이 연구과제가 속한 주된 연구분야(major field)는 a이며, b와 c 분야는 이 과제를 수행하는데 필요한 분야(minor-field)가 된다는 것을 의미한다. 이를 부연하여 설명하면, a분야의 입장에서는 b분야와 c분야로부터 지식이 유입(inflow)된다는 것을 의미하며, b분야와 c분야의 입장에서는 a분야로 지식이 유출(outflow)된다는 것을 의미한다.

개인연구와 공동연구의 분야별 상호 의존성을 보여주고 있는 것이 <표3>와 <표4>이다. <표 3>과 <표4>에서 세로축은 연구과제의 첫 번째 연구분야 즉, 주된 연구분야(major-field)를 표시하고 가로축은 연구과제의 두 번째 혹은 세 번째 연구분야(minor-field)를 표시하고 있다. <표 3>이 의미하는 바는 '1. 수학'의 경우 24개의 과제 중 두 번째 연구분야와 세 번째 연구분야에서 전기/전자/컴퓨터, 기계공학 분야의 지식을 필요로 하는 과제가 각각 2개, 1개인 것을 나타낸다. 이 경우 수학분야의 입장에서 볼 때 전기/전자/컴퓨터분야에서 지식이 유입(inflow)되는 비중은 8.3%이고¹¹⁾ 기계공학분야에서 지식이 유입되는 비중은 4.2%가 된다. 마찬가지로 '2. 물리학' 연구는 수학, 화학 등 6개 분야의 지식을 활용하고 있으며 이에 따라 다른 분야로부터의 지식을 필요로 하는 연구과제의 비중은 51.5%에 달한다.

이제 개인연구와 공동연구의 경우 각 분야별로 얼마나 많은 다른 분야와 연계되어 있는지에 대해 살펴보도록 하자. 우선 개인연구를 보면 지식이 유입되는 다른 분야의 개수가 가장 적은 분야는 수학과 지구과학으로서 각각 2개의 분야로부터 지식이 유입되고 있다. 수학은 전기/전자/컴퓨터분야와 기계분야로부터 지식이 유입되고 있고, 지구과학은 생물과 화공분야로부터 지식이 유입되고 있다. 이에 비하여 화학공학은 9개의 분야로부터 지식이 유입되고 있으며, 그 다음으로는 농수산 분야에서 8개의 분야로부터 지식이 유입되고 있다.

개인연구에 있어서 지식의 유출을 살펴보면, 수학, 기계, 화공분야가 각각 해

11) 24과제중 2과제이므로 $2/24=8.3\%$ 가 된다.

당 분야를 제외한 8개 분야에 지식이 유출되고 있는데, 이는 수학, 기계, 화공분야의 연구가 다른 분야의 연구에 그만큼 많이 이용된다는 것을 의미한다. 이들 분야 다음으로 다른 분야의 연구에 기여하는 분야는 전기/전자/컴퓨터 분야로서 7개 분야의 연구에 도움을 주고 있다.

<표 3> 개인연구(핵심전문연구)의 분야간 의존구조(1)

(단위: 건수, ()는 해당과제의 비중%)

minor-field major-field	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	inflow	
	수학	물리	화학	지구	생물	농수	의약	재료	전자	기계	화공	토/전	계	분야수
1.수학 (24)									2 (8.3)	1 (4.2)			3 (12.5)	2
2.물리학 (33)	1 (3.0)		5 (15.2)				1 (3.0)	6 (18.2)	3 (9.1)	1 (3.0)			17 (51.5)	6
3.화학 (45)		4 (8.9)			4 (8.9)		5 (11.1)	8 (17.8)			2 (4.4)		23 (51.1)	5
4.지구 과학(18)					4 (22.2)						1 (5.6)		5 (27.8)	2
5.생물학 (81)	1 (1.2)		5 (6.2)			3 (3.7)	10 (12.3)				3 (3.7)	1 (1.2)	23 (28.4)	6
6.농수산 (23)	1 (4.3)		1 (4.3)	1 (4.3)	7 (30.4)				2 (8.7)	1 (4.3)	3 (13.0)	2 (8.7)	18 (78.3)	8
7. 기초의 약학(56)	1 (1.8)		1 (1.8)		17 (30.4)	1 (1.87)			1 (1.8)	1 (1.8)	1 (1.8)		23 (41.1)	7
8.재료 공학(47)	1 (2.1)	5 (10.6)	7 (14.9)		1 (2.1)				3 (6.4)	2 (4.3)	4 (8.5)		23 (48.9)	7
9.전기/전 자/컴퓨터 (110)	3 (2.7)	5 (4.5)					1 (0.9)	1 (0.9)		13 (11.8)			23 (20.9)	5
10.기계 공학(68)	3 (4.4)	3 (4.4)					2 (2.9)	10 (14.7)	12 (17.6)		7 (10.3)	2 (2.9)	39 (57.4)	7
11.화학 공학(39)		1 (2.6)	1 (2.6)		5 (12.8)	2 (5.1)	1 (2.6)	4 (10.3)	1 (2.6)	1 (2.6)		2 (5.1)	18 (46.2)	9
12.토목/전 축공학(18)	1 (5.6)			2 (11.1)						3 (16.7)	3 (16.7)		9 (50.0)	4
outflow 분야수	8	5	6	2	6	3	6	5	7	8	8	4		

주) 1. cell 내의 숫자는 주 연구분야의 과제에서 표시한 외부분야의 개수를 나타냄

2. ()내의 숫자는 %임.

3. inflow와 outflow의 분야수는 관련된 중분야수를 나타냄

<표 4> 공동연구(특정기초연구)의 분야간 의존구조(1)

(단위: 건수, ()는 해당과제수의 비중%)

minor- major -field	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	inflow	
	수학	물리	화학	지구	생물	농수	의약	재료	전자	기계	항공	토/전	계	분야 수
1.수 학 (29)		3 (10.3)					1 (3.4)		5 (17.2)	1 (3.4)			10 (34.5)	4
2.물리학 (68)	2 (2.9)		9 (13.2)		1 (1.5)		3 (4.4)	16 (23.5)	14 (20.6)	1 (1.5)	4 (5.9)		50 (73.5)	8
3.화 학 (36)		1 (2.8)				1 (2.8)	7 (19.4)	3 (8.3)			6 (16.7)		18 (50.0)	5
4.지구 과학(42)	2 (4.8)	2 (4.8)	2 (4.8)		3 (7.1)	3 (7.1)			5 (11.9)		1 (2.4)	6 (14.3)	24 (57.1)	8
5.생물학 (103)	2 (1.9)		3 (2.9)	3 (2.9)		8 (7.8)	60 (58.3)	1 (1.0)	2 (1.9)		7 (6.8)		86 (83.5)	8
6.농수산 (100)		1 (1.0)	2 (2.0)	3 (3.5)	28 (28.0)		30 (30.0)		8 (8.0)	2 (2.0)	8 (8.0)	2 (2.0)	84 (84.0)	9
7. 기초의 약학(325)	2 (0.6)	4 (1.2)	18 (5.5)	1 (0.3)	76 (23.4)	15 (4.6)		4 (1.2)	23 (7.1)	6 (1.8)	2 (0.6)		151 (46.5)	10
8.재료 공학(70)		5 (7.1)	4 (5.7)						17 (24.3)	14 (20.0)	13 (18.6)	1 (1.4)	54 (77.1)	6
9.전기/전 자/컴퓨터 (199)	9 (4.5)	18 (9.0)	1 (0.5)	2 (1.0)	6 (3.0)	1 (0.5)	19 (9.5)	12 (6.0)		23 (11.6)	2 (1.0)	1 (0.5)	57 (28.6)	11
10.기계 공학(116)	4 (3.4)	6 (5.2)				1 (0.9)	6 (5.2)	6 (5.2)	30 (25.9)		12 (10.3)	5 (4.3)	70 (60.3)	8
11.화학 공학(72)	1 (1.4)	2 (2.8)	8 (11.1)		6 (8.3)	1 (1.4)	7 (9.7)	8 (11.1)	4 (5.6)	6 (8.3)		1 (1.4)	44 (61.1)	10
12.토목/건 축공학 (105)			2 (1.9)	7 (6.7)	4 (3.8)	5 (4.8)	8 (7.6)	4 (3.8)	12 (11.4)	6 (5.7)	23 (21.9)		71 (67.6)	9
outflow 분야수	7	9	9	5	7	8	9	8	10	8	10	6		

주) 1. cell 내의 숫자는 주 연구분야의 과제에서 표시한 외부분야의 개수를 나타냄

2. ()내의 숫자는 %임.

3. inflow와 outflow의 분야수는 관련된 중분야수를 나타냄

공동연구의 경우를 살펴보면 지식이 유입되는 다른 분야의 개수가 가장 적은 것은 수학으로 4개의 타 분야로부터 지식이 유입되고 있으며, 그 다음으로는 화학이 5개의 타 분야로부터 지식이 유입되고 있는 것으로 나타났다. 다른 분야로부터 가장 지식의 유입이 활발한 분야는 전기/전자/컴퓨터분야로서 11개의 모든 분야로부터 지식이 유입되고 있는 것을 알 수 있다. 그 다음으로는 기초의약학과 화학공

학으로서 10개의 타 분야로부터 지식이 유입되고 있다. 기초의학분야의 연구에서는 토목건축분야를 제외한 모든 분야의 지식이 활용되고 있으며, 화학공학분야에서는 지구과학을 제외한 모든 분야의 지식이 활용되고 있는 것으로 나타나고 있다.

공동연구에 있어서 지식의 유출을 살펴보면 개인연구와는 달리 전기/전자/컴퓨터분야와 화공분야에서의 지식이 10개의 타 분야에서 활용되고 있으며, 그 다음으로는 물리, 화학, 기초의학분야의 지식이 9개 타 분야로 유출되고 있는 것으로 나타나고 있다. 지식의 유출이 가장 적은 분야는 지구과학으로서 5개 분야를 나타내고 있다.

각 분야별로 지식의 유입과 유출 중에서 어느 것이 큰지, 즉 도움을 받는 분야와 도와주는 분야가 어느 것이 더 많은지 살펴보면 다음의 표와 같다. 우선 농수산분야와 기초의학분야는 개인연구와 공동연구 모두에 있어서 지식의 유입이 많으며, 지구과학, 재료, 화공, 토목건축은 지식의 유입이 많거나 유입과 유출이 동일한 분야이고, 수학과 화학은 지식의 유출이 많은 분야이다. 지식의 유입과 유출이 가장 활발한 분야중의 하나는 전기/전자/컴퓨터분야로서 공동연구의 경우 모든 분야로부터 지식이 유입되고있으며 화학분야를 제외하고 모든 분야에 지식이 유출되고 있다.

<표 5> 중분야별 지식의 유입과 유출

구 분	개인연구	공동연구
지식의 유입이 많은 분야	물리, 농수산, 기초의학, 재료, 화공	지구과학, 생물, 농수산, 기초의학, 전기/전자/컴퓨터, 토목건축
지식의 유입과 유출이 동일한 분야	지구과학, 생물, 토목건축	기계, 화공,
지식의 유출이 많은 분야	수학, 화학, 전기/전자/컴퓨터, 기계,	수학, 물리, 화학, 재료

IV. 요약 및 결론

앞서 분석한 결과 우리 나라에서 개인연구의 39.9%와 공동연구의 59.8%가 학제연구인 것으로 조사되었으며, 이러한 결과는 영국의 평균치 46%와 유사한 수준이다. 이는 우리 나라에서도 선진국과 마찬가지로 이미 학제연구가 보편화되어 있음

을 의미하는 것이다. 이제 앞서의 분석내용이 갖는 몇 가지 정책적 의미를 제시하고자 한다.

첫째, 개인연구와 공동연구 모두에 있어서 특히 공동연구에 있어서 이공학분야의 연구는 타 분야에 대해 상호의존적이다. Katz(1995)의 조사결과와 같이 공동연구는 앞으로 지속적으로 확대될 것이므로 분야간 상호의존성은 더욱 심화될 것이다. 또한 21세기의 기술융합 확대 추세는 이러한 분야간 상호의존성을 더욱 심화시킬 것이다.

둘째, 학제연구에 대한 새로운 평가 방법을 마련해야 한다. 이제 단일분야 기준에 의한 평가는 더 이상 유용하지 않다. 왜냐하면 개인연구의 40%와 공동연구의 60%가 학제연구이기 때문이다. 따라서 이를 평가할 수 있는 새로운 방법이 모색되어야 하며(Katz 1995), 아울러 학제연구가 보다 많이 지원받을 수 있도록 동료평가(peer review)과정을 개선하는 것이 필요하다(설성수, 이종현(1999), The House Committee on Science (1998), Ryn Grigg(1999)).

셋째, 학제연구의 보편화 그리고 분야간 상호의존성의 심화라고 하는 것은 어느 한 분야의 획기적 발전이 때로는 전혀 관계없을 것이라고 생각되는 분야의 발전에 의해 이루어질 수도 있다는 것을 의미한다. 어느 특정 분야의 발전을 위해 해당 분야만을 집중적으로 지원하는 경우 소기의 목적을 달성하는 것이 점점 어려워질 수 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 공동연구의 전기/전자/컴퓨터분야의 연구는 그 연구를 수행하기 위하여 다른 모든 분야의 지식을 필요로 한다는 것을 보여주고 있다. 이는 전기/전자/컴퓨터분야의 연구가 원활하게 수행되기 위해서는 다른 모든 분야의 연구도 균형있게 이루어져야 한다는 것을 의미한다. 따라서 연구지원의 분야별 포트폴리오 구성에 있어서 다양성을 유지해야 한다. 특히 기초연구의 경우 모든 분야에 대한 균형있는 지원은 필수적이다.

끝으로, 학제연구의 활성화를 위한 우리 나라의 준비는 아직 미흡한 것으로 보이지만, 외국의 경우도 학제연구의 활성화를 위해 이제 막 노력하고 있는 만큼 우리도 이제부터라도 학제연구의 활성화를 위해 다각적인 노력을 기울여야 할 것이다.

[Reference]

1. 김갑수, 유태수, 김성수, 「산업기술연구조합-현황 및 새로운 발전방안」, 과학기술정책관리연구소, 1996.
2. 설성수, 이종현, “학제연구의 패턴과 지원 정책에 대한 기대 분석”, 「기술혁신학회지」, 제2권 제1호, 1999. 5.
3. 송충한, “개인연구의 학제특성에 관한 연구”, 「기술혁신학회지」, 제2권 제1호, 1999. 5
4. 이가중, “산학협동의 의의와 전개방향”, 「기술관리」, 1993.
5. 조만형, “산학연 공동연구의 형태적 분류에 관한 연구”, 「정책분석평가학회보」, 2-1, 1992.
6. Evaluation Associates Ltd, *Interdisciplinary Research and the Research Assessment Exercise*, March, 1999.
7. The House Committee on Science, *Unlocking Our Future: Toward a New National Science Policy*, Sep. 24, 1998
8. Katz, J. Sylvan, Margaret Sharp, Ben R. Martin, *The Changing Shape of British Science*, SPRU, Sussex University, 1995. 10
9. OECD, *Interdisciplinarity in Science and Technology*, Directorate for Science, Technology and Industry, Committee for Science and Technology Policy, 1998.
10. Qin, J., F.W.Lancaster and B. Allen, “Types and Level of Collaboration in Interdisciplinary Research in the Science”, *Journal of the American Society for Information Science* Vol. 48, No. 10, 1997.
11. Royal Society, *Interdisciplinarity - Transport and the Environment*, London, 1996.
12. Wright, Magaret, *Mathematics and Science*, Division of Mathematical Science, NSF, 1999