

## 개인연구의 학제특성에 관한 연구

A Study on the Interdisciplinary Structure of Individual Research

송 충 한\*

〈目 次〉

- |                          |              |
|--------------------------|--------------|
| I. 서론                    | IV. 분석결과     |
| II. 기존연구에 대한 개관 및 개념의 정의 | V. 결론 및 정책제언 |
| III. 자료의 조사 및 분류         |              |

〈Abstract〉

This paper intends to clear up the content of the interdisciplinary nature of individual researches. First, the interdisciplinary character of individual research was analyzed. Approximately 40% of individual research projects supported by Korea Science and Engineering Foundation has the interdisciplinary nature. Second, there are close connections among research fields in individual research projects. Every research field needs the inflow of knowledge from other fields and supports other research fields as well. The interrelation among various research fields indicates the importance of the balanced development in all science and engineering fields

Key words : interdisciplinary research, individual research, research structure, science policy, research evaluation

### I. 서 론

과학기술의 관점에서 보았을 때 다양성과 창의성은 새로운 지식, 새로운 기술의 형태로 나타난다. 새로운 것을 만들어 내는 방법은 기존의 것에서 떠나 완전히 새로운 것을 만드는 것

과 기존의 것을 조합하여 새로운 것을 만들어 내는 두 가지 방법이 있을 수 있다. 이를 연구의 측면에서 보면 후자의 유형을 학제연구라고 할 수 있다. 학제연구는 21세기 과학기술의 경쟁력을 결정하는 중요한 요소 중의 하나가 될 것으로 전망된다. 왜냐하면 중요한 과학기술의 진보 중 일부는 이전에 분리되어 있

\* 한국과학재단 연구센터팀 (e-mail : chsong@kosefgw.kosef.re.kr)

던 분야들의 융합(fusion) 혹은 통합(integration)의 결과이기 때문이다.<sup>1)</sup> 이러한 학제연구의 특성 때문에 각국은 학제연구에 대한 지원을 강화하고 있다.<sup>2)</sup>

그러나 정작 학제연구에 대해 논하고자 할 때, 우리는 몇 가지 궁금한 사항들을 만나게 된다. 우선, 학제연구란 2가지 이상의 분야가 관련된 것인데, 어떠한 분야가 관련되어야 학제연구라고 하는 것인가? 자연과학과 공학처럼 커다란 분야들이 관련된 것이 학제연구인가 아니면 화학분야내의 유기화학과 무기화학처럼 작은 분야들이 관련된 것이 학제연구인가? 둘째, 학제연구는 반드시 연구자 2인 이상이 참여하는 공동연구여야 하는가? 개인이 수행하는 연구는 학제연구가 될 수 없는가? 셋째, 학제연구에 있어서 분야간 지식의 연계구조가 파악될 수 있는가? 예를 들어, 화학분야의 학제연구는 주로 어느 분야의 지식을 필요로 할까?

본 연구에서는 학제연구의 개념, 개인연구의 학제연구 비중, 학제연구의 분야간 연계구조에 대해 살펴보고자 한다.

## II. 기존연구에 대한 개관 및 개념의 정의

### 1. 기존 연구에 대한 개관

학제연구, 공동연구, 연구 network 등과 같이 2개 이상의 학문분야 혹은 2인 이상의 연구자가 관련된 경우의 특성을 분석하는 연구는 대부분 논문 또는 저널발표 결과를 대상으로 하고 있다. 이는 대부분의 연구결과가 논문의

형태로 출판되기 때문이며, SCI 등 논문을 대상으로 한 자료(bibliometric database)가 체계적으로 구축되어 있기 때문이다.

서지계량적(bibliometric) 자료를 이용하여 연구의 특성을 분석하는 방법론은 co-word, co-citation, co-classification, co-institution (including department), co-country의 다섯 가지로 구분될 수 있다. co-citation방법은 관련 논문들의 공동인용 횟수를 기준으로 각 연구와 연구간의 관계를 분석하는 방법이며, co-word방법은 저자가 설정한 주제어(key word)를 분석하여 각 분야의 연구들간 관계를 분석하는 기법으로 사용되고 있다. co-classification (or co-heading)방법은 저널 혹은 논문을 그 내용에 따라 분석자가 분류하여 이를 기준으로 특정 분야의 연구구조(research structure) 또는 분야간 network을 분석하는 방법이다. co-institution과 co-country방법은 저자가 속해 있는 기관 혹은 국가를 분석함으로써 공동연구의 동향을 분석하는데 사용된다.

이러한 분석은 특정 학문분야를 대상으로 한 것과, 전 학문분야를 대상으로 한 것으로 구분될 수 있다. 특정 학문분야를 대상으로 한 연구로서, Peters and Raan(1993a, 1993b)은 co-word방법을 이용하여 화학공학 분야의 연구를 분석하였고, McCain(1995)은 주제어의 분류를 통하여 생명공학분야의 연구개발 구조를 분석하였다. Todorov(1989, 1990, 1992)는 co-heading 방식을 이용하여 호주의 지구물리학분야와 응집물리분야의 연구구조에 대해 분석하였으며, Tijssen(1992)은 co-classification 분석을 통하여 네덜란드 에너지연구분야의 학제구조(interdisciplinary structures)를 분

1) Kodama(1992) 참조.

2) NSF(1997), NSERC(1997) 참조.

석하였다.

전 학문분야를 대상으로 한 것으로는 co-classification 방법을 사용한 Katz et al. (1995), Bourke and Butler(1998)와 설문 방식을 이용한 설성수(1998) 등이 있다. Katz et al.(1995)은 1981년부터 1991년의 11년 동안 영국에서 발간된 SCI 저널을 대상으로 과학 기술분야의 연구동향 특히 공동연구 동향을 분석하였다. Katz 등은 공동연구의 학제성격을 inter-field(수학-물리간의 공동연구 등), inter-disciplinary(자연과학-생명과학간의 공동연구 등), multi-disciplinary(자연과학-응용과학-생명과학간의 공동연구)의 세 가지로 구분하였다. Bourke and Butler(1998)는 1981년~1994년간 호주에서 발행되는 SCI 대상 학술지에 대하여 연구가 수행되는 조직이 속한 연구 분야와 이 조직에서 발표되는 논문이 속한 연구 분야를 비교함으로써, 조직과 논문간의 학제성격에 대해 분석하였다. Bourke and Butler는 Katz et al.(1995)이 사용한 분야분류의 체계와 명칭을 그대로 사용하였다. 국내에서 학제공동연구에 대해 분석한 설성수(1998)는 공동연구를 수직적 공동연구, 학제간 공동연구, 복합형 공동연구로 분류한 다음 학제공동연구를 중분야(수학, 물리, 화학 등)간과 중분야 내에서 이루어지는 내부형 학제공동연구와 대분야(생명과학, 공학, 사회과학 등)간에 이루어지는 외부형 학제공동연구로 구분하였다.

이러한 연구들이 갖는 공통점은 학제(學際)에 있어서 용어상의 정의와 사용상의 개념이 분리되어 있다는 점이다. 즉, 학제(interdisciplinary)를 용어의 정의대로 해석하면 2개의 discipline이 결합되어야 한다. 그러나, Katz and Hicks

(1995)의 경우 학제연구의 유형을 inter-field, inter-disciplinary, multi-disciplinary로 구분함으로써 개념상의 학제연구와 용어상의 학제연구를 분리하여 사용하였다. 설성수(1998)의 경우도 학제(學際)연구를 '다른 학문영역이 결합되는 연구'라는 개념으로 사용하고 있고, 학문의 범주에 따른 학제의 정의는 사용하고 있지 않다.

## 2. 학제의 개념과 용어의 정의

학제(interdisciplinary)의 범위는 discipline을 어떻게 정의하느냐에 따라 결정된다. 사전에서는 'discipline'을 '역사, 화학, 수학 등과 같이 대학에서 공부되는 지식의 영역'이라고 정의한다.<sup>3)</sup> 그러나 (학문)분야의 범위에 대한 명칭은 국가별로 각기 자국의 실정과 용어에 적합한 표현을 사용하고 있다.

미국의 대표적 연구지원기관인 NSF는 discipline을 수학, 물리, 화학 등의 범주로 사용하고 있다.<sup>4)</sup> Katz et al.(1995)과 Bourke and Butler(1998) 등은 수학, 물리, 화학 등을 field로, 그리고 이들을 통칭하는 자연과학을 discipline으로 사용하고 있으며, 호주의 연구지원기관인 ARC는 수학, 물리 등을 subdivision으로 지칭하고 그 아래의 분류단계를 group 및 class로 지칭하고 있다. 국내에서는 과학재단의 경우 수학, 물리, 화학을 중분야로 설정하고 있으며, 학술진흥재단은 '공학분야' 등으로 표시할 뿐 분류의 크기에 대한 용어는 사용하고 있지 않다. 과학기술정책관리연구소는 기술에 대해 분류를 하였으므로 논의의 대상인 학문에 적용할 수는 없으나 대분류, 중분류, 소분류의 순서로 기술 분류를 전개하고 있다. 이처럼 (학문 또는 연

3) Longman Dictionary of Contemporary English(1995).

4) NSF(1997) p12, p14 등.

구)분야의 크기를 나타내는 용어는 통일된 것이 존재하지 않는다. 따라서 분야의 크기를 어떻게 정하느냐에 따라 학제연구의 범주가 달라질 수 있는 것이다.

〈표 1〉 분야의 명칭과 내용

명 칭	내 용	분야수
대분야	자연과학, 생명과학, 공학	3
중분야	수학, 물리, 기계공학 등	12
세분야	대수학, 기하학, 유체역학 등	124

본 연구에서는 앞서의 설성수(1998), Katz and Hicks(1995)의 경우와 같이 학제(學際)연구의 개념을 discipline의 용어 정의와 관계 없이 '다른 학문영역이 결합된 연구'를 의미하는 것으로 정의한다. 이러한 가정 하에, 본 연구에서 사용하는 분야의 명칭과 내용(범위)은 〈표1〉과 같다.<sup>5)</sup>

### 3. 학제연구와 공동연구의 유형

학제연구를 논할 때 우리가 반드시 짚고 넘어가야 할 것이 공동연구이다. 왜냐하면 공동연구의 유형을 분석하는 과정에서 학제연구에 대한 분석이 병행되기 때문이다. 학제연구를 '하나의 연구주제에 2개 이상의 학문분야가 관련된 연구'라 정의한다면, 공동연구는 '하나의 연구주제에 2인 이상이 참여하는 연구'로 정의될 수 있다. 본 연구에서는 학제(學際)연구와 공동연구의 유형을 다음과 같이 분류하고자 한다.

〈표 2〉 학제연구와 공동연구의 유형

학문분야 연구자수	단일 분야	복수의 분야
1인	유형 I	유형 II
2인 이상	유형 III	유형 IV

유형 II와 유형 IV가 학제연구에 해당되며,<sup>6)</sup> 공동연구에는 유형 III과 유형 IV가 해당된다.<sup>7)</sup> 기존의 학제연구에서 논의되었던 것은 유형 IV에 국한된 것이며, 유형 II에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 한국과학재단이 지원하는 핵심전문연구를 대상으로 하여 아직 시도된 적이 없는 유형 II의 학제특성에 대한 분석을 시도하고자 한다.

## III. 자료의 조사 및 분류

유형 II의 분석은 개인이 수행하는 연구과제에 대한 분석과 연구자 개인의 전공분야에 대한 분석으로 구분될 수 있는데, 본 연구에서는 개인단위 연구과제의 학제특성을 분석하였다.

본 연구의 자료조사는 설문을 통해 이루어졌으며, 설문대상은 1998년도 한국과학재단 핵심전문연구<sup>8)</sup> 신규과제 연구책임자 825명을 대상으로 하였다. 설문지에는 연구책임자가 수행하고 있는 과제의 연구제목을 기재한 후, 동 연구과제와 관련된 연구분야를 그 중요도에 따라 3개까지

5) 과학재단의 연구지원분야 분류이다.

6) 유형 II와 유형 IV는 학제의 범위를 어떻게 정하느냐에 따라 세분야간, 중분야간, 대분야간 학제연구로 구분될 수 있다.

7) Katz and Martin(1997)은 학과, 대학, 부문, 국가 등 연구자가 속한 소속을 중심으로 공동연구의 유형을 분석하였다.

8) 핵심전문연구는 대학의 연구자 개인에게 연구비를 지원하는 프로그램으로서, 1998년도 신규과제는 825과제이며, 1998. 3. 1. 연구가 개시되었다.

표시하도록 하였다.<sup>9)</sup> 예를 들어 “레이저 및 화학반응을 이용한 플라스틱의 특성변화에 관한 연구”인 경우, 연구분야는 다음의 <표 3>과 같이 표시될 수 있다.

<표 3> 연구분야 표시의 예

연구 분야		
1st priority code	2nd priority code	3rd priority code
고분자소재 (polymers)	레이저 (lasers)	화학반응 (catalysis)

이러한 표기방식이 갖는 특징은 다음 두 가지로 구분될 수 있다.

첫째, 학제연구의 표기가 가능하다는 점이다. 즉 관련된 연구분야를 우선 순위에 따라 3개까지 기재할 수 있도록 함으로써 2개 이상의 연구분야가 관련된 학제연구의 연구분야를 표시할 수 있다.

둘째, 학문분야간 연계성을 파악할 수 있다. 즉, 예시로 제시한 재료공학분야의 연구를 수행하기 위해서는 레이저(물리학)와 화학반응(화학)의 도움이 필요하다는 것을 의미한다. 이와 같은 방식을 통해 조사 대상 연구과제의 학문분야간 연계성을 파악할 수 있다.

### 1. 분야별/연구성격별 응답자 분포

설문지의 회수율은 설문대상자 825명중 706명이 응답하여 85.6%의 높은 비율을 보였다. 설문대상자 중에서 4명은 연구분야를 기재하지

않았고, 연구분야를 기재한 702명중 140명은 개인연구라는 정의에 부합되지 않아 분석대상에서 제외하였다.<sup>10)</sup> 분석대상 562명의 분야별 분포를 살펴보면 전기/전자/컴퓨터분야가 110으로 가장 많고, 지구과학과 토목/건축공학이 18개로 가장 적다 (표 4 참조).

연구 성격별<sup>11)</sup>로 보면 기초가 307개로 54.6%이며, 응용이 121개로 21.5%, 경쟁전단계가 73개로 13.0%이다. 그리고 기초, 응용, 경쟁전단계의 3개중 2개 이상에 관련된 복합성격이 61개로 10.9%에 달하는 것으로 나타났다.

연구성격을 분야별로 보면, 물리학, 화학, 생물학, 기초의약학 분야에서 기초연구가 70%를 상회하고 있으며, 수학은 60%를 그리고 지구과학은 50%를 상회하는 것으로 나타나고 있다. 공학분야의 경우 토목/건축공학을 제외하고

## IV. 분석 결과

- 9) 설문지에 제시된 연구분야는 중분야 54개 및 이를 다시 세분화한 세분야 426개로 분류되어 있어, 이를 다시 한국과학재단의 연구분류 중 12개 중분야로 재분류하였다. 12개 중분야는 수학, 물리학, 화학, 자연과학, 생물과학, 농수산, 기초의약학, 재료공학, 전기/전자/컴퓨터, 기계공학, 화학공학, 토목/건축공학 등이다.
- 10) 개인이 수행하는 핵심전문연구의 경우에도 공동연구 성격의 과제도 있기 때문에, 연구계획서를 확인하여 교수 또는 외부기관 연구원이 참여하는 경우에는 분석대상에서 제외하였다.
- 11) 연구의 성격을 기초, 응용, 개발로 구분하는 것에 다소 이견이 있을 수 있으나, 아직도 통상적으로 사용되는 개념이므로 본 연구에서도 이를 그대로 사용하였다(NSB(1998) 참조). 또한 과학재단이 지원하는 연구는 거의 대학에서 수행되는 연구로서 기초적 성격이 강하므로 '개발'의 개념보다는 '경쟁전단계'의 개념이 보다 정확한 의미로 판단된다.

〈표 4〉 설문응답자의 분야별/연구성격별 분포

분 야	기초(a)	응용(b)	경쟁전(c)	복합*	계
수 학	15(62.5%)	3(12.5%)	1(4.2%)	5(20.8%)	24(100%)
물 리 학	26(78.8%)	3(9.1%)	1(3.0%)	4(12.1%)	33(100%)
화 학	33(73.3%)	4(8.9%)	3(6.7%)	6(13.3%)	45(100%)
지구과학	9(50.0%)	4(22.2%)	2(11.1%)	5(27.8%)	18(100%)
생 물 학	60(74.1%)	6(7.4%)	5(6.2%)	14(17.3%)	81(100%)
농 수 산	4(17.4%)	12(52.2%)	6(26.1%)	1(4.3%)	23(100%)
기초의약학	41(73.2%)	8(14.3%)	2(3.6%)	6(10.7%)	56(100%)
재료공학	19(40.4%)	11(23.4%)	10(21.3%)	7(14.9%)	47(100%)
전기/전자/컴퓨터	50(45.5%)	30(27.3%)	16(14.5%)	17(15.5%)	110(100%)
기계공학	25(36.8%)	23(33.8%)	16(23.5%)	5(7.4%)	68(100%)
화학공학	19(48.7%)	13(33.3%)	4(10.3%)	4(10.3%)	39(100%)
토목/건축공학	6(33.3%)	4(22.2%)	7(38.9%)	1(5.6%)	18(100%)
계	307(54.6%)	121(21.5%)	73(13.0%)	61(10.9%)	562(100%)

주 : \*복합은 기초, 응용, 경쟁전단계 중 2개 이상이 관련된 것임

는 기초연구의 비중이 가장 높은 것으로 나타나고 있지만, 비율로는 50%를 넘지 못하고 있다.

연구성격과 관련하여 한 가지 특이한 점은 지구과학과 수학분야에 있어서 기초, 응용, 개발이 2가지 이상 관련된 복합성격의 연구가 각각 27.8%와 20.8%로서 20%를 상회하고 있다는 점이다.

## 2. 분야별 학제연구의 비중

본 연구에서는 개인단위 연구를 수행하는 연구자에게 연구과제와 관련된 연구분야를 3개까지 기재하도록 하였다. 따라서 3개까지 기재한 연구분야 중에서 첫 번째로 기재한 분야와 두 번째 혹은 세 번째로 기재한 연구분야가 모두

동일한 경우 이 연구는 학제연구라고 할 수 없다. 그러나 3개의 연구분야 중에서 어느 하나라도 나머지 하나 혹은 둘과 다르다면 이 연구는 비록 개인이 수행하는 단일과제이지만 연구 내용으로는 학제연구라고 할 수 있다.

본 연구에서 실시한 조사 결과, 두 번째(2nd priority) 연구분야를 첫 번째(1st priority) 연구분야와 다른 중분야를 기재한 연구과제는 147과제로서 전체과제의 26.2%에 해당되며, 두 번째 연구분야는 첫 번째 연구분야와 동일하지만 세 번째(3rd priority) 연구분야에서 다른 중분야를 기재한 연구과제는 77과제로서 13.7%를 나타내고 있다(표 5 참조). 2번째와 3번째 연구분야를 합해 보면 전체 562과제 중에서 39.9%에 달하는 224과제가 2번째와 3번

〈표 5〉 분야별 학제연구의 비중

분야명	과제수	2번째 연구분야 에서 학제연구 과제수(비중)(1)	3번째 연구분야 에서 학제연구 과제수(비중)(2)	중분야간 학제연구 과제수(비중)(3)
수 학	24	2(8.3%)	1(4.2%)	3(12.5%)
물 리 학	33	12(36.4%)	5(15.2%)	17(51.5%)
화 학	45	17(37.8%)	6(13.3%)	23(51.1%)
지구과학	18	4(22.2%)	1(5.6%)	5(27.8%)
생 물 학	81	14(17.3%)	9(11.1%)	23(28.4%)
농 수 산	23	14(60.9%)	4(17.4%)	18(78.3%)
기초의약학	56	11(19.6%)	12(21.4%)	23(41.1%)
재료공학	47	14(29.8%)	9(19.2%)	23(48.9%)
전기/전자/컴퓨터	110	18(16.4%)	5(4.5%)	23(20.9%)
기계공학	68	22(32.3%)	17(25.0%)	39(57.3%)
화학공학	39	12(30.8%)	6(15.4%)	18(46.2%)
토목/건축공학	17	7(41.2%)	2(11.7%)	9(52.9%)
계	562	147(26.2%)	77(13.7%)	224(39.9%)

- 주) (1) 2번째 연구분야에서의 학제연구비중은 2번째 연구분야에서 1번째 연구분야 이외의 중분야를 기재한 경우임(단위: 과제수, %)  
 (2) 3번째 연구분야에서의 학제연구비중은 2번째 연구분야는 1번째 연구분야와 동일분야이지만 3번째 연구분야에서 해당분야 이외의 중분야를 기재한 경우임  
 (3) 중분야간 학제연구 비중(3)은 (1)과 (2)를 합계한 것임

제 연구분야에서 적어도 한번 이상 다른 중분야를 연구분야로 기재하였음을 알 수 있다. 이는 과학재단의 핵심전문연구과제 중에서 공동연구성격을 제외한 개인연구과제 562개중 약 40%는 중분야간 학제연구에 해당된다는 것을 의미한다. 분야별 학제연구의 비중을 살펴보면, 농수산이 78.3%로 가장 높으며, 기계공학 57.3%, 토목/건축공학 52.9%, 물리학 51.5%, 화학 51.1%순 이고 수학이 12.5%로서 가장 낮은 것으로 나타나고 있다.

이러한 현상을 단순하게 해석하면 학제연구에 대한 지원을 강화하기 위해서는 학제연구성향

이 높은 분야에 대한 지원이 우선되어야 하는 것으로 해석될 수도 있다. 그러나 학제연구를 강화하기 위해서는 역으로 학제연구의 비중이 가장 낮은 수학에 대한 지원도 동시에 강화되어야 한다. 이에 대한 논의는 다음의 연구분야간 연계구조에서 살펴보도록 한다.

### 3. 연구분야간 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 연구분야

가 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 입장에

〈표 6〉 개인연구의 분야간 지식 유입/유출구조

(단위: 건수, ( )는 해당건수의 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)									3 (6.3)	1 (2.1)			4 (8.3)	2
2.물리학 (33)	1 (1.5)		6 (9.1)				1 (1.5)	7 (10.6)	9 (13.6)	1 (1.5)	1 (1.5)		26 (39.4)	7
3.화학 (45)	1 (1.1)	4 (4.4)			8 (8.9)		5 (5.6)	11 (12.2)			3 (3.3)		32 (35.6)	6
4.지구과학 (18)					4 (11.1)						1 (2.8)		5 (13.9)	2
5.생물학 (81)	1 (0.6)		5 (3.1)			3 (1.9)	11 (6.8)			1 (0.6)	3 (1.9)	1 (0.6)	25 (15.4)	7
6.농수산 (23)	1 (2.2)		2 (4.3)	1 (2.2)	7 (4.3)		2 (4.3)		4 (8.7)	1 (2.2)	4 (8.7)	2 (4.3)	24 (52.2)	9
7. 기초의약학(56)	2 (1.8)		1 (0.9)		21 (18.8)	1 (0.9)			1 (0.9)	1 (0.9)	1 (0.9)		28 (25.0)	7
8.재료공학 (47)	1 (1.1)	5 (5.3)	8 (8.5)		1 (1.1)				4 (4.3)	3 (3.2)	5 (5.3)		27 (28.7)	7
9.전기/전자/컴퓨터 (110)	3 (1.4)	7 (3.2)					1 (0.5)	3 (1.4)			14 (6.4)		28 (12.7)	5
10.기계공학 (68)	4 (2.9)	3 (2.2)					3 (2.2)	10 (7.4)	16 (11.8)		8 (5.9)	2 (1.5)	46 (33.8)	7
11.화학공학 (39)		1 (1.3)	2 (2.6)		8 (10.3)	2 (2.6)	1 (1.3)	6 (7.7)	2 (2.6)	1 (1.3)		3 (3.8)	26 (33.3)	9
12.토목/건축공학 (18)	1 (2.8)			3 (8.3)					1 (2.8)	3 (8.3)	4 (11.1)		12 (33.3)	5
outflow 분야수	9	5	6	2	6	3	7	5	8	9	9	4		

- 주) 1. cell 내의 숫자는 주 연구분야의 과제에서 표시한 외부분야의 개수를 나타냄
- 2. ( )내의 숫자는 %임. 예시) 수학의 inflow 8.3%=(4÷(24\*2))\*100
- 3. inflow와 outflow의 분야수는 관련된 중분야수를 나타냄



서는 b분야와 c분야로부터 지식이 유입(inflow)된다는 것을 의미하며, b분야와 c분야의 입장에서는 a분야로 지식이 유출(outflow)된다는 것을 의미한다.

〈표 6〉은 세로축에 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 6〉이 의미하는 바는 '1. 수학'의 경우 24개의 과제 중 두 번째 연구분야와 세 번째 연구분야에서 전기/전자/컴퓨터, 기계공학 분야의 지식을 필요로 하는 경우가 각각 3개, 1개인 것을 나타낸다. 이 경우 전기/전자/컴퓨터분야와 기계공학분야로부터 수학분야로의 지식유입(inflow)은 8.3%<sup>12)</sup>가 된다. 마찬가지로 '2. 물리학' 연구는 수학, 화학 등 7개 분야의 연구를 필요로 하며, 외부분야로부터 유입되는 연구분야의 비중은 39.4%에 달한다.

따라서 분야별 지식의 유입구조를 살펴보면, 농수산분야가 총 9개 분야로부터 지식이 유입되고 있으며 그 비중은 52.2%로서 가장 높게

타 분야로부터 지식의 유입이 가장 적은 분야는 수학분야로서 2개 분야에서 8.3%의 비중을 나타내고 있다.

이제 세로줄이 의미하는 바에 대해 살펴보자. 세로줄의 'a 수학'은 수학분야의 연구가 물리학에도 사용되며, 화학에도 사용되어 총 9개 분야에 걸쳐 사용된다는 것을 나타낸다. 또 세로줄 'b 물리'도 물리학분야의 연구가 화학, 재료공학 등 5개 분야에 걸쳐 사용된다는 것을 의미한다. 이는 달리 말해서, 수학분야의 지식이 수학이외의 9개 분야에 유출(지원)되며, 화학분야의 지식이 5개 분야에 유출된다는 것을 의미한다. 다른 분야에 대해 지원을 가장 많이 하는 분야는 수학, 기계공학, 화학공학으로서 9개의 다른 분야에 대해 연구를 지원하고 있으며, 그 다음으로 전기·전자·컴퓨터분야가 8개, 기초의약학분야가 7개 분야에 도움을 주는 것으로 나타나고 있다.

〈표 7〉은 한 분야에서 다른 분야로 지식의 상대적 유입과 유출을 나타내고 있다. 유입이 유출보다 많은 분야는 물리학, 화학, 생물학, 농

〈표 7〉 학제연구의 중분야간 연계구조(분야 수 기준)

구 분	분 야(유입분야:유출분야)
유입이 많은 분야	물리학(7:5), 화학(6:5), 생물학(7:6) 농수산(9:3), 재료공학(7:5), 토목/건축(5:4)
유출이 많은 분야	수학(2:9), 전기/전자/컴퓨터(5:8), 기계공학(7:9)
동일한 분야	지구과학(2:2), 기초의약학(7:7), 화학공학(9:9)

나타나고 있다. 그 다음으로 물리, 화학, 기계공학, 화학공학, 토목/건축공학의 경우 5~9개 분야로부터 지식이 유입되고 있고 그 비중은 모두 30%를 상회하는 것으로 나타나고 있다.

수산, 재료공학, 토목/건축의 6개 분야이다. 그 중 농수산은 9개 분야로부터 지식이 유입되고 오직 3개 분야에만 지식이 유출되고 있어 여타 분야의 도움을 가장 많이 받는 것으로 나타났

12) 2번째와 3번째 연구분야에서 총 기재 가능한 경우의 수는 48번(24과제\*2)인데, 이중 전기/전자/컴퓨터가 3번, 기계공학이 1번 포함 4번의 다른 분야가 기재되었으므로 4÷48=8.3%가 된다.

다. 반면에 수학은 2개 분야로부터 지식이 유입되고 9개 분야에 지식이 유출되는 것으로 나타나 다른 분야의 발전에 중요한 지원역할을 하는 것으로 나타났다. 지구과학, 기초의약학, 화학공학 등은 지식의 유입분야와 유출분야가 동일하나, 지구과학은 분야간 연관관계가 가장 낮고, 화학공학은 가장 높게 나타났다.

이와 같은 연구과제의 분야간 연계구조가 의미하는 바는 다음과 같다.

첫째, 이공학분야의 연구는 서로 밀접하게 연결되어 있다. 즉, 특정 분야를 발전시키기 위해서는 특정 분야의 연구를 지원하는 다른 분야에서의 발전이 같이 이루어져야 한다는 것을 의미한다. 예를 들어 전기/전자/컴퓨터분야의 연구를 중점적으로 지원하고자 하는 경우, 전기/전자/컴퓨터분야 뿐만 아니라 전기/전자/컴퓨터분야에 지식이 유입되는 수학, 물리학, 기초의약학, 재료공학, 기계공학분야의 발전이 병행되어야 한다. 또한 수학, 물리학, 기초의약학, 재료공학, 기계공학분야의 발전이 이루어지기 위해서는 이들 분야에 지식이 유입되는 분야에서의 발전이 병행되어야 하는데, 이들 5가지 분야에 대해 지식을 지원하는 분야는 지구과학을 제외한 11개 분야가 모두 해당된다. 이는 특정 분야에 대한 중점지원이 효과를 발휘하기 위해서는 이공학 전 분야의 균형적 발전을 필요로 한다는 것을 의미한다.

둘째, 이공학분야의 연구에 있어서 기초과학은 매우 중요하다. 우리의 어려워진 경제사정, 심화되는 국제경쟁 그리고 한정된 연구자원을 감안할 때 수학, 물리, 화학 등의 기초과학보다는 전기/전자/컴퓨터, 기계 등 공학분야에 대한 지원이 보다 국가경제에 기여할 것으로 인식될 수 있다. 그러나 기초과학분야에서의 지원이 없으면 산업경쟁력 강화에 기여하는 연구 또한 원활하게 이루어질 수 없다는 것을 <표 6>은

보여주고 있다. 따라서 기초과학에 대한 지원은 간접적이지만 산업경쟁력을 제고시키기 위해서는 기초과학에 대한 정부의 지원이 강화되어야 할 것이다.

셋째, <표 6>를 이용하여 학문의 특성을 유추할 수 있다. 예를 들어, 물리분야연구의 경우 물리분야로 지식이 유입(inflow)되는 분야가 7개인데 비하여 물리분야로부터 지식이 유출(outflow)되는 분야는 5개로 나타나고 있다. 이는 현재의 물리분야 연구가 이론물리 보다는 응용물리분야에서 왕성하여(예, 반도체, 소재 등) 외부분야의 연구가 많이 필요한 반면, 타 분야에 이론적 기반을 제공하는 이론물리의 연구가 상대적으로 적음을 알 수 있다. 또한 지구과학 분야도 해양, 대기 등 복합영역의 연구보다는 지질 등 단순 영역의 연구가 상대적으로 활발하여 타 분야와의 연계가 별로 이루어지고 있지 않은 것으로 해석될 수 있다.

#### IV. 결론 및 정책제언

일반적으로 학제연구는 공동연구에 포함되는 개념으로 인식되어 왔다. 본 연구는 개인연구에서 학제연구가 가능한 것인지, 어느 정도로 이루어지고 있는지, 그리고 학문분야간 상호 관련성은 어떤 특성을 갖는지 등에 대하여 분석하였다. 본 연구의 분석은 몇 가지 중요한 시사점을 제시하고 있다.

첫째, 우리는 이제까지 개인연구의 학제성격은 전혀 고려하지 않았다. 그러나, 개인연구에서도 학제연구가 존재한다. 과학재단이 지원하는 개인단위 연구과제 562건을 조사한 결과, 중분야간 학제연구가 약 40%에 달하는 것으로 나타났다. 이는 우리 나라의 연구동향이 여러 학문분야가 복합된 영역으로 나아가고 있다는

것을 의미하며, 이러한 추세를 반영한 연구지원 정책이 수립되어야 한다는 것을 의미한다. 예컨대, 대부분의 연구지원기관은 과제선정을 위하여 동료평가(peer review) 또는 위원회평가(committee review)를 실시하고 있다. 그러면 40%에 달하는 학제연구는 어떻게 평가하여야 할 것인지 신중한 정책적 고려와 평가방법에 대한 보완이 있어야 할 것이다.

둘째, 학제연구의 분야간 연계구조에서 보는 것과 같이 이공학의 모든 분야는 각기 다른 분야에 도움을 주고, 또 다른 분야로부터 도움을 받아 연구가 이루어진다. 어느 한 분야의 발전을 위해서는 다른 분야의 균형적 발전이 뒷받침되어야 한다. 이는 기초연구 혹은 대학연구에 있어서 특정분야에 편중되지 않은, 연구과제의 탁월성에 입각한 분야별 균형지원정책의 중요성을 실증적으로 입증하는 것으로 해석될 수 있다. 특히 IMF 등 저간의 사회적 여건 변화를 이유로 기초과학에 대한 지원을 축소되지 않았으면 한다. 기초과학에 대한 지원은 기초과학의 발전에서 끝나는 것이 아니라 산업경쟁력을 뒷받침하는 근원이기 때문이다.

셋째, 학제연구의 개념을 보다 명확히 할 필요가 있다. 본 연구에서는 학제연구의 개념에 있어서 분야의 범위를 주요 논의의 대상으로 하였다. 그러나 또 한가지 고려해야 할 측면은 2개 이상의 분야가 관련되었을 때 각 분야가 얼마만큼의 상대적인 비중을 가져야 학제연구로 인정될 수 있는가 하는 것이다. 즉, a, b 분야가 관련되었을 때, a분야 50%, b분야 50%가 되어야 학제인지 아니면 a분야 95%, b분야 5%가 되어도 학제연구로 인정될 수 있는 것인지에 대한 개념적 정의가 이루어져야 할 것이다. 이러한 정의가 명확히 이루어져야 학제연구에 대한 구체적인 평가방안이 도출될 수 있기 때문이다.

넷째로, 본 연구에서는 개인연구의 학제연구에 있어서 분야간 지식의 유입(inflow)과 유출(outflow)을 살펴보았다. 그러나 공동연구이면서 학제연구인 유형Ⅳ의 경우 학제특성에 관한 후속연구가 이루어져야 할 것이다. 학제연구에 대한 지원정책이 효율적으로 이루어지기 위해서는 개인연구뿐만 아니라 공동연구의 학제특성 파악이 선결과제이다.

끝으로, 외국의 학제연구에 있어서 분야간 연계를 파악하는 것이 가능하다면, 이를 국내의 분야간 연계와 비교함으로써 우리의 연구지원 방향 결정에 중요한 자료로 활용할 수 있을 것이다.

## 參 考 文 獻

- 설성수, "과학기술자의 공동연구에 대한 인식 조사," 「기술혁신학회 정기학술대회」, 1998. 5.
- 송충한, "21세기 대비 기초과학정책의 방향," 「기술혁신학회지」, 제 1권 제 2호, 1998. 7., pp. 262~274.
- Bourke, Paul and Linda Butler, "Institutions and the Map of Science: Matching University Departments and Fields of Research", *Research Policy*, Vol. 26, 1998, pp. 711-718.
- Hearley, P., H. Rothman and P. K. Hoch, "An Experimental in Science Mapping for Research Planning", *Research Policy*, Vol. 15, 1986, pp. 233-251.
- Katz, J. Sylvan, Diana Hicks, Margaret Sharp, and Ben R. Martin, *The Changing Shape of British Science*, SPRU, Brighton, 1995.
- \_\_\_\_\_ and Diana Hicks, "The Classification of International Journals: A New Approach", in Katz, J. Sylvan, Diana Hicks, Margaret Sharp, and Ben R. Martin, *The Changing Shape of British Science*, SPRU, Brighton,

- 1995.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, "How Much is Collaboration Worth? A Culibrated Bibliometric Mode", *Scientometrics*, Nov/Dec, 1997, pp. 541-554.
- \_\_\_\_\_ and Ben R. Martin, "What is Research Collaboration?", *Research Policy*, Vol. 26, 1997, pp. 1-18.
- Kodama, F., "Technology Fusion and the New R&D", *Harvard Business Review*, 1992, July-August, pp. 70-78.
- McCain, Katherine, W., "The Structure of Biotechnology R&D", *Scientometrics*, Vol. 32, No. 2, 1995, pp. 153-175.
- NSERC, Action plan on recommendations to NSERC from the workshop on the needs of next generation of Canadian university research, 1997. (<http://www.nserc.ca/pubs/next.htm>)
- NSB, *Science and Engineering Indicators*, 1998.
- NSF, *Guide to Programs*, 1997.
- Peters, H. P. F. and A. F. J. van Raan, "Co-word-based Science Maps of Chemical Engineering. Part 1: Representations by Combined Clustering and Multidimensional Scaling", *Research Policy*, Vol. 22, 1993, pp. 23-45.
- \_\_\_\_\_ "Co-word-based Science Maps of Chemical Engineering. Part 2: Representations by Combined Clustering and Multidimensional Scaling" *Research Policy*, Vol. 22, 1993, pp. 47-71.
- Tijssen, Robert J. W., "A Quantitative Assessment of Interdisciplinary Structures in Science and Technology: Co-classification Analysis of Energy Research", *Research Policy*, Vol. 21, 1992, pp. 27-44.
- Todorov, R., "Representing a Scientific Field: a Bibliometric Approach", *Scientometrics*, Vol. 15, No. 5-6, 1989, pp. 593-605.
- \_\_\_\_\_ "Displaying Content of Scientific Journals: a Co-heading Analysis", *Scientometrics*, Vol. 23, No. 2, 1992, pp. 319-334.
- \_\_\_\_\_ and M. Winterhager, "Mapping Australian Geophysics: A Co-heading Analysis", *Scientometrics*, Vol. 19, No. 1-2, 1990, pp. 35-56.