

학술지 인용과 웹 링크 분석을 통한 과학기술분야의 학제성 비교 연구

A Comparative Study on Interdisciplinarity in the Fields of Science and Technology Based on Journal Citation and Web Link Analyses

정호연(Ho-Yeun Jung)*, 정영미(Young-Mee Chung)**

초 록

이 논문에서는 학술지 인용 데이터와 웹 링크 데이터를 이용하여 8개 과학기술 분야의 학제적 구조를 파악하고 각 학문분야 간 학제성을 비교하였다. 분석 대상이 되는 학술지와 웹 페이지의 주제적 성격을 파악하기 위해 기존의 과학기술 분류체계를 재구성하여 이용하였다. 이 연구에서 학제성은 여러 학문분야 간 학제적 연결의 측면에서 파악하였으며, 학제성의 정도는 연관 학문분야의 수로 측정된 학제적 다양성과 자기인용률에 의해 평가하였다. 분석 결과 학술지 인용 분석에서는 밝혀내지 못한 새로운 학제적 연결을 웹 링크 분석에 의해 파악하였으며, 이를 통해 웹 링크 분석이 학제성을 연구하는 수단으로서 유용함을 알 수 있었다. 또한 인용 분석과 링크 분석에서 모두 자연과학 분야에 비해 공학 분야의 학제성이 대체로 더 높게 나타났다.

ABSTRACT

This study identifies the interdisciplinary structures of 8 scientific disciplines in science and technology using the data from journal citations and web links, and compares the interdisciplinarity among these scientific disciplines. The interdisciplinarity refers to interdisciplinary connections among scientific fields and the degree of interdisciplinarity is measured by the number of associated fields and the rate of self-citation. A re-arranged classification scheme for science and technology was adopted to identify subject categories of journals and web pages. Web link analysis revealed a few additional interdisciplinary connections that were not identified by the journal citation analysis, thus demonstrating that it is useful means of investigating the interdisciplinarity of scientific fields. Besides, in most of the cases the interdisciplinarity of the engineering fields were found greater than that of the fields in natural sciences in both analyses.

키워드: 학제적 구조, 학제성, 학술지 인용 분석, 웹 링크 분석, 하이퍼링크
interdisciplinary structure, interdisciplinarity, journal citation analysis,
web link analysis

* 연세대학교 대학원 문헌정보학과 (essie914@naver.com)

** 연세대학교 문헌정보학과 교수 (ymchung@yonsei.ac.kr)

1. 서론

21세기에 들어서면서, 과거와는 다르게 현대사회의 여러 분야의 문제들은 해당 학문분야의 지식만으로는 해결하기 어려워졌다. 문제의 종류와 성격에 따라서 정도의 차이가 존재하지만 연구자들은 다른 학문분야의 지식이나 연구방법론을 빌려 새로운 시각에서 문제를 고찰하고, 이들을 통합하여 적절한 해결방안을 개발하고 있다. 이러한 시도들은 상이한 학문분야로부터의 지식 및 개념이나 방법론의 통합을 기초로 하는 학제적 연구가 다양한 측면에서 많이 유용할 것이라는 가정에서 비롯되었다.

학제적 연구는 하나의 학문분야나 해당 분야의 전문가들에 의해서 적절하게 다루어지기에는 범위가 너무 넓거나 해결되기 어려운 주제를 연구하는 과정으로 정의된다(Klein and William 1998). 하나의 학문분야에 기반하고 있는 연구와 비교하여 학제적인 성격의 연구는 두 가지 이유에서 의미가 있다. 첫째, 상이한 학문분야의 다양한 배경과 지식을 가지고 있는 연구자들은 보다 학제적이고 창의적인 연구결과를 생산한다(Carayol and Nguyen Thi 2004). 둘째, 학제적인 연구는 기본적으로 문제해결을 목표로 하고 있으며 따라서 보다 응용 가능한 연구결과를 이끌어내는 경향이 있다(Schmoch et al. 1994).

학제적 성격의 연구가 증가함에 따라, 학제성의 정도를 측정하여 연구의 학술적 가치를 평가하거나, 기존 학문분야 뿐 아니라 새롭게 등장하는 학문분야의 학제적 구조를 파악하려는 연구가 최근 많이 수행되고 있다. 학제성(interdisciplinary)을 어떤 수준으로 정의하여, 어떤 단위 기준으로 측정하는가에 따라서 여러 접근방법이 존재한다. 계량정보학적 접근방법에 기초하는 학제성에 관한 대부분의 연구는 학제적인 정보 이동은 지식이 여러 학문분야 간에 존재하는 경계를 넘나들 때 관찰된다고 가정하고 있으며, 이러한 정보의 이동은 연구자 집단의 지적(intellectual) 이동(Hargens 1986; Urata 1990), 연구자 집단의 협력 형태(Qin, Lancaster, and Allen 1997; Bordons et al. 1999), 학술 데이터베이스 내 학술지에 부여된 주제범주(Rinia et al. 2001; Morillo, Bordons & Gomez 2001), 그리고 학술적 커뮤니케이션의 가장 대표적인 수단으로서의 학술지의 인용(Porter and Chubin 1985; Tomov and Mutafov 1996; Morillo, Bordons, and Gomez 2001; Sanz-Casado et al. 2004; Tang 2004; Goldstone and Leydesdorff 2006; Sanz-Menedez, Bordons, and Zulueta 2001; Rinia, van Leeuwen, and van Raan 2002) 혹은 동시인용(Schwechheimer and Winterhager 2001)을 통하여 파악되어 왔다.

여러 학계에서 학제적 연구를 추구하는 최근의 현상은 각 학문분야의 발전을 위한 학제적인 연구의 중요성을 반영하고 있다. 다양한 학문분야가 학제성 관련 연구의 대상이 되어 왔지만, 대부분의 연구는 인문학이나 사회과학보다는 자연과학이나 공학, 또는 유전학, 뇌과학, 나노과학 등과 같은 새롭게 등장하는 학문분야를 대상으로 하고 있으며, 실제로 대부분의 연구에서 인문학과 사회과학에 속하는 학문분야는 과학에 속하는 학문분야와 비교하여 학제성이 낮은 것으로 보고되었다(Hargens 1986; Qin, Lancaster, and Allen 1997; Morillo, Bordons, and Gomez 2003; Rinia, van Leeuwen, and van Raan 2002).

학문분야의 증가하는 학제성을 주제로 다룬 연구는 어떤 계량적 접근방법을 사용하든지 간에 대체적으로 분석의 단위를 학술지나 학술지에 실린 논문으로 삼고 있다. 이 연구에서는 학술지의 인용과 함께 학회 웹 사이트로 향하는 웹 링크를 이용하여 학제성을 측정하였다. 즉, 전통적인 학술적 커뮤니케이션의 수단으로 사용되었으며 계량서지학 연구들에서 많이 다루어져 온 학술지와 함께 특정 학문분야의 대표 학회 웹 사이트를 학술적 커뮤니케이션의 새로운 수단으로 선정하여 분석하였다.

이 연구에서는 학술지 인용 분석과 웹 링크 분석을 통해 자연과학과 공학 내 8개 학문분야를 대상으로 학제적 구조의 패턴을 분석하고, 학문분야 간 학제성을 비교하고자 한다. 또한 학술지 인용과 비교하여 학제성을 파악하기 위한 수단으로서의 웹 링크의 유용성을 입증하고자 한다.

2. 연구 설계

2.1 연구 개요

이 연구에서는 자연과학에 속하는 3개 학문과 공학에 속하는 5개 학문을 연구대상 분야로 선정하고, 각 학문분야에 대해 학술지 인용 분석 및 웹 링크 분석을 수행하였다. 이 연구의 가설은 다음과 같다.

가설 1. 웹 링크 분석은 학술지 인용 분석에서 밝혀지지 않는 새로운 학제적 연결을 파악할 것이다.

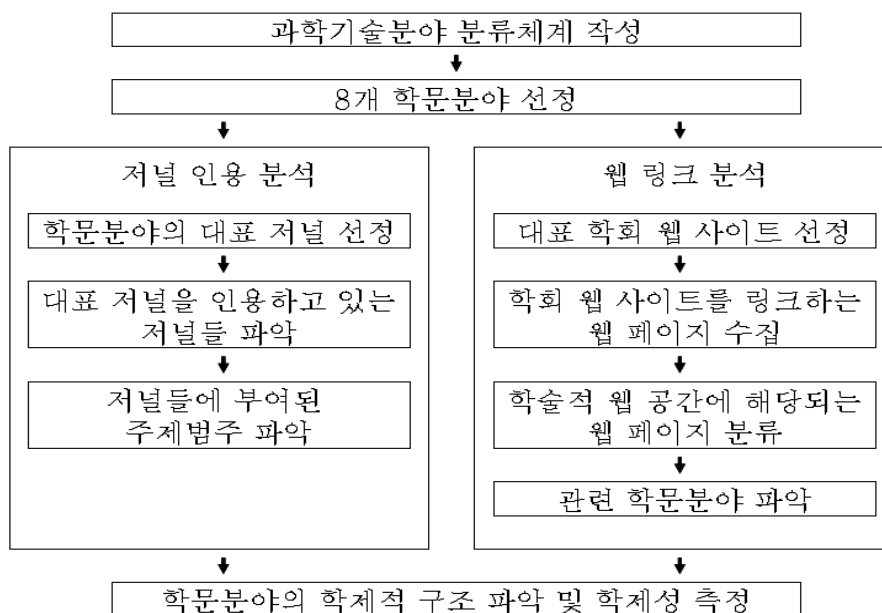
가설 2. 자연과학에 속하는 학문분야와 공학에 속하는 학문분야는 학제성의 정도에 있어 차이가 있을 것이다.

먼저, 학문분야 간 경계를 명확하게 구분하기 위하여 SCI에서 부여하는 주제범주를 기반으로 선행연구와 미국 대학의 학부 및 학과 구분을 참고하여 학문분야 분류체계를 재구성하였다. 분류체계를 작성한 후에, 여기에 포함되어 있는 학문분야 중에서 자연과학에 속하는 물리학, 수학, 화학과 공학에 속하는 의공학, 전기·전자공학, 재료공학, 컴퓨터공학, 화학공학을 대상으로 연구하였다. 본 연구에서는 자연과학 내 학문분야와 공학 내 학문분야는 학제성의 정도가 차이가 존재할 것이라고 가정하였고, 따라서 자연과학과 공학의 학문분야 중 비교적 확립된 학문분야인 동시에 대표 학회 웹 사이트가 존재하는 학문분야를 선정하였다.

학술지 인용 분석은 SCI에 등재된 학술지 중에서 JCR(Journal Citation Report)을 이용하여 각 학문분야의 대표 학술지를 IF(Impact Factor)를 기준으로 선정하고, 이 학술지를 인용하고 있는 학술지에 부여된 주제범주를 파악하여 수행하였다.

웹 링크 분석은 크게 두 단계로 나누어 수행하였다. 우선, 상용 검색엔진인 Google을 이용하여 각 학문분야의 학회 웹 사이트를 검색한 후 검색결과 순위를 고려하여 대표 학회 웹 사이트를 선정하였다. 학회 웹 사이트를 선정한 후에는 LexiURL Searcher를 이용하여 이

들 웹 사이트를 링크하고 있는 웹 페이지를 수집한 후, 페이지 유형을 파악하여 학술적 웹 공간에 해당되는 웹 페이지를 대상으로 연관성 있는 학문분야를 파악하였다. 연구 개요는 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 연구 개요

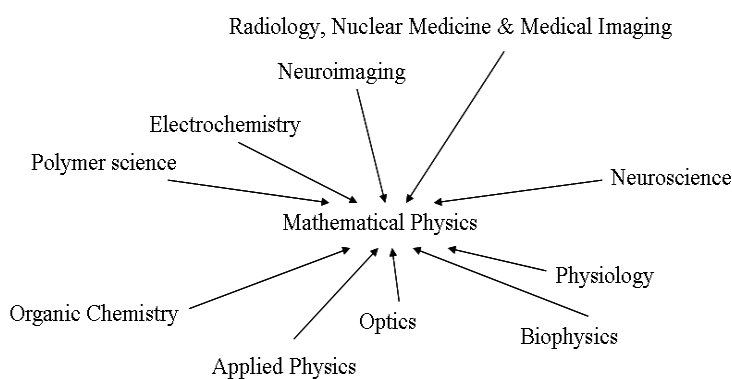
2.2 학문분야 분류체계의 작성

SSCI나 SCI와 같은 인용 색인 데이터베이스에 등재된 학술지를 대상으로 하여 학문분야의 학제적 구조를 파악하고 학제성을 측정하는 기존의 연구들은 인용 색인 데이터베이스에서 학술지에 부여하는 주제범주를 다양하게 이용하고 있다. 많은 연구들이 이 주제범주의 수준을 그대로 이용하였고(Rinia et al. 2001; Sanz-Menendez, Bordons, and Zulueta 2001; Sanz-Casado et al, 2004), 보다 세부적인 수준의 학제성을 측정하고자 의도한 연구는 각각의 주제범주들을 묶어 몇 개의 클래스로 재구성하기도 하였다(Morillo, Bordons and Gomez 2003).

SCI에서 학술지에 부여하는 주제범주를 그대로 이용할 경우 여러 주제범주들의 수준이 일관적이지 않다는 문제점이 있다. 예를 들어 Biology와 Environmental Biology의 경우, 동일한 수준의 주제범주로 취급되고 있으나 사실 Biology는 Environmental Biology보다 상위의 학문분야라고 할 수 있고, 수학 내의 주제범주는 Mathematics, Applied Mathematics, Interdisciplinary Mathematics가 있으나, 화학과 관련한 주제범주는 Chemistry 없이, Analytical Chemistry, Applied Chemistry, Inorganic & Nuclear Chemistry, Multidisciplinary Chemistry, Organic Chemistry, Physical Chemistry 등으

로 구성되어 있어 이 경우 또한 특정 학문분야의 하위 주제범주들에서도 일관성이 부족하다는 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 주제범주 간의 일관성을 최대한 유지하고, Morillo, Bordons, and Gomez(2003)의 연구에서와 마찬가지로 학제성을 좁은 범위의 학제성과 넓은 범위의 학제성의 두 가지 수준으로 파악하기 위해서 새롭게 전체 주제범주를 재구성하여 각각의 클래스 아래에 주제범주들이 포함되도록 하였다. 즉, 학술지 인용 분석과 웹 링크 분석에서 파악되는 학문분야는 <그림 2>와 <그림 3>과 같이 두 가지 수준에서 분석되었다. 학술지 인용 분석에서 파악된 Mathematical Physics의 주요 학술지를 인용하고 있는 다른 학술지에서 파악된 주제범주들이 <그림 2>와 같다고 할 때, 주제범주의 수준에서는 파악될 수 없는 클래스 간 관련성을 반영하는 넓은 범위의 학제성이 <그림 3>에서와 같이 파악될 수 있다. Mathematical Physics와 동일한 Physics 클래스에 속하는 Applied Physics와 Optics와의 학제적 연결은 Organic Chemistry나 Physiology와 같이 서로 다른 클래스에 속하는 주제범주들과의 학제적 연결과는 연결의 강도가 다르다.

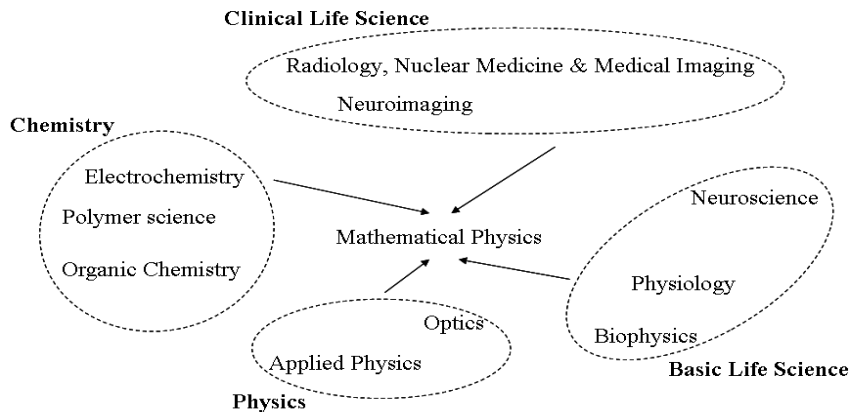


<그림 2> 좁은 범위의 학제성 파악

2.3 학술지 인용 데이터 수집

SCI에 등재된 학술지 중에서 8개 학문분야와 관련된 주제범주들의 대표 학술지를 IF를 기준으로 하여 선정한 후, 이들을 인용하는 학술지를 검색하여 이 학술지에 부여된 주제범주를 파악하였다. 이 연구에서는 각 학문분야의 대표 학술지를 인용하는 학술지의 총수가 평균 95개가 되도록 조정하였다. 각 주제범주의 대표 학술지의 수는 해당 학문분야 내 포함되어 있는 주제범주의 수에 따라 다르게 선정하였는데, 주제범주가 한 개인 학문분야의 경우에는 대표 학술지를 9개로 선정하였고, 주제범주가 2개 이상인 학문분야는 주제범주 당 3개의 대표 학술지를 선정하였다.

학문분야 내 주제범주가 두 개 이상일 때는, 각 주제범주를 대표하는 학술지가 중복되는



<그림 3> 넓은 범위의 학제성 파악

경우가 많고, 이들을 인용하고 있는 학술지 또한 중복되는 경우가 많기 때문에, 각각의 학술지를 파악할 때 중복된 학술지를 피하여 선정하였고 대표 학술지는 IF를 기준으로, 이들을 인용하는 학술지는 인용하는 총 빈도를 기준으로 수집하였다.

8개 학문분야에 부여된 SCI 주제범주 수, 주제범주당 대표 학술지의 수, 대표 학술지를 인용한 학술지의 수 등을 <표 1>과 같다.

<표 1> 각 학문분야 대표 학술지를 인용하는 학술지 총수

학문분야	학문분야 내 주제범주 수	각 주제범주 당 대표 학술지 수	대표 학술지를 인용한 학술지 수	인용한 학술지 총수
물리학	8	3	4	96
수학	3	3	10	90
화학	7	3	5	105
의공학	1	9	10	90
전기·전자공학	1	9	10	90
재료공학	8	3	4	96
컴퓨터공학	7	3	5	105
화학공학	1	9	10	90

2.4 웹 링크 데이터 수집

자연과학과 공학 내 8개 학문분야의 대표 학회 웹 사이트를 검색하기 위하여 상용 검색 엔진인 Google을 이용하였다. 본 연구에서는 Google 검색창에 학문분야명과 학회를 의미하는 “society”를 함께 입력함으로써 각 학문분야의 대표 학회 사이트를 검색할 수 있었다. 입력한 학문분야와 관련된 여러 종류의 학회들이 검색되었는데 상위에 랭크되는 웹 사이트를 우선적으로 선택하되, 검색되는 각 학문분야 내 여러 학회 중에서도 미국과 영국, 캐나다와 같은 영어권 국가의 학회를 대상으로 데이터로 수집하였다. 수집된 각 학문분야의 학회 웹 사이트는 아래의 <표 2>와 같다.

<표 2> 각 학문분야의 대표 학회와 URL

학문분야	학회	URL
물리학	American Physical Society	http://www.aps.org
수학	American Mathematical Society	http://www.ams.org
화학	American Chemical Society	http://www.chemistry.org
의공학	Biomedical Engineering Society	http://www.bmes.org
전기·전자공학	Institute of Electrical & Electronics Engineers	http://www.ieee.org
재료공학	The Materials Information Society	http://www.asminternational.org
컴퓨터공학	IEEE Computer Society	http://www.computer.org
화학공학	American Institute of Chemical Engineers	http://www.aiche.org

수집된 학회의 웹 사이트를 시작점으로 LexiURL Searcher를 이용하여 각각의 학회 웹 사이트를 링크하고 있는 다른 웹 페이지들을 수집하였다. LexiURL Searcher는 웹 상에서 특정 상용 검색엔진으로 두 개 이상의 질의를 보내어 URL 링크 리스트를 생성할 때 유용하게 사용될 수 있는 웹 데이터 수집 도구이다. LexiURL Searcher에서는 Google과 Yahoo!, MSN live search 중 한 가지 검색엔진을 사용하여 각각의 학회 웹 사이트를 링크하고 있는 다른 웹 페이지들을 수집할 수 있는데, 여기서는 Yahoo! 검색엔진을 선택하였다.

수집된 웹 페이지들은 각각의 웹 페이지에 대한 학문분야를 파악하기 전에, 우선 학술적 웹 공간과 비학술적 웹 공간으로 분류되었다. 웹 페이지를 분류한 다음 학술적 웹 공간으로 정의된 웹 페이지에 대해서 학문분야를 파악하였다. 학문분야를 파악할 때는 본 연구를 위해 재구성된 학문분야 분류체계를 참고하여, 일차적으로는 SCI의 주제범주 수준으로 파악하였고, 이를 다시 클래스 수준에서 파악하였다.

웹에 존재하는 수많은 웹 사이트는 다양한 목적을 가진 여러 유형의 개인이나 집단에 의해서 생성되며 이들 웹 사이트 내의 웹 페이지들 또한 마찬가지로 할 수 있다. 웹 페이지에는 많은 정보들이 담겨 있어 이러한 정보 중에서 각 웹 페이지의 학문분야를 파악하는 데 필요한 정보를 이용하였다. 이 과정에서는 <표 3>에 기술된 웹 페이지 내 정보를 고려하였다.

<표 3> 학술적 웹 페이지의 학문분야 파악 시 고려사항

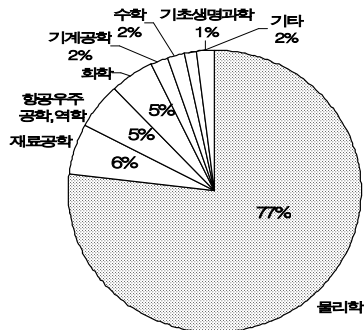
학술적 웹 공간의 웹 페이지 유형	학문분야의 파악 시 고려사항
협회 웹 사이트 내 웹 페이지	협회, 전자학술지, 학회의 공식 명칭을 참고한다.
전자학술지 웹 사이트 내 웹 페이지	
학회 웹 사이트 내 웹 페이지	공식명칭으로 학문분야를 파악할 수 없는 경우, 웹 사이트의 학회소개를 참고한다.
대학 학과 웹 사이트 내 웹 페이지	학과명을 우선적으로 참고한다.
	chemical & biological engineering과 같이, 여러 개의 학문분야가 통합되어 하나의 학과가 존재하는 경우, 통합된 각각의 학문분야를 독립적인 학문분야로 취급한다.
연구실 웹 사이트 내 웹 페이지	연구실이 소속된 학과를 우선적으로 참고한다.
	소속된 학과에 대한 정보를 웹 사이트에서 찾을 수 없는 경우, 연구실의 책임 연구자(주로 교수진)의 프로필을 참고한다.
연구자 프로필을 기술하는 웹 페이지	연구자의 소속정보를 참고한다.

	소속정보를 참고하였을 때, 소속된 학과가 여러 개의 학문분야가 통합되어 하나의 학과로 존재하는 경우, 역시 통합된 각각의 학문분야를 독립적인 학문분야로 취급한다.
	연구자의 소속정보가 불확실한 경우에는, 연구자가 전공하였던 학문분야를 참고하며, 학부와 대학원에서 연구한 전공을 파악한 후, 전공이 다를 경우는 최종적으로 연구한 학문분야를 참고한다.

3. 학문분야별 분석 결과

3.1 물리학

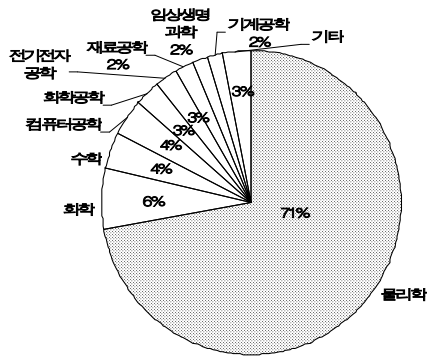
SCI에서 물리학 분야의 대표 학술지 24개를 인용하는 96개의 학술지에 부여된 주제범주를 기반으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 4>와 같다. 물리학 분야의 학술지를 인용하는 다른 학술지는 대부분 동일한 물리학(77%)의 주제범주를 부여받은 것을 확인할 수 있으며, 이는 특정 학문분야를 인용하는 많은 학술지는 동일한 학문분야 내의 학술지일 것이라는 예상과 일치한다. 물리학과 관련된 나머지 학문분야는 재료공학(6%), 항공우주공학·역학(5%), 화학(5%), 기계공학(2%), 수학(2%) 등으로, 물리학은 자연과학 내 학문분야보다 공학 내 학문분야와 더 학제적으로 연관이 있음을 알 수 있다.



<그림 4> 물리학 학술지 인용 분석 결과

물리학 학회 웹 사이트(<http://www.aps.org>)를 링크하고 있는 937개의 웹 페이지 중에서 학술적 웹 페이지는 360개(38%)이고, 비학술적 웹 페이지는 577개(62%)였다. 360개의 학술적 웹 페이지를 대상으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 5>와 같다. 학술지 인용 분석 결과와 마찬가지로 물리학과 주제적으로 관련된 웹 페이지들로부터의 링크가 가장 빈번하게 존재함을 알 수 있으며, 화학(6%), 수학(4%), 컴퓨터공학(4%), 화학공학(3%), 전기·전자공학(3%), 재료공학(2%), 임상생명과학(2%), 기계공학(2%) 등의 학문분야가 물리학과 관련되어 있는 것을 확인하였다. 따라서 학술지 인용 분석에서는 파악되지 않은 화학공학, 전기·전자

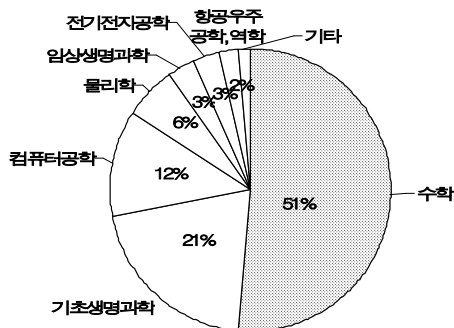
공학, 임상생명과학, 환경과학, 의공학 등과 같은 학문분야와 물리학과 학제적 연결을 새롭게 알 수 있다. 또한 물리학과 관련된 학문분야의 연결 강도 또한 학술지 인용 분석 결과와는 차이가 있는 것을 볼 수 있다. 학술지 인용 분석에서 파악된 것과는 다르게 화학과 수학과 같은 자연과학 내 학문분야가 여기서는 물리학과 긴밀한 관계를 가지고 있다.



<그림 5> 물리학 학회 웹 사이트 링크 분석 결과

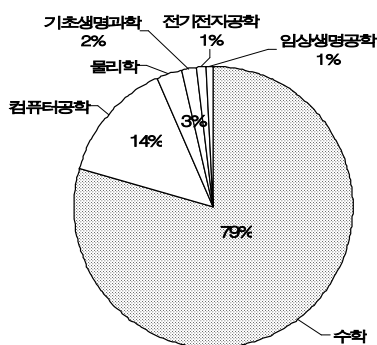
3.2 수학

SCI에서 수학 분야의 대표 학술지 9개를 인용하는 90개의 학술지에 부여된 주제범주를 기반으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 6>과 같다. 수학 분야의 학술지를 인용하는 다른 학술지는 비교적 다양한 학문분야에 속한 것을 알 수 있다. 수학 분야의 학술지를 인용하는 다른 학술지는 대부분 동일한 수학(51%)의 주제범주를 부여받은 것을 확인할 수 있으며, 기타 연관 학문분야는 기초생명과학(21%), 컴퓨터공학(12%), 물리학(6%), 임상생명과학(3%), 전기전자공학(3%), 항공우주공학·역학(2%) 등으로 자연과학분야보다는 공학분야에 속하는 학문분야의 학술지가 수학의 대표 학술지를 빈번하게 인용하는 것으로 나타났다. 기초생명과학의 주제범주들을 부여받은 학술지가 수학의 대표 학술지를 자주 인용하여 수학과 긴밀한 학제적 연결을 발견할 수 있다.



<그림 6> 수학 학술지 인용 분석 결과

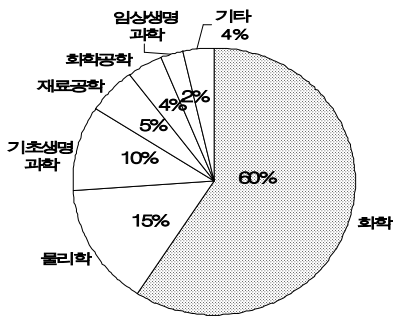
수학 학회 웹 사이트(<http://www.ams.org>)를 링크하고 있는 998개의 웹 페이지 중에서 학술적 웹 페이지는 455개(46%)이고, 비학술적 웹 페이지는 543개(54%)였다. 455개의 학술적 웹 페이지를 대상으로 학문분야를 파악한 결과를 <그림 7>과 같다. 학술지 인용 분석 결과와 비교하여, 수학 분야의 학술지의 인용(51%)보다 수학 분야의 웹 페이지들로부터의 링크(79%)가 더 빈번하게 존재함을 알 수 있다. 수학 다음으로 컴퓨터공학(14%), 물리학(3%), 기초생명과학(2%), 전기전자공학(1%), 임상생명공학(1%) 등으로 학술지 인용 분석 결과에서 파악된 수학 연관 학문분야와 비교하여 더 적은 수의 학문분야가 파악되어, 웹 링크 분석을 이용한 경우에 학술지 인용 분석에서 밝혀지지 않은 새로운 학문분야와의 학제적 연결을 발견하지 못하였다. 또한 관련된 학문분야의 구성을 보면, 학술지 인용 분석의 결과와는 차이가 있는 것을 확인할 수 있다.



<그림 7> 수학 학회 웹 사이트 링크 분석 결과

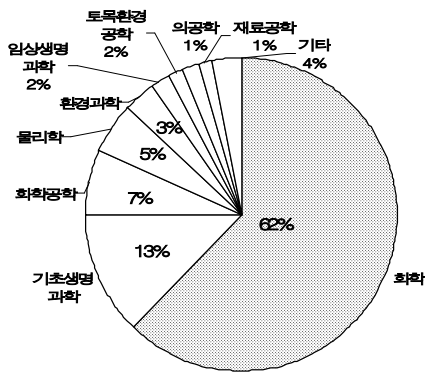
3.3 화학

화학 분야의 대표 학술지 21개를 인용하는 105개 학술지에 부여된 주제범주를 기반으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 8>과 같다. 화학 분야 내의 학술지 간의 인용이 60%로 가장 많았으며, 다음으로 화학과 관련된 학문분야는 물리학(15%), 기초생명과학(10%), 재료공학(5%), 화학공학(4%), 임상생명과학(2%)인 것을 알 수 있다. 이와 함께 연구대상으로 선정한 자연과학 분야내의 물리학, 수학의 학술지 인용 분석에서 물리학, 수학이 공학 내의 학문분야와 긴밀한 학제적 연결을 가지고 있었던 것과 다르게, 화학은 자연과학 내 학문분야인 물리학과 가장 강한 학제적 연결을 유지하는 것을 파악되었다.



<그림 8> 화학 학술지 인용 분석 결과

화학 학회 웹 사이트(<http://www.chemistry.org>)를 링크하고 있는 956개의 웹 페이지 중에서 학술적 웹 페이지는 221개(23%)이고, 비학술적 웹 페이지는 735개(77%)로 학회 웹 사이트를 링크하고 있는 전체 웹 페이지 내 학술적 성격을 가지는 웹 페이지의 수가 많지 않았다. 221개의 학술적 웹 페이지를 대상으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 9>와 같다. 화학 학회 웹 사이트를 링크하고 있는 페이지들의 학문분야는 화학(62%)을 제외하고 기초생명과학(13%), 화학공학(7%), 물리학(5%), 환경과학(3%), 임상생명과학(2%), 토목·환경공학(2%), 의공학(1%), 재료공학(1%), 기타(2%)로, 학술지 인용 분석에서 나타난 결과와 비교하여 환경과학, 토목·환경공학, 의공학, 재료공학 등과의 새로운 학문분야와의 학제적 연결을 볼 수 있다.

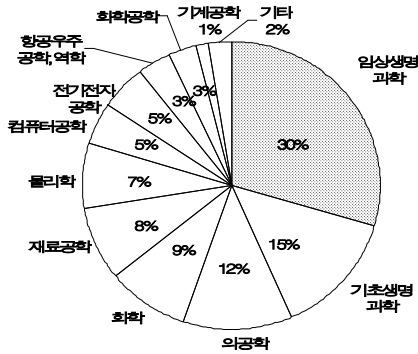


<그림 9> 화학 웹 사이트 링크 분석 결과

3.4 의공학

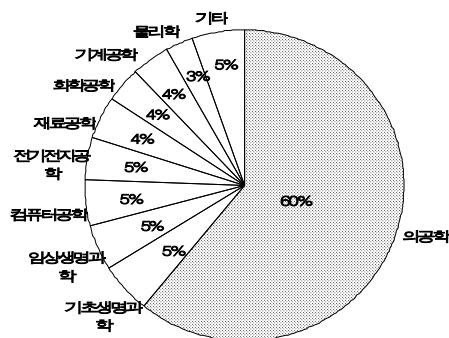
의공학 분야의 대표 학술지 9개를 인용하는 90개의 학술지에 부여된 주제범주를 기반으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 10>과 같다. 임상생명과학(30%), 기초생명과학(15%), 화학(9%), 재료공학(8%), 물리학(7%), 컴퓨터공학(5%), 전기·전자공학(5%), 항공우주공학·역학(3%), 화학공학(3%), 기계공학(1%) 등의 매우 다양한 학문분야가 의공학 분야와 각각 고르게 관련되어 있어 의공학 분야의 광범위한 학제적 구조를 알 수 있다. 이와 함께 주목할 점은 의공학 분야의 주요 학술지를 인용하는 학술지는 같은 의공학 내의 학술지가 아닌 임

상생명과학(30%)과 기초생명과학(15%)과 같이 다른 학문분야의 학술지가 대부분이라는 사실이다. 이는 다른 학문분야와 비교하여 의공학 분야의 상대적으로 높은 학제성과 생명과학 분야와의 긴밀한 학제적 연결을 반영하는 결과라고 할 수 있다.



<그림 10> 의공학 학술지 인용 분석 결과

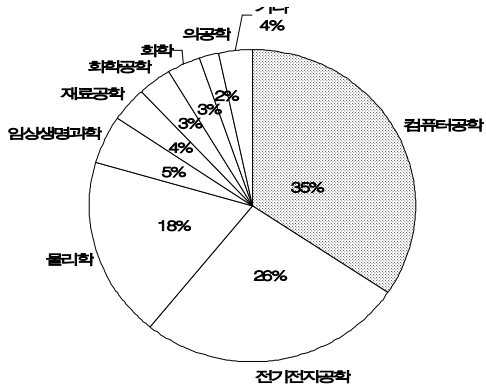
의공학 학회 웹 사이트(<http://www.bmes.org>)를 링크하고 있는 751개의 웹 페이지 중에서 학술적 웹 페이지는 308개(41%)이고, 비학술적 웹 페이지는 443개(59%)였다. 308개의 학술적 웹 페이지를 대상으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 11>과 같다. 학술지 인용 분석에서 파악된 의공학 연관 학문분야와 비교하였을 때, 관련된 학문분야의 구성에 차이가 존재하는 것을 확인할 수 있다. 즉, 의공학 분야의 웹 페이지(60%)가 가장 많이 의공학 학회 웹 사이트를 링크하고 있다. 그 다음으로 기초생명과학(5%), 임상생명과학(5%), 컴퓨터공학(5%), 전기·전자공학(5%), 재료공학(4%), 화학공학(4%), 기계공학(4%), 물리학(3%) 등의 학문분야가 관련되어 있어, 학술지 인용 분석에서는 파악되지 않은 기계공학과 학제적 관련성이 추가로 파악되었으며, 관련된 학문분야와의 연결 강도 또한 학술지 인용 분석과는 차이가 있었다.



<그림 11> 의공학 학회 웹 사이트 링크 분석 결과

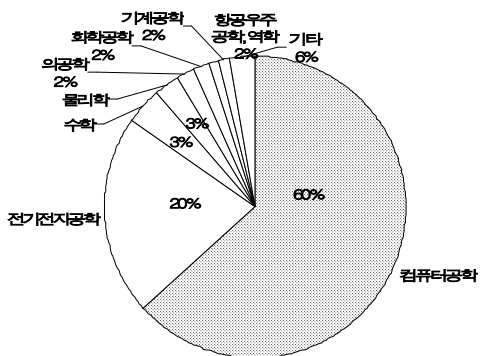
3.5 전기·전자공학

SCI에서 전기·전자공학 분야의 대표 학술지 9개를 인용하는 90개 학술지에 부여된 주제 범주를 기반으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 12>와 같다. 컴퓨터 공학(35%), 전기·전자공학(26%), 물리학(18%), 임상생명과학(5%), 재료공학(4%), 화학공학(3%), 화학(3%), 의공학(2%)과 같은 학문분야와 관련되어 있었으며, 앞에서 의공학 분야의 학술지 인용 분석 결과와 유사하게, 전기·전자공학 분야의 주요 학술지를 인용하는 학술지는 다른 학문분야, 즉 컴퓨터 공학에 속하는 학술지가었다. 이는 전기·전자공학과 컴퓨터공학의 긴밀한 학제적 연결과 동시에 전기·전자공학 분야의 높은 학제성을 반영하는 결과라고 해석할 수 있다.



<그림 12> 전기·전자공학 학술지 인용 분석 결과

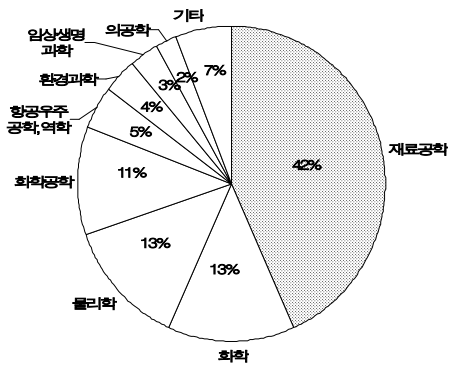
전기·전자공학 학회 웹 사이트(<http://www.ieee.org>)를 링크하고 있는 969개의 웹 페이지 중에서 학술적 웹 페이지는 214개(22%)이고, 비학술적 웹 페이지는 755개(78%)였다. 214개 학술적 웹 페이지를 대상으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 13>과 같다. 학술지 인용 분석 결과와 마찬가지로 컴퓨터공학의 주제적 성격을 가진 웹 페이지들로부터의 링크가 가장 많았다. 그러나 앞에서 파악된 컴퓨터공학과 전기·전자공학 간의 긴밀한 학제적 관계가 웹 링크 분석 결과에서는 더 높게 나타나는 것을 알 수 있으며, 관련된 학문분야의 구성에도 차이가 있는 것을 알 수 있다. 학술지 인용 분석에서는 파악되지 않았던 수학, 산업·제조공학, 광산·지질공학, 석유공학, 선박·해양공학과의 학제적 연결을 확인할 수 있다.



<그림 13> 전기·전자공학 학회 웹 사이트 링크 분석 결과

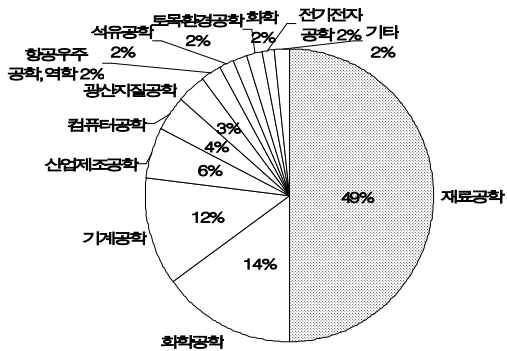
3.6 재료공학

SCI에서 재료공학 분야의 대표 학술지 24를 인용하는 96개 학술지에 부여된 주제범주를 기반으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 14>와 같다. 재료공학(42%)의 주제범주를 부여 받은 학술지 간의 인용이 가장 많았으며, 화학(13%), 물리학(13%), 화학공학(11%), 항공우주공학·역학(5%), 환경과학(4%), 임상생명과학(3%), 의공학(2%) 등의 다양한 학문분야가 재료공학과 관련되어 있는 것을 확인할 수 있다. 또한 화학이나 물리학과 같은 자연과학 내 학문분야와의 강한 학제적 연결을 파악하였다.



<그림 14> 재료공학 학술지 인용 분석 결과

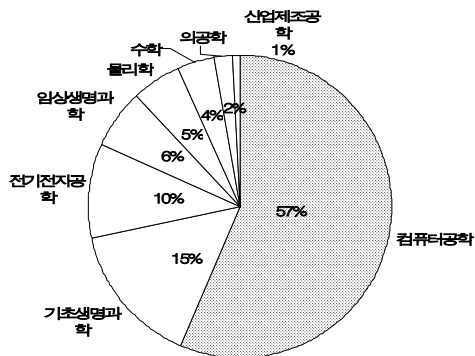
재료공학 학회 웹 사이트(<http://www.asm.org>)를 링크하고 있는 941개의 웹 페이지 중에서 학술적 웹 페이지는 109개(12%)이고, 비학술적 웹 페이지는 832개(88%)로 비학술적 웹 페이지와 비교하여, 상대적으로 매우 적은 수의 학술적 웹 페이지가 재료공학 학회 웹 사이트를 링크하였다. 109개 학술적 웹 페이지를 대상으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 15>와 같다. 파악된 연관 학문분야는 재료공학을 제외한, 화학공학(14%), 기계공학(12%), 산업·제조공학(6%), 컴퓨터공학(4%), 광산·지질공학(3%), 항공우주공학·역학(2%), 석유공학(2%), 토목·환경공학(2%), 화학(2%), 전기·전자공학(2%) 등으로 학술지 인용 분석 결과에서 파악된 학문분야의 구성과는 차이가 있었다. 웹 링크 분석의 경우, 재료공학은 자연과학보다는 공학 내의 학문분야와 더 긴밀하게 관련되어 있는 것을 알 수 있다. 또한 앞에서의 학술지 인용 분석 결과보다 더 다양한 재료공학 분야와 관련된 학문분야를 포함하고 있으며 컴퓨터공학, 광산·지질공학, 전기·전자공학, 석유공학, 수학과와의 학제적 연결을 새롭게 파악할 수 있었다.



<그림 15> 재료공학 학회 웹 사이트 링크 분석 결과

3.7 컴퓨터공학

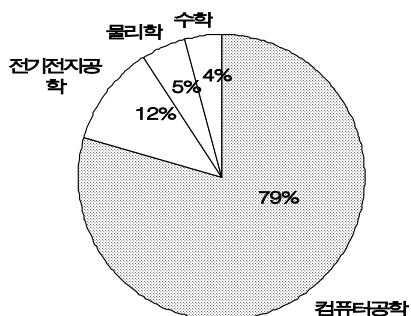
SCI에서 컴퓨터공학 분야의 대표 학술지 21개를 인용하는 105개 학술지에 부여된 주제 범주를 기반으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 16>과 같다. 컴퓨터공학을 제외한 기초생명과학(15%), 전기·전자공학(10%), 임상생명과학(6%), 물리학(5%), 수학(4%), 의공학(2%), 산업제조공학(1%) 등의 학문분야가 컴퓨터공학과 관련되어 있었다. 연구대상으로 선정한 나머지 4개 공학 내의 학문분야 중 가장 낮은 학제적 다양성을 보여 컴퓨터공학이 많은 학문분야에서 응용되므로 학술지의 인용 또한 여러 분야에서 활발할 것이란 예상과는 다른 결과를 볼 수 있었다.



<그림 16> 컴퓨터공학 학술지 인용 분석 결과

컴퓨터공학 학회 웹 사이트(<http://www.computer.org>)를 링크하고 있는 415개의 웹 페이지 중에서 학술적 웹 페이지는 164개(40%)이고, 비학술적 웹 페이지는 251개(60%)였다. 164개 학술적 웹 페이지를 대상으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 17>과 같이, 컴퓨터공학(79%), 전기·전자공학(12%), 물리학(5%), 수학(4%)으로 연구대상으로 선정한 8개 학문분야의 웹 링크 분석 결과 중에서 가장 연관 학문분야의 수가 적었고, 각 학문분야의 학술

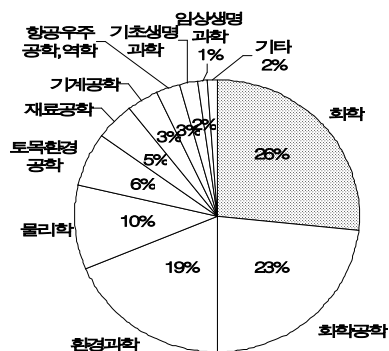
지 인용 분석 결과와 비교하였을 때도 역시 연관 학문분야의 다양성이 가장 낮게 나타났다.



<그림 17> 컴퓨터공학 학회 웹 사이트 링크 분석 결과

3.8 화학공학

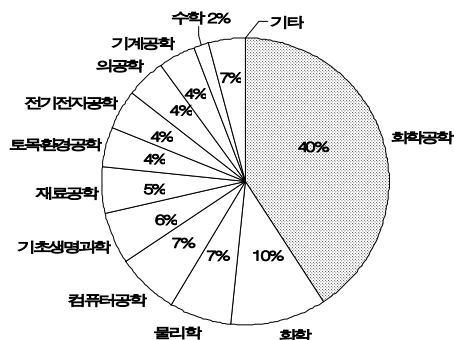
SCI에서 화학공학 분야의 대표 학술지 9개를 인용하는 90개 학술지에 부여된 주제범주를 기반으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 18>과 같다. 화학공학(23%)보다 화학(26%)의 주제범주를 부여받은 학술지가 화학공학 분야의 대표 학술지를 더 자주 인용하여 화학과 화학공학 간의 밀접한 학제적 연결을 확인할 수 있다. 다음으로는 환경과학(19%), 물리학(10%), 토목·환경공학(6%), 재료공학(5%), 기계공학(3%), 항공우주공학·역학(3%), 기초생명과학(2%), 임상생명과학(1%)으로 자연과학 내 학문분야와 공학 내 학문분야와 비교적 고르게 학제적으로 관련이 있는 것을 알 수 있다.



<그림 18> 화학공학 학술지 인용 분석 결과

화학공학 학회 웹 사이트(<http://www.aiche.org>)를 링크하고 있는 998개의 웹 페이지 중에서 학술적 웹 페이지는 225개(23%)이고, 비학술적 웹 페이지는 773개(77%)로 비학술적 웹 페이지와 비교하여 적은 수의 학술적 웹 페이지가 화학공학 학회 웹 사이트를 링크하고 있는 것을 알 수 있다. 225개 학술적 웹 페이지를 대상으로 학문분야를 파악한 결과는 <그림 19>와 같다. 학술지 인용 분석 결과와는 달리 화학공학과 관련된 웹 페이지들로부터의 링크가 가장 많았고, 다음으로는 화학(10%)을 제외한 물리학(7%), 컴퓨터공학(7%), 기초생

명과학(6%), 재료공학(5%), 토목·환경공학(4%), 전기·전자공학(4%), 의공학(4%), 기계공학(4%), 수학(2%), 기타(7%) 등의 다양한 학문분야와 관련이 있는 것을 확인하였다. 이 중에서 전기·전자공학, 산업·제조공학, 광산·지질공학, 석유공학은 학술지 인용 분석에서는 밝혀지지 않은, 화학공학과 학제적 연결을 가지는 학문분야이다.



<그림 19> 화학공학 학회 웹 사이트 링크 분석 결과

4. 분석 및 논의

학술지 인용 분석과 웹 링크 분석에서 파악된 연관 학문분야의 수는 <표 4>와 같다. 수학과 컴퓨터공학을 제외한 나머지 6개 학문분야의 경우, 웹 링크 분석 결과에서 파악된 연관 학문분야의 수가 학술지 인용 분석에서 파악된 것과 비교하여 같거나 더 많았다. 즉, 학술지 인용 분석에서는 밝혀지지 않았던 학문들에 대한 새로운 학제적 연결이 웹 링크 분석을 통해 파악된 경우가 많은 것을 알 수 있다. 수학과 컴퓨터공학은 예외적으로 학술지 인용 분석에서 파악된 연관 학문분야의 수가 웹 링크 분석 결과보다 많았는데, 두 학문분야의 학회 웹 사이트는 각자의 학문분야 웹 페이지로부터 많은 링크(79%)를 받는 것을 확인할 수 있었다. 이는 나머지 6개 학문분야의 학회 웹 사이트가 해당 학문분야의 웹 페이지로부터 받는 링크수와 비교하여 가장 높은 수치였다.

이와 함께 자연과학 내 학문분야와 공학 내 학문분야의 학제적 다양성은 차이가 있는 것으로 밝혀졌다. 학제적 다양성을 연구대상 학문분야와 학제적으로 연결된 연관 학문분야의 수로 측정했을 때, 학술지 인용 분석에서는 의공학(14개), 전기·전자공학(11개), 재료공학(12개), 화학공학(12개), 화학(10개), 물리학(9개), 수학(9개), 컴퓨터공학(8개)의 순으로 의공학이 가장 학제성이 높았으며, 웹 링크 분석에서는 화학공학(17개), 의공학(14개), 전기·전자공학(14개), 재료공학(13개), 화학(13개), 물리학(12개), 수학(6개), 컴퓨터공학(4개)의 순으로 화학공학이 가장 학제성이 높았다. 학술지 인용 분석에서 자연과학에 속하는 학문분야의 평균 연관 학문분야의 수는 9.33개로 공학에 속하는 학문분야의 평균 연관 학문분야의 수인 11.4개보다 적었다. 웹 링크 분석에서는 자연과학 내 학문분야의 평균 연관 학문분야의 수는 10.33개였고 공학 내 학문분야의 평균 연관 학문분야의 수인 12.4개로 자연과학과 공학

의 차이가 약간 감소하는 것을 알 수 있었다.

<표 4> 학술지 인용 분석과 웹 링크 분석에서 파악된 연관 학문분야의 수

	자연과학			평균	공학					평균
	물리학	수학	화학		의공학	전기·전자공학	재료공학	컴퓨터공학	화학공학	
학술지 인용 분석	9	9	10	9.33	14	11	12	8	12	11.4
링크 분석	12	6	13	10.33	14	14	13	4	17	12.4

학술지 인용 분석 결과와 웹 링크 분석 결과를 바탕으로 8개 학문분야에 대해 두 분석방법을 통해 파악한 연관 학문분야의 일치율을 자카드 계수에 의해 산출하였다. <표 5>에서 볼 수 있듯이 8개 학문분야의 연관 학문분야 일치율은 자연과학의 학문분야가 의공학을 제외한 공학의 학문분야보다 일반적으로 더 높았다. 즉, 자연과학 내 물리학(0.62), 수학(0.67), 화학(0.64)은 공학 내 전기·전자공학(0.53), 재료공학(0.47), 컴퓨터공학(0.5), 화학공학(0.58)과 비교하여 학술지 인용 분석과 웹 링크 분석 결과에서 파악된 연관 학문분야가 조금 더 일치하였다. 의공학은 예외적으로 8개 학문분야 중에서 가장 높은 연관 학문분야 일치율을 보여 학술지 인용 분석과 웹 링크 분석을 통해 매우 높은 수준으로 연관 학문분야가 일치하고 있음을 알 수 있었다.

<표 5> 학술지 인용 분석과 웹 링크 분석을 통해 파악한 연관 학문분야 일치율

자연과학			공학				
물리학	수학	화학	의공학	전기·전자공학	재료공학	컴퓨터공학	화학공학
0.62	0.67	0.64	0.87	0.53	0.47	0.5	0.58

구체적인 연구대상 학문분야에 대한 연관 학문분야 구성비는 <표 6>과 같다. 우선 8개 학문분야의 자기인용률을 살펴보았다. 본 연구에서 자기인용률은 각 학문분야에서 해당 학문분야의 학술지로부터 인용을 받거나, 동일한 학문분야의 주제적 성격을 띠는 웹 페이지로부터 해당 학문분야의 학회 웹 사이트가 링크를 받는 비율을 의미한다. 일반적으로 자기인용률이 낮을수록 학제성이 높을 것이라고 예상할 수 있다. 이는 학제적 성격이 짙은 학문분야는 다른 학문분야의 정보나 지식을 보다 더 적극적으로 이용할 것이란 가정에서 비롯된 것이다.

<표 6>의 학술지 인용 분석과 웹 링크 분석 결과를 살펴보았을 때, 자연과학의 물리학, 수학, 화학이 의공학과 컴퓨터공학을 제외한 공학 내 나머지 3개 학문분야보다 일반적으로 자기인용률이 높은 것을 알 수 있다. 물리학의 경우 자기인용률은 학술지 인용 분석에서 0.77이었으며 웹 링크 분석에서는 0.71로 일관되게 높았고, 수학과 화학의 자기인용률도 비교적 높은 편인 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 <표 4>에서 정리한 연관 학문분야의 수에

반영된 학제적 다양성의 결과와 상당부분 일치하는 것을 알 수 있다. 즉, 의공학과 컴퓨터 공학을 제외한 나머지 공학에 속하는 학문분야는 자연과학에 속하는 학문분야와 비교하여 연관 학문분야의 수가 많아 학제적 다양성이 높은 것으로 밝혀졌으나 자기인용률은 낮았다. 예외적으로 웹 링크 분석에서의 의공학의 자기인용률(0.60), 학술지 인용 분석에서의 컴퓨터공학의 자기인용률(0.57)과 웹 링크 분석에서의 컴퓨터공학의 자기인용률(0.79)은 공학 내 다른 학문분야의 자기인용률보다 훨씬 더 높은 수치를 보였다.

또한 각각의 학문분야를 살펴보았을 때, 대부분의 학문분야 내 자기인용률은 나머지 연관 학문분야로부터의 인용률보다 높은 것을 알 수 있다. 즉, 대부분의 학문분야의 학술지는 자기 자신의 학문분야로부터 많은 인용을 받거나, 학회 웹 사이트는 동일한 학문분야로부터 많은 링크를 받는 것으로 파악되었다. 물리학의 학술지 인용 분석을 보면 물리학의 주요 학술지는 동일한 학문분야인 물리학 학술지로부터 가장 많은 인용(0.77)을 받으며, 재료공학(0.06), 항공우주공학·역학(0.05), 화학(0.05), 기계공학(0.02), 수학(0.02), 기초생명과학(0.01), 컴퓨터공학(0.01), 광산·지질공학(0.01)로 나머지 연관 학문분야의 학술지로부터의 인용은 상대적으로 적다. 그러나 학술지 인용 분석에서 의공학의 주요 학술지는 임상생명과학(0.30)과 기초생명과학(0.15)의 학술지로부터, 전기·전자공학은 컴퓨터공학(0.34)의 학술지로부터, 화학공학은 화학(0.26)의 학술지로부터 더 많은 인용을 받았고, 웹 링크 분석에서 전기·전자공학은 컴퓨터공학(0.60)의 웹 사이트로부터 더 많은 링크를 받은 것을 알 수 있었다.

이와 함께, 전기·전자공학과 컴퓨터공학의 상대적인 관계를 파악할 수 있었다. 앞서서도 기술했듯이, 전기·전자공학은 컴퓨터공학으로부터 많은 인용(0.34)과 링크(0.60)를 받고 있는데, 이는 컴퓨터공학이 전기·전자공학을 학문의 기반으로 삼고 있음을 암시하는 결과이기도 하다. 반대로 컴퓨터공학은 전기·전자공학으로부터 적은 인용(0.10)과 링크(0.12)를 받아 컴퓨터공학에서 전기·전자공학으로의 지식의 이동은 반대의 경우보다 훨씬 더 적음을 알 수 있었다.

<표 6> 학술지 인용 분석과 웹 링크 분석을 통해 파악한 연관 학문분야 구성비

	자연과학						공학									
	물리학		수학		화학		의공학		전기·전자공학		재료공학		컴퓨터공학		화학공학	
	학술지 인용 분석	웹 링크 분석	학술지 인용 분석	웹 링크 분석	학술지 인용 분석	웹 링크 분석	학술지 인용 분석	웹 링크 분석	학술지 인용 분석	웹 링크 분석	학술지 인용 분석	웹 링크 분석	학술지 인용 분석	웹 링크 분석	학술지 인용 분석	웹 링크 분석
항공우주공학·역학	0.05	0.01	0.02	0	0	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.05	0.02	0	0	0.03	0.01
농학·임학·수산학	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01
기초생명과학	0.01	0.01	0.21	0.02	0.10	0.13	0.15	0.05	0.01	0	0.02	0	0.15	0	0.02	0.06
의공학	0	0	0	0	0.01	0.01	0.12	0.60	0.02	0.02	0.02	0	0.02	0	0	0.04
화학공학	0	0.03	0	0	0.04	0.07	0.03	0.04	0.03	0.02	0.11	0.14	0	0	0.23	0.40
화학	0.05	0.06	0.01	0	0.60	0.62	0.09	0.01	0.03	0	0.13	0.02	0	0	0.26	0.10
임상생명과학	0	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.30	0.05	0.05	0.01	0.03	0	0.06	0	0.02	0.01
컴퓨터공학	0.01	0.04	0.12	0.14	0.01	0.01	0.05	0.05	0.34	0.60	0	0.04	0.57	0.79	0	0.07
전기·전자공학	0	0.03	0.03	0.01	0	0.01	0.05	0.05	0.26	0.20	0	0.02	0.10	0.12	0	0.04
토목·환경공학	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0.02	0.02	0	0	0.06	0.04
산업·제조공학	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.06	0.01	0	0	0.02
환경과학	0	0.01	0	0	0.01	0.03	0.01	0	0.01	0.01	0.04	0.01	0	0	0.19	0
선박·해양공학	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0
재료공학	0.06	0.02	0	0	0.05	0.01	0.08	0.04	0.04	0	0.42	0.49	0	0	0.05	0.05
수학	0.02	0.04	0.51	0.79	0.01	0	0	0.01	0	0.03	0	0.01	0.04	0.04	0.01	0.02
기계공학	0.02	0.02	0.01	0	0	0	0.01	0.04	0.01	0.02	0.02	0.12	0	0	0.03	0.04
광산·지질공학	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.03	0	0	0	0.01
석유공학	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0.02	0	0	0	0.01
물리학	0.77	0.71	0.06	0.03	0.15	0.05	0.07	0.03	0.19	0.03	0.13	0	0.05	0.05	0.10	0.07

5. 결론

이 연구에서는 자연과학과 공학 내 8개 학문분야를 대상으로 학술지 인용 분석과 웹 링크 분석을 통하여 각 학문분야의 학제적 구조를 분석하고, 학문분야 간 비교를 통해 학제성을 측정하였다. 또한 학술지 인용과 비교하여 빠르게 변화하는 웹 상에서의 학제적 구조를 파악하고, 학문분야의 학제성을 파악하기 위한 새로운 수단으로서의 웹 링크의 유용성을 증명하였다.

연구결과는 다음과 같다.

첫째, 학술지 인용 분석과 웹 링크 분석 결과를 비교한 결과, 수학과 컴퓨터공학을 제외한 나머지 6개 학문분야에서 모두 웹 링크 분석을 통해 같거나 더 많은 수의 연관 학문분야가 파악되었다.

둘째, 연관 학문분야의 수로 측정되는 학제적 다양성은 공학 내 학문분야가 일반적으로 자연과학에 속하는 학문분야보다 학제성이 높은 것을 알 수 있었다. 반면, 컴퓨터공학은 연관 학문분야의 수가 예상 외로 매우 적게 나타났다. 이와 함께 자연공학과 공학에 속하는 학문분야의 학제적 다양성의 차이는 웹 링크 분석에서보다 학술지 인용 분석에서 조금 더 뚜렷하게 나타나는 것을 알 수 있었다.

셋째, 학술지 인용 분석 결과와 웹 링크 분석 결과에서 파악된 8개 학문분야에 대한 연관 학문분야 일치율은 자연과학 내 학문분야가 의공학을 제외한 공학 내 나머지 학문분야보다 일치하는 정도가 대체로 더 높은 것을 확인하였다.

넷째, 자기인용률은 의공학과 컴퓨터공학을 제외한 공학에 속하는 학문분야에서 낮게 나타났다. 반면, 물리학과 수학, 화학은 비교적 자기인용률이 높아 자연과학에 속하는 학문분야와 공학에 속하는 학문분야 간에 차이가 있는 것을 알 수 있었다. 이와 함께, 학술지 인용 분석에서는 의공학, 전기·전자공학, 화학공학, 웹 링크 분석에서는 전기·전자공학의 경우에 자기인용률이 다른 연관 학문분야로부터의 인용률보다 낮았다.

다섯째, 컴퓨터공학과 전기·전자공학의 상대적인 관계를 파악할 수 있었다. 전기·전자공학의 학술지는 컴퓨터공학의 학술지로부터 많은 인용과 링크를 받았으나 반대의 경우에는 적은 인용과 링크를 받아 전기·전자공학이 컴퓨터공학의 학문적 기초임을 확인할 수 있었다.

결론적으로 학술지 인용 분석에서는 밝혀내지 못했던 새로운 학제적 연결을 웹 링크 분석에서 파악한 경우가 많아 학술지 인용 분석 결과와 웹 링크 분석 결과 간에 차이가 있는 것으로 나타났으며, 또한 웹 하이퍼링크가 학술지 인용을 대체하지는 않더라도 보완할 수 있는 유용한 수단임이 입증되었다. 이와 함께 자연과학에 속하는 학문분야와 공학에 속하는 학문분야의 차이를 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- 정영미. 2005. 『정보검색연구』. 서울: 구미무역(주) 출판부.
- Bordons, M., Zulueta, M. A., Romeo, F., and Barrigon. S. 1999. “Measuring interdisciplinary collaboration within a university: The effects of the multidisciplinary research programme. *Scientometrics*, 46: 383-398.
- Carayole, N. and Nguyen Thi, T. U. 2004. “Why do Academic Scientists Engage in Interdisciplinary Research?” Working Papers of BETA, Bureau d'Economie Theorique et Appliquee, ULP, Strasbourg.
- Goldstone, R. L. and Leydesdorff, L. 2006. “The import and export of Cognitive Science”. *Cognitive Science*, 30: 983-993.
- Hargens, L. L. 1986. “Migration patterns of U.S. Ph.D.s among disciplines and specialties”. *Scientometrics*, 9: 145-164.
- Klein, J. T. and William, H. N. 1998. “Advancing Interdisciplinary Studies”. Pp. 3-22 in *Interdisciplinarity: Essays from the Literature*, William H. N, editor. New York: Colleague Entrance Examination Board, 1998: 3. Quoted in Seipel, M. 2005. “Interdisciplinarity: An Introduction”. <www.2.truman.edu/~mseipel/Interdisciplinarity.pdf>.
- Morillo, F., Bordons, M., and Gomez, I. 2001. “An approach to interdisciplinarity through bibliometric indicators”. *Scientometrics*, 51(1): 203-222.
- Morillo, F., Bordons M., and Gomez, I. 2003. “Interdisciplinarity in Science: A Tentative Typology Disciplines and Research Areas”. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54(13): 1237-1249.
- Porter, A. L. and Chubin, D. E. 1985. “An indicator of cross-disciplinary research”. *Scientometrics*, 8: 161-176.
- Qin, J., Lancaster, F. W., and Allen, B, 1997. “Types and levels of collaboration in interdisciplinary research in the sciences”, *Journal of the American Society for Information Science*, 48: 893-916.
- Rinia, E. J., van Leeuwen, Th. N., van Vuren, H. G. and van Raan, A. F. J.

2001. "Influence of interdisciplinarity on peer-review and bibliometric evaluations in physics research". *Research Policy*, 30: 357-361.
- Rinia, E. J., van Leeuwen, T. N., and van Raan, A. F. J. 2002. "Impact measures of interdisciplinary research in physics". *Scientometrics*, 53(2): 241-248.
- Sanze-Casado, E., Martin-Moreno, C., Garcia-Zorita, C., and Lascurain-Sanchez, M. L. 2004. "Study of interdisciplinarity in chemistry research based on the production of Puerto Rican scientists 1992-2001". *Informationresearch*, 9(4). <<http://informationr.net/ir/9-4/paper182.html>>.
- Sanz-Menendez, L., Bordons, M., and Zulueta, M. A. 2001. "Interdisciplinarity as a multidimensional concept: Its measure in three different research areas". *Research Evaluation*, 10: 47-58.
- Schmoch, U., Breiner, S., Cuhls, K., Hinze, S., and Munt, G. 1994. Interdisciplinary Co-operation of Research Teams in Science Intensive Areas of Technology. Final Report to the Commission of the European Union, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Karlsruhe, Germany. Quoted in Carayole, N. and Nguyen Thi, T. U. 2004. "Why do Academic Scientists Engage in Interdisciplinary Research? Working Papers of BETA, Bureau d'Economie Theorique et Appliquee, ULP, Strasbourg.
- Schwechheimer, H. and Winterhager, M. 2001. "Mapping interdisciplinary reaserch fronts in neuroscience: A bibliometric view to retrograde amnesia". *Scientometrics*, 51(1): 311-318. of BETA, Bureau d'Economie Theorique et Appliquee, ULP, Strasbourg.
- Tang, R. 2004. "Visualizing Interdisciplinary Citations to and from Information and Library Science Publications". *Proc. of Eighth International Conference on Information Visualization*.
- Tomov, D. T. and Mufafov, H. G. 1996. "Comparaive indicators of interdisciplinary in modern science". *Scientometrics*, 18: 309-319.
- Urata, H. 1990. "Information flows among academic disciplines in Japan".

Scientometrics, 18: 309-319.