

한국·일본의 과학기술 분야 웹 공간을 통한 학술커뮤니케이션 연구*

A Webometric Study on Scholarly Communication Between the Science and Technology Web Spaces of Korea and Japan

김 자 의** · 정 영 미***

Ja-Euy Kim · Young-Mee Chung

차 례

- | | |
|--------------|--------|
| 1. 서 론 | 4. 결 론 |
| 2. 연구 설계 | • 참고문헌 |
| 3. 데이터 분석 결과 | |

초 록

이 연구에서는 국내 기관들 간의 웹을 통한 학술커뮤니케이션 분석에서 더 나아가 국가 차원에서 한국과 일본 과학기술 분야 웹 공간에서의 학술적 교류를 파악하는 것을 목적으로, 웹계량학적 방법론과 사회연결망 기법을 적용하여 양 국가의 웹 공간을 분석하였다. 전체적으로 한국이 일본의 과학기술 분야 웹 학술정보를 더 많이 이용하고 있었으며, 한·일 국가간 학술커뮤니케이션을 이끄는 주체는 대학이라고 할 수 있을 정도로 두 나라 모두 대학을 중심으로 많은 링크를 보내거나 받고 있었다. 링크 기반 분석에서 한국과 일본이 상대 국가에 대해 의존적인 학문 분야는 서로 다르게 나타났으며, 학문 분야별로 상대 국가에 의해 많이 이용되고 있는 학술정보를 생산하는 한국과 일본의 대학 및 연구기관들을 파악할 수 있었다.

키 워 드

학술커뮤니케이션, 웹계량학, 웹 공간, 링크 네트워크, 사회연결망분석

* 본 연구는 연세대학교 대학원 석사학위 논문을 정리한 것임.

** 연세대학교 대학원 문헌정보학과

(Graduate Student, Dept. of Library & Information Science, Yonsei University, shukaidow@hanmail.net)

*** 연세대학교 문헌정보학과 교수(교신저자)

(Professor, Dept. of Library & Information Science, Yonsei University, ymchung@yonsei.ac.kr)

• 논문접수일자 : 2009년 4월 22일

• 게재확정일자 : 2009년 6월 22일

ABSTRACT

This study explored the scientific web spaces of Korea and Japan by applying webmetric and social network analysis techniques with the aim of ascertaining international scholarly communication characteristics between the two countries. In general, more links were generated from the Korean scientific web sites to the Japanese sites than those from the opposite direction, thus implying a higher usage of Japanese scientific information on the web in Korean sites. In addition, university sites in the two countries were highly linked on the web revealing the most active institutions in scholarly communication were the universities. Based on the link analysis, the study also indicated which country was more dependent on the other in scholarly communication in specific scientific fields.

KEYWORDS

Scholarly Communication, Webometrics, Web Space, Link Network, Social Network Analysis

1. 서 론

지금까지 연구자들 간의 학술커뮤니케이션은 연구 활동의 경험적 증거가 되는 연구 논문을 중심으로 한 문헌의 또 다른 문헌에 대한 ‘인용’으로 파악될 수 있었다. 그러나 현재에 와서 연구자가 누릴 수 있는 학술정보가 웹 공간에 존재하는 디지털도서관과 각종 연구기관들의 홈페이지, 연구자 개인 홈페이지까지 확장되고, 하나의 웹 공간과 또 다른 공간을 연결시키는 하이퍼링크 기술이 발전되면서 학술커뮤니케이션을 파악하기 위한 연구 방법 또한 변화하게 되었다.

해외에서는 90년대 중반을 기점으로, 대학과 같은 학술적 웹 공간을 대상으로 그 구조와

링크 행위의 메커니즘을 파악하기 위한 연구 활동이 활발히 이루어져 왔다. Larson(1996)은 계량서지학적 관점을 웹에 적용한 초기 연구자 중 하나이며, Almind와 Ingwersen(1997)은 이와 같은 연구에 ‘웹계량학(Webometrics)’이라는 용어를 사용하기 시작하였다. 그러나 국내의 경우, 웹계량학 관련 연구가 많지 않은데 해당 연구 분야의 전문지식을 얻기 위한 도구의 하나로 웹을 이용하는 한국의 웹 의존도로 미루어 볼 때, 국내·국외 대학 및 연구기관들이 생산한 학술정보가 어떤 네트워크를 통해 유통되며 누구에게 이용되는지, 그리고 복잡한 네트워크 안에 존재하는 수많은 웹사이트들 중 과학커뮤니티가 특히 집중하고 있는 공간이 무엇인가에 대한 것은 흥미로운 주제가 될 것이다.

이 연구에서는 한국, 일본의 과학기술 분야 학술적 웹 공간에서 이루어지는 학술커뮤니케이션 현상을 분석하여 양 국가 간의 웹을 통한 학술적 교류를 파악하였다. 이것은 본 연구의 궁극적인 목적으로, 세부적으로는 첫째, 한국과 일본의 학술적 웹 공간을 이루는 페이지 및 각 국가의 웹 공간 안에서 활동하는 링크의 계량학적 분석을 통해 웹상에서 유통되는 학술 정보에 대한 국가별 차이를 도출하고, 둘째, 한국과 일본간 링크 네트워크 생성을 통해 어느 학문 분야에서 상대 국가의 학술정보에 대한 수요가 많은지를 분석하여 학문 분야별 의존도를 파악하며, 셋째, 학문 분야별 링크 네트워크 생성을 통해 웹상에서 국가간 학술정보 유통에 있어 많이 이용되는 웹 공간을 분석하고 각 학문 분야별로 나타나는 특성을 살펴보고자 한다.

2. 연구 설계

2.1 연구 개요

학술커뮤니케이션 양상은 다양한 방법으로 분석될 수 있는데, 본 연구에서는 한국·일본의 과학기술 분야 웹 공간을 분석하고 국가간 링크 네트워크의 구조적 특성을 도출하기 위한 방법으로 웹계량학적 방법론과 사회연결망 분석을 함께 사용하였다.

이 연구의 개요는 다음과 같다. 먼저, 연구

대상 학문 분야 선정에 있어서 분석에 필요한 최소한의 링크 확보를 위해 웹상에서 비교적 활발한 학술활동을 보이고 있는 학문 분야가 순수과학 및 공학 분야임을 보고한 선행연구(Kling and Mckim 2000; Thelwall et al. 2003) 결과를 고려하였다. 또한, 연구 활동이 활발한 분야일수록 웹상에서도 관련 학술정보를 많이 유통시킬 것이라는 가정 하에, 2006년 미국 싱크탱크 RAND에 의해 분석된 결과를 참고하였다. 연구 대상 학문 분야를 선정할 뒤, 분석에 필요한 웹사이트의 링크 데이터를 수집하기 위해 연구 대상으로 삼은 과학기술 학문 분야에 해당되는 한국·일본의 10개 대학 및 50개 국가 연구기관의 웹사이트를 선정하였다. 양 국가 웹 공간을 구성하는 링크 데이터는 전문 크롤러 RESPAC(RESearch SPACe Crawler)에 의해 수집되었으며(정영미 2007), 수집된 데이터는 SocSciBot 툴에 의해 통계 분석이 수행되었다.

수집된 링크 데이터를 사용하여 다음의 네 가지 분석을 수행하였다.

- 한국·일본 학술적 웹 공간의 규모 분석
- 한국·일본의 링크 네트워크 분석
- 상대 국가에 대한 링크 기반 학문 분야별 의존도 분석
- 주요 학문 분야 학술커뮤니케이션 특성 분석

사회연결망 분석에서 사용되는 지수들은 학문 분야별 학술커뮤니케이션 특성 분석에서 사용되었으며, 한·일 웹 공간의 규모 분석과

ADM 수준별(Theilwall 2002) 링크 네트워크 분석에서는 단순링크 수만이 사용되었다. 상대 국가에 대한 링크기반 학문 분야 의존도 분석에서는, 외부링크(external link)로 상호 연결된 한국과 일본의 소셜페이지, 목표페이지에 대한 학문적 속성 분석을 통해 상대 국가 학술정보에 대한 각 학문 분야별 의존 정도를 측정하였다.

2.2 링크 데이터 수집

2.2.1 데이터 수집 대상 기관

연구 대상이 되는 한국과 일본의 대학 및 과학기술 분야 관련 연구기관들의 웹사이트는 한국과 일본이 각각 33개, 27개로 총 60개가 선정되었다.

한국과 일본 대학들은 Thomson Scientific사의 ESI(Essential Science Indicators)에 수록된 2008년 7월 기관별 인용 순위를 기준으로, 인용 순위 상위 5개 대학을 국가별로 추출하였다. 한국의 정부출연연구원에서는 과학기술부 산하 연구대상 학문 분야와 관련된 19개 연구원이 포함되었으며, 국가 지정 전문연구정보센터(NRIC)에서는 8개 센터가 포함되었다. 일본의 경우, 독립행정법인(独立行政法人)에 속하는 12개 연구기관과 대학공동이용기관(大学共同利用機関)에 속하는 10개 기관이 포함되었다.

기관 내 하위 연구 단위마다 다른 도메인을 사용함으로써 웹 크롤러에 의한 자동 수집에서

누락된 기관의 경우, 따로 개별 수집하여 원 데이터와 통합하였다. 대학의 경우, 각 대학의 도메인과 다른 대학 내 부속 연구소 및 교수 연구실 등을 추가했으며, 한국의 정부출연연구원, 일본 독립행정법인의 경우에는 기관 대표 사이트 주소를 사용하지 않는 기관 하위 연구단위를 수집 대상 웹 공간에 추가하였다.

2.2.2 데이터 수집 방법 및 범위

연구 대상이 되는 한국과 일본의 대학 및 과학기술 분야 연구기관 60개 웹사이트의 링크 데이터를 수집하여 링크 데이터베이스를 구축하였다.

웹상의 학술정보 수집을 위해 크롤러 RES PAC을 사용하였으며, 수집의 깊이는 웹사이트 내 웹페이지들이 링크를 따라 계층적으로 존재한다는 가정 하에, 한국·일본 대학 및 연구기관 홈페이지의 사이트 맵과, 사이트 맵이 없는 경우는 홈페이지 메인으로부터 수집을 시작하여 상대 국가로 나가는 외부링크가 존재하는 웹페이지까지를 수집하도록 하였다.

한국의 경우, 연구기관 사이트의 사이트 맵 또는 홈페이지 메인을 0수준으로 보았을 때 정부출연연구원은 6수준, NRIC는 4수준까지를 수집하도록 하였으며, 대학은 학과의 경우 6수준, 학과와 다른 도메인을 사용하는 학과 하위 연구실 및 기타 연구단위는 2수준, 대학 내 부속 연구소는 6수준까지 수집하도록 하였다.

일본의 경우, 독립행정법인 소속 연구소, 대학공동이용기관법인 소속 연구소 모두 6수

준까지 수집하였으며, 대학의 경우에는 학과 9수준, 학과와 다른 도메인을 사용하는 하위 연구실 및 기타 연구단위는 2수준, 대학 내 부속연구소는 6수준까지를 수집 최대 깊이로 보았다.

따라서 한국과 일본의 학술적 웹 공간은 각각 총 23만2,324개, 57만3,101개의 웹페이지로 구성되며, 페이지 수준에서의 링크 수는 각각 총 1,084개(한국 전체 링크 수 총 3만4,961개 중), 684개(일본 전체 링크 수 총 4만8,066개 중)로 나타났다.

3. 데이터 분석 결과

3.1 한국·일본의 학술적 웹 공간 규모 분석

링크 데이터를 페이지/파일, 디렉터리, 도메인, 사이트/기관 수준에서 분석할 수 있는 ADM 모형은 사이트 내부 링크(internal site link)를 통제하여 링크를 계수할 수 있게 하는 장점을 갖는다. 즉, 반복되는 페이지가 동일한 디렉터리 안에 존재하는 경우, 이 모형은 이 같은 문제를 갖는 페이지 수준 대신 디렉터리 수준으로 분석할 수 있도록 대안적 방법을 제공한다. 본 연구 또한 ADM 모형을 적용, 수집된 링크 데이터를 네 개의 수준 중 페이지/파일, 도메인의 두 개 수준으로 나누어 분석하였다. 페이지 수준에서의 분석 결과는 <표 1>, <표 2>에 나와 있다.

본 절에서는 3.2에서 수행 할 한국·일본 링크 네트워크 분석과 달리, 특정 기관과 다른 기관을 오가는 링크 수를 상세하게 살펴보기보다 한국과 일본 대학 및 연구기관들이 어느 정도의 학술정보를 웹을 통해 유통시키고 있는지 그 규모를 가늠하기 위해, 특정 대학 및 연구기관에서 상대 국가로 나가는 전체 아웃 링크 및 인링크에 대해서만 거시적으로 분석하였다.

3.1.1 페이지 수

웹 공간은 페이지와 페이지에서 나가는 링크로 구성되는데, 먼저 한국과 일본의 학술적 웹 공간을 구성하는 페이지 수를 살펴보면 일본 웹 공간의 페이지 수가 한국보다 월등히 많은 것으로 나타났다.

<표 1>과 <표 2>에서, 한국의 경우 가장 많은 페이지를 보유하고 있는 기관은 각 기관 유형별로 서울대학(9,223), 한국기초과학지원연구원(14,035), 화학공학연구정보센터(86,805)였으며, 일본의 경우는 도쿄대학(84,097), 과학기술진흥기구(92,774), 국립정보학연구소(28,135)가 해당되었다.

페이지 수에 있어 양국에 공통적으로 나타난 것은, 평균 페이지 수의 편차가 대학을 제외한 기타 연구기관들에서 크게 나타났다는 점이다. 한국의 경우, NRIC인 생물학연구정보센터와 화학공학연구정보센터는 다른 기관들에 비해 눈에 띄게 많은 페이지 수를 가지고 있었는데 두 기관 모두 문헌 데이터베이스 및

〈표 1〉 한국 대학 및 연구기관의 인링크 수 및 아웃링크 수

기관 유형	기관명	페이지 수	인링크 수(page level)			아웃링크 수(page level)		
			전체	한국→ 한국	일본→ 한국	전체	한국→ 한국	한국→ 일본
대 학	snu	9,223	4,062	3,849	213	869	756	113
	yonsei	6,205	455	425	30	312	271	41
	kaist	8,481	1,051	938	113	750	643	107
	postech	8,811	20,520	20,447	73	693	618	75
	korea	3,654	554	488	66	460	422	38
	sub-total	36,374	26,642	26,147	495	3,084	2,710	374
	평균	7274.8	5328.4	5229.4	99.0	617.0	541.0	75.0
정 부 출 연 연 구 소	etri	83	329	329	0	4	4	0
	kaeri	1,064	163	137	26	494	480	14
	kari	6,150	2,661	2,645	16	71	60	11
	kasi	2,052	10	9	1	62	59	3
	kbsi	14,035	181	177	4	421	419	2
	keri	231	59	59	0	25	22	3
	kicet	689	8	7	1	44	36	8
	kier	1,655	73	73	0	19	17	2
	kigam	390	85	76	9	123	115	8
	kimm	3,854	137	126	11	103	101	2
	kist	993	185	172	13	143	139	4
	kisti	1,613	2,341	2,323	18	85	31	54
	kitech	412	62	59	3	38	37	1
	kribb	8987	330	315	15	1684	1652	32
	kriict	289	86	82	4	4	4	0
	kriss	1,171	123	115	8	69	50	19
	kins	2,950	429	425	4	35	34	1
	kias	5,280	80	41	39	985	913	72
	gist	5,578	55	42	13	518	425	93
	sub-total	57,476	7,397	7,212	185	4,927	4,598	329
평균	3025.1	389.0	380.0	10.0	259.0	242.0	17.0	
NRIC	aric	1,382	10	10	0	3841	3818	23
	bric	21,207	18	16	2	22,200	21936	264
	cheric	86,805	57	57	0	249	178	71
	cseric	141	4	4	0	34	25	9
	icpr	566	90	88	2	254	248	6
	iems	17,669	23	23	0	26	24	2
	metric	10,376	13	13	0	325	320	5
	ysgeo	271	0	0	0	8	8	0
	nfri	57	307	307	0	13	12	1
	sub-total	138,474	522	518	4	26,950	26,569	381
	평균	15386.0	58.0	57.6	0.5	2994.4	2952.1	42.3
합계					684		1,084	

〈표 2〉 일본 대학 및 연구기관의 인링크 수 및 아웃링크 수

기관 유형	기관명	페이지 수	인링크 수(page level)			아웃링크 수(page level)		
			전체	일본→일본	한국→일본	전체	일본→일본	일본→한국
대학	u-tokyo	84,097	5,847	5,609	238	8249	8116	133
	kyoto	39,341	6,962	6,773	189	4216	4121	95
	tohoku	47,050	2,424	2,379	45	2952	2897	55
	osaka	34,710	2,503	2,438	65	5295	5238	57
	nagoya	29,120	2,015	1,995	20	2542	2531	11
	sub-total	234,318	19,751	19,194	557	23,254	22,903	351
	평균	46,864	3,950	3,839	111.4	4,651	4,581	70
독립행정법인	aist	40,923	1,575	1,536	39	2351	2325	26
	nite	7,986	106	102	4	265	260	5
	jaea	27,480	265	261	4	500	484	16
	jaxa	32,472	1,134	1,104	30	839	825	14
	jnes	786	27	26	1	19	15	4
	jogmec	785	20	20	0	12	12	0
	jst	92,774	4,008	3,912	96	12,286	12,281	5
	nedo	1,663	426	423	3	118	118	0
	nict	21,925	522	520	2	1860	1850	10
	nies	8,935	222	212	10	238	238	0
	nims	5,132	268	264	4	371	342	29
	nirs	3,620	113	109	4	74	74	0
	riken	19,874	1,019	970	49	692	675	17
	ims	5,101	503	490	13	437	433	4
	ism	4,652	335	335	0	304	301	3
	sub-total	274,108	10,543	10,284	259	20,366	20,233	133
평균	18,274	703	686	17.7	1357.7	1348.9	8.9	
대학공동이용기관법인	kek	18,357	1,396	1,341	55	1329	1159	170
	nibb	1,773	245	235	10	159	157	2
	nifs	10,326	402	396	6	416	412	4
	nig	964	762	589	173	823	809	14
	nii	28,135	14,768	14,746	22	1459	1449	10
	nipr	2,754	384	384	0	96	96	0
	nips	2,356	215	213	2	164	164	0
	sub-total	64,665	18,172	17,904	268	4,446	4,246	200
	평균	9,238	2,596	2,558	38.3	635.1	606.6	28.6
합계					1,084		684	

해당 학문 분야와 관련된 학술적 내용을 다루고 있는 웹진 등의 페이지를 웹 크롤러가 수집했기 때문이다. 이것은 해당 기관의 연구내용에 관한 자료뿐만 아니라 해당 학문 분야 전반의 정보 또한 제공하는 기관 상의 특성 때문인 것으로 보인다. 일본 과학기술진흥기구의 경우 또한 문헌 데이터베이스를 제공하는 하위 도메인을 가지고 있었으며, 국립정보학연구소는 컴퓨터공학이라는 주된 연구영역 관련 정보 외에도 연구자, 연구과제, 연구 설비 등 대학의 연구 활동에 관한 정보를 수록한 종합적 데이터베이스를 운영하고 있는 등, 페이지 수가 많은 특정 웹 공간에 대해 이와 같은 유사한 패턴을 발견할 수 있었다.

3.1.2 인링크 수 및 아웃링크 수

페이지 수준에서 자국 내 웹 공간에서의 아웃링크 수를 포함한 한국으로부터의 전체 아웃링크 3만4,961개 가운데, 한국에서 일본으로 나가는 아웃링크는 1,084개로 전체의 3.1%를 차지하고 있었으며, 일본으로부터 한국으로의 아웃링크는 역시 자국 내 웹 공간에서의 아웃링크를 포함한 전체 4만8,066개 중 684개로 전체의 1.4%를 차지하는 것으로 나타났다. 즉, 한국이 일본보다 약 2배 더 많은 링크를 상대 국가로 보내고 있다는 의미로 웹상의 학술정보를 이용하는 데 있어 한국에 대한 일본의 의존도보다 일본에 대한 한국의 의존도가 더 높은 것으로 해석할 수 있다.

〈표 1〉, 〈표 2〉의 데이터를 기준으로 인링크

크 및 아웃링크 분포를 살펴보면, 주로 대학들이 상대 국가와 타 기관들보다 비교적 많은 링크를 주고받는 것을 알 수 있다. 한국 5개 대학 중 서울대학(snu)과 KAIST(kaist)가 일본 기관들로부터 많은 링크를 받고 있었으며 일본 웹 공간으로 향하는 아웃링크 수치도 다른 한국 기관들보다 높게 나타났다.

한국 정부출연연구소는 인링크 및 아웃링크 수에서 모두 대학보다 현저히 낮은 수치를 나타냈으며, NRIC는 생물학연구정보센터(bric)와 물리학연구정보센터(icpr)를 제외하면 일본으로부터 들어오는 인링크 수는 전무했다. 그에 반해 아웃링크 수는 다른 유형의 기관들과 큰 차이를 보이지 않았는데, 특히, 생물학연구정보센터는 한국 전체 기관 중 가장 많은 264개의 일본 웹 공간에 대한 아웃링크를 페이지 수준에서 나타냈다.

일본 5개 대학의 경우, 한국 기관들로부터 받는 인링크 수가 가장 많은 것은 도쿄대학(tokyo)과 교토대학(kyoto)이었다(〈표 2〉 참조). 또한, 이 두 대학은 한국으로 보내는 아웃링크 수치가 높게 나타났는데, 양국 모두 상대 국가로부터 인링크를 많이 받는 대학이 아웃링크 또한 많이 보내는 양상을 보이고 있었다.

일본의 대학공동이용기관법인 소속 국립유전학연구소(nig), 이화학연구소(riken), 고에너지가속기연구소(kek)는 독립행정법인 소속 연구소들보다 한국으로부터 많은 링크를 받고 있는 것으로 나타났다. 특히 유전학연구소는 한국 웹 공간으로 나가는 아웃링크는 매우 적

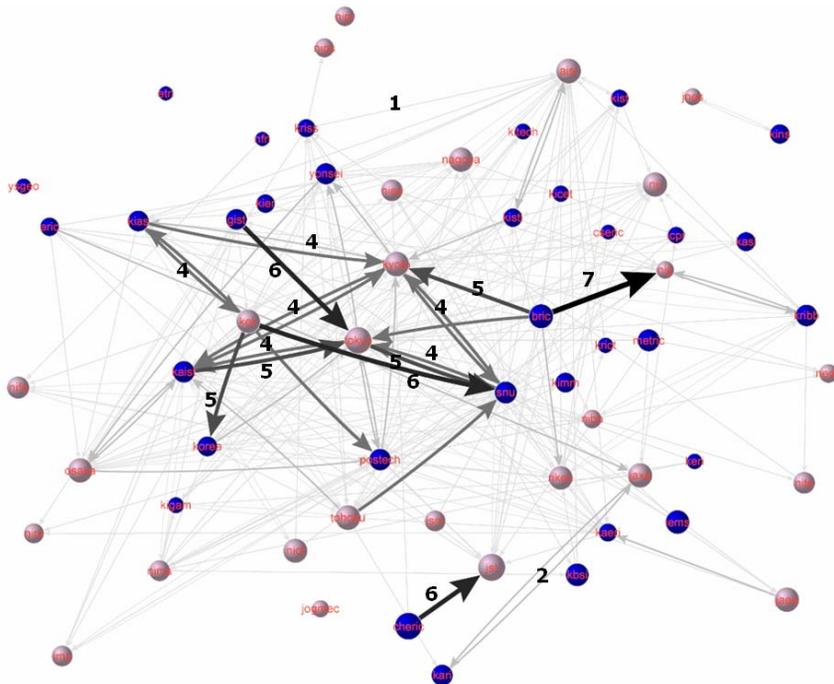
있으나 한국에서 받는 인링크는 일본 5개 대학들로 가는 인링크 수치와 유사한 정도로 크게 나타나 일본 유전학연구소에 대한 한국의 의존 정도를 파악할 수 있었다. 고에너지가속기연구기구는 한국 웹 공간으로의 아웃링크가 월등히 많아 유전학연구소와는 정반대의 양상을 보였다. 이와 같은 현상은 앞으로 분석될 상대 국가에 대한 학문 분야 의존도에 영향을 미칠 것으로 보인다.

3.2 한국·일본의 대학 및 연구기관 링크 네트워크 분석

여기에서는 특정 기관과 다른 기관들 간의

링크 구조를 자세히 분석하기 위해 한국과 일본의 학술적 웹 공간을 구성하는 60개 기관 간의 링크 네트워크를 페이지/도메인 수준별로 시각화하였다(〈그림 1〉, 〈그림 2〉 참조).

링크 네트워크에서 각 기관은 노드로 표현되며 기관 간의 연결은 방향성이 있는 링크로 나타나게 된다. 또한, 연구 대상 60개 기관에 대한 국가 구분을 위해 한국은 검정, 일본은 흰색으로 노드의 색을 달리하였으며, 각 기관 웹사이트가 가지고 있는 페이지 수를 반영하여 노드의 크기를 표현하였다. 여기서 링크의 수는 링크 굵기에 의해 반영되도록 하였는데, 실제 수치를 그대로 반영하면 시각화의 의미가 없어질 정도로 선의 굵기가 크게 나타나,



〈그림 1〉 페이지 수준에서의 한·일 60개 기관간 링크 네트워크

일정한 구간 값으로 정규화 시키는 것으로 특정 기관에서 다른 한 기관으로 가는 링크의 영향력이 적절히 표현될 수 있도록 하였다.

3.2.1 페이지 수준에서의 한·일 링크 네트워크

페이지 수준에서 생성된 <그림 1>을 보면 한국과 일본 대학 및 기관들이 상대 국가의 어느 기관들과 강한 연결을 갖으며 또 어떤 기관이 네트워크의 중심에 위치하는지 명확하게 알 수 있다. 한·일 60개 기관들이 주고받는 링크의 수는 최소 1개에서 최대 139개로 나타났다.

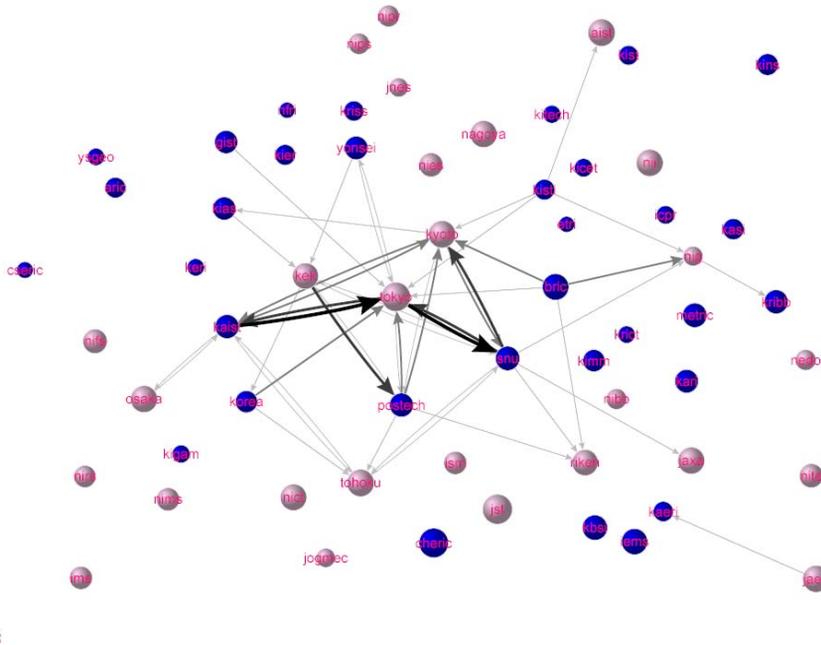
<그림 1>에서 7수준으로 가장 굵게 표현된 선은 한국생물학연구정보센터(bric)에서 일본 국립유전학연구소(nig)로 나가는 링크로, 한·일 링크 네트워크에서 최대값으로 나타난 139개를 보내고 있어 가장 강한 연결을 나타낸 반면, 유사한 연구영역을 갖는 일본의 유전학연구소(nig), 기초생물학연구(nibb)부터 받는 링크는 없는 것으로 나타났다. 또한, 생물학연구정보센터(bric)는 일본과학기술진흥기구(jst)로 일방적으로 많은 링크를 보내고 있는 또 다른 NRIC인 화학공학연구정보센터(cheric)와 함께 일본의 고에너지가속기연구소(kek)와 마찬가지로 상대 국가에서 받는 링크보다 상대 국가로의 아웃링크가 두드러지는 특성을 보였다.

네트워크의 중심에 위치하며 중심에서 가장 빈번하게 나타난 4, 5수준의 선들은 각각 19~37개, 44~63개 범위에 속하는 링크 수를 반영한 것으로, 양국 모두 대학과 연결되어 있

는 것이 많았다. 서울대와 KAIST는 상대 국가의 다른 기관들과도 일정 수준의 연결을 가지고 있었지만 특히 일본의 도쿄, 교토대학과는 네트워크 중심에 위치하면서 상호 간에 많은 링크를 주고받고 있었다. 연세대, 나고야, 오사카대학은 이들 4개 대학에 비해 상대 국가 기관들과 약한 연결을 보임으로써 비교적 강한 연결을 갖는 노드들이 밀집해 있는 네트워크 중심부로부터 외곽으로 밀려나 있는 것을 알 수 있다. 그 외 1~10개의 미약한 연결을 갖는 기관들은 네트워크 지도상에서 주변으로 흩어지듯이 존재하고 있다.

3.2.2 도메인 수준에서의 한·일 링크 네트워크

한·일 링크 네트워크를 도메인 수준에서 생성한 <그림 2>를 보면 타 기관들과 아무런 연결 없이 고립된 노드들이 눈에 띄는데, 이것은 도메인 수준에서 링크를 계수할 때, 한 기관에서 다른 기관으로 가는 링크 수가 5개 이상인 노드들을 대상으로 네트워크를 생성시켰기 때문이다. 예를 들어, 페이지 수준에서 한국의 항공우주연구정보센터(atic), 항공우주연구원(kari)은 일본의 항공우주연구개발기구(jaxa)와 일정 수준 이상의 링크를 가지고 상호간 연결을 나타내고 있었으나, 도메인 수준에서는 고립되어 있는 것을 관찰할 수 있다. 반면, 한국과학기술정보연구원(kisti)과 일본산업기술종합연구소(aist), 그리고 한국원자력연구원(kaeri)과 일본원자력연구개발기구(jaea)는 위의 기관들과 동일하게 페이지 수준에서 링크가 10~16



〈그림 2〉 도메인 수준에서의 한·일 60개 기관간 링크 네트워크

개 정도의 연결을 갖으면서 도메인 수준의 링크 네트워크에서도 타 기관과의 연결을 그대로 유지하고 있었다. 본래 연결을 가지고 있었음에도 불구하고 도메인 수준에서 연결이 사라진 노드들의 의미를 해석한다면, 특정 기관이 다른 한 기관으로부터 많은 링크를 받고 있기는 하지만 그 링크를 보내고 있는 도메인의 수는 적었다는 데 그 이유가 있다. 즉, 한국과학기술정보연구원(kisti)과 일본산업기술종합연구소(aist), 한국원자력연구원(kaeri)과 일본원자력연구개발기구(jaea)의 경우 상대 국가 웹사이트로 나가는 링크가 자국의 다양한 도메인으로부터 나온 것임을 유추할 수 있다.

페이지 수준 링크 네트워크에서 네트워크

중심에 위치하면서 한·일 학술정보 유통의 중추 역할을 했던 노드들의 링크 구조는 도메인 수준에서도 그대로 나타나고 있다. 변함없이 서울대학(snu)과 KAIST(kaist), 도쿄대학(tokyo)과 교토대학(kyoto)은 상대 국가로부터 많은 링크를 받고 있었으며 특히, 이들 네 개 기관은 페이지 수준에서와 마찬가지로 상호 간에 강한 연결 관계를 나타냈다. Erdos and Renyi(1960)에 따르면, 과학자들은 공동 연구를 통해 자유롭게 지식을 생산하지만 결국 그 지식을 생산하는 것은 특정 공동연구자들이라고 한다. 이와 같이 링크 네트워크에서 특정 기관이 중추를 선점하는 현상은 공저자 네트워크의 특성과 유사하다.

3.3 링크 기반 학문 분야 의존도 분석

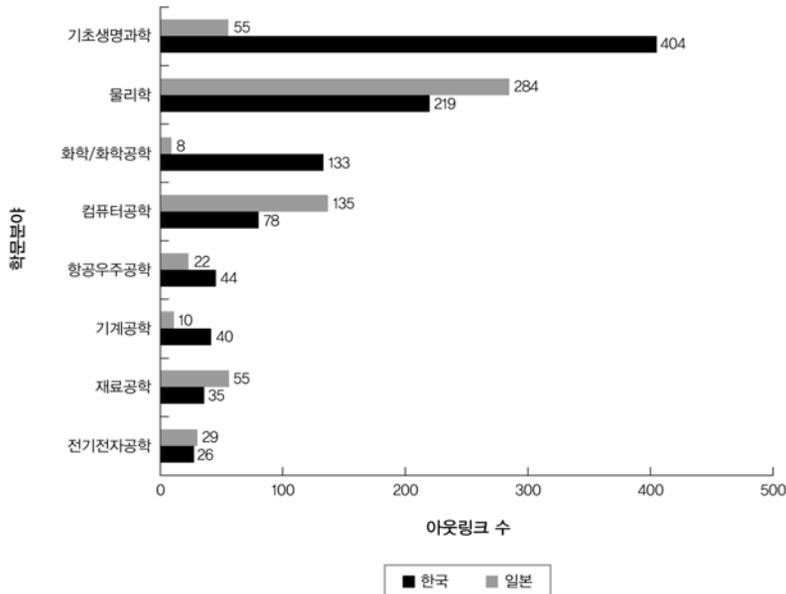
3.3.1 상대 국가에 대한 링크 기반 학문 분야 의존도

양국 간에 연결된 웹페이지들은 그들마다 가지고 있는 학문적 속성이 다르게 나타나는데, 이를 통해 한 국가의 다른 국가에 대한 학문 분야 의존도를 측정할 수 있다. 이 연구에서의 의존도는 링크 수를 기준으로 측정하였기 때문에 인용문헌 수를 기준으로 측정한 의존도와는 차이가 있다. 즉 링크가 생성되었다는 것은 해당 사이트가 이용할 만한 학술정보를 가지고 있다는 것을 의미하기 때문에 잠재적 의존도라고 할 수 있다. 실질적인 의존도는 로그 데이터에 의해 측정될 수 있을 것이다.

상대 국가에 대한 학문 분야 의존도는 한국

과 일본 소스페이지의 학문적 속성에 기준을 두고 분석되었다. 여기서의 가설은, 예를 들어 일본의 기초생명과학 관련 학술정보에 대한 한국의 수요가 높으면 한국의 기초생명과학 분야에서 일본의 기초생명과학 관련 웹페이지로 기타 학문 분야보다 더 많은 링크를 보낼 것이라는 것이다. 이 때 일본으로 나가는 링크는 한국의 기초생명과학 학문적 속성을 가진 하나의 소스페이지로부터 여러 개가 나갈 수 있으며, 또는 여러 개의 소스페이지로부터 나갈 수 있다.

〈그림 3〉은 링크 비율에 따라 한국·일본의 상대 국가에 대한 학문 분야 의존 정도를 분석한 결과를 나타낸 것이다. 한국 웹 공간에서 일본 웹 공간으로 나가는 전체 1,084개 링크 중 의존도 측정이 가능한 링크 수는 979개로, 나머지 105개는 분석에서 제외되었다. 제외된



〈그림 3〉 학문 분야별 잠재적 의존도 분석

링크들은 소스페이지가 열리지 않는 경우와, 소스페이지를 특정 학문 분야로 분류할 수 없는 경우에 속하는 것으로, 모두 의존도 측정에 필요한 소스페이지의 학문적 속성 파악이 불가능한 경우였다.

일본에서 한국 웹 공간으로 나가는 링크는 총 684개로, 그 중 598개 링크를 학문 분야 범주에 분류할 수 있었다.

한국과 일본이 상대 국가에 대해 의존하고 있는 학문 분야는 서로 다르게 나타났다. 한국은 일본 웹 공간으로 나가는 전체 아웃링크 중 거의 절반을 차지하는 41.27%(404 links)를 기초생명과학 분야 소스페이지에서 내보냄으로써, 일본 학술정보에 대한 높은 의존도를 나타냈으며, 일본은 한국으로 나가는 전체 아웃링크 중 47.49%(284 links)를 물리학 분야 소스페이지에서 내보냄으로써, 한국 학술정보에 대한 일본 물리학 분야의 높은 의존도가 측정되었다. 반면, 일본에 대한 한국의 의존도가 높게 나타난 기초생명과학(41.27%), 화학/화학공학(13.59%) 분야는 일본의 한국에 대한 의존도가 각각 9.20%, 1.34%로 낮은 수치를 보였으며, 한국에 대한 일본의 의존도가 높게 나타난 컴퓨터공학(22.58%) 분야 또한 일본에 대한 한국의 의존도는 7.97%로 낮게 나타나, 국가별로 의존도가 높은 학문 분야에는 뚜렷한 차이가 있었다. 그러나 물리학의 경우, 상대 국가에 대한 한국과 일본의 의존도는 각각 22.37%, 47.49%로 일본의 의존도가 한국보다 높았으나, 다른 학문 분야에 비해 그 차이

는 작게 나타나 상대 국가의 학술정보에 대한 한국과 일본 물리학 분야의 의존 정도는 유사하게 높은 것으로 나타났다.

3.3.2 타 학문 분야에 대한 의존도

3.3.1의 분석 결과를 토대로, 물리학 외 8개 학문 분야가 상대 국가 어느 학문 분야의 학술정보를 링크하고 있는지 살펴보기 위해 9개 학문 분야에 의해 링크된 목표페이지의 학문적 속성을 분석하였다. 이를 위해 한국과 일본 각각 919개, 546개의 목표페이지가 분류되었다.

9개 학문 분야와 연결된 목표페이지의 학문 분야를 분석한 결과, 소스페이지들은 동일한 학문 분야 웹페이지들로 가장 많은 링크를 보내고 있었으며, 이러한 현상은 한국과 일본 웹 공간에서 공통적으로 나타났다.

기초생명과학 분야에서 한국은 일본 웹 공간으로 나가는 가장 많은 아웃링크 수를 나타내며 일본 학술정보에 대한 가장 높은 의존도를 보였다. 그러나 목표페이지가 소속된 학문 분야 수는 더 적은 아웃링크를 보였던 다른 학문 분야들 보다 작게 나타나, 한국의 기초생명과학 분야는 주제영역이 완전히 동일한 일본의 학술정보에 집중하고 있다는 것을 알 수 있다. 이와 같이, 상대 국가의 다양한 학술정보를 링크하기보다 하나의 학문 분야에만 의존하는 현상은 물리학과 컴퓨터공학 분야에서도 유사하게 나타나고 있다. 일본은 컴퓨터공학 분야에서 한국에 대해 가장 높은 의존도를 보이고 있었는데, 한국의 기초생명과학 분야와

마찬가지로 주제영역이 완전히 동일한 학술정보로 대부분의 링크를 보내고 있었다.

상대 국가에 대한 학문 분야 의존 정도는 목표페이지의 학문적 속성 분석에서도 드러나고 있다. 기초생명과학 분야에 대한 한국의 일본 의존도가 높은 만큼, 한국은 일본과 달리 화학/화학공학, 그리고 컴퓨터공학 분야에서 기초생명과학 관련 일본 학술정보를 링크하고 있었다. 일본의 경우 또한 마찬가지로, 기초생명과학 분야에서 한국의 컴퓨터공학 관련 학술정보를 링크하는 것으로 나타났다.

3.4 주요 학문 분야 학술커뮤니케이션 특성 분석

한국과 일본 양 국가 간에 오가는 전체 링크 수가 많게 나타난 물리학, 기초생명과학, 컴퓨터공학 분야를 대상으로 학문 분야별 학술커뮤니케이션 특성을 분석하였다. 여기에서는 단순링크 수 분석을 통해 각 학문 분야에서 상대 국가와 링크를 많이 주고받는 대학 및 연구기관을 파악하였으며, 한국과 일본의 각 학문 분야 네트워크에 나타난 국가간 연결을 정량적으로 분석하기 위해 중심성 측정 지표인 연결정도 중심성을 함께 사용하였다. 그리고 링크를 보내는 소스페이지와 링크를 받는 목표페이지를 포함하고 있는 웹 공간 유형을 통해 상대 국가 학술정보에 대한 연결 수준을 분석하였으며, 웹상의 학술정보를 이용하는 데 있어 상대 국가가 주로 의존하고 있는 한국과

일본의 대학 및 연구기관들 내 웹 공간 유형에 대해 살펴보았다.

3.4.1 주요 학문 분야 링크 네트워크의 생성

물리학, 기초생명과학, 컴퓨터공학 분야 학문적 속성을 갖는 소스페이지를 포함하고 있는 웹 공간들과, 이들 소스페이지와 연결된 목표페이지를 포함하고 있는 웹 공간들로 <그림 4>, <그림 5>, <그림 6>과 같이 학문 분야별 한·일 링크 네트워크를 생성하였다. 한국은 흰색, 일본은 검정색 노드로 표현되었다.

먼저, 한·일 물리학 링크 네트워크를 살펴보면, 전체 139개의 유형별 웹 공간들로 구성되어 있음을 알 수 있다. 여기서 말하는 ‘유형별 웹 공간’이란, 소스/목표페이지를 포함하고 있는 특정 도메인을 의미하며, ‘유형별’이란 용어를 사용한 이유는 링크를 직접적으로 받는 웹페이지를 포함하고 있는 특정 도메인 <표 3>과 같이 다양한 유형의 웹 공간으로 구분되기 때문이다.

<표 3> 웹 공간의 유형

대학	연구기관
대학	기관
대학 학과	기관 내 하위 연구단위
교수 연구실	-
대학 내 부속연구소	-
대학 내 부속연구소 하위 연구단위	-
교수/연구원 개인홈페이지	
기타 학술연구단위	

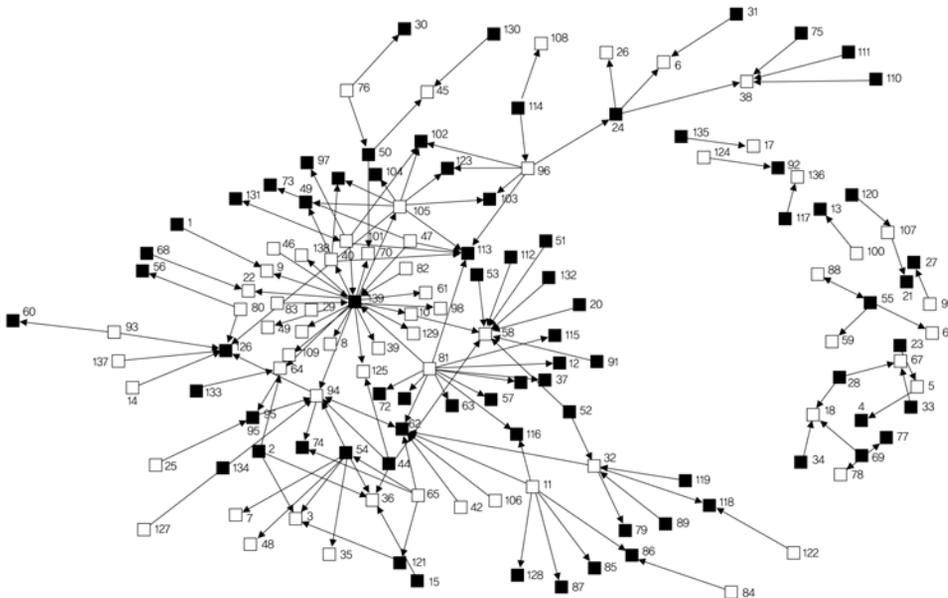
물리학 분야의 한·일 전체 139개 유형별 웹 공간들 중, 51개 노드는 상대 국가로부터 받는 인링크가 나타나지 않았으며 69개 노드는 상대 국가로 링크를 보내고 있지 않는 것으로 나타났다.

한·일 기초생명과학 링크 네트워크는 전체 110개의 유형별 웹 공간으로 구성되었다. 전체 110개 노드 중 29개 노드는 상대 국가로부터 받는 인링크가 나타나지 않았으며 73개 노드는 상대 국가로 링크를 보내고 있지 않는 것으로 나타났다.

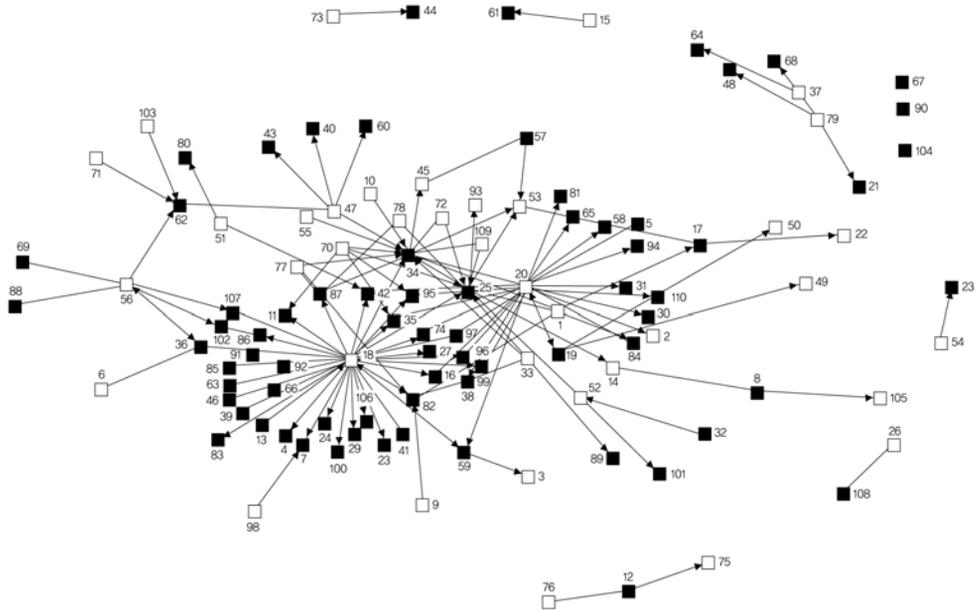
물리학, 기초생명과학 분야 링크 네트워크는 한국과 일본의 유형별 웹 공간들이 모두 연결되어 있는 왼쪽의 규모가 큰 하나의 군집과 오른쪽의 몇 개의 작은 군집들로 형성되어 있

었으며, 소수의 유형별 웹 공간들이 상대 국가 다수의 유형별 웹 공간들로부터 링크를 받고 있거나 링크를 주고 있는 다른 유형별 웹 공간들을 연결하고 있다는 점에서 공통점을 나타냈다. 반면, 컴퓨터공학 분야 링크 네트워크에서는 규모가 큰 하나의 군집 대신 독립된 3개의 군집이 나타나고 있어, 두 개 학문 분야와는 차이를 보였다.

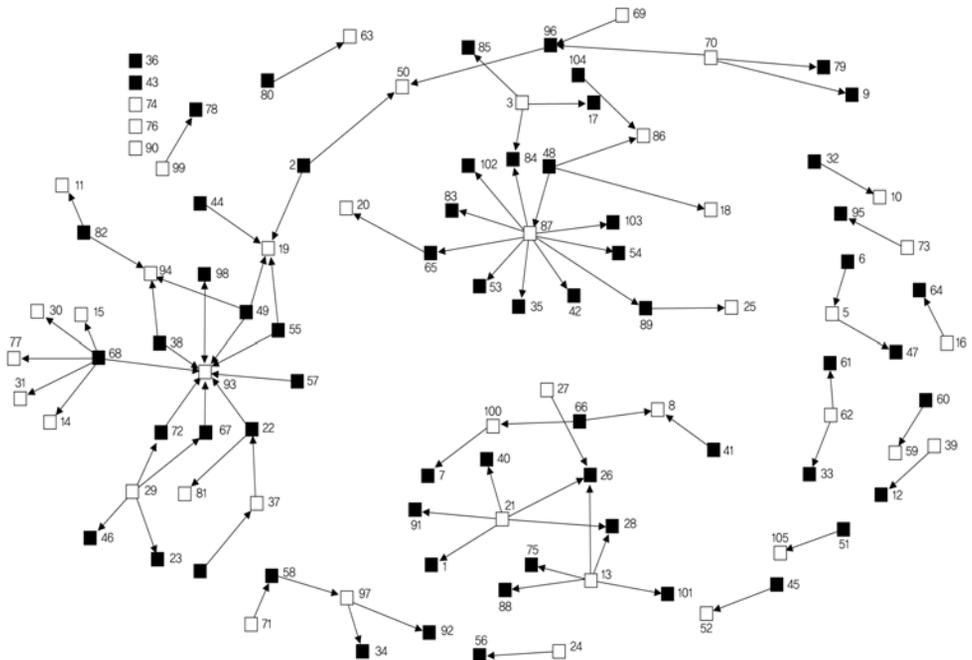
컴퓨터공학 분야 링크 네트워크에서도 특정한 몇 개의 한국과 일본 웹 공간들이 상대 국가 다수의 웹 공간들을 연결하고 있었는데, 연결된 웹 공간의 수는 앞의 두 개 학문 분야에 비해 적어 상대적으로 느슨한 연결이 관찰되었다. 또한, 두 학문 분야에서는 매개가 되는 특정 웹 공간에 의해 링크를 많이 받거나 보내



〈그림 4〉 한국·일본의 물리학 분야 링크 네트워크



〈그림 5〉 한국·일본의 기초생명과학 분야 링크 네트워크



〈그림 6〉 한국·일본의 컴퓨터공학 분야 링크 네트워크

는 2개의 웹 공간들이 서로 연결됨으로써 하나의 군집이 형성되었는데, 컴퓨터공학 분야에서는 3개 군집들 간을 연결하는 매개가 되는 웹 공간이 존재하지 않아 따로 형성되는 특징을 나타냈다.

3.4.2 단순링크 수 분석을 통한 주요 학문 분야 링크 네트워크의 특성

여기에서는, 각 학문 분야에서 상대 국가가 주목하고 있는 인링크 수치가 높은 웹 공간을 도출하기 위해 중심성 측정 지표인 연결정도 중심성 중 내향 중심성을 산출하였다.

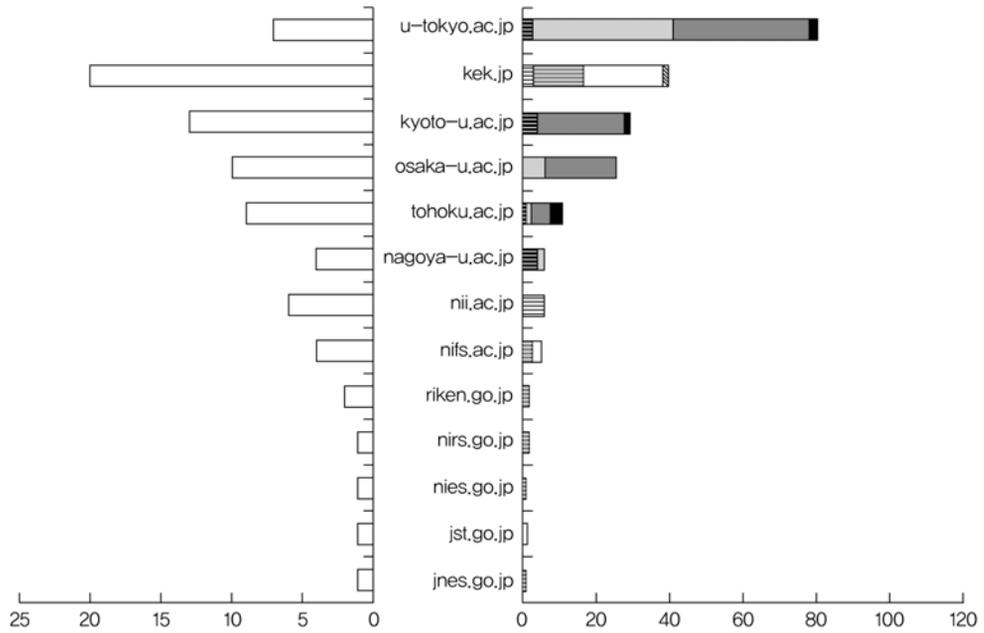
3개 학문 분야들 중, 컴퓨터과학 분야를 예를 들어 살펴보면, 한국 KAIST 소속 교수연구실(93번, tclab.kaist.ac.kr)과 일본 대학공동이용기관법인 국립유전학연구소 내 기탁학술연구단위(25번, ddbj.nig.ac.jp)의 내향 중심성이 가장 높은 것으로 나타났다(〈그림 6〉 참조).

2개 이상의 각각 다른 한국 웹 공간으로부터 링크를 받아 상위에 위치해 있는 ‘ddbj.nig.ac.jp’, ‘pmd.ddbj.nig.ac.jp’, ‘genome.jp’와 같은 일본 웹 공간들은 ‘-tsujii.is.s.u-tokyo.ac.jp’를 제외하고 모두 기초생명과학 분야 속성을 갖는 것으로, 기초생명과학 분야 세부주제에 속하며 생물학과 컴퓨터공학의 융합 분야인 ‘Biotechnology’를 연구영역으로 하는 한국의 컴퓨터공학 분야 웹 공간들로부터 링크를 받는 특징을 보였다. 한편, 2개 이상의 일본 웹 공간들로부터 링크를 받는 한국 웹 공

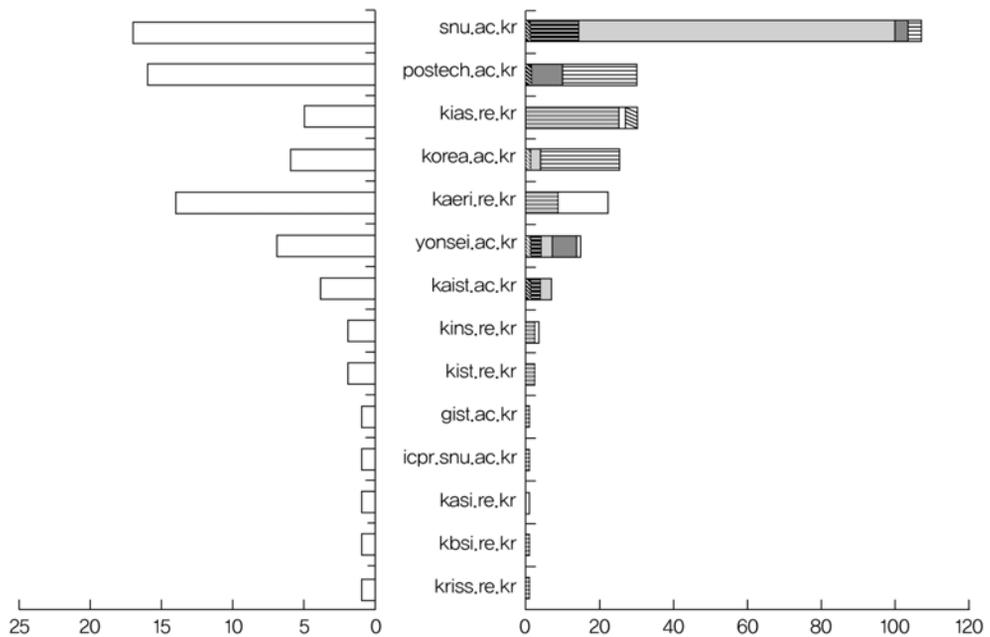
간들은 ‘theory.snu.ac.kr’을 제외하고 모두 KAIST 소속이었으며, 학문 분야는 컴퓨터공학으로 나타났다.

위의 분석을 통해 상대 국가의 다양한 유형별 웹 공간으로부터 링크를 받아 내향 중심성 수치가 높게 나타난 웹 공간들을 개별적으로 살펴보았다면, 다음으로는 한국과 일본의 어떤 대학 및 연구기관들의 학술정보가 상대 국가의 각 학문 분야에서 주로 이용되고 있는지를 파악하기 위해 대학 및 연구기관들이 상대 국가로부터 받는 링크 수를 페이지와 유형별 웹 공간 2개 수준에서 계수하였다.

〈그림 7〉, 〈그림 8〉의 물리학의 경우를 보면, 페이지 수준에서 한국은 일본의 도쿄대학(u-tokyo.ac.jp), 고에너지가속기연구기구(kek.jp), 그리고 일본은 한국의 서울대학(snu.ac.kr), 고등과학원(kias.re.kr), POSTECH(postech.ac.kr) 순으로 많은 링크를 보내고 있었다. 그러나 링크를 페이지 수준이 아닌 유형별 웹 공간 수준에서 분석하면, 〈그림 7〉의 왼쪽 그림과 같이 도쿄대학의 인링크 수는 현저히 줄어들며 고에너지가속기연구기구, 교토대학 등이 한국으로부터 더 많은 링크를 받는 것으로 나타난다. 이것은 도쿄대학이 한국 웹 공간으로부터 많은 링크를 받고 있기는 하지만 그 링크를 보내고 있는 한국의 웹 공간의 수는 고에너지가속기연구기구, 교토대학보다 적다는 것을 의미한다. 실제로, 도쿄대학은 한국의 5개 웹 공간들로부터 링크를 받고 있었으며, 고에너지가속기연구기구와 교토대학은



〈그림 7〉 페이지/유형별 웹 공간 수준에서 일본 대학 및 연구기관이 받는 링크 수(물리학)



〈그림 8〉 페이지/유형별 웹 공간 수준에서 한국 대학 및 연구기관이 받는 링크 수(물리학)

각각 12개의 웹 공간들로부터 링크를 받고 있었다.

특정 웹 공간으로부터 많은 링크를 받는 도쿄대학의 경우, 그 특정 웹 공간으로부터 집중적으로 주목을 받는 특징을 갖는다면, 고에너지가속기연구기구, 교토대학은 다양한 웹 공간들로부터 주목을 받는다는 점에서 차이가 있다.

기초생명과학 분야에서는, 한국은 일본의 국립유전학연구소(nig.ac.jp), 교토대(kyoto-u.ac.jp) 순으로 많은 링크를 보내고 있었다. 한국은 일본국립유전학연구소와 교토대학으로 가는 대부분의 링크를 관련 학문 분야 연구를 위한 데이터베이스 전문 웹사이트와 같은 '기타학술연구단위'로 보내고 있는 것으로 나타났다.

또한 링크를 페이지 수준에서 계수하면 일본 교토대학(kyoto-u.ac.jp)이 도쿄대학(u-tokyo.ac.jp)보다 많은 링크를 받고 있으나 유형별 웹 공간에서 분석하면 도쿄대학이 더 많은 링크를 받는 것으로 나타나는데, 이것은 앞서 분석했던 물리학 분야에서 기술한 바와 같이 교토대학이 특정한 웹 공간으로부터 집중적으로 링크를 받고 있기 때문이다. 예를 들면, 실제로 교토대학은 과학기술정보연구원으로부터 많은 링크를 받고 있기는 하지만, 이것은 모두 동일한 웹 공간(과학기술정보연구원 하위 연구단위 'ccbb.re.kr')에 속해 있는 웹페이지들로부터의 링크였다.

컴퓨터공학은 페이지 수준에서 한국은 일본

의 도쿄대학(u-tokyo.ac.jp), 교토대학(kyoto-u.ac.jp) 순으로, 그리고 일본은 한국의 KAIST(kaist.ac.kr), 서울대학(snu.ac.kr) 순으로 많은 링크를 보내고 있었다. 3.3.1에서의 학문 분야 의존도 분석 결과, 컴퓨터공학 분야에 대한 한국 의존 정도가 높게 나타났던 일본은 한국의 대학 웹 공간으로 대부분의 링크를 보내고 있었으며, 특히 KAIST와 서울대학의 '교수연구실'과의 연결이 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다.

마지막으로, 위의 분석을 토대로 상대 국가 각 학문 분야의 학술정보를 이용하는 데 있어 한국과 일본이 의존하는 상대 국가의 웹 공간 유형을 정리하면 <표 4>와 같다.

눈에 띄는 것은 일본 기초생명과학 분야 관련 웹 공간에 대한 한국의 링크로, 한국은 일본으로 가는 기초생명과학 전체 링크 중 76%를 대학과 연구기관의 '기타학술연구단위'로 보내고 있었다. '기타학술연구단위'에 포함되는 것은 주로 논문 검색을 제공하는 디지털도서관, 컨퍼런스 관련 정보를 제공하기 위한 웹사이트, 그리고 연구자들의 연구를 돕기 위해 관련 학문 분야에서 사용되는 데이터베이스를 전문적으로 제공하는 웹사이트로, 한국의 경우 일본의 대학 및 연구기관에서 제공하는 데이터베이스 전문 웹사이트로의 링크가 압도적으로 많았다. 그리고 물리학과 컴퓨터공학 분야에서 나타났던 일본 '대학내부속연구소', '교수연구실'과 같은 웹 공간 유형 내 학술정보에 대한 높은 의존도는 기초생명과학 분야에서 나타나

〈표 4〉 상대 국가로부터 링크를 받는 한국과 일본의 웹 공간 유형

웹 공간 유형 비율(%)	물리학	기초생명과학	컴퓨터공학
대학	0.00 [*] 2.83 ^{**}	1.05 [*] 9.09 ^{**}	2.63 [*] 1.56 ^{**}
대학 학과	5.77 [*] 8.10 ^{**}	1.05 [*] 0.00 ^{**}	2.63 [*] 17.97 ^{**}
교수 연구실	22.60 [*] 37.65 ^{**}	1.57 [*] 5.45 ^{**}	34.21 [*] 71.88 ^{**}
대학 내 부속 연구소	41.35 [*] 7.29 ^{**}	2.88 [*] 0.00 ^{**}	11.84 [*] 1.56 ^{**}
대학 내 부속 연구소 하위연구단위	2.88 [*] 0.00 ^{**}	3.14 [*] 5.45 ^{**}	6.58 [*] 0.00 ^{**}
기관	10.58 [*] 17.41 ^{**}	4.71 [*] 29.09 ^{**}	6.58 [*] 1.56 ^{**}
기관 내 하위연구단위	12.02 [*] 6.88 ^{**}	9.16 [*] 27.27 ^{**}	10.53 [*] 1.56 ^{**}
교수/연구원 개인홈페이지	0.48 [*] 1.62 ^{**}	0.00 [*] 0.00 ^{**}	1.32 [*] 1.56 ^{**}
기타학술연구단위	4.33 [*] 18.22 ^{**}	76.44 [*] 23.64 ^{**}	23.68 [*] 2.34 ^{**}

(*: 한국→일본, **: 일본→한국)

지 않았다. 컴퓨터공학 분야에서는 일본 대학의 ‘교수연구실(34%)’ 다음으로 ‘기타학술연구단위(24%)’를 가장 많이 링크하고 있었는데, 여기에 포함되는 것은 주로 생물학 연구를 위한 데이터베이스를 제공하는 웹사이트로, 생물학과 컴퓨터공학의 융합영역을 연구하는 한국 연구단위로부터의 링크가 많았다.

일본의 경우, 기초생명과학 분야를 제외하고 모두 한국의 대학 내 ‘교수연구실’로 가장 많은 링크를 보내고 있었다. 특히, 컴퓨터공

학 분야에서는 전체 링크 중 72%가 ‘교수연구실’과 연결되어 있었으며, 90%를 차지하는 링크가 대학 웹 공간으로 향하고 있는 등 한국 대학의 웹상의 학술정보에 대한 일본의 의존 정도는 3개 학문 분야 중 가장 큰 것으로 나타났다.

그 밖에도, 링크가 도달한 목표페이지를 포함하는 웹 공간의 유형 분석을 통해 상대 국가 학술정보에 대한 각 국가의 연결 수준을 파악할 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 국내 기관들 간의 웹을 통한 학술커뮤니케이션 분석에서 더 나아가, 국가 차원에서 한국과 일본 과학기술 분야 웹 공간에서의 학술적 교류를 파악하는 데 목적을 두고 양 국가의 웹 공간을 분석하였다. 분석된 결과를 토대로, 한·일 기관들 간의 링크 구조를 통해 웹상에서의 국가 간 학술정보 유통의 문제점을 도출하였으며 유통을 활성화시키기 위한 방안에 대해 고찰하였다.

연구 결과를 통해 발견된 한국과 일본 국가 간의 학술커뮤니케이션 특성은 다음과 같다.

첫째, 페이지 수준에서 한국에서 일본으로 나가는 아웃링크는 1,084개로 자국 내 웹 공간에서의 아웃링크 수를 포함한 전체 3만 4,961개 중 3.1%를 차지하고 있었으며, 일본으로부터 한국으로의 아웃링크 수는 684개로 전체 4만8,066개의 1.4%를 차지하는 것으로 나타났다. 한국이 일본보다 약 2배 더 많은 링크를 상대 국가로 보내고 있어, 일본 웹상의 과학기술 분야 학술정보에 대한 한국의 이용 정도가 더 높은 것을 알 수 있다.

둘째, 이 연구는 한국과 일본 두 개 국가의 과학기술 분야 웹 공간을 구성하는 웹페이지와 링크 데이터를 대상으로 범위를 한정하여 분석한 것으로, 그 외 다른 국가들과의 비교가 불가능하기 때문에 연구를 통해 나타난 한국과 일본 웹 공간을 오가는 링크 수로 웹상에서

의 국가간 학술 교류에 대한 활발함의 정도를 판단하는 것은 어렵다. 그러나 비교가 가능한 수준에서 기관 유형별로 살펴본 결과, 양 국가 모두 대학들의 인링크/아웃링크 수의 편차가 적었으며, 페이지 수준에서 생성된 링크 네트워크에서 네트워크 중심에 위치하면서 한·일 학술정보 유통의 중추 역할을 했던 대학들의 링크 구조는 도메인 수준에서도 그대로 나타나고 있었다. 한·일 국가 간 학술커뮤니케이션을 이끄는 주체는 대학이라고 할 수 있을 정도로 양 국가 모두 주로 대학을 중심으로 많은 링크를 주거나 받고 있었다. 반면, 한·일 연구 기관들 간의 링크 연결은 단지 대학 평균의 약 1/10 정도로 미약하였는데, 특히 한국의 NRIC 소속 연구소들은 대학 다음으로 일본 웹 공간에 대한 아웃링크가 많았으나 일본으로부터의 인링크 평균은 1개 미만인 것으로 나타났다.

셋째, 링크를 기반으로 측정된 상대 국가 학술정보에 대한 학문 분야 의존도는 국가별로 다르게 나타났으며, 국가별로 의존도가 높은 것으로 나타난 학문 분야의 학술정보는 해당 학문 분야 외 타 학문 분야에서도 이용되고 있는 것으로 나타났다.

넷째, 학문 분야별로 한국과 일본의 어떤 대학 및 연구기관들의 학술정보가 주로 이용되고 있는지를 파악할 수 있었으며, 이용되는 웹 공간의 유형 또한 학문 분야와 국가별로 다르게 나타나고 있었다. 또한, 이들 기관들은 상대 국가로부터 링크를 어떻게 받는가에 따라 (1) 상대 국가의 다양한 유형별 웹 공간들

로부터 링크를 받음으로써 특정 학문 분야 전체 웹 공간에서 큰 영향력을 나타내는 기관과 (2) 몇 개의 유형별 웹 공간으로부터 집중적으로 링크를 받는 지역적인 영향력을 나타내는 기관으로 구분되는 특징을 보였다.

이 연구에서는 한국과 일본의 학술적 웹 공간의 링크 구조를 여러 측면에서 분석함으로써 국가간 학술커뮤니케이션에서 나타나는 특징들과 학술정보유통 상의 문제점을 발견할 수 있었다. 그러나 이것은 국가간 학술커뮤니케이션이 일어나는 공간을 웹으로 한정된 학술커뮤니케이션 특성의 일면을 나타낸 것으로, 전체적인 양상을 파악하기 위해서는 학술 논문의 공동저작이나 인용 등을 통한 분석이 함께 고려되어야 한다. 온라인과 오프라인에서의 양 국가간 학술커뮤니케이션 양상을 함께 비교함으로써 학술커뮤니케이션 연구 도구로서의 웹 링크의 유용성을 확인할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 김용학. 2007. 『사회 연결망 분석』. 서울: 박영사.
- 정영미. 2007. 『국가 정보유통 활성화를 위한 학술적 웹 공간 특성 및 구조 분석』. 서울: 한국과학기술정보연구원.
- 정호연. 2007. 『저널 인용과 웹 링크 분석을 통한 과학기술 분야의 학제성 비교 연구』. 석사 학위논문, 연세대학교 대학원, 문헌정보학과.
- 홍형득. 2006. 과학기술정보 및 지식의 생산과 흐름분석을 위한 네트워크 분석: 바이오안전성 관련정보의 하이퍼링크를 중심으로. 『한국행정학보』, 40(1): 199-223.
- 科学技術政策研究所. 2005. 急速に発展しつつある研究領域調査: 論文データベース分析から見る研究領域の動向. 『NISTEP REPORT』, No. 95.
- 科学技術政策研究所. 2006. 産学官連携ネットワークによるイノベーションの創出: 日米欧における鉛フリーはんだ開発の比較分析. 『Discussion Paper』, No. 41.
- 科学技術政策研究所. 2008. サイエンスマップ 2006: 論文データベース分析(2001年から2006年)による注目される研究領域の動向調査. 『NISTEP REPORT』, No. 110.
- Almind, T. C., & Ingwersen, P. 1997. "Informetric analyses on the World Wide Web: methodological approaches to 'webometrics'." *Journal of Documentation*, 53(4): 404-426.
- Borgman, C. L. and Furner, J. 2002. "Scholarly communication and bibliometrics." *Annual Review of Information Science and Technology*, 36: 3-72.
- Björneborn, L. 2004. Small-world link structures across an academic Web

- space: A library and information science approach. Ph.D. Thesis, Royal School of Library and Information Science.
- Björneborn, L. & Ingwersen, P. 2004. "Toward a Basic Framework for Webometrics." *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 55(14): 1216-1227.
- Cronin, B., Snyder, H. W., Rosenbaum, H., Martinson, A., & Callahan, E. 1998. "Invoked on the Web." *Journal of the American Society for Information Science*, 49(14): 1319-1328.
- Calero, C., Leeuwen, T. N., & Tijssen, R. J. W. 2007. "Research cooperation within the bio-pharmaceutical industry: Network analyses and co-publications within and between firms." *Scientometrics*, 71(1): 87-99.
- Erdos, P. & Renyi, A. 1960. "On the evolution of random graphs." *Mathematical Institute of the Hungarian Academy of Science*, 5: 17-61.
- Freeman, L. C. 1977. "A set of measures of centrality based on betweenness." *Sociometry*, 40(1): 35-41.
- Kling, R and Mckim, G. 2000. "Not just a matter of time: Field difference and the shaping of electronic media in supporting scientific communication." *Journal of the American Society for Information Science*, 51(14): 1306-1320.
- Glänzel, W., SCHUBERT, A. 2001. "Double effort=Double impact? A critical view at international co-authorship in chemistry." *Scientometrics*, 50(2): 199-214.
- Glänzel, W. 2001. "National Characteristics in international scientific coauthorship relations." *Scientometrics*, 51(1): 69-115.
- Larson, R. R. 1996. "Bibliometrics of the World Wide Web: An exploratory analysis of the intellectual structure of cyberspace." S. Hardin Ed. Proceedings of the ASIS Annual Meeting. 59: 71-78.
- Larsen, K. 2008. "Knowledge network hubs and measures of research impact, science structure, and publication output in nano structured solar cell research." *Scientometrics*, 74(1): 123-142.
- Otte, E., & Rousseau, R. 2002. "Social Network analysis: A powerful strategy, also for the information

- sciences.” *Journal of Information Science*, 28(6): 441–454.
- Ortega, J. L., Aguillo, I., Cothey, V., & Scharnhorst, A. 2008. “Maps of the academic web in the European Higher Education Area—an exploration of visual web indicators.” *Scientometrics*, 74(2): 295–308.
- Park H. W., Barnett G. A. & Nam I. Y. 2002. “Interorganizational Hyperlink Networks Among Websites in South Korea.” *NETCOM: Network and Communication Studies*, 16(3/4): 155–173.
- Research AND Development. 2006. The Global Technology Revolution 2020, In-Depth Analyses: Bio/Nano/Materials/Information Trends, Drivers, Barriers, and Social Implication, RAND Corporation.
- Shibata, N., Kajikama, Y. & Matsushima, K. 2006. “Topological analysis of citation network to discover the future core articles.” *Journal of the American Society for Information Science*, 58(6): 872–882.
- Smith, A. G., & Thelwall, M. 2002. “Web Impact Factors for Australasian Universities.” *Scientometrics*, 54(3): 363–380.
- Thelwall, M. 2002. “Conceptualizing documentation on the web: An evaluation of different heuristic based models for counting links between university Web sites.” *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 53(12): 995–1005.
- Thelwall, M. & Smith, A. G. 2002. “Interlinking between Asia-Pacific University Web sites.” *Scientometrics*, 55(3): 363–376.
- Thelwall, M., Vaughan, L., & Björneborn, L. 2005. “Webometrics.” *ARIST*, 39: 81–135.
- Wasserman S. & Faust K. 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.