

RDM, Research Data Management

연구데이터관리

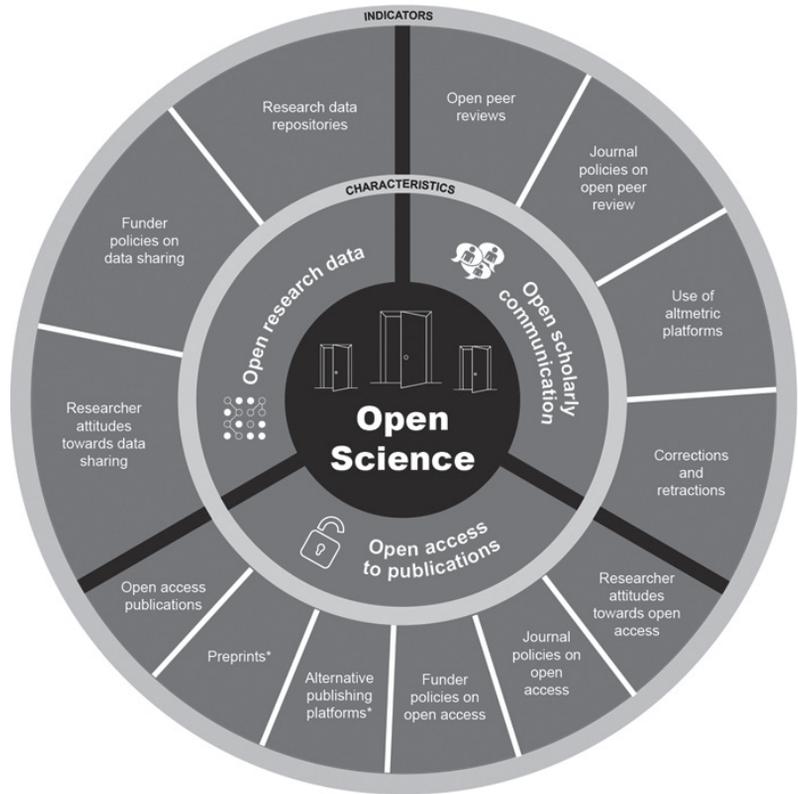
최선희 _ KISTI

1. 개요 : 오픈사이언스, 오픈데이터

OECD(Organization for Economic Co-operation and Development)는 2000년대 초반부터 과학기술에서의 혁신을 강조해 오는 과정에서 글로벌 이슈를 해결하기 위한 오픈사이언스를 주창하게 되었다. 오픈 사이언스를 수행하는 과정에서 많은 데이터와 과학기술정보가 생산되며, 이러한 정보의 오픈액세스가 오픈사이언스의 전제가 되었다.

오픈 사이언스의 목적은 과학기술 연구개발을 위한 더 좋은 환경을 조성하고 과정에 효율적으로 개입하여 더 많은 과학기술정보를 만들게 하고 이를 잘 융합하여 보다 빠르게 서비스로 제공하여 최종적으로는 과학기술 혁신을 이루어 인류 미래와 행복에 이바지하는 것이다.

오픈사이언스에 대한 OECD의 정의는 “공적 자금이 투입된 연구결과(출판물, 데이터 등)를 디지털화해서 공개함으로써, 연구성과와 과정에 대한 후속 검증 및 추가 연구 수행과 새로운 연구방법 개발에 활용하고 다양한 연구 협력 네트워크를 형성하여 통해 연구 개발의 추진을 가속화하는 개방형 과학”으로 되어 있다. EC(European Commission)에서는 <그림 1>와 같이 영역을 세분하였다.



〈그림 1〉 EU Open Science Monitor

<http://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm?pg=home§ion=monitor>

2. 연구데이터 개요

2004년 OECD는 과학기술장관 회의에서 연구데이터에 대한 접근성 제고를 위한 노력을 시작하였고, “Declaration on Access to Research Data from Public Funding”을 채택하였다.

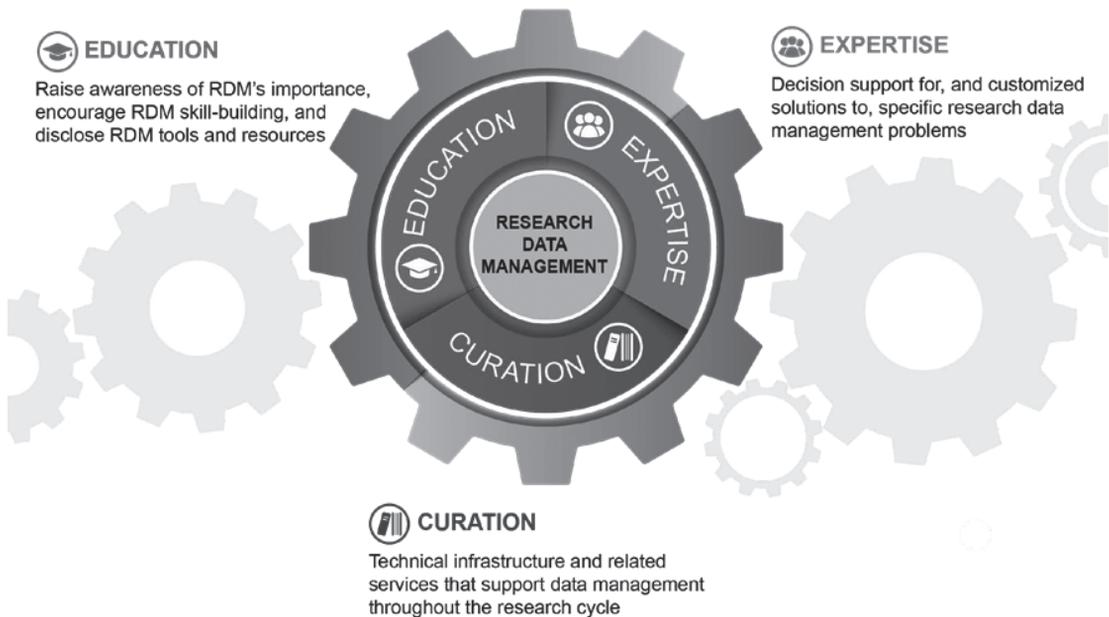
2006년에는 연구데이터 개방에 관한 원칙과 지침 개발을 추진하였고, “OECD Principles and Guidelines for Access to Research Data from Public Funding”을 2007년에 발간하였다.

EU Open Science Monitor에서는 연구데이터 영역을 오픈하기 위해서 Research Data Repositories, Funder Policy on Data Sharing과 Researcher

Attitudes toward Data Sharing을 가장 중요한 요소로 설정하였다.

연구데이터의 관리는 국가연구개발 사업을 둘러싼 연구생태계에 속한 기관들은 모두 관련이 되어 있으며, OCLC가 정의한 주요 연구데이터관리 서비스 영역은 <그림 2>과 같다. “The Realities of Research Data Management”라는 보고서는 4개의 파트로 구성되어 OCLC에서 2017년부터 펴내고 있으면 현재 파트3까지 나와있다¹⁾.

Research Data Management Service Categories



<그림 2> 연구데이터관리 서비스 영역

1) "RDM Service Categories" by OCLC Research, from The Realities of Research Data Management. Part One: A Tour of the Research Data Management (RDM) Service Space (<https://doi.org/10.25333/C3PG8J>), CC BY 4.0

연구데이터에 대한 정의는 이미 너무나 많이 있으며²⁾, 유형은 아래와 같다.

- 실험데이터: 실험장비에서 생산되는 데이터로 많은 비용 소요 (가속기, 전자현미경)
- 관측데이터: 관측장비를 통해 실시간 관측되어 생산되는 데이터(센서, 망원경)
- 시뮬레이션 데이터: 모델링을 통해 생산된 데이터(기후모델링, 경제전망 모델링)
- 파생데이터: 원천데이터로부터 재생산된 데이터(텍스트마이닝, 3D모델링)
- 참조데이터: 평가를 거쳐 신뢰성이 공인된 데이터로 다른 데이터의 기준이 되는 데이터(유전자배열, 플라즈마물성표준, 뇌MRI영상 등 참조표준데이터)
- 조사데이터: 설문조사 등을 통해 생산된 데이터(시장조사, 연구과제정보, 예측조사)

Science International에서 2015년에 펴낸 “Open Data in a Big Data World”라는 자료에서 보면, 과학의 핵심가치는 “Openness and transparency”이며, 연구데이터의 핵심가치는 “과학적 검증의 증거(Data used as evidence for a scientific claim)”라고 하였다. 이해당사자별 연구데이터와의 이해관계는 아래와 같다.

1. 과학적 검증은 연구자가 자신의 업적을 증빙하기 위해 필수적이다
2. 연구비지원기관도 연구과제의 실효성을 검증하기 위해 필수적이다
 - 연구자는 동전의 양면성과 같은 태도를 가진다
 - 자신의 데이터는 공개하지 않으면서 타연구자의 데이터는 공개되길 원한다
3. 도서관은 연구자와 연구기관, 연구비지원기관 사이에서 각 이해당사자를 지원하고, 대중을 위한 서비스를 제공한다

2) Research Data: factual records (numerical scores, textual records, images and sounds) used as primary sources for scientific research, and that are commonly accepted in the scientific community as necessary to validate research findings. (OECD 2007)

위에서 언급한 Science International에서 연구데이터의 원칙을 책임, 공개범 위, 실현으로 나누어, 이해당사자들에게 필요한 책임과 업무를 <표 1>와 같이 정 리하였다.

<표 1> 연구데이터의 원칙

<p>책임</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 공적자금을 받은 과학자는 연관된 데이터를 고유한 부분으로 포함하는 새로운 지식의 창출과 소통을 통 해 공공에게 기여할 책임이 있다. <ul style="list-style-type: none"> - 데이터는 재사용과 re-purposed한 방식으로 생산되자마자 오픈되어야 함 2. 출판된 과학적 검증(claims)을 위해 제공되는 데이터는 매우 지능적이고 공개된 양식으로 현재 존재하 고 공적으로 유용해야 한다. <ul style="list-style-type: none"> - 데이터와 검증간에 링크가 가능하고, 복제실험 관찰이 가능해야 함 3. 연구기관과 대학은 오픈데이터를 지원하기 위한 환경을 구성할 책임을 가진다. <ul style="list-style-type: none"> - 데이터관리, 보존, 분석과 적절한 기술지원, 도서관과 데이터 관리서비스를 포함한다. - 오픈데이터 프로세스에 포함된 경력개발을 위한 인센티브와 평가기준을 개발하여야 한다. 이러한 기 준은 기관내를 넘어 국가적 글로벌적으로 동의를 얻어야 하며, 연구자의 바람직한 동기부여를 촉진하 여야 한다. 4. 출판사는 리뷰과정동안 리뷰어에게 데이터를 이용가능하게 하고 데이터를 사용하는 출판물과 데이터 를 공동으로 오픈액세스할 수 있도록, 데이터에 대한 인용과 완전한 참고문헌을 제공할 책임을 가진다. <ul style="list-style-type: none"> - 메타데이터의 제공과 텍스트/데이터 마이닝을 위한 접근을 통해 지속적인 분석이 가능하게할 책임 이 있다. 5. 연구비 지원기관은 연구프로젝트에서 오픈데이터 프로세스의 소요비용을 연구수행의 본질적인 비용으 로 간주하여야 한다. 데이터 인프라스트럭처와 리파지토리의 장기적인 지속성을 위한 적절한 자원과 정 책을 제공해야 한다. <ul style="list-style-type: none"> - 연구영향력의 평가 특히 인용지수는 데이터 생성자의 공헌임 6. 전문협회, 학술학회, 아카데미는 오픈데이터를 위한 정책과 가이드라인을 개발해야 하고, 그 회원들 의 급속한 확산과 실재를 반영하는 방법으로 기회를 촉진해야 한다. 7. 도서관, 아카이브, 리파지토리는 데이터를 활용하기 원하는 이용자에게 데이터를 활용가능하게 하고 장 기간 접근가능하게 하는 서비스와 기술적 표준을 개발하고 제공할 책임이 있다.
<p>공개 범위</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 공적자금이 투입된 과학이 디폴트 영역이 되어야 한다. 2. 예외적인 것은 사생활, 안전, 보안의 이슈와 공적인 이익이 있는 상업적인 활용에만 제한되어야 한다. 3. 예외는 case-by-case로 적용되어야 하며, blanket basis로 정당화되어서는 안된다.
<p>실현</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 인용과 출처 : 학술출판에서 연구자가 다른 연구자의 데이터를 활용할 때, 반드시 그 원작자에 대한 인 용표시와 영구디지털식별자에 대한 출처표시가 이루어져야 한다. 2. 상호운용성 : 연구데이터와 메타데이터는 접근가능하고 재사용가능하고 최대한 상호운용가능해야 한다. 3. 비제한적인 재사용 : 기공개된 데이터라면 적절한 웨이버(유예기간)나 비제한적인 라이선스를 통해 재 사용 가능해야 한다. 4. 연결성 : 데이터는 콘텐츠를 구성하는 다른 데이터 및 그 의미적 가치를 극대화하는 맥락과도 연결되어 야 한다.

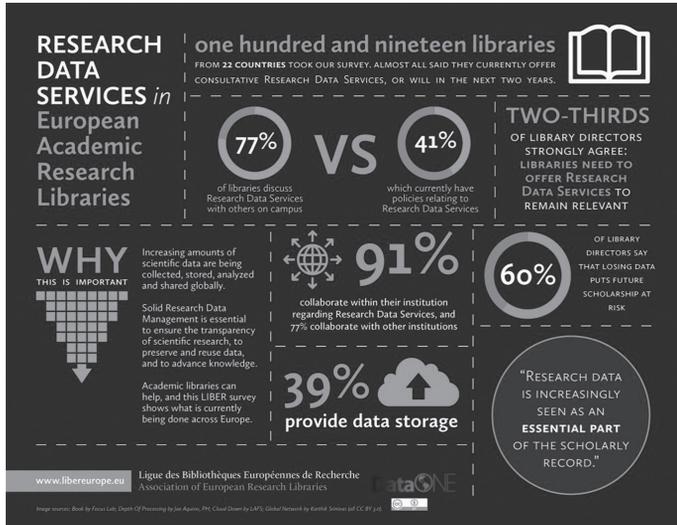
3. 해외 현황

IFLA에서도 IFLA Journal에 2016년 42권 4호와 2017년 43권 1호에 연속적으로 연구데이터 서비스 특집호를 발간하였다. Guest Editor로서 Michael Witt (Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA)와 Wolfram Horstmann (Gottingen State and University Library, University of Gottingen, Germany)가 참여하였다. 주요 내용은 아래와 같다.

- 유럽대학의 RDS 현황 소개(UC Berkeley, Reed 대학을 비롯한 북미 5개 대학, 스위스ETH Zurich, 스웨덴 Lund University, Linnaeus University 등)
- DMPs 내용의 질적 평가
- 스위스 국가차원의 DLCM(Data Life Cycle Management) Project 소개
 - DMP(Data Management Plan) 수립 가이드라인, 연구데이터 서비스에서 데이터 장기 보존의 문제로 이어지며, 장기적으로 대용량 데이터의 보존을 위한 비즈니스 모델 수립과 저장구조 등 고민중
- 자연과학 데이터 저장소 및 센터사례 : 미국, 유럽, 아르헨티나(환경연구)
- 연구데이터에 대한 연구자 행태 및 인식 조사 : 인도, 아일랜드
- 사서의 전문성 개발

연구데이터는 연구자의 모든 연구과정과 특히 공적자금이 투자되는 국가 연구 개발 사업과 관련이 많다. 국가 R&D를 지원하는 정부 부처 - 연구사업 관리기관 - 연구수행기관 - 연구책임자 및 연구자는 국민의 세금으로 지원되기 때문에 연구 진행과정의 데이터와 결과인 성과물이 잘 정리되고 보존되어야 한다. (성과의 질과 활용은 차후에 논의한다)

여기에서 주로 논의되는 연구수행기관의 도서관을 연구도서관이라 지칭한다면, 연구도서관들이 연구책임자 및 연구자와 협력하여 연구성과물인 연구데이터 관리에 나서야 한다는 것이 선진국의 현실이고, 현재 많은 성과들이 나타나고 있다.



〈그림 3〉 LIBER의 서베이 내용 요약

유럽 22개국, 119개의 연구도서관에 대해 실시된 유럽연구도서관협의회 (LIBER)³⁾의 2016년 실시한 조사 보고서(Recent survey on Research Data Services (RDS))의 주요 내용은 〈그림 3〉 및 아래와 같다.

- 도서관은 보존 방법 등의 기술적인 서비스보다 데이터 관리 계획, 메타데이터 기준 또는 데이터 인용 정보를 찾는 방법 등 보다 자문성의 RDS 서비스를 제공하고 있음
- RDS 정책을 가지고 있는 기관은 절반 이하 (41%)
- 도서관장의 2/3는 도서관의 RDS에 참여를 강력히 지지함
- 39%의 도서관은 데이터 저장에 관한 서비스를 제공하며 증가중

4. 연구데이터 관리 (RDM)

연구자는 연구데이터에 대해서 이중적인 의견을 가지게 되는데, 연구를 수행하고 나서 데이터가 본인의 연구실이나 컴퓨터에만 저장되어 관리나 활용되지 못

3) <http://libereurope.eu/blog/2016/10/13/research-data-services-europes-academic-research-libraries/>

하고 결국에는 연구종료나 연구자의 퇴직으로 사라지는 것은 아쉬워 한다. 그리고 분명히 미리 생성되어 재활용이 가능한 데이터가 있을 것이라 생각되지만 찾을 수도 없고 활용할 방법을 찾지 못해 데이터를 중복으로 생산하면서 연구효율성이 떨어질 때 연구데이터의 관리 필요성을 주장한다. 그러나 관리 및 공개를 위한 업무의 증가와 적절한 보상체계가 없는 현실에서는 부정적인 의견을 갖게 된다. 이를 잘 설득하고 제도적으로 적절한 보상체계와 명성을 줄 수 있도록 기관과 담당직원이 노력해야 한다.

연구수행기관은 국가 정책이 공적 자금이 투자된 연구성과물에 대한 공공접근 정책으로 제도화되어 가는 상황에서 관리할 필요성을 느끼고 있다. 그래서 도서관이나 자체 사업을 통해서 연구데이터를 관리할 정책, 지침을 수립하고 여러 필요한 문서양식(DMP 등)을 개발하고 데이터 포맷이나 수집할 유형을 정의하고, 실제 저장할 기관 리포지터리와 데이터 리포지터리를 구축·운영하여야 한다. 현재 우리나라에서는 정부출연연구소 몇 곳을 중심으로 연구데이터 관리 체제가 이루어지고 있는데, 대표적인 사례가 한국지질자원연구원과 극지연구소이다.

연구데이터의 주요 범주는 아래와 같다.

- 공적자금이 투여된 연구결과의 오픈
- 개방의 범위
- 윤리 이슈
- 연구데이터 플랫폼(국가수준 플랫폼, 학제적 플랫폼(ex: ELIXIR⁴⁾)
- DMP(Data Management Plan)
- 지속가능한 데이터 리포지터리 및 보존
- 인센티브
- 정책, 지침(국가수준, 연구관리기관 수준, 연구기관 수준 등)

여기서 매우 중요하고 기본이 되는 것이 DMP로서 연구사업의 기획에서부터 작성하기 시작하여 수행, 완료후 까지도 수정 보완이 되는 살아있는 문서(living document)로서 연구사업 전체에서 생산 관리 재사용 보존될 데이터에 대한 기

4) An integrated data support system for the life sciences

록이다. 해외의 여러 연구기관과 연구회, 정부연구개발프로그램에서 자신들의 DMP 양식과 작성 가이드라인을 공개하고 있고, 작성 온라인 툴도 영국 JISC와 미국 캘리포니아대학에서 서비스 중이다.

현재 DMP는 영국 RCUK산하 7개 연구회에서 적용되는 것을 비롯, 유럽의 Horizon 2020에서는 FAIR 지침을 적용한 DMP를 진행하고 있다. Guidelines on FAIR Data Management in Horizon 2020에서 FAIR 원칙이 적용된 DMP 요소 및 예시를 정의하고 있다. 미국은 유럽보다 좀 늦게 2013년 OSTP Memorandum 이후 22개의 연방정부부처와 NSF 등에서 Public Access 정책 수립 및 DMP 추진 중이다. 일본 JST도 연구과제 시작전에 DMP를 제출하여야 한다. 우리나라에서는 아직 시행이 되지 않고 있으나 정부 발표에 의하면 2018년부터 타당성 조사를 통해 조만간 도입될 예정이며, 개별 연구기관 수준에서 일부 자체적으로 시행하는 곳도 있다.

앞으로 DMP 작성 지원 및 관련 내용이 연구도서관의 연구데이터 관련 서비스에서 큰 비중을 차지할 것으로 예상되는데, 모든 연구과제에 연구데이터 일괄 적용은 부적절하며, 목적에 맞는 것만을 선택하여야 하고 마찬가지로 DMP도 모두 할 수는 없다. <표 2>는 특정연구기관이 향후 활용을 고려 중인 DMP의 초안이다.

〈표 2〉 DMP 양식(안)

DATA MANAGEMENT PLAN 양식(안)

(본 양식은 연구사업계획서에 첨부되어야 하며, 최소 1/2에서 3페이지를 넘지 않도록 작성되어야 한다. DMP 작성가이드라인을 참조하여 소수점단위 아래의 구성요소를 가감하여 기술할 수 있다)

2017. 00. 00

1. 연구사업 및 DMP 기본정보 [필수]					
1.1 연구사업명					
1.2.연구계정번호 K-17-L00-C00					
1.3 연구기간 2017. 01. 01. - 2017. 12. 31.					
1.4 연구부서 ○○○○센터					
1.5 연구책임자 이름 및 ID *** (0000-0000)					
1.7 데이터 관리자 및 ID *** (0000-0000)					
1.8 연구내용 개요 본 과제는 ○○○ 이다					
2. 연구데이터 수집 및 생산 [필수]					
2.1 연구데이터 개요					
데이터명	데이터설명	데이터 포맷	생산자 /생산부서	공개여부	과학기술 표준분류

- ※ 데이터가 여러개일 경우 위의 표를 추가하여 작성할 것
- ※ 명확한 경우 위의 표를 활용하거나, 개조식 문장으로 기술할 것
- ※ 공개여부는 ①공개(원외 바로공개), ②공개(원내 바로공개), ③ 3년 후 공개(원외), ④ 3년 후 공개(원내), ⑤ 비공개(대외비로 분류된 과제)로 구분
- ※ 기준: 연구데이터 리포지터리 시스템에 데이터를 등록하는 시점

2.2 데이터 제출 예정 일자 : 2017년 월 일

3. 메타데이터와 관련문서 [필수]

3.1 메타데이터

(예) 메타데이터 스키마 별도 자료 참고

3.2 데이터 작성 지침문서

4. 작성일자 및 작성자 [필수]

2017. . .

연구책임자	***	(서명)
데이터관리자	***	(서명)
데이터 생산자	***	(서명)
	***	(서명)
	***	(서명)

유럽에서 HORIZON 2020과 OpenAIRE의 지원아래 ORD(Open Research Data Pilot in the European funding programme Horizon 2020) Pilot 프로젝트를 진행하였는데, 결론적으로 크게 아래의 세가지를 권고하였다.

- DMP를 작성할 것
- 연구과제가 끝나면 데이터를 아카이빙하고 접근가능하도록 리포지터리에 기탁할 것
- 데이터 관리 인력을 양성할 것

5. FAIR 지침

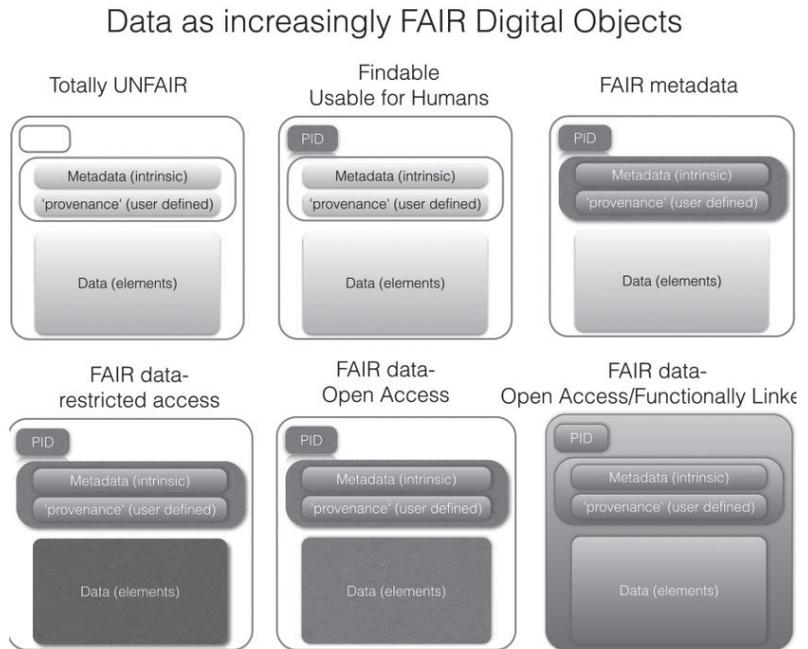
연구데이터 관리에서 데이터는 인간에 의한 데이터 처리뿐만 아니라 기계에 의한 처리가능성(machine actionability)을 강조하는 데이터 큐레이션 지침 FAIR를 준수해야 한다.

〈그림 4〉는 FAIR 지침을 준수한 데이터가 어떻게 그리고 얼마나 유용해지는지를 보여준다. 데이터뿐만 아니라 리포지터리도 FAIR를 준수해야 한다. 이번에는 리포지터리를 다루지 못하여 아쉽게 생각한다.

FAIR 지침의 개념은 2014년 Netherlands Leiden에서 Jointly Designing a Data Fairport라는 워크숍을 개최한데서 시작되었다. 여기에서 데이터의 발견과 재사용에 대한 장벽을 극복하는데 관심이 있는 대학교 및 재단의 이해당사자들이 함께 모여 숙고한 끝에, 모든 이해당사자들이 데이터 중심 과학에 의해 생성된 방대한 양의 정보를 훨씬 쉽게 발견, 접근, 통합 및 재사용, 적절한 인용이 가능하도록 ‘커뮤니티가 동의하는 최소한의 지침’을 정의하였다. 이 회의는 향후 상세하게 다듬어야 할 기초 지침을 만드는 것을 결의하는 것으로 끝을 맺었다. 그 내용은 ‘모든 연구 객체는 인간과 기계를 위해 FAIR(findable, accessible, interoperable, reusable)해야 한다’는 것이며, 이것을 FAIR 지침이라고 지칭한다. 후속 조치로, FORCE11 커뮤니티를 구축하고 회원으로 구성된 FAIR 전담 실무 그룹이 FAIR 지침을 튜닝하고 개선하였다⁵⁾. FAIR 지침의 자세한 내용은 <

5) Mark D. Wilkinson et al., 2016. “The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship,” Scientific Data, Nature.

그림 4)와 <표 3>과 같다.



<그림 4> 데이터가 FAIR화 되는 과정

<표 3> FAIR 지침

Findable(발견 가능) 하려면:

- F1. 데이터 및 메타데이터에 국제적으로 유일하고 영구적인 식별자를 할당해야 함
- F2. 데이터를 R1에 따라 풍부한 메타데이터로 서술해야 함
- F3. 메타데이터는 명확하고 명시적인 데이터의 식별자를 포함해야 함
- F4. 데이터 및 메타데이터를 검색(search) 가능하도록 등록 및 색인해야 함

Accessible(접근 가능) 하려면:

- A1. 식별자는 표준 통신 프로토콜을 사용하여 데이터 및 메타데이터를 검색할 수 있어야 함
 - A1.1 이 프로토콜은 공개적이고 및 자유롭게 구현 가능해야 함
 - A1.2 이 프로토콜은 필요시 인증 권한 부여 절차를 고려해야 함
- A2. 데이터가 사용 가능하지 않을 때에도 메타데이터는 접근 가능해야 함

Interoperable(상호운용 가능) 하려면:

1. 데이터 및 메타데이터는 지식 표현을 위한 형식을 갖추고 접근과 공유가 가능하며 적용 가능성이 넓은 언어를 사용해야 함
2. 데이터 및 메타데이터는 FAIR 지침을 따르는 어휘를 사용해야 함
3. 데이터 및 메타데이터는 다른 데이터 및 메타데이터에 대한 참조를 포함해야 함

Reusable(재사용 가능) 하려면:

- R1. 데이터 및 메타데이터를 정확하고 관련이 있는 많은 속성으로 충분히 서술해야 함
 - R1.1. 데이터 및 메타데이터를 명확하고 접근 가능한 데이터 사용 라이선스로 배포해야 함
 - R1.2. 데이터 및 메타데이터를 상세한 프로비던스와 연관시켜야 함
 - R1.3. 데이터 및 메타데이터는 도메인 관련 커뮤니티 표준을 만족시켜야 함

6. 향후 추진 방향

다행히 국내에서도 2017년부터 과학기술정보통신부가 관련 전략 수립을 위해 장관보고(‘17.7.28)를 시작으로 ‘모아서 새롭게 TF’ 발족(‘17.8.25) 및 연구데이터 공청회를 추진(‘17.12.18)하였다. TF 운영 결과를 기반으로 국가과학기술심의회 심의후 “혁신성장 촉진을 위한 연구데이터 공유·활용 전략(안)”(‘18.1.19) 수립하여 시행하기로 하였고 그 주요 내용⁶⁾은 아래와 같다.

- ◎ 비전: 연구데이터 지식자산화·빅데이터화
- ◎ 목표: 국가 연구데이터 공유·활용 활성화
- ◎ 추진과제: 1. 연구데이터 관리체계 구축 및 공유 커뮤니티 형성 촉진
 - * 계층적 연계체계: 국가 센터 - 대분야 전문센터 - 소분야 전문센터
- 2. 국가 연구데이터플랫폼 구축·운영
 - * 대·소분야 전문센터 플랫폼·인프라 지원
- 3. 데이터 및 컴퓨팅 활용 R&D 인재성장 지원
- 4. 연구데이터 관리·공유·활용 관련 법제도 마련
 - * 연구데이터 정의(공동관리규정 개정), DMP, 연구자 권리근거 확보 등
- 5. 연구데이터의 산업적 활용 촉진 및 일자리 창출
 - * 사업화 및 시제품 개발 활용을 위한 연구데이터 API 개발 등

6) 과학기술정보통신부 보도자료(2017년 1월 18일), 서랍 속 연구데이터 함께 쓰는 빅데이터로 새롭게 거듭난다 - 「혁신성장 촉진을 위한 연구데이터 공유·활용 전략」 수립 -

위와 같은 국가적 관심으로 인해 연구도서관에서의 연구데이터관리 업무와 서비스는 향후 급속히 중요성을 가지게 될 것으로 보인다. 기술적인 부분은 KISTI와 같은 전문 연구기관이 리딩하고 연구커뮤니티를 지원하고 연구데이터관리 업무를 수행하고 서비스를 진행하게 될 연구도서관이 상호 협력하여 범국가적인 연구데이터 인프라스트럭처에 기여하여야 할 것이다.

연구데이터 관리(RDM)는 방대한 연구영역으로서 이 글에서 다루지 못한 부분이 매우 많다. 연구데이터 관리 정책, 데이터 퍼블리케이션 및 데이터 인용 상세 지식 및 기술, 각국의 주요기관 동향 및 주요 관련 프로젝트 동향, 리파지터리의 유형, 종류, 특징, 관련 인증시스템 등과 기술적인 수많은 이슈들, 수많은 국제협력 단체들과 그 활동, 개별 기관의 사례 및 정부 TFT 활동현황, 연구데이터 전문가 교육훈련 문제, 연구자에 대한 보상체계, 지속적인 서베이, 도서관 조직 및 업무영역과의 관계, 국가 연구개발성과물 수집을 위한 방안, 장기적으로 대용량 데이터의 보존을 위한 비즈니스 모델 수립과 저장구조에 대한 고민 등이 향후에도 지속적으로 연구되어야 한다.

참고문헌

각주로 대신함